بسم الله الرحمن الرحيم

اخواني مهندسي الكهرباء في الوطن العربي

اليكم تنبيه هام

تم تحميل هذا الملف من

موقع

موسوعة الكهرباء

www.electricityencyclopedia.com

موقع متخصص في مجال الهندسة الكهربية وهندسة الإتصالات والميكانيكا

حيث يحتوي علي العديد من المقالات والشروحات في مختلف مجالات الهندسة الكهربية

بالإضافة إلي البرامج الهندسية وشروحاتها (كتب + فيديو)

وكتب ومراجع هندسية

وكورسات كاملة في مختلف مجالات الهندسة الكهربية

ومواصفات تنفيذ الأعمال الكهربية في مختلف المنشآت والمجالات بالعديد من البلدان

وكذلك روابط تحميل جميع الأكواد الكهربية المحلية والعربية والعالمية

والكثير الكثير مما يمكنكم ان تستفيدوا منه في مجال هندسة القوي والالات الكهربية والإتصالات والميكانيكا

أرجو ان تجدوا بالموقع كل ما تبحثون عنه

تقبلوا تحياتى

م. علاء محمد حمادي

مالك ومشرف موقع

www.electricityencyclopedia.com

جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى
لأسس تصميم و شروط تنفيذ
التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى

كود رقم (٣٠٢/١)

المجلد الأول
أسس التصميم

اصدار ٢٠١٢
طبعة ٢٠١٧

جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية
المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى

لأسس تصميم وشروط تنفيذ

التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى

كود رقم (٣٠٢/ ١)

المجلد الأول

أسس التصميـــــــم

٢٠١٢

جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية
مكتب الوزير

الرقم البريدى ١١٥١٦

قـرار وزارى
رقم ١٥٩ لسنه ٢٠١٣

وزير الإسكان والمجتمعات العمرانية:

- بعد الإطلاع على القانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ فى شأن أسس تصميم وشروط تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء ،
- وعلى قانون البناء الصادر بالقانون رقم ١١٩ لسنة ٢٠٠٨ ولائحته التنفيذية ،
- وعلى القرار الجمهورى رقم ٦٣ لسنة ٢٠٠٥ بإعادة تنظيم المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء ،
- وعلى القرار الوزارى رقم ٤٨١ لسنة ٢٠٠٥ بشأن تشكيل اللجنة الدائمة لأسس تصميم وإشتراطات تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى ،
- وبناء على ما عرضه السيد الأستاذ الدكتور / رئيس مجلس إدارة المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء بموجب مذكرته رقم ٣٩٠ بتاريخ ٢٠١٣/٢/٢١ .

قـــــرر

المادة الأولى :

يتم العمل بالمجلد الأول (أسس التصميم) من الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى المرافق لهذا القرار .

المادة الثانية :

تتولى اللجنة الدائمة المشكلة بالقرار الوزارى رقم ٤٨١ لسنة ٢٠٠٥ المشار إليه ، إقتراح التعديلات والإضافات التى تراها لازمة لتحديث المجلد الأول من الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى ، وتعد هذه التعديلات بعد إصدارها جزءاً لا يتجزأ من هذا الكود .

المادة الثالثة :

يتولى المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء العمل على نشر الكود والتعريف به والتدريب عليه .

المادة الرابعة :

تلتزم الجهات المعنية المنصوص عليها فى القانونين رقمى ٦ لسنة ١٩٦٤ ، ١١٩ لسنة ٢٠٠٨ المشار إليهما بتنفيذ ما جاء بهذا الكود .

المادة الخامسة :

ينشر هذا القرار فى الوقائع المصرية ، ويعمل به إعتباراً من اليوم التالى لإنقضاء ستة أشهر من تاريخ نشره .

وزير الإسكان
والمجتمعات العمرانية
١٠ / ٤ / ٢٠١٣
أ.د.م/ طـــارق وفيـــق

صدر في ١٠/٤/٢٠١٣

مقدمة

تعد التركيبات الكهربائية فى المبانى الدعامة الرئيسية لإنارة المبنى وكفاءة استخدام الأجهزة الكهربائية به والتى انتشرت بشكل واسع فضلا عن دورها الأساسى فى الحفاظ على سلامة المبانى والمنشآت من أخطار الحريق الناجم من عدم مراعاة الأصول الفنية فى تصميم وتنفيذ هذه التركيبات، هذا بالإضافة إلى توفير الوقاية ضد الصدمة الكهربائية.

وتعتبر أعمال التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى من أهم البنود فى معظم روعات التى يتم تنفيذها فى الوقت الحالى، وقد اتسع مجال استخدامها لتشمل جميع المنشآت العادية وكذلك المنشآت الخاصة.

وقد صدر الكود المصرى (أسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى) بناءاً على القرار الوزارى رقم ١٧٢ عام ١٩٩٤ وذلك تنفيذاً للقانون رقم ٦ لسنة ١٩٦٤ فى شأن تنفيذ الأعمال الإنشائية وأعمال البناء، ويتكون هذا الكود من ثلاثة مجلدات.

ولقد أدى تنوع أساليب التصميم والتنفيذ إلى التفكير فى إعداد مواصفات لبنود الأعمال الكهربائية تعنى بكل ما هو جديد فى هذا المجال بغرض مواكبة التطورات التكنولوجية الكبيرة فى المعدات والمهمات.

وقد صدرت مواصفات بنود أعمال التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى فى مجلدين واعتمدت بالقرار الوزارى رقم ١٧٣ عام ١٩٩٨.

ونظراً لأن أعمال التصميم وشروط التنفيذ للتوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى تشتمل على العديد من الأنظمة، فإن اللجنة الدائمة لتحديث أسس التصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى قامت بإعداد سبعة مجلدات تغطى الأنظمة الخاصة الأكثر شيوعاً وبذلك يصبح عدد مجلدات هذا الكود عشرة مجلدات.

ويعتبر هذا الكود بالإضافة إلى مواصفات بنود الأعمال من العناصر الهامة فى مستندات التعاقد مع المقاول القائم بتنفيذ المشروع والتى يمكن بواسطتها التحقق من سلامة تنفيذه لهذه الأعمال.

ولتعظيم الاستفادة من هذا الكود ومواصفات بنود الأعمال، فقد رأت اللجنة الدائمة لإعداد أسس التصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى إعداد دليل ارشادى لتوضيح بعض الأمور الفنية الهامة فى مرحلة التصميم والتنفيذ واستلام الأعمال.

ونظرا للتوسع المطرد الذى طرأ على التركيبات الكهربائية فى المبانى خلال الحقبة الأخيرة وكذلك التطورات التكنولوجية المتلاحقة فى المعدات والمهمات الكهربائية، فإن الأمر يتطلب القيام دوريا بمراجعة وتحديث هذه الكودات كل عدة سنوات لإضافة الجديد. ولقد تم تحديث المجلدات الثلاثة الأولى من الكود على أن يجرى تباعا تحديث باقى المجلدات السبعة الأخرى والخاصة بالأنظمة الخاصة.

وقد تم إعادة ترتيب المجلدات الثلاثة لتصبح على النحو التالى:

المجلد الأول: أسس التصميم

المجلد الثانى: اشتراطات التنفيذ

المجلد الثالث: الاختبارات واستلام الأعمال

وقد تم اضافة بابين جديدين فى هذا الكود، أولهما يتناول التركيبات الكهربائية الخاصة مثل التمديدات الكهربائية الخاصة بالأثاث، والتركيبات الكهربائية فى المواقع الخاصة مثل أحواض السباحة، بينما تناول الباب الآخر تحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى.

وتم الاستعانة بالكود العربى للتركيبات الكهربائية وكذلك المواصفات القياسية المصرية والمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC حسب آخر طبعة.

وقد تم ارسال هذا المجلد إلى الجامعات والمكاتب الاستشارية والمعاهد البحثية والهيئات والجهات المختصة وغيرها لإبداء الرأى فيه ثم عقدت ندوة عامة لمناقشة مختلف الأراء، وبناء على المناقشات والملاحظات التى وردت فقد اعد هذا المجلد فى صورتة النهائية.

هذا وقد تم بعون الله إصدار هذا المجلد من الكود بالقرار الوزارى رقم لسنة ٢٠١٢.

وبتكامل إصدار هذا الكود ومواصفات بنود الأعمال والدليل الارشادى الخاص بالتوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى تكون أصول المهنة قد استقرت لعشرات السنين القادمة. إلا أن ذلك لن يحول دون القيام بمراجعة وتحديث الكود ومواصفات بنود الأعمال وكذلك الدليل الارشادى دورياً كل عدة سنوات لإضافة الجديد والارتقاء بالأداء، وذلك لمواكبة التطور الفنى والتكنولوجى حتى نضمن للمشروعات تحقيق آخر ما وصلت إليه تقنيات العصر فى هذا المجال.

رئيس اللجنة الدائمة

لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات

والتركيبات الكهربائية فى المبانى

أستاذ دكتور مهندس/

عادل إبراهيم الملوانى

اللجنة الدائمة
لإعداد الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ
التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى

أولاً :- أعضاء اللجنة الدائمة

١- أستاذ دكتور مهندس / عادل إبراهيم الملوانى (رئيساً)
٢- أستاذ دكتور مهندس / عبد العزيز محمود عبد العزيز
٣- أستاذ دكتور مهندس / متولى عوض حسن الشرقاوى
٤- أستاذ دكتور مهندس / محمد صلاح السبكى
٥- أستاذ دكتور مهندس / هشام كامل عبد اللطيف تمراز
٦ - السيد المهندس / أحمد عبد الغنى أحمد سالم (مقرراً)
٧- أستاذ دكتور مهندس / رفاعى أحمد رفاعى
٨- السيد دكتور مهندس / خالد إبراهيم محمد سيد
٩- السيد المهندس / محمود سامى محمد سلطان

ثانياً :- الأمانة الفنية

١- السيدة المهندس /حنان سمير محمود خيرى
٢- السيدة المهندس / أمانى يونس محمد المصرى

ثالثاً :- الكتابة على الحاسب الآلى

١- السيد / ياسر على محمد
٢- السيد / هيثم وحيد على
٣- السيد / هشام محمد حسين الحلوانى

رابعاً :- أعمال الرسم على الكمبيوتر

١- السيد / السيد محمد السيد النجار

المحتويات

	الصفحة
الباب الأول: المجال والهدف والتعريفات	١/١
١/١ المجال	١/١
٢/١ الهدف	٢/١
٣/١ قواعد استخدام الكود	٣/١
٤/١ الاعتبارات التصميمية	٣/١
٥/١ التعريفات	٧/١
١/ ٦ جدول الاختصارات.....	٢٣/١
الباب الثانى : حسابات الأحمال	٢٥/٢
١/٢ عام	٢٥/٢
٢/٢ حساب قدرة الأحمال الميكانيكية	٢٥/٢
١/٢/٢ أحمال المصاعد الكهربائية.....	٢٥/٢
٢/٢/٢ المصاعد الهيدروليكية.....	٢٨/٢
٣/٢/٢ أحمال السلالم المتحركة.....	٢٨/٢
٤/٢/٢ الحصائر والمنحدرات المتحركة	٣٠/٢
٥/٢/٢ أعمال تكييف الهواء بالمبانى.....	٣٠/٢
٦/٢/٢ الطلمبات والسخانات.....	٣٣/٢
٣/٢ تقدير أحمال القوى الكهربائية	٣٦/٢
١/٣/٢ عام.....	٣٦/٢
٢/٣/٢ أحمال القوى الكهربائية.....	٣٧/٢
٤/٢ أحمال الإنارة	٣٩/٢
٥/٢ أحمال الطوارئ	٤٠/٢
١/٥/٢ أحمال الإنارة.....	٤٠/٢
٢/٥/٢ أحمال المعدات.....	٤١/٢
٣/٥/٢ أحمال متصلة بحياة الأشخاص	٤٢/٢
٦/٢ تقدير الطلب الأقصى للحمل	٤٢/٢
١/٦/٢ خواص الأحمال.....	٤٢/٢
٢/٦/٢ الطلب الأقصى للحمل.....	٤٣/٢

المحتويات

	الصفحة
الباب الثالث : تقييم الخواص العامة للتركيبات الكهربائية	٤٦/٣
١/٣ عام	٤٦/٣
٢/٣ نظم التوزيع	٤٦/٣
١/٢/٣ أنواع نظم الموصلات المكهربة	٤٦/٣
٢/٢/٣ أنواع نظم التأريض	٤٦/٣
٣/٢/٣ نظم التأريض المختلفة	٥٠/٣
٤/٢/٣ مصادر(منابع) تغذية التركيبات الكهربائية.....	٥١/٣
٥/٢/٣ مصادر التغذية لأجهزة خدمات الأمان ومصادر التغذية الاحتياطية	٥١/٣
٦/٢/٣ تقسيم التركيبات	٥٢/٣
٣/٣ تصنيف المؤثرات الخارجية على التركيبات الكهربائية	٥٢/٣
١/٣/٣ عام	٥٢/٣
٢/٣/٣ رموز التصنيف	٥٢/٣
٤/٣ قابلية معدات التركيبات الكهربائية للتوافق مع المعدات الأخرى	٥٥/٣
٥/٣ توافر إمكانيات لصيانة التركيبات الكهربائية	٥٦/٣
الباب الرابع : الوقاية والأمان	٥٧/٤
١/٤ عام	٥٧/٤
٢/٤ الوقاية ضد الصدمة الكهربائية	٥٧/٤
١/٢/٤ الوقاية ضد التلامسين المباشر وغير المباشر	٥٧/٤
٢/٢/٤ الوقاية ضد التلامس المباشر	٦٤/٤
٣/٢/٤ الوقاية ضد التلامس غير المباشر	٦٨/٤
٣/٤ الوقاية ضد التأثيرات الحرارية	٨٨/٤
١/٣/٤ عام	٨٨/٤
٢/٣/٤ الوقاية ضد الحريق	٨٩/٤
٣/٣/٤ الوقاية ضد الحروق	٩١/٤
٤/٣/٤ الوقاية من التسخين الزائد	٩٢/٤

المحتويات

	الصفحة
٤/٤ الفصل الوظيفى (التحكم)	٤/٩٣
٤/٤/١ عام	٤/٩٣
٤/٤/٢ مفاتيح التحويل اليدوية	٤/٩٣
٤/٤/٣ دوائر التحكم (الدوائر المساعدة)	٤/٩٤
٤/٤/٤ التحكم بالمحركات	٤/٩٤
٤/٥ اختيار تدابير الحماية من الصدمة الكهربائية بدلالة التأثيرات الخارجية	٤/٩٥
٤/٥/١ عام	٤/٩٥
٤/٥/٢ تدابير الوقاية من التماس المباشر	٤/٩٥
٤/٥/٣ شروط الإخلاء فى حالة الطوارىء	٤/٩٧
٤/٥/٤ طبيعة الخامات والمواد المخزونة	٤/٩٧
٤/٥/٥ مواد البناء القابلة للاشتعال	٤/١٠٠
٤/٥/٦ المنشآت التى تساعد على انتشار الحريق	٤/١٠٠
٤/٦ الوقاية ضد زيادة التيار	٤/١٠٠
٤/٦/١ عام	٤/١٠٠
٤/٦/٢ طبيعة نبائط الوقاية	٤/١٠١
٤/٧ الوقاية من هبوط الجهد	٤/١٠٦
٤/٨ العزل وتشغيل المفاتيح	٤/١٠٦
٤/٨/١ عام	٤/١٠٦
٤/٨/٢ الفصل	٤/١٠٦
٤/٨/٣ فصل المفاتيح للصيانة الميانيكية	٤/١٠٧
٤/٨/٤ مفاتيح الطوارىء	٤/١٠٧
٤/٩ تطبيق احتياطات الوقاية والأمان	٤/١٠٨
٤/٩/١ عام	٤/١٠٨
٤/٩/٢ احتياطات الوقاية ضد الصدمة الكهربائية	٤/١٠٨
٤/١٠ احتياطات وقائية للمواقع الخاصة	٤/١١٦
٤/١١ نبائط الوقاية ضد زيادة التيار	٤/١٢٠

المحتويات

الصفحة

١/١١/٤ نبائط الوقاية ضد زيادة الحمل ١٢٠/٤
٢/١١/٤ نبائط الوقاية ضد القصر ١٢١/٤
١٢/٤ الوقاية طبقا لطبيعة الدوائر ونظام التوزيع ١٢٢/٤
١٣/٤ فصل الدائرة وتشغيل المفاتيح ١٢٣/٤

الباب الخامس : أسس تصميم أعمال الجهد المتوسط ١٢٨/٥
١/٥ عام ١٢٨/٥
٢/٥ لوحات التوصيل الحلقية جهد متوسط ١٢٩/٥
١/٢/٥ عام ١٢٩/٥
٢/٢/٥ قضبان التوزيع ١٣١/٥
٣/٢/٥ المواصفات الفنية الخاصة بمصاهر المحولات ١٣١/٥
٤/٢/٥ تصنيع اللوحة ١٣٢/٥
٥/٢/٥ أشكال متنوعة للوحات التوصيل الحلقى ١٣٣/٥
٣/٥ لوحات الجهد المتوسط ١٣٩/٥
١/٣/٥ عام ١٣٩/٥
٢/٣/٥ اشتراطات تصنيع اللوحات ١٤٠/٥
٣/٣/٥ أقسام لوحات الجهد المتوسط ١٤٠/٥
١/٣/٣/٥ قسم السكاكين والقواطع ١٤٠/٥
٢/٣/٣/٥ قسم قضبان التوزيع ١٤٦/٥
٣/٣/٣/٥ أقسام توصيل الكابلات ومحولات الجهد والتيار ١٤٦/٥
٤/٣/٣/٥ قسم الجهد المنخفض فى لوحات الجهد المتوسط ١٤٦/٥
٤/٣/٥ اعتبارات تصميمية ١٤٦/٥
٤/٥ كابلات الجهد المتوسط ١٤٧/٥
١/٤/٥ عام ١٤٧/٥
٢/٤/٥ القدرة الكهربائية وحساب تيار الحمل ١٤٨/٥
٣/٤/٥ جهد التشغيل ١٤٩/٥

المحتويات

	الصفحة
٤/٤/٥ أقصى سماحية للهبوط فى الجهد	١٤٩/٥
٥/٤/٥ السعة التيارية للكابل ومعاملات التصحيح	١٤٩/٥
٦/٤/٥ تيار القصر	١٥٠/٥
٥/٥ المحولات	١٥١/٥
١/٥/٥ عام	١٥١/٥
٢/٥/٥ تحديد سعة محول التوزيع اللازم لتغذية الحمل	١٥٢/٥
٣/٥/٥ المحولات الزيتية	١٥٨/٥
٤/٥/٥ المحولات الجافة	١٦٣/٥
٥/٥/٥ أكشاك وغرف تركيب المحولات	١٦٨/٥
الباب السادس : أسس تصميم أعمال الجهد المنخفض	
١/٦ عام	١٧٧/٦
٢/٦ لوحات توزيع الجهد المنخفض	١٧٨/٦
١/٢/٦ عام	١٧٨/٦
٢/٢/٦ اختيار نوع لوحة التوزيع	١٧٩/٦
٣/٢/٦ اشتراطات تصنيع اللوحات	١٨٢/٦
٤/٢/٦ مكونات اللوحة	١٨٥/٦
٥/٢/٦ اعتبارات تصميمية	١٨٧/٦
٣/٦ موصلات (كابلات / قضبان) الجهد المنخفض	١٩٠/٦
١/٣/٦ عام	١٩٠/٦
٢/٣/٦ كابلات الجهد المنخفض	١٩٢/٦
١/٢/٣/٦ عام	١٩٢/٦
٢/٢/٣/٦ إختيار أنواع الكابلات والموصلات الكهربائية	١٩٣/٦
٣/٢/٣/٦ تحديد مساحة مقطع الكابل	٢٠٠/٦
٤/٢/٣/٦ أقصى سماحية للهبوط فى الجهد	٢٠١/٦
٥/٢/٣/٦ حساب تيار القصر وأجهزة الحماية	٢٠٢/٦
٦/٢/٣/٦ معاملات التصحيح المختلفة طبقا لظروف التشغيل	٢٠٣/٦
٣/٣/٦ القضبان المدمجة	٢٠٣/٦

المحتويات

الصفحة

١/٣/٣/٦ عام..... ٢٠٣/٦
٢/٣/٣/٦ مكونات نظم القضبان المدمجة ٢٠٤/٦
٣/٣/٣/٦ موصلات القضبان المدمجة..... ٢٠٦/٦
٤/٣/٣/٦ وحدات مدمجة لتغيير مسار القضبان..... ٢٠٦/٦
٥/٣/٣/٦ وصلات التمدد ووحدات ربط قضيبين ذوى مقاسين مختلفين ٢٠٦/٦
٦/٣/٣/٦ وحدات مدمجة لتوصيل القضبان المدمجة بالقاطع الرئيسى بلوحات التوزيع..... ٢٠٧/٦
٧/٣/٣/٦ وحدة إغلاق نهاية قضبان..... ٢٠٧/٦
٨/٣/٣/٦ وحدات تثبيت القضبان..... ٢٠٨/٦
٤/٦ تصميم مسارات الكابلات ٢٠٨/٦
١/٤/٦ عام ٢٠٨/٦
٢/٤/٦ اختيار أنظمة التمديدات ٢١١/٦
٣/٤/٦ تمديد الموصلات والكابلات المغذية للأحمال الحيوية ٢١٢/٦
٤/٤/٦ الخنادق وقنوات الكابلات الأرضية ٢١٣/٦
٥/٤/٦ المواسير ٢١٦/٦
٦/٤/٦ مجارى التمديدات الكهربائية ٢٢٧/٦
٧/٤/٦ حوامل (سراير) الكابلات..... ٢٣٠/٦
٨/٤/٦ المجارى المصندقة للموصلات أو الكابلات ٢٣٢/٦
٩/٤/٦ الصناديق اللازمة للمواسير والمجارى ٢٣٢/٦
٥/٦ وحدات الإنارة والمفاتيح والمقابس ٢٣٤/٦
١/٥/٦ وحدات الإنارة ٢٣٤/٦
٢/٥/٦ المفاتيح ٢٣٦/٦
٣/٥/٦ المقابس ٢٣٨/٦
٤/٥/٦ أغلفة علب مفاتيح الإنارة والمقابس ٢٤٠/٦

المحتويات

		الصفحة
٦/٦	تصميم الدوائر الفرعية	٦/٢٤٢
١/٦/٦	عـــــــام	٦/٢٤٢
٢/٦/٦	خطوات تصميم الدوائر الفرعية	٦/٢٤٢
٣/٦/٦	حساب التيار التصميمى للدائرة	٦/٢٤٣
٤/٦/٦	تحديد معاملات تصحيح سعة حمل موصلات الدائرة للتيار	٦/٢٤٦
٥/٦/٦	حساب السعة المطلوبة لحمل الدائرة للتيار	٦/٢٤٧
٦/٦/٦	حساب هبوط الجهد فى الدائرة	٦/٢٤٧
٧/٦/٦	حساب تيارات القصر	٦/٢٤٨
٨/٦/٦	التنسيق بين تيارات القصر ومقطع موصلات الكابلات ..	٦/٢٥٢
٧/٦	تصميم أعمال التأريض فى المبانى	٦/٢٥٢
١/ ٧/٦	عام	٦/٢٥٢
٢/ ٧/٦	شروط عامة	٦/٢٥٤
٣/٧/٦	وقاية المنشآت من الصواعق	٦/٢٥٤
٤/ ٧/٦	الاستثناء من ضرورة التأريض	٦/٢٥٤
٥/ ٧/٦	مكونات نظام التأريض	٦/٢٥٥
٦/ ٧/٦	تصميم أقطاب التأريض	٦/٢٥٩
٧/ ٧/٦	مقاس موصلات وقضبان التأريض العارية المصنوعة من النحاس	٦/٢٦٧
٨/ ٧/٦	مقاس موصلات التأريض المصنوعة من الأسلاك النحاسية المعزولة بمواد بوليمرية	٦/٢٦٩
٩/ ٧/٦	التيار المقنن لموصلات التأريض	٦/٢٧٠
١٠/ ٧/٦	التأريض فى نظم توزيع الكهرباء على الجهد المنخفض ..	٦/٢٧٢
١١/ ٧/٦	ترتيبات التأريض من أجل تقنيات معالجة البيانات وتجهيزاتها	٦/٢٧٦
١٢/ ٧/٦	نظام تأريض الأساسات	٦/٢٧٨
٨/٦	تحسين معامل القدرة	٦/٢٨٠
١/٨/٦	عام	٦/٢٨٠

٢/٨/٦ تعويض القدرة غير الفعالة فى شبكات التوزيع ٢٨١/٦
٣/٨/٦ الحسابات الخاصة بتصحيح معامل القدرة ٢٨٢/٦
٤/٨/٦ تحديد مواقع المكثفات المستخدمة فى تصحيح معامل القدرة ٢٨٥/٦
٥/٨/٦ المعلومات والقياسات الواجب توافرها لإجراء تصحيح معامل القدرة ٢٨٩/٦
٦/٨/٦ مواصفات المكثفات المستخدمة لتصحيح معامل القدرة ... ٢٩١/٦
٧/٨/٦ المهمات الملحقة بالمكثفات ٢٩٤/٦
٨/٨/٦ أقل معامل قدرة مسموح به ٢٩٩/٦
٩/٨/٦ تصحيح معامل القدرة فى المبانى التجارية والادارية ٢٩٩/٦

الباب السابع: التركيبات الكهربائية الخاصة والتركيبات فى المواقع الخاصة .....

١/٧ التركيبات الكهربائية الخاصة ٣٠٢/٧
١/١/٧ تركيبات الإنارة الخارجية ٣٠٢/٧
٢/١/٧ تركيبات الإنارة المغذاة بالجهد شديد الانخفاض..... ٣٠٥/٧
٣/١/٧ التمديدات الكهربائية الخاصة بالأثاث ٣٠٨/٧
٧ /١/٤ متطلبات التأريض فى تركيبات معدات معالجة البيانات ٣٠١١/٧
٢/٧ متطلبات التركيبات الكهربائية فى المواقع الخاصة ٣٢٣/٧
١/٢/٧ مواقع تحتوى على حوض استحمام أو حوض استحمام بالدوش..... ٣٢٣/٧
٢/٢/٧ أحواض السباحة والأحواض الأخرى ٣٢٩/٧
٣/٢/٧ المواقع المحتوية على سخانات (حمامات) الساونا ٣٤٣/٧
٤/٢/٧ التركيبات الكهربائية فى مواقع البناء والهدم..... ٣٤٦/٧
٥/٢/٧ التركيبات الكهربائية للمواقع الزراعية والبساتين ٣٤٩/٧
٦/٢/٧ التركيبات الكهربائية لمواقع المعارض، الاستعراضات، والأجنحة ٣٥١/٧
٧/٢/٧ التركيبات الكهربائية فى مقطورات الإقامة "كرافانات" وأماكن وقوفها ٣٥٧/٧
٨/٢/٧ مراسى القوارب ومراكب الترفيه..... ٣٦٥/٧
٩/٢/٧ التركيبات الكهربائية للمواقع ذات التوصيل المقيد ٣٧٥/٧

المحتويات

	الصفحة
الباب الثامن: تحسين كفاءة استخدام الطاقة فى التركيبات الكهربائية	
٨/١ عام	٣٧٨/٨
٨/٢ وسائل ترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة	٣٧٨/٨
٨/٢/١ ترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة بتقليل زمن استخدام الطاقة	٣٧٩/٨
٨/٢/٢ تحسين كفاءة استخدام الطاقة بتقليل قيمة المقاومة الكهربائية للموصل	٣٨٣/٨
٨/٢/٣ تحسين كفاءة استخدام الطاقة بتقليل قيمة التيار المار فى الموصل	٣٨٥/٨
٨/٢/٤ تحسين كفاءة استخدام الطاقة بتحسين كفاءة المعدات	٣٨٨/٨
المراجع	٣٨٩

الصفحة

الملاحق(*) :

ملحق رقم (م١) :الرموز المستخدمة فى رسومات التركيبات الكهربائية فى المبانى م/١

ملحق رقم (م٣): جداول تصنيف المؤثرات الخارجية على التركيبات الكهربائية م/٣٤

ملحق رقم (م٤): منحنيات تغير مناطق الزمن مع تيار الخطأ للمصاهر طراز "gG" م/٤٤

ملحق رقم (م٥/٤/١): الظروف القياسية ومعاملات التصحيح لكابلات الجهد المتوسط م/٤٨

ملحق رقم (م٥/٤/٢): تيارات القصر للأنواع المختلفة من كابلات الجهد المتوسط م/٥١

ملحق رقم (م٥/٤/٣): أمثلة تطبيقية على حسابات تيارات القصر لكابلات الجهد المتوسط م/٥٢

ملحق رقم (م٥/٥/١): أمثلة تطبيقية على تحديد سعة المحول م/٥٤

ملحق رقم (م٥/٥/٢): تفاصيل للمحولات الزيتية م/٥٧

ملحق رقم (م٥/٥/٣): جداول الضمان م/٦٢

ملحق رقم (م٦-٣-٢): سعه حمل التيار وإنخفاض الجهد للكابلات وأحبال التوصيل الكهربائى المرنة م/٦٥

ملحق (م٦-٣-٢)أ : مقدمة للجداول م/٦٥

ملحق (م٦/٣/٢) ب : طرق تركيب وأنواع عزل الكابلات والموصلات الكهربائية م/٧٩

ملحق (م٦-٣-٢) ت: معاملات التصحيح م/٨٨

ملحق (م٦-٣-٢) ث: سعة حمل التيار وإنخفاض الجهد للموصلات م/٩٨

ملحق (م٦-٣-٢) ج: سعة حمل التيار لكابلات نحاسية معزوله بالثرموبلاستيك م/١١٠

الصفحة

ملحق (م٦-٣-٢) ح: سعة حمل التيار لكابلات نحاسية معزوله بعزل ثرموسيتنج م/١٢٧
ملحق (م٦-٣-٢) خ: سعة حمل التيار لكابلات بموصلات نحاسية ذات عزل معدنى م/١٤٨
ملحق (م٦-٣-٢) د: سعة حمل التيار لكابلات بموصلات نحاسية معزولة بالثرموبلاستيك م/١٦١
ملحق رقم (م٦-٣-٣): نظم القضبان المدمجة م/١٧٦
ملحق رقم (م٦/٤/١): أشكال مختلفة لمجارى الكابلات م/١٨٢
ملحق رقم (م٦/ ٤/٢): جداول المواسير ومجارى الكابلات م/١٨٧
ملحق رقم (م٦/٦): أمثلة توضيحية لتصميم الدوائر م/١٩٣
ملحق رقم (م٨ -١): التقييم الاقتصادى لاستخدام المقاطع الأعلى للكابلات لتحسين كفاءة استخدام الطاقة م/٢٠٢
ملحق رقم (م٨-٢) : تحسين كفاءة استخدام الطاقة باستخدام المكثفات م/٢٠٥

(*) رقم الملحق مرتبط برقم الباب والبند

الباب الأول
المجال والهدف والتعريفات

١/١ المجال

١- تختص هذه الأسس والاشتراطات بقواعد تصميم واختيار المهمات الكهربائية وتركيباتها سواء كانت دائمة أو مؤقتة وذلك فى المبانى والمنشآت الآتية:

- المنشآت السكنية
- المنشآت التجارية
- المنشآت العامة
- المنشآت الصناعية
- المنشآت الزراعية والبستانية
- المبانى سابقة التجهيز
- المنشآت ذات الصفة المؤقتة مثل مواقع الإنشاءات فى المبانى والسرادقات والمعارض والمواقع الأخرى المماثلة
- التركيبات الكهربائية الخاصة، وتشمل الإنارة الخارجية، الإنارة المغذاة بالجهد شديد الانخفاض، التمديدات الخاصة بالأثاث، متطلبات التأريض لتركيب تجهيزات معالجة البيانات وما يماثلها
- التركيبات الكهربائية فى المواقع الخاصة (أحواض الاستحمام، أحواض السباحة، المقطورات السكنية (الكرافانات) ومواقع تجمعاتها والمواقع المشابهة، أحواض السفن وما شابه ذلك)

٢- تطبق هذه الأسس والاشتراطات على التركيبات الكهربائية المستخدمة فى نطاق الجهود الاسمية التالية :

أ- الجهد شديد الإنخفاض

ب- الجهد المنخفض

ت- الجهد المتوسط

٣- تطبق هذه الأسس والاشتراطات على المعدات الكهربائية فيما يختص باختيارها واستخدامها فى التركيبات الكهربائية فقط، ولكنها لا تختص بتجميع مكونات هذه المعدات، حيث يخضع هذا التجميع للمواصفات القياسية الخاصة به.

٤- يجب إعادة تطبيق مبادئ التصميم وقواعد الاختيار الواردة فى هذه الأسس والاشتراطات على التركيبات المؤقتة سابقة التجهيز إذا ما أعيد استخدامها.

٥- لا تطبق هذه الاشتراطات على ما يلى:

- نظم توليد ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية للاستخدام العام، حيث تخضع هذه النظم لاشتراطات شركات الكهرباء المختصة
- أية تركيبات كهربائية فى الأماكن المعرضة للحرائق ذاتية المنشأ أو الإنفجار والتى تخضع لاشتراطات إضافية خاصة
- أية تركيبات كهربائية خاصة بالاتصالات (الإذاعة والتليفونات ونظم الاستدعاء والنداء الآلى ونظم الصوتيات ونقل المعلومات) والإنذار ضد الحريق والإنذار لدواعى الأمن
- معدات الجر الكهربائى
- المعدات الكهربائية الخاصة بالسيارات، عدا تلك التى تتناولها هذه الاشتراطات ومما يخص المقطورات السكنية (الكرافانات)
- المعدات الكهربائية الخاصة بالتركيبات الكهربائية البحرية (Off-shore) كأعمال التنقيب عن البترول وغيرها
- المعدات الكهربائية الخاصة بالطائرات والبواخر
- التركيبات الكهربائية الخاصة بالمناجم والمحاجر
- معدات إخماد موجات التداخل مع موجات الإذاعة، عدا تلك التى تؤثر على أمان التركيبات الكهربائية
- معدات وقاية المبانى من خطر الصواعق

٢/١ الهدف

١- أعدت هذه الأسس والاشتراطات لتوفير الأمان، وعلى وجه الخصوص ضد الحريق والصدمات والحروق الكهربائية.

٢- تعتبر هذه الأسس والاشتراطات بكامل مضمونها جزءا متكاملا من مستندات التعاقد الخاصة بالتركيبات الكهربائية، حتى وإن لم ينص على ذلك صراحة فى مستندات التعاقد، وليس الهدف منها أن تحل محل المواصفات القياسية التفصيلية أو أن تستخدم فى توجيه أشخاص غير مدربين للعمل بمقتضاها. ويجب اعتماد الرسومات الخاصة بالتركيبات الكهربائية من مهندس كهربائى نقابى متخصص، كما يجب أن يتم تنفيذ هذه التركيبات تحت الإشراف المستمر وبتوجيهات من مهندس كهرباء نقابى متخصص.

٣- يجب الالتزام بأية اشتراطات أمان أخرى تحددها قوانين خاصة (مثل اشتراطات الأمان من أخطار الحريق).

٤- يعتد عند تطبيق هذه الأسس والاشتراطات بالمواد والمعدات والأساليب السابق تجربتها

بنجاح فى تنفيذ مثل هذه التركيبات، ويمكن استعمال بعض المواد أو المعدات أو الأساليب التى تستجد فى المستقبل التى تحقق نفس درجة الأمان أو أعلى، وذلك بشرط اعتمادها من مهندس الكهرباء الاستشارى وموافقة المالك ومراجعة شركة توزيع الكهرباء المختصة.

١/٣ قواعد استخدام الكود

يشتمل الكود على ثلاثه أنواع من القواعد من حيث الالتزام بالتطبيق ونوجزها فيما يلى:

١- القواعد الالزاميه (Mandatory rules)

وهى القواعد التى تعرف الأعمال والأفعال التى يجب الالتزام بها أو تجنبها، وتبدأ هذه القواعد بأى من الأفعال "يلزم، يجب، يمنع، يحظر، يحظر على الاطلاق، لا يجوز".

ويعتبر مخالفة هذه القواعد غير مقبولا ومخالفا للكود.

٢- القواعد الاسترشاديه (Advisory rules)

وهى القواعد التى تعرف الأعمال والأفعال المفضل القيام بها ولكنها غير الزامية، وتبدأ هذه القواعد بأى من الأفعال "يراعى، يفضل، يوصى".

٣- القواعد الجوازيه (Permissive rules)

وهى القواعد التى يجوز ويسمح بفعلها ولكنها غير مطلوبه كشرط أساسى لصحه الأعمال، وتبدأ هذه القواعد بأى من الأفعال " يمكن، يجوز".

١/٤ الاعتبارات التصميمية

عند تصميم التركيبات الكهربائية، ينبغى أن تؤخذ فى الاعتبار العوامل التالية:

- ضمان حماية الأشخاص والحيوانات والممتلكات العامة والخاصة من خطر التعرض للصدمات الكهربائية أو الحرائق
- حسن أداء التركيبات الكهربائية لوظائفها التى أنشأت من أجلها
- المعلومات المطلوبة كأساس للتصميم مدرجة فى البنود التالية، أما المتطلبات التى يتوجب أن يكون التصميم خاضعاً لها، فهى مدرجة فى أبواب هذا الكود.

١- مصادر التغذية المتاحة

نوع التيار: متردد/ مستمر

نوع وعدد الموصلات:

- للتيار المتردد: موصل (أو) موصلات الطور

  موصل التعادل

  موصل الحماية الأرضى

- للتيار المستمر: موصلات مكافئة لتلك المذكورة أعلاه

٢- القيم الإسمية والحيودات المسموح بها

- الجهد الإسمى والحيود المسموح به
- التردد الإسمى والحيود المسموح به
- القيمة القصوى المسموح بها للتيار
- تيار القصر المتوقع

٣- إجراءات الحماية التى تتطلبها التغذية مثل موصل التعادل وموصل الحماية

٤- متطلبات خاصة لضمان إستمرارية التغذية

٥- طبيعة الطلب

يحدد عدد ونوع الدوائر المطلوبة للإنارة، التدفئة، القدرة، التحكم، الإشارة، الإتصالات، إلخ، بما يلى:

- مكان مخارج القدرة المطلوبة
- الأحمال المتوقعة على مختلف الدوائر
- التغير اليومى والسنوى للطلب
- متطلبات التحكم والإشارة والاتصالات، إلخ.
- أية شروط خاصة

٦- مصدر أو مصادر تغذية الطوارئ

- مصدر التغذية (طبيعته وخصائصه)
- الدوائر التى ينبغى تغذيتها من مصدر الطوارئ

٧- الشروط المحيطة

أنظر البند الخاص بذلك فى هذا الكود

٨- مقطع الموصلات

يحدد مقطع الموصلات وفق ما يلى:

أ- درجة الحرارة القصوى المسموح بها لعزل الموصل فى ظروف التحميل العادية وعند حدوث قصر

ب- هبوط الجهد المسموح به

ت- الإجهادات الكهروميكانيكية التى يتعرض لها الموصل نتيجة لتيارات القصر

ث- الإجهادات الميكانيكية الأخرى التى يمكن أن يتعرض لها الموصل

ج- المعاوقة العظمى وعلاقتها بأداء وسيلة وقاية الدائرة من تيارات القصر

ح- طريقة تمديد الكابلات والموصلات

ملاحظة: تهتم البنود المدرجة أعلاه، بسلامة التركيبات الكهربائية. ويمكن اختيار مقاطع أكبر للموصلات من تلك المطلوبة للسلامة وذلك لتحسين المردود الاقتصادى لاستخدام الكابل خلال عمره الإفتراضى

٩- نوع التمديد وطرق التركيب

يعتمد اختيار نوع التمديد وطرق التركيب على:

- طبيعة المكان
- طبيعة مسارات التمديدات الكهربائية
- إمكانية وصول الأشخاص والحيوانات إلى التمديدات
- جهد الدائرة الكهربية
- الإجهادات الكهروميكانيكية التى قد تحدث بسبب تيارات القصر
- الإجهادات الأخرى التى يمكن أن تتعرض لها التمديدات أثناء إنشاء التركيبات الكهربائية أو أثناء الخدمة

١٠- تجهيزات وقاية التركيبات الكهربائية

تحدد خصائص تجهيزات الوقاية وفقاً لوظيفتها التى تؤديها ويمكن أن تكون الوقاية مطلوبة من الآتى:

- التيار الزائد (الحمل الزائد أو تيار القصر)
- تيار عطل الأرضى
- الجهد الزائد
- انخفاض أو انعدام الجهد
- انعكاس ترتيب الأطوار
- حيود قيمة التردد عن القيم المسموح بها
- الحرارة العالية عن الحد المسموح به

ينبغى أن تعمل أدوات الوقاية عند قيم محددة للتيار والجهد والزمن، وهذه القيم يتم تحديدها عند تنسيق أداء هذه الأدوات مع بعضها البعض.

١١- تحكم الطوارئ

فى حالة الخطر وعند وجود ضرورة للفصل الفورى للتغذية، تركب نبيطة فصل يتم اختيارها بحيث يمكن التعرف عليها بسهولة ويمكن تشغيلها بشكل فعال وسريع.

١٢- أدوات الفصل

تركب نبائط الفصل بشكل يسمح بفصل شبكات التوزيع والأحمال الموصلة إليها كليا أو جزئيا والدوائر أو أجزاء مستقلة حسب احتياجات أعمال الصيانة والفحص والكشف عن العطل أو الإصلاح.

١٣- تجنب التأثير المتبادل

ترتب التركيبات الكهربائية بشكل لا يسمح بحدوث تأثير متبادل ضار بين التركيبات الكهربائية وغير الكهربائية.

١٤- سهولة الوصول إلى التجهيزات الكهربائية

يجب ترتيب التجهيزات الكهربائية بحيث يتحقق حيز كاف لإتمام أعمال التركيبات بالسهولة الواجبة فى مرحلة الإنشاء وأعمال الفحص والصيانة والإصلاح فى مرحلة التشغيل.

١/٥ التعريفات

أجزاء معدنية دخيلة **Extraneous conductors**

هى أجزاء معدنية مكشوفة ومعرضه للمس موجودة بجوار التركيبات الكهربائية ولكنها لا تمثل جزءا من الدوائر الكهربائية.

أرضى ذو تشوش منخفض **Low noise earthing**

الأرضى ذو التشوش المنخفض هو الوصلة الأرضية التى لا تسبب التداخل المنقول إليها من أية مصادر خارجية تأثيراً غير مقبول على عمل نظام معالجة البيانات أو أى تجهيزات مشابهة موصلة إليها.

أرضية عازلة (أو جدار) **Insulating floor (or wall)**

هى الأرضية (أو الجدار) التى تمنع مرور التيار الكهربائى خلال جسم الإنسان الواقف عليها (أو الملامس لها) عندما يلامس جزءاً مكهربا تلامسا مباشرا وبذلك لا يتعرض لصدمة كهربائية.

أمبير **Ampere**

وحدة قياس شدة التيار الكهربائى.

أوم **Ohm**

وحدة قياس المعاوقة الكهربائية ومركباتها (المقاومة – الممانعة الحثية والممانعة السعوية).

تأريض **Earthing**

التوصيل إلى الأرض، إما مباشرة أو من خلال معاوقة للحد من قيمة تيار القصر الأرضى.

تام الغلق **Totally enclosed**

يطلق هذا المصطلح على معدة كهربائية عندما تكون الأجزاء المكهربة الموجودة بداخلها معزولة بشكل تام عن الأجواء الخارجية المحيطة بها.

تباين الأحمال (L_D) **Load diversity**

الفرق بين مجموع الطلبات القصوى للمركبات المختلفة لأحمال المنظومة الكهربية والطلب الأقصى للحمل الكلى لهذه المنظومة نتيجة لاختلاف توقيتات حدوث هذه القيم القصوى.

Data-base system

تجهيزات معالجة البيانات

تجهيزات كهربائية تقوم باستقبال وتجميع ومعالجة وتخزين وبث البيانات، وتعمل إما مستقلة عن بعضها البعض أو متصلة ببعضها فى شكل منظومة متكاملة. وقد تستخدم هذه التجهيزات وسائل إلكترونية أو غير إلكترونية لاستقبال وبث البيانات.

Electrical installation

تركيبات كهربائية

مجموعة مؤتلفة من المعدات والتجهيزات الكهربائية ذات خصائص معينة متناسقة مع بعضها البعض للوفاء بغرض محدد.

Indirect contact

تلامس غير مباشر

تلامس الأشخاص أو الحيوانات بأجسام مكشوفة موصلة للكهرباء، أصبحت مكهربة نتيجة خطأ كهربائى مما قد ينتج عنه إصابة بصدمة كهربائية.

ملحوظة:

قد يكون لهذا التيار مكوناً سعوياً ناتج من خصائص الدائرة أو من استخدام مكثفات كهربائية.

Direct contact

تلامس مباشر

تلامس الأشخاص أو الحيوانات بأجزاء مكهربة بشكل مباشر، مما قد ينتج عنه إصابة بصدمة كهربائية.

Wiring

توصيلات سلكية

الموصلات والكابلات على إختلاف أنواعها (وما قد يلزمها من مواسير بمشتملاتها) التى تستعمل فى التركيبات الكهربائية.

Leakage current

تيار تسرب

مرور تيار كهربائى فى غير مساره الصحيح نتيجه لضعف العزل، وعندما تزيد قيمته عن القيمة المحددة فى المواصفة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60435 يطلق عليه تيار متسربٌ عال (High leakage current).

Design current of a circuit

تيار التصميم لدائرة كهربائية

قيمة التيار الكهربائى المراد أن تتحمله الدائرة الكهربائية بشكلٍ مستمرٍ (حمل كامل).

تيار الصدمة **Shock current**

تيار يمر خلال جسم إنسان أو حيوان عند التلامس المباشر أو غير المباشر بموصل مكهرب، وقد يؤثر تأثيرا خطيرا على وظائف أعضاء الجسم.

تيار زائد **Over current**

تيار تزيد قيمته عن التيار المقنن لأى جزء من الدائرة الكهربائية.

تيار زيادة الحمل **Overload current**

تيار مارّ فى دائرة سليمة كهربائيا ولكن قيمته تزيد عن التيار المقنن نتيجة لزيادة الحمل.

تيار متبقى **Residual current**

هو القيمة الفعالة (R.M.S value) لمجموع قيم التيارات اللحظية التى تمر خلال كل الموصلات المكهربة الأساسية الحاملة للتيار فى دائرة كهربائية، بما فيها موصل التعادل عند نقطة من التركيبات الكهربائية. وهذا التيار يحدث إما نتيجة لضعف فى عزل الموصلات المكهربة أو لوجود جسم موصل بين أى من موصلات الأطوار والأرض أو موصل الأرضى.

تيار قصر **Short circuit current**

تيار زائد ناجم عن حدوث خطأ ذى معاوقة ضئيلة بين موصلات الأطوار الخاصة بالدائرة الكهربية وبعضها البعض أو بينها وبين موصل التعادل أو موصل الأرض أو الأرض نفسها ، وتصل قيمة هذا التيار إلى أضعاف التيار المقنن للدائرة.

نبائط ثلاثية الأقطاب **Three pole devices**

يطلق هذا المصطلح على المفاتيح أو القواطع أو ماشابهها التى تقوم بفصل أو قطع أو وصل جميع الموصلات الخاصة بدائرة كهربائية ثلاثية الأقطاب فى آن واحد.

جهاز (أو أداة) كهربائى **Electrical appliance**

جهاز يستخدم التيار الكهربائى ويستخدم بمفرده ويؤدى أداءاً متكاملا ولا يطلق ذلك على الكشافات الضوئية أو المحركات المستقلة.

جهد شديد الانخفاض **Extra Low Voltage (ELV)**

جهد لا يزيد عادة عن ٥٠ فولت (تيار متردد) أو ١٢٠ فولت (تيار مستمر) سواء بين الموصلات وبعضها أو بينها وبين الأرض.

جهد شديد الانخفاض ومأمون **Safe Extra Low Voltage (SELV)**

جهد لا يزيد عادة عن ٢٥ فولت (تيار متردد) أو ٦٠ فولت (تيار مستمر) سواء بين الموصلات وبعضها أو بينها وبين الأرض.

جهد منخفض **Low Voltage (LV)**

جهد يزيد عادة عن الجهد شديد الانخفاض ولكن لا يتجاوز ١٠٠٠ فولت (قيمة فعاله للتيار المتردد RMS) أو ١٥٠٠ فولت (تيار مستمر) بين موصلات الأطوار فى الدوائر ثلاثية الأطوار، وكذلك لا يتجاوز ٦٠٠ فولت (قيمة فعاله للتيار المتردد) أو ٩٠٠ فولت (تيار مستمر) بين أى من موصلات الأطوار والأرض. قد يختلف الجهد الفعلى للتركيبات الكهربائية عن الجهد الإسمى بقيمة فى حدود السماح العادى، ويقصد بالتيار المتردد القيمة الفعالة (Effective or R.M.S value).

حاجز واق **Barrier**

جسم يوفر درجة محدودة من الوقاية ضد التلامس غير المقصود بالأجزاء المكهربة من الشبكات أو المعدات الكهربائية.

حاوية **Enclosure**

غلاف يوفر درجة كافية من الحماية للمعدات الكهربائية ضد تأثيرات خارجية معينة، كما يوفر كذلك درجة حماية محددة ضد التلامس مع الأجزاء المكهربة من أى إتجاه.

الحد الحرارى لتيار الملف الثانوى للمحول **Thermal secondary current limit Of transformer**

الحد الأعلى للقيمة الفعالة للتيار (RMS) الذى يمكن أن يحمله الملف الثانوى بصفه مستمرة عند وضع الجهد المقنن على الملف الإبتدائى دون أن تتخطى درجة حرارة أى جزء من أجزاء المحول الحدود المسموح بها.

حزمة كابلات **Bunched cables**

كابلين أو أكثر تكون حزمة واحدة ممددة داخل مجرى أو قناة واحدة أو على حامل كابلات مغطى أو مكشوف بدون مسافات بين الكابلات.

دائرة كهربائية **Electrical circuit**

تطلق على خط تغذية مكون من أسلاك أو كابلات لتغذية واحد أو أكثر من المعدات والتجهيزات الكهربائية من مصدر كهربائى ومزودة فى بدايتها بنبيطة وقاية مستقلة ضد زيادة التيار. وبالنسبة للاشتراطات الخاصة بالموصلات والكابلات والمواد المستخدمة فى التوصيلات الكهربائية.

دائرة كهربائية نهائية على شكل حلقة **Final electrical ring circuit**

دائرة نهائية على شكل حلقة ذات نقطة تغذية وحيدة ومستخدمة لتغذية عدة مخارج أو عدة معدات.

دائرة فئة ١ **Category 1 circuit**

دائرة تعمل على جهد منخفض وتغذى مباشرة من مصدر كهربائى رئيسى (يستثنى من ذلك دوائر الإنذار بالحريق وإنارة الطوارئ).

دائرة فئة ٢ **Category 2 circuit**

دائرة للاتصالات البعيدة (مثل دوائر الراديو والتليفون وتوزيع الصوت والإنذار ضد التسلل وأجراس النداء ودوائر نقل البيانات). ويتم تغذيتها من مصدر كهربائى مأمون طبقاً للاشتراطات التى سترد فى هذا الشأن (يستثنى من ذلك دوائر الإنذار بالحريق وإنارة الطوارئ).

دائرة فئة ٣ **Category 3 circuit**

دائرة من دوائر الإنذار بالحريق وإنارة الطوارئ.

درجة حرارة الوسط المحيط **Ambient temperature**

درجة حرارة الهواء أو أى وسط آخر يتم فيه استخدام المعدات الكهربائية.

سهل المنال آنيا **Simultaneously accessible**

سهولة قيام شخص أو كائن حى (حيوان) بلمس موصلات أو أجزاء موصلة فى نفس اللحظة. ويمكن أن تكون الأجزاء الآتية سهلة المنال آنيا:

- أجزاء مكهربة

- أجزاء موصلة مكشوفة
- أجزاء موصلة دخيلة لا تشكل جزءاً من التركيبات الكهربائية (مثال أجزاء الانشاءات المعدنية أو مواسير المياه)
- موصلات الوقاية
- أقطاب الأرضى

شخص ماهر **Skilled person**

شخص ذو دراية فنية أو خبرة كافية تمكنه من تدارك الأخطار التى قد تنجم عن الكهرباء.

شخص ملم بالتعليمات **Instructed person**

شخص تم تدريبه وتوجيهه والإشراف عليه بصورة ملائمة وكافية بواسطة أشخاص مهرة لتمكينه من تدارك الأخطار التى قد تنجم عن الكهرباء.

صامد للأتربة **Dust – proof**

يطلق هذا المصطلح على المعدات الكهربائية التى تكون الأجزاء المكهربة المحتواة بداخلها محمية تماما من تسرب الأتربة إليها.

صامد للرطوبة **Damp –proof**

يطلق هذا المصطلح على المعدات الكهربائية التى تكون الأجزاء المكهربة المحتواة بداخلها محمية بشكل كامل من تسرب الرطوبة إليها.

صامد للهب / للإنفجار **Flame / Explosion – proof**

يطلق هذا المصطلح على المعدات الكهربائية المانعة لتسرب الغازات القابلة للاشتعال إلى داخلها فى ظروف التشغيل العادية وفى الحدود المقننة للتشغيل والمانعة لانتقال اللهب من داخلها إلى الوسط المحيط بها والذى قد تتواجد به غازات أو أبخرة أو أتربة قابلة للاشتعال، كما يطلق هذا المصطلح على المعدات الكهربائية الصامده للإنفجار.

صدمة كهربائية **Electric shock**

تأثير خطير على وظائف الأعضاء الحساسة بجسم إنسان أو كائن حى نتيجة لمرور تيار كهربى به.

صيانة ميكانيكية
Mechanical maintenance
استبدال أو تجديد أو تنظيف الأجزاء غير الكهربائية من المعدات أو الوحدات الصناعية أو الماكينات أو المصابيح الكهربائية بغرض الاستمرار فى أداء الوظيفة الأساسية التى صممت من أجلها بكفاءة.

طاقة
Energy
مقدار الشغل المبذول فى نظام كهربائى ووحدتها وات ثانية أو جول ويمكن التعبير عنها بالكيلووات. ساعة.

طرف توصيل (واصل)
Connector
طرف موصل لكابل أو سلك لتوصيله إلى أطراف توصيل معدة كهربائية. وقد يكون السطح الخارجى لهذا الطرف عاريا أو مغطى بعزل مناسب.

الطلب الأقصى للحمل
Maximum load demand
أكبر طلب يحدث خلال فترة زمنية محددة ويقاس بوحدات الكيلو وات، أوالكيلو فولت أمبير، أوالكيلو فار، أوالأمبير. ويعتبر الطلب الأقصى للحمل هو الاهتمام الأكبر لمخططى منظومات القوى الكهربية حيث يمثل أقصى ظروف تشغيل عادية تتعرض لها المنظومة سواءً من حيث الأثر الحرارى لهذا الحمل على المعدات أو ما يسببه من انخفاض فى الجهد. ويلاحظ ضرورة تحديد الفترة الزمنية التى يتم خلالها حساب الطلب، وكذلك الفترة الزمنية التى يعتبر خلالها كأكبر طلب. ولقد تم الاتفاق على أن الطلب الأقصى لمدة ربع ساعة متصلة يومياً هو أكبر طلب للحمل الكهربى خلال يوم كامل، وكذلك الطلب الأقصى فى الشهر هو أقصى طلب مستمر لمدة نصف ساعة متصلة خلال الشهر، والطلب الأقصى فى السنة هو الذى يستمر لمدة ساعة متصلة خلال السنة.

الطلب الكهربائى للمنشأة
Electrical demand of installation
يعرف الطلب الكهربائى لأى منشأة بأنه الحمل المتوسط مقاساً بوحدات الكيلو فولت أمبير، أوالكيلو وات، أوالكيلو فار، أو الأمبير لهذه المنشأة خلال فترة زمنية محددة، وتسمى بفترة الطلب للحمل. ويدخل فى تحديد هذه الفترة الثابت الزمنى الحرارى للمنشأة، وفترة استمرار الحمل، وعلى هذا فمن اللازم تحديد الفترة التى يقدر خلالها الطلب الكهربائى للحمل، وإلا فقد معناه.

عائق **Obstacle**

جزء يمنع التلامس العفوى بالأجزاء المكهربة ولكنة لا يمنع التلامس المتعمد.

عزل **Insulation**

مادة غير موصلة تحتوى داخلها الموصل الكهربائى أو تدعمه أو تحيط به.

عزل أساسى **Basic insulation**

نظام عزل للأجزاء المكهربة لتوفير الوقاية الأساسية ضد الصدمة الكهربائية أو التلامس المباشر. ولا يدل وصف العزل بأنه "وحيد" بالضرورة على أن العزل مكون من طبقة واحدة متجانسة، بل يمكن أن يتكون من طبقات متعددة، ولكن لا يمكن اختبار أو تصنيف طبقة منها على حدة كعزل أساسى وأخرى كعزل تكميلى.

عزل تكميلى **Supplementary insulation**

هو عزل إضافى يطبق على العزل الأساسى بغرض توفير الوقاية ضد الصدمة الكهربائية فى حال فشل العزل الأساسى.

غلاية كهربائية (أو سخان مياه ذو أقطاب) **Electrode boiler (or Electrode water heater)**

معدة لتسخين أو غلى المياه أو السوائل بداخلها وذلك بإمرار التيار الكهربائى بين أقطاب مغمورة فى الماء أو السائل.

فاصل (سكينة فصل) على الحمل لدائرة كهربائية **Load Break Switch (LBS)**

معدة أو أداة ميكانيكية (أو كهروميكانيكية) قادرة على فصل وتوصيل التيار المقنن تحت ظروف الحمل العادى للدائرة (ويمكنها قطع تيار حتى ضعف التيار المقنن).

فاصل دائرة كهربائية (سكينة فصل) **Disconnector**

معدة أو أداة ميكانيكية (أو كهروميكانيكية) قادرة على فصل وتوصيل دائرة كهربائية بدون حمل كهربائى.

فصل للطوارىء **Emergency switching**

الفصل السريع للمصدر الكهربائى فى حالات الطوارىء لإزالة أى خطر عن الأشخاص أو الحيوانات أو الممتلكات والمعدات، وأحيانا يطلق عليها اسم (Safety switch).

فولت **Volt**

وحدة قياس الجهد الكهربى.

قابس (فيشة) **Plug**

نبيطة مزودة بأصابع تلامس مجهزة لربطها بكابل مرن ويمكن تعشيقها مع مخرج مقبس (بريزة) أو مقبس لمقارن كابل.

قابل للغمر (مغمور) **Immersible**

عندما يطلق هذا المصطلح على معدة كهربائية، فإن ذلك يعنى أنه يمكن تشغيلها مغمورة فى سائل على عمق كبير باستمرار ودون إلحاق أضرار بتشغيلها.

قاطع دائرة كهربائية **Circuit breaker**

مفتاح كهربائى تلقائى خاص، عبارة عن نبيطة كهروميكانيكية قادرة على فصل وتوصيل وقطع التيار الكهربى تحت ظروف التشغيل العادية للدائرة الكهربائية (الحمل العادى) وأيضا تحت ظروف القصر التى يمكن أن تتعرض لها الدائرة. ويستخدم قاطع الدائرة الكهربائية عادة للتشغيل على فترات زمنية متباعدة ولكن هناك بعض الأنواع منه تناسب التشغيل التكرارى.

قضيب توزيع **Bus Bar (BB)**

موصل ذو طول ومقطع كافيين لربط واحد أو أكثر من الموصلات الحاملة للتيار إليه (من واحد أو أكثر من المصادر) بمجموعة أخرى من الموصلات المستقبلة للتيار منه.

قطب كابل **Cable core**

أحد الموصلات المعزولة الحاملة لتيار التغذية أو تيار الراجع فى دائرة كهربية أحادية الطور مكونة من كابلين أحادى القطب أوكابل واحد ثنائى القطب أو أحد الموصلات المعزولة الحاملة لتيار أحد الأطوار فى دائرة متعددة الأطوار مكونة من مجموعة من الكابلات أحادية القطب أو كابل واحد متعدد الأقطاب.

كابل **Cable**

يتكون من موصل واحد معزول بمادة عازلة مناسبة (مثل بولى فينيل كلورايد Polyvinyl chloride - PVC أو غيرها) ومغلف بمادة عازلة مناسبة أو من عدة موصلات كل منها معزول على حدة ومغلف بغلاف خارجى من مادة عازلة مناسبة ويسمى كابل معزول

ومغلف. ويكون الكابل مسلحاً إذا تم تزويده بتسليح معدنى مناسب لحمايته ميكانيكيا وعادة مايكون هذا التسليح عبارة عن أسلاك أو أشرطة معدنية مطبقة بشكل حلزونى حول الغلاف الخارجي للكابل. وتزود الكابلات المسلحة بكسوة خارجية من مادة بلاستيكية مناسبة عادة تكون PVC لحماية تسليحها من عوامل التعرية التى تتعرض لها الكابلات أثناء تخزينها أو بعد تركيبها.

كابل مرن أو وصلة مرنة **Flexible cable, flexible cord**

كابل كهربائى معزول ذو موصل واحد أو عدة موصلات كل منها مكون من أسلاك رفيعة ومجدولة معا لتحقيق المرونة المطلوبه.

كشاف إضاءة **Luminaire**

هيكل معدنى أو غير معدنى تثبت بداخله مصابيح الإضاءة. ويزود هذا الهيكل بوسائل مناسبة لتأريضه (إذا كان ذلك ضروريا) ولتثبيت وتدعيم وحماية المصابيح الموجودة به ولتوصيلها إلى مصدر التغذية بالتيار الكهربى ولتوزيع وترشيح الضوء المنبعث منها.

لوحات توزيع وتحكم (مجموعة مفاتيح وملحقاتها) **Switchgear**

توليفة من قواطع رئيسية وفرعية تستخدم لفصل وتوصيل التيار ومزودة بملحقات للتحكم والقياس والبيان والوقاية.

لوحة توزيع رئيسية **Main Distribution Board (MDB)**

لوحة مركب عليها قواطع و/أو مفاتيح و/أو مصاهر ليوصل من خلالها خطوط التغذية الرئيسية الخاصة بالمشروع (أو المبنى) وخطوط الخروج الفرعية الخاصة بتغذية لوحات التوزيع الفرعية الخاصة بمختلف مكونات المشروع (أو المبنى). ويمكن أن تكون خطوط الدخول أو الخروج عبارة عن كابلات و/أو قضبان و/أو خطوط هوائية.

لوحة توزيع فرعية **Sub distribution board**

لوحة مركب بداخلها قواطع و/أو مفاتيح و/أو مصاهر لتوصيل دائرة تغذية آتية من لوحة التوزيع الرئيسية ومجموعة من الدوائر الفرعية النهائية لقسم محدد منها مخصص لتغذية التركيبات الكهربائية بالتيار الكهربى.

External influence **مؤثر خارجى**

أى عامل خارجى يؤثر على التصميم والتشغيل المأمون للتركيبات الكهربائية.

Arm's reach **فى متناول الذراع**

منطقة يسهل فيها المنال باليدين، وتمتد من أى نقطة على سطح يقف أو يتحرك عليه أشخاص وذلك إلى الحدود التى يمكن للشخص بلوغها بيده فى أى اتجاه دون أية وسيلة مساعدة.

Trunking (for cables) **مجارى مصندقة للكابلات الكهربائية**

نظام حاويات لحماية الكابلات، وعادة ما تكون ذات مقطع مربع أو مستطيل ويكون أحد جوانبها عبارة عن باب مفصلى أو قابل للفك.

Duct **مجرى**

ممر مقفل يتم إنشاؤه تحت الأرض أو على شكل منشأ مستقل لاستخدامه فى تمديد كابل واحد أو أكثر يتم سحبها بداخله.

Transformer **محول**

معدة كهربائية تستخدم فى حالة التيار المتردد فقط وذلك لرفع (أو خفض) الجهد والتيار من ملف يسمى عادة الملف الإبتدائى إلى ملف أو ملفات أخرى منفصلة عنها ولكنها مرتبطة بها عن طريق الحث المغناطيسى وتسمى عادة الملف الثانوى (أو الملفات الثانوية). ويكون المحول من النوع العازل (Isolating safety transformer) إذا كانت ملفاته معزولة عن بعضها البعض كهربيا بشكل كامل.

Auto transformer **محول ذاتى**

محول يشتمل على ملف واحد متصل لكل طور من أطواره ويستخدم الملف بأكمله لجهد الدخول (أو الخروج) ويستخدم جزء منه فقط لجهد الخروج (أو الدخول).

Socket outlet **مخرج مقبس (بريزة)**

أداة موصلة بشكل دائم إلى شبكة الكهرباء ومصممة بحيث يوصل إليها قابس خاص بجهاز كهربائى أو وحدة إنارة متنقلة لتوصيل التيار الكهربائى لأى منهما.

مخرج وحدة إضاءة **Lighting outlet**

موصلات معزولة أو كابلات بمشتملاتها موصلة لإحدى الدوائر الفرعية النهائية للإنارة ومخصصة لتغذية وحدة إنارة واحدة (أو مجموعة من وحدات الإنارة متصلة معها على نفس المخرج) ويتم التحكم فيها بمفتاح واحد (أو عدد من المفاتيح المثبتة في أماكن مختلفة).

مجارى الكابلات **Cable ducting**

حاويات مصنعة من معدن أو من مادة عازلة خلافا للمجارى المصندقة للكابلات وصناديقها (Cable trunking)، وتعد لحماية الكابلات التى تسحب بداخلها بعد إنشائها. ولا تعد القنوات المنشأة كجزء من إنشاءات المبانى ضمن هذا النوع.

مصهر **Fuse**

نبيطة للوقاية يمكن بواسطتها قطع التيار وذلك عن طريق انصهار سلك أو شريط معدنى مركب بداخلها عندما يتجاوز التيار المار به القيمة الاسمية للمصهر لمدة زمنية محددة فى مواصفات المصهر.

مصهر خرطوشة **Cartridge fuse**

مصهر يكون عنصره المعدنى محكما كليا داخل خرطوشة عازلة.

معامل الاستخدام **Utilization factor** (F_{ld})

النسبة بين الطلب الأقصى لحمل ما إلى القدرة الاسمية للمعدة التى تقوم بتغذيته.

معامل التباين (معامل التشتت) **Diversity factor** (F_D)

النسبة بين مجموع الطلبات القصوى للمركبات المختلفة للأحمال فى المنظومة الكهربية إلى الطلب الأقصى لحمل المنظومة ككل.

معامل التطابق **Coincidence factor** (F_C)

النسبة بين الطلب الأقصى لحمل المنظومة الكهربية ككل إلى مجموع الطلبات القصوى للمركبات المختلفة لأحمال هذه المنظومة (وهو مقلوب معامل التباين).

معامل الحمل **Load Factor** (LF)

النسبة بين القيمة المتوسطة لقدرة الحمل خلال فترة زمنية معينة إلى أقصى قيمة لقدرة الحمل التى تسجل خلال تلك الفترة.

معامل الحيز
Space factor

النسبة بين مجموع المساحات الكلية لمقاطع الموصلات المعزولة أو الكابلات (شاملة عزلها وتغليفها) الممددة داخل ماسورة أو حاوية ما والمساحة الداخلية لمقطع تلك الماسورة أو الحاوية. وتحسب مساحة مقطع الكابل ذو المقطع غير المستدير على أساس قطره الأكبر.

معامل الطلب
Demand factor

النسبة بين الطلب الأقصى لحمل مركب فى منظومة كهربية ومجموع مقننات مركبات الحمل بهذه المنظومة.

معامل القدرة
Power factor

النسبة بين القدرة الفعالة لحمل ما وقدرته الظاهرية وذلك فى حالة عدم وجود توافقيات. والقدرة الظاهرية هى حاصل ضرب الجهد × التيار وذلك فى حالة النظام أحادى الطور أو حاصل ضرب (فرق الجهد بين موصلين × تيار الموصل ×١,٧٣) وذلك فى حالة النظام ثلاثى الأطوار المتوازن، أما القدرة الفعاله فتساوى القدرة الظاهرية مضروبة فى معامل القدرة.

معدات ثابتة
Fixed equipment

معدات مثبتة فى مكان محدد ولا يمكن تحريكها بسهولة.

معدات ثابتة غير قابلة للنقل
Stationary equipment

معدات إما ثابتة أو ذات وزن يزيد عن ١٨ كيلو جرام وليست مزودة بمقبض لحملها.

لوحات كاملة البناء بالمصنع لتوزيع الكهرباء والتحكم فيها على الجهد المنخفض
Factory-built assembly of L.V switchgear and controller

مجموعة مكونة من واحدة أو أكثر من لوحات الجهد المنخفض، تستعمل للفصل والتوصيل شاملة ملحقات التحكم والقياس والوقاية، ومجمعة بالكامل فى المصنع طبقاً لطراز أو نظام محدد لتأدية وظيفة محددة وكذلك التوصيلات الداخلية الكهربائية والميكانيكية والأجزاء الهيكلية تحت مسئولية المصنع المنتج بما يطابق المواصفات القياسية المصرية م.ق.م ٦١٣٥-١/٢٠٠٧ والمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 61439-1 Ed. 1.0, IEC 61439-2.

وتنطبق نفس التسمية على تجميع مكونات ومهمات لوحات التوزيع الذى قد يتم فى الموقع لأسباب متعددة (منها ظروف النقل)، وسواء تم التجميع بمعرفة الصانع أو طبقاً لتعليماته. ويستلزم الأمر فى هذه الحالة أيضا ضرورة الالتزام بالمواصفات القياسية المذكورة عاليه وإجراء ما تتضمنه من اختبارات روتينية.

معدات كهربائية **Electrical equipment**

أى معدات تستخدم فى أغراض توليد أو تحويل أو نقل أو توزيع أو فى استخدامات الطاقة الكهربائية مثل الآلات الكهربائية والمحولات والأجهزة الكهربائية وأجهزة القياس والوسائل المعدة للوقاية (نبائط الوقاية) وأسلاك التوصيلات الكهربائية بأنواعها.

معدات مستخدمة للتيار **Current using equipment**

معدات تستخدم الطاقة الكهربية للحصول على صور أخرى للطاقة مثل طاقة الضوء أو الحرارة أو الحركة.

مفتاح **Switch**

تسمية عامة لأداة ميكانيكية (أو كهروميكانيكية) قادرة على فصل وتوصيل دائرة كهربائية تحت ظروف التشغيل العادية.

مفتاح مترابط **Linked switch**

مفتاح متعدد الأقطاب ذو ملامسات مترابطة بحيث يتم فصل أو توصيل كل أقطابه آنيا أو بتتابع محدد.

مقرن كابل **Cable coupler**

وسيلة لتوصيل كابلين مرنين عند الحاجة لذلك وتتكون من مقبس (بريزة) وقابس (فيشة).

مقطورة سكنية (كرافان) **Caravan**

أى منشأة مصممة للإيواء السكنى أو الإدارى ويمكن تحريكها من مكان لآخر (سواء بالجر أو بالنقل على مقطورة أو على مركبة بمحرك مصممة أو مجهزة لذلك) ولكنها لا تشمل الآتى:

- عربة سكك حديدية تسير على قضبان وتشكل جزءاً من نظام السكك الحديدية
- الخيام بأنواعها

مكثف **Condenser**

أداة أو جهاز كهربائى يستخدم عادة فى الشبكات والمعدات الكهربائية لتحسين معامل القدرة ما لم يكن لها وظيفة أخرى فى التركيبات.

ملحقات **Accessories**

مكونات لا تدخل ضمن المعدات المستخدمة للتيار، ولكنها ترتبط بتشغيل هذه المعدات أو التوصيلات الكهربائية فى المنشآت.

موصل طور **Phase conductor**

موصل فى نظم التيار المتردد لنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية بخلاف موصل التعادل.

موصل فرعى (تفريعة) **Spur connector**

موصل فرعى متصل بدائرة نهائية إشعاعية أو حلقية.

موصل وقاية لدائرة كهربائية **Circuit protective conductor**

موصل وقاية لتوصيل الأجسام الخارجية المعدنية غير الحامله للتيار للمعدات الكهربائية بنظام التأريض.

موقع التوصيل المحدود **Restrictive conducting location**

موقع يتألف بشكل رئيسى من أجزاء محيطة معدنية أو ناقلة، حيث يمكن لشخص ما أن يصبح ملامسا لهذه الأجزاء المحيطة الناقلة عبر جزء كبير من جسمه وحيث تكون إمكانية فصل هذا التماس محدودة.

موقع المقطورة السكنية **Caravan site**

قطعة الأرض التى تقام عليها مقطورة سكنية (أو إدارية) كاملة بالمرافق اللازمة.

موقع موصل محصور **Confined conductive location**

موقع ذى أسطح غالبيتها أجزاء موصلة دخيلة بمقاسات تحد من الحركة إلى المدى الذى يصعب معه تحاشى لمس هذه الأسطح (على سبيل المثال الأقطاب داخل غلاية كهربائية للمياه).

النسبة المقننة **Rated ratio (Ku)**

النسبة المقننة لتحويل جهد أو تيار المحول، وتعرف بأنها النسبة بين جهد أو تيار الابتدائى إلى الثانوى ، وتعتبر عنها كنسبة غير مختصرة القيمة على سبيل المثال ١٠٠٠/١٠٠ فولت أو ٥/٢٠٠ أمبير.

نظام تغذية وتوزيع **Supply and distribution system**

نظام للتغذية الكهربائية يتكون من مصدر للقدرة الكهربائية والتركيبات الكهربائية، ويتم تعريف أنواع النظام فى هذه الأسس والاشتراطات باعتبار نوع تأريض كل من نقطة تعادل المنبع والأجزاء الموصلة المكشوفة فى التركيبات الكهربائية.

وات **Watt**

وحدة قياس القدرة الكهربائية.

وصل المصهر **Fuse link**

جزء المصهر الذى يتضمن العنصر القابل للانصهار ويتطلب الأمر استبداله بوصل مصهر جديد أو مجدد بعد إنهيار المصهر وقبل إعادته للخدمة بالدائرة. ويتكون المصهر من جزئين هما وصل المصهر وقاعدته.

٦/١ جدول الاختصارات

الرمز المختصر	معنى الرمز
ATS	Automatic Transfer Switch
BB	Bus Bar
BBT	Bus Bar Trunking
C	Capacitor
CB	Circuit Breaker
CT	Current Transformer
DB	Distribution Board
ELCB or RCCB	Earth Leakage Circuit Breaker or Residual Current Circuit Breaker
ELV	Extra Low Voltage
EMC	Electro Magnetic Compatibility
EMDB	Emergency Main Distribution Board
EMI	Electro Magnetic Interference
EO	Electric Outlet
EPR	Ethylene Propylene Rubber
EWH	Electric Water Heater
F	Feeder
FAEP	Fire Alarm Enunciator Panel
FELV	Functional Extra Low Voltage
G	Generator or power supply
H	Signaling or warning device
IEC	International Electro- technical Commission
IEE	Institution of Electrical Engineers
IP	Ingress Protection
ITE	Information Technology Equipment
LAN	Local Area Networks
LCP	Lighting Control Panel
LP	Lighting Panel
M	Motor
MCB	Miniature Circuit Breaker
MCCB	Molded Case Circuit Breaker
MEB	Main Earthling Bar
MTS	Manual Transfer Switch

تابع جدول الاختصارات

الرمز المختصر	معنى الرمز
NBS	No Break System
PD	Protective Device
PE	Protective Earth
PELV	Protection by Extra Low Voltage
PEN	Protective – Earth and Neutral
PP	Power Panel
PT	Potential (or voltage) transformer
PVC	Poly Vinyl Chloride
RCD	Residual Current Device
RMS	Root Mean Square
S	Switching devices for control circuits and selectors
SELV	Safety by Extra Low Voltage
SF	Sub- Feeder
SPD	Surge Protection Device
T	Transformer
TTC	Telephone Terminal Cabinet
UPS	Uninterruptible Power Supply
XLPE	Cross linked Poly Ethylene

ويوضح الملحق رقم (م١) الرموز المستخدمة فى رسومات التركيبات الكهربائية فى المبانى.

الباب الثانى
حسابات الأحمال

١/٢ عام

يقدم هذا الباب كيفية حساب الأحمال الكهربائية فى المبانى بأنواعها المختلفة. وتنقسم الأحمال الكهربائية بصفة عامة إلى أحمال سكنية، تجارية، صناعية، زراعية، ادارية، إضافة إلى أحمال الخدمات العامة كإنارة الطرق والمرافق، كما يمكن تصنيف الأحمال بصفة عامة إلى:

١- أحمال ميكانيكية
٢- أحمال قوى كهربائية
٣- أحمال إنارة
٤- أحمال طوارئ

ويقدم هذا الباب أيضا، أسلوب تقدير الحمل الأقصى لأى مبنى أو مجموعة مبانى حسب وظيفتها.

٢/٢ حساب قدرة الأحمال الميكانيكية

١/٢/٢ أحمال المصاعد الكهربائية

(أ) تستخدم محركات التيار المتردد ذات السرعة الواحدة (وأحيانا ذات السرعتين) فى التطبيقات ذات السرعات المنخفضة ما بين (٠,١٢٥ - ٠,٧٥) م/ث. وتستخدم محركات التيار المتردد ذات السرعتين فى التطبيقات ذات السرعات ما بين (٠,٨ – ١,٢) م/ث. وفى السنوات الأخيرة شاع استخدام محركات التيار المتردد ذات جهد وذبذبة متغيرين (Variable Voltage, Variable Frequency-VVVF) ويستخدم هذا النوع فى معظم مصاعد الركاب ومصاعد البضاعة وتتراوح قدرتها ما بين (٢,٢ – ٧٥) ك.و.

(ب) تستخدم عادة ماكينات جر بدون تروس تعمل بمحركات تيار مستمر ذات سرعات متغيرة فى المصاعد الخاصة بالمبانى ذات الارتفاعات أكبر من ٥٠ متراً والمصاعد ذات الحمولات الكبيرة حتى ٥٠٠٠ كجم وبسرعة لا تقل عن ٢ م/ث، وتكون قدرة المحرك ما بين (١٥- ١٠٠) ك.و.

(ت) يمكن فى ماكينات الجر ذات التروس (Geared machines) أن يكون المحرك ذو قدرة صغيرة وذو سرعة ما بين (٥٠٠ – ١٥٠٠) لفة/د اعتماداً على سرعة المصعد ونسبة تحويل التروس طبقا لما هو وارد بالجدول رقم (١/٢)، ويمكن أن يعمل المحرك بتيار متردد أو بتيار مستمر (يستخدم فى مصر التيار المتردد).

(ث) بالإضافة إلى أن ماكينات الجر تكون فى غرفة الماكينات أعلى الصاعدات أو فى

غرفة بالبدروم، فإنه يوجد نظام حديث يسمى "مصعد بدون غرفة ماكينة" (Machine roomless) وفيه يتم تركيب مجموعة الجر الخاصة بالمصعد على الطرف العلوى لأحد دليلى حركة الصاعدة.

(ج) يتضمن الجدول رقم (٢/٢) سرعات الصاعدة طبقاً لارتفاع ونوع المبنى. ويمكن الاستفادة بالقيم الواردة فى هذا الجدول بشكل استرشادى فى مرحلة تقدير الأحمال الكهربائية للمصاعد. إلا أنه يجب الرجوع للمتخصصين فى تصميم أعمال المصاعد للحصول منهم على القيم الفعلية لهذه الأحمال والتى يجب الأخذ بها فى مرحلة تصميم شبكات الكهرباء المغذية لهذه الأحمال.

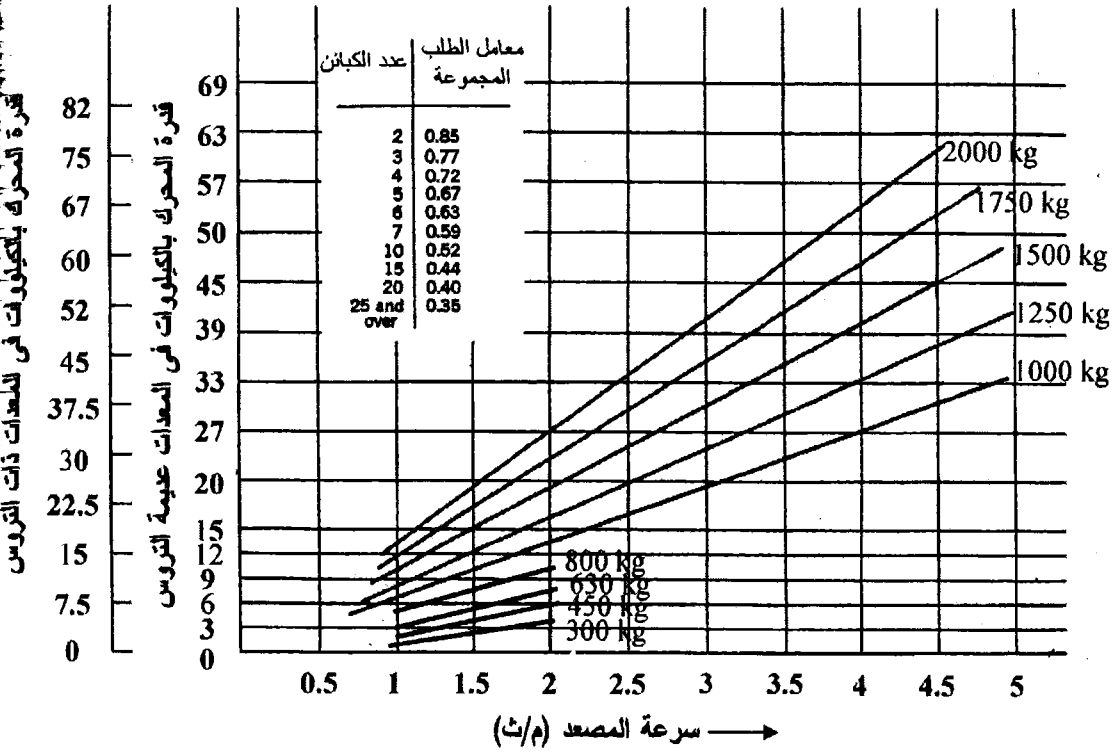
(ح) يبين الشكل رقم (١/٢) العلاقة بين السرعة والقدرة المطلوبة عند حمولات مختلفة للمصاعد.

جدول (١/٢): المصاعد المستخدمة لماكينات جر ذات تروس وبدون تروس

الماكينة	ارتفاع المبنى (م)	السرعة (م/ث)	التحكم	الاحتياج للصيانة	التكلفة
ذات تروس	١٥ – ٤٥	١ – ٠,٢٥	تغيير الجهد	متوسط	منخفضة إلى متوسطة
	١٥ – ٥٥	٢ – ١			
بدون تروس	> ٥٠	> ٢	تغيير الجهد	منخفض	عالية

جدول (٢/٢): سرعات الصاعدة طبقاً لنوع وارتفاع المبنى

نوع المبنى	ارتفاع المبنى (م)	حمولة المصعد (كجم)	سرعة الصاعدة (م/ث)
إدارى ، فنادق	أقل من ٤٠	١٢٥٠	٢,٠
	٤١-٧٠		٢,٥
مستشفيات	أقل من ٢٠	١٦٠٠	٠,٦٣
	٢١-٣٠		١,٠
	٣١-٤٠		١,٦
سكنى	أقل من ٢٥	٤٥٠ - ٨٠٠	٠,٦٣
	٢٦-٤٠	١٠٠٠	١,٠
	٤١-٦٠	١٢٥٠	١,٦
	أكبر من ٦٠		٢,٠
مخازن	أقل من ٣٠	١٦٠٠	١,٠
	٣١-٤٥	٢٠٠٠	١,٦



شكل (١/٢): العلاقة بين سرعة المصعد وقدرة المحرك عند حمولات مختلفة للصاعدة

٢/٢/٢ المصاعد الهيدروليكية

أ- يعمل هذا المصعد بمكبس يتحرك هيدروليكياً يكون مثبتاً بأسفل الكابينة يرفعها أو يخفضها وبذلك لا يكون هناك احتياج لحبال أو طنابير أو مجموعة المحرك/مولد كما هو الحال فى مصاعد الركاب العادية. وتكون وسائل الأمان والتحكم بسيطة وغير معقدة مما يجعل هذا النوع من المصاعد مناسباً جداً واقتصادياً فى حالة تحريك الكابينة بسرعات منخفضة (حتى ١م/ث) لمسافات غير مرتفعة (حتى ٢٥ متراً) وخاصة إذا كانت حفرة الاسطوانات الهيدروليكية أسفل الكابينة لا تمثل مشكلة معمارية.

ب- من العيوب الرئيسية للمصعد الهيدروليكى تكلفة التشغيل المرتفعة، فبسبب غياب ثقل الموازنة يحتاج هذا المصعد إلى محرك بقدرة كبيرة لتشغيل مضخة الزيت وتكون كل الطاقة المستخدمة مفقودة حرارياً.

٣/٢/٢ أحمال السلالم المتحركة

(أ) تصمم السلالم الكهربائية المتحركة عادة للعمل بسرعتين هما ٠,٤٥ م/ث، ٠,٦ م/ث، وتكون السرعة العالية أثناء فترات الذروة والسرعة المنخفضة فى بقيه الأوقات.

(ب) يتم تحريك السلالم ذات الارتفاعات حتى ٢٠ متراً عند نقطة واحدة، وذلك باستخدام محرك واحد يقوم بتدوير كاتينة التحريك الرئيسية التى تتولى تحريك كاتينة الدرج وتسحبها جميعها مما يؤدى إلى تحريك التجميعة بالكامل.

(ت) فى حالة زيادة ارتفاع المسافة التى ينقل بينها السلم، فتكون هناك محركات منتشرة على طول الوحدة. ويبين الجدول رقم (٣/٢) عرض وسرعة السلالم المتحركة طبقا لعدد الركاب فى الساعة، بينما يبين الجدول رقم (٤/٢) قدرات المحركات المطلوبة للارتفاعات المختلفة وطبقاً لعرض السلم.

جدول (٣/٢): عرض وسرعة السلالم المتحركة

عدد الركاب / ساعة		عرض السلم	السرعة
قيمة إسمية	أقصى قيمة	(مم)	(م/ث)
٤٠٠٠	٥٢٠٠	٨٠٠	٠,٥
٦٧٥٠	٩٠٠٠	١٢٠٠	٠,٥

جدول (٤/٢): قدرة المحركات للسلالم المتحركة

عرض السلم (مم)	أقصى إرتفاع بخدمة المحرك (الارضيتين) (م)	قدرة المحرك (ك.و.)
٨٠٠	٤,٢	٣,٧٥
	٥,٠	٥,٥
١٢٠٠	٥,٠	٥,٥
	٦,٣	٧,٥
	٧,٥	١١,٢

ملحوظة:

(١) من الموصى به عدم تغذية أكثر من ٤ سلالم من مغذى كهربائى واحد (Single electric feeder)

(٢) لا ينصح أيضاً بتغذية جميع السلالم لمبنى ما، مهما كان عددها، من مغذى واحد

(٣) نظراً لأن راكبى السلالم المتحركة لن تعاق حركتهم إذا انقطعت التغذية العمومية، فلا يتطلب الأمر تغذية السلالم من مصادر إحتياطية للقوى، ولكن من المطلوب إنارة طوارئ لمناطق السلالم المتحركة

(٤) يجب توفير تهوية جيدة لغرفة محرك تشغيل السلالم

٤/٢/٢ الحصائر والمنحدرات المتحركة (Moving walks and ramps)

(أ) تستخدم الحصائر والمنحدرات المتحركة كوسيلة للنقل إما أفقياً فقط أو أفقياً ورأسياً فى نفس الوقت (نسبة الميل لا تزيد عن ٥ درجات فى حالة الحصائر و١٥ درجة فى حالة المنحدرات المتحركة).

(ب) تستخدم الحصائر والمنحدرات المتحركة بصفة أساسية فى المطارات لنقل الأفراد وعربات الأمتعة رأسياً أو نقل الأفراد الذين قد لا يمكنهم استخدام السلالم المتحركة، كما تستخدم أيضاً فى نقل الأشياء كبيرة الحجم فى تجمعات التسوق متعددة الطوابق حيث لا تناسب السلالم المتحركة انتقال الأفراد بعربات المشتريات بين المستويات المختلفة أو انتقالهم إلى أماكن انتظار السيارات الموجودة أسفل أو أعلى المبنى فى حالة الأسواق التى تنشأ تحت الأرض بكاملها.

(ت) لا يمكن تحديد بيانات عن قدرات المحركات المطلوبة لتحريك هذا النوع من وسائل النقل، ويجب الرجوع إلى بيانات الصانع لمعرفة القدرة المطلوبة وطبقا لمتطلبات المشروع.

٥/٢/٢ أعمال تكييف الهواء بالمبانى

(أ) أعمال التدفئة عن طريق سخانات كهربائية داخل وحدات تكييف الهواء

يبين الجدول رقم (٥/٢) قدرات السخانات الكهربائية المستخدمة فى وحدات تكييف الهواء الحائطية، ويمكن بناء مجموعات منها داخل وحدة السخانات الواحدة أو تكرار الوحدات داخل المكان الواحد.

(ب) وحدات التبريد

١- وحدات تكييف الهواء طراز شباك

تكون وحدات تكييف الهواء طراز شباك (Window type) المزودة بسخانات كهربائية عادة بالسعات والقدرات المبينة فى الجدول رقم (٦/٢).

جدول (٢/٥): قدرات السخانات الكهربائية شائعة الاستخدام فى وحدات تكييف الهواء الحائطية

المساحة المخدومة (م٢)	السعة الحرارية لوحدة التكييف (و.ح.ب/ساعة)	قدرة السخان (وات)
٣	٣٠٠٠	٥٠٠
٤ – ٦	٦٠٠٠	٧٥٠
١٢ – ١٦	١٦٠٠٠	١٥٠٠
٢٠ – ٢٥	٢٤٠٠٠	٣٢٥٠

جدول (٢/٦): القدرة الكهربائية الكلية لوحدات تكييف الهواء طراز شباك

المساحة المخدومة (م٢)	قدرة التبريد الإسمية لوحدة التكييف		القدرة الكهربائية الكلية للوحدة (ك.و.)(*)	
	(و.ح.ب/ساعة)	(طن تبريد)	تشغيل للتبريد	تشغيل للتدفئة
١٠ – ١٢	١٢٠٠٠	١	١,٥٤٠	٢,٢٠٠
١٥ – ١٨	١٨٠٠٠	١,٥	٢,٣٦٥	٣,٧٥٠
٢٠ – ٢٥	٢٤٠٠٠	٢	٣,٣٥٠	٤,٣٢٥
٢٥ – ٣٠	٣٦٠٠٠	٣	٤,٠٠٠	٥,٠٠٠

(*) يتم تصميم دائرة التغذية على القيمة الأكبر للحمل من التبريد أو التدفئة

٢- وحدات تكييف الهواء المنفصلة

يبين الجدول رقم (٢/٧) سعات وقدرات وحدات تكييف الهواء المنفصلة (Split units) والتى يمكن أن تكون حائطيـــة أو سقفيـــة (Exposed floor or ceiling unit) أو سقفية غاطسة فوق سقف مستعار (Concealed unit).

يمكن بناء وحدات منفصلة حتى سعة ١٥ طن تبريد مزودة بعدد ٢ كباس قدرة

٧ ك.و. بمروحة مكثف قدرة ٠,٤٤ ك.و. ومروحة مبخر ذات قدرات مختلفة تصل حتى ٢,٢٥ ك.و.

جدول (٢/٧):القدرة الكهربائية الكلية لوحدات تكييف الهواء المنفصلة العاملة بنظام الدورة المعكوسة (Heat pump)

المساحة المخدومة (م٢)	قدرة التبريد الإسمية لوحدة التكييف		القدرة الكهربائية الكلية للوحدة (ك.و.) (*)	
	(و.ح.ب/ساعة)	(طن تبريد)	تشغيل للتبريد	تشغيل للتدفئة
١٠ – ١٢	١٢٠٠٠	١	١,٥٤٠	١,٥
١٥ – ١٨	١٨٠٠٠	١,٥	١,٩٣٠	١,٦
٢٠ – ٢٥	٢٥٠٠٠	٢	٢,٧٥٠	٢,٦٧٠
٢٥ – ٣٠	٣٦٠٠٠	٢,٥	٣,٧٤٥	٣,٢٠
٣٥ – ٤٠	٤٠٠٠٠	٣,٥	٤,٣٧٥	٤,٥٠
٤٠ – ٥٠	٥٠٠٠٠	٤	٥,٠٠	٤,٧٥
٥٠ – ٦٠	٦٠٠٠٠	٥	٦,٢٥	٦,٠٠

(*) يتم تصميم دائرة التغذية على القيمة الأكبر للحمل من التبريد أو التدفئة

٣- التكييف المركزى (Central air conditioning)

- يؤدى هذا النوع من نظم تكييف الهواء إلى التوفير فى استخدام المعدات والطاقة المستهلكة إلى أقصى درجة، ويتم استخدامه فى المبانى الكبيرة ذات الإشغال المرتفع مثل الفنادق والمباني الإدارية والمراكز التجارية والمستشفيات والمسارح الكبيرة والمبانى الادارية الكبيرة مثل البنوك.
- تبنى هذه الوحدات عادة إذا كان مكثفها يبرد بالهواء حتى ٣٥٠ طن تبريد وأكبر من ذلك إذا كان يبرد بالماء باستخدام أبراج تبريد.
- يبين الجدول رقم (٢/٨) بعض البيانات التي يمكن الاسترشاد بها لتقدير القدرة الكهربائية المطلوبة لنظم تكييف الهواء ونظم الإضاءة للأماكن المختلفة. ويمكن الاستفادة بهذه البيانات فى مرحلة تخطيط المشروعات فقط، وعند الانتقال من هذه المرحلة لمرحلة التصميم تستخدم البيانات الخاصة بالتصميم الفعلي لتلك النظم كمدخلات لتصميم شبكات الكهرباء المغذية لتلك الأحمال.

جدول (٨/٢): قدرات تقريبية لأحمال الإنارة وتكييف الهواء يمكن الاسترشاد بها فى مرحلة تخطيط المشروعات

المكان		كثافة الإشغال (م²/شخص)		قدرة الإضاءة (وات/م²)		التبريد (م²/طن تبريد)(*)	
		منخفضة	عالية	منخفضة	عالية	منخفضة	عالية
شقة سكنية فى مبنى مرتفع		٣٠	١٠	١٠	٤٣	٤٢	٣٢
مدرجات كنائس مسارح		١٠	١	١٠	٣٢	٣٧	٨
مدارس معاهد - جامعات		٣	٢	٢١	٦٥	٢٢	١٤
عنابر تجميع فى مصانع		٥	٢,٥	٣٢	٦٥	٢٢	٩
صناعات خفيفة		١٩	١٠	٩٧	١٣٠	١٨	١٠
صناعات ثقيلة		٢٨	١٩	١٦٢	٦٤٥	٩	٦
غرف وعنابر مرضى بالمستشفيات		٧	٢,٥	١٠	٢١	٢٦	١٥
مناطق عامة Public areas		١٠	٥	١٠	٢٢	٤١	١٥
فنادق ، موتيلات ، نزل		١٨,٥	٩,٥	١١	٣٢	٣٣	٢١
مكتبات ومتاحف		٧,٥	٤	١١	٣٢	٣١,٥	١٨,٥
مبانى مكاتب Office buildings		١٢	٧,٥	٤٣	٩٧	٣٣,٥	١٧,٥
مكاتب خاصة Private offices		١٤	٩,٥	٢١,٥	٨٦	--	--
مناطق ذات مبانى حجمية		٩,٥	٦,٥	٥٤	١٠٨	--	--
مناطق سكنية	كبيرة	٥٦	١٩	١١	٤٣	٥٦	٣٥
	متوسطة	٥٦	١٩	٧,٥	٣٢	٦٥	٣٧
مطاعم	كبيرة	١,٥	١,٢	١٦٢	٢١,٥	١٢,٥	٧,٥
	متوسطة	--	--	--	--	١٤	٩,٥
صالونات تجميل وحلاقة		٤,٢	٢,٣	٣٢	٩٧	٢٢	١٠
محلات تجارية	البدروم	٢,٨	١,٩	٢١,٥	٤٣	٣١,٥	٢١
	دور المدخل	٤,٢	١,٥	٣٧,٥	٩٧	٣٢,٥	١٤
	الأدوار العليا	٧	٣,٧	٢١,٥	٣٧,٥	٣٧	٢٦
	أدوار بيع الملابس	٤,٥	٢,٨	١١	٤٣	٣٢	١٧
	أدوار بيع العطور	٣,٢٥	١,٦	١١	٣٢	١٦,٥	١٠
	أدوار بيع بتخفيضات	٣,٢٥	١,٤	١٦	٥٤	٣٢	١١
	أدوار بيع الأحذية	٤,٥	١,٩	١١	٣٢	٢٨	١٤
مراكز تجارية Malls		٩,٣	٤,٦	١١	٢١,٥	٣٤	١٥
تكييف مركزى عام:							
- أحياء حضرية						--	٢٦,٥
- المعاهد / مدن جامعية						--	٢٢,٣
- مراكز تجارية						--	١٨,٥
- مراكز سكنية						--	٣٥

(*) ١ طن تبريد يناظر حوالى ١,٥ ك.و

٦/٢/٢ الطلمبات والسخانات

(أ) طلمبات رفع المياه فى المبانى

تضخ المياه للخزانات العلوية للمنشأة فوق أسطح المبانى باستخدام مضخات مدارة بمحركات كهربائية بإشارات صادرة لها من مفاتيح منسوب (Level switches) مثبتة داخل خزانات المياه، ويوجد عادة مضختان تعملان بالتبادل.

تتوقف قدرة المحرك المستخدم لإدارة المضخة على معدل ضخ المياه وارتفاع خزان المياه عن منسوب تركيب المضخة ويمكن حسابها باستخدام المعادلة (٢-١):

$$P = \frac{\omega \times Q \times H}{75 \times \eta} \times 0.746 \qquad \text{kW} \qquad (2\text{-}1)$$

حيث:

P : قدرة المحرك بالكيلووات

Q : معدل تصرف المياه (م^3/ث)

H : ارتفاع خزان المياه عن منسوب المضخة (م)

η : كفاءة المضخة (حوالى ٨٠ ٪)

ω : كثافة الماء (= ١٠٠٠ كجم/م^3 للمياه النقية)

ويوضح الجدول رقم (٩/٢) قدرة محركات مضخات المياه حسب معدل التصرف عند رفع (١٠) بار، وتعمل عند جهد ٤٠٠ فولت ثلاثى الأطوار، وذلك حسب القدرة العيارية للمحركات وباعتبار أن كفاءة المحرك حوالى ٨٠%.

جدول (٩/٢) : قدرة محرك مضخة المياه حسب معدل التصرف عند رفع (١٠) بار (كمثال)

معدل التصرف (م^3/ساعة)	قدرة محرك المضخة حسب القدرات العيارية المتاحه (ك.وات)
١٨	٧,٥
٢١,٦	١١
٢٢,٤	١١

(ب) مضخات الحريق

فى معظم المبانى المزودة بنظام مكافحة الحريق، يكون فى محطة إطفاء الحريق مضختان إحداهما تدار بمحرك كهربائى والأخرى تدار بمحرك ديزل ويتم تشغيل المحركين باشارات تصدر لهما من لوحة تحكم خاصة مزودة بحساسات لضغط المياه فى مواسير نظام الإطفاء ومرتبطة بنظام الإنذار بالحريق الخاص بالمبنى.

وتستخدم قدرات إسمية لمحركات مع مضخات الحريق حسب السرعة وهى ١٥٠٠ لفه/د، ٣٠٠٠ لفه/د.

وتوجد محركات بقدرات ١٥، ٢٠، ٣٥ ك.وات عند السرعة ١٥٠٠ لفه/د، وقدرات ٧٧، ١٠٢، ١٣٠، ١٥٥، ١٧٥، ٢٠٥ ك.وات عند السرعة ٣٠٠٠ لفه/د وتعمل عند جهد ٤٠٠ فولت/٥٠ هرتز / ٣ أطوار، ويتم اختيار القدرة حسب تصرف المضخات عند رفع مانومترى ١٠ بار.

ولمزيد من التفاصيل، يرجع إلى الكود المصرى لأسس التصميم واشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحريق.

(ت) مضخات الصرف الصحى

(١) تستخدم لهذا الغرض طلمبات غاطسة تعمل كهربائياً بطريقة تلقائية.

(٢) تصل قدرة المحركات المستخدمة فى صرف السوائل إلى ١٠ ك.و، وقد تصل فى النماذج المستخدمة فى صرف سوائل بها مواد صلبة إلى ١٥ ك.و. عند جهد ٤٠٠ فولت/٥٠ هرتز / ٣ أطوار وتكون عادة فى مجموعة طلمبتين أو ثلاثة.

(٣) لحساب قدرة محرك المضخة تستخدم المعادلة (٢-١) مع الأخذ فى الاعتبار أن كثافة السوائل التى يتم ضخها تتراوح عادة بين ١٠٠٠ كجم/م^{٣} للمياه ، ١٢٠٠ كجم /م^{٣} للفضلات والرواسب.

(ث) سخانات المياه الكهربائية فى المنازل الصغيرة

يبين الجدول رقم (١٠/٢) قدرة السخانات الكهربائية للمياه المستخدمة فى المنازل الصغيرة (عائلة أو عائلتين)، وتكون هذه السخانات مركزية وتوضع بالبدروم ويتم التوزيع منها باستخدام شبكة مياه خاصة.

أما المبانى السكنية ذات الشقق المستقلة، فتستخدم عادة سخانات مياه كهربائية (غير مركزية) (٢٣٠ فولت/٥٠ هرتز /أحادى الطور) بكل من شققها، ويتم تركيبها بالقرب من دورات

المياه والمطابخ. وتتراوح سعات هذه السخانات ما بين ٣٠ ، ٥٠ ، ٧٠ ، ١٠٠ لتر، وتتراوح قدراتها ما بين (١,٢ - ٤,٥) ك.و.

جدول (٢/١٠): السعة المائية والقدرة الكهربائية لسخانات المياه المركزية الخاصة بوحدات سكنية (لعائلة أو عائلتين)

عدد الحمامات	١ - ١,٥			٢ - ٢,٥				٣ - ٣,٥			
عدد غرف النوم	١	٢	٣	٢	٣	٤	٥	٣	٤	٥	٦
السعة المائية للسخان (لتر)	٧٥	١١٥	١٥٠	١٥٠	١٩٠	١٩٠	٢٥٠	١٤٠	٢٥٠	٢٥٠	٣٠٠
قدرة السخان (ك.و.)	٢,٥	٣,٥	٤,٥	٤,٥	٥,٥	٥,٥	٥,٥	٥,٥	٥,٥	٥,٥	٥,٥

* ملحوظة: ٠,٥ نصف حمام يعنى دورة مياه صغيرة بحوض فقط.

قد تستخدم سخانات كهربائية فورية (بدون خزانات) تركب على خط المياه مباشرة، وقد تصل قدرتها الكهربائية حتى ٢٢ ك.وات عند جهد ٤٠٠ فولت/٣ أطوار وذلك بالمنازل والفيلات لتسخين مياه حمامات الجاكوزى وكذلك بالمستشفيات التى تحتاج إلى مياه ساخنة فورية.

٣/٢ تقدير أحمال القوى الكهربائية

١/٣/٢ عام

١- يلاحظ أن الحمل الفعلى لنسبة كبيرة من المحركات والمحولات الكهربائية يكون فى معظم الأحيان أقل من القدرة الإسمية الواردة فى لوحة بيانات المحرك أو المحول المثبتة على أي منهما.

٢- عند حساب إجمالى الأحمال عند أى نقطة فى المنظومة، لابد من الأخذ فى الاعتبار معاملات القدرة المختلفة، ويفضل لذلك العمل بالقدرة الفعالة.

٣- بشكل عام، يستند تقييم تحميل شبكة التوزيع على جهدها الإسمى. وينبغى أن يكون المصمم على بينة بتأثير حيود جهد المصدر عن قيمته الإسمية على القدرة الفعلية للحمل.

٤- يجب عند تقدير الأحمال مراعاة التوسعات المستقبلية المحتملة.

٢/٣/٢ أحمال القوى الكهربائية

يمكن تقدير أحمال القوى الكهربائية من الجدول رقم (١١/٢)، كما يمكن تقدير أحمال القوى الكهربائية فى مبنى أو عدة مبانى حسب نوعية استخدامها من الجدول رقم (١٢/٢).

جدول (١١/٢): تقدير تيار الحمل الكهربى للمآخذ أو الأجهزة الكهربائية فى المبانى

نوع المأخذ أو الأجهزة الكهربائية	تيار الحمل التقديرى
مآخذ سعة ٢ أمبير	على الأقل ٠,٥ أمبير للقابس (للبريزة) الواحد
مآخذ (برايز) بخلاف المآخذ سعة ٢ أمبير	التيار المقنن (Rated) للقابس (للبريزة)
الساعات الكهربائية ومآخذ الحلاقة ومحولات الأجراس وجميع الأجهزة الكهربائية كأحمال لا تزيد قدرتها عن ٥ ف.أ.	يمكن تجاهلها كحمل على الدوائر
جهاز طهى كهربائى لوحدة سكنية	١٠أمبير + ٣٠٪ من بقية التيار المقنن، وفى حالة وجود مخرج قابس (بريزة) إضافى ضمن وحدة تحكم الجهاز يضاف ٥ أمبير إلى الناتج
جميع الأجهزة الثابتة الأخرى	١٠٠٪ من للتيار المقنن

جدول (٢/١٢): تقدير تيار أحمال القوى الكهربائية فى المبانى باستخدام معاملات الطلب (Demand factors)

نوع الحمل	عمارات تتكون من عدة وحدات سكنية	وحدة سكنية أو وحدات سكنية خاصة	فنادق صغيرة أو مبانى عامة للنوم والمعيشة	مكاتب ومتاجر ومبان عامة خلاف الورش والمصانع
المآخذ الكهربائية (البرايز)	١٠٠ ٪ من التيار التصميمي لأكبر مأخذ + ٤٠٪ من مجموع التيارات التصميمية لباقى المآخذ		١٠٠٪ من التيار التصميمي لأكبر مأخذ +٤٠٪ من التيار التصميمي لباقي المآخذ أو ٧٥٪ من إجمالي التيار التصميمي لباقي المآخذ في دوائر الأماكن العامة بالمبنى.	١٠٠٪ من التيار التصميمي لأكبر مأخذ +٧٥٪ من مجموع التيارات التصميمية لباقي المآخذ
الأجهزة الكهربائية الثابتة خلاف المحركات والسخانات وأجهزة الطهي	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٥٠٪ من الحمل الكامل لثاني أكبر جهاز +٣٣٪ من الحمل الكامل لثالث أكبر جهاز +٢٠٪ من الحمل الكامل لباقي الأجهزة	١٠٠٪ من إجمالي الحمل الكامل لمجموع الأجهزة حتى سعة ١٠ أمبير +٥٠٪ من الحمل للأجهزة التى يزيد حملها عن ١٠ أمبير	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٨٠٪ من الحمل الكامل لثاني أكبر جهاز +٦٠٪ من إجمالي الحمل الكامل لباقي الأجهزة	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٧٥٪ من إجمالي الحمل الكامل لباقي الأجهزة
أجهزة الطهي الثابتة	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٥٠٪ من الحمل لثاني أكبر جهاز + ٣٣٪ من الحمل الكامل لثالث أكبر جهاز +٢٠٪ من الحمل الكامل لباقي الأجهزة	١٠٠٪ من الحمل الكامل للأجهزة حتى ١٠ أمبير. +٣٠٪ من الحمل المقنن الزائد على ١٠ أمبير +٥ أمبير إذا كان يوجد بالجهاز مخرج إضافي	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٨٠٪ من الحمل الكامل لثاني أكبر جهاز +٦٠٪ من إجمالي الحمل الكامل لباقي الأجهزة	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر جهاز +٨٠٪ من الحمل لثاني أكبر جهاز +٦٠٪ من إجمالي الحمل الكامل لباقي الأجهزة
المحركات الكهربائية *خلاف محركات المصاعد التي لها اعتبارات خاصة*	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك + ٥٠٪ من الحمل الكامل لباقي المحركات	١٠٠٪ من الحمل الكامل	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك +٥٠٪ من الحمل الكامل لباقي المحركات	١٠٠٪ من الحمل الكامل لأكبر محرك +٨٠٪ من الحمل الكامل لثاني أكبر محرك +٦٠٪ من إجمالي الحمل الكامل لباقي المحركات
السخانات (*) الكهربائية التى تسخن لحظيا	١٠٠ ٪ من القدرة الإسمية لأكبر سخان +١٠٠٪ من القدرة الإسمية لثاني أكبر سخان +٢٥٪ من مجموع القدرات الإسمية لباقي السخانات			تقدر بمعرفة المختصين تبعا لظروف التشغيل الفعلية المحتملة
السخانات الكهربائية مستمرة التشغيل	١٠٠٪ من الحمل الكامل في جميع الحالات			

(*) تعتبر القدرة الكهربائية لسخانات المياه ذات الخزان لحظية، إذا زادت قيمتها عن ٣ ك. و.، حيث أن تشغيلها سيكون متقطعاً وتستخدم للتسخين الوقتى السريع.

٤/٢ أحمال الإنارة

١- تصمم أعمال الإنارة طبقا لمتطلبات الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الإنارة. ومع مراعاة طبيعة استخدام المكان، يتم تحديد ما يلى:

(أ) مستوى شدة الإضاءة (E, Lux) المناسب للمكان وذلك بالرجوع للجداول الخاصة بذلك فى الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الإنارة

(ب) أنظمة توزيع الإضاءة التى يتم استخدامها

(ت) نوع أو أنواع المصابيح وقدرة كل منها (P, Watts) ووحدات الإنارة التى سيتم استخدامها

٢- يتم تحديد معامل الحجرة (RI) طبقاً لأبعاد المكان: الطول (L) والعرض (W) ومنسوب تعليق وحدة الإنارة وكذلك طبقا للأنظمة المستخدمة وذلك من الجدول الخاص بذلك فى الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الإنارة.

٣- يتم تحديد معامل الاستفادة (U) لوحدة الإنارة طبقاً لنوعية الوحدة ومعامل الحجرة ومعامل انعكاس الضوء على السقف والحوائط، وذلك من الجدول الخاص بذلك فى الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الإنارة.

٤- يتم تحديد معامل الفقد الضوئى (Light Loss Factor- LLF) لنوع وحدة الإنارة المستخدمة وذلك من الجدول الخاص بذلك فى الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الإنارة

٥- يتم حساب عدد وحدات الإنارة (N) المطلوبة من المعادلة (٢-٢):

$$N = \frac{E \times A}{U \times LLF \times \eta_{lamp} \times P} \qquad (2\text{-}2)$$

حيث :

A : مساحة السطح المراد إضاءته (متر^2)

η_{lamp} : كفاءة المصباح (لومن/وات)

٦- عندما تكون قيمة (N) المحسوبة من العلاقة السابقة عدداً كسرياً، يتم تقريب القيمة المحسوبة إلى العدد الصحيح التالى مباشرة، (مثال: ١٠,٣ تصبح ١١ وهكذا).

٧- يمكن زيادة عدد وحدات الإنارة إلى الرقم الذى يحقق عدة حلول لتوزيع هذه الوحدات، (فمثلا ١١ يمكن زيادتها إلى ١٢ والتى تعطى توزيع ٢ صف × ٦ وحدات إضاءة أو ٣ صفوف × ٤ وحدات).

٨- يتم تحديد القدرة الكهربية المطلوبة لنظام الإنارة من عدد وحدات الإنارة وقدرة كل منها.

٩- تؤخذ قدرة المخرج المغذى لوحدة الإنارة مساوية للقدرة الإجمالية للوحدة ذاتها وذلك بحد أدنى ١٠٠ وات.

١٠- إذا كان العمل جارٍ في مرحلة تخطيط الأحمال الكهربائية لأعمال الإنارة فى المبنى، وليس تصميمها، فإن ذلك يتم باستخدام القيم الواردة فى الجدول رقم (٢/ ٨).

١١- يتم تحديد قدرة أحمال الإنارة فى أى مجموعة مبانى حسب نوعية استخدامها من الجدول رقم (٢/ ١٣).

جدول (٢/١٣): معامل الطلب لأحمال الإنارة في الأنواع المختلفة من المبانى

نوع الحمل	عمارة مشتملة على عدد من الوحدات السكنية	وحدة (أو وحدات) سكنية خاصة	فنادق صغيرة أو مبانى عامة للنوم والمعيشة	مكاتب ومتاجر ومبانى عامة خلاف الورش والمصانع
الإنارة	٥٠٪ من الحمل الكلي	٦٦٪ من الحمل الكلي	٧٥٪ من الحمل الكلي	٩٠٪ من الحمل الكلي

٢/٥ أحمال الطوارئ Emergency loads

٢/٥/١ أحمال الإنارة

يجب استخدام مصادر تغذية الطوارئ لتغذية أحمال الإنارة الآتية عند انقطاع مصدر التغذية الأساسى:

١- أحمال إنارة الأجزاء المهمة من المبانى وأجزاء من أحمال الإنارة فى المبانى الإدارية والتجارية والفندقية والصحية (مستشفيات) لتسهيل حركة الأشخاص بالمبنى عند انقطاع المصدر الأساسى للتغذية الكهربائية

٢- جميع علامات الخروج الضوئية فى كافة أنواع المبانى وأجزاء من إنارة المداخل والسلالم والطرقات بالأدوار وسلالم الهروب والطرقات

٣- أحمال إنارة جزء من المناطق العامة بالمبانى وأماكن الاستقبال للجمهور وأماكن الانتظار ودورات المياه

٤- جزء من إنارة الدور السفلى (البدروم) وخصوصاً فى المبانى متعددة البدرومات

٥- أجزاء من إنارة غرف النزلاء بالفنادق وغرف المرضى بالمستشفيات (Night light) ومحطات التمريض وبعض العيادات ذات الأهمية

٦- إنارة غرف الحاسبات الإلكترونية والسنترال ولوحات إنذار الحريق وغرفة الأمن لأغراض المراقبة

٧- إنارة أجزاء من مبانى السجون وما شابهها

٨- إنارة غرف ماكينات المصاعد وغرف المحولات ولوحات التوزيع الرئيسية للجهد المتوسط والمنخفض وغرف المولدات الاحتياطية وغرف الغلايات

٩- أجزاء من إنارة طرقات حركة الأفراد وبصفة خاصة فى الفنادق والمستشفيات

١٠- إنارة أجزاء من دور العرض ومداخلها ومخارجها وكذا أماكن لعب الأطفال

١١- أجزاء من الإنارة الخارجية لتأمين حركة الأفراد خارج المبنى

١٢- أحمال إنارة أنفاق السيارات والمشاة ومحطات مترو الأنفاق وما شابهها من مصدر الطوارئ

٢/٥/٢ أحمال المعدات

يجب بالإضافة إلى تغذية المعدات الهامة من مصدر الطوارئ، أن يتم تغذية الإنارة المناسبة لها أيضاً من مصدر الطوارئ كى يتحقق الغرض من تغذية الطوارئ، ومن بين هذه المعدات:

١- جزء من مصاعد الركاب بالمبانى الإدارية والتجارية ومصاعد المرضى بالمستشفيات، وبصفة خاصة المصاعد التى يلزم تشغيلها لخدمة رجال الإطفاء عند نشوب حريق بالمبنى والمصاعد غير المزودة بوحدات تحريك لأقرب دور عند انقطاع مصدر التغذية الرئيسى

٢- الثلاجات بمطابخ الفنادق والمستشفيات وكذا ثلاجات حفظ الجثث

٣- محطات ضخ مياه الصرف الصحى ومياه إطفاء الحريق

٤- مراوح سحب الدخان من سلالم وممرات الهروب

٥- أجزاء من معدات المطابخ فى المستشفيات والفنادق

٦- بعض المعدات بالمصانع وخاصة فى مصانع المعالجات الكيماوية ومصانع البلاستيك والتى تتأثر بأضرار كبيرة عند انقطاع التيار الكهربى

٧- أجهزة الحاسب، نظام الانذار، المراقبة، السنترال وطبقا لطبيعة ومتطلبات الموقع

٣/٥/٢ أحمال متصلة بحياة الأشخاص

يجب تغذية المعدات الهامة الموجودة داخل الأماكن التالية وكذلك وحدات الإنارة بها، وكذلك يجب تدبير مصادر تغذية غير منقطعة مثل (UPS or NBG) للأحمال الآتية:

١- أجهزة غرف العمليات بمختلف أنواعها وأنظمة الإنارة والتكييف الخاصة بها

٢- أجهزة غرف الرعاية المركزة والفائقة والحالات الحرجة والإنارة والتكييف الخاص بها

٣- أجهزة القلب الصناعى وقسطرة القلب والغسيل الكلوى وأجهزة معامل التحاليل

٤- الأجهزة المتصلة بالمرضى لمراقبة أداء وظائف الجسم أو أداء العلاج لها

٥- بعض عيادات الأسنان والعظام وبعض الجراجات وما شابهها

٦- ثلاجات بنك الدم وحفظ بعض الأدوية

٦/٢ تقدير الطلب الأقصى للحمل

١/٦/٢ خواص الأحمال

- قليلا ما تكون القيمة القصوى للحمل الفعلى الكلى لمجموعة من الأحمال الموصلة على مصدر التغذية مساوية لمجموع القيم القصوى لكل من الأحمال المركبة، لذا يجب أن نضع فى اعتبارنا عند التصميم، ظروف التشغيل الفعلية للأحمال المختلفة الموصلة على مصدر تغذية واحد.
- تباين الأحمال المتصلة على نفس المصدر، ينتج عن أن القيم القصوى لمجموعة الأحمال لا تحدث فى نفس الوقت.
- في المباني الصناعية، يكون معدل الطلب لأحمال الإنارة غالبا ١٠٠٪ ، وذلك بالرغم من أنه لا يتم تشغيل بعض وحدات الإنارة في المنشآت التى يتوفر بها نظام تحكم فى الانارة (أو الاستشعار عن بعد) فى المناطق غير المأهولة.
- نتيجة لتوقع استخدام عدد كبير من المعدات الإلكترونية فى المبانى الإدارية والتعليمية، يوصي بأخذ مثل هذه الأحمال فى الاعتبار عند تصميم شبكات التوزيع الثانوى.
- عند استخدام التدفئة الكهربائية فى مكان ما، يجب إضافة قدرة أحمالها إلى القدرة الكلية القصوى لباقى الأحمال.

- عند استخدام نظم تكييف هواء للتبريد صيفا والتدفئة شتاءً، يجب تحديد أى من حالتى التشغيل يحتاج إلى قدرة كهربائية أكبر، كى يؤخذ بها كحمل تصميمى لهذه النظم.

٢/٦/٢ الطلب الأقصى للحمل

يكون حساب الطلب الأقصى للأحمال إما بهدف تخطيط المشروعات (كمرحلة أولى) أو تصميمها(كمرحلة ثانية). وبصفة عامة لاتستخدم جداول كثافة القدرة الكهربائية للأحمال إلا فى مرحلة التخطيط .

يمكن تقدير الطلب الأقصى للحمل باحدى الطريقتين، اما باستخدام معامل التباين أو باستخدام جداول كثافة القدرة الكهربائية وذلك على النحو التالى:

(أ) باستخدام معامل التباين (Diversity factor)

(أ-١) حساب الطلب الأقصى المطلوب لمستخدم واحد

١- البيانات الواردة فى هذا الجزء ارشادية، حيث يتعذر تحديد معامل الطلب بدقة لكل أنواع الاستخدامات (تعتمد على طبيعة المكان ونوعية النشاط الذى سيمارس فيه).

٢- الأرقام الواردة فى الجدولين رقمى (١١/٢)، (١٢/٢)، يمكن أن تزيد أو تقل طبقاً لظروف تشغيل المعدات والأجهزة طبقا لتوقعات المصمم بالنسبة للأماكن المختلفة.

٣- يحسب التيار الأقصى المطلوب للدوائر النهائية أو الفرعية، بجمع تيارات كافة نقط الاستخدام (مآخذ القوى والبرايز والأجهزة الثابتة) على كل دائره وطبقا لما هو وارد بالجدول رقم (١١/٢)، مع تطبيق معامل الطلب المناسب.

٤- يتم تحديد التيار الفعلى المطلوب لدائرة نهائية، تغذى مجموعة دوائر عمومية، باستعمال معاملات الطلب الموضحة فى الجدول رقم (١٢/٢) التى تطبق على التيارات الفعلية لجميع المعدات والأجهزة المغذاة بهذه الدائرة، وليس بجمع التيار الفعلى المطلوب للدوائر العمومية (النهائية) المغذاة.

٥- كطريقة مرادفة لحساب التيار الفعلى المطلوب لدائرة تغذية عدد من الدوائر العمومية (النهائية)، يمكن أن تتم بالجمع الجبرى للتيارات الفعلية المطلوبة لهذه الدوائر المطبق عليها معامل الطلب، ويطبق عليها معامل طلب آخر بخلاف المذكور فى الجدول رقم (١٢/٢) تحدد قيمته بواسطة المهندس المصمم. ويتوقف تحديد هذه القيمة على نمط الاستخدام للموقع أو المكان ويكون ذلك على مسئوليته.

(أ-٢) حساب الطلب الأقصى لمجموعة من المستخدمين

(١) يقدم هذا الجزء المعلومات والإرشادات اللازمة لتحديد قيمة الطلب الأقصى المطلوب لشبكات توزيع الكهرباء التى تقوم بتغذية مجموعة من المستخدمين.

(٢) يتم حساب الحمل المطلوب تغذيته بناء على استخدامات ونوعية الأجهزة الخاصة بكل مستخدم على حده.

(٣) يتم حساب الحمل الأقصى لكل مستخدم بمعلومية الحمل الموصل لكل نوعية حمل (أنارة-برايز- قوى) ومعامل الطلب وذلك عن طريق ضرب الحمل المتصل فى معامل الطلب.

(٤) فى حالة تكرار أكثر من مستخدم بنفس نمط النشاط (كعدد وحدات سكنية داخل عمارة)، يتم تقدير معامل تباين ملائم، ثم يتم ضرب الحمل الاقصى للمستخدم فى عدد المستخدمين، ويتم قسمة الناتج على معامل التباين المقترح، الناتج هو الحمل الأقصى لمجموعة من المستخدمين لهم نفس نمط النشاط.

(٥) تكرر الخطوات (٢)، (٣) لنوعيات المستخدمين المختلفة. وعند تطبيق الخطوة (٤)، يتم استخدام معامل تباين ملائم لنمط النشاط.

(٦) يتم جمع الحمل الأقصى لكل نشاط مع تقدير معامل تباين للأنشطة المختلفة، ويتم قسمة مجموع الأحمال القصوى على معامل التباين المقترح، ويكون الناتج هو الطلب الأقصى للمنظومة.

(ب) باستخدام جداول كثافة القدرة الكهربائية

(١) يمثل حمل الاضاءة للمسطح المحدد بالجدول رقم (٨/٢)، أقل حمل إضاءة لكل متر مربع لنوعيات الإشغال المختلفة.

(٢) يقاس مسطح الاشغالات المختلفة من الأبعاد الخارجية.

(٣) لاتشتمل الأبعاد فى الوحدات السكنية على المرائب (الجراجات) أو المشارف (التراسات) الخاصة بها.

(ت) تقدير الطلب الأقصى المطلوب لمبنى بمعلومية المساحة وتقدير مستوى الإسكان

تقوم شركات توزيع الكهرباء فى مصر بإعداد جداول لتقدير الأحمال الكهربائية الكلية للمبانى بمختلف أنواعها. وتعطى تلك الجداول الحد الأدنى للقدرة الكهربائية الكلية التى يمكن أن تتعاقد تلك الشركات مع ملاك المبانى بموجبها على تغذيتها بالتيار الكهربى. وتتوقف تلك القدرة على المساحة الكلية لجميع طوابق المبنى وطبيعة النشاط الذى يمارس فيه (سكنى، تعليمى، إدارى، تجارى ... إلخ) وما إذا كان المبنى مقاما فى منطقة

حضرية أو ريفية وتصنيف موقعه فى تلك المناطق (موقع للإسكان الراقى أو المتوسط أو الشعبى ...إلخ).

ويمكن مراجعة شركات توزيع الكهرباء للتعرف على طلباتها واشتراطاتها والاطلاع على تلك الجداول لأخذها جميعا فى الاعتبار عند تصميم الأعمال الكهربائية فى المبانى.

الباب الثالث

تقييم الخواص العامة للتركيبات الكهربائية

١/٣ عام

يتم تقييم خواص التركيبات الكهربائية طبقاً للبنود الآتية:

- الغرض من استخدام التركيبات
- المؤثرات الخارجية التى تحيط بالتركيبات وتتعرض لها
- قابلية المعدات للتوافق مع المعدات الأخرى
- قابلية التركيبات لأداء وظيفتها بصفة مستمرة خلال عمرها الإفتراضى

ويتم مراعاة هذه الخواص عند اختيار طرق الوقاية للأمان فى الباب الرابع، وكذلك عند إختيار وتركيب المعدات الكهربائية.

٢/٣ نظم التوزيع

يتم تصنيف نظم التوزيع المختلفة طبقاً للآتى:

١- أنواع نظم الموصلات المكهربة فى كل من نظم التيار المتردد ونظم التيار المستمر

٢- أنواع نظم التـــأريض

١/٢/٣ أنواع نظم الموصلات المكهربة

نظم الموصلات المكهربة المأخوذة فى الاعتبار فى هذه الأسس والاشتراطات هى:

١- نظم التيار المتردد:

- أحادى الطور ذو الموصلين
- أحادى الطور ذو الثلاثة موصلات
- ثلاثى الأطوار ذو الثلاثة موصلات
- ثلاثى الأطوار ذو الأربعة موصلات
- ثلاثى الأطوار ذو الخمسة موصلات

٢- نظام التيار المستمر:

- ذو الموصلين
- ذو الثلاثة موصلات

٢/٢/٣ أنواع نظم التأريض

تحدد أنواع نظم التأريض فى هذه الأسس والاشتراطات طبقاً لطريقة التوصيل بالأرض، وتبين الأشكال أرقام (١/٣) حتى (٥/٣) أكثر نظم التأريض شيوعاً فى التوصيلات ثلاثية الأطوار.

وتوضح المصطلحات الآتية "أت" (TN)، "أأ" (TT)، "ع أ" (IT) طرق التوصيل المختلفة بالأرض.

وتتكون المصطلحات عادة من حرفين:

الحرف الأول : يشير الحرف الأول من اليمين فى اللغة العربية ومن اليسار فى اللغة الأجنبية إلى علاقة توصيل نقطة تعادل مصدر التغذية بالقوى الكهربائية بالأرض.

أما الحروف المستخدمة فهى :

أ (T) : يعنى التوصيل المباشر لنقطة التعادل مع الأرض (نقطة أرضى القوى)

ع (I): يعنى عزل كل الأجزاء المكهربة عن الأرض مع توصيل خط التعادل إلى الأرض من خلال مقاومة

الحرف الثانى: يشير الحرف الثانى على يسار الحرف الأول فى اللغة العربية ويمين الحرف الأول فى اللغة الإنجليزية إلى العلاقة بين الأجزاء المعرضة للمس فى التركيبات الكهربائية وبين الأرض، أما الحروف المستخدمة فهى :

أ (T) : يعنى توصيل الأجزاء المعرضة للمس والقابلة للتكهرب إلى الأرض مباشرة (نقطة أرضى الأمان (PE) المستقلة عن نقطة أرضى القوى)

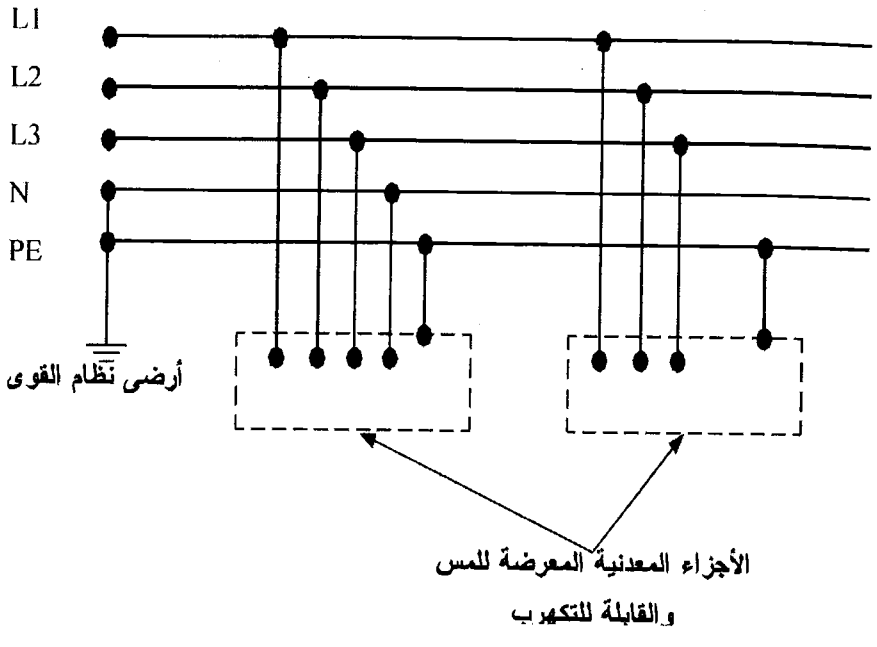
ت (N) : يعنى التوصيل الكهربائى المباشر للأجزاء المعدنية المعرضة للمس والقابلة للتكهرب إلى النقطة المؤرضة فى نظام القوى الكهربائية (وهى فى العادة نقطة تعادل)

حروف لاحقة (إن وجدت):

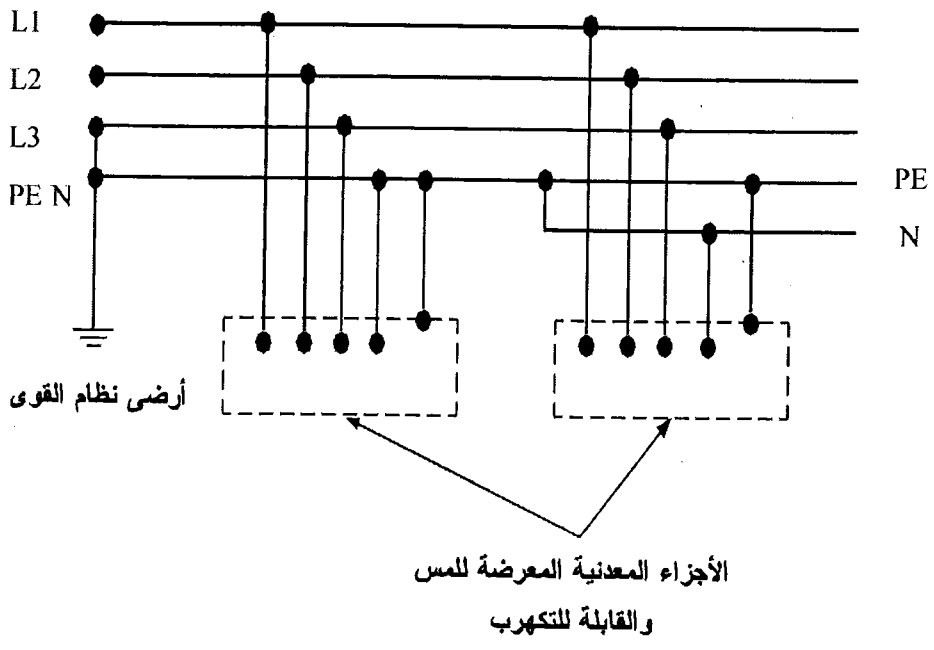
يقسم النظام "أت" (TN) إلى أقسام مختلفة طبقاً للعلاقة بين خط التعادل (N) وخط التأريض الوقائى (PE) ويرمز لذلك بحرف لاحق على النحو التالى:

ش (C): يكون خط التعادل (N) وخط التأريض (PE) مندمجان فى موصل واحد يطلق عليه موصل (PEN)

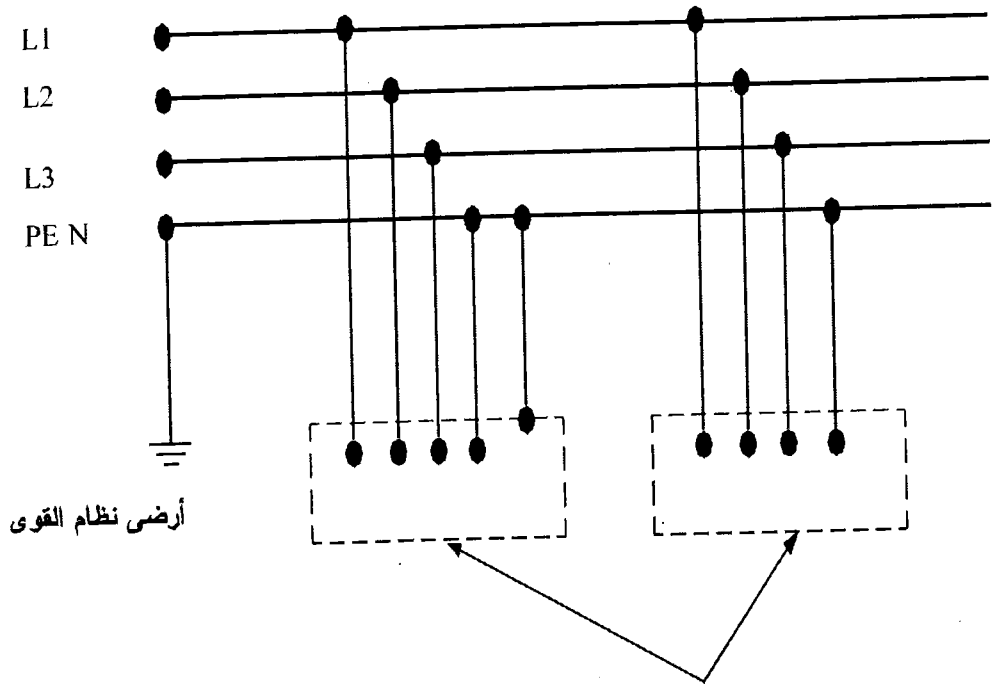
ص (S) : يكون كل من خطى التعادل (N) والتأريض الوقائى (PE) منفصلين



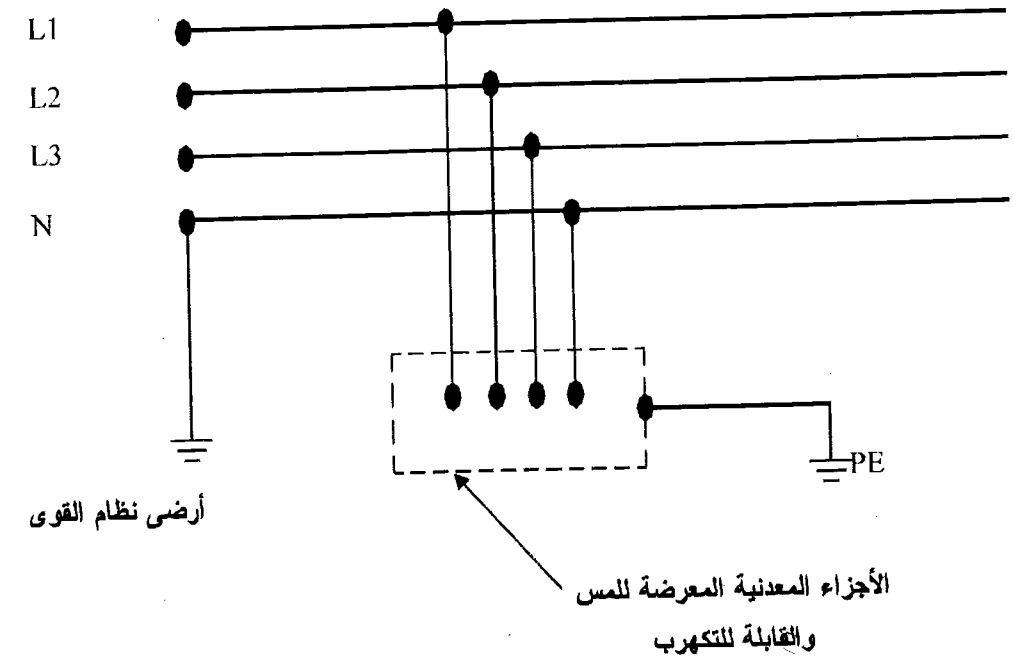
شكل (٣/١): نظام "أت – ص" TN-S وفيه يكون موصل التعادل منفصلاً عن موصلات التأريض الوقائية فى كل نظام

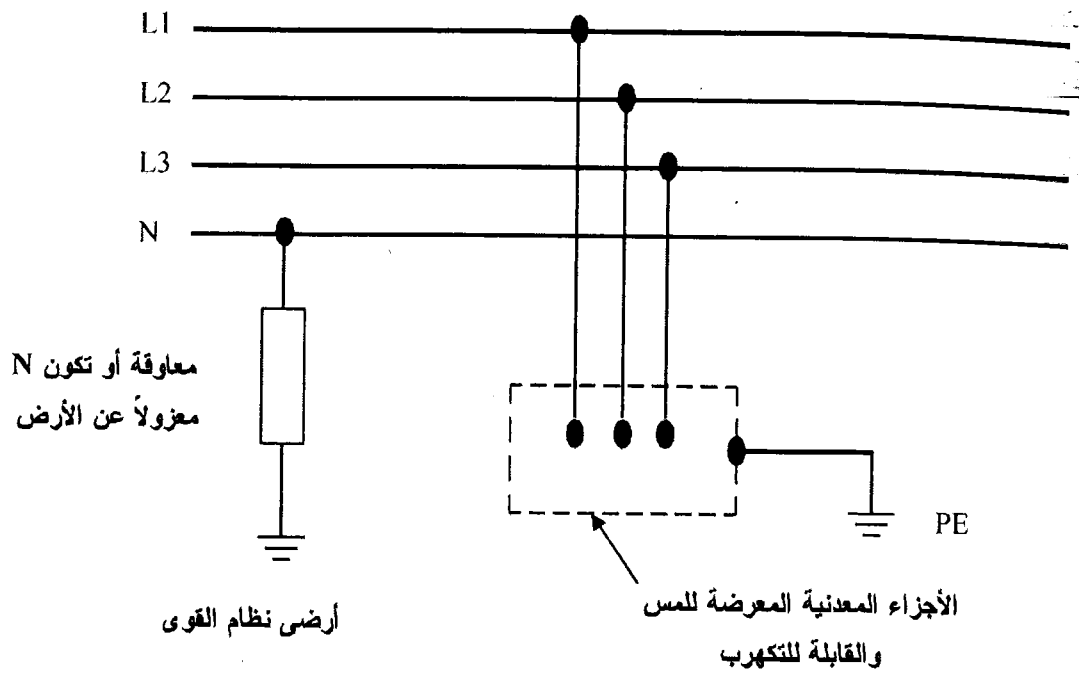


شكل (٣/٢): نظام "أت – ش– ص" TN-C-S وفيه تكون وظائف موصل التعادل وموصلات التأريض الوقائى مندمجة فى موصل واحد فى جزء من النظام



شكل (٣/٣): نظام "أت - ش" TN –C وفيه يكون وظائف موصل التعادل وموصلات التأريض الوقائى مندمجة فى موصل واحد فى كل النظام





شكل (٣/٥): نظام "ع أ" IT

٣/٢/٣ نظم التأريض المختلفة

١- نظم "أ ت" TN:

تحتوى نظم القوى "أت" (TN) على نقطة واحدة مؤرضة مباشرة على أن يتم توصيل الأجزاء المعرضة للمس والمكشوفة من التركيبات إلى هذه النقطة بواسطة موصلات وقاية، وتقسم نظم (TN) حسب ترتيبات موصل التعادل وموصلات التأريض الوقائى على النحو التالى :

أ- نظام أت – ص (TN-S) : يكون فيه موصل التعادل منفصلاً عن موصلات التأريض الوقائى، أنظر الشكل رقم (١/٣)

ملحوظة:

يفضل إستخدام هذا النظام فى بلاد كثيرة من العالم لما يوفره من أمان فى التركيبات.

ب- نظام أت- ش- ص (TN-C-S) : تكون فيه وظائف كل من موصل التعادل وموصلات التأريض الوقائى فى جزء من نظام التوزيع مندمجة فى موصل واحد، أنظر الشكل رقم (٢/٣).

ت- نظام أت-ش (TN-C) : تكون فيه وظائف كل من موصل التعادل وموصلات التأريض الوقائى فى كل النظام مندمجة فى موصل واحد (PEN)، أنظر الشكل رقم (٣/٣).

٢- **نظام " أأ " TT:**

وبه نقطة واحدة مؤرضة مباشرة ويتم توصيل كل الأجزاء المعدنية المكشوفة فى التركيبات والمعرضة للمس إلى أقطاب تأريض خاصة لا تعتمد على أقطاب التأريض فى النظام، أنظر الشكل رقم (٤/٣)

٣- **نظام " ع أ " IT:**

لا يحتوى النظام "ع أ" IT على اتصال مباشر بين الأجزاء المكهربة والأرض، ويتم تأريض الأجزاء المعدنية فى التركيبات الكهربائية والمعرضة للمس، أنظر الشكل رقم (٥/٣)

ملحوظة :

لا يستخدم هذا النظام فى شبكات الجهد المنخفض لتوزيع القوى الكهربائية.

٤/٢/٣ مصادر(منابع) تغذية التركيبات الكهربائية

يتم تقييم الخواص الواردة فيما بعد لمصدر التغذية أو المصادر المتاحة (مصادر التغذية الرئيسية- مصادر التغذية الاحتياطية) - خدمات الأمان من حيث الآتى:

١- الجهد أو الجهود الإسمية

٢- طبيعة التيار والتردد

٣- مدى مناسبتها للمتطلبات القصوى للتركيبات

٤- طراز نبيطة الوقاية ضد زيادة التيار التى تعمل عند نقطة بدء التغذية والقيمة المقننة لتيار هذه النبيطة

٣- مدى تناسبها مع متطلبات التركيبات شاملة المتطلبات القصوى

٥/٢/٣ مصادر التغذية لأجهزة خدمات الأمان ومصادر التغذية الاحتياطية

- يجب التأكد من تحقيق الخواص المذكورة أعلاه بالنسبة لأى مصدر تغذية خارجى، وعلى وجه الخصوص فى حالة مصدر التغذية المستقل الخاص بهذه التركيبات، وذلك بالنسبة لكافة أنواع مصادر التغذية الرئيسية ومصادر تغذية خدمات الأمان ومصادر التغذية الاحتياطية.
- يجب تدبير مصادر تغذية مستقلة وذات سعة كافية لتغذية الأحمال الهامه أثناء مقاومة

الحريق وتوفير متطلبات الأمان، وذلك بخلاف مصدر التغذية الرئيسى ومصدر التغذية الاحتياطى.

٦/٢/٣ تقسيم التركيبات

يجب تقسيم كل أجزاء التركيبات الكهربائية إلى عدة دوائر لتحقيق الأهداف التالية:

١- تفادى الخطر من تأثير العطل على مناطق غير محدده

٢- تسهيل التفتيش على الأمان والاختبار وأعمال الصيانة

٣- درء الخطر الذى قد ينجم عن حدوث عطل فى دائرة شاملة غير مقسمة إلى دوائر أو أجزاء محدوده

٤- يجب تزويد أجزاء التركيبات الكهربائية التى تحتاج إلى تحكم منفصل بدوائر توزيع منفصلة تضمن عدم تأثير تلك الدوائر عند حدوث عطل فى دوائر أخرى.

٣/٣ تصنيف المؤثرات الخارجية على التركيبات الكهربائية

١/٣/٣ عام

يتناول هذا الفصل التصنيف والرموز الخاصة بالمؤثرات الخارجية والتى يجب مراعتها عند تصميم وإنشاء التركيبات الكهربائية.

٢/٣/٣ رموز التصنيف

يشار إلى كل من المؤثرات الخارجية على التركيبات الكهربائية برمز يحتوى على مجموعة مكونة من حرفين ورقم وذلك على النحو التالى:

يشير الحرف الأول من اليسار إلى التصنيف العام للمؤثر الخارجى كما يلى:

A : ظروف البيئة المحيطة

B : طبيعة إستخدام المبنى

C : طبيعة إنشاءات المبنى

ويشير الحرف الثانى من اليسار إلى طبيعة المؤثر الخارجى فعلى سبيل المثال:

A : حدود درجات الحرارة

B : حدود الرطوبة النسبية

C : حدود الإرتفاعات

كما يشير الرقم إلى الدرجة فى مدى المؤثر الخارجى:

١ : أقل من حد معين

٢ : أكبر من حد معين

٣ : تقع بين حدين معينين

ويعنى الرمز AC2 على سبيل المثال:

A : البيئة المحلية

C : إرتفاع البيئة المحلية عن سطح البحر

C2: تعنى إرتفاع البيئة المحلية عن سطح البحر أكبر من ٢٠٠٠م

ملحوظة:

ليس المقصود عند استخدام الرموز الواردة فى هذا الفصل، وضع علامات معينة على بطاقة الأجهزة وإنما لتحديد نوع المؤثر الخارجى على التركيبات الكهربائية ومدى تأثيرها.

هذا ويبين الجدول رقم (١/٣) قائمة موجزة بالمؤثرات الخارجية، وبها تصنيف كل من درجات الحرارة والارتفاعات عن سطح البحر ووجود الماء ووجود أجسام صلبة ووجود عناصر مؤكسدة أو مسببة للتلوث، وكذلك تصنيف الإجهادات الميكانيكية أو وجود نمو زهرى أو عفن حول التركيبات وتصنيف الزلازل والصواعق التى تتعرض لها التركيبات، وكذلك مقدرة الأشخاص المتعاملة مع التركيبات وتلامسهم مع جهد الأرض، وكذلك تصنيف حالات الإخلاء والطوارئ وطبيعة الخامات المصنعة أو المخزنة فى المبنى الذى به التركيبات، وتصنيف مواد الإنشاء وتصميم المبانى.

ويمكن الرجوع إلى تفاصيل كل مؤثر خارجى بالجداول أرقام من (م١/٣) حتى (م١٨/٣) بالملحق رقم (م٣).

جدول (١/٣): قائمة موجزة بالمؤثرات الخارجية

AA	درجة الحرارة المحيطة	AF	تواجد العناصر الحاتة	AM	تواجد الإشعاع
AA 1	من -٦٠ م° إلى + ٥م°	AF 1	بكمية مهملة	AM 1	بدرجة مهملة
AA 2	من -٤٠ م° إلى + ٥م°	AF 2	من عوامل الجو	AM 2	تيارات شاردة
AA 3	من -٢٥ م° إلى + ٥م°	AF 3	بطريقة متقاطعة	AM 3	كهرومغناطيسية
AA 4	من -٥ م° إلى + ٤٠م°	AF 4	بطريقة مستمرة	AM 4	تأينية
AA 5	من +٥ م° إلى + ٤٠م°			AM 5	كهروستاتيكية
AA 6	من +٥ م° إلى + ٦٠م°			AM 6	حثية
AC	الإرتفاع عن سطح الأرض	AG	التعرض للتصادم	AN	التعرض لإشعاع شمسى
AC	الإرتفاع (م)	AG 1	بدرجة قليلة	AN 1	بدرجة مهملة
AC 1	٢٠٠٠> م	AG 2	بدرجة متوسطة	AN 2	بدرجة محسوسة
AC 2	٢٠٠٠< م	AG 3	بدرجة عالية		
AD	التعرض للماء	AH	التعرض للإهتزاز	AP	التعرض للزلزال
AD 1	بكمية مهملة	AH 1	بدرجة قليلة	AP 1	بدرجة مهملة
AD 2	قطرات متساقطة	AH 2	بدرجة متوسطة	AP 2	بدرجة قليلة
AD 3	رزاز	AH 3	بدرجة عالية	AP 3	بدرجة متوسطة
AD 4	رشات			AP 4	بدرجة عالية
AD 5	نافثات				
AD 6	موجات	AK	تواجد النمو الزهرى	AQ	التعرض للصواعق
AD 7	غمر	AK 1	بدون خطورة	AQ 1	بدرجة مهملة
AD 8	غمر دائم	AK 2	بدرجة خطيرة	AQ 2	بدرجة مباشرة
				AQ 3	مباشرة
AE	تواجد جسيمات صلبة دخيلة	AL	تواجد الحيوانات		
AE 1	بكمية مهملة	AL 1	بدون خطورة		
AE 2	صغيرة	AL 2	بدرجة خطيرة		
AE 3	متناهية الصغر				
AE 4	غبار				

تابع جدول (٣/١): قائمة موجزة بالمؤثرات الخارجية

B	BA	مقدرة الأشخاص بالمبنى	B	BE	طبيعة الخامات
	AA 1	عادية		BE 1	بدون خطورة
	AA 2	أطفال		BE 2	خطر الحريق
	AA 3	معوقون		BE 3	خطر الإنفجار
	AA 4	متعلمون		BE 4	خطر التلوث
	AA 5	مهرة			
	BC	تلامس الكائنات مع الأرض	C	CA	طبيعة مواد التشييد
	BC 1	لا يوجد		CA 1	بدرجة مهملة
	BC 2	قليل		CA 2	بدرجة محسوسة
	BC 3	متردد			
	BC 4	دائم			
	BD	حالات شغل وإخلاء المبنى		CB	تصميم المنشأ
	BD 1	منخفض الكثافة/ سهل الإخلاء		CB 1	إحتمال ضئيل لإنتشار الحريق
	BD 2	منخفض الكثافة/ صعب الإخلاء		CB 2	خطر إنتشار الحريق
	BD 3	عالى الكثافة/ سهل الإخلاء		CB 3	إحتمال تحرك المنشأ
	BD 4	عالى الكثافة/ صعب الإخلاء		CB4	عدم إستقرار المنشأ

٤/٣ قابلية معدات التركيبات الكهربائية للتوافق مع المعدات الأخرى

يجب مراعاة خواص كل المعدات الكهربائية المستخدمة فى التركيبات لتلافى أيه أضرار قد تحدث بالمعدات الكهربائية الأخرى الموجودة فى المكان أو المتصلة بنظام التغذية أو مصدر التغذية، وتشمل تلك الخواص على سبيل المثال ما يلى:

- الجهود الزائدة العابرة فى شبكة التغذية
- الأحمال سريعة التغير
- التيارات الزائدة عند بدء حركة المحركات
- محتوى التوافقيات فى الشبكة نتيجة لبعض الأحمال، كما فى حالات الإنارة الفلورية والمحركات باستعمال الثايريستورات
- الحث التبادلى بين المعدات أو الموصلات
- تغذية عكسية من التيار المستمر (D.C – feed back)
- تذبذب عالى التردد
- تيارات تسرب أرضية سواء من المعدات إلى الأرض أو بين المعدات وبعضها

٥/٣ توافر إمكانيات لصيانة التركيبات الكهربائية

يجب وضع سياسة لعمليات صيانة التركيبات الكهربائية من حيث نوعياتها ودوريتها الكهربائية خلال عمرها الافتراضى، وعلى أن يتم ذلك كلما أمكن بالاتفاق مع الجهات التى ستقوم بتشغيل وصيانة هذه التركيبات. ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار عند تصميم واختيار وتركيب المعدات والإنشاءات الكهربائية إمكانية عمل ما يلى:

- سهولة عمل الفحص والاختبار والصيانة والإصلاحات الضرورية خلال العمر الافتراضى لها، وذلك بطريقة مأمونة
- التأكد من فعالية إجراءات الحماية للأمان
- التأكد من وثوقية الأجهزة الضرورية للتشغيل السليم للتركيبات

الباب الرابع
الوقاية والأمان

١/٤ عام

تتناول البنود من ٢/٤ إلى ٨/٤ متطلبات وقاية الأشخاص والحيوانات والممتلكات، فى حين يتناول البند ٩/٤ تطبيقات احتياطات الوقاية والأمان والتنسيق بينها.

ملاحظات :

- يمكن تطبيق الاحتياطات الوقائية على التركيبات الكهربائية ككل أو على جزء منها، أو على معدة واحدة
- لا يعنى ترتيب الاحتياطات الوقائية ترتيبا للأهمية فيما بينها
- يجب مراعاة توفير احتياطات وقائية تكميلية فى حالة عدم كفاية الاحتياط الوقائى الأساسى، وذلك للتأكد فى حالة تطبيق كافة هذه الاحتياطات الوقائية، من أن درجة الأمان المتوفرة تتطابق تطابقا تاما مع متطلبات الاشتراطات فى هذا الباب

٢/٤ الوقاية ضد الصدمة الكهربائية

- يجب أن تفى الوقاية ضد الصدمة الكهربائية اشتراطات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364-4-41.
- يجب توفير الوقاية ضد الصدمة الكهربائية طبقا لطرق التطبيق الواردة بالبند ٩/٤، وذلك باتخاذ أى من الاحتياطيين التاليين :

أ- احتياط مناسب للوقاية ضد كل من التلامس المباشر (صدمة كهربائية فى التشغيل العادى) والتلامس غير المباشر (صدمة كهربائية أثناء حدوث خطأ)، وكما هو وارد بالبند ١/٢/٤

ب- مجموعة من احتياطات مناسبة من بين الواردة فى كل من بند الوقاية ضد التلامس المباشر، وبند الوقاية ضد التلامس غير المباشر

١/٢/٤ الوقاية ضد التلامسين المباشر وغير المباشر

(١) عام

يستخدم واحد من الاحتياطات الوقائية الأساسية التالية للوقاية ضد كل من التلامس المباشر وغير المباشر، وكما هو محدد فى شروط التطبيق بالفقرة (٣) من البند (٢/٩/٤):

- الوقاية باستخدام جهد شديد الانخفاض مأمون (Safety Extra Low Voltage (SELV)) (الفقرة (٢) من هذا البند)
- الوقاية باستخدام الجهد شديد الانخفاض المستخدم لأداء غرض وظيفى (Functional Extra Low Voltage (FELV)) (الفقرة (٥) من هذا البند)
- الوقاية بالحد من تيار الصدمة الكهربائية (الفقرة (٦) من هذا البند)

(٢) الوقاية باستخدام جهد شديد الانخفاض مأمون

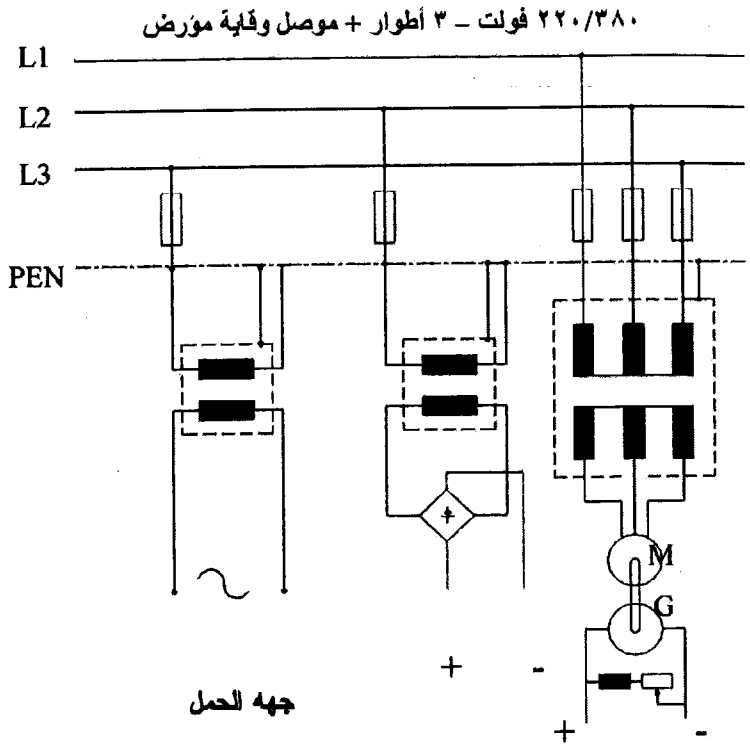
تتوافر الوقاية ضد الصدمة الكهربائية عموما عند تحقيق كل المتطلبات الآتية :

- لا يزيد الجهد الإسمى للدائرة المعنية عن حدود الجهد شديد الانخفاض
- تكون التغذية من أحد مصادر التغذية المأمونة والمدونة بالفقرة (٣) من هذا البند
- تحقيق الاشتراطات الواردة بالفقرة (٤) من هذا البند

(٣) مصادر التغذية المأمونة

يعتبر مصدر التغذية مأمونا، عندما يكون واحدا من المصادر التالية والموضحة فى الشكل رقم (١/٤):

- محول عازل (Isolating Transformer, (IT))، وتكون ملفات الثانوى به غير متصلة بالأرض، ويكون مطابقا لشروط عزل المعدات من المصنف رقم ٢ (Class 2) بالمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60076-1
- مصدر تغذية، يحقق درجة من الأمان مكافئة لتلك التى يحققها محول عازل مأمون المشار إليه فى الفقرة أعلاه، (على سبيل المثال، استخدام مولد يدار بمحرك وله ملفات تضمن درجة عزل مكافئة لما يحققها محول عازل مأمون)
- مصدر كهروكيميائى، (على سبيل المثال التغذية من بطاريات)، أو أى مصدر آخر لا يعتمد على دائرة ذات جهد أعلى، (مثلا مولد يدار بمحرك ديزل)
- دائرة الكترونية، بها احتياطات كافية تضمن ألا يزيد الجهد على أطراف الخروج عن الجهد شديد الانخفاض حتى فى حالة حدوث خطأ داخلى



شكل (١/٤): طرق الحصول على مصدر تغذية مأمون ذى جهد شديد الانخفاض

(٤) ترتيب الدوائر

أ- يجب ألا يتم توصيل الأجزاء المكهربة فى دوائر الجهد شديد الانخفاض المأمون إلى الأرض أو إلى أجزاء مكهربة أو إلى موصلات وقائية تكون جزءاً من دوائر أخرى.

ب- يجب ألا توصل الأجزاء المعدنية المعرضة للمس من دوائر الجهد شديد الانخفاض المأمون عن قصد إلى أى من الأجزاء الآتية :

- الأرض
- الموصلات الوقائية أو الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى نظام آخر من التركيبات
- الأجزاء المعدنية الدخيلة (Extraneous conductors)، ويستثنى من ذلك تلك الأجزاء المعدنية الدخيلة المختارة لتوصيل بعض أسطح معدنية معرضة للمس فى المعدات إليها بشرط ضمان عدم إرتفاع جهد الأسطح إلى الحد الأقصى للجهد شديد الانخفاض وفى حالة إحتمال تعرض الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى دوائر الجهد شديد

- الانخفاض المأمون للتلامس مصادفة مع أجزاء معدنية معرضة للمس فى دوائر ذات جهود أخرى، فإن الوقاية فى هذه الحالة لا تقتصر على إجراءات الوقاية باستعمال الجهد شديد الانخفاض المأمون فقط، بل يجب أن تحقق أيضاً كل المتطلبات الخاصة بوقاية تلك الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى الدوائر الأخرى.

ت- يجب أن يتم فصل الأجزاء المكهربة فى معدات الجهد شديد الانخفاض المأمون عن الدوائر ذات الجهد الأعلى، ويستثنى من ذلك الكابلات، ويجب ألا تقل درجة العزل الناشئ عن هذا الفصل بين الأجزاء المكهربة فى كل من دوائر الجهد شديد الانخفاض المأمون ودوائر الجهد الأعلى منه، عن تلك الدرجة التى تكون بين ملفات الدخل وملفات الخرج للمحولات العازلة المأمونة.

ث- يفضل أن تكون موصلات دائرة الجهد شديد الانخفاض المأمون منفصلة طبيعياً عن موصلات أى دائرة أخرى،وإذا تعذر تطبيق ذلك فإنه يجب تطبيق أحد الترتيبات التالية:

- عزل موصلات دائرة الجهد شديد الانخفاض المأمون طبقاً للمتطلبات الواردة بهذه الأسس والشروط المطبقة على الجهد الأعلى المجاور لها
- يجب أن تكون الكابلات المستخدمة فى دوائر الجهد شديد الانخفاض المأمون ذات غلاف غير معدنى
- يجب فصل موصلات الدوائر ذات الجهود المختلفة عن موصلات دوائر الجهد شديد الانخفاض المأمون بواسطة شبكة معدنية مؤرضة أو غلاف معدنى مؤرض
- يمكن احتواء موصلات الدوائر ذات الجهود المختلفة فى كابل متعدد الوصلات أو تجميعها بطريقة أخرى، ولكن إذا وجد جهد أعلى، فيجب عزل موصلات دائرة الجهد شديد الانحفاض المأمون على أعلى جهد مجاور لها

ج- يجب اختيار مخرج المقبس (البريزة) والقابس (الفيشة) فى دوائر الجهد شديد الانخفاض، بحيث لا يمكن إدخال قوابس أى جهد فى مخارج المقابس المغذاة من جهود أخرى فى نفس المبنى، كما يجب ألا تحتوى مخارج مقابس دوائر الجهد شديد الانخفاض المأمون على توصيلة لموصل وقائى.

ح- يجب اختيار وتركيب مصادر التغذية المأمونة النقالية طبقاً للأسس والشروط الواردة فى الفقرة (٣) من البند (٣/٢/٤).

خ- إذا زاد الجهد الإسمى عن ٢٥ فولت تيار متردد (قيمة فعالة، ذبذبة ٥٠ هرتز) أو عن ٦٠ فولت تيار مستمر (بدون أى تموج)، فيجب فى حالة الوقاية ضد التلامس المباشر استخدام واحد أو أكثر من الوسائل الآتية :

- حواجز (Barriers) أو أوعية (Enclosures) تضمن درجة حماية لا تقل عن د ح ٢ س "IP2x" ، أنظر المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60298
- عزل قادر على الصمود لجهد اختبار ٥٠٠ فولت تيار مستمر لمدة دقيقة واحدة.

فإذا لم تزد قيمة الجهد الإسمى عن ٢٥ فولت تيار متردد (قيمة فعالة عند ذبذبة ٥٠ هرتز أو ٦٠ فولت تيار مستمر (بدون أى تموج)، فإنه من غير المطلوب فى هذه الأسس والشروط، الوقاية ضد التلامس المباشر باستثناء ما ذكر بالتحديد فى البند (٩/٤).

(٥) نظم الجهد شديد الانخفاض المستخدمة لأداء وظيفة معينة

أ- إذا استخدم الجهد شديد الانخفاض لأداء وظيفة معينة (Functional extra low voltage)، ولم تتحقق المتطلبات الواردة فى البنود من (٢) إلى (٤) السابقة، فيجب تطبيق الاشتراطات المناسبة الواردة فى الفقرات من (ب) إلى (ج) من هذا البند، لضمان تحقيق الوقاية ضد الصدمة الكهربائية. ويطلق على النظم التى تستخدم هذه الاشتراطات " نظم الجهد شديد الانخفاض المستخدمة لأداء غرض معين".

ملحوظة :

تندرج تحت هذا المسمى على سبيل المثال، حالة دوائر الجهد شديد الانخفاض عند تأريض نقطة واحدة من الدائرة أو الأجزاء المعدنية المكشوفة والمعرضة للمس فى المعدات المتصلة بالأرض، أو إذا احتوت الدوائر على مكونات مثل المحولات، المرحلات (الريليهات)، مفاتيح تحكم عن بعد، الملامسات (الكونتاكتورات)، وكانت هذه المكونات غير معزولة بدرجة كافية عن أية دائرة أخرى ذات جهد أعلى من الجهد شديد الانخفاض.

ب- إذا حقق نظام الجهد شديد الانخفاض المتطلبات المذكورة بالاشتراطات فى البند (٢) بشأن الجهد شديد الانخفاض المأمون، غير أن الأجزاء المكهربة أو الأجزاء المكشوفة المعرضة للمس تكون متصلة بالأرض أو بموصلات وقائية تابعة لنظم أخرى (خلافا لما هو وارد بالفقرتين أ ، ب من البند (٤))، فيجب توفير الوقاية ضد التلامس المباشر باستعمال واحدة أو أكثر من الوسائل الآتية :

- أوعية واقية تحقق على الأقل درجة حماية د ح ٢ س " IP2x "
- عزل قادر على الصمود لجهد اختبار ٥٠٠ فولت تيار متردد (قيمة فعالة) لمدة دقيقة واحدة

ويعتبر مثل هذا النظام، وقاية ضد التلامس غير المباشر أيضا، ولا تستبعد هذه الفقرة إمكانية استعمال بعض المعدات الخاصة لتحقيق درجة أمان كافية بدون الحاجة إلى تطبيق وسائل وقاية إضافية

ت- إذا لم يتفق نظام الجهد شديد الانخفاض بصفة عامة مع المتطلبات الواردة فى البند (٢) بشأن الجهد شديد الانخفاض المأمون، فيجب توفير الوقاية ضد التلامس المباشر باستعمال واحدة أو أكثر من الوسائل الآتية :

- حواجز أو أوعية تكون مطابقة للأسس والشروط الواردة فى البند (٣)
- عزل دائرة الجهد شديد الانخفاض على جهد يساوى أقل جهد اختبار مطلوب للدائرة الابتدائية المغذية

كما يجب بالإضافة إلى ذلك، توفير متطلبات الوقاية ضد التلامس غير المباشر طبقا للوارد فى الفقرة (ث) التالية. وإذا كانت درجة عزل أجهزة مبنية مسبقاً بالمصنع لا يصمد لأقل جهد اختبار للدائرة الابتدائية، فإنه يمكن استخدام دائرة ذات جهد شديد الانخفاض لتغذية هذه الأجهزة، بشرط أن يتم تدعيم عزل الأجزاء سهلة المنال من تلك المعدات أثناء عملية التركيب بحيث يمكنها الصمود لجهد اختبار قيمته ١٥٠٠ فولت تيار متردد (قيمة فعالة) لمدة دقيقة واحدة.

ث- فى الدوائر ذات الجهد شديد الانخفاض المستخدمة لأداء وظيفة معينة والمغذاة من دائرة ابتدائية ذات وقاية باستخدام الفصل التلقائى، يجب توصيل الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى الدائرة شديدة الانخفاض بالموصل الوقائى فى الدائرة الابتدائية (ذات الجهد الأعلى) وكما هو موضح بالشكل رقم (٢/٤).

ملحوظة :-

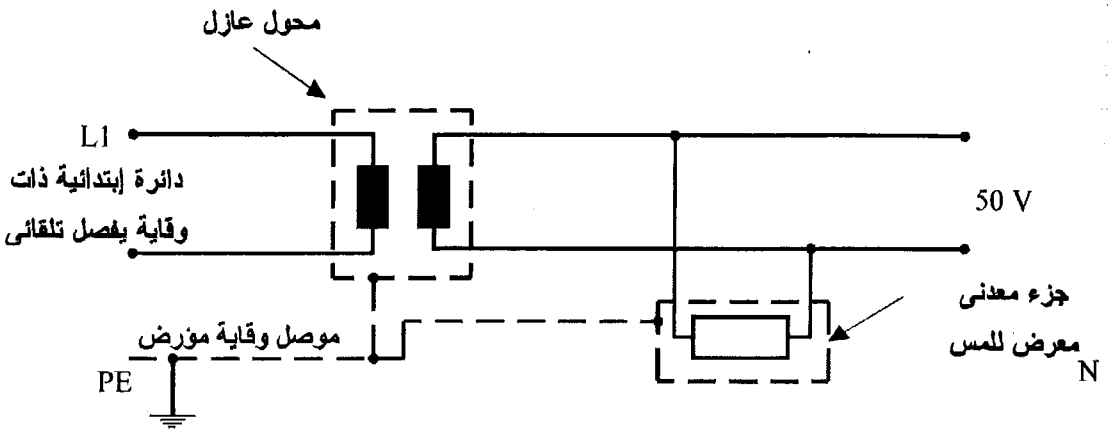
لا تستبعد هذه الفقرة، إمكانية توصيل موصل فى دائرة ذات جهد شديد الانخفاض لأداء وظيفة معينة على الموصل الوقائى فى دائرتها الابتدائية.

ج- أما إذا تمت وقاية الدائرة الابتدائية لمصدر تغذية ذى جهد شديد الانخفاض لأداء وظيفة معينة وذلك عن طريق العزل الكهربائى (الأسس والشروط بالبند (٦))، فيجب توصيل الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى الدائرة ذات الجهد شديد الانخفاض لأداء وظيفة معينة إلى موصل وقائى غير مؤرض فى الدائرة الابتدائية، أنظر الشكل رقم (٣/٤).

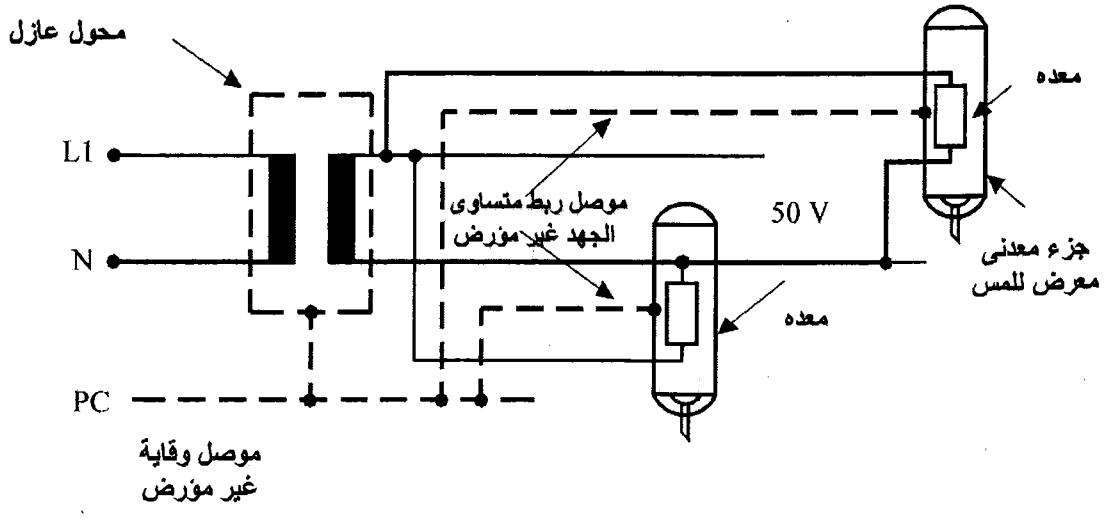
ملحوظة :

لا يتعارض هذا الشرط مع الفقرة الواردة بالفقرة (ت) من البند (٥)، لأنه يمكن فى هذه الحالة اعتبار الدائرة الابتدائية ودائرة الجهد شديد الانخفاض كدائرة واحدة معزولة كهربيا.

ح- يجب ألا تتوافق مخارج المقابس (البرايز) فى نظام جهد شديد الإنخفاض مستخدم لأداء وظيفة معينة مع قوابس (فيش) تخص أى نظم أخرى فى نفس المبنى.



شكل (٢/٤): وقاية الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى دائرة ذات جهد شديد الانخفاض مغذاة من دائرة ابتدائية ذات وقاية بالفصل التلقائى



شكل (٣/٤): وقاية الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى دائرة ذات جهد شديد الانخفاض مغذاة من دائرة ابتدائية عن طريق محول عازل

(٦) الوقاية بالحد من تيار الخطأ

يمكن توفير الوقاية ضد الصدمة الكهربائية، بأن تحتوى المعدة الكهربائية المطابقة للمواصفات القياسية المناسبة، على وسائل للحد من قيمة تيار الخطأ الذى قد يسرى خلال جسم الإنسان أو الحيوان إلى قيم أقل من قيمة تيار الصدمة. ويجب عزل الدوائر التى توفر هذه الوقاية عن الدوائر الأخرى بطريقة مشابهة للوارد فى اشتراطات الفقرتين (ت)، (ث) من البند (٤) والخاصتين بدوائر الجهد شديد الانخفاض المأمون.

٤/٢/٢ الوقاية ضد التلامس المباشر

(١) عام

يجب فى هذه الحالة، استخدام واحد أو أكثر من الاحتياطات الوقائية الأساسية التالية وطبقاً لوسائل تنفيذها الواردة فى بند تطبيق احتياجات الوقاية والأمان:

- الوقاية بعزل الأجزاء المكهربة
- الوقاية باستخدام حواجز أو حاويات
- الوقاية باستخدام حوائل أو موانع
- الوقاية بالإبعاد عن التناول

(٢) الوقاية بعزل الأجزاء المكهربة

يتم تغطية الأجزاء المكهربة تماما بمادة عازلة ثابتة يستحيل إزالتها إلا عن طريق الاتلاف، وتكون لها القدرة المستمرة على تحمل الإجهادات الميكانيكية والكهربائية والحرارية والكيميائية التى قد تتعرض لها اثناء تشغيلها.

ملاحظات :

- عندما يتم عزل الأجزاء المكهربة أثناء تنفيذ التركيبات الكهربائية، فإنه يجب التأكد من جودة ذلك العزل عن طريق الاختبارات المماثله لتلك التى تجرى للتأكد من جودة العزل للمعدات المماثلة المبنية مسبقا بالمصنع.
- لا تحقق الدهانات والطلاءات والمنتجات المشابهة على وجه العموم، عزلا كافيا للوقاية ضد التلامس المباشر، إلا اذا توافر معها عزل إضافى.

(٣) الوقاية باستخدام الحواجز (Barriers) أو الحاويات (Enclosures)

أ- يجب أن توضع الأجزاء المكهربة داخل حاوية أو خلف حواجز تحقق على الأقل درجة الحماية د ح ٢ س " IP2x " ، أما إذا تحتم ترك فتحة كبيرة بالحاوية والحواجز أكبر مما تتطلبه درجة الحماية المذكورة، وذلك لغرض استبدال بعض الأجزاء أو لتحقيق الأداء الوظيفى الصحيح للمعدة الكهربائية، فإنه يجب تحقيق كل من المتطلبات الآتية:

- تؤخذ الاحتياطات المناسبة لمنع الأشخاص أو الدواب من التلامس غير المقصود بالأجزاء المكهربة
- يجب أن تتوفر، كلما كان ذلك ممكنا من الناحية العملية، الوسيلة اللازمة لإعلام الأشخاص بإمكانية لمس الأجزاء المكهربة من خلال الفتحة وبضرورة عدم لمسها

ب- يجب أن تحقق الأسطح الأفقية العلوية للحواجز أو للحاوية والتى تكون سهلة المنال، درجة من الوقاية تكافىء على الأقل درجة الحماية د ح ٤ س "IP4X ".

ت- يجب تثبيت الحواجز والحاويات تثبيتاً جيداً فى أماكنها، وأن تحقق درجة كافية من الاستقرار والتحمل مع الاحتفاظ بدرجة الحماية المطلوبة، وأن توفر الفصل المناسب عن الأجزاء المكهربة فى ظروف التشغيل العادى.

ث- إذا اقتضت الضرورة توفير إمكانيات رفع حواجز من أماكنها أو فتح الحاويات أو رفع أجزاء منها، فإنه يجب تحقيق واحد أو أكثر من المتطلبات التالية طبقا لتعليمات التشغيل :

- لا يمكن رفع الحواجز أو فتح الحاويات إلا عن طريق استخدام مفتاح أو عدة
- لا يمكن هذا الرفع أو الفتح، إلا بعد فصل مصدر التغذية عن الأجزاء المكهربة التى توفر الحواجز أو الحاوية الوقاية لها، كما لا يمكن إرجاع مصدر التغذية إلا بعد استرجاع الحواجز فى أماكنها أو إغلاق الحاوية تماما
- يجب وضع حاجز وسيط لمنع التلامس مع الأجزاء المكهربة، وعلى أن يوفر هذا الحاجز درجة حماية IP2X على الأقل، ولا يمكن رفع هذا الحاجز الوسيط إلا عن طريق استخدام عدة.

(٤) الوقاية باستخدام الحوائل أو الموانع (Obstacle)

تقوم الحوائل بمنع الآتى:

- الاقتراب العفوى (غير المقصود) من الأجزاء المكهربة
- التلامس غير المقصود بأجزاء مكهربة فى المعدة أثناء تشغيلها العادى

ويجب تأمين وضع الحوائل بحيث يستحيل إزالتها عفويا ولكنها قد تكون قابلة للإزالة بدون استخدام مفتاح أو عدة.

(٥) الوقاية بالإبعاد عن التناول (Placing out of reach)

أ- يجب أن تكون الخطوط الهوائية المستخدمة فى التوزيع بين المبانى والمنشآت، سواء كانت عارية أو معزولة بالبلاستيك، مطابقة للأسس والاشتراطات الخاصة بالخطوط الهوائية.

ب- بخلاف المهمات المذكورة فى البند السابق، فإن الأجزاء المكهربة العارية للمعدات الأخرى، يجب ألا تكون فى متناول الذراع (Arm's reach)، ويشير المصطلح " متناول

الذراع " إلى منطقة المنال، كما هو موضح بالشكل رقم (٤/٤)، حيث يمكن أن يلمس شخص جزئين بينهما فرق جهد بفرد ذراعه.

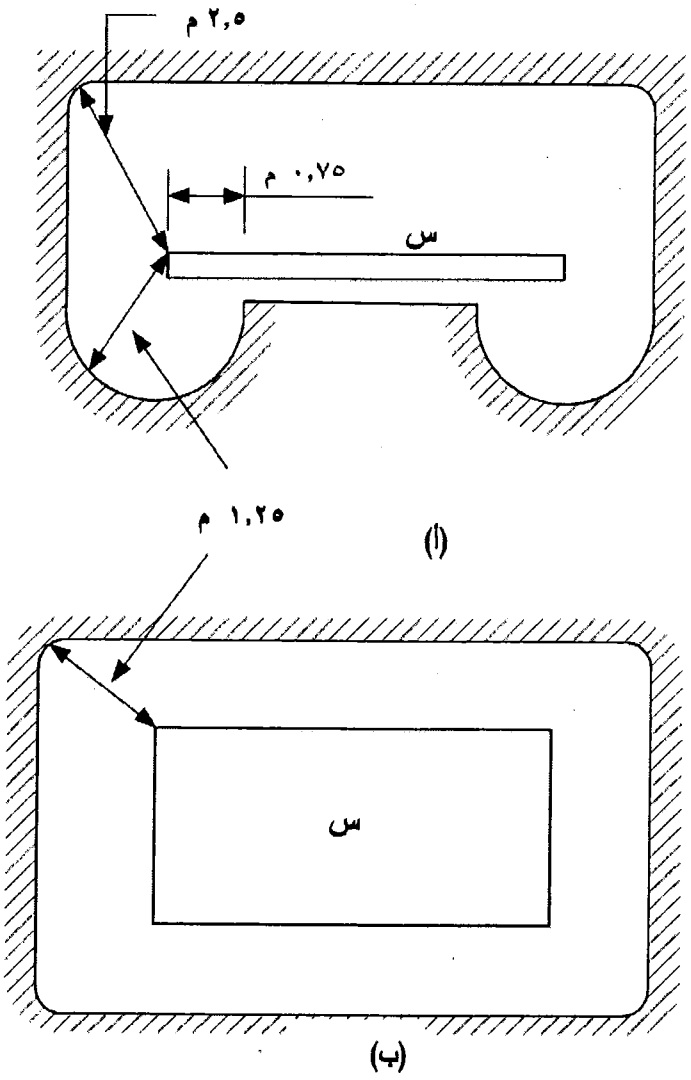
ت- إذا كانت الأجزاء المكهربة العارية، ما عدا الخطوط الهوائية، واقعة خارج نطاق متناول الذراع، ولكنها رغما عن ذلك تكون سهلة المنال، فيجب أن تكون على بعد يزيد عن ٢،٥ م من كل من الأجزاء التالية :

- الأجزاء الموصلة المعرضة للمس
- الأجزاء الموصلة الدخيلة
- أجزاء مكهربة عارية لدوائر أخرى

ث- إذا تمت إحاطة مكان يشغله أفراد بحائل، على سبيل المثال سياج أو ساتر شبكى، يوفر درجة حماية أقل من د ح ٢ س " IP2X " ، فإن متناول الذراع يجب أن يقاس فى الاتجاه الأفقى ابتداء من الحائل بحيث يجب ألا يقل بعد السطح المكهرب من السطح (س) الذى يمكن أن يشغله أفراد عن ١,٢٥ متراً أفقياً. أما فى الاتجاه الرأسى، فيجب ألا تقل المسافة لمتناول الذراع عن ٢,٥ متراً ، بصرف النظر عن وجود حائل وسيط يوفر درجة حماية لا تقل عن د ح ٢س " IP2X ".

ملحوظة :

- حددت قيم متناول الذراع، على أساس الأيدى العارية الخالية غير الممسكة بأى أشياء موصلة كأدوات أو سلم
- فى حالة تداول أجسام موصلة طويلة أو كبيرة الحجم، تزاد المسافات المطلوبة بالاشتراطات فى الفقرة أعلاه بما يعادل طول تلك الأجسام



س : سطح موصل يحتمل شغله بواسطة أفراد (التهشير يعنى جزء مكهرب)

شكل (٤/٤): مدى متناول الذراع
(أ) فى الاتجاه الرأسى
(ب) فى الاتجاه الأفقى

٤/٢/٣ الوقاية ضد التلامس غير المباشر

(١) عام

تستخدم واحدة أو أكثر من الاحتياطات الوقائية الأساسية ضد التلامس غير المباشر، وكما هو محدد طبقاً للبند (٤/٩)، وتتمثل تلك الاحتياطات فى التالى:

- الربط متساوى الجهد المؤرض مع الفصل التلقائى لمصدر التغذية، البند (٢)
- معدات كهربائية مصنف رقم ٢، البند (٣)
- موقع غير موصل، البند (٤)
- الربط متساوى الجهد غير المؤرض، البند (٥)
- العزل الكهربائى، البند (٦)

(٢) وقاية باستخدام موصلات الربط متساوية الجهد المؤرضة مع الفصل التلقائى لمصدر التغذية

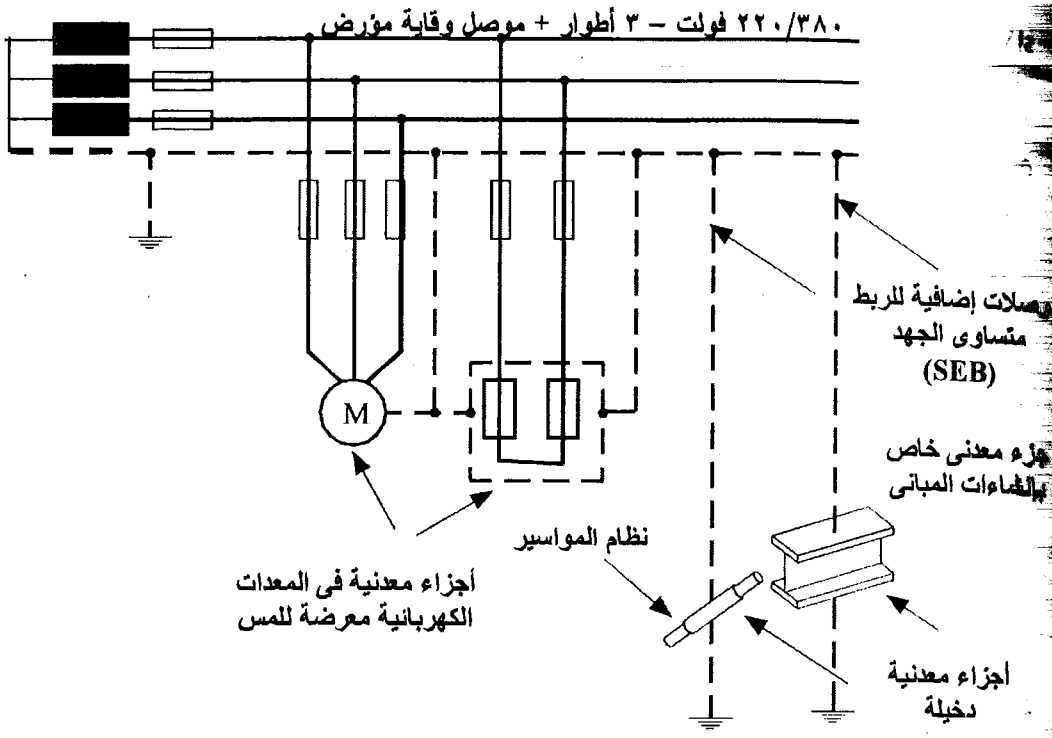
أ- تقوم الموصلات الرئيسية للربط متساوى الجهد فى التركيبات (Extraneous conductors)، كما هو موضح بالشكل رقم (٤/٥)، بتوصيل الأجزاء المعدنية الدخيلة المكشوفة والمعرضة للمس إلى طرف التأريض الرئيسى لهذه التركيبات، ويشمل ذلك الآتى :

- مواسير المياه الرئيسية
- مواسير الغاز الرئيسية
- مواسير خدمات أخرى ومجارى معدنية
- صواعد مجارى هواء التدفئة المركزية ونظم تكييف الهواء
- الأجزاء المعدنية المكشوفة والمعرضة للمس والخاصة بإنشاءات المبانى (كالسلالم الحديدية)

ملاحظات :

- يهدف هذا الرابط إلى إيجاد منطقة تقل داخلها فروق الجهد بين الأجزاء المعدنية المعرضة للمس والأجزاء المعدنية الدخيلة
- قد يطلب وجود موصلات ربط إضافية

ب- يجب التنسيق بين خصائص نبائط الوقاية المستخدمة لإتمام الفصل التلقائى وخواص التأريض بالتركيبات (معاوقات الدائرة المعنية أثناء حدوث خطأ أرضى فى أى جزء من التركيبات)، حتى لا يحدث خطر بسبب زيادة قيمة (أو فترة بقاء) فرق الجهد بين كل من الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى المعدات الكهربائية وبين ما يمكن لمسه آنيا من الأجزاء المعدنية الدخيلة فى الموقع.



شكل (٤/٥) : الوقاية باستخدام موصلات ربط متساوى الجهد مؤرضة مع الفصل التلقائى عن مصدر التغذية

ويمكن تحقيق ذلك عن طريق:

- اختيار قيمة معاوقة حلقة الخطأ الأرضى بالنسبة لكل مقبس (بريزة)، بحيث تحقق فى حالة حدوث خطأ أرضى لدائرة نهائية تغذى مخارج مقابس، أن تقوم نبيطة الوقاية بالفصل خلال ٠,٤ ثانية

  ولا يطبق هذا المطلب على الدوائر ذات الجهود المنخفضة

- اختيار قيمة معاوقة حلقة الخطأ الأرضى بالنسبة لكل نقطة تغذية فى دائرة نهائية تقوم بتغذية معدة ثابتة، بحيث تقوم نبيطة الوقاية بالفصل خلال ٥ ثوانى إذا حدث خطأ أرضى

ملحوظة :

يجب مراعاة أن كلا من فترتى الزمن ٠,٤ ث ، ٥ ث لا تعنى الفترة التى يظل فيها الشخص متلامسا مع الخطأ، ولكنها مقررة على أساس أن الفرصة المحتمل أن يتلامس فيها شخص مع الجزء المعدنى المكشوف فى المعدة أثناء حدوث الخطأ أكبر فى حالة

المعدة النقالية المغذاة من مقبس (بريزة) عنها فى حالة المعدة الكهربائية الثابتة المغذاة مباشرة من الدائرة النهائية.

يمكن على سبيل المثال حساب معاوقة الخطأ الأرضى الحلقية فى الدائرة المبينة بالشكل رقم (٦/٤) على النحو التالى:

مسار الخطأ الحلقى

يحتوى مسار الخطأ الحلقى على ما يلى:

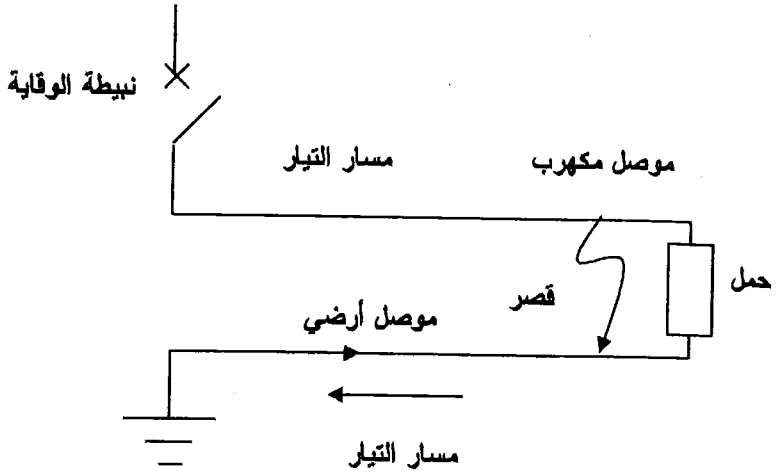
- موصل وقاية الدائرة من نقطة الأرضى فى المعدة إلى طرف التأريض عند المستهلك
- مسار رجوع التيار من نقطة التأريض عند المستهلك إلى نقطة تعادل الملفات الثانوية فى محول التغذية
- ملف الطور بالمحول
- موصل الطور من طرف الطور بالمحول وحتى موضع الخطأ

وتعنى معاوقة حلقة الخطأ قيمة المعاوقة (أو المقاومة) للحلقة (أو الدائرة) المتعرضة لحالة عطل فى نهاية مسار الكابل عند نقطة أطراف الحمل، وهناك حالتان للقصر عند نهاية الكابل أولهما قصر بين طورين وثانيهما قصر من أحد الأطوار والأرض.

وتكون قيمة المعاوقة فى حالة القصر بين أحد الأطرف والأرض هى القيمة التى تستخدم فى هذه الحسابات وتكون المقاومة عادة – وبسبب أن مساحة مقطع موصل الأرضى أقل من مساحة الموصل الكهربى – فى حالة حدوث قصر بين الموصل الكهربى والأرضى أعلى منها فى حالة العطل بين طورين، ولذلك فتؤخذ الحالة الأولى فى الحسابات لأنها ستحتاج إلى حساسية أعلى لتشغيل نبيطة الوقاية.

يوضح شكل رقم (٦/٤) مسار التيار فى حالة قصر بين موصل مكهرب وموصل الأرضى.

تكون قيمة المعاوقة الحلقية للخطأ مهمة لتحديد قيمة التيار المار عند حدوث قصر. فإذا كانت المقاومة مرتفعة، كان التيار أقل، وإذا كانت مرتفعة جداً ، يحتاج القاطع لفترة زمنية طويلة للقيام بفصل الدائرة.



شكل (٦/٤): مسار التيار فى حالة قصر بين موصل مكهرب وموصل الأرضى

حسابات معاوقة حلقة الخطأ وتحديد سعة القاطع:

مثال

إذا تم إستخدام كابل قطاع ٤مم^{٢} بمقاومة ٠,٠٠٤٦ أوم /١٠٠ م وموصل أرضى قطاع ٢,٥ مم^{٢} بمقاومة ١٠٠/٠,٠٠٤٧ م لتغذية محرك ثلاثى قدرة ٧,٥ ك.و. يقوم بسحب تيار ١٤ أمبير ويتم تقويمه مباشرة على التيار (DoL) ويكون التيار المقنن للقاطع المستخدم ٤٠ أمبير ومركب على بعد ١٠٠ متراً من المحول.

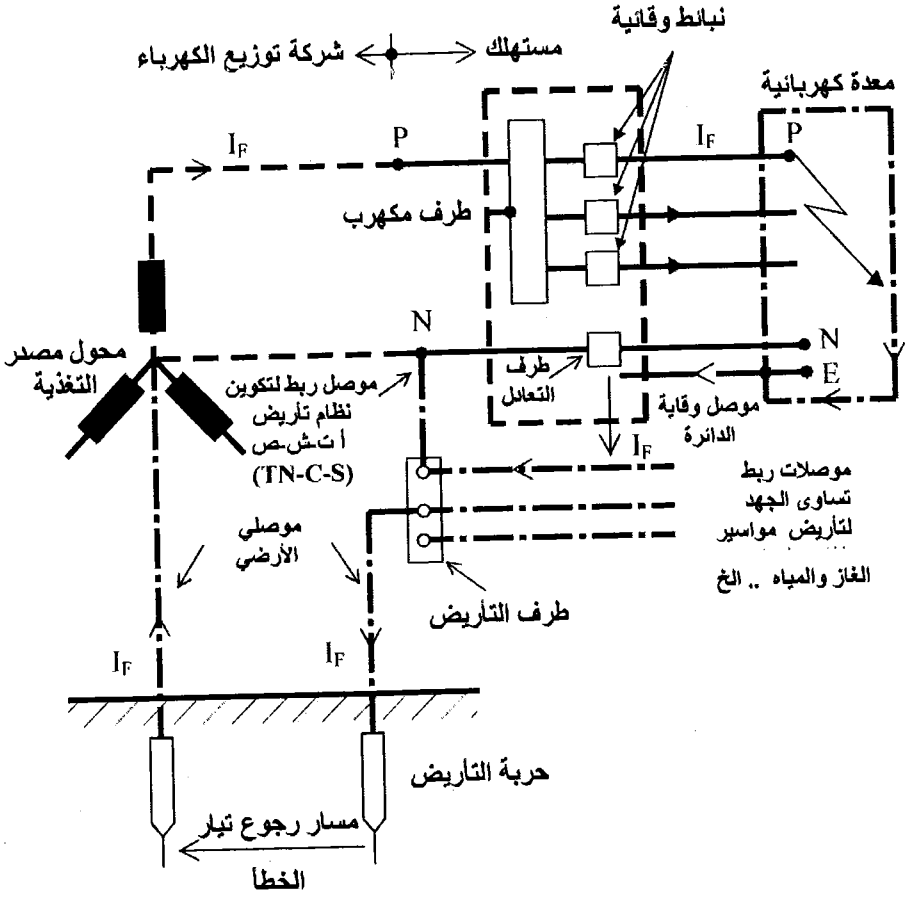
الحل

تبلغ مقاومة الكابل فى دائرة القصر بطور واحد

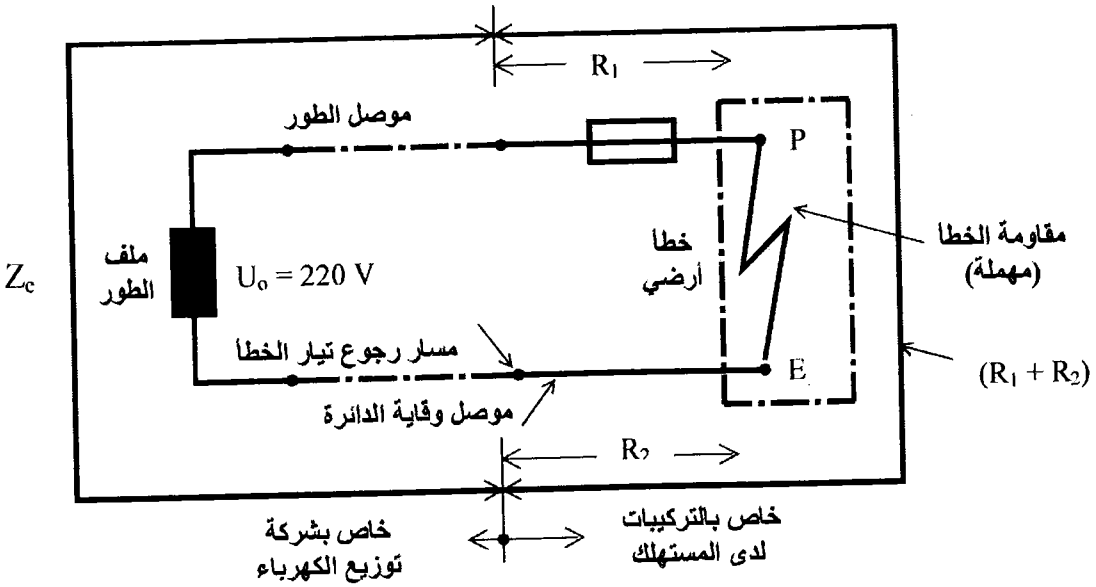
(١٠٠ × ٠,٠٠٤٦) + ١٠٠ (٠,٠٠٧٤) = ١,٢٠٢ أوم

قيمة تيار القصر عند نقطة الحمل = ١,٢٠٢/٢٤٠ = ١٩٩ أمبير ، فإذا كان القاطع من النوع C يعمل عند تيار أزيد من ٧,٥ مرة من قيمة التيار المقنن له ، فيكون التيار اللازم لتشغيل القاطع (٧,٥ × ٤٠ = ٣٠٠ أمبير)، ولكن بما أن تيار القصر عند نقطة الحمل ١٩٩ أمبير فيتضح أنه لا يمر تيار كاف لتشغيل القاطع داخل نطاق زمن صغير وانما يعمل بعد زمن طويل.

ويوضح الشكل رقم (٧/٤) الدائرة المكافئة لحلقة الخطأ الأرضى.



شكل (٤/٦): مكونات حلقة الخطأ الأرضي



شكل (٤/٧): الدائرة المكافئة لمعوقات حلقة الخطأ الأرضي

وبذلك تكون المعاوقة الحلقية الكلية للخطأ الأرضى Z_s من الدائرة المكافئة لطور واحد متعرض لخطأ أرضى كما هو موضح فى المعادلة (٤-١):

$$Z_s = Z_e + R_1 + R_2 \qquad (4\text{-}1)$$

حيث :

Z_e: هى المعاوقة الحلقية للدائرة خارج التركيبات الكهربائية
(ما يخص شركة توزيع الكهرباء)

R_1 : مقاومة موصل الطور فى تركيبات المستهلك

R_2 : مقاومة موصل وقاية الدائرة فى تركيبات المستهلك

ويكون تيار الخطأ I_f الذى يؤكد عمل بنيطة الوقاية تلقائياً هو:

$$I_f = U_0 / Z_s \qquad (4\text{-}2)$$

وتكون قيمة التيار I_f المشغل لنبيطة وقاية عبارة عن قاطع قيمته حسب نوعها كالتالى:

النوع B : ٤ مرات × التيار المقنن

النوع C : ٧,٥ مرة × التيار المقنن

النوع D : ١٢,٥ مرة × التيار المقنن

أما للمصاهر تكون I_f هى قيمة متوسطة للقيم المعطاه فى جداول المصاهر.

ت- حساب Z_e

يمكن حساب Z_e بإحدى الطرق الآتية:

- بحسابها من تفاصيل بيانات محول مصدر التغذية وكابلات التوزيع وموصلات الصواعد، (يجب أن يقوم مهندس متمرس بحسابها)
- بقياسها من نقطة المأخذ الخاصة بمبنى مجاور له صاعد بنفس مقطع وطول الكابل المقترح، (تعتبر طريقة سهلة وتعطى نتائج مقبولة)
- استخدام القيم القصوى المحددة والمعطاة من شركة توزيع الكهرباء – يفضل استخدام هذه الطريقة وهى:
  - فى نظام " أ أ " (ت ت) تبلغ Z_e ٢٢١ أوم (قيمة قصوى)
  - فى نظام " أت – ص " (TN-S) تبلغ ٠,٨ أوم (قيمة قصوى)
  - فى نظام " أت – ش – ص " (TN – C – S) تبلغ ٠,٣٥ أوم (قيمة قصوى)

هذا ويمكن حساب المقاومة ($R_1 + R_2$) الخاصة بالمستهلك من المعلومات المتوفرة من الشركة المصنعة للموصلات أو من البيانات الخاصة بالموصلات المعطاة فى الجدول رقم (٤/١) مع مراعاة ضرب القيمة فى عامل درجة الحرارة.

ت-إذا تمت الوقاية باستخدام نبيطة تعمل عند زيادة التيار وكانت قيمة فرق الجهد الإسمى إلى الأرض (U_0) هى ٢٢٠ فولت (قيمة فعالة)، فيجب ألا تزيد المعاوقة الحلقية (Z_s) عند حدوث خطأ أرضى عما هو وارد بالجداول رقم (٤/٢)، رقم (٤/٣) حتى تكون هذه القيمة مناسبة لنوع الدائرة ونوع نبيطة الوقاية وتيارها المقنن، ويمكن الحصول على الخصائص الضرورية للعلاقة بين التيار والزمن طبقاً لأنواع ومقننات نبائط زيادة التيار بالمواصفات الخاصة بها، أنظر الملحق رقم (م٤).

ملحوظة :

القيمة ٢٢١ أوم فى نظام "أأ" (TT) المعطاة من شركات التوزيع تشمل مجموع مقاومة ملف طور واحد من أطوار المحول ومقاومة قطب تأريض نقطة التعادل بالمحول والخط المكهرب من المحول حتى نهاية الكابل عند المشترك ويضاف إليها مقاومة قطب التأريض عند المستهلك والذى يعتبره الكثيرون بقيمة قصوى ٢٠٠ أوم فتكون أقصى قيمة مسموح بها للمقاومة Z_c فى هذا النظام هى ٢٢١ اوم. ونظراً لإرتفاع قيمة المعاوقة وقلة تيار القصر، فإن نظام "أأ" التأريض لا يتم فى الإستخدام العام إلا مع الوقاية بإستعمال نبائط تعمل بالتيار المتبقى (Residual current devices).

جدول (١/٤): قيم ($R_1 + R_2$) لكل متر لموصلات النحاس المعزولة بمادة (بى . فى . سى)

مساحة المقطع (مم^2)		($R_1 + R_2$)
موصل الطور	موصل الوقاية	(أوم / متر) عند ٦٠°م
١	١	٠,٠٥٥
١,٥	١	٠,٠٤٦
	١,٥	٠,٠٣٧
٢,٥	١	٠,٠٣٩
	١,٥	٠,٠٣
	٢,٥	٠,٠٢٢
٤	١,٥	٠,٠٢٦
	٢,٥	٠,٠١٨
	٤	٠,٠١٤
٦	٢,٥	٠,٠١٦
	٤	٠,٠١١٦
	٦	٠,٠٠٩٢
١٠	٤	٠,٠٠٩٨
	٦	٠,٠٠٧٤
	١٠	٠,٠٠٦٤
١٦	٦	٠,٠٠٦٤
	١٠	٠,٠٠٤٥
	١٦	٠,٠٠٣٥

جدول (٢/٤): أقصى معاوقة حلقية Zs لخطأ أرضي في دوائر تغذي مخارج المقايس (البرايز)

(أ) مصاهر طراز gG طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60269-3 باستخدام منحنى الزمن بعد إطفاء القوس (Operating time)

التيار المقنن (أمبير)	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢	١٦
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١٣,٧	٦,٤	٤,٤	٣,٢	٢,٦	١,٨	١,٣
التيار المقنن (أمبير)	٢٠	٢٥	٤٠	٥٠	٦٣	٨٠	١٠٠
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١,٠٨	٠,٨	٠,٥	٠,٤	٠,٣	٠,٢٥	٠,٢

ملحوظة :

- تتحدد أقصى معاوقة حلقية لخطأ أرضي في دوائر تغذي بمصاهر من واقع خواص المصاهر المستخدمة . وقد تم حساب القيم الواردة بالجدول عالية عند استخدام مصاهر تتطابق خواصها المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60269-3، ويوضح الملحق رقم (م٤) خواص هذه المصاهر . وفي حالة استخدام مصاهر ذات خواص أخرى، فإنه يتعين تحديد أقصى قيمة معاوقة حلقية من واقع تلك الخواص.
- تبين المنحنيات الخصائصية لعلاقة الزمن مع التيار للمصاهر طبقاً للمواصفات العالمية IEC 60269-3 طراز gG في الملحق رقم (م٤) حدين لكل مصهر. الحد الأول (الخط المتقطع) يعطي منحنى الزمن قبل القوس الكهربائي (Pre – arcing time)، والحد الثاني (الخط المتصل) يعطي منحنى زمن تشغيل النبيطة بعد إطفاء القوس (Operating time).

(ب) قواطع منمنمة طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60898-1

١ – منحنى أداء B

التيار المقنن I_n (أمبير)	٦	٨	١٠	١٣	١٦	٢٠	٢٥	٣٢
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١٢,٢	٩,١	٧,٣	٥,٦	٤,٥	٣,٦	٢,٩	٢,٢
التيار المقنن I_n (أمبير)	٤٠	٥٠	٦٣	٨٠	١٠٠	ت ن		
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١,٨	١,٤	١,١	٠,٩	٠,٧	$\frac{٢٢٠}{٣ \text{ ت ن}}$ (*)		

٢- منحنى أداء C

التيار المقنن I_n (أمبير)	٦	٨	١٠	١٣	١٦	٢٠	٢٥	٣٢
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	٧,٣	٥,٥	٤,٤	٣,٣	٢,٧	٢,٢	١,٧	١,٣
التيار المقنن I_n (أمبير)	٤٠	٥٠	٦٣	٨٠	١٠٠	ت ن		
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١,١	٠,٨	٠,٦	٠,٥	٠,٤	$\frac{٢٢٠}{٥ \text{ ت ن}}$ (*)		

٣ - منحنى أداء D

التيار المقنن I_n (أمبير)	٦	٨	١٠	١٣	١٦	٢٠	٢٥	٣٢
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	٣,٦	٢,٧	٢,٢	١,٦	١,٣	١,١	٠,٨	٠,٦
التيار المقنن I_n (أمبير)	٤٠	٥٠	٦٣	٨٠	١٠٠	ت ن		
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	٠,٥	٠,٤	٠,٣	٠,٢٧	٠,٣	$\frac{٢٢٠}{١٠ \text{ ت ن}}$ (*)		

ملحوظة :

إذا كانت قيمة فرق الجهد الإسمى عن الأرض U_0 مختلفة عن ٢٢٠ فولت، فيتم ضرب القيم بالجدول فى النسبة $U_0 / 220$.

جدول (٣/٤): أقصى معاوقة حلقية Zs لخطأ أرضى فى دوائر تغذى معدات ثابتة
(أ) مصاهر طراز gG طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60269-3
ذات أداء خاص (بطىء)
باستخدام منحنى تشغيل بنبيطة الوقاية الزمن بعد إطفاء القوس (Operating time)

التيار المقنن I_n (أمبير)	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢	١٦	٢٠
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١٣,٧	٦,٤	٤,٤	٣,٢	٢,٦	١,٨	١,٣	١,٢
التيار المقنن I_n (أمبير)	٢٥	٣٢	٤٠	٥٠	٦٣	٨٠	١٠٠	
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١,٥	١,٢	١	٠,٧	٠,٦	٠,٤٨	٠,٣٦	

(ب) قواطع منمنمة طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60898-2

١ – منحنى أداء B

التيار المقنن I_n (أمبير)	٦	٨	١٠	١٣	١٦	٢٠	٢٥	٣٢
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١٢,٢	٩,١	٧,٣	٥,٦	٤,٥	٣,٦	٢,٩	٢,٢
التيار المقنن I_n (أمبير)	٤٠	٥٠	٦٣	٨٠	١٠٠	ت ن		
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١,٨	١,٤	١,١	٠,٩	٠,٧	$\frac{٢٢٠}{٣ \text{ ت ن}}$ (*)		

منحنى أداء B فصل حرارى : (١,١٣ – ١,٤٥) × التيار المقنن للقاطع
فصل مغناطيسى : (٣ – ٥) × التيار المقنن للقاطع

٢ – منحنى أداء C

التيار المقنن I_n (أمبير)	٦	٨	١٠	١٣	١٦	٢٠	٢٥	٣٢
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	٧,٣	٥,٥	٤,٤	٣,٣	٢,٧	٢,٢	١,٧	١,٣
التيار المقنن I_n (أمبير)	٤٠	٥٠	٦٣	٨٠	١٠٠	ت ن		
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	١,١	٠,٨	٠,٦	٠,٥	٠,٤	$\frac{٢٢٠}{٥ \text{ ت ن}}$ (*)		

منحنى أداء C فصل حرارى : (١,١٣ – ١,٤٥) × التيار المقنن للقاطع
فصل مغناطيسى : (٥ – ١٠) × التيار المقنن للقاطع

٣ – منحنى أداء D

التيار المقنن I_n (أمبير)	٦	٨	١٠	١٣	١٦	٢٠	٢٥	٣٢
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	٣,٦	٢,٧	٢,٢	١,٦	١,٣	١,١	٠,٨	٠,٦
التيار المقنن I_n (أمبير)	٤٠	٥٠	٦٣	٨٠	١٠٠	ت ن		
المعاوقة الحلقية Z_s (أوم)	٠,٥	٠,٤	٠,٣٥	٠,٢٧	٠,٢٢	$\frac{٢٢٠}{١٠ \text{ ت ن}}$ (*)		

منحنى أداء D فصل حرارى : (١,١٣ – ١,٤٥) × التيار المقنن للقاطع

فصل مغناطيسى : (١٠ – ٥٠) × التيار المقنن للقاطع

(*) يمكن أن يستخدم التقريب لحساب المعاوقة الحلقية من قيمة التيار المقنن غير الوارد بالجدول

عندما يتطلب الأمر تحقيق أزمنة الفصل الواردة فى بند الوقاية ضد تيار القصر، وعند استخدام نبيطة تيار متبقى (Residual current device) فى التركيبات الكهربائية التى تكون جزءاً من نظام " أ ت " (TN) أو نظام " أأ " (TT)، يجب ألا يزيد حاصل ضرب تيار التشغيل المتبقى المقنن بالأمبير × قيمة المعاوقة الحلقية للخطأ مع الأرض بالأوم عن ٥٠ فولت.

أما إذا استخدمت نبيطة تعمل عن طريق جهد الخطأ فى النظام " أأ " (TT) أو نظام " ع أ " (IT)، فيجب ألا تزيد المعاوقة الحلقية للخطأ الأرضى شاملة معاوقة أقطاب الأرض عن ٥٠٠ أوم.

ملحوظة :

المعاوقة الحلقية Z_s للخطأ مع الأرض فى حالة النظام " أأ " (TT) مقاومة قطبى الأرض.

ج- يجب الحفاظ على قيمة الجهد داخل نطاق الربط الأساسى المتساوى الجهد، ربط الأجزاء المعدنية الدخيلة ضمن نظام الربط الأساسى باستخدام موصلات ربط إضافية ما لم تكن هذه الأجزاء الدخيلة متصلة فعلاً بنظام الربط الرئيسى عن طريق توصيلات معدنية ذات معاوقة ضئيلة مضمونة بصفة دائمة ، وبشرط أن تكون هذه الأجزاء الدخيلة سهلة المنال ومعرضة للمس آنياً مع أجزاء معدنية مكشوفة فى المعدات الكهربائية أو مع أجزاء دخيلة أخرى.

وتشمل هذه الأجزاء الدخيلة الأجزاء المعدنية بالحمامات و كذلك المواسير المعدنية المعرضة للمس و البلاعات و الصنابير والصهاريج ونظم التدفئة بالمشعات (Heat radiators) وكذلك الأجزاء المعدنية من الإنشاءات سهلة المنال عمليا و التى يجب ربطها مع نظام الربط الاساسى المتساوى الجهد.

ح- حالة التركيبات فى نظام " أ ت " (TN)

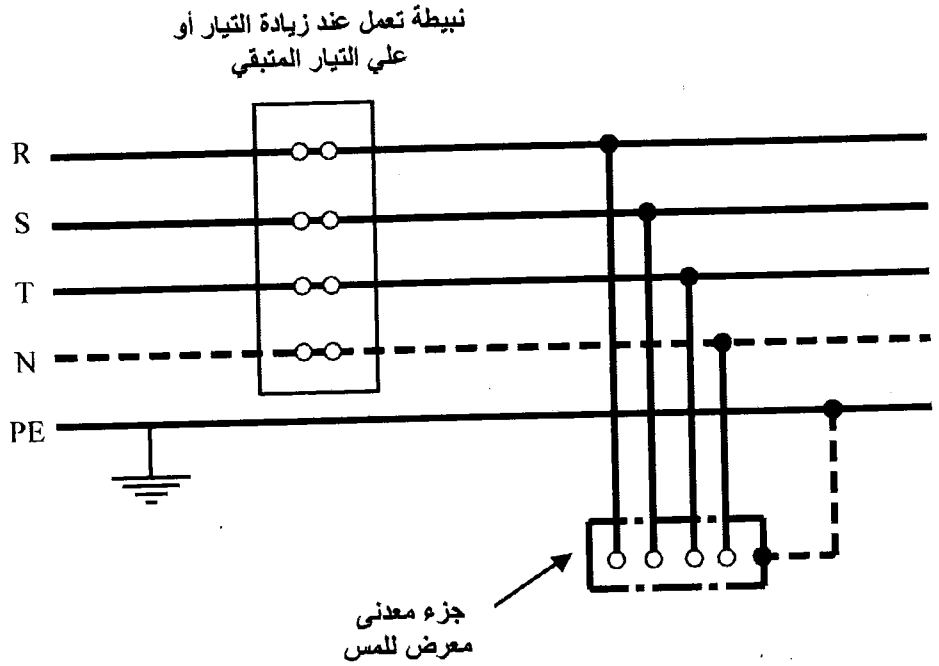
١- يتم توصيل جميع الأجزاء المعدنية والمكشوفة والمعرضة للمس فى معدات التركيبات عن طريق موصلات وقائية إلى طرف التأريض الرئيسى بالتركيبات، ويتم توصيل هذا الطرف إلى نقطة الأرضى الخاصة بمصدر التغذية.

٢- تكون نبائط الوقاية، كما هو موضح فى الشكل رقم (٨/٤) واحدة أو أكثر من الأنواع

التالية :

- نبائط وقاية تعمل عند زيادة التيار
- نبائط وقاية تعمل على التيار المتبقى

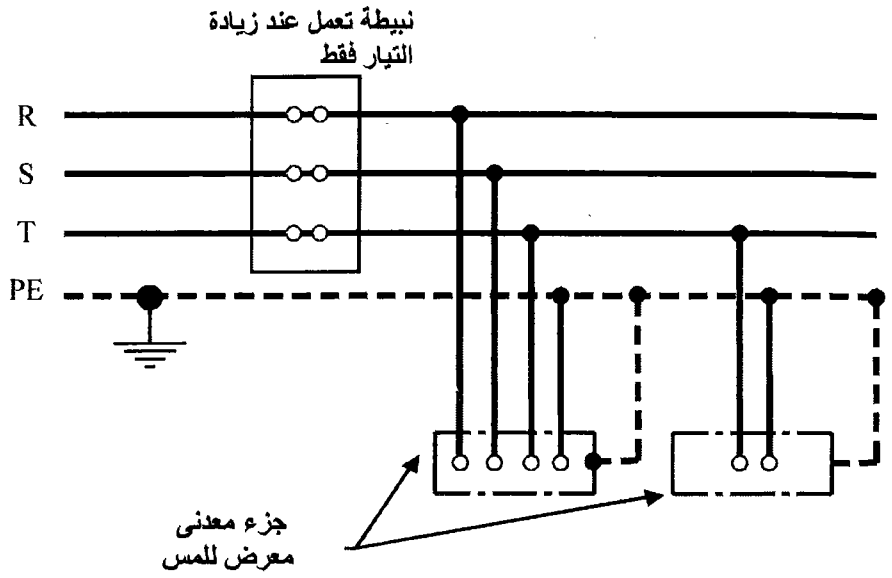
ويشترط فى حالة تجميع وظيفتى خطى التعادل والوقاية فى موصل واحد (موصل PEN)، ألا تستعمل نبائط وقاية تعمل على التيار المتبقى، أنظر الشكل رقم (٩/٤).



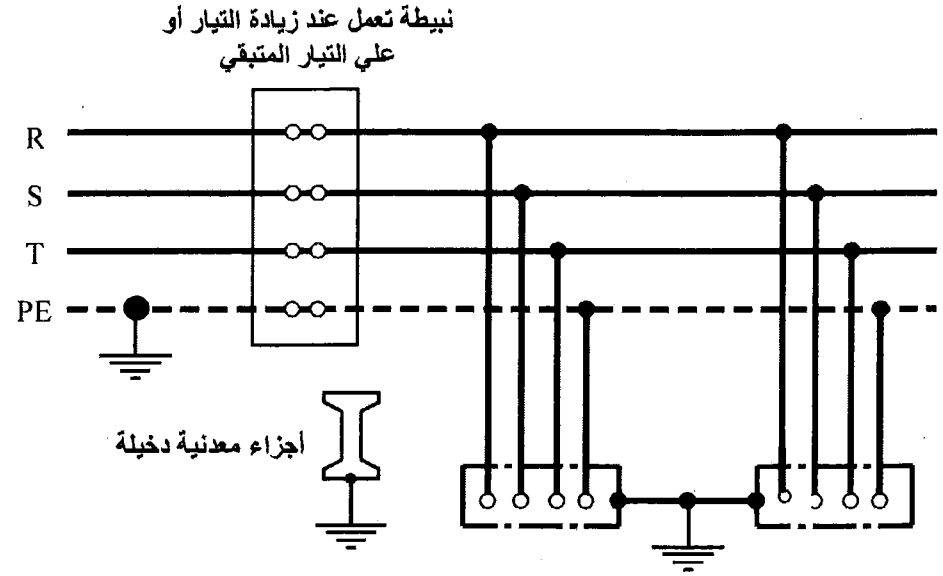
شكل (٨/٤): نظام " أت – ص " (TN-S) به موصل التعادل منفصل عن الموصل الوقائى

خ- حالة التركيبات فى نظام " أ أ " (TT)

١- يتم توصيل كل الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى معدات التركيبات وكذلك الأجزاء المعدنية الدخيلة التابعة لها إلى موصلات وقاية كل على حدة أو كمجموعات أو فى مجموعة واحدة إلى قطب أو أقطاب الأرض، أنظر الشكل رقم (١٠/٤)، وذلك إذا تمت الوقاية بواسطة نبائط تعمل عند زيادة التيار أو تعمل على التيار المتبقى.

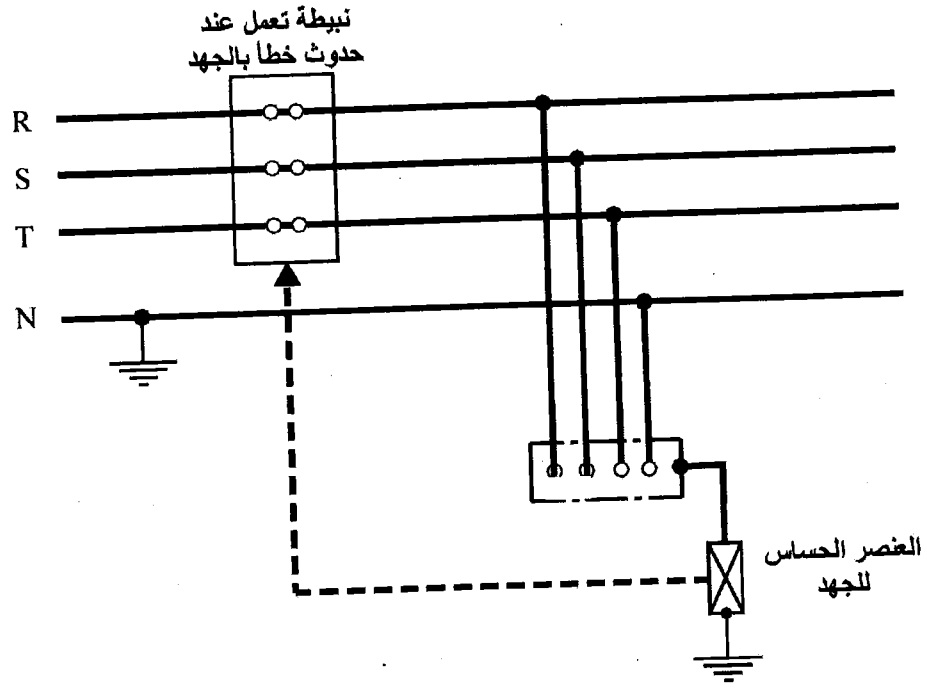


شكل (٤/٩): نظام " أت – ش " (TN-C) به موصل للتعادل مع الوقاية



شكل (٤/١٠): تأريض الأجزاء المعدنية عند إستعمال نبائط وقاية تعمل على التيار فى نظام " أأ " (TT)

٢- إذا تمت الوقاية بواسطة نبائط تعمل على جهد الخطأ، فيتم توصيل كل الأجزاء المعدنية المكشوفة والمعرضة للمس فى المعدات الكهربائية وكذلك الأجزاء المعدنية الدخيلة التى يتم وقايتها بنفس النبيطة باستخدام موصلات وقاية إلى قطب الأرضى، عن طريق العنصر الحساس للجهد فى تلك النبيطة كما هو موضح بالشكل (١١/٤).



شكل (١١/٤): تأريض الأجزاء المعدنية عند استعمال نبائط وقاية تعمل على الجهد فى نظام " أأ " (TT)

٣- تكون نبائط الوقاية واحدة أو أكثر من الأنواع التالية:

- نبائط تعمل على التيار المتبقى
- نبائط تعمل عند زيادة التيار
- نبائط تعمل على جهد الخطأ

ملحوظة :

يفضل استخدام نبائط الوقاية التى تعمل على التيار المتبقى.

(٣) الوقايـــة باســـتخدام معـــدات كهربائيـــة ذات عـــزل مـــصنف رقـــم ٢ (Class 2 equipments) أو باســتخدام عــزل تكميلــى (Supplementary insulation)

أ- تتم الوقاية فى هذه الحالة عن طريق واحدة أو أكثر من الطرق الآتية :

١- أن تكون المعدات الكهربائية من الأنواع التالية، وأن يتم عمل اختبارات لطرازها، وأن يتم وضع علامة مميزة تدل على طرازها ومواصفاتها :

- معدات كهربائية ذات عزل مزدوج أو عزل مقوى (معدات مصنف رقم ٢)
- مجمعات المعدات الكهربائية المبنية مسبقا فى المصنع وذات عزل كامل

٢- أن يتم توفير عزل إضافى تكميلى للمعدات الكهربائية ذات العزل الأساسى فقط، علـى أن ينفذ العزل الإضافى أثناء تنفيذ التركيبات الكهربائية، وذلك لـضمان درجـة أمـان مكافئة لتلك الخاصة بالمعدات الكهربائية الواردة فى الفقـرة أعـلاه، بـشرط الالتـزام بالاشتراطات الواردة فى الفقرات من ث إلى خ من هذا البند

٣- أن يتم توفير عزل مقوى (Reinforced insulation) للأجزاء المكهربة غير المعزولة، وذلك أثناء تنفيذ التركيبات الكهربائية لضمان درجة من الأمان مكافئة لتلـك الدرجـة الخاصة بالمعدات الكهربائية الواردة فى الفقرة (١) أعـلاه، علـى أن تتطـابق مـع الفقرات من ث إلى خ التالية. ويتم اللجوء إلى مثل هذا الإجراء، عندما يتعذر تـوفير عزل مزدوج على تلك الأجزاء لأسباب إنشائية

ب- يجب تنفيذ تركيبات المعدات الموضحة فى الفقرة (١) أعلاه، (على سـبيل المثـال عنـد تثبيت وتوصيل الموصلات)، بطريقة لا تضر الوقاية المتوفرة طبقا لمواصـفات تلـك المعدات.

ت- فى المعدات الكهربائية الجاهزة للتشغيل والتى تكون جميع أجزائها المعدنية منفصلة عـن الأجزاء المكهربة بواسطة العزل الأساسى فقط، يجب احتواء أجزائها المعدنيـة داخـل حاوية عازلة توفر على الأقل درجة الحماية IP2X.

ث- يجب أن تكون الحاوية العازلة، مقاومة للإجهادات الميكانيكية والكهربائية والحرارية التى يمكن أن تتعرض لها.

ملحوظة :

لا تعتبر التغطية بالدهانات والبوية والمنتجات المشابهة عموما، متطابقة مع متطلبات هذا الاشتراط.

ج- يجب إجراء الاختبار المناسب على الحاوية العازلة فى حالة عدم اختبارها مسبقا.

ح- يجب عدم اختراق الحاوية العازلة، بأجزاء موصلة ناقلة للجهد، ويستثنى من ذلك موصلات الدائرة. ويجب ألا تحتوى الحاوية العازلة على مسامير مصنوعة من مادة عازلة –عند استبدالها إذا فقدت، بمسامير معدنية فى الموقع قد تضر بدرجة العزل التى توفرها الحاوية.

ملحوظة:

إذا تحتم اختراق الحاوية العازلة بوصلات ميكانيكية (على سبيل المثال، الأذرع اللازمة لتشغيل المعدات بداخل الحاوية أو لتثبيت المسامير)، فيجب ترتيب ذلك بطريقة لا تضر الوقاية ضد التلامس غير المباشر.

خ- إذا كانت الأغطية أو أبواب الحاوية العازلة قابلة للفتح بدون استخدام عدة أو مفتاح، فيجب وضع كل الأجزاء المعدنية، التى تكون سهلة المنال عند فتح الغطاء خلف حاجز عازل يمنع الأشخاص من الاقتراب ولمس هذه الأجزاء. ويجب أن توفر هذه الحواجز العازلة درجة من الوقاية تكافىء على الأقل IP2X، ولا يمكن إزالتها إلا باستخدام عدة.

د- لا يجب توصيل الأجزاء المعدنية داخل الحاوية العازلة إلى موصل وقائى، ومع ذلك فإنه يمكن عمل ترتيب لتوصيل موصلات الوقاية التى يتحتم مرورها من خلال الحاوية وذلك لوقاية بعض المعدات الكهربائية الأخرى التى تمر دائرة تغذيتها أيضاً من خلال الحاوية. ويجب عزل كل هذه الموصلات الوقائية وأطرافها ووصلاتها داخل الحاوية، كما لو كانت هى نفسها أجزاء مكهربة، كما يجب أن تميز أطرافها بعلامة مناسبة لسرعة التعرف عليها.

ر- يجب ألا تسبب الاحتياطات المطلوب توافرها للحاوية العازلة، أثراً ضاراً على تشغيل المعدات المطلوب وقايتها.

(٤) الوقاية بإستخدام موقع غير موصل

أ- يجب ترتيب الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى المعدات الكهربائية بحيث لا يتلامس شخص فى الظروف العادية آنيا على النحو التالى :

- مع جزئين معدنيين معرضين للمس
- مع جزء معدنى معرض للمس فى المعدة الكهربائية وأى جزء معدنى دخيل، وذلك فى حالة احتمال اختلاف جهد هذه الأجزاء من جراء فشل فى العزل الأساسى للأجزاء المكهربة

ب- لا يجب وجود موصلات وقائية فى الموقع غير الموصل، وكما يجب ألا يحتوى مخرج المقبس (البريزة) فى هذا الموقع على قطع تلامس للتأريض.

ب- يجب ألا تقل مقاومة الأرضيات والحوائط المعزولة عند كل نقطة قياس فى الموقع غير الموصل عن القيم الآتية :

- ٥٠ ك . أوم ، إذا لم يتجاوز جهد مصدر التغذية ٥٠٠ فولت
- ١٠٠ ك . أوم ، إذا تجاوز جهد مصدر التغذية ٥٠٠ فولت، ولكنه لم يتجاوز حد الجهد المنخفض

أما إذا قلت المقاومة عند أى نقطة عن القيمة المحددة لها، تعامل الأرضيات والحوائط كأجزاء موصلة دخيلة بالنسبة لاحتياطات الوقاية ضد الصدمة.

ملحوظة :

تتخذ الإجراءات اللازمة لضمان عدم تأثر مقاومة الأرضيات والحوائط بالرطوبة إلى الدرجة التى قد تؤدى إلى عدم التطابق مع الاشتراطات الواردة فى هذا البند.

ث- يجب أن تكون الإجراءات المتبعة للوقاية دائمة، كما يجب أيضاً توفير الوقاية كلما اقتضت الضرورة لاستخدام معدات متحركة أو قابلة للنقل.

ملحوظة :

يجب الاهتمام بالخطر الناجم الذى قد يحدث فى التركيبات الكهربائية التى لا تخضع للمراقبة الفعالة عند إدخال أجزاء معدنية جديدة داخل الموقع غير الموصل مستقبلا (مثل المعدات الكهربائية المتحركة أو القابلة للنقل أو المواسير المعدنية للمياه) مما قد يؤدى إلى مخالفة الاشتراطات الواردة فى هذا البند.

ج- يجب اتخاذ احتياطات وقائية كافية لضمان عدم انتقال الجهد الناتج على الأجزاء الدخيلة إلى أجزاء أخرى خارج الموقع.

ح- تتحقق الاشتراطات فى الفقرة (أ) من هذا البند، إذا جهز الموقع بأرضيات وحوائط معزولة مع اتخاذ واحد أو أكثر من الترتيبات التالية :

- توفير مسافة فاصلة بين الأجزاء المعدنية المعرضة للمس والأجزاء المعدنية الدخيلة، وكذلك مسافة فاصلة بين الأجزاء المعدنية المعرضة للمس مع بعضها. وتكون هذه المسافة البينية كافية، إذا كان البعد بين أى جزئين لا يقل عن مترين، ويمكن تقليل البعد إلى ١,٢٥ م، إذا كانت هذه الأجزاء خارج مدى متناول الذراع (أنظر الشكل رقم(٤/٤).
- إدخال حوائل فعالة بين الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى المعدات الكهربائية والأجزاء المعدنية الدخيلة، وتكون درجة الفاعلية كافية، إذا امتدت الحوائل لمسافات تكفى للوصول إلى قيمة الأبعاد المذكورة فى الفقرة السابقة. ولا يجب توصيل هذه

الحوائل إلى الأرض أو إلى أجزاء معدنية معرضة للمس، ويجب أن تكون هذه الحوائل من مادة عازلة كلما أمكن ذلك.

- عزل الأجزاء المعدنية الدخيلة، ويجب أن يكون للعزل قوة كهربائية كافية ومتانة ميكانيكية فعالة.

(٥) الوقاية باستخدام موصلات الربط متساوية الجهد وغير الموصلة بالأرض

أ- تقوم موصلات الربط متساوية الجهد بتوصيل كل ما يمكن لمسه في نفس الوقت من الأجزاء المعدنية المعرضة للمس في المعدات الكهربائية والأجزاء المعدنية الدخيلة.

ب- يجب ألا تتصل موصلات الربط متساوية الجهد في أي موضع ما مع الأرض سواء بصفة مباشرة أو من خلال الأجزاء المعدنية المعرضة للمس أو من خلال الأجزاء المعدنية الإضافية.

ملحوظة:

في حالة تعذر تحقيق هذا الشرط، يجب أن تطبق المتطلبات اللازمة للوقاية باستخدام الفصل التلقائي عن مصدر التغذية.

ت- يجب اتخاذ الاحتياطات الكافية لتلافي تعريض الأشخاص لفروق جهد خطرة عند دخولهم موقع نطاق الربط متساوي الجهد, وعلى وجه الخصوص في حالة كون الأرضية غير مؤرضة ومصنعة من مادة موصلة.

(٦) الوقاية باستخدام العزل الكهربائي

أ- يجب أن تحقق الوقاية باستخدام العزل الكهربائي الشروط الواردة في الفقرتين ب، ت التاليتين بالإضافة إلى الفقرة ث، عندما تقوم الدائرة المعزولة بتغذية معدة كهربائية وحيدة، أو الفقرة ج عند قيام الدائرة المعزوله بتغذية أكثر من معدة.

ب- يجب أن يحقق مصدر التغذية المتطلبات الآتية:

١- أن يكون المصدر من أحد النوعين التاليين:

- محول عازل (IT) يطابق المواصفات القياسية المصرية أو المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 61558-2-15، ويكون ملفه الثانوي معزولا عن الأرض
- مصدر للتغذية بالتيار يوفر درجة من الأمان مكافئة لتلك الدرجة المتوافرة لمحول الفقرة (١) عاليه (على سبيل المثال، مولد يدار بمحرك وتوفر ملفات المولد نفس درجة العزل السابقة)

٢- فى حالة مصادر التغذية المتحركة المغذاة من تركيبات ثابتة (مثال محول محمول على عربة)، يجب اختيارها وتركيبها طبقا لإشتراطات البند (٣).

٣- يجب أن تكون المعدات المستخدمة كمصدر ثابت للتغذية إما :

- منتقاة ومركبة طبقا للاشتراطات بالبند (٣).
- أو تكون نقط الخروج معزولة عن نقط الدخول وعن الحاوية المعدنية لمصدر التغذية بواسطة عزل يحقق الشروط الواردة فى البند (٣).

وإذا تم تغذية عدة معدات من هذا المصدر، فيجب عدم توصيل الأجزاء المعدنية المعرضة للمس لتلك المعدات إلى الحاوية المعدنية لمصدر التغذية.

٤- يجب ألا يزيد جهد الدائرة المعزولة كهربائيا عن ٥٠٠ فولت.

ت- يجب أن تحقق الدائرة المعزولة المتطلبات الآتية :

- يجب ألا يتم توصيل الأجزاء المكهربة فى أى نقطة من الدائرة المعزولة إلى دائرة أخرى أو إلى الأرض وذلك لتفادى الخطورة عند حدوث خطأ أرضى. ويجب الاهتمام بعزل هذه الأجزاء عن الأرض جيداً، وعلى الأخص بالنسبة للكابلات المرنة والأسلاك المرنة
- يجب أن تكون الكابلات والكردونات المرنة ظاهرة ومرئية على امتداد كل جزء من مسارها وتكون فيه عرضة للتلف الميكانيكى
- يفضل استخدام نظام توصيلات مستقل للدائرة المعزولة، أو يمكن عوضا عن ذلك استخدام كابلات متعددة الأقطاب بدون غلاف معدنى، أو موصلات معزولة داخل ماسورة معزولة، وألا يقل جهدها المقنن عن أكبر جهد لأى قطب أو موصل فى الماسورة، ويجب وقاية كل دائرة ضد زيادة التيار.
- تكون جميع الأجزاء المكهربة للدائرة المعزولة كهربائيا بعيدة عن باقى الدوائر، ويجب توفير الترتيبات التى تضمن ألا تقل كفاءة هذا العزل عما بين ملفات الدخول والخروج لمحول أمان عازل

ملحوظة :

يكون العزل ضروريا على وجه الخصوص بين الأجزاء المكهربة فى المعدات الكهربائية مثل المرحلات (الريليهات)، الملامسات (الكونتاكتورات)، المفاتيح المساعدة وبين أى جزء من دائرة أخرى.

ث- يجب ألا يتم قصدا توصيل الجسم المعدنى المعرض للمس فى معدة كهربائية تغذى من دائرة معزولة، سواء إلى موصل الوقاية أو إلى الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى أى دوائر أخرى.

ج- بعد اتخاذ الاحتياطات اللازمة لوقاية دائرة معزولة من التلف وانهيار العزل، يمكن أن يقوم مصدر التغذية المتطابق مع الاشتراطات بالفقرة ب من البند (٦)، بتغذية أكثر من معدة بشرط تحقيق المتطلبات الآتية :-

١- توصيل الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى الدائرة المعزولة مع بعضها بموصلات الربط متساوية الجهد المعزولة وغير المؤرضة، ويجب ألا تتصل هذه الموصلات بالأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى دوائر أخرى أو بالموصلات الوقائية أو بأى من الأجزاء المعدنية الدخيلة

٢- يجب أن تزود مخارج المقابس (البرايز) بقطع تلامس وقائية، وأن يتم توصيلها بموصلات الربط متساوية الجهد التى اشترطتها الفقرة (١) أعلاه

٣- يجب أن تحتوى الكابلات المرنة الخاصة بكافة المعدات على موصلات وقائية تستخدم كموصلات ربط متساوى الجهد، وذلك باستثناء الكابلات المرنة الخاصة بالمعدات مصنف رقم (٢)

٤- يجب توفير نبيطة وقاية، لوقاية الدائرة المعزولة فى حالة حدوث خطئين آنيين من موصلين مختلفى القطبية إلى الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى الدائرة

٣/٤ الوقاية ضد التأثيرات الحرارية

١/٣/٤ عام

أ- يجب أن تفى الوقاية ضد التأثيرات الحرارية باشتراطات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364-4-42 .

ب-يجب توفير الوقاية ضد التأثيرات الحرارية الناجمة عن المعدات الكهربائية الثابتة وذلك باستخدام الإجراءات الملائمة من بين المجموعة الواردة فى هذا الفصل.

ب- يجب حماية الأشخاص، والتجهيزات الثابتة، والمواد الثابتة، المجاورة للتجهيزات الكهربائية، من التأثيرات الحرارية المؤذية الناتجة عن التجهيزات الكهربائية، أو الإشعاعات الحرارية وخاصة الآثار التالية:

- احتراق المواد أو تآكلها
- خطر الحروق

- اختلال الأداء السليم للتجهيزات المركبة

ب-يتم اختيار وتركيب جميع مجموعات المفاتيح الكهربائية المستخدمة للوقاية طبقا للمتطلبات الخاصة بنبائط الوقاية، وذلك لتلافى حدوث أية خطورة تنجم عن ارتفاع درجة الحرارة أو من استمرارية القوس الكهربائى أو عن اندفاع الجسيمات الساخنة الناجمة عن القوس الكهربائى أثناء التشغيل.

٢/٣/٤ الوقاية ضد الحريق

١- يجب ألا تسبب التجهيزات الكهربائية حريقاً عشوائياً للمواد المجاورة، ويجب اتباع تعليمات التركيب التى يحددها الصانع إضافة إلى متطلبات هذا الكود.

٢- يجب اختيار ووضع وتركيب المعدات الكهربائية الثابتة، بحيث تسمح بالتخلص من الحرارة المتولدة بداخلها، ولا تمثل مصدراً محتملاً لاشتعال مواد البناء المجاورة لتلك المعدات.

٣- فى الأماكن، حيث يمكن أن تصل درجة حرارة التجهيزات الثابتة إلى درجات حرارة سطحية قد تؤدى إلى حريق مفاجىء للمواد المجاورة، فإن التجهيزات يجب أن تكون إما :

- مركبة على، أو ضمن، مواد تتحمل درجات الحرارة هذه ، وذات ناقلية حرارية ضعيفة، أو معزولة (محجوبة) عن عناصر إنشاء البناء بواسطة مواد تتحمل مثل درجات الحرارة هذه، وأن تكون ذات ناقلية حرارية ضعيفة ، أو
- مركبة بشكل يسمح بتبديد آمن للحرارة على مسافة كافية من أية مادة قد تؤثر فيها هذه الحرارة، ويجب أن تكون وسيلة الارتكاز ذات ناقلة حرارية ضعيفة.

٤- يجب توفير نظام جيد للتهوية بالمعدات الكهربائية الثابتة التى تزيد درجة حرارة أسطحها عن ٩٠ ° مئوية أثناء التشغيل العادى، كما يجب تركيبها بحيث لا توجد مواد تشكل خطر نشوب حريق فى نطاق ٣٠٠ مم أعلى تلك المعدات، ١٥٠ مم من أسفلها ومن الجوانب، أنظر الشكل رقم (١٢/٤).

ويمكن تقليل هذه المسافات، إذا تم تركيب حاوية أو درع مقاوم للحريق للفصل بين تلك المعدات وبين تلك المواد القابلة للإشتعال.

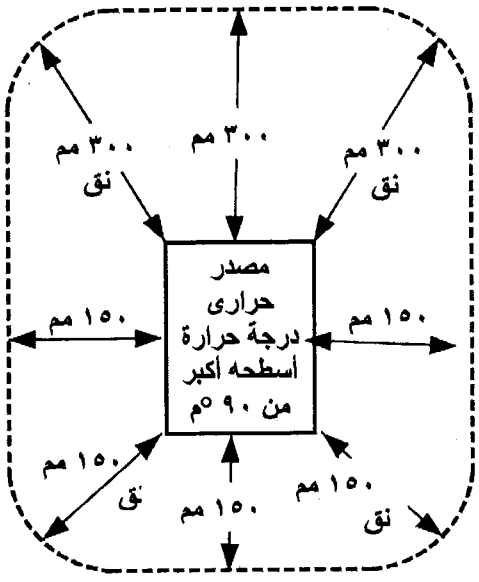
٥- فى الأماكن حيث يحتمل اندلاع قوس أو شرارة كهربائية من التجهيزات الموصلة بشكل دائم فى الخدمة العادية، فإن هذه التجهيزات يجب أن تكون إما :

- مغلقة كلياً بمواد مقاومة للقوس أو معزولة (محجوبة) عن عناصر البناء التي قد يشوها القوس الكهربائي بواسطة مواد مقاومة للقوس، أو
- مركبة بشكل يسمح بإخماد آمن للقوس الكهربائي على مسافة كافية من عناصر البناء التي قد تتأثر بالمؤثرات الحرارية الضارة

يجب أن تكون المواد المقاومة للقوس الكهربائي، والتي تستخدم لأغراض الحماية، غير قابلة للاحتراق وذات ناقلية حرارية ضعيفة وذات سماكة مناسبة لتأمين الاستقرار الميكانيكي.

٦- يجب أن تكون التجهيزات الثابتة، والتي تسبب تركيز الحرارة في بؤرة أو تجميعها في نقطة، على مسافة كافية عن أي جسم ثابت، أو أحد عناصر البناء، بحيث لا يمكن لأي منهما أن يتعرض إلى درجة حرارة خطرة في الشروط العادية.

٧- يجب أن تكون مواد الحيز الداخلي المحيطة بالتجهيزات الكهربائية من النوع الذي يتحمل أعلى درجات حرارة تنتج عن التجهيزات الكهربائية .إن المواد القابلة للاشتعال غير مناسبة لمثل ذلك، إلا إذا تم اتخاذ إجراءات مانعة للالتهاب، مثل التغطية بمواد غير قابلة للاشتعال، وهي مواد غير محترقة وذات ناقلية حرارية ضعيفة.



شكل (١٢/٤): المسافات البينية حول معدة كهربائية تزيد درجة حرارة سطحها عن ٩٠ °م

٨- إذا تم انشاء لوحة توزيع كهربائية بدون ظهر أو بدون أحد أسطحها، فيجب أن تركب اللوحة فقط على أسطح مصنوعة من مواد مطابقة للمواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC)

أو أى مواصفات قياسية مناظرة، أو تثبت مع معدات أخرى بطريقة صحيحة لتكملة الوعاء الخارجى لحماية الأجهزة التى بداخلها بالإضافة إلى حماية الوسط المحيط.

٩- يتم وضع أو حماية جميع وحدات الإنارة والمصابيح بطريقة تمنع اشتعال أى مادة قد تكون قريبة منها، ويجب عند استخدام حجاب أو ساتر مع وحدات الإنارة أو المصابيح، أن يكون مناسبا لمقاومة الحرارة الصادرة منها، وينطبق هذا الشرط أيضا على وحدات الإنارة المجمعة طبقا لتعليمات التركيب الصادرة من الصانع.

١٠- إذا احتوت المعدة الكهربائية فى موقع ما، على سائل عازل قابل للإشتعال بحجم يزيد عن ٢٥ لتر، فيجب أخذ كافة الاحتياطات لمنع السائل المحترق ونواتج الحريق من هذا السائل (لهب أو دخان أو غازات سامة) من الانتشار إلى باقى أجزاء المبنى.

فيما يلى أمثلة من الاحتياطات الواجب اتخاذها :

- عمل حفرة صرف لتجميع ما قد يتسرب من السائل والتأكد من إطفائه فى حالة حدوث حريق
- تركيب المعدات داخل غرفة ذات مقاومة كافية للحريق، مع تزويدها بعتب أو بوسائل أخرى لمنع إنتشار السائل المشتعل إلى أجزاء أخرى من المبنى. كما يجب سحب هواء هذه الغرفة على حدة على الجو الخارجى.

٣/٣/٤ الوقاية ضد الحروق

١- فى حالة احتمال أن تتعدى درجة حرارة أى جزء من أجزاء حاوية لمعدات كهربائية ثابتة ٨٠ ° مئوية، فيجب ترتيب وضع الحاوية أو حمايتها لمنع لمسها عن غير قصد، ما لم تكن مواصفات تلك المعدات تسمح بتشغيلها على درجة حرارة تتعدى ٨٠ ° م بدون حماية خارجية إضافية.

٢- يجب ألا ترتفع درجة حرارة أجزاء التجهيزات الكهربائية التى يمكن أن تصل إليها الأيدى إلى حد يسبب حروقاً للأشخاص، ويجب أن تتطابق مع الحدود الملائمة المذكورة فى الجدول رقم (٣/٤). كما يجب مراقبة جميع أجزاء التمديدات التى يمكن أن ترتفع درجة حرارتها أثناء التشغيل، وحتى لفترات قصيرة، على درجات تتجاوز الحدود المذكورة فى الجدول رقم (٣/٤) بحيث تمنع حدوث أى تماس مفاجىء.

إن القيم الواردة فى الجدول رقم (٣/٤)، لا تطبق على التجهيزات التى تعطى حدود درجات الحرارة لسطوحها المكشوفة المحددة للوقاية من الحروق فى مواصفات خاصة بها.

جدول (٤/٤) : حدود درجة حرارة الأجزاء التى تصل إليها الأيدى من التجهيزات الموضوعة فى الخدمة العادية

الأجزاء التى تصل إليها الأيدى	مواد السطوح التى تصل إليها الأيدى	درجة الحرارة القصوى (درجة مئوية)
وسائل التشغيل اليدوية	معدنية	٥٥
	غير معدنية	٦٥
أجزاء يقصد لمسها وليس مسكها	معدنية	٧٠
	غير معدنية	٨٠
أجزاء لا حاجة للمسها من أجل التشغيل العادى	معدنية	٨٠
	غير معدنية	٩٠

٤/٣/٤ الوقاية من التسخين الزائد Protection against overheating

(أ) أنظمة التدفئة بالهواء القسرى

١- فى أنظمة التدفئة ذات التهوية القسرية، يجب ألا تعمل عناصر التسخين الكهربائى قبل تدفق الهواء، ويستثنى من ذلك نظم المسخنات المركزية. ويجب أن تقف عن العمل عندما يتوقف تدفق الهواء. إضافة إلى ذلك، يجب أن تجهز هذه الأجهزة بأداتين منفصلتين عن بعضها لتحديد درجة الحرارة ، مما يلغى احتمال أن تتجاوز درجة الحرارة الحدود المسموح بها فى مجارى الهواء.

٢- يجب أن يكون الإطار، والمواد المحيطة بعناصر التدفئة، من مواد غير قابلة للاشتعال.

(ب) الأجهزة التى تنتج ماء ساخناً أو بخاراً

يجب أن تكون جميع الأجهزة والأدوات، التى تنتج ماء ساخناً أو بخاراً، محمية بالتصميم، أو أثناء التركيب، من التسخين الزائد فى جميع شروط العمل. وما لم تكن هذه الأجهزة تتطابق ككل مع المعايير القياسية المناسبة، فيجب أن تكون الوقاية بواسطة وسائل ملائمة لا تعود إلى وضعها ذاتياً، وتعمل بشكل مستقل عن مقياس الحرارة.

وإذا لم يكن للجهاز مخرج حر، فيجب أن يزود بجهاز يحد من ضغط المياه.

٤/٤ الفصل الوظيفى (التحكم) Functional switching

١/٤/٤ عام

١- يجب تأمين أداة الفصل الوظيفى لكل جزء من الدائرة، قد يتطلب التحكم به بشكل مستقل عن الأجزاء الأخرى للتركيبات.

٢- لا تحتاج أدوات الفصل الوظيفى، أن تتحكم بالموصلات المكهربة كافة لدائرة ما، ويجب ألا يوضع مفتاح التحكم وحيد القطب على موصل التعادل.

٣- بشكل عام، يجب التحكم بالأجزاء كافة التى تستخدم التيار والتى تحتاج إلى مراقبة بواسطة مفتاح وظيفى.

٤- يمكن لأداة فصل وظيفى واحدة، أن تتحكم بعدة أجزاء من الجهاز، يمكن أن تعمل فى الوقت نفسه.

٥- يمكن استخدام المقابس والقابسات التى لا يتجاوز تيارها المقنن ١٦ أمبير، كمفاتيح وظيفية.

٦- يجب على أدوات الفصل الوظيفى التى تضمن انتقال التغذية إلى المصادر البديلة الأخرى، أن تؤثر فى الموصلات المكهربة كافة، ويجب ألا تكون قادرة على وضع المصادر على التوازى، إلا إذا كانت التمديدات مصممة لتعمل ضمن هذا الشرط. وفى هذه الحالات، لا يوجد احتياط لعزل موصلات (PEN) أو لعزل موصلات الوقاية (PC).

٢/٤/٤ مفاتيح التحويل اليدوية Manual Transfer Switches (MTS)
ومفاتيح التحويل التلقائية Automatic Transfer Switches (ATS)

ويقصد بها التحويل بين مصادر التغذية المختلفة.

- يفضل أن تكون هذه المفاتيح رباعية الأقطاب 3ph+N، وتسمح بعض الكودات بأن تكون ثلاثية الأقطاب مع ربط خط التعادل للمصادر مباشرة.
- بالنسبة لمفاتيح التحويل رباعية الأقطاب، يجب التأكيد على أن يكون فصل خط التعادل بعد حوالى ١٠٠ مللى ثانية من فصل الأقطاب الثلاثة للأطوار، وكذلك توصيل خط التعادل قبل أقطاب الأطوار بحوالى ١٠٠ مللى ثانية.
- يجب أن تكون جميع أنواع مفاتيح التحويل قادرة على التوصيل والفصل على الحمل الكامل بمعامل القدرة المصمم عليه وتكون مزودة بغرف إطفاء الشرارة درءاً لأى أضرار

من جراء عملية الفصل أو التوصيل على حملها الكامل، وعادة تكون هذه المفاتيح مصممة على أحمال تزيد حوالى ٢٥% عن الحمل الفعلى.

- يفضل أن يكون مفتاح التحويل التلقائى (ATS) مركب على عربة قابله للسحب من اللوحة.
- يجب تزويد مفتاح التحويل التلقائى (ATS) بمفتاح تمرير (Bypass switch) لإمكانية تغذية الأحمال الهامة أثناء إجراء الصيانة والتجارب على الناقل التلقائى.
- يجب أن تكون الأداة الميكانيكية لمفاتيح التحويل سريعة الفصل وسريعة التوصيل (Quick make, Quick break).
- تفضل كثير من الكودات أن يكون تكوين مفاتيح التحويل من مفاتيح فاصلة على الحمل (Load Break Switches, L.B.S.) سواء كان يدويا أو تلقائيا.
- قد يطلب أن يزود المفتاح سواء كان يدوياً أو تلقائياً، بأداه لقفل مفتاح التحويل فى أحد وضعى التشغيل أو فى كلاهما.

٣/٤/٤ دوائر التحكم (الدوائر المساعدة)

يجب أن تصمم دوائر التحكم، وأن ترتب وتحمى، لتحد من الأخطار الناجمة عن خطأ بين دوائر التحكم والأجزاء الناقلة الأخرى والتى يحتمل أن تسبب توقفاً فى عمل الأجهزة المتحكم بها.

٤/٤/٤ التحكم بالمحركات

١- يجب أن تصمم دوائر التحكم بالمحركات بحيث تمنع إعادة تشغيل أى محرك بشكل تلقائى بعد توقفه بسبب هبوط الجهد أو فقدانه، إذا كانت إعادة التشغيل هذه تسبب أى خطر.

٢- فى الأماكن، حيث تستعمل الفرملة بالتيار المعكوس لمحرك ما، يجب اتخاذ الاحتياطات لتجنب انعكاس اتجاه الدوران عند نهاية القطع، إذا كان مثل هذا الانعكاس يسبب ضرراً.

٣- عندما تعتمد السلامة على اتجاه دوران محرك ما ، يجب اتخاذ الاحتياط لمنع التشغيل المعكوس بسبب فقدان أحدالأطوار أو انعكاس الأطوار على سبيل المثال.

٤/٥ اختيار تدابير الوقاية من الصدمة الكهربائية بدلالة التأثيرات الخارجية

٤/٥/١ عام

١- يراعى فى اختيار تدابير وقاية الأشخاص من الصدمة الكهربائية شروط المؤثرات الخارجية التالية:

- BA – مؤهلات الأفراد
- BB – المقاومة الكهربائية لجسم الإنسان
- BC – تماس الأشخاص مع جهد الأرض

٢- أما الشروط الأخرى للتأثيرات الخارجية، فإنها لا تؤثر عملياً على تدابير وقاية الأشخاص من الصدمة الكهربائية ، وإنما يجب أخذها بالاعتبار من أجل اختيار المعدات.

٣- عندما تسمح الظروف الخارجية باختيار عدة تدابير ملائمة ، فإن اختيار التدبير المناسب من بينها يعتمد على الشروط المحلية وعلى طبيعة المعدات المعنية.

٤/٥/٢ تدابير الوقاية من التماس المباشر

١- إن تدابير الوقاية بعزل الأجزاء الناقلة (المكهربة) وبواسطة الحواجز، قابلة للتطبيق فى جميع شروط المؤثرات الخارجية.

٢- الوقاية من التماس غير مطلوبة فى الأماكن التى يرتادها الأشخاص المدربون فقط (BA4) أو الأشخاص المهرة (BA5) المدربون بشكل موجه، من أجل الغاية المعنية، على أن يتم تحقيق الشروط التالية فى آن واحد :

- وضع علامات مناسبة مرئية بشكل واضح فى المواقع التى لا يمكن الوصول إليها إلا باستعمال أداة خاصة
- أن تسمح أبواب الدخول إلى مناطق التشغيل الكهربائية بالنجاة إلى الخارج بسهولة، وحتى إن تم إغلاقها بالقفل من الخارج بالمفتاح، فمن الممكن فتحها من الداخل بدون استعمال المفتاح
- التقيد بالمسافات الدنيا بالنسبة للممرات حسب الفقرتين ب ، ج فى البند التالى :-

٣- الحد الأدنى للمسافات الواجب تأمينها فى ممرات الصيانة والتشغيل.

ملاحظة:

تعتبر الأرقام المدونة أدناه، هى القيم الدنيا، وقد تتوجب زيادتها انطلاقاً من الاعتبارات الأخرى، مثل مواقع العمل، تسهيلات النجاة، إلخ.

(أ) إذا أريد تأمين الوقاية، فلابد من التقيد بالمسافات التالية:

عرض الممر بين عائقين أو بين مقابض العوائق.

أو بين القواطع والجدار: ٧٠٠ مم كحد أدنى

ملاحظة : الأبعاد المذكورة أعلاه سارية بعد تركيب الألواح الحاجزة وتثبيتها.

(ب) يجب مراعاة المسافات التالية فى الأماكن التى لم تتخذ فيها تدابير للوقاية:

١- عندما تكون الممرات ذات أجزاء حية (مكهربة) بدون وقاية مرتبة إلى جوار بعضها:

عرض الممر بين الجدار والأجزاء الحية: ١٠٠٠ مم كحد أدنى

ممر حر أمام عناصر الحماية (مقابض وغيرها): ٧٠٠ مم كحد أدنى

٢- عندما يكون الممر ذا أجزاء حية على الطرفين:

أ- عرض الممر بين الأجزاء الحية والنواقل على الطرفين:

I – عندما يستعمل الممر من أجل أغراض الصيانة فقط، حيث توضع الحواجز قبل القيام بأعمال الصيانة: ١٠٠٠ مم حد أدنى

II – عندما يستعمل الممر من أجل أغراض الصيانة، حيث لا ضرورة لوضع الحواجز قبل القيام بأعمال الصيانة: ١٥٠٠ مم حد أدنى

III – عندما يستعمل الممر لكل من أغراض التشغيل وأغراض الصيانة، وعندما توضع الحواجز قبل القيام بأعمال الصيانة: ١٢٠٠ مم حد ادنى

عندما لا توضع الحواجز قبل القيام بأعمال الصيانة، فيجب التقيد بالمتطلبات فى الفقرة (II)

ب- ممر حر بين عناصر التحكم (مقابض، الخ):

I – فى ممر للصيانة: ٩٠٠مم كحد أدنى

II – فى ممر للتشغيل: ١١٠٠مم كحد أدنى

٣- ارتفاع الأجزاء الحية (المكهربة) فوق أرض الغرفة: ٢٣٠٠مم كحد أدنى

(ج) يجب أن يكون الوصول إلى ممرات التشغيل والصيانة ذات الطول الأكبر من ٢٠ متراً ممكناً من الطرفين.

ملاحظة:

بالنسبة للممرات الأقصر ذات الطول الأكبر من ستة أمتار، فإن إمكانية الوصول إلى الممر من الطرفين مرغوبة.

٤/٥/٣ شروط الإخلاء فى حالة الطوارىء

يجب اتخاذ إجراءات خاصة لإخلاء المبانى المصنفة طبقا لما جاء بجدول قائمة المؤثرات الخارجية وهى كما يلى:

- المبانى المصنفة BD2 ، وهى ذات إشغال قليل الكثافة ولكنها صعبة الإخلاء
- المبانى المصنفة BD3 ، وهى ذات إشغال عالى الكثافة ولكنها سهلة الإخلاء
- المبانى المصنفة BD4 ، وهى ذات إشغال عالى الكثافة ولكنها صعبة الإخلاء

١- يفضل ألا تمد الأسلاك والكابلات الكهربائية خلال منافذ الهروب فى المبانى المصنفة BD2 , BD3 , BD4 ، ولكنه إذا تعذر تحاشى هذا، فيجب أن تزود الأسلاك بأغلفة أو أوعية مقاومة للحريق، وألا يسمح بأن ترتفع درجة حرارتها إلى درجة حرارة اشتعال المواد المجاورة لها خلال الفترة التى تحددها الاشتراطات الخاصة لمنافذ الهروب فى المبانى، أو لمدة ساعتين فى حالة عدم وجود مثل هذه الاشتراطات. كما يجب ألا تكون تلك الأسلاك والكابلات فى متناول اليد، كما يجب أن تزود بوسائل للحماية ضد التلف الميكانيكى الذى قد يحدث أثناء عملية الإخلاء، وأن تكون مسارات الأسلاك والكابلات داخل منافذ الهروب قصيرة قدر المستطاع.

٢- يجب أن تكون النبائط المستخدمة فى مجموعة المفاتيح الكهربائية أو مجموعة التحكم فى المبانى المصنفة BD3 , BD4 سهلة المنال للأشخاص المسئولين عن استخدامها فقط، وإذا وضعت هذه النبائط فى ممر، فيجب احتوائها داخل صناديق مصنوعة من مادة غير قابلة للاشتعال.

أما النبائط المستخدمة فى تسهيل عمليات الإخلاء فى تلك المبانى ، فيجب أن تكون سهلة المنال للجميع.

٤- يحظر استخدام معدات كهربائية تحتوى على سوائل قابلة للاشتعال فى المبانى المصنفة BD3 , BD4 وكذلك فى منافذ الهروب.

٤/٥/٤ طبيعة الخامات والمواد المخزونة

١- تنطبق الشروط الواردة فيما بعد على المواد المصنفة BE2، وهى المواد القابلة للاشتعال نتيجة لوجود غبار مما قد يسبب خطر الحريق، كما يجب مراعاة الآتى:

- الالتزام بما تحدده هيئة الحماية المدنية بشأن مساحات أسطح أو أحجام مواقع التخزين وكميات المواد القابلة للاشتعال

- المواصفات القياسية المصرية أو المواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC) والخاصة بالتركيبات الكهربائية فى أجواء من الغاز القابل للانفجار، وفيما يلى أهم الشروط الواجب اتخاذها فى المواقع التى تحتوى على المواد المشار إليها أعلاه :

(أ) يجب قصر استخدام المعدات الكهربائية فى المواقع المخصصة لها، عندما يكون استخدامها ضروريا

(ب) يجب أن تؤخذ الاحتياطات اللازمة لمنع ارتفاع درجة حرارة حاويات المعدات الكهربائية فى الأماكن المتوقع أن يتراكم عليها غبار قد يسبب خطر الحريق

(ت) يتم اختيار المعدات الكهربائية وطرق تركيبها، بحيث لا يحدث حريق بسبب ارتفاع درجة حرارتها عند التشغيل العادى أو أثناء حدوث خطأ

وقد تتأثر هذه الترتيبات بطريقة بناء هذه المعدات أو بظروف تركيبها، ولكن ليس من الضرورى عمل احتياطات خاصة، إذا كانت حرارة أسطح المعدات لا تسبب اشتعالا للعناصر القريبة منها

(ث) يجب وضع مجموعة مفاتيح الوقاية والتحكم والفصل خارج المواقع المصنفة BE2، إلا إذا توافرت حاويات (Enclosures) تضمن درجة من الحماية مناسبة لهذه المواقع ولا تقل عن درجة الحماية د ح ٤ س " IP4X "

(ج) إذا كانت أسلاك الدوائر ظاهرة وغير موضوعة داخل مواسير من مادة غير قابلة للاشتعال، فيجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة للتأكد من أن هذه الأسلاك لا تساعد على انتشار اللهب. ويجب على وجه الخصوص، أن تجتاز الموصلات المعزولة والكابلات اختبار مقاومة اللهب المحدد فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60332-1-3 الخاصة باختبار الكابلات الكهربائية تحت ظروف الحريق، جزء (١) الخاص بالاختبار على سلك مفرد أو كابل معزول فى وضع رأسى

(ح) يجب أن تحقق الأسلاك التى تمر من داخل هذه المواقع، والتى لا تكون لازمة لتغذية تلك المواقع الشروط الآتية :

- تكون منفذة طبقا للاشتراطات المذكورة فى الفقرة (ج) السابقة
- لا يسمح بأية وصلات داخل هذه المواقع، إلا إذا كانت هذه الوصلات موضوعة داخل حاويات (Enclosures) مقاومة للحريق

(خ) يجب أن تكون فتحة دخول الهواء (Supply air grilles) فى تركيبات التدفئة المركزية، موضوعة خارج المواقع التى يتواجد فيها معدات كهربائية من

المحتمل تراكم غبار قابل للحريق عليها، كما يجب ألا تكون درجة حرارة الهواء المطرود عالية بدرجة قد تسبب حريقا فى الموقع

(د) يجب أن تفى مصابيح ووسائل التحكم فيها باشتراطات المواصفات القياسية المصرية أرقام ٢٠٠٦/٥٠٤٨ ، ٢٠٠٦/٤٧٥٥

(ذ) يجب أن تكون وحدات الإنارة المستخدمة فى موقع ما، مناسبة له وتوفر أوعيتها درجة حماية لا تقل عن د ح ٤ س " IP4X " ، كما يجب حماية المصابيح وعناصر معدات الإضاءة فى المواقع التى يحتمل فيها حدوث تلف ميكانيكى. وتكون وسائل الحماية على سبيل المثال، باستخدام أغطية مثبتة من البلاستيك أو الزجاج أو الشبك، على ألا تثبت هذه الوسائل على ماسك المصباح (الدوى)، ما لم توفر طريقة التصنيع تلك الإمكانية

(ر) فى حالة احتمال خطر الحريق فى نظم الأسلاك نتيجة لتيارات الخطأ، فإنه يجب تزويد الدائرة بنبيطة وقاية من أى من النوعين التاليين :

- نبيطة تعمل بالتيار المتبقى (RCD) الذى لا تتجاوز قيمته المقننة واللازمة لتشغيلها عن ٥٠٠ مللى أمبير
- أو نبيطة لمراقبة حالة العزل بصفة مستمرة وتؤدى إلى تشغيل دائرة إنذار عند حدوث خطأ بالعزل، وتكون متطابقة مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 61557-8

(ز) يجب وقاية الدوائر التى تغذى فى أو تعبر من خلال مواقع مصنفة (BE2) ضد زيادة الحمل وضد القصر، باستخدام نبائط وقاية موضوعة خارج مداخل هذه المواقع

(س) يجب أن تكون الأجزاء المكهربة غير المتطابقة مع اشتراطات الدوائر ذات الجهد شديد الانخفاض، إما موضوعة داخل حاويات تحقق وقاية مكافئة على الأقل لدرجة الحماية د ح ٢ س " IP2X " ، أو يتحمل عزلها جهد اختبار ٥٠٠ فولت لمدة دقيقة واحدة بصرف النظر عن الجهد الإسمى للدائرة

(ش) يحظر استخدام موصلات PEN داخل المواقع المصنفة (BE2) ، ولكن يمكن استخدامها فى الدوائر التى تعبر هذه المواقع فى مسارات قصيرة.

٤/٥/٥ مواد البناء القابلة للاشتعال

ينطبق الاشتراط التالى على مواد الإنشاء المصنفة (CA2)، وهى مواد تدخل فى إنشاء المبنى وتكون قابلة للاشتعال:

- يجب أخذ الاحتياطات المناسبة للتأكد من أن المعدات الكهربائية لا تساعد على اشتعال مواد الحوائط والأرضيات والأسقف.

٤/٥/٦ المنشآت التى تساعد على انتشار الحريق

ينطبق الاشتراط التالى على الإنشاءات المصنفة (CE2) :

- يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة للتأكد من أن التركيبات الكهربائية لا تساعد على انتشار الحريق فى المنشآت ذات الشكل والأبعاد التى تساعد على إنتشار النيران.

ملحوظة :

يمكن استخدام كواشف حريق (Fire detectors) للتأكد من تحقيق الاحتياطات المتخذة لمنع الحريق والتى تؤدى إلى تشغيل موانع انتشار النيران (Fire proof shutters)، موضوعة فى المجارى أو القنوات الصندوقية المستخدمة فى التركيبات الكهربائية.

٤/٦ الوقاية ضد زيادة التيار

٤/٦/١ عام

- يجب أن تفى الوقاية ضد زيادة التيار اشتراطات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364-4-43 .
- يجب وقاية الموصلات المكهربة باستخدام نبيطة أو أكثر تقوم بفصل مصدر التغذية تلقائيا فى حالة زيادة الحمل، أو فى حالة القصر، ويستثنى من ذلك الحالات التى يكون فيها التيار محدوداً نتيجة لخواص المصدر.

ملاحظات :

- يعتبر الموصل الكهربائى قد توفرت له الوقاية ضد تيارات الخطأ بنفس النبيطة التى تحميه ضد زيادة الحمل، وذلك إذا تساوت قيمتا تيار الخطأ وتيار زيادة الحمل
- وقاية الموصلات طبقا للاشتراطات الواردة بهذا الفصل، لا تؤدى بالضرورة إلى وقاية المعدات التى تغذيها هذه الموصلات أو الكابلات المرنة من مقابس (برايز) أو قوابس

يجب التنسيق بين الوقاية ضد زيادة الحمل والوقاية ضد القصر.

٢/٦/٤ طبيعة نبائط الوقاية

(١) عام

يجب أن تكون نبائط الوقاية المستخدمة من الأنواع المناسبة من بين تلك الموضحة بالاشتراطات التالية :

الوقاية ضد تيارات زيادة الحمل وتيارات القصر معاً

يجب أن تكون النبائط التى توفر الوقاية ضد تيارات زيادة الحمل وتيار القصر معا، قادرة على فصل (وتكون القواطع قادرة أيضا على وصل) أى تيار زائد قد تصل قيمته إلى تيار القصر المتوقع فى النقطة المركبة عندها النبيطة. ويجب أن تفى هذه النبائط بالمتطلبات الواردة باشتراطات الوقاية ضد تيار زيادة الحمل، الوقاية ضد القصر، التنسيق بين الوقاية ضد زيادة الحمل والقصر. ويمكن أن تكون نبائط الوقاية فى هذه الحالة، عبارة عن قواطع مزودة بعنصر إعتاق ضد زيادة الحمل ومصاهر، أو أن تكون قواطع تلقائية (C.B) مزودة بمصاهر.

ملحوظة :

يجب عند استخدام نبيطة وقاية لها سعة قطع مقننة أقل من القيمة المتوقعة لتيار القصر عند موقع النبيطة، أن تحقق متطلبات االفقرة الأولى من خصائص نبائط وقاية القصر فى الدوائر.

الوقاية ضد تيارات زيادة الحمل فقط

يجب أن تفى نبائط الوقاية ضد تيارات زيادة الحمل بالمتطلبات الواردة باشتراط الوقاية ضد تيار زيادة الحمل، وقد تكون سعة القطع لهذه النبائط أقل من القيمة المتوقعة لتيار القصر عند موقع تركيب تلك النبائط.

الوقاية ضد تيارات القصر فقط

يجب أن تفى نبائط الوقاية ضد تيارات القصر بالمتطلبات الواردة ببند الوقاية ضد القصر، ويجب أن تكون هذه النبائط قادرة على فصل (وتكون القواطع قادرة أيضا على وصل) تيارات زائدة قد تصل قيمتها إلى تيار القصر المتوقع. ويمكن أن تكون هذه النبائط إما قواطع لها عنصر إعتاق ضد القصر، أو أن تكون مصاهر.

الوقاية ضد تيار زيادة الحمل

يجب استخدام نبائط وقاية لفصل أى تيار حمل زائد يمر فى موصلات الدائرة قبل أن يتسبب هذا التيار فى ارتفاع درجة الحرارة، التى قد تسبب ضررا فى أى من العزل أو الوصلات والنهايات أو الوسط المحيط بالموصلات.

التنسيق بين الموصلات ونبائط الوقاية

يجب أن تفى خصائص نبيطة وقاية الدائرة ضد زيادة الحمل بالشروط التالية:

١- لا يقل قيمة تيارها الإسمى أو تيار ضبطها (I_n) عن تيار التصميم (I_B) للدائرة

٢- لا تزيد قيمة التيار الإسمى للنبيطة أو قيمة تيار ضبطها (I_n) عن أقل قيمة للسعة التيارية (I_z) فى أى من موصلات الدائرة التى تقيها النبيطة

٣- لا يزيد تيار التشغيل الفعال لنبيطة الوقاية (I_2) عن ١,٤٥ مرة من أقل قيمة للسعة التيارية (I_z) فى أى من موصلات الدائرة ، وعندما تكون النبيطة المستخدمة عبارة عن مصهر أو قاطع طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC)، فإن تحقيقها للبند (٢) يؤدى إلى تحقيقها للبند (٣).

ملحوظة :

يمكن تلخيص هذا الاشتراط فى الصورة التالية وكما هو موضح بالشكل رقم (١٣/٤):

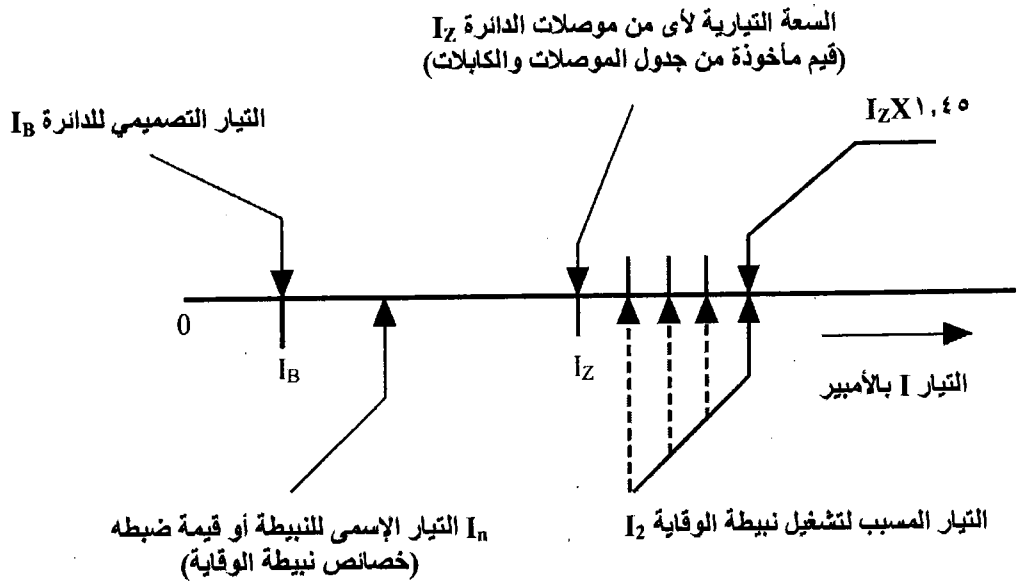
$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

من المتوقع هنا، أن تكون الدائرة مصممة على أساس أن الزيادات الصغيرة فى الحمل التى تستمر لفترات زمنية طويلة، لا تحدث بصورة متكررة.

السعة التيارية لأى من موصلات

الدائرة I_z

(قيم مأخوذة من جدول الموصلات والكابلات)



شكل (١٣/٤) : العلاقات التى تربط التيارات المختلفة لنبيطة وقاية ضد زيادة التيار

وقاية الموصلات المتصلة على التوازى

إذا تمت وقاية موصلات متصلة على التوازى بنبيطة وقاية واحدة، تكون قيمة التيار I_z هى مجموعة السعات التيارية لهذه الموصلات. ويقتصر تطبيق ذلك على الموصلات ذات نفس النوع ومساحة المقطع والطول والترتيب، وليس بها دوائر فرعية على امتداد طولها وتكون مرتبة بحيث تحمل أساسا تيارات متساوية.

ملحوظة:

لا ينطبق هذا الاشتراط على الدوائر الحلقية.

الوقاية ضد القصر

يختص هذا البند عند وجود قصر بين الموصلات التى تنتمى إلى نفس الدائرة.

عام

يجب توفير نبائط الوقاية لقطع تيارات القصر فى موصلات الدائرة، وذلك قبل أن يسبب هذا التيار خطورة نتيجة تأثيراته الحرارية أو الميكانيكية فى الموصلات أو التوصيلات. ويمكن أن يكون التيار الإسمى (I_n) لهذه النبيطة أكبر من السعة التيارية (I_z) للموصل المطلوب وقايته.

تحديد قيمة تيارات القصر المتوقعة

يجب تحديد القيمة المتوقعة لتيار القصر عند كل نقطة محددة بالتركيبات بأكملها، ويتم إجراء ذلك إما حسابيا أو بقياس المعاوقات عند هذه النقطة.

ملحوظة :

إذا كانت القيمة المتوقعة لتيار القصر عند أول التوصيلات أصغر من أقل سعة مقننة لأى نقطة مستخدمة فى التركيبات، فلا ضرورة لاتخاذ إجراء إضافى لحساب القيمة المتوقعة لتيار القصر.

خصائص نبائط وقاية القصر فى الدوائر

يجب أن تفى نبيطة الوقاية ضد القصر فى الدائرة بالمتطلبات المذكورة بالاشتراطات الواردة فى الفقرتين التاليتين :

- يجب ألا تقل سعة القطع المقننة للنبيطة عن القيمة المتوقعة لتيار القصر عند نقطة تركيبها، ويمكن السماح باستخدام سعة قطع أقل من مستوى القصر عند النقطة المركبة بها، إذا تم تركيب نبيطة إضافية عند بداية التغذية ذات سعة القطع المطلوبة. ويجب عندئذ التنسيق بين خصائص هاتين النبيطتين بحيث لا تزيد الطاقة المسموح مرورها فيهما عن تلك التى تتحملها النبيطة الموضوعة من جهة الحمل، وكذلك الموصلات المحمية بواسطتها وبحيث لا ينتج عن ذلك أية تلفيات.

كما يجب مراعاة الخصائص الأخرى كالإجهادات الديناميكية لطاقة القوس الكهربائى للنبيطة المركبة من جهة الحمل.

ملحوظة : من الأهمية بمكان الحصول من الصانع على تفاصيل خصائص النبائط المطلوب التنسيق بينها، وذلك بمراعاة أزمنة تشغيلها.

- عندما تستخدم نبيطة وقاية ضد زيادة الحمل وتكون متطابقة مع اشتراط الوقاية ضد القصر، وتكون ذات سعة مقننة لا تقل عن القيمة المتوقعة لتيار القصر المحسوبة عند نقطة تركيبها، فإنه يمكن على وجه العموم اعتبار أن المتطلبات الواردة بهذه الاشتراطات قد تحققت وذلك فيما يتعلق بالوقاية ضد القصر للموصلات المركبة من جهة الحمل.

ملحوظة :

قد تكون هذه الافتراضات غير صالحة لجميع قيم تيار القصر بالنسبة لبعض أنواع قواطع التيار وخاصة تلك التى لا تحد من قيمة تيار القصر.

وفى حالة الشك، يمكن التأكد من قيمة تلك الافتراضات بمراجعة المتطلبات الواردة بالاشتراط فى البند التالى:

- فى حالة عدم تحقيق الاشتراط الوارد بالفقرة السابقة، فإنه يجب التحقق من أن قطع جميع تيارات القصر عند أى نقطة فى الدائرة يتم فى زمن لا يتجاوز الزمن الذى قد يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة موصلات كابل التغذية على الحد الأقصى المسموح به. وبالإضافة إلى ذلك، فإنه فى حالة التركيبات الكبيرة يجب التحقق أيضا من عدم تلف الكابلات ميكانيكيا نتيجة لذلك.

وإذا استمر تيار القصر لمدة لا تتجاوز ٥ ثوانى فى كابل موصلاته ذات مساحة مقطع أكبر من ١٠ مم^2 فإنه يمكن بشكل تقريبى حساب الزمن (T) الذى يؤدى تيار القصر أثنائه على رفع درجة حرارة الموصلات من أقصى درجة حرارة مسموح بها اثناء التشغيل العادى إلى درجة الحرارة القصوى باستخدام العلاقة الموضحة فى المعادلة (٤-٣) التالية :

$$T = \frac{KS^2}{I_S^2} \qquad (4\text{-}3)$$

حيث : T : فترة استمرار تيار القصر بالثانية

S : مساحة مقطع الموصلات بالميللى متر المربع

I_s : القيمة الفعالة (r.m.s) لتيار القصر بالأمبير

وتحدد قيمة K على النحو التالى :

K = ١١٥ بالنسبة للموصلات النحاسية المعزولة بالبلاستيك (بى.فى.سى)

= ١٣٤ بالنسبة للموصلات النحاسية المعزولة بمطاط يعمل حتى درجة حرارة ٨٥°م

= ١٠٨ بالنسبة للموصلات النحاسية المعزولة بالورق المشبع بالزيت

= ١٣٥ بالنسبة للموصلات النحاسية فى الكابل ذات العزل غير العضوى

= ٧٦ بالنسبة للموصلات الألمونيوم المعزولة بالبلاستيك (بى.فى.سى)

= ٨٩ بالنسبة للموصلات الألومنيوم المعزولة بمطاط يعمل حتى درجة حرارة ٩٠°م

= ٩٤ بالنسبة للموصلات الألومنيوم المعزولة بمادة تتصلد بالتسخين (Thermo setting material) وتتحمل حتى ٩٠°م

= ٧١ بالنسبة للموصلات الألومنيوم المعزولة بالورق المشبع بالزيت

= ٨٧ بالنسبة للموصلات الألومنيوم فى الكابلات ذات العزل العضوى

= ١٠٠ بالنسبة للموصلات الملحومة بالقصدير فى الموصلات النحاسية والتى تتحمل درجة حرارة حتى ١٦٠°م

وقاية الموصلات المتوازية

يمكن لنبيطة واحدة أن تقوم بوقاية عدة موصلات على التوازى ضد القصر، بشرط أن يتم التنسيق بين خصائص تشغيل هذه النبيطة تنسيقا مناسبا مع طريقة تركيب هذه الموصلات على التوازى.

التنسيق بين الوقاية ضد زيادة الحمل والقصر

يجب التنسيق بين خصائص النبائط المستخدمة للوقاية ضد زيادة الحمل وخصائص النبائط المستخدمة للوقاية ضد القصر وبحيث لاتتجاوز الطاقة التى تسمح بإمرارها نبائط الوقاية ضد القصر عن القيم التى تتحملها نبائط الوقاية ضد زيادة الحمل بدون حدوث أى تلف فيها.

الحد من زيادة الحمل نتيجة لخواص مصدر التغذية

يمكن اعتبار الموصلات مزودة بوقاية ضد زيادة الحمل وتيارات القصر، عندما لا يتمكن مصدر التغذية من توفير تيار تتجاوز قيمته السعة التيارية لهذه الموصلات.

٤/٧ الوقاية من هبوط الجهد

المتطلبات العامة

- إذا هبط الجهد فى دائرة ، أو فقد ثم تمت استعادته، وأدى ذلك إلى خطورة على الأفراد أو الممتلكات، أو أدى إلى تلف جزء من التركيبات أو المعدات الكهربائية، فإنه يجب استخدام نبيطة للوقاية ضد هبوط الجهد، إذا كان التلف فى التركيبات الناتج من تغيرات الجهد المشار إليها أعلاه ضئيلا ولا يسبب خطورة ما للأفراد، فيمكن الاستغناء عن استخدام هذه النبيطة.
- من الممكن تأخير عمل نبائط الوقاية ضد هبوط الجهد، إذا كان تشغيل المعدة المطلوب وقايتها لا يتأثر بهبوط الجهد لفترة قصيرة أو بفقده، بدون أن ينجم عن ذلك أى خطر.
- عند استخدام الملامسات (كونتاكتورات)، يجب ألا يؤدى التأخير فى فتحها أو توصيلها إلى عرقلة عملية الفصل اللحظى لوسائل التحكم أو لنبائط الوقاية.
- يجب أن تتوافق خصائص نبائط الوقاية من هبوط الجهد مع متطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC) الخاصة ببدء حركة المعدة واستخدامها.
- يجب ألا يعاد توصيل النبائط تلقائيا، إذا تسبب ذلك فى إيجاد حالة من الخطورة.

٤/٨ العزل وتشغيل المفاتيح

٤/٨/١ عام

- يجب توفير وسائل العزل والتوصيل غير التلقائى للمفاتيح، بغرض منع أو استبعاد الأخطار المرتبطة بالتركيبات الكهربائية أو بالمعدات والآلات المغذاه بالقوى الكهربائية، ويجب أن تتطابق هذه الوسائل مع الاحتياطات الواردة بهذا الفصل.
- يجب عدم استخدام وسيلة لعزل أو توصيل موصل التأريض الوقائى (PE) فى كل من نظامين " أ ت – ش " (TN – C) و " أ ت – ص " (TN – S).

وبالإضافة إلى ذلك، يجب عدم إستخدام وسيلة لعزل أو توصيل موصل التعادل (N) فى نظام " أ ت – ص " (TN – C)، إلا إذا كان ذلك مطلوبا على وجه التحديد. وفى هذه الحالة يجب اتخاذ الإجراءات اللازمة لضمان سلامة التشغيل.

٤/٨/٢ الفصل

- يجب أن تفى وقاية الدائرة بالفصل اشتراطات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364-5-53 .

- يجب تزويد كل دائرة بوسيلة لفصل كل الموصلات المكهربة عن مصدر التغذية، ويستثنى من ذلك الحالات الواردة فى الفقرة الثانية من بند عام أعلاه، هذا ومن المسموح به عزل مجموعة من الدوائر دفعة واحدة بوسيلة عمومية واحدة، إذا اقتضت اعتبارات شروط التشغيل ذلك.
- يجب أن تتوفر الاحتياطات الكافية لمنع توصيل التغذية الكهربائية لأى معدة فى المكان بطريقة عفوية.
- إذا احتوت معدة أو وعاء (Enclosure) على عدة أجزاء مكهربة يتعذر فصل الكهرباء عنها كلها بواسطة نبيطة واحدة ، فيجب وضع علامة تحذيرية فى المكان المناسب تنبه أى فرد يمكنه الوصول إلى هذه الأجزاء المكهربة وذلك لاستخدام وسيلة عزل مناسبة عند التعامل مع هذه المعدة.

  ويمكن الاستغناء عن هذا التنبيه ، إذا توافرت وسائل تواشجية لعزل كافة الدوائر المعنية داخل المعدة أو الوعاء بأكمله.
- يجب ترتيب وسائل مناسبة لتفريغ الطاقة الكهربائية السعوية، كلما كان ذلك ضروريا لدرء الخطر.
- يجب أن تزود كل النبائط المستخدمة للعزل بعلامات إرشادية واضحة، منها على سبيل المثال علامة تبين الدوائر التى ستقوم النبيطة بفصلها عن مصدر التغذية.

٤/٨/٣ فصل المفاتيح للصيانة الميانيكية

- يجب أن تتوفر وسائل لفصل المفاتيح بغرض الصيانة الميكانيكية درءا لأى خطورة بدنية، وأن توضع فى الأماكن المناسبة وتكون سهلة التعرف عليها.
- يجب اتخاذ الاحتياطات الكافية وذلك بتوفير الوسائل المناسبة لمنع إعادة تشغيل أية معدة بطريقة عفوية أثناء القيام بأعمال الصيانة.

٤/٨/٤ مفاتيح الطوارىء

- يجب توفير مفاتيح طوارىء لكل جزء من أجزاء التركيبات الكهربائية الذى قد يكون فصله عن مصدر التغذية ضروريا وعلى وجه السرعة لدرء أو إزالة أى خطورة تحدث بهذه التركيبات.
- يجب تشغيل مفاتيح الطوارىء بحركة واحدة، بحيث تفصل مصدر التغذية فورا.
- يجب تنظيم عمل مفاتيح الطوارىء بحيث لا يؤدى تشغيلها إلى أضرار فى دوائر أخرى.
- يجب أن تكون نبائط تشغيل مفاتيح الطوارىء سهلة المنال ومميزة بعلامة واضحة.

- يجب توفير وسائل لإيقاف الأجسام المتحركة في حالة تشغيل مفاتيح الطوارىء، إذا كان استمرار حركتها يؤدى إلى تزايد الخطورة من حولها.

٤/٩ تطبيق احتياطات الوقاية والأمان

٤/٩/١ عام

يجب تطبيق احتياطات الوقاية في التركيبات الكهربائية ككل، أو لكل جزء منها، أو معدة على حدة، وذلك طبقا لمتطلبات الأغراض التالية :

- الوقاية ضد الصدمة الكهربائية
- الوقاية ضد زيادة التيار
- الوقاية ضد زيادة تيار القصر
- الوقاية طبقا لطبيعة الدوائر ونظام التوزيع
- الفصل الكهربائي وتشغيل المفاتيح

يجب التنسيق بين خصائص نبائط الوقاية المختلفة للتركيبات الكهربائية ككل أو في أجزاء منها، وذلك لتلافي حدوث تأثير ضار نتيجة لتداخل أدائها.

٤/٩/٢ احتياطات الوقاية ضد الصدمة الكهربائية

(١) عام

يجب تحقيق أحد الاحتياطات الخاصة بالوقاية ضد الصدمة الكهربائية لكل معدة كهربائية من بين الاحتياطات في البند ٤/٢.

(٢) الوقاية ضد الصدمة الكهربائية

يجب أن تتحقق لكل من المعدات الكهربائية المستخدمة أحد الاحتياطات الخاصة بالوقاية ضد الصدمة الكهربائية في حالة وجود خطأ من بين الاحتياطات المذكورة في البندين ٤/٢/٢، ٤/٢/٣ وتكون طرق الوقاية كالتالي :

أ- استخدام الفصل التلقائي عن مصدر التغذية لأى تركيبات كهربائية، فيما عدا أجزائها التي يتم وقايتها بوسيلة أخرى

ب- إذا تعذر تطبيق الوقاية باستخدام الفصل التلقائي عن مصدر التغذية، أو كان ذلك غير مرغوب فيه، فتتم الوقاية ضد الصدمة الكهربائية باستخدام وسائل عازلة عن الأرض، أو باستخدام ربط متساوى الجهد للأجزاء المعدنية المختلفة، على أن يكون الربط معزولا عن الأرض.

ت- استخدام جهد شديد الانخفاض مأمون، أو تركيب معدات ذات تصنيف رقم ٢، أو عن

طريق استخدام عزل مكافىء، أو عن طريق الفصل الكهربائى، وتطبق هذه الوسائل عادة على معدات أو أجزاء محددة من التركيبات الكهربائية.

ت- يمكن التغاضى عن تطبيق الوقاية ضد الصدمة الكهربائية فى حالة وجود خطأ بالنسبة للمعدات التالية:

- الحوامل التى تركب على الحوائط والخاصة بتثبيت عوازل الخطوط الهوائية، وكذلك كل الأجزاء المعدنية المرتبطة بها (قطع اتصال خاصة بالخطوط الهوائية)، إذا كانت موضوعة خارج مدى تناول اليد
- الأعمدة الخرسانية المسلحة، إذا كان حديد تسليحها صعب المنال
- الأجزاء المعدنية المعرضة للمس والتى قد يتعذر تلامسها مع جزء من الجسم البشرى بسبب صغر أبعادها (٥٠ مم × ٥٠ مم)، أو مكانها داخل التركيبات، علاوة على صعوبة ربطها مع موصل وقائى (على سبيل المثال، المسامير والبرشام ولوحات البيان الصغيرة أو أقفزة الكابلات)
- المواسير المعدنية أو الحاويات المعدنية المستخدمة لحماية المعدات

(٣) الوقاية ضد التلامس المباشر وغير المباشر معاً

أ – الجهد شديد الإنخفاض المأمون

- عند استخدام الجهد شديد الانخفاض المأمون لضمان الوقاية ضد التلامس المباشر، وذلك عندما تكون الأجزاء المكهربة غير معزولة وغير مزودة بحواجز أو حاويات، فيجب أن تكون جميع الجهود فى حدود ٢٥ فولت (قيمة فعالة) للتيار المتردد، أو ٦٠ فولت (بدون تموجات) للتيار المستمر، وذلك بشرط ضمان أن الشخص المعرض للمس الأجزاء المكهربة سهلة المنال فى آن واحد له مقاومة جسدية عادية، أما فى الحالات المتوقع فيها أن تكون المقاومة الجسدية صغيرة أو ضئيلة للغاية، فيجب استعمال جهود إسمية أقل مما ذكر بعالية بدرجة مناسبة.
- عند استخدام الجهد شديد الانخفاض المأمون لغرض الوقاية ضد التلامس غير المباشر فقط، وكانت الأجزاء المكهربة فى دائرة الجهد شديد الانخفاض المأمون معزولة أو مزودة بحواجز أو حاويات، فيجب أن تكون جميع الجهود الإسمية فى تلك الدائرة فى حدود ٥٠ فولت (قيمة فعالة) للتيار المتردد، أو ١٢٠ فولت (بدون تموجات) للتيار المستمر، وذلك بشرط ضمان أن الشخص المعرض للمس الأجزاء المكهربة سهلة المنال فى آن واحد، له مقاومة جسدية عادية. اما فى الحالات المتوقع فيها أن تكون

المقاومة الجسدية صغيرة أو ضئيلة للغاية، فيجب استعمال جهود إسمية أقل مما ذكر بعالية بدرجة مناسبة.

ملحوظة :

القيمة العادية لمقاومة الجسم البشرى كما هو متعارف عليه، هى تلك الناشئة بين نقطة يلمسها الإنسان بإحدى يديه ومستوى معدنى يقف عليه بكلتا قدميه العاريتين، على أن يكون جلده جافا أو مرطبا بعرقه (ولكن ليس مبتلا). والمنتظر أن تقل المقاومة، إذا كانت الأقدام أو اليدان مبتلة، أو إذا اتخذ تيار الصدمة الكهربائية مسارا مخالفا لمساره بين الأطراف، والمتوقع أن تكون المقاومة منخفضة للغاية (تبلغ ربع قيمة المقاومة العادية) عندما يكون الإنسان منغمرا فى الماء أو إذا كان عمله فى مواقع موصلة ضيقة.

ب – بإستعمال جهد شديد الانخفاض لأداء غرض معين

إذا تم استخدام جهد شديد الانخفاض فى أغراض معينة، ولكن كان من المطلوب تأريض نقطة واحدة بدائرة الجهد شديد الانخفاض، أو توصيل الأجزاء المكهربة أو الأجزاء المعدنية المعرضة للمس إلى موصلات وقاية لدوائر أخرى بصرف النظر عن تأريض تلك الموصلات الوقائية من عدمه، أو لم يكن العزل المتوفر بين دوائر الجهد شديد الانخفاض والدوائر الأخرى مكافئا للعزل المطلوب لمصدر كهربائى مأمون، فيجب عندئذ معالجة نظام التركيبات الكهربائية بأكمله كأنه نظام جهد شديد الانخفاض لأداء وظيفة معينة ويطبق عليه الاشتراطات الخاصة.

ت – الحد من تيار الصدمة الكهربائية

يقتصر تطبيق هذا الاحتياط على المعدات الكهربائية المستقلة والمصنوعة طبقا للمواصفات القياسية المصرية أو أى مواصفات عالمية مكافئة لها، إذا كانت هذه المعدات تحتوى على وسائل تحد من قيمة التيار المار منها خلال جسم إنسان أو حيوان لقيمة مأمونة. ويمكن تطبيق هذا الاحتياط بصورة أوسع، على أى جزء من التركيبات الكهربائية المغذاة من المعدات السابق ذكرها (على سبيل المثال، الأسوار المكهربة المغذاة من أجهزة التحكم الخاصة بها).

الوقاية ضد التلامس المباشر

يجب أن تفى الوقاية ضد التلامس المباشر اشتراطات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC61200- 413 .

أ – عزل الأجزاء المكهربة

يختص هذا الاحتياط بالعزل الأساسى للمعدات الكهربائية، ويهدف إلى الحيلولة دون التلامس مع الأجزاء المكهربة، ويتم تطبيقه بغرض الوقاية ضد التلامس المباشر مع اقترانه بأحد الاحتياطات المتبعة للوقاية ضد التلامس غير المباشر.

ب – الحواجز أو الحاويات

يقصد بهذا الاحتياط، منع أو إعاقة لمس الأجزاء المكهربة، ويطبق عادة للوقاية ضد التلامس المباشر مع اقترانه بأحد الاحتياطات المتبعة للوقاية ضد التلامس غير المباشر.

إستثناءات :

يقتصر تطبيق الاستثناء الوارد بالفقرة الأولى من بند الوقاية باستخدام الحواجز، الذى يسمح بفتحات فى الحواجز أو الحاويات أكبر مما تحققه درجة الحماية د ح ٢ س " IP2X " ، على المعدات أو مستلزماتها المتطابقة مع المواصفات القياسية المصرية، أو أى مواصفات قياسية عالمية مكافئة لها، والتى يكون فيها تطبيق هذا الاشتراط بصفة عامة غير عملى، لتعارض ذلك مع الوظيفة المطلوبة من المعدة، كما فى حالة بعض دوى المصابيح الخاصة. ويجب عند تطبيق هذا الاستثناء، أن تكون الفتحات محدودة بالدرجة الكافية لمتطلبات الأداء الصحيح للمعدة وإمكانية إستبدال أجزاء منها بسهولة.

ت – الحوائل

يقصد بهذا الاحتياط، منع التلامس العفوى مع الأجزاء المكهربة، ولكنه لا يمنع التلامس المتعمد إذا تم رفع الحوائل للوقاية ضد التلامس المباشر فقط فى المناطق سهلة المنال بالنسبة لأفراد مهرة فقط أو الأفراد المدربين على أداء عمل معين وتحت الإشراف المباشر.

ث – الإبعاد عن التناول

يقصد بهذا الاحتياط، منع التلامس العفوى فقط مع الأجزاء المكهربة، ويقتصر تطبيقه على الوقاية ضد التلامس المباشر. أما بالنسبة لتطبيق الاشتراطات بالفقرتين ٣،٢ من بند الوقاية بالإبعاد عن التناول، فيقتصر على المواضع التى يمكن دخولها بالنسبة لأفراد مهرة فقط أو الأفراد المدربين على أداء عمل معين تحت الإشراف المباشر من الأفراد المهرة.

الوقاية ضد التلامس غير المباشر

أ – الفصل التلقائى لمصدر التغذية

- يهدف تطبيق هذا الاحتياط عامة، إلى تقليل فترة بقاء الجهد الناشىء بين الأجزاء الموصلة سهلة المنال فى آن واحد فى حالة حدوث خطأ والذى قد يسبب خطرا ما، ويشمل هذا الاحتياط كل طرق تأريض الأجزاء الموصلة المعرضة للمس، ويجب عند

اختيار قيمة معاوقة حلقة الخطأ الأرضى (Z_s) الالتزام بتطبيق القيم الحدية لها، وذلك إذا كان الشخص الملامس ذو مقاومة جسدية عادية.

أما إذا كان من المتوقع انخفاض مقاومة الجسم الملامس انخفاضا شديدا، فيجب إما تقليل معاوقة حلقة الخطأ الأرضى إلى قيم مناسبة أو اتخاذ احتياط وقائى آخر.

- يقتصر تطبيق القيم الحدية لمعاوقة حلقة الخطأ الأرضى، على حالة وقوع كل من الأجزاء المعدنية القابلة للمس فى المعدة المعنية، والأجزاء الموصلة الدخيلة (كمواسير المياه والغاز) داخل نطاق الربط متساوى الجهد الرئيسى. أما فى حالة مد دائرة من داخل ذلك النطاق لتقوم بتغذية معدة خارج نطاق الربط، وعند احتمال أن يتلامس شخص ما بصفة مباشرة مع جسم المعدة وهو واقف على الأرض، فيجب توفير المتطلبات الآتية :
  - فى حالة تغذية المعدة من مخرج مقبس مقنن (بريزة) بسعة ٣٢ أمبير فأقل، أو تغذيتها بواسطة كابل مرن، أو تغذيتها بكابل توصيل له نفس السعة التيارية، فيجب أن تتم الوقاية باستخدام نبيطة تيار متبقى تعمل عند قيمة لا تتجاوز ٣٠ ميللى أمبير
  - بالنسبة لباقى المعدات الأخرى يجب ان تكون قيمة المعاوقة الحلقية للخطا الارضى (z_s) بحيث يتم الفصل خلال ٠,٤ ثانية
- اذا تم تطبيق هذا الاحتياط على تركيبات خاصة بالاستخدامات المنزلية اوما شابهها وكانت جزءاً من النظام " أ أ " (TT)، فيجب وقاية كل الدوائر المغذية للمقابس بواسطة نبيطة تيار متبقى تعمل عند قيمة لا تتجاوز ٣٠ ميللى أمبير.
- لا يطبق الفصل التلقائى باستخدام نبائط التيار المتبقى فى الدوائر التى يتحد فيه موصلا التعادل والتأريض معا (PEN)، ويطبق هذا الاحتياط فيما عدا ذلك، شريطة أن تختارهذه النبيطة لتعمل على تيار متبقى وتكون متطابقة مع الاشتراطات الخاصة بها.

ويفضل استخدام هذا النوع من النبائط، اذا تعذر استخدام نبائط زيادة التيار (بسبب قيمة المعاوقة الحلقية للخطأ الارضى) للحصول على أزمنة فصل مطابقة لما هو محدد.

ملحوظة:

إذا كانت نبيطة التيار المتبقى المقننة لتعمل على تيار ٣٠ ميللى أمبير فأقل للوقاية ضد التلامس غير المباشر، وكان زمن تشغليها ٤٠ ميللى ثانية فأقل عند تيار متبقى قيمته

٢٥٠ ميللى امبير، فيمكن استخدامها أيضا للحد من الخطر الناتج من التلامس المباشر فى حالة فشل الاحتياطات الأخرى. ولكن لا يسمح باستخدام تلك النبيطة كوسيلة منفردة للوقاية من التلامس المباشر، ولكن يجب استخدام أحد الاحتياطات الوقائية الواردة فى فقرة عام من بند الوقاية ضد التلامس المباشر بجانب تلك الوسيلة.

- تستخدم النبائط الوقائية التى تعمل على الجهد لتقوم بالفصل التلقائى فى نظم (أ أ)، (ع أ)، (IT، TT)، وتكون مناسبة عندما تكون قيمة معاوقة حلقة الخطأ الأرضى عند استخدام نبائط وقائية ضد التيارات الزائدة بحيث لا تحقق الاشتراط فى الفقرة الأولى من عام من بند الوقاية باستخدام موصلات الربط متساوية الجهد المؤرضة.

ويجب التنوية بأنه يفضل بصفة عامة استخدام نبائط التيار المتبقى.

الوقاية باستخدام معدات كهربائية ذات تصنيف رقم ٢ أو ذات عزل تكميلى

- يقصد بهذا الاحتياط منع ظهور جهد يمثل خطورة ما على الأجزاء المعدنية المعرضة للمس بالمعدة الكهربائية أثناء حدوث خطأ فى عزلها الأساسى، ويمكن تطبيقها عموما على المعدات المنفردة، إما باختيار معدة متطابقة مع المواصفات العالمية التى تضمن استخدام طريقة تنفيذ المعدة لتكون من المصنف رقم ٢، أو أن تكون المعدة ذات عزل كامل، أو يتم تزويدها بعزل إضافى مناسب أثناء عملية التركيبات.
- إذا قامت الدائرة بتغذية معدات ذات تصنيف رقم ٢، فيجب رغما عن ذلك أن تكون المعدة المستخدمة للتيار موصلة إلى الموصل الوقائى للدائرة عند كل نقطة تغذية (التى قد تتغير بواسطة مستخدم المعدة)، وكذلك عند نهايات التوصيل لملحقات المعدة التى قد تتغير بواسطة مستخدمها، ويمكن التغاضى عن هذا المطلب إذا تم تطبيق الاشتراط الوارد بالفقرة التالية.

أما إذا احتوت معدة ذات تصنيف رقم ٢ على تجهيزة معدنية معرضة للمس وتم توصيلها أثناء تنفيذ التركيبات بموصل وقائى، فيجب معاملة هذه التجهيزة كأجزاء معدنية معرضة للمس، فى حين يجب معاملة المعدة نفسها على أنها من المصنف رقم ١.

- عندما يستخدم هذا الاحتياط كوسيلة أمان وحيدة للحصول على وقاية ضد التلامس غير المباشر (أى إذا اشتملت جميع التركيبات أو كل أجزاء الدائرة على معدات ذات عزل مصنف رقم ٢ أو ما يماثلها)، فيجب التحقق من أن هذه التركيبات أو الدائرة المعنية خاضعة أثناء استخدامها العادى للمراقبة الفعالة، ولا يحدث فيها أى تغيير قد يؤثر على مدى فاعلية العزل المصنف رقم ٢ أو ما يكافئه، ومن ثم يجب ألا يطبق هذا الاحتياط على أى دائرة تحتوى على مخارج مقابس من المحتمل أن يقوم غير المختص باستبدال

المعدات المتصلة بها، ولا تعتبر الكابلات التى لها غلاف غير معدنى أو حاوية غير معدنية كتركيبات ذات عزل مدرج تحت المصنف رقم ٢، ومع ذلك فإن استخدام مثل هذه الكابلات والمركبة طبقا للاشتراطات الخاصة بها، يحقق وقاية كافية ضد التلامس المباشر وغير المباشر.

باستخدام موضع غير موصل

يقصد بهذا الاحتياط، منع التلامس فى آن واحد مع أجزاء معدنية معرضة للمس ينشأ بينها فروق فى الجهد نتيجة لانهيار العزل الأساسى للأجزاء المكهربة، ولا يستخدم هذا الاحتياط بصفة عامة، ولكنه يطبق فى حالات خاصة تكون تحت المراقبة الفعالة، وبناء على مواصفات موضوعة بواسطة مهندس كهرباء نقابى متخصص.

باستخدام ربط متساوى الجهد غير مؤرض

يقصد بهذا الاحتياط، منع ظهور جهد خطر بين الأجزاء المعدنية سهلة المنال فى آن واحد عند حدوث انهيار للعزل الأساسى للأجزاء المكهربة.

ويطبق هذا الاحتياط فى مواقع خاصة غير مؤرضة، وتكون تحت المراقبة الفعالة من المختصين وبناء على مواصفات موضوعة بواسطة مهندس كهرباء نقابى متخصص.

باستخدام العزل الكهربائى

يقصد بهذا الاحتياط، منع تيارات الصدمة عن طريق التلامس مع أجزاء معدنية معرضة للمس، والتى تمر نتيجة لانهيار العزل الأساسى للأجزاء المكهربة بهذه الدائرة، ويمكن تطبيق هذا الاحتياط على مصدر يقوم بتغذية معدة وحيدة عن طريق محول متطابق مع المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60742 إذا كانت دائرة الملف الثانوى به غير مؤرضة، أو باستخدام أى مصدر تغذية آخر يوفر نفس درجة الأمان.

ويمكن تطبيق هذا الاحتياط على مصدر يقوم بتغذية عدة معدات وذلك فى حالات خاصة تكون تحت المراقبة الفعالة من المختصين، وبناء على مواصفات موضوعة بواسطة مهندس كهرباء نقابى متخصص.

متطلبات خاصة وإستثناءات

- لتوفير الوقاية ضد التلامس العفوى مع الأجزاء المكهربة، يكتفى فى المناطق المقصور دخولها على الأفراد المهرة أو المدربين وتحت المراقبة المباشرة من المختصين، باستخدام حوائل أو موانع متطابقة مع الاشتراط الخاص بها، أو بوضع الأجزاء المكهربة خارج نطاق المنال طبقا للاشتراطات الواردة فى بند الوقاية بالإبعاد عن التناول، بالإضافة إلى وجوب تطبيق الاشتراطات فى الفقرات الأربعة التالية.

- يجب أن تطابق أبعاد ممرات ومنصات تشغيل لوحات التوزيع من النوع العادى المفتوح، وكذلك المعدات ذات الأجزاء المكهربة المكشوفة، الأبعاد التى تحددها شركة توزيع الكهرباء المختصة طبقا للجهد الإسمى للأجزاء المكهربة.
- فى المناطق المقصور دخولها على الأفراد المهرة فقط (وذلك باستخدام قفل أمان بمفتاح أو باستخدام عدة خاصة لفتحها)، فإنه يمكن الإستغناء كليا عن احتياطات الوقاية ضد الصدمة الكهربائية، إذا سمحت شركة الكهرباء المختصة بذلك.
- يجب تحديد المناطق المقصور ارتيادها على أفراد مهرة أو مدربين بعلامات إرشادية وتحذيرية مناسبة وواضحة طبقا للمواصفات القياسية المصرية ٢٤٠٥/٢٠٠٥.
- يمكن الاستغناء عن الاحتياطات الواقية ضد التلامس غير المباشر فى الحالات التالية:
  - الحوامل التى تركب على الحوائط والخاصة بتثبيت عوازل الخطوط الهوائية وكذلك القطع المعدنية المتصلة بها إذا كانت هذه الأجزاء موضوعة خارج متناول اليد
  - أعمدة الخرسانة المسلحة التى يكون حديد تسليحها صعب المنال
  - الأجزاء المعدنية المعرضة للمس، ولكن لا يمكن الإمساك بها إما لتناهى صغر أبعادها أو بسبب ترتيب تركيبها، أو لعدم إمكانية تلامسها مع مساحة مؤثرة من سطح جسم الإنسان، وبشرط أن يكون توصيل هذه الأجزاء بالموصل الوقائى غير ممكن، أو لا يمكن ضمان استمرار بقائة

ملحوظة :

يطبق هذا البند على القطع المعدنية الصغيرة مثل المسامير والبرشام ولوحات بيان المعلومات أو أقفزة الكابلات، ويكون المقصود بالمساحة المؤثرة من سطح جسم الإنسان فى الفقرة السابقة هو المساحة ٥٠ مم × ٥٠ مم

- مسامير تثبيت الملحقات غير المعدنية بشرط ألا تحدث أية خطورة ملحوظة إذا تلامست هذه المسامير مع أجزاء مكهربة.
- أطوال قصيرة من مواسير معدنية لحماية الكابلات ذات الغلاف غير المعدنى، أو حاويات معدنية أخرى تقوم بحماية المعدات ميكانيكيا تنطبق عليها الاشتراطات بالفقرات الخاصة ببند الوقاية باستخدام معدات كهربائية ذات تصنيف رقم ٢ أو ذات عزل تكميلى باستخدام الفصل التلقائى والنظم ذات الجهود المخفضة.
- إذا كان استخدام جهد شديد الانخفاض غير عملى لأسباب وظيفية، ولم تقتضى المتطلبات استخدام جهد شديد الانخفاض مأمون، فيمكن استخدام نظام ذى جهد منخفض طبقا للموارد بالفقرات الستة التالية.

- يجب ألا يزيد الجهد الإسمى للجهد المنخفض عن ١١٠ فولت (قيمة فعالة) فى التيار المتردد بين الأطوار (فى حالة النظام ثلاثى الأطوار تكون القيمة بين أحد الأطوار وخط التعادل المؤرض ٦٥ فولت)، (وفى حالة نظام أحادى الطور ذى الثلاثة أسلاك، تكون القيمة بين الطور وخط التعادل المؤرض ٥٥ فولت).
- تكون مصادر تغذية دوائر الجهد المنخفض واحدة من أى من الآتى :
  - محول مزدوج الملفات ومتطابق مع المواصفات القياسية العالمية IEC 60742
  - وحدة توليد تدار بمحرك كهربائى ذات ملفات توفر عزلا مكافئا للعزل الذى توفره الملفات فى المحول مزدوج الملفات المذكور عاليه
  - مصدر كهربائى لا يعتمد على مصادر تغذية أخرى (على سبيل المثال، مولد يدار بمحرك ديزل)
- يجب تأريض نقطة التعادل لملفات الثانوى بالمحول، أو للمولد ثلاثى الأطوار، أو نقطة المنتصف من ملفات الثانوى بالمحول أحادى الطور.
- يتم توفير الوقاية ضد التلامس المباشر باستخدام العزل المطابق للاشتراط فى الفقرة الأولى من بند عزل الأجزاء المكهربة فى الوقاية ضد التلامس المباشر، أو باستخدام حواجز أو حاويات طبقا للاشتراطات بالفقرتين الثانية والثالثة من ذات البند.
- يتم توفير الوقاية ضد التلامس غير المباشر، باستخدام الفصل التلقائى بواسطة نبيطة وقاية ضد زيادة التيار موضوعة فى كل موصل طور، أو بواسطة نبيطة تيار متبقى مع تأريض كل الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى نظام الجهد المنخفض. ويجب اختيار قيمة معاوقة حلقة الخطأ الأرضى (Z_s) عند كل نقطة استخدام (شاملة مخارج المقابس)، بحيث لا يتجاوز زمن فصل النبيطة ٥ ثوانى. وإذا تم استخدام نبيطة تيار متبقى، فيجب ألا تتجاوز قيمة حاصل ضرب (تيار التشغيل المتبقى المقنن بالأمبير × المقاومة الحلقية للخطا الأرضى) ٥٠ فولت.
- يجب أن تشتمل مخارج المقابس ومقارنات الكابلات (Cable couplers) فى نظم الجهد المنخفض، على قطع تلامس لموصل وقائى، وبحيث لا يمكن تبادل استخدامها مع مخارج مقابس وقوابس ومقارنات الكابلات لأى نظام أخر للجهد فى نفس التركيبات.

١٠/٤ احتياطات وقائية للمواقع الخاصة

يستلزم الأمر الالتزام بكل من احتياطات الوقاية السابق ذكرها، بالإضافة إلى الاحتياطات الإضافية المذكورة فى الاشتراطات الواردة فى الفقرات أ، ب، ج التالية فى المواقع الخاصة التى تكون فيها القابلية للصدمة الكهربائية ذات تأثير عالى على الأفراد والدواب.

أ - الحمامات والأدشاش

- إذا احتوت غرفة حماما ثابتا أو دشا (Shower)، فيجب ألا يركب فيها مخارج مقابس، وألا يكون هناك وسيلة لتغذية معدة نقالية. فإذا تم تقفيل كابينة دش صغيرة داخل غرفة ما، فيجب ألا توضع مخارج المقابس على بعد أقل من ٢,٥ م من كابينة الدش، ولا تنطبق هذه المتطلبات على مخرج تغذية ماكينة الحلاقة المتطابقة مع الاشتراط فى الفقرة الرابعة من هذا البند.
- يجب تزويد الغرف المحتوية على حمام ثابت أو دش بموصل ربط متساوى الجهد إضافى وذلك للربط بين أجزاء المعدات المعدنية سهلة المنال فى آن واحد، وكذلك بين الأجزاء المعدنية المعرضة للمس فى المعدات وبين الأجزاء المعدنية الدخيلة سهلة المنال فى آن واحد.
- يجب اختيار خصائص نبائط الوقاية وترتيبات التأريض، بحيث يتم الفصل خلال ٠,٤ ثانية عند حدوث خطأ أرضى فى دوائر تغذية المعدة فى غرفة تحتوى على حمام أو دش ثابتين، إذا كانت المعدة سهلة المنال فى آن واحد مع أجزاء معدنية معرضة للمس فى معدة أخرى أو مع أجزاء معدنية دخيلة.
- يجب تغذية ماكينات الحلاقة الكهربائية فى الغرفة التى تحتوى على حمام أو دش ثابتين من خلال مقبس (بريزة) تغذية ماكينة الحلاقة المتطابقة مع المواصفات القياسية، ويجب أن يتم توصيل طرف التأريض لمقبس تغذية ماكينة الحلاقة بالموصل الوقائى للدائرة النهائية التى تتم التغذية منها.
- يجب تصنيع الأجزاء الخارجية لماسك المصباح (الدوى) من مادة عازلة، أو تقفيل الماسك من الخارج بمادة عازلة، وذلك بالنسبة للمواسك الواقعة فى نطاق مسافة ٢,٥ م من الحمام أو من حوض الاستحمام أو من كابينة الدش الموضوعة داخل غرفة تحتوى على هذه التجهيزات الخاصة. ويجب تزويد ماسك المصباح طراز المسمار، بحجاب واقى يطابق المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60400 ، ويمكن الاستعاضة عن كل ذلك بكشاف إضاءة مغلق تماما.
- يجب وضع جميع المفاتيح أو وسائل التحكم والضبط الأخرى، بحيث لا تكون فى الأحوال العادية فى متناول اليد لفرد يستخدم حماماً أو دشا ثابتا، ولا ينطبق هذا المطلب على مقابس تغذية ماكينات الحلاقة الكهربائية المركبة طبقا للفقرة الرابعة من هذا البند، ولا على الحبل العازل الخاص بتشغيل المفاتيح، ولا على أجهزة التحكم الخاصة بسخانات المياه الكهربائية المطابقة للمواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC). ولا يجب

تركيب معدات ثابتة تحتوى على عناصر تسخين يمكن لمسها، فى نطاق منال أى فرد يستخدم حماما أو دشا، ويعتبر غلاف شمعة التسخين المصنوع من زجاج السيليكا جزءا من الشمعة فى هذه الاشتراطات.

ب – تركيبات كهربائية فى المنشآت الزراعية

- فى المواقع التى ترتادها الماشية، داخل وحول المبانى الزراعية، يجب أن تكون المعدات الكهربائية من المصنف رقم ٢ بقدر الإمكان، أو أن تصنع أجزائها الخارجية من مادة عازلة، أو يتم حمايتها من الخارج بمادة عازلة.
- عند الوقاية ضد التلامس المباشر باستخدام الفصل التلقائى فى تلك المواقع، لا يجب تطبيق القيم الحدية لمعاوقة حلقة الخطأ الأرضى الواردة فى الفقرة الثانية من بند عام فى الوقاية باستخدام موصلات الربط متساوية الجهد المؤرضة مع الفصل التلقائى لمصدر التغذية، بل يجب تخفيض قيم معاوقة حلقة الخطأ الأرضى هذه بحيث تكون مناسبة لنوع الحيوان المحتمل تواجده بالموقع، علما بأن قابلية التأثر بالصدمة الكهربائية للخيل والماشية عالية عند قيم للجهد المتردد أقل من ٢٥ فولت (قيمة فعالة) نظرا لأن مقاومة أجسامها متناهية الصغر.
- إذا تم استخدام جهد شديد الانخفاض مأمون للوقاية فى الأماكن التى ترتادها الماشية داخل أو حول المبانى الزراعية، فإنه يجب تخفيض القيمة القصوى لحد الجهد الإسمى الوارد فى الفقرة الأخيرة من بند ترتيب الدوائر إلى القيمة المناسبة.

جـ – التركيبات الكهربائية بالمقطورات المتحركة الناقلة للأفراد (الكرافانات) ومواقع تجمعها

ملحوظة :

يقتصر تطبيق الاشتراطات بالفقرات من ١ إلى ٥ الواردة فيما بعد فقط على التركيبات الكهربائية الخاصة بالمقطورات المتحركة الناقلة للأفراد والتى لا يتجاوز حملها الأقصى ١٦ أمبير، وكذا على مواقع تجمعها. أما بالنسبة للأنواع الأخرى من المقطورات التى تبقى فى موقعها لفترات طويلة، ولكنها أساسا قابلة للنقل، فتطبق عليها كافة الاشتراطات الخاصة بالمبانى الثابتة. وبالنسبة للتركيبات الكهربائية فى المقطورات الأخرى، مثل الورش المتنقلة، فإنها تخضع للاشتراطات الخاصة التى تحددها الجهات المختصة.

١- يجب أن تسمح التركيبات فى مواقع تجمع مقطورات نقل الأفراد، بتوفير الوقاية ضد التلامس المباشر باستخدام الفصل التلقائى عن مصدر التغذية.

٢- يجب تأريض كل مخرج مقبس (بريزة) يغذى مقطورة نقل الأفراد بإحدى الوسائل التالية:

- بالنسبة لتركيبات الموقع التى تمثل جزءا من نظام " أت – ص " (TN-S)، فيكون الأرضى الرئيسى لهذه التركيبات عن طريق موصل يعتمد عليه بدرجة عالية. على سبيل المثال، أن يكون الموصل الوقائى قطبا مناسبا فى كابل التغذية الأرضى، أو أن يكون الموصل الوقائى مزدوجا فى نظم التغذية بالخطوط الهوائية
- أو يتم تأريض مخارج المقابس بتوصيلها إلى قطب تأريض مستقل مع وقايتها بنبيطة وقاية تعمل على التيار المتبقى، ويمكن أن تقى هذه النبيطة مخرج مقبس منفرد أو مجموعة منها كالوارد بالاشتراطات بالبند التالى
- بالنسبة لتركيبات الموقع التى تمثل جزءا من نظام " أت – ش– ص " (TN-C-S)، فإنه يمكن تأريض مخارج المقابس بتوصيلها إلى طرف التأريض الرئيسى لموقع تجمع المقطورات، وذلك بعد موافقة شركة توزيع الكهرباء بالمنطقة

(٣) يجب تغذية كل مقطورة ناقلة للأفراد، من مخارج مقبس موجود بتركيبات موقع التجمع. ويغذى كل مخرج مقبس بالمقطورة، إما منفرداً أو ضمن مجموعة من ٦ أو أقل، عن طريق نبيطة وقاية تعمل على التيار المتبقى ولا تتعدى قيمة تيار تشغيل النبيطة ٣٠ ميللى أمبير، وعلى أن يكون ذلك متطابقا مع الاشتراط فى الفقرة ث من بند وقاية باستخدام موصلات الربط متساوية الجهد المؤرضة مع الفصل التلقائى لمصدر التغذية.

٣- يجب أن تسمح التركيبات الداخلية لكل مقطورة ناقلة للأفراد، بإمكانية الوقاية باستخدام الفصل التلقائى، كما يجب تزويد كل دائرة بتركيبات المقطورة بموصل وقاية، على أن تحتوى مخارج المقابس على قطع اتصال للتأريض. ومع ذلك، فإنه يمكن كحل مرادف، استخدام معدات كهربائية ذات عزل مصنف رقم ٢ داخل المقطورة.

٤- يجب ربط الأجزاء المعدنية الدخيلة، مثل المواسير والأبواب المعدنية لكل مقطورة متحركة إلى الموصل الوقائى لتركيبات المقطورة فى عدة مواقع، إن لزم، عندما لا تتوافر استمرارية توصيل الأجزاء المعدنية ببعضها. ويجب ألا تقل مساحة المقطع الإسمى لموصلات الربط متساوى الجهد المستخدم لهذا الغرض عن ٤ مم٢. أما إذا تم صنع المقطورة أساسا من مادة عازلة (على سبيل المثال، من البلاستيك المقوى بالزجاج) فلا تنطبق هذه المتطلبات على الأجزاء المعدنية المثبتة داخل المادة العازلة والتى لا يحتمل أن تصبح مكهربة فى حالة حدوث خطأ.

٤/١١ نبائط الوقاية ضد زيادة التيار

٤/١١/١ نبائط الوقاية ضد زيادة الحمل

أ – مواضع نبائط الوقاية ضد زيادة الحمل

- يجب وضع نبيطة الوقاية ضد زيادة الحمل، عند النقطة التى تنخفض عندها السعة المقننة للتيار فى موصلات التركيبات الكهربائية. ويجدر بالذكر أن تغيير مساحة المقطع أو طريقة التركيب أو نوع الكابل أو الموصل أو الظروف البيئية المحيطة، قد تسبب خفضا فى سعته التيارية.

ولا يطبق هذا الاحتياط، إذا توفرت الترتيبات المذكورة فى الفقرة التالية، بينما لا تحتاج التركيبات على نبيطة وقاية ضد زيادة التيار، إذا تم تطبيق الاشتراط فى الفقرة ١ من بند ب التالى.

- فى نظم الموصلات التى يحدث فيها تخفيض لسعتها التيارية، فإنه يكتفى بوقايتها بواسطة نبيطة وقاية واحدة ضد زيادة الحمل فى الموصل، بشرط ألا تكون هناك تفريعة أو مخرج مقبس بين موقع النبيطة وبين مكان تخفيض السعة التيارية.

ب – عدم استخدام نبائط الوقاية ضد زيادة الحمل

١- ليست هناك حاجة لاستخدام نبائط الوقاية ضد زيادة الحمل فى الحالات التالية :

- إذا كانت هناك موصلات خارجة من مصدر التغذية، ثم حدث هناك تخفيض فى سعتها التيارية قبل موضع الحمل، فإن الموصلات ذات السعة التيارية المخفضة لا تحتاج إلى نبيطة وقاية مستقلة ضد زيادة الحمل، بشرط أن تكون هناك نبيطة فعالة ضد زيادة الحمل من جهة مصدر التغذية تتناسب مع السعة المخفضة
- الموصلات التى لا يحتمل أن يمر فيها تيار زائد نتيجة لخصائص الحمل
- فى الدوائر التى تغذى معدات، قد يؤدى فصل التيار منها نتيجة إشتغال جهاز الوقاية إلى أخطاء تفوق خطر زيادة الحمل نفسه، (على سبيل المثال، كما فى حالة دوائر تغذية المغناطيسات الرافعة ودوائر تغذية ملفات الإشارة فى الآلات الكهربائية الدوارة)، ويوصى فى تلك الحالة بتدبير وسيلة إنذار عند زيادة الحمل

٢- **نبائط الوقاية ضد زيادة الحمل فى نظم " ع . أ " (IT)**

يقتصر تطبيق الإشتراطين الواردين بالفقرتين الأخيرة من بند أ والأولى من بند ب أعلاه فى التركيبات الكهربائية التى تكون جزءاً من النظام " ع أ " (IT)، فى حالة وقاية الدائرة المعنية (بما فى ذلك الموصلات) باستخدام عزل طبقا للمصنف رقم ٢

ومطابقة للاشتراطات الواردة فى بند الوقاية باستخدام معدات كهربائية ذات عزل مصنف رقم ٢ أو باستخدام عزل مكافئ.

٤/١١/٢ نبائط الوقاية ضد القصر

أ – مواضع نبائط الوقاية ضد القصر

١- يجب وضع نبيطة الوقاية ضد القصر، عند النقطة التى تنخفض عندها السعة التيارية لموصلات التركيبات الكهربائية، ولا يطبق هذا الاحتياط إذا توفرت الترتيبات المذكورة بأى من الاشتراطين ٢، ٣ التاليين (ويمكن الاستغناء عن نبيطة الوقاية ضد القصر إذا تحقق الاشتراط فى الفقرة ب التالية).

٢- يمكن وضع نبيطة الوقاية ضد القصر، عند نقطة من جهة الحمل بعكس الوارد بالبند السابق، بشرط أن تكون الموصلات بين النقطة التى عندها تقل قيمة السعة التيارية وموضوع نبيطة الوقاية مطابقة للظروف التالية مجتمعه:

- لا يتجاوز طولها ٣ م
- تكون منفذة بطريقة تقلل القصر على الحد الأدنى، على سبيل المثال بتقوية حماية الموصلات ضد المؤثرات الخارجية
- تكون منفذة بطريقة تقلل احتمال مخاطر الحريق أو الخطر للأفراد إلى الحد الأدنى

ملحوظة :

لا يمكن تطبيق الاشتراط الوارد بالفقرة على أى جزء من التركيبات الكهربائية، إذا كانت نبيطة الوقاية ضد القصر مقصودا بها الوقاية ضد التلامس غير المباشر أيضا.

٣- يمكن وضع نبيطة الوقاية ضد القصر، عند نقطة أخرى غير النقطة المحددة فى الإشتراط فى الفقرة ١، إذا كانت نبيطة الوقاية المركبة من جهة المصدر من تلك النقطة، تفى بمتطلبات الوقاية ضد القصر للموصلات المركبة على جانب الحمل من تلك النقطة طبقا للاشتراطات الواردة فى بند خصائص نبائط وقاية القصر فى الدوائر.

ب – عدم استخدام نبائط الوقاية ضد القصر

يمكن الاستغناء عن نبائط الوقاية ضد القصر فى الحالات التالية:

- فى الموصلات الممتدة من المولدات أو المحولات أو مقومات التيار أو البطاريات إلى لوحات التحكم الخاصة بها والتى تحتوى على نبائط الوقاية ضد القصر
- دوائر قياس معينة

- في الدوائر التي تغذى معدات، قد يسبب فيها فصل التيار نتيجة لاشتغال جهاز الوقاية، أخطارا عند حدوث قصر يفوق خطر القصر نفسه. على سبيل المثال، كما في حالة دوائر تغذية المغناطيسات الرافعة ودوائر تغذية ملفات الإثارة في الآلات الكهربائية الدوارة. وفي تلك الحالة، يوصى بتدبير وسيلة إنذار عن حدوث قصر، وذلك بشرط أن تكون الموصلات منفذة طبقا للاحتياجات التالية:
  - لا يتجاوز طولها ٣ م
  - تكون منفذة بطريقة تقلل القصر إلى الحد الأدنى، وذلك بتوفير حماية للموصلات ضد المؤثرات الخارجية
  - تكون منفذة بطريقة تقلل احتمال مخاطر الحريق أو الخطر لأفراد إلى الحد الأدنى

١٢/٤ الوقاية طبقا لطبيعة الدوائر ونظام التوزيع

أ – موصلات الأطوار

يزود كل موصل طور بوسيلة للكشف عن زيادة التيار وبوسيلة لفصل هذا الموصل عند زيادة التيار فيه، ولا يستلزم ذلك بالضرورة فصل باقي الموصلات المكهربة. وفي الحالات التي يؤدى فيها فصل أحد الأطوار إلى خطورة على المعدات، مثال ذلك، تغذية محرك ثلاثي الأطوار، فإنه يجب اتخاذ الإحتياطات المناسبة للمحافظة على سلامة المعدة.

ب – موصل التعادل في نظامي " أأ " أو " أ ت " (TN , TT)

١- عندما تكون مساحة مقطع موصل التعادل مساوية أو مكافئة لمساحة مقطع موصلات الأطوار، فإنه ليس من الضروري توفير وسيلة للكشف عن زيادة التيار في موصل التعادل أو وضع نبيطة فصل، وذلك في النظامين " أأ " أو " أ ت " (TN , TT).

٢- في النظامين " أأ " أو " أ ت " (TN, TT)، عندما تكون مساحة مقطع موصل التعادل أقل من مساحة مقطع موصلات الأطوار، فإنه يجب توفير وسيلة للكشف عن زيادة التيار بموصل التعادل إلا إذا تحقق الشرطان التاليان معا :

- وقاية موصل التعادل ضد القصر بواسطة نفس النبيطة المستخدمة لوقاية باقي موصلات الأطوار بالدائرة
- توزيع الحمل بأقرب ما يكون من التساوى بين الأطوار المختلفة للدائرة

٣- إذا لم يتحقق أى من الشرطين المذكورين بالبند السابق، فإنه يجب توفير وسيلة للكشف عن زيادة التيار في موصل التعادل بحيث تناسب تلك الوسيلة مساحة مقطعة. ويجب أن

تؤدى وسيلة الكشف عن زيادة التيار، إلى فصل موصلات الأطوار وليست هناك ضرورة لفصل موصل التعادل.

ملحوظة:

يجب أن تتطابق مساحة مقطع موصل التعادل فى جميع الأحوال مع اشتراط أقل مساحة مقطع لموصلات نقطة التعادل.

جـ - موصل التعادل فى نظم " ع أ " (I T)

يجب تجنب التوزيع من موصل التعادل فى نظم " ع أ " (I T) كلما أمكن ذلك عمليا. أما إذا تعذر تحاشى ذلك المد، فإنه يجب توفير وسيلة للكشف عن زيادة التيار بموصل التعادل لكل دائرة، بحيث تؤدى إلى فصل كل الموصلات المكهربة للدائرة المعنية بما فى ذلك موصل التعادل.

١٣/٤ فصل الدائرة وتشغيل المفاتيح

(١) عام

يجب أن تزود كل تركيبة كهربائية، بوسيلة تنطبق مع ما ورد ذكره فى فقرة العزل من بند العزل وتشغيل المفاتيح، مع ضرورة إضافة وسيلة للفصل الاضطرارى أو كليهما، بحيث تفى بالاشتراطات التى تناسبها من بين البنود التالية.

أما إذا أدت نبيطة عمومية أكثر من وظيفة واحدة من بين هذه الوظائف، فيجب أن تحقق هذه النبيطة ما تتطلبه هذه الأسس والاشتراطات بالنسبة إلى كل من الوظائف المعنية. ويمكن أن يقوم مفتاح التشغيل بفصل وفتح الدائرة بغرض الصيانة الميكانيكية، أو بالفصل الإضطرارى إذا كان مجهزا بما يفى بمتطلبات كل من هذه الوظائف.

الفصل

١- يجب توفير وسيلة فصل متطابقة مع اشتراطات بند الفصل وتشغيل المفاتيح، عند نقطة تكون أقرب ما يمكن من بداية كل تركيبة كهربائية، كلما أمكن ذلك عمليا، وبدون أن يتعارض ذلك مع الحاجة إلى تشغيل أى معدة معينة.

٢- إذا استخدم فاصل على التوالى مع قاطع كوسيلة لفصل المصدر عن الأجهزة الرئيسية للقطع والفصل بغرض الصيانة الميكانيكية، فيجب إما أن يكون هذا الفاصل متواشجا (Interlinked) مع القاطع، أو (كحل مرادف) يجب تركيبها معا بطريقة تضمن عدم التشغيل إلا بواسطة فرد ماهر.

٣- إذا وضعت نبائط فصل بعض الدوائر بعيدا عن المعدة المراد فصلها، فيجب عمل أى من الترتيبين التاليين أو كلاهما :

(أ) يجب أن توضع أو تؤمن وسيلة الفصل الابتدائية، بحيث لا يمكن تشغيلها إلا بواسطة أفراد مهرة. ويجب اتخاذ الاحتياط الملائم لمنع ارتداد وسيلة الفصل الابتدائية إلى وضع توصيل الدائرة عفويا. وعند استعمال قفل أو مقبض قابل للإزالة من موضعه لتحقيق هذا الاحتياط، فيجب أن يكون مفتاح القفل أو مقبض التشغيل غير قابل للتبادل مع قرينه المستخدم لنفس الغرض فى جزء آخر من التركيبات.

(ب) يجب وضع وسيلة فصل إضافية مجاورة للمعدة.

٤- يجب تزويد كل دائرة محرك كهربائى بنبيطة أو عدة نبائط للفصل، توضع فى بداية الدائرة لتقوم بفصل المحرك وكل ملحقاته بما فى ذلك أى قاطع تلقائى يستخدم معه.

٥- يجب تزويد تركيبات الإنارة ذات التفريغ الكهربائى التى تعمل على جهد أكبر من الجهد المنخفض، وعلى سبيل المثال إعلانات النيون، بوسيلة من الوسائل التالية لفصل كل وحدة إنارة قائمة بذاتها أو بفصل الدائرة بأكملها:

- تجهيز وحدة الإنارة بذاتها، بتعشيقة لفصل مصدر التغذية تلقائيا عن الأجزاء المكهربة وقبل الوصول إليها، وذلك بالإضافة إلى مفتاح التشغيل
- فاصل يوضع قريباً من وحدات الإنارة لفصل الدائرة عن مصدر تغذيتها، وذلك بالإضافة إلى مفتاح التشغيل المستخدم
- فاصل ذو قفل أو مزود بمقبض تشغيل قابل للرفع، أو تكون لوحة التشغيل مزودة بقفل وبشرط التطابق مع الفقرة (أ) من بند ٣ أعلاه.

فتح الدائرة للصيانة الميكانيكية

١- يجب توفير وسيلة فصل، بغرض إجراء الصيانة الميكانيكية لكل دائرة تقوم بتغذية معدة قد يؤدى تشغيلها من غير المسئول أثناء الصيانة على حدوث أخطار، مثال ذلك، دوائر تغذية المحركات والمعدات ذات أسطح التسخين المكشوفة أو المغناطيسات الكهربائية وخلافه.

٢- إذا استخدم مفتاح مركب فى المعدة أو بوحدة الإنارة لأداء وظيفة إضافية كفتح الدائرة بغرض إجراء صيانة ميكانيكية بها، فيجب ترتيب التوصيلات بحيث لا يمكن الوصول إلى كافة أجزائها المراد صيانتها ميكانيكيا إلا بعد فك أغطية المعدة أو وحدة الإنارة بحيث لا يظل أى جزء معدنى مكشوف ومعرض للمس مكهربا بعد فتح المفتاح. وفى حالة وجود موصلات أو كابلات قد تظل مكهربة، فيجب أن يكون طولها أقصر ما يمكن، وأن

تكون منفصلة عن أية موصلات أو كابلات أخرى مكهربة باستخدام شبكات أو حواجز مؤرضة أو حواجز مصنوعة من مادة عازلة.

تشغيل مفاتيح الطوارىء

١- يجب مراعاة خواص استخدام العقارات عند اختيار مواقع مفاتيح الطوارىء، بحيث يسهل الوصول إليها فى ظروف الطوارىء المتوقع حدوثها.

٢- عند احتمال أن يتسبب التشغيل الخاطىء لمفاتيح الطوارىء فى حدوث أخطار قد تفوق ما يحدث نتيجة لعدم تشغيلها (على سبيل المثال، الفصل غير المقصود لخدمات الأمان)، فإنه يمكن عمل ترتيبات خاصة لقصر تشغيل هذه المفاتيح على الأفراد المهرة والمدربين فقط.

٣- يجب توفير وسيلة للفصل عند الطوارىء وتكون سهلة المنال والتشغيل للعامل المختص، وذلك فى كل مكان قد تحدث فيه خطورة ما من آلة تدار بمحرك كهربائى، وعند تعدد وسائل إيقاف الآلة يدوياً مع احتمال حدوث خطر عند إعادة تشغيلها عفويا، فيجب توفير وسيلة لمنع إعادة التشغيل العفوى.

٤- يفضل أن تجهز بعض المبانى بمفاتيح طوارىء ليستخدمها رجال إطفاء الحريق وخاصة المبانى التى تحتوى على التركيبات التالية :

- تركيبات إنارة خارجية ذات التفريغ الكهربائى على جهد يتجاوز الجهد المنخفض
- تركيبات إنارة داخلية ذات التفريغ الكهربائى على جهد يتجاوز الجهد المنخفض والتى تعمل بدون متابعة من شخص مختص
- وتعتبر التركيبات الكهربائية فى سوق تجارى أو ممر تجارى مغلق، فى حكم التركيبات الخارجية، فى حين لا تعتبر التركيبات المؤقتة فى مبنى معارض دائم فى حكم التركيبات الخارجية، ولا يطبق هذا المطلب على الوحدات النقالى للإنارة أو الإرشاد ذات التفريغ الكهربائى وذات قدرة لا تتجاوز ١٠٠ وات وتكون مغذاة من مقبس سهل المنال

٥- يجب أن يتحقق لمفتاح الطوارىء الخاص ليستخدمها رجال إطفاء الحريق والمذكور فى الفقرة ٤ السابقة كل من المتطلبات التالية :

- بالنسبة للتركيبات الخارجية يجب وضع المفتاح خارج المبنى مجاورا للمصابيح ذات التفريغ الكهربائى، أو أن توضع بجوار المصابيح لوحة إرشادية تشير إلى موضع المفتاح مع تثبيت لوحة بيان واضحة ومميزة بالقرب من المفتاح وبها تعليمات التشغيل.

- بالنسبة للتركيبات الداخلية، يجب وضع المفتاح عند المدخل الرئيسى للمبنى، أو فى مكان آخر يتم الإتفاق عليه مع هيئة الحماية المدنية للمنطقة
- يجب وضع المفتاح فى مكان سهل المنال لمسئولى الأمن بالمبنى وعلى ارتفاع لا يتجاوز ٢,٧٥ م من الأرضية، ما لم يتم الاتفاق على غير ذلك مع هيئة الحماية المدنية
- عند تركيب أكثر من مفتاح طوارىء داخل أحد المبانى ليستخدمها رجال الإطفاء، فيجب أن يوضع فوق كل مفتاح البيانات الخاصة عن قسم التركيبات التى يخدمها هذا المفتاح مع إخطار هيئة الحماية المدنية بذلك.

ملحوظة :

يفضل أن يخصص مفتاح واحد ليستخدمها رجال الإطفاء بالنسبة للتركيبات الخارجية كلما أمكن ذلك عملياً ، وبالمثل يفضل تخصيص مفتاح واحد للتركيبات الداخلية بصرف النظر عن وجود مفتاح للتركيبات الخارجية.

متطلبات أخرى لتشغيل المفاتيح

١- فى الأحوال التى لا يمكن تطبيق المتطلبات الواردة فى بند مفاتيح الطوارىء، يجب تحقيق المتطلبات الواردة فى الفقرات من ٢ إلى ٧، وذلك باستعمال أحد الطرق الآتية :

- بواسطة وسيلة الفصل أو الفتح لغرض الصيانة الميكانيكية بحيث تحقق الاشتراطات فى بندى العزل وفصل المفاتيح للصيانة
- أو بمفاتيح التشغيل العادى المركبة فى المعدات (التشغيل الوظيفى للمفاتيح)
- أو بتوفير مفاتيح إضافية مناسبة

٢- يجب توفير مفتاح أو قاطع رئيسى للتركيبات الكهربائية، يقوم بفصل مصدر التغذية عن كل الموصلات المكهربة، ويفضل أن يكون مفتاح ثلاثى الأقطاب. أما إذا كان رباعى الأقطاب، فيجب تلافى فصل موصل التعادل قبل موصلات الأطوار.

٣- يجب أن يزود كل قسم من أقسام التركيبات الكهربائية وكل دائرة نهائية، بوسيلة لفصل مصدر التغذية على الحمل وكذلك عند حدوث أى خطأ متوقع، ويمكن أن تخدم نبيطة واحدة عمومية مجموعة من الدوائر، ما لم تستلزم شروط الأمان، أن يتم تشغيل جزء معين من التركيبات الكهربائية منفصلاً عن الأجزاء الأخرى من التركيبات.

ولا يطبق هذا الاشتراط، على التفريعات القصيرة من مغذى رئيسى بالتركيبات إلى مفاتيح التشغيل الرئيسية الخاصة بالحمل.

٤- يجب التحكم فى كل معدة أو وحدة إنارة متصلة بمصدر التغذية، باستثناء الوحدات المغذاة عن طريق مخرج مقبس وقابس (بريزة وفيشة)، وذلك باستعمال مفتاح أو مفاتيح منفصلة عن المعدة أو وحدة الإنارة، وتكون سهلة المنال ومتطابقة مع أى من الاشتراطين ٦ أو ٧ التاليين كلما أمكن ذلك عملياً.

أما إذا كانت المعدة مزودة بعناصر تسخين يمكن لمسها أو لمس غلافها المصنوع من زجاج السيليكا (إذا كانت مجهزة بذلك)، فيجب فى هذه الحالة، أن يكون المفتاح المستخدم من النوع المترابط (ثنائى أو رباعى الأقطاب)، ويجهز بحيث يقوم بفصل موصلات الدائرة كلها بما فى ذلك موصل التعادل.

٥- يمكن أن يتم التحكم فى معدة أو وحدة إنارة عن طريق قاطع مركب بها ومتطابقا مع الاشتراط بالفقرة الثانية من بند فتح الدائرة للصيانة الميكانيكية، إذا كان هذا القاطع معدا للاستعمال كوسيلة للفصل بغرض الصيانة الميكانيكية.

٦- بالنسبة لتركيبات التسخين أو الإضاءة الكبيرة التى تحتوى على أكثر من معدة أو وحدة إنارة يمكن تركيب المفتاح أو المفاتيح فى غرفة منفصلة عن هذه المعدات.

٧- يجب التحكم فى كل معدة طهى منزلى ثابتة بواسطة مفتاح منفصل عن المعدة وموضوع على بعد مترين على الأكثر منها، وفى اتجاه باب الخروج ما أمكن.

وفى حالة تركيب معدتين ثابتتين للطهى فى حجرة واحدة من عقار سكنى، فيمكن استخدام مفتاح واحد للتحكم فى المعدتين معاً، بشرط ألا تزيد المسافة بين المفتاح وأى من المعدتين عن مترين.

الباب الخامس

أسس تصميم أعمال الجهد المتوسط

٥/١ عام

١- للمبانى التى تحتاج لطاقة كهربائية تزيد عن ٢٥٠ كيلو فولت أمبير، يلزم مراجعة شركة توزيع الكهرباء فى المنطقة التى سينشأ فيها المبنى للتأكد من توفير الطاقة لتغذية المبنى، وهل ستتم التغذية بغرفة محولات أو كشك معدنى ولوحة حلقية والمحول ولوحة ضغط منخفض مع مكثفات تحسين معامل القدرة، أو يلزم إنشاء موزع، مع العلم أن معظم شركات توزيع الكهرباء لديها قطاع مقاولات يقوم بتوريد وتركيب المعدات وقد تعرض القيام بالعمل كاملاً على نفقة صاحب المشروع.

٢- فى حالة طلب إنشاء موزع جهد متوسط لتغذية المبنى وتركيب محولات ولوحات جهد منخفض، يلزم أن يتولى مهندس استشارى متخصص تصميم اللوحات والمهمات.

٣- يلزم أن تكون الكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض من نوع مسلح أو ذات غلاف معدنى أو كليهما أو أن تكون من النوع متحد المركز المعزول بمادة البلاستيك (XLPE)، كما يتم دفنها على عمق كاف لتحاشى تلفها نتيجة لأى اضطراب للأرض من المحتمل حدوثه أثناء الاستخدام العادى.

٤- يراعى عند تمديد أكثر من كابل فى خندق واحد المحافظة على المسافات الفاصلة بين الكابلات وهى ١٥٠ مم ويفصل بينهما إذا كانت مدفونة في الأرض بقوالب طوب توضع أفقياً على جانبها.

٥- يراعى استعمال كابلات مغلفة بالبلاستيك الصامد لعوامل التآكل فى حالة الكابلات الأرضية عند احتواء التربة على أملاح أو مواد كيماوية.

٦- يتناول هذا الباب البنود التالية:

- اللوحات الحلقية
- لوحات الجهد المتوسط
- كابلات الجهد المتوسط
- المحولات

٥/٢ لوحات التوصيل الحلقية جهد متوسط (Ring Main Units- RMU)

٥/٢/١ عام

١- تحتوى لوحة التوصيل الحلقى على مغذيين لربط حلقة التغذية بسكاكين الفصل على الحمل (LBS) ويفضل استخدام سكاكين فصل على الحمل معزولة بغاز (SF_6) ويكون مغذى المحول بسكينة الفصل على الحمل بمصاهر (Fused L.B.S.) وبحيث تفصل السكينة تلقائيا (ذاتيا) فى حالة انهيار أى من هذه المصاهر.

٢- يجب تزويد سكاكين الفصل على الحمل (LBS) بالدوائر الحلقية بسكينة تأريض طبقا لمتطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية أرقام IEC 60265-1, IEC 62271-104, IEC 62271-102.

٣- تجهز كل سكينة فصل على الحمل (LBS) أو سكينة تأريض بوسائل تشغيل يدوية على أن تختلف وسيلة التشغيل للتوصيل عن وسيلة التوصيل للأرضى ويجب أن يكون هناك اتصال ميكانيكى (Interlock) يمنع توصيل الاثنان فى نفس الوقت.

٤- يجب أن تكون المواصفات الفنية لسكاكين الفصل على الحمل (LBS) والخاصة بكابلى الدخول والخروج والمحول كالآتى :

المواصفات الفنية لسكاكين الفصل

أ – جهد التشغيل المقنن	١١ ك ف	٢٠ أو ٢٢ ك ف
ب – أقصى جهد تشغيل	١٢ ك ف	٢٤ ك ف
ت – التيار المقنن لسكاكين الحلقة	٦٣٠ أمبير	٦٣٠ أمبير
ث – التيار المقنن لسكاكين المحول	٤٠٠ أو ٦٣٠ أمبير	٤٠٠ أو ٦٣٠ أمبير
ج – تيار القصر لمدة ثانية لسكينة المحول	لا يقل عن ٢٥ ك.أ. (r.m.s)	لا يقل عن ٢٥ ك.أ. (r.m.s)
ح – تيار القصر الديناميكى لسكينة المحول (Idyn)	أكبر من أو يساوى ٦٢,٥ ك.أ. (Peak value)	أكبر من أو يساوى ٦٢,٥ ك.أ.(Peak value)
خ – تيار القصر لمدة ثانية لسكينتى الحلقة	لا يقل عن ٣١,٥ ك.أ. (r.m.s)	لا يقل عن ٣١,٥ ك.أ. (r.m.s)
د – تيار القصر الديناميكى لسكينتى الحلقة	أكبر من أو يساوى ٨٠ك.أ. (Peak value)	أكبر من أو يساوى ٦٢,٥ ك.أ. (Peak value)
ذ – سعة القطع لجميع السكاكين	٥٠٠ م. ف. أ	٧٥٠ م. ف. أ
ر – تيار القصر لمدة ثانية واحدة لسكينة الأرضى	٢٥ ك. أ	٢٥ ك. أ
ز – تيار القصر الديناميكى لسكينة الأرضى	٦٢,٥ ك. أ	٦٢,٥ ك. أ
س – أقصى جهد لاختبار قوة العزل	٣٥ ك. ف	٥٠ ك. ف
ش – أقصى جهد لحظى (الجهد المقنن للنبضة الخاطفة)	٧٥ ك. ف	١٢٥ ك. ف
ص – أقل درجة حماية مقبولة للوحة (مما يستدعى تركيب جوانات مطاطى للأبواب)	IP43	IP43

- مع ملاحظة أن حامل المصهر المغذى للمحول، يجب أن يتحمل القوى الناتجة عن تيارات القصر.

٥/٢/٢ قضبان التوزيع

١- تكون قضبان التوزيع ذات نظام مفرد، وتكون أطراف التوصيل الخاصة بالسكاكين مصنوعة من النحاس ذات جودة ودرجة توصيل عالية. ويفضل أن تطلى نقاط التوصيل للأطراف بالفضة لضمان جودة التوصيل.

٢- تكون القضبان الرئيسية بمساحة مقطع ٤٠٠ مم^{٢} ، وتعزل بأنابيب انكماشية (Heat shrinkable tubes) مناسبة لجهد التشغيل حتى نقط الرباط.

٣- تثبت القضبان على شاسيه حديد من كمر مجرى مقاس ١٠ سم باستخدام وسائل تثبيت وعوازل من النوع (Post insulator) تناسب الجهد وذات مسار تسرب (Creapage distance) لا يقل عن ٢ سم لكل ك. ف وتزاد المسافة فى الأجواء المحيطة المتربة.

٤- تكون سعة قضبان التوزيع المقننة ٦٣٠ أمبير.

٥- يجب أن تتحمل قضبان التوزيع، الإجهادات الناشئة عن شدة تيار القصر والذى تبلغ قيمته ٣١,٥ ك.أ. (r.m.s) لمدة ثانية. ويجب ألا يزيد الارتفاع فى درجة الحرارة عن ١٥ درجة مئوية فوق درجة حرارة الوسط المحيط (٤٥ درجة مئوية) وذلك فى ظروف التشغيل العادية، أما فى حالة القصر، فلا يزيد الارتفاع فى درجة الحرارة عن ٢٠٠ درجة مئوية فوق درجة حرارة الوسط المحيط.

٦- يجب ألا تقل المسافات العازلة بين قضبان التوزيع بعضها البعض، وبين أقطاب السكينة الثلاثية وبين القضيب النحاسى وجسم اللوحة عن ١٢ سم بالنسبة لجهد ١١ ك. ف، ٢٤ سم بالنسبة لجهد ٢٢ ك. ف وذلك طبقا للمواصفة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60071-2.

٥/٢/٣ المواصفات الفنية الخاصة بمصاهر المحولات

١- تخضع المصاهر المستخدمة لحماية المحولات للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60282-1 .

مواصفات مصهرات الجهد المتوسط

		شبكات ١١ ك. ف	شبكات ٢٢ ك. ف
أ -	جهد التشغيل المقنن Nominal operating voltage	١١ ك. ف	٢٢ ك. ف
ب -	أقصى جهد تشغيل Maximum operating voltage	١٢ ك. ف	٢٤ ك. ف
ت -	تيار القطع المقنن عند الجهد المقنن Nominal breaking current at operating voltage	٤٠ ك. أمبير	٤٠ ك. أمبير
ث -	التيار المقنن للمصهر عند ٤٥ درجة مئوية كالآتى Nominal current of fusible element at 45 °c :		
	(١) للمحول قدرة ١٥٠٠ ك. ف. أ	١٦٠ أمبير	٨٠ أمبير
	(٢) للمحول قدرة ١٠٠٠ ك. ف. أ	١٢٥ أمبير	٦٣ أمبير
	(٣) للمحول قدرة ٥٠٠ ك. ف. أ	٦٣ أمبير	٤٠ أمبير
	(٤) للمحول قدرة ٣٠٠ ك. ف. أ	٤٠ أمبير	٢٥/٢٠ أمبير
	(٥) للمحول قدرة ١٠٠ ك. ف. أ	١٦ أمبير	١٠ أمبير

٢- تزود وحدة التوصيل الحلقى بمبين الخطأ الأرضى (Earth fault indicator) على أحد مغذيى الحلقة يعمل على تيار (٢٥ أ. ± ١٠ %) أمبير وجهد ٢٢٠ فولت أو ١١٠ فولت حسب الحالة.

٤/٢/٥ تصنيع اللوحة

١- تصنع اللوحة من قوائم الصلب القوية وتغلف بالصاج بسمك ٢,٥ مم قبل الدهان، وتعالج ضد الصدأ. وتدهن ببوية الفرن الالكتروستاتيك من الداخل والخارج، وتزود بأبواب أمامية بمفصلات قوية وأقفال. ويجب أن تؤرض أبواب اللوحة مع جسم اللوحة بسلك أرضى شعر مرن وتغطى فتحات الأقفال بأغطية من الصاج المعلق على مسامير برشام لمنع دخول الأتربة. ويجب أن تعطى أبواب اللوحة الحماية الكاملة ضد التلامس مع الأجزاء الحاملة للتيار.

٢- تجهز اللوحة بقاعدة من الكمر القوى لتداولها بواسطة الكلارك وكذلك حلقات جذعية علوية قوية ملحومه مع قوائم اللوحة لحملها بواسطة الونش.

٣- قد يطلب أن تكون اللوحة بدرجة حماية IP54 وسقف مائل للحماية من الأمطار عند تركيبها خارج المباني، وفي هذه الحالة يصنع للوحة حاوية آخرى خارجية ذات أبواب أخرى خارجية تفتح للتعامل مع اللوحة.

٤- يتم التعامل مع اللوحة وهى مغلقة الأبواب من فتحات خاصة بأيدى تشغيل، ويجب أن تكون هناك اشارات تبين وضع السكينة (وضع توصيل أو فصل).

٥- تزود اللوحة بشبابيك ليتسنى رؤية وضع السكاكين أثناء التشغيل.

٦- يجب توفير فراغ كافى تحت المداخل المعزولة للفراغ أسفل اللوحة، لتمكين أطراف كابلات الجهد المتوسط (١٢، ٢٤ ك. ف) من الدخول أسفل اللوحة، وربطه بالوحدة عن طريق جلاندات كابلات مخصوصة (Stand cable gland) ملائم للقطر الخارجى للكابل ومزود بمسمار تأريض (Earthing bolt).

٧- يجب تزويد كل خلية باللوحة بقفيز لتثبيت الكابلات وذلك أسفل السكاكين وأعلى قاعدة الخلية.

٥/٢/٥ أشكال متنوعة للوحات التوصيل الحلقى

١- قد تكون اللوحة مكونة من عدد / ٢ مغذى (حلقة) وسكينة المحول، أنظر الشكل رقم (٥/٢-١)، وتسمى لوحة توصيل حلقى ٢ + ١.

٢- قد تزاد سكينة (LBS) اضافية لتوصيل اللوحة بلوحة توصيل حلقى أخرى لتأمين التغذية،أنظر الشكل رقم (٥/٢-٢)، وتسمى فى هذه الحالة لوحة توصيل حلقى ٣ + ١، ويتم إضافة مبين لعطل الأرضى (EFI) زيادة عن اللوحة السابقة.

٣- قد تكون اللوحة مكونة من عدد (٢) مغذى (حلقة) (٢+ قاطع)، والخروج لتغذية المحول عبارة عن قاطع تلقائى قابل للسحب سواء من النوع التخلخى (Vacuum) أو الغازى SF_6، وذلك عندما تكون قدرة المحول أكبر من ١٥٠٠ ك. ف. أ ، أنظر الشكل رقم (٥/٢-٣).

٤- قد تكون وحدة التوصيل الحلقى مكونة من عدد (٢) مغذى حلقة وسكينة فصل على الحمل (LBS) ثالثة بدون مصاهر، وتسمى بوحدة توصيل حلقى (٣ + صفر)، وذلك عندما يتم من خلالها توصيل موزع خاص بمستهلك بقواطع تلقائية، أنظر الشكل رقم (٥/٢-٤).

٥- يمكن أن تكون وحدة التوصيل الحلقى متصلة مباشرة بقضبان التوزيع عن طريق قاطع تلقائى لموزع خاص بمستهلك، وفى هذه الحالة يكتفى بمغذيى الحلقة فقط، أنظر الشكل رقم (٥/٢-٥).

٦- قد تكون وحدة التوصيل الحلقى مزودة بأجهزة قياس ومحولات التيار والجهد. ويوضح الشكل رقم (٥/٢-٦) أحد هذه النماذج، وفيه يتم محاسبة المستهلك على دائرة الجهد المتوسط. ويجب أن تجهز اللوحة فى هذه الحالة، بعلبة مناسبة لتركيب عدادات (kVAR hr, kW hr) بأعلى اللوحة ويتم تجهيزها بروزيته موصل إليها الأطراف الثانوية لمحولات التيار والجهد.

٧- يمكن أن يطلب أن تجهز اللوحة بأجهزة قياس للجهد والتيار فى الحالة الأخيرة، أنظر الشكل رقم (٥/٢-٦).

٨- يمكن أن يطلب أن تجهز اللوحة بسخان للحيز (Space heater) أو أكثر تعمل مع جهاز إحساس بالرطوبة (Hygrostat) للعمل على عدم تكثيف الرطوبة داخل اللوحة.

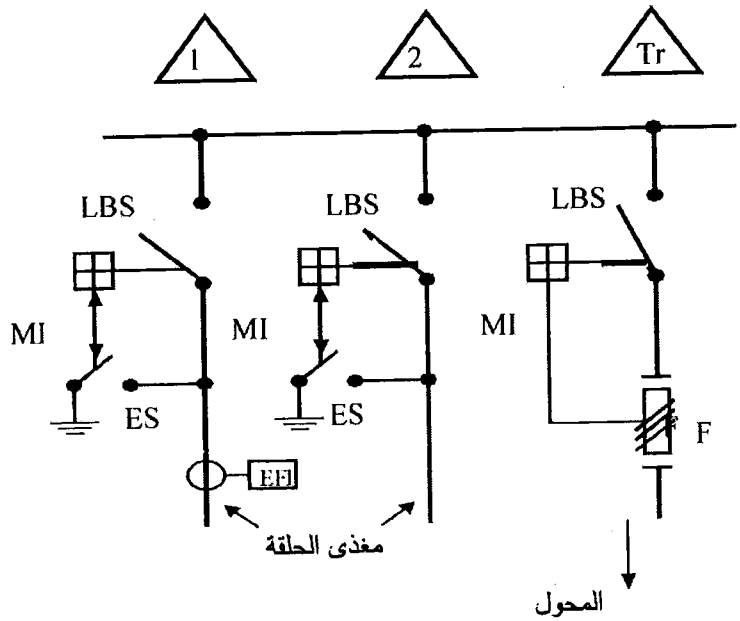
٩- قد يطلب أن تزود اللوحة على مغذيات الدخول (مغذيى الحلقة) بلمبات بيان وجود الجهد على أطراف الكابلات، ويتم ذلك على تجهيزة خاصة (Capacitor divider).

١٠- يراعى عند طلب لوحات التوصيل الحلقى، أن يحدد المغذى الخاص بالمحول أن يكون للداخل (أقرب للمحول). فاذا كانت اللوحة ستوضع يمين الباب، تكون خلية المحول يسار اللوحة، واذا كانت ستوضع يسار الباب، فان خلية المحول تكون يمين اللوحة.

١١- فى الشبكات ذات الجهد ١١ ك. ف، يمكن وضع لوحة التوصيل الحلقى والمحول حتى ١٥٠٠ ك. ف. أ فى غرفة واحدة. أما فى شبكات الجهد ٢٠ ، ٢٢ ك. ف، فيتم وضع لوحة التوصيل الحلقى فى غرفة منفصلة عن غرفة المحول.

١٢- قد يطلب تزويد سكينة الفصل على الحمل (LBS) الخاصة بتغذية المحول، بملف فصل (Shunt trip) يتصل بجهاز البوخهلز الخاص بالمحول ليعطى إشارة فصل لسكينة المحول عند عمل جهاز البوخهلز. ويعمل هذا الملف بجهد متردد (AC) خارجى أو بجهد مستمر (DC) عن طريق بطاريات وشاحن أو وحدة (UPS) بسعة مناسبة.

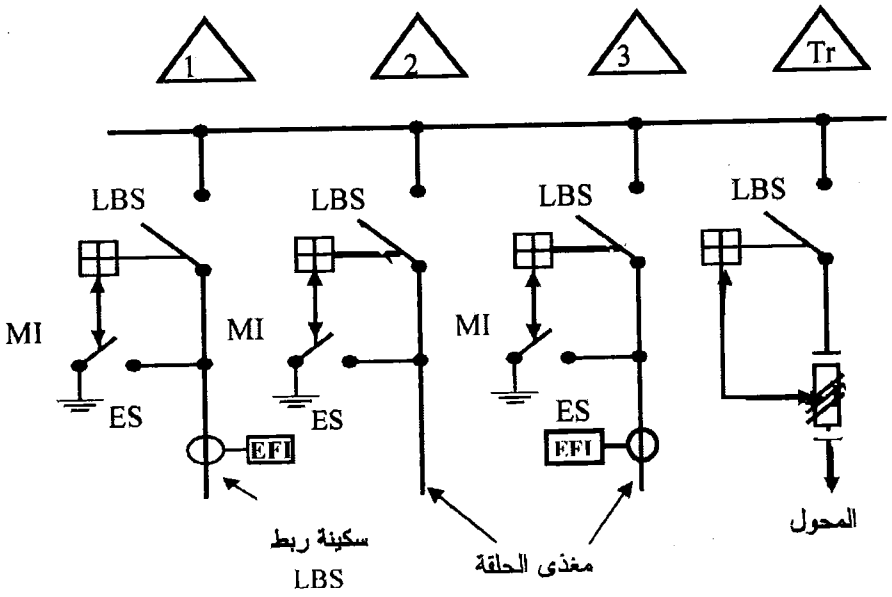
١٣- غالبا ما تطلب شركات توزيع الكهرباء مراجعة مواصفات ورسومات اللوحات الفنية المقدمة من الشركات المنتجة قبل التعاقد، وغالبا ما تطلب أيضا حضور تجارب الاستلام بمصانع المنتجين قبل التوريد إلى الموقع.



F : HRC fuse
ES : Earth switch

EFI : Earth Fault Indicator
MI : Mechanical Interlock

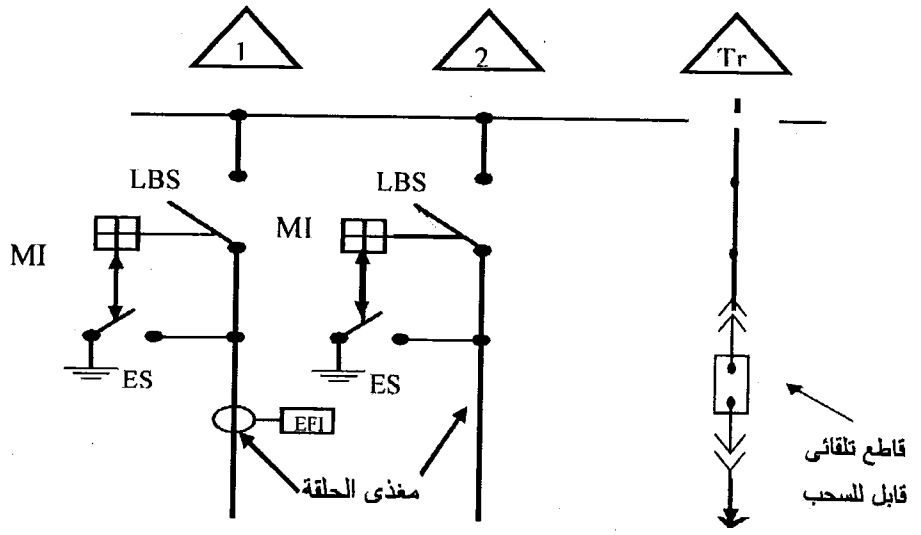
شكل (٥/٢-١): لوحة توصيل حلقى ٢ + ١



EFI : Earth Fault Indicator
MI : Mechanical Interlock

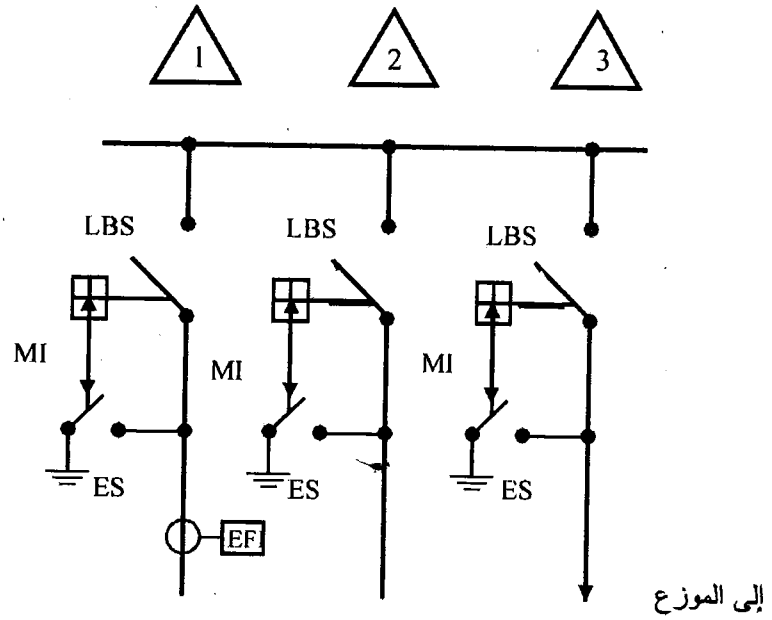
F : HRC Fuse
ES : Earth Switch

شكل (٥/٢-٢): لوحة توصيل حلقى ٣ + ١



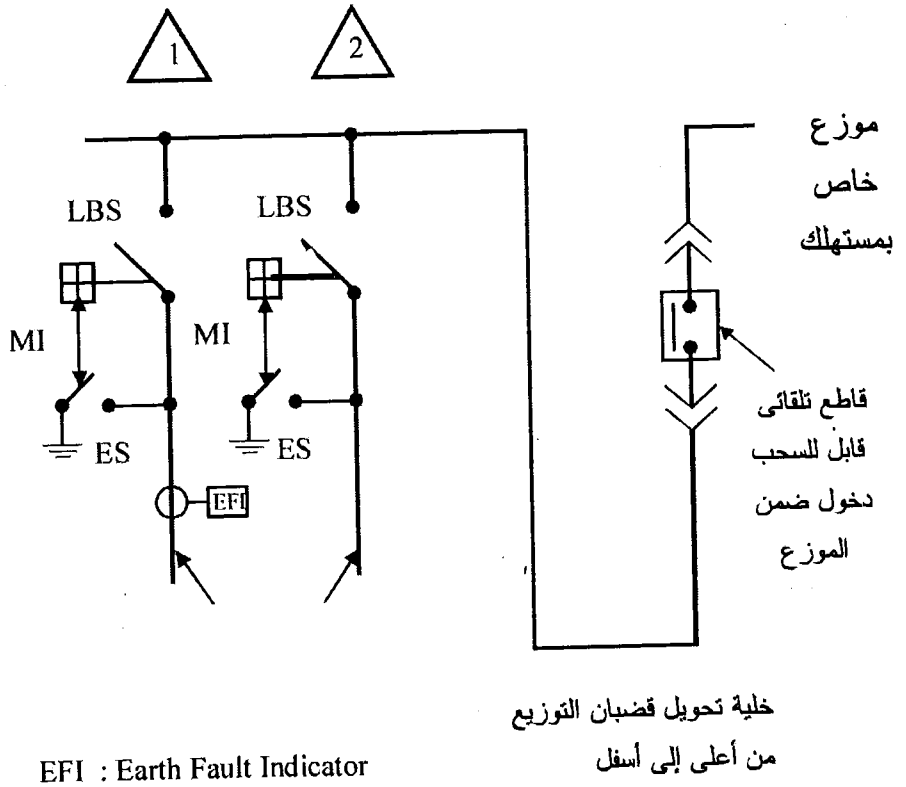
MI : Mechanical Interlock
ES : Earth Switch

شكل (٥/٢-٣): لوحة توصيل حلقى بقاطع اوتوماتيكى



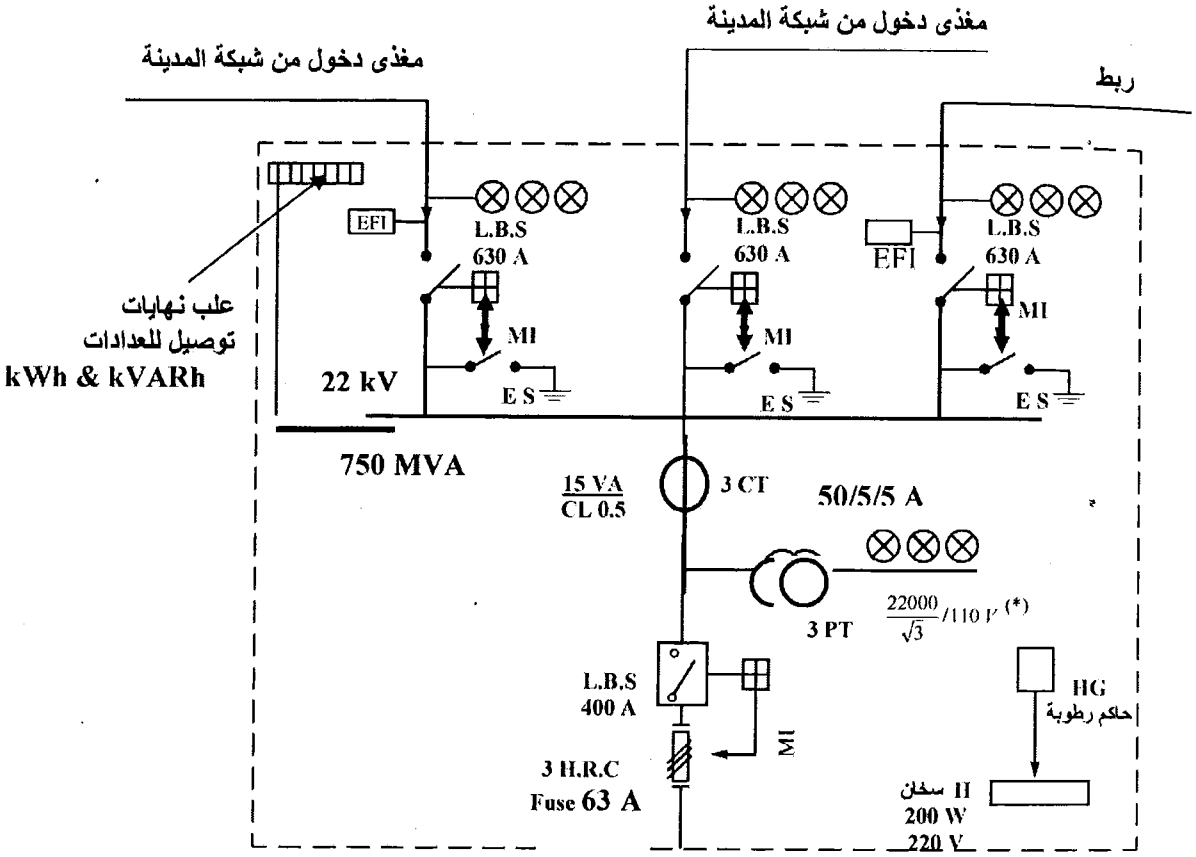
EFI : Earth Fault Indicator
MI : Mechanical Interlock
ES : Earth Switch

شكل (٥/٢-٤): لوحة توصيل حلقى ٣+صفر



EFI : Earth Fault Indicator
MI : Mechanical Interlock
ES : Earth Switch

شكل (٥/٢-٥): مغذيى الحلقة إلى موزع خاص بمستهلك



RMU

HG : Hygrostat

(*) توصل دلتا

EFI : Earth Fault Indicator
E S : Earth Switch
MI : Mechanical Interlock

شكل (٥/٢-٦): لوحة توصيل حلقى جهد ٢٢ ك. ف (٣ + ١) كاملة بمحولات التيار والجهد وأجهزة القياس وسخان الفراغ ولمبات البيان ومكان للعدادات

٥/٣ لوحات الجهد المتوسط

٥/٣/١ عام

أ- يلزم مراعاة ما يلى عند تصميم لوحات الجهد المتوسط:

(١) تحديد جهد التشغيل ٣,٣- ٦,٦- ١٠,٥ - ١١ - ٢٠ - ٢٢ كيلو فولت

(٢) معرفة متطلبات شركة توزيع الكهرباء المختصة فى منطقة إقامة المشروع

ب - يجب أن تكون اللوحات مجمعة طبقا للمواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٧/٢٦١٥ والمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 62271-200، وعلى أن تكون جميع المواد المصنعة منها مكونات اللوحة من مواد غير قابلة للاشتعال.

ت- تكون اللوحة مزودة بجميع الوسائل التى تتيح تثبيتها فى مكانها على شاسية بواسطة جوايط ومسامير وصواميل قوية ومناسبة كما تزود اللوحة من أعلى بحلقات ذات جزع مقلوظ مصنوعة من الصلب للتمكين من رفع اللوحة وتحريكها وتثبيتها واستوائها فى مكانها، وكمر معدنى قوى لإمكان نقلها باستخدام الكلارك.

ث- يكون للخلايا أبواب أمامية وضلف خلفية لسهولة الوصول إلى ما بداخلها لأغراض الصيانة والإصلاح اللازم للمعدات ويركب لهذه الأبواب أيادى معدنية مطلية بالنيكل أو من البلاستيك القوى ولها أقفال بمفاتيح.

ج- تزود الخلايا بجميع مستلزماتها من أقفال وأطراف توصيل الموصلات (Terminal blocks) وأقطاب التوزيع والتوصيلات الداخلية.

ح- تعالج جميع أعمال الصاج المستخدمة ضد الصدأ وذلك بغمرها فى محلول الفوسفات، يلى ذلك الدهان بثلاثة طبقات منها طبقة بوية الأساس وطبقتين من بوية الفرن للأسطح الداخلية والخارجية للخلايا حسب اللون المحدد بالمستندات طبقاً لرقم اللون (RAL- Number).

خ- يجب أن تكون اللوحات موردة من شركة تصنيع لوحات توزيع معتمدة لدى شركة توزيع الكهرباء المختصة.

د- تشمل لوحات الجهد المتوسط الأنواع التالية:

١- مفاتيح التوصيل والفصل داخل حاوية مقسمة بحواجز (Compartable)

٢- مفاتيح التوصيل والفصل داخل حيوزات خاصة

٣- مفاتيح التوصيل والفصل داخل كسوة حديدية Metal clad

وعادة تنقسم لوحة التوزيع داخل الكسوة الحديدية إلى الأقسام الرئيسية التالية:

(١) القسم الخاص بمفاتيح الفصل والتوصيل

(٢) القسم الخاص بقضبان التوزيع

(٣) القسم الخاص بتوصيلات الكابلات ومحولات الجهد والتيار

(٤) القسم الخاص بأجهزة القياس والوقاية ذات الجهد المنخفض أو شديد الانخفاض

٢/٣/٥ اشتراطات تصنيع اللوحات

أ- تصنع خلايا اللوحة من قوائم مشكلة ومن زوايا من الصلب مجلفنة أو مدهونه ومقفله تماما من جميع الجوانب بواسطة ألواح من الصاج المثنى الأحرف سمك ٢,٥ مم على الأقل، ويكون حجمها متناسباً مع مكوناتها حسب الجهد المستخدم والتيارات، ومطابقة للمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 62271-200 ، وكذلك المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٧/٢٦١٥، ولمتطلبات شركة توزيع الكهرباء بالمنطقة.

ب- تكون الفواصل بين أقسام اللوحة معدنية، ويتم تمرير التوصيلات بين هذه الأقسام وبعضها بإستخدام العوازل وعوازل الاختراق (Bushings)، ويكون ذلك أساسياً لضمان عدم إنتقال الضرر من قسم لآخر، كما يجب أن تكون جميع الأجزاء المعدنية مؤرضة بما فيها الأبواب.

٣/٣/٥ أقسام لوحات الجهد المتوسط

١/٣/٣/٥ قسم السكاكين والقواطع

يحتوى هذا القسم على سكاكين الفصل والتأريض ومجموعات المصاهر أو القواطع الآلية (التلقائية)، ويجب أن يتطابق كل منها مع المواصفات القياسية المصرية والمواصفات الكهروتقنية الدولية الخاصة بها.

أ- **سكاكين الفصل Disconnectors**

(١) يجب أن تتطابق هذه السكاكين مع المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 62271-102 وأن تقوم بتوفير مسافة عازلة مرئية فى الوضع المفتوح.

(٢) يجب أن تعمل هذه السكاكين عموما فى عدم وجود تيار (I = 0)، ويجب أيضا أن تتمكن من القيام بعمليات الفصل والتوصيل فى وجود تيارات الشحن لقضبان التوزيع والكابلات القصيرة أو التيارات المسحوبة بواسطة محولات الجهد.

(٣) يجب أن تقوم بتوصيل التيارات، إذا لم يكن فرق الجهد بين نقاط توصيلها بقيمة ملحوظة (على سبيل المثال، كما فى حالة سكاكين الاختبارات التى توصل المغذيات إلى قضبان توزيع مزدوجة تعمل على التوازى ومحملة بتيارات مختلفة).

(٤) يجب أن تتحمل هذه السكاكين مرور التيار المقنن لها وكذلك تيار القصر المحتمل مروره فى الدائرة التى تحتوى على هذه السكاكين، وتكون ذات سعة تيارية وتيار قصر طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 62271-102.

(٥) يجب أن تزود هذه السكاكين بآلية تحريك مناسبة وذلك للفتح والتوصيل، وتكون طريقة تحريك هذه السكاكين إما يدوياً أو باستخدام محرك كهربائى أو قد يتم التحريك فى بعض التركيبات الكبيرة بالهواء المضغوط.

ب- سكاكين التأريض Earthing switches

(١) يجب أن تكون سكاكين التأريض المستخدمة من النوع المخصص لعمل توصيل الأجزاء المفصولة من المعدات أو النظام إلى الأرض، ويمكن أن تلحق هذه السكاكين مع سكاكين الفصل المذكورة فى الفقرة (أ) ضمن معدة واحدة، على أن يكون هناك تواشجا (Interlock) بين عمل كل نوع من هذه السكاكين لمنع تشغيلها فى حالة وجود فرق للجهد بين نقط توصيلها.

(٢) يتم تشغيل سكاكين التأريض عادة يدوياً، ويكون بينها وبين سكاكين (الفصل) تواشج متبادل.

ت- مجموعة مصاهر ذات جهد متوسط وسعة قطع عالية MV HRCF

(١) يجب أن تتطابق مجموعة المصاهر ذات سعة القطع العالية مع المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٧/٢٧٤٠ وكذلك المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60282-1.

(٢) تقوم هذه المصاهر بوقاية أجزاء النظم من التأثيرات الديناميكية والحرارية الناشئة عن تيارات القصر، ولذا فهى تسبق على سبيل المثال مداخل المحولات، كابلات التغذية والمكثفات.

(٣) تتكون مجموعة المصاهر من القواعد وأطراف التوصيل الثابتة ووصل المصهر، ويمكن أن تكون هذه المجموعة إما مستقلة أو ملحقة ومتواشجة مع سكاكين الفصل على الحمل، وتكون هذه المجموعات إما ذات قاعدة واحدة مجمعة أو ذات ثلاثة قواعد منفصلة.

(٤) يجب أن تضمن حركة تشغيل الأقطاب الثلاثة للمصاهر والسكاكين معا، وتكون كل خرطوشة مزودة بوصل مصهر ومبين حالة مثبت على القاعدة وعندما ينصهر الوصل يبرز أصبع من أحد طرفى الخرطوشة، يقوم إما بتشغيل مبين المصهر ميكانيكا أو بفك أعتاق سكينة الفصل على الحمل.

(٥) يجب أن تقوم المصاهر المستخدمة لقطع الدائرة وإطفاء القوس الكهربائى قبل أن تصل قيمة تيار القصر المقطوع بواسطتها إلى القيمة العظمى المنتظرة (دون وجود المصاهر)، بل يتم قطع الدائرة فى مدة زمنية أقل من زمن نصف الموجة الأولى (١٠ مللى ثانية للتيار ذى الذبذبة ٥٠ هرتز)، وبذلك يمكن عند استخدام المصاهر المركبة فى جهة التغذية تقليل سعات القطع لنبائط القطع والتوصيل، وذلك فى النظم ذات المستويات العالية من تيارات القصر.

(٦) يتم عموما اختيار المصاهر سريعة القطع على النحو التالى :

- لمحولات القوى : طبقا للقدرة المقننة لمحول التغذية ومعاوقته وجهده فى موقع تركيب المصاهر (ناحية الملفات الإبتدائية)
- للكابلات : طبقاً لأقصى قيمة للتيار المسموح بمروره فيها بصفة مستمرة. ويجب أن يسمح شكل المصهر باستخدام أداة لخلع الخراطيش من جميع الأحجام من على قاعدتها أو تركيبها عليها

ث- سكاكين القطع على الحمل Load Break Switches -(LBS)

(١) يجب أن تتطابق هذه السكاكين، إذا كانت مزودة بمصاهر، مع المواصفات الكهروتقنية العالمية IEC 62271-105 ومع المواصفات IEC 60265 إذا كانت بدون مصاهر، ويكون الوسط العازل إما هواء (Air type) أو غاز SF_6.

(٢) يجب أن تقوم هذه السكاكين بتكوين فجوة عازلة فى وضع الفتح، وتكون إما من النوع الذى يعمل دورانياً (Rotary type) أو يعمل إنزلاقياً (Sliding type)، ولا تعتمد هذه السكاكين على سرعة الأداء اليدوى ولكنها مجهزة ميكانيكيا لأداء الفصل والتوصيل بسرعة كبيرة، وتكون ذات سعات من (٢٠٠ - ١٦٠٠) أمبير ويمكنها تحقيق الأداء التالى بمعدل تكرار بطىء أثناء التشغيل:

(٢-أ) فى حالة التشغيل العادى

يجب أن تقوم بتوصيل وفصل ما يلى :

- تيارات ذات قيم حتى قيمة التيار المقنن عند معامل قدرة متأخر أكبر من أو يساوى ٠,٧
- المحولات المتصل بها أحمال أو غير المحملة
- المغذيات الحلقية
- محركات الجهد المتوسط

- المكثفات ذات التيارات الصغيرة والتى تتحدد طبقا للجهد المستخدم وبالقيمة التى يحددها الصانع
- الكابلات وخطوط النقل الهوائية القصيرة غير المحملة

(٢ - ب) فى حالة وجود عطل

- يجب أن تظل مقفلة فى وجود تيار قصر
- يمكنها قطع تيارات الخطأ الأرضى
- بعد قطع تيار القصر بواسطة المصاهر سريعة القطع، تقوم سكاكين القطع على الحمل (LBS) بعزل النظام
- تقوم بفصل المحركات وهى فى حالة فرملة (Braked motors).

ج- قواطع الدوائر Circuit breakers

(١) يجب أن تتطابق القواطع المستخدمة فى لوحات التوزيع مع المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 62271-100 المستخدمة فى مدى الجهد المتوسط ما بين (٧,٢ – ٣٦) ك.ف. وذات سعات ما بين (٤٠٠ – ٤٠٠٠) أ. وسعة قطع حتى ٥٠ ك.أ.، والجهود شائعة الاستخدام هى ٧,٢، ١٢، ٢٤ ك.ف.

(٢) يجب أن يكون القاطع مزودا بتجهيزة للتشغيل بها ياءات لتخزين الطاقة الكافية للقيام بالفصل، وتكون مشحونة أثناء وضع التوصيل حتى يكون القاطع جاهزاً تماما للفصل عند تلقى الأمر بذلك (حتى عند غياب مصدر القدرة المساعد لعملية شحن الياءات فى لحظة التوصيل)، وعلى أن تكون تجهيزة تخزين الطاقة مبنية بنظام التضمين (Module) مما يسمح بتحويل تجهيزة التشغيل – حتى بعد تركيب القاطع – من نظام التشغيل اليدوى إلى نظام التشغيل بمحرك، إذا اقتضت الضرورة ذلك، كما يمكن إضافة تجهيزة للإعتاق أو التواشج أثناء الوصل أو التزويد بمفاتيح حدية (Limit switches) وذلك بدرجة سهولة واحدة.

(٣) يجب فى القواطع المستخدمة، أن يتم إطفاء القوس الكهربى ذى التيار المتردد على أساس استخدام خاصية مرور موجة التيار طبيعياً بالصفر، وتكون وظيفة غرفة (Arcing chamber) أو وسيلة إطفاء القوس الكهربى هى تبريد قطع التلامس وإزالة تأين الغاز فى مسار القطع عندما تبلغ قيمة التيار صفراً بالإضافة إلى إطالة طول مسار القوس الكهربى بحيث تسترد الفجوة بين قطعتى التلامس الخواص

الكهربية للعزل (Dielectric strength) وبسرعة لتفادى إعادة اشتعال القوس الكهربى، وعلى وجه الخصوص فى الدوائر السعوية.

(٤) يجب ألا يكون إطفاء القوس الكهربى بمعدل أعلى من القدر اللازم بحيث لاتتوالد جهود زائدة عابرة نتيجة لبتر التيار (Current chopping) قبل وصوله طبيعياً إلى نقطة الصفر، وفى هذه الحالة يجب أن يكون تصميم القاطع بحيث يتم تقليل القدرة والطاقة التى يستهلكها القوس الكهربائى داخل غرف الإطفاء أثناء عملية القطع، بالدرجة التى يضمن تقليل التآكل الذى تتعرض له قطع التلامس لإطالة عمرها حيث من المعروف أن زيادة تبريد القوس الكهربى أو إطالته إصطناعيا تؤدى إلى رفع القدرة الكهربية التى تستهلك فى القوس وبالتالى تقليل تآكل قطع التلامس.

(٥) فى حالة استخدام القواطع التخلخليه (Vacuum C.B.s)، يمكن أن تتولد جهود زائدة عابرة بين قطعتى التلامس اذا تم بتر القوس الكهربى (Arc chopping) وقبل أن تصل قيمة التيار إلى الصفر طبيعيا بموجة التيار الجيبية إذا كان التيار أقل من قيمة معينه محددة. ولتفادى ذلك، يجب استخدام قطع تلامس ذات طبيعة خاصة تسمح بأن تصل قيمة التيار اللحظية حتى ٥ أمبير دون أن يحدث بترا للقوس الكهربى.

(٦) يجب أن يكون القاطع المستخدم مزوداً بتجهيزات تسمح بفصله وتوصيله إما فى مكان تركيبه وبدون استخدام طاقة مساعدة ضرورية لذلك، أو عن بعد من موقع القاطع وفى هذه الحالة يكون مزوداً بمغناطيس كهربائى للقفل، وكذلك بوسائل أعتاق مباشرة (Direct release) أو غير مباشرة (Indirect release) للفصل، ويقوم مغناطيس القفل، بإعتاق الياى المشحون لإتمام القفل وبذلك تسهل عملية التوصيل، ويتلقى القاطع الأمر بذلك من إشارة كهربائية من مصدر كهربائى إما ذى تيار متردد أو تيار مستمر، على أنه بعد إتمام عملية الفصل يتم فصل تغذية المغناطيس عن طريق قطع تلامس مساعدة مركبة فى القاطع.

ح- التواشج (Interlock) فى قواطع الفصل والتوصيل

(١) الاستخدام لتفادى التشغيل الخاطىء

يجب عموما تفادى التشغيل الخاطىء باستخدام التواشج ويجب أن تكون كافة التركيبات مزودة به وخاصة إذا كانت من النوع غير القابل للسحب لمنع وقوع الحوادث أو انقطاع المصدر داخل لوحات التوزيع نتيجة لعدم التشغيل الخاطىء لعمليات الفصل، ويجب أن يتحقق الآتى :-

(١-أ) منع فتح سكينة الفصل (Disconnector) إذا كانت اللوحة مزودة بها فى حالة وجود تيار، ومنع تشغيل القاطع إذا كانت سكينة الفصل المتصلة معه ليست فى وضعها النهائى سواء كان ON أو OFF.

(١-ب) منع تشغيل القاطع من النوع القابل للسحب ما لم يكن فى وضعه النهائى، وينطبق ذلك على حالة إدخال أو سحب القاطع بينما هو متصلا بالحمل. ويجب أن يحقق التواشج ما يلى :

- منع التشغيل غير المسموح به
- ولذلك فيجب بيان شروط الفصل لكل النبائط التى يتم حمايتها بواسطة التواشج وذلك من خلال مبينات للوضع

ويجب أن يؤدى التواشج سواء كان كهروهوائيا أو كهربائيا إلى ما يلى :

- نقل أوامر الفصل والتوصيل القادمة من غرف التحكم أو الصادرة من نفس المكان إلى تجهيزة تشغيل نبائط الفصل والتوصيل طبقا لشروط التواشج
- لا يقوم التواشج الخاص بالفصل والقفل بمراجعة غياب الجهد عن الكابلات أو الخط المطلوب تأريضه، ولذا فإنه من الضرورى وقبل التأريض، التحقق من عدم وجود جهد على المعدات المطلوب تأريضها

(٢) التواشج بين القواطع القابلة للسحب

يجب تزويد خلية القاطع بنبائط ميكانيكية (Mechanical devices) أو كهروميكانيكية (Electromechanical) تركب على كل من القاطع القابل للسحب والجزء الثابت بالخلية وذلك لضمان صحة تتابع تشغيل القاطع أو اختباره أو سحبه ويتم التواشج بإحدى الطرق الآتية :-

- تواشج ميكانيكى باستخدام وصلات على تجهيزة "عمود الإدارة " بالقاطع
- تواشج كهروميكانيكى
- تواشج كهربى
- تواشج كهروهوائى

(٣) التواشج فى لوحات التوزيع التى لا تحتوى على معدات ثابتة

هو تواشج بين القواطع الخاصة بالمغذيات وأقسام قضبان التوزيع المختلفة باللوحات مثل التواشج المسمى (٢ من ٣) (Two out of three) وتزود اللوحات بتواشج من الأنواع المختلفة كإلميكانيكية والكهربائية والكهرومغناطيسية والكهروهوائية ويجب النص على طريقة التشغيل إما تلقائياً أو يدوياً.

٥/٣/٣/٢ قسم قضبان التوزيع

يجب أن يكون هذا القسم داخل اللوحة عبارة عن علبة معدنية مغلقة من جميع الجوانب تحتوى بداخلها قضبان التوزيع التى تكون إما من النحاس العارى أو المعزول وبالمقطع المناسب لسعة التيار المقنن وتيار القصر المقنن لها، وتكون القضبان مثبته تثبيتاً جيداً على العوازل المصنوعة من الراتنجات الإيبوكسية أو الصينى والتى يجب أن تكون مناسبة لأبعاد القضبان وجهد الخدمة الخاصة باللوحة ومستوى القصر.

٥/٣/٣/٣ أقسام توصيل الكابلات ومحولات الجهد والتيار

يكون هذا القسم فى الجهة الخلفية للوحة، ويحتوى على أطراف التوصيل إلى كابلات الجهد المتوسط، ويكون على ارتفاع لا يقل عن ٩٠ سم من أرضية اللوحة حتى تسهل عملية ربط أطراف الكابلات. وقد تتطلب شركة التوزيع بالمنطقة، أن يحتوى هذا القسم على مقسمات جهد ذات مكثفات (Capacitor potential dividers) لتغذية عدد (٣) لمبة بيان إشارة نيون تكون مركبة على واجهة اللوحة لبيان ما إذا كان على أطراف الكابلات جهد كهربائى، كما يحتوى هذا القسم أيضاً على سكينة تأريض أطراف الكابلات يتم تشغيلها من الأمام من واجهة اللوحة باستخدام تجهيزة سريعة لا تعتمد على سرعة المشغل وكذلك محولات التيار للقياس وعدد ثلاثة محولات للجهد والتى تكون عادة قابلة للفصل وذات وقاية باستعمال مصاهر سريعة القطع سعة ٦ أمبير.

٥/٣/٣/٤ قسم الجهد المنخفض فى لوحات الجهد المتوسط

يحتوى هذا القسم على المرحلات وأجهزة قياس التيار والجهد والطاقة والقدرة ومعامل القدرة وكذلك أجهزة التشغيل التلقائى.

٥/٣/٤ اعتبارات تصميمية

أ- تكون الخلايا من النوع محكم الغلق ذات حماية ضد الأتربة والرطوبة والحشرات وتكون قوية الصنع ويجب تحديد درجة العزل " IP degree " للوحة حسب ما تحدده المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60529.

ب-تكون اللوحة العمومية للجهد المتوسط عادة من جزئين يمكن الربط بينهما باستخدام قاطع تلقائى فى خلية الربط ويعمل تلقائيا بمجرد نقل التغذية على أحد الجزئين. ويغذى كل جزء بواسطة خليتى دخول موصلتين بقضبان الجهد المتوسط بمحطة المحولات وتشتمل اللوحة على عدد من خلايا الخروج (عشرة أو حسب ما تحدده المواصفات) وذلك لتغذية

حلقات التوزيع المختلفة هذا بالإضافة إلى خليه الربط والقياس ومحول الخدمة ، قد تكون اللوحة العمومية عبارة عن خلية واحدة حسب ما يحدده المهندس الاستشارى.

ت-يفضل أن تكون القواطع التلقائية المستخدمة من نوع (SF_6) أو (Vacuum) بالتيار المقنن حسب المحدد فى المستندات وبسعه قطع ٥٠٠ ك.ف.أ. فى شبكات جهد ١٢ ك.ف.، ٧٥٠ ك.ف.أ. فى شبكات جهد ٢٤ ك.ف.

ويجب أن يحدد نوع القاطع المفضل استخدامه فى اللوحة، إما تخلخلى (Vacuum) أو غازى (سادس فلوريد الكبريت SF_6).

ث- يجب أن تتحمل اللوحة سعة قطع لا تقل عن ٣١,٥ كيلو أمبير عند جهد ١٢ كيلو فولت أو ٢٥ كيلو أمبير عند جهد ٢٤ كيلو فولت.

ج-تعمل لوحات التغذية مع لوحة الربط بنظام تأمين كامل مع ضرورة وجود مفتاح تأريض فى اللوحات المغذاة بكابلات لتأمين الفصل ومن الطراز الذى يتحمل التغذية على القصر، وتكون سعة التيار لهذه القواطع ١٢٥٠ أمبير وتكون سعة تيار قضبان التوزيع نفس هذه السعة على الأقل.

ح-تزود خلايا الخروج بسكاكين فصل على الحمل (LBS) سعة ٤٠٠ أمبير كاملة بالمصاهر سريعة القطع المتصلة بنظام ميكانيكى لفصل السكينة فى حالة انصهار أى من المصاهر الثلاثة وذلك للمحولات التى لا تتجاوز قدرتها ١٥٠٠ كيلو فولت أمبير أو لدوائر التغذية التى لا تتجاوز قدرة محولاتها ١٥٠٠ كيلو فولت أمبير.

خ-يلزم أن يركب بخلية الخروج للمحولات ذات القدرة أكبر من ١٥٠٠ كيلو فولت أمبير أو لدوائر التغذية التى لا تتجاوز قدرة محولاتها ١٥٠٠ كيلو فولت أمبير (طبقا لاشتراطات شركات التوزيع) قواطع دائرة بسعة ٦٣٠ أمبير كاملة بأجهزة وقاية للحماية حسب التصميم والمعتمد من شركة توزيع الكهرباء المختصة فى منطقة المشروع.

د- يفضل أن يكون الحد الأدنى لسعة القطع المقننة لقواطع الدائرة هو ٢٥ ك.أ. عند جهد ١٢ ك.ف.، ٢٠ ك.أ. عند جهد ٢٤ ك.ف.، حتى وإن كان القاطع موضوعا بعيدا عن لوحة الموزع الرئيسى بمحطة المحولات.

٥/٤ كابلات الجهد المتوسط

٥/٤/١ عام

- يجب أن تتطابق كابلات الجهد المتوسط مع المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/٠٩٦٥، ٢٠٠٦/٠٢-٠٩٦٥ وكذلك المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60183 .
- يجب دراسة جميع العوامل التى تتعرض لها كابلات الجهد المتوسط لتحديد كيفية تصميم

١- القدرة الكهربية

٢- جهد التشغيل

٣- أقصى سماحية للهبوط فى الجهد

٤- معاملات تصحيح سعة حمل كابلات التغذية

٥- تيار القصر:

- تيار القصر المتماثل (Symmetrical short circuit current)
- تيار القصر غير المتماثل إلى موصل التأريض

(Asymmetrical short circuit current to ground conductor)

٢/٤/٥ القدرة الكهربائية وحساب تيار الحمل

يتم فى جميع الأحوال حساب تيار الحمل بمعلومية القدرة الكهربائية سواء كانت بالكيلو فولت أمبير أو الكيلو وات باستخدام المعادلات (٥-١)، (٥-٢)، (٥-٣) التالية:

$$I = \frac{\text{kW} \times 1000}{\sqrt{3} \times \text{V} \times \cos\phi} \qquad (5\text{-}1)$$

$$I = \frac{\text{kVA} \times 1000}{\sqrt{3} \times \text{V}} \qquad (5\text{-}2)$$

$$I = \frac{\text{HP} \times 0.746 \times 1000}{\sqrt{3} \times \text{V} \times \cos\phi \times \eta} \qquad (5\text{-}3)$$

حيث:

I : تيار الحمل الكامل

V : فرق الجهد بين الأطوار (قيمة فعالة r.m.s)

$\cos\phi$: معامل القدرة للحمل

η : كفاءة المحرك

HP : قدرة المحرك بالحصان

٣/٤/٥ جهد التشغيل (Service voltage)

يتحدد جهد ومستوى عزل الكابلات طبقا لجهد التشغيل ونظام التأريض المتبع. فالكابلات التى تعمل على جهد أكبر من أو يساوى ٥ ك.ف تنقسم إلى فئتين:

١- كابلات ذات مستوى عزل ١٠٠٪ من جهد التشغيل، ويكون ذلك عند التشغيل فى شبكة تعمل بنظام تأريض [أت (TN)] والتى يكون فيها موصل التعادل مؤرض (Grounded neutral service)

٢- كابلات ذات مستوى عزل ١٣٣٪ من جهد التشغيل بها، ويكون ذلك فى الشبكة التى تعمل بنظام تأريض [ع أ (IT)] والتى يكون فيها موصل التعادل غير مؤرض (Ungrounded neutral service). ويمكن أن يستمر تشغيل هذا النظام لمدة ساعة واحدة بعد حدوث تيار قصر بين أحد الأطوار والأرض ولكن هذا يعرض الطورين الآخرين أثناء هذا العطل لجهد أعلى (Line to line voltage)، مما يستوجب استخدام مستوى عزل عال لموصلات الأطوار الثلاثة. ويتميز هذا النظام باستمرارية التغذية فى حالة حدوث تيار قصر بين أحد الأطوار والأرض (Phase to ground fault)

٤/٤/٥ أقصى سماحية للهبوط فى الجهد

يتم حساب الهبوط فى الجهد كنسبة مئوية، بقسمة الفرق بين جهد الإرسال وجهد الاستقبال مقسوما على جهد الإرسال. وينشأ الهبوط نتيجة لمرور تيار كهربائى فى كابل التغذية. وقد ينشأ فى بعض الأحيان، نتيجة لنقل أو توزيع قدرة كهربائية كبيرة لمسافات طويلة، هبوط فى الجهد أكبر من الحد المسموح، مما ينتج عنه انخفاضاً فى جهد التشغيل عند نقطة الاستقبال (أو الحمل). ولتقليل الهبوط فى هذا الجهد إلى الحد المسموح به يمكن زيادة مساحة مقطع كابلات التغذية المستخدمة، أما فى حالة إنشاء شبكات جديدة فمن الممكن رفع الجهد الإسمى لشبكة التوزيع من ١١ ك.ف إلى ٢٢ ك.ف، حيث أن رفعه يؤدى إلى تقليل التيار الكهربى المار فى الشبكة وبالتالى يؤدى إلى تقليل الهبوط فى الجهد مع زيادة السماحية لنقل القدرة الكهربائية لمسافات أطول.

٥/٤/٥ السعة التيارية للكابل ومعاملات التصحيح

تعرف السعة التيارية للكابل على أنها التيار الذى يؤدى إلى رفع درجة حرارة الموصل إلى أقصى درجة مسموح بها، وهى محددة لكل من الكابلات المعزولة بالبولى اثيلين المتشابك (XLPE) على أساس ٩٠ درجة مئوية. أما عندما يتكون مسار كابل التغذية من أجزاء تختلف عن بعضها من حيث درجة حرارة الوسط المحيط، أو عند تجميع الكابل مع كابلات

أخرى فى مسار واحد، أو عند مرور تيار زائد بها لمدة طويلة، أو عندما يلاصق الكابل مادة عازلة للحرارة فى جزء من مساره، فيجب حساب معاملات التصحيح فى كل من هذه الأجزاء طبقا للظروف المختلفة فى كل جزء مع أخذ أقل قيمة لها عند حساب معامل التصحيح الكلى.

ويبين الجدول رقم (م٥/٤/١) ظروف التشغيل القياسية والتى يتم على أساسها تحديد السعة التيارية للكابل. كما توجد ظروف تشغيل غير إسمية، يجب عندها تصحيح السعة التيارية للكابل لتتفق معها وتبين الجداول أرقام (م٥/٤/٢) إلى (م٥/٤/٦) معاملات التصحيح المختلفة طبقا لظروف التشغيل.

٥/٤/٦ تيار القصر

يعد حساب قيمة تيار القصر المار فى كابل أحد الاعتبارات الهامة عند اختياره، حيث يجب أن يتحمل الكابل الإجهادات الميكانيكية والحرارية التى يمكن أن يتعرض لها عند مرور تيارات القصر به. وعلى أى حال، فإنه يجب تحديد قيمة تيار القصر التى يستطيع الكابل تحملها عند مرور تيار القصر به للمدة التى تسمح بها نظم الوقاية وذلك طبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60724.

فمثلاً تحدد مواصفات كابلات الجهد المتوسط ذات عزل من مادة البولى اثيلين المتشابك درجة حرارة تشغيل دائمة لاتزيد عن ٩٠ درجة مئوية، بينما تكون درجة الحرارة ٢٥٠ درجة مئوية عند مرور تيار القصر لمدة ثانية واحدة. ويبين الجدول رقم (م٥/٤/٧) أقصى درجة حرارة مسموح بها عند مرور تيار القصر.

(أ) تيار القصر المتماثل

عند تعرض منظومة القوى الكهربائية لحالة قصر، تقوم أجهزة الوقاية بتحديد الخطأ وفصل الجزء المعرض للقصر. ولا يتم ذلك لحظيا، ولكن بتأخير زمني تحدده اعتبارات تنسيق أداء نظم الوقاية مع بعضها البعض. ويتم تحديد قيمة تيار القصر الذى يتحمله الكابل من المعادلة رقم (٥-٤):

$$I_{sc} = \frac{K \times A}{\sqrt{t}} \qquad (5\text{-}4)$$

where:

I_{sc} : Short circuit rating of cable (kA)

A : Cross sectional area of conductor (mm^2)

t : Time to trip (seconds)

K : Cable short circuit factor ($kA.\ s.^{1/2}/\ mm^2$)

ويتم تحديد معامل القصر(K) للكابل من الجدول رقم (م٥/٤/٧).

يوضح الشكل رقم (م ٥/٤/١) تيارات القصر للكابلات المعزولة بالبولى إيثيلين المتشابك (XLPE) للجهود من (١- ٣٠) ك.ف.

(ب) تيار القصر غير المتماثل إلى موصل التأريض

فى حالة تلامس أحد موصلات الأطوار بموصل الأرض، لابد من ضمان أن موصل الأرض قابل لاستيعاب تيار الخطأ الناتج فى هذه الحالة والمحدد بالمعادلة رقم (٥-٥):

$$I_{EF} = \frac{C \times A}{\sqrt{t}} \qquad (5\text{-}5)$$

where:

I_{EF} : Earth fault current (kA)

C :A factor that depends on the earth current path material. (Steel wire armor, lead sheath, or copper tape)

A : Cross-sectional area of earth path in mm^2.

t : Fault duration in seconds

٥/٥ المحولات

٥/٥/١ عام

١- يتناول هذا الجزء البنود التالية:

- تحديد سعة المحول
- المحولات الزيتية
- المحولات الجافة
- الأكشاك وغرف المحولات

٢- يجب أن تفى المحولات باشتراطات المواصفات القياسية المصرية 0136 – 01 / 2005، 0136 - 02 / 2005 ،0136. - 05 / 2005، والمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60076-1, IEC 60076-2, IEC 60076-5, IEC60076-8.

٣- يجب تحديد نوعية المحول (زيتى/ جاف) وذلك حسب ظروف المشروع وبنود المقارنة بين النوعين والواردة فى البند (٥/٥/٥) وذلك بالتنسيق مع شركة التوزيع بالمنطقة.

٤- يجب ألا تقل كفاءة المحول عن القيم الواردة فى بند كفاءة المعدات فى الباب الثامن من هذا الكود.

٥- يفضل إجراء دراسة اقتصادية لتحديد فترة الاسترداد عند استخدام محول ذو كفاءة أعلى عن تلك الواردة فى الفقرة السابقة.

٥/٥/٢ تحديد سعة محول التوزيع اللازم لتغذية الحمل

(١) عام

١- يتم تحديد سعة محول التوزيع اللازم لتغذية المنشأة بناءً على أقصى طلب كهربى متوقع لهذه المنشأة والقدرة القصوى التى يمكن أن يحمل بها المحول والتى يتم تحديدها على ضوء سعتة الإسمية ومدى حيود الظروف الفعلية للمكان الذى سيتم تركيب المحول فيه (وبصفة أساسية درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والضغط الجوى للوسط المحيط) عن تلك القيم التى تم تحديد قدرة المحول الإسمية على أساسها. ويمكن الرجوع للبيانات الفنية التى يوفرها الصانع لمعرفة معاملات الحيود عن هذه القيم.

٢- تكون الحدود المسموح بها للارتفاع فى درجة حرارة عن درجة حرارة الوسط المحيط بالنسبة لمحولات التوزيع المغمورة فى الزيت والمعزولة بعزل من الفصيلة A عند تحميلها بسعتها الإسمية بصفة مستمرة (لمدة لا تقل عن ٦ ساعات) على النحو التالى:

- يجب ألا يتجاوز الارتفاع فى درجة حرارة الزيت أعلى خزان التمدد عن درجة حرارة الوسط المحيط مقدار ٤٥ °م، ويكون متوسط الارتفاع فى درجة حرارة الملفات (والتى تقاس عن طريق قياس مقاومة الملفات) ٥٥°م
- لا يجب أن يكون ارتفاع درجة حرارة الزيت فى خزان التمدد وكذلك التوصيلات الكهربية غير مسببة لأية أضرار على المحيط الخارجى

ويجب عموماً الالتزام بالإرشادات الخاصة بالمصنع فى تركيب وتشغيل المحول.

(٢) مقومات تحديد سعة محول التوزيع

(أ) تبريد المحولات

يحدد المصنع طريقة تبريد المحول باستخدام أربع حروف إنجليزية، يرمز الحرفان الأولان (من ناحيه اليسار) إلى الموائع المستخدمة فى عزل وتبريد الملفات داخل المحول، ووسيلة سريان تلك الموائع، ويرمز الحرفان الآخران إلى الموائع المستخدمة لتبريد جسم المحول من الخارج ووسيلة سريانها، ويحتوى الجدول رقم (٥/٥-١) على الرموز المستخدمة فى هذا النظام.

مثال:

ONAN : محول زيتى (يبرد داخلياً بسريان الزيت سرياناً طبيعياً ويبرد الجسم من الخارج بسريان الهواء حوله سرياناً طبيعياً أيضاً)

جدول (٥/٥-١): جدول توضيحى للحروف المستخدمة فى تحديد كيفية تبريد المحول

المائع المستخدم فى تبريد المحول	الرمز للمائع	كيفية سريان المائع	الرمز للسريان
زيت معدنى أو زيت اصطناعى درجة حرارة اشتعاله أقل من أو تساوى ٣٠٠° م	O	طبيعى	N
سوائل اصطناعية أخرى	L		
غاز ودرجة حرارة اشتعاله أقل من أو تساوى ٣٠٠° م	G	قسرى	F
هواء	A		
ماء	W		

(ب) أقصى تحميل يومى للحفاظ على سلامة المحولات

Daily peak load of transformer nameplate rating to give normal life expectancy

١- يمكن تشغيل المحولات عند درجات حرارة الزيت أعلى من ٩٥° م، لفترات قصيرة محددة بدون أن تسبب مخاطر تذكر على المحول، كذلك يمكن تشغيلها لفترات أطول عند درجات حرارة أقل من ٩٥ ° م.

تتكون دورة التحميل اليومى (Daily load) عادة من أحمال متغيرة خلال اليوم، ويمكن تقسيم الدورة إلى مراحل بحيث يكون الحمل ثابتاً تقريباً فى كل مرحلة، كما يمكن حساب الحمل المكافئ لدورة التحميل اليومى من المعادلة (٥-١):

$$Equivalent\ load = \sqrt{\frac{L_1^2T_1 + L_2^2T_2 + ... + L_n^2T_n}{T_1 + T_2 ..... + T_n}} \qquad (5\text{-}1)$$

حيث:

$L_1, L_2, ...L_n$: أحمال المراحل المختلفة

$T_1, T_2, ...T_n$: فترة كل مرحلة

٢- يجب عند تحميل المحولات عند درجات حرارة للوسط المحيط أكبر من ٥٠° م، ألا تتعدى حدود التحميل فترة زمنية معينة، (محددة بالمواصفات القياسية العالمية)، حتى لا يتأثر المحول ويقل عمره الافتراضى. ويجب عمل توازن لدورة الحمل اليومى، بحيث إذا حمل المحول بحمل أقل من سعته الإسمية لفترة ما، فإنه يمكن تحميله بحمل أكبر من سعته الإسمية لفترة زمنية أخرى. ويتم تحديد قيمة الحمل الزائد ومدته بناءً على بيانات

الصانع. ويجب فى هذه الحالة الكشف على جميع أجزاء المحول (مثل: نهاية الكابلات – نقط التقسيم، إن أمكن، عوازل الاختراق، إلخ.) بعد تشغيله بحمل زائد.

يوضح الجدول رقم (٥/٥-٢) بيانات استرشادية عن أقصى تحميل يومى للمحولات بدلالة درجة حرارة الوسط المحيط للحفاظ على عمره الافتراضى

Daily peak load of transformer nameplate rating to give normal life expectancy.

(٣) التحميل الزائد للمحولات

(أ) المحولات المغمورة فى الزيت

يحتوى الجدول رقم (٥/٥-٣) على قدرة التحميل الزائد (كنسبة من القدرة الإسمية للمحولات المغمورة فى الزيت، طبقاً للمواصفات القياسية الألمانية (DIN). يجب ألا يتعدى متوسط درجة حرارة الملفات ١٠٥° م، إذا كان متوسط درجة وسط التبريد خلال الدورة ٢٥° م. أما إذا كانت المحولات مجهزة بمراوح تبريد ولكن المراوح معزولة عن سحب هواء خارجى، فيجب أن يكون التحميل بنسبة ٦٠٪ من القدرة الإسمية للمحول.

(ب) المحولات الجافة

يوضح الجدول رقم (٥/٥-٤) فترات زيادة الحمل للمحولات الجافة ذات مادة العزل من الدرجة (A) بفرض أن الملفات الابتدائية مبردة بالهواء المحيط مباشرة.

جدول (٥/٥-٢): أقصى حمل يومى كنسبة من الحمل المقنن المذكور بلوحة بيان المحول، للحفاظ على عمر المحول

زمن أقصى حمل (ساعة)	تبريد ذاتى هواء أو تبريد مياه															
	الحمل المكافئ المستمر كنسبة من قدرة المحول (ك.ف.أ)															
	%٥٠						%٧٠						%٩٠			
	درجة الحرارة المحيطة (°م)						درجة الحرارة المحيطة (°م)						درجة الحرارة المحيطة (°م)			
	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٠	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠
٠,٥	٢	٢	٢	١,٨٩	١,٧	١,٥٢	٢	٢	١,٩٥	١,٧٨	١,٦	١,٤١	٢	١,٩٩	١,٨٢	١,٦٤	١,٤٦	١,٢٤
١	٢	١,٨٨	١,٧٣	١,٥٨	١,٤١	١,٢٣	١,٩٥	١,٨	١,٦٥	١,٤٩	١,٣٢	١,١٤	١,٨٦	١,٧	١,٥٥	١,٣٩	١,٢	٠,٩٩
٢	١,٧٦	١,٦٤	١,٥١	١,٣٧	١,٣٢	١,٠٦	١,٧٢	١,٥٩	١,٤٦	١,٢٢	١,١٦	٠,٩٩	١,٦٦	١,٥٣	١,٢٩	١,٢٤	١,٠٨	٠,٩
٤	١,٥٤	١,٤٣	١,٣٣	١,١٩	١,٠٦	٠,٩٢	١,٥٢	١,٤١	١,٢٩	١,١٧	١,٠٤	٠,٨٩	١,٥	١,٣٩	١,٢٦	١,١٣	١	٠,٨٤
٨	١,٤١	١,٣	١,١٩	١,٠٨	٠,٦٩	٠,٨٤	١,٤	١,٣	١,١٦	١,٠٧	٠,٩٥	٠٨٣	١,٣٩	١,٢٩	١,١٩	١,٠٦	٠,٩٤	٠,٨٢
٢٤	١,٣٢	١,٢٢	١,١١	١,٠٠	٠,٨٩	٠,٧٨	١,٣٢	١,٢٢	١,١١	١,٠	٠,٨٩	٠,٧٨	١,٣٢	١,٢٢	١,١١	١	٠,٨٩	٠,٧٨

• فى حالة التبريد بالماء تطرح ٥°م من خانة الدرجات المحيطة، يجب أن تكون أقل درجة حرارة للمياه أعلى من الصفر

جدول (٥/٥-٣): مدة التحميل الزائد المسموح بها للمحولات المغمورة فى الزيت

التحميل السابق للمحول كنسبة مئوية من سعته الإسمية (%)	درجة حرارة الزيت عند بداية زيادة الحمل تبعاً لكيفية التبريد (°م)		التحميل الزائد المسموح به للمحول كنسبة مئوية من سعته الإسمية				
	تبريد هواء طبيعى أو قسرى	تبريد مياه – تبريد زيت	١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٤٠٪	٥٠٪
			المدة المسموح بها للحمل الزائد (دقيقة)				
٥٠	٥٥	٤٩	١٨٠	٩٠	٦٠	٣٠	١٥
٧٥	٦٨	٦٠	١٢٠	٦٠	٣٠	١٥	٨
٩٠	٧٨	٦٨	٦٠	٣٠	١٥	٨	٤

جدول (٥/٥-٤): مدة التحميل الزائد المسموح بها للمحولات الجافة ذات عزل درجة (A)

التحميل السابق للمحول كنسبة مئوية من قدرته الإسمية (%)	التحميل الزائد للمحول كنسبة مئوية من سعته الإسمية				
	١٠٪	٢٠٪	٣٠٪	٤٠٪	٥٠٪
	المدة المسموح بها لزيادة الحمل (دقيقة)				
٥٠	٦٠	٣٠	٢٠	١٥	١٢
٧٥	٥٥	٢٣	١٥	١١	٩
٩٠	٤٥	١٦	١٠	٧	٥

إذا كانت درجة حرارة الهواء مختلفة عن القيم القياسية المستخدمة للمحولات، فيتم الرجوع إلى الجدول رقم (٥/٥-٥) للمحولات المغمورة فى الزيت – تبريد الهواء.

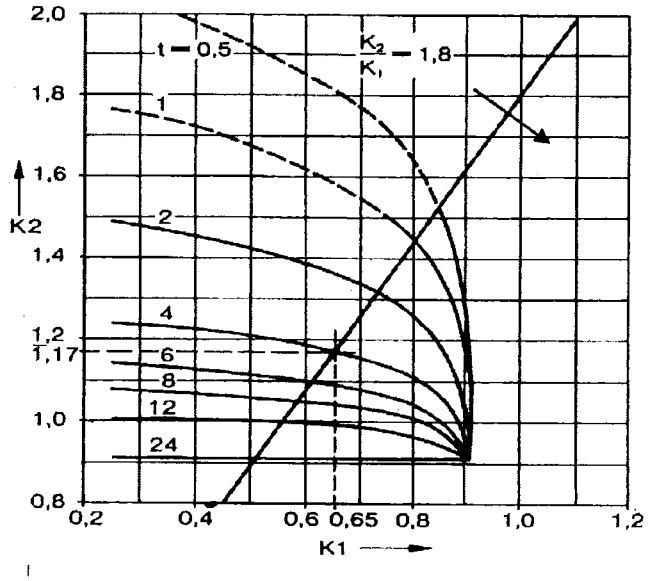
ويستخدم الجدول رقم (٥/٥-٣) الخاص بالمحولات الزيتية للمحولات الجافة ذات مادة العزل من الدرجة (B) والدرجة (E)، مع مراعاة أن تقلل نسبة التحميل إلى ٨٥٪ ، ٩٠٪ على التوالى.

جدول (٥/٥-٥): الحمل المستمر المسموح به للمحولات الزيتية المبردة طبيعيا بهواء درجة حرارته مختلفة عن القيم القياسية

اختلاف درجة حرارة الهواء عن القيمة القياسية		- ٢٠°م	- ١٠°م	صفر	+ ١٠°م	+ ٢٠°م
القدرة المستمرة المسموح بها كنسبة مئوية من السعة الإسمية للمحول (%)	تبريد خارجى عادى بالهواء المحيط	١٢١	١١١	١٠٠	٩١	٨١
	تبريد هواء بالمراوح	١١٥	١٠٩	١٠٠	٩٢	٨٣

(ت) طريقة أخرى تستخدم للتحميل الزائد للمحولات

يمكن تحميل المحولات بقدرة أكبر من سعتها الإسمية مع مراعاة التحميل المعتاد للمحول وذلك بالاستعانة بالمنحنيات الموضحة بالشكل رقم (٥/٥-١) والتى تمثل العلاقة بين التحميل المسبق للمحول كنسبة من سعته الاسمية (k_1) والتحميل الزائد المسموح به له كنسبة من سعته الاسمية (k_2) وذلك لمدة محددة بالساعات لكل منحنى على حدة حسبما هو مبين عليه، فى درجة حرارة ٣٠° مئوية.



شكل (٥/٥-١): منحنيات التحميل الزائد لمحولات التوزيع فى درجة حرارة ٣٠ درجة مئوية

حيث:

k_1 : الحمل المسبق للمحول كنسبة من سعته الاسمية

k_2 : الحمل الزائد المسموح به للمحول كنسبة من سعته الاسمية

t : فترة التحميل الزائد (ساعة)

ويوضح الملحق رقم (م٥/٥/١) أمثلة تطبيقية على تحديد سعة المحول.

٣/٥/٥ المحولات الزيتية : Oil immersed transformers

أ - عام

(١) يتم تقييم المحولات وإنتاجها واختبارها طبقاً للطبعة الأخيرة من المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60076, part (1) to part (5) .

(٢) تكون محولات القوى ثلاثية الأطوار مغمورة فى الزيت بتبريد طبيعى وهواء تبريد طبيعى (Oil immersed Natural Air Natural Cooled (ONAN)).

(٣) يتم تحديد ما إذا كانت المحولات ستركب داخليا أم خارجيا (Indoor or outdoor) وكذلك تحديد الارتفاع عن سطح البحر (Altitude) ودرجه حرارة الوسط المحيط (Ambient temp.) والرطوبة النسبية (Relative humidity) واحتواء الجو على أتربه أو رمال أو مواد أخرى ملوثة.

ب - المواصفات الفنية الكهربائية

يجب أن تحدد البيانات التالية: ٨٠٠، ٦٣٠، ٣٠٠، ٢٠٠، ١٠٠، ٦٣، ٥٠ ك. ف. أ.

(١) أقصى قدرة مستمرة (Maximum continuous output) وتحدد
٣٠٠٠، ٢٥٠٠، ٢٠٠٠، ١٦٠٠، ١٥٠٠، ١٢٥٠، ١٠٠٠، ٨٠٠، ٦٣٠، ٣٠٠، ٢٠٠،
٦٣، ١٠٠، ٥٠ ك. ف. أ.

(٢) الجهد الإبتدائى (Primary voltage): وحسب شبكات الجهد المتوسط المتوفرة
٣٣٠٠ - ٦٦٠٠ - ١٠٥٠٠ - ١١٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ - ٢٢٠٠٠ فولت

(٣) مغير الجهد اليدوى من جهة الجهد الابتدائى بدون حمل (Off load tap changer) ويختار (+) ٢ × ٢،٥ % , صفر , (-) ٢ × ٢،٥ % (خمسه خطوات) أو + ٢ × ٢،٥ % , صفر, (-) ٤ × ٢،٥ % (سبعه خطوات)

(٤) الجهد الثانوى (Secondary voltage) : ٤٠٠ / ٢٣١ فولت ونقطة تعادل مؤرضة

(٥) مجموعه التوصيل (نظام توصيل ملفات المحول) (Vector group): Dyn11

(٦) التردد (Frequency): ٥٠ هرتز

(٧) الممانعة النسبية المئوية (Impedance voltage, percentage impedance) أو نسبة جهد القصر (Short circuit voltage): تحدد بألا تقل عن ٤% (ويحدد أقصى سماح زائد ١٠ %)

(٨) الارتفاع فى درجة الحرارة (Temp. rise) وذلك عند درجه حرارة الجو المحيط (Ambient temp.) طبقا لما ورد فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60076 :

- عند قمه الزيت (Top of oil): ٤٥ درجة مئوية مقاسة بالترمومتر
- فى الملفات (On windings) مقاسه عن طريق المقاومة ٥٥ درجة مئوية

(٩) مستوى العزل	لجهد ابتدائى ٢٤ ك.ف.	لجهد ابتدائى ١٢ ك.ف.
High voltage impulse withstand voltage (BIL) الجهد الدفعي المقنن	١٢٥ ك.ف.	٧٥ ك.ف.
Power frequency withstand voltage (مستوى العزل) جهة الجهد المتوسط	٥٠ ك.ف.	٢٨ ك.ف.
Low voltage power frequency withstand voltage (Secondary voltage) مستوى العزل جهة الجهد المنخفض	٣ ك.ف.	٣ ك.ف.

(١٠) الفقد : تطلب معظم شركات التوزيع ان تكون المحولات من النوع قليل الفقد (Low losses) وليس من النوع ذى الفقد النمطى (Normal losses)

(١١) يتم تأريض نقطه التعادل بالمحولات.

(١٢) يجب تعبئه المحول بزيت المحولات طبقا للمواصفات الكهرو تقنيه الدوليه رقم IEC 60296. ويجب أن يكون الزيت من النوع القابل للخلط (NYNAS type high-grade oil) والمصنف بأنه يتميز بالمقاومة العالية للتحلل.

(١٣) زيادة الحمل على المحول: يجب أن يكون المحول قادرا على تغذيه الأحمال والتى تصل إلى القيمه القصوى المقننة له بصفة مستمرة علاوة على إمكانية تحميل المحول بنسبه ١٠ % زيادة على القيمة القصوى المقننة لمدة ساعتين دون حدوث اتلاف للمحول ودون التجاوز فى ارتفاع درجات الحرارة عن الحدود الموضحة بعاليه سواء للزيت أو الملفات، مع مراعاة ما جاء بالجدول رقم (٥/٥-٣).

(١٤) قدرة تحمل تيار القصر (Short circuit capacity) : يجب أن يكون المحول قادرا على تحمل الإجهاد الميكانيكى والحرارى دون تلف عند حدوث قصر على أطرافه لمدة

ثانيتين وعند مستوى قدرة القصر لشبكات جهد ١١ ك ف. (٥٠٠ م. ف. أ.) ولشبكات جهد ٢٢ ك ف. (٧٥٠ م. ف. أ.).

(١٥) التشغيل على التوازى (Parallel operation) : يجب أن يحدد ذلك بمستندات العطاء ليراعى إنتاج هذه المحولات متماثلة تماما لهذا الغرض لتعمل بكفاءة تامة على التوازى معا فى كافة ظروف التشغيل للأحمال و نفس معامل القدرة.

(١٦) التأريض (Earthing): يجب توصيل جميع الأجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار فى المحول - عدا مفردات رقائق القلب الحديدى - وجميع المسامير وألواح التجميع (Clamping plates) بطرف التجميع والتى سيتم توصيلها عند التركيب بنظام الأرضى.

(١٧) أطراف التوصيل : يجب أن تتصل أطراف الجهد العالى والمنخفض بعازلات من الصينى البورسلين مناسبة لجهد التشغيل مع تثبيت هذه العوازل فى غطاء التنك بطريقة تسمح بتغييرها دون فتح الغطاء.

ت –المواصفات الفنية للإنتاج

(١) القلب الحديدى (Core) : يصنع القلب الحديدى للمحول من رقائق الصلب السيليكونى المسحوب على البارد وبسمك لا يزيد عن ٠,٣ مم وذات فقد منخفض.

(٢) الملفات (Windings) : تصنع ملفات الجهد العالى من أسلاك نحاسية ذات مقطع مستدير معزول بالورنيش أو مقطع مستطيل معزول بالورق السليلوزى، وتصنع ملفات الجهد المنخفض من شرائح النحاس بدون عزل أو من أسلاك معزولة بالورق، ويجب أن تكون الملفات ممسوكة بقوة لتتحمل الصدمات والاهتزازات أثناء نقل المحول وكذلك القوى الناتجة من تيار القصر.

(٣) الوعاء الخارجى (Tank) : يجب أن يصنع وعاء المحول من ألواح الصلب المعرج ليكون الجسم الخارجى هو المسطح المبرد للمحول ويزود الوعاء بخزان آخر لتمدد الزيت ويركب عليه ماسورة توصيل الزيت للوعاء ويمكن أن يركب بها جهاز مرحل بوخهلز (Buchholz relay) ويكون خزان التمدد مواسير بها فتحة لتعويض نقص الزيت وفتحة لتركيب جهاز امتصاص الرطوبة (السيليكا جيل) وكذلك مبين لمنسوب الزيت.

ث – الملحقات الأساسية لمحول التوزيع (Transformer accessories)

(١) خزان تمدد الزيت بمقياس مستوى الزيت وصمام ملؤ الزيت
(Oil conservator vessel with oil level indicator and oil filling plug).

(٢) ترمومتر بيان درجة حرارة الزيت.

(٣) وعاء السيليكا جيل (Silica gel breather) : لامتصاص الرطوبة والمادة من النوع لون برتقالى يتغير إلى اللون الأخضر بمجرد تعرضها للرطوبة، ويجب أن تكون خالية من الكوبالت.

(٤) جهاز تغيير نسبة التحويل والمحول مفصول عن المصدر (Off load tap changer) .

(٥) جهاز مرحل بوخهلز (Magnetic liquid level gauge with alarm contacts).

(٦) حلقات لرفع المحول بالونش (Lifting tackles)

(٧) إمكانيات لرفع المحول من أسفل برافعة (بالكلارك) (Provision for jacking).

(٨) إمكانيات لسحب المحول على الارض (Provision for skidding (Towering).

(٩) مسمار توصيل الأرضى (Earthing terminal).

(١٠) صمام تصريف الزيت وطبة غلق (Drain valve).

(١١) صمام أخذ عينة الزيت (Oil sampling tape).

(١٢) أربعة عجلات (Wheels).

(١٣) لوحة بيان المحول (Rating & diagram plates) ، هذا ويجب حفر رقم المحول على غطاء المحول بحروف واضحة اذا كانت هناك ضرورة لطلبها.

ج – الملحقات الاضافية للمحول (إذا كانت هناك ضرورة لطلبها)

(١) جهاز قياس درجة حرارة الزيت الرقمى
(Oil temperature gauge electronic digital type for transfer signal to computer .

(٢) طبة غالقة قابلة للكسر عند ارتفاع الضغط داخل المحول (Explosion diaphragm)

(٣) جهاز حماية المحول من الضغوط الداخلية الزائدة إذا كان محكما وغير مزود بخزان تمدد، مزودا بقطع تلامس لدائرة إنذار (Pressure relief device with alarm contact ( )

(٤) ترمومتر دائرى بمؤشر (Dial type thermometer) بدائرة تنبيه (With alarm contact)

(٥) مبين للضغط التخلخلى داخل الوعاء (Pressure vacuum gauge)

ح- لوحة بيانات المحول (Name plate)

يجب تثبيت لوحة بيانات فى مكان واضح ومرئى على المحول يبين جميع بيانات المحول والموضحة فيما بعد على لوحة تكون بحروف بارزة أو محفورة

الرقم المسلسل للمنتج	Manufacturers serial number
سنة الإنتاج	Year of manufacture
عدد الأطوار	Number of phases
القدرة المقننة	Rated power
التردد	Rated frequency
الجهود المقننة	Rated voltages

التيارات المقننة	Rated currents
مجموعة التوصيل	Vector group
الممانعة النسبية	Impedance voltage
رسم التوصيل	Connection diagram

جدول يوضح أوضاع مغير الجهد اليدوى

Table giving tapping voltage & the positions

الوزن كاملا بالزيت	Total mass

الوزن للغطاء والملفات والقلب (بدون الوعاء والزيت)

Total mass (without tank and oil)

خ- زيت المحول Transformer oil

يجب توريد جميع محولات التوزيع موضوع هذه المواصفات مملوءة بالزيت، ويكون الزيت المستخدم معالج لمنع التأكسد (Inhibited) ويكون خالى من الرطوبة ومركبات الحموضة والقلويات والكبريتات وتحقق شدة عزل كهربى لا تقل عن ٣٠٠٠٠ فولت (Minimum dielectric strength of 30000 volts) عند اجراء اختبار على عينة بقطر ٢٥ مم وثغرة بين أقطاب الاختبار ٢٫٥ مم وطبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60296.

(١) يجب أن يقدم مع العطاء نوع الزيت المعروض استخدامه مع تقديم النشرات الفنية التفصيلية لشرح جودة الزيت المقدم (Technical bulletins) .

(٢) يجب أن يكون زيت التبريد ذو نقطة اشتعال عالية (High flash point) وغير قابل للتحلل (Biodegradable) وغير قابل للتراكم (Non bio-accumulating).

ويجب أن يحقق أو يزيد عن المواصفات التالية :

Dielectric strength	:	43 kV
Dielectric constant at 25 °c	:	2- 38
Flash point	:	285 °c
Fire point	:	312 °c
Thermal conductivity at 25 °c (cal / sec. cm2 c / cm)	:	0.00031
Specific gravity at 25 °c	:	0.876

د – كتيبات التشغيل والصيانة (Operation maintenance and booklets)

يجب توافرها باللغتين العربية والانجليزية.

ذ – قطع الغيار (Spare parts)

تعرض قطع الغيار المقترحة من المنتج وأسعار مفرداتها.

ر – المصنعون المقبولون (Approved manufacturers)

يفضل ذكر بعض أسماء الشركات المنتجة التى تلاقى قبولاً لمنتجاتها من المهندس ويذكر فى نهايتها أو مايماثلها فى الجودة (Or approved equal quality).

يوضح الملحق رقم (م ٥/٥-٣) تفاصيل أكثر عن القلب الحديدى والملفات والوعاء (التنك) والعزل ومغير الجهد والدهان وتشبع الملفات ومسارات التهوية وغطاء المحول ودرجة الإحكام وعوازل الاختراق.

يوضح الملحق رقم (م ٥/٥-٢) جداول الضمان للمحولات الزيتية والتى يجب أن تملأ وتستوفى وتوقع من المنتجين وتقدم مع العطاء.

٤/٥/٥ المحولات الجافة

(١) عام

١- يكون محول التوزيع الجاف ثلاثى الأطوار بقدرات وحتى ٣ ميجا فولت أمبير وبالجهود ٧,٥ ، ١١، ٢٢ ، ٣٣ ك.ف./٠,٤ ك.ف. ولا يوجد به زيت للعزل وإنما يتم ذلك إما بالمواد الصلبة الراتنجية (Cast resins) أو الهواء وتكون ملفاته بتركيبات وأشكال مختلفة ويكون طبقاً للمواصفات القياسية المصرية أرقام ٢٠٠٧/١٨٨٦ ، ٢٠٠٥/١٨٨٨ وللمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60076-11.

٢- تمتاز هذه المحولات بمعامل أمان عالى مما يسمح باستخدامها فى المناطق الخطرة والأماكن ذات التهوية القليلة وأيضا فى مراكز أحمال المبانى العالية والتى لا يسمح فيها باستخدام المحولات الزيتية.

٣- يزكى استخدام المحولات الجافة فى بدرومات المبانى التى لا يسمح باستخدام المحولات الزيتية وفى المبانى العالية التى تقتضى اقتصاديات تصميمها تركيب محولات التوزيع فى أدوار بينية.

(٢) تصنيف المحول

يتم اختيار المحول المناسب لظروف التشغيل فى بعض المواقع مثل العمارات العالية والمتاجر الكبيرة (المولات) والمستشفيات والمحطات المركبة فى منسوب تحت الأرض وفى المناجم والمصانع الكيماوية ويتم تصنيف المحول طبقاً لكل من الاعتبارات التالية:

أ- تغليف الملفات

- يمكن أن تكون ملفات المحول غير مغلفة بمادة صلبة راتنجية وإنما محاطة بالهواء.
- يمكن أن تكون ملفات المحول محاطة بمادة صلبة راتنجية.

ب- حاوية المحول وطريقة تهويته

- إذا كان المحول غير مغلف ولا يحاط بحاوية واقية، فيكون تبريد قلب المحول وملفاته المعزولة بالهواء الخارجى.
- إذا كان المحول مغلفاً ومحاطاً بحاوية واقية، فيجب أن يكون مصمماً بحيث يعتمد تبريد قلب ملفات المحول على الهواء الخارجى وفى هذه الحاله يجب تجديد هواء المكان الذى يتسرب إليه الهواء الساخن من قلب المحول.

وعادة ما تكون درجة حماية الحاوية IP 00 , IP 20 , IP 23 طبقاً للوسط المحيط بالمحول.

- إذا كان المحول مغلفاً ومحكماً ومحاطا بحاوية، فيجب أن تكون هذه الحاوية مزودة بحاشيات حابكة تمنع تبادل الهواء الخارجى المحيط بها أوالهواء أو الغاز الموجود بداخلها إذاكان المحول من النوع (Gas filled dry type).

ت- وسط التبريد

- يمكن أن يكون وسط التبريد حول المحول هو الهواء الطبيعى حول الحاوية.
- يمكن أن يكون وسط التبريد غاز خامل مثل غاز النيتروجين، ويكون ذلك فى حالة المحول المغلق تماما مع تزويد الحاوية بوسائل لمجابهة تغير حجم الغاز بداخل الحاوية.

ث- طريقة التبريد

يمكن أن يكون التبريد إما :

- تبريداً طبيعياً، أو
- طبيعياً / قسرياً، ويستعمل للتبريد القسرى مراوح تعمل عند وصول تحميل المحول قرب الحمل الكامل
- قسرياً، بتحريك وسط التبريد على مدى التحميل المستمر للمحول بواسطة مراوح تركب على سطح الحاوية مع وجود فتحات دخول للهواء أسفل الحاوية مركبا عليها فلاتر.

(٣) نسبة التحويل

مثل ما يتم فى حالة المحولات الزيتية.

(٤) طريقة توصيل ملفات الاطوار

مثل ما يتم فى المحولات الزيتية.

(٥) القدرة المقننة للمحول

مثل المحولات الزيتية.

(٦) ترتيبات تغيير نسب التحويل على اللاحمل

- خلافاً للمحول الزيتى، يتم تجهيز المحول الجاف بصندوق نهايات يتصل بكل طور من أطوار المحول ومن ملفات الجهد المتوسط لتغيير نسبة التحويل. ويجب أن يزود الصندوق بخوص نحاسية (Jumpers) لعمل التوصيلات اللازمة لتغيير نسبة التحويل على اللاحمل.
- يجب أن يزود صندوق النهايات بقفل متين لمنع العبث أثناء تحميل المحول.

(٧) القلب الحديدى للمحول

- يجب أن تجمع رقائق الصلب السيليكونى بطريقة تقلل الفقد على اللاحمل وكذلك تقليل منسوب الضوضاء الناجمة من اهتزاز هذه الرقائق.
- يجب أن تتم معالجة القلب الحديدى بعد التجميع بعدة طبقات من الدهان لوقايته من الصدأ.

(٨) الملفات

- يجب مراعاة الاهتمام بعزل الملفات على درجات حرارة عالية تتعرض لها خلافاً لملفات المحول الزيتى.
- يجب تثبيت الملفات جيداً واستعمال فواصل مرنة لتقليل الاهتزازات الميكانيكية والضوضاء وكذلك لتحمل الاجهادات الناتجة عند حدوث قصر الدائرة دون حدوث ضرر للملفات أو عزلها.
- يجب فى المحولات المعزولة بالمواد الصلبة الراتنجية المصبوبة، اختيار نوع المادة المستخدمة بحيث لا تتشقق عند تغير درجات حرارة التشغيل وأن تكون صامدة للهب ولا تنتج أيه غازات سامة أو قابلة للاشتعال، كما يجب فى هذه الحالة، ألا يتم عزل الأسلاك المستخدمة فى الملفات بالطلاءات العازلة أو بمادة سيليكونية.
- فى المحولات غير المعزولة بالمواد الراتنجية المصبوبة، يجب عزل الملفات بمواد عزل من الأنواع "Class A-أ" أو"Class B-ب" أو "Class E-ى" أو "Class F-ف" أو "Class G-هـ" أو "Class C-ج" وبحيث لا تتعدى درجات حرارة الملفات القيم الواردة فى الجدول رقم (٥/٥-٦).

(٩) عازلات الاختراق

كالمحول الزيتى.

(١٠) النسبة المئوية لمعاوقة المحول

كالمحول الزيتى.

(١١) أقصى ارتفاع لدرجات الحرارة فى مكونات المحول

يبين الجدول رقم (٥/٥-٦) القيم المسموح بها لارتفاع درجات الحرارة فى مكونات المحول.

جدول (٥/٥-٦): القيم القصوى المسموح بها لارتفاع درجات الحرارة لأجزاء المحول عن حرارة الجو المحيط ٤٠°م

أجزاء المحول	درجة عزل الملفات	درجة حرارة نظام العزل	أقصى إرتفاع مسموح لدرجة الحرارة
الملفات*	CLASS A-أ	١٠٥°م	٦٠°م
	CLASS E-ى	١٢٠°م	٧٥°م
	CLASS B-ب	١٣٠°م	٨٠°م
	CLASS F-ف	١٥٥°م	١٠٠°م
	CLASS G-هـ	١٨٠°م	١٢٥°م
	CLASS C-ج	٢٢٠°م	١٥٠°م
القلب الحديدى والأجزاء المعدنية والمواد المجاورة له			يجب ألا تصل درجة الحرارة فى أى حالة إلى الحد الذى يخشى أن يترتب عليه تلف القلب الحديدى أو جزء من أجزاء المحول

*ملحوظة: يقاس ارتفاع درجة حرارة الملفات بطريقة المقاومة

- يجب أن يزود المحول بمجموعتى بيان لدرجات الحرارة تقوم إحداهما أيضاً بإصدار تحذير

(مرئى/مسموع) بارتفاع درجة الحرارة عندما تقترب الدرجة إلى الحد الأقصى المسموح به.

- تقوم مجموعة البيان الثانية بفصل المحول عن مصدر التغذية عند استمرار ارتفاع درجة الحرارة.

(١٢) ملحقات المحول

يجب أن يزود المحول بالملحقات التالية:

- حلقات الرفع
- ٤ عجلات من الصلب يسهل تغيير اتجاه حركتها
- مسمار بالجسم المعدنى لتأريضه
- لوحة بيانات

عدد (٢) مبين حرارة يستعملان أيضاً لغرض التحذير وفصل المحول عن المصدر

(١٣) لوحة بيانات المحول

يجب أن تحتوى لوحة بيانات المحول على الآتى:

- القدرة المقننة (ك.ف.أ)
- الجهد المقنن ناحية الجهد المتوسط والجهد المنخفض
- التردد المقنن (هرتز)
- طريقة توصيل ملفات الجهد المتوسط والجهد المنخفض
- نظام التوصيل وزاوية الإزاحة (مثلا Dyn11)
- طريقة التبريد طبيعى/جبرى بالهواء
- تصنيف المادة العازلة للملفات (Class A/ E/ B/ F/ G/ C)
- الوسط العازل المحيط بالملفات المعزولة والقلب الحديدى (مادة راتنجية / هواء /غاز خامل مثل (N_2/ C_2F_6/ SF_6).
- جهاز تغيير نسبة التحويل (عدد الخطوات، نسب التحويل)
- النسبة المئوية لمعاوقة المحول (٤% أو ٥% أو ٦,٢٥%)
- درجة حرارة الملفات

(١٤) مقارنة بين المحولات الجافة والمحولات الزيتية

مميزات المحول الجاف

١- بالرغم من أن المحول الجاف يحتاج لصيانة أكثر من المحول الزيتى بسبب تراكم الغبار على العازل، إلا أن تكلفة الصيانة بالمحول الجاف أقل حيث يحتاج إلى نظافة فقط وليس تغيير العازل أو إعادة تأهيله كالفلترة أو نزع الرطوبة كما فى حالة المحول الزيتى.

٢- يمكن تركيب المحول الجاف فى مراكز الأحمال مما يقلل الفقد على الجهد المنخفض.

٣- يحتاج إلى حيز أقل ويمكن تركيبة مع مفاتيح التوصيل والفصل ذات الجهد العالى.

٤- يقلل من فرص الحريق حيث لا يوجد زيت قابل للاشتعال.

٥- يكون المحول لنفس القدرة أقل حجماً من المحول الزيتى ويمكن تركيبه داخل المبانى وفى الأقبية والأدوار العليا من المبانى بصورة آمنه.

٦- يتميز المحول الجاف بأنه يمكن تحميله بصفة مستمرة بنسبة ١٠٠%، بينما فى حالة المحول الزيتى بحوالى ٨٠% .

٧- يمكن تحميل المحول الجاف وخاصة المستخدم لأنواع من العزل بتكنولوجيا متطورة تتحمل درجات حراره عاليه (حتى ٢٢٠ م°) كما فى المحولات الجافه المستخدمة لمادة البولى استر المشبعة فى وسط تخلخلى (Vacuum pressure impregnated) كحابك للملفات (Polyester sealant).

ويلاحظ أنه فى المحول الزيتى لا يمكن الوصول بدرجه حرارة للزيت إلى أعلى من ٨٥ ° م فوق درجة حرارة الوسط المحيط، كما أنه ما زالت العوازل الورقية هى المستخدمه فى هذا المحول.

عيوب المحول الجاف

١- لا يمكن مقارنته بالمحول الزيتى من حيث الإصلاح أو تغيير الملفات التالفة خاصة إذا كان المحول معزولا بمادة صلبة راتنجية.

٢- يجب بصفة دورية إزالة الغبار المتراكم على العازل تجنباً لتلف المحول.

٣- يعتمد فرق السعر وفترة استرداد استخدام المحول على كل حالة استخدام على حده والتى تعتمد على ظروف الموقع.

٤- بينما لا يزيد الجهد المستخدم مع المحول الجاف من جهة الجهد العالى عن ٣٣ ك.ف، فإنه يمكن فى المحول الزيتى استخدام جهود حتى ٧٥٠ ك.ف.

٥- تكون نسبة الفقد فى حالة الحمل واللاحمل فى المحول الجاف عالية نسبياً مقارنة بالمحول الزيتى

٦- يزيد أحيانا سعر المحول الجاف بنسبة قد تصل إلى ١,٥ مرة عن سعر المحول الزيتى لنفس القدرة إذا كان المحول محاطا بحاوية، وقد تنخفض أسعار المحولات الجافة فى المستقبل القريب قياسا للتوسع الكبير فى استخدامها فى شبكات توزيع الكهرباء.

٥/٥/٥ أكشاك وغرف تركيب المحولات

(١) عام

فى حالة كشك المحول (وحدة مدمجة، Compact unit) الذى يغذى حمل مشترك واحد أو أكثر مع تركيب عدادات الاستهلاك ناحية الجهد المنخفض للمحول، يجب الالتزام بالمواصفات الفنية التى تصدرها شركة توزيع الكهرباء المختصة للكشك بالكامل.

وكذلك إذا كان الكشك مخصصاً لمشترك واحد مع التعاقد على حساب الاستهلاك على الجهد المتوسط، فيجب الالتزام بالمواصفات الفنية التى تصدرها شركة توزيع الكهرباء المختصة للوحة الجهد المتوسط فى الكشك ، كما يجب اعتماد تفاصيل باقى مهمات الكشك من شركة توزيع الكهرباء المختصة.

وعموماً يجب تزويد كشك المحول بأجهزة القطع والوقاية اللازمة ، على أن تتضمن ما يلى:

أ – ناحية الجهد المتوسط

- سكاكين القطع على الحمل اللازمة لحلقة كابلات التغذية (ما لم تكن مركبة خارج الكشك).
- سكينة للقطع على الحمل ومصاهر ذات سعة قطع عالية (للأطوار الثلاثة) لتغذية المحول ذى القدرة حتى ١٥٠٠ ك.ف.أ ، وتزود المصاهر باتصال ميكانيكى إلى السكينة لفصلها فى حالة انصهار وصل مصهر لواحد أو أكثر من المصاهر الثلاثة.
- قاطع دائرة من النوع ذى الفريم المفتوح ACB للمحول ذى القدرة المقننة الأكبر من ١٥٠٠ ك.ف.أ.
- محولات جهد ومحولات تيار (٣ أطوار) للقياسات ناحية الدخل، بالإضافة لأجهزة قياس الجهد والتيار وذلك فى حالة التعاقد على المحاسبة على استهلاك المشترك على الجهد المتوسط.
- التوصيلات المعزولة اللازمة.
- نهايات كابلات جهد متوسط ملائمة لكابلات حلقة التغذية وللمحول وذلك طبقاً للمواصفات الفنية التى تصدرها شركة توزيع الكهرباء المختصة عن نهايات كابلات الحلقة والتى يجب الالتزام بها لدخولها فى شبكة الجهد المتوسط الخاصة بالشركة.

ب – ناحية الجهد المخفض

- قاطع تلقائى مقولب MCCB رئيسى لخرج المحول، ومحول تيار (٣ أطوار) وأجهزة قياس تيار خرج المحول.
- قضبان التوزيع للأطوار وقضيب التعادل وقضيب الأرضى بمقاطع مناسبة للتيار المقنن وللظروف المحيطة ناحية الجهد المنخفض.
- أجهزة قياس الجهد للأطوار وبين الخطوط.
- عدد من الدوائر الفرعية حسب الرسومات الخاصة بالمشروع ، وكل منها مزودة بقاطع مقولب MCCB ذى تيار مقنن وسعة قطع مناسبين ،ونهاية كابل ٣ أطوار

(٤ أسلاك + سلك الوقاية الأرضى)، وتشمل أجهزة القياس محولات تيار (٣ أطوار) وعداد استهلاك طاقة عندما تكون المحاسبة على الطاقة ناحية الجهد المنخفض لمشترك وحيد

(٢) تصميم غرفة تركيب المحول

- يجب اختيار مقاسات غرفة المحول بحيث تتناسب مع حجم المحول مع أخذ إمكانية الحاجة إلى استعمال محول ذى قدرة أكبر فى المستقبل فى الاعتبار، كما تتوقف مقاسات الغرف على قيمة أقصى فقد فى المحول ونوع التهوية وما تتطلبه من فرق المنسوب بين فتحة أو فتحات دخول الهواء البارد وفتحة أو فتحات خروج الهواء الساخن، وكذا على الفراغ الواجب تركه أعلى نهايات عوازل الاختراق، ويراعى أن تكون فتحات التهوية بمساحات كافية وأن تكون فى حائطين متقابلين من الغرفة إذا أمكن ذلك إحداها سفلية لدخول الهواء و يقابلها أخرى علوية لخروج الهواء، ويفضل أن تغطى فتحات التهوية بشبكة معدنية، وفى هذه الحالة تزاد مساحة فتحات التهوية بنسبة من ١٠%إلى٥٠% عن المساحة التصميمية للفتحات.
- يجب تزويد غرفة المحول بأجهزة إطفاء فعالة ضد حريق الزيت.
- يجب تزويد أرضية غرفة المحول بكمر مجرى حديد لتسهيل حركة المحول، كما يجب تزويدها بمشاية معاينة حول المحول بعرض لايقل عن ٧٠٠ مم للمحول ذى القدرة حتى ٦٣٠ ك.ف.أ ، وبعرض لا يقل عن ٧٥٠ مم للقدرات الأكبر من ذلك.
- يجب مراعاة تزويد غرفة المحول ذى القدرة المقننة ٦٣٠ ك.ف.أ. وما فوقها، بحفرة أسفل المحول لتجميع الزيت المتسرب وتكون بالسعة الكافية وأسفل شبكة من أعمدة الصلب المجلفن المغطاة بطبقة سمكها ٢٠سم على الأقل من الزلط أو كسر الحجارة لمنع انتشار الحريق، ويمكن بناء حفرة الزيت خارج حدود غرفة المحول، ويمكن تزويد الحفرة بطلمبات لاسترجاع الزيت.
- يجب مراعاة تزويد سقف الغرفة بميول مناسبة ومزاريب للتخلص من مياه الأمطار مع تبطين السقف بمواد عازلة للحرارة تحت بلاط السقف.
- يجب تزويد الغرفة بإنارة كافية تعمل من الشبكة العمومية للمحول ومن شبكة إنارة الطوارىء عند انقطاع التغذية العمومية.

وفى حالة تركيب أكثر من محول فى غرف متجاورة يمكن بناء حفرة منفصلة لزيت كل محول، أو إنشاء حفرة تجميعية واحدة للمحولات كلها، ويحسن أن تكون هذه الحفرة خارج حدود غرف المحولات ويجب أخذ الاحتياطات اللازمة لتلافى انتشار الحريق من إحدى غرف المحولات إلى باقى الغرف.

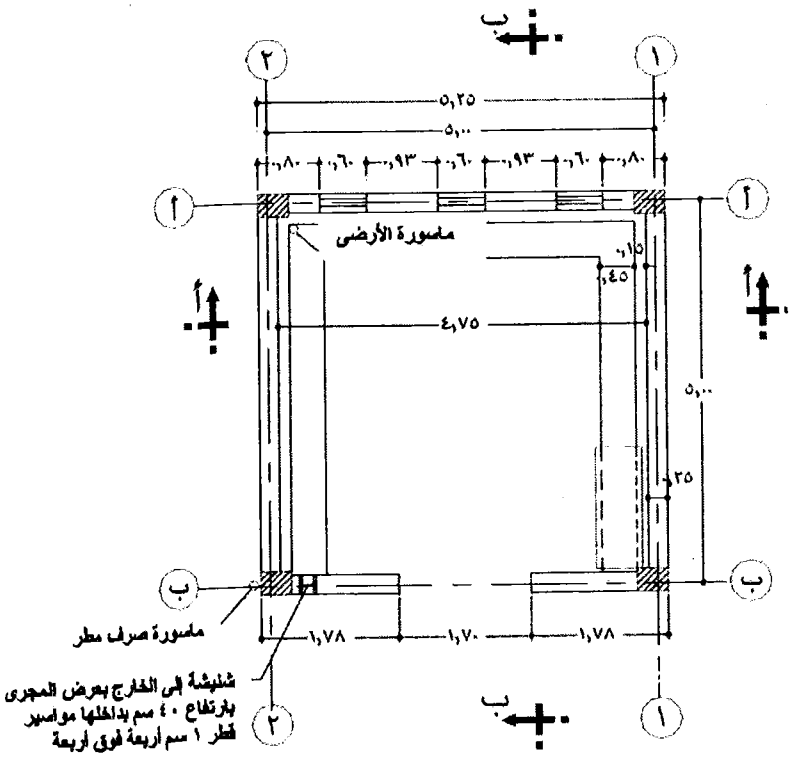
ويجب عموماً اعتماد تصميم غرف المحولات وحفر الزيت من المهندس الاستشاري وشركة توزيع الكهرباء المختصة.

وتبين الأشكال أرقام (٥/٥-٢)، (٥/٥-٣) مثالاً لمقاسات إحدى غرف المحول والأجهزة الكهربائية المعدة لتركيب محول قدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ. ولوحات الجهد المتوسط والمنخفض.

توضح الأشكال أرقام (٥/٥-٤)، (٥/٥-٥) التبريد القسرى والتبريد الطبيعى لمحول جاف.

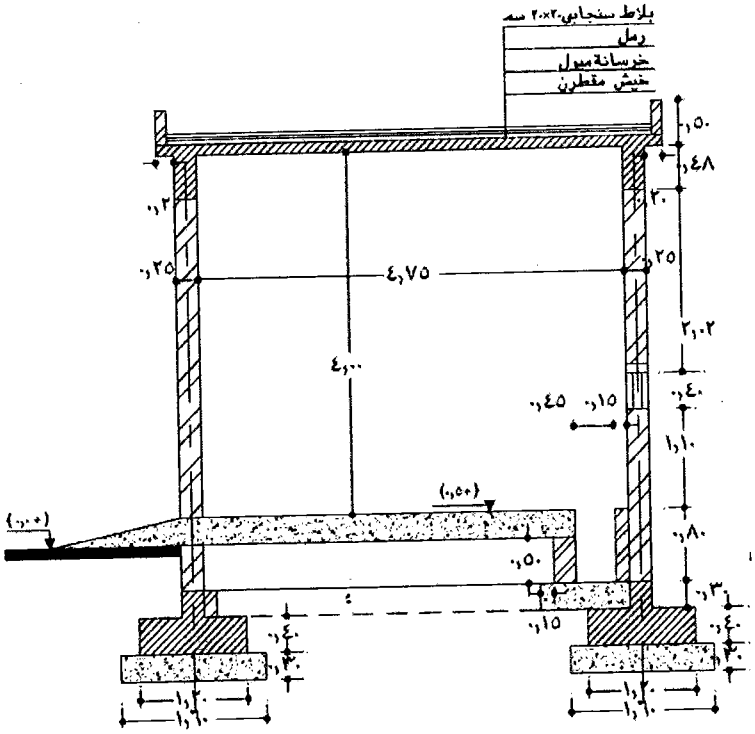
ويبين الشكل رقم (٥/٥-٦) رسما تخطيطيا لكشك ٤/١١ ك.ف. كامل بالمحول سعة ٥٠٠ ك.ف.أ.

ويوضح الشكل رقم (٥/٥-٧) طريقة وضع المهمات داخل غرفة محول (مبانى).



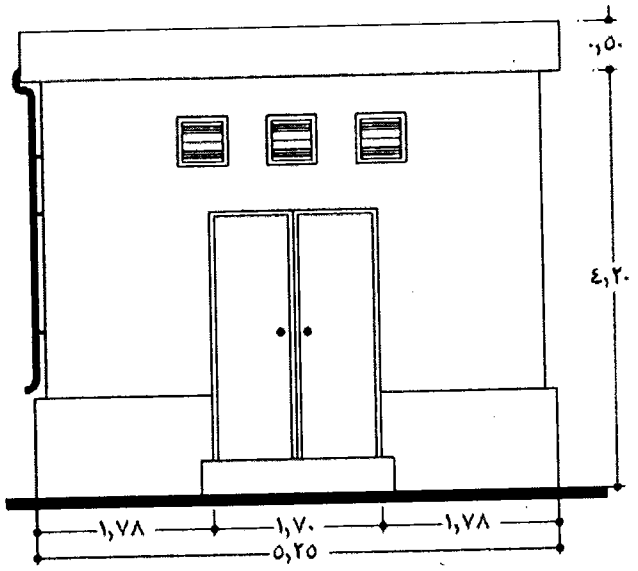
(أ): مسقط أفقى

شكل (٥/٥-٢): غرفة إيواء محول سعة ١٠٠٠ ك.ف.أ.



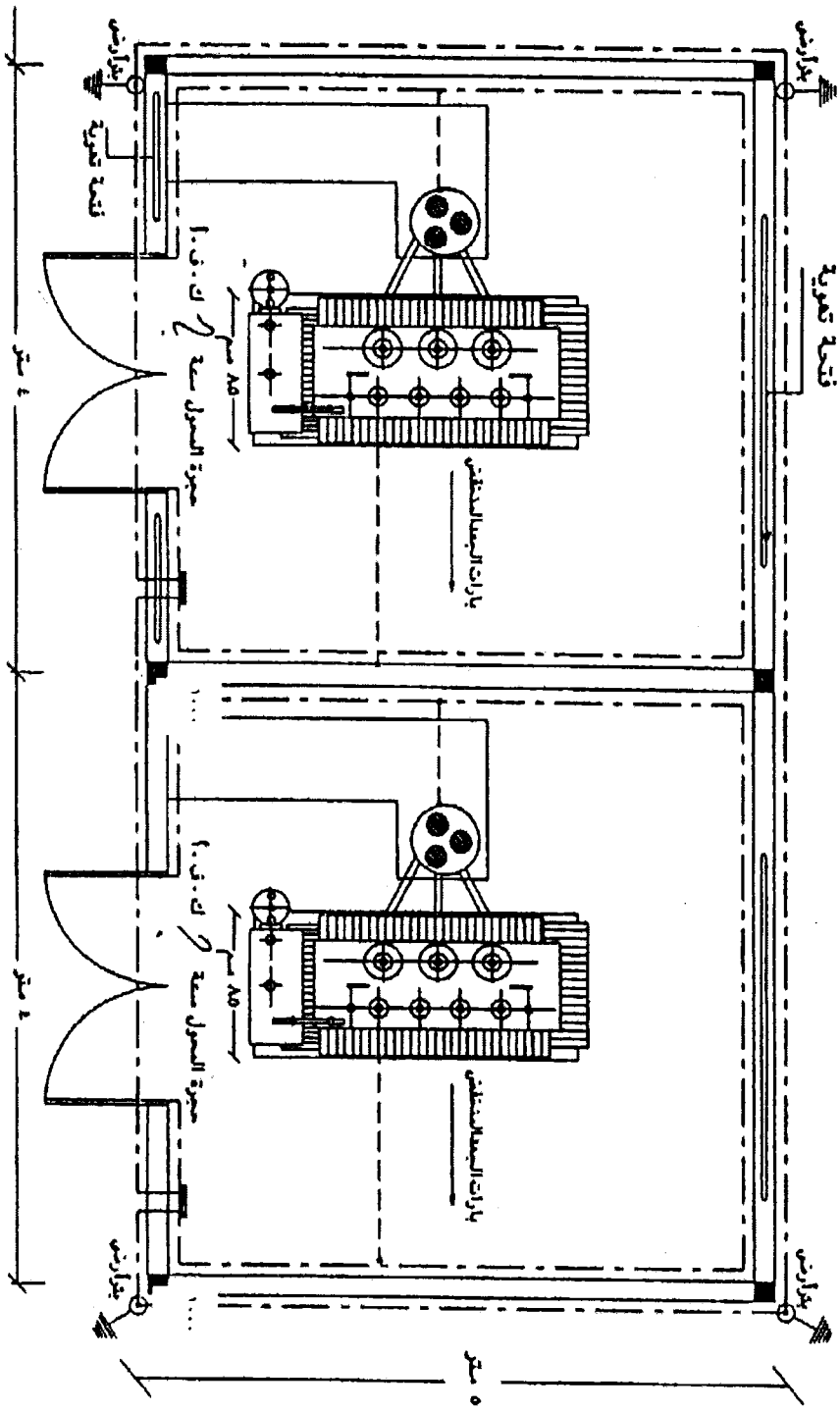
قطاع (ب-ب)

شكل (٥/٥-٢): غرفة إيواء محول سعة ١٠٠٠ ك.ف.أ.

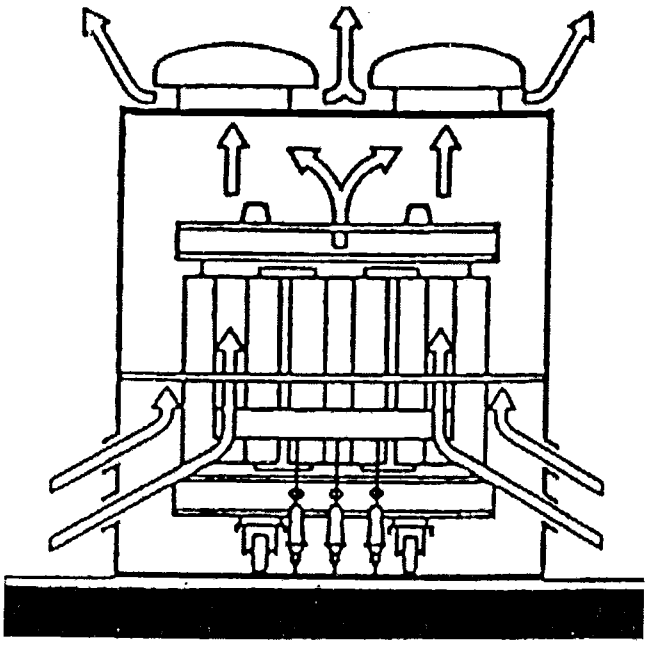


(ت): واجهة أمامية

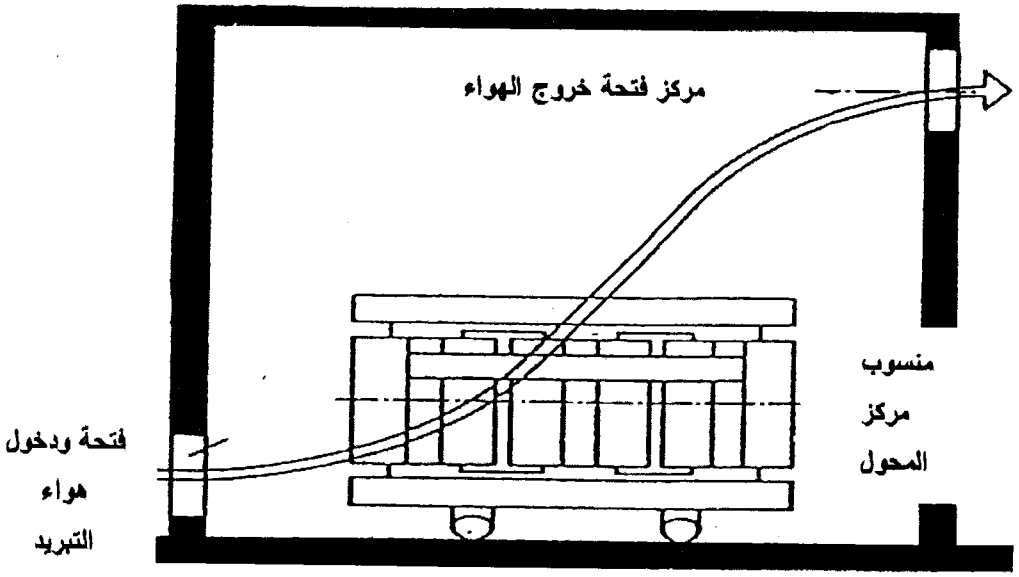
تابع شكل (٥/٥-٢): غرفة إيواء محول سعة ١٠٠٠ ك.ف.أ.



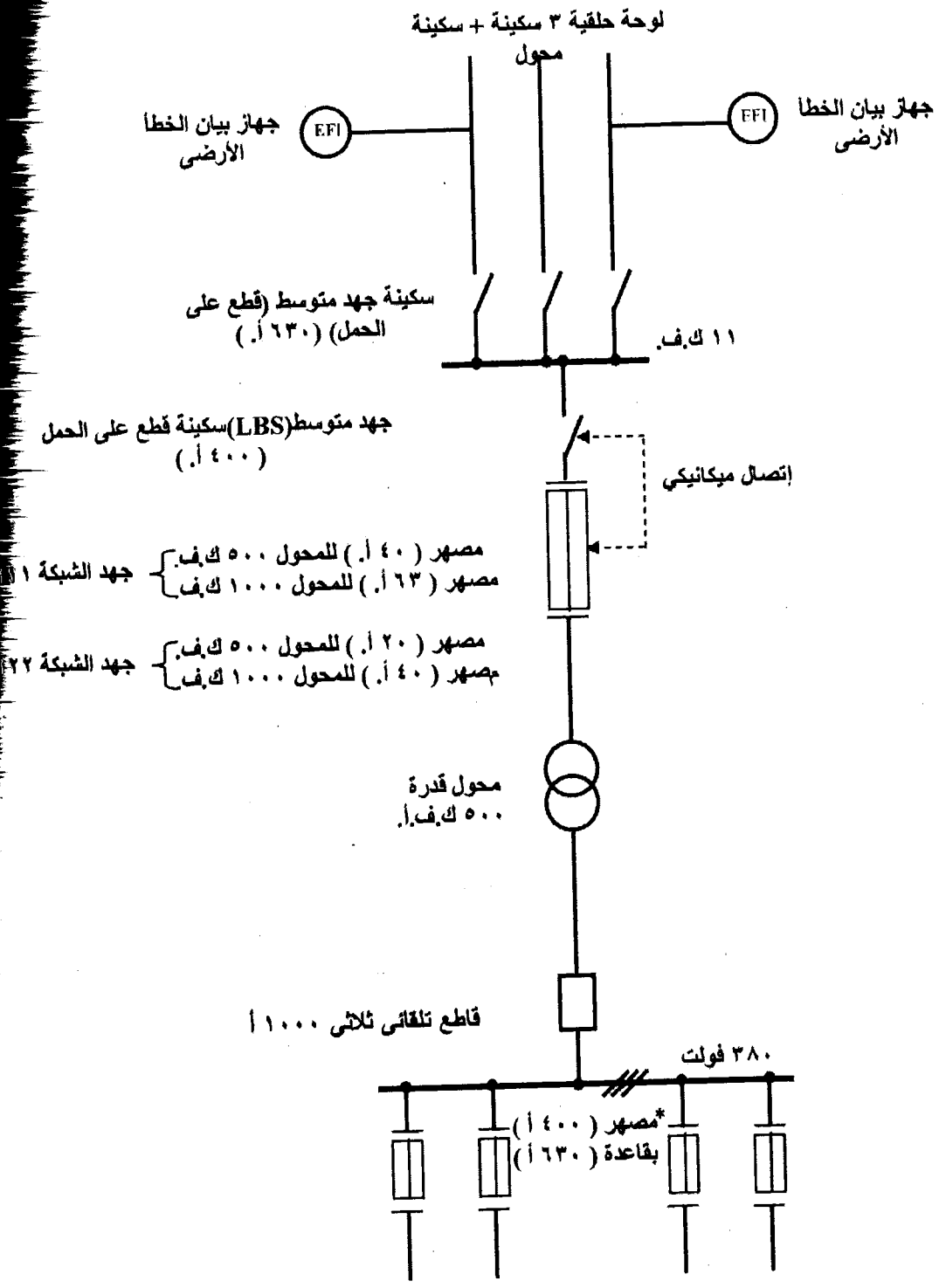
شكل (٥/٥-٣): مسقط أفقى لغرفتى محولين



شكل(٥/٥-٤): محول جاف ملفاته معزولة بمادة راتينجية والمحول مزود بحاوية واقية وذى تبريد قسرى

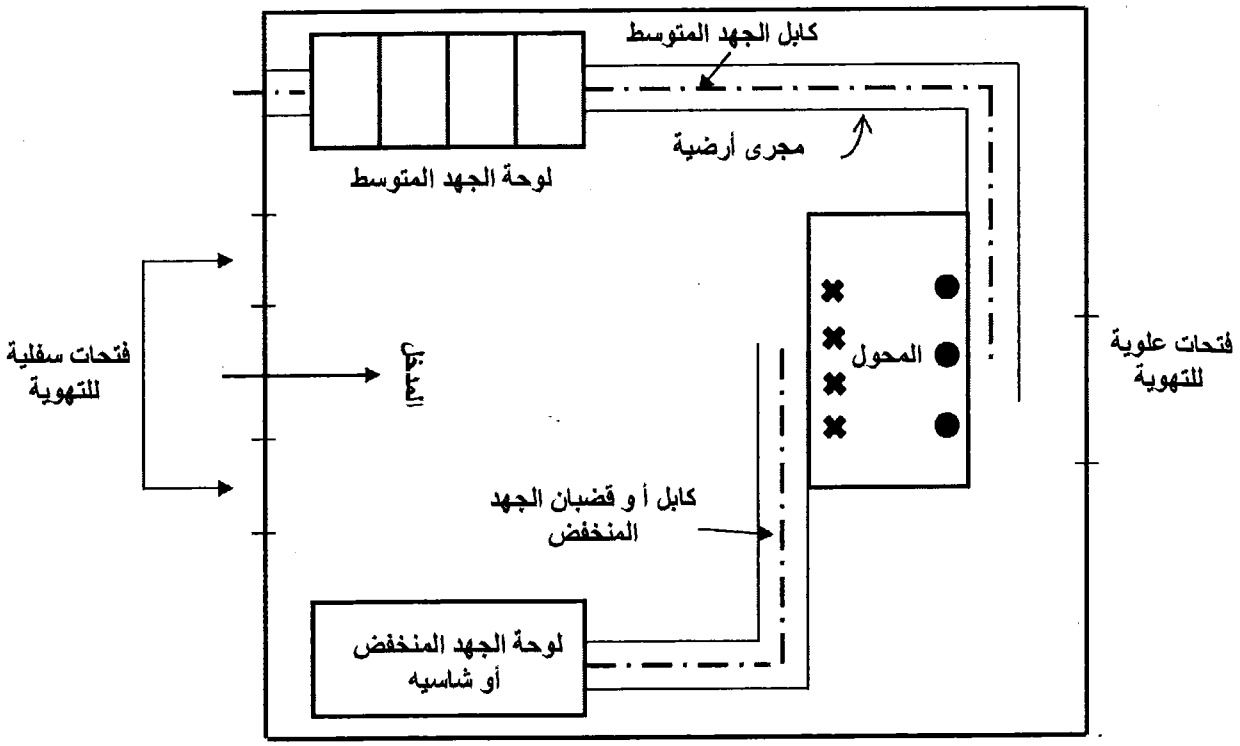


شكل(٥/٥-٥): طريقة تركيب وتهوية محول جاف ذى تبريد طبيعى داخل غرفة المحول



* يمكن استبدال المصاهر بمفاتيح تلقائية أو بمفاتيح بمصاهر

شكل (٥/٥-٦): رسم تخطيطى لكشك ١١/٠,٤ ك.ف. كامل بالمحول سعة ٥٠٠ ك.ف.أ



شكل (٥/٥-٧): طريقة وضع المهمات داخل غرفة محول (مبانى)

* يفضل وضع المحول منفردا فى غرفة منفصلة ولوحات الجهدين المتوسط والمنخفض فى غرفة أخرى وذلك فى حالة الجهد ١١ ك.ف.، أما فى حالة الجهد ٢٢ ك.ف.، فيجب أن تكون لوحة الجهد المتوسط فى غرفة منفصلة عن غرفة المحول.

الباب السادس
أسس تصميم أعمال الجهد المنخفض

٦/١ عام

(١) يتم تركيب لوحة توزيع رئيسية بالمبنى فى أنسب أقرب مكان لنقطة تغذية بالتيار الكهربائى. ويتفرع من هذه اللوحة مغذيات للوحات الفرعية، ويمكن أن يكون بالمبنى أكثر من لوحة توزيع عمومية تخصص كل منها لتغذية عدد من اللوحات الفرعية.

(٢) لا يجوز تركيب لوحة التوزيع الرئيسية داخل حجرة مغلقة إلا إذا كانت هذه الحجرة مخصصة لمعدات وصل وفصل الكهرباء فقط، أما إذا تم تركيب اللوحة فى مكان مفتوح، فيجب أن تكون بعيدة عن متناول الجمهور وغير المختصين وتكون داخل حاوية محكمة الإغلاق لا يمكن لغير المختصين فتحها، ويصنع جسمها من مادة عازلة غير قابلة للاشتعال أو من الصاج.

(٣) كلما كبر حجم المبنى فإنه يمكن تقسيمه إلى عدة مناطق يركب فى كل منها لوحة توزيع فرعية لتغذية أحماله الكهربائية والتحكم فيها.

(٤) يفضل دائماً فى المبانى الكبيرة الممتدة أفقياً والتى تتكون من أجزاء لكل منها هيكل إنشائى مستقل ومتصلة ببعضها من خلال فواصل تمدد، أن تخصص لكل منها شبكة توزيع كهرباء مستقلة وذلك لتقليل عبور التوصيلات والكابلات لفواصل التمدد ما أمكن ذلك.

(٥) كلما كبر حجم المبنى فإنه يفضل أن تكون هناك شبكات توزيع كهربائية مستقلة لكل من أحمال الإنارة وأحمال القوى ويجوز تجميع لوحتى التوزيع، العمومية أو الفرعية، الخاصتين بأحمال الإنارة وأحمال القوى الموجودة فى نفس المكان فى جسم واحد على أن تظلا مستقلتين عن بعضهما كهربائيا.

(٦) يجب ترك فراغ كاف حول اللوحة من جهة التشغيل وبين واجهة اللوحة والحائط المقابل لها أو بينها وبين اللوحة التالية أو المعدات القريبة منها أو بينها وبين أى عائق لضمان سهولة تشغيل وصيانة اللوحات.

(٧) يجب تأريض الأجسام المعدنية لجميع لوحات التوزيع.

(٨) يجب ألا يقل البعد بين موصلات الأطوار بقضبان التوزيع فى اللوحات عن ٢.٥سم كما يجب ألا تقل المسافة بينها وبين أى جزء مؤرض فى اللوحة عن ٢.٥سم.

(٩) يجب أن يسمح بناء اللوحة بإمكانية التوسع مستقبلاً إذا تطلب المشروع ذلك.

٢/٦ لوحات توزيع الكهرباء على الجهد المنخفض

١/٢/٦ عام

أ- تعد لوحات توزيع الكهرباء على الجهد المنخفض هى موضع الوصل والفصل ما بين مصدر تغذية الجهد المنخفض من جهة وبين الأحمال الكهربائية، بأنواعها المختلفة كالإنارة والقوى، من جهة أخرى.

ب- يجب أن تتطابق هذه اللوحات مع المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60439 وتعتمد أساسيات اختيار هذه اللوحات على التصنيفات الأربع التالية:

١- **موقع اللوحة فى شبكة التوزيع:**

وتنقسم لوحات التوزيع من حيث موقعها فى شبكة التوزيع إلى:

- لوحات توزيع رئيسية
- لوحات توزيع عمومية
- لوحات توزيع فرعية

وتعرف لوحة التوزيع الرئيسية بأنها اللوحة التى يتم تغذيتها أو تغذية كل قسم من أقسامها من محول توزيع مستقل.

٢- **التيار:**

(١) التيار المقنن وتيار القطع لأداة الوصل والفصل الرئيسية فى اللوحة

(٢) التيار المقنن وتيار القطع لأدوات الوصل والفصل الفرعية فى اللوحة

(٣) مقدرة قضبان التوزيع على تحمل تيار القصر للمدة التى تسمح بها أجهزة الوقاية وتيار الحمل بصفة مستمرة

ت- طبيعة الوقاية والتركيب

لضمان تحقيق تركيب اللوحات بحيث تكون كاملة ومستوفية للمطلوب، يجب بيان وتحديد الآتى:

(١) درجة الحماية المطلوبة للوحة وتكون طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60529

(٢) طريقة التركيب (مثبتة على سطح الحائط/ نصف مدفونة داخل الحائط/ مدفونة بالكامل داخل الحائط بحيث يستوى وجهاهما/ قائمة بذاتها على قاعدة/ متدلية

من السقف بواسطة قضبان أو مواسير مثبتة به/ مركبة على حامل مثبت بالأرض (Rack mounted)).

(٣) عدد الواجهات التى يتم التشغيل منها (تشغيل من الجهة الأمامية أو من الجهة الخلفية)

(٤) وسائل الوقاية المتاحة باللوحة.

(٥) نوع مادة حاويات المكونات داخل اللوحة (معدنية أو غير معدنية)

ث- طريقة تركيب المعدات داخل اللوحة

يكون تركيب المعدات داخل لوحات التوزيع بحيث تكون هذه المعدات إما:

(١) ثابتة وغير قابلة للسحب أو التحريك

(٢) قابلة للتحريك

(٣) قابلة للسحب (Withdrawable)

٢/٢/٦ اختيار نوع لوحة التوزيع

يجب أن تتطابق لوحات توزيع الكهرباء على الجهد المنخفض التى تعمل على جهد متردد حتى ١٠٠٠ فولت أو جهد مستمر حتى ٣٠٠٠ فولت مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60439-1, IEC 60439-3 الوارد بها الأشكال المختلفة لهذه اللوحات وكذلك طرق تركيبها، وتنقسم أنواع هذه اللوحات إلى ما يلى:

أ - لوحات ذات إطار مفتوح (Open frame type)

نظراً لأن الأجزاء المكهربة بهذا النوع من اللوحات مثل قضبان التوزيع الرئيسية الأفقية والرأسية وأطراف التوصيل والموصلات، يتم بناؤها مكشوفة داخل إطار اللوحة ومن الممكن الوصول إليها من جميع الاتجاهات نتيجة لعدم وجود غطاء، فإنه لا يسمح بتركيبها إلا داخل الحيوزات المغلقة تفاديا لحدوث الصدمة الكهربائية. وعموماً، لا يزكى استخدام هذا النوع من اللوحات فى التركيبات الجديدة فى الوقت الراهن، ولكن قد يوجد بعضها فى المبانى القديمة وقد يطلب إعادة تأهيلها.

ب - لوحات ذات بنية (Construction panels)

تحقق هذه اللوحات بالمقارنة مع اللوحات ذات الإطار المفتوح وقاية لمستخدم أو مشغل اللوحة، من خلال واجهتها فقط، من احتمال اللمس المباشر للأجزاء المكهربة الموجودة بداخلها. ولكن

ذلك لايتحقق من الجهات الأخرى التى لاتوجد بها عوائق تمنع اللمس المباشر للمكونات الداخلية للوحة. ويسمح باستخدام هذا النوع من اللوحات فى الأماكن المغلقة فقط.

ت – لوحات ذات بناء متعدد الخلايا (Cubicle construction)

تكون اللوحات من هذا الطراز مغلقة من جميع الجوانب بحيث يستحيل لمس الأجزاء المكهربة بها أثناء التشغيل، ولذا فإنه من المسموح تركيبها فى أماكن التشغيل المفتوحة وتكون عادة ذات ارتفاعات تزيد عن ١.٠٠ م (الارتفاع القياسى هو ٢.٢ م). وتصنع من عدد من الخلايا لتسهيل عملية النقل والتركيب حسب ظروف المكان. وهذا الطراز من لوحات التوزيع شائع الاستخدام ويزود بأبواب مفصلية طولية خارجية لكل خلية على حدة أو لكل مجموعة من الخلايا، وتكون المعدات مركبة خلف الأبواب بحيث يمكن سحبها، إذا كانت من النوع القابل للسحب، أو فكها، إذا كانت ثابتة.

ث – لوحات ذات وحدات قطع قابلة للسحب (Withdrawable units)

فى هذه اللوحات يتم بناء هذه القواطع القابلة للسحب داخل واحدة أو أكثر من خلايا اللوحة، ويمكن تقسيم الخلية الى أقسام منفصلة بداخل كل منها قاطع مخصص لوظيفة محددة (قاطع خاص بمدخل تغذية رئيسى للوحة/ قاطع خاص بربط أجزاء قضيب التوزيع الرئيسى باللوحة/ قاطع خاص بكابل خروج فرعى من اللوحة/...وهكذا)، وبذلك يضمن الأمان التام للأفراد أثناء التشغيل.

ج . لوحات ذات بناء صندوقى (Box-type construction)

تصنع اللوحات ذات البناء الصندوقى من مواد عازلة أو من ألواح من الصلب أو الزهر المصبوب. وتتكون من مجموعة من الصناديق المجمعة مع بعضها بطريقة مأمونة، وتحتوى على وحدات المعدات مثل قضبان التوزيع والمصاهر والمفاتيح والملامسات (الكونتاكتورات) وعلب نهايات الكابلات.

وتحول هذه الصناديق دون التلامس مع الأجزاء المكهربة، ويتم بناء هذه اللوحات فى أماكن التشغيل التى يتواجد بها أفراد. ويمكن بعد إضافة حواجز للوقاية وباستخدام درجة معينة من الحماية (على الأقل IP55)، استعمال هذا النوع من اللوحات فى الأماكن عالية التلوث بالغبار أو ذات ظروف التشغيل القاسية (على عكس الطرازات السابقة).

ويتميز هذا النوع من اللوحات بالآتى:

- إمكانية التوسع السهل باضافة وحدات صناديق مماثلة
- سهولة البناء والتجميع فى الموقع
- قلة الحيز المطلوب للتركيب
- مناسبته للتركيب خارج المبانى

ويتم دهان هذه اللوحات بطلاء رمادى فوق طبقة أساس إيبوكسية، وإذا تم تركيب اللوحة فى مكان رطب، فيجب تزويد الصناديق بفتحة من أسفل للتنفيس أو التهوية أو خروج المياه المكثفة أو إضافة سخان وحاكم درجة حرارة (ترموستات) فى قاع اللوحة لمنع تكثف بخار الماء داخلها.

ح- لوحات توزيع الكابلات

تستخدم لوحات توزيع الكابلات فى شبكات التوزيع العمومية وفى نظم توزيع الكهرباء فى المصانع. ويصنع بدن هذه اللوحات إما من مادة عازلة أو من ألواح الصلب لتكون صالحة للتركيبات داخل أو خارج المبانى وتحتوى على كافة النبائط كوسائل الفصل والتوصيل وعدادات القياس والتحكم.

وتزود هذه اللوحات بضلفة أو ضلفتين أماميتين على حسب أبعاد اللوحة وتكون اللوحة مجهزة لتركيب معدات القطع والوقاية والقياس بداخلها. ويمكن أن تكون معدات القطع والوقاية عبارة عن مصاهر سريعة القطع ذات جهد منخفض (LV HRC fuses) كاملة بقواعدها أو قواطع أتوماتيكية. ويمكن أن تجهز اللوحة بقاعدة خرسانية تثبت عليها. وتصنع الألواح التي تثبت عليها المكونات داخل اللوحة من البولى إستر المقوى بالصوف الزجاجى ويكون بدن اللوحة من ألواح الصلب سمك ٢ مم المجلفنة على الساخن والمدهون باللون المطلوب.

خ- لوحات توزيع للمعدات المتنقلة

تستخدم هذه اللوحات لتغذية أحمال متحركة مثل تلك المتواجدة فى مواقع إنشاء المشروعات أو أرض المعارض أو الأسواق أو مناطق الإيواء، ويصنع عادة بدن اللوحة من ألواح الصلب المجلفنة والمدهونة بالإيبوكسى.

د- لوحات توزيع فرعية صغيرة (لوحة المستهلك)

يتم استخدام هذه اللوحات فى المبانى السكنية والإدارية والتجارية والصناعية وتركب بعد لوحة العدادات الموضوعة بمنطقة مدخل الشقة أو بالطرقة. تحتوى هذه اللوحة على قواطع الجهد المنخفض المنمنمة (MCB) أو المقولبة (MCCB) أو المصاهر أو القواطع التى تعمل بالتيار

المتسرب للأرض (Earth leakage CB) ويمكن تركيبها إما مدفونة داخل الحائط أو نصف مدفونة داخل الحائط أو بارزة خارج الحائط.

ذ- لوحات العدادات

تكون هذه اللوحات إما خارج أو داخل الحائط ويفضل أن يكون بدن اللوحة مصنوعا من مادة عازلة لضمان الوقاية من الصدمة الكهربائية وتبنى هذه اللوحات بمقاسات مختلفة لاحتواء عداد واحد أو أكثر. ويكون باللوحة قسم أعلى العدادات للأسلاك وبعض النبائط وأسفل العدادات قسم بارتفاع مناسب للتوصيلات الخاصة بشركة التوزيع كما يفضل أن تزود هذه اللوحات بضلف بها شبابيك زجاجية لتسهيل قراءة العدادات.

٣/٢/٦ اشتراطات تصنيع اللوحات

١- تصنع اللوحات متعددة الخلايا من قطاعات وزوايا من الحديد الملحوم، وتكون مقفله تماما من جميع الجوانب بواسطة ألواح من الصاج المثنى أحرفه وبسمك ٢ مم على الأقل. ويكون حجمها متناسباً مع مكوناتها ومطابقا لمتطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية أرقام IEC 60947-3 IEC 60947-1, IEC 60947-2, IEC 60439-3.

٢- إذا كانت اللوحات من النوع القائم بذاته المثبت فوق قاعدة على الأرض، فيجب أن تكون مزودة بجميع الوسائل التى تتيح تثبيتها فى مكانها بواسطة جوايط ومسامير وصواميل قوية ومناسبة، كما تزود اللوحة، فى أمكن منتقاة بعناية من هيكلها وسطحها الخارجى، بحلقات صلب ذات جذوع مقلوظة لاستخدامها فى رفعها وتحريكها وضبط استوائها فى مكان تثبيتها.

٣- يجب أن يكون للخلايا أبواب لسهولة الوصول إلى داخلها لأغراض الصيانة والإصلاح اللازمة للمعدات المساعدة المركبة بداخلها، ويركب لهذه الأبواب أيدى من البلاستيك القوى، ويكون لها وسيلة لغلق وتأمين الأبواب.

٤- يجب معالجة جميع أعمال الصاج ضد الصدأ من الداخل والخارج ومطلية طبقا للمواصفات القياسية المصرية المعنية بذلك. كما يورد مع اللوحة كمية كافية من البوية بنفس لون أسطحها لمعالجة الأسطح التى تتأثر وتخدش أثناء النقل والتركيب. ويكون اللون النهائى للخلايا طبقا لدرجة اللون (RAL-Number) الذى تحدده الجهة الطالبة أو حسب طلب الاستشارى.

٥- يجب أن تزود الخلايا بجميع مستلزماتها من أقفال وجلندات مرور الكابلات الداخلة

٦- يمكن طلاء القضبان النحاسية العارية بالفضة أو القصدير، إذا تم طلب ذلك، ويجب أن تكون أسلاك التوصيلات الثانوية داخل الخلايا مركبة ومرتبة داخل مجارى مغطاة بحيث تكون فى مأمن من حدوث شرارة لتلافى احتراقها أو تلفها.

٧- اذا كانت الخلايا من النوع الذى يركب داخل المبانى، فيجب أن تكون محكمة القفل أو ذات غلاف معدنى خارجى مركب بها قواطع من النوع الثابت. وعموما تكون الخلايا ذات حماية ضد الأتربة والرطوبة والحشرات وتكون قوية الصنع وصلبة وتحدد درجة الحماية (IP degree) حسب الجو المحيط بها.

٨- يجب تصنيع الخلايا بحيث تكون جميع أجزائها الداخلية معزولة كهربيا بينها وبين بعضها وبينها وبين جسم الخلايا، ويكون الوصول إلى القاطع وأطراف الكابلات ممكنا دون اللجوء الى فك القضبان النحاسية وفصلها عن التيار الكهربى.

٩- يجب تنظيم وضع موصلات نهايات الأسلاك والمرحلات (ريليهات) ومفاتيح التحكم والانتقاء ولمبات الإشارة وأزرار الضغط ورافعات الفصل، بحيث تكون مثبته على ارتفاعات مناسبة لسهولة الوصول إليها من الأمام.

١٠- يجب أن تكون الخلايا مناسبة للعمل على تيار ثلاثى الأطوار ومزودة بخط تعادل (N) وقضيب تأريض وقائى (PE) متصل بقضيب التأريض الرئيسى الخاص باللوحة، ويكون التوصيل طبقا لنظام التأريض (TN-S) وحسب ماتقضى به المواصفات الكهروتقنية الدولية.

١١- يجب تحديد سعة الخلايا لتتناسب قدرتها مع العمل فى جو محيط درجة حرارته ٥٠م° حتى لا ترتفع درجة حرارة الخلايا عن المسموح به حسب المواصفات القياسية.

١٢- يجب تأريض باب اللوحة والمرايا الداخلية.

١٣- يجب أن تتحمل جميع أجزاء الخلايا علاوة على القواطع ومحولات التيار والتوصيلات وقضبان التوزيع والمآخذ وموصلات الأسلاك، التيار الكهربى المقنن لها بصورة مستمرة بدون أن تتخطى درجة الحرارة الحد المسموح به لكل من هذه الأجزاء.

١٤- يجب أن تتلائم السعة المقننة للقواطع مع القدرة والجهد، وتكون قادرة على وصل

قدرة القصر المنصوص عليها فى هذه المواصفات.

١٥- تكون القواطع من ذوات الثلاث أو الأربعة أقطاب الثابتة فى مكانها من الخلايا، وتكون من النوع الذى يعمل يدويا أو تلقائيا بواسطة ملف أو محرك (حسب الطلب)

الضارة غير العادية حسب المواصفات، وعلى أن تكون أقطاب القاطع مزودة بفواصل مصنوعة من مادة عازلة طاردة للرطوبة وذات كفاءة عالية وقدرة على تحمل درجات الحرارة العالية وغير قابلة للاحتراق. وتزود القواطع بقطع التلامس الثابتة والمتحركة وكذلك الفاصلة من الخلايا و الخاصة ببدء التلامس، كما تزود بوسائل لتبريد وإطفاء الشرارة الكهربائية ميكانيكيا ومغناطيسيا. ويكون لكل قاطع مؤشر ميكانيكى يبين وضعه إن كان مقفولا أو مفتوحا أو معزولا أو مقفولا على الأرضى.

١٦- إذا كان القاطع من النوع الثابت فى مكانه داخل الخلية ومعزولا عن باقى الأجزاء داخل الخلية، فيكون للقاطع أذرع تتصل بقضبان التوزيع عن طريق نظام مكون من مسامير وورد وصواميل نحاسية مطلية كهربائياً بمركب الكادميوم، وتكون القواطع مزودة بأجهزة حماية ميكانيكية ضد فتح باب الخلية ولاتسمح به إلا بعد فصل التيار عن القاطع.

١٧- يركب داخل الخلايا خوصة نحاس بمقاس مناسب وبطول يساوى الطول الكلى للخلايا، وتوصل هذه الخوصة من جانبيها بنظام للحماية الأرضية العام. كما توصل أيضا جميع الأجزاء الداخلية للخلايا التى لا يمر بها التيار الكهربى وكذلك نقاط التوصيل لمحولات التيار لأجهزة الحماية والقياس بهذا القضيب.

١٨- القضبان النحاسية للتوزيع والخاصة بالأطوار الثلاثة وبخط التعادل وخط التأريض الوقائى، تكون من النحاس الأحمر بقطاع مناسب للسعة المطلوبة بالمواصفات لتتحمل أقصى حمل تقوم به، وكذلك لتتحمل الاجهادات الميكانيكية والحرارية والكهربائية الناتجة عن تيار القصر المنصوص عليه. ويكون تثبيت قضبان التوزيع هذه على عوازل من الصينى أو من البكاليت أو من مادة عازلة قوية غير قابلة للاحتراق ولا تتأثر بالحرارة ولا تمتص الرطوبة. كما تصمم قضبان التوزيع على أساس كثافة تيار لا تزيد عن ١.٥ أمبير/مم^{٢}. ويتم تركيب القضبان النحاسية فى حيز مستقل بالخلية يمر بطول مسامير الأغطية الصاج المغلقة لها وذلك لمنع الحوادث، ويجب ألا تقل المسافة بين الأجزاء الحاملة للتيار ومغذاة من أطوار مختلفة عن ٢٥ مم والمسافة بين أى منها وجسم الخلايا عن ١٥ مم على الأقل.

١٩- يجب أن تكون جميع الدوائر المغذاة بالتيار الكهربائى مرتبة حسب تتابع الأطوار الثلاثة.

٢٠- يكون تيار التحكم أحادى الطور، ويتم تفريعه من المصدر خلال قاطع منمنم (MCB) أو مفتاح بمصهر (Switch fuse) ذو سعة مناسبة للأحمال التى يغذيها عن طريق دوائر التحكم والمراقبة والإشارة والإنذار والقياس إلى غير ذلك من الدوائر الثانوية الموصله داخل الخلايا.

٢١- قد يتم طلاء أسطح الأوعية المعدنية للوحات بطلاء عالى الكفاءة لا يحتاج إلى صيانة طول عمر اللوحة (إلا إذا حدث تلف للوحة).

٢٢- عند طلب لوحات توزيع بمواصفات خاصة (على سبيل المثال ذات وقاية ضد الانفجار أو وقاية ضد الأجواء الحارة) أو وقاية ضد الصدمات (الزلازل – الانفجارات) ويتم تحديد ذلك بواسطة المهندس الاستشارى للمشروع، يتم الاتفاق على هذه المواصفات الخاصة مع صانع اللوحات.

٤/٢/٦ مكونات اللوحة

(أ) قضبان التوزيع

يجب استخدام النحاس الإلكتروليتى بنسبة نقاء تقترب من ٩٩.٩٩٩٪ لقضبان التوزيع ويمكن استثناء استخدام الألومنيوم أو الألومنيوم المغطى بالنحاس إذا ورد ذلك بالشروط الخاصة بمستندات المشروع. تتحدد سعة قضبان التوزيع حسب قيمة التيار المقنن للوحة فى حالة التشغيل العادى، وكذلك حسب قيمة تيارات القصر (من حيث الأثر الحرارى والديناميكى)، ويجب أن تحدد مقاسات وأبعاد القضبان حسب التوصيات الواردة بالمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60439-2 .

(ب) المصاهر

يجب أن تكون المصاهر مطابقة للمواصفات القياسية المصرية رقم ٢٦٥-١/٢٠٠٦ والمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60439 وتكون من أحد الأنواع التالية:

(١) مصاهر سكينة ذات سعة قطع عالية (HRC fuses)

وتكون هذه المصاهر ذات أدنى فقد فى الطاقة والجهد وتكون مقننة لسعة قطع لا تقل عن ١٠٠ ك.أ. عند معامل قدرة ٠.٢ متأخر.

(٢) المصاهر الاسطوانية (Cylindrical fuses)

يجب أن تكون هذه المصاهر ذات أدنى فقد فى الطاقة والجهد ومقننة لسعة قطع تصل إلى ٥٠ ك.أ.

(ت) قواطع الدائرة

(١) قواطع منمنمة (Miniature Circuit Breaker-MCB)

يجب أن تتطابق هذه القواطع مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60947-2 وأن تعمل هذه القواطع يدوياً وتقوم بالفصل تلقائياً, وتصل سعة تيارها الاسمى إلى ١٢٥ أمبير (أحادية أو ثنائية أو ثلاثية الأطوار) وتكون هذه القواطع مزودة بعناصر حرارية للوقاية ضد زيادة التيار وأخرى مغناطيسية للوقاية ضد قصر الدائرة. ويجب ألا تقل سعة القطع عن ٦ ك.أ. عند ٢٢٠ فولت ومعامل قدرة يتراوح ما بين (٠.٥ - ٠.٦) متأخر مع مراعاة بعد مكان القاطع واختيار سعة القطع المناسبة.

(٢) قواطع مانعة لتسرب التيار إلى الأرض

(Earth Leakage Circuit Breakers-ELCB)

وتكون هذه القواطع ثنائية أو رباعية الأقطاب ومقننة بقيمة تيار التسرب الأرضى التى لاتسمح بتجاوزها ويوجد نوعين من هذه القواطع:

- قاطع للحماية ضد التسرب الأرضى يعمل بالتيار الكهربائى (١٠، ٣٠، ١٠٠ ، ٥٠٠، ١٠٠٠ ملى أمبير) حسب التطبيق
- قاطع للحماية ضد التسرب الأرضى يعمل بالجهد الكهربائى

ويلاحظ أن بعض نبائط الوقاية لتيارات التسرب لا تحتوى على وقاية من زيادة تيار الحمل أو من تيارات القصر وعندئذ يجب تزويدها بالنبائط اللازمة لذلك.

(٣) قواطع أوتوماتيكية مقولبة

(Moulded Case Circuit Breakers-MCCB)

تكون سعة هذه القواطع بمقننات تيار حتى ٣٢٠٠ أمبير وسعة قطع مناسبة لموقع تركيب القاطع فى الشبكة. ويزود كل قطب من هذه القواطع بعنصر حرارى قابل للضبط وتكون محسوبة من قيمة تيار قصر متماثل (قيمة فعالة) وتيار خدمة (I_{cs}) قابل للضبط الحرارى والمغناطيسى وذلك للوقاية ضد زيادة التيار وكذلك عنصر مغناطيسى ثابت أو قابل للضبط من (١.٥ حتى ١٢) مرة التيار المقنن, ويجب أن تطابق هذه القواطع المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60947-2.

(٤) **قواطع ذات إطار مفتوح (Open Frame, or Air, Circuit Breakers-ACB)**

تكون هذه القواطع بمقننات تيار حتى ٦٣٠٠ أمبير وبسعة قطع مناسبة عند جهدها المقنن، ويجب أن تطابق هذه القواطع المواصفات الكهروتقنية الدولية.

(ث) السكاكين

(١) **سكينة فصل على الحمل (Load break switches-LBS)**

تكون هذه السكاكين بمقننات تيار حتى ٢٠٠٠ أمبير ومن النوع المقولب، كما يجب أن تحقق متطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية.

(٢) **سكاكين فصل على الحمل بمصاهر (Fused load break switches-FLBS)**

تتكون من سكينة تفتح على الحمل ومطابقة لمواصفات سكاكين الفصل على الحمل ومصاهر مطابقة لمواصفات المصاهر ذات سعة القطع العالية وتكون هذه السكاكين بمقننات تيار حتى ٨٠٠ أمبير.

(٣) **سكاكين بمصاهر (Switch Fuses)**

تكون سكاكين أفقية أو رأسية ولا تعمل فى وجود حمل.

(٤) **سكاكين الانتقاء (Selector switches)**

يفضل عمل هذه السكاكين بدون حمل وتكون ثلاثية أو رباعية الأقطاب.

(ج) لمبات البيان

تكون من نوع LED ومزودة بمصاهر أو قاطع منمنم للوقاية.

(ح) أجهزة قياس

- أميترات + محولات التيار
- فولتميتر + مفتاح انتقاء (السليكتور)
- جهاز قياس التردد، أجهزة قياس الطاقة

٥/٢/٦ اعتبارات تصميمية

١- يتم تركيب لوحة التوزيع الرئيسية بجوار أو قريبة من محول التغذية بحيث تكون الكابلات أو القضبان المغلقة التى تربطها بالمحول قصيرة بقدر المستطاع.

٢- يجب أن تكون قواطع المغذيات الداخلة والخارجة وقواطع الربط من نفس الطراز.

٣- عندما تكون اللوحة مغذاة من مصدرين وذات ربط على مجموعتين من قضبان التوزيع منفصلين عن بعضهما فى التشغيل العادى، فيجب أن تسمح اللوحة بإمكانية الربط بين مجموعتى قضبان التوزيع بقاطع ربط يعمل يدويا أو تلقائيا عند غياب أحد المصدرين،

لضمان دوام تغذية الأحمال ولا يعنى هذا أن فصل التغذية عن بعض الأحمال غير مسموح به حتى لا تتعدى الأحمال سعة المحول المستخدم.

٤- يجب تركيب لوحات التوزيع الفرعية قريبة من مركز الأحمال قدر المستطاع.

٥- إذا استخدمت كابلات للربط بين اللوحات الفرعية واللوحة العمومية، فيمكن استخدام قواطع فى دخول لوحات التوزيع الفرعية وذات سعات قطع أقل طبقاً للحسابات اللازمة أو يتم استخدام سكاكين فصل على الحمل.

٦- يجب تحديد بيانات الوسائل اللازمة لتركيب اللوحة بالموقع ومنها:

- ارتفاع وعرض الأبواب
- أبعاد مصاعد الخدمة
- حمولة الروافع المطلوبة لرفع اللوحة إلى الأماكن المرتفعة

٧- يجب تحديد الحيز اللازم لتركيب اللوحة وفيه يتم تحديد ارتفاع وعرض وعمق اللوحة.

٨- تحديد سعة تحميل قضبان التوزيع

تعتمد قيم التيارات المقننة وتيارات القصر لقضبان التوزيع فى اللوحة العمومية على الآتى:

- نوع مادة القضبان (نحاس أو الومنيوم)
- وضع تركيب القضبان داخل أقسام اللوحة
- مساحة مقطع القضيب ومادته
- التأثيرات الحرارية المحتملة لمكونات اللوحة

وتتحدد سعة قضبان التوزيع حسب قيمة التيار المقنن للوحة فى حالة التشغيل العادى، وكذلك حسب قيمة تيارات القصر (من ناحية الأثر الحرارى والديناميكى)، ويجب أن تحدد مقاسات وأبعاد هذه القضبان حسب التوصيات الواردة بالمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60439-2.

٩- تحديد مساحة مقطع قضيب التعادل والوقاية (PEN)

يجب ألا تقل مساحة مقطع موصل التعادل والوقاية (PEN) عن ٥٠ % من قيمة مساحة مقطع قضيب الطور.

١٠- تحديد مساحة مقطع قضيب الوقاية (PE)

يجب أن يكون مقطع قضيب الوقاية الأرضى (PE) المتصل بإطار اللوحة بمساحة كافية لتحمل تيارات القصر المحتملة.

١١- تحديد نوعية مادة قضبان التوزيع

يجب استخدام النحاس الالكتروليتى لقضبان التوزيع باللوحات، ويمكن استخدام الألومنيوم أو الألومنيوم المغطى بالنحاس إذا ورد ذلك بالشروط الخاصة بمستندات المشروع.

١٢- تمييز قضبان التوزيع باللوحات

يفضل أن يتم تثبيت حروف لاصقة مقاومة للحرارة مكتوب عليها (L1, L2, L3) على قضبان التوزيع الخاصة بالأطوار الثلاثة لتمييزها فيما بينها. ويتم تثبيت شريط لاصق أصفر مخطط بالأخضر على أى من موصل الوقاية (PE) أو موصل التعادل والوقاية (PEN) ويراعى ترك مسافات عارية ومقصدرة ومثبتة وكاملة بالمسامير والصواميل والورد، أما موصل التعادل فيتم دهانه باللون الأسود (يلاحظ أن دهان قضبان التوزيع الخاصة بالأطوار لم يعد منصوصاً عليه فى المواصفات الكهروتقنية الدولية كما كان متعارفاً عليه فى السابق).

١٣- تحديد موضع مغذيات الدخول بالنسبة لأقسام اللوحة

وتوجد البدائل الآتية لمغذيات الدخول إلى لوحات التوزيع:

- تغذية أحادية عند منتصف قضبان اللوحة باستخدام قضبان مدمجة
- تغذية أحادية عند منتصف قضبان اللوحة باستخدام كابلات
- تغذية مزدوجة عند نهايتى قضبان اللوحة باستخدام كابلات
- تغذية مزدوجة عند منتصف قضبان اللوحة مع ترتيب متماثل للأحمال على الجانبين

١٤- يفضل عموماً إجراء دراسة فنية واقتصادية لتحديد ماإذا كان من الأفضل ربط المحولات بلوحات التوزيع الرئيسية باستخدام كابلات أو قضبان مدمجة أخذا فى الاعتبار أنه عندما تكون القدرة الإسمية للمحول كبيرة فإن استخدام الكابلات قد يكون من الصعوبة بمكان لأن عددها ومقاساتها قد يكونان كبيران جدا وهو مايصعب أعمال تركيبها.

١٥- يجب أن تحقق لوحات التوزيع، سواء تلك المخصصة لتغذية الأحمال بشكل مباشر أو

- تتحمل تيار القصر حسب مكان تركيب اللوحة
- يضمن البدن درجة حماية مناسبة لمكان تركيب اللوحة وحسب الظروف الجوية المحيطة

٦/٣ موصلات (كابلات / قضبان) الجهد المنخفض

٦/٣/١ عام

١- يجب أن تتطابق جميع الموصلات مع اشتراطات هذا الكود.

٢- لا تطبق متطلبات هذا الفصل على الموصلات المستخدمة فى معدات التسخين والتدفئة.

٣- لا يجوز تطبيق جهود غير متساوية على أقطاب الكابل متعدد الأقطاب.

٤- يراعى دائماً الالتزام بالألوان المميزة لموصلات كابلات المغذيات ودوائر التوزيع وفقاً لما هو محدد بالكود.

٥- عند اختيار الكابلات والموصلات فى التركيبات الكهربائية، فيجب أن تمدد وأن تثبت بما يجعلها قادرة على تحمل القوى الكهروميكانيكية الناتجة عن أكبر تيار قصر يمكن أن يمر بها.

٦- يجب أن تخضع سعة حمل التيار (السعة التيارية) ودرجة الحرارة القصوى لقضبان التوزيع وتوصيلاتها والموصلات العارية التى تشكل جزءاً من لوحات التوزيع والتحكم للمواصفات القياسية المصرية الخاصة بلوحات التوزيع والتحكم.

٧- عند توصيل أطراف الكابلات إلى موصلات أو قضبان توزيع عارية، يجب التأكد من أن نوعية عزل الكابل وغلافه تتلائم مع أقصى درجة حرارة تشغيل للموصلات العارية أو قضبان التوزيع، كما يمكن تقشير عزل وغلاف الكابل بطول حوالى ١٥٠ مم قبل الوصلة مع استعمال عزل بديل مناسب على هذه الوصلة.

٨- عند تحديد سعة حمل التيار للموصلات العارية، يجب أن يؤخذ فى الحسبان ما يلزم لتمددها وانكماشها مع مراعاة الخواص الطبيعية للمعدن المصنوعة منه، ويوصى بألا تتعدى درجة الحرارة القصوى ٩٠ ^{o}م فى ظروف التشغيل العادية.

٩- يجب أن تكون الكابلات الموصلة على التوازى من نفس النوع، ولها نفس مساحة المقطع والطول.

١٠- يجب ألا تمدد الكابلات والأسلاك الكهربائية كلياً أو جزئياً فى المسارات التى تقتضى الضرورة عزلها حرارياً. وإذا اقتضت الضرورة تمديد الكابلات أو الأسلاك فى تلك

المسارات فيجب زيادة مقاس الأسلاك والكابلات بما لا يسمح بزيادة درجة حرارتها عن الحدود المسموح بها لمادتها العازلة.

١١- يراعى عند استخدام مواسير من الصلب لتمديد موصلات حاملة لتيار متردد أن يمدد موصل التعادل مع موصل الطور (فى حالة الدوائر أحادية الطور) أو موصلات الأطوار (فى حالة الدوائر ثلاثية الأطوار) مع موصل التعادل داخل نفس الماسورة ولا ينطبق هذا فى حالات المواسير غير المعدنية.

١٢- يراعى ألا تمدد الكابلات الخاصة بتركيبات الإنارة أو القوى التى تغذى من جهود مختلفة فى نفس المواسير أو على نفس مجارى الكابلات، ويجب أن تكون كابلات كل جهد مستقلة بمواسيرها وعلب التوصيل والشد الخاصة بها.

١٣- يجب ألا يقسم الكابل متعدد الموصلات إلى موصلات خاصة بدوائر إنارة الطوارئ وموصلات خاصة بدوائر أخرى.

١٤- يجب عند مد موصلات عارية حاملة للتيار، أن تركب على عوازل تناسب جهد التشغيل.

١٥- يجب احتواء الكابلات غير المغلفة داخل مواسير أو مجارى أو صناديق مقفلة، ويجب ألا تركب فى المواقع داخل مجارى خرسانية أو داخل جزء من ماسورة يتم تشكيله بالخرسانة إلا إذا كانت معزولة بعزل مضاعف فصيلة ١٠٠٠ فولت.

١٦- يلزم أن تكون الكابلات المدفونة مباشرة فى الأرض من نوع مسلح أو ذات غلاف معدنى أو كليهما، أو أن تكون من النوع متحد المركز المعزول بمادة البلاستيك (بى.فى.سى)، كما يجب دفنها على عمق كاف (طبقا للاشتراطات الواردة فى هذا الكود) لتحاشى تلفها نتيجة لأية اجهادات يمكن أن تتعرض لها أثناء الاستخدام العادى لسطح الأرض فى حركة المرور أو غيرها أو أثناء الحفر بالأرض.

١٧- يجب أن تكون الكابلات التى يتم تركيبها مثبتة بأقفزة على حوائط المبانى وما يشابهها، مزودة بحماية مناسبة ومقاومة لأى تلف ميكانيكى قد تتعرض له.

١٨- يجب أن تكون الكابلات أو الموصلات المعزولة المركبة فى أماكن معرضة لأشعة الشمس المباشرة من نوعية مقاومة للتلف الذى قد تسببه الأشعة فوق البنفسجية، مع مراعاة درجة حرارة الوسط المحيط عند اختيار قطاعاتها، ومن الممكن اتخاذ التدابير اللازمة لعدم تعرضها لأشعة الشمس المباشره.

١٩- عند استخدام حاوية واحدة لتمديد عدة كابلات حسبت مقاساتها طبقا لدرجات حرارة مختلفة يجب إعادة حساب مقاسات تلك الكابلات طبقا للسعة المتوقعة لها عند أعلى درجة حرارة تشغيل ممكنة داخل الحاوية.

٢٠- عند تمديد كابلات بالدفن المباشر فى باطن تربة محتوية على أملاح أو مواد كيماوية يجب أن تكون الكابلات مزودة بأغلفة من مواد مقاومة للتآكل تحت هذه الظروف.

٢١- عند تمديد أكثر من كابل بدفنها مباشرة فى باطن الأرض فى خندق واحد يجب المحافظة على المسافات الفاصلة بين الكابلات على النحو التالي:

جدول (٦/٣-١): المسافات الفاصلة بين الكابلات المدفونة دفنا مباشرا فى التربة فى خندق واحد

بيان بالكابلات المجاورة لبعضها	الحد الأدنى للمسافة الفاصلة بين الكابلات
كابل جهد منخفض بجانب كابل اتصالات	٣٠٠ مم على الأقل
كابل جهد منخفض بجانب كابل تحكم	بدون مسافة فاصلة
كابل تحكم بجانب كابل تحكم آخر	بدون مسافة فاصلة
كابل جهد منخفض بجانب كابل جهد منخفض آخر	قطر الكابل وبحد أدنى ١٠ مم وتستعمل فواصل بين الكابلات توضع على مسافات تتراوح ما بين (١ - ١.٥) م

٦/٣/٢ كابلات الجهد المنخفض

٦/٣/٢/١ عام

١- تستخدم كابلات الجهد المنخفض فى ربط أطراف الملفات الثانوية لمحولات التوزيع بلوحات التوزيع الرئيسية الخاصة بها وربط تلك اللوحات بلوحات التوزيع الرئيسية بلوحات التوزيع الفرعية وبالأحمال المغذاة منها مباشرة وربط لوحات التوزيع الفرعية بلوحات الإنارة والأحمال المغذاة منها مباشرة وربط لوحات الإنارة بأحمالها.

٢- يجب عند تصميم واختيار كابلات الجهد المنخفض، فى أى من تطبيقات التغذية الكهربائية، دراسة العوامل التالية:

(أ) نوعية الأحمال (محرك - إضاءة - سخان) وقدرتها الكهربائية والزيادة المتوقعة لها، ومنها يتم حساب أقصى تيار ينتظر مروره فى كابل التغذية مع معرفة جهد

(ب) أقصى سماحية للهبوط فى الجهد حسبما تقضى به المواصفات الكهروتقنية الدولية وكما هو وارد بالبند ٤/٢/٣/٦ من هذا الكود

(ت) حساب تيار القصر وأجهزة الحماية

(ث) الظروف المحيطة أثناء التركيب والتشغيل وعوامل تصحيح سعة حمل التيار (السعه التيارية (Currrent Carrying Capacity, CCC) للكابلات

٢/٢/٣/٦ إختيار أنواع الكابلات والموصلات الكهربائية

عند اختيار نوعية الكابلات والموصلات الكهربائية، يجب مراعاة ما يلى:

- نوع العازل
- نوع الموصل
- الغلاف
- التسليح
- الحماية الخارجية

بالاضافة إلى ملائمة ما سبق لظروف التشغيل والظروف البيئية.

ويتوقف نوع العزل حسب درجة حرارة التشغيل العظمى كما هو مبين بالجدول رقم (ط-٢) بالملحق (م٦/٣-٢) ب.

وتنقسم أنواع الكابلات إلى ما يلى:

(أ) كابلات وموصلات غير مرنة للجهد المنخفض

(١)يجب أن تخضع كابلات الجهد المنخفض غير المرنة للمواصفات القياسية المصرية أرقام ٢٠٠٥/٢٩٤٨، ١٨٢-١/٢٠٠٥، ١٨٢-٣/٢٠٠٦، ١٨٢-٤/٢٠٠٦ و للمواصفات الكهروتقنية الدولية أرقام IEC 60228, IEC 60245-4, IEC 60227-1, IEC 60227-3, IEC 60227-4.1, IEC 60702-2.

(٢)يجب اختيار كابلات الجهد المنخفض غير المرنة من بين الأنواع التالية:

- كابلات معزولة بمادة (بى.فى.سى) وغير مسلحة
- كابلات معزولة بمادة (بى.فى.سى) ومسلحة (مدرعة) (Armured)
- كابلات معزولة بمادة (بى.فى.سى) بموصلات نحاسية متحدة المركز
- كابلات معزولة بالمطاط
- كابلات ألومنيوم معزولة بالورق المشبع بالزيت (غير شائعه الاستخدام)

- كابلات معزولة بالورق المشبع بالزيت (Impregnated) ومغلفة بالرصاص (غير شائعه الاستخدام)
- كابلات مسلحة معزولة بمادة ثرموست (Thermoset)
- كابلات معزولة بمواد غير عضوية بتركيباتها المختلفة (Mineral insulated cables) أينما كان ذلك ملائما

(٣)يجب أن تتحمل الكابلات عند تعليقها فى الهواء بين المبانى الإجهادات الميكانيكية التى تتعرض لها عند التشغيل، وإلا وجب استخدام سلك صلب منفصل بقطر مناسب لتعليقها أو يكون هذا السلك مدمجاً مع موصلات الكابل المعزولة فى غلاف واحد.

(٤)يجب أن تكون الكابلات والأسلاك المستخدمة لتغذية أحمال الإضاءة التى تعمل بالتفريغ الكهربى (High Intensity Discharge - HID) قادرة على تحمل الجهود الزائدة العابرة التى يمكن أن تتعرض لها فى ظروف التشغيل العادية، وفى حالة عدم تحقيق ذلك، يجب توفير وسائل وقاية مناسبة لها مثل الفايريستورات (Virestors) ومانعات الصواعق.

(ب) موصلات الخطوط الهوائية

يلزم مطابقه الموصلات فى الخطوط الهوائية ذات الجهد المنخفض للمواصفات القياسية المصرية الخاصة بها واختيارها من بين الأنواع الآتية:

- موصلات نحاس مسحوب صلد (مصمته) أو موصلات نحاس – كادميوم
- موصلات ألومنيوم مسحوب صلد وموصلات ألومنيوم ذات قلب من الصلب (مسلحة بالصلب –ACSR)
- موصلات من سبائك الألومنيوم
- موصلات من النحاس أو الألومنيوم مغطاة بمادة البلاستيك (بى.فى.سى) للخطوط الهوائية لتوزيع الكهرباء

(ت) الكابلات والموصلات المرنة للجهد المنخفض

(١) يجب أن تكون جميع كابلات وموصلات الجهد المنخفض المرنة المستخدمة فى شبكات الجهد المنخفض خاضعة للمواصفات القياسية المصرية أرقام ١٨٢٠- ٢٠٠٥/٠٦، ١٨٢٠- ٢٠٠٦/٠٥ وكذلك المواصفات الكهروتقنية الدولية أرقام IEC 60227-5, IEC 60227-6, IEC 60245-1, IEC 60245-5, IEC 60227-7.

(٢) يجب اختيار جميع كابلات وموصلات الجهد المنخفض المرنة من بين الأنواع الآتية:

- الموصلات المعزولة المرنة (الكردون)
- الكابلات المرنة المعزولة بالمطاط
- الكابلات المرنة المعزولة بمادة البلاستيك (بى.فى.سى) غير المسلحة
- الكابلات المرنة المتحركة مع المصاعد الكهربائية والأوناش
- الكابلات المرنة المعزولة بالمطاط المستخدمة لتغذية المعدات المتحركة فى المحاجر والمناجم المتنوعة و المصاعد الكهربائية

ولا تنطبق هذه الاشتراطات على الموصلات المرنة التى تكون جزءا من الأجهزة النقالية أو كشافات الإنارة الخاضعة بأكملها للمواصفات القياسية المصرية.

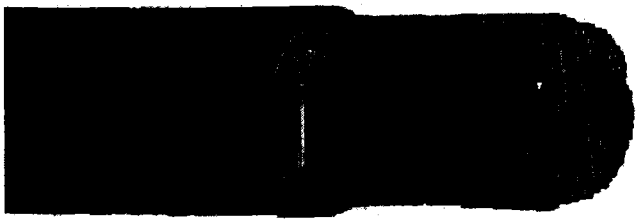
ويمكن أن تزود الكابلات والموصلات المرنة بدرع من ضفائر أسلاك الصلب المجلفن المضفرة أو من البرونز الفسفورى، أو أسلاك النحاس المطلى بالقصدير.

ويمكن أن يكون الكابل أو الموصل المرن (كردون) واحدا من الأنواع الآتية:

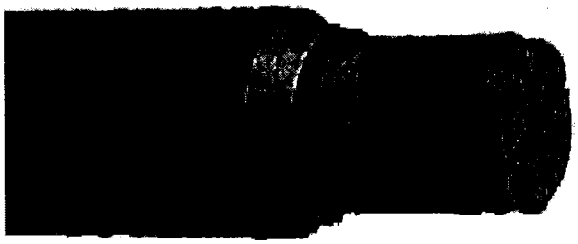
- ذو ضفائر دائرية
- مغلف دائريا
- مزدوج متوازى (مبطط) ومغلف
- مزدوج متوازى لتوصيلات الكشافات فقط (كلما كان ذلك مسموحا به فى المواصفات القياسية)
- مزدوج مجدول وغير مغلف لتوصيلات الكشافات فقط (كلما كان ذلك مسموحا به فى المواصفات القياسية)
- متعدد الأقطاب مجدول دائريا ومعزولا بالألياف الزجاجية (كلما كان ذلك مسموحا به فى المواصفات القياسية)
- كابلات مرنة أحادية القطب معزولة بمادة البلاستيك (بى.فى.سى) وغير مغلفة، وخاضعة للمواصفات القياسية المصرية ويتم تركيبها بما يوصى به هذا الكود.

يوضح الجدولان التاليان رقمى (٦/٣-٣)، (٦/٣-٤) أمثلة لاستخدامات الكابلات والكردونات المرنة فى التوصيلات الكهربائية.

جدول (٦/٣-٣): أمثلة لاستخدامات الكابلات فى التوصيلات الكهربائية الثابتة

نوع الكابل	الإستخدامات	شكل الكابل والإحتياطات الإضافية (إن وجدت)
معزول بمادة كلوريد البولى فينيل (بى. فى. سى- PVC) أو المطاط وغير مغلف	ممدد فى مواسير، أو مجارى كابلات أو مصندقة، ولكن ليس داخل المواسير المدفونة تحت سطح الأرض	
معزول ومغلف بمادة بى.فى .سى	الأغراض العامة للدوائر الرئيسية والفرعية فى التركيبات الكهربائية الداخلية والخارجية فى المناطق المختلفة والرطبة والمناطق الصناعية	حماية إضافية إذا تعرض لإجهادات ميكانيكية شاقة
موصلات متحدة المركز مجزأة ومعزولة بمادة بى. فى. سى وبغلاف بى.فى.سى	الأغراض العامة للدوائر الرئيسية فى التركيبات الكهربائية الداخلية والخارجية فى المناطق المختلفة والرطبة والمناطق الصناعية	

تابع جدول (٦/٣-٣): أمثلة لاستخدامات الكابلات فى التوصيلات الكهربائية الثابتة

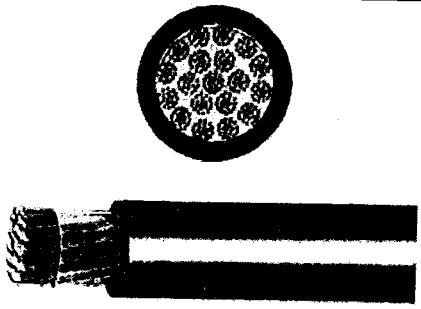
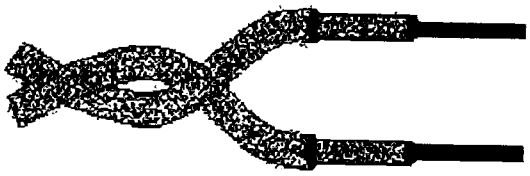
نوع الكابل	الإستخدامات	شكل الكابل والإحتياطات الإضافية (إن وجدت)
موصلات متحدة المركز ومعزولة ببولى ايثلين متشابك XLPE وغلاف بى. فى. سى	للاستخدمات العامة فى التركيبات الكهربائية الداخلية والخارجية فى المناطق المختلفة الجافة أو الرطبة فى المجارى أو على حوامل الكابلات أو دفن مباشر	بغطاء كامل من مادة بى .فى. سى إذا تعرض للعوامل الجوية أو خطر الحت وكذلك إذا تم تركيبه تحت سطح الأرض أو مجارى خرسانية
معزول بمادة بى. فى. سى ومسلح وغلاف بى. فى. سى خارجى	للاستخدامات فى التركيبات الكهربائية الداخلية والخارجية فى المناطق الجافة أو الرطبة فى المجارى الخرسانية للكابلات أو دفن مباشر	

ملاحظات:

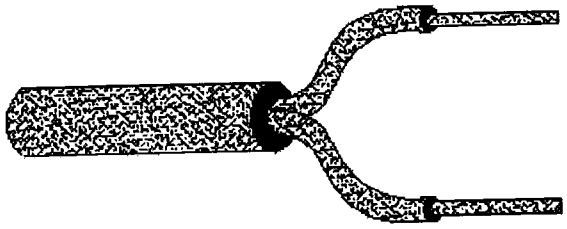
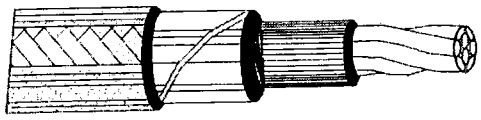
- من المفضل استخدام حماية ميكانيكية مناسبة للكابلات المدفونة تحت سطح الأرض والتى قد تتعرض لإجهادات ميكانيكية تفوق قدرتها على التحمل وذلك بما لا يتعارض مع المواصفات القياسية المصرية
- لا يفضل استخدام الكابلات المعزولة والمغلفة بمادة كلوريد البولى فينيل فى أجواء تقل درجة حرارتها عن الصفر المئوى، وإذا تم استخدامها لفترة فى درجة حرارة منخفضة، فيلزم اتخاذ الاحتياطات اللازمة لعدم تعرضها لمؤثرات تؤدى إلى تلفها ميكانيكيا

- تستخدم الكابلات المعزولة بمطاط الإيثلين بروبلين (Ethylene Proplene Rubber – EPR) فى التركيبات الكهربائية فى السفن وما شابه ذلك لمرونتها ولتحملها درجات حرارة أعلى من ٦٠°م أيضا
- يجب أن تحقق الكابلات المقاومة للحريق متطلبات المواصفة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60614

جدول (٦/٣-٤): أمثلة لاستخدامات الكردونات (الأسلاك المرنة)

نوع الكردون المرن	الإستخدامات
كردون نحاس معزول بمادة بى .فى .سى	للتركيبات الداخلية فى المواقع الجافة عندما يكون مطلوبا مرونة خاصة وللتركيبات فى اللوحات أو الأجهزة الكهربائية 
كردون نحاس معزول ومغلف بمادة بى .فى .سى مقنن ٧٠°م	للتركيبات الداخلية فى المواقع الجافة وللأجهزة الكهربائية النقالة مثل المراوح أو المكانس الكهربائية
موصلات نحاسية ومعزولة بالمطاط يتحمل ٦٠°م مضفر ثنائياً وثلاثى القلب	للاستخدامات داخل المبانى فى الأغراض المنزلية أو المبانى التجارية حيث تتعرض فقط لإجهادات ميكانيكية ضئيلة 

تابع جدول (٦/٣-٤): أمثلة لاستخدامات الكردونات (الأسلاك) المرنة

نوع الكردون المرن	الإستخدامات
موصلات نحاسية معزولة بالمطاط يتحمل ٦٠ °م ومغلفة	أ- للاستخدامات داخل المبانى فى الأغراض المنزلية أو المحلات التجارية حيث تتعرض فقط لإجهادات ميكانيكية ضئيلة ب- للاستخدامات خارج المبنى 
موصلات نحاسية معزولة بالمطاط يتحمل ٦٠°م وبغلاف وسائر	للمصابيح اليدوية القابلة للحمل فى مواقع الإنشاءات أو الاستخدامات المشابهة
موصلات نحاسية معزولة بالمطاط يتحمل ١٥٠°م ومغلفة ومضفرة	أ- عند درجات حرارة محيطة عالية ب- فى التوصيلات داخل الكشافات أو فوقها 

٣/٢/٣/٦ تحديد مساحة مقطع الكابل

لاختيار الكابل المناسب, يجب تحديد جهد التشغيل والتيار الكهربى للحمل، ويمكن تطبيق المعادلات أرقام (٦-٦)، (٦-٧)، (٦-٨) لحساب تيار الحمل:

$$I = \frac{kW \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times \cos\Phi} \qquad (6\text{-}6)$$

$$I = \frac{kVA \times 1000}{\sqrt{3} \times V} \qquad (6\text{-}7)$$

$$I = \frac{HP \times 0.746 \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi \times \eta} \qquad (6\text{-}8)$$

حيث:

I : تيار الحمل الكامل (r.m.s)

V : فرق الجهد بين الأطوار (r.m.s)

$\cos\phi$: معامل القدرة للحمل

η : كفاءة المحرك

١- يتم استخدام قيمة تيار الحمل لتحديد مساحة مقطع الكابل وذلك بالرجوع إلى جداول سعة حمل التيار للكابلات بأنواعها المختلفة فى الجداول أرقام (م٦-٣-٢)ث إلى (م٦-٣-٢)د حسب ظروف التشغيل.

٢- من المفضل عند تحديد قطاع الكابل، أن يتم اختياره بحيث يكون قادراً على تحمل تيار أعلى نسبيا من تيار الحمل كعامل أمان، وتعتبر القيمة ١٢٠٪ مناسبة لهذا الغرض. وفى حالة دوائر تغذية المحركات الكهربائية يوصى بأن يتحمل الكابل تيار قدره ١٢٥٪ من التيار المقنن للمحرك وذلك بسبب تيار بدء الحركة (Starting current) العالى الذى يسحبه المحرك عند بدء تشغيله.

٣- يتم عند تصميم واختيار كابلات الجهد المنخفض، اتباع نفس الخطوات الواردة بالنسبة لكابلات الجهد المتوسط.

مساحة مقطع موصلات خط التعادل

أ- يجب ألا تقل مساحة مقطع موصل التعادل عن مساحة مقطع موصل الطور فى الحالات التالية:

- في الدوائر ثلاثية الأطوار المحمية بمصاهر
- فى الدوائر ثلاثية الأطوار عندما تكون مساحة مقطع موصلات الأطوار مساويا أو أقل من ١٦ مم^2 من النحاس، أو ٢٥ مم^2 من الألومنيوم
- إذا كان الحمل السائد هو الإضاءة بالتفريغ

ب- فى الدوائر ثلاثية الأطوار وعندما تكون مساحة مقطع موصل الطور أكبر من ١٦ مم^2 من النحاس، أو ٢٥ مم^2 من الألومنيوم، فيمكن أن تكون مساحة مقطع موصل التعادل أقل من مساحة مقطع موصل الطور على ألا تقل مساحة مقطع موصل التعادل عن ١٦ مم^2 نحاس، أو ٢٥ مم^2 ألومنيوم إذا تحققت الشروط التالية مجتمعة:

- إذا كانت أقصى قيمة متوقعة للتيار الفعال فى موصل التعادل بما فى ذلك تيارات التوافقيات خلال العمل أقل من سعة حمْل التيار لمساحة مقطع موصل التعادل

ملاحظة: يجب اتخاذ اللازم باستمرار للمحافظة على توزيع الحمل بالتساوى بين الأطوار

- أن تكون حماية موصل التعادل من زيادة التحميل طبقا لهذا الكود

٤/٢/٣/٦ أقصى سماحية للهبوط فى الجهد

- يتم حساب هبوط الجهد فى الدوائر المغذية لوحدات إنارة أو سخانات أو محولات على أساس القدرة المحددة بلوحة البيانات لتلك الأحمال ويجب ألا يزيد الهبوط فى الجهد فى الدوائر الفرعية النهائية عن ٢.٥٪ من الجهد الإسمى للدائرة.
- هبوط الجهد فى الدوائر المغذية للمحركات التأثيرية يتم حسابه أثناء بدء حركتها على أساس تيار الحمل الكامل للمحرك مضروبا فى معامل نسبى يعتمد على كيفية بدء حركة المحرك. ويؤخذ هذا المعامل القيمة أربعة أمثال عند استخدام بادئ تيار من النوع ستار/دلتا، والقيمة سبعة أمثال عند بدء الحركة بتوصيل المحرك بشكل مباشر على مصدر التغذية (Direct on Line-DOL). ويتوقف الهبوط فى الجهد المسموح به فى تلك الدوائر تحت هذه الظروف على نوع الحمل الذى يديره المحرك.

وفى جميع الأحوال، يجب ألا يزيد الهبوط فى الجهد فى دوائر تغذية المحركات أثناء بدء حركتها عن الحد الذى لاتستطيع معه تحريك الحمل.

- هبوط الجهد = هبوط الجهد فى الكابل لكل متر طولى ولكل أمبير مار فى الكابل) × طول الكابل (بالمتر) × التيار المار فى الكابل (بالأمبير).
- تحدد قيمة هبوط الجهد لكل متر طولى ولكل أمبير من تيار الكابل من الجدول المناسب لطبيعة الكابل من الجداول أرقام (م٦-٣-٢) ث إلى (م٦-٣-٢) د.

بعد حساب هبوط الجهد فى الدوائر الفرعية، تتم مراجعة الهبوط الكلى فى الجهد ابتداءً من الأطراف الثانوية لمحول التوزيع المستخدم فى التغذية حتى أبعد الأحمال فى الدائرة، وفى حالة تجاوز الهبوط فى الجهد النسبة المسموح بها، لابد من تعديل قطاع الكابلات إلى القطاع الأكبر حتى يتحقق الالتزام بالحد المسموح به.

٦/٣/٢/٥ حساب تيار القصر وأجهزة الحماية

- تصمم الكابلات الكهربائية لتعمل تحت ظروف أقصى درجة حرارة معينة، وتعتمد هذه الدرجة على نوع المادة العازلة. ويكون اختيار الكابلات على أساس عدم تعدى درجات الحرارة القصوى المسموح بها.
- إذا كانت لوحة التوزيع المستخدمة مصممة لتحمل تيار قصر بقيمة محددة وقادرة على قطعه خلال مدة محددة، فيجب أن تكون جميع الكابلات الموصلة لهذه اللوحة قادرة على تحمل هذا التيار حتى يتم قطعه خلال المدة التى تحددها القواطع أو المصهرات الموجودة فى اللوحة. وعلى سبيل المثال، إذا كان تيار القصر المحدد للوحة ٧.٢٢ كيلو أمبير فإن أقل قطاع كابل يمكن أن يتحمل هذا التيار لمدة ١ ثانية هو ٧٠ مم^2 للموصلات النحاسية أو ٩٥ مم^2 للموصلات الألومنيوم على الرغم من أن الحمل الكهربائى قد يسمح باستخدام كابل ذو قطاع أقل بكثير من القطاع المحدد نتيجة لحساب تيار القصر. وبفرض أن زمن فصل هذا التيار (شاملا أى تأخيرات ميكانيكية فى أجهزة الوقاية) هو ٢ ثانية، فيكون أقل قطاع للكابل المستخدم هو ٩٥ مم^2 نحاس (يمكن أن يتحمل ٧.٧٢٥ كيلو أمبير لمدة ٢ ثانية) أو ١٥٠ مم^2 ألومنيوم (يمكن أن يتحمل ٨.٠٦١ كيلو أمبير لمدة ٢ ثانية). وبالمثل إذا كان زمن الفصل أقل من ١ ثانية فيمكن استخدام كابلات بقطاعات أقل.

٦/٢/٣/٦ معاملات التصحيح المختلفة طبقا لظروف التشغيل

عندما يتكون مسار كابل التغذية من أجزاء غير متماثلة من حيث خواصها الحرارية فيجب حساب معاملات التصحيح فى كل من هذه الأجزاء طبقا للظروف الخاصة بكل جزء، وطبقا للجداول (م٦-٣-٢) ت وحساب معامل التصحيح الكلى.

٦/٣/٣ القضبان المدمجة

٦/٣/٣/١ عام

١- تعد نظم القضبان المدمجة شكلا من أشكال نظم التغذية الكهربائية التى يمكن أن تمتد فى جميع أرجاء المبنى لتوصيل الكهرباء من مصدر التغذية المتاح إلى الأحمال كل فى مكانه. ويزكى استخدام هذه القضبان فى الأماكن كثيفة الأحمال الكهربائية (مثل المصانع والمبانى الإدارية والتجارية الكبيرة) أو الأماكن التى يتقرر استخدامها بشكل مختلف عن الغرض الأصلى الذى أنشئت من أجله، ولا يمكن تغيير مسارات مجارى الأسلاك والكابلات الكهربائية التى كانت موجودة بها أصلا كى تناسب الاستخدام الجديد للمبنى.

٢- القضبان المدمجة عبارة عن موصلات معزولة عن بعضها البعض وعن جسمها الخارجى الذى عادة ما يكون عبارة عن غلاف معدنى، وأحيانا ما يكون مادة عازلة مصبوبة.

٣- تصنع الموصلات المستخدمة فى القضبان المدمجة، إما من النحاس عالى النقاوة (>٩٩.٩٥%) أو من الألمونيوم عالى النقاوة (>٦١%) أو من الألمونيوم عالى النقاوة المكسو بالنحاس (Cu- clad). أما الغلاف المعدنى للقضبان المدمجة فيكون عادة من الألمونيوم المشكل بالكبس أو قد يكون من الصاج المجلفن. ويفضل أن يكون العزل بين القضبان وبعضها وبين الغلاف من مادة عازلة تحتوى على التيفلون أو قد تكون القضبان مكسوة بطبقة من مادة الأيبوكسى الذى يتحمل درجة حرارة ١٨٠° م (Class H -180°C standard epoxy coating as insulation). ويجب أن تكون منطقة الوصلات بالقضبان مجهزة بحيث يتم تفادى ارتفاع درجة الحرارة بها عن الحدود المسموح بها. وتصنع القضبان وتختبر بالكامل فى مصانع متخصصة وتنقل إلى المواقع التى سيتم تركيبها فيها كاملة الصلاحية للتركيب. ويكون الجزء الأساسى من القضبان المدمجة عبارة عن وصلات مستقيمة ذات أطوال قياسية غالبا ما تكون ٢ أو ٣ مترا أو أى أطوال أخرى.

٤- تمدد القضبان فى المبانى، إما مثبتة على الجدران أو الأسقف أو معلقة من الأسقف. ونظراً لأن القضبان يمكن أن تعبر من غرفة إلى غرفة فى نفس الطابق ومن طابق إلى طابق فى المبانى متعددة الطوابق، فإنها تصنع على شكل وصلات تحتاج إلى أنواع عديدة من القطع التكميلية التى تستخدم فى توصيلها إلى مصادر التغذية والأحمال ومعدات القطع والوقاية وتوصيلها ببعضها البعض وتغيير مساراتها أفقيا ورأسيا حسب ظروف المكان. ويوضح الشكلان أرقام (م٦-٣-١/٣)، (م٦-٣-٣/٢) نموذجين لنظامى توزيع داخل المبانى يستخدمان القضبان المدمجة.

٥- يجب أن تكون جميع القضبان المدمجة المستخدمة فى شبكات توزيع الكهرباء على الجهد المنخفض محققة لمتطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية أرقام IEC 62271، IEC 60439-2. ويجب أن تكون جميع مكونات القضبان المدمجة المستخدمة كجزء متكامل من شبكة التوزيع من إنتاج نفس الشركة.

٦- عند استخدام قضبان مدمجة بموصلات نحاسية فإن المقاس الإسمى لموصلاتها يتحدد على أساس نوع العازل المستخدم فيها وظروف التشغيل والحد المسموح به للهبوط في الجهد.

٢/٣/٣/٦ مكونات نظم القضبان المدمجة

- تصنع القضبان المدمجة بمقاسات مختلفة تتراوح سعتها ما بين (٢٥ - ٥٠٠٠) أمبير. ومنها ما يستخدم كموزع (Busbar Trunking System BBT) لتغذية مجموعة من وحدات الإنارة داخل غرفة محددة المساحة، وما يستخدم كناقل (Feeder type busduct) لربط أطراف الجهد المنخفض بمحول توزيع بلوحة التوزيع الرئيسية الخاصة به. ومنها أيضا، ما يستخدم فى ربط لوحات التوزيع الرئيسية بواحدة أو أكثر من لوحات التوزيع العمومية أو الفرعية. ويوضح الشكل رقم (م٦-٣-٣/٣) مكونات نظام القضبان المدمجة. عند استخدام قضبان لتغذية لوحة توزيع فرعية واحدة من لوحة توزيع عمومية، فتكون هذه القضبان من النوع الناقل، ولا يجب عمل وصلة بتفريعة من هذه القضبان حيث أنها مزودة بطرفى توصيل فقط، أحداهما من جهة مصدر التغذية، والآخر من جهة الحمل. ولا تصلح أطراف الوصلات والقطع المكونة للقضبان إلا لربطها ببعضها البعض. أما القضبان التى تستخدم لتغذية مجموعة من لوحات التوزيع الفرعية من لوحة توزيع عمومية او مجموعة من المخارج من لوحة فرعية فتكون من النوع الموزع (Distributor type busduct). وتوجد

قضبان توزيع من أنواعٍ تسمح بتوصيل أحمال إليها على مسافات منتظمة على كامل طولها من خلال مخارج مركبة عليها ومزودة بأدوات قطع ووقاية.

- يختلف تصميم القضبان المدمجة طبقا لعدد موصلاتها والذى يتحدد بصفة أساسية طبقا لنوع الحمل ونوع نظام التوزيع الذى ستستخدم فيه القضبان. ويوضح الشكل رقم (م٦-٣-٤/٣) (أ،ب،ت،ث) قطاعات مستعرضة فى أربعة أنواع من القضبان جميعها مناسبة للاستخدام فى شبكات التوزيع ثلاثية الأطوار، إلا أنها تتباين فيما بينها كالآتى:

• مجموعة القضبان فى شكل (أ) ثلاثية الموصلات، وفيها تكون جميع الموصلات خاصة بالأطوار الثلاثة لمصدر التغذية ولا يوجد بها موصل التعادل. ويستخدم الغلاف المعدنى لهذه القضبان، سواء كان من الألومنيوم أو الصاج المجلفن، كموصل تأريض وقائى (PE) وهو يكافئ من ناحية المقاومة الكهربائية موصل له ضعف مقاومة موصلات الأطوار. ويراعى فى تصميم هذا النوع من القضبان المحافظة على استمرارية الاتصال الكهربى بين جميع الوصلات والقطع المكونة لشبكة التوزيع. وهذا النوع من القضبان لا يصلح للاستخدام إلا مع الأحمال ثلاثية الأطوار أو الأحمال أحادية الطور التى تعمل على جهد الخط وليس جهد الطور.

• مجموعة القضبان فى شكل (ب) مكونة من أربعة موصلات ثلاثة منها متماثلة وخاصة بأطوار مصدر التغذية. أما الموصل الرابع فخاص بموصل الأرضى الوقائى (PE) ومساحة مقطعه نصف مساحة أى من موصلات الأطوار. ولا يستخدم الغلاف المعدنى لهذه القضبان لأغراض التأريض نظرا لأن تصميم القضبان لا يضمن استمرارية الاتصال الكهربى بين أغلفة الأجزاء المختلفة المكونة لشبكة التوزيع. ونظرا لعدم وجود موصل التعادل، فإن هذا النوع من القضبان أيضا لا يصلح للاستخدام إلا مع الأحمال ثلاثية الأطوار أو الأحمال أحادية الطور التى تعمل على جهد الخط وليس جهد الطور.

• القضبان فى الشكل (ت)، تتكون من أربعة موصلات متماثلة ثلاثة منها خاصة بأطوار مصدر التغذية والرابع خاص بخط التعادل. أما الغلاف المعدنى فيمكن أن يقوم أيضا بدور موصل التأريض الوقائى للنظام(PE) إذا كان تصميم القضبان يضمن استمرارية الاتصال الكهربى بين مكونات نظام التوزيع، وتكون مقاومة هذا الغلاف مساوية لضعف مقاومة موصلات الأطوار.

- القضبان فى الشكل (ث)، تشتمل على خمسة موصلات أربعة منها متماثلة والخامس له نصف مساحة مقطع أى من الموصلات الأربعة. وتخصص الموصلات الأربعة المتماثلة لأطوار نظام التغذية الثلاثة ولموصل التعادل، أما الموصل الخامس فخاص بموصل التأريض الوقائى (PE).

٦/٣/٣/٣ موصلات القضبان المدمجة

تتكون القضبان المدمجة من موصلات معزولة فيما بينها، وتكون مصنعة إما من النحاس عالى النقاوة أو من الألومنيوم عالى النقاوة (أكبر من ٩٩.٩٥٪). وتكون الموصلات على شكل قضبان مستطيلة المقطع لكنها مستديرة الأركان ويكون طولها حسب طول القطعة أو الوصلة المستخدمة. وتجهز أطراف كل موصل بطريقة مناسبة لربط الوصلات ببعضها البعض لتكوين نظام متكامل للقضبان المدمجة صالح للاستخدام كشبكة للتوزيع أو كناقل لربط وحدات منظومة التوزيع ببعضها البعض. ويعزل كل موصل على حدة وترص مجموعة الموصلات الخاصة بالقضبان المدمجة بجانب بعضها ثم توضع داخل الغلاف. ويوضح الشكل رقم (م٦-٣-٣/٥) مقطعين فى نوعين من القضبان المدمجة أحدهما بموصل نحاسى والآخر بموصل ألومنيوم، وينبغى ملاحظة كيفية عزل الموصلات. يتم عادة تغطية الموصلات عند نقط الاتصال بالقصدير والفضة وتكون أطراف التوصيل الخاصة بالموصلات الألومنيوم مغطاة بطبقة من الفضة لتقليل مقاومة التلامس بين الوصلات.

٦/٣/٣/٤ وحدات مدمجة لتغيير مسار القضبان

كثيرا ما تفرض ظروف المبنى تغيير مسار القضبان المدمجة. ولهذا الغرض تصمم القضبان المدمجة بحيث يمكن تغيير مسارها باستخدام وحدات خاصة تربط نهاية القضبان فى مسارها الأول ببدايتها فى مسارها الجديد. وغالبا ما تكون تلك الوحدات على شكل أكواع بزاوية ٩٠ درجة أو زوايا أخرى. ويوجد العديد من تصميمات الأكواع كى تناسب الأوضاع المختلفة لمسارات القضبان.

٦/٣/٣/٥ وصلات التمدد ووحدات ربط قضيبين ذوى مقاسين مختلفين

- عند عبور القضبان المدمجة فاصل تمدد بين أجزاء المبنى فإن ذلك يتطلب أن يكون اتصال جزئى القضبان الممتدة على جانبى فاصل التمدد مرنا ويتحقق ذلك باستخدام وصلة تمدد (Expansion joint) كالموضحة فى الشكل رقم (م٦-٣-٣/٦) أ.
- عند وجود مخارج مغذية لأحمال كبيرة نسبيا فى الجزء الأول من قضيب التوزيع، فإن التيار فى الجزء الباقى من القضيب بعد تغذية هذه الأحمال عادة ما يكون أقل بدرجة

ملحوظة من التيار التصميمى لقضبان التوزيع للقضيب، وفى هذه الحالة قد يكون من المجدى اقتصاديا استخدام قضيب أصغر بسعة مناسبة لتيار باقى الأحمال. وفى هذه الحالة يتم استخدام وحدة توصيل مخفضة (Reducer) لمقاس القضبان مزودة بوحدة وقاية فى الجزء الباقى كالموضحة فى الشكل رقم (م٦-٣-٦/٣) ب.

٦/٣/٣/٦ وحدات مدمجة لتوصيل القضبان المدمجة بالقاطع الرئيسى بلوحات التوزيع

- تتميز القضبان المدمجة بأنها تشغل حيزا صغيرا جدا بالنسبة للتيار المحمول مقارنة بالكابلات، ولذا فإن تصميمها دائما يراعى أن تكون أطوالها وأبعادها الكلية أقل ما يمكن، ومن هذا المنطلق فإن المسافات الفاصلة بين موصلات تلك القضبان تكون أيضا أقل ما يمكن وهو ما لا يسمح بتوصيل نهايات (أو بدايات) تلك القضبان إلى القاطع الموجود بلوحات التوزيع مباشرة، وهذا يستوجب استخدام وحدات نهاية (أو بداية) خاصة تربط بنهاية (أو بداية) القضبان من ناحية وإلى القاطع الموجود داخل اللوحة (أو أية موصلات مربوطة على أطرافه) من الناحية الأخرى.
- يوضح الشكل رقم (م٦-٣-٧/٣) وحدة نهاية (أو بداية) من هذا النوع. وكما يتضح من الشكل، فإن موصلات هذه الوحدة تكون عمودية على سطح اللوحة التى ستوصل إليها وبالتالى فإن الوصلات التى تربط بهذه الوحدة لابد وأن تكون على استقامتها ما لم تستخدم أكواع لتغيير الاتجاه. أما إذا كانت هناك حاجة لتغيير مسار القضبان المدمجة عند خروج وحدة النهاية من اللوحة، فإنه يمكن استخدام وحدات نهاية على شكل أكواع كالموضحة فى الشكل رقم (م٦-٣-٨/٣) وتقوم هذه الوحدات بدور النهاية والكوع فى نفس الوقت.
- تكون وحدات البداية والنهاية عبارة عن وصلات مرنة (Flexible connectors) وتتضح أهمية استخدام هذه الوصلات عند الربط بين القضبان وبعض الماكينات لمنع انتقال الاهتزازات إلى هذه القضبان (كما فى حالة مولدات الكهرباء والأحمال الديناميكية) أو للسماح للقضبان بالتمدد والانكماش نتيجة لمرور أو عدم مرور التيار.

٧/٣/٣/٦ وحدة إغلاق نهاية قضبان

نظرا لأن الموصلات المستخدمة بوصلات القضبان المدمجة (وجميع وحداتها التكميلية) غالبا ماتكون عارية عند أطرافها، وأن منطقة اتصال الوحدات ببعضها البعض هو الذى يغطى تلك الموصلات العارية، فإن الموصلات عند أطراف الوحدات الواقعة فى نهاية

القضبان تظل عارية. ولمعالجة هذا الوضع، يوجد ضمن الوحدات التكميلية الخاصة بالقضبان المدمجة وحدة نهاية أو وحدة غطاء للنهاية (End cover).

٦/٣/٣/٨ وحدات تثبيت القضبان

عند تثبيت القضبان رأسيا أو أفقيا على الجدران أو أفقيا على الأسقف أو عند تعليقها بالأسقف، فإن الأمر يحتاج إلى وحدات تثبيت خاصة مناسبة لهذا الغرض كما هو موضح بالشكل رقم (م٦-٣-٣/٢).

٦/٤ تصميم مسارات الكابلات

٦/٤/١ عام

(أ) يجب أن تكون جميع أنواع المواسير وحوامل الكابلات مطابقة للمواصفات القياسية المصرية الخاصة بها أو المواصفات الكهروتقنية الدولية أرقام:
IEC 60423, IEC 60981, IEC 61084-1, IEC 61084-2-1, IEC 61084-2-2, IEC 61084-2-4.

(٢) فى نظم المواسير سابقة التجهيز، وجب التنويه على مراعاة نسب التجاوز الكافية والمناسبة للتغييرات فى مقاسات المبانى بحيث لا تتعرض المواسير أو محتوياتها للشد أو لأى إجهادات ميكانيكية أخرى. كما يجب اتخاذ الإجراءات المناسبة عند فواصل التمدد فى المبانى.

(٣) يفضل تمرير التوصيلات عبر فواصل التمدد خارج الجدران بقدر الإمكان، وإذا تحتم مرور التوصيلات داخل الجدران، فيجب تركيب صندوق اتصال على جانبى الفاصل، ويركب بين هذين الصندوقين جراب من ماسورة من الصاج الصلب قطرها ضعف قطر ماسورة التمديدات الكهربائية التى تركب داخلها، وتكون المواسير التى تعبر الفاصل معدنية مرنة، ويترك بالكابلات (أو الأسلاك) طول إضافى مناسب داخل صناديق الاتصال، وفى جميع الأحوال يجب عمل كبارى نحاسية بين صندوقى الاتصال على جانبى الفاصل لتحقيق الاتصال الكهربائى للمواسير بطولها.

(٤) يحظر تحميل مواسير التمديدات الكهربائية بأية أحمال ميكانيكية أخرى دائمة أو مؤقتة.

(٥) يحظر استعمال المواسير المعدنية المرنة كموصل للتأريض، على أنه يجب توصيل المواسير المعدنية إلى نظام التأريض.

(٦) يجب أن يكون نظام المواسير داخل أو خارج الحائط والأسقف فى خطوط منتظمة أفقياً ورأسياً موازية للمحاور الرئيسية للمبنى على أن تتقاطع مع بعضها على زوايا قائمة عند صناديق الاتصال، إلا إذا تعذر ذلك لوجود عوائق إنشائية.

(٧) يراعى فى خطوط المواسير الطولية ألا تزيد المسافة بين كل صندوقى اتصال متتاليين عن عشرة أمتار لتسهيل سحب الأسلاك أو الكابلات بداخلها.

(٨) يراعى ألا يتعارض نظام تركيب المواسير مع الأعمال الإنشائية أو الميكانيكية أو أى أعمال أخرى بالمنشأة.

(٩) يجب أن يكون تثبيت تجهيزات المواسير من علب وكيعان ووصلات وخلافه فى أماكن يسهل الوصول إليها وبطريقة يسهل التعرف عليها أيضاً، وذلك لتسهيل عمليات الصيانة والإصلاح إن لزم.

(١٠) يجب ألا تزيد المسافة بين نقطتى تثبيت المواسير المركبة ظاهرة خارج الحائط عن القيم الواردة فى الجدول رقم (م٦/٤/٢/-١).

(١١) يجب إحاطة المواسير البوليمرية التى يتم تركيبها مدفونة فى الأماكن غير الممهدة أو التى تركب مباشرة على الردم تحت الأرضيات بطبقة من الخرسانة العادية بسمك ملائم لقطر الماسورة وطبيعة المكان.

(١٢) يجب ترك المسافات التالية للفصل بين مواسير التمديدات الكهربائية ومواسير الخدمات الأخرى:

- ٣٠٠مم لتمديدات المواسير الموازية لمواسير البخار والماء الساخن
- ١٥٠مم لتمديدات المواسير المتقاطعة مع مواسير البخار والماء الساخن
- ٧٥مم لتمديدات المواسير الموازية أو المتقاطعة مع مواسير الماء البارد
- يجب ألا تقل المسافة بين مواسير التمديدات الكهربائية ومواسير نظم إنذار الحريق عن ٥٠٠ مم فى حالة توازى مسارات هذه المواسير، أما فى حالة تعامدها، فيجب أن توضع مواسير التمديدات الكهربائية على حوامل بارتفاع ٥٠ مم على الأقل لفصلها عن مواسير نظم الإنذار

(١٣) يجب أن تكون كل الكيعان والتفريعات على شكل حرف (T) أو على شكل (+) والمستعملة فى تمديدات المواسير الصلب مزودة بأبواب كشف تصنع من نفس مادة المواسير أو من سبيكة النحاس الأصفر، ويستثنى من ذلك ما يلى:

- عند نهايات المواسير الصلب مباشرة خلف وحدة إنارة أو خلف علبة أو مخرج أو قطعة اتصال بباب كشف خاصة بالمواسير
- كوع من الصلب موضوع فى مكان لا يبعد أكثر من ٥٠٠ مم عن علبة مخرج سهل المنال فى مسار ماسورة لا تزيد فيها المسافة الطولية بين نقطتين للمآخذ عن ١٠ متراً، بشرط أن يكون مجموع زوايا الانحناءات فى مسار الماسورة بأكمله لا يزيد عن ١٨٠ درجة

(١٤) فى حالة عبور الماسورة من منطقة معرضة للحرائق إلى منطقة آمنة، يجب تركيب صندوق معزول مانع للهب أو صندوق إيقاف (إخماد) عند نقطة دخول الماسورة إلى المنطقة الآمنة.

(١٥) فى حالة استعمال مواسير لتعدية الطرق الرئيسية، يتم وضع عدد من المواسير الاحتياطية بنسبة من (٢٥-٥٠) ٪ من المواسير المستعملة فى المشروع، بحد أدنى ماسورة واحدة، هذا دون حاجة إلى ذكر ذلك فى مستندات النشر.

(١٦) إذا كانت المواسير ولوازمها مصنعة من الصلب أو الحديد المطاوع، فيجب معالجتها ضد الصدأ أو التآكل كما يلى:

- إما الطلاء بدهان التأسيس (البرايمر – Priming paint)
- أو الطلاء ببوية الفرن السوداء اللامعة (Stoved enamel)
- أو الجلفنة بالغمس فى الخارصين الساخن (Hot-dip galvanized)

وإذا تم تركيب المواسير المجلفنة المصنوعة من الصلب أو الحديد المطاوع تحت الأرض وكانت معرضة للصدأ أو التآكل، فيجب أن تدهن هذه المواسير بوجه إضافى من البيتومين، أو يتم لفها بطبقتين من الخيش المشبع لمقاومة التآكل، أو يتم جلفنتها وتغليفها من الخارج بطبقة من البلاستيك (بى.فى.سى) وعلى أن تحدد المواصفات الفنية للمشروع سمك طبقة البلاستيك (إما ٠.٥ أو ١مم).

(١٧)يجب استخدام أنواع خاصة من المواسير والصناديق وملحقاتها (Fittings) من الأنواع المضادة للانفجار وذلك فى المناطق المعرضة لخطر الانفجار وذلك حسب ما تنص عليه المواصفات الكهروتقنية الدولية التالية الخاصة بالتركيبات المضادة للانفجار:

IEC 60079-1, IEC 60079-2, IEC 60079-7, IEC 60079-15, IEC 60079-18, IEC 60079-26, IEC Ex 62086-1.

(١٨) يجب استخدام جلب التوصيل والكيعان لمداخل الصناديق ومخارجها وصواميل الزنق وكافة ملحقات المواسير من نفس نوع مادة المواسير.

ويوضح الملحق رقم (م٦/٤/١) أشكال توضيحية للتمديدات الكهربائية.

٦/٤/٢ اختيار أنظمة التمديدات

- ترتبط طريقة التمديد بنوع الموصل أو الكابل المستعمل وبما يتفق مع معطيات الجدول رقم (٦/٤-١) ومع التأثيرات الخارجية المشمولة بتوصيات المنتجين.
- يجب اختيار أنظمة تمديد الموصلات والكابلات وفق معطيات الجدول رقم (٦/٤-٢).
- توضح الجداول أرقام (م٦/٤/٢/٧-) حتى (م٦/٤/٢/٩-) اختيارات الأنواع المختلفة من التمديدات.

جدول (٦/٤-١): الاختيار الأفضل لأنظمة التمديدات

أنواع الموصلات والكابلات		طريقة التركيب					
		تثبيت مباشر على الأسقف والحوائط	تمديد داخل ماسورة	تمديد على أو داخل مجرى كابلات[١]	تمديد على سلالم كابلات[٢]	تمديد خطوط هوائية على عوازل[٣]	دفن مباشر فى الأرض
موصلات	- غير معزولة	-	-	-	-	✓	-
	- معزولة	-	✓	-	-	✓	-
	- معزولة بعزل مضاعف	-	☒	✓	-	☒	-
كابلات[٤]	- معزولة ومغلفة	✓	✓	✓	✓	-	-
	- معزولة ومسلحة	✓	✓	✓	✓	-	✓

(١) على مجرى كابلات وتتضمن المجارى الرأسية والأرضية
(٢) تشمل السلالم والحمالات (الدعائم)
(٣) موصلات الخطوط الهوائية محملة على عوازل سواء مركبة على أعمدة أو مركبة على حوامل
(٤) تشمل الكابلات ذات العزل غير العضوى (Mineral insulated cables)
✓ مسموح به
- غير مسموح به
☒ ممكن وإن كان غير شائع الاستخدام

جدول (٦/٤-٢): أنظمة تمديد الموصلات والكابلات

الحالات	طريقة التمديد					
	تثبيت مباشر على الأسقف والحوائط	تمديد داخل ماسورة	تمديد على أو داخل مجرى كابلات[١]	تمديد على سلالم كابلات	تمديد على عوازل[٣]	دفن مباشر فى الأرض
داخل فراغات فى الأبنية[١]	✓	✓	✓	✓	–	✓
كابلات مدفونة فى الأرض	–	✓	–	–	–	✓
كابلات أو موصلات مخفية ضمن المنشأة[٢]	✓	✓	✓	✓	–	–
كابلات ممدة على الأسطح الخارجية للمبنى[٣]	✓	✓	✓	✓	✓	–

[١] فراغات فى الأبنية يمكن الوصول إليها

[٢] أى مكان مخفى ضمن المنشأ ويشمل فوق الأسقف الصناعية

[٣] يشمل سطح الحوائط الخارجية أو الأسطح العلوية

✓ مسموح به

– غير مسموح به

ملحوظة (١): خلافا لما هو وارد، يمكن أن يكون غير قابل للتطبيق أو غير مستخدم

ملحوظة (٢): يجب الرجوع إلى اشتراطات الجدول رقم (٦/٤-١٠) فيما يخص نوع الموصلات أو الكابلات المناسبة

٦/٤/٣ تمديد الموصلات والكابلات المغذية للأحمال الحيوية

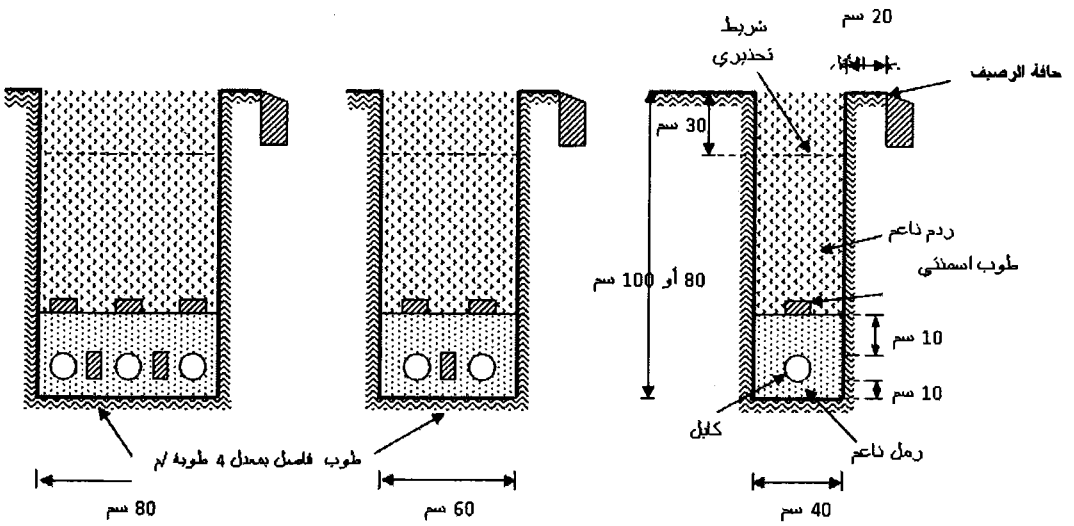
- الأحمال الحيوية (Essential loads) هى الأحمال التى يتم تغذيتها من مصادر رئيسية وأخرى إحتياطية مثل مولدات الطوارئ، وكذلك الأحمال التى يتم تغذيتها من مصادر أخرى مثل UPS أو البطاريات أو المصادر التى لا تنقطع (No Break Supply, NBS) بالإضافة إلى المصادر الرئيسية والإحتياطية.

- يجب أن تكون جميع هذه الأنظمة والمعدات الاحتياطية قادرة على تشغيل الخدمات لمدة كافية تتناسب مع المدة المحتمل غياب المصادر الرئيسية فيها.
- يجب أن تكون هناك وسائل للتحويل من مصدر لآخر.
- فى بعض التطبيقات الخاصة قد يتطلب الأمر استخدام كابلات بمواصفات خاصة مقاومة للحريق ينص عليها بمستندات المشروع.

٤/٤/٦ الخنادق وقنوات الكابلات الأرضية

(أ) الخنادق

- يراعى اختيار أنسب المسارات لمد الكابلات بعيداً عن خطوط المياه والغاز والتليفونات وتحديد أماكن التقاطعات بالشوارع ووضع المواسير المناسبة لقطاعات الكابلات.
- لا تمدد الأسلاك المعزولة فى الخنادق وقنوات الكابلات الأرضية ولكن يمكن استخدام أسلاك مضاعفة العزل فى المجارى الصاج المعلقة.
- يكون مقطع الحفر للكابل الواحد ٤٠ سم عرض × ٨٠ سم عمق وذلك فى حالة كابلات الجهد المنخفض أو ١٠٠ سم عمق فى حالة كابلات الجهد المتوسط ويزداد العرض بمسافة ٢٠سم لكل كابل إضافى بنفس الجهد.
- يتم وضع طبقة من الرمل بعمق ١٠سم فى قاع الحفر وتضاف طبقة رمل ثانية بسمك ١٠سم فوق الكابل.
- يتم وضع طبقة من الطوب بواقع ٨ طوبة للمتر الطولى فوق طبقة الرمل العلوية وإذا لم يتيسر ذلك فيمكن وضع شبك ممدد معدنى مجلفن أو بلاستيك (يفضل وضع الطوب).
- يتم ملأ الفراغ بردم ناعم من ناتج الحفر وعلى أن يتم وضع شريط تحذيرى (Warning tape) على عمق ٣٠ سم من السطح النهائى للأرض ثم يعاد الردم من ناتج الحفر حتى سطح الأرض.



شكل (٦/٤-١): نماذج لخنادق أرضية لتمديد الكابلات

(ب) قنوات أرضية للكابلات Cable trenches

- هذه القنوات عبارة عن خنادق من الخرسانة المسلحة تستعمل عادة فى أرضيات غرف المحولات أو المصانع أو أسفل لوحات التوزيع أو ما يماثلها لحماية كابلات القوى أو كابلات التحكم.
- يجب أن تخضع هذه القنوات للمواصفات القياسية المصرية أو ما يقابلها من المواصفات الكهروتقنية العالمية (IEC).
- تنفذ هذه القنوات بحيث لا يقل عمقها الصافى عن ٣٠٠ مم ولا يقل عرضها الصافى عن ٤٠٠ مم وتنتهى جدرانها من أعلى بزاوية مقاس ٤٠ × ٤٠ مم وبسمك ٤مم لحماية الحواف من الكسر والتلف ويتم تغطيتها بأغطية من الصاج (البقلاوة) بسمك (٤ - ٦) مم المدهون ببوية مانعة للصدأ، أو بأغطية من الخرسانة المسلحة بأبعاد مناسبة بحيث يمكن رفعها يدويا، وتزود هذه الأغطية بمقابض غاطسة لرفعها. ويجب عمل ميول ١: ٢٠٠ بأرضية هذه القنوات وعمل قناة صرف مياه إلى أقرب بالوعة صرف بالمبنى، وذلك لتصريف المياه إذا تجمعت فى هذه الخنادق أولاً بأول ويجب أن تكون القنوات محكمة القفل عند نهايتها لمنع دخول القوارض والحشرات بمواد قابلة للإزالة.
- يراعى عدم وضع الكابلات فى أرضية القنوات لتلافى التسخين المتبادل ولسهولة التعرف على الكابلات، ولذلك يجب توزيع الكابلات فى صفوف أفقية على حوامل أفقية عبارة عن مواسير صلب تثبت فى جدران القنوات، مع مراعاة ألا تقل المسافة بين الأسطح الخارجية

للكابلات متعددة الأقطاب عن قطر الكابل الكبير أو ٥٠مم أيهما أكبر ولا تقل المسافة بين الأسطح الخارجية للكابلات وجدران القناة عن نصف ذلك. وتوضع علامات وأرقام غير قابلة للمحو لتعريف الكابلات داخل القنوات.

- ويمكن تركيب حوامل كابلات على أحد جوانب الخندق ومد الكابلات عليها مع مراعاة طريقة المد على حوامل الكابلات الواردة بهذا الكود وعلى ان يتم تأريض هذه الحوامل والتأكد من استمرارية إتصالها.

٦/٤/٥ المواسير

(أ) أنواع المواسير المستخدمة فى التمديدات الكهربائية

(١) مواسير معدنية جاسئة غير معزولة

- تكون هذه المواسير ولوازمها غير معزولة ومصنوعة من الصلب السميك(IMC)، أوالصاج السميك، أو من الحديد المطاوع المجلفن، وفى بعض الاستعمالات الخاصة قد تتطلب المواصفات الفنية للمشروع تصنيع هذه المواسير من سبيكة البرونز السليكونى.
- تستعمل هذه المواسير فى التمديدات المدفونة فى الخرسانة كما تستعمل لحماية الأسلاك والكابلات المركبة فوق الأسطح أو خارج الحوائط عند احتمال تعرضها للصدمات، كما تستعمل المواسير المصنوعة من الحديد المطاوع أيضاً لحماية أطراف الكابلات الأرضية المسلحة عند دخولها أو خروجها من الأرض أو للتركيب تحت الأرض.
- تكون مواسير الصلب إما ملحومة طولياً أو مسحوبة بدون لحام (Seamless) وتكون مجلفنة أو مدهونة ببوية الفرن السوداء من الداخل ومن الخارج وذلك لمنع تأكسدها.
- يمكن استعمال المواسير المسحوبة (Seamless) بدون لحام فى الأماكن التى تتصاعد فيها غازات قابلة للاشتعال أو معرضة للانفجار أو لعبور الطرق المخصصة للنقل الثقيل أو ممرات هبوط الطائرات أو ما يماثلها. والطول المعتاد لهذه المواسير ٦ متر، وقد يصل إلى ١٢ مترا وتكون مقلوظة خارجيا من النهايتين وتزود كل ماسورة بجلبة وصل مقلوظة.
- يمكن أن تصنع المواسير من الصاج الثقيل، ويكون سمك جدارها (١ – ٢) مم وتكون ملحومة طولياً ومدهونة ببوية الدوكو ومقلوظة من الطرفين وطول الماسورة ٣ أو ٤ أمتار، ويورد مع كل ماسورة جلبة وصل مقلوظة.
- يجب ألا تقل أوزان المواسير المصنوعة من الصلب أو الحديد المطاوع عن القيم الواردة بالجدول رقم (م٦/٤/٢/-٢)، كما يجب أن تكون المواسير المعدنية خالية من عيوب الصناعة، ومستديرة ومنتظمة المقطع خالية من أية نتوءات بداخلها وأن تكون ناعمة الملمس وجيدة الدهان من الداخل.
- يجب أن تكون هذه المواسير قابلة للثنى باستعمال معدات ثنى (تكريب) المواسير بدون حدوث تشوهات أو انثناءات بسطحها الداخلي تعوق سحب الأسلاك المعزولة أو الكابلات فيها أو يؤدى إلى تلف عزلها.

- يجب أن تكون قطع توصيل المواسير (الجلب والكيعان) من النوع المقلوظ، على أن تكون هذه القطع مصنعة من نفس مادة الماسورة أو من النحاس الأصفر المدهون بنفس لون الماسورة.
- يجب أن تكون المواسير وقطع توصيلها تحمل علامة المنتج التجارية بوضوح ومقاس الماسورة، ويرفق الكتالوج الذى يوضح المقاس والمواصفة القياسية التى صنعت بموجبها.

(٢) مواسير معدنية مرنة

- تصنع هذه المواسير من شرائح معدنية ملفوفة حلزونياً ومصنعة إما من الصلب المجلفن أو المقصدر أو من الألومنيوم وتتصل حلقاتها عن طريق التعشيق، وهى إما أن تكون غير محزمة وتستعمل لحماية الأسلاك والكابلات فى الظروف العادية أو تكون مغلفة على النحو التالى:
  - ذات تغليف بالمطاط وذلك لحماية الأسلاك والكابلات فى المواقع المعرضة للرطوبة أو الغازات
  - ذات تغليف بمادة مقاومة للحرارة وذلك للحماية فى المواقع المعرضة لدرجات حرارة عالية
- يجب أن يطبع على السطح الخارجى للماسورة المرنة مقاسها والعلامة التجارية للمنتج بشكل متكرر على مسافات متساوية فى حدود (٣٠٠-٥٠٠) مم بين العلامتين المتتاليتين.
- يجب أن تكون المواسير المعدنية المرنة خالية من عيوب الصناعة كالتقشير والنتوءات والقطع والحواف الحادة وخلافها مما قد يضر الغلاف الخارجى للأسلاك أو الكابلات التى تمدد داخلها.

(٣) مواسير قابلة للثنى مصنوعة من البلاستيك أو من البلاستيك (بى.فى.سى) قليل السمك

- هى مواسير جاسئة وقابلة للثنى تتحمل الصدمات ومصنوعة من البلاستيك المرن العازل أو من البلاستيك (بى.فى.سى) قليل السمك، ويجب أن تكون مقاومة للحريق وذاتية الإطفاء (Fire retardant) وغير قابلة لامتصاص الرطوبة ولا تتأثر بأملاح البياض وتكون مطابقة بصفة عامة للمواصفات القياسية المصرية الخاصة بها أو المواصفة الكهروتقنية الدولية (IEC).
- يكون سطح هذه المواسير إما أملس (Plain) أو مموج (Corrugated).

- تنقسم هذه المواسير إلى الصنفين التاليين:

صنف (١) ويستخدم فى الظروف التى لا تنخفض فيها درجة الحرارة للوسط المحيط عن ٥° مئوية تحت الصفر، وهو الصنف الأكثر شيوعا

صنف (٢) ولا يستخدم إلا فى الظروف التى تنخفض فيها درجة الحرارة للوسط المحيط حتى ٢٥° مئوية تحت الصفر

- تنتج هذه المواسير عادة بطول ٣ متر ويتراوح سمك المواسير بين (٠.٥ -١) مم (يمكن الرجوع إلى الجدول رقم (م٦/٤/٢-٣) للإطلاع على مقاسات وسمك المواسير المصنوعة من البلاستيك).

(٤) مواسير بلاستيك جاسئة مصنوعة من مادة (بى.فى.سى)

تنقسم هذه المواسير إلى صنفين:

صنف (١) ويستخدم فى الظروف التى لا تنخفض فيها درجة الحرارة للوسط المحيط عن ٥° مئوية تحت الصفر

صنف (٢) ولا يستخدم إلا فى الظروف التى تنخفض فيها درجة الحرارة للوسط المحيط حتى ٢٥° مئوية تحت الصفر

(يمكن الرجوع إلى الجدول رقم (م٦/٤/٢/-٤) للإطلاع على مقاسات هذه المواسير).

(٥) مواسير جاسئة غير معدنية

- تصنع هذه المواسير من البولى إيثيلين أو من الألياف المحقونة بالمواد البيتومينية، ويجب أن تكون هذه المواسير منتظمة الشكل والمقطع ملساء من الداخل، خالية من النتوءات والبروزات الحادة والتشقق وعدم انتظام اللون، وخلاف ذلك من عيوب الصناعة وتكون مستقيمة، ومقطعها عمودى على طول محورها، ويتم توصيل هذه المواسير ببعضها وبالعلب والتجهيزات الأخرى طبقاً لتعليمات الشركة الصانعة، ويجب تخزين هذه المواسير حسب الأصول الفنية، وبشكل يضمن عدم تعرضها للتلف.
- يجب أن تكون المواسير ولوازمها موضح عليها العلامة التجارية للشركة الصانعة وكتالوج يوضح المواصفات القياسية المطبقة فى التصنيع وقطر الماسورة بشكل واضح كل متر تقريبا من طول الماسورة.

(٥-١) مواسير جاسئة مصنوعة من البولى إيثيلين

تستعمل هذه المواسير لحماية التمديدات المدفونة فى الخرسانة، ولا تستعمل لوقاية التمديدات خارج الحوائط نظراً لتأثرها بالعوامل الجوية، وتكون هذه المواسير مطابقة للمواصفات القياسية المصرية الخاصة بها أو المواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC).

(٥-٢) المواسير المصنوعة من الألياف المحقونة بالمواد البيتومينية

يجب أن تكون هذه المواسير مطابقة للمواصفات القياسية المصرية، وتستعمل هذه المواسير لحماية التمديدات الكهربائية المدفونة تحت سطح الأرض.

(٥-٣) مواسير فخارية أو أسمنتية أو مصنوعة من الزهر أو البلاستيك (بى.فى.سى) سميك الجدار

- تستخدم هذه المواسير عادة لتمديدات الكابلات المسلحة تحت الأرضيات أو عند عبورها للطرق ويجب ألا يقل قطر الماسورة عن ثلاثة أضعاف قطر الكابل.
- يجب أن تكون الأسطح الداخلية للمواسير ملساء وخالية من النتوءات.
- تزود هذه المواسير بلوازم مناسبة لتوصيلها ببعضها البعض ومانعة لتسرب مياه الرشح إلى داخلها.
- تزود المواسير الخاصة بتمديدات الكابلات المسلحة الأرضية بغرف تفتيش أسمنية عند بدايتها ونهايتها وعند تغيير مساراتها وعلى مسافات لاتزيد عن ٢٥ متراً لتسهيل سحب الكابلات داخل المواسير ويجب أن تزود هذه الغرف بأغطية من الزهر الثقيل أو الخرسانة على أن تكون محكمة وسهلة الرفع والتركيب في أماكانها. كما يجب أن تكون أبعاد هذه الغرف بحيث تسهل سحب الكابلات المارة من خلالها، ويتوقف ذلك بالطبع على عدد ومقاس هذه الكابلات.

(ب) قاعدة مبسطة لاختيار سعة المواسير أو نظام الصندقة المستخدمة كمسارات للأسلاك والكابلات

- فى حالة المواسير التى تحتوى على انحنائين بزاوية ٩٠° أو عدد أكبر من الانحناءات لايزيد مجموع زواياها عن ١٨٠°، يجب اختيار مساحة مقطع الماسورة بحيث لا يتعدى مجموع مساحة مقطع الأسلاك نسبة ٤٠٪ من مساحة مقطع الماسورة، وتزاد مساحة مقطع الماسورة بنسبة ١٠٪ لكل انحناء إضافى.
- يتم اختيار قطر الماسورة أو أبعاد نظام الصندقة المناسب لتمديد مجموعة من الأسلاك بها على أساس أن يكون معامل الماسورة أو نظام الصندقة مساوياً أو يزيد عن مجموع

معاملات الأسلاك التى ستمدد بداخلها، وذلك حسب الجداول أرقام (٦/٤-٣) حتى (٦/٤-٨).

(ت) تحديد نوعية المواسير

يتم اختيار نوعية المواسير المستخدمة حسب ظروف التركيبات من الجدول رقم (٦/٤-٣).

جدول (٦/٤-٣): أنواع المواسير المستخدمة طبقا لطريقة التركيب

نوع المواسير المستخدمة	طريقة التركيب المناسبة					
	تركيب ظاهر خارج الأسقف والحوائط	تركيب غير ظاهر خارج الأسقف والحوائط أسفل الأسقف المستعارة أو التجليد	تركيب مدفون داخل الأسقف والحوائط الخرسانية والمبانى	تركيب مدفون أسفل الأرضيات	تركيب ظاهر فوق سطح الأرض-خارج الحوائط عند احتمال التعرض للصدمات	تركيبات خاصة معرضة للغازات أو للانفجار
١- مواسير جاسئة غير معزولة						
١-١ مواسير صلب مدهونة من الداخل والخارج بيوية الفرن السوداء اللامعة	•	•	•		•	
١-٢ مواسير صلب مجلفنة على الساخن	•	•	•		•	
١-٣ مواسير حديد مطاوع ملحومة طولياً:						
١-٣-٢ معالجة بالدهان بالبيتومين (فى المصنع)				•		
١-٣-٣ معالجة باللف بطبقتين من الخيش المشبع بالبيتومين				•		
١-٣-٤ المغلفة بطبقة من الـ بى.فى.سى.	•			•	•	
١-٤ مواسير حديد مسحوبة Seamless:						
١-٤-١ معالجة بالجلفنة على الساخن				•	•	
١-٤-٢ معالجة بالدهان بالبيتومتين				•	•	
١-٤-٣ معالجة باللف بطبقتين من الخيش المشبع بالبيتومين				•	•	
١-٤-٤ مغلفة بطبقة من الـ بى.فى.سى.	•			•	•	
١-٥ مواسير مصنوعة من سبائك البرونز	•				•	•
١-٦ مواسير مصنوعة من سبائك الألومنيوم	•				•	•
٢- مواسير جاسئة غير معدنية						
٢-١ مصنوعة من الألياف المحقونة بمواد بيتومينية				•		
٢-٢ مصنوعة من مادة الـ بى.فى.سى. السميك	•	•	•	•		
٢-٣ مصنوعة من مادة الـ بى.فى.سى. السمك المتوسط:						
٢-٣-١ نوع (أ) المناسب للمناطق التى تنخفض درجة حرارتها حتى- ٥°م	•	•	•			
٢-٣-٢ نوع (ب المناسب للمناطق التى تنخفض درجة حرارتها حتى- ٢٥°م	•	•	•			
٢-٤ مواسير قابلة للثنى:						
٢-٤-١ المصنوعة من الـ بى.فى.سى.الرفيع السمك أو البلاستيك من النوع المرن العادى (Plain)	•	•	•			
٢-٤-٢ مصنوعة من الـ بى.فى.سى.الرفيع السمك أو البلاستيك من النوع المموج (Corrugated)		•	•			

ملحوظة: المواسيرالبلاستيكية المركبة ظاهرة خارج الأسقف والحوائط يجب أن تكون مقاومة للحريق.

جدول (٦/٤-٤): معاملات المواسير للأطوال القصيرة المستقيمة

القطر الداخلي للماسورة (مم)	المعامل
١٦	٢٩٠
٢٠	٤٦٠
٢٥	٨٠٠
٣٢	١٤٠٠
٣٨	١٩٠٠
٥٠	٣٥٠٠
٦٣	٥٦٠٠

جدول (٦/٤-٥): معاملات الكابلات للأطوال القصيرة المستقيمة

نوع الموصل	مساحه مقطع الموصل ($مم^2$)	المعامل
موصل مصمت	١	٢٢
	١.٥	٢٧
	٢.٥	٣٩
	٣	٤٨
موصل مجدول (Stranded)	١.٥	٣١
	٢.٥	٤٣
	٣	٤٩
	٤	٥٨
	٦	٨٨
	١٠	١٤٦
	١٦	٢٠٢
	٢٥	٣٨٥

جدول (٦/٤-٦): معاملات الكابلات للمسارات الطويلة أو المسارات التى تشتمل على منحنيات

نوع الموصل	مساحه مقطع الموصل (مم^2)	المعامل
مصمت أو مجدول (Stranded)	١	١٦
	١.٥	٢٢
	٢.٥	٣٠
	٣	٣٥
	٤	٤٣
	٦	٥٨
	١٠	١٠٥
	١٦	١٤٥
	٢٥	٢١٧

جدول (٦/٤-٧): معاملات المواسير للأطوال التى تشتمل على كيعان

طول المسار (م)	قطر الماسورة (مم)																			
	مسار مستقيم				كوع واحد				كوعين				ثلاثة أكواع				أربعة أكواع			
	١٦	٢٠	٢٥	٣٢	١٦	٢٠	٢٥	٣٢	١٦	٢٠	٢٥	٣٢	١٦	٢٠	٢٥	٣٢	١٦	٢٠	٢٥	٣٢
١	أنظر الجدول (٩-١)				١٨٨	٣٠٣	٥٤٣	٩٤٧	١٧٧	٢٨٦	٥١٤	٩٠٠	١٥٨	٢٥٦	٤٦٣	٨١٨	١٣٠	٢١٣	٣٨٨	٦٩٢
١.٥					١٨٢	٢٩٤	٥٢٨	٩٢٣	١٦٧	٢٧٠	٤٨٧	٨٥٧	١٤٣	٢٣٣	٤٢٢	٧٥٠	١١١	١٨٢	٣٣٣	٦٠٠
٢					١٧٧	٢٨٦	٥١٤	٩٠٠	١٥٨	٢٥٦	٤٦٣	٨١٨	١٣٠	٢١٣	٣٨٨	٦٩٢	٩٧	١٥٩	٢٩٢	٥٢٩
٢.٥					١٧١	٢٧٨	٥٠٠	٨٧٨	١٥٠	٢٤٤	٤٤٢	٧٨٣	١٢٠	١٩٦	٣٥٨	٦٤٣	٨٦	١٤١	٢٦٠	٤٧٤
٣					١٦٧	٢٧٠	٤٨٧	٨٥٧	١٤٣	٢٣٣	٤٢٢	٧٥٠	١١١	١٨٢	٣٣٣	٦٠٠				
٣.٥	١٧٩	٢٩٠	٥٢١	٩١١	١٦٢	٢٦٣	٤٧٥	٨٣٧	١٣٦	٢٢٢	٤٠٤	٧٢٠	١٠٣	١٦٩	٣١١	٥٦٣				
٤	١٧٧	٢٨٦	٥١٤	٩٠٠	١٥٨	٢٥٦	٤٦٣	٨١٨	١٣٠	٢١٣	٣٨٨	٦٩٢	٩٧	١٥٩	٢٩٢	٥٢٩				
٤.٥	١٧٤	٢٨٢	٥٠٧	٨٨٩	١٥٤	٢٥٠	٤٥٢	٨٠٠	١٢٥	٢٠٤	٣٧٣	٦٦٧	٩١	١٤٩	٢٧٥	٥٠٠				
٥	١٧١	٢٧٨	٥٠٠	٨٧٨	١٥٠	٢٤٤	٤٤٢	٧٨٣	١٢٠	١٩٦	٣٥٨	٦٤٣	٨٦	١٤١	٢٦٠	٤٧٤				
٦	١٦٧	٢٧٠	٤٨٧	٨٥٧	١٤٣	٢٣٣	٤٢٢	٧٥٠	١١١	١٨٢	٣٣٣	٦٠٠								
٧	١٦٢	٢٦٣	٤٧٥	٨٣٧	١٣٦	٢٢٢	٤٠٤	٧٢٠	١٠٣	١٦٩	٣١١	٥٦٣								
٨	١٥٨	٢٥٦	٤٦٣	٨١٨	١٣٠	٢١٣	٣٨٨	٦٩٢	٩٧	١٥٩	٢٩٢	٥٢٩								
٩	١٥٤	٢٥٠	٤٥٢	٨٠٠	١٢٥	٢٠٤	٣٧٣	٧٧٦	٩١	١٤٩	٢٧٥	٥٠٠								
١٠	١٥٠	٢٤٤	٤٤٢	٧٨٣	١٢٠	١٩٦	٣٥٨	٦٤٣	٨٦	١٤١	٢٦٠	٤٤٧								

ملحوظة: بالنسبة للمسارات الأطول يتم عمل صندوق (بواط) شد ويتم حساب الأطوال بين بواطات الشد

جدول (٦/٤-٨): معاملات نظم الصندقة

مقاس المجرى (مم x مم)	مساحة مقطع المجرى (مم٢)	المعامل
٥٠ x ٣٧,٥	١٨٧٥	٧٦٧
٥٠ x ٥٠	٢٥٠٠	١٠٣٧
٢٥ x ٧٥	١٨٧٥	٧٣٨
٧٥ x ٣٧,٥	٢٨٠٠	١١٤٦
٧٥ x ٥٠	٣٧٥٠	١٥٥٥
٧٥ x ٧٥	٥٦٢٥	٢٣٧١
٢٥ x ١٠٠	٢٥٠٠	٩٩٣
٣٧,٥ x ١٠٠	٣٧٥٠	١٥٤٢
٥٠ x ١٠٠	٥٠٠٠	٢٠٩١
٧٥ x ١٠٠	٧٥٠٠	٣١٨٩
١٠٠ x ١٠٠	١٠٠٠٠	٤٢٥٢

جدول (٦/٤-٩): معاملات الكابلات (نظم الصندقة)

نوع الموصلات الكابل	مساحة مقطع الموصل (مم٢)	المعامل
مصمتة	١,٥	٧,١
	٢,٥	١٠,٢
مجدولة (Stranded)	١,٥	٨,١
	٢,٥	١١,٤
	٤	١٥,٢
	٦	٢٢,٩
	١٠	٣٦,٣

٦/٤٨٨

مثال:

إذا كان طول المسار خمسة أمتار ومطلوب تمرير ثلاثة موصلات فيه, مقطع الأول ٤ مم^2 (مصمت), والموصلان الثانى والثالث مقطع كل منهما ١٠ مم^2 (مجدول), فما هو مقطع الماسورة اللازم استخدامها فى الحالات الآتية:

(١) مسار مستقيم (٢) مسار به عدد ثلاثة منحنيات

الحل:

(١) بالرجوع إلى الجدول رقم (٦/٤-٦)، نجد أن مجموع معاملات الأسلاك المعزولة يساوى

٤٣ + ١٠٥ + ١٠٥ = ٢٥٣

وبمراجعة الجدول رقم (٦/٤-٧)، نجد أن قطر الماسورة المناسب هو ٢٠ مم

(٢) فى حالة وجود ٣ منحنيات وبالرجوع للجدول رقم (٦/٤-٧)، نجد أن قطر الماسورة المناسب هو ٢٥ مم

(ث) جلب اختراق المواسير للجدران والأرضيات

(١) جلب اختراق المواسير للجدران Wall sleeves

يجب أن تستعمل جلب من مواسير الحديد الصلب أو البلاستيك الجاسئ أو الزهر فى مستوى سطح الجدار من الجانبين وذلك لمرور المواسير وتكون بالاتساع الكافى لتسمح بالقلفطة (سد الفراغات – Caulking) وبحيث تكون صامدة للمياه وعلى أن تكون عملية القلفطة عند طرفى الجلبة باستعمال الراتنجات أو أى مادة مانعة طبقاً للأصول الفنية.

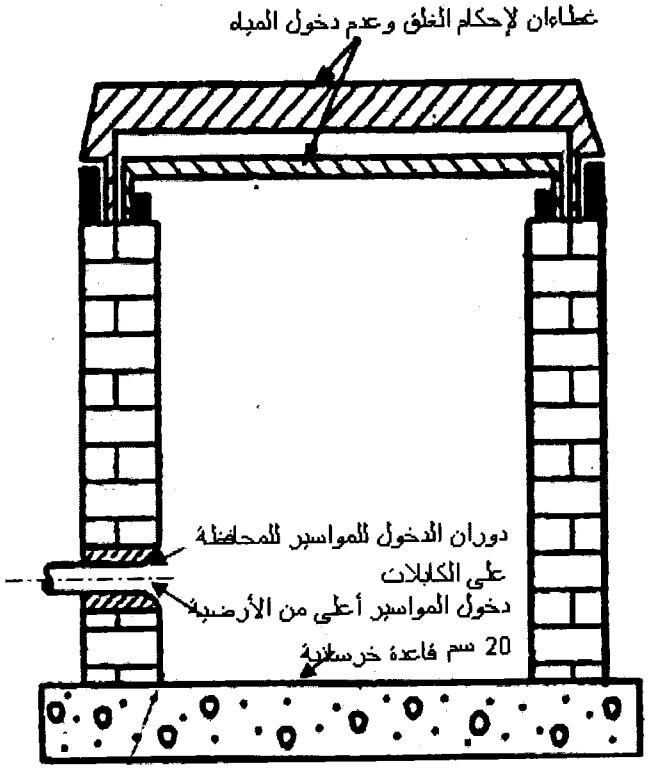
(٢) جلب اختراق المواسير للأرضيات Floor sleeves

يجب أن تمر المواسير المخترقة للأسقف باستخدام جلب من الصلب المجلفن ترتفع ٢٥مم فوق منسوب بلاط الأرضية وتقلفط الجلب بمادة لاصقة مانعة لتسرب المياه.

(ج) غرف التفتيش لمواسير من الفخار أو الأسمنت أو الزهر أو البلاستيك بى.فى.سى سميكة الجدار

- تكون غرف التفتيش بالمقاس المناسب لتيسير عملية سحب الكابلات داخل الماسورة وثنيها بداخل الغرف، وعلى ألا يقل مقاس الغرفة عن ٦٠ × ٦٠× ٦٠ سم أو بمقاس مناسب لعدد الكابلات.
- تبنى غرف التفتيش على أرضية ثابتة لمنع احتمال أى هبوط بها.
- تعمل أرضية غرف التفتيش من دكة خرسانية بسمك لا يقل عن ٢٠ سم، وبحيث تبرز بمقدار ٢٠ سم أفقياً عن كل من الجوانب الخارجية لحوائط الغرفة.

- تبنى حوائط غرف التفتيش من الطوب بسمك طوبة باستخدام مونة الأسمنت والرمل بنسبة ١ : ٣ وتبيض الغرفة من الداخل بمونة الأسمنت والرمل بنفس النسبة.
- يكون غطاء غرفة التفتيش من الخرسانة المسلحة الثقيلة المزودة بحلقات لرفع الغطاء، أو تزود الحواف العليا للغرفة بحلق من الزهر مقاسه الداخلى ٦٠ × ٦٠ سم ومقاسه الخارجى ٧٠ × ٧٠سم. ويكون مزوداً بمجرتين وغطائين من الزهر بوزن حوالى ١٢٥ كيلو جرام لإحكام غلق الغرفة، ويكون الغطاءان مزودين بحلقات للرفع، وعلى أن يتحمل الغطاء ضغطاً رأسياً على الأقل يساوى أقصى ضغط ممكن فى مكان غرفة التفتيش.



شكل (٦/٤-٢): غرفة التفتيش

٦/٤/٦ مجارى التمديدات الكهربائية

تركب المجارى لحماية الأسلاك والكابلات الممددة داخل أو خارج الحوائط أو تحت أعتاب النوافذ أو تحت الأرضيات، وذلك بالإضافة إلى المجارى المصندقة للموصلات والكابلات.

(أ) مجارى الأسلاك

- عند تركيب مجارى الصاج رأسياً داخل أو خارج الحائط، يجب أن يكون غطاء الجزء المخترق للسقف من الصندوق ملحوماً بالمجرى لمسافة ٥٠ سم فوق الأرضية ، ٢٠ سم تحت السقف ويلحم على هذا الجزء شبك ممدد لتثبيت البياض على المجرى.
- يجب أن تكون مجارى الصاج متصلة ببعضها كهربائياً اتصالاً تاماً، وتؤرض بطريقة فعالة، ويفضل تركيب موصل تأريض منفصل داخل المجرى وتوصل به أجزاء المجرى لضمان التأريض.
- لا تستخدم فى التوزيع الأسلاك المعزولة داخل مجارى الكابلات ولكن يمكن استخدام أسلاك مضاعفة العزل فى المجارى الصاج المعلقة.
- لمنع احتمال انتقال الحريق فى مجارى الصاج المركبة رأسياً، يراعى سد فراغات المجارى بعد تركيب الكابلات بمواد تمنع انتقال اللهب والدخان عبرها، وذلك عند كل دور من أدوار المبنى فى الأجزاء التى تخترق فيها المجارى الأسقف كما هو موضح فى الملحق رقم (م٦/٤-١).
- يراعى عند عمل انحناءات أو تفريعات بالمجارى الصاج أن يكون نصف القطر الداخلى للانحناء مناسباً لانحناء الكابلات بداخل المجارى. وفى كل الأحوال لا يجب أن يقل نصف القطر الداخلى لانحناء المجرى عن أربعة أمثال القطر الخارجى لأكبر كابل فى المجرى.
- تركب داخل المجارى الصاج حوامل عازلة أو معدنية مغطاة بمواد عازلة لحمل الكابلات وتنظيم أوضاعها، وفى حالة الاضطرار لمرور كابلات أو أسلاك مضاعفة العزل ذات جهود مختلفة داخل نفس المجرى يجب تقسيم المجرى طولياً بحاجز عازل.
- تصنع مجارى الأسلاك مضاعفة العزل من ألواح الصلب المجلفن ويمكن استخدام هذه المجارى لتركيب الكابلات أو الأسلاك مضاعفة العزل بداخلها بدلاً من مجموعة المواسير الصلب لإمكان تركيب كابلات إضافية بها مستقبلاً، فضلاً عن انخفاض تكاليف هذه المجارى عن المواسير المناظرة. وتركب المجارى الصاج داخل أو خارج الجدران، كما يمكن تركيبها أيضاً معلقة تحت الأسقف ويراعى الالتزام بالاشتراطات التالية:

(١) تكون المجارى مطابقة للمواصفات القياسية المصرية الخاصة بها والمواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC).

(٢) يكون الحد الأدنى لقدرة المجرى على التحمل على النحو التالى:

عرض المجرى (مم)	الحد الأدنى لقدرة المجرى على التحمل (كجم/م. طولى)
١٠٠	٧٠
١٥٠	٩٠
٢٠٠	١١٠

وتثبت المجارى عند التركيب على مسافات منتظمة كل ١.٥ متر على الأكثر.

(ب) **مجارى التمديدات المركبة تحت أعتاب النوافذ**

تصنع المجارى الخاصة بالتمديدات الكهربائية تحت أعتاب النوافذ من البلاستيك بى.فى.سى. وتزود بغطاء زخرفى وحاجز عازل مستمر يفصل بين كل من تمديدات القوى وتمديدات الإتصالات الكهربية، كما يجب تجهيزها بكل ما يلزم لحمل الأدوات (مفتاح أو بريزة) ولتركيب صناديق المخارج عليها مباشرة وتكون هذه المجارى مطابقة للمواصفات القياسية المصرية والمواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC).

(ت) **المجارى الأرضية Floor ducting**

- تصنع هذه المجارى من ألواح الصلب الملحومة وتكون مجهزة بفتحات مناسبة على مسافات تتراوح بين (٦٠٠ -١٠٠٠) مم لتركيب صناديق المخارج الخاصة بها من النوع ذى الغطاء المحكم المانع لتسرب الرطوبة إلى هذه المجارى. وتزود المجارى بحاجز عازل طولياً للفصل بين تمديدات القوى وتمديدات الاتصالات. ويجب تثبيت المجارى فى مكانها على حوامل من النوع القابل للضبط وتوضع على مسافات لا تزيد عن ١٥٠٠ مم، وذلك لإمكان المحافظة على المنسوب الصحيح والاستقامة التامة لهذه المجارى ويغطى الجانب العلوى للمجارى الأرضية بأغطية خاصة.
- تركب صناديق الاتصال كلما تطلب الأمر ذلك، على أن تكون هذه الصناديق مزودة بوسائل ضبط لتركيبها فى موقعها الصحيح وضبط سطحها العلوى مع منسوب تشطيب الأرضية.

٧/٤/٦ حوامل (سراير) الكابلات Cable trays

- حوامل الكابلات هى نظام من الرفوف المعدنية الجاسئة المثبتة على الجدران أو المعلقة بالأسقف لحمل الكابلات وتستخدم فى حالة وجود مغذيات كثيرة للتركيبات وكذلك حينما ينتظر أو يتطلب الأمر إجراء تغييرات وتعديلات هامة.
- إن نمطية النظم المنتجة وتوافر المكونات والملحقات لحوامل الكابلات تجعل منها الحل الأكثر ملائمة لتوزيع وحماية شبكات الكابلات مع إمكانية المراقبة الكاملة للأمان.

أنواع حوامل الكابلات

تكون الحوامل من النوع المعدنى أو غير المعدنى المصنع من مادة مناسبة وتتميز بوجود شبكة الفتحات الطولية وانحناء أوتقوية فى أطرافها تعطيها المتانة المطلوبة ويمكن تعليقها بسهولة.

ويمكن استعمال حامل الكابلات من الطراز غير المعدنى المؤخر للحريق فى الأماكن المعرضة للتآكل ومن أهم المواد غير المعدنية المستخدمة فى صناعته "الفيبر جلاس" ويوجد أشكال مختلفة لحوامل الكابلات وهى:

الشكل السُلّمِى Ladder

يكون هذا الشكل مصنوعاً من مقاطع الصلب وعلى شكل رافدتين موصولتين بعوارض. وتخصص نظم سلالم الكابلات للأحمال الثقيلة من الكابلات ذات المقاطع الكبيرة (كتلك المستخدمة فى محطات توليد الكهرباء – مصانع الأسمنت – الصناعات الثقيلة – الصناعات الكيماوية) كما أن الحوامل الرأسية المطلوبة للتوزيع الرأسى للكابلات تعطى الحل الأمثل للأبراج والعمارات العالية والإنشاءات المرتفعة، أنظر الملحق رقم (م٦/٤-١).

(١) الشكل الحوضى المثقب

يكون هذا الشكل من صفائح الصلب المثقب المثنية على طول الرفوف من الجانبين، أنظر الملحق رقم (م٦/٤-١).

(٢) الشكل الحوضى المصمت

وهو مصنوع من صفائح الصلب المثنية على طول الرفوف من الجانبين.

(٣) الشكل الحوضى الجاسئ

وهو مصنوع من مقاطع الصلب بشكل قناة ويكون مثقب أو مصمت الأرضية ويستعمل حيث يتطلب الأمر رفوف قوية ذات جساءة عالية.

اشتراطات عامة:

- تصنع مكونات وملحقات ولوازم تثبيت حوامل الكابلات من مقاطع الصلب أو الألومنيوم أو الصلب الذى لا يصدأ أو الفيبر جلاس مع إمكانية معالجة الأسطح بطبقة إضافية من دهان الإيبوكسى وتكون جميعها مطابقة للمواصفات القياسية المصرية أو ما يناظرها من المواصفات العالمية أوالمواصفة الكهروتقنية الدولية (IEC).
- تهذب الأطراف المقطوعة بحيث تصبح مستوية وخالية من التشوهات والنتوءات والعيوب وتكون حوامل الكابلات ذات حواف خاصة بحماية الكابلات. وتجمع الأجزاء بكل دقة وإتقان وحسب الأصول من قبل فنيين مهرة.
- تكون الرفوف من الداخل خالية من الحواف الحادة أو النتوءات وخلافهما مما قد يضر بالكابلات المثبتة عليها.
- تكون حوامل الكابلات ولوازم التثبيت الخاصة بها معالجة ضد الصدأ إما بالجلفنة أو بطلائها بدهان تأسيس.
- يجب تأريض حوامل الكابلات تماماً مثل المواسير والهياكل المعدنية الحاملة للموصلات.
- تمدد الكابلات على الحوامل بحيث لا تشكل أكثر من طبقة واحدة وتثبت عليها بواسطة مرابط خاصة.
- لا تزيد نسبة مساحة مقاطع الكابلات إلى مساحة مقطع الحامل (معامل الحيز) عن ٥٠٪ ، على أن تقل هذه النسبة كلما زاد طول الحامل أو احتوى مسارها على انحناء.
- لا تقل المسافة بين كل كابلين متجاورين على أى حامل عن القطر الخارجى لأكبرهما فى حالة الكابلات ثنائية الموصلات، ولا تقل هذه المسافة عن ضعف القطر الخارجى لأكبرهما فى حالة الكابلات ثلاثية أو رباعية الموصلات. والمحافظة على هذه المسافات الفاصلة ضرورى لتحميل الكابلات بكامل سعتها لحمل التيار بينما إذا تقاربت الكابلات على المجرى الحامل لها فإنه يجب تطبيق معاملات التجميع (Grouping factors).

القياسات:

يكون سمك المقاطع ومقاسات حوامل الكابلات كما يرد فى رسومات المشروع وفى المواصفات الخاصة بها.

التثبيت والتعليق:

- يتم تثبيت الحوامل على مسافات منتظمة كل ١.٥متراً على الأكثر ويراعى أن تكون الأكواع والتفريعات الخاصة بالحوامل من إنتاج نفس الشركة الصانعة.

- فى حالة استخدام الحوامل ذات الشرائح المعدنية المستعرضة (Cable ladders)، يراعى ألا تزيد المسافة بين كل شريحتين متتاليتين عن ٣٠ سم. وفى جميع الأحوال يكون الحد الأدنى لقدرة حامل الكابلات على النحو التالى:

عرض الحامل (مم)	الحد الأدنى لقدرة الحامل (كجم/م. طولى)
٢٠٠	١٥٠
٣٠٠	١٧٥
٤٠٠	٢٠٠
٥٠٠	٢٢٠
٦٠٠	٢٤٠

٦/٤/٨ المجارى المصندقة للموصلات أو الكابلات Cable trunking system

- يجب أن تصنع هذه المجارى طبقا للمواصفات القياسية المصرية و/أو المواصفة الكهروتقنية الدولية (IEC) وتصنع من الصلب المجلفن، الألومنيوم، البلاستيك (بى.فى.سى) أو الصلب الذى لا يصدأ (Stainless steel). ويستخدم النوع الأخير من المجارى بصفة خاصة فى المصانع المنتجة للأغذية والمشروبات والأدوية.
- وعند تصنيع وتركيب المجارى المصندقة يجب الالتزام بالآتي:

• المسامير سن صاج المستخدمة لتثبيت أغطيتها يجب أن تكون من النحاس الأصفر أو من الصلب المعالج ضد الصدأ، ويجب ألا تبرز أطرافها داخل المجارى لتجنب إتلاف عزل الأسلاك والكابلات

• إذا وجدت دعامات داخلية لحمل الأسلاك أو الكابلات، فيجب أن تكون مثبتة بشكل جيد ومنتظم بجسم المجرى

يوضح الملحق رقم (م٦/٤-١) أشكال مختلفة لمجارى الكابلات، وتطبيق فعلى لتمرير مجارى حمل الكابلات بين لوحتى توزيع وبين المحول ولوحة التوزيع العمومية.

٦/٤/٩ الصناديق اللازمة للمواسير والمجارى

(أ) صناديق السحب والتوصيل

اشتراطات عامة

- تزود شبكات مواسير ومجارى التمديدات الكهربية، كلما اقتضت الضرورة بصناديق سحب واتصال مناسبة لها، وتركب فى أماكن مناسبة تتيح سحب الأسلاك داخل المواسير والمجارى

وعمل الوصلات اللازمة داخل الصناديق بسهولة، سواء لوصل الأسلاك فى الماسورتين (أو المجرتين) فى جهتى الصندوق أو التفريعات اللازمة لتغذية المعدات الكهربائية ووحدات الإنارة وتكون مقاسات صناديق الاتصال مناسبة لعدد وأقطار المواسير المتصلة بها وكذلك مناسبة لمقاطع الأسلاك وعدد اللحامات التى يتم عملها داخل كل صندوق.

- يجب أن تزود المواسير التى تزيد أطوال مساراتها عن ١٠ أمتار، أو التى يتجاوز عدد انحناءاتها الحد المسموح به (انحناءان) بصناديق سحب فى أماكن سهلة المنال، (وعلى ألا تقل المسافة بين الأكواع وصناديق الاتصال عن نصف متر).
- يجب أن تكون صناديق السحب والاتصال مطابقة للمواصفات القياسية المصرية أو المواصفة الكهروتقنية الدولية (IEC).
- تكون الصناديق مناسبة للتركيب مع شبكة المواسير أو مجارى التمديدات المستعملة، ويراعى أن تزود الصناديق سواء المستعملة فى الأماكن الرطبة مثل الحمامات والمطابخ وغرف المغاسل والغلايات أو المركبة غاطسة فى مستوى الجدران الخارجية أو خارج المبانى بحشو خاص (gasket) لمنع تسرب المياه والرطوبة.
- يحظر تركيب صناديق إتصال بالواجهات الخارجية للمبانى أو الشرفات (الفراندات) غير المسقوفة إلا إذا كانت هذه الصناديق ذات أغطية بدرجة وقاية (IP55) وفى أضيق الحدود.
- يراعى فى فتحات صناديق الاتصال التى لها رقبات مقلوظة أن يكون بها شفة ذات أحرف مثنية لترتكز عليها فوهة الماسورة الصلب وذلك لحماية عزل الكابلات.
- تكون صناديق الاتصال فى أماكن مناسبة تتيح سحب الكابلات داخل المواسير وعمل اللحامات داخل الصناديق بسهولة.

(ب) صناديق التوزيع Distribution boxes and cabinets

تستعمل صناديق التوزيع من النوع الغاطس أو الظاهر الذى يثبت على الجدار فى الحالات التى يتعذر فيها استعمال صناديق السحب أو الاتصال القياسية، ويجب أن يتم ربط نهايات الأسلاك داخل الصناديق باستعمال أطراف توصيل مناسبة، وتزود الكابلات غير المركبة داخل مجارى بجلب زنق كابلات (جلندات) (stress relief cable glands) عند دخولها إلى صندوق التوزيع، ويراعى ضرورة سد فتحات الدخول غير المستعملة بإحكام.

(ت) صناديق المخارج Outlet boxes

يراعى أن تركب صناديق المخارج غاطسة وتكون حوافها الخارجية فى مستوى سطح بياض الجدران أو الأعمدة الخرسانية.

ويراعى عند تركيب مخرجين على جانبى جدار عدم تركيبهما بطريقة الظهر فى الظهر وإنما يجب ترك مسافة أفقية بينهما لا تقل عن ١٥٠ مم لتجنب انتقال الصوت من خلالهما.

(ث) صناديق الأطراف (الروزيتات) Terminal boxes

قد تستخدم صناديق الأطراف المصنوعة من مادة عازلة سواء كانت بلاستيك صناعى خاص أو مواد راتينجية أو بورسلين عازل وتزود بأجزاء التوصيل المعزولة المجهزة لربط الموصلات، وتكون هذه الصناديق بسعات مختلفة تقبل موصلات مصمتة أو مجدولة حسب قطاع الموصلات المستخدمة، ويجب أن تطابق صناديق الأطراف المواصفات المصرية المختصة أو المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60948.

(ج) صناديق الأرضيات Floor boxes

يتم تركيب صناديق الأرضيات فى الأماكن المحددة بالرسومات التنفيذية للتركيبات الكهربائية بعد اعتمادها وتثبت هذه الصناديق ويتم ضبط منسوبها بحيث يتلائم مع منسوب الأرضيات وتزود الصناديق المركبة مع المجارى الأرضية بجلبة محكمة وثابتة (Permanently tight inserted sleeve) تركب عند فتحة الدخول بين المجرى والصندوق لحماية الأسلاك والكابلات أثناء سحبها.

(ح) صناديق وصل (لحام) الكابلات

قد تستخدم صناديق وصل الكابلات من النوع ذو المادة الراتينجية العازلة المصبوبة (type Cast resin) بحيث تكون مناسبة لنوع وقطاعات الكابلات المطلوب لحامها وقادرة على تحمل تيار قصر
الدائرة فى مكان التركيب.
وتكون هذه الصناديق من النوع المقاوم للتأثيرات الجوية والكيميائية ومقاوم لتسرب المياه.
ويقتصر استعمال صناديق الوصل، فى حالة زيادة طول مسار الكابل عن الأطوال القياسية لبكرات الكابلات المستعملة لذلك أو عند إصلاح تلفيات الحوادث وبموافقة المهندس ويتم ذلك تحت إشراف مندوب المهندس.

٦/٥ وحدات الإنارة والمفاتيح والمقابس

٦/٥/١ وحدات الإنارة

١- يجب أن تحقق وحدات الإنارة اشتراطات المواصفة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60598، ويفضل اختيار وحدات الإنارة ذات علامات التصنيف المعتمدة عالميا.
٢- يجب الالتزام بتوصيات الصانع عند اختيار وحدات الإنارة.

٣- يجب أخذ الأثر الحرارى لوحدات الإنارة على الوسط المحيط، كما يجب أخذ النقاط التالية فى الاعتبار:

- كميات الحرارة المنبعثة من المصابيح وملحقاتها
- مقاومة المواد المجاورة لوحدة الإنارة للحريق
- الحد الأدنى للمسافة المسموح بها بين وحدة الإنارة والمواد القابلة للاشتعال الواقعة ضمن حزمة الضوء الموجهة الصادرة عن المصباح.

٤- تعامل وحدات الإنارة المغذاة من نظام ثلاثى الأطوار وخط تعادل، كمعدات تستخدم تيارا ثلاثى الأطوار.

٥- يجب مراعاة تأثير ظاهرة الاستروبوسكوب (Stroboscopic effect) فى الأماكن المضاءة بمصابيح فلورية والتى توجد بها ماكينات دوارة لأنه طبقا لهذه الظاهرة تبدو الماكينات الدوارة وكأنها متوقفة، لذا يجب اختيار المصابيح وأجهزة التشغيل المناسبة وأسلوب التغذية لتفادى هذه الظاهرة.

٦- عند تمرير كابلات أو أسلاك معزولة عبر جسم وحدة الإنارة (Through wiring) فإنه يجب اختيارها على النحو التالى:

(أ) أن تكون مناسبة لدرجة الحرارة المحددة بواسطة المنتج والموضحة على وحدة الإنارة (Temperature marking) وذلك طبقاً للوارد فى المواصفة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60598 أو أى مواصفة قياسية مصرية مناظرة

(ب) أن تكون هذه الكابلات والأسلاك من نوع مقاوم للحرارة (Heat resistant) وذلك طبقاً للمواصفة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60245-3، أو ما يناظرها فى حالة عدم وضع العلامة التى تدل على درجة الحرارة على الوحدة (أى فى حالة غياب هذه المعلومات)

٧- عند استخدام وحدات إنارة قائمة على الأرض بذاتها (Self standing)، فإنه يجب الوقاية من خطر الصدمة الكهربائية المحتمل حدوثه عند لمسها وذلك باستخدام جهد شديد الانخفاض فى تغذيتها أو باستخدام أدوات حماية تفاضلية (Residual current operated protective device) بتيار تشغيل لا يتجاوز ٣٠ ميللى أمبير

٨- عند استخدام مكثف تحسين معامل القدرة بسعة تزيد عن ٠.٥ ميكروفاراد، فإنه يجب أن يكون من نوعٍ مزودٍ بمقاومة لتفريغ شحنته، ويجب أن يتم اختيار هذه المكثفات طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 61048.

٩- عند تركيب وحدة إنارة معلقة (Pendant)، فإنه يجب أن تكون وسائل التثبيت قادرة على تحمل أوزان تصل إلى خمسة أضعاف ٥ مرات وزن وحدة الإنارة المعلقة وبحد أدنى ٢٥ كجم. كما يجب أن تكون الموصلات بين وسيلة التعليق ووحدة الإنارة مركبة بحيث تمنع حدوث أى إجهادات شد أو التواء (Tensile or torsion) فى موصلات التوصيل.

١٠- يجب تمييز دوائر الإنارة المغذاة من شبكات التوزيع العامة عن تلك المغذاة من مصدر الطوارئ بأسلوب يمنع الالتباس فيها أو الخلط بينها نهائياً.

١١- يجب تأريض جميع الأجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار.

١٢- يجب ألا تقل درجة حماية وحدات إنارة حمامات السباحة المثبتة فى جدرانها أسفل أسطح مياهها عن د ح ٦٨ (IP 68).

١٣- يجب ألا تقل درجة حماية غرفة التوصيلات الكهربائية الخاصة بأعمدة إنارة الطرق عن دح ٤٣، ويجب ألا تقل درجة حماية جسم وحدة إنارة الطرق عن دح ٥٥.

١٤- يجب أن تحقق أعمدة الإنارة منخفضة الارتفاع (البولارد) درجة حماية دح (٥٥ - ٦٥) وحسب المكان ومدى تعرضه لرش المياه.

٦/٥/٢ المفاتيح

(أ) مفاتيح الإنارة

١- يجب أن تكون مفاتيح التحكم فى الدوائر الفرعية للإنارة مطابقة للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60669.

٢- يكون جسم المفتاح مصمما بشكل يمنع الملامسة غير المقصودة لأجزائه المكهربة.

٣- يجب تأريض الأجزاء المعدنية المكشوفة غير الحاملة للتيار.

٤- يجب ان تكون المفاتيح المستخدمة فى الدوائر الفرعية سريعة الفصل والتوصيل (Quick make quick break) ذات قطع توصيل مصنوعة من سبائك معدنية مطلية بالفضة داخل قاعدة من مادة عازلة مقاومة للشرارة من النوع (Rocker operated) ذات القواعد نصف الدائرية التى يتحرك عليها عمود التشغيل.

٥- تكون المفاتيح مقننة لقيم الجهد والتيار المحددة لمصدر التغذية، وأن يكون مبيناً على المفاتيح كلاً من التيار والجهد المقنن مع تمييز مسامير وأطراف التوصيل.

٦- تكون المفاتيح مزودة بوسيلة تحريك ميكانيكية صامتة، قادرة على فصل الحمل الكهربائى للمصابيح الفلورية (Inductive load) والمتوهجة (Resistive load) الذى يساوى قدرة كل

المصابيح المركبة فى الدائرة الموصلة على المفتاح، ويكون المفتاح إما أحادى أو ثنائى أو وسط أو دفياتير للتشغيل من اتجاهين حسب طبيعة الاستخدام.

٧- يجب أن تكون القدرة الكلية لوحدات الإنارة الموصلة على أى من الدوائر الفرعية للإنارة فى حدود ما تستطيع أسلاك الدائرة ومفتاح التحكم فيها تحمله.

٨- تكون الأجزاء المعدنية من المفاتيح التى لا تحمل تياراً مصنوعة من مواد حديدية (Ferrous material) معالجة ضد الصدأ.

٩- تكون أجزاء المفتاح المكهربة مثبتة على مادة عازلة من نوع لا يمتص الرطوبة ومقاومة للتليين بالحرارة وغير قابلة للتحلل بالحريق أو الحرارة الزائدة.

١٠- تبنى الأجزاء الميكانيكية التى تقوم بتشغيل المفتاح بحيث تبقى قطع التلامس فى وضع فصل أو وصل جيدين عند التشغيل العادى لهذا المفتاح دون أن يتغير ذلك الوضع عرضياً حتى مع وجود اهتزازات عالية.

١١- تكون المفاتيح متعددة الأقطاب (Multi-Pole switches) مصممة ومبنية بحيث يتم فصل أو وصل أجزاء التلامس بتحريك العضو المشغل للمفتاح حركة واحدة.

١٢- يجب أن تصمم مفاتيح الإنارة بحيث يكون توصيل أسلاك الدائرة الكهربية إليها بالربط وليس باللحام.

١٣- توصل المفاتيح الأحادية إلى موصل الطور (Phase conductor) وليس موصل التعادل.

١٤- قد تتطلب المواصفات الفنية للمشروع أن تكون المفاتيح مزودة بمصباح نيون إرشادى (Neon pilot light).

١٥- مفاتيح الإنارة المقاومة للعوامل الجوية، أى تلك ذات درجة وقاية (IP 55) على الأقل، والتى تركب داخل أو خارج الحائط فى أماكن مثل المطابخ والحمامات والمغاسل وغرف الماكينات يجب أن تكون من نوع سريع الفصل والتوصيل (Rocker type) ويكون جهدها وتيارها المقننين مناسبان لجهد مصدر التغذية وتيار الحمل.

١٦- يجب أن تكون مفاتيح التحكم فى الإنارة عن بعد (Remote control switches) من نوع ذى أزرار انضغاطية، وتكون مطابقة للمفاتيح سريعة القطع والتوصيل من حيث الغطاء وأبعاده وتعمل هذه المفاتيح على تشغيل مرحلات التحكم المركبة فى لوحات تشغيل الإنارة.

١٧- تركب مفاتيح الإنارة فى الاتجاه الحر للباب (At strike side of door) حسب اتجاه الفتح النهائى وعلى ارتفاع ٨٥ أو ١١٠ سم من الأرضية النهائية أو حسبما تقتضيه ظروف المكان.

(ب) مفاتيح أجهزة التكييف وسخانات المياه

يكون تصميم مفاتيح أجهزة التكييف وسخانات المياه مطابقا لتصميم المفاتيح سريعة القطع والوصل وتميز هذه المفاتيح بعبارة "سخان مياه" أو "مكيف هواء".

(ت) مفاتيح التحويل الأتوماتيكية Automatic transfer swiches

تكون مفاتيح التحويل مطابقة لاشتراطات قواطع الدوائر الكهربائية، كما تكون مقننة للتيار المار بها وتكون مزودة بوسائل ترابط ميكانيكية (Interlocked)، ويتم توصيلها بشبكة التغذية الرئيسية بحيث تعمل تلقائيا فى حالة انقطاع التيار الرئيسى وفور تشغيل مصدر التغذية الاحتياطى للطوارئ، وتقوم بتغذية الأحمال على نفس الجهد والتردد المقنن من المصدر الاحتياطى.

٦/٥/٣ المقابس

١- يجب أن تكون المقابس المستعملة فى التمديدات الكهربائية للمبانى لتغذية الأجهزة الكهربائية مطابقة للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60309 ورقم IEC 60889.

٢- يجب أن يحقق المقبس تلامساً قوياً ميكانيكياً وكهربائياً مع أصابع القابس المناسب له.

٣- يجب أن يكون مقاس فتحة قطب الأرضى فى المقبس للدوائر أحادية الأطوار أو ثلاثية الأطوار مختلفاً عن مقاس فتحة طرف التلامس المكهرب وفتحة طرف التلامس للطرف المتعادل ويجب أن تكون الفتحات على شكل مثلث أو بفتحات عدد ٢ غاطسة والأرضى سوستة بالأجناب (Schuko socket).

٤- يجب أن يجهز المقبس بوسيلة بحيث يلامس طرف الأرضى فيه جسم العلبة المعدنية التى يركب بها.

٥- يجب أن تكون المقابس المفردة أو المزدوجة من النوع ذى القطبين والقطب المؤرض.

٦- يجب أن يكون مبيناً أو موضحاً على المقابس كلاً من القيمة المقننة للتيار والجهد بحروف بارزة.

٧- فى حالة تركيب مقابس لتغذية أجهزة ذات جسم معدنى مثل الغسالات والثلاجات والسخانات وما يماثلها، يراعى أن يكون للقابس قطب تأريض إضافى يوفر الوقاية ضد تكهرب الجسم المعدنى.

٨- يراعى أن تكون المقابس المركبة فى الأرضيات من النوع الصامد للمياه وبدرجة وقاية تضمن ألا ينتج عنها خطراً أو تلفاً للعزل عند غسل الأرضيات.

٩- يراعى أن تكون المقابس المركبة خارج المبنى من النوع الصامد للمياه سواء كانت خارج أو داخل الحائط مزودة بغطاء محكم لمنع وصول مياه المطر للأقطاب المكهربة، ويجب النص على أنها تصلح للاستخدام خارج المبنى (Outdoor) وتحدد درجة الحماية حسب ظروف المكان.

اشتراطات تصميمية

١- إذا ما كانت المقابس عرضه للتلف الميكانيكى، فإنه يجب وضعها داخل أغلفة معدنية متينة مؤرضة.

٢- عند استخدام جهود مختلفة أو أنواع مختلفة من التيار، يراعى أن تكون مقابس كل جهد أو نوع مختلفة تماماً عن الأخريات حتى لا يحدث خطأ فى استخدام قوابس أحد الأنواع لنوع آخر.

٣- يراعى عند استعمال عدد من مآخذ القوى بحجرة مساحتها ٥٠ متراً مربعاً أو أقل موزعة على أكثر من دائرة فرعية نهائية، أن تكون جميع هذه الدوائر على نفس طور التيار وذلك لمنع احتمال وجود تيار بجهد ٤٠٠ فولت بين أى سلكين موصلين إلى مأخذين بنفس الحجرة. وفى حالة الحجرات ذات المساحة أكبر من ذلك، إذا اقتضى الأمر ضرورة توزيع المآخذ على دوائر فرعية نهائية تغذى من أطوار مختلفة من مصدر التيار، يراعى تركيب المآخذ بحيث يخدم كل طور من أطوار التيار مساحة مستقلة بالحجرة وذلك لتفادى أن يلمس شخص جهازين يغذى كل منهما من مأخذ على طور يخالف الطور المغذى للجهاز الآخر، وفى هذه الحالة يجب تمييز غطاء كل مأخذ بعلامة طور التغذية (R, S, T).

٤- يراعى عند استخدام مآخذ قوى ذات سعة ١٦أمبير فأكثر أن توصل كل منها مباشرة بدائرة نهائية خاصة بها إلى لوحات المصاهر أو القواطع، وإذا ما كانت هناك ضرورة لتوصيل أكثر من مخرج من هذا النوع على دائرة واحدة فى مكان واحد يستخدم فيه جهاز متنقل واحد يوصل إلى أى من هذه المخارج فلا يجب أن يزيد عدد المخارج المحملة على هذه الدائرة عن أربعة.

٥- يراعى عند تركيب مآخذ قوى على جانبى حائط ألا يركب مأخذين ظهراً لظهر بل يجب أن تترك مسافة أفقية فيما بينهما مقدارها ١٥٠مم على الأقل لتجنب انتقال الصوت من خلالهما.

٦- يجب أن تكون المقابس فى الحمامات أو المطابخ أو ما يماثلها فى أماكن بحيث لا تكون فى متناول الذراع لشخص مبلل بالمياه، ويرجع إلى باب التركيبات فى الأماكن الخاصة من هذا الكود.

٧- يجب مراعاة اختيار درجة الحماية (دح) المناسبة للمقبس فى الأماكن المعرضة للمياه أو الأتربة.

٨- لا يسمح بوجود مقابس فى حيز المغاطس وكبائن الاستحمام.

٩- يكون منسوب تركيب المقابس من (٠.٣ - ٠.٤) م من الأرضية النهائية فى الأماكن السكنية والمكاتب باستثناء المطابخ تكون على منسوب ٠.٩٥ م وفى الحمامات تكون على منسوب حتى ١.٣٥م.

١٠- يحظر تركيب المقابس أفقياً على أسطح ترابيزات المعامل أو ما يشابهها لمنع تراكم الأتربة والرطوبة داخل أجزائها المكهربة مع مراعاة درجة الحماية المطلوبة.

١١- يراعى ألا يزيد عدد مخارج الإنارة أو المآخذ الكهربية التى تستعمل لوحدات الإنارة والتى تحمل على دائرة فرعية نهائية واحدة عن عشرة مخارج.

١٢- يجب مراعاة البنود الخاصة بمقطع موصلات الدوائر الفرعية النهائية لمخارج وحدات الإنارة والمآخذ بهذا الكود.

ويوضح الجدول رقم (٦ /٥-١) أنواع المقابس المستخدمة وبياناتها الفنية.

جدول (٦ /٥-١): أنواع المقابس المستخدمة

م	النوع	العدد	السعة (أمبير)	الجهد (فولت)	عدد الأطراف	الاستخدام
١	مقبس (بريزة) أحادى	١	١٠	٢٥٠	٣ (1Ph + N+E)	أحمال عادية أباجورة – مكنسة – راديو – تليفزيون – إلخ
٢	مقبس (بريزة) أحادى	١	١٦	٢٥٠	٣ (1Ph + N+E)	أحمال قوى كسخان مياه ومكوى وآداة طهى
٣	مقبس (بريزة) مزدوج	٢	١٠	٢٥٠	٣ (1Ph + N+E)	أحمال خدمة عادية تتطلب أكثر من مصدر متجاور كالفيديو و التليفزيون
٤	مقبس (بريزة) ثلاثى	١	١٦، ٢٥، ٥٠، ٦٣، ١٢٥، ٢٥٠	٤٠٠	٥ (3Ph + N+E)	تغذية أحمال قوى لمعدات متنقلة وأحمال قوى لأغراض الصيانة (منشار كهربى، مثقاب متحرك، إلخ...

٦/٥/٤ أغلفة علب مفاتيح الإنارة والمقابس

١- تكون أغلفة العلب مصنوعة من مادة عازلة صلبة غير قابلة للاشتعال ولا تلين عند ارتفاع درجة حرارتها إلى ٨٥° م، ويجب أن تكون غير قابلة للتشوه والانبعاج عند الاستعمال العادى.

٢- يجب ألا تسمح أغلفة العلب امكانية التلامس مع الأجزاء المكهربة.

٣- يمكن أن تزود علبة المفتاح بقنطرة لربط الأرضى أو بمسمار أرضى.

٤- يجب أن تكون الصناديق اللازمة لتركيب المفاتيح أو المقابس خارج المبنى من النوع كامل الإحكام وذات درجة حماية (IP55) على الأقل، ويجب النص على أنها للتركيب خارج المبنى (Outdoor).

٥- يمنع تركيب مفاتيح أو مقابس موصلة على شبكات التوزيع العمومية وأخرى موصلة على تلك الشبكات ومصدر تغذية الطوارئ داخل علبة واحدة، ويكون لكل نظام علبة منفصلة.

٦/٦ تصميم الدوائر الفرعية

١/٦/٦ عـــام

- تشتمل الدوائر الفرعية على التوصيلات الكهربائية من لوحة التوزيع الرئيسية بالمبنى إلى اللوحات الفرعية فى كل دور أو قسم من أقسام المبنى، ومنها إلى اللوحات الفرعية فى كل شقة أو كل من أقسام الدور ومن ثم إلى الدوائر الفرعية النهائية لتغذية الأحمال الفردية.
- يتم توزيع التغذية الكهربائية عادة من اللوحة العمومية بالمبنى إلى المرآب (الجراج) والبدروم والدور الأرضى باستعمال كابلات داخل الحائط أو قضبان نحاسية معزولة وملائمة، فى حين تغذى الأدوار العلوية عن طريق الصواعد وهى كابلات أو قضبان مدمجة ملائمة وتتم التغذية الأفقية فى كل دور إلى الشقق فى المبانى السكنية، أو إلى الأقسام المستقلة فى الدور للمبانى التجارية، حيث يركب فى كل منها لوحة بها عداد استهلاك الطاقة ونبائط التوصيل والوقاية ومنها تخرج الدوائر الفرعية لتغذية أحمال الشقة أو القسم بالدور.
- فى حالة تركيب عدادات استهلاك الطاقة لكل الشقق (أو أقسام المبنى) بأسفله يتم تغذية كل شقة (أو قسم) على حدة بدائرة صاعدة مستقلة من مخرج العداد الخاص بها مباشرة إلى اللوحة الفرعية (أو اللوحات) بالشقة (أو القسم) التى تخرج منها الدوائر الفرعية لتغذية الأحمال الفردية.

٢/٦/٦ خطوات تصميم الدوائر الفرعية

يتم عمل التصميم على خطوات كما يلى:

(أ) حساب أقصى تيار ينتظر مروره فى الدائرة لتغذية أحمالها، مع أخذ تطور الأحمال (إن وجد) فى الاعتبار.

(ب) تحديد معاملات تصحيح سعة حمل موصلات الدائرة للتيار، طبقا لطريقة تركيب موصلات الدائرة ولظروف تشغيلها فى الوسط المحيط بها.

(ت) حساب السعة المطلوبة لحمل التيار فى موصلات الدائرة بعد تصحيحها لتقابل الاشتراطات الواردة فى جداول الشركة المصنعة للكابلات، وبالتالى اختيار مقطع الموصلات وتحديد معاملاتها، مع إمكان زيادة مساحة مقطع الموصلات توفيرا لجزء من الطاقة المفقودة.

(ث) يتم حساب تيار القصر عند مخرج اللوحة التى تغذى الدائرة، وبالتالى يتم حساب تيارى ضبط نبائط الوقاية ضد زيادة الحمل وضد قصر الدائرة، مع مراجعة إمكانية صمود كل من الموصلات ونبيطة الوقاية ضد قصر الدائرة خلال زمن القطع للنبيطة، وفى حالة عدم توافر أى من تلك الإمكانيات, يتحتم على المصمم إما زيادة مساحة مقطع موصلات الدائرة أو

استبدال نبيطة الوقاية بأخرى تكون ذات سرعة قطع أكبر، أو اختيار نبيطة القطع بحيث تكون من النوع الذى يؤدى إلى الحد من تيار القطع (مثل المصاهر).

(ج) حساب هبوط الجهد فى الدائرة عند ذروة الأحمال، ومجموع الهبوط الكلى للجهد من نقطة تغذية المبنى حتى أبعد حمل فى المبنى، مع عمل التعديل فى مقطع موصلات الدائرة، أو الدوائر إن لزم، بغرض الالتزام بالحد الأقصى المسموح به لهبوط الجهد.

٣/٦/٦ حساب التيار التصميمى للدائرة

بعد تحديد الأحمال التصميمية للدائرة، يتم حساب قيمة التيار المقنن للدائرة بالأمبير كما يلى:

(١) بالنسبة للدوائر أحادية الطور

التيار المقنن للدائرة = (القدرة الكلية للأحمال الموصلة إلى الدائرة بالوات) / (الجهد المقنن للطور × معامل القدرة للحمل الكلى)

وتؤخذ قدرة الأحمال الكهربائية الاستاتيكية بالوات (كما فى حالات السخانات ومصابيح الانارة وخلافه) من واقع بطاقات البيانات.

(٢) بالنسبة للدوائر ثلاثية الأطوار

التيار المقنن للحمل ثلاثى الأطوار = (قدرة الحمل بالوات) ÷ ($\sqrt{3}$ × الجهد المقنن للخط × معامل القدرة للحمل)

وعندما يكون الحمل متوازنا تماما على الأطوار الثلاثة, فإن تيار موصل التعادل يكون صفرا

وفى حالة أحمال المحركات القدرة المسحوبة بالمحرك من مصدر التغذية بالوات = (القدرة المقننة للمحرك كما هى مثبتة فى بطاقة البيانات بالوات) / (كفاءة المحرك (η) عند تشغيله بكامل قدرته)

(٣) بالنسبة لمجموعة الأحمال المغذاة من دائرة واحدة فإنه نظرا لأن منحنى الحمل يختلف من حمل إلى آخر، فإن قيمة الحمل الأقصى المغذى من الدائرة لا تساوى المجموع الجبرى لقيم الحمل الأقصى لكل حمل على حدة، بل تكون أقل من ذلك المجموع الجبرى، حيث تساوى ذلك المجموع الجبرى مقسوما على معامل التباين. ويمكن حساب قيمة الحمل الأقصى فى حالة تعدد الأحمال طبقا للوارد فى الجدول رقم (١٢/٢)

وبعد تحديد القيمة القصوى للحمل المغذى من الدائرة، تحسب القيمة القصوى للتيار الذى ينتظر أن يمر فى الدائرة، كما ورد فى البندين ١، ٢ بعاليه.

وفى الحالات التى يتكرر فيها تشغيل الأحمال كلها فى نفس الوقت بحملها المقنن، يجب تصميم الدائرة على أساس المجموع الكلى للقدرات المقننة للأحمال كلها بدون اعتبار معامل تباين

(٤) بالنسبة لمجموعة الأحمال غير المتوازنة على الأطوار الثلاثة وذلك كما فى حالات تغذية بعض الأحمال المتوازنة ثلاثية الأطوار بالإضافة إلى عدد من الأحمال أحادية الطور التى لا يمكن توزيعها بالتساوى على الأطوار الثلاثة فإنه يجب حساب قيمة القدرة غير الفعالة (Q) لكل حمل على حدة بوحدة ك فار (kVAR) باستعمال المعادلة (٦/٦-١)

$$Q(\text{in kVAR}) = P(\text{in kW}) \times \tan\varphi$$
$$= P\sqrt{[1-(power\ factor)^2]}/(power\ factor) \qquad (6/6\text{-}1)$$

أولا: يمكن حساب تيار كل من الأطوار الثلاثة وتيار موصل التعادل عند مصدر التغذية بصفة تقريبية كما يلى:

(أ) نفرض بصفة مبدئية أن جهود الأطوار الثلاثة متوازنة، أى أن القيم العددية لكل منها ٢٣٠ فولت، وأن متجهاتها تتأخر كل عن الآخر بزاوية ١٢٠ درجة

(ب) نحسب مركبتى تيار كل طور كما يلى:

المركبة الفعالة (active component) لتيار الطور "١" (I_{a1}) بالأمبير = ١٠٠٠ × مجموع القدرات الفعالة (P in kW) المغذاة من الطور "١" ÷ ٢٣٠

وتؤخذ هذه المركبة فى نفس إتجاه متجه/جهد الطور "١"

والمركبة غير الفعالة (reactive component) لتيار الطور "١" (I_{r1}) بالأمبير = ١٠٠٠ × مجموع القدرات غير الفعالة (Q in kVAR) المغذاة من الطور "١" ÷ ٢٣٠

وتؤخذ هذه المركبة متأخرة بزاوية ٩٠ درجة عن متجه جهد الطور "١" للأحمال الحثية ومتقدمة بزاوية ٩٠ درجة عن متجه جهد الطور "١" للأحمال السعوية

وتتكرر هذه الحسابات للطورين "٢"، "٣"

(ت) تكون القيمة العددية لتيار الطور "١" = $\sqrt{[(\Sigma I_{a1})^2+(\Sigma I_{r1})^2]}$

وتتكرر هذه الحسابات للطورين "٢"، "٣"

(ث) تحسب المركبة الحقيقية (I_{na}) والمركبة التخيلية (I_{nr}) لتيار موصل التعادل وقيمته العددية (I_n)، أنظر الشكل رقم (٦/٦-١)، من المعادلة (٦/٦-٢) كما يلى:

$$I_{na} = I_{a1} - 0.5\,(I_{a2} + I_{a3}) - 0.866\,(I_{r2} - I_{r3})$$

$$I_{nr} = I_{r1} - 0.5(I_{r2} + I_{r3}) + 0.866(I_{a2} - I_{a3}) \qquad (6/6\text{-}2)$$

$$I_n = \sqrt{[(I_{na})^2 + (I_{nr})^2]}$$

ثانيا: يمكن حساب قيمة تيار كل من الأطوار الثلاثة وتيار موصل التعادل عند نقط تغذية الأحمال المختلفة من دائرة التوزيع، بمعلومية ترتيب تغذية هذه الأحمال من الدائرة وذلك بتكرار الحسابات عاليه فى البند أولا مع اعتبار الأحمال المغذاة بعد كل نقطة فقط، أى الأحمال التى تمر تياراتها فى موصلات الدائرة من المصدر حتى النقطة تحت الاعتبار.

ثالثا: وعندما يكون عدم التوازن على الأطوار الثلاثة ضئيلا، يمكن استعمال طريقة أكثر تقريبا لحساب متوسط تيار الأطوار الثلاثة (وذلك بفرض أن أحمال الأطوار الثلاثة متساوية وتساوى متوسط الأحمال الفعلية على الأطوار الثلاثة)، أى أن القيمة المتوسطة للقدرة الفعالة لكل طور يمكن حسابها من المعادلة (٦/٦-٣).

$$P_{av} = (P_1 + P_2 + P_3) \div 3 \qquad \text{kW} \qquad (6/6\text{-}3)$$

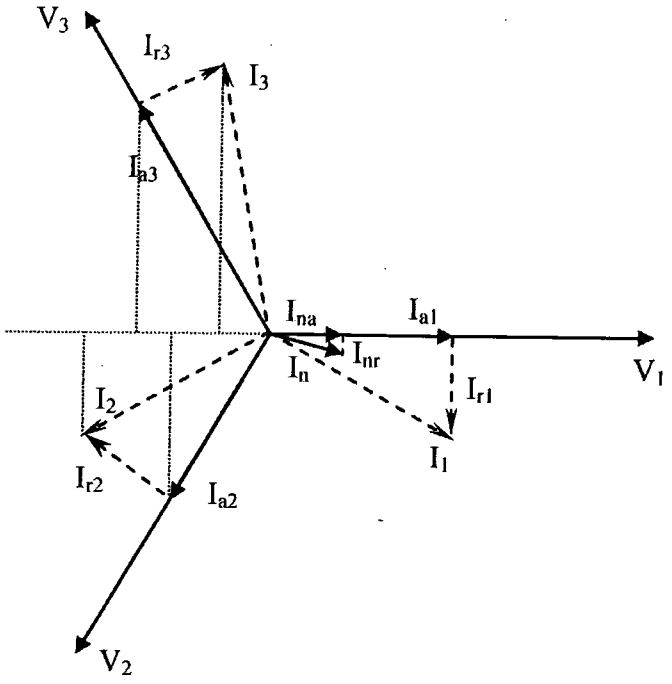
القيمة المتوسطة للقدرة غير الفعالة لكل طور يمكن حسابها من المعادلة (٦/٦-٤)

$$Q_{av} = (Q_1 + Q_2 + Q_3) \div 3 \qquad \text{kVAR} \qquad (6/6\text{-}4)$$

وتكون القيمة العددية المتوسطة لتيار الطور كما فى المعادلة (٦/٦-٥)

$$I_{av} = 1000 \times \sqrt{[(P_{av})^2 + (Q_{av})^2} \div 230 \qquad \text{A} \qquad (6/6\text{-}5)$$

ويمكن فى هذه الطريقة التقريبية إهمال تيار موصل التعادل حيث أننا فرضنا أن الأحمال متوازنة.
ويوضح الملحق رقم (م٦/٦) مثال توضيحى لهذه الحسابات.



شكل (٦/٦-١): مركبات تيارات الأطوار الثلاثة ومركبتا تيار موصل التعادل

٤/٦/٦ تحديد معاملات تصحيح سعة حمل موصلات الدائرة للتيار

(١) يرجع فى تحديد معامل تأثير درجة حراره الوسط المحيط (C_a) إلى الجداول أرقام (ع-٤)، (ع-٥) بالملحق (م٦-٣-٢) ت وذلك طبقا لنوع المادة العازلة داخل الكابل.

(٢) يرجع فى تحديد معامل التصحيح نتيجة لتجميع الموصلات والكابلات الحاملة للتيار معا فى حيز واحد مثل المواسير أو مجارى الأسلاك (C_g) إلى الجداول أرقام (ع-١)، (ع-٢)، (ع-٣) بالملحق (م٦-٣-٢) ت.

(٣) معامل التصحيح نتيجة لمرور التيار الزائد بالكامل لمدة طويلة (C_f) نتيجة لبطء نبيطة الوقاية، مثل حالة الوقاية بمصاهر ذات خواص بطيئة منتجة طبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60269-3، ففى هذه الحالة يؤخذ معامل التصحيح = ٠.٧٢٥، علما بأن هذا المعامل فى الحالات الأخرى = ١ .

(٤) عندما يكون من المخطط أن يمر مسار الكابل بالقرب من مصدر حرارى معزول (مثل ماسورة مياة ساخنة) بحيث من المنتظر أن يتلامس الكابل مع المادة العازلة للمصدر الحرارى من جهة واحدة، فيؤخذ معامل التلامس مع المادة العازلة للحرارة (C_i) = ١، فى

حين أنه إذا كان الكابل نفسه محاطا من كل جهه بعزل حرارى لحمايته من المصدر الحرارى القريب فيؤخذ (C_i) = ٠.٥.

٦/٦/٥ حساب السعة المطلوبة لحمل الدائرة للتيار

تقدم شركات صناعة الكابلات جداول لسعة حمل كابلاتها للتيار لكل كابلاتها المصنوعة من النحاس ومن الألومنيوم، ومادة العازل سواء كانت بى فى سى أو بولى إيثيلين أو بولى إيثيلين متشابك، أو مطاط، أو المكسوة بى فى سى، المسلحة أو غير المسلحة، ولكل شكل من قطاع الموصلات فى الكابل، وعدد الموصلات بداخله، وذلك تحت ظروف قياسية من درجة حرارة الوسط المحيط، لكل طريقة من طرق تركيب الكابل.

ولما كانت الظروف القياسية الواردة فى جداول الكابلات قد لا تتفق مع ظروف التشغيل الفعلية فيتم استعمال معاملات التصحيح الكلية لتحديد سعة حمل التيار عند تشغيل الكابل على الظروف القياسية الواردة فى جداول الكابلات، كما يلى:

سعة حمل التيار عند تشغيل الكابل فى الظروف القياسية طبقاً للقيم المدرجة فى جداول الصانع

$$= \frac{\text{أقصى قيمة للتيار المنتظر مروره بالفعل فى كابلات الدائرة}}{\text{أقل قيمة لمعامل التصحيح الكلى لأى من أجزاء الكابل عند أقصى ظروف للتشغيل}}$$

وبالرجوع إلى جداول الكابلات أرقام (م٦-٣-٢) ب حتى(م٦-٣-٢) د يتم اختيار مساحة مقطع الموصلات المناظرة لقيمة التيار المسحوب والتى تسمح بإمرار هذا التيار عند الظروف القياسية المدرجة بالجداول بدون الإخلال بحدود ارتفاع درجة الحرارة، وبالتالى يتم معرفة معاملات الكابل مثل مقاومة الموصلات لكل متر طولى من الكابل، وهبوط الجهد للمتر الطولى ولكل أمبير من التيار المار فى الكابل عند معامل قدرة محدد (غالبا ٠.٨ متأخر) ومنها يمكن حساب ممانعة المتر الطولى من الكابل.

٦/٦/٦ حساب هبوط الجهد فى الدائرة

باستعمال معاملات الكابل المختار، يكون هبوط الجهد للطول الكلى لكابلات الدائرة مساويا لما يلى:

هبوط الجهد فى الدائرة = (هبوط الجهد فى الكابل لكل متر طولى ولكل أمبير من تيار الكابل) × طول الكابل (بالمتر) × التيار المار فى الكابل (بالأمبير)

حيث تؤخذ قيمة هبوط الجهد لكل متر طولى ولكل أمبير من تيار الكابل من الجدول المناسب لطبيعة الكابل، انظر الجداول أرقام (م٦-٣-٢) ب حتى(م٦-٣-٢) د الخاصة بحساب انخفاض الجهد للكابلات.

وبعد حساب هبوط الجهد فى الدائرة، تتم مراجعة الهبوط الكلى فى الجهد من نقطة تغذية المبنى بالكهرباء حتى أبعد حمل فى أعلى دور فى المبنى. ولما كان الهبوط الكلى للجهد عند الحمل يجب ألا يتجاوز ٢.٥ ٪، فيجب (إن لزم) تعديل مقطع موصلات الكابل فى الدائرة موضوع التصميم، وكذا مقاطع موصلات كابلات الدوائر التى تغذى لوحة التوزيع التى تخرج منها الدائرة موضوع التصميم، حتى يمكن الالتزام بالحد المسموح به للهبوط الكلى فى الجهد.

٦/٦/٧ حساب تيارات القصر

يجب حساب تيار القصر الذى ينتظر مروره فى الدائرة، أو جزء منها، وذلك نتيجة لحدوث قصر ثلاثى الأطوار قرب بدايتها عند خروجها من لوحة التوزيع، وذلك بغرض:

(أ) إختيار سعة القطع المناسبة لنبيطة وقاية موصلات هذه الدائرة

(ب) تحديد نوع وسرعة قطع وتيار تشغيل نبيطة الوقاية ضد قصر الدائرة للتنسيق مع امكانية صمود مقطع موصلات الدائرة، أو لتحقيق خاصية الانتقائية (Selectivity) عن بعض الأحمال بدون داعى وتحدد القيمة العددية لتيار القصر ثلاثى الأطوار $I_{s.c}$ من المعادلة (٦/٦-٦):

$$I_{s.c.} = U_s / Z_f = 1.05\ U_n / Z_f \qquad (6/6\text{-}6)$$

حيث:

U_s : جهد الطور عند أطراف مصدر التغذية بالفولت، فى حالة عدم وجود حمل

U_n : جهد الطور عند أطراف مصدر التغذية بالفولت، فى حالة وجود الحمل

Z_f : القيمة العددية للمعاوقة الكلية بالأوم للطور من مصدر التغذية حتى موقع القصر والتى تساوى القيمة العددية للمجموع الجبرى للمعاوقات بداية من معاوقة المصدر ذ الجهد المتوسط ثم محول تغذية الجهد المنخفض، والدائرة الرئيسية لتغذية الجه المنخفض، وقضبان التوزيع وكابلات الدوائر الفرعية ومعدات القطع والتوصيل ف الدائرة الرئيسية والدوائر الفرعية حتى موقع القصر.

وفيما يلى خطوات حساب المعاوقات المختلفة الداخلة فى حساب تيار القصر:

تحديد قيم المعاوقات الداخلة فى حساب تيار القصر

(أ) المعاوقة المكافئة لمصدر التغذية ذى الجهد المتوسط

يمكن عادة إهمال هذه المعاوقة كليا لصغرها، ولكن لزيادة الدقة تستعمل الصيغة التالية فى حساب مركبات هذه المعاوقة بعد تحويلها إلى ناحية الجهد المنخفض:

- عادة تهمل قيمة مركبة المقاومة المكافئة $R_{s\,eq}$ لضآلتها
- تحسب قيمة مركبة الممانعة المكافئة X_{seq} بالملى أوم من المعادلة (٦-٧) التالية:

$$X_{s\,eq} = 3\,u_s^2 / \text{S.C. kVA} = 3\,(1.05 \times 230)^2 / \text{S.C. kVA} \qquad (6/6\text{-}7)$$

حيث S.C. kVA: هى سعة القصر المتماثل ثلاثى الأطوار لمصدر التغذية عند أطراف التغذية على الجهد المتوسط طبقا لما تحدده شركة توزيع الكهرباء المختصة.

تكون قيمة كل من $R_{s\,eq}$، $X_{s\,eq}$ بالميللى أوم وطبقا لسعات القصر الأكثر تداولا كما يلى:

$X_{s\,eq}$, $m\Omega$	$R_{s\,eq}$, $m\Omega$ seq	S.C. MVA
٠.٦٣٣	٠.٠٩٥	٢٥٠
٠.٤٥١٥	٠.٠٦٧٥	٣٥٠
٠.٣١٦	٠.٠٤٧	٥٠٠

ويمكن على وجه التقريب الاستعاضة عن سعة القصر الثلاثى المتماثل لمصدر التغذية بقدرة القواطع الأتوماتيكية ثلاثية الأقطاب على قطع تيارات القصر المتماثلة الناتجة عن حالة قصر متماثلة على الأطراف الابتدائية لمحول التوزيع.

(ب) محول تغذية الجهد المنخفض

تعطى القيمة العددية لمعاوقة المحول عادة على بطاقة بيانات المحول فى صورة النسبة المئوية لهبوط الجهد على المعاوقة عند الحمل الكامل إلى الجهد المقنن ناحية الجهد المنخفض $u_{s.c}$ وتتراوح قيمتها عادة بين ٠.٠٤ للمحولات سعة 630 kVA فأقل و ٠.٠٧ للمحولات سعة 2000 kVA . طبقا للحمل المقنن للمحول، وبالتالى تحسب القيمة العددية للمعاوقة المكافئة للمحول بالملى أوم منسوبة إلى ناحية الجهد المنخفض Z_{eq} كما فى المعادلة (٦/٦-٨):

$$Z_{eq} = 3\frac{u_s^2}{kVA \times 1000}\,u_{s.c} = 3\frac{(1.05 \times 230)^2}{kVA \times 1000}\,u_{s.c} \qquad (6/6\text{-}8)$$

حيث:

kVA: القدرة المقننة للمحول (ك.ف.أ)

ويمكن تقدير قيمة المقاومة المكافئة للمحول بالملى أوم محولة إلى ناحية الجهد المنخفض، من واقع قيمة الفقد فى النحاس وقيمة التيار ناحية الجهد المنخفض عند الحمل الكامل للمحول، كما فى المعادلة (٦/٦-٩):

$$R_{eq} = 1000\, P_{cu} / (3\, I_2^2) \qquad (6/6\text{-}9)$$

حيث:

P_{cu}، I_2: قيمتا الفقد فى النحاس فى المحول بالوات وتيار ناحية الجهد المنخفض بالأمبير، على التوالى، عند الحمل الكامل للمحول

وبعد حساب قيمة المقاومة المكافئة للمحول يمكن استنتاج قيمة ممانعته المكافئة من المعاوقة Z_{eq}، كما فى المعادلة (٦/٦-١٠):

$$X_{eq} = \sqrt{(Z_{eq}^{\,2} - R_{eq}^{\,2})} \qquad (6/6\text{-}10)$$

هذا ويعطى الجدول رقم (٦/٦-١) قيما استرشادية لمركبتى المقاومة والممانعة المكافئتين للمحول بالملى أوم محولتين إلى ناحية الجهد المنخفض. ويمكن استعمال هذه القيم، إذا خلت بطاقة البيانات من قيمة $U_{s.c}$ أو من الفقد فى النحاس.

ويجب ملاحظة أنه فى حالة استخدام عدد (n) من المحولات المتماثلة على التوازى فيجب قسمة معاملات المحول على العدد (n) للحصول على معاملات مجموعة المحولات.

(أ) قواطع الدائرة

فى حالة عدم وجود بيانات من الشركة للصانعة، يمكن إهمال المقاومة المكافئة للقاطع واعتبار الممانعة المكافئة فى حدود ٠.١٥ ملى أوم.

(ب) الكابلات والموصلات

تتميز كابلات الجهد المنخفض بأن مقاومتها أكبر من ممانعتها بحيث تهمل عادة الممانعة مقارنة بالمقاومة فى حالات كابلات الجهد المنخفض ذات الموصلات بمقطع أقل من ٢٥ مم٢، فى حين تؤخذ قيمة الممانعة فى حدود ٠.٠٧ ملى أوم بين موصل الطور وخط التعادل لكل متر طولى من الكابل ثلاثى الأطوار، وفى حدود ٠.١٥ ملى أوم لكل متر طولى من الدائرة أحادية الطور المكونة من كابل ثنائى الموصلات.

وتحسب قيمة مقاومة الموصلات R_{eq} بالمللى أوم لكل متر طولى من المعادلة (٦/٦-١١):

$$R_{eq} = \rho / A \qquad (6/6\text{-}11)$$

حيث A هى مساحة مقطع الموصل بالملليمتر المربع ، ρ هى المقاومة النوعية للمادة المصنوع منها الموصل عندما تكون درجة حرارته ٧٠° م وتساوى ٢١ مللى أوم. مم^2 للمتر الطولى من الموصلات النحاسية ، ٣٣ مللى أوم. مم^2 للمتر الطولى من الموصلات الألومنيوم

وفى حالة استعمال عدة موصلات متماثلة على التوازى فى الدائرة، تكون المقاومة المكافئة مساوية لمقاومة الموصل الواحد مقسومة على عدد الموصلات.

جدول (٦/٦-١): القيم المكافئة لمقاومة وممانعة ومعاوقة محولات التوزيع

قدرة المحول (kVA)	هبوط الجهد (u_{sc})	المقاومة (R_{eq}) (m.ohm)	الممانعة (X_{eq}) (m.ohm)	المعاوقة (Z_{eq}) (m.ohm)
٢٥	%٤	١٧٩	١٨٣	٢٥٦
٥٠	%٤	٧٠.٣	١٠٧	١٢٨
١٠٠	%٤	٢٨	٥٧.٥	٦٤
١٦٠	%٤	١٤.٧	٣٧.٥	٤٠
٢٠٠	%٤	١١.٤	٢٩.٩	٣٢
٢٥٠	%٤	٨.٣	٢٤.٢	٢٥.٦
٣١٥	%٤	٦.٢٨	١٩.٣	٢٠.٣
٤٠٠	%٤	٤.٦	١٥.٣	١٦
٥٠٠	%٤	٣.٥٢	١٢.٣	١٢.٨
٦٣٠	%٤	٢.٦٢	٩.٨٢	١٠.١٦
٨٠٠	%٤.٥	٢.٥٥	٨.٦٣	٩
١٠٠٠	%٥	١.٩٤	٧.٧٦	٨
١٢٥٠	%٥	١.٥١	٦.٧٨	٧.٠٤
١٦٠٠	%٦	١.١٣	٥.٨٩	٦
٢٠٠٠	%٧	٠.٩	٥.٥٣	٥.٦

(ج) مجارى قضبان التوزيع المدمجة

تستعمل هذه القضبان المدمجة أحياناً للتوصيل بدلا من الكابلات المتعددة ذات المقطع الكبير (وعلى الأخص فى دائرة التغذية الرئيسية العليا عند الخروج من محول التوزيع)، كما تستعمل أيضا فى صواعد الأدوار العليا فى المبنى وتحسب مقاومة الطور من هذه القضبان للمتر الطولى

باستعمال نفس الصيغة السابقة لمقاومة الموصلات، ويمكن عادة إهمال مقاومة القضبان فيما عدا ذوات المقطع الصغير.
وتؤخذ ممانعة الطور من هذه القضبان مساوية للقيمة ٠.١٥ مللى أوم لكل متر طولى.

(ح) قضبان التوزيع داخل لوحات التوزيع الفرعية

تختلف أطوال هذه القضبان من نقطة تغذية اللوحة إلى نقاط خروج الكابلات المتفرعة من لوحة التوزيع، وعادة يمكن إهمال معاوقة هذه القضبان.

٨/٦/٦ التنسيق بين تيارات القصر ومقطع موصلات الكابلات

- بعد حساب قيمة تيار القصر الذى يمكن أن يتعرض له الكابل بناء على اختيار مقاطع الكابلات المغذية للكابل موضوع الحساب، يجب الرجوع إلى جداول الشركة المصنعة للكابل للتأكد من إمكانية صمود الكابل بمقطعه المختار لسريان تيار القصر للفترة التى يستغرقها تشغيل نبيطة الوقاية ضد القصر، وإلا تحتم إما زيادة مقطع موصلات الكابل حتى يمكنه الصمود أو استبدال نبيطة الوقاية بأخرى تكون أسرع فى الوقاية أو تكون من النوع الذى يحد من قيمة تيار القصر (Current limiting).
- وكمثال لذلك عند اختيار مقطع موصلى كابل الإنارة فى غرفة محول التوزيع فإنه يمكن الاكتفاء بكابل ذى موصلين بمقطع ٢ مم^2 وهو الحد الأدنى المسموح به فى توصيلات دوائر الإنارة، ولكن تيار القصر المعرض له الكابل فى بدايته ناحية المحول قد يصل إلى حوالى ٣٧ ك.أمبير فى حالة المحول سعة ١٠٠٠ ك ف أ (ويتضاعف هذا التيار مع المحول ٢٠٠٠ ك.ف.أ)، ولا يمكن للموصل بمقطع ٢ مم^2 تحمل تيار القصر المذكور طوال فترة القطع العادية لقاطع تشغيل مصباح الإنارة، ولذلك يجب وقاية دائرة إنارة غرفة المحول بواسطة مصهر ذى سعة قطع عالية ويكون كذلك من النوع الذى يحد من تيار القصر (High rupture capacity current limiting fuse).

٧/٦ تصميم أعمال التأريض فى المبانى

١/٧/٦ عام

١- التأريض هو توصيل شبكات الكهرباء المغذية للمبنى و/أو الأجسام المعدنية غير الحامله للتيار للمعدات الكهربائية الموجودة فى المبنى بالأرض. ويهدف التأريض إلى وقاية الأشخاص من التعرض لمخاطر صدمات كهربائية يمكن أن تؤذيهم أو تودى بحياتهم وحماية المعدات الكهربائية الخاصة بشبكات الكهرباء أو بالمستهلكين من التعرض لجهود زائدة يمكن أن تتسبب فى تدميرها.

٢- يوجد نوعان من التأريض، يختص النوع الأول بتوصيل واحد أو أكثر من الموصلات الحاملة للتيار الكهربى والخاصة بشبكات تغذية المبنى بالكهرباء بالأرض، ويسمى "تأريض المنظومة "System earthing or System grounding" وينفذ هذا التوصيل بالأرض فى مكان واحد أو أكثر من شبكة التغذية، ويتوقف ذلك على نوع نظام التغذية المعمول به. وغالبا ما تكون النقطة المستخدمة بشكل أساسى لتأريض شبكات توزيع الكهرباء على الجهد المنخفض هى نقطة التعادل الخاصة بالملفات الثانوية (ملفات الجهد المنخفض) لمحول التوزيع المغذى لشبكة التوزيع الثانوية.

أما النوع الثانى من التأريض، فيختص بتوصيل الأجسام الخارجية المعدنية غير الحاملة للتيار للمعدات التى تعمل بالكهرباء بالأرض، ويسمى "التأريض الوقائى " Protective (or equipment) grounding ". وعلى سبيل المثال لا الحصر، فمن المعدات التى يجب أن تؤرض وقائيا أجسام لوحات توزيع الكهرباء خارج وداخل المبانى، أجسام لوحات الإنارة الداخلية والخارجية، المواسير المعدنية المستخدمة فى تمديدات أسلاك وكابلات الكهرباء، الحوامل المعدنية للكابلات، الأجسام المعدنية لأعمدة الإنارة الخارجية والداخلية، الأجسام المعدنية لوحدات الإنارة الداخلية والخارجية، الأجسام المعدنية لجميع المعدات التى تعمل بالكهرباء, إلخ .. .

٣- يمنع استعمال شبكات الأنابيب المعدنية لشبكات الغازات والسوائل القابلة للاشتعال وشبكات مواسير مياه التدفئة كأقطاب أرضية لأى من الأغراض السابقة.

ملاحظة: هذا الشرط لا يعيق الالتزام بتساوى الجهد للخدمات الأخرى.

٤- إذا استعملت الأغلفة المعدنية للكابلات أو المواسير والمجارى المعدنية كموصلات للتأريض، فيجب التحقق من استمرار اتصال أجزائها ببعضها البعض ميكانيكياً وكهربائياً ومن جودة اتصالها بصناديق السحب والتوصيل بحيث تتحمل الوصلات تياراً لا يقل عما تتحملة المواسير أو المجارى المعدنية مع وقاية الوصلات من التأكل والصدأ.

٥- يجب إتخاذ الإحتياطات المسبقة للحماية من ظاهرة التحليل الكهربائى التى تسبب الضرر للأجزاء المعدنية المجاورة.

٦- يجب اختيار ترتيبات وتركيبات شبكة التأريض بحيث:

- تكون قيمة مقاومة التأريض متوافقة مع متطلبات الحماية والمتطلبات الوظيفية للتركيبات، ومن المفترض أن تكون فعالة بشكل دائم

- تؤمن تمرير تيار العطل الأرضى وتيار التسرب الأرضى بدون أضرار وبخاصة تلك الناتجة عن الإجهادات الحرارية والميكانيكية والكهرميكانيكية
- تكون متينة بشكل كاف، أو مزودة بحماية ميكانيكية إضافية مناسبة لتأثير العوامل الخارجية

ولمزيد من التفاصيل، يمكن الرجوع إلى الكود المصرى لأسس تصميم واشتراطات التنفيذ للتركيبات الكهربائية فى المبانى- الأنظمة الخاصة- مجلد ٤ - التأريض.

٦/٧/٢ شروط عامة

١- تؤرض الأغلفة المعدنية للكابلات الأرضية المسلحة مع ضمان استمرارية الغلاف المعدنى والتسليح عند صناديق وصلات ونهايات تلك الكابلات.

٢- تؤرض الهياكل المعدنية للوحات التوزيع بأنواعها.

٣- تؤرض الهياكل المعدنية للأجزاء الثابتة والمتحركة المركب بها أجهزة كهربائية مثل ماكينات المصاعد والصاعدات والأبواب المعدنية والأوناش وما يشابهها.

٤- تؤرض الأجزاء المعدنية للمحولات الكهربائية (القلب الحديدى والجسم الخارجى) وكذلك إحدى نقاط الملف الثانوى للمحول.

٦/٧/٣ وقاية المنشآت من الصواعق

تعتبر الصواعق من الظواهر الطبيعية وهى تفريغ شحنه كهروستاتيكية متولده فى أجزاء من سحب رعدية وهى تضرب الأرض والمبانى ويقتل بعضها الإنسان والحيوان إما مباشرة أو بإشعالها الحرائق.

ويقدم المجلد الخامس من الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى - الأنظمة الخاصة- الوقاية من الصواعق، المبادئ الكهربائية والحرارية والميكانيكية وتأثيرها ويقدم الإرشادات اللازمة لكيفية تفادى المخاطر الناجمة عن الصواعق ومدى احتياج المبنى إلى الوقاية من الصواعق وكذلك أسس تصميم وشروط تنفيذ نظم الوقاية من الصواعق.

٦/٧/٤ الاستثناء من ضرورة التأريض

يستثنى من ضرورة تأريض الأجسام المعدنية للمعدات الكهربائية تلك التى لا يحتمل تلامسها مع أجزاء مكهربة أو مع أجزاء معدنية مؤرضة. ويكون هذا الاستثناء قاصراً على الحالات التالية:

- الأطوال القصيرة من المواسير الصلب (الأجربة) التى تستخدم فى وقاية الكابلات المغلفة بالمطاط أو البلاستيك السميك والمركبة خارج الحوائط عند اختراقها للأسقف أو الحوائط

- الأطوال القصيرة من الحبال الصلب المستخدمة لتعليق الكابلات المغلفة بالمطاط أو البلاستيك السميك
- صناديق الاتصال المعدنية إذا كانت أسطحها الداخلية عازلة، وإذا كانت الكابلات والأسلاك الممددة أو المتفرعة بداخلها مغلفة بالمطاط أو البلاستيك السميك
- سلاسل تعليق وحدات الإنارة، إذا لم تكن ملامسة لكردون مجدول ويراعى فى هذه الحالة استخدام كابلات مغلفة بالمطاط أو البلاستيك
- وحدات الإنارة المركبة فى أماكن ذات أرضيات معزولة وعلى ارتفاع يتعذر معه ملامستها، على أن تكون بعيدة عن أى أجزاء معدنية مؤرضة

٦/٧/٥ مكونات نظام التأريض

يتكون نظام التأريض من قطب أرضى (Earth electrode) ويسمى أيضا قطب تأريض وموصلات تأريض (Grounding conductors) وقضبان تأريض (Ground buses). ويوضح الشكل رقم (٦/٧- ١) مكونات نظام تأريض مبسط.

(١) قطب الأرضى

-يتكون قطب الأرضى من واحد أو أكثر من الأجسام المعدنية المدفونة فى الأرض والمتصلة ببعضها البعض اتصالا كهربيا جيدا والمزودة بواحد أو أكثر من أطراف التوصيل لإتاحة التوصيل إليها من سطح الأرض. ويستخدم قطب التأريض الوقائى فى استقبال تيار الكهرباء الأرضى من الشبكات أو المعدات المؤرضة ونشره فى الأرض التى يسرى خلالها إلى أن يتم تجميعه وإعادته إلى نظام التغذية مرة أخرى من خلال قطب أو أقطاب تأريض النظام. والمقصود بتيار الكهرباء الأرضى هنا هو كل أو جزء من التيار المساوى لثلاثة أضعاف مركبة التيار الصفرية (Zero-sequence current component) الناتجة عن عدم تماثل التيارات فى الأطوار الثلاثة لمصدر التغذية ثلاثى الأطوار سواء كان عدم التماثل ناتجا عن عدم تساوى تيارات الأحمال العادية على الأطوار الثلاثة أو عن خطأ عبارة عن اتصالٍ طارئ (Accidental) بين واحد أو اثنين من أطوار مصدر التغذية والأرض.

-يمكن استعمال الأنواع التالية من الأقطاب الأرضية:

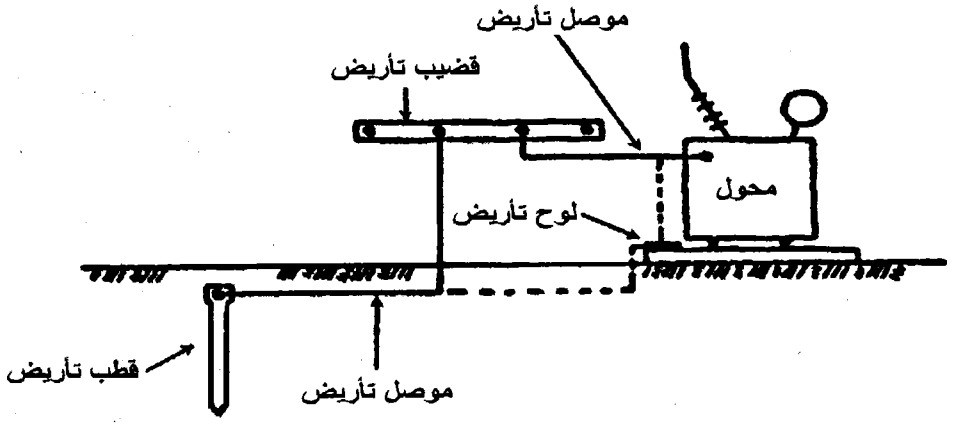
- قضبان أو أنابيب معدنية مدفونة فى باطن الأرض
- شرائح أو أمراس أرضية عارية
- صفائح معدنية أرضية
- الأجزاء المعدنية المطمورة فى الأرض من أساسات المنشآت

• الأنابيب المعدنية

• حديد تسليح القواعد الخرسانية للمنشآت

ملاحظة: يجب إعطاء هياكل الخرسانة مسبقة الإجهاد إهتماماً خاصاً.

ويمكن اختيار واحد أو أكثر من الأقطاب الأرضية الملائمة لشروط التربة ولقيمة المقاومة الأرضية المطلوبة.



شكل (٦/٧- ١): نموذج مبسط لمكونات نظام تأريض

أ- قضبان الأرضى

يمكن أن يكون قطب الأرضى عبارة عن قضيب واحد أو عدة قضبان من أحد المواد الآتية:

• مواسير من الصلب المجلفن السميك بقطر خارجى ٣٨مم

• قضبان اسطوانية مصمتة من الصلب المجلفن بقطر ١٨مم

• قضبان على شكل حرف × من الصلب المجلفن مقاسها ٥٠مم

• قضبان نحاسية أو قضبان صلب مكسوة بطبقة من النحاس. ويكون القطر الخارجى لتلك القضبان حوالى ١٨مم ويتراوح طولها ما بين (١.٥ - ٣) متر، وتزود أطرافها العلوية بلقم مناسبة لربط موصلات التأريض إليها. ويمكن أن تكون تلك الموصلات على شكل:

- شرائح من الصلب بقطاع ٣٠×٣مم
- قضيب اسطوانى مصمت من الحديد المجلفن بقطر حتى ١٠مم
- موصل من النحاس بقطاع ٩٥مم^2

وإذا تطلب الأمر تركيب أكثر من قضيب فى نظام التأريض، فيجب توصيلها معاً على ألا تقل المسافة بين كل قضيبين متجاورين عن ضعف طول القضيب.

ب- صفائح التأريض المعدنية

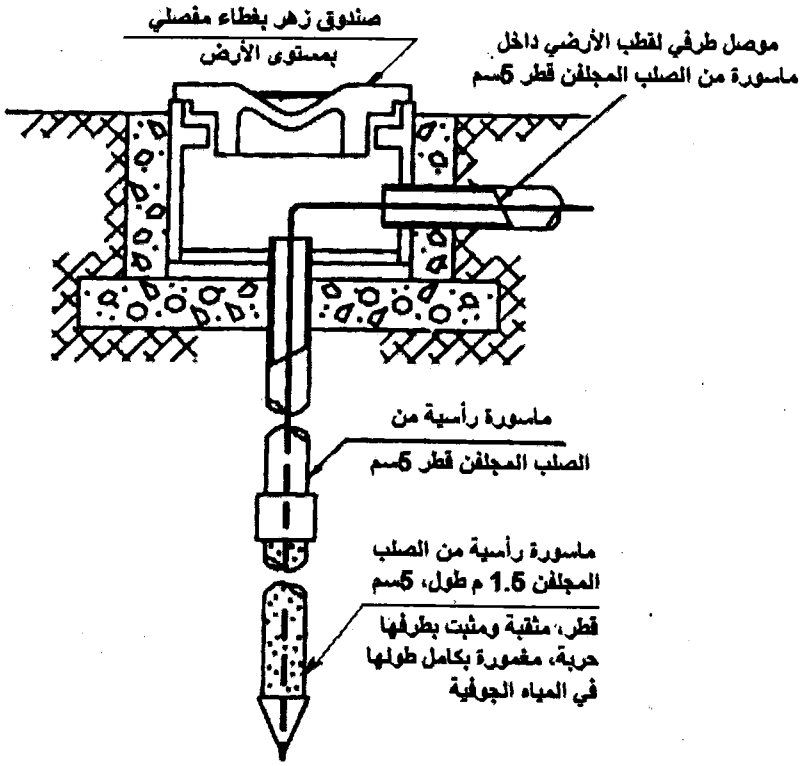
- تصنع صفائح التأريض المعدنية عادة من ألواح من مادة غير قابلة للتآكل، مثل النحاس، بسمك ٥ مم تقريباً وبأبعاد ١٠٠٠ × ٥٠٠ مم (أو بالمساحة التى تعادلها). وتدفن الصفائح بالأرض فى الوضع الرأسى وبحيث يكون طرفها العلوى على عمق ١ متر تحت مستوى سطح الأرض. وإذا تطلب الأمر استعمال أكثر من صفيحة كقطب تأريض، فيجب توصيلها معاً، ويراعى ألا تقل المسافة بين كل صفيحتين متجاورتين عن ثلاثة أمتار. وإذا كانت المقاومة النوعية للتربة عالية نسبيا، فيمكن إحاطة اللوح المعدنى بطبقة ذات سمك مناسب من خليط من مسحوق فحم الكوك والملح بنسبة ١:١. ويمكن استبدال خليط الفحم والملح بمادة الاسمنت الموصل (Conductive cement).
- يجب أن يكون عمق طمر الأقطاب الأرضية بحيث لا يؤدى جفاف التربة المحيطة بها أو تجمدها إلى تجاوز مقاومتها الأرضية القيم المطلوبة.
- يجب أن تتحمل الأقطاب الأرضية والمواد المستعملة، الضرر الميكانيكى الناتج عن التآكل.
- عند تصميم شبكة التأريض، يؤخذ بالاعتبار الزيادة المحتملة للمقاومة الأرضية للأقطاب، والناتجة عن التآكل وعن تغير المقاومة النوعية للتربة مع تغير الظروف المناخية الموسمية.

ت- التأريض باستخدام حراب

إذا كان منسوب المياه الجوفية منخفضاً، يمكن دق ماسورة من الحديد المجلفن قطرها نحو ٥ سم بعد تركيب حربة بطرفها السفلى. ويكون طول هذه الماسورة بحيث يكون عمق طرفها السفلي ٢.٠٠ متر على الأقل تحت منسوب المياه الجوفية فى موقع التركيب. وينتهى الطرف العلوى للماسورة عند سطح الأرض داخل صندوق من الزهر بغطاء مفصلى ويدلى داخل الماسورة موصل نحاس بمقطع مناسب وطوله أكبر من طول الماسورة كى يكون طرفه السفلى مطمورا بالمياه الجوفية، أنظر الشكل رقم (٦/٧-٢). وقد يصب على الطرف السفلى لهذا الموصل ثقل مناسب من الرصاص لتأكيد طمر هذا الطرف فى المياه الجوفية.

(٢) موصلات وقضبان التأريض

- موصلات وقضبان التأريض هى الموصلات والقضبان المستخدمة فى توصيل الشبكات أو المعدات المؤرضة بأقطاب التأريض المخصصة لتوصيلها بالأرض.
- يجب أن تصمم نظم التأريض بحيث توفر الحماية للأشخاص من أى احتمال لتعرضهم لصدمة كهربائية عند ملامستهم لأجسام المعدات الكهربائية المؤرضة وبحيث تمنع تعرض المعدات المستهلكة للكهرباء فى المبانى أو معدات شبكات الكهرباء المغذية لها لتيارات أو جهود تفوق قدرتها على التحمل. ويقتضى ذلك تصميم أقطاب وموصلات وقضبان التأريض بحيث تكون قادرة على القيام بهذه المهمة فى جميع الأحوال، أى تحت ظروف التشغيل العادية للمعدات والشبكات وعند تعرضها لظروف غير عادية متمثلة فى الأخطاء الأرضية وغيرها.



شكل (٦/٧- ٢): التأريض باستخدام حربة

- المقصود بالتصميم هنا هو اختيار المواد والأبعاد الخاصة بمكونات نظام التأريض المناسبة لنظام توزيع الكهرباء المستخدم والمناسبة أيضا لطبيعة التربة التى ستنفذ فيها

أقطاب التأريض، ويدخل ضمن أعمال التصميم أيضا تحديد كيفية توصيل مكونات نظام التأريض ببعضها البعض وبالشبكات والمعدات المؤرضة.

٦/٧/٦ تصميم أقطاب التأريض

- أقطاب التأريض كما ذكر سابقا، هى أجسام معدنية تدفن فى الأرض للاستفادة بجهد الأرض كجهد مرجعى (Reference voltage) للشبكات والمعدات المؤرضة ولنقل التيار الكهربى القادم من الأجسام المؤرضة عبر موصلات التأريض إلى الأرض (أو العكس). إلا أن هذه الأجسام المعدنية، يجب أن تكون متناسبة من حيث أحجامها ومساحة أسطحها مع قيمة التيار المار من خلالها إلى الأرض.

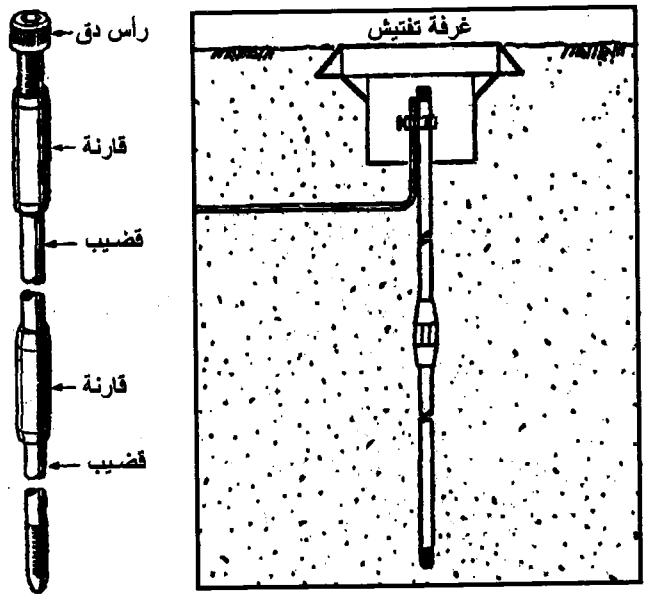
- يجب أن تكون الأقطاب متصلة اتصالا جيدا بالتربة المحيطة بها كى تكون قادرة على نقل التيار المار بها إلى الأرض (أو العكس) دون أن يؤدى ذلك إلى ارتفاع فى درجة حرارة التربة إلى الحد الذى يؤدى إلى جفافها أو إلى ظهور توزيعات خطرة للجهد على سطح الأرض فى المنطقة المحيطة بها.

- يمكن بصفة عامة الاستفادة من الأجسام المعدنية المدفونة فى الأرض والمستخدمة لأغراض أخرى (كمواسير المياه أو حديد تسليح المنشآت أو قضبان الأوناش، إلخ...) واستخدامها كأقطاب تأريض طالما كانت هذه الأجسام على اتصال جيد بالأرض. وإذا ما استخدمت تلك الأجسام كقطب تأريض، فإنه يسمى قطب تأريض طبيعى (Natural earth electrode). وعند وجود عدد من هذه الأجسام المعدنية فى المكان المطلوب لقطب التأريض، فلابد من ربطها ببعضها البعض ربطا كهربائيا جيدا لتقليل المقاومة الكلية لقطب التأريض الذى تكونه. وإذا ما كانت المقاومة الأرضية الكلية لتلك الأجسام أكبر مما يجب لقطب التأريض المطلوب تنفيذه، فإنه يمكن إضافة قطب جديد يوصل معها على التوازى لتحقيق المقاومة المطلوبة ويسمى القطب الإضافى المنفذ خصيصا لأغراض التأريض القطب الاصطناعى (Artificial earth electrode).

- تختلف قيمة المقاومة المطلوبة لأقطاب التأريض من قطب لآخر ومن مواصفة قياسية لأخرى وذلك حسب استخدام كل من هذه الأقطاب. ولهذا الغرض لابد من الرجوع للمواصفات القياسية المعمول بها لمعرفة قيمة المقاومة الأرضية المطلوب من قطب الأرضى الجارى تصميمه أن يحققها. وإذا ما كانت هناك منشآت معدنية مدفونة فى باطن الأرض ومسموح باستخدامها كأقطاب تأريض طبيعية، فيجب (قبل الشروع فى تنفيذ أقطاب تأريض اصطناعية)

قياس المقاومة الأرضية لهذه الأقطاب الطبيعية لتحديد ما إذا كانت هناك حاجة لأقطاب اصطناعية إضافية.

- يوضح المجلد الرابع من الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى، وهو المجلد الخاص بالتأريض، كيفية قياس مقاومة قطب التأريض وإذا اتضح من القياس أن المقاومة الأرضية للأقطاب الطبيعية المتاحة أكبر من القيمة التى تحددها المواصفات لقطب التأريض المطلوب تنفيذه، فإن الأمر يستدعى تصميم وتنفيذ قطب تأريض اصطناعى وربطه كهربيا بالأقطاب الطبيعية المتاحة للوصول بالمقاومة الأرضية الكلية إلى القيمة المطلوبة. ويجب الانتباه هنا إلى أن قيم المقاومة الأرضية التى ينص عليها فى المواصفات القياسية هى الحد الأقصى المسموح به لمقاومة القطب فى أشد أوقات العام جفافا, وإذا ما أجريت القياسات فى ظروف مختلفة فيجب إعادة حساب قيمة المقاومة المقاسة بضربها فى معامل يسمى "معامل الجفاف" ويساوى النسبة بين المقاومة النوعية للتربة فى أشد أوقات العام جفافا وقيمتها وقت قياس المقاومة عند توافر بعض الرطوبة فى التربة.
- تتباين أقطاب التأريض الاصطناعية فى أحجامها وأشكالها ويتوقف ذلك على قيمة المقاومة المطلوب تحقيقها وطبيعة التربة التى سينفذ فيها قطب التأريض. ويعتبر قضيب التأريض الرأسى الموضح فى الشكل رقم (٦/٧- ٣) هو أبسط أشكال أقطاب التأريض. ويستخدم هذا النوع عادة فى الأماكن التى تتميز بتربة ذات مقاومة نوعية منخفضة مثل التربة الطينية أو الملحية الرطبة. ويمكن أن يقتضى الأمر استخدام شبكة تأريض مترامية الأطراف تغطى مساحة تزيد على مئات الأمتار المربعة كما هو موضح فى الشكل رقم (٦/٧- ٤)، وذلك عندما تكون المقاومة النوعية للتربة عالية جدا كما هو الحال بالنسبة للتربة الرملية الجافة أو التربة الصخرية. ويستخدم القطب البسيط الأول فى الأماكن التى لا تحتاج إلى مقاومة أرضية صغيرة، أما النوع الثانى فيستخدم غالبا لتأريض محطات توليد الكهرباء ومحطات المحولات الكبيرة.

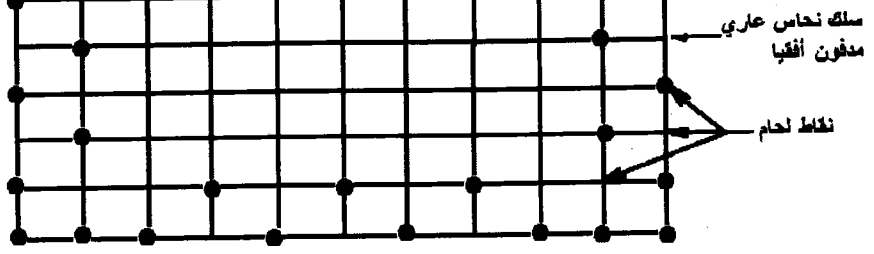


شكل (٦/٧- ٣): قطب تأريض على شكل قضيب رأسى

- يتوقف حجم وشكل ومادة الأجسام المعدنية المكونة لقطب تأريض اصطناعى على عاملين أساسين هما:

• قيمة المقاومة الأرضية المطلوب أن يحققها القطب

• المقاومة النوعية والتركيب الكيماوى للتربة التى ستدفن فيها الأجسام المعدنية المكونة للقطب



شكل (٦/٧- ٤): قطب تأريض على شكل شبكة موصلات أفقية وعدد من القضبان الرأسية

- فيما يتعلق بأسس تصميم أقطاب التأريض، فإن التصميم عادة ما يتم على ضوء أى من المطلبين الآتيين أو على ضوئهما معا:

(أ) ألا تزيد المقاومة الأرضية للقطب عن القيمة التى تحددها المواصفات

(ب) أن يتم التحكم فى توزيع الجهد الكهربى الذى يظهر على سطح الأرض عند مرور التيار الأرضى بقطب التأريض بحيث لا يمثل ذلك التوزيع خطورة على حياة الإنسان

وعادة فإن تحقيق المطلبين معا، وبصفة خاصة المطلب الثانى، يكون أساسيا بالنسبة لنظم التأريض الخاصة بمحطات توليد الكهرباء ومحطات المحولات الكبيرة التى تكون تيارات القصر الأرضية المارة بها كبيرة جدا وهو ما يعتبر خارجا عن نطاق مجال هذا الكود. وبناءً عليه سيقتصر الحديث هنا على تحقيق المطلب الأول فقط إذ أنه كافٍ لتصميم أقطاب التأريض الخاصة بشبكات التوزيع على الجهدين المتوسط والمنخفض. قبل البدء فى أعمال تصميم أى من أقطاب التأريض الخاصة بهذه الأغراض، لابد من قياس المقاومة النوعية للتربة فى المكان الذى سينفذ فيه القطب. وتجرى هذه القياسات بالكيفية الموضحة فى المجلد الرابع من الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى والخاص بالتأريض. ولا تستخدم القيمة المقاسة للمقاومة النوعية بشكل مباشر، ولكن يجب تصحيحها بضربها فى معامل الجفاف الذى سبق الإشارة إليه. ويمكن أن يكون قطب التأريض الاصطناعى مكونا من قطعة معدنية واحدة أو عدة قطع متصلة ببعضها كهربيا. ويوضح الجدول رقم (٦/٧ - ١) عددا من الأشكال للقطع المعدنية الشائعة الاستخدام كأقطاب تأريض.

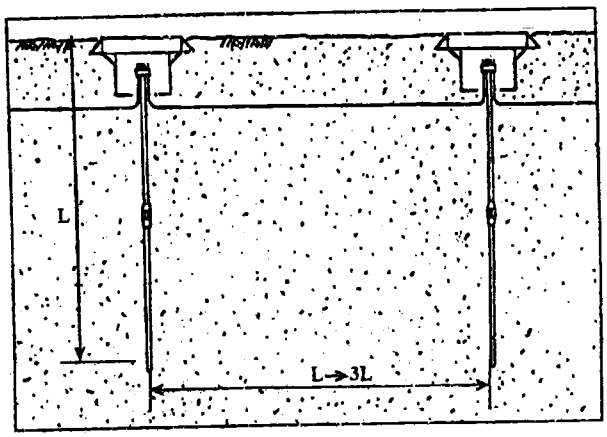
جدول (٦/٧ - ١): عدد من الأشكال السائدة لأقطاب التأريض والمعادلات الرياضية لمقاومتها الأرضية*

	Hemisphere, radius a	$R=\frac{\rho}{2\pi a}$
	One ground rod, length L, radius a	$R=\frac{\rho}{2\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a}-1\right)$
	Two ground rods at spacing s, $s>L$	$R=\frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a}-1\right)+\frac{\rho}{4\pi s}\left(1-\frac{L^2}{3a^2}+\frac{2L^4}{5s^4}\right)$
	Two ground rods at spacing s, $s<L$	$R=\frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a}+\ln\frac{4L}{s}-2+\frac{a}{2L}-\frac{s^2}{16L^2}+\frac{s^4}{512L^4}\cdots\right)$
	Buried horizontal wire, length $2L$, depth $s/2$	$R=\frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a}+\ln\frac{4L}{s}-2+\frac{s}{2L}-\frac{s^2}{16L^2}+\frac{s^4}{512L^4}\right)$
	Right-angle turn wire, length of arm L, depth $s/2$	$R=\frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a}+\ln\frac{2L}{s}-0.2373+D.2146\frac{s}{L}+0.1035\frac{s^2}{L^2}-0.0424\frac{s^4}{L^4}\right)$
	Three-point star, Length of arm L, depth $s/2$	$R=\frac{\rho}{6\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a}+\ln\frac{2L}{s}+1.071-0.209\frac{s}{L}+0.238\frac{s^3}{L^3}-0.054\frac{s^4}{L^4}\right)$
	Four-point star, Length of arm L, depth $s/2$	$R=\frac{\rho}{8\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a}+\ln\frac{2L}{s}+2.912-1.071\frac{s}{L}+0.645\frac{s^3}{L^3}-0.145\frac{s^4}{L^4}\cdots\right)$
	Six-point star, Length of arm L, depth $s/2$	$R=\frac{\rho}{12\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a}+\ln\frac{2L}{s}+6.851-3.128\frac{s}{L}+1.758\frac{s^3}{L^3}-0.490\frac{s^4}{L^4}\cdots\right)$
	Eight-point star, Length of arm L, depth $s/2$	$R=\frac{\rho}{16\pi L}\left(\ln\frac{2L}{a}+\ln\frac{2L}{s}+10.98-5.51\frac{s}{L}+3.26\frac{s^2}{L^2}-1.17\frac{s^4}{L^4}\cdots\right)$
	Ring of wire, Diameter of ring D, diameter of wire d, depth $s/2$	$R=\frac{\rho}{2\pi^2 D}\left(\ln\frac{8D}{d}+\ln\frac{4D}{s}\right)$
	Buried horizontal strip, length $2L$, depth $s/2$, section a by b, $b<a/8$	$R=\frac{\rho}{4\pi L}\left(\ln\frac{4L}{a}+\frac{a^2-\pi ab}{2(a+b)^2}+\ln\frac{4L}{s}-1+\frac{s}{2L}-\frac{s^2}{16L^2}+\frac{s^4}{512L^4}\cdots\right)$
	Buried horizontal round plate, radius a, depth $s/2$	$R=\frac{\rho}{8a}+\frac{\rho}{4\pi s}\left(1-\frac{7}{12}\frac{a^2}{s^2}+\frac{33}{40}\frac{a^4}{s^4}\cdots\right)$

* المقاومة الأرضية للأقطاب الموضحة فى الجدول تقاس بوحدة الأوم
* المقاومة النوعية ρ الواردة فى هذا الجدول تقاس بوحدة الأوم.سنتيمتر
* أبعاد الأقطاب $(L,\ D,\ d,\ a)$ الواردة فى الجدول وعمق دفنها تحت سطح الأرض ومسافاتها البينية (s) تقاس جميعها بوحدة السنتيمتر

كما يشتمل الجدول رقم (٦/٧ - ١) أيضا على الصيغ الرياضية التى تعطى قيمة المقاومة الأرضية لأى من تلك الأقطاب إذا ما تم دفنها فى الأرض حسبما هو موضح قرين كل شكل. وحسبما هو واضح من تلك المعادلات، فإن المقاومة الأرضية لأى من تلك الأقطاب تتوقف بصفة أساسية على المقاومة النوعية للتربة المدفون فيها القطب وعلى أبعاده، ولكنها لا تتوقف على مادة القطب بشكل مباشر بأى حال من الأحوال. ويجدر بنا هنا التنبيه إلى أن هذه المعادلات تفترض أن الأقطاب مدفونة فى تربة متجانسة لا نهائية الأبعاد، وهو ما قد يستدعى استخدامها بحذر إذا ما كانت التربة الفعلية التى سيدفن فيها القطب ليست متجانسة.

- يمكن من الناحية النظرية البحتة، استخدام أى من الأقطاب الواردة فى الجدول، إلا أنه من الناحية العملية فإن كل منها يعتبر أكثر مناسبة لمكان بعينه وتربة بعينها, وعلى سبيل المثال فإن القضبان التى تدق رأسيا فى الأرض تعتبر الأكثر مناسبة من الناحية الاقتصادية والفنية للأماكن التى تتوفر فيها تربة رطبة متوسطة التماسك، كما أنه يعتبر أيضا أنسب الأنواع للاستخدام فى الأماكن التى تتميز بوجود مياه جوفية قليلة العمق, أما القضبان التى تدفن أفقيا فيلجأ لاستخدامها فى الأماكن التى يصعب دق القضبان الرأسية فيها بسبب صلابة التربة. وتستخدم الأقطاب التى على شكل ألواح مربعة أو مستديرة فى الأماكن التى توجد بها تربة ذات مقاومة نوعية مرتفعة ولكنها سهلة الحفر نسبيا وقابلة للمعالجة الكيميائية لتخفيض المقاومة النوعية للطبقات الملاصقة للقطب مباشرة والمجاورة له.
- يجب فى جميع الأحوال اختيار شكل القطب وتحديد أبعاده الممكنة التنفيذ عمليا والمجدية اقتصاديا وبعدها يتم حساب المقاومة الأرضية للقطب ومقارنتها بالقيمة المطلوبة. وإذا ما اتضح أن المقاومة المحسوبة أكبر من القيمة المطلوبة، فيجب اتخاذ واحد أو أكثر من الإجراءات التالية:
  (أ) زيادة أبعاد قطب التأريض، وبصفة أساسية طول القضيب الرأسى
  (ب) زيادة عدد الأقطاب المستخدمة على التوازى، الشكل رقم (٦/٧- ٥).

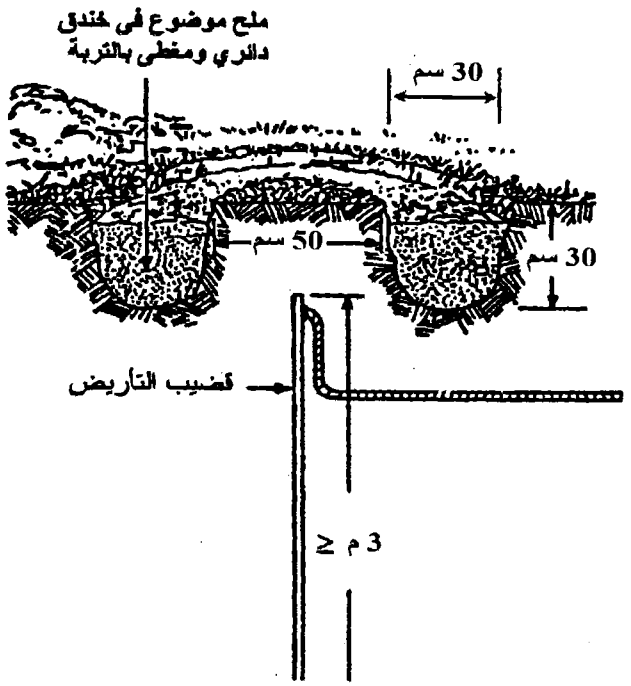


شكل (٦/٧- ٥): قطب تأريض مكون من قضيبين رأسيين متصلين ببعضهما

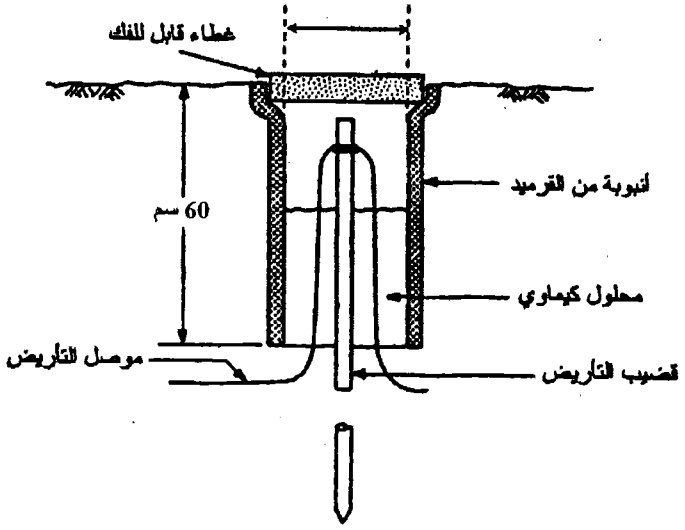
(ت) العمل على تقليل المقاومة النوعية للتربة ويكون ذلك إما بعمل استبدال جزئى لطبقات التربة المجاورة للقطب مباشرة وبسمك معقول بتربة ذات مقاومة نوعية أقل أو بتخفيض المقاومة النوعية للتربة الموجودة بمعالجتها كيماويا أو بتوفير مصدر دائم لترطيبها، الشكلين أرقام (٦/٧- ٦)، (٦/٧- ٧). وعادة لا يفضل اللجوء للحل الثالث لصعوبة استمراريته وخاصة فى الأماكن البعيدة عن العمران وعن مصادر المياه.

وبصفة عامة فإن القرار فى هذا المجال لابد وأن يكون مبنيا على دراسات فنية كافية ودراسات جدوى اقتصادية.

- إذا ما وجد أن الحل الثانى (شبكة تأريض) مجدٍ من الناحيتين الفنية والاقتصادية، فيجب الانتباه إلى تعدد الأقطاب المتصلة على التوازى لا يقلل المقاومة الكلية بالنسبة والتناسب بسبب المقاومة التبادلية بينها (Mutual resistance between electrodes) والتى لا يمكن التقليل من أثرها إلا إذا أبعدت الأقطاب عن بعضها بمسافة كافية مقارنة بأبعادها.
- (يفضل ألا تقل المسافة بين الأقطاب وبعضها البعض عن ثلاثة أضعاف أكبر أبعادها حتى تقل المقاومة التبادلية بين الأقطاب إلى أقل قدر ممكن).



شكل (٦/٧- ٦): معالجة التربة بإضافة ملح كيماوى



شكل (٦/٧- ٧): معالجة التربة بإضافة محلول كيماوى

- لدراسة تأثير أبعاد قطب التأريض على المقاومة الأرضية له، يقدم الجدول رقم (٦/٧ - ٢) مقاومة الأرض حول قطب عبارة عن قضيب اسطوانى رأسى طوله المدفون فى الأرض كما هو موضح فى العمود الأول من الجدول والمقاومة النوعية للتربة ١٠٠ أوم.متر. ويتضمن العمود الثانى من الجدول قيم المقاومة الأرضية للقطب عندما يكون قطره ٢.٥ سم، بينما يتضمن العمود الثالث مقاومة نفس القضيب عند مضاعفة قطره إلى ٥ سم. ومن هذا الجدول، يتضح أن مقاومة القضيب الاسطوانى الرأسى تتوقف بالدرجة الأولى على طوله المدفون فى الأرض، أما قطر القضيب فتأثيره محدود للغاية. ويتضمن الجدول أيضا مقارنة بين أبعاد القضيب الرأسى ونصف قطر القطب نصف الكروى عندما تكون لهما نفس المقاومة. ويبين الشكل رقم (٦/٧- ٨) العلاقة بين طول قضيب رأسى قطره ٢.٥ سم ومقاومة الأرض حوله عندما تكون المقاومة النوعية للتربة ١٠٠ أوم. متر.

٦/٧/٧ مقاس موصلات وقضبان التأريض العارية المصنوعة من النحاس

- نظرا لأن نظام التأريض بصفة عامة (بما فى ذلك موصلات وقضبان التأريض) لا يجب أن يحمل بتيار كهربى إلا عند حدوث قصر فى الشبكات الكهربية أو داخل المعدات المؤرضة من خلاله، فإن مقاس موصلات وقضبان التأريض يتوقف على العوامل الآتية:

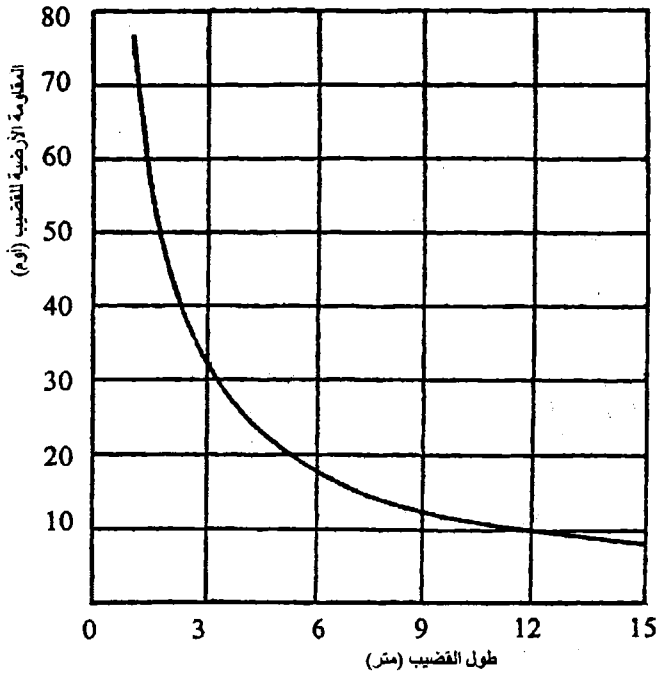
(أ) قيمة تيار القصر المار بالموصلات والقضبان

(ب) المدة الزمنية التى تسمح خلالها أجهزة الوقاية بمرور هذا التيار فى نظام التأريض

(ت) كيفية ربط أجزاء الموصلات بالقضبان وربط أجزاء القضبان ببعضها البعض

جدول (٦/٧ - ٢): المقاومة الأرضية لقضيب تأريض رأسى

طول القضيب (L) (متر)	المقاومة الأرضية للقضيب (R) (أوم)		نصف القطر بالمتر لقطب نصف كروى مكافئ للقضيب من حيث مقاومته الأرضية
	قطر القضيب ٢.٥ سم	قطر القضيب ٥ سم	
١	٧٦	٦٥	٠.٢١
٢	٤٤	٣٨	٠.٣٦
٤	٢٥	٢٢	٠.٦٤
٨	١٣.٧	١٢.٣	١.١٦
١٦	٧.٥	٧	٢.١٢
٣٢	٤	٤	٣.٩٨



شكل (٦/٧- ٨): المقاومة الأرضية لقضيب اسطوانى رأسى قطره ٢.٥ سم فى تربة مقاومتها النوعية ١٠٠ أوم.متر

- عادة ما تعامل أسلاك النحاس العارية المدفونة فى باطن الأرض والمستخدمة لربط مكونات أقطاب التأريض ببعضها البعض أو فى توصيل المعدات الكبيرة إلى نظام التأريض على أنها قضبان تأريض (Ground busses). أما الأسلاك المعزولة التى تستخدم فى توصيل أطراف تأريض المعدات بقضبان التأريض أو بأقطاب التأريض مباشرة، فتسمى موصلات تأريض (Grounding conductors). وبصفة عامة، يجب أن تكون موصلات التأريض المعزولة المستخدمة فى توصيل أطراف تأريض المعدات بقضبان التأريض أو أقطاب التأريض مكونة من قطعة واحدة، (لا يقبل توصيل عدد من قطع الأسلاك المعزولة القصيرة للحصول على سلك تأريض بالطول المطلوب).

- تعطى العلاقة التالية مساحة مقطع موصل التأريض العارى والقادر على تحمل تيار قصر قيمته I أمبير لزمن قدره t ثانية:

$$A = (I/k)\sqrt{t} \qquad \text{mm}^2 \qquad (6/7\text{-}1)$$

حيث k ثابت يتوقف على المادة المصنوع منها القضيب وعلى كيفية ربط أجزائه ببعضها البعض.

- يفترض عادة أن درجة حرارة الجو ٤٠°م وأن زمن سريان تيار القصر لن يزيد عن ٥ ثوانى. وبناءً عليه، فإنه يعوض عن الثابت k فى المعادلة السابقة تحت هذه الظروف بالقيم ١٧٠، ٢١٧، ٢٨٤ عند استخدام طريقة التوصيل باستخدام القمط والمسامير المقلوظة، باللحام بالنحاس الأحمر، التوصيل باللحام الكيماوى الحرارى (Cad welding)على التوالى.

٦/٧/٨ مقاس موصلات التأريض المصنوعة من الأسلاك النحاسية المعزولة بمواد بوليمرية

- تستخدم الأسلاك المعزولة بكلوريد الفينيل (Poly Vinyl Chloride- PVC)، البولى إيثيلين المتشابك (Cross-Linked Polyethylene-XLPE) أو الإيثيلين بروبلين (Ethylene Propylene- EP) كموصلات تأريض. وفى هذه الحالة، فإن درجة الحرارة القصوى التى تستطيع تلك المواد العازلة أن تتحملها تستخدم كمحدد أساسى لتيار القصر المسموح بمروره فى تلك الموصلات. ويمكن حساب قطاع الموصل (A, mm^2) القادر على تحمل تيار قصر مقداره (I, Ampere) لزمن مقداره (t, seconds) من المعادلة (٦/٧-٢):

$$A = \frac{0.017 I^2 t}{\log_{10}\left(\frac{234 + T_m}{234 + T_a}\right)} \qquad mm^2 \qquad (6/7\text{-}2)$$

حيث: T_a هى درجة الحرارة الابتدائية للموصل قبل بدء مرور التيار مقاسة بالدرجات المئوية (وتؤخذ مساوية لدرجة حرارة الوسط المحيط)، T_m هى درجة الحرارة القصوى التى يتحملها عازل الموصل وتساوى ٢٥٠°م لمادة البولى إيثيلين المتشابك, ١٥٠°م لمادتى كلوريد الفينيل والإيثيلين بروبلين.

٦/٧/٩ التيار المقنن لموصلات التأريض

يوضح الجدول رقم (٦/٧ – ٣) التيار المقنن لموصلات التأريض.

ويوضح الجدول رقم (٦/٧ – ٤) الحد الأدنى لمقطع موصلى التعادل والأرضى داخل مواسير أو فى الأسلاك متعددة الأقطاب والكابلات المصنوعة من النحاس.

جدول (٦/٧ – ٣): التيار المقنن وتيار القصر المسموح به لموصلات تأريض مصنعة من مواد مختلفة

مقاس الموصل (مم²)	التيار المقنن (بالأمبير) لموصل تأريض مادته			تيار القصر (بالأمبير) المسموح به لمدة ثانية واحدة في موصل تأريض مادته		
	صلب	ألومنيوم	نحاس	صلب	ألومنيوم	نحاس
١٦	–	–	١٥٠	–	–	٢٥٠٠
٢٥	–	١٦٠	٢٠٠	–	٢٧٠٠	٤٠٠٠
٣٥	–	٢٠٠	٢٨٠	–	٣٧٠٠	٥٥٠٠
٥٠	١٥٠	٢٥٠	٤٨٠	٣٢٠٠	٥٣٠٠	٨٠٠٠
٧٠	١٨٠	٣٢٠	٥٩٠	٤٧٠٠	٧٤٠٠	١١٥٠٠
١٠٠	٢٤٠	٤٣٠	٧٨٠	٦٧٠٠	١٠٥٠٠	١١٦٠٠
٢٠٠	٤٢٠	٧٦٠	١٢٨٠	١٢٥٠٠	٢٠٠٠٠	٢٢٥٠٠

أ- وقاية موصلات التأريض

١- يراعى حماية موصلات التأريض من التلف الميكانيكى والتآكل من الصدأ أو من أى مؤثرات أخرى خاصة.

٢- يكون الاتصال بين أقطاب وموصلات التأريض إما بواسطة اللحام أو بمشابك خاصة من مواد غير حديدية. ويراعى فى تصميم وتركيب المشابك التى توصل الغلاف الرصاص وتسليح الكابل بالمؤرض الرئيسى أن تحقق تأمين التوصيل المطلوب مع عدم الإضرار بالكابل نفسه. وفى جميع الأحوال، يكون الاتصال متينا وفى مكان سهل الوصول إليه للكشف والصيانة.

ب- غرف التفتيش الخاصة بنظام التأريض Earthing service manholes

١- يزود نظام التأريض بغرفة يتصل بها قضيب أو لوح التأريض أو أحد القضبان أو الألواح المكونة لنظام التأريض المتعدد الأقطاب.

٢- يتم إنشاء غرفة التفتيش على هيئة اسطوانة خرسانية قطرها الداخلى ٦٠٠مم وطولها ٦٠٠ مم أو إنشاء غرفة خرسانية بالموقع أبعادها الداخلية ٦٠٠×٦٠٠×٦٠٠مم.

كما يوجد غرف تفتيش سابقة التجهيز صغيرة الحجم وجيدة التشطيب بأبعاد ٣٠٠×٣٠٠×٣٠٠ مم. ويكون سمك جدران غرفة التفتيش حوالى من (١٠٠ - ١٥٠) مم تحت وصلة الربط لقضيب أو لوح الأرضى، وتغطى الغرفة بغطاء من الخرسانة أو الحديد الزهر بسمك مناسب لأحمال الحركة الواقعة عليه وطبقاً لما هو وارد بمستندات المشروع وعلى أن يكون الغطاء مزودا بحلقات رفع أو وسيلة أخرى مماثلة.

جدول (٦/٧ - ٤): الحد الأدنى لمقاطع موصلى التعادل والأرضى

قطاع موصل الطور (مم٢)	قطاع موصلات خط التعادل والأرضى (مم٢)
١.٥	١.٥
٢.٥	٢.٥
٤	٤
٦	٦
١٠	١٠
١٦	١٦
٢٥	١٦
٣٥	١٦
٥٠	٢٥
٧٠	٣٥
٩٥	٥٠
١٢٠	٧٠
١٥٠	٧٠
١٨٥	٩٥
٢٤٠	١٢٠
٣٠٠	١٥٠
٤٠٠	١٨٥

ملحوظة: القطاعات بالجدول محسوبة على أساس أن موصلى التعادل والأرضى من نفس مادة موصلات الأطوار.

٦/٧ /١٠ التأريض فى نظم توزيع الكهرباء على الجهد المنخفض

توضح الرسومات التالية كيفية تأريض نظم توزيع الكهرباء على الجهد المنخفض وتأريض المعدات المغذاة منها.

(أ) التأريض فى نظام التوزيع رباعى الأسلاك من النوع "أت- ش – TNC"

يقدم الشكل رقم (٦/٧- ٩) مخططا لهذا النظام، ومنه يتضح أن تأريض النظام يستخدم فى نفس الوقت كتأريض وقائى للمعدات وأن تأريض النظام يتم من خلال قطب تأريض رئيسى توصل إليه نقطة التعادل الخاصة بالملفات الثانوية لمحول التوزيع المغذى للشبكة ومن خلال

أقطاب تأريض إضافية يتم اختيار الأماكن المناسبة لها فى شبكة التوزيع. وفى هذا النظام، يستخدم الموصل الرابع كخط للتعادل وكموصل للتأريض الوقائى فى نفس الوقت (PEN).

(ب) التأريض في نظام التوزيع خماسي الأسلاك من النوع "أت- ص – TNS"

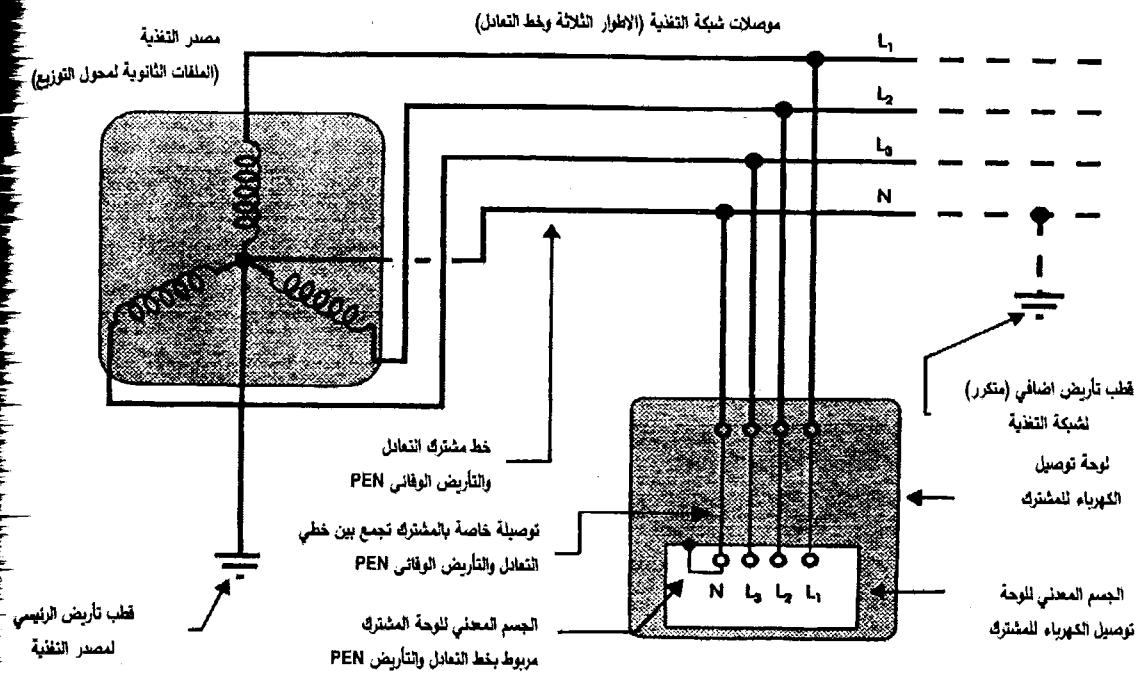
يقدم الشكل رقم (٧/٦- ١٠) مخططا لهذا النظام, ومنه يتضح أنه يوجد قطب تأريض واحد يستخدم لتأريض النظام وللتأريض الوقائى للمعدات فى نفس الوقت. ويوصل هذا القطب إلى نقطة التعادل الخاصة بالملفات الثانوية لمحول التوزيع ومنها يمدد خطان مستقلان مع موصلات الأطوار الثلاثة فى كل تفرعات شبكة التوزيع. ويستخدم الخط الأول كموصل تعادل (N) لشبكة التغذية، أما الثانى فيمدد كموصل تأريض وقائى (PE) توصل إليه الأجسام المعدنية لجميع مكونات الشبكة ولجميع الأحمال المغذاة منها.

(ت) التأريض فى نظام التوزيع رباعى/خماسى الأسلاك من النوع "أت-ش-ص- TNCS"

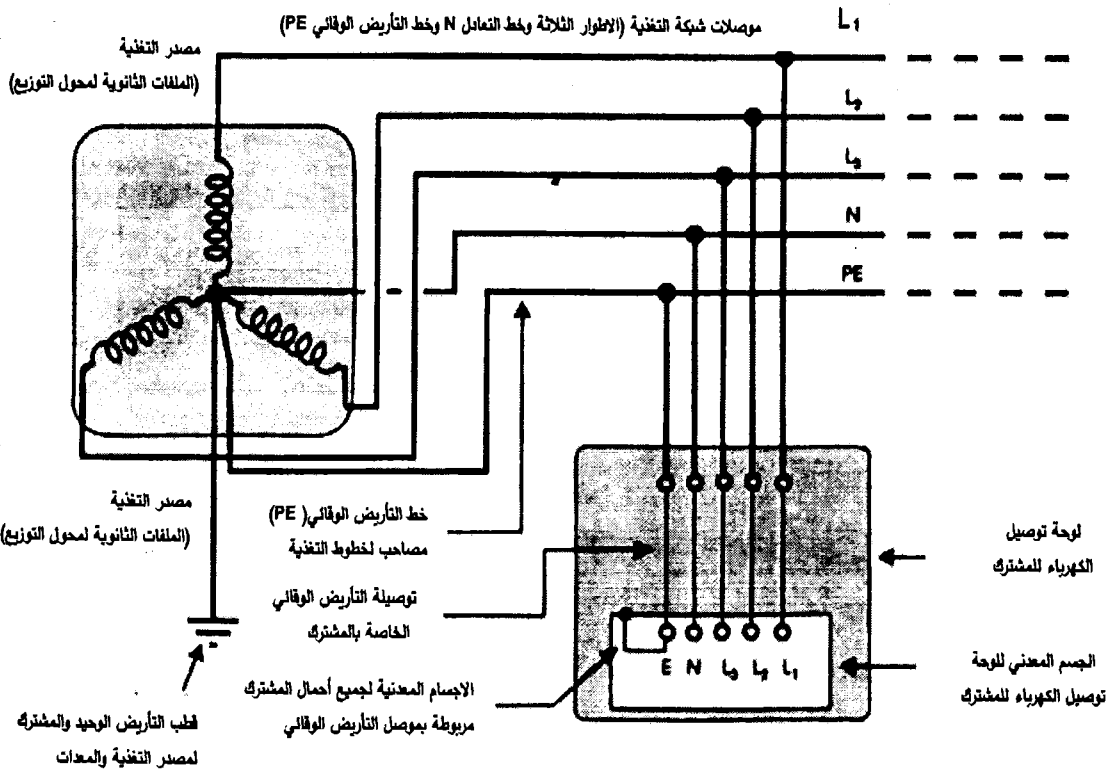
يقدم الشكل رقم (٧/٦- ١١) مخططا لهذا النظام، ومنه يتضح أن هذا النظام يجمع بين النظامين السابقين من حيث أن شبكات التغذية الخارجية تؤرض بنفس الكيفية المستخدمة فى النظام "أت- ص – TNS" وأن شبكات التوزيع الداخلية الخاصة بالمشترك تؤرض بنفس الكيفية المستخدمة فى النظام "أت- ش- ص – TNCS". يوجد قطب تأريض واحد يستخدم لتأريض النظام وللتأريض الوقائى للمعدات فى نفس الوقت. ويوصل هذا القطب إلى نقطة التعادل الخاصة بالملفات الثانوية لمحول التوزيع ومنها يمدد خطان مستقلان مع موصلات الأطوار الثلاثة فى كل تفرعات شبكة التوزيع. ويستخدم الخط الأول كموصل تعادل (N) لشبكة التغذية، أما الثانى فيمدد كموصل تأريض وقائى (PE) توصل إليه الأجسام المعدنية لجميع مكونات الشبكة ولجميع الأحمال المغذاة منها.

(ث) التأريض في نظام التوزيع رباعي الأسلاك من النوع "أأ – TT"

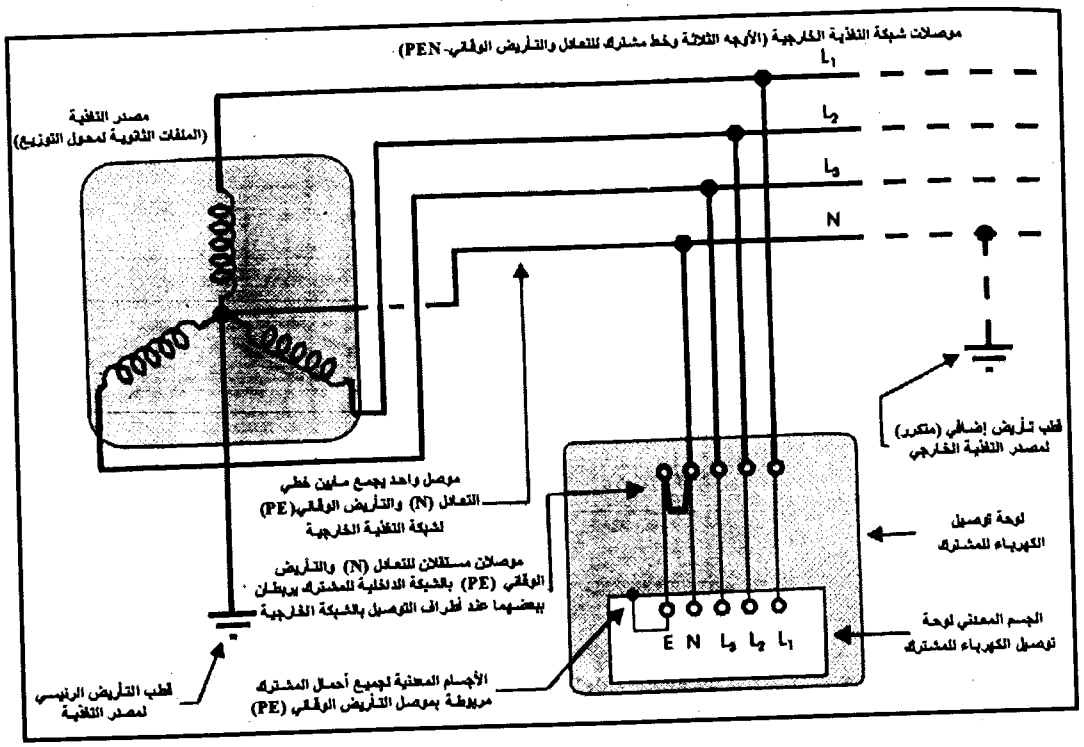
يقدم الشكل رقم (٧/٦- ١٢) مخططا لهذا النظام، ومنه يتضح أن هذا النظام يختلف عن النظم الثلاثة السابقة من حيث أنه يستخدم قطب تأريض واحد لشبكة التغذية الخارجية وأقطاب تأريض مستقلة للتأريض الوقائى بواقع قطب واحد لكل مشترك. وتمدد موصلات التأريض الوقائى لدي المشتركين فقط لربط الأجسام المعدنية لأحمالهم بأقطاب التأريض الوقائية الخاصة بهم.



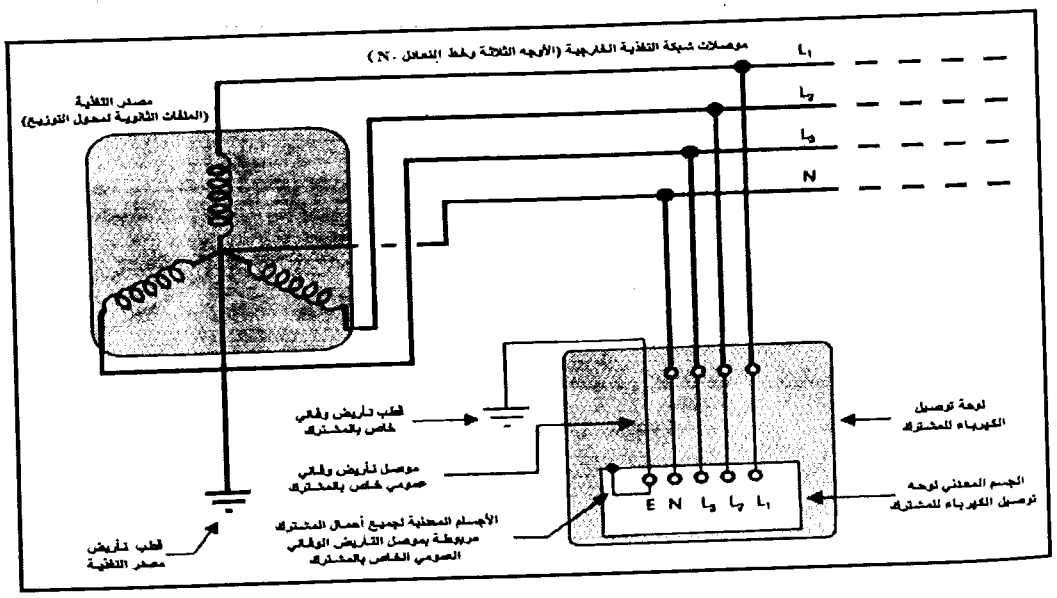
شكل (٦/٧- ٩): التأريض فى نظام التوزيع من النوع "أت- ش – TNC"



شكل (٦/٧- ١٠): التأريض فى نظام التوزيع من النوع "أت- ص – TNS"



شكل (٦/٧- ١١): التأريض فى نظام التوزيع من النوع "أت-ش- ص - TNCS"



شكل (٦/٧- ١٢): التأريض فى نظام التوزيع من النوع "أ - TT"

٦/٧/١١ ترتيبات التأريض من أجل تقنيات معالجة البيانات وتجهيزاتها
Earthling arrangements for information technology installation

يجب أن تفى ترتيبات التأريض من أجل تقنيات معالجة البيانات وتجهيزاتها بمتطلبات المواصفة القياسية المصرية ٢١٩١/٢٠٠٥.

يغطى هذا الجزء التأريض للتجهيزات الخاصة بتقنيات المعلوماتية والمعدات المشابهة التى تتطلب إرتباطات داخلية لأغراض تبادل المعلومات.

يمكن إستعمال هذا الجزء كذلك من أجل المعدات الإلكترونية المعرضة لظاهرة التداخل.

ملاحظة١:

تتضمن معدات تقنية المعلومات جميع أشكال معدات الأعمال الإلكترونية والكهربائية، بالإضافة إلى معدات الاتصالات الكهربائية. وعلى سبيل المثال، فإن المعدات والتجهيزات التى ينطبق عليها هذا القسم هى:

- معدات الاتصالات الكهربائية ومعدات نقل المعلومات ومعالجتها أو التجهيزات التى تستعمل الأرض كمسارٍ للإشارات العائدة (With earth return)، فى التوصيلات الداخلية والتوصيلات الخارجية إلى المبانى
- شبكات تغذية الطاقة ذات التيار المستمر، التى تغذى المعدات الخاصة بتقنية المعلومات ضمن المبانى
- معدات أو تجهيزات خاصة بمقسم فرعى آلى خاص (PABX)
- شبكات المناطق المحلية (LAN)
- منظومات الإنذار عن الحريق والحماية من السرقة
- تجهيزات خدمات المبانى مثل أنظمة التحكم الرقمية المباشرة
- أنظمة الحواسب المستخدمة لأغراض التصنيع أو المساعدة للخدمات الأخرى

ملاحظة٢:

إن تعبير وظيفى (Functional) يعنى أينما ورد استعمال التأريض، ورباط تساوى الجهد فى مجال التوافق الكهرومغناطيسى (EMC).

ملاحظة٣:

لا يأخذ هذا القسم فى الاعتبار التأثير الممكن للصواعق.

التأريض الوظيفى (Functional earthing)

يعنى تأريض أى نقطة من النظام أو من التركيبات أو التجهيزات غير الضرورية لأغراض الحماية من الصدمة الكهربائية.

- موصل التأريض الوظيفى (Functional earthing conductor)
- موصل التأريض المخصص للتأريض الوظيفى
- موصل التأريض الوظيفى والحماية (Functional earthing and protective conductor)
- موصل يجمع وظائف كل من ناقل تأريض الحماية وموصل التأريض الوظيفى
- موصل المجمع للتأريض (Earthing bus conductor)
- موصل (أو قضيب التجميع) الموصل إلى المأخذ الأرضى الرئيسى

متطلبات التأريض لمعدات وتجهيزات التقنية المعلوماتية

بصفة عامة يخضع تأريض تجهيزات تقنيات المعلوماتية أو المعدات المخصصة من أجل الحماية من الصدمة الكهربائية لمتطلبات الأنظمة القياسية الدولية. وقد يتطلب الأمر اتخاذ بعض الإجراءات الإضافية للتأكد من أن المعدات تعمل بشكل مأمون وموثوق.

ويغطى هذا الجزء بشكل خاص الأعمال الآتية:

- الحماية من التآكل الناتج عن التحليل الكهربائى (Electrolytic)
- الحماية من التيارات العالية المستمرة الراجعة عن طريق نواقل التأريض الوظيفى
- الحماية من التيارات العالية المستمرة الراجعة عن طريق موصلات التأريض الوظيفى وموصلات الحماية
- رباط تساوى الجهد، الذى يؤمن توافقاً كهرومغناطيسياً للمعدات المستخدمة

استعمال المأخذ الأرضى الرئيسى

ملاحظة: يمكن بصورة عامة استعمال المأخذ الأرضى الرئيسى للبناء لأغراض التأريض الوظيفى، ويعتبر هذا المأخذ الرئيسى نقطة الاتصال إلى شبكة التأريض بالنسبة للتقنية المعلوماتية.

التداخل بين تجهيزات نظم المعلومات وموصلات الحماية الأرضية مع موصل التعادل (PEN) فى الأبنية التى يتوقع تركيب تجهيزات مهمة تابعة لنظم المعلومات، لابد من الأخذ بالإعتبار إستعمال موصل منفصل للحماية الأرضية (PE) ولخط التعادل (N) بشبكات توزيع الكهرباء بعد نقطة توصيل شبكات توزيع الكهرباء الخاصة بالمبنى بشبكات التوزيع الخارجية، وذلك للحد من إمكانية حدوث تداخل كهرمغناطيسى (EMI) نتيجة لمرور جزء من التيار الخاص بخط التعادل عبر كابلات الإشارة.

١٢/٧/٦ نظام تأريض الأساسات Foundation earthing system

يجب أن يزود المبنى بنظام تأريض للأساسات طبقاً للمتطلبات الآتية:

أ- مادة الموصل الأرضى

تستعمل خوص أو شرائح من الصلب المجلفن قطاع ٣٠ × ٣ مم أو قضبان من الحديد المجلفن قطر ١٠مم كموصل أرضى.

ب- نظام تركيب الموصل الأرضى

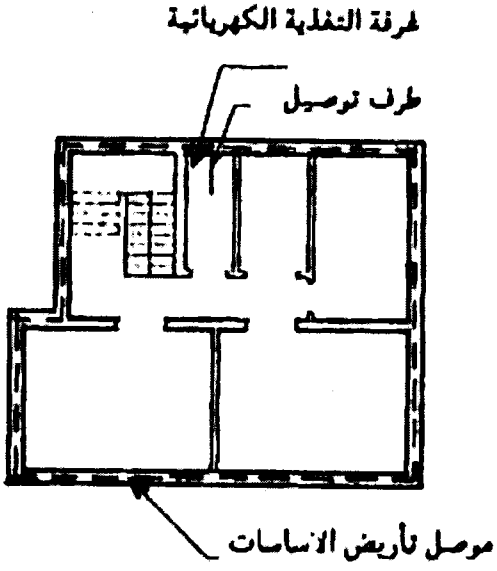
يجب أن يتم ربط الموصل الأرضى على شكل حلقة مغلقة (Closed loop) مع أساسات الجدران الخارجية للمبنى وتحت الطبقة العازلة للرطوبة، على أن يتم عمل وصلات تمدد داخل المبنى تكون خارج الخرسانات (الأشكال أرقام (٦/٧- ١٣) ،(٦/٧- ١٤)).

أطراف التوصيل

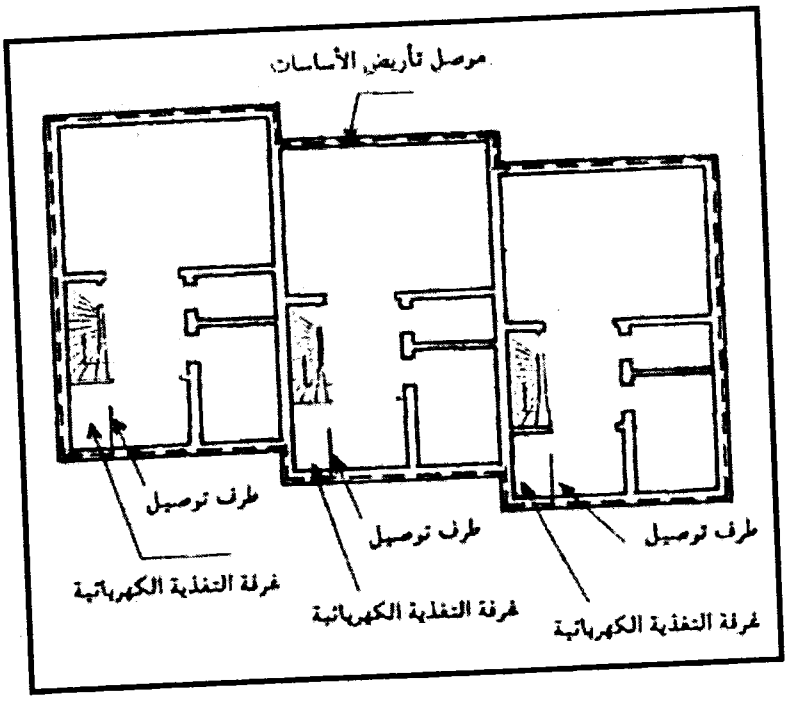
يتم تصنيع أطراف التوصيل من نفس مادة الموصل الأرضى. ويتم عمل مخرجين من الموصل الأرضى يوصل أحداهما بنقطة التغذية الكهربائية والآخر يخصص لتأريض نظام الحماية من الصواعق.

ت- الوصلات

يتم ربط موصلات التأريض معاً بإستعمال طريقة الرباط أو اللحام لتأمين جودة التوصيل الكهربائى.



شكل(٦/٧ – ١٣): نظام تأريض أساسات فيلا



شكل (٦/٧ – ١٤): نظام تأريض أساسات منزل مكون من عدة وحدات سكنية

ث- قضيب موازنة الجهد Potential equalizer busbar

يتم ربط موصل نظام تأريض الأساسات مباشرة بقضيب موازنة الجهد، ويركب هذا القضيب عند نقطة التغذية الكهربائية مباشرة فوق طرف التوصيل Connection flag المربوط مع موصل تأريض الأساسات.

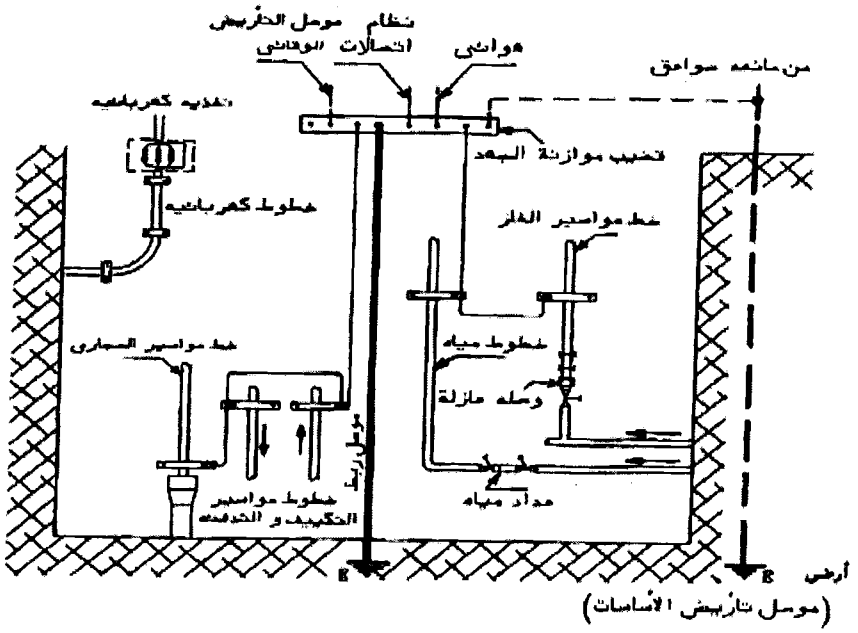
ويتم توصيل الأجزاء الآتية من المبانى بقضيب موازنة الجهد:

- شبكة تأريض الأساسات
- موصل التأريض الوقائى لشبكة التوزيع الكهربائية
- خطوط المواسير المعدنية للمياه
- خطوط المواسير المعدنية لمياه الصرف الصحى
- المجارى والمواسير المعدنية لهواء التكييف والتدفئة والتهوية
- خطوط مواسير الغاز الداخلية المعدنية
- موصل الأرضى لشبكات الاتصال ما لم يكن هناك مانعا لمصنعى المعدات
- نظام الوقاية من الصواعق
- موصل التأريض للمنشآت المعدنية المتصلة

(دلائل حركة الصاعدة فى المصاعد وهياكل المبانى)

ويجوز استخدام نظام تأريض الأساسات كموصل تأريض لنظام مانعات الصواعق.

ويوضح الشكل رقم (٦/٧- ١٥) نظام كامل لتأريض الأساسات.



شكل (٦/٧- ١٥): نموذج لنظام تأريض كامل للأساسات

٦/٨ تحسين معامل القدرة

٦/٨/١ عام

يتناول هذا الجزء دراسة كيفية تحسين معامل القدرة في شبكات توزيع القوى الكهربائية فى المبانى كأحد أهم عناصر اشتراطات جودة التغذية الكهربائية وكذلك تحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى.

يؤثر انخفاض معامل القدرة سلبا على أداء المنظومة الكهربية ويعتمد ذلك على طبيعة الأحمال من حيث كونها أحمال خطية (Resistive loads) أو أحمال حثيه غير خطية (Inductive loads) مثل (المحولات، المحركات الحثية، المصابيح الفلورية، الموحدات، الأفران الكهربائية، أفران الحث

إلخ....) حيث تؤدى طبيعة هذه الأحمال إلى زيادة القدرة غير الفعالة التى تستهلكها بما يستوجب العمل على تخفيضها، وذلك عن طريق تعويض هذا الجزء بواسطة مصدر خارجي يعمل كمولد للقدرة غير الفعالة لإضافة قدرة غير فعالة لمنظومة القدرة الكهربائية، ويكون ذلك عادة عن طريق مكثفات يتم توصيلها على التوازى مع الحمل المراد تحسين معامل قدرته.

يؤدى تركيب المكثفات مع الأحمال الحثية فى نفس الدائرة، إلى تبادل التيار بينهما على نحو يجعل التيار المتقدم (Leading current) المسحوب بواسطة المكثفات يعادل جزء من التيار المتأخر (Lagging current) اللازم لمغنطة الأحمال الحثية لذا تعتبر المكثفات هى الأداة الأساسية التى تستخدم لتحسين معامل القدرة، وينعكس ذلك انعكاسا إيجابياً على أداء المنظومة من حيث تخفيض الطاقة المفقودة فى الكابلات والخطوط وزيادة سعاتها عند نفس الحمل، حيث يمكن لهذه الكابلات والخطوط تحمل نقل قدرات إضافية لأحمال إضافية، كما تنخفض القدرة الظاهرية (Apparent power) لنفس الحمل، وكذلك يزداد الفائض المتاح فى سعة المحولات المستخدمة فى الشبكة وتتحسن الجهود عند نقط الأحمال حسب أماكن تركيب المكثفات.

وبذلك يكون لتحسين معامل القدرة فى منظومة نقل وتوزيع القوى الكهربائية فائدة قصوى، حيث يتيح الاستفادة من فائض السعة لمهمات الشبكات القائمة فى تغذية أحمال إضافية دون الحاجة إلى توسعتها أو إعادة هيكلتها، وكذلك إلى توفير نفقات إنشاء شبكات جديدة وتوجيهها لاستثمارات أخرى على المستوى القومى.

ولمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع إلى المجلد السادس بالكود المصرى لأسس تصميم واشتراطات تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية – الأنظمة الخاصة –تحسين معامل القدرة.

٢/٨/٦ تعويض القدرة غير الفعالة فى شبكات التوزيع

Reactive power compensation

تتلخص وسائل تعويض القدرة غير الفعالة فيما يلى:

- يعمل هذا التعويض على الحد من قيمة التيار غير الفعال لتشغيل الأحمال الحثية التي تستهلك قدرة غير فعالة كبيرة وجعل هذا التيار في حده الأدنى، ويتحقق ذلك للمعدات الحثية ومنها الآلات التأثيرية (محولات كهربائية، محركات كهربائية، إلخ...)، وكذلك استبدال المعدات المستخدمة بأخرى ذات معامل قدرة أعلى، مثل استبدال الكوابح المغناطيسية للمصابيح الفلورية بكوابح إلكترونية.

- يؤدى التخطيط الجيد للشبكات الداخلية للمنشآت أثناء مرحلة التصميم، بتقسيم الأحمال إلى مجموعات بحيث تحتوى كل مجموعة على كل من الأحمال التأثيرية والسعوية معا، إلى خفض القدرة غير الفعالة المستهلكة بواسطة الحمل الإجمالى، حيث تقوم الأحمال السعوية بتعويض الشبكة بجزء من القدرة غير الفعالة المطلوبة للحمل إجمالاً، وبالتالى تنخفض القدرة الظاهرية الكلية (Total apparent power) ولا يتحسن معامل قدرة الآلات التأثيرية نفسها ولكن يتحسن لمصدر التغذية عند نقطة التحسين.
- يعتبر تحديد سعة المحركات والمحولات بشكل مناسب وكذلك عدم تشغيلها إلا فى الوقت المطلوبة فيه، من أهم عوامل تحسين معامل القدرة فى الشبكات المغذية لها.

ملحوظة:

يجب فى كل الأحوال دراسة تحديد العائد الاقتصادى المترتب على إضافة أحمال سعوية لمنظومة القدرة واختيار الحمل السعوى المناسب لكل حالة ومكانه الأفضل، سواء كانت مجموعات مكثفات استاتيكية (Static capacitor banks) أو استخدام المكثفات المتزامنة (Synchronous condensers) والتى تستخدم خصوصا فى محطات القوى الفرعية التى تغذى تجمعات رئيسية.

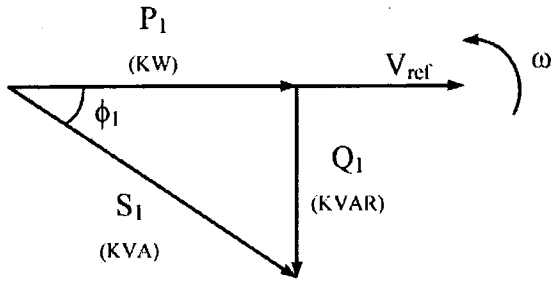
٣/٨/٦ الحسابات الخاصة بتصحيح معامل القدرة

يمكن تلخيص العلاقات الهامة المطوبة عند إجراء العمليات الحسابية الخاصة بتصحيح معامل القدرة ($p.f.$) على النحو التالى:-

معامل القدرة

يمثل الشكل رقم (١/٨/٦)، الحالة الأولى، حيث تعتبر الملفات فى هذه الحالة عنصر استهلاك لقدرة غير فعالة (Reactive power)، وينبغى السيطرة على معدلات استهلاك هذا النوع من القدرة غير الفعالة لضمان معامل قدرة مناسب، حيث الزيادة فى هذا الاستهلاك يؤدى إلى ما يمكن اعتباره تبديدا للقدرة الظاهرية (kVA) المستمدة من مصدر التغذية بواسطة الحمل ويمكن حساب قيمة معامل القدرة ($p.f_1$) من المعادلة (١/٨/٦).

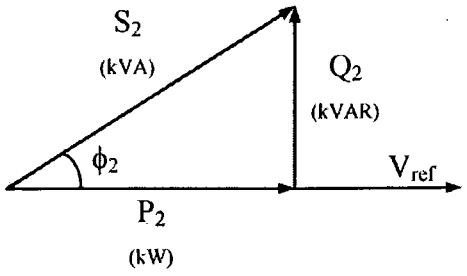
$$p.f_1 = \cos\phi_1 = \frac{Active\ Power}{Apparent\ Power} = \frac{P_1\ (kW)}{S_1\ (kVA)} \qquad (6/8\text{-}1)$$



شكل (٦/٨/١)

ويمثل الشكل رقم (٦/٨/٢) الحالة الثانية، التي يتقدم فيها التيار عن الجهد في زاوية الطور نتيجة لمروره خلال الممانعة السعوية للمكثفات، وفى هذه الحالة يمكن اعتبار المكثف عنصر إضافة للقدرة غير الفعالة، ويمكن حساب معامل القدرة ($p.f_2$) فى هذه الحالة من المعادلة (٦/٨/٢):

$$p.f_2 = \cos \Phi_2 = \frac{Active\ Power}{Apparent\ Power} = \frac{P_2\ (kW)}{S_2\ (kVA)} \qquad (6/8\text{-}2)$$

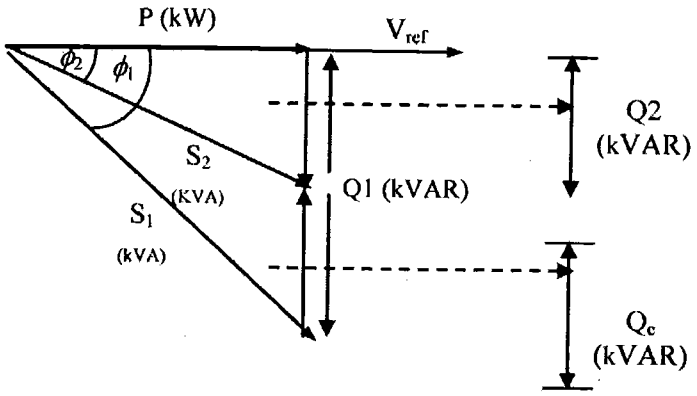


شكل (٦/٨/٢)

وحيث أن القدرة الفعالة (Active Power) ثابتة فى الحالتين، بينما تتغير كل من القدرة غير الفعالة والقدرة الظاهرية بتغير معامل القدرة، لذا فيمكن التعبير عن العلاقة الرياضية التى يحسب منها معامل القدرة على النحو التالى من المعادلة (٦/٨/٣):

$$\text{Reactive Power (kVAR)} = \text{Active Power (kW)} \times \tan \phi \qquad (6/8\text{-}3)$$

وعليه يمكن استنتاج قيمة القدرة غير الفعالة قبل وبعد تصحيح معامل القدرة، كما هو موضح بالشكل رقم (٦/٨/٣):



شكل (٦/٨/٣)

حيث أن:

معامل القدرة قبل التصحيح $(p.f_1)$ = $\cos \phi_1$

معامل القدرة بعد التصحيح $(p.f_2)$ = $\cos \phi_2$

القدرة غير الفعالة عند معامل القدرة $(p.f_1)$ = القدرة الفعالة × $\tan \phi_1$

القدرة غير الفعالة عند معامل القدرة $(p.f_2)$ = القدرة الفعالة × $\tan \phi_2$

وبذلك تصبح قيمة القدرة غير الفعالة اللازمة لتصحيح معامل القدرة هى (Q_c) والتى يمكن حسابها من المعادلة (٦/٨/٤):

$$Q_c(kVAR) = P(kW) \times (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \qquad (6/8\text{-}4)$$

ويتضح من الشكل أيضا انخفاض القدرة الظاهرية S_1 (kVA) لتصبح عند القيمة S_2 (kVA)، وذلك نتيجة لتصحيح معامل القدرة وهو ما يعود بالإيجاب على زيادة سعة مهمات شبكة التغذية (المصدر) من محولات وكابلات، كما يفيد المشترك (الحمل) فى زيادة القدرة المتاحة للشبكة الداخلية للمنشأة، وإتاحة إضافة أحمال أخرى لها دون الحاجة إلى زيادة القدرة التعاقدية وإلى إنشاء تركيبات إضافية.

يمكن تحديد سعة المكثفات المطلوب توصيلها على التوازى مع الحمل لتصحيح معامل القدرة من الجدول رقم (٦/٨/١)، والذى يحتوى على قيم سعات المكثفات نظير كل حمل حثى على ضوء معامل القدرة الخاص بذلك الحمل والمطلوب تصحيحه، ومعامل القدرة المستهدف.

على سبيل المثال، إذا كان معامل القدرة ($cos\ \Phi$) الأصلى مساوياً (٠.٧) والمطلوب تحسينه إلى (٠.٩٣)، تكون سعة المكثفات المطلوبة (٠.٦٢٥) ك.فار لكل كيلووات، بينما إذا كان مطلوبا تحسين معامل القدرة إلى (٠.٩٥) تكون سعة المكثفات المطلوبة (٠.٦٩١) ك.فار لكل كيلووات وهكذا.

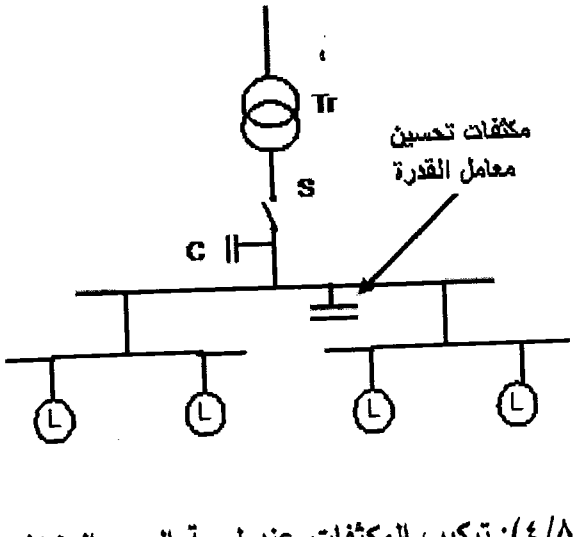
٤/٨/٦ تحديد مواقع المكثفات المستخدمة فى تصحيح معامل القدرة

يتم تركيب مجموعات المكثفات عادة بعد العدادات المركبة لدى المستهلك، وعلى ثلاثة مستويات متباينة للتركيبات الكهربائية الداخلية للمنشأة كما يلى:

جدول (٦/٨/١): قيمة الثابت (*K = kVAR / kW*) المستخدم فى حساب كمية القدرة غير الفعالة وكذلك معامل القدرة قبل وبعد التصحيح

before compensation		kVAR rating of capacitor bank to Install per kW, to Improve Cos Φ (the power factor) or tan Φ, to a given value													
tan Φ	cos Φ	tan Φ	0,75	0.59	0.48	0.46	0.43	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.20	0.14	0.0
		cos Φ	0.80	0.86	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1
2.29	0.40		1.557	1.691	1.805	1.832	1.861	1.895	1.924	1.959	1.998	2.037	2.085	2.146	2.288
2.22	0.41		1.474	1.625	1.742	1.769	1.798	1.831	1.840	1.896	1.935	1.973	2.021	2.082	2.225
2.16	0.42		1.413	1.561	1.681	1.709	1.738	1.771	1.800	1.836	1.874	1.913	1.961	2.022	2.164
2.10	0.43		1.356	1.499	1.624	1.651	1.680	1.713	1.742	1.778	1.816	1.855	1.903	1.964	2.107
2.04	0.44		1.290	1.441	1.558	1.585	1.614	1.647	1.677	1.712	1.751	1.790	1.837	1.899	2.041
1,98	0.45		1.230	1.384	1.501	1.532	1.561	1.592	1.628	1.659	1.695	1.737	1.784	1.846	1.988
1.93	0.46		1.179	1.330	1.446	1.473	1.502	1.533	1.567	1.600	1.636	1.677	1.725	1.786	1.929
1.88	0.47		1.130	1.278	1.397	1.425	1.454	1.485	1.519	1.532	1.588	1.629	1.677	1.758	1.881
1.83	0.48		1.076	1.228	1.343	1.370	1.400	1.430	1.464	1.497	1.534	1.575	1.623	1.684	1.826
1.78	0.49		1.030	1.179	1.297	1.326	1.355	1.386	1.420	1.453	1.489	1.530	1.578	1.639	1.782
1.73	0.50		0.982	1.232	1.248	1.276	1.303	1.337	1.369	1.403	1.441	1.481	1.529	1390	1.732
1.69	0.51		0.936	1.087	1.202	1.230	1.257	1.281	1.323	1.357	1.395	1.435	1.483	1.544	1.686
1.64	0,52		0.894	1.043	1.160	1.188	1.215	1.249	1.281	1.315	1.353	1.393	1.441	1.502	1.644
1.60	0.53		0.850	1.000	1.116	1.144	1.171	1.205	1.237	1.271	1.309	1.349	1.397	1.458	1.600
1.56	0.54		0.809	0.959	1.075	1.103	1.130	1.164	1.196	1.230	1.268	1.308	1.356	1.417	1.559
1.52	0.55		0.769	0.918	1.035	1.063	1.090	1.124	1.156	1.190	1.228	1.266	1.316	1.377	1.519
1.48	0.56		0.730	0.879	0.996	1.024	1.051	1.085	1.117	1.151	1.189	1.229	1.277	1.338	1.480
1.44	0.57		0.692	0.841	0.958	0.986	1.013	1.047	1.079	1113	1.151	1.191	1.239	1.300	1.442
1.40	0.58		0.665	0.805	0.921	0.949	0.976	1.010	1.042	1.076	1.114	1.154	1.202	1263	1.405
1.37	0.59		0.618	0.768	0.884	0.912	0.939	0.973	1.005	1.039	1.077	1.117	1.165	1.226	1.368
1.33	0.60		0.584	0.733	0.849	0.878	0.905	0.939	0.971	1.008	1.043	1.083	1.131	1.192	1.334
1.30	0.61		0.649	0.699	0.815	0.843	0.870	0.904	0.936	0.970	1.008	1.048	1.096	1.157	1.299
1.27	0.62		0.515	0.665	0.781	0.809	0.836	0.870	0.902	0.936	0.974	1.014	1.062	1.123	1.265
1.23	0.63		0.483	0.633	0.749	0.777	0.804	0.838	0.870	0.904	0.942	0.962	1.030	1.091	1.233
1.20	0.64		0.450	0.601	0.716	0.744	0.771	0.805	0.837	0.871	0.909	0.949	0.997	1.058	1.200
1.17	0.65		0.419	0.569	0.685	0.713	0.740	0.774	0.806	0.840	0.878	0.918	0.966	1.007	1.169
1.14	0.66		0.388	0.538	0.654	0.662	0.709	0.743	0.775	0.609	0.847	0.887	0.935	0.996	1.138
1.11	0.67		0.358	0.508	0.624	0.652	0.679	0.713	0.745	0.779	0.817	0.857	0.905	0.966	1.108
1.08	0.68		0.329	0.478	0.595	0.623	0.650	0.684	0-716	0.750	0.788	0.828	0.876	0.937	1.079
1.05	0.69		0.299	0.449	0.565	0.593	0.620	0.654	0.666	0.720	0.758	0.798	0.840	0.907	1.049
1.02	0,70		0.270	0.420	0.536	0.564	0.591	0.625	0.657	0.691	0.729	0.769	0.811	0.878	1.020
0.99	0.71		0.242	0.392	0.508	0.536	0.563	0.597	0.629	0.663	0.701	0.741	0.783	0.850	0.992
0.96	0.72		0.213	0.364	0.479	0.507	0.534	0.568	0.600	0.634	0.672	0.712	0.754	0.821	0.963
0.94	0.73		0.186	0.336	0.452	0.480	0.507	0.541	0.573	0.607	0.645	0.685	0.727	0.794	0.936
0.91	0.74		0.159	0.309	0.425	0.453	0.480	0.514	0.546	0.580	0.618	0.658	0.700	0.767	0.909
0.88	0.75		0.132	0.282	0.396	0.426	0.453	0.487	0.519	0.553	0.591	0.631	0.673	0.740	0.882
0.86	0.76		0.105	0.255	0.371	0.399	0.426	0.460	0.492	0.526	0.564	0.6O4	0.652	0.713	0.855
0.83	0.77		0.079	0.229	0.345	0.373	0.400	0.434	0.466	0.500	0.538	0.578	0.620	0.687	0.829
0.80	0.78		0053	0.202	0.319	0.347	0.374	0.408	0.440	0.474	0.512	0.552	0.594	0.661	0.803
0.78	0.79		0.026	0.176	0.292	0.320	0.347	0.381	0.413	0.447	0.485	0.525	0.567	0.634	0.776
0.75	0.80			0.150	0.266	0.294	0.321	0.355	0.387	0.421	0.459	0.499	0.541	0.608	0.750
0.72	0.81			0.124	0.240	0.268	0.295	0.329	0.361	0.395	0.433	0.473	0.515	0.582	0.724
0.70	0.82			0.098	0.214	0.242	0.269	0.303	0.335	0.369	0.407	0.447	0.489	0.556	0.698
0.67	0.83			0.072	0.188	0.216	0.243	0.277	0.309	0.343	0.381	0.421	0.463	0.530	0.672
0.65	0.84			0.046	0.162	0.190	0.217	0.251	0.263	0.317	0.355	0.395	0.437	0.504	0.645
0.62	085			0.020	0.136	0.164	0.191	0.225	0.257	0.291	0.329	0.369	0.417	0.478	0.620
0.59	0.86				0.109	0.140	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.343	0.390	0.450	0.593
0.57	0.87				0.083	0.114	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.317	0.364	0.424	0.567
0.54	0.88				0.054	0.085	0.112	0.143	0.175	0.209	0.246	0.288	0.335	0.395	0.538
0.51	0.89				0.028	0.059	0.086	0.117	0149	0.183	0.230	0.262	0.309	0.369	0.512
0.48	0.90					0.031	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.234	0.281	0.341	0.484

(١) عند لوحة المفاتيح الرئيسية للوحة الجهد المنخفض، كما هو موضح بالشكل رقم (٦/٨/٤).

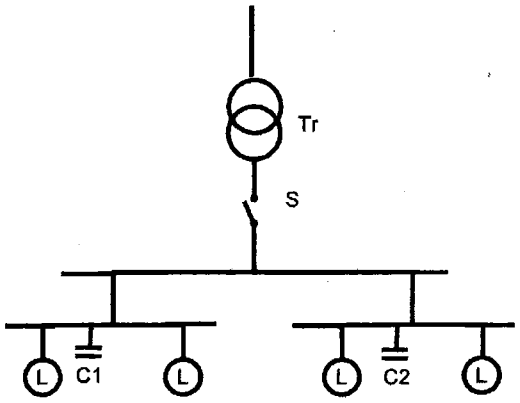


شكل (٦/٨/٤): تركيب المكثفات عند لوحة الجهد المنخفض الرئيسية

يحقق التركيب فى هذا الموضع، استيعابا شاملا لمحتويات أحمال المنشأة وخفض حمل المحول كما تقل السعة المطلوب توافرها في القاطع الرئيسى (S) والمغذيات من المحول للوحة ويسهل معه إمكانية فحص وحدات مجموعة المكثفات أو ملحقاتها لوجودها مجتمعة فى مكان واحد، كما يمكن فى هذه الحالة أيضاً إضافة أية تركيبات أو توسعات جديدة للشبكة الداخلية للمنشأة.

ويعيب موقع المكثفات فى هذه الحالة، عدم التخلص من الفقد ($Losses = I^2R$) الناتج عن مرور مركبة التيار غير الفعال (Reactive current component- I_r) فى التركيبات المحصورة بين هذا الموقع للمكثفات ومواقع الأحمال.

(٢) تركيب مجموعات المكثفات فى حدود مناطق توزيع مجموعات الأحمال، كما هو موضح بالشكل رقم (٦/٨/٥).



C1 , C2: مكثفات تحسين معامل القدرة

شكل (٦/٨/٥): تركيب المكثفات بجوار نقاط التوزيع إلى الأحمال

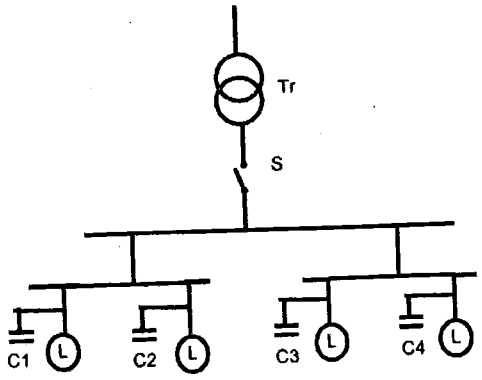
ويحقق التركيب فى هذه المواقع، الاستفادة من معامل تباين الحمل (Load diversity factor) لمجموعة من الأحمال مما يزيد من فاعلية تصحيح معامل القدرة، كما يؤدي إلى تحسين الجهد عند نقاط توصيل كل مجموعة من مجموعات الأحمال. ويلاحظ أن الفقد فى هذه الحالة، يقل نسبيا عنه فى الحالة السابقة.

(٣) تركيب مجموعات المكثفات عند نقاط توصيل الأحمال مباشرة كما هو موضح بالشكل رقم (٦/٨/٦).

تناسب طريقة التركيب هذه، حالة الأحمال فى المناطق الصناعية المطلوب تصحيح معامل القدرة عندها على وجه الخصوص، حيث يتم تركيب المكثفات عند نقطة تغذية المحركات ذات القدرات الكبيرة نسبيا، وهى الطريقة الأكثر فاعلية من ناحية موقع المكثفات وذلك لأن القدرة غير الفعالة المولدة بواسطة المكثف يتم استهلاكها مباشرة بواسطة الحمل الحثى (المحرك) وبذلك يقل الفقد في الخطوط المغذية ويقل هبوط الجهد، كما ينخفض التيار فى شبكة التوزيع مما يؤدى إلى خفض التكاليف.

وتتميز هذه الطريقة، بانعدام مرور التيار غير الفعال (I_r) فى كابلات التركيبات، وبذلك يقل الفقد فى الخطوط (I^2R) بشكل ملحوظ.

إلا أن هذه الطريقة لا تضع معامل تباين الأحمال فى الاعتبار، لذا فإن إجمالى قيمة المكثفات لجميع الأحمال فى هذه الطريقة تكون كبيرة نسبياً.



شكل (٦/٨/٦): تركيب مكثفات تحسين معامل القدرة على التوازى مع الأحمال مباشرة

C1 , C2 , C3 , C4: مكثفات تحسين معامل القدرة

ملحوظة:

يجب فى جميع الأحوال دراسة مزايا تركيب مجموعات المكثفات فى المواقع المختلفة دراسة اقتصادية متأنية من حيث التكاليف اللازمة عند كل حالة والمردود الاقتصادى لتحسين معامل القدرة حسب كل موقع أخذا فى الاعتبار طبيعة الأحمال المراد تصحيح معامل القدرة لها وظروف تشغيلها بما يحقق أكبر فائدة لكل من مرفق الكهرباء والمنتفعين بها معا لما فى ذلك من مدلول اقتصادى إيجابى على مستوى الناتج القومى بصفة عامة.

٦/٨/٥ المعلومات والقياسات الواجب توافرها لإجراء تصحيح معامل القدرة

يجب توافر المعلومات التالية، عند البدء فى الحسابات الخاصة بتصحيح معامل القدرة لتحديد قيمة القدرة غير الفعالة المطلوبة للمكثفات لتعويض ما تستهلكه الأحمال الحثية من هذه القدرة. ويتم الحصول على هذه المعلومات، بواسطة أجهزة القياس المستخدمة فى قياس المتغيرات الكهربائية على القضبان الرئيسية أو الفرعية لشبكة التغذية مثل قياس جهد الخط (Line voltage)، وجهد الطور (Phase voltage)، وتيار كل طور (Phase current) وكذلك قياس معامل القدرة cos φ إلى جانب القياسات السابقة.

ويتم توصيل أجهزة القياس المستخدمة للحصول على هذه القياسات عند نقط القياس المختارة بمراكز الأحمال لتسجيل قيم هذه القياسات على مدار ٢٤ ساعة، ويتم نقل النتائج إلى جهاز الحاسب الآلى، ومن ثم رصد المعايير المطلوبة واللازمة لتحديد قيمة القدرة غير الفعالة التى يستهلكها الحمل، وبالتالى تحديد القدرة غير الفعالة التعويضية المطلوبة من المكثف أو مجموعة المكثفات التى يتم تحديد سعتها على ضوء هذه القياسات، ومن هذه المعايير:

- **معامل القدرة الحالى**

يتم احتساب معامل القدرة الحالى للمنشأة أو الحمل موضوع الدراسة، على مدار فترة القياس وتحت ظروف تحميل مختلفة، ويراعى فى تحديد سعة المكثفات اعتبار أساس الحساب القيمة المتوسطة لمعامل القدرة خلال فترة القياس.

- **منحنى الحمل**

يجب استنتاج منحنيات الحمل (Load curves) لكل من القدرة الفعالة (kW) والقدرة غير الفعالة (kVAR) للشبكة أو للأحمال المطلوب تصحيح معامل قدرتها، من خلال القياسات التى أمكن الحصول عليها خلال فترة القياس لاستنتاج مدى تباين الحمل تحت ظروف التحميل المختلفة.

- **معاملات تباين الحمل** (Load diversity factors)

يتم استخلاص معاملات تباين الحمل، من خلال القراءة الدقيقة لمنحنيات الحمل. وهذه المعاملات تكتسب أهمية خاصة، لكونها كاشفة للمتغيرات الكهربائية بالشبكة نتيجة لتباين ظروف التحميل المتعلقة بطبيعة الحمل. وعلى ضوء هذه المعاملات، يمكن تحديد مواقع المكثفات المستخدمة فى تصحيح معامل القدرة.

- **معامل القدرة المستهدف**

بعد قياس معامل القدرة للحمل قبل التصحيح، يتم تحديد معامل القدرة المطلوب المستهدف (Target *P.f.*). وباستخدام الجدول رقم (١/٨/٦)، يمكن الحصول على المعامل K، الذى يجب ضربه فى قيمة القدرة الفعالة لتحديد قيمة القدرة غير الفعالة (kVAR) المطلوب إنتاجها بواسطة المكثف أو مجموعة المكثفات، ومن ثم سعة كل مكثف والتى يمكن حسابها من المعادلة (٦/٨-٥).

$$Q\ (kVAR) = P(kW)\ [\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2] \qquad (6/8\text{-}5)$$

$$Q\ (kVAR) = k\ P(kW)$$

حيث:

$$k = [\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2]$$

ويوصى بان يتراوح معامل القدرة المستهدف ما بين (٠.٩٠ – ٠.٩٥) لضمان الحصول على أكبر عائد ممكن نتيجة لتصحيح معامل القدرة.

٦/٨/٦ مواصفات المكثفات المستخدمة لتصحيح معامل القدرة

يجب توافر الخصائص التالية فى المكثفات المستخدمة فى تصحيح معامل القدرة:

(١) يجب أن يكون تصنيع وحدات المكثفات واختبارها طبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60831

(٢) يجب أن يتحمل المكثف ١٣٠٪ من التيار المقنن بصفة دائمة للتشغيل لاحتمال وجود توافقيات

(٣) يجب أن يراعى فى مرحلة التصميم، أن يكون المكثف أو مجموعة المكثفات قادرة على إنتاج قدرة غير فعالة (kVAR) بنسبة ١٣٥٪ من القيمة المحسوبة، لتشمل القدرة غير الفعالة الإضافية التي تصاحب الجهود الزائدة نتيجة لظروف التشغيل غير العادية التى تمر بها المنظومة، بشرط ألا تتجاوز زيادة الجهد ما هو منصوص عليه والمدونة بالبيانات الفنية للمكثف

(٤) تقدر نسبة ١١٥٪ من القيمة المتوسطة للجهد المعتاد على أساس (Rated voltae, r.m.s.) ، علما بان قيمة القدرة غير الفعالة المطلوبة للتحسين تحسب عند جهد التشغيل وهو ٤٠٠ فولت

(٥) تنص المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60831 على أن نسب السماح فى سعة المكثفات تكون كالآتى:

* حتى ١٠٠ ك. فار -٥٪ إلى + ١٥٪
* أكبر من ١٠٠ ك. فار صفر إلى + ١٠٪

(٦) يتم تحديد درجات الحرارة التى يتحملها المكثف طبقا لظروف المكان الموجودة به لوحة الجهد المنخفض، ومن ثم الموقع المختار لتركيب المكثفات من حيث جودة التهوية والتى يمكن أن تتراوح ما بين - ٥°م و + ٥٥°م. وفى بعض الأحوال يطلب أن تتراوح ما بين - ٥°م و + ٦٠°م

(٧) يجب أن يكون الفقد الخاص بالمكثف منخفضا (فى حدود ٠.٤ - ٠.٥ وات/ك.فار) مقاسة عند أطراف التوصيل شاملة مقاومات التفريغ، وهذا يؤدى إلى تخفيض التكلفة الجارية (Running cost) والحد من الارتفاعات في درجات الحرارة لضمان سلامة العزل الخاص بالمكثف وكذا ضمان شروط تشغيل مناسبة للمكثفات المستخدمة

(٨) إضافة مقاومة تفريغ مستقلة (Discharge resistor) لكل وحدة مكثف من مجموعة وحدات المكثفات المستخدمة حيث يؤدى ذلك إلى أنه فى حالة حدوث انهيار لإحدى مقاومات التفريغ أو أكثر يمكن لباقى الوحدات الاستمرار فى تفريغ الشحنات من خلال مقاومات التفريغ الخاصة بها، بما فى ذلك المكثفات التى انهارت مقاومات التفريغ لها. ويتم اختيار قيمة مقاومات التفريغ طبقاً للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60831-2 والتى تنص على أن هذه المقاومات أو أى وسيلة تفريغ أخرى تكون ضامنة لتفريغ شحنة المكثف إلى ٧٥ فولت AC أو أقل (٥٠ فولت مثلا) خلال مدة لا تزيد عن ثلاثة دقائق.

تنبيه: يجب قبل لمس المكثف قفل الأطراف بعمل قصر بينها والجسم المعدنى للمكثف.

(٩) يجب أن يتضمن تصميم كل مكثف خاصية الالتئام الذاتى (Self healing dielectric)، التى تؤدى إلى التئام العزل تلقائيا عند تعرض أجزاء منه للتصدع نتيجة لجهود زائدة مؤقتة، كارتفاعات الجهد التي تحدث أثناء التوصيل غير العادى لمنظومة القدرة، مثلما يحدث في الحالات العابرة (Transients)، والظواهر الأخرى التي تتعرض لها المنظومة وتحدث بها ارتفاعات مفاجئة للجهد.

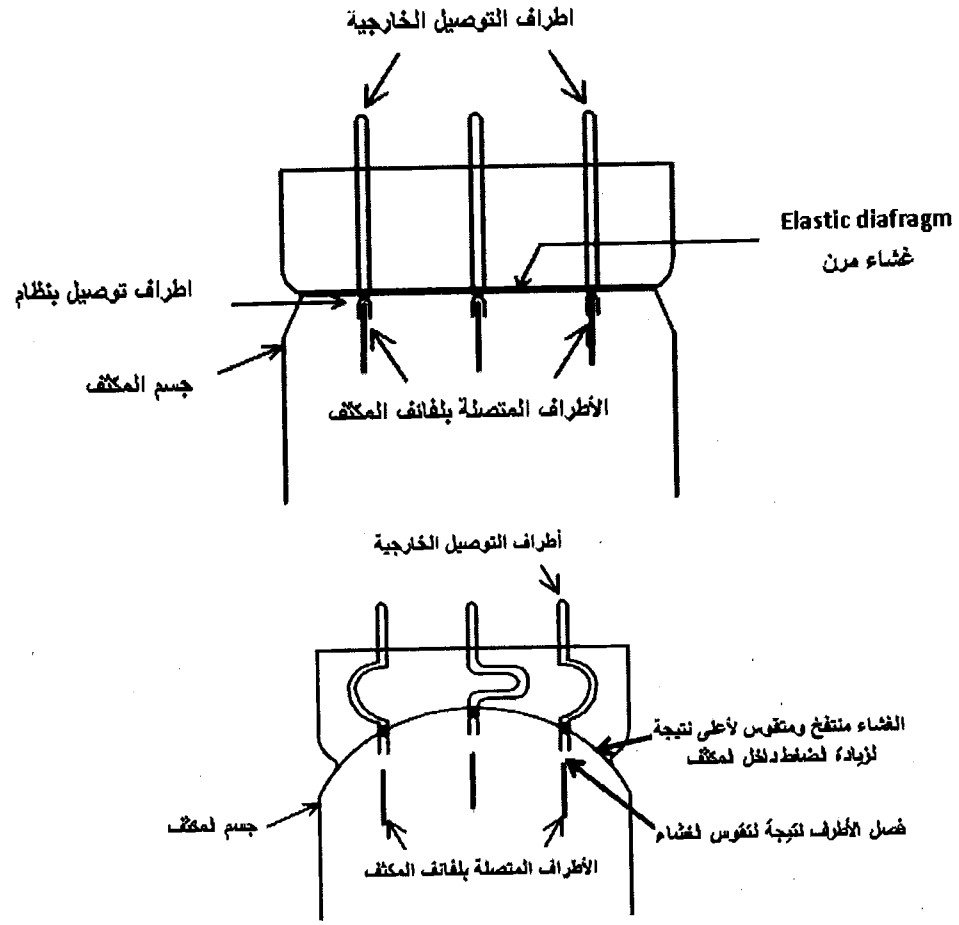
(١٠) يجب أن تزود كل مرحلة مكثفات والتى تكون مجموعة وحدات مكثفات، بأداة فصل (قاطع تيار أو مصاهر خارجية) بشكل مستقل، حتى يمكن فصل التيار عن وحدة أو مجموعة المكثفات التي يحدث بها خلل، كأن يتعرض عزلها للانهيار، مع استمرار باقى الوحدات فى العمل دون أن تتأثر المنظومة لحين إجراء الصيانة اللازمة للوحدة أو المجموعة التى بها عطب إن أمكن أو تغيير اللازم، وهذا يساهم بشكل إيجابي في زيادة الثقة والعول (Reliability) فى منظومة القدرة وزيادة فرص تعافيها فى مواجهة الآثار السلبية الناجمة عن ظروف التشغيل غير العادية

(١١) يجب أن يحتوى كل مكثف بشكل مستقل على أداة فصل عند زيادة ضغطه الداخلى (Overpressure disconnector) ، أنظر الشكل رقم (٦/٨-٧)، لضمان عدم تعرض المكثف لانهيار أو انفجار يتعذر تدارك نتائجه عن طريق خاصية فصل أطراف المكثف داخليا وفى هذه الحالة لا يمكن استخدام المكثف مرة أخرى.

(١٢) يجب التأكيد على ضمان قوة العزل الكهربائى للمكثف، واستقراره، وزيادة عمره الافتراضى، من خلال اختبارات الجهود العالية التى تجرى له طبقا لحدود القياسات المنصوص عليها فى المواصفات المطلوب توافرها فى المكثف، وذلك حتى لا تتأثر سلامته أثناء عمليات الفصل

عند الجهود الزائدة بواسطة وسيلة الفصل المستخدمة وما قد ينجم عنها من شرر يمكن أن يتسبب في انهيارات جزئية (تصدعات) للعزل، أو تعرضه للانهيار الشامل في حالة ضعفه وعدم قدرته على تحمل درجات الحرارة العالية الناتجة عن الشرارة قبل إطفاءها

(١٣) تراعى للمكثفات درجة حماية مناسبة والتى تصل إلى IP54 لتناسب الإستخدامات الخاصة



شكل (٦/ ٨ – ٧): كيفية فصل المكثف التالف باستخدام أداة الفصل تعمل بنظام plug and socket عند زيادة الضغط داخل المكثف

٧/٨/٦ المهمات الملحقة بالمكثفات

(أ) الملامسات وقواطع الفصل والتوصيل

يتم اختيار هذه المعدات على أساس التيار المقنن العادى (Rated normal current) بحيث تكون مصممة على أساس ١.٥ مرة من قيمة التيار المقنن لمجموعة المكثفات.

(ب) المصاهر المستخدمة فى حماية وحدات المكثفات

هى مصاهر ذات سعة قطع عالية ومحددة للتيار(Current limiting HRC) ومن الخصائص الرئيسية لها أنها تتحمل موجات الجهد العابرة العالية التى تنتج عند توصيل وفصل المكثفات.

عند حدوث قصر وانصهار أحد المصاهر الداخلية المركبة على وحدة المكثف أو مصفوفة المكثفات، يحدث ارتفاع فى الجهد على مجموعة المكثفات المتصلة مع هذا المصهر على التوازى، ويرجع ذلك إلى زيادة ممانعة المجموعة نتيجة انخفاض السعة المكافئة للمجموعة المتوازية.

وللحفاظ على المكثفات، يجب أن يكون زمن عمل المصهر صغيراً جداً، بحيث يكون القطع سريعاً جدا، وذلك قبل حدوث أى انصهار لمصهر آخر بنفس المجموعة، وبالتالى ارتفاع متتالى فى الجهد.

(ت) استخدام منظم المراحل للتحكم في المكثفات آليا (Automatic p.f. controller)

١- يمكن توصيف المكثفات من حيث التشغيل، إما من النوع الثابت "Fixed type" أو النوع القابل للفصل والتوصيل "Switched bank".

٢- تستخدم المكثفات الثابتة، إذا كانت أحمال المنشأة المراد تحسين معامل القدرة، ثابتة تقريبا خلال فترات التشغيل والورديات.

٣- من عيوب النوع الثابت، أنه يعمل على رفع جهد الشبكة الكهربية إلى قيم أعلى من الجهد المقنن فى خلال فترات اللاحمل والأحمال الخفيفة، كذلك تقل الاستفادة من تخفيض الفقد لأن اختيار قدرة المكثفات من هذا النوع، يعتمد على قيمة ثابتة للقدرة غير الفعالة خلال ساعات اليوم الكامل.

٤- يفضل استخدام أنظمة التشغيل للمكثفات من النوع القابل للفصل والتوصيل حيث يمكن التحكم فى إضافة قيمة القدرة غير الفعالة اللازمة للشبكات الكهربية فى هذه الحالة وبذلك يتحسن الجهد ويقل الفقد.

٥-إذا كانت الأحمال تتغير بصفة مستمرة خلال فترات التشغيل، فإنه يتم تركيب مكثفات من النوع القابل للفصل والتوصيل. وفى حالة الأحمال التى تجمع بين الحالتين السابقتين (أحمال ثابتة + أحمال متغيرة)، فإنه يمكن تركيب مكثفات تحتوى على جزء ثابت وجزء قابل للفصل والتوصيل من خلال جهاز التحكم.

٦-تقسم المكثفات القابلة للفصل والتوصيل إلى أجزاء تسمى مراحل (Steps) لها قدرات (ك.فار) محددة، حيث يتم التحكم فى دخول مرحلة أو أكثر عن طريق أجهزة تحكم تلقائى ويسمى أحيانا (Automatic p.f. regulator) من خلال ملامس (Contactor) لكل مرحلة.

يوضح الشكل رقم (٦/٨/٨) مثالا لمنظم أتوماتيكى لدخول المكثفات ٦ خطوة متصل بعدد ٣ مراحل يمكن أن تزيد إلى ٦ مراحل.

(ث) الشروط الواجب توافرها فى أجهزة التحكم التلقائى (Automatic regulator) فى معامل القدرة

(١) أن يكون تصميم الجهاز بسيطا بقدر الإمكان وأن يكون موثوقا به وأن يكون سهل الضبط.

(٢) أن يتحمل ظروف البيئة الصناعية.

(٣) يتم اختيار عدد مراحل الأجهزة بحيث تناسب مع عدد المراحل المطلوبة ويجب أن تحتوى على مراحل احتياطية لاحتمال إضافة مراحل مكثفات إضافية.

(ج) الكابلات المستخدمة في توصيل المكثفات

يتم اختيار مساحة مقطع الكابل طبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية (IEC 60502)، على أساس أن يكون التيار المار يساوى ١٣٥٪ من التيار المقنن للمكثف.

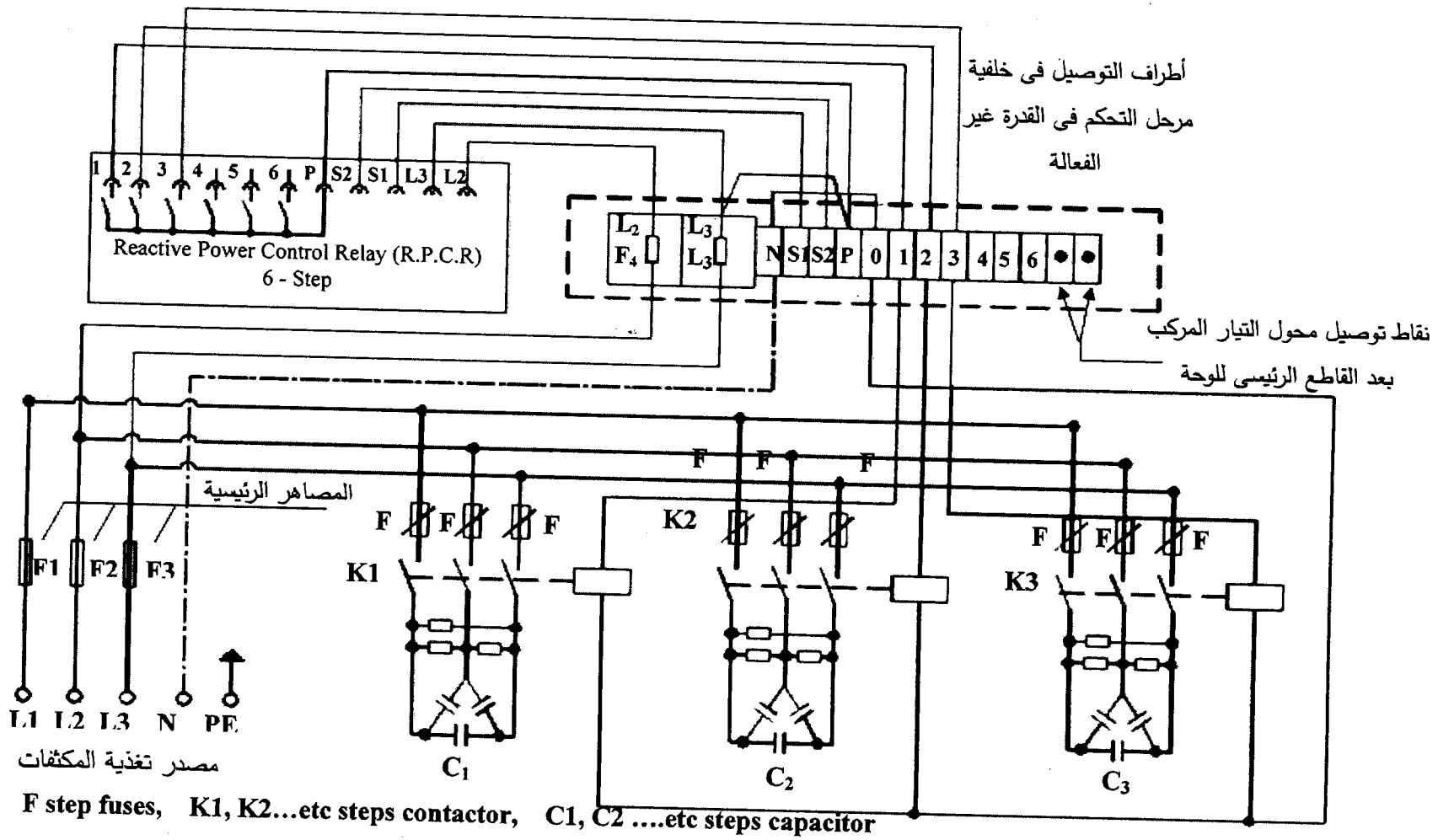
ويبين الجدول رقم (٦/٨/٢) مقننات المصاهر ومقاطع موصلات الكابلات المستخدمة.

(ح) محول التيار (C.T.)

يركب محول التيار (C.T.) عند القاطع الرئيسى المغذى للحمل وتحدد مقنناته حسب سعة القاطع الرئيسى للتغذية (X/5A) ويجب ملاحظة تتابع الأطوار(Phase sequence) فى توصيله مع منظم دخول الخطوات التلقائى وطبقا لتعليمات منتج المنظم.

(خ) التهوية القسرية (Forced ventilation)

من الممكن فى بعض الأحوال الجوية تزويد لوحات المكثفات بوسائل تهوية جبرية.



F step fuses, K1, K2…etc steps contactor, C1, C2 ….etc steps capacitor

شكل (٦/٨/٧): منظم تلقائى لدخول المكثفات ٦ خطوة متصل بعدد ٣ مراحل مكثفات يمكن أن تزاد إلى ٦ مراحل

جدول (٦/٨/٢): مقننات المصاهر ومقاطع الموصلات المستخدمة مع مكثفات تحسين معامل القدرة طبقاً لمقننات الملامسات (Contactors)(*)

Output (kVAR)	Rated Current (A)	Fuse Rating (A)	Cable Size (mm^2)
2.5	3.6	10	1.5
5	7.2	20	2.5
6.67	9.6	20	2.5
7.5	10.80	20	2.5
8.33	12	20	2.5
10	14.4	25	4
12.5	18	35	6
15	21.7	35	6
16.7	24.1	50	10
20	28.9	50	10
25	36.1	63	16
30	43.3	80	25
33.3	48.1	80	25
40	57.7	100	35
50	72.2	125	50
60	86.6	160	70
66.7	96.3	160	70
70	101	160	70
75	108	160	70
83.3	120	200	95
100	144	250	120

(*) System rated voltage 400 V, 50 Hz

٦/٨/٨ أقل معامل قدرة مسموح به

- تشترط هيئات إمداد الكهرباء على عملائها ألا يقل معامل القدرة للأحمال الكبيرة الصناعية والتجارية عن ٠.٩.

عندما يكون معامل القدرة أقل من ٠.٩ (مثلا ما بين ٠.٧ و ٠.٩) فإن تعريفة تغذية الطاقة تزاد بمقدار ٠.٥٪ لكل ٠.٠١ انخفاض فى معامل القدرة عن أقل قيمة مسموح بها. ويمكن حساب تكلفة غرامة معامل القدرة من المعادلة (٦/٨/٦).

$$P = 0.005 \times (\frac{0.9 - p.f.}{0.01}) \times E \times c_e \qquad (6/8\text{-}6)$$

وفى حالة زيادة معامل القدرة عن ٠.٩٢، ما بين (٠.٩٢ - ٠.٩٥)، تخفض التعريفة بمقدار ٠.٥٪ لكل ٠.٠١ زيادة فى معامل القدرة أكبر من ٠.٩٢ ويمكن حساب تكلفة حافز (Bonus) زيادة معامل القدرة من المعادلة (٦/٨-٧) كالآتى:

$$B = 0.005 x (\frac{p.f - 0.92}{0.01}) x \; E \; x \; c_e \qquad (6/8\text{-}7)$$

حيث:

P: Annual penalty

E: Annual energy consumption (kWh)

c_e: Tarrif (L.E/ kWh)

B: Annual bonus

٦/٨/٩ تصحيح معامل القدرة فى المبانى التجارية والإدارية

(أ) توصيل مكثف على التوازى مع الحمل

- لتحسين معامل القدرة، يتم توصيل مكثف على التوازى مع الحمل (محركات كهربائية أو مصابيح تفريغ كهربى).
- يمكن حساب زيادة النسبة المئوية لتقليل الفقد فى القدرة الكهربائية عندما يتحسن معامل القدرة من $\cos\phi_1$ إلى $\cos\phi_2$ من المعادلة (٦/٨-٨) كالآتى:

$$\%\,\text{Reduction of losses} = \left[1 - \frac{(\cos\phi_1)^2}{(\cos\phi_2)^2}\right] x\,100 \qquad (6/8\text{-}8)$$

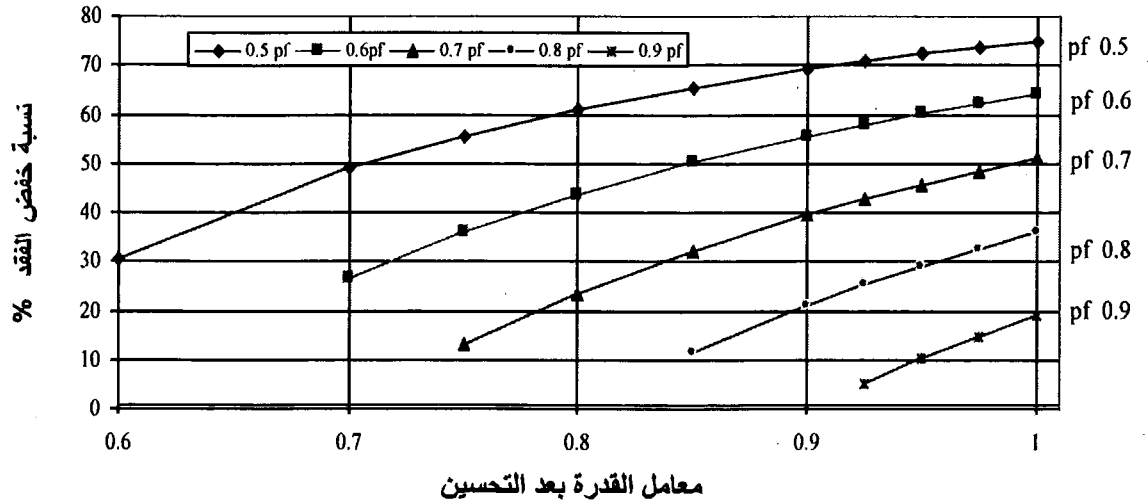
$$\%\,\mathrm{Re}\,duction\ \text{of losses}=\left[1-\frac{(\cos\phi_1)^2}{(\cos\phi_2)^2}\right]\times 100$$

بفرض أن $\cos\phi_1 = 0.6$، فإن النسبة المئوية لتقليل الفقد فى القدرة عند تحسين معامل القدرة إلى القيم الواردة فى الجدول رقم (٣/٨/٦) تكون كما يلى:

جدول (٣/٨/٦): تقليل الفقد فى القدرة الكهربائية نتيجة تحسين معامل القدرة (*)

معامل القدرة المستهدف ($p.f_2$)	٠.٧	٠.٨	٠.٩	١
النسبة المئوية المتوقعة لتقليل الفقد فى شبكة التوزيع	٢٦.٥	٤٣.٧	٥٥.٥	٦٤

ويوضح الشكل رقم (٨/٨/٦) نسبة تقليل الفقد فى شبكة التوزيع فى القدرة عند تصحيح معامل قدرة من ٠.٥ إلى ٠.٩ .



شكل (٨/٨/٦): النسبة المئوية لخفض الفقد فى القدرة فى شبكة التوزيع نتيجة لتحسين معامل القدرة

(ب) توصيل مكثف على التوازى مع المصابيح الفلورية

- يكون معامل القدرة للمصابيح الفلورية عادة منخفضا، ولذلك يمكن استخدام مكثف على التوازى لتحسين معامل القدرة.

- عندما يستخدم مكثف سعته ٥ ميكروفاراد مع مصباح فلورى قدرة ٢٠ وات، فإن معامل القدرة يتحسن من ٠.٣٦ إلى ٠.٩٤ وتتغير قيمة التيار من ٠.٣٧٩ أمبير إلى ٠.١٥ أمبير. أما إذا استخدم مكثف سعة ٥ ميكروفاراد مع مصباح فلورى بطول ١٢٠سم قدرة ٤٠ وات، فيتحسن معامل القدرة من ٠.٤٨ إلى ٠.٩٣ وتتغير قيمة التيار من ٠.٤٠٤ أمبير إلى ٠.٢٠١ أمبير.

الباب السابع
التركيبات الكهربائية الخاصة والتركيبات فى المواقع الخاصة

١/٧ التركيبات الكهربائية الخاصة

١/١/٧ تركيبات الإنارة الخارجية External lighting installations

عام

- تشتمل تركيبات الإنارة الخارجية على وحدات الإنارة، نظم التمديدات وجميع الملحقات الخاصة بهما.
- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7 – 714.

المجال

يتناول هذا القسم تركيبات الإنارة الخارجية الثابتة.

وتشمل الإنارة الخارجية أجهزة الإنارة ونظام التمديدات والملحقات الموضوعة كلها خارج الأبنية وتطبق متطلبات هذا القسم بالأخص على :

- تركيبات الإنارة الخارجية للطرقات الخارجية والمنتزهات والحدائق والأماكن العامة، والساحات الرياضية وإنارة واجهات الأبنية الأثرية، والإنارة الموجهة
- تجهيزات أخرى تتضمن الإنارة مثل أكشاك الهاتف، محطات المواصلات والباصات المحمية، لوحات الإعلانات، خرائط المدن المركبة خارجيا

لا تنطبق هذه القواعد على :

- تركيبات الإنارة العامة التى تشكل جزءاً من الشبكة العامة، صدر لها كود خاص بها وهو كود إنارة الطرق والأنفاق، والتى تشرف على عملها جهة أو هيئة محلية أو شركة توزيع الكهرباء، ويقع على عاتقها اتخاذ جميع الاحتياطات الضرورية حول ضمان الأمان
- أسلاك الإنارة المؤقتة للزينة
- إشارات المرور
- أجهزة الإنارة المثبتة خارج البناء والمغذاة مباشرة من شبكة التمديدات الداخلية فيه حيث أنها تخضع لكود الإنارة

تصنيف التأثيرات الخارجية

يعتمد تصنيف التأثيرات الخارجية بالنسبة للحرارة والشروط المناخية على الظروف المحيطة، وينصح عموماً بتصنيف التأثيرات التالية :

- حرارة محيطة من المؤثر AA2 وAA4 (من – ٤٠ درجة مئوية إلى + ٤١ درجة مئوية)

- شروط مناخية طبقا للمؤثر الخارجى تصنيف AB2 و AB4 (رطوبة نسبية بين (٥٠ - ١٠٠) %)

تمثل التصنيفات المعطاة للتأثيرات الخارجية التالية الحد الأدنى المطلوب:

- وجود ماء "تصنيف AD3" (رذاذ)
- وجود أجسام غريبة "تصنيف AE2" (أجسام صغيرة)

تعتمد تصنيفات التأثيرات الخارجية الأخرى على الشروط المحلية.

فى بعض الحالات، يمكن تطبيق تصنيفات أخرى من التأثيرات الخارجية مثلاً مواد التآكل، الصدمات الميكانيكية، الأشعة الشمسية، (أنظر باب تقييم الخصائص العامة من هذا الكود).

الحماية من الصدمة الكهربائية

أ- الحماية من التلامس المباشر

- يجب أن تكون جميع الأجزاء المكهربة من التركيبات الكهربائية محمية إما بالعزل أو بالحواجز موضوعة ضمن حاوية بأشكال تمنع التلامس المباشر غير المقصود أو المقصود.
- يجب أن تغلق الحاوية التى تحتوى على الأجزاء المكهربة، بأقفال أو أداة خاصة، إلا إذا كانت موضوعة فى أماكن لا يدخلها غير الأشخاص المختصين أو المدربين.
- يجب أن تغلق الأبواب التى تسمح بالوصول إلى التجهيزات الكهربائية بواسطة أقفال أو أداة خاصة إذا كانت موضوعة على ارتفاع يقل عن ٢,٥ متراً عن سطح الأرض. وبالإضافة إلى ذلك، يجب تأمين حماية ضد التلامس المباشر عندما تكون الأبواب مفتوحة وذلك باستعمال تجهيزات لها على الأقل درجة حماية IPXXB أو IP2X صنعاً أو عن طريق التركيب أو بوضع حواجز أو أغلفة تعطى نفس درجة الحماية.
- بالنسبة لأجهزة الإنارة المركبة على ارتفاع يقل عن ٢,٨ متراً عن سطح الأرض، يجب أن يكون الوصول إلى مصدر الإنارة فقط بعد رفع حاجز أو غلاف يتطلب رفعه استعمال أداة خاصة.

ب- الحماية من التلامس غير المباشر :

لا يسمح باستخدام تدابير الحماية بواسطة المواقع غير الموصلة والحماية بواسطة رباط تساوى الجهد ذى الأرضى غير الموصل (الحر).

ج- الحماية بواسطة فصل التغذية آلياً :

- لا يتطلب الأمر تأريض بعض المنشآت (مثل السور، الشبك، إلخ.) والموجودة بالقرب من التركيبات الكهربائية وليست جزءاً منها، عندما يتم تأريض تركيبات الإنارة الخارجية بواسطة النظام (TT) وإذا كان المأخذ الأرضى ذو مقاومة منخفضة مناسبة، يفضل الوقاية بطريقة فصل التغذية عن طريق القواطع الآلية وعدم استعمال نبيطة تفاضلية واحدة فى بداية الدائرة لأن ذلك قد يسبب فصل

دائرة الإنارة بكاملها فى حال حدوث خطأ فى أى تجهيزة من الدائرة مما يؤدى إلى خطر على المتعاملين.

- ينصح باستعمال نبيطة فصل تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ مللى أمبير للتجهيزات التى تحتوى على أجهزة إنارة، لأن إنارة مثل هذه التجهيزات أقل أهمية من ناحية أمان الشخص، وبالإضافة إلى ذلك فإن مثل هذه الوقاية تؤمن وقاية إضافية ضد التلامس المباشر.

د- الوقاية باستعمال تجهيزات ذات التصنيف رقم II أو ما يماثلها

تعتبر متطلبات الوقاية بواسطة تجهيزات ذات التصنيف رقم II محققة للاشتراطات، إذا كانت الأغلفة المعدنية (إن وجدت) لنظام التمديدات مفصولة عن الأقسام الموصلة وذلك باستعمال مواد عازلة.

إختيار وتركيب الأجهزة الكهربائية

- يجب أن يضمن تصنيع التجهيزات الكهربائية درجة حماية (IP34) على الأقل أو يتم تركيبها عن طريق وضع حواجز أو أغلفة تحقق نفس درجة الحماية.

ربما يكون من الضرورى تأمين درجات حماية أعلى فى بعض الأحوال بسبب شروط التشغيل أو الصيانة.

- درجة الحماية (IP23) كافية لأجهزة الإنارة، عندما يكون تأثير التلوث مهملاً مثلاً فى المناطق السكنية والمناطق الريفية، إذا كانت أجهزة الإنارة موضوعة على ارتفاع يزيد عن ٢,٥ متراً عن سطح الأرض.

الحماية من الصدمات

عند اختيار المهمات، يجب اختيار مكان التركيب مع مراعاه الصدمات المعرضة لها واختيار الحماية الملائمة طبقا للتطبيق (IP XYZ). ويجب أن تكون المجارى وشريط التحذير المحدد لمسار الكابل وأجزاء الحماية الميكانيكية للكابلات بلون أو علامة مميزة من أجل تمييزها، ويجب أن تكون مستقلة عن الخدمات الأخرى.

هبوط الجهد

يجب أن يكون هبوط الجهد أثناء الأداء الطبيعى متوافقاً مع هبوط الجهد الناتج عن تيار المصابيح عند بدء التشغيل.

٢/١/٧ تركيبات الإنارة المغذاة بالجهد شديد الانخفاض

ra – low - voltage lighting installations

عام

- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم، بالإضافة إلى المتطلبات الـواردة فـى المواصـ الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7 – 715.
- يمكن الرجوع إلى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60598-2-18 للحصول على معلوم إضافية عن نظام الإنارة المغذاة بجهد شديد الانخفاض مأمون (أقل من ٢٤ فولت متردد).

المجال

تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على تركيبات الإنارة المغذاه بالجهد شديد الانخفـاض عـن طر مصادر تغذية ذات جهد إسمى أقصاه ٥٠ فولت متردد (قيمة فعالة) أو ١٢٠ فولت مستمر.

الوقاية من التلامس المباشر والتلامس غير المباشر

- عند تطبيق شروط الجهد شديد الانخفاض المأمون على تركيبات الإنارة المغذاة بالجهد شديد الانخفـا وعند استعمال موصلات غير معزولة، يجب أن يكون الجهد الأقصى ٢٥ فولت متـردد أو ٦٠ فول مستمر. ويجب أن تتوافـق محـولات العـزل مـع متطلبـات المواصـفات الكهروتقنيـة الدول IEC 61558-2-6.
- يجب أن تكون مصادر الجهد شديد الانخفاض المأمون ثابتة.
- يسمح بعمل المحولات على التوازى من جهة الدوائر على الملفات الثانوية شريطة أن تكون أيضاً عل التوازى من جهة الدوائر على الملفات الابتدائية، وأن تكون المحولات بالمواصفات الكهربائية ذاتها.

الحماية من زيادة التيار

يجب وقاية الدوائر ذات الجهد المنخفض المأمون من زيادة التيار، إما بواسطة نبيطة وقاية مجمعة أو نبيط وقاية خاصة لكل دائرة حسب متطلبات الفصل مع الأخذ فى الاعتبار ما يلى:

١- عند إختيار نبيطة وقاية للدائرة الابتدائية، يجب مراعاة تيار اللاحمل للمحول، ويجب أن تكون نبيط الوقاية من زيادة التيار من النوع الذى لا يعود إلى وضعية العمل تلقائياً

٢- يمكن تأمين الوقاية من زيادة التيار بواسطة نبيطة تستجيب لمتطلبات بند الوقاية من خطر الحريق

العزل والفصل

يجب أن تكون الدوائر الابتدائية موصلة إلى نبيطة فصل موحدة عندما تعمل المحولات على التوازى.

الوقاية من الحريق

أ- طبيعة المواد المراد تخزينها أو معالجتها

يجب اتباع تعليمات التركيب الصادرة عن الصانع فيما يخص التركيب على أسطح قابلة للحريق أو غير قابلة للحريق بالإضافة إلى تطبيق الكود المصرى للوقاية من الحريق.

ب- وقاية المحولات / المبدلات (Converters) من خطر الحريق

١- يجب أن تكون المحولات إما:

- محمية من طرف الملفات الابتدائية بواسطة نبيطة الوقاية المطلوبة فى حالة الوقاية الخاصة من خطر الحريق
- أو أن تكون المحولات قادرة على تحمل دائرة القصر

٢- يجب أن تكون المبدلات الإلكترونية متوافقة مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 61347-1 ورقم IEC 60598 - 2-23.

ملاحظة : ينصح باستعمال المبدلات ذات العلامة ١١٠

ج- خطر الحريق بسبب دائرة قصر

١- إذا كانت موصلات الدائرة كلها غير معزولة يجب أن تكون إما :

- مجهزة بنبيطة وقاية تتوافق مع فقرة متطلبات بنبيطة الوقاية الخاصة من خطر الحريق فى البند الخاص "خطر الحريق بسبب دائرة قصر"، أو
- مغذاة من محول يتوافق مع متطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 61558 - 2-6 ، أو
- من مبدل ذى قدرة لا تتجاوز ٢٠٠ فولت أمبير، أو
- ذات أنظمة متوافقة مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60598 -2-23

٢-يجب أن تتوافق نبيطة الوقاية الخاصة من خطر الحريق مع المتطلبات التالية :

- مراقبة مستمرة للقدرة المطلوبة لجهاز الإنارة
- فصل التغذية تلقائياً وخلال ٠,٣ ثانية فى حال حدوث دائرة قصر أو عطل يسبب زيادة فى القدرة تتجاوز ٦٠ وات
- فصل التغذية آلياً حتى لو كانت دائرة التغذية تعمل بقدرة منخفضة (مثل مراقبة مرور التيار، عملية تنظيم، أو عطل مصباح) إن وجد عطل يسبب زيادة فى القدرة تتجاوز ٦٠ وات
- الفصل آلياً فى حال وصل دائرة التغذية مع وجود عطل يمكن أن يسبب زيادة فى القدرة أكثر من ٦٠ وات
- يجب أن تكون نبيطة الوقاية من النوع ذى الفصل الآمن

أنظمة التمديدات الكهربائية

أ- يجب استعمال أنظمة التمديدات الكهربائية التالية :

- استخدام موصلات معزولة أو أسلاك مجدولة داخل مواسير أو مجارى كابلات
- استخدام كابلات أحادية أو كابلات مرنة
- استخدام أنظمة الإنارة المغذاة بجهد شديد الانخفاض والمنفذة حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60598-2-23
- استخدام حوامل كابلات حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60570

ويجب تطبيق متطلبات بند الحماية من الحريق عندما تكون أقسام من تركيبات الإنارة المغذاة بجهد شـ الانحفاض سهلة المنال، ولا يجوز استعمال الإنشاءات المعدنية التى تمثل أجزاء من الأبنية مثل أنظم المواسير أو كمر الهياكل المعدنية أو أجزاء من الأثاثات كموصلات مكهربة.

ب-الموصلات غيرالمعزولة

يمكن استعمال موصلات عارية إذا لم يتجاوز الجهد الإسمى ٢٥ فولت متردد أو ٦٠ فولت مستمر، شـر أن تحقق تركيبات الإنارة المغذاة بالجهد شديد الانخفاض المأمون المتطلبات التالية:

- التركيبات الكهربائية مصممة ومركبة على عوازل أو محفوظة بطريقة تقلل من خطر القـصر إلـى الح الأدنى، ويجب أن تكون الموصلات نحاسية بمقطع لا يقل عن ٤ مم^{٢} لأسباب ميكانيكية
- الموصلات والأسلاك غيرالمعزولة والمعلقة تكون غير ممددة مباشرة على مواد قابلة للحريق، ويجـب يكون موصل واحد على الأقل ونهاياته معزولا فى جزء الدائرة المحصور بين المحول ونبيطـة الوقاي وذلك لمنع حدوث قصر الدائرة

ت- أنظمة التعليق

١- يجب أن تكون وسائل تعليق أجهزة الإنارة بما فيها حوامل الموصلات قادرة على تحمل خمسة أضعا وزن جهاز الإنارة المراد حمله، شريطة ألا يقل هذا التحمل عن ١٠كجم.

٢- يجب أن تنفذ نهايات وتوصيلات الموصلات بواسطة مسامير نهاية أو أدوات ضغط بدون مسامير تفى بمتطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60998-2-1.

٣- يجب أن تثبت التمديدات المعلقة على الجدران والأسقف بواسطة أقفزة معزولة وبارزة وأن تكون سـ المنال على طول المسار.

د- أنظمة المجارى المستخدمة فى تركيبات أجهزة الإنارة

يجب أن تحقق أنظمة المجارى المستخدمة فى تركيبات أجهزة الإنارة، متطلبـات المواصـفات الكهروتقني الدولية رقم IEC 60570.

مقاطع الموصلات

١- يتم حساب مقاطع الموصلات أخذا فى الاعتبار سعة التيار فى الدائرة وطولها.

٢- يجب أن يكون الحد الأدنى لمقاطع موصلات الجهد شديد الانخفاض كما يلى :

- ١,٥ مم^2 من النحاس، لأنظمة التمديدات المذكورة أعلاه، ولكن فى حال استعمال كابلات مرنة وبطول لا يتجاوز ٣ متراً يمكن استعمال مقطع ١ مم^2
- ٤ مم^2 من النحاس، فى حالة استعمال كابلات مرنة معلقة أو موصلات معزولة وذلك لأسباب ميكانيكية

هبوط الجهد فى تركيبات المستهلك

يجب الانتباه جيداً لمتطلبات هبوط الجهد للأجهزة فى تركيبات الإنارة المغذاة بجهد شديد الانخفاض حسب تعليمات الصانع، وبما لا يتجاوز ٥ % من قيمة الجهد الإسمى.

تجهيزات أخرى

١- يجب استعمال أجهزة إنارة متوافقة مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60598.

٢- يجب أن تشكل نبائط الوقاية فى دائرة الجهد شديد الانخفاض جزءاً متكاملاً مع مصدر التيار أو أن تكون مركبة بشكل ثابت.

٣- يجب أن يكون الوصول إلى نبائط الوقاية سهلاً.

٤- يمكن تركيب نبائط الوقاية فوق الأسقف المعلقة التى يكون الوصول إليها ميسورا، كما تكون سهلة الفك شريطة إعطاء علامات أسفل السقف عن وجود هذه النبائط فى مكانها أعلى السقف.

٥- إذا كان تمييز نبيطة الوقاية لدائرة ما غير واضح مباشرة، فيجب وضع إشارة أو ملصق بالقرب من النبيطة لتحديد الدائرة وغايتها.

٦- إذا تم تركيب المحولات أو نبائط الوقاية أو ما يشابها من تجهيزات فوق سقف معلق أو فى مكان مشابه، فيجب تركيبها على جزء ثابت وأن تكون موصلة بشكل ثابت أيضا، كما يجب الإشارة أو وضع علامة أسفل السقف تدل على مكان وجودها فوق السقف.

٣/١/٧ التمديدات الكهربائية الخاصة بالأثاث Furniture

عام

يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم، بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7-713.

المجال

- تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على نظم التمديدات الكهربائية الخاصة بالأثاث (وما يشا
الموصولة إلى التركيبات الكهربائية.

الأمثلة على هذه الأثاثات هى : الأسرة، الخزائن، الطاولات، خزن العرض، إلخ...، والتى يركب ضـ
تجهيزات كهربائية مثل : أجهزة الإنارة، والمآخذ الكهربائية، والمفاتيح، ونظم التمديدات الكهربا
الأخرى.

- تطبق متطلبات هذا القسم على التمديدات الكهربائية الثابتة والتى تصل بين الأثاث والتركيبات الكهربا
فى البناء، كما تطبق أيضاً على الأثاثات سابقة الصنع والأثاثات الموصلة بواسطة مقابس ومآخذ كهربا
إلا إذا كانت هذه البنود خاضعة لتعليمات أخرى ذات خصوصية محددة من قبل المواصفات الكهروتقنية
الدولية IEC.
- يجب أن توصل التجهيزات الكهربائية الخاصة بالأثاث، بخط تغذية أحادى الطور وبجهد لا يتجا
٢٤٠ فولت وبتيار إجمالى لا يزيد عن (١٦) أمبير مع استخدام المقطع المناسب للموصلات.
- لا تطبق هذه المتطلبات على التجهيزات والأدوات الكهربائية المصممة بشكل خاص لتركيبها ضـ
الأثاثات والتى تكون خاضعة لتعليمات أخرى من قبل المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC مثـ
المذياع، التلفاز، البرادات، وطاولات المخابز، حيث تكون هذه مركبة ضمن الأثاثات وجاهزة لتوصـ
بواسطة مقابس ومآخذ كهربائية إلى شبكة التمديدات الكهربائية الثابتة فى المبانى.

اختيار وتركيب التجهيزات الكهربائية

قواعد عامة

يجب أن يتم اختيار التجهيزات الكهربائية وتركيبها مع ملحقاتها الخاصة بنظم التمديدات الكهربائية للأثـ
بحيث تتوافق مع الوضع البيئى وبالأخص فيما يتعلق بالإجهادات الميكانيكية وخطر الحريق.

أنظمة التمديدات الكهربائية

أ- الوصل بين التركيبات الثابتة فى المبانى والأثاث

يجب أن يكون الوصل بين التركيبات الكهربائية الثابتة فى المبانى ونظم التمديدات الكهربائية للأثاث
ثابتاً أو بواسطة قابس (فيشة) ومقبس كهربائى (بريزة).

ب-اختيار نظام التمديدات

يجب أن يتم الوصل بين نظام التمديدات الكهربائية للأثاث والتركيبات الكهربائية فى البناء بواسطة:

- كابل مصمت (جاسئ)، إذا كان التوصيل بواسطة تمديدات ثابتة
- كابل مرن معزول ذى أسلاك مجدولة حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية ر
IEC 60245-4

- كابل مرن معزول بالبلاستيك (PVC) ذى أسلاك مجدولة، إذا كان التوصيل بواسطة قابس ومأخذ كهربائى

أما بالنسبة للتمديدات داخل الأثاث المعرضة لتحريكها، فيجب أن تكون بواسطة كابل مرن أو أسلاك مجدولة.

ت- مقاطع الموصلات

يجب أن تكون الكابلات المرنة والأسلاك المجدولة والموصلات من النحاس وبمقطع لا يقل عن ١,٥ مم^{٢} ، شريطة ألا تغذى أى مأخذ كهربائى وألا يزيد طولها عن ١٠ أمتار.

ث- طرق تشييد أنظمة التمديدات

- يجب حماية الكابلات والأسلاك المجدولة بشكل مناسب من أى عطب، كما يجب أن تثبت بشكل جيد إلى الأثاث وأن توضع ضمن مجرى كابلات أو صندوق كابلات أو مواسير أو مجارى مصممة خصيصاً لها أثناء تصنيع الأثاث.
- يجب حماية الكابلات والأسلاك المجدولة ضد أى شد أو فتل، كما يجب أن تزود مداخلها إلى الأثاث وبالقرب من التوصيلات بأدوات إحكام مناسبة، جلاندات حاكمة (Cable glands)، تمنع شد الكابلات.

ج- إختيار المتممات

يجب أن تفى متممات نظام التمديدات الكهربائية بالمتطلبات الخاصة بتجويفات العلب الجدارية وتتضمن ما يلى:

- مقاومة ميكانيكية عالية
- أن تكون المتممات مثبتة إلى الأثاث
- مقاومة حرارية (٨٥٠ درجة مئوية حسب تجربة السلك المتوهج)
- الحماية ضد دخول جسم صلب غريب (IP3 X)

تجهيزات أخرى

أ- أجهزة الإنارة والتجهيزات الكهربائية الأخرى

يجب أن يتم اختيار وتركيب أجهزة الإنارة والتجهيزات الأخرى، بحيث تتوافق مع الفقرات (ب-ج-د) التالية.

ب- يجب ألا تتجاوز درجة حرارة أسطح أغلفة أجهزة الإنارة والتجهيزات الأخرى القيم التالية:

- ٩٠ درجة مئوية أثناء العمل الطبيعى
- ١١٥ درجة مئوية فى حال وجود عطل

وبالإضافة إلى ذلك، يجب تنفيذ توصيات الصانع بخصوص وضع التجهيزات ومسافات الأمان عن تجهيزات مواد قابلة للحريق.

ت- يجب كتابة أقصى قدرة ونوعية المصباح المسموح بتركيبه فى وحدة الإنارة إذا كان صانع الوحدة يسمح بتركيب مصباح بقدرة أكبر أو نوعية أخرى.

ث-إذا كانت القدرة الكهربائية لوحدة الإنارة تؤدى إلى توليد حرارة فى مكان مغلق من الأثاث قد يسبب نشوب حريق، فيجب تزويد باب هذا المكان بمفتاح يفصل التغذية عن الجهاز عند إغلاقه، (مثلاً وحدة إنارة مركبة فى سرير قابل للطى أو وحدة إنارة مركبة ضمن خزانة الملابس)، أو تركيب جهاز ثرموستات يقوم بفصل التغذية الكهربائية عند زيادة درجة الحرارة عن حد معين.

٧ /١/٤ متطلبات التأريض فى تركيبات معدات معالجة البيانات

rthing requirements for installation of data processing equipment

المجال

- تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على توصيلات معدات معالجة البيانات إلى التركيبات الكهربائية فى المبانى عندما تحتوى معدات معالجة البيانات على تيار تسرب يزيد عن القيمة المحددة فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60950-1، وعلى أن يتم تركيب المرشحات (Filters) المانعة لتداخل موجات الراديو والملائمة لمعدات معالجة البيانات والتى يمكنها أن تسبب تيارات تسرب عالية قد تؤدى إلى ظهور جهد لمس خطر فى حال حدوث انقطاع استمرارية موصل التأريض الوقائى (PE)، والغرض الأساسى من هذا القسم هو منع حدوث هذا الخطر.

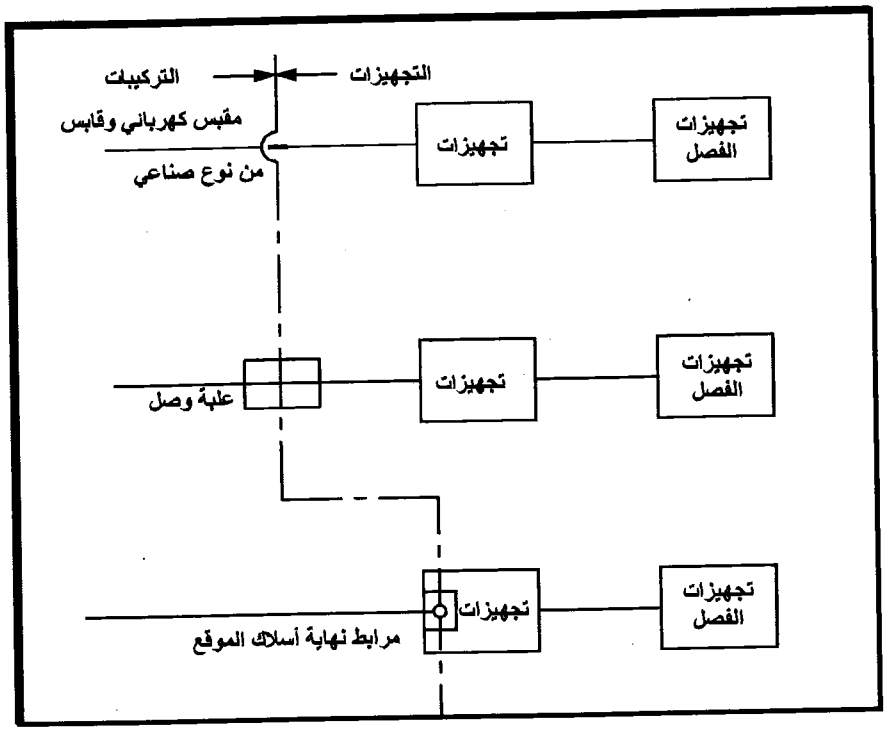
تطبق متطلبات هذا القسم على التركيبات الكهربائية حتى نقطة توصيل الجهاز، أنظر الشكل رقم (١/٧).

- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات القياسية المصرية ٢١٩١/٢٠٠٥.
- يمكن تطبيق هذه المتطلبات أيضاً فى التركيبات الأخرى غير تركيبات معالجة البيانات، مثل تجهيزات التحكم الصناعية وتجهيزات الاتصالات حيث تحمل هذه التركيبات تيار تسرب عال نتيجة لمتطلبات دائرة الترشيح المانعة لتداخل موجات الراديو.

الوقاية من أجل الأمان

وقاية إضافية ضد الصدمة الكهربائية لتجهيزات بها تيار تسرب عالى

أ- تطبق متطلبات هذا البند عندما تكون التجهيزات ذات تيار تسرب عالى موصلة إلى أى نوع من أنظمة التغذية الكهربائية وتطبق أيضاً على التركيبات الكهربائية كما هو مبين فى الشكل رقم (١/٧).



ملاحظة: تجهيزات الفصل هى التجهيزات المغذاة عن طريق تجهيزات أخرى

شكل (٧/١): حدود التركيبات والتجهيزات

المتطلبات الإضافية لأنظمة التأريض (IT، TT) موضحة فى بنـدى المتطلبـات الإضـافية لأنظمـة التأريض (IT)، متطلبات إضافية لأنظمة التأريض (TT) من هذا القسم.

ويتم الأخذ فى الاعتبار ما يلى:

(١) يمكن معاملة تيار التسرب كتيار حمل فى أنظمة التأريض "TN-C"، حيث يكون موصلا التعادل (N) والتأريض الوقائى (PE) مندمجان فى موصل واحد (PEN) حتى نهايات التوصيل للتجهيزات

(٢) يمكن ألا تتوافق التجهيزات التى تحتوى بشكل طبيعى على تيارات تـسرب عاليـة مـع تركيبـات مجهزة بنبائط وقاية تفاضلية، نظراً لأن هذه الأدوات لا تعمل بصورة طبيعية بسبب وجود تيـارات تسرب، كما يجب الأخذ بعين الاعتبار أيضاً الفصل غير المرغوب فيه بـسبب التيـارات الـسعوية الناتجة عن التوصيل

ب- يجب أن تكون التجهيزات ثابتة وموصلة بشكل دائم إلى تمديدات التركيبات الكهربائية فـى المبـ
موصولة عن طريق مقابس ومآخذ كهربائية من النوع الصناعى، مع مراعاة ما يلى:

(١) يجب أن تكون المقابس والمآخذ الكهربائية متوافقة مع المواصـفات الكهروتقنيـة الدوليـة
IEC 60309-1 الخاصة بالمقابس والمآخذ الصناعية

(٢)من المهم فحص استمرارية موصل التأريض الوقائى (PE) بالنسبة للتجهيزات ذات تيار التـ
العالى حسب ما هو مطلوب فى الفصل الخاص بالتحقق الأولى بفحص التركيبات والأجهزة بـ
المجردة خلال تركيبها وقبل وضعها فى الخدمة مباشرة، كلما كان ذلك ممكناً وذلـك للتأكـد
تحقيق متطلبات المواصفات القياسية. ويتم الفحص عند تركيبها أو بعد أى تعـديل فـى التركيـ
الكهربائية. وكذا ينصح بفحص استمرارية موصل التأريض الوقائى (PE) خـلال فتـرات زمـ
منتظمة

متطلبات إضافية لتيارات التسرب التى تزيد عن ١٠ مللى أمبير

إذا زاد تيار التسرب المقاس حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية رقـم IEC 60309-1 عـن ١٠ مللـ
أمبير، فيجب توصيل التجهيزات وفقاً لما هو وارد فى بنود دوائر التأريض الوقائية عالية الأمـان، مراقبـ
استمرارية التأريض، استخدام محول ذى ملفات مزدوجة من هذا القسم مع مراعاة طبيعة المكان المركب بـ
الأجهزة.

ومن المحتمل أن تتضمن قياسات تيار التسرب الموضـحة فـى المواصـفات الكهروتقنيـة الدوليـة رقـ
IEC 60309-1 بعض حالات أعطال غير مكتشفة ضمن التجهيزات.

دوائر التأريض الوقائى عالية الأمان

- إن الغاية من هذه المتطلبات، هى توفير موصلات للوقاية عالية الأمان باستخدام موصل واحد مصمت
موصلين مع توصيلات دائمة بموصلات مصمتة.
- يجب أن يحقق مقطع موصل الوقاية متطلبات القسم الخاص بموصلات الوقاية من هذا الكود أو ما يلى:

أ- عند استعمال موصلات وقاية مستقلة، يجب توفر موصل نحاس واحد بمقطع لا يقل عن ١٠ مـم^{٢} أ
موصلين نحاسين بنهايات مستقلة لا يقل مقطع كل منهما عن ٤ مم^{٢} ، ويمكـن أن تكـون موصـلات
الألومنيوم ذات مقطع ١٠ مم^{٢} أو أكبر

ب- عندما يكون موصل الوقاية وموصلات التغذية ضمن كابل واحد متعدد الموصلات، فيجب ألا يقل
مجموع مقاطع الموصلات النحاسية فى الكابل عن ١٠مم^{٢}.

ت-عند إستعمال موصل وقاية ممدود داخل مواسير معدنية جاسئة أو مرنـة ذات اسـتمرارية للتوصـيل
الكهربائى والموصول على التوازى معها، فيجب ألا يقل مقطع هـذا الموصـل مـن النحـاس عـن
٢,٥ مم^{٢}

ث-يجب أن تحقق المواسير المعدنية الجاسئة (غير المرنة) وحوامل ومجارى الكابلات والفواصل المعدنية والتغليف المعدنى، متطلبات البند الخاص بموصلات الوقاية من هذا الكود، والذى ينص على أن موصلات الوقاية يمكن أن تكون ضمن الكابلات المتعددة الموصلات أو موصلات معزولة أو عارية فى غلاف مشترك مع الموصلات الكهربائية أو موصلات ثابتة عارية أو معزولة أو أغطية معدنية مثل الأغلفة وتسليح بعض الكابلات الخاصة وكذا المجارى والأغلفة الأخرى للموصلات أو بعض الأجزاء الموصلة العرضية

ويجب أن تحقق كل الموصلات الموصوفة فى البنود الفرعية السابقة المتطلبات الأخرى الواردة فى القسم الخاص بموصلات الوقاية من هذا الكود.

مراقبة استمرارية التأريض

أ- الغرض من ذلك هو مراقبة استمرارية وصلة التأريض وتأمين وسيلة لفصل التغذية تلقائيا فى حال حدوث عطل بها ويجب تأمين جهاز أو أجهزة يمكنها فصل التجهيزات، فى حال حصول انقطاع فى استمرارية موصل الوقاية، حسب متطلبات الفقرة (ب) التالية. كما يجب أن يحقق موصل الوقاية متطلبات القسم الخاص بالحد الأدنى لموصلات الوقاية من هذا الكود.

ب- الوقاية باستخدام الفصل الآلى للتغذية

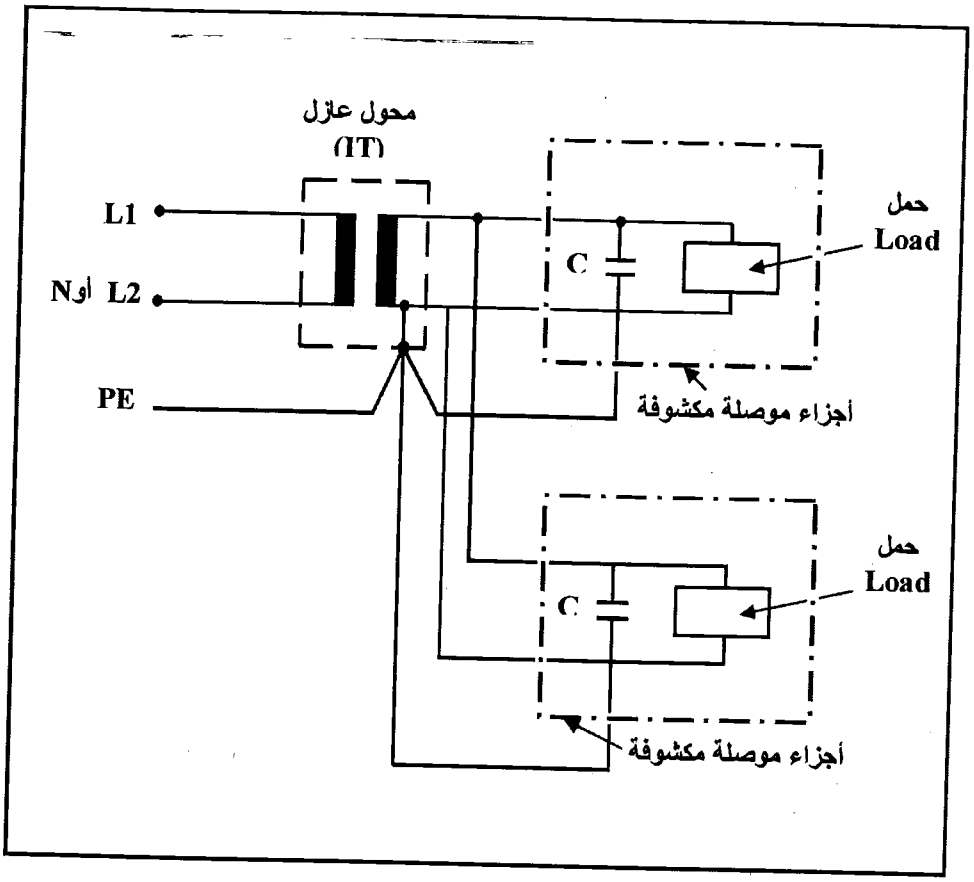
تظهر الحاجة إلى فصل التغذية، عندما تنشأ خطورة على الكائنات الحية عند حدوث عطل نتيجة جهد تلامس واستمراريته ويتطلب هذا الإجراء الوقائى التنسيق مع نظام التأريض ومع خصائص موصلات الوقاية ومع نبائط الوقاية المستخدمة.

استخدام محول ذى ملفات مزدوجة

- تهدف هذه المتطلبات إلى تحديد مسار تيار التسرب، وتقليل إمكانية قطع هذا المسار، أنظر الشكل رقم (٢/٧).

- عندما توصل التجهيزات إلى مصدر التغذية، عن طريق محول ذى ملفات مزدوجة أو عن طريق أية وسيلة أخرى، تكون فيها دوائر الدخل منفصلة عن دوائر الخرج مثل مجموعات التوليد "محركات مع مولدات"، فإنه من الأفضل ربط دوائر الخرج بنظام التأريض "أت" (TN)، ولكن يمكن استخدام نظام التأريض "ع أ" (IT) إذا تطلب الأمر ذلك فى بعض الاستعمالات المحددة.

يجب أن تحقق وصلات التأريض بين التجهيزات والمحول المتطلبات المذكورة فى البندين الخاصين بدوائر التأريض الوقائى عالية الأمان ومراقبة استمرارية التأريض السابقين من هذا القسم.



شكل (٧ /٢): طريقة توصيل محول عازل بملفات مزدوجة

الرسم لنظام أحادى الطور، ويمكن اتباع نفس الطريقة فى حالة النظام ثلاثى الأطوار

فى الشكل رقم (٢/٧):

- وسائل مراقبة ووقاية الملفات الإبتدائية والثانوية غير مبينة
- C : مرشح سعوى
- (L1 وL2 أو N) هى الموصلات إلى مداخل التغذية والخط (PE) "التأريض الوقائى" هو الموصل بين الأقسام التى يمكن الوصول إليها فى التجهيزات وربط التأريض الرئيسى للتركيبات والمخصص لكل من موصلات الوقاية للتجهيزات من الصنف I وموصلات التأريض الوظيفى للتجهيزات من الصنف II

متطلبات إضافية لأنظمة التأريض "أ" (TT)

أ- عندما تكون الدوائر ذات وقاية بنبيطة وقاية تفاضلية، فإن تيار التسرب الإجمالى I_T بالأمبير، يرتبط مع مقاومة المأخذ الأرضى R_A (بالأوم)، وتيار العمل المتبقى الإسمى لنبيطة الوقاية التفاضلية $I_{\Delta N}$ (بالأمبير) حسب العلاقة التالية:

$$I_1 \le \frac{I_{\Delta N}}{2} \le \frac{U_L}{2R_A} \qquad (7\text{-}1)$$

ب- يجب تطبيق متطلبات بند استخدام محول ذى ملفات مزدوجة بعاليه فى حال عدم إمكانية تطبيق متطلبات الفقرة (أ) السابقة.

متطلبات إضافية لأنظمة التأريض "ع أ" (IT)

أ- يفضل عدم ربط التجهيزات ذات تيارات التسرب العالى مباشرة إلى أنظمة "ع أ" (IT)، نظراً لصعوبة تنفيذ متطلبات اللمس بعد حدوث العطل الأول.

يفضل عندما يكون ذلك ممكناً، تزويد التجهيزات بنظام"أت" (TN)، المشتق من نظام التغذية الرئيسية "ع أ" (IT)، بواسطة محول ذى ملفات مزدوجة.

يمكن ربط التجهيزات مباشرة إلى النظام "ع أ" (IT)، عندما يكون من الممكن تحقيق متطلبات البند (ت) التالى، ويمكن تسهيل هذا الأمر بوصل جميع وصلات التأريض الوقائى إلى مربط المأخذ الأرضى مباشرة.

ب- يجب أن تكون التجهيزات مناسبة للتوصيل إلى هذا النظام حسب تعليمات الشركة الصانعة.

ت- أنظمة التأريض "ع أ" (IT)

١- تعزل أنظمة "ع أ" (IT) عن الأرض أو توصل إلى الأرض عبر ممانعات عالية بما فيه الكفاية.

ويتم هذا الوصل إما عند نقطة التعادل للنظام أو عند نقطة تعادل اصطناعية. وهذه النقطة الأخيرة، يمكن أن توصل إلى الأرض مباشرة إن كانت ممانعة التعاقب الصفرى (Zero sequence impedance) الناتجة كبيرة إلى حد كاف. أما إذا لم تتوفر نقطة تعادل فى النظام، فيمكن توصيل موصل الطور إلى الأرض من خلال ممانعة عالية.

ويكون تيار العطل صغيراً فى حالة عطل أحادى الطور مع جزء موصل مكشوف أو مع الأرض، ولا يكون فصل العطل فى هذه الحالة إلزامياً بافتراض تحقق الشرط المذكور فى الفقرة ٣ من هذا البند. ومع ذلك، لا بد من اتخاذ الاحتياطات لتجنب حدوث أخطاء ناتجة عن آثار مرضية ضارة على شخص يتلامس آنيا مع جزئين موصلين فى حالة عطلين يقعان فى آن واحد.

٢- لا يتم توصيل أى موصل مكهرب فى التركيبات مباشرة إلى الأرض.

وللتقليل من الجهد الزائد أو لإخماد تذبذب الجهد، قد يكون من الضرورى تأمين التأريض عبر ممانعات أو نقاط تعادل اصطناعية، على أن تكون الخواص المميزة لهذه النقاط مناسبة لمتطلبات التركيبات.

٣- ينبغى تأريضُ الأجزاء الموصلة المكشوفة منفردة أو جماعياً أو ضمن مجموعات.

وفى الأبنية العالية، فإن التوصيل المباشر لموصل الوقاية إلى القطب الأرضى غير ممكن، وذلك انطلاقاً من أسباب عملية. ويمكن تأريض الأجزاء الموصلة المكشوفة بالربط بين موصلات الوقاية وبين الأجزاء العارية والأجزاء الموصلة الخارجية.

ينبغى تحقيق الشرط التالى:

$$R_a \times I_d \leq 50 \ V \qquad (7\text{-}2)$$

حيث:

R_a : مقاومة التأريض للأجزاء الموصلة المكشوفة الموصولة إلى قطب تأريض

I_d : تيار العطل العائد للعطل الأول ذى الممانعة المهملة بين موصل طور وجزء موصل مكشوف. تحتوى قيمة التيار I_d تيارات التسرب وممانعة التأريض الكلية للتركيبات الكهربائية

٤- فى الحالات التى يستعمل بها نظام التأريض "ع أ" (IT) ولأغراض التحقق من استمرارية التغذية لابد من تركيب نبيطة لمراقبة العزل لتشير إلى حدوث أول عطل بين جزء مكهرب مع أجزاء موصلة مكشوفة أو مع الأرض. فى هذه الحالة يتوجب على هذه النبيطة أن تطلق إشارة سمعية و/أو بصرية تفيد حدوث ذلك العطل. وفى حال وجود الإشارتين السمعية والبصرية معاً، يسمح بإلغاء الإشارة السمعية، على أن تبقى الإشارة البصرية مستمرة طالما بقى العطل موجودا.

ويوصى بإزالة العطل الأول فى أقصر مدة ممكنة.

ث-بعد حدوث أول عطل ، فإن شروط فصل التغذية فى حالة حدوث ثانى عطل ستكون كما يلى، سواء كانت جميع الأجزاء الموصلة المكشوفة مرتبطة معاً بواسطة موصل تأريض وقائى (التأريض ضمن مجموعة) أو كانت مؤرضة بمجموعات أو منفردة:

١- حيثما كانت الأجزاء الموصلة المكشوفة مؤرضة ضمن مجموعات أو إنفراديا، فإن الشروط من أجل الوقاية معطاة فى الفقرة التالية، باستثناء أن الفقرة الثانية من (ج) لا تنطبق فى حالة إستخدام نظام التأريض "أأ" (TT)

٢- حيثما كانت الأجزاء الموصلة المكشوفة موصولة جماعياً بواسطة موصل تأريض وقائى، فإن شروط نظام التأريض "أت" (TN) تطبق بشكل يخضع إلى الفقرة التالية (هـ)

ج- يجب أن تتحقق الشروط التالية حيثما يكون خط التعادل غير موزع:

$$Z_S = \frac{\sqrt{3} \quad U_\circ}{2 \quad I_a} \qquad (7\text{-}3)$$

أما عندما يكون خط التعادل موزعاً:

$$Z'_S = \frac{\sqrt{3}\ \ U}{2\ \ I_a} \qquad (7\text{-}4)$$

حيث:

U_o: الجهد الأسمى المتردد (r.m.s) بين الطور وخط التعادل

U: الجهد الأسمى المتردد (r.m.s) بين طورين

Z_S: ممانعة حلقة العطل وهى تضم موصل الطور وموصل الوقاية للدائرة

Z'_S : ممانعة حلقة العطل وهى تضم موصل التعادل وموصل الوقاية للدائرة

I_a: تيار تشغيل نبيطة الوقاية فى زمن الفصل المحدد فى الجدول رقم (١/٧) عندما يكون قابلاً للتطبيق، أو خلال فترة خمس ثوان عندما يكون هذا الزمن مسموحاً به، (أنظر الفقرة ث بعاليه)

جدول (١/٧): زمن الفصل الأقصى فى أنظمة التأريض "ع أ" (IT) (العطل الثانى)

الجهد الإسمى للتجهيزات U أو U_o (فولت)	زمن الفصل، ثانية (t)	
	عندما يكون موصل التعادل غير موزع	عندما يكون موصل التعادل موزعا
120 - 240	0.8	5
230/400	0.4	0.8
400/690	0.2	0.4
580/1000	0.1	0.2

ملاحظة (١):

يتم تطبيق زمن الفصل المناسب للجهد الإسمى للجهود الواقعة ضمن حزمة السماح فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60038

ملاحظة (٢):

يلاحظ استخدام نبائط الحماية الواردة فيما يلى فى أنظمة التأريض "ع أ" (IT) للقيم المتوسطة للجهد، ويتم استعمال القيم التالية الأعلى فى الجدول:

- نبائط مراقبة العزل
- نبائط الوقاية من التيار الزائد

- نبائط الوقاية من التيار المتبقى

ح- أنظمة التأريض "أأ" (TT)

١- يتم توصيل جميع الأجزاء الموصلة المكشوفة ذات الوقاية بنبيطة وقاية واحدة بواسطة موصلات وا إلى قطب أرضى مشترك بين كل تلك الأجزاء، أما عند استعمال عدة نبائط وقاية متعاقبة، فتطبق ه المتطلبات بشكل منفصل على الأجزاء الموصلة المكشوفة المحمية بكل نبيطة.

ويجب أن تؤرض نقط التعادل، إذا كانت هذه النقط موجودة، وإلا فينبغى تأريض موصل طور واحد ف كل مولد أو محول.

٢- ينبغى تحقيق الشرط التالى:

$$R_a . I_a \leq 50\ V \qquad (7\text{-}5)$$

حيث:

R_a: مجموع مقاومة قطب الأرضى وموصل الوقاية الخاص بالأجزاء الموصلة المكشوفة

I_a: تيار التشغيل التلقائى لنبيطة الوقاية

وإذا كانت نبيطة الوقاية من النوع الذى يعمل بالتيار المتبقى، تكون قيمة I_a هى تيار التشغيل المتبق العيارى $I_{\Delta N}$.

يمكن إستعمال نبائط الوقاية من التيار المتبقى من الصنف S على أن تكون متعاقبة مع نبائط الوقاي العامة بغرض تحقيق الإنتقائية (Selectivity). ولتأمين الانتقائية مع نبائط الوقاية التى تعمل بالتيار المتبقى من الصنف S، يسمح بزمن تشغيل لا يزيد عن ١ ثانية فى دوائر التوزيع، وعندما تكون النبيطة للوقاية من التيار الزائد، فيتوجب أن تكون إما:

- نبيطة بمنحنى خصائصى بالزمن المعكوس (Inverse time characteristic)، ويكون فى هذه الحالة التيار I_a هو تيار التشغيل التلقائى للنبيطة ضمن فترة زمنية قدرها خمس ثوان، أو
- نبيطة بمنحنى خصائصى بفصل آنى محدد (Definite time characteristic) ويكون فى هذه الحالة I_a هو التيار الأصغر المسبب للفصل الفورى للنبيطة

٣- إذا تعذر تحقيق الشرط ٢ فى الفقرة (ح) من تحقيق الربط الإضافى متساوى الجهد، فانه يجب تحقيق الشروط الواردة فى الفقرة (خ) والخاصة بالربط الإضافى متساوى الجهد.

٤- فى أنظمة التأريض "أأ" (TT) تستعمل نبائط الوقاية التالية:

- نبائط وقاية تعمل بالتيار المتبقى
- نبائط وقاية تعمل بالتيار الزائد

ملاحظات:

١) تكون نبائط الوقاية من التيار الزائد قابلة للتطبيق-فقط- بغرض الحماية من التلامس غير المباشر فى

الأنظمة "أأ" (TT) حيث تكون قيمة R_a منخفضة جداً

٢) لا يستبعد استعمال نبائط الوقاية العاملة بجهد العطل فى التطبيقات الخاصة، حيث يتعذر استعمال نبائط الوقاية المذكورة أعلاه

خ- الربط الإضافى متساوى الجهد (حلقة ربط حفظ منسوب الجهد)

١- يشتمل الربط الإضافى متساوى الجهد كل الأجزاء الموصلة المكشوفة التى يمكن الوصول إليها فى آن واحد من المعدات الثابتة والأجزاء الموصلة الخارجية بما فى ذلك-إن أمكن- التسليح المعدنى الرئيسى للخرسانة المسلحة المعدة للبناء.

ويجب أن يوصل النظام متساوى الجهد إلى موصلات الوقاية لجميع المعدات بما فيها المآخذ الكهربائية.

٢- ينبغى عند وجود شك بفاعلية الربط الإضافى متساوى الجهد، التأكد من أن المقاومة R بين الأجزاء الموصلة المكشوفة التى يمكن الوصول إليها فى آن واحد والأجزاء الموصلة الخارجية تحقق الشرط التالى:

$$R \leq \frac{5}{I_a} \qquad (7\text{-}5)$$

حيث:

I_a: تيار تشغيل نبيطة الوقاية

- فى حالة نبائط تعمل بالتيار المتبقى، $I_{\Delta N}$
- فى حالة نبائط تعمل بالتيار الزائد، تيار التشغيل ذو خمس ثوان

R: المقاومة بالأوم

الوقاية باستعمال معدات ذات عزل من التصنيف II أو بالعزل المكافئ

يقصد بهذا الإجراء منع ظهور جهد خطر على الأجزاء التى يمكن الوصول إليها من التجهيزات عند حدوث عطل فى العزل الأساسى.

تؤمن الوقاية بواسطة:

١- تجهيزات كهربائية من الأنواع التالية:

- تجهيزات اجريت عليها التجارب النوعية (Type tests) ووضعت عليها العلامات تبعاً للقياسات الملائمة
- التجهيزات الكهربائية ذات العزل المضاعف أو المدعمة (تجهيزات الصنف الثانىII)
- التجهيزات الكهربائية المجمعة مسبقاً فى المصنع ذات العزل الكلى

٢- عزل إضافى مطبق على التجهيزات الكهربائية ذات العزل الأساسى فقط أثناء عملية إنشاء التركيبات

الكهربائية يؤمن درجة وقاية معادلة للمعدات الكهربائية حسب الفقرة ١ السابقة، ويتطابق مع البنـ
حتى ٦ الواردة فيما بعد.

٣- عزل مدعم مطبق على الأجزاء المكهربة غير المعزولة، أثناء عملية إنشاء التركيبات الكهربائيـة
يؤمن درجة حماية معادلة للجهاز الكهربائى وفق الفقرة ١ السابقة ، ويحقق شروط البنود ٤ حتـ
الواردة فيما بعد ، ويميز هذا العزل فقط، عندما تمنع الخصائص الإنشائية للتركيبات تطبيق الـ
المزدوج.

توضع التجهيزات الكهربائية الجاهزة للتشغيل التى تحتوى على أجزاء موصلة منفصلة عن الـ
المكهربة بواسطة عزل أساسى ضمن حيز عازل يؤمن درجة حماية (IP2X) على الأقل.

٤- ينبغى أن يكون الحيز العازل قادراً على مقاومة الإجهادات الميكانيكية أو الكهربائية أو الحرارية
التى يمكن أن تطرأ على التركيبات الكهربائية، ولا يعتمد عـادة علـى الطـلاء بالـدهان، والـو
ومنتجات مماثلة لتحقيق هذه المتطلبات، ومع ذلك لا يستبعد هذا المطلب استعمال حيز من النوع الـ
تجربته والذى تم طلاؤة بمثل هذه الدهانات إذا كانت القياسات المناسبة تـسمح باسـتعمالها وإذا كا
الطلاءات العازلة قد سبق تجربتها وفق للشروط المناسبة.

٥- إذا لم تتم تجربة العازل مسبقاً وتبادر الشك فيما يتعلق بفعاليته، عندئذ يجرى اختبار المتانـة الكهربا
وفق الشروط الواردة فى هذه المواصفات.

٦- لا ينبغى اجتياز الحيز العازل بأجزاء موصلة تنقل الجهود، وينبغى ألا يحتوى الحيز العازل علـى
مسامير من مواد عازلة قد يؤدى استبدالها بمسامير معدنية عند فقدها مستقبلا إلى إضعاف درجة الـ
التى يؤمنها الحيز.

وإذا توجب إجتياز الحيز العازل بوصلات أو توصيلات ميكانيكية خاصة بأذرع تشغيل الأجهزة، فـ
عندئذ تركيبها بشكل لا يضعف الوقاية من الصدمة الكهربائية فى حالة حدوث عطل.

٧- إذا كان ممكناً فتح أغطية أو أبواب الحيز العازل دون استعمال عدة أو مفتاح، فينبغـى وضـع جـ
الأجزاء الموصلة التى يمكن الوصول إليها عند فتح الغطاء أو الباب، خلف حاجز عـازل ممـا يـ
حماية لا تقل عن الدرجة (IP2X) والتى تجنب الأشخاص حصول تلامس غيـر مقـصود مـع
الأجزاء، على أن لا يكون بالإمكان نزع هذا الحاجز العازل إلا باستعمال العدة فقط.

اختيار التجهيزات الكهربائية وتركيبها

متطلبات الأمان من أجل ترتيبات التأريض ذى تداخل موجات المنخفض "Low noise earthing"

يمكن أن يسبب مستوى تداخل الموجات فى نظام تأريض للتركيبات الكهربائية فى الأبنية تأثيراً غير مقبـ
على عمل تجهيزات معالجة البيانات المربوط إليه.

أ- يجب أن توصل الأقسام الموصلة المكشوفة لتجهيزات معالجة البيانات إلى مربط التأريض الرئيسى.

وتمنع الفقرة الخاصة بمراقبة استمرارية التأريض، من استخدام مآخذ تأريض متفرقة للأقسام الناقلة المكشوفة التى يمكن الوصول إليها فى وقت واحد.

يجب تطبيق هذا الطلب أيضاً على الأغلفة المعدنية للتجهيزات من الصنف II، والصنف III، وعلى دوائر الجهد شديد الانخفاض الوظيفى، عندما تكون مؤرضة لأغراض وظيفية. ولا ضرورة أن تخضع موصلات التأريض التى تخدم أغراض وظيفية فقط لمتطلبات القسم الخاص بموصلات الوقاية – الحد الأدنى للموصلات.

ب- طرق خاصة أخرى:

فى الحالات القصوى، وإذا كانت متطلبات الأمان الواردة فى الفقرة (أ) من هذا البند تحقق المطلوب، ولكنها لا تقلل مستوى تداخل الموجات إلى المستوى المقبول على نقط ربط التأريض الرئيسى للتركيبات الكهربائية، فيجب أن تعالج التركيبات كحالة خاصة.

ويجب أن تؤمن ترتيبات التأريض نفس الوقاية المطلوبة فى هذا النظام، ويجب الانتباه بشكل خاص بأن الترتيبات الكهربائية تحقق الآتى:

- تأمين الوقاية المناسبة ضد زيادة التيار
- منع وجود جهد لمس (Touch voltage) على التجهيزات وتضمن تساوى الجهد بين كل من التجهيزات، سواء بين التركيبات المعدنية المجاورة أو بين التجهيزات الكهربائية الأخرى تحت ظروف التشغيل الطبيعى، وكذا فى حالة الأعطال
- توفير المتطلبات التى تخص تيار التسرب الأرضى الزائد، إذا كان ذلك مناسباً ولا تخل بهذه المتطلبات

٢/٧ متطلبات التركيبات الكهربائية فى المواقع الخاصة
quirements for electrical installations in special locations

١/٢/٧ مواقع تحتوى على حوض استحمام أو حوض استحمام بالدوش
ations containing a bath tube or shower basin

عام

- تنجم المخاطر في التركيبات الكهربائية فى مواقع أحواض الاستحمام وأحواض الاستحمام بالدوش وجود وتناثر المياه، بالإضافة إلى تناقص مقاومة الجسم نتيجة المياه الموجودة على الجسم واليدين يجعله وسطاً مناسباً لحدوث الصدمة الكهربائية، إذا لم تراع إجراءات الوقاية من أجل الأمان المطل
- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفة المصرية رقم ٢٣٤٦/٢٠٠٥ والمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7- 701

المجال

- تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على أحواض الاستحمام أو أحواض الدوش وعلى المناطق ال بها والتى يزداد فيها خطر الصدمة الكهربائية بسبب تناقص مقاومة الجسم واتصال الجسم بالأرض
- لا تنطبق هذه المتطلبات على حجرة الدوش سابقة الصنع ذات حوض الدوش الخاص ونظام التـ الذاتى، عدا أن يبعد أى مفتاح أو مأخذ كهربائى مسافة لا تقل عن ٠,٦٠ متر عن فتحـة بـاب الدوش سابقة الصنع.

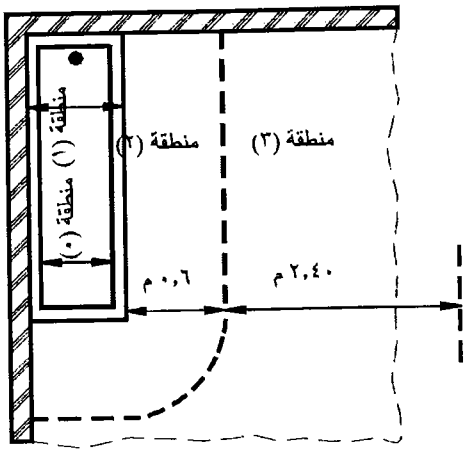
الخصائص العامة

تصنيف المناطق

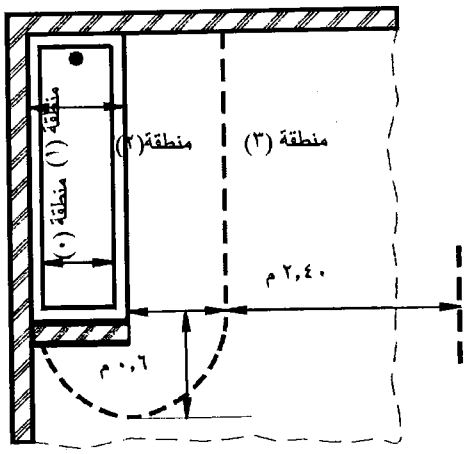
يعتمد هذا التصنيف على أبعاد أربعة مناطق، أنظر الأشكال أرقام (٣/٧)، (٤/٧):

- المنطقة (٠) وهى الحيز داخل حوض الاستحمام أو حوض الدوش
- المنطقة (١) وتحدد بالمستوى العمودى المحيط بحوض الاستحمام أو حوض الدوش، أما بالنسـ بدون حوض، فيحدد بمستوى عمودى يبعد ٠,٦٠متراً عن رأس الدوش، وبمستوى الأرض و الأفقى الذى يعلو ٢,٢٥ متراً عن الأرض
- المنطقة (٢) وتحدد بالمستوى العمودى خارج المنطقة (١) والمستوى العمودى الموازى له و ٠,٦٠ متراً خارج المنطقة (١)، وبمستوى الأرض والمستوى الأفقى الذى يعلو ٢,٢٥ متراً عن

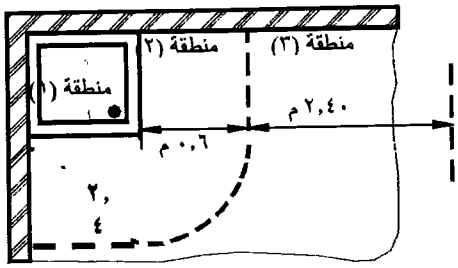
أ- حوض استحمام



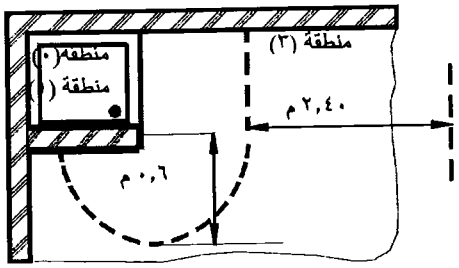
ب- حوض استحمام بفاصل ثابت



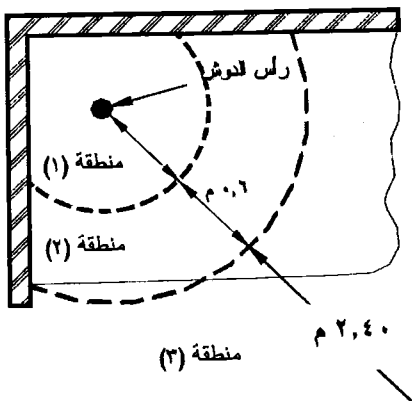
ت- حوض دوش



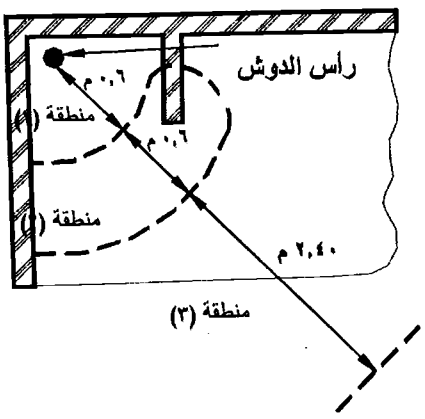
ث- حوض دوش بفاصل ثابت



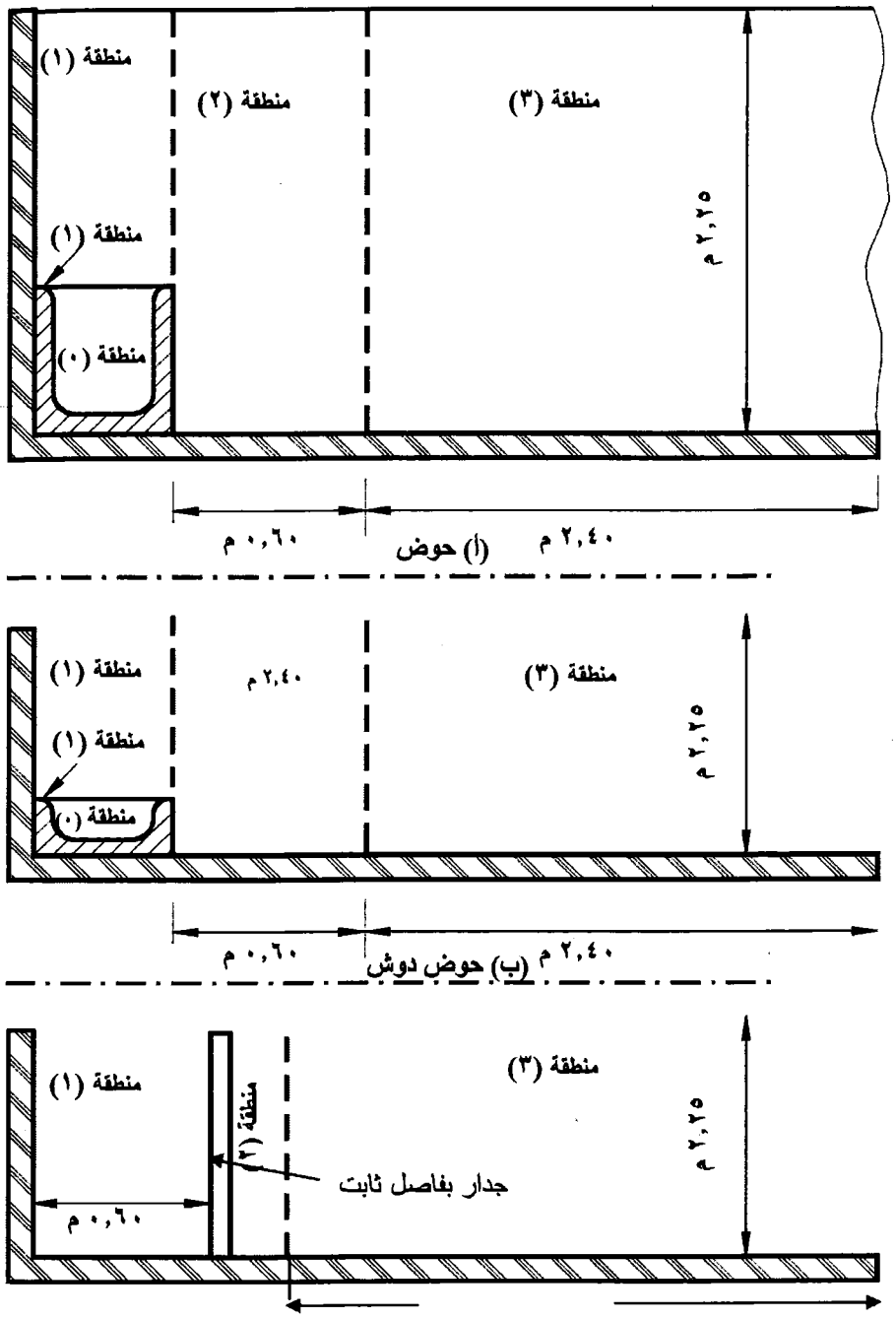
جـ- دوش بدون حوض



ح- حوض بدون دوش بفاصل ثابت



شكل (٣/٧): أبعاد القطاعات (مساقط أفقية)



(ت) دوش بدون حوض بفاصل

شكل (٧/٤): أبعاد القطاعات (مساقط رأسية)

المنطقة (٣) تحدد بالمستوى العمودى خارج المنطقة (٢) والمستوى العمودى الموازى له والذى يبعد ٢,٤٠ متراً خارج المنطقة (٢)، وبمستوى الأرض والمستوى الأفقى الذى يعلو ٢,٢٥ متراً عن الأرض وتقاس الأبعاد مع مراعاة الجدران والفواصل الثابتة، أنظر الشكل رقم (٣/٧) ب، ث، ح.

الوقاية من أجل الأمان

١- الوقاية من الصدمة الكهربائية

لوقاية المآخذ الكهربائية، أنظر البند الفرعى بعنوان أجهزة القطع ونبائط التحكم فى نفس هذا الجزء.

أ- عند استخدام جهد شديد الانخفاض، ومهما كانت قيمة الجهد الأسمى، فإنه يجب تأمين الوقاية ضد التلامس المباشر بواسطة:

- حواجز أو عوائق بدرجة حماية (IP 2x) على الأقل أو
- عزل قادر على تحمل جهد اختبار قدره ٥٠٠ فولت ولمدة دقيقة واحدة

ب- ربط إضافى مع قضيب موازنة الجهد (Potential equalizer)

يجب توصيل الرباط الإضافى الموضعى لموازنة الجهد مع كل الأجزاء التى يمكن أن تصبح موصلة عرضاً في المناطق (١،٢،٣) ومع موصلات الوقاية لكل الأجزاء الموصلة الظاهرة والموجودة فى هذه المناطق.

٢- تطبيقات الوقاية من الصدمة الكهربائية فى المنطقة (٠)

أ- يسمح بالوقاية باستخدام جهد شديد الإنخفاض مأمون فقط وبجهد إسمى لا يزيد عن ١٢ فولت، على أن يركب مصدر التغذية الآمن خارج هذه المنطقة.

المقصود بمصدر التغذية الآمن هو مصدر التغذية بجهد شديد الإنخفاض مأمون.

ب- لا يسمح باستخدام تدابير الوقاية بواسطة العوائق أو بواسطة التركيب خارج متناول اليد (يرجع إلى التفاصيل فى الأبواب الخاصة بذلك فى هذا الكود).

ت-لا يسمح باستخدام تدابير الوقاية باستخدام المواقع غير الموصلة والربط متساوى الجهد الموضعى غير المتصل مع الأرضى (ذى أرضى حر) (يرجع إلى التدابير فى الأبواب الخاصة بذلك فى هذا الكود).

اختيار الأجهزة الكهربائية وتركيبها

١- قواعد عامة

يجب أن يكون للأجهزة الكهربائية درجات الحماية التالية على الأقل:

- فى المنطقة (٠) : IPX7
- فى المنطقة (١) : IPX5
- فى المنطقة (٢) : IPX4
- فى المنطقة (٣) : IPX1

وتطبق درجة الحماية IPX5 فى الحمامات العامة للمناطق (٢)، (٣).

٢- نظم التمديدات

تطبق القواعد التالية على نظم التمديدات الخارجية وعلى نظم التمديدات المركبة داخل الجدران حتى
لا يتجاوز ٥ سم :

أ- يجب ان تؤمن نظم التمديدات درجة عزل تقوم بتحقيق متطلبات هذا الكود والتى بعنوان
باستعمال معدات الصنف II أو بالعزل المكافئ بدون وجود أى غطاء معدنى.
ويمكن أن تتألف مثل هذه التمديدات من كابلات ذات موصل وحيد ضمن مواسير معزولة أو
كابلات متعددة الموصلات ذات غلاف معزول

ب- يجب أن تكون التمديدات فى المناطق (٢،١،٠) محصورة بالتمديدات اللازمة لتغذية الأجهزة الموج
فى هذه المناطق فقط

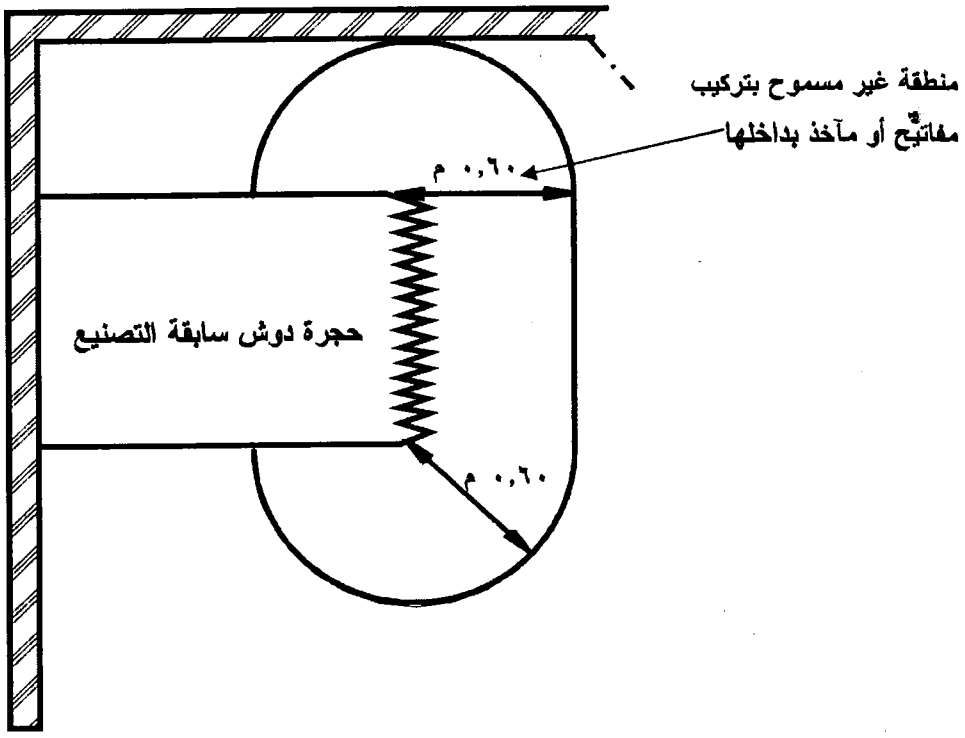
ت- لا يسمح بوجود علب توصيل (بواطات) فى المناطق (٢،١،٠)

٣- نبائط القطع ونبائط التحكم

أ- يجب ألا تركب نبائط القطع ونبائط التحكم وملحقاتها فى المناطق (٢،١،٠).
ويسمح فى المنطقتين (٢،١) باستخدام حبال معزولة لتشغيل المفاتيح، شريطة مطابقتها للمواصا
الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60669-1 أو المواصفة القياسية المصرية رقم ٢٠٠٥/٠٤٣٨ الخا
بالمفاتيح المنزلية والتركيبات الكهربائية الثابتة.
كما يسمح بوجود مآخذ كهربائية فقط فى المنطقة (٣) إذا كانت:

- مغذاة بشكل فردى عن طريق محول عزل طبقاً لتفاصيل ذلك فى هذا الكود أو
- مغذاة بجهد شديد الانخفاض (مأمون) طبقاً لتفاصيل ذلك فى هذا الكود أو
- محمية بنبيطة وقاية تفاضلية (Residual Current Device) "R.C.D" ذات تيار فصل (ΔI) لا
عن ٣٠ مللى أمبير

ب- يجب أن يبعد أى مفتاح أو مأخذ كهربائى مسافة لا تقل عن ٠,٦٠ متراً عن فتحة باب حجرة الد
سابقة الصنع، أنظر الشكل رقم (٥/٧).



شكل (٧/٥): حجرة دوش سابقة التصنيع

٤- تجهيزات ثابتة أخرى

- لا تنطبق هذه المتطلبات على الأدوات الكهربائية المغذاة بجهد شديد الانخفاض والبند (٣) فقرة (أ) بعاليه الخاصة بنبائط القطع ونبائط التحكم من هذا الجزء.
- فى المنطقة (٠)، يسمح فقط بالأدوات الكهربائية المعدة للاستخدام فى أحواض الاستحمام بشكل خاص.
- فى المنطقة (١)، يمكن تركيب سخانات المياه فقط.
- فى المنطقة (٢)، يمكن تركيب سخانات المياه وأجهزة الإنارة من الصنف II.
- يمكن تركيب وحدات التدفئة (المدفونة) بالأرض والمعدة لتدفئة المواقع فى كل المناطق ما دامت مغطاة بشبكة معدنية أو بغلاف معدنى مؤرض وموصل برباط لتساوى الجهد المحدد فى البند الفرعى (ب) للوقاية من الصدمة الكهربائية المذكور فى هذا الجزء.

تصنيف التجهيزات الكهربائية

تقسم التجهيزات الكهربائية إلى أربعة أصناف بالنسبة للوقاية من الصدمة الكهربائية، كما يلى:

- الصنف "0" ، وهى التجهيزات التى تعتمد على غلافها العازل فقط فى الحماية من الصدمة الكهربائية
- الصنف "I" ، وهى التجهيزات التى تعتمد على غلافها العازل بالإضافة إلى تأريض الجهاز للوقاية من الصدمة الكهربائية

- الصنف "II" ، وهى التجهيزات التى تعتمد على غلاف عازل مزدوج مقوى للوقاية من ال الكهربائية
- الصنف "III" ، وهى التجهيزات التى تغذى بجهد شديد الانخفاض للوقاية من الصدمة الكهربائية

٢/٢/٧ حمامات السباحة والأحواض الأخرى Swimming pools & other basins

عام

- تنجم المخاطر فى التركيبات الكهربائية فى حمامات السباحة والأحواض الأخرى كأحواض والتجديف والمناطق المحيطة بها لتواجد الأجساد البشرية داخل المياه بالإضافة إلى التناقص الش قيمة مقاومة الجسم الأولية وهو مبتل مما يجعله معرضاً بسهوله لحدوث الصدمة الكهربائية، وذلك يتم مراعاة الوقاية المطلوبة من أجل الأمان.
- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم، بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المو الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7- 702.

المجال

- تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على أحواض الاستحمام وعلى أحواض السباحة وأحواض الت وتطبق أيضاً على المناطق المحيطة بها والتى يزداد فيها أثناء الاستعمال العادى خطر ال الكهربائية بسب تناقص مقاومة الجسم واتصال الجسم بالأرض.
- تطبق متطلبات أحواض السباحة على أحواض التجديف.
- قد يكون من الضرورى وجود متطلبات خاصة من أجل الأحواض المخصصة للاستخدام الطبى.

دليل المصطلحات العامة

تطبق التعاريف التالية فى هذا القسم، ولتنضم إلى قائمة المصطلحات العامة الأخرى (أنظر التعريفات)

أحواض البرك :

- الأحواض غير المعدة لتواجد الأشخاص فيها.
- أما الأحواض المعدة لتواجد الأشخاص فيها، فتطبق عليها المواصفات والمتطلبات الخاصة ب السباحة.

الخصائص العامة

١ – تصنيف المؤثرات الخارجية

تعتمد متطلبات هذا القسم على أبعاد ثلاث مناطق (٠، ١، ٢) والأمثلة مبينة فى الأشكال أرقام حتى (٧/١٠).

أ- **المنطقة "٠"**

هى الحيز داخل حمامات السباحة بما فيها الفجوات فى الجدران أو الأرضيات وأحواض تنظيف الأرجل أو حيز النوافير والشلالات.

ب- **المنطقة "١"**

تحدد هذه المنطقة بالآتى:

- المنطقة "٠"
- ومستوى عمودى يبعد ٢ مترا عن حافة الحوض
- الأرض أو السطح التى يحتمل أن يتواجد عليها الأشخاص والمستوى الأفقى الذى يعلو الارض أو السطح بمقدار ٢,٥ مترا

عندما يحتوى حمام السباحة على ألواح غطس أو سلالم القفز أو كتل بداية السباق أو مسقط مائى أو أى أماكن أخرى يحتمل أن يتواجد فيها أشخاص، فإن المنطقة (١) تشمل المنطقة المحددة بالآتى:

- المستوى العمودى الذى يقع على بعد ١,٥مترا ويحيط بألواح الغطس وألواح القفز وكتل بداية السباق أو مساقط المياه والعناصر الأخرى مثل التماثيل التى يمكن الوصول إليها وتزيينات الأحواض
- المستوى الأفقى الذى يعلو ٢,٥ مترا عن أعلى مستوى سطح يمكن أن يشغله رواد المكان

ت- **المنطقة "٢"**

تحدد هذه المنطقة بالآتى:

- المستوى العمودى المحدد بالمنطقة "١" والمستوى الموازى للأول ويبعد عنه بمقدار ١,٥ متراً
- مستوى الأرض أو السطح المتوقع شغله من قبل الناس والمستوى الأفقى الذى يعلو الأرض أو السطح بمقدار ٢,٥ مترا

ملحوظة : لا تحتوى البرك على مناطق مصنفة (٢)

الوقاية من أجل الامان

الوقاية من الصدمة الكهربائية

- لتوفير الوقاية للمآخذ الكهربائية، أنظر أيضا الفقرة بعنوان نبائط القطع والتحكم فيما بعد بهذا القسم.
- لتوفير الوقاية للتجهيزات الأخرى، أنظر أيضا الفقرة بعنوان تجهيزات أخرى فيما بعد بهذا القسم.

أ- **الوقاية من التلامس المباشر والتلامس غير المباشر**

١- الوقاية باستخدام الجهد شديد الانخفاض والجهد شديد الانخفاض المأمون "SELV" وجهد الوقاية شديد الانخفاض الوظيفى "FELV".

٢- فى الدوائر التى يستخدم فيها جهد شديد الإنخفاض مأمون "SELV" غير المؤرضة, ومهما تكن قيمة الجهد الإسمى، فإن الوقاية ضد التلامس من التماس المباشر يجب أن تؤمن بالآتى:

- حواجز أو عوائق تؤمن درجة حماية لا تقل عن IP2 X أو IP XXB وذلك حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60529، أو
- عزل قادر على تحمل جهد اختبار قدرة ٥٠٠ فولت متردد ولمدة دقيقة

ب-الوقاية ضد الصدمة الكهربية أثناء التشغيل الطبيعى (الحماية ضد التلامس المباشر أو الحماية الأساسية)

١- لا تطبق الوقاية باستخدام حواجز

٢- لا تطبق الوقاية بإبقاء الخطر بعيدا عن متناول اليد

ت- الوقاية ضد التلامس غير المباشر

١- الربط الاضافى لتساوى الجهد

يجب أن توصل كل الأجزاء الدخيلة التى يمكن أن تصبح موصلة عرضاً فى المناطق (٢،١،٠) بقضيب الربط متساوى الجهد وتوصل بموصل وقاية الأجزاء الموصلة الظاهرة الموجودة فى هذه المناطق مع مراعاة ما يلى:

- يمكن تنفيذ الربط مع موصل الوقاية، فى أقرب مكان ممكن، مثلاً فى أى تجهيزات إضافية أو لوحة توزيع أو ما يشابهها
- لا يسمح باستخدام الوقاية باستخدام موقع غير موصل
- لا يسمح فى هذه المناطق باستخدام الوقاية باستخدام الربط متساوى الجهد ذى أرضى حر

أنظر أيضاً الفقرة الخاصة بتجهيزات أحواض السباحة المغذاة بتيار كهربائى والواردة فيما بعد فى هذا القسم.

٢- الوقاية من اجل الأمان

٣- تدابير الوقاية ضد الصدمة الكهربية

٤- المتطلبات الخاصة لكل منطقة

(أ) عام .

- باستثناء البرك المذكورة فيما بعد، تؤمن الحماية فى المنطقتين (١،٠) باستعمال جهد شديد الإنخفاض مأمون بجهد إسمى لا يزيد عن ١٢ فولت متردد أو ٣٠ فولت مستمر، على أن يوضع مصدر التغذية للأمان خارج المناطق (٢،١،٠) (أنظر أيضا فقرة نبائط القطع والتحكم وفقرة تجهيزات أخرى الواردة فيما بعد فى هذا القسم.

- تكون دوائر التغذية الكهربائية للتجهيزات المخصصة للعمل داخل الأحواض والتى لا تعمل إلا عندما يكون الأشخاص خارج المنطقة (٠) محمية بالآتى إما:
  - بالوقاية باستخدام جهد شديد الانخفاض مأمون SELV, PELV يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، على أن يكون مصدر التغذية للأمان موجودا خارج المناطق (٢،١،٠) أو
  - بالوقاية بفصل التغذية تلقائيا، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، باستعمال نبيطة وقاية تفاضلية "R.C.D" ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ مللى أمبير أو
  - بالوقاية بالعزل الكهربائى، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود بشرط أن تغذى معدة العزل بتجهيزة واحدة، وأن تكون معدة العزل موجودة خارج المناطق (٢،١،٠)
- يجب أن تكون المآخذ الكهربائية للدوائر التى تغذى مثل هذه التجهيزات ونبائط الفصل لكل دائرة مكتوبا عليها تحذير لتنبيه الشخص الذى سيستعملها بأن هذه التجهيزات يجب استعمالها فقط عندما يكون حمام السباحة خال من الأشخاص.

(ب) المنطقة (٠) والمنطقة (١) فى البرك :

فى المنطقة (٠)، (١) تستعمل فقط طرق الوقاية التالية :

- جهد أمان شديد الإنخفاض، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، على أن يوضع مصدر التغذية للأمان خارج المنطقتين (١،٠)، أو
- فصل التغذية تلقائيا، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، باستعمال نبيطة وقاية تفاضلية "R.C.D" ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ مللى أمبير، أو
- الفصل الكهربائى، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، بشرط أن تغذى معدة العزل تجهيزة واحدة وأن تكون هذه المعدة مركبة خارج المنطقة (٠)، (١)

(ت) المنطقة (٢) :

يجب أن تستعمل واحدة أو أكثر من طرق الوقاية التالية :

- جهد شديد الإنخفاض مأمون، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، على أن يوضع مصدر التغذية للأمان خارج المناطق (١،٠)
- فصل مصدر التغذية تلقائياً، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، باستعمال نبائط وقاية تفاضلية "RCD" ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ مللى أمبير
- الفصل الكهربائى، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، بشرط أن تغذى معدة العزل تجهيزة واحدة وأن تكون معدة العزل مركبة خارج المنطقتين (٠)، (١)

ث- اختيار الأجهزة الكهربائية وتركيبها

٥/١ شروط التشغيل والتأثيرات الخارجية

يجب أن يكون للأجهزة الكهربائية (على الأقل) درجات الحماية التالية (حسب المواصفة الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60529) :

- المنطقة (٠) : IPX8
- المنطقة (١) : IPX5
- أحواض السباحة داخل الأبنية والتى عادة لا تنظف بواسطة خرطوم ماء : IPX4
- المنطقة(٢) : IPX2 للأمكنة الداخلية، IPX5 للأمكنة الخارجية عندما يكون احتمال التنظيف بواسطة خرطوم ماء وارداً.

٥/٢ نظم التمديدات

أ- عام

تطبق القواعد التالية على نظام التمديدات الخارجية ونظم التمديدات المدفونة فى الجدران أو الأرضيات حتى عمق لا يتجاوز (٥) سم.

ب- الاختيار والتركيب حسب التأثيرات الخارجية

(١) التركيب حسب المناطق

يجب ألا تحتوى نظم التمديدات فى المناطق (٠،١،٢) على أغطية معدنية يمكن الوصول إليها، أما بالنسبة للأغطية التى لا يمكن الوصول إليها، فيجب توصيلها بموصل الربط الإضافى لتساوى الجهد.

ويفضل تركيب الكابلات الكهربائية ضمن مواسير مصنوعة من مواد عازلة.

(٢) شروط التمديدات بالنسبة للمناطق

يجب أن تقتصر التمديدات الكهربائية فى المنطقتين (٠،١) على التمديدات الضرورية لتغذية التجهيزات الموجودة فيهما.

(٣) متطلبات إضافية للتمديدات الخاصة بالبرك

يجب تأمين المتطلبات الإضافية التالية لأحواض الاستحمام:

- يجب أن تمدد كابلات تغذية التجهيزات الموجودة فى المنطقة (٠) خارج محيط حوض المياه قدر الامكان، ويتم تمديدها إلى الأجهزة الكهربائية داخل الحوض بأقصر طريق ممكن، كما يجب تمديد الكابلات داخل مواسير لتسهيل عملية الصيانة وإعادة التمديد عند الحاجة.

- فى المنطقة (١)، تمدد الكابلات مع تأمين حماية ميكانيكية مناسبة لها، ويجب استعمال كابلات للتوصيل فقط تطابق المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60245 أو نوع مماثل له نفس الخواص على الأقل.

على صانع الكابلات التصريح بملاءمتها لدوام التلامس مع الماء بالإضافة لتوافقها مع متطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60245-1 أو IEC 60245-4.

(٤) علب التوصيل

يجب عدم تركيب علب توصيل أطراف فى المنطقتين (١،٠) باستثناء المنطقة (١) عندما يكون ذلك مسموحا بالنسبة لدوائر الجهد شديد الانخفاض المأمون.

٣/٥ نبائط القطع والتحكم

يجب ألا تركب نبائط القطع والتحكم وكذلك المآخذ الكهربائية فى المنطقتين (١،٠)، أما عندما يكون من غير الممكن تركيب المآخذ الكهربائية والمفاتيح خارج المنطقة (١) فى أحواض السباحة الصغيرة، يسمح بتركيبها داخل المنطقة (١) شريطة ألا تحتوى على أغطية معدنية، وأن تركب بعيدا عن متناول اليد وعلى بعد ١,٢٥ مترا من حافة المنطقة (٠)، وأن توضع على ارتفاع ٣٠ سم على الأقل من سطح الأرض وأن تكون مزودة بالوقاية الآتية إما:

- باستخدام جهد شديد الانخفاض مأمون، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، وبجهد إسمى لا يزيد عن ٢٥ فولت متردد أو ٦٠ فولت مستمر، على أن يكون مصدر التغذية للأمان مركبا خارج المنطقتين (١،٠)، أو
- بفصل التغذية آليا باستعمال نبيطة وقاية تفاضيلة ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ مللى أمبير, أو
- بالعزل الكهربائى، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، شريطة أن تغذى معدة العزل تجهيزة واحدة، وأن تكون معدة العزل هذه موجوده خارج المنطقتين (١،٠)

يسمح بتركيب المآخذ الكهربائية والمفاتيح داخل المنطقة (٢) فقط، إذا كانت الدوائر المغذية لها ذات وقاية بإحدى الطرق التالية:

- بجهد شديد الانخفاض مأمون، (يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود)، على أن يكون مصدر التغذية للأمان واقعا خارج المناطق (٢،١،٠)
- بفصل التغذية تلقائيا، (يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود)، باستعمال نبيطة وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ مللى امبير
- بالعزل الكهربائى، (يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود)، بشرط ان تغذى معدة العزل من تجهيزة واحدة وأن تكون معدة العزل مركبة خارج المناطق (٢،١،٠)

٥-٤ تجهيزات اخرى

أ- تجهيزات حمامات السباحة المغذاة بالتيار الكهربى

يمكن تركيب التجهيزات الثابتة المغذاة بالتيار الكهربائى والمخصصة فقط لحمامات السباحة المنطقتين (١،٠) مع الأخذ بالاعتبار متطلبات الفقرة ((٥-٤)ب , (٥-٤)ت).

يمكن استعمال المعدات التى يفترض أن تعمل فقط عندما تكون المنطقة (٠) خالية من الأشخا فى جميع المناطق شريطة أن تكون مغذاة بدوائر ذات وقاية حسب البند رقم (٤) والخا بالمتطلبات الخاصة بكل منطقة.

يمكن تركيب وحدات التدفئة المدفونة شريطة أن تكون :

- ذات وقاية بواسطة جهد شديد الانخفاض مأمون، يرجع للجزء الخاص بذلك من هذا الكود، على يكون مصدر التغذية للأمان موضوعا خارج المناطق (٢،١،٠)
- مغطاة بشبكة معدنية مدفونة ومؤرضة أو بغلاف معدنى مدفون ومؤرض وموصلة برباط إضا لتساوى الجهود، شريطة أن تكون دوائر التغذية الكهربائية محمية بالاضافة لذلك بواسطة نبي وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ مللى امبير

ب- وحدات الإنارة المدفونة لحمامات السباحة

- يجب أن تتوافق معدات الإنارة المخصصة للاستعمال تحت الماء أو التى تلامس الماء متطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60598-2-18.
- يجب أن تتوافق وحدات الإنارة المركبة فى كوات داخل جدران حمامات السباحة والمخدومة مؤخرتها مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60598، ويجب أن تركب بشكل يمنع تلامس مقصود أو غير مقصود بين أى جزء موصل مكشوف من وحدات الإنارة وأى م موصلة فى كود الإنارة.

ت-التجهيزات الكهربائية

- يجب أن تكون المعدات الكهربائية المركبة فى المنطقتين (١،٠) بعيدة بالقدر الكافى بحيث لا يمكن الوصول إليها بسهولة، مثلا باستعمال شبك زجاجى أو شبك لا يمكن فكة إلا بواسطة أدوات خاصة.

كما يجب أن تكون وحدات الإنارة مثبتة وتفى بمتطلبات المواصفات الكهروتقنية الدول رقم IEC 60598-2-18.

- وكذلك يجب أن تفى المضخات الكهربائية (Pumps) المستخدمة مع حمامات السباحة بمتطلبا المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60034-5.

ث- المتطلبات الخاصة لتركيب التجهيزات الكهربائية ذات الجهد المنخفض فى المنطقة (١) من أحواض السباحة والأحواض الأخرى أيضا

- يسمح فى المنطقة (١) باستعمال تجهيزات ثابتة ومخصصة للاستعمال فى حمامات السباحة والأحواض الأخرى (مثلا تجهيزات التنقية, تجهيزات النوافير) والمغذاة بجهد منخفض غير جهد شديد الانخفاض المأمون وبجهد إسمى لا يزيد عن ١٢ فولت متردد أو ٣٠ فولت مستمر بشرط أن تفى بجميع المتطلبات التالية :

١- يجب أن تكون موضوعة ضمن حيز ذى عزل إضافى يؤمن وقاية من الصدمات الميكانيكية (AG2)

وتطبق هذة المادة الثانوية بغض النظر عن صنف الجهاز, أما إذا كان الجهاز من صنف (I)، فيجب أن يوصل إلى موصل الوقاية

٢- يجب أن يكون الوصول إليها عن طريق كوة (أو باب) يفتح بواسطة مفتاح أو أداة خاصة، كما يجب أن تكون الكابلات وقواطع الفصل الرئيسية مصنوعة لتحقق التصنيف II ومركبة بطريقة تؤمن حماية مماثلة

٣- يجب أن تؤمن التجهيزات حماية تساوى على الأقل (IPXXB) عندما تكون الكوة (أو الباب) مفتوحة

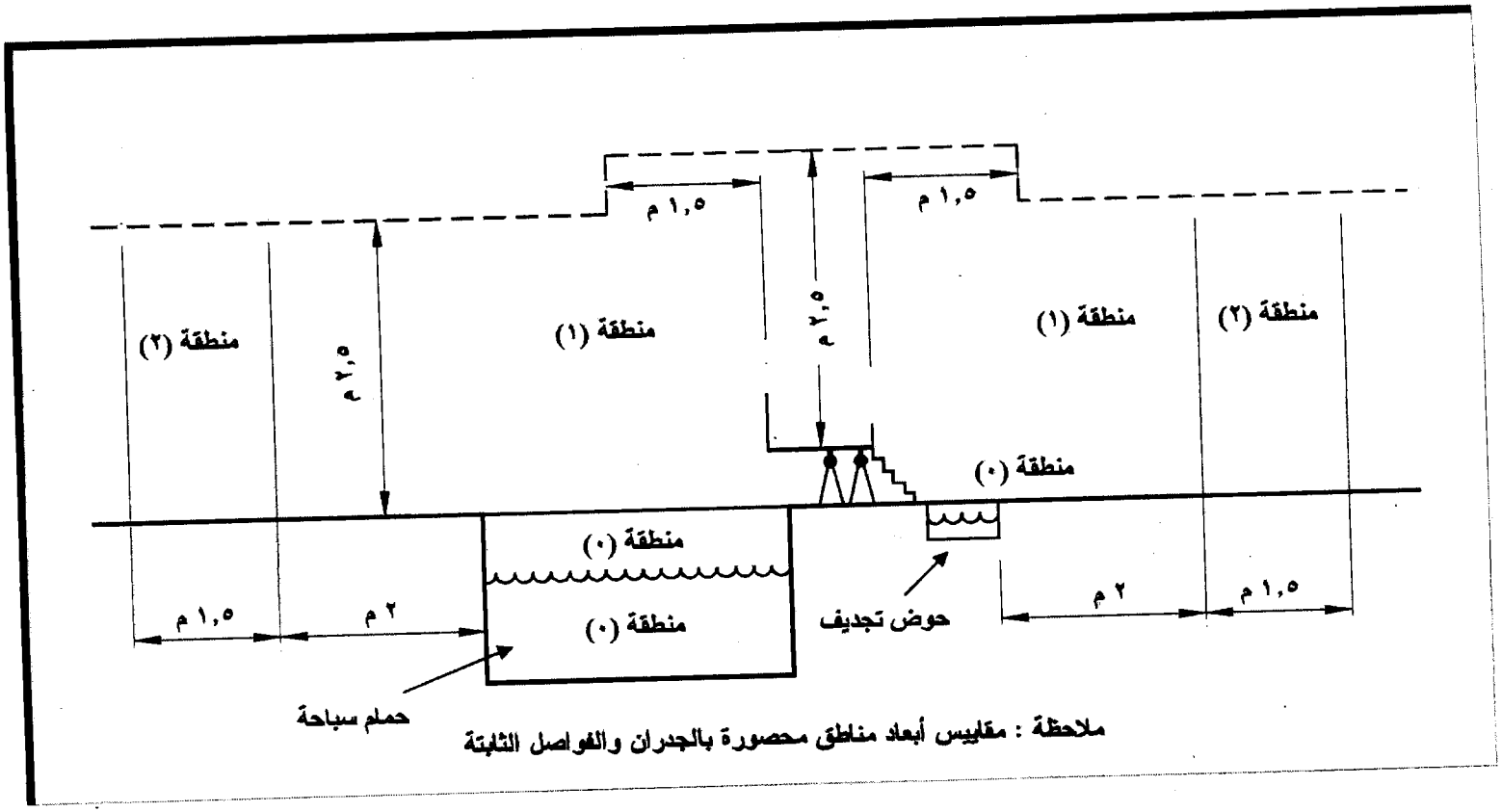
٤- يجب أن تكون دوائر التغذية الكهربائية لهذة التجهيزات ذات وقاية على النحو التالى:

- إما بجهد شديد الإنخفاض مأمون بجهد إسمى لا يزيد عن ٢٥ فولت متردد أو ٦٠ فولت مستمر، على أن يكون مصدر التغذية للأمان موجودا خارج المناطق (٢،١،٠)
- أو بواسطة نبيطة وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ ملى أمبير، يرجع للجزء الخاص بذلك فى هذا الكود
- أو بالعزل كهربائيا، يرجع للجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، على أن يكون محول العزل موجودا خارج المناطق (٢،١،٠)

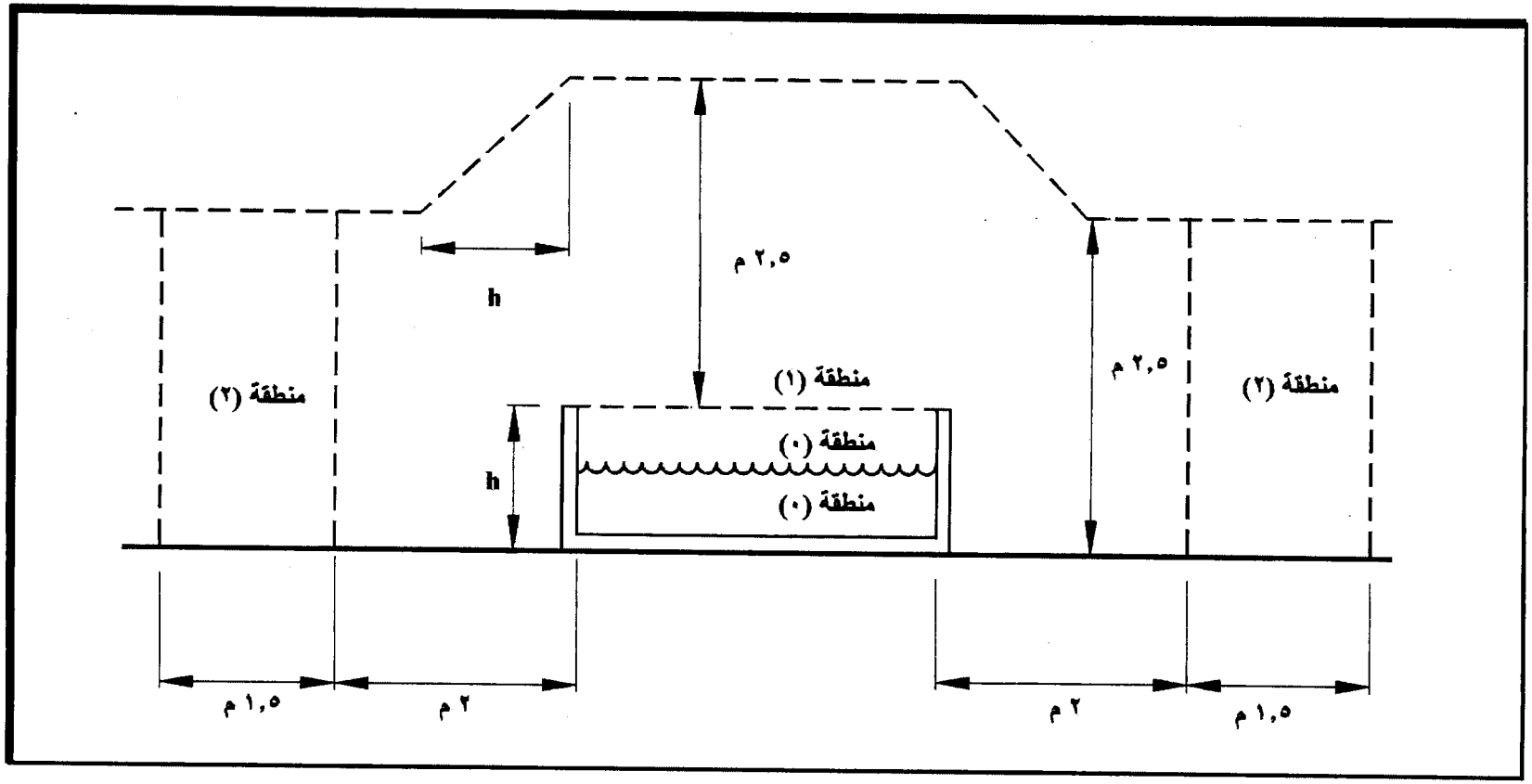
وفى حالة حمامات السباحة الصغيرة أو تلك التى يستحيل فيها تركيب وحدات الانارة خارج المنطقة (١)، يمكن تركيب هذه الوحدات فى المنطقة (١) إذا كانت بعيدة عن متناول اليد وتبعد ١,٢٥ مترا عن حافة المنطقة (٠) وتكون:

- إما ذات وقاية عن طريق تغذيتها من جهد شديد الانخفاض مأمون
- أو ذات وقاية بواسطة نبيطة وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ ملى أمبير
- أو ذات وقاية بالعزل كهربائيا بالفصل الكهربائى، يرجع إلى الجزء الخاص بذلك فى هذا الكود، على أن تكون محول العزل موجودا خارج المنطقتين (١،٠)

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تزود وحدة الإنارة بغلاف يؤمن حماية من الصنف II أو ع
مماثل، كما يؤمن حماية ميكانيكية من المؤثرات الخارجية من النوع (AG2).

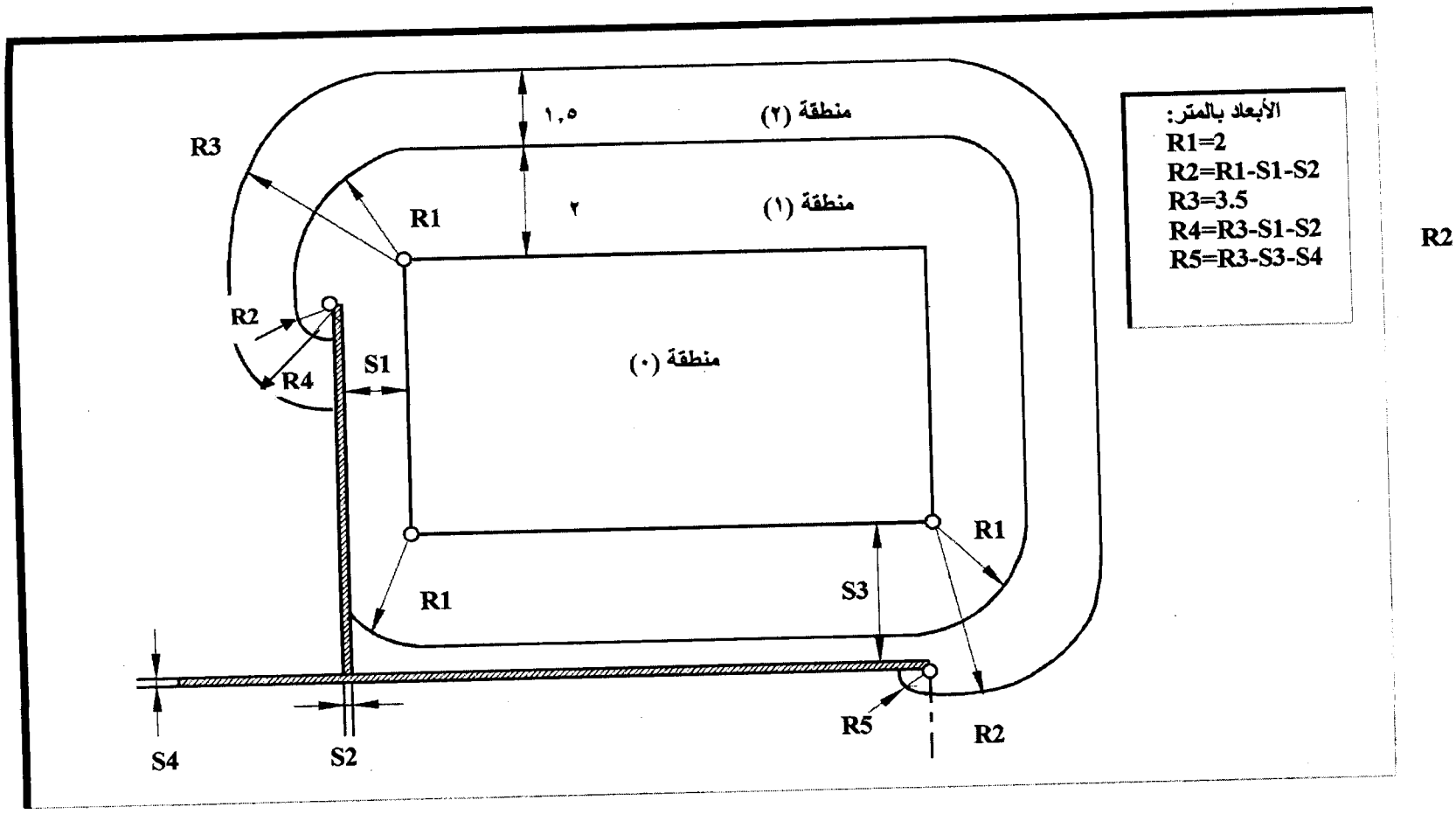


شكل (٦/٧) : أبعاد مناطق حمام السباحة وحوض التجديف

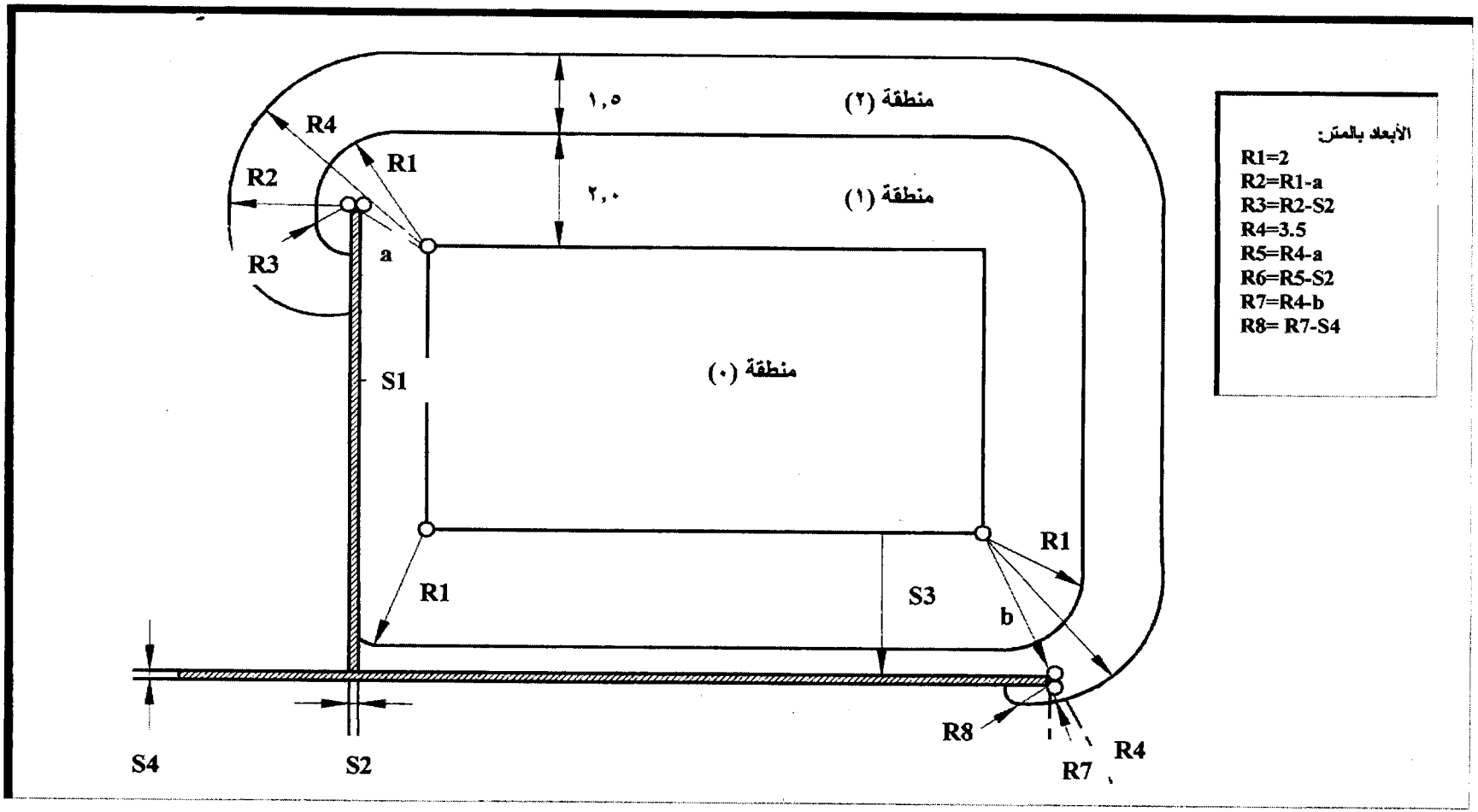


ملاحظة : مقاييس أبعاد القطاع محصورة بالجدران والفواصل الثابتة

شكل (٧/٧) : أبعاد مناطق حمامات السباحة المرتفعةعن سطح الأرض

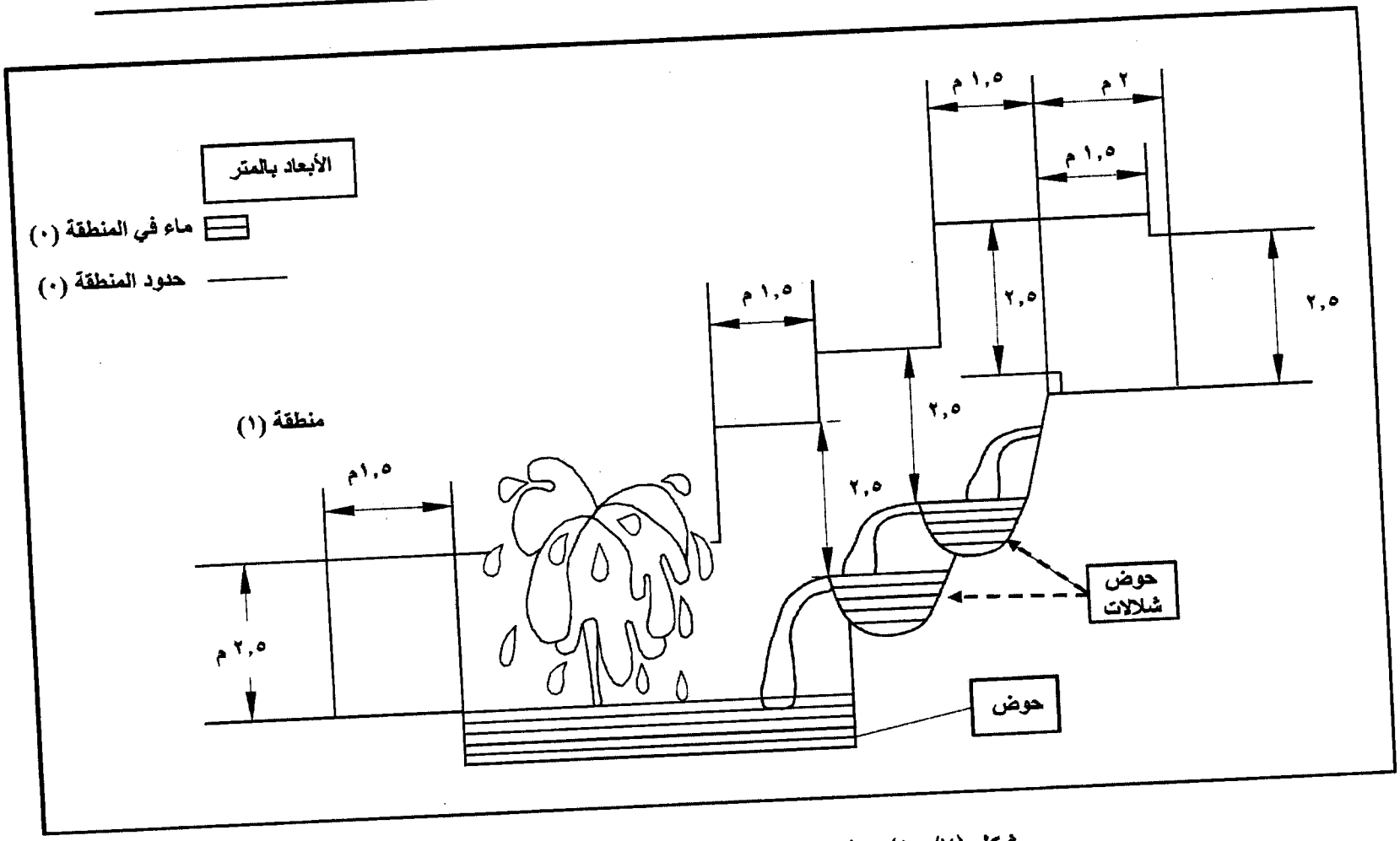


شكل (٨/٧) : أمثلة على أبعاد المناطق مع فواصل ثابتة بعلو ٢,٥ متر على الأقل



شكل (٩/٧) : أمثلة على أبعاد منطقة فواصل ثابتة بطو ٢,٥ متر على الأقل

(انظر أيضاً الشكل رقم (٩/٨) من أجل أماكن تتعرض على أدوات)



شكل (٧/١٠): مثال على تحديد مناطق للبحيرات

٣/٢/٧ المواقع المحتوية على سخانات (حمامات) الساونا
Locations containing sauna heaters

عام

- تعتبر المواقع المحتوية على سخانات (حمامات) الساونا من المناطق الخطرة والمعرضة بشدة لحدوث الصدمة الكهربائية نظراً لوجود المياه وبخار الماء بالحيز مما يؤدى إلي تناقص مقاومة الجسم بشدة مما يجعله معرضاً للصدمة الكهربائية، إذا لم يتم مراعاة الوقاية من أجل الأمان المطلوبة.
- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة في هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7- 703.

المجال

تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على المواقع التى ستركب فيها أجهزة تسخين حمامات الساونا والأجهزة المساعدة لها.

الوقاية من أجل الأمان

١ – الوقاية من الصدمة الكهربائية

عند استخدام جهد شديد الإنخفاض مأمون، ومهما تكن القيمة الإسمية لهذا الجهد، فإنه يجب تأمين الوقاية ضد اللمس المباشر بواسطة الوسائل التالية:

- وضع حواجز أو عوائق تحقق على الأقل درجة حماية (IP 2X) أو
- استخدام عزل قادر على تحمل جهد اختبار مقداره ٥٠٠ فولت ولمدة دقيقة واحدة

٢ – تدابير الوقاية ضد الصدمة الكهربائية

أ- لا يسمح باستخدام تدابير الوقاية من التلامس المباشر بواسطة العوائق (يرجع إلى الجزء الخاص بذلك ضمن هذا الكود) والوقاية بواسطة التركيب بعيداً عن متناول اليد (يرجع إلى الجزء الخاص بذلك ضمن هذا الكود).

ب- لا يسمح باستخدام تدابير الوقاية من التلامس المباشر بواسطة الوضع فى المواقع غير الموصلة (يرجع إلى الجزء الخاص بذلك ضمن هذا الكود) أو ربط باستخدام تساوى الجهد موضعى غير موصل بالأرضى (ذى أرضى حر) ويرجع إلى الجزء الخاص بذلك ضمن هذا الكود.

٣ – اختيار الأجهزة الكهربائية وتركيبها

٣-١ قواعد عامة

- يجب أن تكون للأجهزة درجة حماية (IP 24) على الأقل
- تعرف أربع مناطق مبينة فى الشكل رقم (١١/٧) كما يلى:

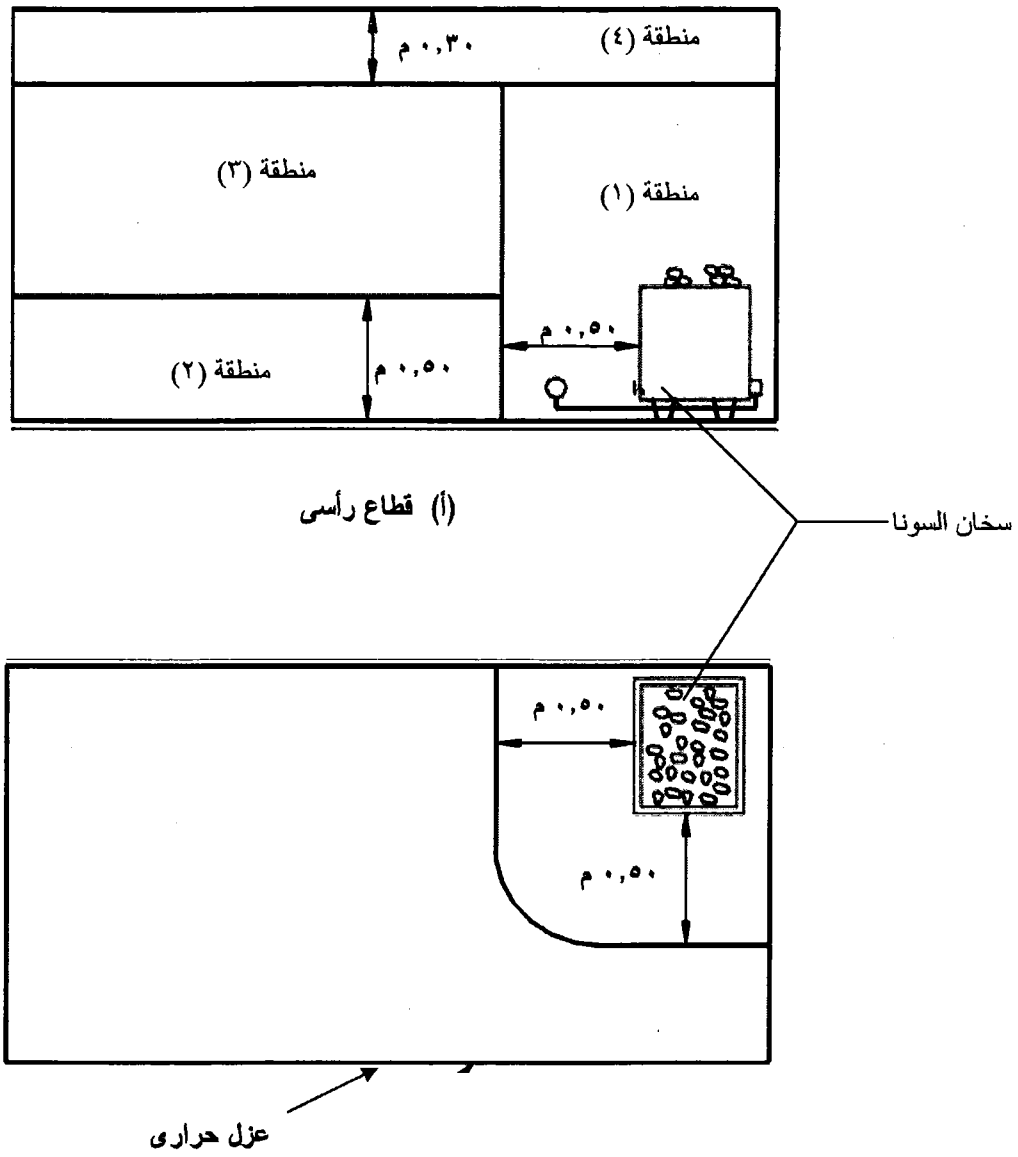
- المنطقة (١) وهى التى يتم فيها تركيب الأجهزة المتعلقة بسخانات حمامات الساونا فقط.
- المنطقة (٢) وهى التى لا يتطلب فيها أى شرط خاص يتعلق بالتحمل الحرارى للأجهزة.
- المنطقة (٣) وهى التى يجب أن تتحمل فيها الأجهزة درجة حرارة دنيا قدرها ١٢٥ م° ، كما يجب أن يتحمل فيها عزل الأسلاك درجة حرارة دنيا قدرها ١٧٠ م° على الأقل.
- المنطقة (٤) وهى فقط التى تركب فيها نبائط التحكم بسخانات حمامات الساونا (الترموستات والقواطع الحرارية) والأسلاك المتصلة بهذه الأدوات.
- وتكون شروط التحمل الحرارى هى نفسها المذكورة بالنسبة للمنطقة (٣).

٣-٢ نظم التمديدات

يجب أن تؤمن نظم التمديدات درجة عزل تحقق المتطلبات الخاصة بالوقاية باستعمال معدات ذات تصنيف II أو بالعزل المكافئ الواردة فى هذا الكود لهذا النوع من التمديدات دون وجود غلاف معدنى أو مواسير معدنية.

٣-٣ معدات القطع والوصل

- يجب وضع معدات القطع والوصل التى لا تكون جزءاً من سخانات حمامات الساونا، خارج نطاق الموقع. كما يجب عدم تركيب مآخذ كهربائية فى هذا الموقع.
- يجب تركيب نبيطة تنظيم وتقييد درجة الحرارة تكون قادرة على فصل التغذية لسخانات حمامات الساونا عندما تزداد درجة الحرارة المقاسة فى المنطقة (٤) عن ١٤٠ م° ، أنظر الشكل رقم (٧/١١).



(أ) قطاع رأسى

(ب) مسقط أفقى

شكل (٧/١١): تقسيم المناطق بموقع محتوى على سخان ساونا

٤/٢/٧ التركيبات الكهربائية فى مواقع البناء والهدم

Construction and demolition site installations

عام

- تقتصر التركيبات الثابتة فى مواقع البناء والهدم على لوحة التجميع التى تحتوى على قواطع الوقاية الرئيسية.
- تعد هذه التركيبات من جهة الأحمال تركيبات متنقلة، ما عدا الأقسام التى صممت حسب بند "أنظمة التمديدات" الواردة فى هذا الكود.
- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364, part 7-704.

المجال

تعتبر مواقع البناء ذات خطورة فى كثير من الاتجاهات، ولكن سوف لا نتناول فى هذا الجزء إلا المخاطر الناجمة عن الصدمة الكهربائية أو الحروق. وتحدث مخاطر الصدمة الكهربائية فى مواقع البناء بسبب وجود الكابلات ذات الأطراف المتدلية من أعلى وذلك للآتى:

١- احتمال تلف الكابلات والمعدات
٢- كثرة الاستخدام للمعدات اليدوية
٣- سهولة الوصول لكثير من الأجزاء المعدنية الدخيلة (Extraneous – conductive parts) الموجودة فى الموقع
٤- غالبا ما تكون معظم الأعمال غير مغطاة

تطبق المتطلبات الخاصة الواردة فى هذا القسم على التركيبات المؤقتة المخصصة للأعمال الآتية:

- تشييد مبانى جديدة
- إصلاحات وتعديل وتوسيع أو هدم أبنية موجودة
- أعمال هندسة مدنية
- أعمال الحفر والردم
- أية أعمال أخرى مشابهة

- لا تنطبق هذه المتطلبات على التركيبات الكهربائية للمواقع تحت الظروف القاسية مثل أعمال المناجم والتعدين السطحى والمحاجر.
- تعتبر أقسام الأبنية التى تخضع لتعديلات إنشائية مثل توسيع، أو إصلاح جوهرى، أو هدم، مماثلة لمواقع البناء خلال فترة هذه الأعمال شريطة أن يتطلب العمل توفير تركيبات مؤقتة.

- تطبق الشروط العامة للأبواب السابقة الواردة فى هذا الكود على أبنية إدارة الموقع فى موقع البناء (مكاتب – غرف خدمة – أماكن إجتماعات – إستراحات – مطاعم – أماكن نوم – دورات مياه، إلخ.). وتطبق فى بعض الحالات الخاصة، متطلبات بمواصفات أكثر تشددا بالنسبة للمواقع ذات التوصيلات الكهربائية المحدودة.

مصادر التغذية

يجب تمييز التجهيزات الكهربائية الموصله مع مصدر التغذية الخاص بها، ويجب أن تحتوى على أجهزة تقوم بتوصيلها إلى التركيبات نفسها فقط ما عدا دوائر التحكم والإشارة، والمداخل المغذاة من المصادر الاحتياطية.

وقد تستعمل لخدمة موقع واحد للبناء عدة مصادر للتغذية، من ضمنها مجموعات توليد كهربائية ثابتة أو متحركة.

الوقاية من أجل الأمان

١ – الوقاية من الصدمة الكهربائية

بالإضافة إلى ما ورد فى بند إجراءات الوقاية من أجل السلامة فى هذا الكود، يجب أن تكون وقاية الأشخاص ضد التلامس غير المباشر مؤمنة بطريقة الفصل التلقائى عن مصدر التغذية وذلك حسب نظام التأريض المتبع، يجب ألا تزيد قيمة جهد اللمس عن ٢٥ فولت متردد أو ٦٠ فولت مستمر خالى من التموجات.

٢ – الوقاية بواسطة الفصل التلقائى للتغذية

- تعتبر الوقاية بتخفيض جهد النظام المستخدم كحالة خاصة للوقاية بواسطة الفصل التلقائى لمصدر التغذية فى نظام التأريض (TN)، وفى هذه الحالة، يجب ألا يتجاوز الجهد الأقصى ١١٠ فولت متناوب بين الأطوار، ٥٥ فولت بين الطور والأرض (نظام وحيد الطور)، أو ٦٣,٥ فولت بين أحد الأطوار والأرض (نظام ثلاثى الأطوار)، وعندها لا تحتاج المآخذ الكهربائية إلى أى من الوقايات الإضافية المذكورة فيما بعد.
- يجب أن تكون المآخذ الكهربائية مزودة إما بقواطع ذات نبائط وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن (٣٠) مللى أمبير أو يتم تغذيتها عن طريق جهد شديد الانخفاض للوقاية (PELV) على أن تكون ذات دوائر معزولة كهربائياً على أن يغذى كل مأخذ عن طريق محول عازل.

٣ – استعمال نظام التأريض IT

عند استعمال نظام التأريض IT، يجب تركيب جهاز خاص لمراقبة العطل الأرضى.

اختيار الأجهزة الكهربائية

أ- يجب أن تتوافق جميع لوحات التجميع الخاصة بتوزيع القدرة الكهربائية فى مواقع البناء والهدم

المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60439-4.

ث- يجب أن تكون التجهيزات الثابتة وعناصر التركيبات الكهربائية (مثلاً عناصر الوصل)، داخل حاوية بدرجة حماية لا تقل عن (IP 44) وتكون التجهيزات الأخرى بدرجة وقاية تتناسب مع التأثيرات الخارجية المتعرضة لها.

أنظمة التمديدات

يجب ألا يتم مد الكابلات عبر الطرقات أو الممرات لمنع حدوث أى ضرر عليها، وعندما يكون ذلك ضرورياً يجب حمايتها ضد الضرر الميكانيكى والتلامس مع أعمال البناء وذلك باستخدام مواسير جاسئة أو مجارى كابلات قوية خاصة.

تجهيزات الفصل والتحكم

نبائط العزل والفصل

- يجب تأمين لوحة توزيع تحتوى على جهاز التحكم الرئيسى ونبائط الوقاية الرئيسية فى بداية كل تركيبة كهربائية.
- يجب توفير نبيطة أو نبائط للفصل والعزل فى بداية الكابل الذى يغذى لوحة توزيع كهربائية.
- يجب توفير وسائل فصل أثناء الطوارئ (Emergency switch) تركب على جميع خطوط تغذية التجهيزات الكهربائية والتى يكون من الضرورى فصل التغذية عنها لتلافى استمرار أى خطر.
- يمكن وضع نبائط الفصل والوقاية لدوائر التوزيع الكهربائية ضمن لوحة التوزيع الكهربائية الرئيسية أو فى لوحة تجميع منفصلة مغذاة من لوحة التوزيع الرئيسية.
- يجب أن تكون نبائط الفصل المركبة على بداية التغذية الكهربائية قابلة لتأمين وضعها النهائى فى حالة الفصل " مثلاً : بواسطة قفل أو بوضعها داخل حيز يمكن غلقه ".
- تؤمن تغذية الأجهزة الكهربائية عن طريق لوحات توزيع كهربائية تحتوى كل منها على :
  - نبائط للوقاية من زيادة التيار
  - نبائط للوقاية ضد التلامس غير المباشر
  - مآخذ كهربائية سواء بداخلها أو على أجنابها الخارجية على ألا تقل درجة الحماية لها عن IP 44
- يجب أن يكون التوصيل من مصادر التغذية للأمان والتغذية البديلة مزودا بتجهيزات مرتبة بشكل تمنع التداخل مع مصادر تغذية أخرى، ويجب تمييزها بشكل واضح.

٧/٢/٥ التركيبات الكهربائية للمواقع الزراعية والبساتين

Electrical installations of agricultural and horticultural premises

عام

- تتسبب أعمال التركيبات الكهربائية فى المواقع الزراعية فى ظهور مخاطر خاصة متعلقة بها ويكون الخطر ناجما عن الآتى:

١- نظرا لسهولة الوصول للأجزاء الموصلة المركبة خارجيا، فتكون مسببة للتعرض للصدمة الكهربائية

٢- تلف التركيبات ميكانيكيا وكذلك تلف الموصلات الكهربائية نتيجة التعرض للظروف الجوية الشاقة وحدوث تآكل لها (من الماء، بول الحيوانات، المواد الكيميائية فى المزرعة، إلخ.)

٣- إحتمال حدوث مخاطر نتيجة استخدام المعدات الكهروميكانيكية كالمعدات التى تستخدم فى الزراعة والحصاد التى تدار ميكانيكياً بكافة أنواعها

٤- إتلاف القوارض للكابلات والذى يؤدى إلى مخاطر الحريق

٥- تخزين المواد سهلة الاشتعال مثل الحبوب وعيدان الذرة والتبن والقش والأسمدة وما شابهها

- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات القياسية المصرية رقم ٢٠٠٥/٢٣٤٨ والمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7-705..

المجال

تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على كل الأجزاء ذات التركيب الثابت فى المواقع الزراعية والبساتين والموجودة داخل وخارج الأبنية وفى المواضع التى توجد فيها الحيوانات الأليفة (مثل اسطابلات الخيل – عنابر الدواجن – الزرايب– وكذا مخازن الحبوب والتبن والقش والأسمدة ,إلخ.).

الوقاية من أجل الأمان

١ – الوقاية من الصدمة الكهربائية

أ- عند استخدام جهد شديد الانخفاض مأمون، ومهما تكن قيمة هذا الجهد الإسمى، فإنه يجب توفير وقاية من التلامس المباشر بواسطة :

- وضع حواجز أو عوائق تؤمن درجة حماية (IP 2X) على الأقل
- استخدام عزل قادر على تحمل جهد اختبار قدرة ٥٠٠ فولت متردد ولمدة دقيقة واحدة

ب- يجب وقاية الدوائر التى تحتوى على مآخذ كهربائية بواسطة نبائط وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ مللى أمبير.

ت- يكون الحد الأعلى للجهد المقبول لوقاية الحيوانات الأليفة عن طريق فصل التغذية تلقائياً هو

٢٥ فولت متردد، أو ٦٠ فولت مستمر دون تموجات.

كما تطبق هذه الشروط على المواقع المتصلة مباشرة مع الموقع الذى توجد فيه الحيوانات الأليفة.

ت- في المواقع المخصصة للحيوانات الأليفة، يجب أن يوصل موصل الربط الإضافى لتساوى الجهد (Potential equalizer) بين كل من الأجزاء الموصلة الظاهرة والأجزاء المعدنية الدخيلة والتى يمكن أن تلمسها الحيوانات الأليفة، وفى نفس الوقت تلامس موصل الوقاية بالتركيبات.

وينصح باستخدام شبكة معدنية ممددة فى الأرض وموصولة بموصل الوقاية.

٢- الوقاية من الآثار الحرارية

أ- الوقاية من الحرائق

- يجب تركيب نبيطة وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٥٠٠ ملى أمبير على مصدر التغذية من أجل وقاية المعدات من الحريق.
- يجب تثبيت أجهزة التدفئة المستخدمة في مواقع تربية الحيوانات بحيث تحافظ على مسافة مناسبة بين الحيوانات والمواد القابلة للاشتعال وذلك لتجنب خطر إحتراق الحيوانات أو نشوب حريق بالمكان، ويجب ضمان عدم سقوط مواد قابلة للاشتعال على الحيوانات.

أما بالنسبة للدفايات الإشعاعية، فإنها يجب أن تكون على مسافة ٠,٥ متر على الأقل من الحيوانات إلا إذا حدد صانع الجهاز مسافة أكبر من ذلك فى تعليمات التشغيل.

ب-الحماية من اشتعال الحريق

يجب وضع خطة لاخلاء الحيوانات فى حالات الطوارئ وعلى أن تطبق قواعد الحماية من الحريق الصادرة عن هدارة الحمايه المدنية.

اختيار الأجهزة

يجب أن تتحقق للأجهزة الكهربائية درجة حماية (IP 35) على الأقل.

نبائط الفصل والتحكم

يوصى بوقاية الدوائر النهائية بنبيطة وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ ملى أمبير، على أن تراجع هذه الحساسية عملياً وبشرط ألا تسبب الفصل غير المرغوب فيه.

نبائط للعزل اوالفصل

يجب ألا تركب نبائط الفصل بما فيها أدوات التوقيف الإضطرارى فى مواقع لا يمكن للحيوانات الأليفة الوصول إليها، وكذلك يجب ألا تركب فى مواقع يكون من الصعب الوصول إليها لأى سبب أو بسبب إعاقة الحيوانات. كما يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار ظروف الإعاقة التى قد تنشأ فى حالة فزع الحيوانات.

تجهيزات أخرى

عندما يقع السياج المحيط بالموقع فى منطقة مجاورة لخطوط كهربائية هوائية سواء للجهد المنخفض المتوسط أو العالى، فإنه يجب إبعاد السياج مسافة مناسبة عن هذه الخطوط تجنباً لنشوء تيارات تحريض نتيجة للحث المتبادل لتيارات التحريض وكذلك درءا للأخطار الناجمة من احتمال سقوط هذه الخطوط.
وفى حالة تربية الحيوانات ضخمة الجسم فى حظائر، فإنه يجب اعتماد المتطلبات الخاصة الواردة فى بند خدمات الأمان والوقاية من أجل السلامة، اختيار أنظمة التمديدات، مجموعات الفصل والمراقبة، ترتيبات التأريض والواردة فى هذا الكود.

٦/٢/٧ التركيبات الكهربائية لمواقع المعارض، الاستعراضات، والأجنحة

Exhibitions shows and stands

عام

- تنجم المخاطر من التركيبات الكهربائية فى الأماكن المستخدمة كمعارض، ولإجراء الاستعراضات وفى الأجنحة من الآتى:
  ١- طبيعة التركيبات المؤقتة
  ٢- الإجهادات الميكانيكية الحادة التى تتعرض لها التمديدات
  ٣- سهولة وصول الأشخاص إلى هذه التركيبات
- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7-711.

المجال

تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم، وبشكل مشترك مع الأبواب السابقة من هذا الكود فى الجزء الخاص بالتركيبات الكهربائية المؤقتة، من أجل حماية المستثمر فى المعارض، والأماكن المستخدمة لإجراء الاستعراضات، وفى الأجنحة (بما فى ذلك المعروضات فى الوسائل المتحركة والمحمولة والمعدات).
لا ينطبق هذا القسم ما لم يذكر بشكل محدد على المعارض التى تحدد متطلباتها فى مواصفات قياسية خاصة.

التغذية الكهربائية

يجب ألا يتجاوز الجهد الاسمى ٢٣٠/٤٠٠ فولت متردد لتغذية التجهيزات الكهربائية المؤقتة فى الأماكن المستخدمة كمعارض،ولإجراء الاستعراضات، وفى الأجنحة.

- الوقاية من الصدمة الكهربائية

أ- الوقاية من التلامس غير المباشر

١- الوقاية بالفصل التلقائى عن مصدر التغذية

من أجل تطبيق وسائل الوقاية من التلامس غير المباشر بواسطة الفصل التلقائى لمصدر التغذية، فإن حدود جهد اللمس فى الأماكن حيث تحجز الحيوانات فى مواقع الاستعراضات هو ٢٥ فولت متردد أو ٦٠ فولت مستمر خال من التموجات، وزمن الفصل الأقصى هو ذلك المبين فى بند الوقاية من الصدمة الكهربائية بدلالة المؤثرات الخارجية فى هذا الكود.

٢-نظام التأريض "أ ت" (TN)

إذا كان نظام التأريض هو"أ ت" (TN)، فإن تاريض التركيبات الكهربائية يجب أن يكون بنظام "أ ت-ص" (TN-S).

وتكون هذه الشروط قابلة للتطبيق كذلك فى الأماكن المتصلة بأجزاء موصلة خارجية معدنية دخيلة موجودة فى المواقع التى تحجز فيها الحيوانات.

ب- الوقاية باستخدام ربط إضافى لموازنة الجهد

وأحيانا يطلق عليها ربط اضافى لتساوى الجهد.

يجب أن يصل الربط الإضافى لموازنة الجهد فى المواقع المستعملة لاحتجاز الحيوانات ويربط مع جميع الأجزاء الموصلة المكشوفة والأجزاء الموصلة الدخيلة التى يمكن لمسها فى آن واحد ومع موصل وقاية التركيبات.

وإذا وجدت شبكة تأريض معدنية فى أرضية الغرفة، فيجب توصيلها إلى قضيب الربط الإضافى فى الموقع والمطلوب لمواقع احتجاز الحيوانات.

ت-يجب أن تربط الأجزاء المعدنية الدخيلة للعربة أو الحافلة، أو المقطورة أو الحاوية إلى موصل وقاية التركيبات الكهربائية فى أكثر من مكان إن كان طراز إنشائها لا يضمن استمرارية التوصيل، وعلى ألا يقل المقطع الإسمى للموصلات النحاسية المستخدمة لهذا الغرض عن ٤ مم^{٢}.

وإذا كانت العربة أو الحافلة أو المقطورة أو الحاوية مصنوعة بصورة أساسية من مادة عازلة، فإن هذه المتطلبات لا تنطبق على الأجزاء المعدنية التى من المستبعد أن تصبح مكهربة فى حال حدوث عطل.

الحماية من الآثار الحرارية

تجدر الإشارة إلى أن مخاطر الحروق ونشوب الحرائق فى هذه الأماكن تصبح أكثر احتمالاً، وبالتالى يجب التقيد بمتطلبات بند الحماية من الحريق فى هذا الكود.

واذا تم استعمال نظام جهد شديد الانخفاض المأمون (SELV) أو جهد شديد الانخفاض للوقاية (PELV)،

فيجب توفير وقاية الموصلات عن طريق مادة عازلة قادرة على تحمل جهد اختبار قدره ٥٠٠ فولت متردد ولمدة دقيقة واحدة، أو بواسطة حواجز أو حيوزات ذات درجة الحماية (IP4X أو IPXXD) على الأقل.

الفصل

يجب أن تجهز جميع الإنشاءات المؤقتة المنفصلة مثل العربة، أو مكان الاستعراض، أو الوحدة المصممة لاستيعاب شاغل واحد فقط، وكذلك دوائر التوزيع التى تغذى تركيبات كهربائية خارجية بوسائل خاصة للفصل، والتى يمكن التعرف عليها والوصول إليها بسهولة.

كما يجب أن يتم اختبار وإنشاء وسائل الفصل بشكل متوافق مع ترتيب أجهزة الوقاية المختلفة. ويمكن استعمال المفاتيح وقواطع الدوائر والقواطع التفاضلية، إلخ.، التى تعتبر مناسبة للفصل.

وسائل الوقاية من الصدمة الكهربائية

١- الوقاية من الصدمة الكهربائية أثناء الخدمة العادية

لا تستعمل وسائل الوقاية من التلامس المباشر بواسطة العوائق وبالوضع بعيداً عن متناول اليد.

٢- الوقاية من الصدمة الكهربائية فى حال العطل

لا تستعمل وسائل الوقاية من التلامس غير المباشر بالوضع فى المواقع غير الموصلة وبواسطة الربط على قضيب موازنة الجهد ذى الأرضى الحر(غير المتصل بالأرضى).

إختيار وسائل الوقاية حسب المؤثرات الخارجية

١- يجب أن يتم الفصل التلقائى لكابلات التغذية المخصصة لتغذية معدات فى منشآت مؤقتة فى بداية الكابل بواسطة نبائط تفاضلية ذات حساسية لا تتجاوز ٥٠٠ مللى أمبير، ويجب أن تعمل هذه النبائط بتأخير زمنى تقوم به نبيطة خاصة من أجل تحقيق الانتقائية (Selectivity) مع النبائط التفاضلية الخاصة بوقاية الدوائر النهائية.

تختص التوصيات المتعلقة بالوقاية الإضافية بالمخاطر المتزايدة الناجمة عن الأضرار التى تصيب الكابلات فى المواقع المؤقتة.

٢- يجب وقاية جميع الدوائر النهائية للإنارة ومخارج المآخذ الكهربائية ذات التيار المقنن حتى ٣٢ أمبير، بشكل إضافى بواسطة نبائط تفاضلية ذات حساسية لا تتجاوز ٣٠ مللى أمبير باستثناء دوائر تغذية دوائر الطوارئ.

الحماية من الحريق

١- يجب أخذ الحماية من الحريق بعين الاعتبار عند تقييم شروط المؤثرات الخارجية.

٢- يجب أن يزود المحرك المتحكم فيه تلقائياً أو عن بعد والذى لا يكون تحت المراقبة بشكل دائم، بنبيطة وقاية ضد ارتفاع درجة الحرارة، ويجب ألا يعاد المحرك إلى وضع العمل إلا عن طريق تشغيل

النبيطة يدويا.

٣- توليد الحرارة :

يجب وقاية معدات الإنارة مثل المصابيح المتوهجة، والمصابيح الموجهة، والعواكس الصغيرة وغيرها من المعدات والأجهزة ذات السطوح الحرارية العالية، بشكل مناسب وأن تجهز وتركب طبقاً للمواصفات القياسية ذات العلاقة. كما يجب أن تركب جميع هذه المعدات بعيداً بما فيه الكفاية عن المواد القابلة للاشتعال للحد من إمكانية حدوث أى تلامس بينها يؤدى لحدوث حريق.

٤- يجب إنشاء واجهات العرض وعلب الإشارات الضوئية، من مواد ذات مقاومة حرارية وذات مقاومة ميكانيكية عالية وعزل كهربائى مناسب وتهوية كافية، مع الأخذ بعين الاعتبار قابلية اشتعال المعروضات بسبب تراكم الحرارة من جراء تجهيزات أجنحة العرض الحاوية على تركيز من الأجهزة الكهربائية وتجهيزات الإنارة أو المصابيح القادرة على توليد كمية كبيرة من الحرارة، ويجب ألا تركب مثل هذه المعدات ما لم تتخذ الترتيبات المناسبة لإنشاء نظام للتهوية فعال، مثل الأسقف المهواة بشكل جيد والمصنوعة من مواد غير قابلة للاحتراق.

اختيار التجهيزات الكهربائية

أ- يجب وضع العناصر الكهربائية الخاصة بالمراقبة والتحكم والحماية ضمن أوعية مغلقة لا يمكن فتحها إلا بمفتاح أو بأداة خاصة، ما عدا تلك الأجزاء المصممة والمخصصة للعمل من قبل أشخاص عاديين.

ب- بطاقة التعريف

يجب أن توضع على محولات ومبدلات الجهد شديد الانخفاض (ELV) بطاقة تعريف واضحة وثابتة مدون عليها :

- التفاصيل الدقيقة لكافة نبائط الحماية المتكاملة لدائرة الملف الثانوى للمحول
- أن يتم إعادة تشغيلها بشكل يدوى
- أن تبين القدرة الإسمية للمحول بالفولت . أمبير (ف.أ)

أنظمة التمديدات

- إذا كان هناك بعض المخاطر من الأضرار الميكانيكية، فيجب أن تستعمل كابلات مسلحة أو كابلات ذات حماية من هذه الأضرار.
- يجب أن تكون الكابلات المستخدمة فى التمديدات من النحاس وألا يقل مقطعها عن ١,٥ م^{٢}.
- يجب ألا يزيد طول الأسلاك المرنة المستخدمة فى التوصيل عن مترين.

أ- **أنواع أنظمة التمديدات**

بالنسبة للأبنية التى لا يوجد فيها نظام للإنذار عن الحريق والتى تستعمل للمعارض، الأجنحة، إلخ. ، فإن أنظمة الكابلات يجب أن تكون إما :

- مؤخرة لانتشار اللهب (Flammable retardant) وقليلة الدخان (Low smoke) أو
- كابلات غير مسلحة بموصل وحيد أو عدة موصلات ممدودة داخل مواسير معدنية أو غير معدنية أو ضمن مجرى يؤمن حماية من الاحتراق وبدرجة حماية قدرها (IP4X) على الأقل

ب- التوصيلات الكهربائية

- يجب عدم إجراء وصلات فى الكابلات باستثناء وصل الدوائر والتى تتم إما باستعمال عناصر وصل معتمده ومقننه أو داخل وعاء يوفر درجة حماية (IP4X) أو (IPXXD) عل الأقل.
- يجب أن تحتوى وصلة الكابل على مثبت للكابل عندما يكون الشد قابلاً للانتقال إلى نهاية الوصلة.

وتشير درجة الحماية المحددة، إلى المخاطر الخاصة التى تتعرض لها أغلفة الأسلاك المعلقة، والمخاطر الأخرى المؤقتة الناتجة عن تعليق الأسلاك من قبل العارضيين أنفسهم بواسطة أشخاص عاديين فى المعارض والإستعراضات والأجنحة.

تركيبات الإنارة

عندما تكون معدات الإنارة مركبة على ارتفاع أقل من ٢,٥ متراً عن مستوى الأرض (فى متناول اليد) أو يمكن الوصول إليها بشكل عرضى، فإنه يجب تثبيتها بشكل متين ومناسب وأن توضع بشكل محمى لمنع أى خطر على الأشخاص أو أى أسباب لاشتعال المواد.

أ- ماسك المصباح : Lamp holder

يمكن استعمال ماسكات (دوى) المصابيح المعزولة ذات الفتحة إذا كانت الكابلات متناسبة معها شريطة أن تكون ماسكات المصابيح غير قابلة للنزع بعد تركيبها على الكابل.

ب- تركيبات مصابيح التفريغ الكهربى

يجب أن تحقق أى تركيبات كهربائية لأنابيب التفريغ المضيئة أو مصابيح الإنارة ضمن جناح أو مكان للعرض، وذات جهد إسمى يزيد عن ٢٣٠/٤٠٠ فولت متردد الشروط التالية:

١- الموقع

يجب تركيب الأنابيب المضيئة أو مصابيح الإنارة بعيداً عن متناول اليد أو أن تتم حمايتها بشكل مناسب لتقليل خطر الضرر على الأفراد.

٢- التركيب

يجب أن تكون المادة التى تغطى واجهة وحدات الانارة أو المادة الموجودة خلفها، غير قابلة للاشتعال وأن تكون محمية حسب متطلبات كود الإنارة.

يجب أن تركب عناصر التحكم التى تعمل بجهد خرج أعلى من ٢٣٠/٤٠٠ فولت متردد، على مادة غير قابلة للاشتعال.

٣- نبائط الفصل فى حالة الطوارىء

يجب استعمال دائرة (دوائر) منفصلة لتغذية الأنابيب المضيئة والمصابيح، أو أماكن المعروضات، على أن يتم التحكم فيها بواسطة مفتاح للطوارىء، والذى يجب أن يكون مرئياً بشكل واضح وأن يكون الوصول إليه سهلاً، وأن يحمل العلامات الضرورية.

المحركات الكهربائية

إذا كان من المحتمل أن يؤدى تشغيل محرك كهربائى إلى أخطار، فإنه يجب أن يزود بنبائط فعالة للفصل على جميع الأقطاب، ويجب أن تكون مثل هذه النبائط قريبة من المحرك الذى تقوم بالتحكم فيه.

المحولات ذات الجهد شديد الانخفاض (ELV) والمبدلات الإلكترونية

- يجب أن توفر المحولات ذات الجهد شديد الانخفاض (ELV) ومتعددة التوصيلات، درجة وقاية كافية للأمان.
- يجب أن تكون دائرة الملفات الثانوية لكل محول أو مبدل إلكترونى (Electronic exchanger) محمية بواسطة نبيطة وقاية ذات إعادة تشغيل يدوى.
- يجب اتخاذ الحيطة بشكل خاص عند تركيب محولات ذات جهد شديد الانخفاض (ELV) بأن تركب بعيداً عن متناول يد الجمهور، وأن تكون ذات تهوية مناسبة، كما يجب تأمين إمكانية وصول الأشخاص المدربين أو ذوى الخبرة من أجل الاختبار والصيانة.
- يجب أن تتوافق المبدلات الإلكترونية مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 61347-2-2.

المآخذ الكهربائية والقوابس

- يجب تركيب عدد مناسب من المآخذ للسماح بتلبية احتياجات المستثمر بشكل آمن ودون الحاجه إلى استخدام مشتركات.
- إذا تم تركيب مأخذ كهربائى على سطح الأرض، فينبغى حمايته بشكل مناسب يمنع دخول الماء إليه.
- لا ينبغى وصل أكثر من كابل مرن واحد إلى المقبس.
- يجب أن يتم استعمال وحدات محمولة لمآخذ كهربائية متعددة الاتجاهات، محصورا فيما يلى :
  - وحدة لكل مأخذ كهربائى ثابت
  - كابل مرن أو سلك بطول أقصى ٢ متراً من المقبس إلى الوحدة

مجموعات توليد كهربائية لإخراج جهد منخفض

- عند تركيب مجموعة توليد لتغذية تركيبات مؤقتة مصممة على نظم تأريض TN أو TT أو IT ، يجب الانتباه أن تكون ترتيبات التأريض متوافقة مع بند التوصيلات إلى الأرض فى هذا الكود عند استخدام أقطاب تأريض.

- بالنسبة لأنظمة التأريض "أ ت" (TN)، يجب ربط جميع الأجزاء الموصلة المكشوفة إلى مجموع التوليد باستعمال موصل وقاية بمقطع إسمى مناسب طبقا لهذا الكود.
- يجب أن يتم توصيل موصل التعادل أو نقطة تجميع الأطوار (Star node) للمولد إلى الأجزاء الموصلة المكشوفة لها.

ولا تطبق هذه المتطلبات على أنظمة التأريض "ع أ" (I T).

التحقق

حيث يتم استخدام نفس المهمات والأجهزة أكثر من مره ويتم فكها بعد كل استخدام، فانه يجب اختبار التركيبات الكهربائية المؤقتة للمعارض وأماكن العرض والأجنحة، حسب الجزء الخاص بأجهزة الوقاية من هذا الكود بعد كل تنفيذ لها فى الموقع وقبل وضعها فى حالة التشغيل.

٧/٢/٧ التركيبات الكهربائية فى مقطورات الإقامة (الكرافانات) وأماكن وقوفها

Electrical installations in caravan parks and caravans

عام

- تنجم المخاطر فى التركيبات الكهربائية فى الكرافانات والخيام من الآتى:
  ١- عطل فى موصل الوقاية، يؤدى إلى رفع جهد الأجزاء المعدنية المكشوفة إلى مستوى الخطر
  ٢- خطأ فى القطبية عند نقطة التغذية
  ٣- عدم القدرة على توفير منطقة ذات جهد متساوى خارج موقع الكرافانات
  ٤- احتمال تلف الأرضى نتيجة طول الكابل، تعرض المعدات للأحوال الجوية، وتعرض الوصلات المرنة للتلف الميكانيكى
  ٥- الاهتزاز أثناء تحرك المقطورة مما يسبب أعطال فى التركيبات الكهربائية بالمقطورة
- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالاضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 Part 7- 708.

المجال

تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على التجهيزات الكهربائية التى توفر الوسائل اللازمة لتوصيل التيار الكهربائي بجهد مقنن لا يزيد عن ٤٠٠ فولت إلى التمديدات الكهربائية الداخلية لعربات الإقامة (بما فيها مقطورات الإقامة) أو الخيام، وعربات الإقامة ذاتية الحركة.

ولا تطبق هذه المتطلبات على التجهيزات الكهربائية الداخلية فى بيوت الاستراحات والبيوت المتحركة, وعربات الاستجمام الثابتة, والأماكن أو المنشآت المؤقتة.

المتطلبات الخاصة لمواقف مقطورات الإقامة

الوقاية ضد الصدمة الكهربائية :

أ - يجب عدم استعمال الوقاية بواسطة العوائق (Obstacles).

ب - يجب عدم استعمال الوقاية بالإبعاد عن متناول اليد.

ت- يجب عدم استعمال الوقاية بواسطة الوضع فى المكان غير الموصل.

ملحوظة: يحظر استعمال المعدات من الصنف "O " فى الوقاية من الصدمة الكهربية.

أنظمة التمديدات الكهربائية

أ - طريقة التغذية

من الطرق المفضلة لتغذية عربات الإقامة، استعمال دوائر توزيع أرضية تقوم بتغذية نقاط التغذية الكهربائية فى موقف مقطورة الإقامة.

ب - دوائر التوزيع الأرضية

يجب وضع دوائر التوزيع الأرضية أو الكابلات الأرضية، ما لم تكن مزودة بحماية ميكانيكية إضافية، خارج أى موقف لمقطورة الإقامة أو خارج أية منطقة يحتمل أن يغرس فيها أوتاد للخيام أو كلابات أرضية.

ت- دوائر التوزيع الهوائية للجهد المنخفض

- يجب أن تكون جميع الموصلات الهوائية معزولة وأن تكون على بعد مترين على الأقل خارج السطح الرأسى الممتد من الحدود الأفقية لأى موقف خاص بمقطورة الإقامة.
- يجب حماية الأعمدة والمساند الأخرى الخاصة بالتمديدات الهوائية أو وضعها خارج مساحات الحركة، بحيث يستبعد احتمال تعرضها لأى ضرر نتيجة حركة أى عربة فى المستقبل.
- يجب أن تكون الموصلات الهوائية على ارتفاع ٦ أمتار على الأقل من سطح الأرض فى أقل نقطة انخفاضا فى جميع المناطق المعرضة لحركة العربات.

القواطع ونبائط التحكم

أ - معدات تغذية موقف مقطورة الإقامة

يجب أن توضع مصادر تغذية موقف مقطورة الإقامة فى مكان مجاور للموقف، وعلى بعد لا يزيد عن ٢٠متراً من مكان التوصيل الموجود على عربة الإقامة أو الخيمة عندما تكون فى موقعها.

ب - المآخذ الكهربائية

١ - يجب أن تكون المآخذ الكهربائية بالساحة والمخصصة لتوصيل الكهرباء إلى عربة الإقامة من إحدى الأنواع المختارة طبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60309-2، ويجب أن تكون

موضوعة داخل أوعية مصنوعة من مادة تتحمل حتى ٨٥٠ درجة مئوية للأقسام الداعمة للأجزاء الحاملة للتيار، ٦٥٠ درجة مئوية للأوعية، ما لم تحدد قيم أخرى لمواصفات المعدات تتناسب مع المواصفات الكهروتقنية الدولية.

٢ - يجب أن توضع المآخذ الكهربائية على ارتفاع قدره (٠,٨ -١,٥) متراً عن سطح الأرض.

٣ - يجب ألا يقل مقنن المأخذ الكهربى عن ١٦ أمبير.

٤ - يجب توفر مأخذ كهربى واحد على الأقل لتوصيل عربة الاستراحة الواحدة. وينصح فى حالة توفر أكثر من مأخذ كهربائى، بتوصيل المآخذ الكهربائية أحادية الطور إلى طور واحد.

٥ - يجب أن يزود كل مأخذ كهربائى بنبيطة وقاية مستقلة من ازدياد التيار.

٦ - يجب أن تتم وقاية المآخذ الكهربائية بواسطة نبيطة وقاية تفاضلية ذات حساسية لا تزيد عن ٣٠ ملى أمبير، ويجب أن تقوم كل نبيطة فصل تفاضلية بوقاية ستة مآخذ كهربائية على الأكثر.

ويجب تركيب لوحة تنبيه بكتابه واضحة، توضع فى جميع الأوقات فى مكان وجود مصادر التغذية الكهربائية لمقطورة الإقامة لتحذر جميع المستفيدين بأن أى خطأ كهربائى فى أى دائرة سيسبب فصل التغذية عن هذه الدائرة وعن بقية المآخذ الكهربائية.

المتطلبات الخاصة لنبائط الوصل

يجب أن تتشكل نبائط الوصل بين مأخذ موقف مقطورة الإقامة وعربة الإقامة من مجموعة العناصر التالية أنظر الشكل رقم (١٢/٧):

- مقبس ذو قطب وقاية كما هو محدد فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم 2 – IEC 60309
- كابل كهربائى حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية 6 – IEC 60245 أو ما يناظرها، مع موصل وقاية والكابل له الخصائص التالية:
  - الطول : (٢٥) متراً
  - مساحة المقطع وتحدد على النحو التالى :

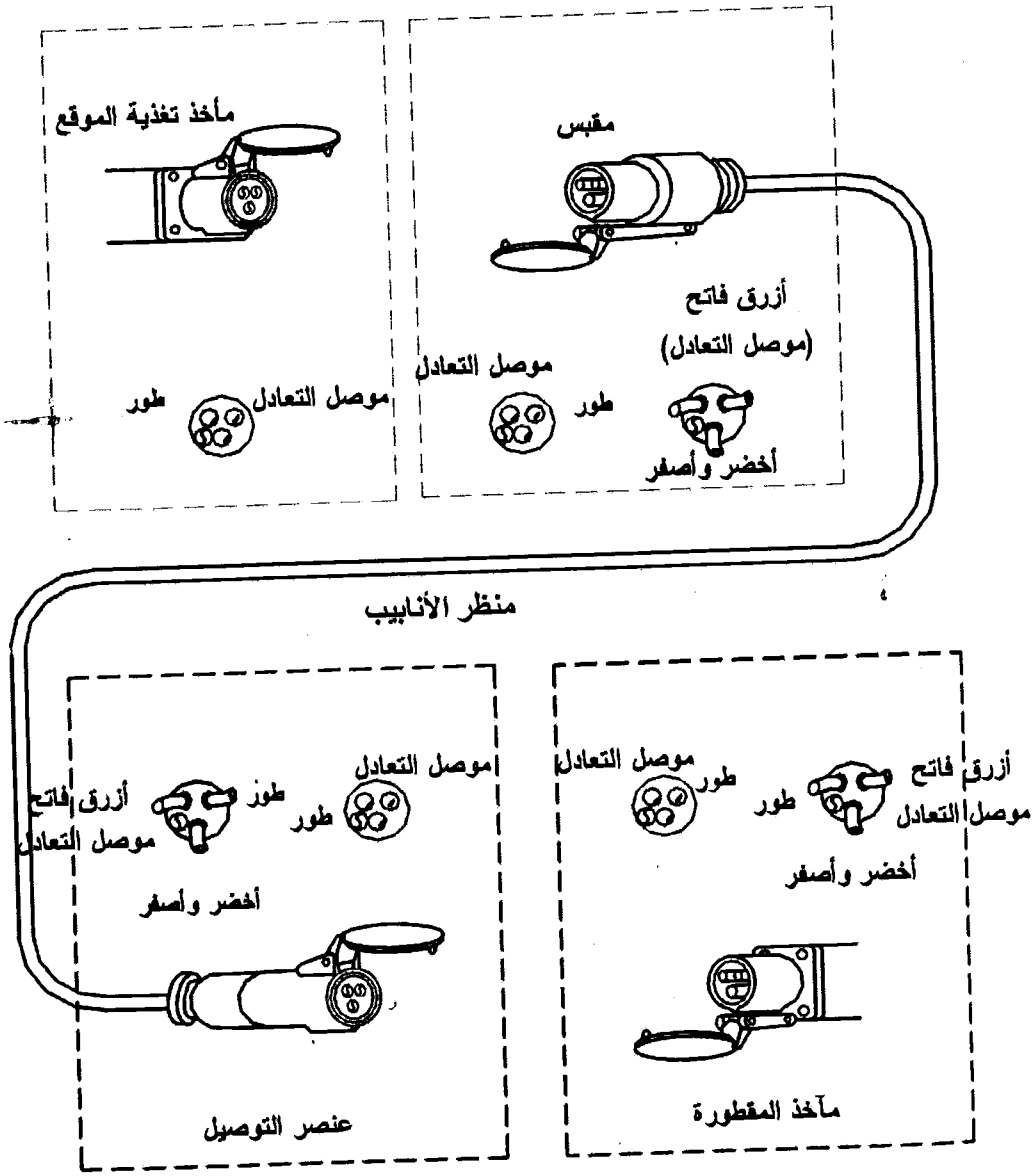
فى حالة تيارات مقننة لا تتجاوز ١٦ أمبير : ٢,٥ مم^2

فى حالة تيارات مقننة لا تتجاوز ٢٥ أمبير : ٤ مم^2

فى حالة تيارات مقننة لا تتجاوز ٣٢ أمبير : ٦ مم^2 نحاس

فى حالة تيارات مقننة لا تتجاوز ٦٣ أمبير : ١٦ مم^2 نحاس

فى حالة تيارات مقننة لا تتجاوز ١٠٠ أمبير: ٣٥ مم^2 نحاس



شكل (١٢/٧): مثال لتغذية بقطبين وموصل تأريض وقائى

- التميز بالألوان:

موصل التأريض الوقائى : ثنائى الألوان أخضر وأصفر

موصل التعادل : أزرق فاتح

وسيلة التوصيل : كما هو محدد فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60309-1

المتطلبات الخاصة من أجل التجهيزات الكهربائية لمقطورات الإقامة بما فيها عربات الإقامة ذات المحركات

الوقاية ضد الصدمة الكهربائية

أ - يجب عدم استعمال الوقاية بواسطة العوائق

ب - يجب عدم استعمال الوقاية عن طريق الإبعاد عن متناول اليد

ت- الوقاية عن طريق الفصل التلقائى لمصدر التغذية

يجب أن يتضمن نظام التمديدات الكهربائية موصلاً للوقاية يتصل بنقطة التأريض الوقائى الموجودة فى مدخل تغذية المقطورة، ويوصل أيضا إلى الأجزاء المكشوفة المعدنية غير الحاملة للتيار للتجهيزات الكهربائية والى نقط تأريض للمآخذ الكهربائية فى المقطورة.

ث - استخدام ربط متساوى الجهد للتوصيل

يجب توصيل الاجزاء الموصلة الدخيلة للمقطورة وغير الحاملة للتيار إلى خط وقاية التركيبات الكهربائية وفى أكثر من مكان إذا كانت طريقة صنع المقطورة لا تتضمن استمرارية الوقاية ، يجب ألا يقل المقطع الإسمى للموصلات النحاسية المستعملة لهذه الغاية عن٤ مم^2.

إذا كانت المقطورة مصنوعة بشكل أساسى من مادة عازلة ، فإن هذه المتطلبات لا تنطبق على الأجزاء المعدنية التى من المستبعد أن تتحول الى أجزاء حية (Live parts) فى حال حدوث عطل كهربائى.

نظم التمديدات

أ - **الترتيب**

يمكن ترتيب التمديدات فى نظام واحد أو عدة أنظمة مستقلة كهربائياً ، ويجب أن يتغذى كل نظام مستقل بنبيطة وصل منفصلة.

ب- **الكابلات والمواسير**

يجب استعمال الأنواع التالية من الكابلات :

- كابلات مرنة أحادية المركز حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم 2- IEC 60227 تمد فى مواسير غير معدنية
- كابلات من جديلات مصمته مؤلفة من ٧ جدائل على الأقل حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم 1- IEC 60227 فى مواسير غير معدنية

- كابلات عادية مرنة محمية بطبقة من " البوليكوروبرين " حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60245 -7 أو ما يناظرها.
- يجب أن تتوافق المواسير مع متطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية، ويجب عدم استعمال مواسير مرنة مصنوعة من " البولى - إيثلين " (PE).

ت - مساحة مقطع الموصل

يجب أن تتناسب مساحة مقطع الموصل مع الحمل المطلوب تغذيته، وفى جميع الأحوال يجب ألا تقل مساحة المقطع عن ١,٥ مم٢.

وتجدر الإشارة إلى أثر ارتفاع حرارة العزل على سعة حمل التيار للكابلات، فقد يتطلب ذلك اللجوء إلى كابلات ذات مقاطع أكبر.

ث - يجب أن تستخدم موصلات معزولة للوقاية تكون أحادية الموصل ولا تكون عارية.

ج - الحماية الميكانيكية

نظرا لتعرض التمديدات للاهتزاز، فيجب أن تكون جميع التمديدات محمية من الأضرار الميكانيكية إما بواسطة ظروف الموقع أو بحماية إضافية.

ويجب حماية التمديدات المارة عبر الإنشاءات المعدنية بواسطة عوازل اختراق مناسبة أو حلقات معدنية مثبتة جيداً فى مكانها، ويجب اتخاذ الاحتياطات الكافية لتجنب الأضرار الميكانيكية التى يمكن ان تنتج عن النهايات الحادة أو الأجزاء ذات الأسطح الخشنة.

ح - الفصل

يجب أن يكون مسار الكابلات الموصلة بالجهد المنخفض مفصولاً عن مسار الكابلات ذات الجهد شديد الانخفاض، ويجب أن تكون الكابلات مرتبة بحيث يستبعد حدوث تلامس بين تمديدات النظامين.

خ - تحديد المسار

١ - يجب أن تكون جميع الكابلات محمولة على دعائم مثبته جيدا ومعزولة، ما لم تكن ممددة ضمن مواسير، ويجب أن تكون المسافة بين نقطتى التثبيت لا تزيد عن ٠,٤٠متراً للكابلات الصاعدة ولا تزيد عن ٠,٢٥متراً للكابلات الممددة أفقيا.

وإذا كان الوصول إلى الكابلات صعباً، فيجب أن تكون هذه الكابلات مستمرة بدون وصلات بينية.

٢ - يجب إجراء وصلات الكابلات ونقاط اتصالها، ضمن علب مصممة بحيث تؤمن الحماية الميكانيكية، وإذا كان غطاء العلبة قابلاً للإبعاد دون الحاجة إلى أداة خاصة، فإن نقاط الاتصال يجب أن تكون معزولة.

٣ - يمنع منعاً باتاً وضع او تمرير التمديدات الكهربائية عبر حيز مخصص لاسطوانات الغاز.

نبائط القطع والتحكم

أ - نقطة دخول التغذية إلى المقطورة

١ - يجب أن تكون نقطة دخول مصدر التغذية إلى المقطورة عبر تجهيزة كما هو وارد فى المواصفات الكهروتقنية رقم IEC 60309 – 2 وأن تكون مناسبة للتعشيق مع عنصر التوصيل الموجود على نبيطة الوصل، وأن تشتمل هذه النقطة على طرف تأريض.

٢ - يجب أن تركب نقطة دخول مصدر التغذية إلى المقطورة على النحو التالى:

- فى أعلى نقطة ممكنة عملياً شريطة ألا يتجاوز الارتفاع ١,٨متراً عن سطح الأرض
- فى موقع بالمقطورة يمكن الوصول إليه بسهولة
- فى تجويف مناسب يحتوى على غطاء وموجود بخارج المقطورة

٣ - يجب إدراج المعلومات التالية على المقطورة من الخارج بالقرب من نقطة دخول مصدر التغذية:

- الجهد الاسمى
- التيار الاسمى
- التردد الاسمى

ب - القاطع الرئيسى

- يجب أن تزود كل تركيبة كهربائية داخلية بقاطع تحكم رئيسى يقوم بفصل جميع الموصلات المكهربة (بما فيها خط التعادل إن وجد) يركب فى مكان يسهل الوصول إليه داخل المقطورة.
- ينبغى وضع بطاقة تحذير فى مكان ملائم مجاور للقاطع الرئيسى للتغذية مكتوبة باللغة العربية حسب توصيات الشركة الصانعة، ويجب أن تحتوى على المعلومات التالية على الأقل :
  - إجراءات الوصل / الفصل لدى الوصول إلى موقع ما أو المغادرة
  - الإجراءات الواجب اتباعها عند حدوث عطل
  - التوصيات بعمل الكشف الدورى (الصيانة) للتركيبات

ت - وقاية الدوائر من زيادة التيار

ينبغى وقاية كل دائرة فرعية نهائية بنبيطة وقاية منفردة تقوم بفصل الموصلات الحاملة للتيار فى حال ازدياد قيمة التيار، ولا ينطبق ذلك على التركيبات التى تحتوى على دائرة نهائية وحيدة فقط ذات تيار مقنن لا يتجاوز ١٦أمبير.

ملحوظة:

فى حالة الدائرة النهائية الوحيدة، يمكن أن تستخدم نبيطة الوقاية من ازدياد قيمة التيار المطلوبة أيضا بأداء مهمة قاطع التحكم الرئيسى.

الملحقات

يجب أن تكون العناصر الملحقة بالتركيبات مثل المفاتيح، ماسكات المصابيح (Lamp holders)، وما شابهها، من الأنواع الخالية من الأجزاء المعدنية التى يمكن الوصول إليها أثناء التشغيل أو الصيانة.

المآخذ الكهربائية

يجب أن تتضمن المآخذ الكهربائية ذات الجهد المنخفض قطباً لموصل التأريض الوقائى، ولا ينطبق هذا المطلب علي المآخذ الكهربائية المغذاة من محول عازل إفرادى.

وعند وجود مآخذ كهربائية للجهد شديد الانخفاض (E.L.V) فى المقطورة، فيجب أن تكون جميع المآخذ الكهربائية ذات الجهد المنخفض مغايرة ومن طراز لا يسمح بادخال مقابس الجهد شديد الانخفاض بها.

التعرض للظروف الجوية

عندما يتم تركيب مأخذ كهربائى أو أى من الأدوات الملحقة به فى مكان معرض لآثار الرطوبة، فيجب تنفيذه داخل حاوية توفر درجة حماية (IP 55) على الأقل.

ملحوظة : درجة الحماية (IP 44) غير كافية بالنسبة لعنصر من العناصر الملحقة قد يتعرض إلى التنظيف بخرطوم المياه.

الأجهزة

يجب التحكم بكل معدة متصلة بشكل دائم بالتمديدات الكهربائية الثابتة بواسطة مفتاح (Switch) مركب على المعدة أو بالقرب منها، ما لم تكن هى نفسها مزودة بمفتاح خاص بها.

وحدات الإنارة

أ- يفضل أن تثبت وحدات الإنارة مباشرة على هيكل المقطورة أو على طبقة الكسوة بها.

وعند تركيب وحدات إنارة معلقة، فلا بد من اتخاذ الاحتياطات الكافية لضمان عدم حدوث أى ضرر على السلك المرن أو على الوحدة نفسها عندما تتحرك المقطورة، كما يجب أن تكون الأدوات الملحقة بوحدة الإنارة المعلقة مناسبة لحمل الكتلة المراد تعليقها.

ب- يجب أن تحقق وحدات الإنارة بمصباحين المخصصة للعمل على جهدين مختلفين ما يلى:

- أن تكون مزودة بما يشير إلى قدرة كل مصباح وجهده بوضوح، وأن يكون ذلك ظاهراً على أو بالقرب من كل ماسك مصباح (Lamp holder)
- يجب أن تصمم وحدة الانارة بحيث لا ينتج أى ضرر عند عمل كلا المصباحين فى وقت واحد.
- يجب أن تصمم وحدة الانارة بحيث لا تتوفر أى إمكانية للتلامس بين دائرتى الجهد المنخفض والجهد شديد الانخفاض
- يجب أن تكون وحدة الانارة مزودة بأقطاب جهد منخفض وجهد شديد الانخفاض وتكون متباعدة بشكل مناسب بين الجهدين.

- أن يكون التصميم بحيث لا يمكن تركيب المصابيح بجهد معين مكان مصباح بجهد آخر.

تركيبات الجهد شديد الانخفاض

- يجب أن تتوافق الأجزاء العاملة من جهد شديد الانخفاض ضمن تجهيزات المقطورة مع متطلبات الوقاية باستخدام الجهد شديد الانخفاض للأمان (SELV) وحسب مصادر التغذية بهذا الجهد والواردة بهذا الكود.
- يجب اختيار الجهود المقننة التالية : (١٢ فولت – ٢٤ فولت – ٤٨ فولت) متردد أو مستمر.

المآخذ الكهربائية

توضع علامة واضحة وثابتة على جميع المآخذ الكهربائية التي تتصل بدوائر الجهد شديد الانخفاض، كما يجب أن تكون هذه المآخذ بشكل لا يسمح بادخال مقابس الجهد المنخفض فيها.

التركيبات الكهربائية فى حجيرات تحتوى على حمام أو دوش

أ- تجدر الإشارة إلى متطلبات المواقع التى تحتوى على حوض استحمام التالية:

- يجب توفير رباط تساوى الجهد بين الأجزاء الموصلة المكشوفة غير الحاملة للتيار التى يمكن الوصول إليها فى آن واحد، وبين الأجزاء الموصلة المكشوفة والأجزاء الموصلة الدخيلة والتى يمكن الوصول إليها معاً
- يجب وضع المفاتيح الكهربائية بحيث تكون بعيدة عن متناول يد المستحم (سواء فى الحمام أو الدوش)، وهذا المطلب لا ينطبق على مآخذ تغذية أجهزة الحلاقة الكهربائية ولا على الجزء المعزول من حبل تشغيل المفاتيح الكهربائية
- يجب عدم تركيب المآخذ الكهربائية ضمن علبة واحدة ومن الصنف I أو II من حيث الإنشاء ويستثنى المأخذ المغذى من محول عازل
- يجب أن تكون وحدات الإنارة من الصنف II من حيث الإنشاء
- يجب ألا يحتوى الفراغ المشغول بالحمام أو الدوش المحدد بالسطح والممتد من الأرض إلى السقف على أدوات كهربائية ولا وحدات إنارة ولا أى جزء من التجهيزات الكهربائية باستثناء مسخن الماء الكهربائى الذى ينبغى أن يكون مقاوماً لرش الماء من الدرجة (IPX 4) علي الأقل.

٨/٢/٧ مراسى القوارب ومراكب الترفيه Marinas and pleasure craft

عام

- يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60364 part 7 – 709.
- تكون التركيبات معرضة عادة لخطر التآكل، نتيجة لتعرض الهياكل للحركة، مما قد يحدث بها اضرارا ميكانيكية تؤدى الى تزايد مخاطر الصدمة الكهربائية نتيجة انخفاض مقاومة الجسم وتلامسه مع جهد

الأرض.

- المتطلبات الواردة فى هذا القسم هى للوقاية من الصدمة الكهربائية على متن مراكب الترفية فقط.

المجال

تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على:

- التركيبات الكهربائية فى مراسى القوارب التى توفر توصيل مصدر التغذية إلى مراكب الترفيه
- التركيبات الكهربائية داخل مراكب الترفيه المغذاة من نظام التغذية الموجود على الشاطئ

تقييم الخصائص العامة

المتطلبات العامه

أ- يجب ان يتم عمل تركيبات التغذية الكهربائية واختباراتها لمراكب الترفيه وما يرتبط بها من نظام التغذية الكهربائية الموجودة فى مراسى القوارب، بحيث تقلل مخاطر الصدمة الكهربائية، ونشوب الحريق والانفجار إلى الحد الأدنى.

ب- أنظمة التغذية الاسمية

يجب ألا يزيد الجهد الإسمى المغذى لتجهيزات مركب الترفيه عن ٢٣٠ فولت، وأن يكون مصدر التغذية أحادى الطور.

المؤثرات الخارجية

يجب أن تتوافق التجهيزات المركبة فى أو فوق ظهر مركب الترفيه مع درجة الحماية IP55، ما لم تقدم حماية مكافئة بوسائل مغايرة.

الوقاية من أجل السلامة

الوقاية ضد الصدمة الكهربائية

أ- الوقاية من التلامس المباشر:

١- يجب ألا تستخدم الوقاية بواسطة الحواجز (Barriers)

٢- يجب ألا تستخدم الوقاية عن طريق الإبعاد عن متناول اليد

ب- الوقاية من التلامس غير المباشر:

١- الوقاية عن طريق فصل مصدر التغذية تلقائيا

٢- استعمال نظام التأريض "أ ت" (TN) فى مراسى القوارب:

يجب استخدام نظام "أ ت-ص" (TN-S) فى حال استخدام النظام "أ ت" (TN)، كما يجب استعمال أنظمة الوقاية التفاضلية، باستثناء الحالات التى تتم فيها الوقاية بواسطة محول عازل موجود علي الشاطئ.

٣- الرباط الإضافى فى مراكب الترفية:

- باستثناء الحالة المشار إليها فى الفقرة ٣ من بند المحولات العازلة التالى (أنظر الشكل (١٣/٧))، فإن الأجزاء الموصلة التى يمكن الوصول إليها من المركب والتى يمكن تكتسب جهد العطل، يجب أن توصل مع بعضها عبر وصلة لتساوى الجهد وإلى موصل الوقاية.
- يجب ألا يقل مقطع موصل رباط تساوى الجهد عن ٤ مم^2 من النحاس وأن يكون مرناً (يتعلق بالمقطع أنظر بند موصلات الربط متساوى الجهد من هذا الكود).
- لا تطبق الشروط المذكورة على الأجزاء المعدنية المعزولة بشكل تمنع التلامس المباشر بواسطة المادة العازلة الأساسية.

٤- يجب عدم استعمال الوقاية ببناء التركيبات فى الموقع غير الموصل وعلى أن يستبعد استعمال معدات من المصنف (O).

٥- الوقاية بواسطة الفصل الكهربائى : يجب استعمال محولات عازلة.

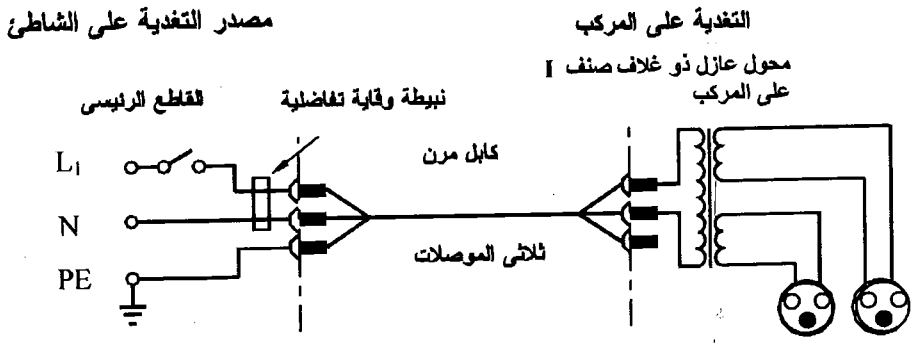
ملحوظة :

كمثال على استعمال نبائط الوقاية التفاضلية (R.C.D.S) مع محولات عازلة، أنظر الشكلين رقم (١٣/٧)، رقم (١٤/٧).

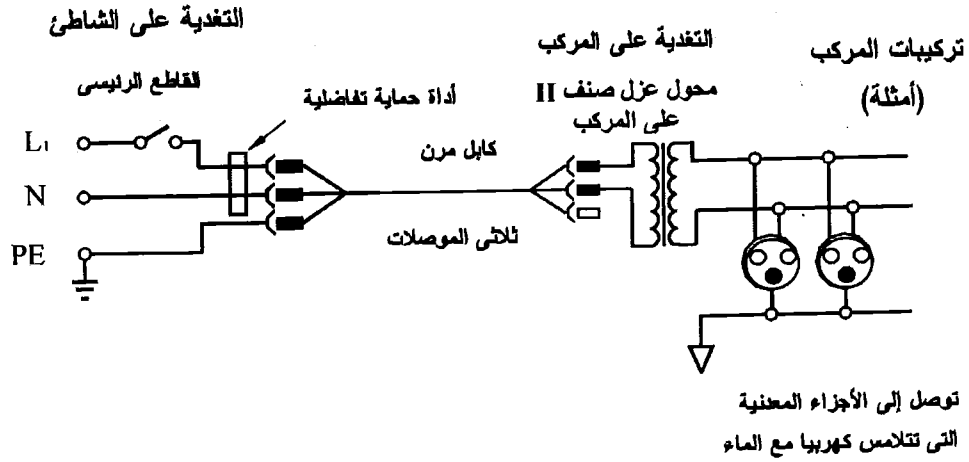
ت- محولات عازلة (Isolating transformers)

١- التوصيل إلى مصدر التغذية الموجود على الشاطئ من خلال محول عازل موضوع على الشاطئ نفسه،أنظر الشكل رقم (١٥/٧).

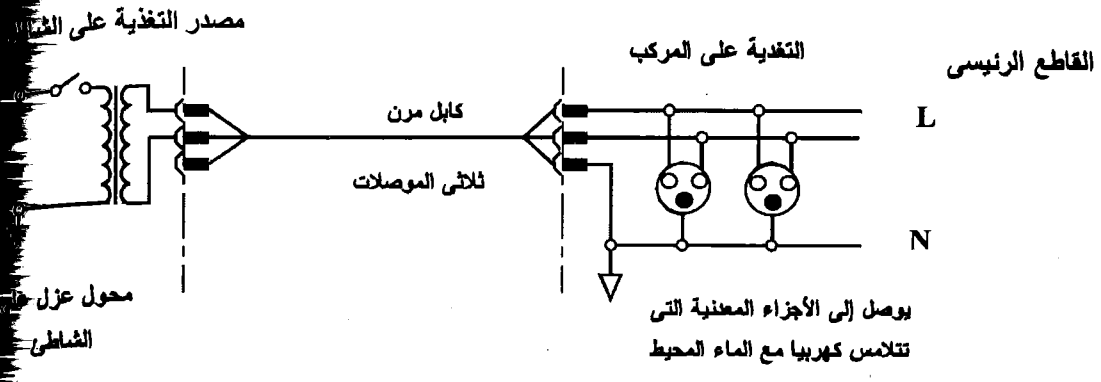
- يجب أن يتوافق المحول العازل مع المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 61558-2-6.
- يجب عدم ربط موصل موازنة الجهد فى مركب الترفيه مع موصل التأريض الوقائى الخاص بمصدر التغذية على الشاطئ، ويجب توصيل كل مركب ترفيه واحد إلى الملف الثانوى لمحول عازل مفرد.



شكل (٧/١٣): التوصيل مع مصدر التغذية المزود بنبيطة وقاية تفاضلية باستخدام محول عازل على المركب (بدون ربط مع موصل التأريض الوقائى لمصدر التغذية)



شكل (٧/١٤): التوصيل مع مصدر التغذية المزود بنبيطة وقاية تفاضلية باستخدام محول عازل على المركب (جسم المركب والأجزاء المعدنية مربوطة مع بعضها)



شكل (١٥/٧): التوصيل إلى مصدر التغذية من خلال محول عازل مركب على الشاط
(جسم المركب والأجزاء المعدنية مربوطة مع بعضها)

- يجب توصيل البنود التالية بشكل فعال إلى موصل الربط الإضافى الذى يجب أن يكون بد
موصولاً إلى إحدى نهايات الملف الثانوى لمحولات العزل:
• تحتاج الأجزاء المعدنية بالمركب والتى تتلامس مع الماء إلى أكثر من نقطة توصيل
كانت طريقة بناء المركب لا تضمن الاستمرارية فى اتصال هذه الأجزاء مع بعضها،
يطبق ذلك على الأجزاء المعدنية المثبتة على مادة عازلة أو تلك المعزولة عن الأج
المعدنية الأخرى
• نقاط التأريض الوقائى لكل مأخذ كهربائى
• الأجزاء المعدنية المكشوفة للمعدات والقابلة للمس

٢- التوصيل إلى مصدر التغذية الموجود على الشاطئ من خلال محول عازل موجود على المركب
مع الرباط الإضافى، أنظر الشكل رقم (١٤/٧).

- يجب أن يتوافق المحول العازل مع فقرة الوقاية بالفصل الكهربى من بند الوقاية من التلامس
غير المباشر من هذا الكود.
- لايسمح بعمل توصيل مع موصل الربط متساوى الجهد الخاص بمركب الترفيه مع موصل
الوقاية الخاص بمصدر للتغذية الموجود على الشاطئ.
- عندما يراد ربط الملف الثانوى للمحول العازل إلى الأجزاء المعدنية بمركب الترفيه، (أنظر
الشكل رقم (١٤/٧))، فإن الأجزاء التالية يجب أن توصل بشكل فعال إلى موصل الربط
الإضافى الذى يجب أن يتصل بدوره إلى أحد قطبى الملف الثانوى لمحول العازل:
• نقاط التأريض الوقائى لكل ماخذ كهربائى

• الأجزاء المعدنية المكشوفة والقابلة للمس بالمعدات على مركب الترفيه
• الأجزاء المعدنية الملامسة كهربائيا مع المياه المحيطة بالمركب

٣- التوصيل إلى مصدر التغذية الموجود على الشاطئ من خلال محول عازل موجود على المركب بدون وصل ربط إضافى، أنظر الشكل رقم (١٣/٧).

- يجب أن يتوافق المحول العازل مع فقرة الوقاية بالفصل الكهربى من هذا الكود.
- عندما لا يكون من الضرورى ربط الملف الثانوى من المحول العازل إلى الأجزاء المعدنية من مركب الترفيه، أنظر الشكل رقم (١٣/٧).
- يجب توصيل مأخذ واحد أو معدة واحدة إلى كل ملف ثانوى من المحول العازل، وقد يكون للمحولات أكثر من ملف ثانوى واحد.

اختيار أنظمة التمديدات الكهربائية وتركيبها

أنظمة التمديدات الكهربائية فى مراسى السفن

(أ) تعتبر أنظمة التمديدات الكهربائية التالية مناسبة لمراسى السفن:

١- كابلات ذات موصلات نحاسية وعوازل وأغلفة عازلة من مادة الثرموبلاستيك ممددة داخل:
• ماسورة مرنة غير معدنية أو
• ماسورة مجلفنه ثقيلة أو نوع قياسى

٢- كابلات ذات عزل معدنى مع غلاف واق من البولى فينيل كلورايد (PVC)

٣- كابلات ذات تسليح وتغليف من مادة ثرموبلاستيكية.

٤- كابلات ومواد أخرى مناسبة لاتقل عن تلك الورادة سابقاً.

(ب) يجب عدم استعمال أنظمة التمديدات الواردة فيما بعد فى التركيبات العائمة أو هياكل حواجز الماء:
• الخطوط الهوائية
• الكابلات التى قد تصبح مشدودة بعد مدها
• الكابلات ذات موصلات من الألومنيوم

(ت) يجب أن تزود المواسير أو المجارى المستعملة فى التركيبات الكهربائية بفتحات مناسبة أو ثقوب تسمح بتصريف أى رطوبة متجمعة بداخلها.

أنظمة التمديدات الكهربائية على مراكب الترفيه

(أ) باستثناء الحالة المشار إليها فى الفقرة ٣ من بند المحولات العازلة، أنظر الشكل رقم (١٣/٧)، يجب تزويد كل دائرة بموصل وقاية.

(ب) يجب تركيب الكابلات بطريقة تمنع أية أضرار ميكانيكية قد تنشأ عن حركة المركب.

(ت) يجب تركيب الكابلات بشكل يمنعها من:

١- الانسياب نتيجة حركة المركب
٢- التعرض للأضرار نتيجة الاحتكاك أو الشد أو الضغط
٣- التعرض لدرجات حرارة وسط محيط غير مسموح بها

يجب أن تكون الكابلات مثبتة بواسطة عناصر تثبيت أو أربطة غير قابلة للتآكل وأن تكون الم
بين عنصرى تثبيت فى حدود ٣٠ سم, ويجب أن تمد بعيدا عن خزانات الوقود, أنابيب غاز ال
والمصادر الحرارية وعلى مسافة مأمونة منها ويستثنى من ذلك الكابلات الممددة ضمن مواس
البلاستيك, أو مجارى كابلات أو فراغات فى الإنشاء أو ما يشابها.

(ث) يجب استعمال الأنواع التالية من الكابلات وبمقطع نحاس لايقل ١,٥ مم^{٢}:

- كابلات مرنة بموصل وحيد ممددة داخل ماسورة من البلاستيك
- كابلات غير مرنة مجدولة مؤلفة من سبعة جدائل على الأقل ممددة داخل ماسورة من البلاستيك
- كابل مرن عادى بغلاف من مطاط البولى كلوروبرين (Polychloroprene rubber) أو ما يعادله

ويجب عدم استعمال المواسير المصنوعة من البولى إيثلين القابلة للثنى.

(ج) يجب ألا توجد وصلات فى الكابلات يكون من غير الممكن الوصول إليها.

(ح) يجب أن تغطى توصيلات الكابلات باحكام باستخدام أكمام وصل ذات نهايات أو بواسطة وصلات
مسامير ذاتية الإغلاق، أو أن تكون داخل علب مناسبة تقدم الحماية الكافية, على أن تكون أغطيتها
النوع الذى لا ينزع إلا باستعمال أداة خاصة.

(خ) يجب أن تكون عوازل الاختراق للكابلات أو الأسلاك التى تمر عبر سطح المركب أو عبر الفوا
الإنشائية مقاومة للماء.

(د) لمد الكابلات فى مسارات بالمناطق المجاورة للدوائر ذات الجهد شديد الانخفاض، أنظر بند
الدوائر فى هذا الكود.

لوحات التوزيع والمآخذ الكهربائية لمراسى السفن

١- يجب ان تركب لوحات التوزيع المغذية لمراسى السفن بجوار موقع المرسى مباشرة ويجب أن
قريبة قدر الإماكن من الموقع الذى ستغذيه.

٢- يجب أن تحقق لوحات التوزيع المركبة فى الخارج درجة الحماية IP24 على الأقل, ويجب أن
التغليف مقاوماً للتآكل وأن يؤمن حماية ضد الأضرار الميكانيكية.

وعندما يتم تركيب لوحات التوزيع والمآخذ الكهربائية الملحقة بها على تجهيزات عائمة أو
للاهتزاز, فيجب تثبيتها فوق الممر على ارتفاع ١ مترا على الأقل, ويمكن تخفيض هذه المسافة
حوالى ٣٠٠ مم إذا اتخذت إجراءات إضافية للوقاية من رش الماء.

٣- يجب أن تتيح لوحات التوزيع المغذية لمراسى السفن مأخذا كهربائياً لكل موقع عمل على أن يوصل كل مأخذ إلى موصل تأريض الوقاية، وأن تتحقق به المواصفات التالية بغض النظر عن أسلوب الوقاية ضد الصدمة الكهربائية :

- الجهد المقنن : ٢٥٠ فولت
- التيار المقنن : ١٦ أمبير
- وضع موصل الوقاية بالمأخذ : مقابل الرقم ٦ على ميناء الساعة
- عدد الأقطاب : ٢ زائد موصل وقاية
- التصميم : IPX4

٤- يمكن تجميع عدد سته مآخذ معا بحد أقصىً ضمن تغليف واحد.
ويجب أن يوصل المأخذ أو مجموعات المآخذ المعدة للاستعمال على الممر نفسه إلى نفس الطور، ما لم تغذى الدائرة من المحولات العازلة.

٥- تتم وقاية كل مجموعة من المآخذ بواسطة نبيطة وقاية تفاضلية بحساسية لا تتجاوز ٣٠ ملى أمبير، أنظر الشكل رقم (١٦/٧)، أو وقاية كل مأخذ بتغذية عن طريق محول عازل، أنظر الشكل رقم (١٥/٧)، أو بنظام مؤلف من كلا نوعى الوقاية، انظر الشكلين أرقام (١٣/٧)، (١٤/٧).

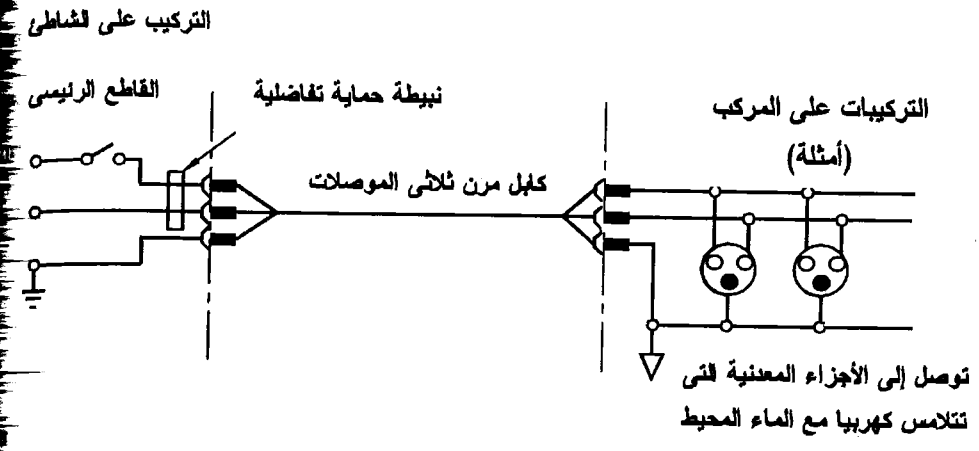
٦- يجب أن يزود كل مخرج بنبيطة وحيدة للوقاية من زيادة التيار ذات تيار إسمى قدره ١٦ أمبير، وقد يتطلب الأمر وقاية ثنائية الأقطاب حسب خصائص التغذية.

التوصيل إلى مراكب الترفيه

(أ) عناصر نبيطة التوصيل :

تتألف نبيطة التوصيل لمركب الترفيه من الآتى :

١- مقبس ذى نقطة تلامس متصله بموصل الوقاية حسب الفقرة ج من بند لوحات التوزيع والمآخذ لمراسى السفن.



شكل (١٦/٧): التوصيل المباشر إلى مصدرالتغذية مع نبيطة وقاية تفاضلية

٢- مقبس ذى نقطة تلامس متصله بموصل الوقاية حسب الفقرة ج من بند لوحات التوزيع والمآخذ لمراسى السفن.

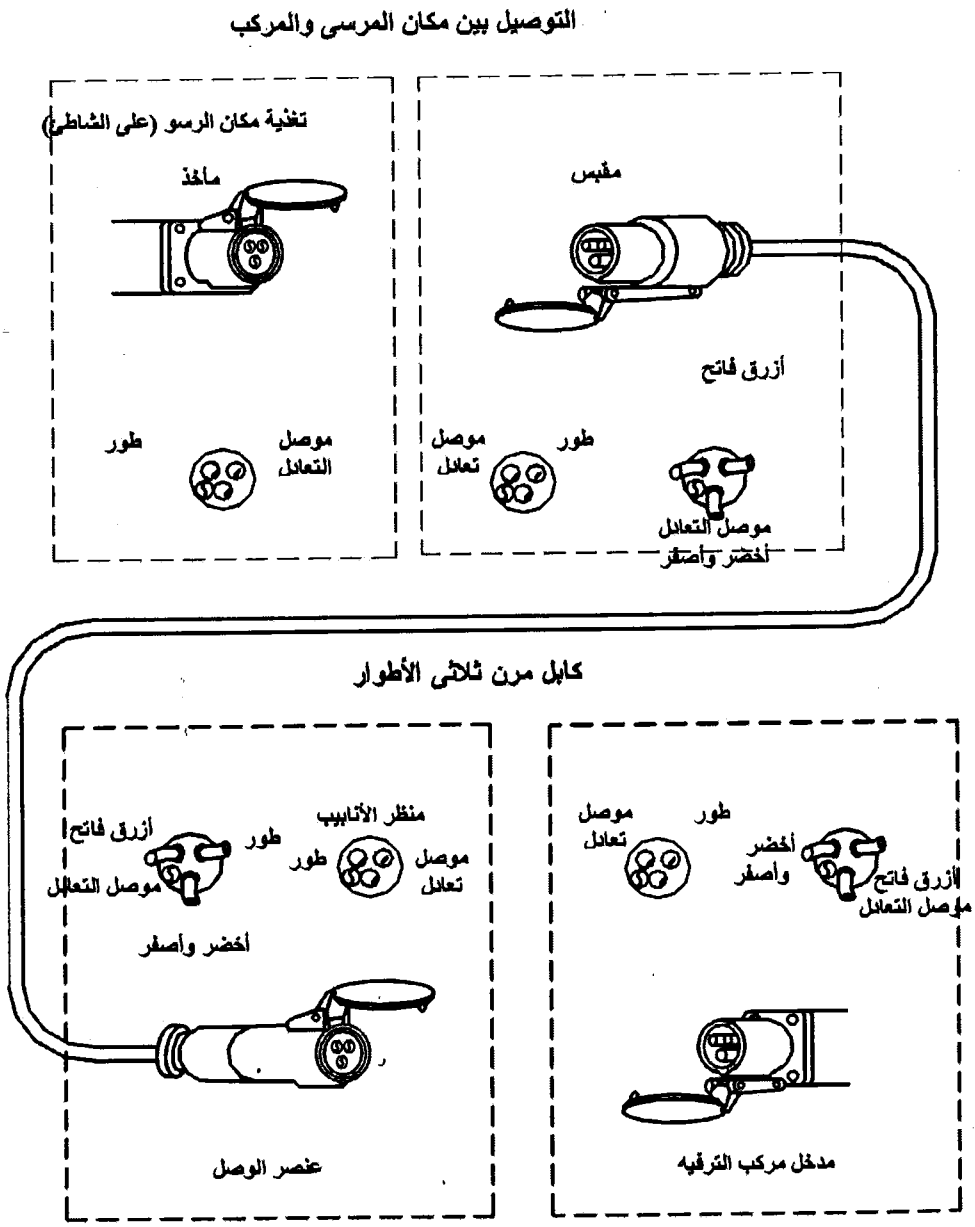
٣- كابل مرن ثلاثى الموصلات حسب المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60245-1 ال يناظرها، يكون متصلا بشكل دائم أو يمكن توصيله عن طريق نبيطة توصيل ذات خصائص فى الفقرة ٣ من بند لوحات التوزيع والمآخذ الكهربائية لمراسى السفن، أنظر الشكل (١٧/٧).

(ب) طول الكابل

يجب ألا يتجاوز طول الكابل ٢٥ متراً, ويجب ألا يكون هناك أى وصلات على طول مساره.

(ت) نبيطة الوقاية على الدخل :

عندما يتم توصيل الكابل إلى مركب الترفيه بواسطة نبيطة مركبة على بدايه الموصل, فإن يستوجب أن يتم ذلك وفق الفقرة ٣ من بند لوحات التوزيع والمآخذ الكهربائية لمراسى السفن تركب نبيطة توصيل فى مكان سهل الوصول إليه، كما يجب أن تركب النبيطة نفسها مع الكا المتصل بها بشكل لا يتضررمعه الكابل بحركة المركب, ولا يتآكل بالاحتكاك مع أسلاك المرس مع أجزاء متحركة أخرى بما فى ذلك الطوافات المساعدة.



شكل (١٧/٧): مثال على نظام تغذية بقطبين وموصل الوقاية

التواشج بمفاتيح التحويل بنظم التغذية Chang-over interlock

لدى الانتقال من التغذية الكهربائية من المصدر ذى الجهد المنخفض الموجودة على الشاطىء إلى مـ التغذية الكهربائية ذى الجهد المنخفض الموجودة على المركب أو بالعكس، فإن تـشغيل النظـامين ع التوازى يجب ألا يكون ممكناً ويتم ذلك بعمل التواشج الكهربائى أو الكهربائى الميكانيكى الـذى يح دون ذلك.

لوحات التوزيع فى مركب الترفيه

(أ) يجب أن تنتهى جميع الدوائر الكهربائية ضمن لوحات التوزيع التى يجب أن تتوافق مع بنـود لو التوزيع والمآخذ لمراسى السفن والتوصيل على مركب الترفيه.

يجب توفير التوصيل السهل إلى لوحات التوزيع ولوحات الفصل والوصل, والقواطع, أدوات الـ ويجب أن تكون أقسام التغليف للوحات التوزيع وللوحات الفصل والوصل مصنوعة من معـدن أو غير سريعة الاشتعال وذاتية الإطفاء.

(ب) يجب حماية كل دائرة نهائية بنبيطة وقاية من ازدياد التيار عبارة عن قاطع تلقائى بتيار مقنن مناس

أدوات الفصل

يجب أن يزود مركب الترفيه بقاطع رئيسى لفصل جميع الدوائر الكهربائية, ويجب أن يركب هذا فى موقع يمكن الوصول إليه بسهولة. وإذا وجدت دائرة كهربائية واحدة فقط, فإن نبيطـة الوقايـة ارتفاع التيار تكون كافية لتامين الفصل المطلوب.

٩/٢/٧ التركيبات الكهربائية للمواقع ذات التوصيل المقيد

Restrictive conducting locations

عام

يجب الالتزام بالاشتراطات الواردة فى هذا القسم بالإضافة إلى المتطلبات الواردة فى المواصفات الكـ الدولية رقم IEC 60364 part 7-706.

المجال

- تطبق المتطلبات الخاصة بهذا القسم على التركيبات المستخدمة للمواقع ذات التوصيل الكهربائى وعلى تغذية المعدات الموجودة فى هذا الموقع.
- يتألف موقع التوصيل المقيد بشكل رئيسى من أجزاء معدنية أو ناقلة محيطة ، حيث يمكن لشخ أن يلامس هذه الأجزاء المحيطة المعدنية عبر جزء كبير من جسمه وحيث تكون إمكانية فـصل التلامس محدودة.

١- الوقاية اللأمان

عند استخدام جهد شديد الانخفاض مأمون، ومهما تكن القيمة الإسمية لهذا الجهد، فإنه يجب توفير الوقاية الكافية من التلامس المباشر ويكون ذلك على النحو التالى:

- بوضع حواجز أو عوائق تحقق على الأقل درجة حماية (IP2 X)
- باستخدام عزل قادر على تحمل جهد اختبار قدرة ٥٠٠ فولت متردد لمدة دقيقة واحدة

٢- تدابير الوقاية ضد الصدمة الكهربائية

أ- الوقاية من التلامس المباشر:

لا يسمح باستخدام تدابير للوقاية بوضع العوائق والوقاية بواسطة الإبعاد عن متناول اليد.

ب- الوقاية من التلامس غير المباشر:

يسمح فى هذه الحالة بإجراءات الوقاية التالية فقط:

(١) يتم لتغذية العدد الكهربائية اليدوية وأجهزة القياس المحمولة ما يلى:

- استخدام جهد شديد الانخفاض مأمون (SELV)
- استخدام فصل كهربائى خاص لمعدة واحدة فقط متصلة بالملفات الثانوية للمحول العازل. ويفضل استخدام المعدات ذات العزل من المصنف II، أما عند استخدام معدة ذات العزل المصنف I، فيجب أن تزود بمقبض من مادة عازلة أو بمقبض مكسو بمادة عازلة على الأقل.

ملحوظة : يمكن أن يزود المحول العازل بعدة ملفات ثانوية.

(٢) يتم لتغذية المصابيح اليدوية ما يلى:

- استخدام جهد شديد الانخفاض مأمون

ويسمح أيضاً باستخدام وحدات إنارة فلورية إذا كانت مزودة بمحول داخلى ذى ملف مزدوج مغذى بجهد شديد الانخفاض مأمون (SELV).

(٣) يتم لتغذية الأجهزة الثابتة ما يلى:

- إما استخدام الفصل التلقائى لمصدر التغذية، حيث يجب توصيل الربط الإضافى لموازنة الجهد بين الأجزاء الموصلة المكشوفة للمعدات الثابتة والأجزاء الموصلة فى الموقع كافة
- أو استخدام جهد شديد الانخفاض (ELV)
- أو استخدام فصل كهربائى لمعدة واحدة فقط تكون متصلة بالملف الثانوى للمحول العازل

٣- يجب أن توضع مصادر التغذية للأمان ومصادر العزل خارج موقع التوصيل المقيد باستثناء ما هو محدد فى فقرة الوقاية من التلامس المباشر فى بند الوقاية ضد الصدمة الكهربائية.

٤- إذا احتاج جهاز ما من النوع الثابت (مثل أجهزة القياس والمراقبة) إلى مأخذ تغذية مزود بأرضى

وظيفى، فإنه يجب توفير ربط متساوى الجهد بين الأجزاء الموصلة المكشوفة والأجزاء المو
الدخيلة كافة داخل موقع التوصيل المقيد والأرضى الوظيفى.

الباب الثامن

تحسين كفاءة استخدام الطاقة فى التركيبات الكهربائية

١/٨ عام

يتزايد الطلب على الطاقة زيادة مضطردة للوفاء باحتياجات سكان العالم الذين يزدادون بصفة مستمرة، هذا بالإضافة إلى توقع نضوب المصادر التقليدية للطاقة مما يؤدى إلى ارتفاع تكلفتها. كل هذا يؤدى إلى ضرورة العمل على زيادة اكتشاف مصادر جديدة ومصادر متجددة من الطاقة بصورة اقتصادية، مع ضروره البحث عن سبل ترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة لعدة أسباب من أهمها التالى:

- الزيادة السريعة فى تكلفة انتاج الطاقة الكهربائية
- زيادة الطلب على استخدام الطاقة الكهربائية
- كل وفر فى كيلو وات ساعة فى الطاقة الكهربائية، يمثل وفرا حوالى نصف كجم فى الوقود

ويحقق ترشيد استخدام الطاقة المزايا التالية:

- الحفاظ على الثروة الطبيعية للطاقة
- خفض ملوثات البيئة، ومن ثم الحفاظ على نظافة البيئة
- إمكانية التوسع فى التنمية الاقتصادية
- خفض تكلفة استخدام الطاقة

يهدف هذا الباب، إلى بيان سبل تحسين كفاءة استخدام الطاقة فى التركيبات الكهربائية بالمبانى، وذلك من خلال تقليل الفقد الكهربائى فى هذه التركيبات، زيادة كفاءة استخدام الطاقة فى المحولات والمحركات الكهربائية، اتزان الأحمال، تحسين معامل القدرة، والحد من تيارات التوافقيات وتيار التسرب الأرضى.

٢/٨ وسائل ترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة:

يتم حساب الفقد فى الطاقة من العلاقة التالية:

$$\text{Electric energy lost} = I^2 \times R \times t \qquad \text{W. hr} \qquad (8\text{-}1)$$

حيث:

I : قيمة التيار المار فى الموصل (أمبير)

R : قيمة المقاومة الكهربائية للموصل (أوم)

t : زمن مرور التيار (ساعة)

ويمكن ترشيد استخدام الطاقة باحدى الطرق التالية:

١- تقليل زمن استخدام الطاقة الكهربائية

٢- تقليل قيمة المقاومة الكهربائية لموصلات الدائرة أخذا فى الاعتبار الخصائص الفنية للمنظومة

٣- تقليل قيمة التيار المار فى الموصل، وهذا يعطى نتيجة أفضل حيث أن قيمة الفقد تتناسب مع مربع التيار

٤- تحسين كفاءة المعدات

١/٢/٨ ترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة بتقليل زمن استخدام الطاقة

أ- وسائل ترشيد استخدام الطاقة فى المبانى

١- يتم فصل المحولات الاحتياطية بالمبنى من جهة الجهد المتوسط لفترات معينة كلما أمكن، وذلك لتوفير المفقودات فى القلب الحديدى (Iron losses) على مدى التشغيل عند اللاحمل.

٢- يتم ملئ خزانات المياه العلوية بالمبنى وذلك بتشغيل طلمبات الرفع ليلا.

٣- يتم استخدام مقابس (برايز) متعددة مغذاة من مأخذ واحد ومزودة بمفتاح عام يتم فصله وتوصيلة بحركة واحدة، فيقوم بفصل أحمال كثيرة دفعة واحدة. ويمكن تطبيق ذلك عند تغذية معدات كثيرة (عدا الحاسبات والأجهزة فى قسم المعلومات (IT Department) فى المبنى، فتظل متصلة بالمصدر طول الوقت)، ومن أمثلة هذه المعدات النبائط ذات الأنابيب الكاثودية (CRT) وماكينات تصوير المستندات المعقدة التى تستخدم طاقة حتى وإن كانت لا تقوم بالنسخ وذلك حتى تظل ساخنة وجاهزة للاستخدام التالى لحظياً.

٤- يجب أن يحتوى المبنى على إضاءة خدمة ليلية (Night light) لأغراض الحراسة حتى لا يضطر إلى استخدام الإنارة الرئيسية التى تستهلك طاقة كبيرة.

٥- يجب فصل التغذية عن المبنى بالكامل بعد ساعات العمل الرسمية وأيام العطلات، وذلك بالنسبة للمبانى غير السكنية أخذا فى الاعتبار طبيعة المبنى كالمستشفيات كما يتم أخذ أنظمة السلامة فى الاعتبار كانذار الحريق ومنظومة التهوية إن وجدت.

٦- يفضل توفير الطاقة المستخدمة فى المدارس أو فى المدن الجامعية باستخدام خطة عمل بديلة لتسهيل غلق المكان أثناء فترات الصيف، أو تجميع شاغلى المكان فى مبنى واحد وغلق باقى المبانى إن أمكن.

٧- يجب الجمع بين كل من غرف الاستراحة والانتظار وغرف تناول الأطعمة فى المبانى غيرالسكنية ما عدا المستشفيات، لتقليل الاحتياج إلى معدات كهربائية متعددة ومكررة لخدمة مجموعات الموظفين.

٨- من الضرورى استخدام مؤقتات زمنية تعمل على إنارة وتهوية أماكن محددة فى توقيتات محددة مسبقا، مثل إنارة غرف خلع الملابس، أماكن الصلاة، أماكن تقديم الوجبات، الإنارة الخارجية وإنارة الواجهات.

٩- يجب توصيل سخانات المياه الكهربائية فى المبنى، إذا لم يتم استبدالها بسخانات غاز طبيعى، على دوائر تغذية مستقلة يمكن التحكم فى تشغيلها مركزيا حتى يمكن فصلها صيفا عند عدم الحاجة إليها. ومن الممكن للمبانى الجديدة استخدام نظام يعمل على غلايات تعمل بالغاز او سخانات شمسية لتوفير الطاقة الكهربية المستخدمة فى حمل التسخين.

١٠- يفضل تقسيم دوائر الإنارة لجميع الأماكن فى المبنى إلى جزئين، يغذى كل منهما من مغذى مستقل بحيث يمكن مركزيا وعن طريق حساسات أثناء النهار فصل نصف المغذيات عن الإنارة القريبة من النوافذ وبقاء النصف الآخر الداخلى وذلك لتفعيل الإضاءة الطبيعية توفيرا لاستخدام الطاقة. كما يمكن استخدام كاشف حركى فى المسطحات المختلفة لتوفير الحمل الكهربى فى المناطق غير المشغولة.

١١- فصل بعض المصاعد فى المبنى (مصاعد الركاب) أثناء فترات محددة (تستثنى فترات الذروة) وذلك لإجبار المستخدمين على استعمال المتاح منها توفيرا لاستخدام الطاقة. على أن تكون مصاعد الحريق عاملة كل الوقت.

١٢- يجب تشغيل أجزاء المبنى التى تعمل أو التى بها خدمة ليلية فقط، مع فصل باقى أجزاء المبنى غير المشغولة، والمثال على ذلك إنارة صالة توزيع المصاعد وفى المداخل والطرقات بالأدوار والتحكم فى تشغيلها مركزيا حسب حالة الإضاءة الطبيعية والاستغناء عن التشغيل اليدوى.

١٣- تقسيم تغذية المكيفات بالمبنى على دوائر منفصلة، بحيث يمكن صيفا وفى بعض الأيام فصل المكيفات المركبة فى الاتجاه البحرى للمبنى فى حالة تحسن درجات الحرارة، مما يؤدى إلى الحد من استخدام الطاقة بها. ومن الممكن للمبانى الجديدة استخدام أنظمة تكييف تعمل بالغاز لتوفير الطاقة الكهربية المستخدمة فى حمل التبريد

١٤- يجب تطبيق نظام التحكم فى إدارة المبنى مركزيا (Building Management System, BMS) لإمكان التشغيل المرن لمعدات استخدام الطاقة فى المبنى.

١٥- استخدام نظام فصل وتوصيل جميع معدات الغرفة التى يشغلها موظف واحد، باستخدام (Master key switch) كما هو مستخدم بالفنادق، ليسمح بتشغيل معدات الغرفة (إنارة، برايز،

تكييف) عندما تكون الغرفة مشغولة فقط وفصلها عند المغادرة مع فصل تغذية مهمات الطوارئ عن الدوائر العادية لامكانية استمرارية العمل.

١٦- يفضل ان يكون مصدر التغذية الرئيسية المغذية للمبنى فى منتصف المبنى كلما أمكن أو بجوار الحمل الأكبر بالمبنى وهو مايودى إلى تقليل مسارات التغذية و بالتبعية تقليل الفواقد بالمنظومة.

١٧- يفضل استخدام وحدات الإضاءة الموفرة داخل المبنى كلما أمكن فى دوائر الإنارة.

١٨- يفضل تقسيم أحمال إنارة الموقع العام على عدة دوائر بمناطق متعددة جميعها تعمل بموقتات زمنية لإمكانية تخفيض إنارة الموقع العام طبقا للحاجة.

ب- تحسين كفاءة استخدام الطاقة بأسلوب التحكم

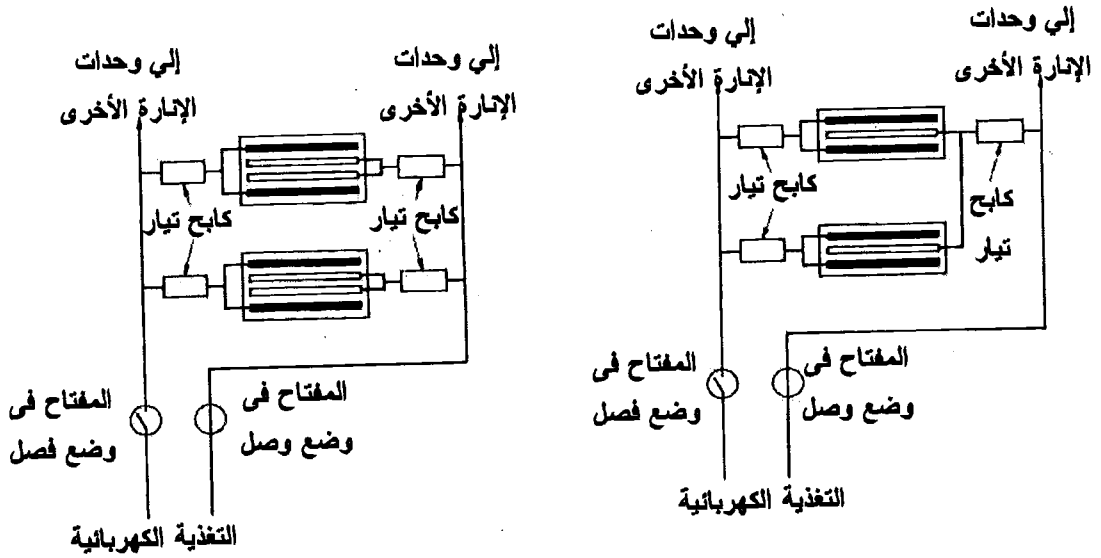
١- تركيب المفاتيح الموضعية Installation of local switches

- فى كثير من المشروعات، توجد مساحات كبيرة متصلة وتضاء هذه المساحات بعدد كبير من وحدات الإنارة موصلة فى دائرة واحدة. ويفضل تقسيم هذه المساحات الكبيرة المتصلة إلى مساحات أصغر، يمكن أن يتم التحكم فى إنارتها باستخدام مفاتيح فرعية خاصة بها فى لوحة التحكم فى الإنارة.
- يمكن عن طريق استخدام عدد أكبر من المفاتيح الفرعية، أن يخصص لكل مفتاح عدد أقل من وحدات الإنارة، مما يؤدى إلى توفير جزء كبير من الطاقة الكهربية وذلك بفصل بعض الدوائر عند عدم الحاجة إليها، خاصة إذا كانت تكاليف المفاتيح والتوصيلات الإضافية المستخدمة قليلة.
- يمكن باستخدام المفاتيح الفرعية، التحكم فى كل وحدة إنارة تحتوى على ٣ أو ٤ مصابيح فلورية بثلاثة أوضاع للتوصيل، بأن يعطى الكشاف الواحد إما ٣/١ أو ٣/٢ أو القيمة الكاملة لإضاءة الوحدة. ويوضح الشكل رقم (١/٨) مثالا لاستخدام المفاتيح الفرعية للتحكم فى الإضاءة فى هذه الحالة باستخدام التوصيل المتبادل (Tandem wiring).

٢- التحكم اليدوى / التلقائى فى شدة الإضاءة

تنقسم معدات التحكم فى الإنارة إلى ثلاثة أنواع أساسية كالآتى:

- معدات للتحكم عن طريق فصل و/ أو توصيل الإنارة لفترات زمنية محددة
- معدات للتحكم المتدرج فى شدة الإضاءة (Dimming systems)
- معدات للتحكم فى الإنارة حسب إشغال الحيز



(أ) فى حالة وحدة إنارة ذات ثلاثة مصابيح

(ب) فى حالة وحدة إنارة ذات أربعة مصابيح

شكل (١/٨): ترتيب المفاتيح الفرعية للتحكم فى الإنارة

٣- التحكم فى شدة الإضاءة طبقا للوقت

- يمكن توصيل وحدات الإنارة فى الأماكن المختلفة (مخازن، مكاتب، مصانع، الخ.) يدويا عند بدء العمل، إلا أن احتمال الغفلة عن فصل هذه الوحدات عند نهاية العمل قد يؤدى إلى استخدام طاقة كهربائية لا جدوى منها. ويمكن التغلب على ذلك، باستخدام مفاتيح التوقيت القابلة للضبط لتشغيل وفصل وحدات الإنارة تلقائيا فى توقيتات محددة او استخدام كاشف حركى.
- يمكن ضبط مفتاح التوقيت يوميا أو أسبوعيا أو سنويا، وغالبا ما يكون النوع الأخير ضمن نظام متكامل للتحكم تلقائيا فى شدة الإضاءة.

٤- أنظمة التحكم فى توصيلات التركيبات الكهربائية شاملة الإنارة

- تستخدم فى الوقت الحالى، عدة أنظمة للتحكم مثل نظام (EIB/KONNEX) للتحكم فى توصيلات التركيبات الكهربائية شاملة الإنارة، يسمى بنظام الربط الأوربى للتركيبات (European Installation Bus, EIB) والذى يخضع للمواصفات القياسية الدولية والأوربية ISO/IEC 14543 وفيه تستخدم أجهزة تحكم ذكية فى التطبيقات المختلفة فى المبانى الذكية (Smart buildings) والمبانى الحديثة، بهدف توفير استهلاك الطاقة وتقديم وسائل مراقبة وتحكم ذكى فى التطبيقات المختلفة بالمبنى.

٢/٢/٨ تحسين كفاءة استخدام الطاقة بتقليل قيمة المقاومة الكهربائية للموصل

١- استخدام المقاطع الأكبر من الكابلات

يؤدى زيادة مساحة مقطع أى كابل (فى المدى ٢,٥ - ٣٥ مم^2) إلى نقص المقاومة الكهربائية للكابل بنسبة (٣٠ - ٤٠) %، بينما تؤدى زيادة مساحة مقطع الكابل فى المدى (٣٥ - ٢٤٠ مم^2) إلى نقص المقاومة الكهربائية للكابل بنسبة (٢٠- ٣٠) %، وبالتالى يؤدى زيادة مقطع الكابل إلى خفض الطاقة المفقودة فى الكابل، مما يعنى وفرا فى استهلاك الطاقة الكهربائية.

وعلى الجانب الآخر، فإن زيادة مساحة مقطع الكابل يؤدى إلى زيادة التكلفة الاقتصادية للكابل بالاضافة إلى تعديل بعض الخصائص الفنية للمنظومة والتى ينتج عنها زيادة التكلفة عند لوحات توزيع نهاية الكابل، كما فى تيار القصر.

وتعرف فترة الاسترداد (Payback period)، بأنها الفترة التى يتحقق عندها تساوى زيادة التكلفة الاقتصادية مع قيمة الوفر فى استهلاك الطاقة الكهربائية.

وتتأثر فترة استرداد التكاليف الإضافية بالعوامل التالية :

- تيار الحمل
- فرق تكاليف الكابل للمتر الطولى
- تعريفة استخدام الطاقة الكهربائية (جنيه/ك. وات.ساعة)
- متوسط عدد ساعات التشغيل اليومية

وتؤدى زيادة مساحة مقطع الكابلات أيضا إلى النتائج التالية أخذا فى الاعتبار مايتطلبة ذلك من تعديل بعض الخصائص الفنية للمنظومة كتيار القصر:

- تحسين هبوط الجهد
- إمكانية زيادة تحميل الكابلات مستقبلاً

يمكن حساب قيمة الوفر فى استهلاك الطاقة الكلية للكابلات أحادية القلب من العلاقة الآتية :

$$\text{Saving} = I^2 \frac{\Delta R}{1000} x\, hrs/day \times 365\,\text{day} \times \text{tariff (LE/kWhr)} \times N \quad \text{L.E}$$

$$= I^2 \frac{\Delta R}{1000} \times 8 \times 365 \times \text{tariff} \times N = 2.92 \times I^2 \times \Delta R \times N \times \text{tariff} \quad \text{L.E} \qquad (8\text{-}2)$$

حيث :

I : شدة التيار بالأمبير

ΔR : التغير فى المقاومة لكابل بطول ١٠٠ متر نتيجة استخدام المقطع الأعلى

N : عدد سنوات استرداد قيمة الزيادة السعرية

تعطى مدة استرداد الزيادة المدفوعة بالسنوات من العلاقة:

$$N = \Delta C / (2.92 I^2 \Delta R \text{ tariff}) \quad \text{Years} \qquad (8\text{-}3)$$

حيث :

ΔC = C1 − C : الزيادة فى تكلفة الكابل مع الأخذ فى الاعتبار تكلفة تعديل تيار القصر

C1 : ثمن ١٠٠ م من الكابل ذى المقطع الأعلى

C : ثمن ١٠٠ م من الكابل الأصلى

ويعطى الملحق (م٨) بعض الأمثلة لفترة الاسترداد نتيجة زيادة مساحة مقطع الموصل.

٢ – تقليل طول الدائرة

يجب أن يكون طول موصلات دائرة التوزيع الرئيسية التى تصل بين محول التوزيع وقاطع دائرة الدخول فى لوحة توزيع الجهد المنخفض قصيراً كلما أمكن، بحيث لا يزيد الفقد فى القدرة فى هذه الدائرة عن ٠,٥% من القدرة الفعالة الكلية المنقولة عبر الدائرة عند تيارات التصميم لهذه الدوائر. ويمكن تحقيق ذلك، بوضع غرفة المحول ولوحة التوزيع العمومية متجاورتين. ويكون معدل سعة التيار المحمول لموصلات خط التعادل، بحيث لا يقل عن معدل سعة التيار لموصلات الطور وخاصة عند التوافقية الثالثة ومضاعفتها.

ويجب ألا يزيد أقصى فقد فى الموصلات فى الدوائر شاملة الصواعد، عن القيم التالية من القدرة الفعالة من خلال تلك الموصلات عند تيارات التصميم لهذه الدوائر:

دوائر التغذية : ٢,٥%

الدوائر الفرعية : ١,٥%

الدوائر الطرفية : ١%

٣/٢/٨ تحسين كفاءة استخدام الطاقة بتقليل قيمة التيار المار فى الموصل

١ - تحسين معامل القدرة

- يجب أن تحقق أعمال تغذية الأحمال ثلاثية الأطوار والتى تزيد عن ١٠٠ أمبير، معامل قدرة ٠,٩ على الأقل.
- يجب اختيار المعدات الكهربائية شاملة المحركات الكهربائية، أجهزة التكييف، مصابيح التفريغ الكهربى بمعامل قدرة لا يقل عما هو وارد بالجدول رقم (٨-١).
- يؤدى تحسين معامل القدرة إلى النتائج التالية:
  - خفض قيمة التيار المار فى الكابلات ، وبالتالى تقليل الفقد فى القدرة الكهربائية
  - تقليل الهبوط فى الجهد بين المصدر والحمل
  - إمكانية زيادة تحميل الكابلات

جدول (٨-١): الحد الأدنى لمعامل القدرة للمعدات الكهربائية

نوع الحمل	معامل القدرة
وحدات الإضاءة الفلورية أو التفريغ الكهربى	٠,٨٥
أجهزة تكييف الشباك	٠,٨٥
الثلاجات	٠,٨٥
المحركات ثلاثية الأطوار بقدرة (١٥-٥٠) حصان	٠,٨٣
المحركات ثلاثية الأطوار بقدرة (٥١ -١٠٠) حصان	٠,٨٥
المحركات ثلاثية الأطوار بقدرة (١٠١- ٢٠٠) حصان	٠,٨٧
المحركات ثلاثية الأطوار بقدرة (٢٠١ -٤٠٠) حصان	٠,٨٨
المحركات ثلاثية الأطوار بقدرة أكبر من ٤٠٠ حصان	٠,٨٩
المحركات أحادية الطور	٠,٨

٢- تقليل تيارات التوافقيات

- يلزم عند استخدام معدات وأجهزة غير خطية، إجراء الحسابات أثناء مرحلة تصميم المشروع لاستخدام أجهزة مخمدة للتوافقيات، ويجب وضع القيود على تيارات التوافقيات للأحمال غير الخطية عند مصدر التوافقيات.

- يجب ألا تزيد قيمة تيارات التوافقيات الفردية عن الحدود الموضحة بالجدول رقم (٨-٢) مع عدم تجاوز قيم التشوه التوافقى الكلى (Total Harmonic Distortion -THD)

جدول (٨-٢): حدود التوافقيات المسموح بها (%)

أقصى حمل (أمبير)	درجة التوافقيات (h) (توافقيات فردية)					
	h < 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	THD
تيار < ٤٠ أمبير	١٥	٧	٦	٢,٥	١,٤	٢٠
تيار ≤ ٤٠ أمبير وأقل من ٤٠٠ أمبير	١٢	٥,٥	٥	٢	١	١٥

وتؤدى تيارات التوافقيات إلى المشاكل التالية :

(١) زيادة الفقد فى القدرة الكهربائية
(٢) زيادة درجة حرارة خطوط نقل القوى الكهربائية
(٣) تأثر أجهزة الحاسبات سلبا
(٤) زيادة درجة حرارة محولات القوى الكهربائية

٣- تقليل تيارات التسرب الأرضى

- يجب أن تجهز كل التركيبات الكهربائية بوقاية ضد التسرب الأرضى، وذلك باستخدام جهاز وقاية ضد تيار التسرب الأرضى.

- يجب تحقيق متطلبات الوقاية ضد تيارات التسرب الأرضى خلال التركيبات الكهربائية والموضحة بالجدول رقم (٨-٣).

جدول (٨-٣): متطلبات الوقاية ضد تيارات التسرب الأرضى

مقنن القاطع	الاستخدام
نبيطة وقاية ضد تيار التسرب الأرضى بمقنن ١٠ مللى أمبير	للإنارة تحت الماء كما فى حمامات السباحة
نبيطة وقاية ضد تيار التسرب الأرضى بمقنن ٣٠ مللى أمبير	جميع المآخذ الخاصة بالأجهزة المنزلية البسيطة
نبيطة وقاية ضد تيار التسرب الأرضى بمقنن ٣٠٠ مللى أمبير	لإجمالى دوائر الإنارة
نبيطة وقاية ضد تيار التسرب الأرضى بمقنن ٥٠٠ مللى أمبير	لإجمالى المعدات الأخرى، مثل أجهزة التكييف والمصاعد وطلمبات المياه

استثناء :

- يجب استخدام نبائط وقاية ضد التسرب الأرضى لكل محرك على حدة، وذلك للمحركات التى تزيد قدرتها عن ١١,٥ ك.و.، ولا يسمح باستخدام وقاية مشتركة للتسرب الأرضى لمجموعة من تلك المحركات
- يحظر استخدام قواطع دائرة مزودة بوقاية ضد تيار تسرب الأرضى لمحركات طلمبات مكافحة الحريق

٤- اتزان الأحمال

- يجب أن توزع جميع الأحمال أحادية الطور، وخاصة تلك الأحمال ذات الخصائص غير الخطية فى التركيبات الكهربائية والتى تتغذى من مصدر ثلاثى الأطوار، توزيعاً منتظماً قدر الإمكان بين مختلف الأطوار، ويجب وضع ذلك فى الاعتبار عند التصميم.
- يجب ألا يزيد أقصى تيار غير متزن للأحمال أحادية الطور والمغذاة من مصدر ثلاثى الأطوار عن ١٠%.

ويؤدى اتزان الأحمال إلى النتائج الآتية:

- تقليل قيمة التيار فى خط التعادل، وبالتالى تقليل الفقد فى القدرة الكهربائية
- تقليل الهبوط فى الجهد بين المصدر والحمل
- تقليل تيارات التوافقيات

٤/٢/٨ تحسين كفاءة استخدام الطاقة بتحسين كفاءة المعدات

الحد الأدنى المطلوب لكفاءة المعدات

(أ) كفاءة محولات القوى

- يجب أن تفى محولات توزيع القوى الكهربائية بمتطلبات المواصفات الكهروتقنية الدولية رقم IEC 60076-20 .
- يجب اختيار السعات والتصميمات المناسبة لمحولات القوى المستخدمة لتغذية المبنى، بحيث لا يتعدى الفقد فى المحول القيم الموضحة بالجدول رقم (٨-٤) وذلك عند الحمل الكامل ودرجة حرارة ٩٥ °م .

جدول (٨-٤): الحد الأقصى لقيم الفقد المسموح بها فى محولات التوزيع على الجهد المتوسط

Power (KVA)	Iron Losses (W)	Copper Losses (W)
50	168	875
63	224	1260
100	272	1505
160	384	2170
200	456	2520
300	576	3815
500	700	5460
630	825	6430
800	1015	7700
1000	1222	9450
1250	1500	11700
1500	1785	13860
1600	1950	14900
2000	2736	15750
2500	3400	21300
5000	5000	37500

(ب) كفاءة المحركات الكهربائية

- يجب أن تحقق المحركات الكهربائية (محركات رفع المياه – صرف صحي – حريق) ثلاثية الأطوار ذات قدرة ٧٥٠ وات أو أكثر وتعمل أكثر من ٥٠٠ ساعة فى العام، أقل كفاءة مقبولة كحد أدنى والموضحة بالجدول رقم (٨-٥) وذلك طبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية رقم

. IEC 60034-30

- يجب أن تكون المحركات ذات القدرات المختلفة عن تلك الموضحة فى الجدول ، ذات كفاءة مساوية على الأقل للكفاءة المناظرة للمحرك ذى القدرة الأكبر مباشرة. ويجب ألا تزيد قدرة المحرك عن ٢٠٠٪ من القدرة القصوى المحسوبة للحمل المطلوب.
- يجب أن تشتمل لوحة بيانات المحرك على كفاءة المحرك عند الحمل الكامل ومعامل القدرة المناظر.
- يجب التأكد عند إعادة لف ملفات المحرك التالف، أن تكون مكافئة تماما لأصل الملفات بحيث لا تتأثر كفاءة المحرك سلبياً، وفى حالة عدم إمكانية تحقيق ذلك، يجب استبدال المحرك بآخر جديد ذو كفاءة مقبولة طبقا للجدول رقم (٨-٥).
- يمكن تحديد الفقد وكفاءة المحركات الكهربائية وذلك طبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية أرقام .IEC 60034-2-1, IEC 60034-2-1

جدول (٨-٥): أقل كفاءة مقبولة للمحركات الكهربائية

Rated power (kW)	Standard Efficiency (IE1)			High Efficiency (IE2)			Premium Efficiency (IE3)		
	Number of poles			Number of poles			Number of poles		
	2	4	6	2	4	6	2	4	6
0.75	72.1	72.1	70	77.4	79.6	75.9	80.7	82.5	78.9
1.1	75	75	72.9	79.6	81.4	78.1	82.7	84.1	81
1.5	77.2	77.2	75.2	81.3	82.8	79.8	84.2	85.3	82.5
2.2	79.7	79.7	77.7	83.2	84.3	81.8	85.9	86.7	84.3
3	81.5	81.5	79.7	84.6	85.5	83.3	87.1	87.7	85.6
4	83.1	83.1	81.4	85.8	86.6	84.6	88.1	88.6	86.8
5.5	84.7	84.7	83.1	87	87.7	86	89.2	89.6	88
7.5	86	86	84.7	88.1	88.7	87.2	90.1	90.4	89.1
11	87.6	87.6	86.4	89.4	89.8	88.7	91.2	91.4	90.3
15	88.7	88.7	87.7	90.3	90.6	89.7	91.9	92.1	91.2
18.5	89.3	89.3	88.6	90.9	91.2	90.4	92.4	92.6	91.7
22	89.9	89.9	89.2	91.3	91.6	90.9	92.7	93	92.2
30	90.7	90.7	90.2	92	92.3	91.7	93.3	93.6	92.9
37	91.2	91.2	90.8	92.5	92.7	92.2	93.7	93.9	93.3
45	91.7	91.7	91.4	92.9	93.1	92.7	94	94.2	93.7
55	92.1	92.1	91.9	93.2	93.5	93.1	94.3	94.6	94.1
75	92.7	92.7	92.6	93.8	94	93.7	94.7	95	94.6
90	93	93	92.9	94.1	94.2	94	95	95.2	94.9
110	93.3	93.3	93.3	94.3	94.5	94.3	95.2	95.4	95.1
132	93.5	93.5	93.5	94.6	94.7	94.6	95.4	95.6	95.4
160	93.8	93.8	93.8	94.8	94.9	94.8	95.6	95.8	95.6
200-375	94	94	94	95	95.1	95	95.8	96	95.8

المراجـــــع

١- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى (مجلد ١ ، ٢ ، ٣)- ١٩٩٤.

٢- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى – الـ الخاصة (مجلد ٤ – التأريض)- ٢٠٠٤.

٣- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى – الـ الخاصة (مجلد ٥ – الوقاية من الصواعق) – ٢٠٠٤.

٤- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى – الـ الخاصة (مجلد ٦ – تحسين معامل القدرة) – ٢٠٠٤.

٥- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى – الـ الخاصة (مجلد ٧ – التوافقيات) – ٢٠٠٤.

٦- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى – الـ الخاصة (مجلد ٩ – التحكم فى الإضاءة) – ٢٠٠٤.

٧- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى – الـ الخاصة (مجلد ١٠ – مولدات الطوارئ) – ٢٠٠٤.

٨- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الإنارة – ٢٠٠٨.

٩- الكود المصرى لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال إنارة الطرق والأنفاق – ٢٠٠٩.

١٠- الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى – الجزء الأول: المبانى السكنية – ٢٠٠٦

١١- الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى – الجزء الثانى: المبانى التجارية – ٢٠٠٩

١٢- الكود المصرى لتحسين كفاءة استخدام الطاقة فى المبانى – الجزء الثالث: المبانى الحكومية – ٢٠١٠

١٣- الكود العربى للتمديدات الكهربائية وتركيباتها فى الأبنية، ٢٠٠٣.

١٤- مواصفات بنود أعمال التوصيلات والتركيبات الكهربائية فى المبانى (جزء ١ ، ٢)- ١٩٩٨.

١٥- المواصفات القياسية المصرية ٦١٣٥- ٢٠٠٧/٠١

لوحات معدات الفصل والتوصيل والتحكم ذات الجهد المنخفض . ج١ : مجموعات مختبرة حسـ الطراز آليا وجزئيا.

١٦- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٧/٤٧٥٥

متطلبات عامة لأمان وسائل التحكم فى المصابيح.

١٧- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٦/٥٠٤٨

مواصفات الأمان للمصابيح ذات فتيلة التنجستين للاستخدام المنزلى وما شابهه من أغراض

الإنارة العامة.

١٨- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٦/٥٦٧٧

المصابيح المتوهجة – متطلبات الأمان – مصابيح التنجستين الهالوجينية لأغراض الإضاءة العامة وما شابهها.

١٩- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/٢٤٠٥

الوقاية من أجل السلامة للتركيبات الكهربائية فى الأماكن المحظور دخولها.

٢٠- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/٢٣٤٨

المتطلبات الخاصة بالتركيبات الكهربائية فى المزارع والبساتين.

٢١- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/٢٣٤٦

المتطلبات الخاصة بالتركيبات الكهربائية فى الأماكن التى بها حوض إستحمام (بانيو) أو حوض صغير للدش.

٢٢- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٧/٢٦١٥

المواصفات العامة لمعدات الفصل والتوصيل والتحكم القياسية ذات الجهد العالى.

٢٣- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٧/٢٧٤٠

مصهرات الجهد العالى ج ١ : مصهرات مُحده للتيار.

٢٤- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/٠٩٦٥

كابلات القوى ذات العزل المبثوق لجهد مقنن ١ ك.ف، ٣ ك.ف.

٢٥- المواصفات القياسية المصرية ٠٩٦٥- ٠٢/ ٢٠٠٦

كابلات القوى ذات العزل المبثوق وملحقاتها للجهود المقننة من ١ ك.ف حتى ٣٠ ك.ف.

٢٦- المواصفات القياسية المصرية ٠١٣٦- ٢٠٠٥/٠١

محولات القدرة ج ١ : عام.

٢٧- المواصفات القياسية المصرية ٠١٣٦- ٢٠٠٥/٠٢

محولات القدرة ج ٢ : الارتفاع فى درجات الحرارة.

٢٨- المواصفات القياسية المصرية ٠١٣٦- ٢٠٠٥/٠٥

محولات القدرة ج ٥ : القدرة على تحمل قصر الدائرة.

٢٩- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٧/١٨٨٦

محولات القدرة : محولات من النوع الجاف.

٣٠- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/١٨٨٨

دليل تحميل المحولات الجافة للقدرة.

٣١- المواصفات القياسية المصرية ٠٢٦٥- ٢٠٠٦/٠١
مصهرات الجهد المنخفض ج ١ : المتطلبات العامة.
٣٢- المواصفات القياسية المصرية ٠٢٦٥- ٢٠٠٦/٠٣
مصهرات الجهد المنخفض ج ٣ : متطلبات اضافية للمصهرات المستخدمة بواسطة اشخاص غير مدربين (مصهرات مستخدمه للاغراض المنزلية وما شابهه).
٣٣- المواصفات القياسية المصرية ٠١٨٢- ٢٠٠٥/٠١
الكابلات الكهربائية المعزولة بالبولى فينيل كلورايد ذات الجهود المقننة حتى وتشمل ٤٥٠/٧٥٠ فولت ج ١ : متطلبات عامة.
٣٤- المواصفات القياسية المصرية ٠١٨٢- ٢٠٠٦/٠٣
الكابلات الكهربائية المعزولة بالبولى فينيل كلورايد ذات الجهود المقننة حتى وتشمل ٤٥٠/٧٥٠ فولت ج ٣ : كابلات غير مغلفة للتوصيلات الثابتة.
٣٥- المواصفات القياسية المصرية ٠١٨٢- ٢٠٠٦/٠٤
الكابلات الكهربائية المعزولة بالبولى فينيل كلورايد ذات الجهود المقننة حتى وتشمل ٤٥٠/٧٥٠ فولت ج ٤ : كابلات مغلفة للتوصيلات الثابتة.
٣٦- المواصفات القياسية المصرية ٠١٨٢- ٢٠٠٦/٠٥
الكابلات الكهربائية المعزولة بالبولى فينيل كلورايد ذات الجهود المقننة حتى وتشمل ٤٥٠/٧٥٠ فولت ج ٥ : كابلات مرنة (كردونات).
٣٧- المواصفات القياسية المصرية ٠١٨٢- ٢٠٠٥/٠٦
الكابلات الكهربائية المعزولة بالبولى فينيل كلورايد ذات الجهود المقننة حتى وتشمل ٤٥٠/٧٥٠ فولت ج ٦ : كابلات المصاعد والكابلات للتوصيلات المرنة.
٣٨- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/٢٩٤٨، موصلات الكابلات المعزولة.
٣٩- المواصفات القياسية المصرية ٠١٣٣-١٩٩٧/٠١
القوابس والمقابس المستخدمة فى التوصيلات الكهربائية المنزلية وما شابهها – جـ١: المتطلبات العامة.
٤٠- المواصفات القياسية المصرية ٠١٣٣-١٩٩٧/٠٢
القوابس والمقابس المستخدمة فى التوصيلات الكهربائية المنزلية وما شابهها – جـ٢: الوقاية من الصدمة الكهربائية واشتراطات التأريض.
٤١- المواصفات القياسية المصرية ٠١٣٣-١٩٩٧/٠٣
القوابس والمقابس المستخدمة فى التوصيلات الكهربائية المنزلية وما شابهها – جـ٣: مكونات

القوابس والمقابس.

٤٢- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/٠٤٣٨

المفاتيح الكهربائية للأغراض المنزلية وما يماثلها من التركيبات الكهربائية الثابتة – المتطلبات العامة.

٤٣- المواصفات القياسية المصرية ٢٠٠٥/٢١٩١

متطلبات التأريض للتركيبات الكهربائية لمعدات معالجة البيانات.

44- IEC 60435, 1999
Safety of information technology equipment.

45- IEC 61439-1, Ed. 1.0, 2009
Low-voltage switchgear and control gear assemblies - Part 1: General rules.

46- IEC 61439-2, Ed. 1.0, 2009
Low-voltage switchgear and control gear assemblies - Part 2: Power switchgear and control gear assemblies.

47- IEC 60617, Ed. 3.
Graphical symbols for diagrams, parts 2, 3, 7, 8.

48- IEC 60364-4-41, Ed. 5.0, 2005
Low-voltage electrical installations –Part 4-41: Protection for safety –Protection against electric shock.

49 - IEC 60 332-1-3 Ed. 1.0, 2004
Tests on electric and optical fiber cables under fire conditions.

50- IEC 61557-8 Ed. 2.0, 2007
Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V ac and 1500 V dc.

51- IEC 60364-4-42, Ed.2.0, 2001
Low-voltage electrical installations - Part 4-42: Protection for safety - Protection against thermal effects.

52- IEC 60364-4-43, Ed.2.0, 2001
Low-voltage electrical installations - Part 4-43: Protection for safety - Protection against over current.

C 60364-5-53, Ed.2.0, 2001
ctrical installations of buildings - Part 5-53: Selection and erection of electrical
ipment - Isolation, switching and control.

C 61200-413, Ed.1.0, 1996
ctrical installation guide - Part 413: Protection against indirect contact -
tomatic disconnection of supply.

C 60742, Ed. 1.0, 1983
lating transformers and safety isolating transformers requirements.

C 60400, Ed. 7.0, 2008
amp holders for tubular fluorescent lamps and starter holders.

C 60265-1, Ed.3.0, 1998
igh-voltage switches –Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV
d less than 52 kV.

C 60265-2, Ed.1.0, 1998
igh-voltage switches–Part 2: High-voltage switches for rated voltages
f 52 kV and above.

C 60298, Ed. 3.0, 2003
igh-voltage switchgear and control gear assemblies, Part 3: Supplementary.

C 62271-200, Ed. 1.0, 2011
igh-voltage switchgear and control gear - Part 200: A.C. metal-enclosed
witchgear and control gear for rated voltages above 1 kV and up to and
eluding 52 kV.

C 60071-2, Ed. 3.0, 1996
sulation co-ordination –Part 2: Application guide.

C 60282-1, Ed. 7.0, 2009
igh-voltage fuses - Part 1: Current-limiting fuses.

C 60420, Ed. 2.0, 2004
igh-voltage alternating current switch-fuse combinations.

C 62271-104, Ed. 1.0, 2009
High – voltage switchgear and control gear – part 104: Alternating current
witches for rate voltages of 52KV and above.

65- IEC 62271-105, Ed.1.0, 2002
High-voltage switchgear and control gear - Part 105: Alternating current switch-fuse combinations.

66- IEC 62271-100, Ed.2.0, 2008
High – Voltage switchgear and control gear- Part 100: Alternating current circuit-breakers.

67- IEC 62271-102, Ed. 1.0, 2001
High-voltage switchgear and control gear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches.

68- IEC 60183, Ed. 2.0, 1984
Guide to the selection of high-voltage cables.

69- IEC 60724, Ed. 3.0, 2000
Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV (Um = 1,2 kV) and 3 kV (Um = 3,6 kV).

70- IEC 60909-0, Ed. 1.0, 2001
Short-circuit currents in three-phase a.c. systems Part 0: Calculation of currents.

71- IEC 60076-1, Ed. 2.1, 2000
Power transformers – Part 1: General.

72- IEC 60296, Ed 3.0, 2003
Fluids for electro technical applications - Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.

73- IEC 60076-2, Ed. 2.0, 1993
Power transformers - Part 2: Temperature rise.

74- IEC 60076-5, Ed. 3.0, 2006
Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit.

75- IEC 60076-8, Ed. 1.0, 1997
Power transformers – Application guide.

76- IEC 60076-11, 2004
Power transformers – Part 11: Dry-type transformers.

IEC 60529, Ed. 2.1, 2001
Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).

IEC 61439-1 Ed. 1.0, 2009
Low-voltage switchgear and control gear assemblies - Part 1: General rules.

IEC 60439-3, Ed.1.0, 1990
Low-voltage switchgear and control gear assemblies. Part 3: Particular requirements for low-voltage switchgear and control gear assemblies intended to be installed in places where unskilled persons have access for their use - Distribution boards.

IEC 60439-2, Ed. 3.1 Consol. with am1, 2005
Low-voltage switchgear and control gear assemblies - Part 2: Particular requirements for bus bar trunking systems (bus ways).

IEC 60269-1, Ed. 4.1 Consol. with am1, 2009 .
Low-voltage fuses - Part 1: General requirements.

IEC 60269-2, Ed. 4.0, 2010
Low-voltage fuses - Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) - Examples of standardized systems of fuses A to J.

IEC 60269-3, Ed. 4.0, 2010
Low-voltage fuses - Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household or similar applications) - Examples of standardized systems of fuses A to F.

IEC/TR 60269-5, Ed. 1.0, 2010
Low-voltage fuses - Part 5: Guidance for the application of low-voltage fuses.

IEC 60947-2, Ed. 4.1 Consol. with am1, 2009
Low-voltage switchgear and control gear - Part 2: Circuit-breakers.

IEC 60947-3, Ed. 3.0, 2008
Low-voltage switchgear and control gear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units.

IEC 60898-2, Ed. 1.1, 2003
Circuit-breakers for over current protection.

88-IEC 60227-1, Ed. 3.0, 2007
Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 1: General requirements.

89-IEC 60227-3, Ed. 2.1 Consol with am1, 1997
Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring.

90-IEC 60227-4, Ed. 2.1 Consol with am1, 1997
Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 4: Sheathed cables for fixed wiring.

91-IEC 60227-5, Ed. 2.2 Consol with am1&2, 2003
Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V - Part 5: Flexible cables (cords).

92-IEC 60227-6, Ed. 3.0, 2001
Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/ 750 V - Part 6: Lift cables and cables for flexible connections.

93-IEC 60227-7, Ed. 1.1 Consol with am1, 2003
Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/ 750 V - Part 7: Flexible cables screened and unscreened with two or more conductors.

94-IEC 60228, Ed. 3.0, 2004
Conductors of insulated cables.

95-IEC 60245-1, Ed. 4.1 Consol with am1, 2008
Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V - Part 1: General requirements.

96-IEC 60245-5, Ed. 2.0, 1994
Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V - Part 5: Lift cables.

97-IEC 60245-5-am1, Ed. 2.0, 2003
Amendment 1 - Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V - Part 5: Lift cables.

98-IEC 60245-8, Ed. 1.1 Consol. with am1, 2008
Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V - Part 8: Cords for applications requiring high flexibility.

IEC 60245-4 Ed. 3.0, 2011
Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V - Part 4: Cords and flexible cables.

IEC 60702-1, 2002
Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V Part 1: Cables.

IEC 60702-2, Ed. 2.0, 2002
Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V - Part 2: Terminations.

IEC 60439-2, Consolidated Edition 3.1 (incl. am1), 2005
Low-voltage switchgear and control gear assemblies - Part 2: Particular requirements for bus bar trunking systems (bus ways).

IEC 60439-2-am1, Edition 3.0, 2005
Amendment 1 - Low-voltage switchgear and control gear assemblies - Part 2: Particular requirements for bus bar trunking systems (bus ways).

IEC 60423, Edition 3.0, 2007
Conduit systems for cable management - Outside diameters of conduits for electrical installations and threads for conduits and fittings.

IEC 60981, Edition 2.0, 2004
Extra heavy-duty electrical rigid steel conduits.

IEC 61084-1, Edition 1.0, 1991
Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 1: General requirements.

IEC 61084-1-am1, Edition 1.0, 1993
Amendment 1 - Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 1: General requirements.

IEC 61084-2-1, Edition 1.0, 1996
Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 2: Particular requirements - Section 1: Cable trunking and ducting systems intended for mounting on walls or ceilings.

IEC 61084-2-2, Edition 1.0, 2003
Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 2-2:

Particular requirements - Cable trunking systems and cable ducting systems intended for under floor and flush floor installations.

110- IEC 60948, Edition 1.0, 1988
Numeric keyboard for home electronic systems (HES).

111- IEC 61084-2-4, Edition 1.0, 1996
Cable trunking and ducting systems for electrical installations - Part 2: Particular requirements - Section 4: Service poles.

112- IEC 61558-2-6, Ed. 2.0, 2009
Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V - Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers.

113- IEC 60129, Amd.1 Ed. 3.0, 1992
Amendment No. 1: Alternating current disconnectors and earthing switches.

114- IEC 60598-1 Consolidated Edition 6.1 (inc. am1), 2006
Luminaires - Part1: General requirements and tests.

115- IEC 60364
Electrical installations of buildings, part 7-701 Requirements for special Installation or locations – Locations containing a bath or shower.

116- IEC 60364
Electrical installations of buildings, part 7-702 Requirements for special Installation or locations – Swimming pools and other basins.

117- IEC 60364
Electrical installations of buildings, part 7-703 Requirements for special Installation or locations – Rooms and cabins containing sauna heaters.

118- IEC 60364
Electrical installations of buildings, part 7-704 Requirements for special Installation or locations – Constructions and demolition site installations.

119- IEC 60364
Electrical installations of buildings, part 7-705 Requirements for special Installation or locations – Agricultural and horticultural premises.

60364
ical installations of buildings, part 7-706 Requirements for special
llation or locations – Conducting locations with restricted movement.

60364
rical installations of buildings, part 7-708 Requirements for special
llation or locations – temporary electrical installations in caravan parks and
ans.

60364
rical installations of buildings, part 7-709 Requirements for special
llations or locations – Marinas and pleasure craft.

60364
rical installations of buildings, part 7-711 Requirements for special
llations or locations – Exhibitions, shows and stands.

60364
trical installations of buildings, part 7-713 Requirements for special
llation or locations – Furniture.

60364
trical installations of buildings, part 7-714 Requirements for special
llation or locations – Electrical lighting installations.

60364
ctrical installations of buildings, part 7-715 Requirements for special
allation or locations – Extra low voltage installations.

60364
ctrical installations of buildings, part 7-740 Requirements for special
ations or locations – temporary electrical installations for structures,
usement devices and booths at fairgrounds, a amusement parks and circuses.

/IEC 14543-3-5, Ed. 7.0, 2007
ormation technology –Home electronic system (HES) architecture –
t 3-5: Media and media dependent layers –Power line for network based
trol of HES Class 1.

129- IEC 60076-20, Ed. 1.0, 2012.
Power transformers - Part 20: Energy efficiency for distribution transformers.

130- IEC 60034-30 , Ed. 1.0, 2008
Rotating electrical machines - Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE-code).

131- IEC 60034-2-1 , Ed. 1.0, 2007
Rotating electrical machines - Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles).

132- IEC 60034-2-2 Ed. 1.0, 2010
Rotating electrical machines - Part 2-2: Specific methods for determining separate losses of large machines from tests.

133- IEC 60947-1 Ed. 5.1 Consol with am1, 2011
Low-voltage switchgear and control gear - Part 1: General rules.

134- IEC 60614-1
Conduits for electrical installations – Specification Part 1: General requirements.

135- IEC 60079-1 Ed. 6.0, 2007
Explosive atmospheres - Part 1: Equipment protection by flame proof enclosures "d".

136- IEC 60079-2 Ed. 5.0, 2007
Explosive atmospheres - Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures "p".

137- IEC 60079-7 Ed. 4.0, 2006
Explosive atmospheres - Part 7: Equipment protection by increased safety "e".

138- IEC 60079-15 Ed. 4.0, 2010
Explosive atmospheres - Part 15: Equipment protection by type of protection "n".

139- IEC 60079-18 Ed. 3.0, 2009
Explosive atmospheres - Part 18: Equipment protection by encapsulation "m".

140- IEC 60079-26 Ed. 2.0, 2006
Explosive atmospheres - Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) Ga.

EC EX 62086-1 Ed. 1.0, 2005
EC Ex Test Report for IEC 62086-1 (2001) Ed. 1.0
lectrical apparatus for explosive gas atmospheres - Electrical resistance trace
eating - Part 1: General and testing requirements.

EC 60245-3 Ed. 2.0, 1994
ubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V - Part 3:
eat resistant silicone insulated cables

EC 6030-1 Ed. 4.1, 2005
lugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 1: General
quirements.

EC 60831 -1, 2002
hunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated
oltage up to and including 1000 V - Part 1: General - Performance, testing and
ing - Safety requirements - Guide for installation and operation.

EC 60502 Ed 1.0, 2010
ower cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages
om 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV) - ALL PARTS.

EC 60598-2-18 Ed. 2.0, 1993
uminaires – Part2: Particular Requirements – section18: Luminaires for
wimming pools and similar applications.

EC 61347-1 Ed. 2.1 consol with am1, 2010
mp control gear – Part1: General and safety requirements.

EC 60998-2-1 Ed. 2.0, 2002
onnecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes
art 2-1: Particular requirements for connecting devices as separate entities
th screw-type clamping units.

EC 60570 Ed. 4.0, 2003
lectrical supply track systems for luminaries.

EC 60598-2-23 Ed 1.1 Consol. with am1, 2001
uminaires - Part 2-23: Particular requirements - Extra low voltage lighting
stems for filament lamps.

151 - IEC 60950-1 Ed. 2.0, 2005
Information technology equipments – safety- part1: General requirements.

152- IEC 60038 Ed. 7.0, 2009
IEC standard voltages.

153- IEC 60669-1 Ed. 3.2 Consol. with am1&2, 2007
Switches for household and similar fixed-electrical installations - Part 1: General requirements.

154- IEC 60034-5 Ed. 4.1 consol with am 1, 2006
Rotating electrical machines- part 5 Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (Ip code) – Classification.

155- IEC 60439-4 Ed. 2.0, 2004
Low-voltage switch gear and control gear assemblies- part4: Particular requirements for assemblies for construction sites.

156- IEC 60309-2 Ed. 4.1 Consol. with am1, 2005
Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 2: Dimensional interchangeability requirements for pin and contact-tube accessories.

157- IEC 60245-6 Ed. 2.0, 1994
Rubber insulated cables – rated voltages up to and including 450/750v- part 6: Arc welding electrode cables.

158- IEC 60245-7 Ed. 1.0, 1994
Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V - Part 7: Heat resistant ethylene-vinyl acetate rubber insulated cables.

159- IEC 60137 Ed. 6.0, 2008
Insulated bushing for alternating voltage above 1000 V.

ملحق رقم (م١)

الرموز والإختصارات المستخدمة فى رسومات التركيبات الكهربائية فى المبانى

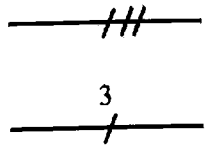
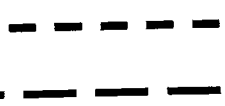
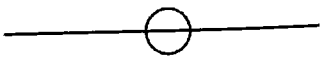
تعبر الرموز الواردة بالملحق رقم (م١) عن الأشكال التى تمثل الأجزاء والمكونات فى الدوائر الكهربائية، وهى مطابقة لما ورد بشأنها فى المواصفات الكهروتقنية الدولية:

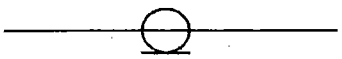
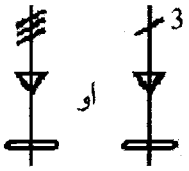
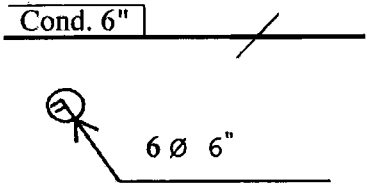
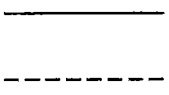
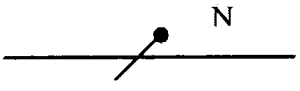
IEC 60617 - Graphical Symbols for Diagrams, parts 2, 3, 7, 8

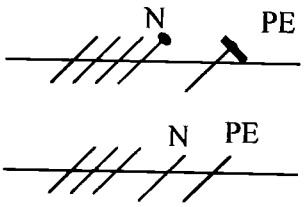
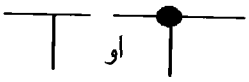
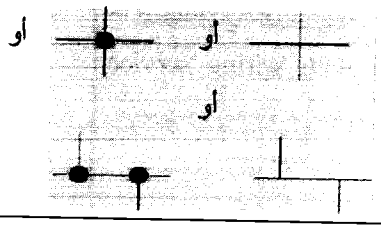
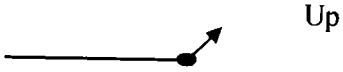
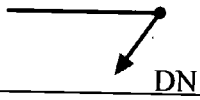
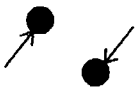
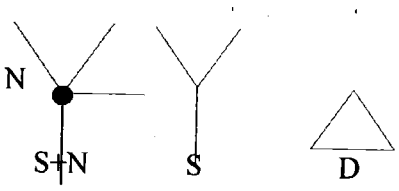
ويتم أيضا تناول بعضاً من الرموز الشائع استخدامها بكثرة محلياً.

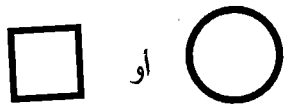
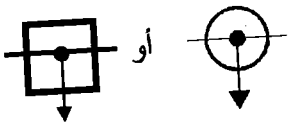
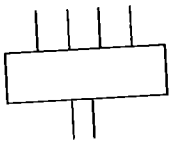
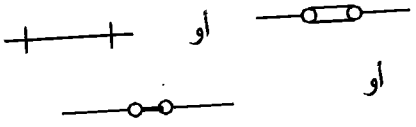
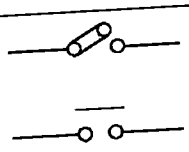
ملاحظة:

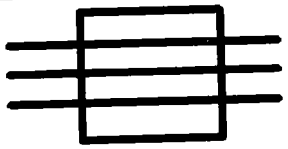
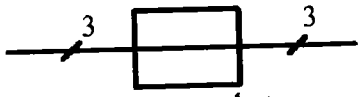
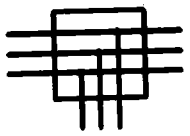
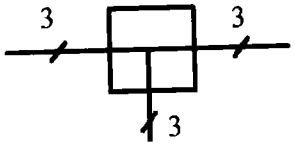
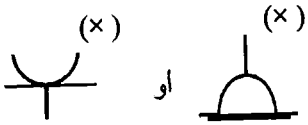
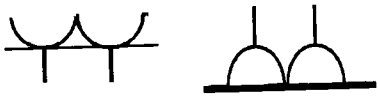
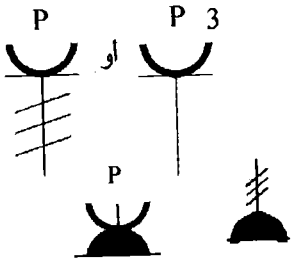
- معظم الرموز التالية خاصة برسومات الدوائر ممثلة أحادية الخط (Single line diagram) ويختلف الشكل فى الرسومات التفصيلية لتوصيلات المهمات الكهربائية ثلاثية الأطوار كما يتضح فى بعض الرموز.
- يمكن لأى مهندس متمرس استخدام رموز أخرى ما دامت ستلحق بالرسومات جداول لشرح هذه الرموز.

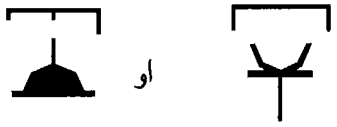
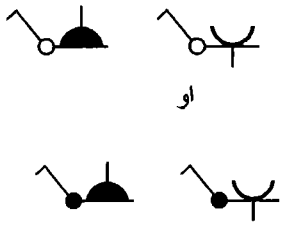
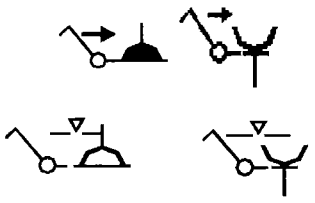
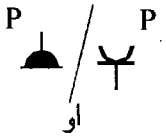
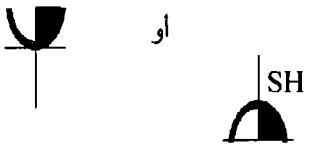
م	الرمز	التوصيف
١	 أو  هذا ويمكن أن يمثل الخط بشكل متقطع كما يلى:  4 wires + E ~ , 50Hz, $[(3\times120+70)+1\times50]mm^2Cu$ = 110 V $2\times120\ mm^2$, Al	- موصل أو مجموعة موصلات أو كابل Conductor or group of conductors, or cable - ويكتب على الخط المرسوم قطاع الكابل أو الموصل ونوعه، إذا كان نحاس أم ألومنيوم وكذلك مستوى العزل - إذا وحدت مجموعة كابلات أو مجموعة مغذيات من موصلات معزولة، ويحدد العدد إما بوضع خطوط قصيرة مائلة أو بأرقام كما يكتب القطاع والنوع عليها - قد توضح بيانات إضافية فوق الخط كما يلى: مثل : نوع التيار، نظام التوزيع، التردد والجهد والقطاع والنوع أ- دائرة ثلاثية الأطوار، ٥٠ هرتز، ثلاث موصلات كل منها بمساحة مقطع ١٢٠ مم^2 وخط تعادل بمساحة مقطع ٧٠ مم^2 وموصل أرضى بقطاع ٥٠ مم^2 والجميع من النحاس ب- دائرة تيار مستمر، ١١٠ فولت، موصلين من الألومنيوم مساحة مقطع كل منهما ١٢٠ مم^2
		ج- موصل مرن (Flexible conductor) إذا كان ذلك مستخدما (ويمكن الرسم أو الاكتفاء بالكتابة على خط مستقيم)
		د- موصل بساتر (Screened conductor) إذا كان ذلك مستخدماً(ويمكن الرسم أو الاكتفاء بالكتابة على خط مستقيم)
		هـ - موصلات مجدولة (Twisted conductors) إذا كان ذلك مستخدما(ويمكن الرسم أو الاكتفاء بالكتابة على خط مستقيم)

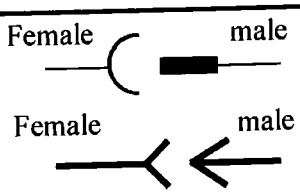
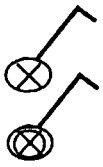
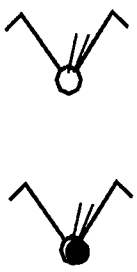
بند	الرمز	التوصيف
		و- كابل ذو موصلين متحدى المحور [illegible] بشبكة واقية (Coaxial pair with screen) ويمكن الاكتفاء بالكتابة على خط مستقيم التوضيح بالرسم المقابل
٢		- كابل ثلاثى الموصلات بنهاية محكمة [illegible]e conductor cable with sealing end)
٣	U.G. او او	- خط كابل تحت الأرض [illegible]derground line or cable (U.G.))
٤	O.H. او او	- خط كابل هوائى علوى [illegible]verhead line or cable (O.H.))
٥		- مجري أو ماسورة (تمديد الكابلات) [illegible]Duct or pipe) ويكتب عدد المواسير ٦ مثلاً ويكتب كذلك أقطارها ٦ بوصة مثلاً
٦		توضح أن النظام يعمل بتيار مستمر (D.C.)
٧		توضح أن النظام يعمل بتيار متردد (A.C.)
٨		- موصل تعادل (Neutral conductor)
٩		- موصل تأريض وقائى (Protective conductor)

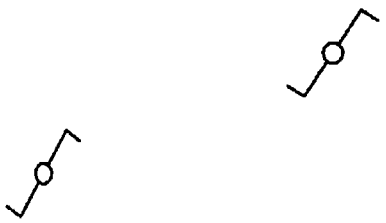
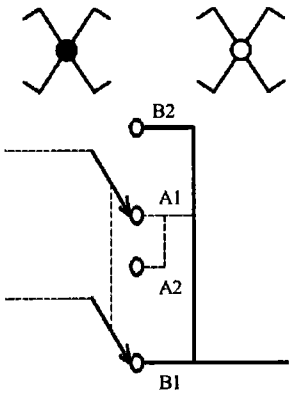
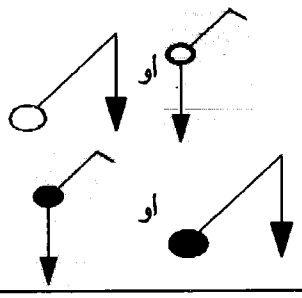
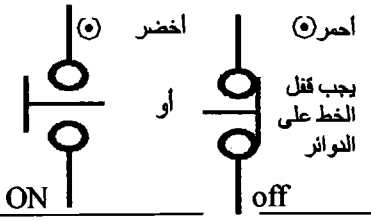
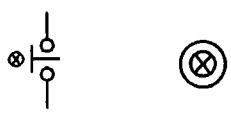
بند	الرمز	التوصيف
١٠		– موصل مشترك للتعادل والوقاية (Combined protective and neutral conductor ((PEN)
١١		– توصيلة كهربائية ثلاثية الأطوار بموصل تعادل وموصل وقاية (3 ph + N + E)
١٢		تفريعة من موصل (Junction of conductors)
١٣		وصلة مزدوجة لموصلات (Double junction of conductors)
١٤		– توصيلة كهربائية متجهة لأعلى (UP) (Wiring going upwards)
١٥		– توصيلية كهربائية متجهة لأسفل(DN) (Wiring going downwards)
١٦		– كابل أو ماسورة من أسفل – كابل أو ماسورة من أعلى
١٧		سهم للسلالم يوضح التوصيل (Arrow for stairs, connections indication)
١٨		توصيلة دلتا (Delta) وتوصيله ستار ((نجمة) (Star)) وتوصيلة ستار بنقطة تعادل (Star with neutral)

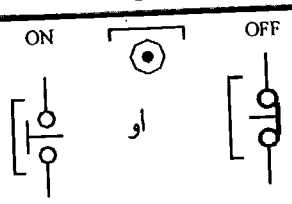
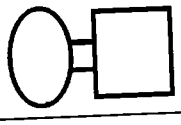
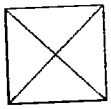
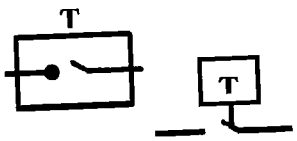
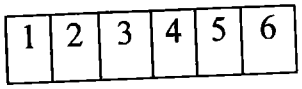
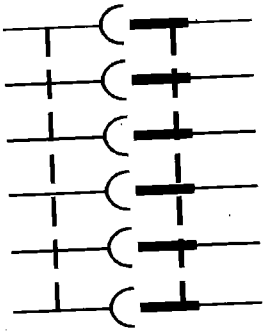
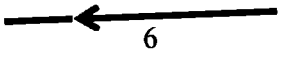
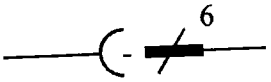
بند	الرمز	التوصيف
١٩		– صندوق كهرباء (بوات)، الرمز العام (Box, general symbol)
٢٠		– صندوق توصيل أو ربط (Connection or junction box)
٢١		– صندوق توزيع (موضح سته مواسير) (Distribution box, shown with six conduits)
٢٢		– نقطة نهاية للمستهلك مزودة بمهمات التغذية (Consumers terminal with wiring service entrance equipment)
٢٣		– وصل توصيل (فى وضع مقفل) (Connecting link, closed)
٢٤		– وصل توصيل (فى وضع مفتوح) (Connecting link , open)
٢٥		– نهاية احكام كابل، مرسومة مع كابل ثلاثى الأقطاب (Cable sealing end, shown with one three-core cable)

بند	الرمز	التوصيف
٢٦	 تمثيل متعدد الخطوط Multi – line representation  تمثيل أحادى الخط	– صندوق توصيل لتمديدات على استقامة واحدة مرسوم مع ثلاث موصلات (Straight- through joint box shown with three conductors)
٢٧	 تمثيل متعدد الخطوط  تمثيل احادى الخط	– صندوق توصيل، مرسوم مع ثلاثة موصلات بتفريعة على شكل حرف (T) (Junction box, shown with three conductors with T. connection)
٢٨		– مخرج مقبس (بريزة) أحادى(Socket outlet) ويمكن كتابة ملحوظة على اللوحة بأن النظام يتم بالتوصيل الحلقى (Loop system outlet) ويكتب رقم الدائرة المتصلة بالبريزة (×)
٢٩		مقبس مزدوج (بريزة ثنائية) (Double socket outlet)
٣٠		– مخرج مقبس (بريزة) ثلاثية (للقوى) Socket outlet (power), three phase ويكتب عليها 3ph+N+E مثلا ويكتب كذلك السعة– أمبير

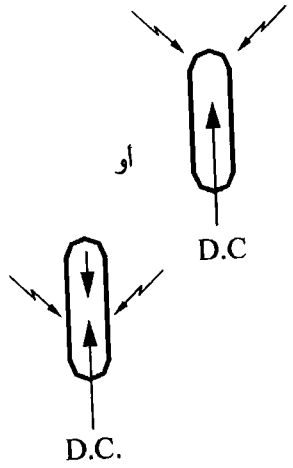
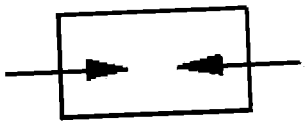
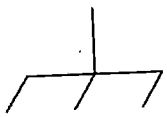
بند	الرمز	التوصيف
٣١		- مخرج مقبس (للقوى) بغطاء غالق وذو درجة حماية عالية مثلاً IP 54 - ويكتب السعه ١٦ أمبير أو ٢٠ أمبير مثلاً (Socket outlet (power) with shutter)
٣٢		- مخرج مقبس (للقوى) بمفتاح أحادى القطب (Socket outlet (power) with single pole switch) الأنواع المحكمة المضادة للأتربه والمياه بدرجة وقاية عالية IP54 مثلاً
٣٣		- مخرج مقبس للقوى بمفتاح متواشج مع المخرج (Socket outlet (power) with interlocked switch)
٣٤		- مخرج مقبس قوى (رمز عام)
٣٥		- مخرج مقبس للقوى بمحول عازل، على سبيل المثال: مخرج لماكينة حلاقة ويكتب عليه وظيفة المخرج (SH) (Socket outlet (power) with isolating transformer, for example: shaver outlet)
٣٦	الشكل المفصل للرسم	- قابس (فيشة) أحادى القطب (Plug (male) one pole)

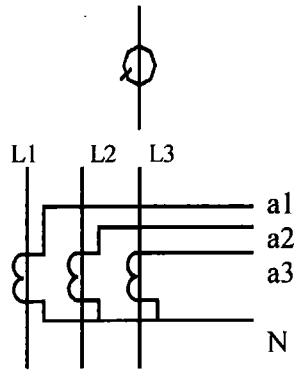
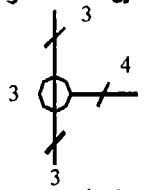
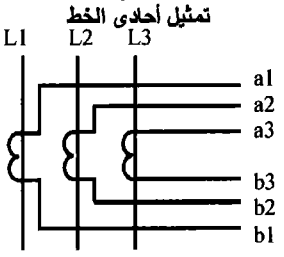
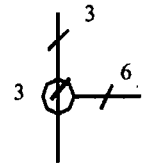
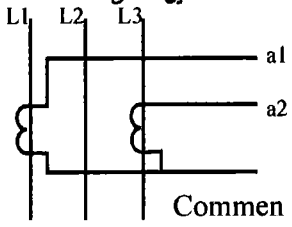
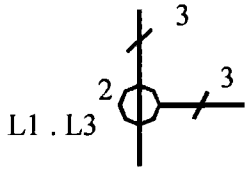
بند	الرمز	التوصيف
٣٧		– قابس ومقبس (بريزة وفيشة) (Plug and Socket (male and female))
٣٨		– مفتاح، الرمز العام (Switch, general symbol) الأنواع المحكمة المضادة للأتربة والمياه بدرجة حماية عالية IP54 مثلاً
٣٩		– مفتاح بلمبة بيان ارشادية Switch with pilot light الأنواع المحكمة المضادة للأتربة والمياه مثلاً IP54
٤٠		– مفتاح أحادى القطب مجهز لقفل الدائرة لفترة زمنية محددة (يفتح بعد فترة محددة) (Period limiting switch, single pole) الأنواع منها المحكمة المضادة للأتربة والمياه تكون بدرجة حماية عالية IP54 مثلاً
٤١		– مفتاح ثنائى القطب (Switch, two pole (Two gang)) كالسابق ولكن محكمة ضد الأتربة والمياه تكون بدرجة حماية عالية IP54 مثلاً
٤٢		– مفتاح أحادى القطب متعدد المواضع، على سبيل المثال لدرجات مختلفة من الإضاءة (Multi position single pole switch, for example for different degrees of lighting) الأنواع منها المحكمة ضد المياه والأتربة تكون بدرجة حماية عالية

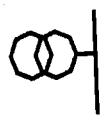
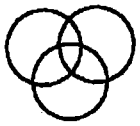
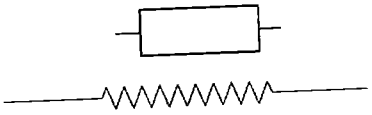
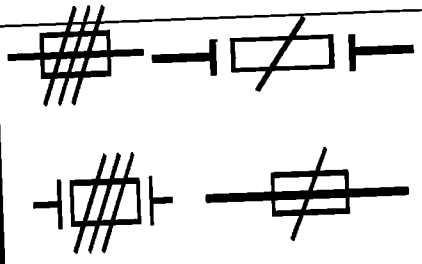
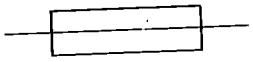
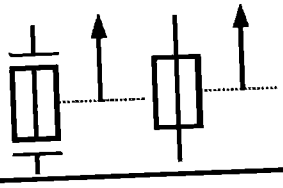
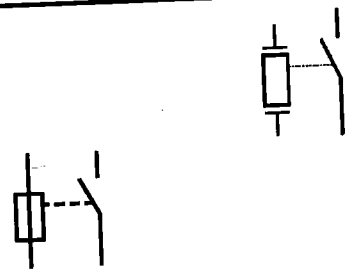
بند	الرمز	التوصيف
٤٣		– مفتاح أحادى القطب بسكتين (دفياتير) (Two- way switch, single pole) كالسابق ولكن محكمة ضد الأتربة والمياه وتكون بدرجة حماية عالية IP54 مثلاً
٤٤		– مفتاح سكتين بينى (Intermediate switch) كالسابق ولكن ضد الأتربة والمياه مثلاً IP54 ويكون رسم الدائرة المكافئة له كما هو موضح
٤٥		– مفتاح خافض للإضاءة (Dimmer)
٤٦		– مفتاح أحادى القطب ذو حبل جذب للتشغيل (Pull- cord switch, single pole) كالسابق ولكن المفتاح مضاد للأتربه والمياه مثلاً IP54
٤٧		– زر انضغاطى (Push- button) ON للتوصيل (أخضر)، OFF للفصل (أحمر) ويميز كل منهما بلونه
٤٨		– زر انضغاطى بلمبة بيان (Push- button with indicator lamp)

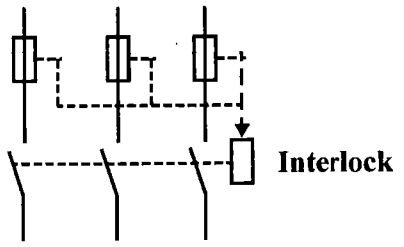
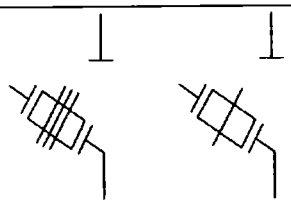
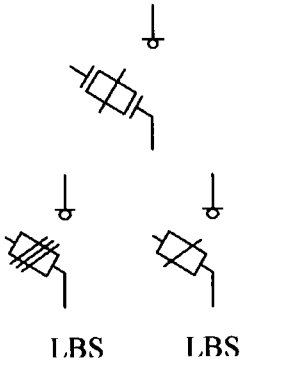
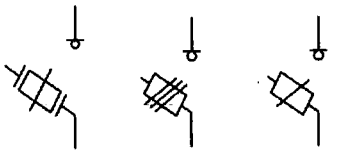
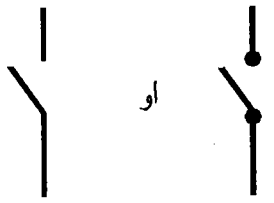
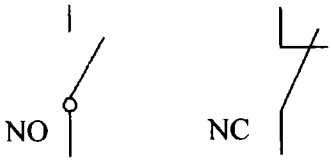
بند	الرمز	التوصيف
٤٩		– زر انضغاطى صعب المنال (أى بغطاء زجاجى أو غيره) يكتب عليه بغطاء (C) أو تذكر درجة الوقاية (Push- button with restricted access (glass cover, etc))
٥٠		– مفتاح ضاغط للطوارئ (Emergency push button)
٥١		– مفتاح تأمين (Safety switch)
٥٢		– مفتاح توقيتى (Time switch)
٥٣		– شريحة نهايات والرسم يوضح ترقيم النهايات (Terminal strip, example shown with terminal marking)
٥٤		– طرف توصيل Terminal
٥٥	 فى حالة التمثيل متعدد الخطوط Multi- line representation   فى حالة التمثيل أحادى الخط (Single- line representation)	– قابس ومقبس متعدد الأقطاب ويبين الرسم ستة اقطاب (Multipole plug and socket, shown with six poles)

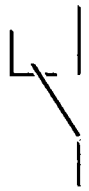
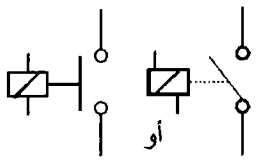
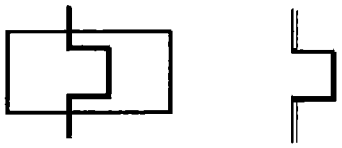
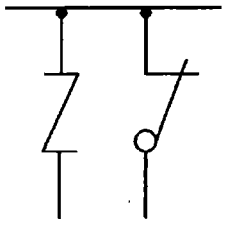
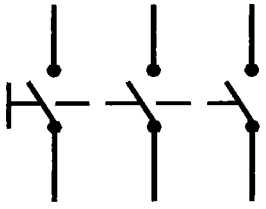
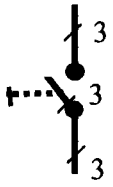
بند	الرمز	التوصيف
٥٦	E E او	– أرضي أو أرضي وقائي (رمز عام) Earth (or ground), general symbol Or protective earth, Or ground
٥٧	EP EP او	– بئر أرضي (Earth pit)
٥٨		– أرضي نظيف (Clean earth)
٥٩		– قضيب أرضي (Earth electrode)
٦٠		– قضيب أرضي نظيف (Clean earth electrode)
٦١	Test E	– محطة اختبار أرضي أو نقطة إختبار (Test station or test point)
٦٢		– لحام حراري للتوصيل (Cod weld connection)

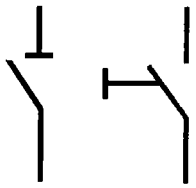
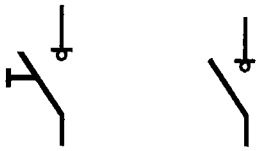
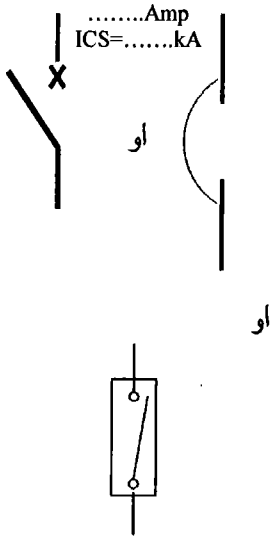
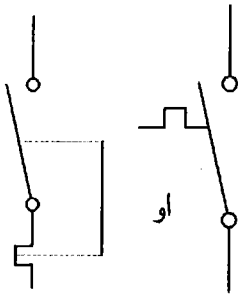
بند	الرمز	التوصيف
٦٣		– مانعة صواعق (Air terminal for lightning) طرف هوائى الموصل الرئيسى النازل إلى قطب الأرضى (Down conductor, D.C.)
٦٤		– طرف عمود هوائى للصواعق (Air rod terminal)
٦٥		– ثغرة شراره (Spark gap)
٦٦		– هيكل أو شاسيه (Frame / Chassis)

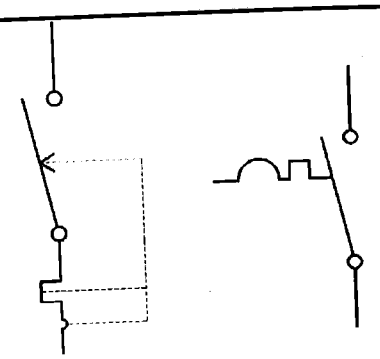
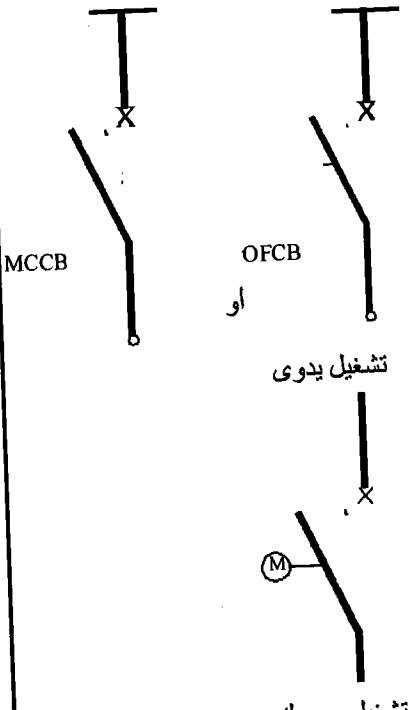
بند	الرمز	التوصيف
٦٧	 تمثيل متعدد الخطوط  تمثيل أحادى الخط  تمثيل متعدد الخطوط  تمثيل أحادى الخط  تمثيل متعدد الخطوط  تمثيل أحادى الخط	- محول تيار (Current transformer, CT) أمثلة لتوصيلات محول التيار: أ- ثلاث موصلات قوى كل منها مركب عليها محول تيار مع أربعة أطراف خارجة من ملفات الثانوى ب- ثلاث موصلات قوى، كل منها مركب على محول تيار مع ستة أطراف خارجة من ملفات الثانوى ج- ثلاث موصلات قوى (L1 , L2 , L3) إثنان منها مركب عليهما محول تيار مع ثلاثة أطراف من ملفات الثانوى

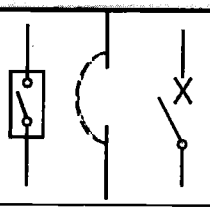
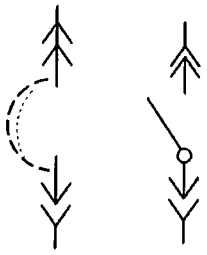
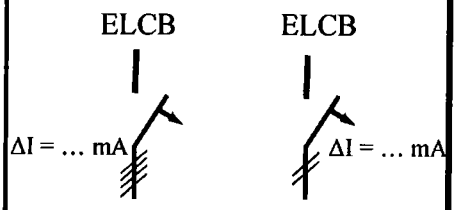
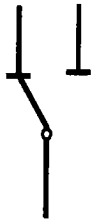
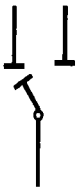
بند	الرمز	التوصيف
٦٨		– محول جهد أحادى (Potential or voltage transformer, PT (1-ph))
٦٩		– محول جهد ثلاثى (3-ph)
٧٠	R 	– مقاومة (Resistor)
٧١		– مقاومة متغيرة (Variable resistance)
٧٢		– مصهر، الرمز العام (أحادى وثلاثى) (Fuse, general symbol (1-ph& 3ph))
٧٣		– مصهر اسطوانى بقلاووظ (Fuse screw type)
٧٤		– مصهر بوصل ميكانيكى، (مصهر طرّاق) (Fuse with mechanical linkage (Striker fuse))
٧٥		– مفتاح أحادى بإعتاق ميكانيكى بواسطة مصهر (Single phase switch with mechanical linkage)

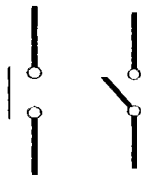
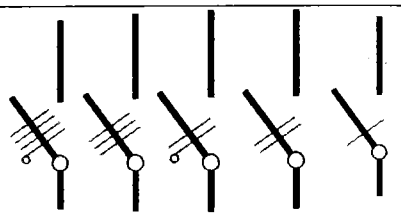
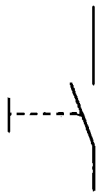
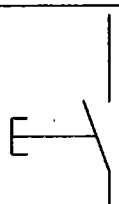
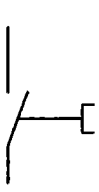
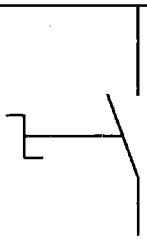
بند	الرمز	التوصيف
٧٦		– مفتاح ثلاثى الأطـوار بإعتـاق تلقـائى بواسطة أى واحد من المصاهر الطرّاقة (Three-phase switch with automatic release by any one of the striker fuses)
٧٧		– مفتاح بمصهر أحادى وثلاثى (Fuse – switch)
٧٨		– مصهر قاطع وعازل أحادى وثلاثى (Fuse – disconnector (Fuse isolator))
٧٩		– مفتاح بمصهر قاطع وفاصـل أحـادى وثلاثى (Fuse switch disconnector) (مصهر بمفتاح قاطع على الحمل) (On- load isolating fuse switch)
٨٠		– مفتاح Switch
٨١		– قطعة تلامـس، مفتوحـة NO ومغلقـة NCعادة (فى وضع عدم التشغيل) (Contact, normally open & normally closed)

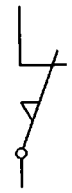
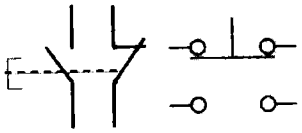
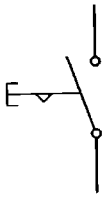
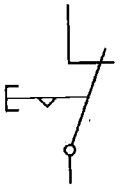
بند	الرمز	التوصيف
٨٢		- ملامسات تبديلية مع انقطاع (فى وضع التغذية)
٨٣		- ملامس (كونتاكتور) (Contactor)
٨٤		- نبيطة وقاية كهروميكانيكية بعنصر حرارى (Protective device thermal type)
٨٥		- قطع تلامس مقفولة عادة (NC) فى وضع عدم التشغيل (Contact normal closed)
٨٦	 تمثيل متعدد الخطوط  تمثيل أحادى الخط	- مفتاح ثلاثى الأقطاب، يعمل يدوياً (One three-pole switch manually operated)

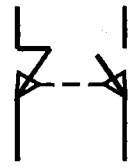
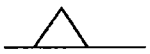
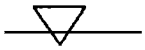
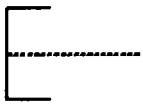
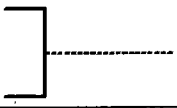
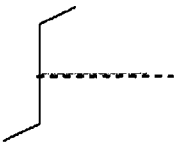
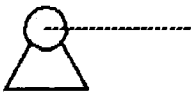
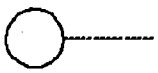
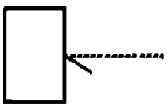
بند	الرمز	التوصيف
٨٧		- مفتاح فصل بدون حمل (Off load isolator (disconnecator)) ويكتب بجواره بيانات التيار والجهد وسعة القطع
٨٨		- مفتاح فصل على الحمل (Disconnect switch on load, (L.B.S.)) أو مفتاح فاصل (Or Switch disconnector) ويكتب بجواره بيانات التيار والجهد وسعة القطع
٨٩		- قاطع دائرة كهربائية (Circuit breaker) ملاحظة : بالنسبة للرمز الأخير المستطيل الشكل، فيجب أن يكتب داخله ما يدل على أن المقصود به قاطع دائرة. ويكتب بجواره (C.B.) والسعة (A) وتيار القصر (I_{cs}) kA كقيمة r.m.s عند جهد التشغيل ويوضع بجواره الضبط الحرارى إن وجد والضبط المغناطيسى إن وجد
٩٠		- قاطع تلقائى مع متمم حرارى ويحدد السعه والجهد وتيار القصر (I_{CS} r.m.s) وعدد الأطوار والضبط الحرارى

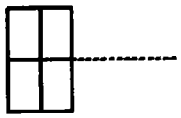
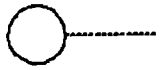
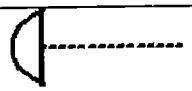
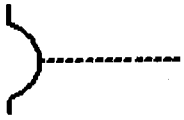
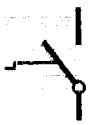
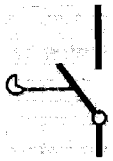
بند	الرمز	التوصيف
٩١		– قاطع تلقائى مع متمم حرارى (Thermal) وآخر مغناطيسى (Magnetic) ويحدد السعة والجهد وتيار القصر (I_{CS},r.m.s) وعدد الأطوار والضبط الحرارى والضبط المغناطيسى
٩٢		– قاطع دائرة كهربائية منمنم Miniature circuit breaker (m.c.b) ويكتب السعة بالأمبير وسعة القطع kA كقيمة (r.m.s) عند جهد التشغيل
٩٣		– قاطع دائرة كهربائية مقولب أو قاطع دائرة كهربائية هوائى مفتوح الإطار (MCCB Moulded case circuit, or open frame air type circuit breaker, (OFCB)) ويكتب السعة بالأمبير وسعة القصر kA (I_{CS} r.m.s) عند جهد التشغيل ويكتب الضبط الحرارى والضبط المغنايطيسى إذا كان موجوداً وعدد الأطوار ثلاثى أو رباعى، وإذا كان تشغيل بمحرك

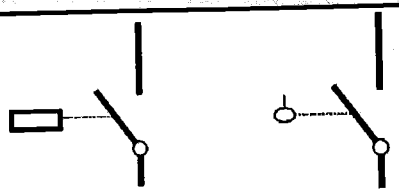
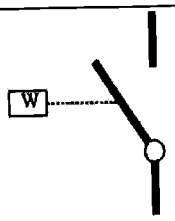
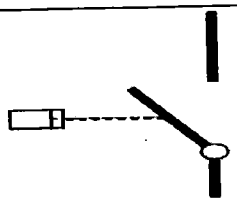
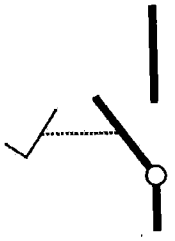
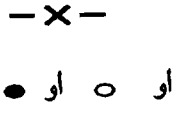
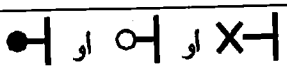
بند	الرمز	التوصيف
٩٤		قاطع دائرة من النوع الثابت (Fixed type)
٩٥		قاطع دائرة من النوع القابل للسحب (Draw out type, or plug in type in case of MCCB)
٩٦		– قاطع دائرة كهربائية ضد التسرب الأرضى أو ضد التيار المتبقى (Earth leakage or residual current circuit breaker) ويكتب تيار التسرب ΔI بالملى أمبير بجوار القاطع وتحدد سعة القصر kA (Ics, r.m.s) عند جهه التشغيل
٩٧		– مفتاح فصل عازل بسكتين مع قطع الدائرة (Two- Way isolator with interruption of circuit) وتحدد السعة بالأمبير والجهد بجوار المفتاح وعدد الأطوار إما أحادى، ثنائى، ثلاثى، رباعى
٩٨		– مفتاح فصل عازل بسكتين مع عدم قطع للدائرة (Two- way isolator without interruption of circuit (change over)) وتحدد السعه بالأمبير والجهد بجوار المفتاح وعدد الأطوار إما أحادى، ثنائى، ثلاثى، رباعى

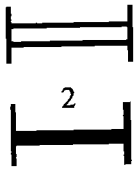
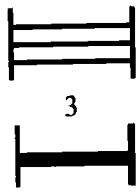
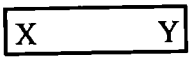
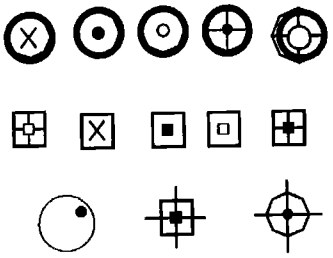
بند	الرمز	التوصيف
٩٩		– كونتاكتور (ملامس) (Contactor)
١٠٠		– سكينة أو قاطع أو كونتاكتور، إلخ، أحادى وثنائى بموصل تعادل وثلاثى ورباعى بموصل تعادل
١٠١		– مفتاح فصل مع ملامس للتنبيه (Cut- out with alarm contact) وتحدد السعة بالأمبير والجهد وعدد الأطوار
١٠٢		– مفتاح يعمل يدوياً، الرمز العام (Manually operated switch, general symbol) ويكتب السعة بالأمبير والجهد وسعة القطع kA وعدد الأطوار
١٠٣		– مفتاح بزر إنضغاطى (مرتد) (Push- button switch (non-locking)) ويكتب السعة بالأمبير والجهد وسعة القطع kA وعدد الأطوار
١٠٤		– مفتاح يعمل بالجذب (مرتد) (Pull- switch (non-locking)) ويكتب السعة بالأمبير والجهد وسعة القطع kA وعدد الأطوار
١٠٥		– مفتاح دورانى (بإحكام قفل) Turn- switch (locking) ويكتب السعة بالأمبير والجهد وسعه القطع kA وعدد الأطوار

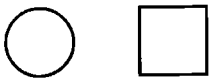
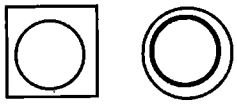
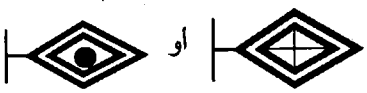
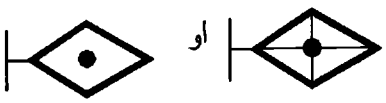
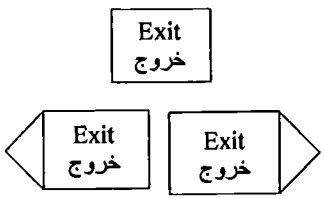
بند	الرمز	التوصيف
١٠٦		– مفتاح تحديد موضع مزود بقطع تلامس، مفتوحة عادة (تقفل عند التشغيل) (Position switch, make contact) ويكتب السعه بالأمبير والجهد
١٠٧		– مفتاح تحديد موضع مزود بقطع تلامس، مقفولة عادة (تفتح عند التشغيل) (Position switch, break contact, or limit switch, break contact) ويكتب السعة بالأمبير والجهد
١٠٨		– قطعة تلامس مساعدة (Aux. contact) مفتوحة وأخرى مغلقة بمفتاح ضاغط
١٠٩		– قطعة تلامس مساعدة (Aux. contact) مفتوحة طبيعيا NO لمفتاح يعمل بالضغط
١١٠		– قطعة تلامس مساعدة (Aux. contact) مغلقه NC بمفتاح يعمل بالضغط
١١١		– قطعة تلامس مساعدة (Aux. contact) مفتوحة لنهاية المشوار
١١٢		– قطعة تلامس مساعدة (Aux. contact) مغلقة لنهاية المشوار
١١٣		قطعة تلامس مساعدة (Aux. contact) قلاب (change – over (co))

بند	الرمز	التوصيف
١١٤		- مفتاح تحديد موضع يتم تشغيله ميكانيكياً فى الاتجاهين وذو دائرتين منفصلتين، ويحدد السعة والجهد وسعة القطع kA وعدد الأطوار (Position or limit switch mechanically operated in both directions with two separate circuits)
١١٥		- إمكانية بقاء (استمرار) الوصل (Latching)
١١٦		- تواشج ميكانيكى بين نبيطتين (Mechanical interlock between two devices)
١١٧		- تشغيل يدوى
١١٨		- تشغيل بالدفع
١١٩		- تشغيل بالشد
١٢٠		- تشغيل بالتدوير
١٢١		- تشغيل بمفتاح
١٢٢		- تشغيل بواسطة إسطوانة دوارة حساسة
١٢٣		- آليه تشغيل بقوة مخزونة

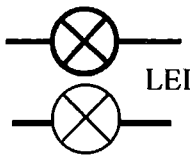
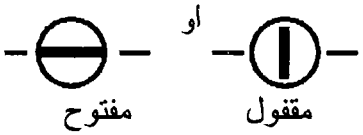
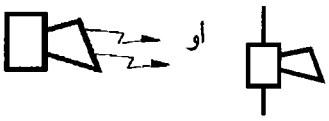
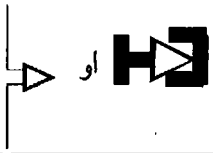
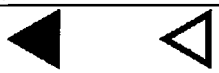
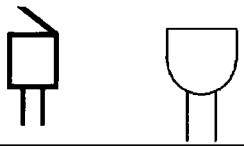
بند	الرمز	التوصيف
١٢٤		- آليه قطع بتحرير ميكانيكى
١٢٥		- تشغيل بواسطة محرك
١٢٦		- قاطع طوارئ
١٢٧		- تشغيل بواسطة حماية زيادة تيار حرارية
١٢٨		- تشغيل كهرومغناطيسى
١٢٩		- تعمل بطارة دوارة ميكانيكية (Hand wheel)
١٣٠		- تعمل بذراع يدوى (Hand lever)
١٣١		- تعمل بعمود إدارة (Crank)
١٣٢		- تعمل ببكرة (Roller)
١٣٣		- تعمل بكامة (Cam)
١٣٤		- تعمل بساعه كهربائية (Elec. Clock)

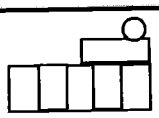
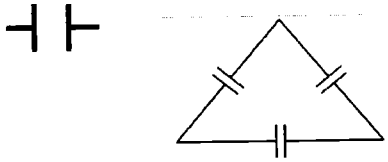
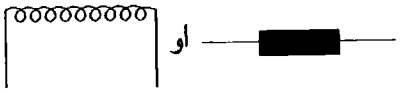
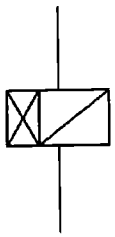
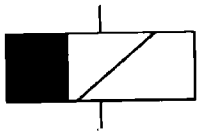
بند	الرمز	التوصيف
١٣٥		- تحكم بمستوى السائل (Fluid level) - تعمل بسريان السائل (Flow)
١٣٦		- تعمل بواسطه يای (Spring)
١٣٧		- تعمل هيدروليكياً او بهواء مضغوط (Pneumatic or hydraulic control single & double action)
١٣٨		- تعمل ببدال بواسطه مشغل كهرومغناطيسى (Pedal operated by electromagnetic actuator)
١٣٩		- موضع مخرج إنارة بالسقف (Lighting outlet position)
١٤٠		- مخرج إنارة على حائط (Lighting outlet on wall)
١٤١		مخرج إنارة نجفة بالسقف
١٤٢		- وحدة إنارة بمصباح فلورى واحد، الرمز العام بدون غطاء وتحدد قدرة المصباح وطوله (Luminaire, fluorescent lamp, general symbol)

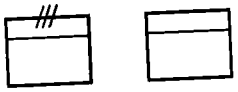
بند	الرمز	التوصيف
١٤٣	 أو	– وحدة إنارة مزودة بمصباحين فلورين ، (الرمز العام) بدون غطاء وتحدد قدرة المصباح وطوله (Luminaire, fluorescent lamp, general symbol)
١٤٤	أو 	– وحدة إنارة بثلاث مصابيح فلورية، (الرمز العام) بدون غطاء وتحدد قدرة المصباح وطوله (Luminaire, fluorescent lamp, general symbol)
١٤٥		– وحدات إنارة فلورية X: L Louver type لوفر O Opal cover أوبال P Prismatic cover منشورية(بربزماتيك) Y: No of lamp عدد المصابيح فى وحدة الإنارة ويذكر طول المصباح (١٢٠ سم – ٦٠ سم – ١٥٠سم) والقدرة بالوات، كذلك تحدد درجة الحماية للكشاف IP xy
١٤٦		أشكال متعددة للإنارة الموضعية أو النقطية – إنارة موضعية (إنارة نقطية) (Spot light) ويوضح أمام كل شكل نوع وقدرة المصباح وجهد التشغيل وما إذا كان غاطسا أو بارزا وما إذا كان ثابتا أو متحركا (swelling)
١٤٧		– إضاءة غامرة (Flood light)

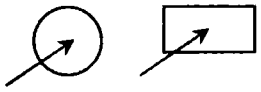
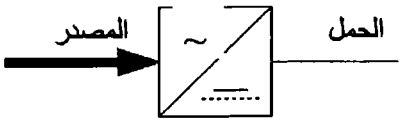
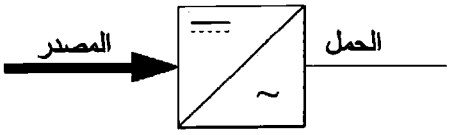
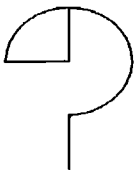
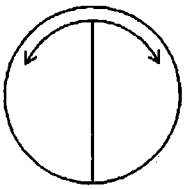
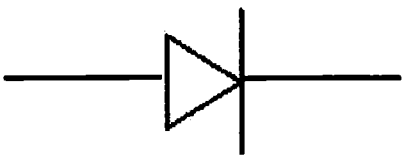
بند	الرمز	التوصيف
١٤٨		– وحدة إنارة طوارئ بدائرة خاصة (Emergency lighting luminaire on special circuit) وتحدد القدرة وعدد المصابيح ومده استمرارها فى العمل (ساعة – ساعة ونصف مثلاً)
١٤٩		– وحدة إنارة طوارئ ذاتى الاحتواء (Self- contained emergency lighting luminaire) وتحدد قدرة وعدد المصابيح ومدة استمرارها فى العمل (ساعة – ساعة ونصف مثلاً)
١٥٠		– وحدة إنارة أعلى العمود
١٥١		– وحدة إنارة مربعة أو مستديرة(بلافونيرة)
١٥٢		– مصباح فلورى مستدير (كحكة)
١٥٣		– فانوس إنارة خارجية بدرجة حماية عالية IP54
١٥٤		– فانوس إنارة داخلية
١٥٥		– وحدة إنارة بعلامة خروج (الرمز العام) توضع فوق الأبواب (Exit light) وحدة إنارة بعلامة خروج فى اتجاه اليمين واتجاه اليسار حسب الحالة

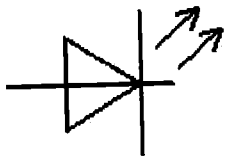
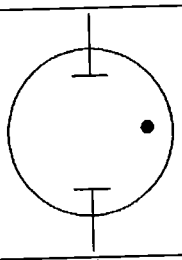
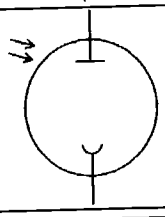
بند	الرمز	التوصيف
١٥٦		- مصباح، الرمز العام (Lamp, general symbol) ملاحظات: أ- عند الرغبة فى بيان اللون يتم كتابة الحروف التالية المحددة للألوان بجوار رسم الرمز أحمر Rd (red) اصفر Ye (yellow) اخضر Gn (green) أزرق Bu (blue) أبيض Wh (white) ب- عند الرغبة فى بيان نوع المصباح يتم كتابة الحروف التالية المحددة للأنواع بجوار الرسم نيون Ne (neon) زينون Xe (Xenon) بخار صوديوم Na (Sodium vapour) زئبق Hg (Mercury) يود I (Iodine) متوهج In (Incandescent) مشع ضوئياً كهربائيا El (Electro-Luminescent) قوس كهربائى ARC (Arc) فلورية (فلورسنت) Fl (Fluorescent) دون الحمراء IR (Infra Red) فوق البنفسجية UV (Ultra Violet) صمام ثنائى مشع للضوء LED (Light Emitting Diode)

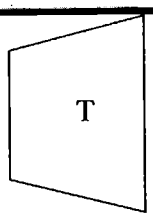
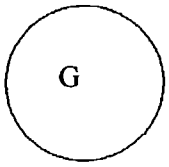
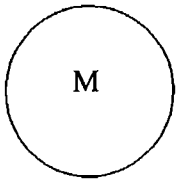
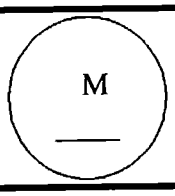
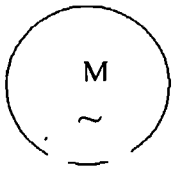
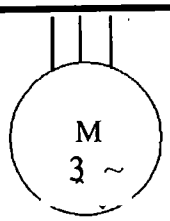
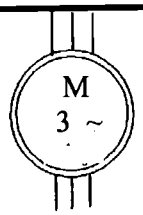
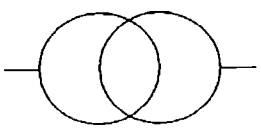
بند	الرمز	التوصيف
١٥٧		– لمبة بيان من النوع الوماض (ذو الوميض) (Signal lamp, flashing type, LED) أو صمام ثنائى مشع للضوء
١٥٨		– مبين إلكتروميكانيكى أو عنصر بيان (مقفول – مفتوح) (Indicator, electromechanical. or Annunciator element)
١٥٩		– بوق (Horn)
١٦٠		– زر جرس
١٦١		– جرس (Bell)
١٦٢		– سرينة إنذار (Siren)
١٦٣		– مبين ضوئى أعلى الباب لجرس
١٦٤		– زنان (زوام) (Buzzer)
١٦٥		– صفارة كهربائية (Whistle, electrically operated)

بند	الرمز	التوصيف
١٦٦		– مبين أرقام وجرس ويكتب عدد الأرقام
١٦٧		– مكثف Capacitor ومجموعة مكثفات ثلاثية ويجب أن يوضح عليها السعة، ك. فار)
١٦٨		– ملف تحريضى برمز عام (Coil) ويوضح عليه السعه بالمللى هنرى أو ك فار
١٦٩		– نبيطة توقيت (Timer) بالتوصيل تعمل بعد زمن محدد من توصيل التيار الكهربائى (On delay (Delayed on energization))
١٧٠		– نبيطة توقيت بالفصل (Timer) تعمل بعد زمن محدد من فصل التيار الكهربائى (Off delay timer(Delayed on deenergization))
١٧١	I >	– زيادة التيار (Over current)
١٧٢	I >>	– زيادة التيار لحظيا (Instantaneous over current)
١٧٣	P ←	– انعكاس القدرة (Reverse power)
١٧٤	U.V.	– انخفاض الجهد (Under voltage)

بند	الرمز	التوصيف
١٧٥		- جهاز قياس التيار (أميتر) Ammeter ويكتب عليه حدود القـراءة (٤٠٠ أمبيـر) مثلاً
١٧٦		- جهاز قياس الفولت (فولتميتر) Voltmeter ويكتب عليه حدود القراءة ~ (0 - 500V) Or (0 - 400V)
١٧٧		- مفتاح اختيار لجهاز الفولتميتر ويجب أن يكتب عليه ٣ أو ٧ خطوات
١٧٨	 (3/400 V) 50 Hz	- عداد قياس الطاقة الفعالة kWh (كيلوات ساعة) ويكتب عليه أحادى / ثلاثى/ الجهد والذبذبه ومباشر أو باستخدام محول التيار
١٧٩		- عداد قياس القدرة غير الفعالة (kVARhr meter)
١٨٠		- جهاز تنظيم دخول الخطوات فى لوحات المكثفات لتحسين معامل القدرة (Power factor regulator) ويحدد عليه عدد الخطوات (4 steps, 6 steps, 10 steps, 12 steps)
١٨١		- جهاز بيان عطل الأرضى (Earth Fault Indicator)

بند	الرمز	التوصيف
١٨٢		– أى جهاز لقياس مقدار معين ويكتب بداخله فى حال قياس معامل القدرة (P. f) فى حال قياس القدرة الفعاله (kW) فى حال قياس القدرة الظاهرية (kVA) فى حال قياس القدرة غير الفعالة (kVAR) فى حالة قياس الذبذبة أو التردد (Hz) فى حالة قياس درجة الحرارة (θ) perature meter) فى حاله قياس وقت T e meter) فى حاله قياس معامل القدرة (Φ/cos Φ)
١٨٣		– شاحن / موحد arger / Rectifier)
١٨٤		– مغير تيار من (d.c.) إلى (a.c.) verter)
١٨٥		– Reactor
١٨٦		– جهاز تزامن yncroscope)
١٨٧		– موحد تيار من شبه الموصلات emiconductor diode

بند	الرمز	التوصيف
١٨٨		- موحد تيار مشع للضوء (Light Emitting Diode (LED))
١٨٩		- مكثف للدلالة على وجود الجهد (مبين جهد) (Voltage indicator capacitor)
١٩٠		- خليه كهروضوئية (Photo electric. cell)
١٩١		- عنصر تسخين (Heating element)
١٩٢		- لوحة توزيع كهرباء (Electrical distribution board)
١٩٣	L	- لوحة توزيع إضاءة (Lighting panel)
١٩٤	P	- لوحة توزيع قوى (Power panel)
١٩٥	E	- لوحة توزيع طوارئ تغذى من الشبكة العمومية ومن مصدر الطوارئ (Emergency panel)

بند	الرمز	التوصيف
١٩٦		- توربينه (Turbine)
١٩٧		- مولد (Generator)
١٩٨		- محرك (Motor)
١٩٩		- محرك تيار مستمر (D.C. Motor)
٢٠٠		- محرك تيار متردد (A.C. Motor)
٢٠١		- محرك ثلاثى الأطوار ذو قفص سنجابى (Squirrel cage motor)
٢٠٢		- محرك ثلاثى الأطوار ذو حلقات انزلاقية (Slip ring motor)
٢٠٣		- محول قوى أو توزيع (Power or distribution transformer)

ملحق رقم (م٣): جداول تصنيف المؤثرات الخارجية على التركيبات الكهربائية

جدول (م٣/١): التصنيف طبقاً لدرجة حرارة الوسط المحيط

الرمز	حدود القيم الصغرى والعظمى لدرجة حرارة الوسط المحيط
AA1	من – ٦٠°م إلى + ٥°م
AA2	من – ٤٠°م إلى + ٥°م
AA3	من – ٢٥°م إلى + ٥°م
AA4	من – ٥°م إلى + ٤٠°م
AA5	من + ٥°م إلى + ٤٠°م
AA6	من + ٥°م إلى + ٦٠°م

ملحوظات:

١- تكون درجة حرارة الوسط المحيط لمعدة ما مطلوب تركيبها فى وسط معين هى درجة حرارة الهواء أو أى وسط آخر يراد تركيب المعدة فيه، ويشمل التأثيرات الحرارية لكل المعدات الأخرى فى نفس المكان عند تشغيلها، بصرف النظر عن التأثير الحرارى لنفس المعدة المطلوب تركيبها

٢- يجب أن تكون القيمة المتوسطة لدرجة حرارة الوسط المحيط على مدار ٢٤ ساعة أقل من قيمتها العظمى بمقدار ٥ درجات مئوية على الأقل. قد يكون من الضرورى إدماج نطاقين لتغير درجة حرارة الوسط المحيط لتصنيف بعض الأوساط

٣- تحتاج التركيبات فى الأوساط المحيطة التى تتغير درجة حرارتها خارج الأنطقة عاليه إلى اعتبارات خاصة

جدول (م٣/٢): التصنيف طبقاً لارتفاع الموقع

الرمز	الخواص
AC1	الارتفاع أقل من أو يساوى ٢٠٠٠ متر
AC2	الارتفاع أكبر من ٢٠٠٠ متر

جدول (م٣/٣): التصنيف طبقاً لتعرض المعدات للماء

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AD1	بمقدار مهمل	احتمال التعرض للماء يمكن إهماله	فى المواقع التى لا تظهر آثار الماء على حوائطها إلا لفترات قصيرة، على سبيل المثال على هيئة بخار يجف سريعاً عند توافر تهوية جيدة
AD2	قطرات متساقطة	إمكانية التعرض لقطرات ماء متساقطة رأسياً	فى المواقع التى يتكثف بها بخار الماء على صورة قطرات، أو حيث يوجد بخار الماء أحيا
AD3	رذاذ	إمكانية التعرض لرذاذ الماء الساقط بزاوية تصل إلى ٦٠° من الرأسى	فى المواقع التى يؤدى فيها رذاذ الماء إ تكوين غشاء مستديم على الأرضية والجدران
AD4	رشات الماء	إمكانية الترشاش من أى اتجاه	فى المواقع التى تتعرض الأجهزة بها إ رشاشات ماء، ويحدث هذا على سبيل المثا بالنسبة لوحدات الإضاءة الخارجية، ومعا التركيب فى الموقع
AD5	نافثات ماء	إمكانية التعرض لنفثات الماء من أى إتجاه	فى المواقع التى يستخدم فيها خرطوم مي بانتظام (مثل الساحات، خطوط غسيل السيار
AD6	موجات مياه	إمكانية التعرض لموجات الماء	فى المواقع التى على شاطئ البحر (مثل ا بحرى، شواطئ، أو رصيف بحرى، ألخ.
AD7	التغطيس فى الماء	إمكانية التغطية الدورية الجزئية أو الكاملة بالماء	فى مواقع مد المياه أو تلك التى يرتفع فيها إ إلى منسوب ١٥٠سم على الأقل فوق أعلى ن فى المعدة مع كون أوطى نقطة فيها أسفل ال بمتر على الأكثر
AD8	الغمر فى الماء	إمكانية التغطية الدائمة والكاملة بالماء	فى المواقع حيث تكون المعدات الكهربائ مغمورة كلياً وبصفة دائمة فى الماء تحت لا يقل عن ٠,١ ضغط جوى، مثل حمام السباحة

جدول (م٣/٤): التصنيف طبقاً لتواجد جسميات صلبة دخيلة

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AE1	بكمية مهملة	الجسيمات الصلبة الدخيلة فى الوسط المحيط ,لا تأثير لها سواء بالنسبة لكميتها أو لطبيعتها	
AE2	أشياء صغيرة	وجود أجسام صلبة دخيلة لا يقل أصغر أبعادها عن ٢,٥ مم	تعتبر العدد والأشياء الصغيرة أمثلة للأشياء الصغيرة التى لا يقل أصغر أبعادها عن ٢,٥مم
AE3	أشياء متناهية الصغر	وجود أجسام صلبة لا يقل أصغر أبعادها عن ١ مم ملحوظة: فى الحالات AE3,AE2 قد يكون الغبار موجوداً ولكنه لا يوثر على تشغيل الأجهزة الكهربائية	تعتبر الأسلاك أمثلة للأجسام الصلبة الغريبة التى لا يقل أصغر أبعادها عن ١مم
AE4	غبار	وجود غبار بكمية محسوسة	

جدول (م٣/٥): التصنيف طبقاً لتواجد العناصر المسببة للتآكل (الحاتة) فى الوسط المحيط

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AF1	بكمية مهملة	العناصر الحاتة أو المسببة للتلوث فى الوسط المحيط لا تأثير لها من حيث كميتها أو طبيعتها	
AF2	بسبب العوامل الجوية	وجود عناصر ذات منشأ جوى ومسببة للحت أو التلوث	التركيبات الكهربائية الموضوعة عند البحر أو فى المناطق الصناعية والتى تنتج مواد تلوث خطرة مثل مصانع الكيماويات ومصانع الأسمنت. ويقوم هذا النوع من التلوث على وجه الخصوص بتكوين أتربة حاتة أو عازلة أو موصلة

تابع جدول (م٣/٥): التصنيف طبقاً لتواجد العناصر المسببة للتآكل (الحاتة) فى الوسط المحيط

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AF3	بطريقة متقطعة أو عرضيه	التعرض المتقطع أو العرضى لعناصر كيماوية مسببة للحت أو التلوث	المواقع التى يتم التعامل فيها بالمنتجات الكيماوية بكميات صغيرة والتى قد يحدث أن تتلامس هذه المنتجات بطريقة عرضية مع المعدات الكهربائية وتوجد مثل هذه الحالات فى معامل المصانع أو أى معامل أخرى، أو فى المواقع التى تستخدم فيها المواد الهيدروكربونية (غرف الغلايات، الجراجات إلخ...).
AF4	بصفة مستمرة	التعرض بصفة مستمرة لعناصر كيماوية مسببة للحت أو التلوث بكمية وفيرة	على سبيل المثال المصانع الكيماوية

جدول (م٣/٦): التصنيف نتيجة للتعرض للتصادم الميكانيكى

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AG1	بدرجة قليلة الشدة	أنظر الجدول رقم (م٣/٨)	حالات الأجهزة المنزلية أو ما شابهها
AG2	بدرجة متوسطة الشدة		الحالات الصناعية العادية
AG3	بدرجة عالية الشدة		الحالات الصناعية المعرضة للحالات القاسية

جدول (م٣/٧): التصنيف نتيجة للتعرض للاهتزازات الميكانيكية

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AH1	بدرجة قليلة الشدة	أنظر الجدول رقم (م٣/٨)	فى حالة الأجهزة المنزلية أو ما شابهها، وحيث يكون تأثيرات الذبذبة مهملة عموماً
AH2	بدرجة متوسطة الشدة		فى الحالات الصناعية العادية
AH3	بدرجة عالية الشدة		فى التركيبات الصناعية المعرضة للظروف القاسية

جدول (م٣/٨): تصنيف الشروط الميكانيكية

ظروابت البيئة المحيطة	الصنف													
		AG1/AH1				AG2/AH2				AG3/AH3				
اهتزاز ثابت، جيبى (sinusoidal)	الوحدة	3M1		3M2		3M3		3M4		3M5		3M6		3M7		3M8	
		4M1		4M2		4M3		4M4		4M5		4M6		4M7		4M8	
مجال الإزاحة (جيبى)	mm	0.3		1.5		1.5		3.0		3.0		7.0		10		15	
مجال التسارع	m/s^2		1		5		5		10		10		20		30		30
مجال التردد	Hz	2.9	9.2	2.9	9.2	2.9	9.2	2.9	9.2	2.9	9.2	2.9	9.2	2.9	9.2	2.9	9.2
اهتزاز غيرثابت بما فيه الصدمة طيف إستجابة الصدمة طراز L	m/s^2	40		40		70		-		-		-		-		-	
طيف إستجابة الصدمة طراز I	m/s^2	-		-		-		100		-		-		-		-	
طيف إستجابة الصدمة طرازII	m/s^2	-		-		-		-		250		250		250		250	

جدول (م٣/٩): التصنيف طبقاً لتواجد النمو الزهرى أو العفن

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AK1	بدون خطورة	النمو الزهرى أو الفطرى بدون احتمال الضرر	تعتمد درجة الخطورة على الحالات المحيطة وطبيعية النمو الزهرى، ويجب أن يميز هنا بين النمو الضار للنبت وبين الظروف التى تهيئ تطور العفن
AK2	بدون خطورة	النمو الزهرى أو العفن له تأثير خطر وضار	

جدول (م٣/١٠): التصنيف طبقاً لتواجد تجمعات حيوانية أو حشرية فى المواقع

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AL1	بدون خطورة	لا يوجد احتمال للضرر من الحيوان	تعتمد الخطورة على طبيعة تلك التجمعات، ويجب التمييز بين الآتى: ▪ وجود حشرات بكمية ضارة أو ذات طبيعة عدوانية ▪ وجود حيوانات صغيرة أو طيور بأعداد ضارة أو ذات طبيعة عدوانية
AL2	خطورة	يحتمل الضرر من الحيوان (حشرات وطيور وحيوانات صغيرة)	

جدول (م٣/١١): التصنيف طبقاً لتواجد تأثيرات كهرومغناطيسية أو الكتروستاتيكية أو مؤينة

الرمز	درجة التأثير	الخواص
AM1	بكمية مهملة	لا يوجد تأثيرات ضارة من التيارات الشاردة والإشعاع الكهروستاتيكى والإشعاع المؤين أو الحث المغناطسيى
AM2	تيارات شاردة	يوجد خطورة من التيارات الشاردة
AM3	الكهرومغناطيسية	يوجد إشعاع كهرومغناطيسى ضار
AM4	التأين	يوجد إشعاع مؤين ضار
AM5	الكهروستاتيكية	توجد مجالات كهروستاتيكية ضارة
AM6	الحثية	توجد تيارات حثية ضارة

جدول (م٣/١٢): التصنيف طبقاً للتعرض للإشعاع الشمسى

الرمز	درجة التأثير	الخواص
AN1	بكمية مهملة	
AN2	بكمية محسوسة	وجود إشعاع بكمية ضارة ولمدة طويلة

جدول (م٣/١٣): التصنيف طبقاً لإحتمال تعرض الموقع للظواهر الزلزالية

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
Ap1	مهملة	أقل من أو تساوى ٣٠ جال	(جال = ١سم/ث٢)
AP2	ضئيلة الشدة	(٣٠ - ٣٠٠) جال	يستثنى من هذا التقسيم الاهتزازات التى قد تؤدى إلى هدم المبانى.
AP3	متوسطة الشدة	(٣٠٠ - ٦٠٠) جال	لم يتم مراعاة التردد فى هذا التقسيم ومع ذلك فإنه فى حالة التوافق بين موجة الزلزال وذبذبة المبنى، فيجب اعتبار التأثيرات الزلزالية بعناية خاصة. وعموماً تكون ذبذبة موجة العجلة الزلزالية فى المدى بين (صفر - ١٠) هرتز
AP4	عالية الشدة	> ٦٠٠ جال	

جدول (م٣/١٤): التصنيف طبقاً لاحتمال تعرض الموقع للصواعق

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
AQ1	بمقدار مهمل		
AQ2	تعرض غير مباشر	ضرر ناشئ من منبع الطاقة	التركيبات التى تغذى من خطوط نقل قوى هوائية
AQ3	تعرض مباشر	ضرر من تعرض الأجهزة للصواعق	أجزاء التركيبات الموجود خارج المبانى، الأخطار AQ2 , AQ3 توجد فى المناطق التى تشتهر بنشاط كبير للعواصف الرعدية

جدول (م٣/١٥): التصنيف طبقاً لمقدرة الأشخاص الموجودين فى المواقع

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
BA1	عادى	أشخاص غير ملمين بالتعليمات	
BA2	أطفال	وجود أطفال فى المواقع لغرض الإقامة ملحوظة: هذا التصنيف لا ينطبق بالضرورة على المساكن الأسرية	دور حضانة
BA3	معوقين	أشخاص فى غير كامل قواهم البدنية أو العقلية (مرضى أو كبار السن)	مستشفيات دور مسنين
BA4	ملمين بالتعليمات	أشخاص ملمين بالتعليمات أو تحت إشراف أشخاص مهرة بطريقة تمكنهم من تفادى الأخطار التى قد تسببها الكهرباء (فرق التشغيل والصيانة)	مناطق تشغيل المعدات الكهربائية
BA5	مهرة	الأشخاص ذوى الدراية الفنية والذين لهم خبرة كافية تمكنهم من تفادى الأخطار الناجمة عن الكهرباء (المهندسون والفنيون)	مناطق مغلقة لتشغيل المعدات الكهربائية

جدول (م٣/١٦): التصنيف طبقاً لاحتمال تلامس الأشخاص بالأجسام الموصلة

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
BC1	لا يوجد	أشخاص فى أماكن غير موصلة	مواقع غير موصلة
BC2	قليل	الأشخاص لا يقومون فى الأحوال العادية بلمس الأجزاء المعدنية الدخيلة، ولا يقفون على أسطح موصلة	
BC3	بصفة عادية متكررة	فى الأحوال العادية، يقوم الأشخاص بلمس الأجزاء المعدنية الدخيلة أو يقفون على الأسطح الموصلة	المواقع تحتوى على الأجزاء المعدنية الدخيلة ذات المساحات الكبيرة
BC4	بصفة مستمرة	يقوم الأشخاص بصفة مستمرة بلمس الأجزاء المعدنية المحيطة بهم مع قدرتهم المحدودة على تفادى لمس تلك الأجسام	الأجزاء المعدنية المحيطة كالغلايات والخزانات

جدول (م٣/١٧): التصنيف طبقاً لحالات الإخلاء أثناء الطوارئ

الرمز	الخواص
BD1	المبانى ذات الارتفاعات العادية أو المنخفضة المخصصة للإسكان
BD2	مبانى مرتفعة
BD3	مواقع للاستخدام العام (مسارح، دور عرض، مخازن، أقسام، إلخ...)
BD4	مبانى مرتفعة للاستخدام العام (فنادق، مستشفيات،إلخ....)

جدول (م٣/١٨): التصنيف طبقاً لطبيعة الخامات المصنعة أو المخزونة

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
BE1	بدون أية أخطار محسوسة		
BE2	أخطار الحريق	تصنيع، تشغيل أو تخزين المواد القابلة للاشتعال مع وجود غبار	أجران ، ورش تشغيل أخشاب ، مصانع ورق
BE3	أخطار الانفجار	تشغيل أو تخزين مواد قابلة للاشتعال عند نقطة وميض منخفضة مع وجود غبار متفجر	معامل تكرير البترول المواد الهيدروكربونية
BE4	أخطار التلوث	وجود مواد غذائية غير محمية ودوائيات أو منتجات مشابهة غير محمية	مصانع المواد الغذائية والمطابخ

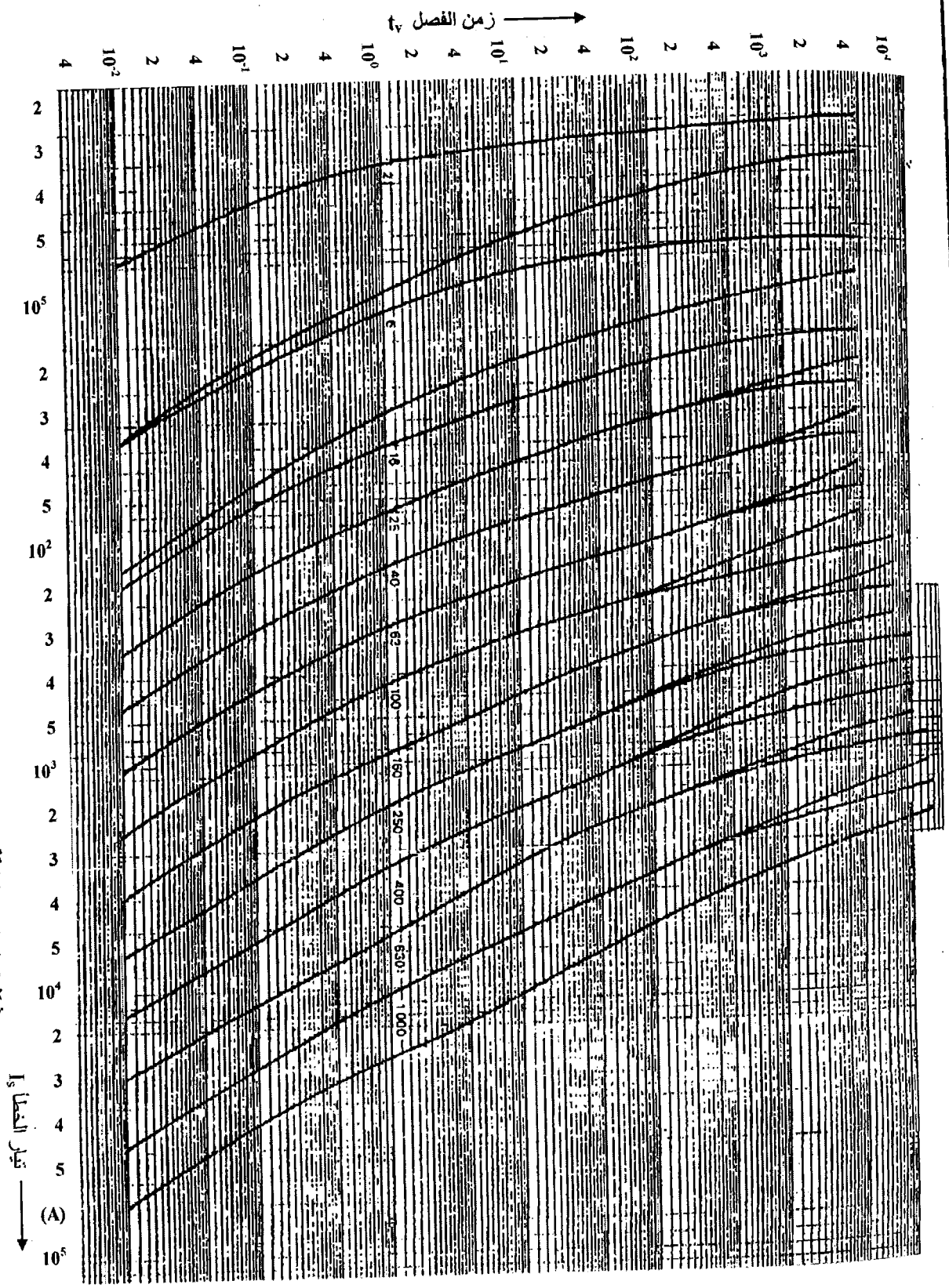
جدول (م٣/١٩): التصنيف طبقاً للمواد المستعملة فى الإنشاء

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
CA1	غير قابلة للاشتعال		
CA2	قابلة للاشتعال	مبانى منشئة باستعمال مواد قابلة للاشتعال بصفة أساسية	مبانى خشبية

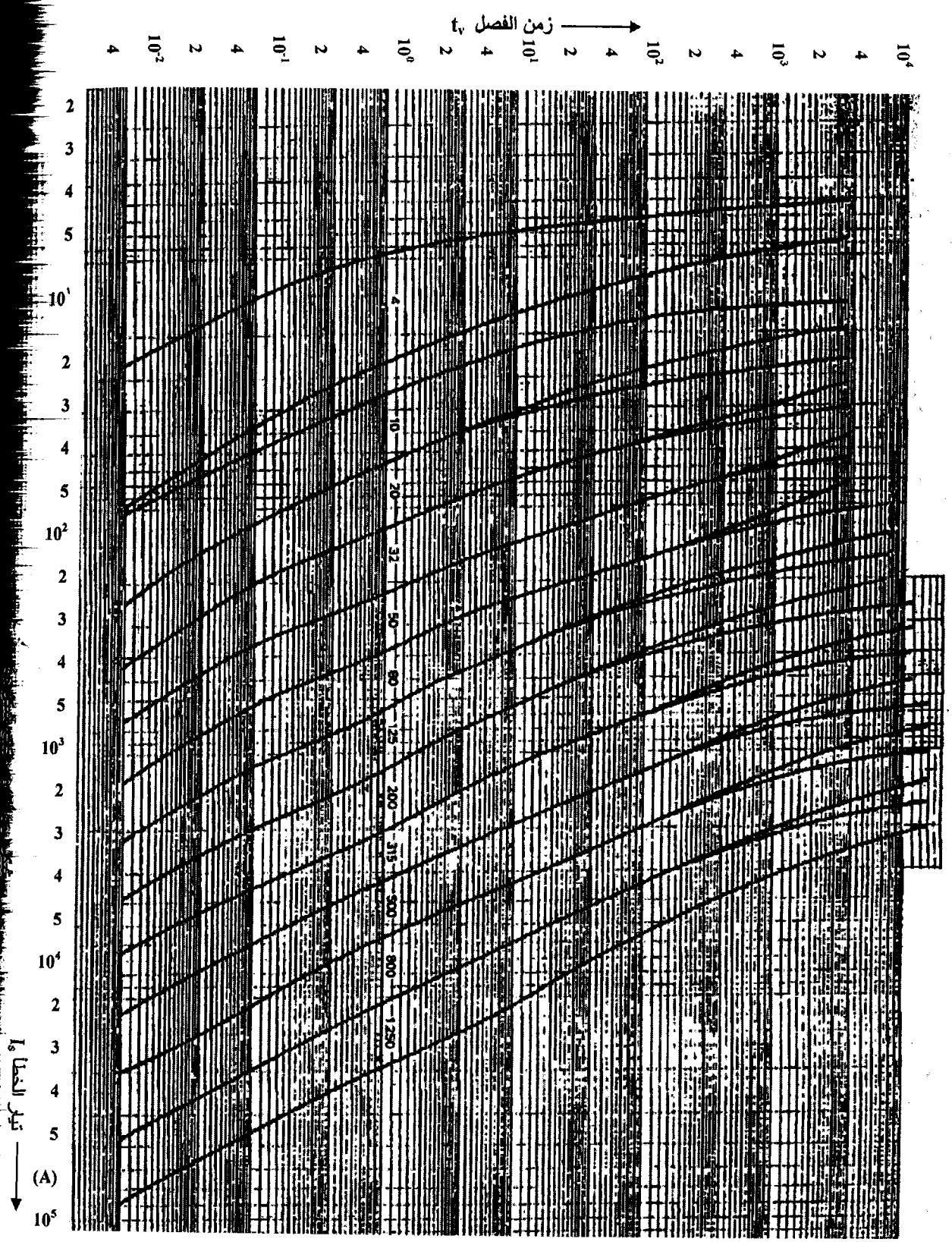
جدول (م٣/٢٠): التصنيف طبقاً لتصميم المبانى

الرمز	درجة التأثير	الخواص	التطبيقات والأمثلة
CB1	احتمال إنتشار الحريق ضئيل للغاية		
CB2	احتمال إنتشار الحريق	المبانى ذات الشكل والأبعاد التى تساعد على انتشار النار (تأثيرات دفع طبيعية كالمداخن)	مبانى ، مرتفعة وذات نظام تهوية جبرية.
CB3	إمكانية التحرك	أخطار ناتجة عن إمكانية حركة الإنشاءات.(على سبيل المثال إزاحة بين الأجزاء المختلفة لمبنى أو بين المبنى والأرضية أو هبوط فى الأرضية أو أساسات المبنى)	المبانى ذات الأطوال الزائدة أو تلك التى يتم بناؤها على أرض غير مستقرة.
CB4	المرونة أو عدم الاستقرار	الإنشاءات الضعيفة أو المعرضة للتحرك (على سبيل المثال التأرجح)	الخيام، الأسقف المعلقة، الحواجز القابلة للفك

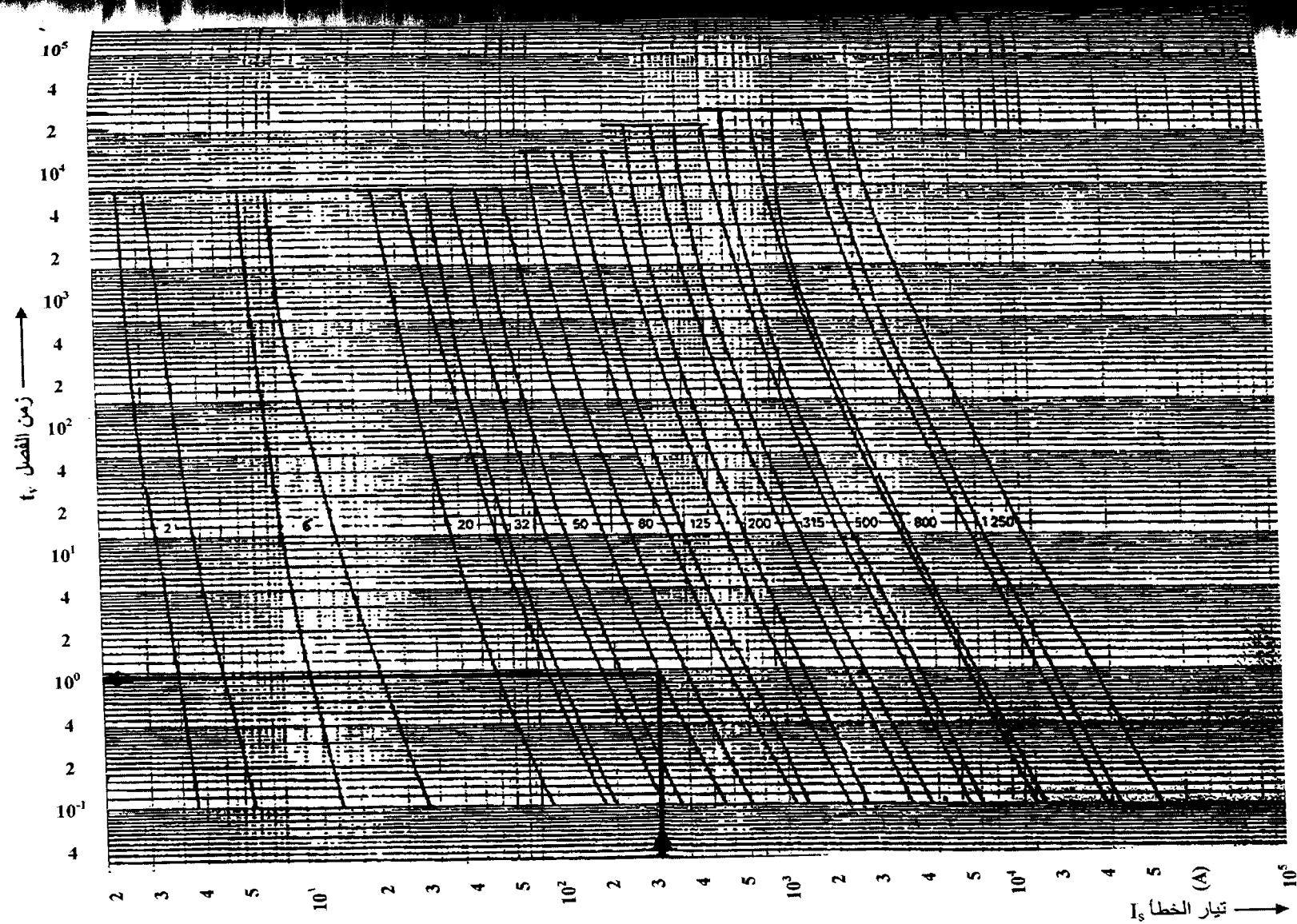
ملحق رقم (م٤): منحنيات تغير مناطق الزمن مع تيار الخطأ للمصاهر طراز "gG"



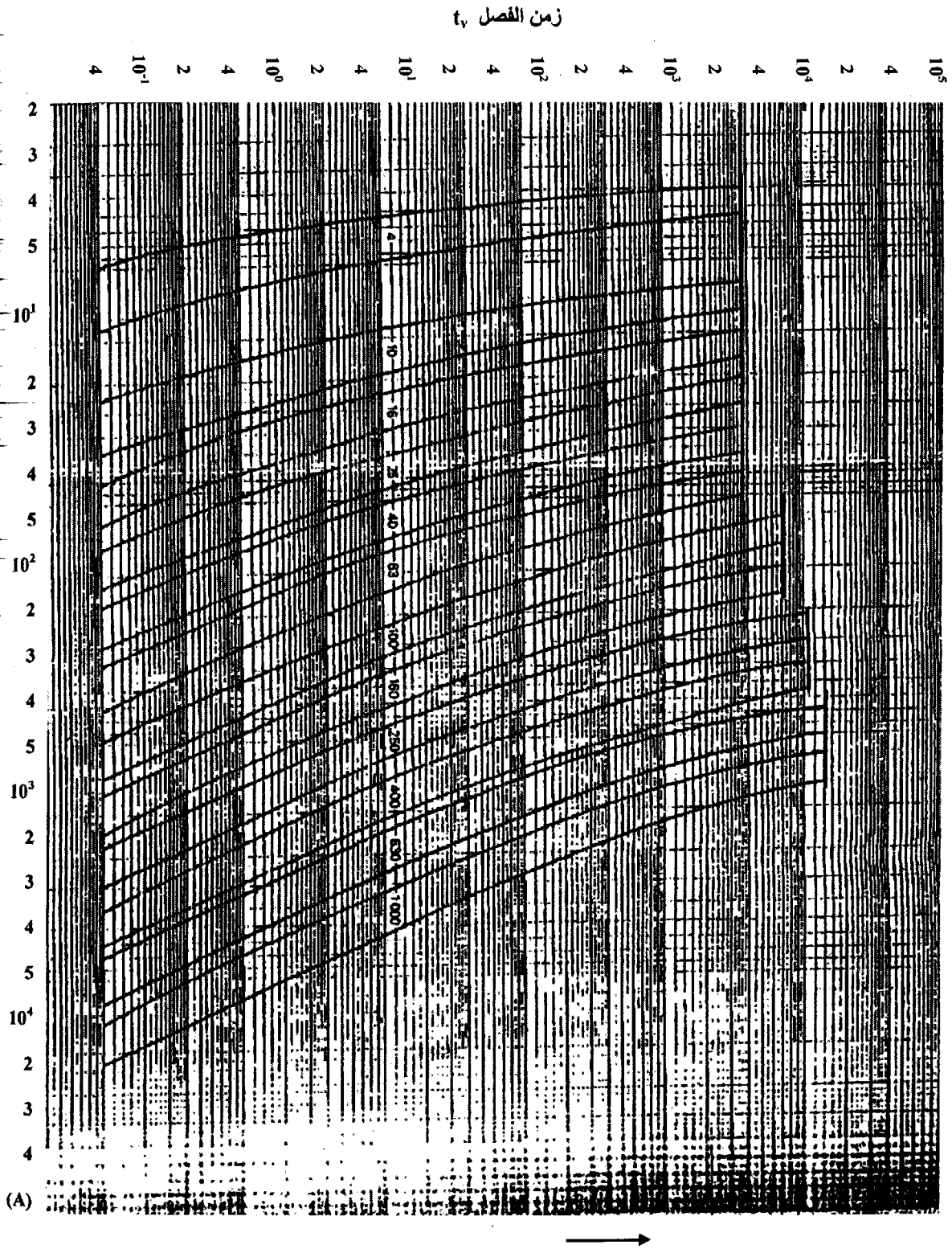
شكل (م٤/١): العلاقة بين منحنيات تغير زمن الفصل مع تيار الخطأ لوصل المصهر "gG" (البطئ) الذى له نقط تلامس تعشيقية مع قاعدته(blade contacts)


زمن الفصل t_v
تيار الخطأ I_s
(A)
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
10^{4}
10^{5}
4
10
20
32
50
80
125
200
315
500
800
1250

شكل(م٤/٢): (تابع شكل م٤/١)



شكل(م٤/٣): العلاقة بين منحنيات تغير زمن الفصل مع تيار الخطأ لوصل المصهر "gG" (ذو أداء عادى) الذى له نقط رباط بمسامير أو نقط تلامس إسطوانة مع قاعدته


زمن الفصل t_v
10^{-1}
10^0
10^1
10^2
10^3
10^4
10^5
10^1
10^2
10^3
10^4
(A)

ملحق رقم (م٤/٥/١): الظروف القياسية ومعاملات التصحيح لكابلات الجهد المتوسط

جدول (م٤/٥/١): الظروف القياسية لتشغيل كابلات معزولة بالبلاستيك بولى إيثيلين متشابك (XLPE)

Maximum sustained conductor temperature	90 deg C
Ground temperature	25 deg C
Ambient air temperature (free air-shaded)	30 deg C
Ground thermal resistivity	1,2K.m/W
Depth of laying to top of cable or duct	800 mm

جدول (م٤/٥/٢): معامل التصحيح حسب عمق دفن الكابلات المعزولة بالبلاستيك بولى إيثيلين متشابك (XLPE) فى نظم مد مختلفة

Depth of laying (mm)	Correction factor	
	Direct in ground	In single way ducts
500 - 800	1,00	1,00
850 - 1000	0,97	0,96
1050 - 1200	0,95	0,95
1250 - 1400	0,93	0,95
1450 - 1600	0,92	0,94

جدول (م٤/٥/٣): معامل التصحيح حسب المقاومة الحرارية للمكان المدفون فيه الكابل المعزول بالبلاستيك بولى إيثيلين متشابك (XLPE)

Thermal Resistivity ($K°m/W$)	Correction factor	
	Direct in ground	In single way ducts
0,7	1,23	1,28
1,0	1,08	1,12
1,2	1,00	1,00
1,5	0,90	0,93
2,0	0,80	0,85
2,5	0,72	0,80
3,0	0,66	0,74

جدول (م٥/٤/٤): معامل التصحيح طبقاً لعدد الكابلات المعزولة بالبلاستيك بولى إيثيلين متشابك (XLPE) فى المجموعة والبعد بينها محورياً

No of cables in group	Correction factor					
	Direct in ground			In single way ducts		
	Axial spacing (mm)			Axial spacing (mm)		
	Touching	250	700	Touching	250	700
2	0,79	0,85	0,87	0,87	0,91	0,93
3	0,69	0,75	0,79	0,80	0,86	0,91
4	0,63	0,68	0,75	0,75	0,80	0,87
5	0,58	0,64	0,72	0,72	0,78	0,86
6	0,55	0,60	0,69	0,69	0,74	0,83

جدول (م٥/٤/٥): معامل التصحيح طبقاً لدرجة حرارة التربة المحيطة بالكابل المعزول بالبلاستيك بولى إيثيلين متشابك (XLPE)

Maximum conductor Temperature (90 deg C)	Ground temperatures (deg C)				
	25	30	35	40	45
Correction Factor	1,0	0,96	0,9	0,88	0,84

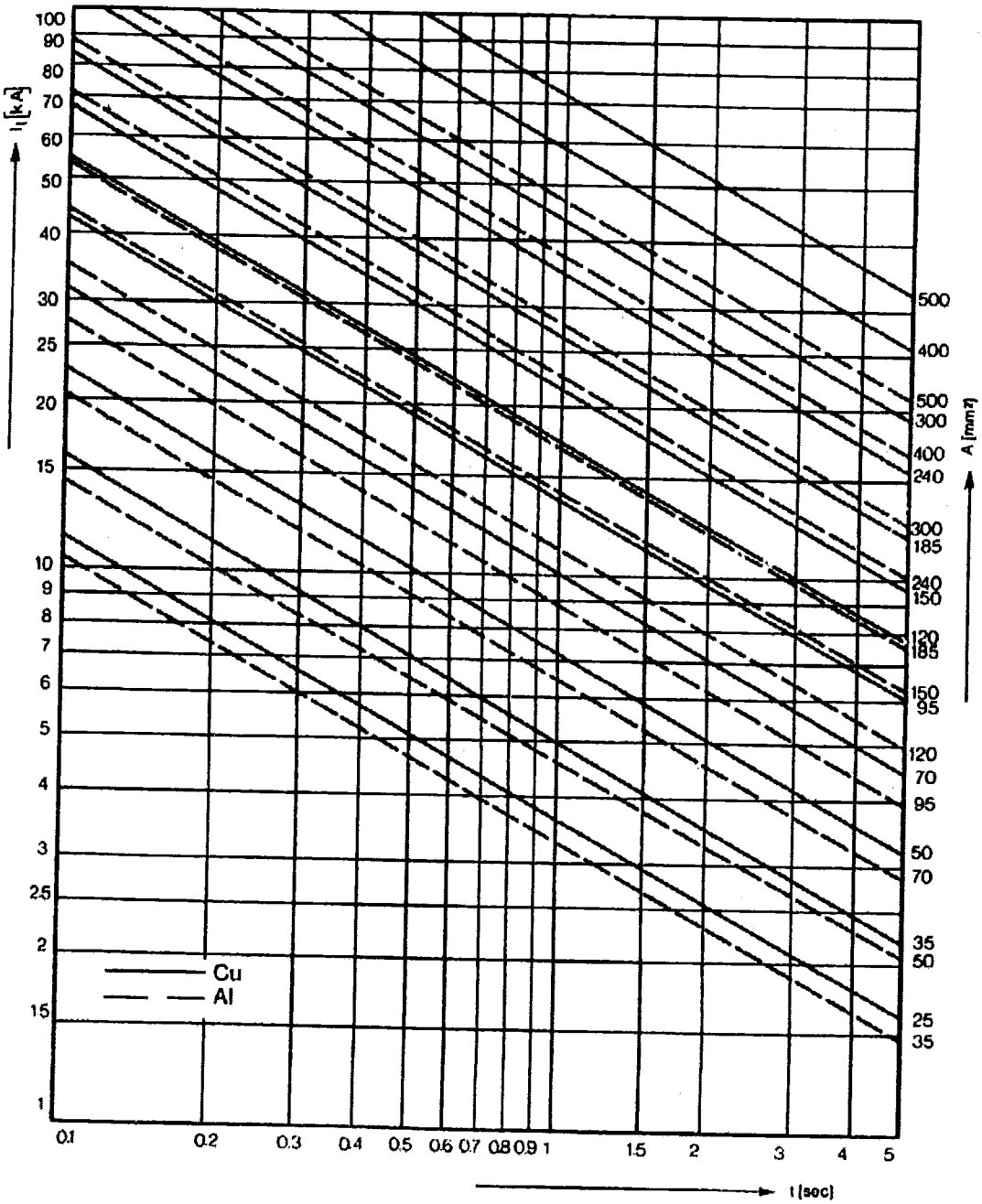
جدول (م٥/٤/٦): معامل التصحيح طبقاً لدرجة حرارة الهواء المحيط بالكابل المعزول بالبلاستيك بولى إيثيلين متشابك (XLPE)

Maximum conductor Temperature (90 deg C)	Air temperatures (deg C)				
	30	35	40	45	50
Correction factor	1,0	0,95	0,89	0,84	0,78

جدول (م٥/٤/٧): أقصى درجة حرارة للكابلات عند مرور تيار القصر حسب نوعية عزل الكابل

نوع عزل لكابل	درجة حرارة الموصل (°م)		معامل القصر للكابل (K)	
	درجة حرارة التشغيل	أقصى درجة حرارة	نحاس	ألومونيوم
عزل بولى اثيلين متشابك (XLPE)	٩٠	٢٥٠	٠,١٤٣	٠,٠٩٨

ملحق رقم (م٥/٤/٢): تيارات القصر للأنواع المختلفة من كابلات الجهد المتوسط



شكل (م٥/٤/١): تيارات القصر للكابلات المعزولة بالبولى إيثيلين المتشابك (XLPE) للجهود من (١ - ٣٠) كيلو فولت

ملحق رقم (م٥/٤/٣): أمثلة تطبيقية على حسابات تيارات القصر لكابلات الجهد المتوسط

مثال (١):

إذا كان زمن مرور تيار القصر فى شبكة جهد متوسط لا يزيد عن ١٢٠ مللى ثانية، فما هو تيار القصر فى كابل مساحة مقطعة ٢٤٠ مم٢ من الألومونيوم المعزول بالبولى إيثيلين المتشابك XLPE لهذه المدة من الزمن. وإذا كان الزمن لا يزيد عن ٢٠٠ مللى ثانية أحسب تيار القصر.

الحـــل:

مساحة المقطع (A) = ٢٤٠ مم^{٢}

معامل القصر (K) = ٠,٠٩٨ (من الجدول رقم (م٥/٤/١٩))

زمن إزالة الخطأ (t) = ١٢٠ مللى ثانية (٠,١٢ ثانية)

تيار القصر لزمن إزالة الخطأ لا يزيد ١٢٠ مللى ثانية = ٦٣,٧ ك.أ

زمن إزالة الخطأ (t) = ٢٠٠ مللى ثانية (٠,٢ ثانية)

تيار القصر لزمن إزالة الخطأ لا يزيد ٢٠٠ مللى ثانية = ٤٩,٤ ك.أ

مثال (٢):

إذا كان مستوى قدرة القصر ٧٥٠ ميجا فولت أمبير للجهد ٢٢ ك.ف وزمن إزالة القصر لقاطع (C.B) هو ٢٠٠ مللى ثانية، فهل يكون الكابل الذى مساحة مقطعه ٥٠ مم٢ ألومونيوم معزول (XLPE) ومدفون فى الأرض على عمق ٠,٨ متر منفردا فى المسار وهل الدائرة تعمل فى درجة حرارة تربة متوسطة ٢٥ مئوية مناسبا لتغذية حمل قيمته ٥ ميجا فولت أمبير أم لا ؟

الحـــل:

تيار الحمل بالأمبير = ٥٠٠٠/ (٢٢×١,٧٣)= ١٣١,٣٧ أمبير

من الجدول (م ٦) بالملحق، فإن مساحة مقطع هذا الكابل تتحمل تيارا مقداره ١٤٠ أمبير وحيث أن الكابل مدفون فى الأرض، فإنه مناسب أيضاً من ناحية القدرة على تغذية الحمل.

تيار القصر الفعلى فى الكابل = ٧٥٠×١٠^{٦} ÷ (١,٧٣×٢٢×١٠^{٣}) = ١٩,٧ ك.أ

وبتطبيق المعادلة رقم (٢) لتحديد تحمل الكابل لتيار القصر

مساحة المقطع (A) = ٥٠ مم٢

معامل القصر (K) = ٠,٠٩٨

زمن إزالة الخطأ (t) = ٢٠٠ ملى ثانية (٠,٢ ثانية)

تيار القصر المحسوب للكابل = ١٠,٣ ك.أ وهو أقل من تيار القصر الفعلى (١٩,٧ ك.أ).

وعليه، فإن الكابل بمساحة مقطع ٥٠ مم^2 غير مناسب لتحمل تيار القصر ويجب اختيار كابل بمساحة مقطع أكبر.

ملحق رقم (م٥/٥/١): أمثلة تطبيقية على تحديد سعة المحول

مثال (١):

مبنى إداري مساحته ١٥٠٠ متر مربع ومكون من ٣٠ طابقاً

المطلوب: تحديد سعة محول التوزيع المناسب لهذا المبنى مع عدم السماح بالتحميل الزائد.

الحل:

طلب الحمل ١٢ ك.ف.أ / ١٠٠م^{٢}

الحمل الأقصى للمبنى = ($\frac{١٥٠٠}{١٠٠}$ × ١٢) × ٣٠ = ٥,٤ م.ف.أ

وإذا افترضنا أن المحول سيحمل بنسبة لاتزيد عن ٨٠% من سعته الإسمية فإن السعة الإسمية الإجمالية للمحولات المطلوبة ستكون

$$= \frac{٥,٤}{٠,٨} = ٦,٧٥ \text{ م.ف.أ}$$

وإذا ما تم استخدام محولات سعتها ١,٥ م.ف. أ. فإن عدد المحولات المطلوبة سيكون
٦,٧٥÷١,٥ = ٤,٥ محول وبذلك يكون عدد المحولات المناسبة لتغذية أحمال المبنى هو ٥ محولات سعة كل منها ١٥٠٠ ك.ف.أ

مثال (٢):

يستخدم محول سعته الاسمية ١٢٥٠ ك.ف.أ لتغذية حمل قدرته القصوى ٧٥٠ ك.ف.أ. ما هو أقصى تحميل زائد مسموح به لمدة أربع ساعات لهذا المحول وذلك في درجة حرارة ٣٠° مئوية؟

الحل:

من الشكل رقم (٥-١):

$$k_1 = \frac{750}{1250} = 0.6 ; t = 4h$$

$$\therefore k_2 = 1.19$$

وبذلك يكون أقصى تحميل زائد مسموح به للمحول لمدة أربعة ساعات هو:

$$S_2 = k_2 . S_N = 1.19 * 1250 = 1487.5 \ kVA$$

مثال (٣):

مطلوب تحديد سعة محول توزيع زيتى بنظام تبريد هواء طبيعى (ONAN) يتم تحميلـه بحمـل قيمته ٤٥٠ ك.ف.أ لمدة أربع ساعات، وحمل قيمته ٢٥٠ ك.ف.أ لمدة العشرين ساعة الباقية.

الحل:

$S_1 = 250\ kVA \ , \ t_1 = 20h$

$S_2 = 450\ kVA \ , \ t_2 = 4h$

$S_2 / S_1 = 450 / 250 = 1.8 = k_2 / k_1$

من الشكـــل رقم (٥-١)، برسم الخط $1.8 = k_2 / k_1$ ويمر بنقطة الأصـل، وتقاطعـه مـع المنحنى $t = 4h$، فإن السعات الأسمية k_1 ، k_2 تكون على النحو التالى:

$$S_N = \frac{S_1}{k_1} = \frac{S_2}{k_2}$$

$k_1 = 0.633 \ , \ k_2 = 1.14$

وحيث أن: $S_2 = k_2 . S_N$ أو $S_1 = k_1 . S_N$ تكون:

$$S_N = \frac{S_1}{k_1} = \frac{S_2}{k_2}$$

$$S_N = \frac{450}{1.14} = \frac{250}{0.633} = 394.9\ kVA$$

ولذا فإن المحول المناسب هو محول سعته ٤٠٠ ك.ف.أ.

مثال (٤):

مطلوب تحديد سعة المحول المناسب لسوق تجارى مكون من أربعة طوابق مساحة كـلا منهـا ٤٠٠٠ م^2 وتقدر كثافة أحمال الطابق بمقـدار ب ١٢ :.ف.أ. لكـل ١٠٠ م^2 علـى أن يكـون المحول قادرا على تحمل حملاً زائداً بنسبة ١٠٪ من سعته الإسمية لمدة ساعتين.

الحل:

الحمل الأقصى = $\frac{\text{٤٠٠٠ م}^2}{\text{١٠٠ م}^2}$ ٤X ١٢X ك.ف.أ = ١٩٢٠ ك.ف.أ

فى حالة استخدام محولين فإن الحمل للمحول الواحد = ٩٦٠ ك.ف.أ

$S_1 = 960\ kVA \ , \ t_1 = 22h$

$S_2 = 1.1 S_1 = 1056\ kVA \ , \ t_2 = 2h$

$$\frac{S_2}{S_1}=1.1$$

$$\frac{k_2}{k_1}=1.1$$

من الشكل رقم (٥-١)، برسم الخط k_2 / k_1 = ١,١ ويمر بنقطة الأصل وتقاطعه مع المنحنى $t = 2h$

$$k_1 = 0.9,\ k_2 = 1$$

$$S_N = \frac{960}{0.9} = 1066.6\ MVA$$

وبذلك تكون أقرب أكبر سعة قياسية لكل من المحولين هي ١٢٥٠ ك.ف.أ.

ملحق رقم (م/٥/٢/٥): تفاصيل للمحولات الزيتية

أ – القلب الحديدى

(١) يصنع القلب الحديدى من رقائق الصلب السيليكونى المسحوب على البارد بسمك لا يقل عن ٠,٣ مم لتحقيق فقد فى الحديد منخفض :

(Wound type manufactured from grain oriented Silicon property annealed after winding).

(٢) يجب أن يعالج الصاج بالدهان ببوية مقاومة للحرارة مع ضرورة عدم تعرض الصاج لاجهادات من جراء درجات الحرارة العالية.

(٣) يجب أن تكون وسائل تجميع وتثبيت بناء القلب قوية وفعالة وتتم بطريقة (Clamping structure) لضمان تثبيت القلب والملفات جيدا وذلك لمقاومة القوى المدمرة أثناء الشحن والخدمة ولضمان عدم تعرض الرقائق للقصر فى أى نقطة من تلامسها.

(٤) يجب أن يولج القلب والملفات إلى داخل الخزان باستخدام دلائل آمنه بعدد ثلاثة دلائل على الأقل فى أماكن مختلفة لضمان عدم إنحراف القلب والملفات بالخزان أثناء التداول والنقل.

(٥) غير مسموح بأن يتم اللحام فى القلب الحديدى أو بوسائل التجميع والتثبيت، ويجب أن تتم جميع وسائل التجميع بواسطة الرباطات المقلوظه، ويجب أن يتم تأمين الرباطات بأقفال (Securely locked) أو بوسيلة وأسلوب يصعب معها الفك أو التسيب (Loosing) أثناء النقل والخدمة والقفل، مما يعنى عدم كسر أجزاء أو رقاقات صغيرة (Small chips) يكون ناتجا من الفك وإعادة الربط.

(٦) يجب أن تؤرض رقائق الصلب المكونة لأجزاء القلب الحديدى للمحول إلى وسائل التجميع والتثبيت ويجب أن تزود بعروة (Lug) أو أكثر أو أى وسيلة أخرى تكون فى وضع يسمح بسهولة استخدام الخطاف (Hook) أو حلقات الربط (Shackles) عند استخراج القلب الحديدى والملفات من المحول.

ب – الملفات (Winding)

(١) يجب تصنيع الملفات من النحاس النقى عالى التوصيل الكهربى.

(٢) يجب أن يتم بناء جميع الملفات وتشكيلها وتثبيتها فى أماكنها بطريقة آمنة تضمن بقائها فى أماكنها لتتحمل كافة الاجهادات الناتجة من الشحن والتداول أو وضع المحول فى الخدمة، ويجب ملأ كافة الفراغات بين جميع طبقات الملفات بمواد مالئة تضمن جودة العزل بين الطبقات أو الورق العازل وتؤكد تغضين أو تجعيد العزل (Crimping)،

ويجب تثبيت هذه المواد جيدا مع الاعتناء بأجناب هذه الملفات ولف نهايتها بشكل يؤكد ثباتها وخاصة لمقابلة الإجهادات الناتجة من قصر الدائرة.

(٣) تستخدم المواد العازلة الصلبة لتكوين حاجز عازل (Insulating barrier) بين جميع أقسام الملفات وبين الملفات والقلب الحديدى – كذلك وتستخدم فواصل مباعدة (Spacers) لتشكيل مسارات للزيت بين أقسام الملفات ويجب أن تنفذ بأمان تام ودقة لمنع تزحزح (Shifting) الملفات أو العزل.

(٤) يجب اختيار المواد العازلة المستخدمة والأسلاك للتأكد من عدم تفاعلها كيميائيا مع الزيت المستخدم.

(٥) تستخدم لحامات الفضة (Silver solder) و/أو لحام النحاس (Brazing) فى الوصل والربط (Jointing) ولعمل التوصيلات، ويجب أن تجفف الملفات فى حيز تخلخلى (Vacuum dried) وتضغط بشكل مناسب وتضم بأقفزة (Clamped) قبل التجميع.

(٦) يجب أن يتم ربط جميع التوصيلات إلى مغير الجهد اليدوى (Tap changer) و/أو الأطراف الداخلية لعوازل الاختراق (Bushings) بالمسامير جيدا أو لحامها بالفضة أو النحاس.

ت – الخزان (التنك، Tank)

(١) يتم تصنيع الخزان من الصاج الصلب من درجة تؤدى إلى تحقيق متانة لتحمل التداول والتركيب دون تلف، ويجب أن يتم لحام الخزان ميكانيكيا (Machine welded).

(٢) يجب أن يكون ارتفاع الخزان كافيا للسماح بأن يكون مستوى الزيت وهو بارد أعلى القلب والملفات بمقدار ١٥٠ مم.

(٣) يجب أن تكون الشفف العلوية للخزان والحواف (Edges) ملفوفة ومستوية وأطراف الكرب (Beads) محدبة وجميعها مستوية لتحقيق سطح حاكم (Sealing surface) عند وضع الغطاء وحشوات الغطاء وذلك ليقاوم أى انبعاج نتيجة التداول وأى تأثيرات تنتج من مواسك الغطاء.

(٤) يجب أن تركب جميع الملحقات (Fittings) الخارجية المتصلة بالخزان بطريقة تكون بالقوة الكافية لمواجهة أى قوى تنتج فى أثناء خدمة المحول، وتجرى القياسات لإظهار الأماكن التى يظهر بها تجميع أو اصطياد للرطوبة التى قد تؤدى إلى الصدأ بين الملحقات وجسم الخزان.

(٥) يجب تصميم المحولات لتتحمل الضغوط الداخلية حتى قدرة 30 Psi بدون تصريف الضغط من الغطاء – ويجب أن تكون كافة فتحات اليد (Hand hole cover) وفتحات

عوازل الاختراق (Bushings) والخُلوصات بين لوحين مزودة بحاشيات حاكمة تستطيع ان تحفظ الضغط الداخلي عند 15 Psi، ويجب ان يظل شكل الخزان بدون اى إنبعاج أو تشويه مع بقاء الضغط ثابتا عند هذه القيمة.

ث – العزل (Insulation)

(١) يجب ان يكون العزل بداخل جميع المحولات المذكور مواصفاتها فى هذا الجزء من الورق العازل أو أى مواد عازلة صلبة أخرى تكون مصممة على العمل عند درجة حرارة متوسطة مقدارها ٥٥ درجة مئوية للملفات أى ٩٠ درجة مئوية كدرجة قصوى فى بعض النقاط بالملفات (.Maximum hotspot temp).

(٢) يجب أن يرفق مع العطاء المقدم ما يؤكد أن المواد العازلة المستخدمة تتحمل درجة الحرارة بمقدار ٥٥ درجة مئوية عن درجة حرارة الوسط المحيط ويؤكد أن أداءها وعمرها أطول من استخدام ورق الكرافت العازل المخصص لنفس الظروف الحرارية ويكون من ضمن هذه الأدلة المقدمة مع العطاء نتائج اختبارات التقادم المعجلة نتيجة لارتفاع درجة الحرارة (Results of accelerated temperature aging tests) وذلك على العزل المستخدم ويجب أن تحتوى هذه الاختبارات على جداول البيانات والرسومات ومخططات الجداول البيانية التى توضح المقارنة فى الأداء بين ورق الكرافت العازل والعزل المستخدم.

(٣) يجب أن يرفق مع العطاء مخططات الأداء الفنى للعمر الافتراضى بالساعة ودرجات الحرارة المئوية للخواص الطبيعية للعزل.

(٤) قد يطلب تقديم عينة من المواد العازلة الجديدة وأخرى الناتجة بعد إجراء جميع تجارب التقادم مع طول العمر (Aging) والتى تجرى داخل حوض زيت عند درجة حرارة ١٥٠ درجة مئوية لمدة ١٦٨ ساعة طبقا لما ورد فى المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC.

ج – مغير الجهد (Tap changer)

- يعمل يدويا ويكون ٥ أوضاع أو ٧ أوضاع حسب ما يطلب بمستندات المشروع وذلك لاختيار جهد التشغيل جهة الجهد المتوسط ويعمل مغير الجهد هذا فقط فى حالة اللاحمل على المحول (When transformer is not energized).
- توضع الأجزاء الميكانيكية لتشغيل مغير الجهد على جدار خزان الزيت وعلى الارتفاع المناسب لتحقيق إمكانية التعامل مع أيدى تشغيل هذه الأجزاء بأمان – ويفضل أن تكون الأجزاء الميكانيكية مزودة بقفل فى أى وضع يتم اختياره.

ح – الدهان (Paint finish)

يتم تنظيف وتنعيم خزان الزيت داخليا وخارجيا قبل الدهان ويدهن من الخارج بدهان أساس (Primer coat) مقاوم للأجواء ويدهن بعد ذلك بلون نهائى (رمادى مثلا) ويدهن الخزان من الداخل على الأقل للجزء العلوى الذى يتواجد فيه الزيت البارد من المحول ويجب أن تكون جميع الدهانات المستخدمة عالية المقاومة للحرارة والزيت.

خ – تشريب عزل الملفات (Impregnation)

- يجب أن يتم تشريب عزل الملفات فى وسط تخلخلى (Vacuum process).
- يجب اختيار المواد المستخدمة فى التشريب بحيث تكون ثابتة ولا تتأثر بزيت المحولات وخاصة فى درجات الحرارة العالية التى يصل إليها الزيت والملفات أثناء التشغيل العادى للمحول.

د – مسارات التهوية (Cooling ducts)

- لا يوصى باستخدام ورق الكرافت المعالج بالمواد الإسمنتية لرفع تحمله لدرجات الحرارة العالية فى عمل مسارات تهوية حيث يؤدى استخدامها إلى تعرض هذه المسارات للانهيار عند حدوث قصر الدائرة ويفضل استخدام أى وسائل أخرى مجربة ومعتمدة.
- يجب أن تتصل جميع أطراف التوصيل سواء للملفات الابتدائية أو الثانوية بفاعلية بلقم التوصيل فى الأطراف بعازلات الاختراق وبما يحقق عدم تحركها أو انزلاقها بعيداً أو ثنيها فى حالة الإجهادات الميكانيكية عند حدوث تيار القصر.

ذ – غطاء المحول (Transformer cover)

يجب ان يستطيع غطاء المحول تنفيس ما بداخل المحول (Vent) عند ضغط بين (١٢-٣٠) Psi ويتوقف ذلك على قطر الخزان ويمكن أن يعيد الاحكام بعد التنفيس – ويجب ان يصمم الغطاء بحيث يتم تنفيس (Relieve) ضغوط بمعدل تصرف حتى 300 CFM.

ر – الإحكام (Sealing)

- يجب إحكام تسرب الزيت لجميع فتحات خزان المحول باستخدام حاشيات (Gaskets) لمنع تسرب الزيت.
- يجب أن يقدم صانع المحول شرحا للطرق والأساليب المتبعة لإجراء إحكام أى فتحات متصلة بالخزان لمنع تسرب الزيت منه.
- يجب أن يخضع خزان المحول لاختبارات الضغط ضد التسرب ويجب اختبار إحكام جميع المحولات المكتملة للزيت والهواء (Tested for oil and air tightness).

ز – عوازل الاختراق (Bushings)

(١) يجب أن تخضع عوازل الاختراق لمطالب المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60137 وألا يقل مسار الزحف (Creepage distance) عن ١٧٠ مم لجهد ١١ ،٢٢، ٣٤ ك. ف ويجب تجهيزها بثغرة شرارة مزدوجة (Duplex arc gap) طبقا لما ورد فى المواصفات الكهروتقنية الدولية.

(٢) تكون جميع عوازل الاختراق من البورسلين المزجج (المغطى سطحه بطبقة زجاجية) (Glazed wet process porcelain) والذى يجب أن يكون كامل الاستدارة (Round) وخالى من العيوب. ويجب أن يكون التزجيح (Glazing) ناعم وصلد ومتجانس ويجب أن يغطى كافة الأجزاء البارزة من العازل.

(٣) يتم تركيب عوازل اختراق الجهد المتوسط والمنخفض أعلى المحول على الغطاء العلوى ويجب أن يكون هناك تجهيزات فى المحول تسمح بتمديد الكابلات وعلب النهاية الخاصة بها دون تعريض مواسير التهوية بجوانب المحول للضرر ويجب تقديم رسومات تنفيذية توضح ذلك للاعتماد.

(٤) يجب تثبيت عوازل الاختراق فى أماكنها تثبيتا جيدا ويجب أن يراعى أن تكون مسافات الزحف بالطول الكافى (Long distance creeping)، ويجب أن يحقق تركيبها تحملها للاجهادات الميكانيكية العالية وكفاءة العزل عند تعرضها للجهد الزائد العابر والصواعق والارتفاع غير العادى لدرجة الحرارة وقصر الدائرة.

ملحق رقم(م٥-٥-٣): جداول الضمان (Guarantee table)

جداول الضمان لمحولات التوزيع الزيتية

يجب أن تملأ جداول الضمان العالية بواسطة الشركات المنتجة للمحولات الزيتية.

- Maker's name.....
- Type.....
- Frequency.....
- Type of Installation.....
- Standards.....
- Continuous Rating (Duty).....
- Rated Primary Voltage.....
- Rated Secondary Voltage of no-load.....
- Turns Ratio & Tolerance.....
- Winding connection H.V & No. of Bushings.....
- Winding connection L.V & No. of Bushings.....
- Vector Group Reference Number & Symbol.....
- Taps and Range of variation at no- load on H.V. winding
- Type and material of coolant .....
- Material of insulation
  - HV winding.....
  - L V winding .....
  - Major insulation.....
- Material of core.....
- Material of enclosure.....
- Iron losses at 100% voltage and 50 Hz at full load...W
- Copper losses at full load and 75 °C winding temp..... W
- Total losses..... W
- Impedance voltage.....
- Full load current at H.V. side..... A.
- No load current at L.V. side..... A.
- Temperature rise of windings (measured by resistance) at maximum ambient temp. of 50 °C .....
- Hotspot temp of winding .....
- Dielectric strength of oil .....
- Resistance per phase at 750 °C for :
  Primary .....Ohms
  Secondary.....Ohms
- Permissible symmetrical short – circuit Current and time .....kA.....sec

- Primary voltage at normal tapping..... V
- Corresponding secondary voltage at :
  - No load..... V
  - Full load at l p.F at 75 °C V
  - Full load at 0.8 p.f at 75 °C V
- Top temperature rise of oil
  (measured by thermometer) ..... °C
- Test voltage : power frequency Test voltage T.V 1 min 50Hz — impulse voltage 1.2/50 µs
- For 11kV winding ....
- Or for 22 kV winding ....
- For 0.4 kV winding ....
- Voltage regulation at 75 °c and continuous rating
  - at unity p.f..... V
  - at 0.8 p.f V

- Efficiency at normal ratio and 75 °C
  - at 100% rated output 1 p.f.....%
  - at 100% rated output 0. 8 p.f.....%
  - at 75% rated output 1 p.f.....%
  - at 75% rated output 0.8 p.f..... %
  - at 50% rated output 1 p.f..... %
  - at 50% rated output 0.8 p.f..... %
  - at 25% rated output 1 p.f ..... %
  - at 25% rated output 0.8 p.f ..... %

- Permissible over load duration without change of specified temp. rise according to IEC 60354 ..... %
- Permissible over load from full load rating and duration :
  - 10% ..... during ..... hr/m/s
  - 20% ..... during ..... hr/m/s
  - 30% ..... during ..... hr/m/s
  - 50% ..... during ..... hr/m/s
  - 70% ..... during ..... hr/m/s
  - 100% ..... during ..... hr/m/s
- Maximum sound level at rated kVA.....
- Weight of tank and fittings ..... Kg
- Weight of winding and core assembly ..... Kg
- Thickness of tank (walls base and cover) ..... mm
- Oil quantity and weight ..... lt

- Total weight of transformer..... kg
- Transport weight ..... kg.
- Transformer dimension
  - Length..... mm
  - Width..... mm
  - Height..... mm

I / We certify to the correctness of information given above for the power transformers
I am / we are offering

Date

(.....)

Signature of tendered

ملحق (م٦-٣-٢): سعة حمل التيار وهبوط الجهد للكابلات وأسلاك التوصيل الكهربائى المعزولة المرنة

ملحق (م٦-٣-٢) أ : مقدمة للجداول

الجداول

(ط- 1) : جدول طرق تركيب الكابلات

(ط-٢) : جدول بيان أنواع عزل الكابلات طبقاً لدرجة حرارة تشغيل الموصلات

(ع-١) : معاملات التصحيح لأكثر من دائرة طور واحد أو أكثر من كابل متعدد الموصلات

(ع-2) : معاملات التصحيح للكابلات المعزولة بعزل غير عضوى معدنى (Mineral insulated cables)

(ع-3) : معاملات التصحيح لكابلات معزولة فى خنادق مغلقة (Enclosed trenches)

(ع-4) : معاملات التصحيح لدرجة الحرارة المحيطة عندما تكون الوقاية من قصر الدائرة (Short circuit)

(ع-٥) : عاملات التصحيح لدرجة الحرارة المحيطة عندما تكون االوقاية ضد زيادة التيار (Overload) تتم بواسطة مصاهر طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036

الموصلات من النحاس

- كابلات بعزل ثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م
  - جدول (نح-١): بموصل أحادى (Single core) غير مسلح سواء كان بغلاف (Sheath) أو بدون
  - جدول (نح-٢): متعددة الموصلات (Multi core) غير مسلح
  - جدول (نح-٣): بموصل أحادى (Single core) مسلح بتسليح غير قابل للمغنطة (Non magnetic armor)
  - جدول (نح-٤): متعدد الموصلات ومسلح
  - جدول (نح-٥): كابلات مبططة (Flat) بموصل وقاية
- كابلات بعزل ثرموسيتنج (Thermosetting) ٧٠°م
  - جدول (نح-٢): كابلات متعددة الموصلات غير مسلحة
- كابلات بعزل بلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م
  - جدول (نح-٦): بموصل أحادى غير مسلح سواء كانت بغلاف (Sheath) أو بدون
  - جدول (نح-٧): متعددة الموصلات غير مسلحة
  - جدول (نح-٨): بموصل أحادى مسلح بتسليح غير قابل للمغنطة (Non magnetic armor)

- جدول (نح-٩): متعددة الموصلات مسلحة

ويمكن تطبيق نفس الجداول أرقام (نح-٦)، (نح-٧)، (نح-٨)، (نح-٩) على الكابلات المعزولة بالبولى إيثيلين المتشابك والمطاطى (XLPE ،PER) ٩٠ °م مع ملاحظة أن تكون نبيطة الوقاية لهذه الكابلات من قصر الدائرة من النوع الذى يفصل آنياً عند حدوث قصر دون تأخر مما يؤدى إلى إتلاف العزل

- كابلات نحاسية معزولة بالبلاستيك الثرموسيتنج (Thermosetting) مطاطى (Rubber) ٨٥ °م
  - جدول (نح-١٠): بموصل أحادى غير مسلح
  - جدول (نح-١١): متعددة الموصلات غير مسلحة
- كابلات نحاسية مرنة (Flexible) وأسلاك توصيل (Cords)
  - جدول (نح-١٢): كابلات نحاسية مرنة معزولة بالبلاستيك الثرموسيتنج (Thermosetting) مطاطى (Rubber) ٦٠ °م
  - جدول (نح-١٣) كابلات نحاسية مرنة معزولة بالبلاستيك الثرموسيتنج (Thermosetting) مطاطى (Rubber) ٨٥°م ، ١٨٠°م
  - جدول (نح-١٤): أسلاك توصيل نحاسية (Cords) مرنة
- الكابلات النحاسية المعزولة بعزل غير عضوى، معدنى (Mineral insulated)
  - جدول (نح-١٥):بعزل عار وظاهر للمس أو مزود بغطاء من الثرموبلاستيك PVC
    - ❖ بطريقة التركيب (١)
    - ❖ بطريقة التركيب (١١)
    - ❖ بطريقة التركيب (١٢)، (١٣)
  - جدول (نح-١٦): بعزل عار سواء كان ظاهر للمس أو متلامس مع مواد قابلة للاحتراق (Combustible material)
    - ❖ بطريقة التركيب (١)
    - ❖ بطريقة التركيب (١٢)، (١٣)

الموصلات من الألومنيوم

- كابلات معزولة بالثرموبلاستيك (PVC Thermoplastic) ٧٠ °م
  - جدول (لو-١): موصل الومنيوم أحادى غير مسلح سواء كان بغلاف (Sheath) أو بدون
  - جدول (لو-٢): متعددة الموصلات غير مسلحة
  - جدول (لو-٣): موصل أحادى مسلح بتسليح غير قابل للمغنطة (Non magnetic armor)
  - جدول (لو-٤): متعددة الموصلات ومسلحة

- كابلات معزولة بالبلاستيك الثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م
  - جدول (لو-٥): بموصل أحادى غير مسلح
  - جدول (لو-٦): متعددة الموصلات غير مسلحة
  - جدول (لو-٧): بموصل أحادى مسلح بتسليح غير قابل للمغنطة (Non magnetic armor)
  - جدول (لو-٨): متعددة الموصلات ومسلحة

ويمكن تطبيق نفس الجداول أرقام (لو-٥)، (لو-٦)، (لو-٧)، (لو-٨) على الكابلات المعزولة بالبولى اثيلين المتشابك والمطاطى (XLPE, PER) ٩٠°م مع ملاحظة أن تكون نبيطة الوقاية من قصر الدائرة من النوع الذى يفصل آنيا عند حدوث قصر دون تأخر مما يؤدى إلى إتلاف العزل.

مقدمة إلى الجداول

١- بنيت جداول سعة حمل التيار فى هذا الملحق باعتبار المواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60364-5-523 لسنة ١٩٨٣. أما أنواع الكابلات غير المتناولة فى المواصفات الكهروتقنيه الدولية IEC (مثل الكابلات المسلحة أو المدرعة)، فإن سعة حمل التيار الواردة فى هذا الملحق مبنية على المعلومات والتقارير الصادرة من جهات متخصصة مثل (British cables association)

٢- تكون سعات حمل التيار الواردة فى هذه الجداول مبنية على أساس التحميل الدائم وهو ما يعرف بسعة التيار الحرارية الكاملة للكابل (Full thermal current rating) ومناظرة لدرجة حرارة تشغيل الموصل الموضحة فى أعلى كل جدول. ويجب أن يكون واضحاً أن ذلك مبنياً على أساس تحقيق أطول عمر للموصل وللعزل أخذا فى الاعتبار التأثيرات الحرارية لمرور تيار الحمل فى الخدمة العادية (Normal service) ، ويمكن للكابل أن يتعرض لتلف قاسى قد يؤدى إلى انهيار متقدم (Early) لعزله أوانخفاض فى مدة خدمته بدرجة كبيرة، إذا ما طال أمد تشغيله فى درجة حرارة أعلى من تلك القيم الموضحة بالجداول.

٣- توجد اعتبارات أخرى عند اختيار قطاع الموصل، ويرجع فى ذلك إلى الأبواب الخاصة الواردة فى هذا الكود مثل مطالب الوقاية من الصدمة الكهربائية (Protection against electric shock) والوقاية من التأثيرات الحرارية ، (Protection against thermal effects) وكذلك الوقاية من زيادة التيار(Over current protection)، وانخفاض الجهد، وأيضاً حدود درجات الحرارة لأطراف التوصيل الخاصة بالأجهزة والمعدات التى سيتم توصيل الموصلات بها.

تطبق جداول سعة حمل التيار للدوائر المفردة فى طرق التركيب الواردة فى جدول (ط-١) فى درجة الحرارة المحيطة ٣٠ °م وسعة حمل التيار الواردة فى هذه الجداول للتشغيل بتيار متردد، فقط للترددات ما بين (٤٩ -٦١) هرتز. وإذا اختلفت الظروف عن ذلك، فانه يجب تطبيق معاملات تصحيح أخرى كما سيرد شرحه.

تم مراعاة سعة حمل التيار للكابلات الأحادية المسلحة بشرط توصيل التسليح فى طرفى الكابل إلى موصل التأريض.

يمكن الحصول على معلومات إضافية من تقارير متخصصة وخاصة بالعزل الحرارى عند التعرض لمد الكابل مدفوناً فى مادة ذات عزل حرارى وتختص بارتفاع درجة الحرارة للكابلات المارة بأطوال قصيرة من خلال هذا العزل.

٢-معاملات التصحيح لسعة حمل التيار

تتأثر سعة حمل التيار لكابل فى خدمة مستمرة (Continuous service) يتأثر بدرجة حرارة الوسط المحيط (Ambient temperature)، وبتجميع الكابلات معاً (Grouping)، وبالتمرير جزئياً أو كاملاً داخل حاوية (Enclosure) فى مواد عازلة حرارياً، وتتأثر السعة أيضاً فى حالة التيار المتردد بالتردد، وتحتاج هذه جميعاً إلى معاملات تصحيح نذكرها فيما يلى.

٢-١ درجة حرارة الوسط Ambient temperature

تعطى الجداول (ع-٤)، (ع-٥) معاملات التصحيح الواجب تطبيقها على سعه حمل التيار الموضحة فى جداول سعات حمل التيار وحسب درجة حرارة الوسط المحيط بالكابل فى مكان تركيبه.

وعملياً، فانه يمكن قياس درجة حرارة الهواء (Ambient air temperature) باستخدام ترمومتر يوضع فى الهواء الطلق (Free air) بالقرب - من المكان الذى تركب فيه الكابلات أو المزمع تركيبها فيه، كلما أمكن ذلك عملياً. وإذا تمت القياسات والكابلات محملة بالتيار، فانه يجب وضع الترمومترات على بعد ٥٠٠ مم أو ١٠ أضعاف القطر الإجمالى للكابل أيهما أقل، وذلك للكابلات فى المسار الأفقى أو ١٥٠ مم أسفل الكابل الأكثر إنخفاضاً عن زملائه.

ولا تراعى الجداول (ع-٤)، (ع-٥) ارتفاع درجة الحرارة لأى سبب نتيجة حرارة الشمس أو أى أشعة فوق الحمراء (Infra red radiation). وإذا كانت الكابلات معرضة لمثل هذه التأثيرات، فقد يكون من الأفضل حساب حمل سعة التيار بحسابات خاصة.

٢-٢ التجميع (Grouping):

تعطى الجداول (ع-١)، (ع-٢)، (ع-٣) معاملات التصحيح الواجب تطبيقها على سعة حمل التيار الموضحة فى جداول سعات حمل التيار عند تجميع الدوائر والكابلات معاً.

٢-٣ الترددات الأخرى

فى الحالات الشاذه (Extreme) وخاصة بالنسبة للكابلات متعددة الموصلات، يكون التخفيض فى سعة حمل التيار للكابلات التى تعمل على تردد ٤٠٠ هرتز مثلاً بالمقارنة بالكابلات التى تعمل على تردد ٥٠ هرتز بقيمة قد تصل إلى ٥٠%. أما فى القطاعات الصغيرة وباستخدام أسلاك التوصيل المرنة (Flexible cords) والخاصة بتوصيل أدوات أو الأجهزة المنفصلة، فإن الإختلاف بين الترددين ٥٠ هرتز، ٤٠٠ هرتز فى سعة حمل التيار قد يمكن إهماله.

٣-سعه حمل التيار الفعالة (Effective current- carrying capacity)

- تكون سعة حمل التيار لكابل، هى قيمة التيار القصوى الذى يستطيع هذا الكابل تمريرها أو حملها فى ظروف معينة ومحدده بدون أن تتعدى درجة حرارة الموصلات الحدود المسموح بها للحالة المستمرة (Steady state) لدرجة الحرارة فيما يتعلق بالنوع المستخدم من أنواع العزل.
- تمثل القيمة المحددة بالجداول، قيمة سعة حمل التيار الفعالة فقط بدون تطبيق معاملات تصحيح أو يتم تعديل هذه القيمة باستخدام معاملات تصحيح درجة الحرارة (Ca)، ومعاملات تصحيح تجميع الكابلات (Cg) حسب التطبيق.
- يتم مراعاة نوع نبيطة الوقاية المركبة على الموصلات للحد من زيادة التيار، ودرجة حرارة الوسط المحيط، ومعامل التصحيح المناسب عند حساب سعة حمل التيار كما هو موضح فيما يخص ذلك عند اختيار قطاع الكابل، والمعطاة فى الجدول (ع-٤).

٤-علاقة سعه حمل التيار مع المقادير متغيرة القيمة للدائرة (Circuit parameters)

تستخدم بعض الرموز فى الشرح فيما بعد وكالآتى:

I_z: سعة حمل التيار لكابل فى خدمة مستمرة (Continuous service) والمتعلقة بظروف تركيب معينة

I_t: قيمة سعة حمل التيار الواردة فى هذا الملحق طبقاً لنوع الكابل والمرتبطة بظروف تركيب معينة لدائرة أحادية فى درجة حرارة محيطة (Ambient) ٣٠ °م

I_b: التيار التصميمى للدائرة وهو التيار المسموح مروره فى الدائرة أثناء الخدمة العادية (Normal service) للكابل

I_2: تيار التشغيل (Operating current) أو تيار المصهر أو تيار الفصل التقليدى مع وقت

التشغيل لنبيطة الوقاية من زيادة التيار

(Tripping current for the conventional operating time)

I_n: التيار الإسمى لنبيطة الوقاية من زيادة التيار (أو التيار المضبوط (Current setting) لهذه النبيطة

C: معامل التصحيح المطلوب تطبيقه عندما تكون ظروف التركيب مختلفة للقيم المعطاة لسعة حمل التيار الواردة فى الجداول ، تتمثل هذه المعاملات كالآتى:

C_a: معامل درجة الحرارة المحيطة (Ambient temperature)

C_g: معامل للتجميع (Grouping)

C_i: معامل العزل الحرارى (Thermal insulation)

C_t: درجة حرارة تشغيل الموصل

وفى جميع الأحوال، يجب ألا تقل قيمة I_Z عن I_b، ويجب كذلك ألا تقل قيمة I_n عن I_b

- عندما تكون نبيطة الوقاية من زيادة التيار معتمدة على أن تمكن من الوقاية من زيادة الحمل Overload ، فإن I_2 يجب ألا تزيد عن $1.45\ I_z$ ، I_n يجب ألا تزيد عن I_z (يرجع إلى بند ٥ التالى).
- عندما تكون خصائص نبيطة الوقاية من زيادة التيار معتمدة على أن تحقق الوقاية من قصر الدائرة فقط، فإن I_n يجب أن تكون أكبر من I_z ، I_2 تكون أكبر من $1.45\ I_z$. ويجب اختيار هذه النبيطة طبقاً لمواصفات دوائر الوقاية فى هذا الكود.

٥- الوقاية من زيادة الحمل (Over load protection)

إذا كانت الوقاية من زيادة الحمل مطلوبة، فيجب ألا يؤثر نظام الوقاية المستخدم على سعة حمل التيار للكابل للخدمة المستمرة (I_z)، ولكن ربما يؤثر ذلك على اختيار قطاع الموصل.

تعتبر ظروف التشغيل للكابل ذات فاعلية، ليست فقط للحد من درجة حرارة الخدمة المستمرة، ولكن أيضاً لدرجة حرارة الموصل والتى ربما تصل فى أثناء التشغيل الزمنى التقليدى لما هو محدد لنبيطة الوقاية من زيادة الحمل فى حالة زيادة الحمل.

لذا يجب ألا يزيد تيار تشغيل نبيطة الوقاية عن 1.45 فإذا كانت نبيطة الوقاية المستخدمة مصهر طبقاً للمواصفات البريطانية BS 88 ،أو BS 1361 وقواطع التيار التلقائية طبقاً للمواصفات البريطانية BS EN 60898 ، BS EN 60947-2 أو قواطع التيار المتبقى Residual current المزودة بوقاية من زيادة التيار طبقاً للمواصفات البريطانية BS EN 61009-1، فإن هذه المطالب تتحقق بشكل مرضى باختيار القيمة I_z لا تقل عن I_n.

وعملياً وبسبب سعات المصاهر وسعة قواطع التيار (C.B) القياسية المحدودة، فإنه من الضرورى اختيار قيمة I_n تزيد عن I_b، وفى هذه الحالة فإنه من الضرورى أيضاً ألا تقل I_z عن القيمة المختارة I_n . وقد يتحدد اختيار قطاع الموصل بظروف ارتفاع الحمل وبسعه حمل التيار (I_z) للموصلات والتى لا تكون دائماً مستخدمة.

ويمكن الحصول على مقاس الموصل المطلوب بالوقاية ضد زيادة الحمل بواسطة مصاهر نصف مغلقة (Semi enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036 بواسطة استخدام معامل التصحيح ($\frac{1.45}{2} = 0.725$) التى تحقق نفس درجة الوقاية المطبقة بواسطة نبائط وقاية أخرى ضد زياده الحمل، و يتم تطبيق هذا المعامل لسعات المصاهر العادية كمقسوم عليه ويوضح عليه القيمة الأدنى للتيار (I_t) المطلوبة للموصل المطلوب وقايته وأيضاً فى حالة اختيار مقاس الموصل مباشرة فى حالة زيادة الحمل وسعه حمل التيار (I_z) للموصل قد لا تكون دائماً مستخدمة.

٦- إيجاد مقاس الكابل اللازم استخدامه

- يتم حساب التيار التصميمى (I_b) للدائرة موضوع الإنشاء وطريقة الاختيار المناسبة مشروحة فيما بعد بالبند من (٦-١) حتى (٦-٤) والتى سوف تساعد المصمم لإيجاد مقاس الكابل الذى يجب استخدامه.
- والخطوة الأولية أن يحدد طول مسار الكابل وانخفاض الجهد لمعدات التغذية ومع اعتبارات هذه تجاوز (يرجع إلى البند ٧ من هذه المقدمه)، فإن انخفاض الجهد المسموح به (ملى فولت) مقسوم على (I_b) ومقسوم أيضاً على طول المسار سوف يحدد قيمة هبوط الجهد (ملى فولت/أمبير/متر) والذى يمكن أن يحتمل التجاوز، ولا يتجاوز هبوط الجهد هذه القيمة الموضحة فى الجداول المختصة وقطاع الموصل المناظر المطلوب استخدامه والذى يمكن قراءته مباشرة قبل إجراء أى حسابات.
- يمكن تحديد قطاع الموصل الضرورى، من الاعتبارات الخاصة بالظروف المحيطة عند الحمل العادى (Normal load)وعند زيادة الحمل، مع مراعاة تطبيق تأثيرات جميع معاملات التصحيح I_Z (Correction factors) مثل معاملات درجة الحرارة المحيطة وتجميع الكابلات والعزل الحرارى (Thermal insulation)، ما دامت واردة،على قيمة كحاصل ضرب، وهذه تحتمل طريقة المحاولة والخطأ إلى أن يتم الوصول إلى قطاع الموصل والذى يؤكد أن I_z ليست أقل من I_b أو أقل من I_n لأى نبيطة وقاية يكون من المزمع اختيارها فى أى حال. وإذا كان معامل التصحيح باستخدام مصاهر نصف مغلقة (Simi – enclosed) ضروريا،

فإن هذا يطبق على I_n بعد قسمتة على معامل التصحيح، ومن المناسب عموماً تطبيق جميع المعاملات على I_n لتحديد خارج القسمة.

- تستخدم هذه الطريقة فى بند (٦-١) حتى (٦-٣) لتحديد قيمة التيار وتكون هذه القيمة أو القيمة الأعلى صالحة لوضعها فى الجداول المناسبة لسعة حمل التيار وقطاع الموصل المناسب الذى يمكن تحديده مباشرة. ويجب أن نلاحظ أن القيمة I_t الناتجة عند تحديد قطاع الموصل لكابل ما، ليست قيمة I_Z والتى ليس من الضرورى تحديدها عند اختيار قطاع الموصل بهذه الطريقة. ولكن إذا كان مطلوباً تحديد قيمة I_Z ، فإنه يتم تطبيق الطريقة المشروحة فى بند (٣) السابق. وعندما يكون من غير الممكن تطبيق هذه الطريقة على الكابلات المركبة فى مجارى مغلقة (Enclosed trenches)، أى طريقة التركيب (١٨ ، ١٩ ، ٢٠) الواردة فى جدول (ط-١)، وذلك لأن معاملات التصحيح المذكورة فى الجدول (ع-٣) مرتبطة بقطاع الموصلات، والكابلات فإنه من الضرورى تطبيق طريقة المحاولة والخطأ المذكورة فى الفقرة الثالثة بعاليه، وتكون المحاولة لاختيار القطاع هى قاعدة سهلة بشكل خاص لتحديد مقاس خاص لكابل بسرعة وتحديد قيمة إنخفاض الجهد.

٦-١ عندما تحدد الوقاية باستخدام مصاهر طبقاً للمواصفات البريطانية BS 88 ، BS 1361 أو قاطع أو تلقائى طبقاً للمواصفات البريطانية BS EN- 60898 ، BS EN- 60947-2 أو قواطع التيار المتبقى (Residual Current C.B) والمزودة تكاملياً لوقاية زيادة حمل للمواصفات البريطانية BSEN-61009-1 فيكون ذلك على النحو التالى.

٦-١-١ للدوائر أحادية الموصل

- تقسم قيمة التيار الاسمى (Nominal) لنبيطة الوقاية (I_n) على أى معامل تصحيح يتم تطبيقة على درجة الحرارة (Ca) المعطاة فى الجدول (ع-٤).
- ثم يقسم هذا التيار أيضاً على أى معامل تصحيح مطبق للعزل الحرارى (Ci) لتحديد مقاس الكابل المستخدم والوارد فى جدول سعة حمل التيار (I_t) و الذى لا يقل عن القيمة المعدلة للتيار الإسمى

$$I_t \geq \frac{I_n}{C_a \; C_i} \qquad (1)$$

٦-١-٢ لتجميع الكابلات

يقسم التيار الإسمى لنبيطة الوقاية (I_n) على معامل التصحيح للتجميع (Cg) المعطاة فى الجداول (ع-١)، (ع-٢)، (ع-٣) .

$$I_t \geq \frac{I_n}{C_g} \qquad (2)$$

ويمكن الاختيار من المعادلة التالية كمرادف لذلك باعتبار الدوائر من مجموعة غير محددة قانوناً كنبيطة للوقاية من زيادة الحمل الانية (Simultaneous):

$$I_t \geq \frac{I_b}{C_g} \qquad (3)$$

$$I_t \geq \sqrt{I_n^{\,2}} \div 0.48 I_b^{\,2} \left(\frac{1-C_g^{\,2}}{C_g^{\,2}}\right) \quad (4)$$

ويجب أن يكون الكابل المستخدم والذى فيه ~~لاتقل قيمة~~ سعة حمل التيار لدائرة واحدة (I_t) عن القيمة I_t المحسوبة طبقاً للمعادلة (٢) بعاليه أو بالمعادلة (3) ،(4) المستخدمة وتكون بقيمة لا تقل عن القيمة الأكبر الناتجة من (I_t)

عند تطبيق معاملات التصحيح Ca و/ أو Ci ، فإنه يتم قسمة القيمة (I_t) الناتجة من المعادلات السابقة عليها.

٦-٢ عندما تكون نبيطة الوقاية المستخدمة مصهر نصف مغلق (Simi-enclose) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036 فيكون ذلك على النحو التالى :

٦-٢-١ للدوائر الأحادية

- يقسم التيار الإسمى للمصهر (I_n) على معامل تصحيح درجة الحرارة المحيطة المطبق (Ca) المدرج فى جدول (ع-٥).
- ثم يقسم التيار أيضاً على معامل التصحيح للعزل الحرارى المطبق (C_i).
- ثم يقسم على (0.725).

ويتحدد مقاس الكابل المستخدم بحيث أن قيمة سعة حمل التيار المدرجه (I_t) لا تقل عن قيمة التيار الإسمى للمصهر المعدلة كما سبق.

$$I_t \geq \frac{I_n}{0.725\ C_a\ C_i} \qquad (5)$$

٦-٢-٢ لتجميع الكابلات

يقسم التيار الاسمى I_n للمصهر على (0.725) بالإضافة إلى معامل التصحيح المطبق للتجميع (Cg) الوارد فى الجداول (ع-١)، (ع-٢)، (ع-٣).

$$I_t = \frac{I_n}{0.725\ C_g} \qquad (6)$$

ويمكن كمرادف لذلك، الاختيار بواسطة المعادلة التالية على اعتبار أن الدوائر المجمعة (Group) غير محددة قانونياً (Liable) كنبيطة وقاية من زيادة الحمل آنية أو متزامنة

$$I_t \geq \frac{I_b}{C_g}\ , and \qquad (7)$$

$$I_T \geq \sqrt{1.9 I_n^{\,2} + 0.48 I_b^{\,2} \left(\frac{1 - c_g^{\,2}}{c_g^{\,2}}\right)} \qquad (8)$$

ويكون مقاس الكابل الذى يتم استخدامه بحيث تكون القيمة المدرجة لسعة حمل التيار (I_t) لا تقل عن القيمة (I_t) المحسوبة طبقاً للمعادلة (6) بعاليه أو المعادلتان (7)، (8) عند استخدامها وبحيث لا تقل عن القيمة الأكبر الناتجة من القيمتين (I_t).

وإذا اقتضت الضرورة تطبيق معاملات التصحيح C_a، أو C_i ، فيتم تطبيقها وقسمة قيمة (I_t) الناتجة من المعادلات السابقة عليها.

٦-٣ عندما تكون الوقاية من زيادة الحمل غير مطلوبة

إذا لم تقتضى الضرورة إجراء تطبيقات للوقاية من زيادة الحمل، فإن قيمة التيار التصميمي (I_b) والتى تقسم على معاملات التصحيح المطبقة لتحديد مقاس الكابل الواجب استخدامه، فيجب أن يكون المقاس بحيث أن القيمة الواردة فى الجداول التى تحدد سعة حمل التيار (I_t) لطريقة التركيب المحددة، لا تقل عن القيمة *(I_b) المعدلة على النحو الموضح بعاليه:

$$I_b^{\,*} \geq \frac{I_b}{C_a\, C_g\, C_i} \qquad (9)$$

٦-٤ تغير ظروف التركيب على طول مسار الكابل

تبنى الطرق الموضحة فى البنود من (٦-١) حتى (٦-٣) على افتراض أن كل الظروف الواجب استخدامها من معاملات التصحيح والتى تطبق على نفس الجزء من الموصل فى مسار الدائرة. فإذا كانت هناك معاملات مختلفة مطبقة على أجزاء مختلفة فى المسار، فإن كل جزء من الدائرة يمكن معاملته منفصلاً، أو كحل مرادف فإنه يمكن تطبيق المعامل أو مجموعة المعاملات مجتمعة والأكثر دقة والتى قد لا توجد على طول مسار الكابل، على المسارات، ومن المسموح به الحصول على معاملات دقيقة بالحساب لدرجة الحرارة الزائدة لمختلف أجزاء الموصل والتى من الممكن حدوثها على طول المسار مع أن أخذ حدود الحرارة المناسبة للموصل تكون حينئذ زائدة.

٦-٧ جداول هبوط الجهد Tables of voltage drop

تعطى فى هذه الجداول قيمة هبوط الجهد لكل أمبير لكل متر من طول المسار المحدد للكابلات وتكون نتيجة هبوط الجهد فى جميع موصلات الدائرة وحيث تكون جميع الموصلات عند أقصى درجة حرارة تشغيل مسموح بها فى التشغيل العادى.

تطبق القيم فى الجداول الخاصة للتيار المتردد (a.c) فقط للترددات من (٤٩ - ٦١) هرتز. وللكابلات أحاديه الموصلات المسلحة، فإن القيم الموضحة فى الجداول مبنية على أساس توصيل تسليح الكابل إلى الأرضى فى النهايتين. وقد يكون هبوط الجهد للكابلات التى تعمل عند ترددات أعلى من ذلك أعلى من مثيله فى الترددات الأقل الموضحة فى المسار المحدد لحساب هبوط الجهد (ملى فولت). وبالنسبة للقيم الموضحة لهبوط الجهد لكل امبير لكل متر لكابل ، يتم ضرب هذه القيمة فى طول المسار وفى التيار المحدد مروره فى الكابل وبالتحديد التيار التصميمي للدائرة (I_b) بالأمبير. وفى حاله الدوائر ثلاثية الأطوار فإن قيمة الهبوط (ملى فولت/أمبير/متر) مرتبطه بجهد الخط (Line voltage) مع افتراض حاله توازن الحمل (Balanced) على موصلات الكابل.

ويمكن تجاهل المركبة التحريضية (Inductances) للكابلات ذات قطاع أقل من١٦ مم^2 وتكون قيم هبوط الجهد (ملى فولت/ أمبير/ متر) وكذلك مركبة المقاومة الأومية (Resistive) هى الموضحة فى الجداول. وللكابلات ذات القطاع الأعلى من ١٦مم^2 فإن قيمة هبوط الجهد (ملى فولت/ أمبير/ متر) z ومركبة المقاومة (Impedance) موضحة فى الجداول بالإضافة إلى قيمتها للمقاومة الأومية (r) وقيمتها بالنسبة لمركبة المفاعلة الحثيه (Reactive) x.

ويعتبر الاستخدام المباشر للمركبات المذكورة في الجدول لقيمة المقاومة الأوميه r (ملى

فولت/ أمبير/ متر) وقيمة المعاوقة z ، (مللى فولت/ أمبير/ متر) قيمة تقريبية ومناسبة وقد تؤدى فعلياً إلى حساب قيمة انخفاض الجهد قيمة عالية، أو بمعنى آخر سيؤدى ذلك إلى تخفيض غير ضرورى لطول الدائرة المسموح به.

وكمثال عندما يكون التيار التصميمى للدائرة منخفضاً بلا داعى مقارنة بسعة حمل التيار المؤثر للكابل الذى تم اختياره، فإن إنخفاض الجهد الحقيقى يكون أقل من القيمة المحسوبة بسبب أن درجة حرارة الموصل ومقاومته سوف تكون أقل من تلك الموضحة فى الجداول (مللى فولت/ أمبير/ متر) والمؤسس عليها هذه الجداول.

وبالنسبة لمعامل القدرة (Power factor) فى دوائر التيار المتردد، فإن استعمال القيم الواردة فى الجداول لهبوط الجهد (مللى فولت/ أمبير/ متر) [وللكابلات كبيرة المقاس (مللى فولت/ أمبير/ متر) z] فإن استخدام هذه القيم لحساب فرق الجهد يكون صحيحاً بدقه فقط عندما تكون زاوية الطور (Phase angle) للكابل مساوية لها بالنسبة للحمل وعندما لا تتساوى الزاويتان فإن استخدام القيم من الجداول (مللى فولت/ أمبير/ متر) r أو z تؤدى إلى حساب هبوط فى الجهد أكبر من الحقيقى. وفى بعض الأحوال يكون من الأفضل أن يؤخذ معامل القدرة فى الاعتبار عند حساب الهبوط فى الجهد. وعموماً فإن الهبوط فى الجهد الأكثر دقة والتى سيرد شرحها فى الخطوات التالية و التى يمكن استخدامها.

٧-١ تصحيح درجة حرارة التشغيل

القيمة التصميمية لانخفاض الجهد (مللى فولت/ أمبير/ متر) للكابلات ذات الموصلات قطاع أقل من ١٦مم^2 أو تنتج من ضرب القيمة المدرجه فى الجداول فى المعامل c_t الناتج من المعادلة التالية:

$$c_t = \frac{230 + t_p - [c_a^{\,2} c_g^{\,2} - \frac{I_b^{\,2}}{I_t^{\,2}}](t_p - 30)}{230 + t_p} \qquad (10)$$

حيث (t_p) هى أعلى درجة حرارة تشغيل مسموح بها (^{o}م) وتطبق هذه المعادلة فقط عندما تكون نبيطة الوقاية من زيادة التيار مختلفة عن المصهر المطابق للمواصفات البريطانية BS 3036 وعندما تكون درجة الحرارة المحيطة (Ambient) مساوية أو أكبر من ٣٠^{o}م.

ملحوظة: للاستخدام السهل للمعادلة السابقة فإنها مبنية على أن معامل تغير المقاومة مع درجة الحرارة (Resistance-temperature coefficient) ٠,٠٠٤ لكل ^{o}م عند ٢٠^{o}م لكل من الموصلات النحاس والألومنيوم.

- بالنسبة للكابلات بموصلات ذات قطاع أكبر من ١٦مم^2 ،فإن المركبة الأومية (Resistance) للهبوط فى الجهد هى فقط التى تتأثر بدرجة الحرارة ويطبق عليها المعامل (c_t) على القيمة (مللى فولت/ أمبير/ متر) والقيمة التصميمية(مللى فولت/ أمبير/ متر) z تنتج بالجمع المتجهى لمركبتى انخفاض الجهد (x,r).

بالنسبة لمقاسات الموصلات الكبيرة جداً فإن المركبة (r) للهبوط فى الجهد تكون صغيرة جداً عن المركبة (x): $\left[3 \leq \frac{\text{المركبة}(x)}{\text{المركبة}(r)}\right]$

فإنه يمكن عدم مراعاة معامل تصحيح درجة الحرارة (c_t).

٧-٢ تصحيح معامل القدرة للحمل Correction for load power factor

يمكن الحصول على القيمة التصميمية للهبوط فى الجهد (مللى فولت/ أمبير/ متر) للكابلات ذات الموصلات بقطاع أقل من ١٦مم٢ بضرب القيمة الواردة فى الجداول فى معامل القدرة للحمل ($\cos \Phi$). وبالنسبة للكابلات ذات الموصلات بقطاع أكبر من ١٦مم٢ فإن القيمة التصميمية للهبوط فى الجهد يمكن الحصول عليها تقريباً كالآتى:

$\cos \Phi$ (مللى فولت/ أمبير/ متر) r من الجداول + $\sin \Phi$ (مللى فولت/ أمبير/ متر) x من الجداول.

وفى حالة الكابلات أحادية الموصل وذات الشكل المبطط (Flat formation)، فإن القيم الواردة فى الجداول تطبق على الكابلات الموضوعة خارجياً (Outer cables) وربما يكون الناتج كهبوط فى الجهد أقل من المتوقع بين الكابلات الخارجية والكابلات الموضوعة عند المركز، للكابلات ذات القطاع أكبر من ٢٤٠مم^2 ولمعامل القدرة أعلى من ٠,٨.

٧-٣ توحيد معامل التصحيح لدرجة حرارة التشغيل ومعامل القدرة للحمل

فى البنود من (٧-١) إلى (٧-٢) السابقة عندما يراعى التقريب المناسب لتصحيح قيم الهبوط فى الجهد الواردة فى الجداول مع درجة حرارة التشغيل ومعامل القدرة للحمل، فإن القيمة التصميمية للهبوط فى الجهد (مللى فولت/ أمبير/ متر) يحصل عليها على النحو التالى:

تكون للكابلات ذات الموصلات قطاع أقل من ١٦مم^2

$$C_t \cos \Phi \times (\text{mv/A/m tabulated})$$

وللكابلات ذات الموصلات قطاع أكبر من ١٦مم^2

$$C_t \cos \Phi \left[(\text{mv/A/m})_r \text{ tabulated} + \sin \Phi \, (\text{mv/A/m})_x \text{ tabulated}\right]$$

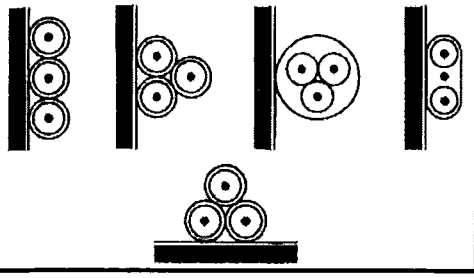
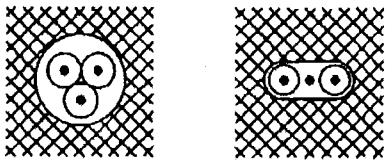
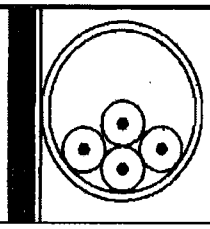
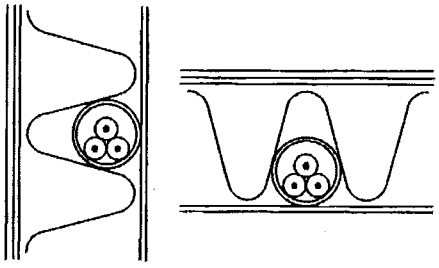
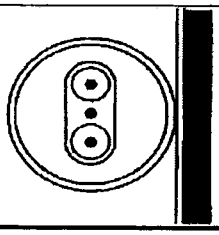
٨- طرق تركيب الكابلات

يوضح جدول (ط-١) طرق تركيب الكابلات والتى بنى عليها الاسترشاد فى هذا القسم بمقاسات الكابلات والجداول التى توضع بها سعة حمل التيار لاختيار سعة التيار المحددة لكابل منشأ بطريقة معينة وطبقاً لطرق التركيب الموضحة برقم محدد والتى بناء عليه ورد سعة حمل التيار فى الجداول من (نح-١) حتى (نح- ١٦) للموصلات النحاس ومن (لو-١) حتى (لو-٨) للموصلات الألومنيوم.

ويمكن استخدام طرق تركيب أخرى، عندما تحدد وتوصف بواسطة مهندس كهرباء متخصص ومتمرس، وفى هذه الحالة فإنه من المطلوب تقييم سعة حمل التيار للكابلات المحددة طبقاً لهذه الطرق إعتماد على طرق اختبارية أو طرق تجريبية (Experimental work).

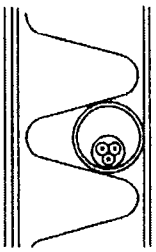
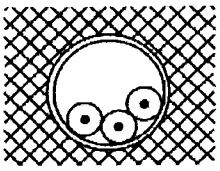
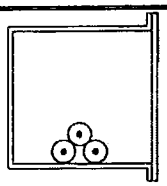
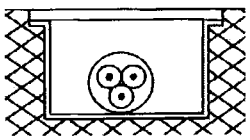
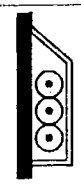
ملحق (م٦/٣-٢) ب : طرق تركيب وأنواع عزل الكابلات والموصلات الكهربائية

جدول (ط-١): : طرق تركيب الكابلات والموصلات الكهربائية

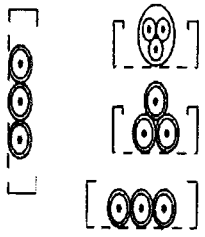
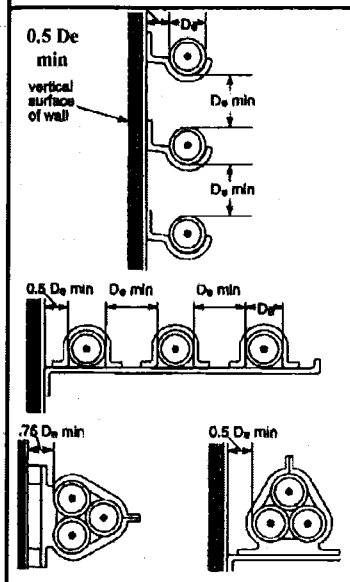
رقم الطريقة	التوصيف	الأمثلة
ممسوكة مباشرة فى مكان مفتوح open and clipped direct		
طريقة (1)	كابلات أحادية معزولة أو متعددة الموصلات ممدده مباشرة على سطح غير معدنى أو مثبتة بواسطة أقفزة (Clipped) مباشرة إلى سطح غير معدنى	
كابلات مدفونة مباشرة فى مواد مبانى		
طريقة (٢)	كابلات مغلفة بمادة عازلة ومدفونة مباشرة فى الجص أو البياض أو المبانى أو الخرسانة أو ما شابه ذلك خلافاً للنوعيات العازلة حرارياً	
موضوعة فى مواسير		
طريقة (٣)	موصلات أحادية غير مغلفة بمادة عازلة موضوعة فى داخل ماسورة معدنية أو غير معدنية مركبة على حائط أو سقف	
طريقة (٤)	كالسابق رقم (٣) تماماً ولكن مركبة داخل حائط من المادة العازلة حرارياً أو أسفل سقف من المادة العازلة حرارياً. والماسوره تكون ملامسة لسطح موصل حرارياً من جهه واحدة*	
طريقة(٣)	كابل متعدد الموصلات معزول وغير مسلح وموضوع داخل ماسوره معدنية أو غير معدنية مركبة على حائط أو سقف	

- يعتبر الحائط ذا سطحين أحداهما الخارجى مقاوم للعوامل الجوية وعازل حرارياً والسطح الداخلى بياض أو غطاء مثل المواد الخشبية له معامل إنتقال حرارى (Heat Transfer) لا يقل عن $10 W/m^2 K^\circ$ والماسورة ملتصقة (Close) بالسطح الداخلى للحائط ويفترض تسرب الحرارة من الكابلات خلال السطح الداخلى فقط

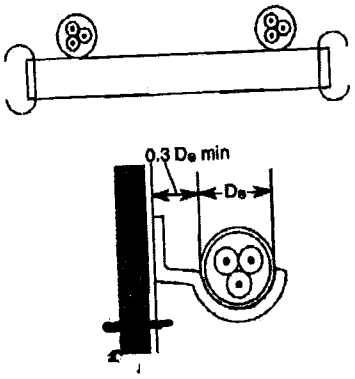
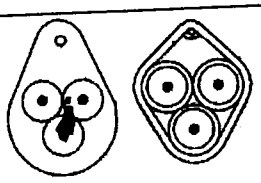
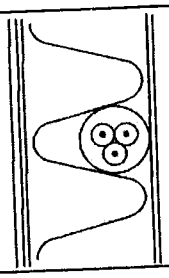
تابع جدول (ط-١): : طرق تركيب الكابلات والموصلات الكهربائية

رقم الطريقة	التوصيف	الأمثلة
طريقة (٤) طريقة (٦)	الكابلات المغلفة المركبه بنفس الطريقة (٤) السابقة فيما يخص الكابلات المعزولة بمادة PVC ومغلفة مستوية (flat) ومعها موصل وقاية	
طريقة (٣)	الكابلات موضوعة داخل ماسورة مدفونة مباشرة فى الجص أو البياض أو المبانى أو الخرسانة أو ما شابه ذلك خلافاً للنوعيات العازلة حرارياً.	
كابلات موضوعة فى مجرى Trunking		
طريقة(٣)	الكابلات الموضوعة داخل مجرى (Trunking) ومثبتة على الحائط أو معلقة فى الهواء.	
طريقة(٣)	الكابلات الموضوعة فى مجرى أرضى متساوى مع سطح الأرض Flush floor trunking	
طريقة (٣)	موصلات مفرده فى مجرى معلق على الحائط (Skirting trunking)	

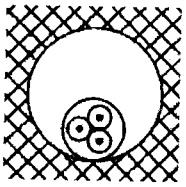
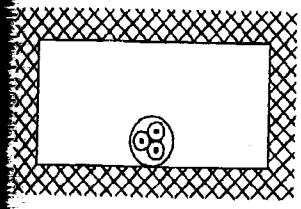
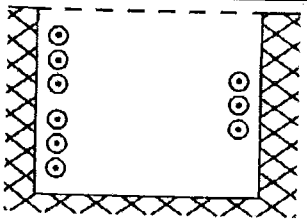
تابع جدول (ط-١): : طرق تركيب الكابلات والموصلات الكهربائية

رقم الطريقة	التوصيف	الأمثلة
كابلات موضوعة على مجارى On trays		
طريقة (١١)	كابلات مغلفة توضع فوق مجارى كابلات مثقبة (Perforated) وغير مغطاة وهى مجارى مهواة وتشغل الفتحات فيها ٣٠% على الأقل من مساحه سطح المجارى	
كابلات موضوعة فى الهواء الحر على أقفزه أو أقواس أو سلالم		
طريقة (١٢)	- كابلات مفردة (Single core) معلقة حرة فى الهواء (Free air) (لا تشمل وسائل التمرير المعدنية أسفل الكابل أكثر من ١٠% من مسقط مسطح الكابل - كابلان أو ثلاثة من هذا النوع أسفل بعضهما البعض على أن تكون المسافة بينهما على الأقل تساوى القطر الخارجى للكابل والمسافة بين الكابل والحائط تساوى نصف القطر الخارجى للكابل على الأقل. - كابلان أو ثلاثة توضع على استقامة أفقياً بمسافات كالسابق تماماً سواء بين الكابلات أو بينهما والحائط - ثلاثة كابلات على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) والمسافة بين الحائط وأقرب كابل لا تقل عن نصف القطر الخارجى للكابل وبين الحائط وأقرب كابلات لا تقل عن ¾ القطر الخارجى للكابل	

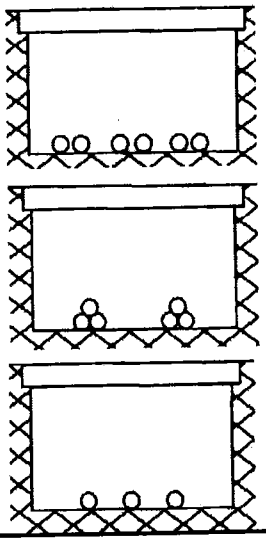
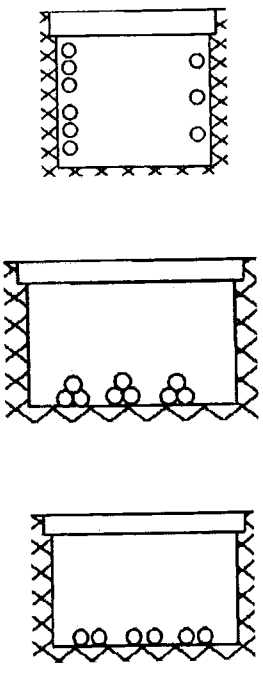
تابع جدول (ط-١): طرق تركيب الكابلات والموصلات الكهربائية

رقم الطريقة	التوصيف	الأمثلة
طريقة (١٣)	- الكابلات المعزولة والمغلفة الممدودة على سلالم كابلات (Cables ladder) أو أقواس (Brackets) على أن تكون المسافة بين الكابلات أكبر من ضعف القطر الخارجى للكابل - مد الكابلات السابقة فى الهواء الحر بحيث تكون المسافة عن الحائط لا تقل عن ٠,٣ القطر الخارجى للكابل لا تشغل جميع أدوات التثبيت أسفل الكابلات أكثر من ١٠% من مساحة مسقط الكابل	
طريقة (١٢) أو (١٣) حسب الحالة	الكابلات المعلقة من أو ضمن سلك تعليق (Catenary wire)	
كابلات موضوعة فى فراغات المبانى (In building Voids)		
طريقة (١٤) طريقة(١٥)	طريقة رقم (٤) تماماً فيما يخص الكابلات المعزولة بمادة البلاستيك (PVC) ومغلفة بشكل مستوى (Flat)	
طريقة (٤)	كابلات مغلفة تمر داخل مجرى (Duct) أو فراغ (void) مشكل فى إنشاء المبنى بخلاف المواد العازلة حرارياً	

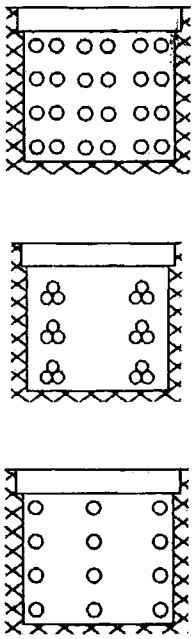
تابع جدول (ط-١): طرق تركيب الكابلات والموصلات الكهربائية

رقم الطريقة	التوصيف	الأمثلة
طريقة (٣)	عندما يكون القطر الخارجى للكابل (De) ويكون المجرى أو الفراغ بقطر أقل من (5 De) أو محيطه Perimeter لا يزيد عن (20 De) يطبق ما يطبق على الطريقة رقم (٤) ملحوظة(١) - عندما يزيد قطر المجرى أو الفراغ عن (5De) أو يزيد محيطه عن (20 De) يطبق مثل ما يجرى على الطريقة رقم (٣) ملحوظة (٢) - إذا زاد محيط المجرى عن (60De) تعامل الحالة معاملة الطريقة من رقم ١٨ إلى رقم٢٠ التالية - De هى القطر الخارجى للكابل الواحد أو بالنسبة لمجموعة الكابلات فيحسب اجمالى أقطار هذه الكابلات	 
كابلات موضوعة في خنادق أرضية Trenches		
طريقة (١٢) أو طريقة (١٣) حسب الحالة	كابلات مثبتة علي جدار خنادق (Trenches) كابلات أرضية مفتوحة أو مهواة وعلي مسافات بينية كالموضحة في طريقة التركيب ١٢ أو/ و طريقة التركيب ١٣	

تابع جدول (ط-١): طرق تركيب الكابلات والموصلات الكهربائية

رقم الطريقة	التوصيف	الأمثلة
طريقة (١٨)	- كابلات موضوعة فى خندق أرضي (Trench) بمقاس لا يقل عن ٤٥٠ مم عرض و٣٠٠مم عمق والغطاء بسمك ١٠٠مم - من٢ إلى ٦ كابلات أحادية الموصل بمسافات فيما بينها لا تقل عن القطر الخارجى للكابل - واحد أو أثنين مجموعة من ثلاثة كابلات أحادية الموصل فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) - من واحد إلى أربعة كابل ثنائى الموصلات أو من واحد إلى ثلاثة كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات وتكون جميع الكابلات بمسافات بينيه لا تقل عن ٥٠ مم	
طريقة (١٩)	كابلات موضوعه فى خندق أرضي (Trench) بمقاس ٤٥٠ مم عرض و٦٠٠ مم عمق على الأقل بغطاء بسمك ١٠٠مم -من ٦ إلى ١٢ كابل أحادى الموصل مرصوصة رأسياً على حوائط المجرى فى مجموعتين أو ثلاثة مستويه Flat على مسافات بين الكابلات لا تقل عن القطر الخارجى للكابل وبحد أدنى ٥٠ مم بين المجموعات - أو من ثلاثة إلى أربعة مجموعات من ثلاثة كابلات أحادية الموصل موضوعة فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) وتكون بمسافات بينية للمجموعات لا تقل عن ٥٠ مم٢ -أو من أربعة إلى ثمانيه من كابل ثنائى الموصل أو من ثلاثة إلى ستة من كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات بمسافة بين الكابلات لا تقل عن ٧٥ مم فيما بينهما	

تابع جدول (ط-١): طرق تركيب الكابلات والموصلات الكهربائية

رقم الطريقة	التوصيف	الأمثلة
تابع طريقة (١٩)	ملحوظات: - يجب وضع جميع الكابلات بعيدة عن حوائط المجرى بمسافة ٢٥ مم على الأقل - يمكن تنفيذ مسافات بينيه أكبر من ذلك إذا كانت متاحة	
طريقة (٢٠)	كابلات موضوعة فى خندق أرضي (Trensh) بمقاس ٦٠٠ مم عرض و٧٦٠ مم عمق على الأقل بغطاء بسمك ١٠٠ مم - من ١٢ إلى ٢٤ كابلات أحادية الموصل تنظم داخل الخندق كالاتى: • مجموعات من كابلين أو ثلاثة بمسافة فيما بين الكابلات تعادل القطر الخارجى للكابل وبمسافة بين المجموعات سواء أفقياً أو رأسياً لا تقل عن ٥٠ مم أو • تجميع الكابلات أحادية الموصل على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoi)l لكل مجموعة تفصل بينهما مسافات سواء أفقياً أو رأسياً لا تقل عن ٥٠ مم أو • من ٨ إلى ١٦ كابل ثنائى الموصلات أو من ٦ إلى ١٢ كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات بمسافات بينيه سواء أفقياً أو رأسياً لا تقل عن ٧٥ مم ملحوظات: ▪ يجب وضع جميع الكابلات بعيدة عن حوائط المجرى بمسافة ٢٥ مم على الأقل ▪ يمكن تنفيذ مسافات بينية أكبر من ذلك إذا كانت متاحة	

جدول (ط- ٢): عزل وأنواع الكابلات والموصلات الكهربائية

ملخص مواصفة الكابل	درجة حرارة تشغيل الموصل	جدول سعة التيار الذى يطبق
كابلات كهربائية مسلحة ومعزولة بلدائن الثرموسيتنج (Thermosetting) فصيلة ٦٠٠/١٠٠٠ فولت	٩٠°م	نح-٨، نح -٩، لو-٧، لو-٨
كابلات كهربائية معزولة بالثرموبلاستيك (PVC) وغير مسلحة فصيلة ٧٥٠ فولت للتوصيلات الداخلية للقوى والإنارة	٧٠°م ، ٩٠°م	نح -١، نح -٢، نح -٦
كابلات كهربائية معزولة بالثرموبلاستيك (PVC) ومسلحة أو مبططة (Flat) وتحوى موصل وقاية (Protective conductor) ومسلحة أو مد (Sheathed)	٧٠°م	نح -٥
كابلات كهربائية معزولة عزل معدنى غير عضوى بعزل فصيلة حتى ٧٥٠ فولت	٧٠°م* ، ١٠٥°م*	نح -١٥، نح -١٦
كابلات كهربائية معزولة بالثرموبلاستيك (PVC) ومسلحة فصيلة ٦٠٠/١٠٠٠ فولت	٧٠°م	نح -٣، نح -٤، لو-٣، لو-٤
أسلاك كهربائية معزولة ومرنة (Elec. flexible cords) فصيلة ٣٠٠ /٥٠٠ فولت للاستخدام مع الأجهزة والأدوات المنزلية والمكتبية وشابهها من ناحية الظروف البيئية المحيطة	٦٠°م، ٩٠°م	نح -١٤
كابلات كهربائية مسلحة معزولة بلدائن الثرموسيتنج (Thermosetting) فصيلة ٦٠٠/١٠٠٠ فولت وقليلة انبعاث الدخان والغازات المسببة للحت الكيميائى والصدأ والتآكل عند تأثرها بالحريق أو اللهب	٩٠°م	نح -٨، نح -٩، لو-٧، لو-٨
كابلات كهربائية معزولة بمادة الإلاستومير (Elastomer) للتركيبات الثابتة على أرصفة الموانى والتركيبات الثابتة والمتحركة بالوحدات البحرية (Off share unit)	٨٥°م	نح -١٠، نح -١١
كابلات كهربائية معزولة بلدائن الثرموسيتنج (Thermosetting) وغير مسلحة لتركيبات القوى والإضاءة وقليلة انبعاث الدخان والغازات المسببة للحت الكيميائى والصدأ والتآكل عند تأثرها بالحريق أو اللهب	٩٠°م	نح -٦، نح-٧

تابع جدول (ط- ٢): عزل وأنواع الكابلات والموصلات الكهربائية

ملخص مواصفة الكابل	درجة حرارة تشغيل الموصل	جدول سعة ... الذى يطبق
كابلات كهربائية متعددة الموصلات مقاومة للحريق (Fire resistance) فصيلة ٣٠٠/٥٠٠ فولت، قليلة انبعاث الدخان والغازات المسببة للحت الكيميائى والصدأ والتاكل عند تأثرها بالحريق أو اللهب	٧٠°م	نح -٢
كابلات كهربائية مسلحة فصيلة ٦٠٠/١٠٠٠ فولت معزولة بلدائن الثرموسيتنج ومقاومة للحريق (Fire resistance)، قليلة انبعاث الدخان والغازات المسببة للحت الكيميائى والصدأ أو التأكل عند تأثرها بالحريق أو اللهب	٩٠°م	نح -٩
كابلات كهربائية إحادية الموصل غير مسلحة ومعزوله براتنجات الثرموسيتنج فصيلة ٦٠٠/١٠٠٠ فولت	٩٠°م	نح -٦ ، لو-٥
كابلات كهربائية مرنة (Flexible) حتى فصيلة ٤٥٠/٧٥٠ فولت للاستخدام فى الأدوات والأجهزة التى تعمل فى الصناعة أوالوسط المحيط المشابه لذلك	٦٠°م ، ١١٠°م	نح -١٢، نح -١٣ ، نح -١٤
كابلات كهربائية محاطة بحجاب معدنى (Screened) فصيلة ٣٠٠/٥٠٠ فولت، قليلة أنبعاث الدخان والغازات المسببة للحت الكيميائى والصدأ والتآكل عند تأثرها بالحريق أو اللهب وتستخدم فى الفواصل الخفيفة فى المبانى (Thin partitions) والفراغات (Voids)	٧٠°م	نح -٢
كابلات كهربائية معزولة بعزل معدنى غير عضوى بفصيلة لا تزيد عن ٧٥٠ فولت	٧٠°م* / ١٠٥°م*	نح -١٥ ، نح -

* درجة حرارة تشغيل الغلاف أو الدرع (Sheath)

سعة التيار للجداول (لو-١)، (لو-٢)، (لو-٦) ليست مدرجة فى الوقت الحاضر لعدم توفر مواصفات خاصة بهذا النوع من الكابلات

ملحق (م٦-٣-٢) ت: معاملات التصحيح

جدول (ع-١): معاملات التصحيح عند تمديد أكثر من دائرة من كابلات أحادية الموصل أو أكثر من كابل واحد متعدد الموصلات طبقاً لطرق التركيب المختلفة

يتم تطبيق هذه المعاملات على سعة التيار لدائرة واحدة فى الجداول أرقام:من جدول (نح-١) حتى جدول (نح-١١) ، جدول (نح-١٥) ومن جدول (لو-١) حتى (لو -٨)**

طريقة التركيب المذكورة فى جدول طرق التركيب	معامل التصحيح للتجميع (Cg) عدد الدوائر أو عدد الكابلات متعددة الموصلات												
	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١٢	١٤	١٦	١٨	٢٠
الطريقة المغلقة: طريقة (٣)، (٤) والطريقة الممسوكة والمثبتة على سطح غير معدنى مباشرة طريقة (١)	٠,٨٠	٠,٧٠	٠,٦٥	٠,٦٠	٠,٥٧	٠,٥٤	٠,٥٢	٠,٥٠	٠,٤٨	٠,٤٥	٠,٤٣	٠,٤١	٠,٣٩	٠,٣٨
الطريقة الممسوكة على سطح غير معدنى فى صف واحد على إستقامة	٠,٨٥	٠,٧٩	٠,٧٥	٠,٧٣	٠,٧٢	٠,٧٢	٠,٧١	٠,٧٠	–	–	–	–	–	–
– متلاصقة	٠,٩٤	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠
– بمسافة بينية *														
مد كابلات متعددة الموصلات على مجرى كابلات مثقبة رأسياً أو أفقياً وبطريقة (١١)	٠,٨٦	٠,٨١	٠,٧٧	٠,٧٥	٠,٧٤	٠,٧٣	٠,٧٣	٠,٧٢	٠,٧١	٠,٧٠	–	–	–	–
– متلاصقة	٠,٩١	٠,٨٩	٠,٨٨	٠,٨٧	٠,٨٧	–	–	–	–	–	–	–	–	–
– بمسافة بينية *														

تابع جدول (ع-١) : معاملات التصحيح عند تمديد أكثر من دائرة من كابلات أحادية الموصل أو أكثر من كابل واحد متعدد الموصلات

طريقة التركيب المذكورة فى جدول طرق التركيب	معامل التصحيح للتجميع (Cg) عدد الدوائر أو عدد الكابلات متعددة الموصلات													
	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١٢	١٤	١٦	١٨	٢٠
الكابلات طبقة واحدة مكونة من كابل أحادى الموصلات متلاصقة على مجرى كابلات مثقبة : طريقة (١١)														
- مجارى كابلات أفقية	٠,٩٠	٠,٨٥	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- مجارى كابلات رأسية	٠,٨٥	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
الكابلات متعددة الموصلات متلاصقة طبقة واحدة على سلالم: طريقة (١٣)	٠,٨٦	٠,٨٢	٠,٨٠	٠,٧٩	٠,٧٨	٠,٧٨	٠,٧٧	-	-	-	-	-	-	-

* تكون المسافة البينية بين الكابلات مساوية للقطر الخارجى للكابل على الأقل (De) ، وإذا كانت المسافة تزيد عن (2De) فلا تطبق معاملات تجميع

- الجدول لم يوضح معامل تجميع

• لا تطبق على الكابلات المعزوله معدنياً (Mineral insulated) ويرجع إلى الجدول التالى

** عندما تكون هناك مجموعة كابلات مجمعه معاً وهى مختلفة فى درجات حرارة التشغيل فإن سعة التيار تؤخذ على أساس أقل درجة حرارة تشغيل فى المجموعة

جدول (ع-٢): معاملات التصحيح لتمديد كابلات متعددة الموصلات من النوع المغلف بمواد معدنية (Mineral) ومعزولة ومركبة على مجارى كابلات مثقبة

(يتم تطبيق هذه المعاملات على سعة التيار للدائرة الواحدة فى طريقة التركيب (١١) بالجدول (نح -١٥أ)

وضع مجرى الكابل	ترتيب الكابلات	عدد مجارى الكابلات	عدد الكابلات متعدده الموصلات أو الدوائر					
			١	٢	٣	٤	٦	٩
افقى	كابلات متعددة الموصلات متلاصقة	١	١,٠	٠,٩٠	٠,٨٠	٠,٨٠	٠,٧٥	٠,٧٥
افقى	كابلات متعددة الموصلات متباعدة *	١	١,٠	١,٠	١,٠	٠,٩٥	٠,٩٠	–
رأسى	كابلات متعددة الموصلات متلاصقة	١	١,٠	٠,٩٠	٠,٨٠	٠,٧٥	٠,٧٥	٠,٧٠
رأسى	كابلات متعددة الموصلات متباعدة*	١	١,٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٠,٨٥	–
افقى	كابلات أحادية الموصلات بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) متباعدة **	١	١,٠	١,٠	٠,٩٥	–	–	–
رأسى	كابلات أحادية الموصلات بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) متباعدة **	١	١,٠	٠,٩٠	٠,٩٠	–	–	–

- * المسافة البينية بين أسطح الكابلات المتجاورة تساوى القطر الخارجى للكابل (De) على الأقل
- ** المسافة البينية بين الأسطح المتجاورة تساوى ضعف القطر الخارجى للكابل (2De) على الأقل
- – لا توجد قيم لمعامل التصحيح

ملاحظات على الجدولين السابقين:

١- تطبق المعاملات الموضحة فى هذين الجدولين على مجموعة كابلات بمقاس واحد وتكون قيمة سعة التيار الناتجة حسب المعامل المطبق هى القيمة القصوى للتحميل لكل كابل فى المجموعة.

٢- إذا تحددت ظروف التشغيل وكان من المتوقع أن يحمل الكابل تياراً لا يزيد عن ٣٠% من إجمالى حمل المجموعة، فيمكن تجاهل الحصول على معامل التحميل لبقية المجموعة.

مثال: إذا كانت مجموعة كابلات محملة عددها (N) تحتاج لتطبيق معامل تصحيح قيمته (Cg) للتطبيق على التيار (I_t) المدرجه بالجدول، وكان من بينها فى المجموعة عدد (M) من الكابلات تحمل ٣٠% من قيمة ($I_t \times Cg$) أمبير ، فإن باقى الكابلات يمكن تحديد مقاساتها باستخدام معامل تصحيح للمجموعة مبنى على العدد المتبقى (N-M).

٣- عند تجميع كابلات تختلف فيها درجة حرارة التشغيل للموصلات فإن سعة التيار يجب أن تؤسس على درجة حرارة التشغيل (Operating temp.) الأقل من هذه الكابلات.

٤- إذا زادت المسافة البينية للكابلات عن (2De) أفقياً، فلا تطبق معاملات تصحيح للجميع.

جدول (ع-٣): معاملات التصحيح للكابلات المركبة فى خنادق مغلقة (Enclosed trenches)

طرق التركيب (١٨، ١٩، ٢٠) من الجدول (ط-١)*

- معاملات التصحيح الموضحة فيما بعد مبنية على أساس أوضاع الكابلات الواردة فى طريقة (١٨، ١٩، ٢٠) والموضحة فى جدول (ط-١) وقابلة للتطبيق على أقصى حمل للتيار فى طـرق التركيب (١٢، ١٣) فى جدول (ط-١) كما هو موضح فى الجدول بهذا القسم

قطاع الموصل (مم²)	٤	٦	١٠	١٦	٢٥	٣٥	٥٠	٧٠	٩٥	١٢٠	١٥٠	١٨٥	٢٤٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠	٦٣٠
طريقة التركيب (١٨) عدد ٢ موصل مفرد (S.c) أو كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٩٣	٠,٩٢	٠,٩١	٠,٩١	٠,٩٠	٠,٨٩	٠,٨٨	٠,٨٧	٠,٨٦	٠,٨٥	٠,٨٤	٠,٨٣	٠,٨٢	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٧
عدد ٣ موصل مفرد (S.c) أو عدد ٢ كابل ثنائى الموصلات	٠,٩٠	٠,٨٩	٠,٨٨	٠,٨٧	٠,٨٦	٠,٨٥	٠,٨٤	٠,٨٢	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٧	٠,٧٦	٠,٧٤	٠,٧٣	٠,٧٢	٠,٧١
عدد ٤ موصل مفرد أو عدد ٢ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٨٧	٠,٨٦	٠,٨٥	٠,٨٤	٠,٨٢	٠,٨١	٠,٧٩	٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٧٥	٠,٧٤	٠,٧٣	٠,٧١	٠,٦٩	٠,٦٧	٠,٦٦	٠,٦٥
عدد ٦ موصل مفرد أو عدد ٤ كابل ثنائى الموصلات أو عدد ٣ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٨٢	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٧٥	٠,٧٤	٠,٧٢	٠,٧٠	٠,٦٩	٠,٦٧	٠,٦٥	٠,٦٣	٠,٦٢	٠,٥٩	٠,٥٨	٠,٥٦
طريقة التركيب (١٩) عدد ٦ موصل مفرد أو عدد ٤ كابل ثنائى الموصلات أو عدد ٣ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٨٦	٠,٨٦	٠,٨٥	٠,٨٣	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٧	٠,٧٥	٠,٧٣	٠,٧٢	٠,٧٠	٠,٦٩	٠,٦٨	٠,٦٦	٠,٦٤	٠,٦٣
عدد ٨ موصل مفرد أو عدد ٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٨٣	٠,٨٢	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٧٤	٠,٧٣	٠,٧٢	٠,٧٠	٠,٦٨	٠,٦٧	٠,٦٥	٠,٦٣	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٥٨	٠,٥٧

تابع جدول (ع-٣): معاملات التصحيح للكابلات المركبة فى خنادق مغلقة (Enclosed trenches)

قطاع الموصل (مم٢)	٤	٦	١٠	١٦	٢٥	٣٥	٥٠	٧٠	٩٥	١٢٠	١٥٠	١٨٥	٢٤٠	٣٠٠	٤٠٠	٥٠٠	٦٣٠
عدد ١٢ موصل مفرد أو عدد ٨ كابل ثنائى الموصلات أو عدد ٦ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٧٦	٠,٧٥	٠,٧٤	٠,٧١	٠,٦٩	٠,٦٨	٠,٦٦	٠,٦٤	٠,٦٣	٠,٦١	٠,٥٩	٠,٥٨	٠,٥٦	٠,٥٤	٠,٥٢	٠,٥١	٠,٤٩
طريقة التركيب (٢٠) عدد ١٢ موصل مفرد أو عدد ٨ كابل ثنائى الموصلات أو عدد ٦ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٧٤	٠,٧٢	٠,٧١	٠,٧٠	٠,٦٨	٠,٦٦	٠,٦٤	٠,٦٣	٠,٦١	٠,٥٩	٠,٥٧	٠,٥٦	٠,٥٤
عدد ١٨ موصل مفرد أو عدد ١٢ كابل ثنائى الموصلات أو عدد ٩ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٧٤	٠,٧٣	٠,٧٢	٠,٧٠	٠,٦٧	٠,٦٦	٠,٦٤	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٥٨	٠,٥٧	٠,٥٥	٠,٥٣	٠,٥٢	٠,٥٠	٠,٤٨	٠,٤٧
عدد ٢٤ موصل مفرد أو عدد ١٦ كابل ثنائى الموصلات أو عدد ١٢ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى	٠,٦٩	٠,٦٨	٠,٦٦	٠,٦٤	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٥٩	٠,٥٧	٠,٥٥	٠,٥٣	٠,٥١	٠,٤٩	٠,٤٨	٠,٤٦	٠,٤٤	٠,٤٣	٠,٤١

* عند تجميع كابلات تختلف درجة حرارة تشغيل موصلاتها، فإن سعة التيار يجب أن تؤسس على أقل درجة حرارة تشغيل من هذه الموصلات

ملاحظات:

١- الجدول السابق قابل للتطبيق على تجميع كابلات متساوية القطاع والقيمة الناتجة من التطبيق للمعاملات هى القيمة القصوى لتحميل أى من الكابلات فى المجموعة

٢- إذا تحددت ظروف التشغيل وكان من المتوقع أن يحمل بتيار لا يزيد عن ٣٠% من إجمالى حمل المجموعة فيمكن تجاهل الفرق للحصول على معامل التحميل لبقية المجموعة

٣- عند تجميع كابلات تختلف فى درجة حرارة تشغيل موصلاتها، فإن سعه التيار يجب أن تؤسس على أقل درجة حرارة تشغيل فى هذه الموصلات

٤- عند تجميع عدد من الكابلات مخالف لما ورد فى الجدول، تستخدم معاملات التصحيح للعدد الأكبر التالى لعدد هذه الكابلات

جدول (ع-٤): معاملات التصحيح لدرجات الحرارة عندما تكون الوقاية ضد قصر الدائرة (Short circuit) فقط

نوع المادة العازلة	درجة حرارة التشغيل	Ambient temperature (°C)														
		25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
ثرموسيتنج (مطاطي) Thermosetting (rubber) للكابلات المرنة فقط	٦٠°م	١,٠٤	١,٠	٠,٩١	٠,٨٢	٠,٧١	٠,٥٨	٠,٤١	–	–	–	–	–	–	–	–
ثرمويلاستيك PVC (Thermoplastic) للاستخدامات العامة	٧٠°م	١,٠٣	١,٠	٠,٩٤	٠,٨٧	٠,٧٩	٠,٧١	٠,٦١	٠,٥٠	٠,٣٥	–	–	–	–	–	–
ورق (Paper)	٨٠°م	١,٠٢	١,٠	٠,٩٥	٠,٨٩	٠,٨٤	٠,٧٧	٠,٧١	٠,٦٣	٠,٥٥	٠,٤٥	٠,٣٢	–	–	–	–
ثرموسيتنج (مطاطي)	٨٥°م	١,٠٢	١,٠	٠,٩٥	٠,٩٠	٠,٨٥	٠,٨٠	٠,٧٤	٠,٦٧	٠,٦٠	٠,٥٢	٠,٤٣	٠,٣٠	–	–	–
ثرمويلاستيك (PVC) عالي الحرارة (*)	٩٠°م	١,٠٣	١,٠	٠,٩٧	٠,٩٤	٠,٩١	٠,٨٧	٠,٨٤	٠,٨٠	٠,٧٦	٠,٧١	٠,٦١	٠,٥٠	٠,٣٥	–	–
ثرموسيتنج (Thermosetting)	٩٠°م	١,٠٢	١,٠	٠,٩٦	٠,٩١	٠,٨٧	٠,٨٢	٠,٧٦	٠,٧١	٠,٦٥	٠,٥٨	٠,٥٠	٠,٤١	٠,٢٩	–	–
معدني (Mineral)	غلاف ٩٠°م	١,٠٣	١,٠	٠,٩٣	٠,٨٥	٠,٧٧	٠,٦٧	٠,٥٧	٠,٤٥	٠,٣١	–	–	–	–	–	–
	غلاف ١٠٥°م	١,٠٢	١,٠	٠,٩٦	٠,٩٢	٠,٨٨	٠,٨٤	٠,٨٠	٠,٧٥	٠,٧٠	٠,٦٥	٠,٦٠	٠,٥٤	٠,٤٧	٠,٤٠	٠,٣٢

ملحوظة: يطبق هذا الجدول عندما تقتصر الوقاية للكابلات على قصر الدائرة فقط ، أما إذا كانت نبيطة الوقاية عبارة عن مصهر نصف مغلـق (Semi -enclosed fuse) طبقـاً للمواصفات البريطانية BS 3036 ، فيطبق الجدول عندما تكون نبيطة الوقاية تحقيق الوقاية ضد زيادة التيار

ملاحظات:

١- معاملات التصحيح للموصلات المعزولة المرنة (Flexible cable cord) وذات العزل المرن من الثرموسيتنج (مطاط) ٨٥°م، ١٨٠°م والواردة فى الجداول التابعة لسعات حمل التيار (Current carrying capacity).

٢- يطبق هذا الجدول عندما تحسب أكبر سعة لحمل التيار (Current carrying capacity) للكابلات.

٣- (*) تطبق هذه المعاملات فى الجدول رقم (نح -١أ) فى الأعمده من رقم (٢) حتى رقم (٥) فقط.

جدول (ع-٥): معاملات التصحيح لدرجات الحرارة عند استخدام مصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed fuse) للوقاية ضد زيادة التيار طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036

نوع العزل	درجة حرارة التشغيل	Ambient temperature (°C)															
		25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
ثرموسيتنج (مطاطى) للكابلات المرنة فقط	٦٠°م	١,٠٤	١,٠	٠,٩٦	٠,٩١	٠,٨٧	٠,٧٩	٠,٥٦	–	–	–	–	–	–	–	–
ثرموبلاستيك (PVC) للاستخدامات العامة	٧٠°م	١,٠٣	١,٠	٠,٩٧	٠,٩٤	٠,٩١	٠,٨٧	٠,٨٤	٠,٦٩	٠,٤٨	–	–	–	–	–	–
ورق (Paper)	٨٠°م	١,٠٢	١,٠	٠,٩٧	٠,٩٥	٠,٩٢	٠,٩٠	٠,٨٧	٠,٨٤	٠,٧٦	٠,٦٢	٠,٤٣	–	–	–	–
ثرموسيتنج (مطاطى)	٨٥°م	١,٠٢	١,٠	٠,٩٧	٠,٩٥	٠,٩٣	٠,٩١	٠,٨٨	٠,٨٦	٠,٨٣	٠,٧١	٠,٥٨	٠,٤١	–	–	–
ثرموبلاستيك (PVC) عالى درجة الحرارة (*)	٩٠°م	١,٠٣	١,٠	٠,٩٧	٠,٩٤	٠,٩١	٠,٨٧	٠,٨٤	٠,٨٠	٠,٧٦	٠,٧٢	٠,٦٨	٠,٦٣	٠,٤٩	–	–
ثرموسيتنج	٩٠°م	١,٠٢	١,٠	٠,٩٨	٠,٩٥	٠,٩٣	٠,٩١	٠,٨٩	٠,٨٧	٠,٨٥	٠,٧٩	٠,٦٩	٠,٥٦	٠,٣٩	–	–
معدنى عارى معرض للمس أو مغطى ب(PVC) (Mineral bare and exposed to touch or PVC covered)	غلاف ٧٠°م	١,٠٣	١,٠	٠,٩٦	٠,٩٣	٠,٨٩	٠,٨٦	٠,٧٩	٠,٦٢	٠,٤٢	–	–	–	–	–	–
معدنى عارى وليس معرضاً للمس (Mineral bare and not exposed to touch)	غلاف ١٠٥°م	١,٠٢	١,٠	٠,٩٨	٠,٩٦	٠,٩٣	٠,٩١	٠,٨٩	٠,٨٦	٠,٨٤	٠,٨٢	٠,٧٩	٠,٧٧	٠,٦٤	٠,٥٥	٠,٤٣

ملاحظات:

١- معاملات التصحيح للموصلات المعزولة المرنة (Flexible cable cord) بالعزل الثرموستي Thermosetting (مطاط) ٨٥°م، ١٨٠°م المرن الواردة فى الجداول التابعة لسعات حمل التيار (Current carrying capacity) للكابلات.

٢- (*) تطبق هذه المعاملات فى الجدول رقم (نح -١أ) فى الأعمدة من رقم (٢) حتى رقم (٥) فقط.

ملحق (م٦-٣-٢) ث: سعة حمل التيار وهبوط الجهد للموصلات

حساب سعة حمل التيار للكابلات

تقدم شركات صناعة الكابلات جداول لسعة حمل التيار المصنوعة من النحاس ومن الألومنيوم، ومادة العازل بى فى سى أو بولى إثيلين، أو مطاط، أو ورق مشبع بالزيت، أو خلافة، سواء للكابلات المغلفة بالرصاص، أو المكسوة بى فى سى، المسلحة أو غير المسلحة، ولكل شكل من قطاع الموصلات فى الكابل، وعدد الموصلات بداخله، وذلك تحت ظروف قياسية من درجة حرارة الوسط المحيط، لكل طريقة من طرق تركيب الكابل المختلفة.

ولما كانت الظروف الواردة فى هذه الجداول قد لا تتفق مع ظروف التشغيل الفعلية، فيتم استعمال معاملات التصحيح الكلية الكابل على الظروف الواردة فى جداول الكابلات لتحديد سعة حمل التيار عند التشغيل الفعلى كما يلى:

سعة حمل التيار عند تشغيل الكابل فى الظروف القياسية طبقاً للقيم المدرجة فى جداول الصانع

$$= \frac{\text{أقصى قيمة للتيار المتوقع مروره بالفعل فى كابلات الدائرة}}{\text{أقل قيمة لمعامل التصحيح الكلى لأى من أجزاء الكابل عند أقسى ظروف تشغيل}}$$

وبالرجوع إلى جداول الكابلات، يتم اختيار مساحة مقطع الموصلات المناظرة لقيمة التيار المسحوب والتى تسمح بمرور هذا التيار عند الظروف القياسية المدرجة بدون الإخلال بحدود ارتفاع درجة الحرارة وبالتالى يتم معرفة معاملات الكابل مثل مقاومة الموصلات لكل متر طولى من الكابل وهبوط الجهد للمتر الطولى ولكل أمبير من التيار المار فى الكابل عند معامل قدرة محدد (غالباً ٠,٨ متأخر) ومنها يمكن حساب ممانعة المتر الطولى من الكابل.

هذا ويمكن استعمال كابل بمقطع موصلات أكبر بغرض التوفير فى تكلفة القدرة الكهربائية المفقودة فى مقاومة الكابل، وكذا للإقلال من هبوط الجهد فى الكابل ، كما يتيح ذلك الكابل مقابلة زيادة الحمل الذى يمكن للدائرة تغذيته، بدون اللجوء إلى استبدال الكابل بآخر وبمقطع موصلات أكبر.

حساب هبوط الجهد فى الدائرة

باستعمال معاملات الكابل المختار، يكون هبوط الجهد للطول الكلى لكابلات الدائرة مساوياً لما يلى:

هبوط الجهد فى الدائرة = (هبوط الجهد فى الكابل لكل متر طولى ولكل أمبير من تيار الكابل) × طول الكابل (بالمتر) × التيار المار فى الكابل (بالأمبير).

وتؤخذ قيمة هبوط الجهد لكل متر طولى ولكل أمبير من تيار الكابل من الجدول المناسب لطبيعة الكابل.

وبعد حساب هبوط الجهد فى الدائرة تتم مراجعة الهبوط الكلى فى الجهد من نقطة تغذية المبنى بالكـ
حتى أبعد حمل فى أعلى دور فى المبنى . ولما كان الهبوط الكلى للجهد عنـد الحمـل للطـور بج
يتجاوز ٢,٥%، فيجب (إن لزم) تعديل مقطع موصلات الكابل فى الدائرة موضوع التصميم وكذا
موصلات كابلات الدوائر التى تغذى لوحة التوزيع التى تخرج منها الدائرة موضوع التصميم حتى
الالتزام بالحد المسموح به للهبوط الكلى فى الجهد.

جدول (ن-١أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحاديه (S.c) بموصلات نحاسية وبعزل ثرموبلاستيك (PVC) ٧٠ °م غير مسلح بغلاف أو بدون.

درجة حرارة التشغيل للموصل : ٧٠ °م

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م

قطاع الموصل (مم²)	طريقة التركيب (٤) فى مواسير مغلقة مركبة فى حوائط معزوله حرارياً		طريقة التركيب (٣) فى مواسير مغلقة مركبة على حوائط أو فى مجارى كابلات (Trunking)		طريقة التركيب (١) مصبوكة مباشرة		طريقة التركيب (١١) فى الهواء (free air)		طريقة التركيب (١٢) فى الهواء free air		
	٢ كابل طورواحد تيارمستمر أو متردد (a.c / d.c)	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيارمتردد (a.c)	٢ كابل طور واحد تيار مستمر أو متردد (a.c / d.c)	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيارمتردد (ac)	٢ كابل طوروحد تيارمستمر أو متردد (a.c / d.c) متجاورة Flat ومتلاصقة	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار متجاورة مرصوصة على استقامة (Flat) ومتلاصقة أو على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	٢ كابل طور واحد أوdc ac متجاورة (Flat) ومتلاصقة تيار مستمر أو متردد (a.c / d.c)	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار متجاورة (Flat) ومتلاصقة أو على شكل ورقة نبات مثلثة(Trefoil) تيار (a.c)	٢ كابل طور واحد a.c / d.c أو ٣ كابل ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	٢ كابل طور تيار واحد (d.c / a.c) أو ٣ كابل ثلاثى الأطوار متردد (a.c)	٣ كابل على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) ثلاثى الأطوار a.c
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
١	١١	١٠,٥	١٣,٥	١٢	١٥,٥	١٤	–	–	–	–	–
١,٥	١٤,٥	١٣,٥	١٧,٥	١٥,٥	٢٠	١٨	–	–	–	–	–
٢,٥	٢٠	١٨	٢٤	٢١	٢٧	٢٥	–	–	–	–	–
٤	٢٦	٢٤	٣٢	٢٨	٣٧	٣٣	–	–	–	–	–
٦	٣٤	٣١	٤١	٣٦	٤٧	٤٣	–	–	–	–	–
١٠	٤٦	٤٢	٥٧	٥٠	٦٥	٥٩	–	–	–	–	–
١٦	٦١	٥٦	٧٦	٦٨	٨٧	٧٩	–	–	–	–	–
٢٥	٨٠	٧٣	١٠١	٨٩	١١٤	١٠٤	١٢٦	١١٢	١٤٦	١٣٠	١١٠
٣٥	٩٩	٨٩	١٢٥	١١٠	١٤١	١٢٩	١٥٦	١٤١	١٨١	١٦٢	١٣٧
٥٠	١١٩	١٠٨	١٥١	١٣٤	١٨٢	١٦٧	١٩١	١٧٢	٢١٩	١٩٧	١٦٧

تابع جدول (نح-١أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحاديه بموصلات نحاسية وبعزل ثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م غير مسلحة بغلاف أو بدون تسليح

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م — درجة حرارة التشغيل للموصل : ٧٠ °م

قطاع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (٤) فى مواسير معدنية مرئية فى حوائط مخزونة حرارياً		طريقة التركيب (٣) فى مواسير معدنية مرئية على حوائط أو فى سجارى كابلات		طريقة التركيب (١) مسندة مباشرة		طريقة التركيب (١١) فى الهواء free air		طريقة التركيب (١٢) فى الهواء free air		
	٢ كابل طور واحد تيار مستمر أو متردد d.c / a.c) (a.c	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	٢ كابل طور واحد تيار (d.c / a.c)	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	٢ كابل طور واحد تيار مستمر أو متردد (d.c / a.c) متجاورة (Flat) ومتلامسة	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار واحد متجاورة (Flat) أو على شكل ورقة نباتية مثلثة (Trefoil)	٢ كابل طور واحد متجاورة (Flat) ومتلامسة تيار مستمر أو متردد (d.c / a.c)	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار متجاورة (Flat) ومتلامسة أو على شكل ورقة نباتية مثلثة (Trefoil) وتيار (a.c)	٢ كابل طور واحد d.c / a.c) أو ٣ كابل ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	أفقى متجاور على مسافة (Flat) ومسافات	رأسى متجاور (Flat) ومسافات	بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٧٠	١٥١	١٣٦	١٩٢	١٧١	٢٣٤	٢١٤	٢٤٦	٢٢٣	٢٨١	٢٥٤	٢١٦
٩٥	١٨٢	١٦٤	٢٣٢	٢٠٧	٢٨٤	٢٦١	٣٠٠	٢٧٣	٣٤١	٣١١	٢٦٤
١٢٠	٢١٠	١٨٨	٢٦٩	٢٣٩	٣٣٠	٣٠٣	٣٤٩	٣١٨	٣٩٦	٣٦٢	٣٠٨
١٥٠	٢٤٠	٢١٦	٣٠٠	٢٦٢	٣٨١	٣٤٩	٤٠٤	٣٦٩	٤٥٦	٤١٩	٣٥٦
١٨٥	٢٧٣	٢٤٥	٣٤١	٢٩٦	٤٣٦	٤٠٠	٤٦٣	٤٢٤	٥٢١	٤٨٠	٤٠٩
٢٤٠	٣٢٠	٢٨٦	٤٠٠	٣٤٦	٥١٥	٤٧٢	٥٤٩	٥٠٤	٦١٥	٥٦٩	٤٨٥
٣٠٠	٣٦٧	٣٢٨	٤٥٨	٣٩٤	٥٩٤	٥٤٥	٦٣٥	٥٨٤	٧٠٩	٦٥٩	٥٦١
٤٠٠	–	–	٥٤٦	٤٦٧	٦٩٤	٦٣٤	٧٣٢	٦٧٩	٨٥٢	٧٩٥	٦٥٦
٥٠٠	–	–	٦٢٦	٥٣٣	٧٩٢	٧٢٣	٨٣٥	٧٧٨	٩٨٢	٩٢٠	٧٤٩
٦٣٠	–	–	٧٢٠	٦١١	٩٠٤	٨٢٦	٩٥٣	٨٩٢	١١٣٨	١٠٧٠	٨٥٥
٨٠٠	–	–	–	–	١٠٣٠	٩٤٣	١٠٨٦	١٠٢٠	١٢٦٥	١١٨٨	٩٧١
١٠٠٠	–	–	–	–	١١٥٤	١٠٥٨	١٢١٦	١١٤٩	١٤٢٠	١٣٣٧	١٠٧٩

جدول (نح-١ب): هبوط الجهد (ملى فولت/أمبير/متر) لكابلات بموصلات نحاسية

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

قطاع الموصل (مم٢)	٢ كابل تيار مستمر (d.c)	٢ كابل طور واحد تيار متردد (a.c)						٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار متردد a.c									
		طريقة (٣،٤) فى مواسير مغلقة تركبة داخل أو مثبتة على الجدار		طريقة (١،١١) مسنوكة مباشرة أو على مجارى كابلات ومتلاصقة		طريقة (١٢) كابلات بينها مسافة بينية •		طريقة (٤،٣) فى مواسير مغلقة مركبة داخل أو على الجدار			طريقة (١٢،١٦،١) مركبه فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)			طريقة(١،٢١،١) مركبه متجاورة على إستقامة (Flat) ومتلاصقة			طريقة (١٢) متجاورة على إستقامة (Falt) وبينها مسافة •	
١	٢	٣		٤		٥		٦			٧			٨			٩	
١	٤٤	٤٤		٤٤		٤٤		٣٨			٣٨			٣٨			٣٨	
١,٥	٢٩	٢٩		٢٩		٢٩		٢٥			٢٥			٢٥			٢٥	
٢,٥	١٨	١٨		١٨		١٨		١٥			١٥			١٥			١٥	
٤	١١	١١		١١		١١		٩,٥			٩,٥			٩,٥			٩,٥	
٦	٧,٣	٧,٣		٧,٣		٧,٣		٦,٤			٦,٤			٦,٤			٦,٤	
١٠	٤,٤	٤,٤		٤,٤		٤,٤		٣,٨			٣,٨			٣,٨			٣,٨	
١٦	٢,٨	٢,٨		٢,٨		٢,٨		٢,٤			٢,٤			٢,٤			٢,٤	
		٢	Z	٢	X	٢	Z	٢	X	Z	٢	X	Z	٢	X	Z	٢	X	Z
٢٥	١,٧٥	١,٨٠	٠,٣٣	١,٨	٠,٢٠	١,٧٥	١,٧٥	١,٥٠	٠,٢٩	١,٥٥	١,٥٠	٠,١٧٥	١,٥٥	١,٥٠	٠,٢٥	١,٥٥	١,٥٠	٠,٣٢	١,٥٦
٣٥	١,٢٥	١,٣	٠,٣١	١,٣٠	٠,١٩٥	١,٢٥	١,٢٥	١,١٠	٠,٢٧	١,١٠	١,١٠	٠,١٧	١,١٠	١,١٠	٠,٢٤	١,١٠	١,١٠	٠,٣٢	١,١٥
٥٠	٠,٩٣	٠,٩٥	٠,٣٠	١,٠	٠,١٩	٠,٩٣	٠,٩٣	٠,٨١	٠,٢٦	٠,٨٥	٠,٨٠	٠,١٦٥	٠,٨٢	٠,٨٠	٠,٢٤	٠,٨٤	٠,٨٠	٠,٣٢	٠,٨٢

تابع جدول (نح-١ب): هبوط الجهد (ملى فولت/أمبير/متر) لكابلات بموصلات نحاسية

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

قطاع الموصل (مم²)	٢ كابل تيار مستمر (d.c)	٢ كابل طور واحد تيار متردد (a.c)									٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيارمتردد (a.c)								
		طريقة (٣،٤) فى مواسير مغلقه مركبة داخل أو على الجدار			طريقة (١،١١) ممسوكة مباشرة أو على مجارى كابلات ومتلاصقة			طريقة (١٢) كابلات بينها مسافة •			طريقة (٣،٤) فى مواسير مغلقة مركبة داخل أو على الجدار			طريقة (١ ،١١ ،١٢) مركبة فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)			طريقة(١ ،١١) مركبة متجاورة على إستقامة (Flat) ومتلاصقة			طريقة (١٢) متجاورة على إستقامة (Falt) وبينها مسافة •		
١	٢	٣			٤			٥			٦			٧			٨			٩		
٧٠	٠,٦٣	٠,٦٥	٠,٢٩	٠,٧٢	٠,٦٣	٠,١٨٥	٠,٦٦	٠,٦٣	٠,٢٧	٠,٦٩	٠,٥٦	٠,٢٥	٠,٦١	٠,٥٥	٠,١٦	٠,٥٧	٠,٥٥	٠,٢٤	٠,٦٠	٠,٥٥	٠,٣١	٠,٦٣
٩٥	٠,٤٦	٠,٤٩	٠,٢٨	٠,٥٦	٠,٤٧	٠,١٨	٠,٥٠	٠,٤٧	٠,٢٧	٠,٥٤	٠,٤٢	٠,٢٤	٠,٤٨	٠,٤١	٠,١٥٥	٠,٤٣	٠,٤١	٠,٢٣	٠,٤٧	٠,٤٠	٠,٣١	٠,٥١
١٢٠	٠,٣٦	٠,٣٩	٠,٢٧	٠,٤٧	٠,٣٧	٠,١٧٥	٠,٤١	٠,٣٧	٠,٢٦	٠,٤٥	٠,٣٣	٠,٢٣	٠,٤١	٠,٣٢	٠,١٥	٠,٣٦	٠,٣٢	٠,٢٣	٠,٤٠	٠,٣٢	٠,٣٠	٠,٤٤
١٥٠	٠,٢٩	٠,٣١	٠,٢٧	٠,٤١	٠,٣٠	٠,١٧٥	٠,٣٤	٠,٢٩	٠,٢٦	٠,٣٩	٠,٢٧	٠,٢٣	٠,٣٦	٠,٢٦	٠,١٥	٠,٣٠	٠,٢٦	٠,٢٣	٠,٣٤	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,٤٠
١٨٥	٠,٢٣	٠,٢٥	٠,٢٧	٠,٣٧	٠,٢٤	٠,١٧	٠,٢٩	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,٣٥	٠,٢٢	٠,٢٣	٠,٣٢	٠,٢١	٠,١٤٥	٠,٢٦	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٣١	٠,٢١	٠,٣٠	٠,٣٦
٢٤٠	٠,١٨	٠,١٩٥	٠,٢٦	٠,٣٣	٠,١٨٥	٠,١٦٥	٠,٢٥	٠,١٨٥	٠,٢٥	٠,٣١	٠,١٧	٠,٢٣	٠,٢٩	٠,١٦	٠,١٤٥	٠,٢٢	٠,١٦	٠,٢٢	٠,٢٧	٠,١٦	٠,٢٩	٠,٣٤
٣٠٠	٠,١٤٥	٠,١٦	٠,٢٦	٠,٣١	٠,١٥	٠,١٦٥	٠,٢٢	٠,١٥٠	٠,٢٥	٠,٢٩	٠,١٤	٠,٢٣	٠,٢٧	٠,١٣	٠,١٤	٠,١٩	٠,١٣	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,١٣	٠,٢٩	٠,٣٢
٤٠٠	٠,١٠٥	٠,١٣٠	٠,٢٦	٠,٢٩	٠,١٢	٠,١٦	٠,٢	٠,١١٥	٠,٢٥	٠,٢٧	٠,١٢	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,١٠٥	٠,١٤	٠,١٧٥	٠,١٠٥	٠,٢١	٠,٢٤	٠,١٠	٠,٢٩	٠,٣١
٥٠٠	٠,٠٨٦	٠,١١٠	٠,٢٦	٠,٢٨	٠,٠٩٨	٠,١٥٥	٠,١٨٥	٠,٠٩٣	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,١٠	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,٠٨٦	٠,١٣٥	٠,١٦	٠,٠٨٦	٠,٢١	٠,٢٣	٠,٠٨١	٠,٢٩	٠,٣٠
٦٣٠	٠,٠٦٨	٠,٠٩٤	٠,٢٥	٠,٢٧	٠,٠٨١	٠,١٥٥	٠,١٧٥	٠,٠٧٦	٠,٢٤	٠,٢٥	٠,٠٨٠	٠,٢٢	٠,٢٤	٠,٠٧٢	٠,١٣٥	٠,١٥	٠,٠٧٢	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٠٦٦	٠,٢٨	٠,٢٩
٨٠٠	٠,٠٥٣	–	–	–	٠,٠٦٨	٠,١٥	٠,١٦٥	٠,٠٦١	٠,٢٤	٠,٢٥	–	–	–	٠,٠٦٠	٠,١٣	٠,١٤٥	٠,٠٦٠	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٠٥٣	٠,٢٨	٠,٢٩
١٠٠٠	٠,٠٤٢	–	–	–	٠,٠٥٩	٠,١٥	٠,١٦	٠,٠٥٠	٠,٢٤	٠,٢٤	–	–	–	٠,٠٥٢	٠,١٣	٠,١٤٠	٠,٠٥٢	٠,٢٠	٠,٢١	٠,٠٤٤	٠,٢٨	٠,٢٨

جدول (نح-٢أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات متعددة الموصلات بموصلات نحاسية ومعزولة بمادة الثرموبلاستيك (PVC) والثرموسيتنج (Thermosetting) ٧٠ °م غير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م — درجة حرارة التشغيل للموصل : ٧٠°م

قطاع الموصل (مم²)	طريقة التركيب (٤) محتواه داخل حوائط معزولة		طريقة التركيب (٣) داخل مواسير على الحوائط أو الأسقف أو داخل مجارى (Trucking)		طريقة التركيب (١) ممسكة مباشرة بمواسك		طريقة التركيب (١١) على مجارى كابلات مثقبة أو بطريقة (١٣) فى الهواء الحر (Free air)	
	عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات* طوروحد تيار متردد أو مستمر (a.c / d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو عدد ١ رباعى ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات* طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c / d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو عدد ١ كابل رباعى* ثلاثى الأطوار تيار متردد(a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات* طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c / d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى* ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات* طوروحد تيار (a.c / d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى* الموصلات ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
١	١١	١٠	١٣	١١,٥	١٥	١٣,٥	١٧	١٤,٥
١,٥	١٤	١٣	١٦,٥	١٥	١٩,٥	١٧,٥	٢٢	١٨,٥
٢,٥	١٨,٥	١٧,٥	٢٣	٢٠	٢٧	٢٤	٣٠	٢٥
٤	٢٥	٢٣	٣٠	٢٧	٣٦	٣٢	٤٠	٣٤
٦	٣٢	٢٩	٣٨	٣٤	٤٦	٤١	٥١	٤٣
١٠	٤٣	٣٩	٥٢	٤٦	٦٣	٥٧	٧٠	٦٠
١٦	٥٧	٥٢	٦٩	٦٢	٨٥	٧٦	٩٤	٨٠
٢٥	٧٥	٦٨	٩٠	٨٠	١١٢	٩٦	١١٩	١٠١
٣٥	٩٢	٨٣	١١١	٩٩	١٣٨	١١٩	١٤٨	١٢٦
٥٠	١١٠	٩٩	١٣٣	١١٨	١٦٨	١٤٤	١٨٠	١٥٣

تابع جدول (نح-٢أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات متعددة الموصلات بموصلات نحاسية ومعزولة بمادة الثرموبلاستيك (PVC) والثرموسيتنج (Thermosetting) ٧٠°م غير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م — درجة حرارة التشغيل للموصل : ٧٠°م

قطاع الموصل (مم²)	طريقة التركيب (أ) مجاورة داخل جدران معزولة		طريقة التركيب (ب) داخل مواسير على الجدران أو الأسقف أو داخل مجاري (Trucking)		طريقة التركيب (ج) مسموحة مباشرة بموانعه		طريقة التركيب (١١) على مجاري كابلات مثقبة أو بطريقة (١٢) في الهواء الحر (Free air)	
	عدد ٢ كابل ثلاثي الموصلات* نحاسي أو عدد ١ رباعي* ثلاثي الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ٢ كابل ثلاثي الموصلات* نحاسي واحد تيار متردد أو مستمر (a.c / d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثي أو عدد ١ كابل رباعي* ثلاثي الأطوار تيار متردد	عدد ١ كابل ثنائي الموصلات* نحاسي واحد تيار متردد أو مستمر (a.c / d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثي أو رباعي* ثلاثي الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ١ كابل ثنائي الموصلات* نحاسي واحد تيار متردد أو مستمر (a.c / d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثي* نحاسي واحد تيار متردد أو مستمر (a.c / d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثي أو رباعي* ثلاثي الأطوار تيار متردد (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
٧٠	١٢٥	١٣٩	١٦٨	١٤٩	٢١٣	١٨٤	٢٣٢	١٩٦
٩٥	١٥٠	١٦٧	٢٠١	١٧٩	٢٥٨	٢٢٣	٢٨٢	٢٣٨
١٢٠	١٧٢	١٩٢	٢٣٢	٢٠٦	٢٩٩	٢٥٩	٣٢٨	٢٧٦
١٥٠	١٩٦	٢١٩	٢٥٨	٢٢٥	٣٤٤	٢٩٩	٣٧٩	٣١٩
١٨٥	٢٢٣	٢٤٨	٢٩٤	٢٥٥	٣٩٢	٣٤١	٤٣٤	٣٦٤
٢٤٠	٢٦١	٢٩١	٣٤٤	٢٩٧	٤٦١	٤٠٣	٥١٤	٤٣٠
٣٠٠	٢٩٨	٣٣٤	٣٩٤	٣٣٩	٥٣٠	٤٦٤	٥٩٣	٤٩٧

١- عندما يتم وقاية الموصلات بواسطة مصاهر نصف مغلقة (semi-enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS3036 يرجع إلى المادة (6 -2) من مقدمة هذا الملحق

٢- تعتبر الموصلات دائرية المقطع (Circular) للمقاسات حتى ١٦ مم² ، أما للمقاسات الأكبر فيتم الرجوع لشكل الموصلات وقد يكون من الأضمن عموماً تطبيق المقاسات الدائرية للموصلات

٣- * سواء احتوت على موصل وقاية أو بدونه

الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات والتركيبات
الكهربائية فى المبانى (المجلد الأول: أسس التصميم)
ملحق (م٦-٣-٢)

جدول (نح-٢ب): هبوط الجهد (ملى فولت/أمبير/متر) لكابلات بموصلات نحاسية

درجة حرارة التشغيل للموصل: ٧٠°م

قطاع الموصل (مم٢)	كابل ثنائي الموصلات تيار مستمر (d.c)	كابل ثنائي الموصلات طور واحد تيار متردد (a.c)	كابل متعدد الموصلات ثلاثي أو رباعي الموصلات ثلاثي الأطوار تيار متردد (a.c)
١	٢	٣	٤
١	٤٤	٤٤	٣٨
١,٥	٢٩	٢٩	٢٥
٢,٥	١٨	١٨	١٥
٤	١١	١١	٩,٥
٦	٧,٣	٧,٣	٦,٤
١٠	٤,٤	٤,٤	٣,٨
١٦	٢,٨	٢,٨	٢,٤

		r	x	z	r	x	z
٢٥	١,٧٥	١,٧٥	٠,١٧٠	١,٧٥	١,٥٠	٠,١٤٥	١,٥٠
٣٥	١,٢٥	١,٢٥	٠,١٦٥	١,٢٥	١,١٠	٠,١٤٥	١,١٠
٥٠	٠,٩٣	٠,٩٣	٠,١٦٥	٠,٩٤	٠,٨٠	٠,١٤٠	٠,٨١
٧٠	٠,٦٣	٠,٦٣	٠,١٦٠	٠,٦٥	٠,٥٥	٠,١٤٠	٠,٥٧
٩٥	٠,٤٦	٠,٤٧	٠,١٥٥	٠,٥٠	٠,٤١	٠,١٣٥	٠,٤٣
١٢٠	٠,٣٦	٠,٣٨	٠,١٥٥	٠,٤١	٠,٣٣	٠,١٣٥	٠,٣٥
١٥٠	٠,٢٩	٠,٣٠	٠,١٥٥	٠,٣٤	٠,٢٦	٠,١٣٠	٠,٢٩
١٨٥	٠,٢٣	٠,٢٥	٠,١٥٠	٠,٢٩	٠,٢١	٠,١٣٠	٠,٢٥
٢٤٠	٠,١٨٠	٠,١٩	٠,١٥٠	٠,٢٤	٠,١٦٥	٠,١٣٠	٠,٢١
٣٠٠	٠,١٤٥	٠,١٥٥	٠,١٤٥	٠,٢١	٠,١٣٥	٠,١٣٠	٠,١٨٥
٤٠٠	٠,١٠٥	٠,١١٥	٠,١٤٥	٠,١٨٥	٠,١٠٠	٠,١٢٥	٠,١٦٠

جدول (نح-٣أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية (S.c) بموصلات نحاسية معزولة ثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م ومسلحة بتسليح غير قابل للمغنطة (Non magnetic armour)

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م

درجة حرارة التشغيل للموصل: ٧٠°م

مساحة قطاع الموصل (مم٢)	التركيب بطريقة (١) ممسكة مباشرة (Clipped direct)		التركيب بطريقة (١١) على مجارى كابلات متقبه		التركيب بطريقة (١٢) فى الهواء الحر مباشرة (Free air)					
					٢ كابل أحادى تيار متردد		٢ كابل تيار مستمر	٣-٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار متردد		
	عدد ٢ كابل طور واحد تيار ac أوdc متجاورة ومتلاصقة	٣ أو ٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار متردد(ac) متجاورة ومتلاصقة	٢ كابل طور واحد تيار (ac أوdc) متجاورة ومتلاصقة	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار(ac) متجاورة ومتلاصقة	أفقى متجاورعلى استقامة (Flat) وبمسافة بينية	رأسى متجاور على استقامة (Flat) وبمسافة بينية	أفقى وبمسافة بينية	رأسى وبمسافة بينية	أفقى متجاورة على استقامة (Flat) وبمسافة بينية	رأسى متجاور على استقامة (Flat) وبمسافة بينية	٣ كابل بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٥٠	١٩٣	١٧٩	٢٠٥	١٨٩	٢٢٩	٢١٧	٢٢٩	٢١٦	٢٣٠	٢١٢	١٨١
٧٠	٢٤٥	٢٢٥	٢٥٩	٢٣٨	٢٨٧	٢٧٢	٢٩٤	٢٧٩	٢٨٦	٢٦٣	٢٣١
٩٥	٢٩٦	٢٦٩	٣١٣	٢٨٥	٣٤٩	٣٣٢	٣٥٧	٣٤٠	٣٣٨	٣١٣	٢٨٠
١٢٠	٣٤٢	٣٠٩	٣٦٠	٣٢٧	٤٠١	٣٨٣	٤١٥	٣٩٦	٣٨٥	٣٥٧	٣٢٤
١٥٠	٣٩٣	٣٥٢	٤١٣	٣٧٣	٤٤٩	٤٢٩	٤٧٩	٤٥٨	٤٣٦	٤٠٥	٣٧٣
١٨٥	٤٤٧	٣٩٩	٤٦٩	٤٢٢	٥١١	٤٨٩	٥٤٨	٥٢٥	٤٩٠	٤٥٦	٤٢٥
٢٤٠	٥٢٥	٤٦٥	٥٥٠	٤٩٢	٥٩٣	٥٦٨	٦٤٨	٦٢٢	٥٦٦	٥٢٨	٥٠١
٣٠٠	٥٩٤	٥١٥	٦٢٤	٥٤٧	٦٦٨	٦٤٠	٧٤٨	٧١٩	٦١٦	٥٧٨	٥٦٧

تابع جدول (نح-٣أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية (S.c) بموصلات نحاسية ٧٠°م معزولة ثرموبلاستيك (PVC) ومسلحة بتسليح غير قابل للمغنطة (Non magnetic armour)

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م

درجة حرارة التشغيل للموصل: ٧٠°م

مساحة قطاع الموصل (مم²)	التركيب بطريقة (١) معلقة مباشرة (Clipped direct)		التركيب بطريقة (١١) على مجارى كابلات متقبه		التركيب بطريقة (١٢) فى الهواء الحر مباشرة (Free air)					
	عدد ٢ كابل ظور واحد تيار (dc أو ac) متجاورة ومتلامسه	٣ أو ٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (ac) متجاورة على استقامة متلاصقة	٢ كابل ظور واحد تيار (ac أو dc) متجاورة على استقامة متلاصقة	٣ أو ٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (ac) متجاورة على استقامة متلاصقة	٢ كابل أحادى تيار متردد		٢ كابل تيار مستمر		٣-٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار متردد	
					رأسى متجاور على استقامة (Flat) وبمسافة بينية	أفقى متجاور على استقامة (Flat) وبمسافة بينية	رأسى وبمسافة بينية	أفقى وبمسافة بينية	أفقى متجاورة على استقامة (Flat) وبمسافة بينية	رأسى متجاور على استقامة (Flat) وبمسافة بينية	٣ كابل بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٤٠٠	٦٨٦	٥٧٥	٧٢٣	٦١٨	٧٣٧	٧٠٧	٨٨٥	٨٥١	٦٧٤	٦٣٢	٦٥٧
٥٠٠	٧٨٣	٦٢٢	٨٠٥	٦٧٣	٨١٠	٧٧٧	١٠٣٥	٩٩٧	٧٢١	٦٧٦	٧٣١
٦٣٠	٨٤٣	٦٦٩	٨٩١	٧٢٨	٨٩٣	٨٥٦	١٢١٨	١١٧٤	٧٧١	٧٢٣	٨٠٩
٨٠٠	٩١٩	٧١٠	٩٧٦	٧٧٧	٩٤٣	٩٠٥	١٤٤١	١٣٩٠	٨٢٤	٧٧٢	٨٨٦
١٠٠٠	٩٧٥	٧٣٧	١٠٤١	٨٠٨	١٠٠٨	٩٦٧	١٦٨٥	١٦٢٧	٨٧٢	٨١٦	٩٤٥

ملحوظة: عندما يتم وقاية الموصل بمصاهر نصف مغلقه (Semi-enclosed fuse) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036 ، يرجع إلى المادة (٦-٢) من مقدمة هذا الملحق

جدول (نح-٣ب): هبوط الجهد (ملى فولت/أمبير/متر) لكابلات بموصلات نحاسية

درجة حرارة التشغيل للموصل: ٧٠°م

مساحة قطاع الموصل (مم²)	٢ كابل تيار مستمر	٢ كابل طور واحد (S.c) (تيار متردد)						٣ أو ٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثي الأطوار (تيار متردد)								
		التركيب بطريقة (١٠٤١) متلاصقة			التركيب بطريقة (١٢) متباعدة*			التركيب بطريقة (١٠١١، ١٢٠١) على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) ومتلاصقة			التركيب بطريقة (١٠١٠) على استقامة (Flat) ومتلاصقة			التركيب بطريقة (١٢) على استقامة (Flat) ومتباعدة*		
١	٢	٣			٤			٥			٦			٧		
		z	x	٢	z	x	٢	z	x	٢	z	x	٢	z	x	٢
٥٠	٠,٩٣	٠,٩٥	٠,٢٢	٠,٩٣	٠,٩٧	٠,٣٠	٠,٩٢	٠,٨٢	٠,١٩٠	٠,٨٠	٠,٧٩	٠,٢٦	٠,٨٤	٠,٧٩	٠,٣٤	٠,٨٦
٧٠	٠,٦٣	٠,٦٨	٠,٢١	٠,٦٤	٠,٧٢	٠,٢٩	٠,٦٦	٠,٥٨	٠,١٨٠	٠,٥٦	٠,٥٧	٠,٢٥	٠,٦٢	٠,٥٩	٠,٣٢	٠,٦٨
٩٥	٠,٤٦	٠,٥٢	٠,٢٠	٠,٤٨	٠,٥٨	٠,٢٨	٠,٥١	٠,٤٥	٠,١٧٥	٠,٤٢	٠,٤٤	٠,٢٥	٠,٥٠	٠,٤٧	٠,٣١	٠,٥٧
١٢٠	٠,٣٦	٠,٤٣	٠,١٩٥	٠,٣٩	٠,٥٠	٠,٢٨	٠,٤٢	٠,٣٧	٠,١٧٠	٠,٣٣	٠,٣٦	٠,٢٤	٠,٤٣	٠,٤٠	٠,٣٠	٠,٥٠
١٥٠	٠,٢٩	٠,٣٧	٠,١٩٠	٠,٣١	٠,٤٤	٠,٢٧	٠,٣٤	٠,٣٢	٠,١٦٥	٠,٢٧	٠,٣٠	٠,٢٤	٠,٣٨	٠,٣٤	٠,٣٠	٠,٤٥
١٨٥	٠,٢٣	٠,٣٢	٠,١٩٠	٠,٢٦	٠,٣٩	٠,٢٧	٠,٢٩	٠,٢٧	٠,١٦٠	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,٢٣	٠,٣٤	٠,٢٩	٠,٢٩	٠,٤٢
٢٤٠	٠,١٨	٠,٢٧	٠,١٨	٠,٢٠	٠,٣٥	٠,٢٦	٠,٢٣	٠,٢٣	٠,١٦٠	٠,١٧٥	٠,٢٠	٠,٢٣	٠,٣٠	٠,٢٤	٠,٢٨	٠,٣٧
٣٠٠	٠,١٤٥	٠,٢٤	٠,١٨	٠,١٤٥	٠,٣٢	٠,٢٦	٠,١٩٠	٠,٢١	٠,١٥٥	٠,١٤٠	٠,١٦٥	٠,٢٢	٠,٢٨	٠,٢٠	٠,٢٨	٠,٣٤
٤٠٠	٠,١٠٥	٠,١٧٥	٠,١٤٠	٠,٢٢	٠,٣٠	٠,٢٤	٠,١٨٠	٠,١٩٥	٠,١٣٠	٠,١٢٠	٠,١٦٠	٠,٢١	٠,٢٦	٠,٢١	٠,٢٥	٠,٣٢
٥٠٠	٠,٠٨٦	٠,١٧٠	٠,١٢٠	٠,٢١	٠,٢٩	٠,٢٣	٠,١٦٥	٠,١٨٠	٠,١٤٥	٠,١٠٥	٠,١٤٥	٠,٢٠	٠,٢٥	٠,١٩	٠,٢٤	٠,٣٠
٦٣٠	٠,٠٦٨	٠,١٦٥	٠,١٠٥	٠,١٩٥	٠,٢٧	٠,٢٢	٠,١٥٠	٠,١٧٠	٠,١٤٥	٠,٠٩١	٠,١٣٥	٠,١٩٥	٠,٢٣	٠,١٧٥	٠,٢٢	٠,٢٨
٨٠٠	٠,٠٥٣	٠,١٦٠	٠,٠٩٥	٠,١٨٥	٠,٢٥	٠,٢١	٠,١٤٥	٠,١٦٠	٠,١٤٠	٠,٠٨٢	٠,١٢٥	٠,١٨٠	٠,٢٢	٠,١٧٠	٠,١٩٥	٠,٢٩
١٠٠٠	٠,٠٤٢	٠,١٥٥	٠,٠٩١	٠,١٨٠	٠,٢٤	٠,١٩٠	٠,١٤٠	٠,١٥٥	٠,١٣٥	٠,٠٧٩	٠,١٢٥	٠,١٦٥	٠,٢١	٠,١٦٥	٠,١٧٠	٠,٢٤

* في هذه الحالة تتسبب في هبوط أكبر للجهد

ملحق (م٦-٣-٢) ج: سعة حمل التيار

جدول (نح- ٤أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات متعددة الموصلات نحاسية معزولة بالثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م ومسلحة (Armored)

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠ °م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١) ممسوكة مباشرة (Clipped direct)		طريقة التركيب (١١) مركبة على مجارى كابلات مثقبة (Perforated) أفقياً أو رأسياً أو طريقة (١٣) في الهواء الحر (Free air)	
	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى تيار متردد (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى الموصلات تيار متردد (a.c)
1	2	3	4	5
١,٥	٢١	١٨	٢٢	١٩
٢,٥	٢٨	٢٥	٣١	٢٦
٤	٣٨	٣٣	٤١	٣٥
٦	٤٩	٤٢	٥٣	٤٥
١٠	٦٧	٥٨	٧٢	٦٢
١٦	٨٩	٧٧	٩٧	٨٣
٢٥	١١٨	١٠٢	١٢٨	١١٠
٣٥	١٤٥	١٢٥	١٥٧	١٣٥
٥٠	١٧٥	١٥١	١٩٠	١٦٣
٧٠	٢٢٢	١٩٢	٢٤١	٢٠٧
٩٥	٢٦٩	٢٣١	٢٩١	٢٥١
١٢٠	٣١٠	٢٦٧	٣٣٦	٢٩٠
١٥٠	٣٥٦	٣٠٦	٣٨٦	٣٣٢
١٨٥	٤٠٥	٣٤٨	٤٣٩	٣٧٨
٢٤٠	٤٧٦	٤٠٩	٥١٦	٤٤٥
٣٠٠	٥٤٦	٤٦٩	٥٩٢	٥١٠
٤٠٠	٦٢١	٥٤٠	٦٨٣	٥٩٠

ملحوظة: عندما تتم وقاية الموصل بمصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036 ، فيرجع إلى البند (٦-٢) في مقدمة هذا القسم

جدول (نح- ٤ب): هبوط الجهد لكابلات بموصلات نحاسية (مللى فولت / أمبير / متر)

درجة حرارة تشغيل الموصل : ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	كابل ثنائى الموصلات تيار مستمر (d.c)	كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار متردد (a.c)	كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)
1	2	3	4
١,٥	٢٩	٢٩	٢٥
٢,٥	١٨	١٨	١٥
٤	١١	١١	٩,٥
٦	٧,٣	٧,٣	٦,٤
١٠	٤,٤	٤,٤	٣,٨
١٦	٢,٨	٢,٨	٢,٤

			r	x	z	r	x	z
٢٥	١,٧٥		١,٧٥	٠,١٧٠	٠,١٧٥	١,٥	٠,١٤٥	١,٥٠
٣٥	١,٢٥		١,٢٥	٠,١٦٥	٠,١٢٥	١,١٠	٠,١٤٥	١,١٠
٥٠	٠,٩٣		٠,٩٣	٠,١٦٥	٠,٩٤	٠,٨٠	٠,١٤٠	٠,٨١
٧٠	٠,٦٣		٠,٦٣	٠,١٦٠	٠,٦٥	٠,٥٥	٠,١٤٠	٠,٥٧
٩٥	٠,٤٦		٠,٤٧	٠,١٥٥	٠,٥٠	٠,٤١	٠,١٣٥	٠,٤٣
١٢٠	٠,٣٦		٠,٣٨	٠,١٥٥	٠,٤١	٠,٣٣	٠,١٣٥	٠,٣٥
١٥٠	٠,٢٩		٠,٣٠	٠,١٥٥	٠,٣٤	٠,٢٦	٠,١٣٠	٠,٢٩
١٨٥	٠,٢٣		٠,٢٥	٠,١٥٠	٠,٢٩	٠,٢١	٠,١٣٠	٠,٢٩
٢٤٠	٠,١٨٠		٠,١٩٠	٠,١٥٠	٠,٢٤	٠,١٦٥	٠,١٣٠	٠,٢١
٣٠٠	٠,١٤٥		٠,١٥٥	٠,١٤٥	٠,٢١	٠,١٣٥	٠,١٣٠	٠,١٨٥
٤٠٠	٠,١٠٥		٠,١١٥	٠,١٤٥	٠,١٨٥	٠,١٠٠	٠,١٢٥	٠,١٦٠

جدول (نح- ٥أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية موضوعة على استقامة (Flat) معزولة بثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م ومغلفة ومزودة بموصل وقاية Protective conductor

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

	طريقة التركيب (٦)* مركبة داخل مواسير مغلقة فى حوائط معزولة حرارياً	طريقة التركيب (١٥)* (مركبة مباشرة على حوائط معزولة حرارياً)	طريقة التركيب (١) ممسوكة مباشرة (Clipped)	هبوط الجهد (ملى فولت / أمبير / متر)
	عدد ٢ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار متردد أو مستمر			
	2	3	4	5
١	١١,٥	١٢	١٦	٤٤
١,٥	١٤,٥	١٥	٢٠	٢٩
٢,٥	٢٠	٢١	٢٧	١٨
٤	٢٦	٢٧	٣٧	١١
٦	٣٢	٣٥	٤٧	٧,٣
١٠	٤٤	٤٧	٦٤	٤,٤
١٦	٥٧	٦٣	٨٥	٢,٨

ملحوظة:

١) عندما تكون وقاية الموصل بمصهرات نصف مغلقة (Semi – enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036 ، يرجع إلى البند (٦-٢) من مقدمه هذا القسم

٢) * تعتبر هذه الطرق هى الطرق المرجعية لأنواع الكابلات المحددة فى الجدول (ط-١)

جدول (نح – ١٦): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية (S.c) بموصلات نحاسية ومعزولة بالثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م غير مسلحة سواء مغلفة أو غير مغلفة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة تركيب (٤) داخل مواسير مركبة معلقة فى جدران مجوفة حرارياً ، أو غ		طريقة تركيب (٣) داخل مواسير مركبة على جدران أو فى مجارى مغلقة (Trunking)		طريقة تركيب (١) ممسوكة بأظافر مباشرة (Clipped direct)		طريقة تركيب (١١) موضوعة أفقياً أو رأسياً على مجارى كابلات مثقبة		طريقة تركيب (١٢) فى الهواء مباشرة		
	٢ كابل طور واحد تيار (a.c/ d.c)	٣ أو ٤ كابل متحد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	٢ كابل طور واحد تيار (a.c/ d.c)	٣ أو ٤ كابلات متعددة الموصلات ثلاثية الأطوار تيار (a.c)	٢ كابل طور واحد a.c /d.c موضوعة متجاورة على استقامة (Flat) ومتلامسة	٣ أو ٤ كابلات ثلاثية الأطوار a.c موضوعة متجاورة على استقامة (Flat) متلامسة أو على شكل ورقة نبات مثقبة (Trefoil)	٢ كابل طور واحد a.c /d.c موضوعة متجاورة ومتلامسة (Flat)	٣ أو ٤ كابلات ثلاثية الأطوار a.c موضوعة متجاورة على استقامة(Flat) متلامسة أو على شكل ورقة نبات مثقبة	٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c) أو ٣ كابلات متعددة الموصلات ثلاثية الأطوار	٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c) أو ٣ كابلات متعددة الموصلات ثلاثية الأطوار تيار (a. c)	٣ كابلات فى وزقة نبات مثقبة كابلات متحدة الموصلات ثلاثية الأطوار تيار (a. c)
	بمسافات وموضوعة على استقامة (Flat) أفقياً		بمسافات وموضوعة مستوية على استقامة (Flat) رأسيا		بشكل ورقة نبات مثقبة (Trefoil)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
١	١٤	١٣	١٧	١٥	١٩	١٧,٥	—	—	—	—	—
١,٥	١٨	١٧	٢٢	١٩	٢٥	٢٣	—	—	—	—	—
٢,٥	٢٤	٢٣	٣٠	٢٦	٣٤	٣١	—	—	—	—	—
٤	٣٣	٣٠	٤٠	٣٥	٤٦	٤١	—	—	—	—	—
٦	٤٣	٣٩	٥١	٤٥	٥٩	٥٤	—	—	—	—	—
١٠	٥٨	٥٣	٧١	٦٣	٨١	٧٤	—	—	—	—	—
١٦	٧٦	٧٠	٩٥	٨٥	١٠٩	٩٩	—	—	—	—	—
٢٥	١٠٠	٩١	١٢٦	١١١	١٤٣	١٣٠	١٥٨	١٤٠	١٨٣	١٦٣	١٣٨
٣٥	١٢٤	١١١	١٥٦	١٣٨	١٧٦	١٦١	١٩٥	١٧٦	٢٢٦	٢٠٣	١٧١
٥٠	١٤٩	١٣٥	١٨٩	١٦٨	٢٢٨	٢٠٩	٢٣٩	٢١٥	٢٧٤	٢٤٦	٢٠٩
٧٠	١٨٩	١٧٠	٢٤٠	٢١٤	٢٩٣	٢٦٨	٣٠٨	٢٧٩	٣٥١	٣١٨	٢٧٠
٩٥	٢٢٨	٢٠٥	٢٩٠	٢٥٩	٣٥٥	٣٢٦	٣٧٥	٣٤٩	٤٢٦	٣٨٩	٣٣٠

تابع جدول (نح – ١٦): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية (S.c) بموصلات نحاسية ومعزولة بالثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م غير مسلحة سواء مغلفة أو غير مغلفة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

تابع جدول (نح – ٦أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية (S.c) بموصلات نحاسية ومعزولة بالثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م غير مسلحة سواء مغلفة أو غير مغلفة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل	طريقة تركيب (٤) داخل مواسير مركبة فى حوائط معزولة حرارياً ، الخ.		طريقة تركيب (٣) داخل مواسير مركبة على الحوائط أو فى مجارى مغلقة (Trunking)		طريقة تركيب (١) معسكة مباشرة (Clipped direct)		طريقة تركيب (١١) موضوعة على مجارى كابلات مثقبة أفقى أو رأسى		طريقة تركيب (١٢) فى الهواء مباشرة		
	٢ كابل ملوز واحد تيار (a.c/ d.c)	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	٢ كابل ملوز واحد تيار (a.c/ d.c)	٣ أو ٤ كابلات ثلاثية الأطوار تيار (a.c)	٢ كابل ملوز واحد a.c/ d.c موضوعة متجاورة (Flat) ومتلامسة	٣ أو ٤ كابلات ثلاثية الأطوار تيار a.c موضوعة متجاورة (Flat) متلامسة أو بشكل مثلث (Trefoil)	٢ كابل ملوز واحد تيار (a.c/ d.c) موضوعة متجاورة (Flat) ومتلامسة	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار (a. c) موضوعة متجاورة (Flat) متلامسة أو على شكل مثلث	بمسافات وموضوعة على أسقامة (Flat) أفقياً	بمسافات وموضوعة على أسقامة (Flat) رأسيا	بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)
(مم٢)									٢ كابل ملوز واحد تيار (a.c / d.c) أو ٣ كابلات ثلاثية الأطوار	٢ كابل ملوز واحد تيار (a.c / d.c) أو ٣ كابلات ثلاثية الأطوار	٣ كابلات فى شكل مثلث كابلات ثلاثية الأطوار تيار (a. c)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
١٢٠	٢٦٣	٢٣٥	٣٣٦	٢٩٩	٤١٣	٣٧٩	٤٣٦	٣٩٨	٤٩٥	٤٥٣	٣٨٥
١٥٠	٣٠٠	٢٧٠	٣٧٥	٣٢٨	٤٧٦	٤٣٦	٥٠٥	٤٦١	٥٧٠	٥٢٤	٤٤٥
١٨٥	٣٤١	٣٠٦	٤٢٦	٣٧٠	٥٤٥	٥٠٠	٥٧٩	٥٣٠	٦٥١	٦٠٠	٥١١
٢٤٠	٤٠٠	٣٥٨	٥٠٠	٤٣٣	٦٤٤	٥٩٠	٦٨٠	٦٣٠	٧٦٩	٧١١	٦٠٦
٣٠٠	٤٥٩	٤١٠	٥٧٣	٤٩٣	٧٤٣	٦٨١	٧٩٤	٧٣٠	٨٨٦	٨٢٤	٧٠١
٤٠٠	--	--	٦٨٣	٥٨٤	٨٦٨	٧٩٣	٩١٥	٨٤٩	١٠٦٥	٩٩٤	٨٢٠
٥٠٠	--	--	٧٨٣	٦٦٦	٩٩٠	٩٠٤	١٠٤٤	٩٧٣	١٢٢٨	١١٥٠	٩٣٦
٦٣٠	--	--	٩٠٠	٧٦٤	١١٣٠	١٠٣٣	١١٩١	١١١٥	١٤٢٣	١٣٣٨	١٠٦٩
٨٠٠	--	--	--	--	١٢٨٨	١١٧٩	١٣٥٨	١٢٧٥	١٥٨١	١٤٨٥	١٢١٤
١٠٠٠	--	--	--	--	١٤٤٣	١٣٢٣	١٥٢٠	١٤٣٦	١٧٧٥	١٦٧١	١٣٤٩

* ملاحظات:

١) عندما يتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة (Semi – enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036 ، يرجع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم.

٢) تطبق سعة التيار فى الأعمدة من ٢ إلى ٥ أيضاً على الكابلات المرنة (Flexible) عند استخدامها فى التركيبات الثابتة.

٣) فى تركيبات المواسير (Rigid) الجاسئه من البلاستيك PVC القيم المحددة بالجداول (نح-١أ)، (نح-١ب) وتطبق طبقاً لما ورد فى ذلك بالكود.

٤) عندما يعمل الموصل عند درجة حرارة أعلى من ٧٠°م، فيجب التأكد من أن المهمات الموصلة للموصل مناسبة لدرجة حرارة تشغيل هذا الموصل طبقاً لما توضح فى هذا الكود.

٥) عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه إلى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة على العمل عند درجة الحرارة لا تزيد عن ٧٠°م، فإن سعة التيار المعطاة فى الجدول المكافئة للعمل فى درجة ٧٠°م لعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (نح-١أ) يجب استخدامه طبقاً لتعليمات هذا الكود.

جدول (نح – ٦ب): هبوط الجهد للموصلات النحاسية (مللى فولت / أمبير / متر)

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠ °م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	عدد 2 كابل تيار (d.c)	عدد/ ٢ كابل طور واحد تيار متردد (a.c)									٣ أو ٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثي الأطوار تيار متردد (a.c)								
		الطريقة ٣، ٤ (للتركيب فى مواسير مغلقة مركبة على الحائط أو داخل الحائط)			الطريقة ١، ١١ (للتركيب ممسوكة مباشرة أو على مجارى كابلات ومتلاصقة)			طريقة ١٢ (للتركيب على مسافات بينية*)			طريقة ٣، ٤ (للتركيب فى مواسير مغلقة مركبة على الحائط أو فى الحائط)			طريقة ١، ١١، ١٢ (للتركيب بشكل ورقة نبات مثلثة Trefoil)			طريقة ١، ١١ (التركيب على استقامة (Flat) ومتلاصقة			طريقة ١٢ (التركيب على استقامة (Flat) وعلى مسافات بينية*)		
١	٢	٣			٤			٥			٦			٧			٨			٩		
١	٤٦	٤٦			٤٦			٤٦			٤٠			٤٠			٤٠			٤٠		
١,٥	٣١	٣١			٣١			٣١			٢٧			٢٧			٢٧			٢٧		
٢,٥	١٩	١٩			١٩			١٩			١٦			١٦			١٦			١٦		
٤	١٢	١٢			١٢			١٢			١٠			١٠			١٠			١٠		
٦	٧,٩	٧,٩			٧,٩			٧,٩			٦,٨			٦,٨			٦,٨			٦,٨		
١٠	٤,٧	٤,٧			٤,٧			٤,٧			٤,٠			٤,٠			٤,٠			٤,٠		
١٦	٣,٩	٣,٩			٣,٩			٣,٩			٢,٥			٢,٥			٢,٥			٢,٥		
		r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z
٢٥	١,٨٥	١,٨٥	٠,٣١	١,٩٠	١,٨٥	٠,١٩	١,٨٥	١,٨٥	٠,٢٨	١,٨٥	١,٦٠	٠,٢٧	١,٦٥	١,٦٠	,١٦٥	١,٦٠	١,٦٠	٠,١٩٠	١,٦٠	١,٦٠	٠,٢٧	١,٦٥
٣٥	١,٣٥	١,٣٥	٠,٢٩	١,٣٥	١,٣٥	٠,١٨٠	١,٣٥	١,٣٥	٠,٢٧	١,٣٥	١,١٥	٠,٢٥	١,١٥	١,١٥	٠,١٥٥	١,١٥	١,١٥	٠,١٨٠	١,١٥	١,١٥	٠,٢٦	١,٢٠
٥٠	١,٠	٠,٩٩	٠,٢٩	١,٠٥	١,٠	٠,١٨٠	٠,٩٩	٠,٨٧	٠,٢٧	١,٠	٠,٨٧	٠,٢٥	٠,٩٠	٠,٨٦	٠,١٥٥	٠,٨٧	٠,٨٧	٠,١٨٠	٠,٨٧	٠,٨٦	٠,٢٦	٠,٨٩
٧٠	٠,٧٠	٠,٦٨	٠,٢٨	٠,٧٥	٠,٧١	٠,١٧٥	٠,٦٨	٠,٦٨	٠,٢٦	٠,٧٣	٠,٦٠	٠,٢٤	٠,٦٥	٠,٥٩	٠,١٥٠	٠,٦١	٠,٦٢	٠,١٧٥	٠,٥٩	٠,٥٩	٠,٢٥	٠,٦٥
٩٥	٠,٥١	٠,٤٩	٠,٢٧	٠,٥٨	٠,٥٢	٠,١٧٠	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٢٦	٠,٥٦	٠,٤٤	٠,٢٣	٠,٥٠	٠,٤٣	٠,١٤٥	٠,٤٥	٠,٤٦	٠,١٧٠	٠,٤٣	٠,٤٣	٠,٢٥	٠,٤٩
١٢٠	٠,٤١	٠,٣٩	٠,٢٦	٠,٤٨	٠,٤٣	٠,١٦٥	٠,٣٩	٠,٣٩	٠,٢٥	٠,٤٧	٠,٣٥	٠,٢٣	٠,٤٢	٠,٣٤	٠,١٤	٠,٣٧	٠,٣٨	٠,١٦٥	٠,٣٤	٠,٣٨	٠,٢٤	٠,٤٢
١٥٠	٠,٣٣	٠,٣٢	٠,٢٦	٠,٤٣	٠,٣٦	٠,١٦٥	٠,٣٢	٠,٣٢	٠,٢٥	٠,٤١	٠,٢٩	٠,٢٣	٠,٣٧	٠,٢٨	٠,١٤٠	٠,٣١	٠,٣٢	٠,١٦٥	٠,٢٨	٠,٣٢	٠,٢٤	٠,٣٧
١٨٥	٠,٢٧	٠,٢٥	٠,٢٦	٠,٣٧	٠,٣٠	٠,١٦٥	٠,٢٦	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٣٦	٠,٢٣	٠,٢٣	٠,٣٢	٠,٢٢	٠,١٤٠	٠,٢٦	٠,٢٨	٠,١٦٥	٠,٢٢	٠,٢٨	٠,٢٤	٠,٣٣

تابع جدول (نح – ٦ب) : هبوط الجهد للموصلات النحاسية (مللى فولت / أمبير / متر)

درجة حرارة تشغيل الموصل : ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	2 كابل a.c	٢ كابل طور واحد متردد a.c												٣ أو ٤ كابل متحد الموصلات للأى الأطوار تيار متردد (a.c)								
		طريقة ٣، ٤ (للتركيب فى مواسير مغلقة مركبة على الحائط أو داخل الحائط)			طريقة ١، ١١ (للتركيب معمولة مباشرة أو على مجارى ومتلاصقة			طريقة ١٢ (على مسافات بينية*)			طريقة ٣، ٤ (للتركيب فى مواسير مغلقة مركبة على الحائط أو فى الحائط)			طريقة ١، ١١، ١٢ (للتركيب بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)			طريقة ١، ١٠ (التركيب على استقامة (Flat) ومتلاصقة			المرجع طريقة ١٢ (للتركيب على استقامة (Flat) وعلى مسافات بينية*)		
١	٢	٣			٤			٥			٦			٧			٨			٩		
		r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z
٢٤٠	٠,١٩٠	٠,٢١	٠,٢٦	٠,٣٣	٠,٢٠	٠,١٦٠	٠,٢٥	٠,١٩٥	٠,٢٥	٠,٣١	٠,١٨٥	٠,٢٢	٠,٢٩	٠,١٧٠	٠,١٤٠	٠,٢٢	٠,١٧٠	٠,١٦٥	٠,٢٤	٠,١٧٠	٠,٢٤	٠,٢٩
٣٠٠	٠,١٥٥	٠,١٧٥	٠,٢٥	٠,٣١	٠,١٦٠	٠,١٦٠	٠,٢٢	٠,١٥٥	٠,٢٥	٠,٢٩	٠,١٥٠	٠,٢٢	٠,٢٧	٠,١٤٠	٠,١٤٠	٠,١٩٥	٠,١٣٥	٠,١٦٠	٠,٢١	٠,١٣٥	٠,٢٤	٠,٢٧
٤٠٠	٠,١٢٠	٠,١٤٠	٠,٢٥	٠,٢٩	٠,١٣٠	٠,١٥٥	٠,٢٠	٠,١٢٥	٠,٢٤	٠,٢٧	٠,١٢٥	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,١١٠	٠,١٣٥	٠,١٧٥	٠,١١٠	٠,١٦٠	٠,١٩٥	٠,١١٠	٠,٢٤	٠,٢٦
٥٠٠	٠,٠٩٣	٠,١٢٠	٠,٢٥	٠,٢٨	٠,١٠٥	٠,١٥٥	٠,١٨٥	٠,٠٩٨	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,١٠٠	٠,٢٢	٠,٢٤	٠,٠٩٠	٠,١٣٥	٠,١٦٠	٠,٠٨٨	٠,١٦٠	٠,١٨٠	٠,٠٨٥	٠,٢٤	٠,٢٥
٦٣٠	٠,٠٧٢	٠,١٠٠	٠,٢٥	٠,٢٧	٠,٠٨٦	٠,١٥٥	٠,١٧٥	٠,٠٧٨	٠,٢٤	٠,٢٥	٠,٠٨٨	٠,٢١	٠,٢٣	٠,٠٧٤	٠,١٣٥	٠,١٥٠	٠,٠٧١	٠,١٦٠	٠,١٧٠	٠,٠٦٨	٠,٢٣	٠,٢٤
٨٠٠	٠,٠٥٦	—	—	—	٠,٠٧٢	٠,١٥٠	٠,١٧٠	٠,٠٦٤	٠,٢٤	٠,٢٥	—	—	—	٠,٠٦٢	٠,١٣٠	٠,١٤٥	٠,٠٥٩	٠,١٥٥	٠,١٦٥	٠,٠٥٥	٠,٢٣	٠,٢٤
١٠٠٠	٠,٠٤٥	—	—	—	٠,٠٦٣	٠,١٥٠	٠,١٦٥	٠,٠٥٤	٠,٢٤	٠,٢٤	—	—	—	٠,٠٥٥	٠,١٣٠	٠,١٤٠	٠,٠٥٠	٠,١٥٥	٠,١٦٥	٠,٠٤٧	٠,٢٣	٠,٢٤

- ملحوظة: عندما تكون المسافات البينية أكبر من تلك المحددة فى طريقة رقم (١٢)، يرجع للجدول رقم (ط-١)، وسوف تتسبب فى هبوط أكبر فى الجهد

جدول (نح – ١أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات متعددة الموصلات النحاسية ومعزوله بالبلاستيك الثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م

درجة حرارة التشغيل للموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة (٤) (مغلقة فى حائط معزول حراريا)		طريقة (٣) داخل مواسير مغلقة مركبة على جدار أو بالسقف أو مركبة فى مجرى (Trunking)		طريقة (١) ممسوكة مباشرة (Clipped)		طريقة (١١) مركبة على مجارى كابلات مثقبه أو الطريقة (١٣) فى الهواء الحر	
	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات * طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c /d.c)	عدد ١ كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات * ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات * طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى * ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات * طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c /d.c)	عدد١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد١ كابل ثنائى الموصلات * طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
١	١٤,٥	١٣	١٧	١٥	١٩	١٧	٢١	١٨
١,٥	١٨,٥	١٦,٥	٢٢	١٩,٥	٢٤	٢٢	٢٦	٢٣
٢,٥	٢٥	٢٢	٣٠	٢٦	٣٣	٣٠	٣٦	٣٢
٤	٣٣	٣٠	٤٠	٣٥	٤٥	٤٠	٤٩	٤٢
٦	٤٢	٣٨	٥١	٤٤	٥٨	٥٢	٦٣	٥٤
١٠	٥٧	٥١	٦٩	٦٠	٨٠	٧١	٨٦	٧٥
١٦	٧٦	٦٨	٩١	٨٠	١٠٧	٩٦	١١٥	١٠٠
٢٥	٩٩	٨٩	١١٩	١٠٥	١٣٨	١١٩	١٤٩	١٢٧
٣٥	١٢١	١٠٩	١٤٦	١٢٨	١٧١	١٤٧	١٨٥	١٥٨
٥٠	١٤٥	١٣٠	١٧٥	١٥٤	٢٠٩	١٧٩	٢٢٥	١٩٢
٧٠	١٨٣	١٦٤	٢٢١	١٩٤	٢٦٩	٢٢٩	٢٨٩	٢٤٦
٩٥	٢٢٠	١٩٧	٢٦٥	٢٣٣	٣٢٨	٢٧٨	٣٥٢	٢٩٨
١٢٠	٢٥٣	٢٢٧	٣٠٥	٢٦٨	٣٨٢	٣٢٢	٤١٠	٣٤٦
١٥٠	٢٩٠	٢٥٩	٣٣٤	٣٠٠	٤٤١	٣٧١	٤٧٣	٣٩٩
١٨٥	٣٢٩	٢٩٥	٣٨٤	٣٤٠	٥٠٦	٤٢٤	٥٤٢	٤٥٦
٢٤٠	٣٨٦	٣٤٦	٤٥٩	٣٩٨	٥٩٩	٥٠٠	٦٤١	٥٣٨
٣٠٠	٤٤٢	٣٩٦	٥٣٢	٤٥٥	٦٩٣	٥٧٦	٧٤١	٦٢١
٤٠٠	—	—	٦٢٥	٥٣٦	٨٠٣	٦٦٧	٨٦٥	٧٤١

ملاحظات :

١) عندما يتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة (Semi – enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036، يرجع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

٢) عندما يعمل الموصل عند درجة حرارة أعلى من ٧٠°م ، فيجب التأكد على أن المهمات المتصلة بالموصل مناسبة لدرجة حرارة تشغيل هذا الموصل طبقاً لما توضح فى هذا الكود

٣) * للكابل سواء المزود أو غير المزود بموصل وقاية (Protective conductor)

٤) للكابل داخل مواسير جاسئه من (PVC) ويتم تطبيق القيم الموضحة فى الجداول (نح – ٢أ)، (نح – ٢ب)

٥) عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه إلى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة على العمل عند درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠°م، فانه يجب استخدام سعة التيار المعطاة فى الجداول المكافئة للعمل فى درجة ٧٠°م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (نح – ٢أ) طبقاً لتعليمات هذا الكود

٦) تعتبر الموصلات حتى وشامله مقاس ١٦مم٢ مستديرة (Circular)، وترتبط القيم الأكبر فى المقاس بشكل الموصلات وربما يكون أكثر تحرزاً تطبيق ما ينطبق على الموصلات المستديرة

جدول (نح – ٧ب): هبوط الجهد للموصلات النحاسية (مللى فولت / أمبير / متر)

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	كابل ثنائى الموصلات تيار مستمر (d.c)	كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار متردد (a.c)			كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)		
١	٢	٣			٤		
١	٤٠	٤٦			٤٠		
١,٥	٣١	٣١			٢٧		
٢,٥	١٩	١٩			١٦		
٤	١٢	١٢			١٠		
٦	٧,٩	٧,٩			٦,٨		
١٠	٤,٧	٤,٧			٤,٠		
١٦	٢,٩	٢,٩			٢,٥		
		r	X	Z	r	X	Z
٢٥	١,٨٥	١,٨٥	٠,١٦٠	١,٩٠	١,٦٠	٠,١٤٠	١,٦٥
٣٥	١,٣٥	١,٣٥	٠,١٥٥	١,٣٥	١,١٥	٠,١٣٥	١,١٥
٥٠	٠,٩٨	٠,٩٩	٠,١٥٥	١,٠	٠,٨٦	٠,١٣٥	٠,٨٧
٧٠	٠,٦٧	٠,٦٧	٠,١٥٠	٠,٦٩	٠,٥٩	٠,١٣٠	٠,٦٠
٩٥	٠,٤٩	٠,٥٠	٠,١٥٠	٠,٥٢	٠,٤٣	٠,١٣٠	٠,٤٥
١٢٠	٠,٣٩	٠,٤٠	٠,١٤٥	٠,٤٢	٠,٣٤	٠,١٣٠	٠,٣٧
١٥٠	٠,٣١	٠,٣٢	٠,١٤٥	٠,٣٥	٠,٢٨	٠,١٢٥	٠,٣٠
١٨٥	٠,٢٥	٠,٢٦	٠,١٤٥	٠,٢٩	٠,٢٢	٠,١٢٥	٠,٢٦
٢٤٠	٠,١٩٥	٠,٢٠٠	٠,١٤٠	٠,٢٤	٠,١٧٥	٠,١٢٥	٠,٢١
٣٠٠	٠,١٥٥	٠,١٦٠	٠,١٤٠	٠,٢١	٠,١٤٠	٠,١٢٠	٠,١٨٥
٤٠٠	٠,١٢٠	٠,١٣٠	٠,١٤٠	٠,١٩٠	٠,١١٥	٠,١٢٠	٠,١٦٥

جدول (نح – ٨أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية الموصل (Single – core) بموصلات نحاسية ومسلحة تسليح غير قابل للمغنطة (Non magnetic) معزولة بالبلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م

مساحة قطاع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١) (معسكة مباشرة (Clipped)		طريقة التركيب (١١) (مركبة على مجارى كابلات مثقبة)		طريقة التركيب (١٢) فى الهواء الحر Free air					
	عدد٢ كابل طور واحد تيار a.c / d. c مستوى (Flat) ومتلاصقة	عدد ٣ أو ٤ كابلات متعددة الموصلات ثلاثية الأطوار على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد ٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد ٣ أو ٤ كابلات متعددة الموصلات ثلاثية الأطوار تيار a.c مستوية (Flat) ومتلاصقة	عدد ٢ كابل طور واحد تيار (a.c)		عدد ٢ كابل تيار d.c		عدد ٣ أو ٤ كابل متعددة الموصلات ثلاثى الأطوار تيار a.c	
					أفقى على استقامة (Flat) بمسافات بينيه	رأسى على استقامة (Flat) بمسافات بينيه	أفقى بمسافات بينيه	رأسى بمسافات بينيه	أفقى على استقامة (Flat) بمسافات بينيه	رأسى على استقامة (Flat) بمسافات بينيه	عدد ٣ كابل متعددة الموصلات بشكل ورقة نبات مثلثة(Trefoil)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٥٠	٢٣٧	٢٢٠	٢٥٣	٢٣٢	٢٨٢	٢٦٦	٢٨٤	٢٧٠	٢٨٨	٢٦٦	٢٢٢
٧٠	٣٠٣	٢٧٧	٣٢٢	٢٩٣	٣٥٧	٣٣٧	٣٥٦	٣٤٩	٣٥٨	٣٣١	٢٨٥
٩٥	٣٦٧	٣٣٣	٣٨٩	٣٥٢	٤٣٦	٤١٢	٤٤٦	٤٢٦	٤٢٥	٣٩٣	٣٤٦
١٢٠	٤٢٥	٣٨٣	٤٤٩	٤٠٥	٥٠٤	٤٧٧	٥١٩	٤٩٧	٤٨٥	٤٤٩	٤٠٢
١٥٠	٤٨٨	٤٣٧	٥١٦	٤٦٢	٥٦٦	٥٣٩	٦٠٠	٥٧٥	٥٤٩	٥١٠	٤٦٣
١٨٥	٥٥٧	٤٩٦	٥٨٧	٥٢٤	٦٤٣	٦١٤	٦٨٨	٦٦٠	٦١٨	٥٧٤	٥٢٩
٢٤٠	٦٥٦	٥٧٩	٦٨٩	٦١٢	٧٤٩	٧١٤	٨١٥	٧٨٢	٧١٥	٦٦٦	٦٢٥
٣٠٠	٧٥٥	٦٦٢	٧٩٢	٧٠٠	٨٤٢	٨٠٥	٩٤٣	٩٠٦	٨١٠	٧٥٥	٧٢٠
٤٠٠	٨٥٣	٧١٧	٨٩٩	٧٦٧	٩٢٩	٨٨٩	١١٣٧	١٠٩٤	٨٤٨	٧٩٧	٨١٥
٥٠٠	٩٦٢	٧٩١	١٠١٦	٨٥١	١٠٣٢	٩٨٩	١٣١٤	١٢٦٦	٩٢٣	٨٧١	٩١٨
٦٣٠	١٠٨٢	٨٦١	١١٤٦	٩٣٥	١١٣٩	١٠٩٢	١٥٢٨	١٤٧٤	٩٩٢	٩٤٠	١٠٢٧
٨٠٠	١١٧٠	٩٠٤	١٢٤٦	٩٨٧	١٢٠٤	١١٥٥	١٨٠٩	١٧٤٤	١٠٤٢	٩٧٨	١١١٩
	١٢٦١	٩٦١	١٣٤م	١٠٥٥	١٢٨٩	١٢٣٨	٢١٠٠	٢٠٢٦	١١١٠	١٠٤١	١٢١٤

ملاحظات:

١) عندما يتم

البريطانية

٢) عندما يعم

مناسبة لد

٣) عندما تزو

للعمل عل

للعمل في

ملاحظات:

١) عندما يتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed)طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036، يرجع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم .

٢) عندما يعمل الموصل عند درجة حرارة أعلى من ٧٠°م ، فيجب التأكد من أن المهمات المتصلة به مناسبة لدرجة الحرارة هذه طبقاً لما توضح فى هذا الكود

٣) عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه إلى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة للعمل عند درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠°م ، فإنه يجب استخدام سعة التيار المعطاة فى الجداول المكافئة للعمل فى درجة ٧٠°م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (نح -أ٨) ، طبقاً لتعليمات هذا الكود

جدول (نح – ٨ب): هبوط الجهد للموصلات النحاسية (مللى فولت / أمبير / متر)

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٥٩٠ م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	عدد ٢ كابل تيار مستمر (d.c)	عدد ٢ كابل طور واحد تيار مستمر (d.c)				عدد ٣ أو ٤ كابل متحد الموصلات ثلاثى الأطوار (تيار متردد a.c)								
		طريقة التركيب (١، ١١) متلاصقة			طريقة التركيب (١٢) بمسافات بينيه*		طريقة التركيب (١، ١١، ١٢) فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) ومتلاصقة			طريقة التركيب (١، ١١) على استقامة (Flat) و متلاصقة			طريقة التركيب (١٢) على استقامة (Flat) وبمسافات بينيه*		
١	٢	٣			٤			٥			٦			٧		
		r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z
٥٠	٠,٩٨	٠,٩٩	٠,٢١	١,٠٠	٠,٩٨	٠,٢٩	١,٠٠	٠,٨٦	٠,١٨٠	٠,٨٧	٠,٨٤	٠,٢٥	٠,٨٨	٠,٨٤	٠,٣٣	٠,٩٠
٧٠	٠,٦٧	٠,٦٨	٠,٢٠	٠,٧١	٠,٦٩	٠,٢٩	٠,٧٥	٠,٥٩	٠,١٧٠	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٢٥	٠,٦٥	٠,٦٢	٠,٣٢	٠,٧٠
٩٥	٠,٤٩	٠,٥١	٠,١٩٥	٠,٥٥	٠,٥٣	٠,٢٨	٠,٦٠	٠,٤٤	٠,١٧٠	٠,٤٧	٠,٤٦	٠,٢٤	٠,٥٢	٠,٤٩	٠,٣١	٠,٥٨
١٢٠	٠,٣٩	٠,٤١	٠,١٩٠	٠,٤٥	٠,٤٣	٠,٢٧	٠,٥١	٠,٣٥	٠,١٦٥	٠,٣٩	٠,٣٨	٠,٢٤	٠,٤٤	٠,٤١	٠,٣٠	٠,٥١
١٥٠	٠,٣١	٠,٣٣	٠,١٨٥	٠,٣٨	٠,٣٦	٠,٢٧	٠,٤٥	٠,٢٩	٠,١٦٠	٠,٣٣	٠,٣١	٠,٢٣	٠,٣٩	٠,٣٤	٠,٢٩	٠,٤٥
١٨٥	٠,٢٥	٠,٢٧	٠,١٨٥	٠,٣٣	٠,٣٠	٠,٢٦	٠,٤٠	٠,٢٣	٠,١٦٠	٠,٢٨	٠,٢٦	٠,٢٣	٠,٣٤	٠,٢٩	٠,٢٩	٠,٤١
٢٤٠	٠,١٩٥	٠,٢١	٠,١٨٠	٠,٢٨	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,٣٥	٠,١٨٠	٠,١٥٥	٠,٢٤	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٣٠	٠,٢٤	٠,٢٨	٠,٣٧
٣٠٠	٠,١٥٥	٠,١٧٠	٠,١٧٥	٠,٢٥	٠,١٩٥	٠,٢٥	٠,٣٢	٠,١٤٥	٠,١٥٠	٠,٢١	٠,١٧٠	٠,٢٢	٠,٢٨	٠,٢٠	٠,٢٧	٠,٣٤
٤٠٠	٠,١١٥	٠,١٤٥	٠,١٧٠	٠,٢٢	٠,١٨٠	٠,٢٤	٠,٣٠	٠,١٢٥	٠,١٥٠	٠,١٩٥	٠,١٦٠	٠,٢١	٠,٢٧	٠,٢٠	٠,٢٧	٠,٣٣
٥٠٠	٠,٠٩٣	٠,١٢٥	٠,١٧٠	٠,٢١	٠,١٦٥	٠,٢٤	٠,٢٩	٠,١٠٥	٠,١٤٥	٠,١٨٠	٠,١٤٥	٠,٢٠	٠,٢٥	٠,١٩٠	٠,٢٤	٠,٣١
٦٣٠	٠,٠٧٣	٠,١٠٥	٠,١٦٥	٠,١٩٥	٠,١٥٠	٠,٢٣	٠,٢٧	٠,٠٩٢	٠,١٤٥	٠,١٧٠	١,٣٥	٠,١٩٥	٠,٢٤	٠,١٧٥	٠,٢٣	٠,٢٩
٨٠٠	٠,٠٥٦	٠,٠٩٥	٠,١٦٠	٠,١٩٠	٠,١٤٥	٠,٢٣	٠,٢٧	٠,٠٨٦	٠,١٤٠	٠,١٦٥	١,٣٠	٠,١٨٠	٠,٢٣	٠,١٧٥	٠,١٩٥	٠,٢٦
١٠٠٠	٠,٠٤٥	٠,٠٩٢	٠,١٥٥	٠,١٨٠	٠,١٤٠	٠,٢١	٠,٢٥	٠,٠٨٠	٠,١٣٥	٠,١٥٥	١,٢٥	٠,١٧٠	٠,٢١	٠,١٦٥	٠,١٨٠	٠,٢٤

ملحوظة:

* عندما تكون المسافات البينية أكبر من تلك المحددة فى طريقة التركيب (١٢)، يرجع للجدول رقم (ط-١)، وسوف تتسبب فى لهبوط أكبر للجهد

* عندما تكون المسافات البينية أكبر من تلك المحددة فى طريقة التركيب (

جدول (نح – ٩أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات مسلحة بموصلات نحاسية ومعزولة بالبلاستيك الثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠° م

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١) (مسنوكة بأفقزة مباشرة Clipped)		طريقة التركيب (١١) (على مجارى كابلات موضوعة افقيا أو راسيا) أو طريقة (١٣) (فى الهواء الحر Free air)	
	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار مستمر أو متردد (a.c /d.c)	عدد١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار متردد أو مستمر (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)
١	٢	٣	٤	٥
١,٥	٢٧	٢٣	٢٩	٢٥
٢,٥	٣٦	٣١	٣٩	٣٣
٤	٤٩	٤٢	٥٢	٤٤
٦	٦٢	٥٣	٦٦	٥٦
١٠	٨٥	٧٣	٩٠	٧٨
١٦	١١٠	٩٤	١١٥	٩٩
٢٥	١٤٦	١٢٤	١٥٢	١٣١
٣٥	١٨٠	١٥٤	١٨٨	١٦٢
٥٠	٢١٩	١٨٧	٢٢٨	١٩٧
٧٠	٢٧٩	٢٣٨	٢٩١	٢٥١
٩٥	٣٣٨	٢٨٩	٣٥٤	٣٠٤
١٢٠	٣٩٢	٣٣٥	٤١٠	٣٥٣
١٥٠	٤٥١	٣٨٦	٤٧٢	٤٠٦
١٨٥	٥١٥	٤٤١	٥٣٩	٤٦٣
٢٤٠	٦٠٧	٥٢٠	٦٣٦	٥٤٦
٣٠٠	٦٩٨	٥٩٩	٧٣٢	٦٢٨
٤٠٠	٧٨٧	٦٧٣	٨٤٧	٧٢٨

ملاحظات:

١- عندما يتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة(Semi – enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036، يرجع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

٢- عندما يعمل الموصل عند درجة حرارة أعلى من ٧٠°م ، فيجب التأكد على أن المهمات المتصلة به مناسبة لدرجة الحرارة هذه طبقاً لما توضح فى هذا الكود

٣- عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه على أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة للعمل عند درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠° م ، فإنه يجب استخدام سعه التيار المعطاة فى الجداول المكافئة للعمل فى درجة حرارة ٧٠° م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (نح-٤أ)، طبقاً لتعليمات هذا الكود

جدول (نح – ٩ ب): هبوط الجهد للموصلات النحاسية (مللى فولت / أمبير / متر)

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	كابل ثنائى الموصلات تيار مستمر (d.c)	كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار متردد (a.c)			كابل متعدد الموصلات ثلاثى او رباعى ثلاثى الأطوار تيار متردد(a.c)		
١	٢	٣			٤		
١,٥	٣١	٣١			٢٧		
٢,٥	١٩	١٩			١٦		
٤	١٢	١٢			١٠		
٦	٧,٩	٧,٩			٦,٨		
١٠	٤,٧	٤,٧			٤,٠٠		
١٦	٢,٩	٢,٩			٢,٥		
		r	x	z	r	x	z
٢٥	١,٨٥	١,٨٥	٠,١٦٠	١,٩٠	١,٦٠	٠,١٤٠	١,٦٥
٣٥	١,٣٥	١,٣٥	٠,١٥٥	١,٣٥	١,١٥	٠,١٣٥	١,١٥
٥٠	٠,٩٨	٠,٩٩	٠,١٥٥	١,٠٠	٠,٨٦	٠,١٣٥	٠,٨٧
٧٠	٠,٦٧	٠,٦٧	٠,١٥٠	٠,٦٩	٠,٥٩	٠,١٣٠	٠,٦٠
٩٥	٠,٤٩	٠,٥٠	٠,١٥٠	٠,٥٢	٠,٤٣	٠,١٣٠	٠,٤٥
١٢٠	٠,٣٩	٠,٤٠	٠,١٤٥	٠,٤٢	٠,٣٤	٠,١٣٠	٠,٣٧
١٥٠	٠,٣١	٠,٣٢	٠,١٤٥	٠,٣٥	٠,٢٨	٠,١٢٥	٠,٣٠
١٨٥	٠,٢٥	٠,٢٦	٠,١٤٥	٠,٢٩	٠,٢٢	٠,١٢٥	٠,٢٦
٢٤٠	٠,١٩٥	٠,٢٠	٠,١٤٠	٠,٢٤	٠,١٧٥	٠,١٢٥	٠,٢١
٣٠٠	٠,١٥٥	٠,١٦	٠,١٤٠	٠,٢١	٠,١٤٠	٠,١٢٠	٠,١٨٥
٤٠٠	٠,١٢٠	٠,١٣	٠,١٤٠	٠,١٩٠	٠,١١٥	٠,١٢٠	٠,١٦٥

ملحق (م٦-٣-٢) ح

جدول (نح – ١٠أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية الموصل بموصلات نحاسية بعزل ثرموسيتنج (Thermosetting) مطاطى ٨٥°م بغلاف وغير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٨٥° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (٣) داخل مواسير مغلقة مركبة داخل أو على الحائط		طريقة التركيب (١)مسوكة مباشرة Clipped		طريقة التركيب (١١) مركبة على مجارى كابلات مثقبه أفقياً أو راسياً		طريقة التركيب (١٢) فى الهواء الحر (Free air)	
	٢ كابل أحادى الطور تيار مستمر أو متردد (a.c/d.c)	٣ أو ٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ٢ كابل أحادى الطور تيار (a.c / d.c) مستوى (Flat) ومتلاصقة	عدد ٣ أو ٤ كابل متعدد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c.) مستوى (Flat) ومتلاصقة أو على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد ٢ كابل احادى الطور على استقامة (Flat) ومتلاصقة تيار(a.c/ d.c)	عدد ٣ أو ٤ كابلات متعدد الموصلات ثلاثية الأطوار تيار (a.c.) مرصوصة على استقامة (Flat) ومتلاصقة أو على شكل ورقة نبات مثلثة(Trefoil)	عدد ٢ كابل أحادى الطور تيار (a.c / d.c) أو عدد ٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c) على استقامة (Flat) ومسافات بينية أفقياً أو راسياً	عدد ٣ كابل متعدد الموصلات على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
١	١٧	١٥	١٩	١٧,٥	–	–	–	–
١,٥	٢٢	١٩,٥	٢٥	٢٣	–	–	–	–
٢,٥	٣٠	٢٧	٣٤	٣١	–	–	–	–
٤	٤٠	٣٦	٤٥	٤٢	–	–	–	–
٦	٥٢	٤٦	٥٩	٥٤	–	–	–	–
١٠	٧٢	٦٣	٨١	٧٥	–	–	–	–
١٦	٩٦	٨٥	١٠٨	١٠٠	–	–	–	–
٢٥	١٢٧	١١٢	١٤٣	١٣٣	١٥٣	١٤٠	١٥٤	١٣٤
٣٥	١٥٧	١٣٨	١٧٧	١٦٤	١٨٩	١٧٤	١٩٢	١٦٧

تابع (نح – ١٠أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية الموصل نحاسية بعزل بلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) مطاطى ٨٥°م بغلاف وغير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٨٥° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (٣) داخل مواسير مغلقة مركبة داخل أو على الحائط		طريقة التركيب (١)مسمكة مباشرة Clipped		طريقة التركيب (١١) مركبة على مجارى كابلات مثقبه أفقياً أو رأسياً		طريقة التركيب (١٢) فى الهواء الحر (Free air)	
	٢ كابل أحادى الطور تيار مستمر أو متردد (a.c /d.c)	٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار متردد (a.c)	عدد ٢ كابل أحادى الطور تيار (a.c / d.c) مستوى (Flat) ومتلاصقة	عدد ٣ أو ٤ كابل متحد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c) على استقامة (Flat) ومتلامسه أو على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد ٢ كابل أحادى الطور على استقامة (Flat) ومتلاصقة تيار (a.c /d.c)	عدد ٣ أو ٤ كابلات متحد الموصلات ثلاثية الأطوار تيار (a.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة أو على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد ٢ كابل أحادى الطور تيار (a.c /d.c) أو عدد ٣ أو ٤ كابل متعدد ثلاثى الأطوار تيار (a.c) على استقامة(Flat) وبمسافات بينية أفقياً أو رأسياً	عدد ٣ كابل على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
٥٠	١٩٠	١٦٧	٢١٥	١٩٩	٢٢٩	٢١١	٢٣٥	٢٠٤
٧٠	٢٤٢	٢١٣	٢٧٤	٢٥٤	٢٩٣	٢٦٩	٣٠٣	٢٦٢
٩٥	٢٩٣	٢٥٨	٣٣٢	٣٠٨	٣٥٦	٣٢٧	٣٧٠	٣٢٠
١٢٠	٣٣٩	٢٩٨	٣٨٤	٣٥٧	٤١٢	٣٧٩	٤٣١	٣٧٣
١٥٠	٣٧٢	٣٣٤	٤٤٢	٤١١	٤٧٥	٤٣٧	٤٩٩	٤٣٢
١٨٥	٤٢٨	٣٧٩	٥١٩	٤٦٩	٥٤٢	٤٩٩	٥٧٣	٤٩٥
٢٤٠	٥١٠	٤٤٣	٦٠٧	٥٥٣	٦٣٩	٥٨٩	٦٧٩	٥٨٧
٣٠٠	٥٩٣	٥٠٦	٦٩٥	٦٣٦	٧٣٥	٦٧٩	٧٨٦	٦٨٠
٤٠٠	٧١٩	٦٠٢	٨٢٧	٧٥٥	٨٦٠	٧٩٨	٩٢٩	٧٩٩
٥٠٠	٨٣٥	٦٨٩	٩٤٦	٨٦٥	٩٨٩	٩١٨	١٠٨١	٩١٩
٦٣٠	٩٧٥	٧٩١	١٠٨٨	٩٩٦	١١٤٣	١٠٦٢	١٢٦٣	١٠٠٠

ملاحظات:

١- عندما يتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036، يتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمه هذا القسم

٢- عندما يعمل الموصل عند درجة حرارة أعلى من ٧٠°، يجب التأكيد على أن المهمات المتصلة مناسبة لدرجة حرارة تشغيل هذا الموصل طبقا لما توضح فى هذا الكود

٣- فى تركيبات المواسير الجاسئة من (Rigid pvc)، القيم المحددة بالجدول(نح – ١) تطبق طبقاً لما ورد فى هذا الكود

٤- عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه الى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة على العمل عند درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠°م، فإنه يجب استخدام سعة التيار المعطاة فى الجداول المكآفأة للعمل فى درجة ٧٠°م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (نح – ١أ) طبقاً لتعليمات هذا الكود

جدول (نح – ١٠ب): هبوط الجهد (ملى فولت / أمبير / متر) للموصلات من النحاس

جدول (نح – ١٠ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات من النحاس

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٨٥°م

مساحة مقطع الموصل (مم²)	٢ كابل تيار مستمر (d.c)	٢ كابل احادى الطور تيار متردد (a.c)				٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار متردد a.c					
		طريقة تركيب (٣) داخل مواسير مغلقة مركبة على أو داخل الجدار	طريقة تركيب (١١،١) ممسوكه (Clipped) مباشرة أو مركبه على مجارى كابلات ومتلاصقة	طريقه تركيب (١٢) مركبة على مسافات بينيه*	طريقة تركيب (٣) مركبة داخل مواسير مغلقة داخل أو على الجدار	طريقة تركيب (١،١١،١٢) مركبه بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) ومتلاصقة	طريقة تركيب (١١،١) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	طريقة تركيب (١٢) على استقامة (Flat) وعلى مسافات بينيه*			
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩			
١	٤٦	٤٦	٤٦	–	٤٠	٤٠	٤٠	–			
١,٥	٣١	٣١	٣١	–	٢٦	٢٦	٢٦	–			
٢,٥	١٨	١٨	١٨	–	١٦	١٦	١٦	–			
٤	١٢	١٢	١٢	–	١٠	١٠	١٠	–			
٦	٧,٧	٧,٧	٧,٧	–	٦,٧	٦,٧	٦,٧	–			
١٠	٤,٦	٤,٦	٤,٦	–	٤	٤	٤	–			
١٦	٢,٩	٢,٩	٢,٩	–	٢,٥	٢,٥	٢,٥	–			
		r	z	x	r	z	x	r	z	x	r
٢٥	١,٨٠	١,٨٥	١,٩٠	٠,٣٢	١,٨٥	٠,٢٠	١,٨٥	١,٨٥	٠,٢٩	١,٨٥	١,٦٠	٠,٢٨	١,٦٥	١,٦٠	٠,١٧٥	١,٦٠	١,٦٠	٠,٢٥	١,٦٠	١,٦٥	٠,٣٢	١,٦٠
٣٥	١,٣٠	١,٣٥	١,٤٠	٠,٣١	١,٣٠	٠,١٩٥	١,٣٥	١,٣٥	٠,٢٨	١,٣٠	١,١٥	٠,٢٧	١,٢٠	١,١٥	٠,١٧٠	١,١٥	١,١٥	٠,٢٤	١,١٥	١,٢٠	٠,٣٢	١,١٥
٥٠	٠,٩٥	١,٠٠	١,٠٥	٠,٣٠	٠,٩٧	٠,١٩٠	٠,٩٩	٠,٩٧	٠,٢٨	١,٠٠	٠,٨٧	٠,٢٦	٠,٩١	٠,٨٤	٠,١٦٥	٠,٨٦	٠,٨٤	٠,٢٤	٠,٨٨	٠,٩٠	٠,٣٢	٠,٨٤
٧٠	٠,٦٥	٠,٦٨	٠,٧٤	٠,٢٩	٠,٦٦	٠,١٨٥	٠,٦٩	٠,٦٦	٠,٢٧	٠,٧٢	٠,٦٠	٠,٢٥	٠,٦٥	٠,٥٧	٠,١٦٠	٠,٦٠	٠,٥٧	٠,٢٤	٠,٦٢	٠,٦٥	٠,٣١	٠,٥٧
٩٥	٠,٤٨	٠,٥١	٠,٥٨	٠,٢٨	٠,٤٩	٠,١٨٠	٠,٥٢	٠,٤٩	٠,٢٧	٠,٥٦	٠,٤٤	٠,٢٥	٠,٥١	٠,٤٣	٠,١٥٥	٠,٤٥	٠,٤٣	٠,٢٣	٠,٤٨	٠,٥٢	٠,٣١	٠,٤٢
١٢٠	٠,٣٨	٠,٤٠	٠,٤٩	٠,٢٧	٠,٣٩	٠,١٧٥	٠,٤٣	٠,٣٩	٠,٢٦	٠,٤٧	٠,٣٥	٠,٢٤	٠,٤٣	٠,٣٤	٠,١٥٥	٠,٣٧	٠,٣٤	٠,٢٣	٠,٤١	٠,٤٥	٠,٣٠	٠,٣٤

تابع جدول (نح – ١٠ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات من النحاس

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٨٥°م

مساحة مقطع الموصل (سم²)	٢ كابل تيار مستمر (d.c)	٢ كابل احادى الطور تيار متردد (a.c)												٣ أو ٤ كابل ثلاثي الأطوار تيار متردد (a.c)											
		طريقة تركيب (٣) داخل مواسير مغلقة مركبة على أو داخل الجدار			طريقة تركيب (١١،١) ممسوكه (Clipped) مباشرة أو مركبة على مجارى كابلات ومتلاصقة			طريقه تركيب (١٢) مركبة على مسافات بينيه*			طريقة تركيب (٣) مركبة داخل مواسير مغلقة داخل أو على الجدار			طريقة تركيب (١٢،١١،١) مركبه بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) ومتلاصقة			طريقة تركيب (١١،١) على استقامة (Flat) ومتلاصقة			طريقة تركيب (١٢) على استقامة (Flat) وعلى مسافات بينيه*		
١	٢	٣			٤			٥			٦			٧			٨			٩		
		r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z
١٥٠	٠,٣٠	٠,٣٣	٠,٢٧	٠,٤٢	٠,٣١	٠,١٧٥	٠,٣٦	٠,٣١	٠,٢٦	٠,٤٠	٠,٢٩	٠,٢٤	٠,٣٧	٠,٢٧	٠,١٥٠	٠,٣١	٠,٢٧	٠,٢٣	٠,٣٥	٠,٢٧	٠,٣٠	٠,٤٠
١٨٥	٠,٢٥	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٣٨	٠,٢٥	٠,١٧٠	٠,٣٠	٠,٢٥	٠,٢٦	٠,٣٦	٠,٢٣	٠,٢٣	٠,٣٣	٠,٢٢	٠,١٥٠	٠,٢٦	٠,٢٢	٠,٢٢	٠,٣١	٠,٢٢	٠,٣٠	٠,٣٧
٢٤٠	٠,١٩٠	٠,٢١	٠,٢٦	٠,٣٣	٠,١٩٥	٠,١٦٥	٠,٢٦	٠,١٩٥	٠,٢٥	٠,٣٢	٠,١٨	٠,٢٣	٠,٢٩	٠,١٧٠	٠,١٤٥	٠,٢٢	٠,١٧٠	٠,٢٢	٠,٢٨	٠,١٧٠	٠,٣٠	٠,٣٤
٣٠٠	٠,١٥٠	٠,١٧٠	٠,٢٦	٠,٣١	٠,١٥٥	٠,١٦٥	٠,٢٣	٠,١٥٥	٠,٢٥	٠,٢٩	٠,١٥	٠,٢٣	٠,٢٧	٠,١٣٥	٠,١٤٠	٠,١٩٥	٠,١٣٥	٠,٢٢	٠,٢٦	٠,١٣٥	٠,٢٩	٠,٣٢
٤٠٠	٠,١١٥	٠,١٤٠	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,١٢٥	٠,١٦٠	٠,٢٠	٠,١٢٠	٠,٢٥	٠,٢٨	٠,١٣	٠,٢٢	٠,٢٦	٠,١١٠	٠,١٤٠	٠,١٧٥	٠,١١٠	٠,٢١	٠,٢٤	٠,١٠٥	٠,٢٩	٠,٣١
٥٠٠	٠,٠٩١	٠,١١٥	٠,٢٦	٠,٢٨	٠,١٠٠	٠,١٥٥	٠,١٨٥	٠,٠٩٧	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,١٠٥	٠,٢٢	٠,٢٤	٠,٠٨٩	٠,١٣٥	٠,١٦٥	٠,٠٨٩	٠,٢١	٠,٢٣	٠,٠٨٥	٠,٢٩	٠,٣٠
٦٣٠	٠,٠٧٢	٠,١٠٠	٠,٢٥	٠,٢٧	٠,٠٨٢	٠,١٥٥	٠,١٧٥	٠,٠٧٧	٠,٢٤	٠,٢٥	٠,٠٨٥	٠,٢٢	٠,٢٤	٠,٠٧٣	٠,١٣٥	٠,١٥٥	٠,٠٧٣	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٠٦٧	٠,٢٨	٠,٢٩

ملحوظة:

*إذا كانت المسافات البينية أكبر من تلك المحددة فى طريقة التركيب (١٢)، يرجع إلى الجدول (ط-١)، وسوف تتسبب فى هبوط أكبر للجهد

جدول (تح – ١١أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات متعددة الموصلات من النحاس معزولة بالبلاستيك الثرموسيتنج (Thermosetting) مطاطى٨٥°م مغلفة وغير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م درجة حرارة تشغيل الموصل: ٨٥°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة تركيب (٣) مغلق		طريقة تركيب (١) مسحوبة مباشرة (Clipped direct)		طريقة تركيب (١١) على مجارى كابلات مثقبه أو طريقة (١٣) فى الهواء الحر	
	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات أحادى الطور تيار (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات أحادى الطور تيار (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات أحادى الطور تيار (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
١	١٦,٥	١٤,٥	١٨	١٦	١٩,٥	١٧,٥
١,٥	٢١	١٨,٥	٢٣	٢٠	٢٥	٢٢
٢,٥	٢٩	٢٥	٣٢	٢٨	٣٤	٣٠
٤	٣٨	٣٣	٤٣	٣٧	٤٦	٤٠
٦	٤٨	٤٣	٥٥	٤٨	٥٩	٥٢
١٠	٦٦	٥٨	٧٦	٦٦	٨١	٧١
١٦	٨٧	٧٧	١٠٣	٨٨	١٠٩	٩٤
٢٥	١١٤	١٠٠	١٣٦	١١٧	١٤٤	١٢٣
٣٥	١٣٩	١٢٢	١٦٨	١٤٤	١٧٧	١٥١
٥٠	١٦٧	١٤٧	٢٠١	١٧٤	٢١٣	١٨٦
٧٠	٢١١	١٨٥	٢٥٦	٢٢٢	٢٧٢	٢٣٧
٩٥	٢٥٤	٢٢٢	٣١٠	٢٦٩	٣٢٩	٢٨٧
١٢٠	٢٩٢	٢٥٦	٣٥٩	٣١٢	٣٨١	٣٣٣
١٥٠	٣٢٠	٢٨٧	٤١٣	٣٥٩	٤٣٨	٣٨٣
١٨٥	٣٦٨	٣٢٦	٤٧٠	٤٠٩	٤٩٩	٤٣٧
٢٤٠	٤٣٩	٣٨١	٥٥٣	٤٨٢	٥٨٧	٥١٥
٣٠٠	٥٠٩	٤٣٦	٦٣٦	٥٥٥	٦٧٥	٥٩٣

ملاحظات:

١- عندما يتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed) طبقا للمواصفات البريطانية BS 3036 ، يتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

٢- عندما يعمل الموصل عند درجة حرارة أعلى من ٧٠ °م، فيجب التأكيد على أن المهمات الموصلة للموصل مناسبة لدرجة حرارة تشغيل هذا الموصل طبقا لما هو موضح فى هذا الكود

٣- فى تركيبات المواسير البلاستيك بى.فى.سى الجاسئه، تطبق القيم المحدده بالجدول (نح -٢) طبقا لما ورد فى ذلك الكود

٤- عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه إلى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة على العمل فى درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠ °م، فإنه يجب استخدام سعة التيار المعطاة فى الجداول المكافأة للعمل عند درجة ٧٠ °م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (نح - ٢أ)، يجب استخدامه طبقا لتعليمات هذا الكود

جدول (نح – ١١ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات من النحاس

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٨٥° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	كابل ثنائى الموصلات تيار (d.c)	كابل ثنائى الموصلات أحادى الطور تيار (a.c)			كابل ثلاثى متعدد الموصلات أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)		
١	٢	٣			٤		
١	٤٦	٤٦			٤٠		
١,٥	٣١	٣١			٢٦		
٢,٥	١٩	١٩			١٦		
٤	١٢	١٢			١٠		
٦	٧,٧	٧,٧			٦,٧		
١٠	٤,٦	٤,٦			٤,٠٠		
١٦	٢,٩	٢,٩			٢,٥		
		r	x	z	r	x	z
٢٥	١,٨	١,٨٥	٠,١٧٥	١,٨٥	١,٦٠	٠,١٥٠	١,٦٠
٣٥	١,٣	١,٣٠	٠,١٧٠	١,٣٥	١,١٥	٠,١٥٠	١,١٥
٥٠	٠,٩٥	٠,٩٧	٠,١٧٠	٠,٩٩	٠,٨٤	٠,١٤٥	٠,٨٦
٧٠	٠,٦٥	٠,٦٦	٠,١٦٥	٠,٦٨	٠,٥٨	٠,١٤٠	٠,٥٩
٩٥	٠,٤٨	٠,٤٩	٠,١٦٠	٠,٥٢	٠,٤٣	٠,١٤٠	٠,٤٥
١٢٠	٠,٣٨	٠,٣٩	٠,١٦٠	٠,٤٢	٠,٣٤	٠,١٣٥	٠,٣٦
١٥٠	٠,٣٠	٠,٣١	٠,١٥٥	٠,٣٥	٠,٢٧	٠,١٣٥	٠,٣٠
١٨٥	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,١٥٥	٠,٣٠	٠,٢٢	٠,١٣٠	٠,٢٦
٢٤٠	٠,١٩٠	٠,١٩٥	٠,١٥٠	٠,٢٥	٠,١٧٠	٠,١٣٠	٠,٢٢
٣٠٠	٠,١٥٠	٠,١٥٥	٠,١٥٠	٠,٢٢	٠,١٣٥	٠,١٣٠	٠,١٨٥

جدول (نح – ١٢أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات مرنة بموصلات من النحاس معزولة بالبلاستيك الثرموسيتنج (Thermosetting) المطاطى ٦٠°م بغلاف (Sheath) وغير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٦٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طور واحد تيار (a.c/d.c) عدد ١ كابل ثنائى الموصلات بموصل وقاية أو بدونه	ثلاثى الأطوار تيار (a.c) عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى الموصلات أو رباعى أو خماسى الموصلات	طور واحد تيار (a.c/d.c) عدد ٢ كابل أحادى الموصل
١	٢	٣	٤
٤	٣٠	٢٦	–
٦	٣٩	٣٤	–
١٠	٥١	٤٧	–
١٦	٧٣	٦٣	–
٢٥	٩٧	٨٣	–
٣٥	–	١٠٢	١٤٠
٥٠	–	١٢٤	١٧٥
٧٠	–	١٥٨	٢١٦
٩٥	–	١٩٢	٢٥٨
١٢٠	–	٢٢٢	٣٠٢
١٥٠	–	٢٥٥	٣٤٧
١٨٥	–	٢٩١	٣٩٤
٢٤٠	–	٣٤٣	٤٧١
٣٠٠	–	٣٩٤	٥٤١
٤٠٠	–	–	٦٤٤
٥٠٠	–	–	٧٣٨
٦٣٠	–	–	٨٦١

ملاحظات على الجدول (نح – ١٢أ):

١- تكون سعة التيار المعطاة بالجدول هى للكابلات المركبة فى الهواء الحر (الطلق) ولكن يمكن أيضاً تطبيقها للكابلات الموضوعة على سطح. أما إذا كانت الكابلات ملفوفة على اسطوانة (Wound on a drum)، فيتم تخفيض السعة على النحو الموضح فى ملحوظة (٣) فيما بعد وتخفض طبقاً للموضح فى الملحوظة (٤) للكابلات الممكن تغطيتها

٢- عندما يتم وقاية الموصل بمصاهر نصف مغلقة طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036 ، يرجع إلى البند (٦-٢) فى مقدمة هذا القسم

٣- يتم تخفيض سعه التيار للكابلات المرنه الملفوفة على بكرات اسطوانية بالمعاملات الآتية:

أ- البكرات الملفوفة بشكل إشعاعى فى اتجاه القطر (Radial type drums):

المهواة يكون المعامل ٨٥% وغير المهواة ٧٥%

ب- البكرات الاسطوانية المهواة :

طبقة واحدة ٨٥% طبقتين ٦٥% ثلاث طبقات ٤٥%

أربعة طبقات ٣٥%

والبكرات طراز إشعاعى فى اتجاه القطر هى عندما توضع تكون طبقات حلزونية (لولبية) من الكابل بين شفف (Flangs) واسعة متباعدة، وإذا كانت الشفف هذه مصمته فإنه يجب تخفيض السعات التيارية المعطاة وتعتبر الاسطوانة (البكرة) كأنها غير مهواة حتى ولو أن الشفف مزودة بتجاويف مناسبة للتهوية

وتعتبر اسطوانات الكابلات مهواة، عندما توضع طبقات الكابلات بين شفف (Flangs) متباعدة بمسافة واسعة وتزود الاسطوانة وشفف النهاية بتجاويف مناسبة للتهوية

٤- عندما يحتمل تغطية الكابلات من أعلى أو يتم لفها (Coiled up) وهى محملة بالتيار أو تكون حركة الهواء على الكابل مقيدة (Restricted)، فإن سعة التيار يجب أن تخفض، وبما أنه لا يمكن تحديد قيمة معامل التخفيض فى هذه الحالة إلا أن الجداول الخاصة بمعاملات التخفيض المذكورة فى (٣) بعاليه والخاصة بتركيب الكابلات على اسطوانات يمكن اعتبارها قيم استرشادية

جدول (نح – ١٢ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات من النحاس

درجة حرارة تشغيل الموصل : ٦٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	كابل بموصلين بتيار (d.c)	كابل بموصلين بتيار أحادى الطور (a.c)			عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى أو خماسى ثلاثى الأطوار تيار (a.c)			عدد ٢ كابل أحادى الموصل متلاصقة تيار مستمر(d.c)	تيار متردد أحادى الطور (a.c)*		
١	٢	٣			٤			٥	٦		
٤	١٢	١٢			١٠			–	–		
٦	٧,٨	٧,٨			٦,٧			–	–		
١٠	٤,٦	٤,٦			٤,٠٠			–	–		
١٦	٢,٩	٢,٩			٢,٥			–	–		
–	–	r	x	z	r	x	z		r	x	z
٢٥	١,٨٠	١,٨٠	٠,١٧٥	١,٨٥	١,٥٥	٠,١٥٠	١,٥٥	–	–	–	–
٣٥	–	–	–	–	١,١٥	٠,١٥٠	١,١٠	١,٣١	١,٣١	٠,٢١	١,٣٢
٥٠	–	–	–	–	٠,٨٤	٠,١٤٥	٠,٨٣	٠,٩١	٠,٩١	٠,٢١	٠,٩٣
٧٠	–	–	–	–	٠,٥٨	٠,١٤٠	٠,٥٧	٠,٦٤	٠,٦٤	٠,٢٠	٠,٦٧
٩٥	–	–	–	–	٠,٤٤	٠,١٣٥	٠,٤٢	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,١٩٥	٠,٥٣
١٢٠	–	–	–	–	٠,٣٦	٠,١٣٥	٠,٣٣	٠,٣٨	٠,٣٨	٠,١٩٠	٠,٤٣
١٥٠	–	–	–	–	٠,٣٠	٠,١٣٠	٠,٢٧	٠,٣١	٠,٣١	٠,١٩٠	٠,٣٦
١٨٥	–	–	–	–	٠,٢٦	٠,١٣٠	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,١٩٠	٠,٣٢
٢٤٠	–	–	–	–	٠,٢١	٠,١٣٠	٠,١٧٠	٠,١٩٥	١,٩٠	٠,١٨٥	٠,٢٧
٣٠٠	–	–	–	–	٠,١٨٥	٠,١٢٥	٠,١٣٥	٠,١٥٥	١,٥٠	٠,١٨٥	٠,٢٤
٤٠٠	–	–	–	–	–	–	–	٠,١٢٠	٠,١١٥	٠,١٧٥	٠,٢١
٥٠٠	–	–	–	–	–	–	–	٠,٠٩٩	٠,٠٩٠	٠,١٧٠	٠,٢٠
٦٣٠	–	–	–	–	–	–	–	٠,٠٧٩	٠,٠٦٨	٠,١٧٠	٠,١٨٥

ملحوظة: يزداد هبوط الجهد عندما تكون هناك مسافات بينية بين الكابلات بعد تركيبها

جدول (نح – ١٣أ): سعه حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات من النحاس مرنة ومعزولة بالبلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) المطاطى٨٥°م بغلاف (Sheath) غير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م درجة حرارة تشغيل الموصل : ٨٥° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	عدد ١ كابل أحادى الموصل سواء كان بموصل وقاية أو بدونه تيار (a.c /d.c)	عدد ١ كابل ثلاثى متعدد الموصلات أو رباعى أو خماسى ثلاثى الأطوار (a.c)	عدد ٢ كابل أحادى الموصل متلامسه تيار (a.c /d.c)
١	٢	٣	٤
٤	٤١	٣٦	–
٦	٥٣	٤٧	–
١٠	٧٣	٦٤	–
١٦	٩٩	٨٦	–
٢٥	١٣١	١١٤	–
٣٥	–	١٤٠	١٩٢
٥٠	–	١٧٠	٢٤٠
٧٠	–	٢١٦	٢٩٧
٩٥	–	٢٦٢	٣٥٤
١٢٠	–	٣٠٣	٤١٤
١٥٠	–	٣٤٨	٤٧٦
١٨٥	–	٣٩٧	٥٤٠
٢٤٠	–	٤٦٧	٦٤٥
٣٠٠	–	٥٣٧	٧٤١
٤٠٠	–	–	٨٨٥
٥٠٠	–	–	١٠١٧
٦٣٠	–	–	١١٩٠

ملاحظات على الجدول (نح – ١٣أ):

١- تطبق نفس الملاحظات (١)، (٢)، (٣)، (٤) المذكورة بالجدول السابق (نح – ١٢أ)

٢- تكون حدود درجات الحرارة الموضحة فى الجداول (ع-٤)، (ع-٥) أقل بمقدار (٥-١٠) درجات مئوية عن درجة الحرارة المسموحة بها لتشغيل الموصلات. وكما هو واضح فى هذه الجداول، يجب مرعاة هذه الدرجات عندما تتجه النية إلى استخدام هذه الكابلات عند أقصى درجة حرارة مسموح بها للعزل المستخدم، كما يراعى ذلك فى الجداول فى نهاية هذه الملاحظات وأى جداول أخرى مماثلة

٣- عندما يعمل الموصل فى درجة حرارة تشغيل أعلى من ٧٠° م ، فيجب التأكد من أن المعدات والأجهزة المتصلة بهذا الموصل مناسبة لدرجة حرارة تشغيلة طبقاً لتعليمات هذا الكود

٤- بالنسبة للكابلات ذات العزل الذى يتحمل ١٨٠° م ، فإن معاملات التصحيح لدرجة الحرارة المحيطة تسمح بأن تصل درجة حرارة تشغيل الموصل إلى ١٥٠° م، ويجب استشارة الشركات المنتجة لهذه الكابلات للحصول على معلومات إضافية .

* معاملات التصحيح لدرجات الحرارة المحيطة (Ambient temp.)

الكابلات ذات عزل بلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) مطاطى ٨٥° م

درجة حرارة الوسط المحيط (° م)	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠
معامل التصحيح	٠,٩٥	٠,٩٠	٠,٨٥	٠,٨٠	٠,٧٤	٠,٦٧	٠,٦٠	٠,٥٢	٠,٤٣	٣٠

* الكابلات ذات عزل بلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) (مطاطى) ١٨٠° م

درجة حرارة الوسط المحيط (° م)	٣٥-٨٥	٩٠	٩٥	١٠٠	١٠٥	١١٠	١١٥	١٢٠	١٢٥	١٣٠	١٣٥	١٤٠	٥
معامل التصحيح	١,٠٠	٠,٩٦	٠,٩٢	٠,٨٨	٠,٨٣	٠,٧٨	٠,٧٣	٠,٦٨	٠,٦٢	٠,٥٥	٠,٤٨	٠,٣٩	٨

جدول (نح – ١٣ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات من النحاس

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٨٥°م

المساحة لمقطع الموصل (مم٢)	عدد ١ كابل بموصلين أوعدد ٢ كابل بموصل تيار (d.c)	كابل بموصلين طور واحد تيار (a.c)			عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى الموصلات أو رباعى أو خماسى ثلاثى الأطوار تيار (a.c)			عدد ٢ كابل أحادى الموصل متلاصقة* أحادى الطور تيار (a.c)		
١	٢	٣			٤			٥		
٤	١٣	١٣			١١			–		
٦	٨,٤	٨,٤			٧,٣			–		
١٠	٥,٠٠	٥,٠٠			٤,٣			–		
١٦	٣,١	٣,١			٢,٧			–		
		r	x	z	r	x	z	r	x	z
٢٥	٢,٠٠	٢,٠٠	١,١٧٥	٢,٠٠	١,٧٠	٠,١٥٠	١,٧٠	–	–	–
٣٥	١,٤٢	–	–	–	١,٢٠	٠,١٥٠	١,٢٠	١,٤٢	٠,٢١	١,٤٣
٥٠	٠,٩٩	–	–	–	٠,٩٠	٠,١٤٥	٠,٩١	٠,٩٩	٠,٢١	١,٠١
٧٠	٠,٧٠	–	–	–	٠,٦١	٠,١٤٠	٠,٦٣	٠,٧٠	٠,٢٠	٠,٧٢
٩٥	٠,٥٣	–	–	–	٠,٤٦	٠,١٣٥	٠,٤٨	٠,٥٣	٠,١٩٥	٠,٥٦
١٢٠	٠,٤١	–	–	–	٠,٣٦	٠,١٣٥	٠,٣٩	٠,٤١	٠,١٩٠	٠,٤٦
١٥٠	٠,٣٣	–	–	–	٠,٢٩	٠,١٣٠	٠,٣٢	٠,٣٣	٠,١٩٠	٠,٣٨
١٨٥	٠,٢٧	–	–	–	٠,٢٤	٠,١٣٠	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,١٩٠	٠,٣٣
٢٤٠	٠,٢١	–	–	–	٠,١٨٥	٠,١٣٠	٠,٢٢	٠,٢١	٠,١٨٥	٠,٢٨
٣٠٠	٠,١٦٥	–	–	–	٠,١٤٥	٠,١٢٥	٠,١٩٥	٠,١٧٠	٠,١٨٠	٠,٢٥
٤٠٠	٠,١٢٥	–	–	–	–	–	–	٠,١٣٠	٠,١٧٥	٠,٢٢
٥٠٠	٠,٠٩٨	–	–	–	–	–	–	٠,١٠٥	٠,١٧٠	٠,٢٠
٦٣٠	٠,٠٧٣	–	–	–	–	–	–	٠,٠٨٤	٠,١٧٠	٠,١٩٠

ملاحظات:

١- تم بناء قيم فرق الجهد الموضح فى الجدول بعاليه على أساس أن درجة حرارة تشغيل الموصل ٨٥°م ولذلك تصبح غير دقيقة عندما تكون درجة حرارة التشغيل أكبر من ٨٥°م . وفى حالة الكابلات فئة ١٨٠°م بموصلات تعمل عند ١٥٠°م ، فإن قيمة المقاومة الموضحة بالجدول يجب أن تزيد بمعامل يساوى ١,٢ .

٢- * ينتج هبوط جهد أكبر عندما يكون تركيب الكابلات بمسافات بينية.

جدول (نح – ١٤أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) للحبال المرنة (Flexible cords) بموصلات من النحاس غير مسلحة والوزن الداعم كجم (Mass supportable)

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	سعة حمل التيار		أقصى وزن مدعم بعدد ٢ حبل مرن (Twin flexible cord) طبقاً للكود (كجم)
	طور واحد تيار (a.c)	ثلاثي الأطوار تيار (a.c)	
١	٢	٣	٤
٠,٥	٣	٣	٢
٠,٧٥	٦	٦	٣
١	١٠	١٠	٥
١,٢٥	١٣	–	٥
١,٥	١٦	١٦	٥
٢,٥	٢٥	٢٥	٥
٤	٣٢	٢٥	٥

معاملات التصحيح لدرجة حرارة الوسط المحيط (Ambient temperature)

أ- الحبال المعزولة بالثرموبلاستيك (PVC) أو البلاستيك ثرموسيتنج (مطاطي) ٦٠°م

درجة حرارة الوسط المحيط (°م)	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥
معامل التصحيح	٠,٩١	٠,٨٢	٠,٧١	٠,٥٨	٠,٤١

ب- حبال كالمذكورة في (أ) ولكن ٨٥°م ، ٩٠°م

درجة حرارة الوسط المحيط (°م)	من ٣٥ إلى ٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠
معامل التصحيح	١,٠٠	٠,٩٦	٠,٨٣	٠,٦٧	٠,٤٧

حبال معزولة بالبلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) ١٨٠°م

درجة حرارة الوسط المحيط (°م)	من ٣٥ إلى ١٢٠	١٢٥	١٣٠	١٣٥	١٤٠	١٤٥
معامل التصحيح	١,٠٠	٠,٩٦	٠,٨٥	٠,٧٤	٠,٦٠	٠,٤٢

حبال معزولة بألياف زجاجية (Glass fibre cords)

درجة حرارة الوسط المحيط (°م)	من ٣٥ إلى ١٥٠	١٥٥	١٦٠	١٦٥	١٧٠	١٧٥
معامل التصحيح	١,٠٠	٠,٩٢	٠,٨٢	٠,٧١	٠,٥٧	٠,٤٠

جدول (نح – ١٤ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات من النحاس

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٦٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	(d.c) أو طور واحد(a.c)	ثلاثة أطوار (a.c)
١	٢	٣
٠,٥	٩٣	٨٠
٠,٧٥	٦٢	٥٤
١	٤٦	٤٠
١,٢٥	٣٧	–
١,٥	٣٢	٢٧
٢,٥	١٩	١٦
٤	١٢	١٠

ملاحظة:

* القيم الموضحة بالجدول خاصة بعزل الثرموبلاستيك (P.V.C) ٦٠°م أو البلاستيك ثرموستينج (مطاطى) للحبال المرنة بالنسبة للعازلات الأخرى ذات درجات حرارة أعلى ، تطبق المعاملات الآتية:

- ٨٥°م ، ٩٠°م بعزل ثرموبلاستيك أو ثرموسيتنج تضرب القيم فى ١,٠٩
- ١٨٠°م عزل ثرموسيتنج تضرب القيم فى ١,٣١
- ١٨٥°م بعزل ألياف زجاجية (Glass fiber) تضرب القيم ١,٤٢

جدول (نح – ١٥أ): سعه حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية ذات عزل معدنى (Mineral) غير عضوى عار (Bare) مكشوف للمس أو مزود بغطاء كامل من الثرموبلاستيك (PVC) وله غلاف (Sheath)

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١) معسوكة مباشرة Clipped direct							
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل أو عدد ١ كابل مزدوج الموصلات طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد ٣ كابل احادى على شكل ورقة نباتية مثلثة (Trefoil) أو عدد ١ كابل ثلاثى متعدد الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل مركبة على استقامة (Flat) ثلاثية الأطوار تيار(a.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات رباعى أيها ثلاثة موصلات محمله (Loaded) ثلاثى الأطوار تيار(a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل سباعى الموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل من إثنى عشر موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل من ١٩ موصل جميعها محملة (Loaded)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
ذات أداء خفيف (Light) ٥٠٠ فولت								
١	١٨,٥	١٥	١٧	١٥	١٣	١٠	–	–
١,٥	٢٣	١٩	٢١	١٩,٥	١٦,٥	١٣	–	–
٢,٥	٣١	٢٦	٢٩	٢٦	٢٢	١٧,٥	–	–
٤	٤٠	٣٥	٣٨	–	–	–	–	–
ذات أداء قاسى (heavy) ٧٥٠ فولت								
١	١٩,٥	١٦	١٨	١٦,٥	١٤,٥	١١,٥	٩,٥	٨,٥
١,٥	٢٥	٢١	٢٣	٢١	١٨	١٤,٥	١٢,٠٠	١٠,٠٠
٢,٥	٣٤	٢٨	٣١	٢٨	٢٥	١٩,٥	١٦,٠٠	–
٤	٤٥	٣٧	٤١	٣٧	٣٢	٢٦	–	–
٦	٥٧	٤٨	٥٢	٤٧	٤١	–	–	–
١٠	٧٧	٦٥	٧٠	٦٤	٥٥	–	–	–

تابع جدول (نح – ١٥أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية و ذات عزل معدنى (Mineral) غير عضوى عار (Bare) ومعرض للمس أو مزود بغطاء كامل من الثرموبلاستيك (PVC) وغلاف (Sheath)

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الموصل : ٧٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم²)	طريقة التركيب (١) ممسكة مباشرة Clipped direct							
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل أو عدد ١ كابل مزدوج الموصلات طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد ٣ كابل احادى فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) أو عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل مركبه على استقامة (Flat) ثلاثية الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات فيها ثلاثة محملة (Loaded) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل مباعى الموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل من إثنى عشر موصل جميعها محملة (Loaded)	
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	
تابع ولكن معرضة لأداء قاسى (heavy) ٧٥٠ فولت								
١٦	١٠٢	٨٦	٩٢	٨٥	٧٢	–	–	
٢٥	١٣٣	١١٢	١٢٠	١١٠	٩٤	–	–	
٣٥	١٦٣	١٣٧	١٤٧	–	–	–	–	
٥٠	٢٠٢	١٦٩	١٨١	–	–	–	–	
٧٠	٢٤٧	٢٠٧	٢٢١	–	–	–	–	
٩٥	٢٩٦	٢٤٩	٢٦٤	–	–	–	–	
١٢٠	٣٤٠	٢٨٦	٣٠٣	–	–	–	–	
١٥٠	٣٨٨	٣٢٧	٣٤٦	–	–	–	–	
١٨٥	٤٤٠	٣٧١	٣٩٢	–	–	–	–	
٢٤٠	٥١٤	٤٣٤	٤٥٧	–	–	–	–	

ملاحظات :

١- فى الكابلات أحادية الموصل، من المفروض أن يتم توصيل غلاف الدائرة المعدنى فى البداية والنهاية معاً

٢- فى الكابلات العارية (bare) والمعرضه للمس، يجب أن تضرب القيم الموضحة فى الجدول فى (٠,٩)

تابع جدول (نح – ١٥أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية وذات عزل معدنى (Mineral) غير عضوى عار (Bare) ومعرض للمس أو مزود بغطاء كامل من الثرموبلاستيك (PVC) وغلاف (Sheath)

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠° م

مساحة مقطع الموصل	طريقة التركيب (١١) فوق مجارى كابلات مثقبه (Perforated) أفقياً ورأسياً											
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل ثنائى	عدد ١ كابل مزدوج الموصل	عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات ثلاث موصلات محملة (Loaded) ثلاثى الأطوار كهل (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل 7موصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٢ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٩ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل ثلاثى الأطوار (a.c)			
	أحادى الطور ثنائى (a.c /d.c)								رباعى بموصلات بينية	ألفى بموصلات بينية	مرصوصة على أسطحة (Flat) ومتلامسة	على شكل زهرة البرسيم مثلثة (Trefoil)
١	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	
ذات أداء خفيف (Light Duty) ٥٠٠ فولت												
١	١٨,٥	١٩,٥	١٦,٥	١٦	١٤	١١	–	–	١٩	٢٢	١٧	١٦,٥
١,٥	٢٤	٢٥	٢١	٢١	١٨	١٤	–	–	٢٥	٢٨	٢٢	٢١
٢,٥	٣١	٣٣	٢٨	٢٨	٢٤	١٩	–	–	٣٢	٣٧	٢٩	٢٨
٤	٤٢	٤٤	٣٧	–	–	–	–	–	٤٣	٤٨	٣٩	٣٧
ذات أداء شاسى (Heavy Duty) ٧٥٠ فولت												
١	٢٠	٢١	١٧,٥	١٨	١٦	١٢	١٠	٩	٢١	٢٤	١٩	١٧,٥
١,٥	٢٥	٢٦	٢٢	٢٣	٢٠	١٥,٥	١٣	١١	٢٧	٣٠	٢٥	٢٢
٢,٥	٣٤	٣٦	٣٠	٣٠	٢٧	٢١	١٧	–	٣٥	٤١	٣٢	٣٠
٤	٤٥	٤٧	٤٠	٤٠	٣٥	٢٨	–	–	٤٧	٥٣	٤٣	٤٠
٦	٥٧	٦٠	٥١	٥١	٤٤	–	–	–	٥٩	٦٧	٥٤	٥١
١٠	٧٨	٨٢	٦٩	٦٨	٥٩	–	–	–	٨٠	٩٠	٧٣	٦٩
١٦	١٠٩	١٠٩	٩٢	٨٩	٧٨	–	–	–	١٠٥	١١٩	٩٧	٩٢

تابع جدول (نح – ١٥أ): سعه حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية وذات عزل معدنى (Mineral) غير عضوى عار (Bare) ومعرض للمس
أو مزودة بغطاء كامل من الثرموبلاستيك (PVC) وغلاف (Sheath)

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠° م

طريقة التركيب (١١) فوق مجارى كابلات مثقبه (Perforated) أفقياً ورأسياً											
مساحة مقطع الموصل (مم²)	عدد ٢ كابل أحادى الموصل متلامسه	عدد ١ كابل مزدوج الموصل	عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات ثلاث موصلات محملة (Loaded) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل سباعى الموصلات جميع الموصلات محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٢ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٩ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل ثلاثى الأطوار (a.c)		
	أحادى الطور تيار (a.c /d.c)								رأسى بمسافات بينية	أفقى بمسافات بينية	موضوعه على استقامة (Flat) ومتلامسه	طريقة التركيب (٢١) فوق مجارى كابلات مثقبه (Perforated) أفقياً ورأسياً
١	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١
٢٥	١٣٥	١٤٢	١٢٠	١١٦	١٠١	–	–	–	١٣٥	١٥٤	١٢٥	١٢٠
٣٥	١٦٥	١٧٤	١٤٧	–	–	–	–	–	١٦٤	١٨٧	١٥٣	١٤٧
٥٠	٢٠٤	٢١٥	١٨٢	–	–	–	–	–	٢٠٢	٢٣٠	١٨٨	١٨٢
٧٠	٢٥١	٢٦٤	٢٢٣	–	–	–	–	–	٢٤٦	٢٧٩	٢٢٩	٢٢٣
٩٥	٣٠١	٣١٧	٢٦٧	–	–	–	–	–	٢٩٤	٣٣٣	٢٧٥	٢٦٧
١٢٠	٣٤٦	٣٦٤	٣٠٨	–	–	–	–	–	٣٣٥	٣٨٢	٣١٤	٣٠٨
١٥٠	٣٩٥	٤١٦	٣٥٢	–	–	–	–	–	٣٨٠	٤٣١	٣٥٨	٣٥٢
١٨٥	٤٤٨	٤٧٢	٣٩٩	–	–	–	–	–	٤٢٤	٤٨٢	٤٠٥	٣٩٩
٢٤٠	٥٢٤	٥٥٢	٤٦٦	–	–	–	–	–	٤٧٢	٥٣٧	٤٧١	٤٦٦

ملاحظات :

١- فى الكابلات أحادية الموصل ، من المفروض أن يتم توصيل الغلاف المعدنى فى البداية والنهاية معاً

٢- فى الكابلات العارية (bare) والمعرضه للمس ، يجب أن تضرب القيم الموضحة فى الجدول (٠,٩)

ملحق (م٦-٣-٢) خ

تابع جدول (نح- ١٥أ) : سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية وذات عزل معدنى (Mineral) عار (Bare) ومعرض للمس أو له غطاء شامل من الثرموبلاستيك (PVC) وغطاء (Sheath)

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١٢)، (١٣) للتركيب فى الهواء الحر الطلق (Free air)								
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل أو عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار(a.c /d.c)	عدد ٣كابل لحادى الموصل فى شكل ورقة نبات مثلثة أو عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ٤ موصلات ثلاثة موصل محملة (Loaded) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ٤ موصلات جميعهما محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ٧ موصلات جميعهما محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٢ موصل جميعهما محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٩ موصل جميعهما محملة (Loaded)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	
								رأسى بمسافات بينية	أفقى بمسافات بينية	متلاصقة
١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١
خفيف الأداء (Light duty) ٥٠٠ فولت										
١	١٩,٥	١٦,٥	١٦	١٤	١١	–	–	٢٠	٢٣	١٨
١,٥	٢٥	٢١	٢١	١٨	١٤	–	–	٢٦	٢٩	٢٣
٢,٥	٣٣	٢٨	٢٨	٢٤	١٩	–	–	٣٤	٣٩	٣١
٤	٤٤	٣٧	–	–	–	–	–	٤٥	٥١	٤١
أداء قاسى (Heavy duty) ٧٥٠ فولت										
١	٢١	١٧,٥	١٨	١٦	١٢	١٠	٩	٢٢	٢٥	٢٠
١,٥	٢٦	٢٢	٢٣	٢٠	١٥,٥	١٣	١١	٢٨	٣٢	٢٦
٢,٥	٣٦	٣٠	٣٠	٢٧	٢١	١٧	–	٣٧	٤٣	٣٤
٤	٤٧	٤٠	٤٠	٣٥	٢٨	–	–	٤٩	٥٦	٤٥

تابع جدول (نح- ١٥أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية وذات عزل معدنى (Mineral) عار (bare) ومعرض للمس أو له غطاء شامل من الثرموبلاستيك PVC وغطاء(sheath)

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠° م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١٢)، (١٣) التركيب فى الهواء الحر الطلق (Free air)								
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل أو عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد ٣كابل احادى الموصل فى شكل مثلث أو عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ٤ موصلات فيها ثلاثة موصلات محملة Loaded ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ٤ بموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ٧ بموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٢ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٩ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	
								رأسى بمسافات بينية	أفقى بمسافات بينية	متلاصقة
١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١
أداء قاسى (Heavy duty) ٧٥٠ فولت										
٦	٦٠	٥١	٥١	٤٤	–	–	–	٦٢	٧١	٥٧
١٠	٨٢	٦٩	٦٨	٥٩	–	–	–	٨٤	٩٥	٧٧
١٦	١٠٩	٩٢	٨٩	٧٨	–	–	–	١١٠	١٢٥	١٠٢
٢٥	١٤٢	١٢٠	١١٦	١٠١	–	–	–	١٤٢	١٦٢	١٣٢
٣٥	١٧٤	١٤٧	–	–	–	–	–	١٧٣	١٩٧	١٦١
٥٠	٢١٥	١٨٢	–	–	–	–	–	٢١٣	٢٤٢	١٩٨
٧٠	٢٦٤	٢٢٣	–	–	–	–	–	٢٥٩	٢٩٤	٢٤١
٩٥	٣١٧	٢٦٧	–	–	–	–	–	٣٠٩	٣٥١	٢٨٠
١٢٠	٣٦٤	٣٠٨	–	–	–	–	–	٣٥٣	٤٠٢	٣٣١
١٥٠	٤١٦	٣٥٢	–	–	–	–	–	٤٠٠	٤٥٤	٣٧٧
١٨٥	٤٧٢	٣٩٩	–	–	–	–	–	٤٤٦	٥٠٧	٤٢٦
٢٤٠	٥٥٢	٤٦٦	–	–	–	–	–	٤٩٧	٥٦٥	٤٩٦

ملاحظات :

١- بالنسبة للكابلات أحادية الموصل يتم توصيل غلاف (Sheath) الدائرة فى بداية ونهاية الدائرة معاً

٢- الكابلات المكشوفة (Bare) والمعرضة للمس، يجب أن تضرب القيم الموضحة بالجدول فى (٠,٩)

جدول (نح- ١٥ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) لكابلات بموصلات نحاسية و معزولة بعزل معدنى عار (bare) ومعرض للمس أو مدرع أو له غطاء شامل من الثرموبلاستيك (PVC) ومغلف (Sheath) للكابلات أحادية الطور تيار (a.c /d.c)

درجة حرارة تشغيل الغلاف (التدريع/التسليح): ٧٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	عدد ٢ كابل أحادي الموصل متلاصقة			عدد ١ كابل ثنائى الموصلات أو متعدد الموصلات*		
١	٢			٣		
١	٤٢			٤٢		
١,٥	٢٨			٢٨		
٢,٥	١٧			١٧		
٤	١٠			١٠		
٦	٧			٧		
١٠	٤,٢			٤,٢		
١٦	٢,٦			٢,٦		
	r	x	z	r	x	z
٢٥	١,٦٥	٠,٢٠٠	١,٦٥	١,٦٥	٠,١٤٥	١,٦٥
٣٥	١,٢٠	٠,١٩٥	١,٢٠	–	–	–
٥٠	٠,٨٩	٠,١٨٥	٠,٩١	–	–	–
٧٠	٠,٦٢	٠,١٨٠	٠,٦٤	–	–	–
٩٥	٠,٤٦	٠,١٧٥	٠,٤٩	–	–	–
١٢٠	٠,٣٧	٠,١٧٠	٠,٤١	–	–	–
١٥٠	٠,٣٠	٠,١٧٠	٠,٣٤	–	–	–
١٨٥	٠,٢٥	٠,١٦٥	٠,٢٩	–	–	–
٢٤٠	٠,١٩٠	٠,١٦٠	٠,٢٥	–	–	–

ملاحظة: * نفس القيم بالنسبة للدوائر أحادية الطور تيار (a.c / d.c) فى كابل متعدد الموصلات

تابع جدول (نح- ١٥ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) لكابلات بموصلات نحاسية و معزولة بعزل معدنى عار (bare) ومعرض للمس أو مدرع أو له غطاء شامل من الثرموبلاستيك (PVC) ومغلفة (Sheath) للكابلات ثلاثية الطور

درجة حرارة تشغيل الغلاف (التدريع/التسليح): ٧٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	عدد ٣ كابلات أحادية الموصل									عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى*		
	متلامسه على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)			بشكل على استقامة (Flat formation)								
				متلاصقة (Touching)			بمسافة بينية تساوى قطر الكابل					
١	٢			٣			٤			٥		
١	٣٦			٣٦			٣٦			٣٦		
١,٥	٢٤			٢٤			٢٤			٢٤		
٢,٥	١٤			١٤			١٤			١٤		
٤	٩,١			٩,١			٩,١			٩,١		
٦	٦,٠٠			٦,٠٠			٦,٠٠			٦,٠٠		
١٠	٣,٦			٣,٦			٣,٦			٣,٦		
١٦	٢,٣			٢,٣			٢,٣			٢,٣		
	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z
٢٥	١,٤٥	٠,١٧٠	١,٤٥	١,٤٥	٠,٢٥	١,٤٥	١,٤٥	٠,٣٢	١,٥٠	١,٤٥	٠,١٢٥	١,٤٥
٣٥	١,٠٥	٠,١٦٥	١,٠٥	١,٠٥	٠,٢٤	١,١٠	١,٠٥	٠,٣١	١,١٠	–	–	–
٥٠	٠,٧٨	٠,١٦٠	٠,٨٠	٠,٧٩	٠,٢٤	٠,٨٣	٠,٨٢	٠,٣١	٠,٨٧	–	–	–
٧٠	٠,٥٤	٠,١٥٥	٠,٥٦	٠,٥٥	٠,٣٣	٠,٦٠	٠,٥٨	٠,٣٠	٠,٦٥	–	–	–
٩٥	٠,٤٠	٠,١٥٠	٠,٤٣	٠,٤١	٠,٢٢	٠,٤٧	٠,٤٤	٠,٢٩	٠,٥٣	–	–	–
١٢٠	٠,٣٢	٠,١٥٠	٠,٣٦	٠,٣٣	٠,٢٢	٠,٤٠	٠,٣٦	٠,٢٨	٠,٤٦	–	–	–
١٥٠	٠,٢٦	٠,١٤٥	٠,٣٠	٠,٢٩	٠,٢١	٠,٣٦	٠,٣٢	٠,٢٧	٠,٤٢	–	–	–
١٨٥	٠,٢١	٠,١٤٠	٠,٢٦	٠,٢٥	٠,٢١	٠,٣٢	٠,٢٨	٠,٢٦	٠,٣٩	–	–	–
٢٤٠	٠,١٦٥	٠,١٤٠	٠,٢٢	٠,٢١	٠,٢٠	٠,٢٩	٠,٢٦	٠,٢٥	٠,٣٦	–	–	–

* ملحوظة: في حين أن الموصلات ثلاثية متحدة في كابلات متحدة الموصلات

جدول (ك- ١١أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية و معزولة بعزل معدنى (Mineral) عار (bare) سواء معرض للمس أو على اتصال بمواد قابلة للحريق (Combustible) ومغلفة (مدرعه/مسلحة) Sheath

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠° م

درجة حرارة تشغيل الغلاف (Sheath): ١٠٥° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١) ممسوكة مباشرة (Clipped direct)							
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل أو عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد ٣ كابل احادى الموصل فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) أو عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ٣ كابل لحادى الموصل موضوعة على استقامة (flat) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات بها ٣ موصل محملة (Loaded) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ٤ موصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ٧ الموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٢ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٩ موصل جميعها محملة (Loaded)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
خفيف الأداء (light duty) ٥٠٠ فولت								
١	٢٢	١٩	٢١	١٨,٥	١٦,٥	١٣	–	–
١,٥	٢٨	٢٤	٢٧	٢٤	٢١	١٦,٥	–	–
٢,٥	٣٨	٣٣	٣٦	٣٣	٢٨	٢٢	–	–
٤	٥١	٤٤	٤٧	–	–	–	–	–
أداء قاسى (heavy duty) ٧٥٠ فولت								
١	٢٤	٢٠	٢٤	٢٠	١٧,٥	١٤	١٢	١٠,٥
١,٥	٣١	٢٦	٣٠	٢٦	٢٢	١٧,٥	١٥,٥	١٣
٢,٥	٤٢	٣٥	٤١	٣٥	٣٠	٢٤	٢٠	–
٤	٥٥	٤٧	٥٣	٤٦	٤٠	٣٢	–	–
٦	٧٠	٥٩	٦٧	٥٨	٥٠	–	–	–
١٠	٩٦	٨١	٩١	٧٨	٦٨	–	–	–

تابع جدول (تح- ١٦أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية ومعزولة بعزل معدنى (Mineral) عار (bare) سواء معرضة للمس أو على اتصال بمواد قابلة للحريق (Combustible) ومغلفة (مدرعة/مسلحة Sheath)

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الغلاف (Sheath): ١٠٥° م

مساحة مقطع الموصل (مم²)	طريقة التركيب (١) مسبوكة مباشرة (Clipped direct)							
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل أو عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c/d.c)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل فى شكل مثلث (Trefoil) أو عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل موضوعة على استقامة (Flat) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات بها ٣ موصلات محملة (Loaded) ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ٤ موصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ٧ موصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٢ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٩ موصل جميعها محملة (Loaded)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
١٦	١٢٧	١٠٧	١١٩	١٠٣	٩٠	–	–	–
٢٥	١٦٠	١٤٠	١٥٤	–	١١٧	–	–	–
٣٥	٢٠٣	١٧١	١٨٧	–	–	–	–	–
٥٠	٢٥١	٢١٢	٢٣٠	–	–	–	–	–
٧٠	٣٠٧	٢٦٠	٢٨٠	–	–	–	–	–
٩٥	٣٦٩	٣١٢	٣٣٤	–	–	–	–	–
١٢٠	٤٢٤	٣٥٩	٣٨٣	–	–	–	–	–
١٥٠	٤٨٥	٤١٠	٤٣٥	–	–	–	–	–
١٨٥	٥٥٠	٤٦٥	٤٩٢	–	–	–	–	–
٢٤٠	٦٤٣	٥٤٤	٥٧٢	–	–	–	–	–

ملاحظات:

١- بالنسبة للكابلات أحادية الموصل، يتم توصيل غلاف (تدريع) Sheath الدائرة فى نهاية وبداية الدائرة معاً

٢- لا يطبق معامل تصحيح لتجميع الكابلات (Grouping factor)

٣- عندما يعمل الموصل فى درجة حرارة تشغيل أعلى من ٧٠° م ، فيجب التأكيد على أن المهمات المتصلة به مناسبة لدرجة حرارة تشغيلة طبقاً لما ورد فى هذا الكود

تابع جدول (نح- ١٦أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية ومعزولة بعزل معدنى (Mineral) عار (bare) سواء معرض للمس أو على اتصال بمواد قابله للحريق (Combustible) ومغلفة (مدرعة/مسلحة Sheath)

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠° م — درجة حرارة تشغيل الغلاف (Sheath): ١٠٥° م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١٢)، (١٣) فى الهواء الحر Free air								
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل أو عدد ٢ كابل ثنائى الموصلات أحادى الطور تيار(a.c /d.c)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل فى شكل ورقة نبات مثلثة(Trefoil) أو عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات فيها ٣ موصلات محملة (Loaded) ، ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ٤ موصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ٧ موصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٢ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٩ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	
								رأسى بمسافات بينيه	أفقى بمسافات بينيه	متلاصقة
١	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩
خفيف الأداء (Light duty) ٥٠٠ فولت										
١	٢٤	٢١	٢٠	١٨	١٤	–	–	٢٦	٢٩	٢٣
١,٥	٣١	٢٦	٢٦	٢٢	١٨	–	–	٣٣	٣٧	٢٩
٢,٥	٤١	٣٥	٣٥	٣٠	٢٤	–	–	٤٣	٤٩	٣٩
٤	٥٤	٤٦	–	–	–	–	–	٥٦	٦٤	٥١
أداء قاسى (heavy duty) ٧٥٠ فولت										
١	٢٦	٢٢	٢٢	١٩	١٥	١٣	١١	٢٨	٣٢	٢٥
١,٥	٣٣	٢٨	٢٨	٢٤	١٩	١٦,٥	١٤	٣٥	٤٠	٣٢
٢,٥	٤٥	٣٨	٣٧	٣٢	٢٦	٢٢	–	٤٧	٥٤	٤٣
٤	٦٠	٥٠	٤٩	٤٣	٣٤	–	–	٦١	٧٠	٥٦
٦	٧٦	٦٤	٦٣	٥٤	–	–	–	٧٨	٨٩	٧١
١٠	١٠٤	٨٧	٨٥	٧٣	–	–	–	١٠٥	١٢٠	٩٦
١٦	١٣٧	١١٥	١١٢	٩٧	–	–	–	١٣٧	١٥٧	١٢٧
٢٥	١٧٩	١٥٠	١٤٦	١٢٦	–	–	–	١٧٨	٢٠٤	١٦٤

تابع جدول (نح- ١٦أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات نحاسية ومعزولة بعزل معدنى (Mineral) عار (bare) سواء معرضة للمس أو على اتصال بمواد قابلة للحريق (Combustible) ومغلفة (مدرعة/مسلحة Sheath)

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠° م

درجة حرارة تشغيل الغلاف (Sheath): ١٠٥° م

مساحة مقطع الموصل (مم²)	طريقة التركيب (١٢)، (١٣) فى الهواء الحر Free air								
	عدد ٢ كابل أحادى الموصل أو عدد ٢ كابل ثنائى الموصلات أحادى الطور تيار(a.c /d.c)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل فى شكل ورقة تيلت مثلثة (Trefoil) أو عدد ١ كابل ثلاثى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار(a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات ٣ بها موصلات محملة (Loaded) ، ثلاثى الأطوار تيار(a.c)	عدد ١ كابل رباعى الموصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ٧ موصلات جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٢ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ١ كابل ١٩ موصل جميعها محملة (Loaded)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل ثلاثى الأطوار (a.c)	
								رأسى بمسافات بينية	أفقى بمسافات بينية	متلاصقة
١	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩
٣٥	٢٢٠	١٨٤	–	–	–	–	–	٢١٦	٢٤٨	٢٠٠
٥٠	٢٧٢	٢٢٨	–	–	–	–	–	٢٦٦	٣٠٤	٢٤٧
٧٠	٣٣٣	٢٧٩	–	–	–	–	–	٣٢٣	٣٧٠	٣٠٠
٩٥	٤٠٠	٣٣٥	–	–	–	–	–	٣٨٥	٤٤١	٣٥٩
١٢٠	٤٦٠	٣٨٥	–	–	–	–	–	٤٤١	٥٠٥	٤١١
١٥٠	٥٢٦	٤٤١	–	–	–	–	–	٤٩٨	٥٦٥	٤٦٩
١٨٥	٥٩٦	٥٠٠	–	–	–	–	–	٥٥٧	٦٢٩	٥٣٠
٢٤٠	٦٩٧	٥٨٤	–	–	–	–	–	٦٢٤	٧٠٤	٦١٧

ملاحظات:

١- بالنسبة للكابلات أحادية الموصل ، يتم توصيل غلاف (تدرج) Sheath الدائرة فى بداية ونهاية الدائرة معاً

٢- لا يطبق معامل تصحيح لتجميع الكابلات (Grouping factor)

٣- عندما يعمل الموصل فى درجة حرارة تشغيل اعلى من ٧٠° م ، فيجب التأكيد على أن المهمات المتصلة به مناسبة لدرجة حرارة تشغيلة طبقاً لما ورد فى هذا الكود

جدول (نح- ١٦ب): هبوط الجهد (ملى فولت/ أمبير / متر) لكابلات بموصلات نحاسية معزولة بعزل معدنى (Mineral)

جدول (تح- ١٦ب): هبوط الجهد (مللى فولت/ أمبير / متر) لكابلات بموصلات نحاسية معزولة بعزل معدنى (Mineral) عار (bare) سواء معرض اللمس أو على اتصال بمواد قابلة للحريق (Combustable) ومغلفة (مدرعة/مسلحة Sheath) للكابلات أحادية الطور تيار (d.c/ a.c)

درجة حرارة تشغيل الغلاف (التدريع): ١٠٥°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	عدد٢ كابل أحادى الموصل متلاصقة			عدد١ كابل ثنائى الموصلات أو متعدد الموصلات*.		
(١)	(٢)			(٣)		
١	٤٧			٤٧		
١,٥	٣١			٣١		
٢,٥	١٩			١٩		
٤	١٢			١٢		
٦	٧,٨			٧,٨		
١٠	٤,٧			٤,٧		
١٦	٣,٠			٣,٠		
	r	x	z	r	x	z
٢٥	١,٨٥	٠,١٨٠	١,٨٥	١,٨٥	٠,١٤٥	١,٨٥
٣٥	١,٣٥	٠,١٧٥	١,٣٥	--	--	--
٥٠	١,٠	٠,١٧٠	١,٠	--	--	--
٧٠	٠,٦٩	٠,١٦٥	٠,٧١	--	--	--
٩٥	٠,٥١	٠,١٦٠	٠,٥٤	--	--	--
١٢٠	٠,٤١	٠,١٦٠	٠,٤٤	--	--	--
١٥٠	٠,٣٣	٠,١٥٥	٠,٣٦	--	--	--
١٨٥	٠,٢٧	٠,١٥٠	٠,٣١	--	--	--
٢٤٠	٠,٢١	٠,١٥٠	٠,٢٦	--	--	--

ملحوظة :* يطبق أيضاً على الدوائر أحادية الطور تيار (d.c/ a.c) فى كابل متعدد الموصلات

تابع جدول (نح- ١٦ب): هبوط الجهد (ملى فولت/ أمبير / متر) لكابلات بموصلات نحاسية و معزولة بعزل معدنى (Mineral) عار (bare) سواء معرض للمس أو على اتصال بمواد قابلة للحريق (Combustable) ومغلفة (مدرعة / مسلحة Sheath) للكابلات أحادية الطور تيار(a.c /d.c)

درجة حرارة تشغيل الغلاف (التدريع): ١٠٥°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	عدد ٣ كابل أحادى الموصل									عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو أربعة*		
	على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)			موضوعة فى شكل على استقامة (Flat)								
				متلاصقة			مسافة بينية تعادل قطر الكابل					
(١)	(٢)			(٣)			(٤)			(٥)		
١	٤٠			٤٠			٤٠			٤٠		
١,٥	٢٧			٢٧			٢٧			٢٧		
٢,٥	١٦			١٦			١٦			١٦		
٤	١٠			١٠			١٠			١٠		
٦	٦,٨			٦,٨			٦,٨			٦,٨		
١٠	٤,١			٤,١			٤,١			٤,١		
١٦	٢,٦			٢,٦			٢,٦			٢,٦		
	r	X	Z	r	X	Z	r	X	Z	r	X	Z
٢٥	١,٦٠	٠,١٦٠	١,٦٥	١,٦٠	٠,٢٣	١,٦٥	١,٦٠	٠,٣١	١,٦٥	١,٦٠	٠,١٢٥	١,٦٠
٣٥	١,١٥	٠,١٥٥	١,٢٠	١,١٥	٠,٢٣	١,٢٠	١,٢٠	٠,٣٠	١,٢٥	--	--	--
٥٠	٠,٨٧	٠,١٥٠	٠,٨٨	٠,٨٨	٠,٢٢	٠,٩١	٠,٩٠	٠,٢٩	٠,٩٥	--	--	--
٧٠	٠,٦٠	٠,١٤٥	٠,٦٢	٠,٦١	٠,٢٢	٠,٦٥	٠,٦٣	٠,٢٩	٠,٧٠	--	--	--
٩٥	٠,٤٥	٠,١٤٠	٠,٤٧	٠,٤٦	٠,٢١	٠,٥٠	٠,٤٨	٠,٢٨	٠,٥٦	--	--	--
١٢٠	٠,٣٦	٠,١٣٥	٠,٣٨	٠,٣٧	٠,٢١	٠,٤٢	٠,٣٩	٠,٢٨	٠,٤٨	--	--	--
١٥٠	٠,٢٩	٠,١٣٥	٠,٣٢	٠,٣١	٠,٢٠	٠,٣٧	٠,٣٤	٠,٢٧	٠,٤٣	--	--	--
١٨٥	٠,٢٣	٠,١٣٠	٠,٢٧	٠,٢٦	٠,٢٠	٠,٣٣	٠,٢٩	٠,٢٦	٠,٣٩	--	--	--
٢٤٠	٠,١٨٠	٠,١٣٠	٠,٢٢	٠,٢٢	٠,١٩٥	٠,٢٩	٠,٢٦	٠,٢٥	٠,٣٦	--	--	--

ملحوظة :* ينطبق أيضاً على الدوائر أحادية الطور تيار(a.c /d.c) فى كابل متعدد الموصلات

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م
درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

٧٠٠ فولت كحد أقصى (بالأمبير) لكابلات أحادية الموصل من الالومنيوم معزولة بالثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م ، غير مسلحة بغلاف (Sheath) أو بدون غلاف

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (٤) داخل مواسير مغلقة فى جدار عازل حرارياً		طريقة التركيب (٣) داخل مواسير مغلقة مركبة على أو داخل الحائط أو فى مجرى Trunking		طريقة التركيب (١) مسموكة مباشرة Clipped		طريقة التركيب (١١) مركبة على مجارى كابلات مثقبة توضع رأسياً أو أفقياً	طريقة التركيب (١٢) فى الهواء الحر		
	عدد٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد٣ أو٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار(a.c)	عدد ٢ كابل طور واحد على استقامة (Flat) ومتلامسة تيار (a.c /d.c)	عدد٣ أو٤ كابل ٣ أطوار a.c على استقامة (Flat) متلامسة أو على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد٢ كابل أحادى الطور على استقامة (Flat) ومتلامسة تيار (a.c /d.c)	عدد٣ أو٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c) على استقامة (Flat) ومتلامسة أو على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد ٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c) أو عدد ٣ كابل ثلاثى الأطوار تيار(a.c)	أفقياً فى شكل على استقامة (Flat) ومسافات بينية	رأسياً فى شكل على استقامة (Flat) ومسافات بينية	فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٥٠	٩٣	٨٤	١١٨	١٠٤	١٣٤	١٢٣	١٤٤	١٣٢	١٦٣	١٤٨	١٢٨
٧٠	١١٨	١٠٧	١٥٠	١٣٣	١٧٢	١٥٩	١٨٥	١٦٩	٢١٠	١٩١	١٦٥
٩٥	١٤٢	١٢٩	١٨١	١٦١	٢١٠	١٩٤	٢٢٥	٢٠٦	٢٥٦	٢٣٤	٢٠٣
١٢٠	١٦٤	١٤٩	٢١٠	١٨٦	٢٤٥	٢٢٦	٢٦١	٢٤٠	٢٨٩	٢٧٣	٢٣٧
١٥٠	١٨٩	١٧٠	٢٣٤	٢٠٤	٢٨٣	٢٦١	٣٠١	٢٧٧	٣٤٤	٣١٧	٢٧٤
١٨٥	٢١٥	١٩٤	٢٦٦	٢٣٠	٣٢٤	٢٩٩	٣٤٤	٣١٧	٣٩٤	٣٦٤	٣١٦
٢٤٠	٢٥٢	٢٢٧	٣١٢	٢٦٩	٣٨٤	٣٥٤	٤٠٧	٣٧٥	٤٦٦	٤٣٢	٣٧٥
٣٠٠	٢٨٩	٢٦١	٣٥٨	٣٠٦	٤٤٤	٤١٠	٤٦٩	٤٣٣	٥٣٨	٥٠١	٤٣٥
٣٨٠	–	–	٤١٣	٣٥٢	٥١١	٤٧٢	٥٤٣	٥٠٢	٦٢٥	٥٨٤	٥٠٧
٤٨٠	–	–	٤٧٧	٤٠٥	٥٩١	٥٤٦	٦٢٩	٥٨٢	٧٢٦	٦٨٠	٥٩٠

تابع جدول (لو-١أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات من الالومنيوم أحادية الموصل معزولة بالثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م ، غير مسلحة بغلاف (Sheath) أو بدون غلاف

درجة الحرارة المحيطة: ٣٠°م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (٤) داخل مواسير مغلقة داخل جدار عازل حرارياً		طريقة التركيب (٣) داخل مواسير مغلقة مركبة على أو داخل جدار أو فى مجرى (Trunking)		طريقة التركيب (١) ممسوكة مباشرة (Clipped)		طريقة التركيب (١١) رأسياً أو أفقياً مركبة على مجارى كابلات مثقبة		طريقة التركيب (١٢) فى الهواء الطلق		
	عدد٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ٢ كابل طور واحد (a.c /d.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد٣ أو ٤ كابل ٣ أطوار (a.c) على استقامة (Flat) متلامسة أو فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد٢ كابل أحادى الطور (a.c /d.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة أو على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد ٢ كابل كابل طور واحد تيار (a.c /d.c) أو عدد ٣ كابل ثلاثى الأطوار (a.c)	عدد٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c) أو عدد ٣ كابل ثلاثى الأطوار تيار(a.c)	عدد ٣ كابل كابل ثلاثى الأطوار تيار(a.c)
									أفقياً فى شكل على استقامة(Flat) وبمسافات بينية	رأسياً فى شكل على استقامة(Flat) وبمسافات بينية	فى شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٦٠٠	–	–	٥٤٥	٤٦٢	٦٧٩	٦٢٦	٧٢٢	٦٦٩	٨٣٧	٧٨٧	٦٨٠
٧٤٠	–	–	–	–	٧٧١	٧٠٩	٨٢٠	٧٦١	٩٥٦	٩٠٢	٧٧٦
٩٦٠	–	–	–	–	٩٠٠	٨٢٣	٩٥٣	٨٨٦	١١٢٥	١٠٦٦	٩٠٧
١٢٠٠	–	–	–	–	١٠٢٢	٩٢٦	١٠٧٣	٩٩٩	١٢٩٣	١٢٢٩	١٠٢٦

ملحوظة:

عندما تتم وقاية الموصل بمصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036، يرجع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

جدول (لو-١ب): هبوط الجهد (ملى فولت/ أمبير / متر) لموصلات من الألومنيوم

جدول (لو-١ب): هبوط الجهد (مللى فولت/ أمبير / متر) لموصلات من الألومنيوم

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠° م

مساحة مقطع الموصل (مم²)	عدد ٢ كابل تيار (d.c)	عدد ٢ كابل طور واحد a.c									عدد ٣ كابل ٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار a.c									
		طريقة التركيب ٣، ٤ داخل مواسير مثلثة أو داخل الجدار			طريقة التركيب ١، ١١ ممسوكة (clipped) مباشرة أو على مجارى ومتلاصقة			طريقة التركيب ١٢ بمسافات بينية*			طريقة التركيب ٣، ٤ داخل مواسير مثلثة على أو داخل الجدار			طريقة التركيب ١، ١١، ١٢ فى شكل ورقة تبك مثلثة ومتلاصقة			طريقة التركيب ١، ١١ على استقامة (Flat) ومتلاصقة			طريقة التركيب ١٢ على استقامة (Flat) وبمسافات بينية		
١	٢	٣			٤			٥			٦			٧			٨			٩		
		r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z
٥٠	١,٥٥	١,٦٠	٠,٣٠	١,٦٠	١,٥٥	٠,١٩٠	١,٥٥	١,٥٥	٠,٢٨	١,٥٥	١,٣٥	٠,٢٦	١,٤٠	١,٣٥	٠,١٦٥	١,٣٥	١,٣٥	٠,٢٤	١,٣٥	١,٣٥	٠,٣٢	١,٤
٧٠	١,٠٥	١,١٠	٠,٣٠	١,٣٥	١,٠٥	٠,١٨٥	١,٠٥	١,١٠	٠,٢٧	١,٠٥	٠,٩٤	٠,٢٦	٠,٩٧	٠,٩١	٠,١٦٠	٠,٩٢	٠,٩١	٠,٢٤	٠,٩٤	٠,٩١	٠,٣١	٠,٩٦
٩٥	٠,٧٧	٠,٨١	٠,٢٩	٠,٨٦	٠,٧٧	٠,١٨٥	٠,٧٩	٠,٨٢	٠,٢٧	٠,٧٧	٠,٧٠	٠,٢٥	٠,٧٤	٠,٦٧	٠,١٦٠	٠,٦٩	٠,٦٧	٠,٢٣	٠,٧١	٠,٦٧	٠,٣١	٠,٧٤
١٢٠	٠,٦١	٠,٦٤	٠,٢٩	٠,٧٠	٠,٦١	٠,١٨٠	٠,٦٤	٠,٦٧	٠,٢٧	٠,٦١	٠,٥٥	٠,٢٥	٠,٦١	٠,٥٣	٠,١٥٥	٠,٥٥	٠,٥٣	٠,٢٣	٠,٥٨	٠,٥٣	٠,٣١	٠,٦١
١٥٠	٠,٤٩	٠,٥١	٠,٢٨	٠,٥٩	٠,٤٩	١,١٧٥	٠,٥٢	٠,٥٥	٠,٢٦	٠,٤٩	٠,٤٥	٠,٢٤	٠,٥١	٠,٤٢	٠,١٥٥	٠,٤٥	٠,٤٢	٠,٢٣	٠,٤٨	٠,٤٢	٠,٣٠	٠,٥٢
١٨٥	٠,٣٩	٠,٤٢	٠,٢٨	٠,٥٠	٠,٤٠	٠,١٧٥	٠,٤٣	٠,٤٧	٠,٢٦	٠,٣٩	٠,٣٦	٠,٢٤	٠,٤٤	٠,٣٤	٠,١٥٠	٠,٣٧	٠,٣٤	٠,٢٣	٠,٤١	٠,٣٤	٠,٣٠	٠,٤٦
٢٤٠	٠,٣٠	٠,٣٢	٠,٢٧	٠,٤٢	٠,٣٠	٠,١٧٠	٠,٣٥	٠,٤٠	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,٢٨	٠,٢٤	٠,٣٧	٠,٢٦	٠,١٥٠	٠,٣٠	٠,٢٦	٠,٢٢	٠,٣٥	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,٤٠
٣٠٠	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,٢٧	٠,٣٧	٠,٢٤	٠,١٧٠	٠,٣٠	٠,٣٥	٠,٢٦	٠,٢٤	٠,٢٣	٠,٢٣	٠,٣٢	٠,٢١	٠,١٤٥	٠,٢٦	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٣١	٠,٢١	٠,٣٠	٠,٣٦
٣٨٠	٠,١٩٠	٠,٢٢	٠,٢٧	٠,٣٥	٠,١٩٥	٠,١٦٥	٠,٢٦	٠,٣٢	٠,٢٥	٠,١٩٥	٠,١٩٠	٠,٢٣	٠,٣٠	٠,١٧٠	٠,١٤٥	٠,٢٢	٠,١٧٠	٠,٢٢	٠,٢٨	٠,١٧٠	٠,٢٩	٠,٣٤
٤٨٠	٠,١٥٠	٠,١٨٠	٠,٢٦	٠,٣٢	٠,١٥٥	٠,١٦٥	٠,٢٣	٠,٢٩	٠,٢٥	٠,١٥٥	٠,١٥٥	٠,٢٣	٠,٢٧	٠,١٤٠	٠,١٤٠	٠,١٩٥	٠,١٤٠	٠,٢٢	٠,٢٦	٠,١٣٥	٠,٢٩	٠,٣٢
٦٠٠	٠,١٢٠	٠,١٥٠	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,١٣٠	٠,١٦٠	٠,٢١	٠,٢٨	٠,٢٥	٠,١٢٥	٠,١٢٥	٠,٢٢	٠,٢٦	٠,١١٠	٠,١٤٠	٠,١٨٠	٠,١١٠	٠,٢٢	٠,٢٤	٠,١١٠	٠,٢٩	٠,٣١
٧٤٠	٠,٠٩٩	–	–	–	٠,١٠٥	٠,١٦٠	٠,١٩٠	٠,٢٧	٠,٢٥	٠,١٠٠	–	–	–	٠,٠٩٤	٠,١٣٥	٠,١٦٥	٠,٠٩٤	٠,٢١	٠,٢٣	٠,٠٨٩	٠,٢٩	٠,٣٠
٩٦٠	٠,٠٧٥	–	–	–	٠,٠٨٦	٠,١٥٥	٠,١٨٠	٠,٢٦	٠,٢٤	٠,٠٨٢	–	–	–	٠,٠٧٧	٠,١٣٥	٠,١٥٥	٠,٠٧٧	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٠٧١	٠,٢٩	٠,٢٩
١٢٠٠	٠,٠٦٠	–	–	–	٠,٠٧٤	٠,١٥٥	٠,١٧٠	٠,٢٥	٠,٢٤	٠,٠٦٨	–	–	–	٠,٠٦٦	٠,١٣٥	٠,١٥٠	٠,٠٦٦	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٠٥٩	٠,٢٨	٠,٢٩

ملاحظة: تتسبب المسافات البينيه الأكبر من تلك الواردة فى طريقة التركيب ١٢ ، راجع جدول (ط-١)، فى هبوط أكبر للجهد

ملحق (م٦-٣-٢) د

جدول (لو – ٢أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات الومنيوم ومتعددة الموصلات معزولة بالثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م وغير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠°م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة تركيب (٤) (داخل جدار معزول حرارياً)		طريقة التركيب (٣) (داخل مواسير مغلقة مركبة داخل الحائط أو السقف أو مركبة فى مجرى (Trunking)		طريقة التركيب (١) مسنوفة مباشرة (Clipped)		طريقة التركيب (١١) على مجارى كابلات مثقبة أو طريقة (١٣) فى الهواء الحر (Free air)	
	عدد١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد (a.c/d.c)	عدد١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c/d.c)	عدد١ كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد (a.c/d.c)	عدد١ كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد١ كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
١٦	٤٤	٤١	٥٤	٤٨	٦٦	٥٩	٧٣	٦١
٢٥	٥٨	٥٣	٧١	٦٢	٨٣	٧٣	٨٩	٧٨
٣٥	٧١	٦٥	٨٦	٧٧	١٠٣	٩٠	١١١	٩٦
٥٠	٨٦	٧٨	١٠٤	٩٢	١٢٥	١١٠	١٣٥	١١٧
٧٠	١٠٨	٩٨	١٣١	١١٦	١٦٠	١٤٠	١٧٣	١٥٠
٩٥	١٣٠	١١٨	١٥٧	١٣٩	١٩٥	١٧٠	٢١٠	١٨٣
١٢٠	--	١٣٥	--	١٦٠	--	١٩٧	--	٢١٢
١٥٠	--	١٥٥	--	١٨٤	--	٢٢٧	--	٢٤٥
١٨٥	--	١٧٦	--	٢١٠	--	٢٥٩	--	٢٨٠
٢٤٠	--	٢٠٧	--	٢٤٨	--	٣٠٥	--	٣٣٠
٣٠٠	--	٢٣٧	--	٢٨٥	--	٣٥١	--	٣٨١

ملحوظة : عندما تتم وقاية الموصل بمصهر من النوع نصف المغلق (Semi – enclosed) يكون ذلك طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036، ويتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

جدول (لو – ٢ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات الألومنيوم

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم²)	عدد١ كابل ثنائى الموصلات تيار (d.c)	عدد٢ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار(a.c)			عدد١ كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار(a.c)		
١	٢	٣			٤		
١٦	٤,٥	٤,٥			٣,٩		
		r	x	z	r	x	z
٢٥	٢,٩	٢,٩	٠,١٧٥	٢,٩	٢,٥	٠,١٥	٢,٥
٣٥	٢,١	٢,١	٠,١٧٠	٢,١	١,٨٠	٠,١٥	١,٨
٥٠	١,٥٥	١,٥٥	٠,١٧٠	١,٥٥	١,٣٥	٠,١٤٥	١,٣٥
٧٠	١,٠٥	١,٠٥	٠,١٦٥	١,٠٥	٠,٩٠	٠,١٤٠	٠,٩٢
٩٥	٠,٧٧	٠,٧٧	٠,١٦٠	٠,٧٩	٠,٦٧	٠,١٤٠	٠,٦٨
١٢٠	--	--	--	--	٠,٥٣	٠,١٣٥	٠,٥٥
١٥٠	--	--	--	--	٠,٤٢	٠,١٣٥	٠,٤٤
١٨٥	--	--	--	--	٠,٣٤	٠,١٣٥	٠,٣٧
٢٤٠	--	--	--	--	٠,٢٦	٠,١٣٠	٠,٣٠
٣٠٠	--	--	--	--	٠,٢١	٠,١٣٠	٠,٢٥

جدول (لو – ٣أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحادية الموصل من الالومنيوم معزولة بالثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م ومسلحة بتسليح غير قابل للمغنطة(Non magnetic)

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠°م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	التركيب بطريقة (١) ممسكة مباشرة (Clipped)		التركيب بطريقة (١١) على مجارى كابلات مثقبة		التركيب بطريقة (١٢) فى الهواء الحر Free air					
	عدد٢ كابل طور واحد (a.c /d.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد٣ أو٤ كابل ثلاثى الأطوار a.c على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد٢ كابل طور واحد (a.c /d.c) مستوية (Flat) ومتلامسة	عدد٣ أو٤ كابل ثلاثى الأطوار (a.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد٢ كابل طور واحد (a.c)		عدد٢ كابل تيار مستمر(d.c) بمسافات بينية		عدد٣ أو٤ كابل ثلاثى الأطوار (a.c)	
					أفقى على استقامة (Flat) وبمسافات بينية	رأسى على استقامة (Flat) وبمسافات بينية	أفقياً	رأسياً	رأسى على استقامة (Flat) وبمسافات بينية	عدد٣ كابل بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
٥٠	١٤٣	١٣٣	١٥٢	١٤١	١٦٨	١٥٩	١٦٧	١٥٧	١٦٩	١٥٥	١٣١
٧٠	١٨٣	١٦٨	١٩٤	١٧٨	٢١٢	٢٠٠	٢١٤	٢٠٢	٢١٣	١٩٦	١٦٨
٩٥	٢٢١	٢٠٢	٢٣٤	٢١٤	٢٥٩	٢٤٥	٢٦١	٢٤٧	٢٥٥	٢٣٦	٢٠٥
١٢٠	٢٥٥	٢٣٣	٢٧٠	٢٤٦	٢٩٩	٢٨٥	٣٠٣	٢٨٨	٢٩٣	٢٧٢	٢٣٨
١٥٠	٢٩٤	٢٦٧	٣١٠	٢٨٢	٣٤٠	٣٢٣	٣٤٩	٣٣٣	٣٣٥	٣١٢	٢٧٥
١٨٥	٣٣٤	٣٠٣	٣٥٢	٣١٩	٣٨٩	٣٧١	٤٠٠	٣٨٢	٣٧٩	٣٥٤	٣١٥
٢٤٠	٣٩٣	٣٥٤	٤١٣	٣٧٤	٤٥٧	٤٣٧	٤٧٢	٤٥٢	٤٤٣	٤١٥	٣٧٢
٣٠٠	٤٥٢	٤٠٥	٤٧٤	٤٢٧	٥٢٠	٤٩٨	٥٤٥	٥٢٣	٥٠٥	٤٧٥	٤٣٠
٣٨٠	٥١٨	٤٥٢	٥٤٣	٤٧٩	٥٨٣	٥٥٩	٦٣٨	٦١٣	٥٥١	٥١٨	٤٩٧
٤٨٠	٥٨٦	٥٠١	٦١٦	٥٣٤	٦٥٥	٦٢٩	٧٤٢	٧١٥	٦٠٤	٥٦٨	٥٦٨
٦٠٠	٦٥٨	٥٥٠	٦٩٣	٥٨٩	٧٢٤	٦٩٦	٨٥٩	٨٢٨	٦٥٦	٦١٨	٦٤٢
٧٤٠	٧٢٨	٥٩٦	٧٦٩	٦٤٢	٨٠٢	٧٧٠	٩٨٦	٩٥٢	٧٠٧	٦٦٦	٧١٥
٩٦٠	٨١٩	٦٥١	٨٦٨	٧٠٦	٨٦٦	٨٣٢	١١٧١	١١٣٣	٧٧٠	٧٢٦	٨٠٨
١٢٠٠	٨٩٣	٦٩٢	٩٥٢	٧٥٦	٩٣٨	٩٠٢	١٣١٧	١٣١٧	٨٢٢	٧٧٤	٨٨٠

ملحوظة: عندما تتم وقاية الموصل بمصهر من النوع نصف المغلق (Semi – enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036 ، يتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

جدول (لو – ٣ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات الألومنيوم

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	عدد ٢ كابل تيار (d.c)	عدد ٢ كابل طور واحد تيار (a.c)						عدد ٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)									
		التركيب بطريقة (١) ، (١١) متلامسة			التركيب بطريقة (١٦) بمسافات بينية= (Spaced)			التركيب بطريقة (١) ، (١١) ، (١٢) على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)			التركيب بطريقة (١) ، (١١) على استقامة (Flat) ومتلامسة			التركيب بطريقة (١٢) على استقامة (Flat) وبمسافات بينية		
١	٢	٣			٤			٥			٦			٧			
		r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z	r	x	z
٥٠	١,٥٥	١,٥٥	٠,٢٣	١,٥٥	١,٥٥	٠,٣١	١,٥٥	١,٣٥	٠,١٩٥	١,٣٥	١,٣٥	٠,٢٧	١,٣٥	١,٣٠	٠,٣٤	١,٣٥
٧٠	١,٠٥	١,٠٥	٠,٢٢	١,١٠	١,٠٥	٠,٣٠	١,١٠	٠,٩٣	٠,١٩٠	٠,٩٢	٠,٩٣	٠,٢٦	٠,٩٦	٠,٩٥	٠,٣٣	١,٠
٩٥	٠,٧٧	٠,٧٨	٠,٢١	٠,٨١	٠,٨١	٠,٢٩	٠,٨٦	٠,٧٠	٠,١٨٥	٠,٦٨	٠,٧٠	٠,٢٥	٠,٧٥	٠,٧٣	٠,٣٢	٠,٨٠
١٢٠	٠,٦١	٠,٦٢	٠,٢١	٠,٦٦	٠,٦٥	٠,٢٩	٠,٧١	٠,٥٧	٠,١٨٠	٠,٥٤	٠,٥٧	٠,٢٥	٠,٦٢	٠,٦٠	٠,٣٢	٠,٦٨
١٥٠	٠,٤٩	٠,٥٠	٠,٢٠	٠,٥٤	٠,٥٣	٠,٢٨	٠,٦٠	٠,٤٧	٠,١٧٥	٠,٤٤	٠,٤٦	٠,٢٤	٠,٥٢	٠,٥٠	٠,٣١	٠,٥٨
١٨٥	٠,٣٩	٠,٤١	٠,١٩٥	٠,٤٥	٠,٤٤	٠,٢٨	٠,٥٢	٠,٣٩	٠,١٧٠	٠,٣٥	٠,٣٨	٠,٢٤	٠,٤٥	٠,٤٢	٠,٣٠	٠,٥١
٢٤٠	٠,٣٠	٠,٣٢	٠,١٩٠	٠,٣٧	٠,٣٤	٠,٢٧	٠,٤٤	٠,٣٢	٠,١٦٥	٠,٢٨	٠,٣٠	٠,٢٣	٠,٣٨	٠,٣٣	٠,٢٩	٠,٤٤
٣٠٠	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,١٨٥	٠,٣٢	٠,٢٨	٠,٢٦	٠,٣٩	٠,٢٧	٠,١٦٠	٠,٢٢	٠,٢٤	٠,٢٣	٠,٣٤	٠,٢٨	٠,٢٩	٠,٤٠
٣٨٠	٠,١٩	٠,٢٢	٠,١٨٥	٠,٢٨	٠,٢٦	٠,٢٥	٠,٣٦	٠,٢٤	٠,١٥٥	٠,١٨٥	٠,٢٢	٠,٢٢	٠,٣٢	٠,٢٧	٠,٢٦	٠,٣٨
٤٨٠	٠,١٥	٠,١٨	٠,١٨٠	٠,٢٥	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,٣٣	٠,٢٢	٠,١٥٥	٠,١٥٥	٠,١٩٥	٠,٢٢	٠,٢٩	٠,٢٤	٠,٢٥	٠,٣٥
٦٠٠	٠,١٢	٠,١٥	٠,١٧٥	٠,٢٣	٠,١٩٥	٠,٢٤	٠,٣١	٠,٢٠	٠,١٥٠	٠,١٣٠	٠,١٧٥	٠,٢١	٠,٢٧	٠,٢١	٠,٢٤	٠,٣٢
٧٤٠	٠,٠٩٧	٠,١٣٥	٠,١٧٠	٠,٢٢	٠,١٨٠	٠,٢٣	٠,٢٩	٠,١٨٥	٠,١٤٥	٠,١١٥	٠,١٦٠	٠,٢٠	٠,٢٦	٠,٢٠	٠,٢٢	٠,٣٠
٩٦٠	٠,٠٧٥	٠,١١٥	٠,١٦٠	٠,٢٠	٠,١٦٥	٠,٢١	٠,٢٧	٠,١٧٥	٠,١٤٠	٠,١٠٠	٠,١٥٠	٠,١٨٥	٠,٢٤	٠,١٩	٠,١٩٥	٠,٢٧
١٢٠٠	٠,٠٦٠	٠,١١٠	٠,١٥٥	٠,١٩	٠,١٦٠	٠,١٨	٠,٢٤	٠,١٧٠	٠,١٤٠	٠,٠٩٤	٠,١٤٥	٠,١٦٠	٠,٢٢	٠,١٨٥	٠,١٦٥	٠,٢٥

ملحوظة : بالنسبة للمسافات الأكبر من تلك المحددة فى طريقة التركيب (١٢)، يرجع للجدول (ط-١)، ولكنها تسبب فى هبوط أكبر للجهد

جدول (لو – ٤أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات الومنيوم و متعددة الموصلات معزوله بالثرموبلاستيك (PVC) ٧٠°م مسلحة (Armoured)

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠°م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	التركيب بطريقة (١) ممسوكة مباشرة (Clipped)		التركيب بطريقة (١٢) (على مجارى كابلات مثقبة) أو طريقة (١٣) (فى الهواء الحر Free air)	
	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار(a.c /d.c)	عدد ١ كابل ثلاثى أو رباعى الموصلات ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار(a.c/d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار (a.c)
١	٢	٣	٤	٥
١٦	٦٨	٥٨	٧١	٦١
٢٥	٨٩	٧٦	٩٤	٨٠
٣٥	١٠٩	٩٤	١١٥	٩٩
٥٠	١٣١	١١٣	١٣٩	١١٩
٧٠	١٦٥	١٤٣	١٧٥	١٥١
٩٥	١٩٩	١٧٤	٢١١	١٨٦
١٢٠	--	٢٠٢	--	٢١٦
١٥٠	--	٢٣٢	--	٢٥٠
١٨٥	--	٢٦٥	--	٢٨٧
٢٤٠	--	٣١٢	--	٣٤٢
٣٠٠	--	٣٦٠	--	٣٩٩

ملحوظة: عندما تتم وقاية الموصل بمصهر من النوع نصف مغلق (Semi – enclosed) طبقاً للمواصفات البريطانية BS 3036، يتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

جدول (لو – ٤ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات الألومنيوم

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٧٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	كابل ثنائى الموصل تيار (d.c)	كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c)			كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى ثلاثى الأطوار تيار (a.c)		
١	٢	٣			٤		
١٦	٤,٥	٤,٥			٣,٠		
		r	x	z	r	x	Z
٢٥	٢,٩	٢,٩	٠,١٧٥	٢,٩	٢,٥	٠,١٥٠	٢,٥
٣٥	٢,١	٢,١	٠,١٧٠	٢,١	١,٨٠	٠,١٥٠	١,٨٠
٥٠	١,٥٥	١,٥٥	٠,١٧٠	١,٥٥	١,٣٥	٠,١٤٥	١,٣٥
٧٠	١,٠٥	١,٠٥	٠,١٦٥	١,٠٥	٠,٩٠	٠,١٤٠	٠,٩٢
٩٥	٠,٧٧	٠,٧٧	٠,١٦٠	٠,٧٩	٠,٦٧	٠,١٤٠	٠,٦٨
١٢٠	--	--	--	--	٠,٥٣	٠,١٣٥	٠,٥٥
١٥٠	--	--	--	--	٠,٤٢	٠,١٣٥	٠,٤٤
١٨٥	--	--	--	--	٠,٣٤	٠,١٣٥	٠,٣٧
٢٤٠	--	--	--	--	٠,٢٦	٠,١٣٠	٠,٣٠
٣٠٠	--	--	--	--	٠,٢١	٠,١٣٠	٠,٢٥

جدول (لو – ٥أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات أحاديه الموصل من الالومنيوم ومعزولة بالبلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م غير مسلحة سواء بغلاف (Sheath) أو بدونه

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠°م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	التركيب بطريقة (٤) (داخل مواسير مغلقة في جدران معزولة حرارياً)		التركيب بطريقة (٣) (داخل مواسير مغلقة على داخل جدار أو في مجرى (Trunking)		التركيب بطريقة (١) (مسنوكة مباشرة (Clipped direct)		التركيب بطريقة (١١) مغذية أفقياً أو رأسياً على مجرى كابلات مثقبة		التركيب بطريقة (١٢) في الهواء (الطلق Free air)		
	عدد٢ كابل أحادي الطور تيار (a.c /d.c)	عدد٣ أو ٤ كابل ثلاثي الأطوار تيار (a.c)	عدد٢ كابل أحادي الطور تيار (a.c /d.c)	عدد ٣ أو ٤ كابل ثلاثي الأطوار تيار (a.c)	عدد ٢ كابل أحادي الطور (a.c /d.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد٣ أو ٤ كابل ثلاثي الأطوار تيار (a.c) مستوى (Flat) ومتلاصقة أو على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد٢ كابل أحادي الطور (a.c /d.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد٣ أو ٤ كابل ثلاثي الأطوار(a.c) على استقامة (Flat) متلاصقة أو بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)	عدد٢كابل أحادي الطور تيار (a.c /d.c) أو عدد٣ كابل ثلاثي الأطوار تيار (a.c)	عدد ٢كابل أحادي الطور تيار (a.c /d.c) أو عدد٣ كابل ثلاثي الأطوار تيار (a.c)	عدد٣ كابل بشكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil) ثلاثي الأطوار تيار (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٥٠	١٢٥	١١٣	١٥٧	١٤٠	١٦٩	١٤٩	١٨٠	١٦٥	٢١٠	١٨٨	١٥٩
٧٠	١٥٨	١٤٢	٢٠٠	١٧٩	٢١٥	١٨٩	٢٣١	٢١١	٢٧١	٢٤٤	٢٠٦
٩٥	١٩١	١٧١	٢٤٢	٢١٧	٢٦٥	٢٣٤	٢٨١	٢٥٨	٣٣٢	٣٠٠	٢٥٣
١٢٠	٢٢٠	١٩٧	٢٨١	٢٥١	٣٠٨	٢٧٣	٣٢٦	٣٠٠	٣٨٧	٣٥١	٢٩٦
١٥٠	٢٥٣	٢٢٦	--	--	٣٥٣	٣١٤	٣٧٦	٣٤٦	٤٤٨	٤٠٨	٣٤٣
١٨٥	٢٨٨	٢٥٦	--	--	٤١٠	٣٦٦	٤٣٠	٣٩٦	٥١٥	٤٧٠	٣٩٥
٢٤٠	٣٣٨	٣٠٠	--	--	٤٨٩	٤٣٨	٥٠٩	٤٦٩	٦١١	٥٦١	٤٧١
٣٠٠	٣٨٧	٣٤٤	--	--	٥٦٤	٥٠٧	٥٨٦	٥٤١	٧٠٨	٦٥٢	٥٤٤
٣٨٠	--	--	--	--	٦٥٨	٥٩٤	٦٧٩	٦٢٨	٧٩٨	٧٤٢	٦٣٨
٤٨٠	--	--	--	--	٧٦٥	٦٩٢	٧٨٦	٧٢٨	٩٢٧	٨٦٥	٧٤٣
٦٠٠	--	--	--	--	٨٧١	٧٩١	٩٠٣	٨٣٦	١٠٥٨	٩٩٠	٨٤٩
٧٤٠	--	--	--	--	١٠٠١	٩١١	١٠٢٥	٩٥١	١٢١٨	١١٤٣	٩٧٩
٩٦٠	--	--	--	--	١١٧٦	١٠٧٢	١١٩١	١١٠٨	١٤٤٠	١٣٥٥	١١٥١
١٢٠٠	--	--	--	--	١٣٣٣	١٢١٧	١٣٤١	١٢٤٩	١٠٤٣	١٥٥٠	١٣٠٧

ملاحظات:

١- عندما تتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة Semi-enclosed طبقا للمواصفات البريطانية BS 3036 ، يتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

٢- عندما يعمل الموصل في درجة حرارة أعلى من ٧٠ °م فيجب التأكيد على أن المهمات المتصلة بالموصل مناسبة لدرجة حرارة تشغيل هذا الموصل طبقا لما ورد في هذا الكود

٣- عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه الى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (accessories) مصممة على العمل في درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠ °م، فإن يجب استخدام سعة التيار المعطاه في الجداول المكافأة للعمل في درجة ٧٠ °م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (لو – ١أ) طبقا للتعليمات الواردة بهذا الكود

جدول (لو – ٥ب): هبوط الجهد (مللي فولت / أمبير / متر) للموصلات الألومنيوم

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

| مساحة مقطع الموصل (مم٢) | عدد ٢ كابل أو أكثر (ثلاثة) | عدد ٢ كابل ثنائي أو ثلاثي الطور وواحد مغذ (لـ ٥٠) | | |

جدول (لو – ٦أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات الومنيوم معزولة بالثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م غير مسلحة

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠°م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم²)	التركيب بطريقة (٤) مركبة داخل جدار مغلق مغلق		التركيب بطريقة (٣) داخل مواسير مغلقة على الحائط أو السقف أو داخل مجرى (Trunking)		التركيب بطريقة (١) مسموكة (Cilipped) مباشرة		التركيب بطريقة (١١) على حوامل كابلات سلكية أو مثقبة أو (١٢) مركبة في الهواء الطلق (Free air)	
	عدد ١ كابل ثنائي الموصل طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد ١ كابل ثلاثي متحد الموصلات أو رباعي للثلاثي الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ثنائي الموصل طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد ١ كابل ٣ أو ٤ موصلات ثلاثي الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ثنائي الموصل طور واحد تيار (a.c/d.c)	عدد ١ كابل ٣ أو ٤ موصلات ثلاثي الأطوار تيار (a.c)	عدد ١ كابل ثنائي الموصل طور واحد تيار (a.c/d.c)	عدد ١ كابل أو ٤ موصلات ثلاثي الأطوار تيار (a.c)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
١٦	٦٠	٥٥	٧٢	٦٤	٨٤	٧٦	٩١	٧٧
٢٥	٧٨	٧١	٩٤	٨٤	١٠١	٩٠	١٠٨	٩٧
٣٥	٩٦	٨٧	١١٥	١٠٣	١٢٦	١١٢	١٣٥	١٢٠
٥٠	١١٥	١٠٤	١٣٨	١٢٤	١٥٤	١٣٦	١٦٤	١٤٦
٧٠	١٤٥	١٣١	١٧٥	١٥٦	١٩٨	١٧٤	٢١١	١٨٧
٩٥	١٧٥	١٥٧	٢١٠	١٨٨	٢٤١	٢١١	٢٥٧	٢٢٧
١٢٠	--	١٨٠	--	٢١٦	--	٢٤٥	--	٢٦٣
١٥٠	--	٢٠٦	--	٢٤٠	--	٢٨٣	--	٣٠٤
١٨٥	--	٢٣٣	--	٢٧٢	--	٣٢٣	--	٣٤٧
٢٤٠	--	٢٧٣	--	٣١٨	--	٣٨٢	--	٤٠٩
٣٠٠	--	٣١٣	--	٣٦٤	--	٤٤٠	--	٤٧١

ملاحظات :

١- عندما تتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed) طبقا للمواصفات البريطانية BS 3036، يتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

٢- عندما يعمل الموصل في درجة حرارة أعلى من ٧٠ °، فيجب التأكيد على ان المهمات المتصلة بالموصل مناسبة لدرجة حرارة تشغيلة هذا الموصل طبقا لما ورد في هذا الكود

٣- عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه الى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة على العمل في درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠ °م، فإنه يجب استخدام سعة التيار المعطاه في الجداول المحددة للعمل في درجة ٧٠ °م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (لو – ٢أ)، طبقا لتعليمات هذا الكود

جدول (لو – ٦ب): هبوط الجهد (مللى فولت / أمبير / متر) للموصلات الألومنيوم

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	كابل ثنائى الموصل تيار (d.c)	كابل ثنائى الموصل طور واحد تيار (a.c)			كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعى، ثلاثى الأطوار تيار (a.c)		
١	٢	٣			٤		
١٦	٤,٨	٤,٨			٤٢		
		r	x	z	r	x	z
٢٥	٣,١	٣,١	١,٦٥	٣,١	٢,٧	٠,١٤٠	٢,٧
٣٥	٢,٢	٢,٢	١,٦٠	٢,٢	١,٩٠	٠,١٤٠	١,٩٥
٥٠	١,٦٠	١,٦٥	١,٦٠	١,٦٥	١,٤٠	٠,١٣٥	١,٤٥
٧٠	١,١٠	١,١٠	١,٥٥	١,١٥	٠,٩٦	٠,١٣٥	٠,٩٧
٩٥	٠,٨٢	٠,٨٢	١,٥٠	٠,٨٤	٠,٧١	٠,١٣٠	٠,٧٢
١٢٠	--	--	--	--	٠,٥٦	٠,١٣٠	٠,٥٨
١٥٠	--	--	--	--	٠,٤٥	٠,١٣٠	٠,٤٧
١٨٥	--	--	--	--	٠,٣٧	٠,١٣٠	٠,٣٩
٢٤٠	--	--	--	--	٠,٢٨	٠,١٢٥	٠,٣١
٣٠٠	--	--	--	--	٠,٢٣	٠,١٢٥	٠,٢٦

جدول (لو – ٧أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات الومنيوم معزولة بالبلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م مسلحة (تسليح غير قابل للمغنطة Non magnetic)

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠°م

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	طريقة التركيب (١) ممسوكة (Clipped) مباشرة		طريقة التركيب (١١) على مجارى كابلات مثقبة		طريقة التركيب (١٢) فى الهواء الطلق Free air					
	عدد ٢ كابل طور واحد تيار (a.c /d.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد ٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد ٢ كابل أحادى الطور تيار(a.c /d.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد ٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c) على استقامة (Flat) ومتلاصقة	عدد٢ كابل طور واحد تيار متردد (a.c)		عدد٢ كابل تيار مستمر (d.c)		عدد٣ أو ٤ كابل ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	
					أفقى على استقامة (Flat) وبمسافات بينية	رأسى على استقامة (Flat) وبمسافات بينية	أفقى وبمسافات بينية	رأسى وبمسافات بينية	أفقى على استقامة (Flat) وبمسافات بينية	رأسى على استقامة (Flat) وبمسافات بينية	عدد٣ كابل على شكل ورقة نبات مثلثة (Trefoil)
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
٥٠	١٧٩	١٦٥	١٩٢	١٧٦	٢١٢	١٩٩	٢١٦	١٩٧	٢١٥	١٩٢	١٦٢
٧٠	٢٢٨	٢٠٩	٢٤٤	٢٢٢	٢٦٩	٢٥٤	٢٧٥	٢٥٣	٢٧٠	٢٤٤	٢٠٧
٩٥	٢٧٦	٢٥٢	٢٩٤	٢٦٧	٣٢٨	٣١٠	٣٣٢	٣٠٧	٣٢٤	٢٩٦	٢٥٢
١٢٠	٣٢٠	٢٩١	٣٤٠	٣٠٨	٣٧٨	٣٥٨	٣٨٤	٣٥٧	٣٧٢	٣٤٣	٢٩٢
١٥٠	٣٦٨	٣٣٣	٣٩٠	٣٥٢	٤٢٩	٤٠٩	٤٤١	٤١١	٤٢٤	٣٩٤	٣٣٧
١٨٥	٤١٩	٣٧٨	٤٤٤	٤٠٠	٤٩٠	٤٦٧	٥١١	٤٨٠	٤٧٧	٤٤٧	٣٩١
٢٤٠	٤٩٤	٤٤٣	٥٢١	٤٦٨	٥٧٦	٥٤٩	٦٠٥	٥٧٢	٥٥٤	٥٢٣	٤٦٥
٣٠٠	٥٦٨	٥٠٨	٥٩٧	٥٣٦	٦٥٤	٦٢٤	٧٠١	٦٦٦	٦٢٦	٥٩٥	٥٤٠
٣٨٠	٦٥٥	٥٧٣	٦٨٨	٦٠٨	٧٣٥	٧٠٤	٨١٢	٧٨٠	٦٩٣	٦٤٩	٦٢٥
٤٨٠	٧٤٧	٦٤٢	٧٨٦	٦٨٥	٨٢٥	٧٩٠	٩٤٢	٩٠٦	٧٦٥	٧١٧	٧١٤
٦٠٠	٨٣٦	٧٠٦	٨٨٠	٧٥٧	٩٠٩	٨٧٢	١٠٧٦	١٠٣٦	٨٣٢	٧٨٠	٨٠١
٧٤٠	٩٣٤	٧٦٤	٩٨٨	٨٢٤	٩٨٩	٩٥٠	١٢٥٠	١٢٠٥	٨٩٠	٨٣٥	٨٩٧
٩٦٠	١٠٥٦	٨٣٨	١١٢١	٩١١	١٠٩٤	١٠٥٢	١٤٨٨	١٤٣٥	٩٧٠	٩١١	١٠١٤
١٢٠٠	١١٦٣	٩٠٣	١٢٣٦	٩٩٠	١١٨٧	١١٤١	١٧١٥	١٦٥٨	١٠٤٣	٩٨٠	١١١٨

ملاحظات:

١- عندما تتم وقاية الموصلات باستخدام بمصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed) طبقا للمواصفات البريطانية BS 3036، يتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

٢- عندما يعمل الموصل فى درجة حرارة أعلى من ٧٠ °، فيجب التأكيد على أن المهمات المتصلة بالموصل مناسبة لدرجة حرارة تشغيلة طبقا لما توضح فى هذا الكود

٣- عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه الى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة على العمل فى درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠ °م، فإنه يجب استخدام سعة التيار المعطاه فى الجداول المحددة للعمل فى درجة ٧٠ °م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (لو – ١٣) طبقا لتعليمات هذا الكود

جدول (لو – ٧ب): هبوط الجهد (ملى فولت / أمبير / متر) للموصلات الألومنيوم

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	حمل كامل (أمبير)	هبوط الجهد (ملى فولت / أمبير / متر)																					
		١			٢			٣			٤			٥			٦			٧			
					توزيع بطريقة (٢) مسافات متساوية (Spaced)			توزيع بطريقة (٢) متلامسة (Touched)			توزيع بطريقة (٣) مسافات متساوية (Spaced)			تحت مجرى (١١) أو (١٢) في قناة تحت الأرض (Trench) متلامسة			تحت مجرى (١١) أو (١٢) في قناة تحت الأرض (Trench) مسافات متساوية			الموصل بطريقة (١١) على السقف (Fixed) بمسافات متساوية		
		r	x	Z	r	x	Z	r	x	Z	r	x	Z	r	x	Z	r	x	Z	r	x	Z
٥٠	١,٦٠	١,٦٠	٠,٣٠	١,٦٠	١,٦٠	٠,٢٢	١,٦٠	١,٦٠	٠,٣٠	١,٦٠	١,٤٠	٠,١٨٥	١,٤٠	١,٤٠	٠,٢٦	١,٤٠	١,٣٥	٠,٣٤	١,٤٠
٧٠	١,١٠	١,١٠	٠,٢٩	١,١٥	١,١٠	٠,٢١	١,١٥	١,١٠	٠,٢٩	١,١٥	٠,٩٦	٠,١٨٠	٠,٩٨	٠,٩٧	٠,٢٥	١,٠	٠,٩٩	٠,٣٣	١,٠٥
٩٥	٠,٨٢	٠,٨٥	٠,٢٩	٠,٩٠	٠,٨٥	٠,٢٠	٠,٨٥	٠,٨٣	٠,٢٩	٠,٩٠	٠,٧١	٠,١٧٥	٠,٧٤	٠,٧٤	٠,٢٥	٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٣٢	٠,٨٣
١٢٠	٠,٦٦	٠,٦٩	٠,٢٨	٠,٧٤	٠,٦٩	٠,٢٠	٠,٦٩	٠,٦٦	٠,٢٨	٠,٧٤	٠,٥٧	٠,١٧٠	٠,٦٠	٠,٦٠	٠,٢٤	٠,٦٤	٠,٦٣	٠,٣١	٠,٧٠
١٥٠	٠,٥٢	٠,٥٦	٠,٢٨	٠,٦٢	٠,٥٧	٠,١٩٥	٠,٥٧	٠,٥٣	٠,٢٨	٠,٦٢	٠,٤٦	٠,١٧٠	٠,٤٩	٠,٤٩	٠,٢٤	٠,٥٤	٠,٥٢	٠,٣٠	٠,٦٠
١٨٥	٠,٤٢	٠,٤٦	٠,٢٧	٠,٥٤	٠,٤٧	٠,١٩٠	٠,٤٧	٠,٤٣	٠,٢٧	٠,٥٤	٠,٣٨	٠,١٦٥	٠,٤١	٠,٤٠	٠,٢٤	٠,٤٧	٠,٤٤	٠,٣٠	٠,٥٣
٢٤٠	٠,٣٢	٠,٣٧	٠,٢٧	٠,٤٥	٠,٣٩	٠,١٨٥	٠,٣٩	٠,٣٤	٠,٢٧	٠,٤٥	٠,٢٩	٠,١٦٠	٠,٣٤	٠,٣٢	٠,٢٣	٠,٣٩	٠,٣٥	٠,٢٩	٠,٤٦
٣٠٠	٠,٢٦	٠,٣٠	٠,٢٦	٠,٤٠	٠,٣٣	٠,١٨٥	٠,٣٣	٠,٢٧	٠,٢٦	٠,٤٠	٠,٢٤	٠,١٦٠	٠,٢٩	٠,٢٦	٠,٢٣	٠,٣٤	٠,٢٩	٠,٢٩	٠,٤١
٣٨٠	٠,٢١	٠,٢٦	٠,٢٥	٠,٣٦	٠,٢٩	٠,١٨٠	٠,٢٩	٠,٢٣	٠,٢٥	٠,٣٦	٠,١٩٥	٠,١٥٥	٠,٢٥	٠,٢٣	٠,٢٢	٠,٣٢	٠,٢٧	٠,٢٧	٠,٣٨
٤٨٠	٠,١٦٠	٠,٢٣	٠,٢٥	٠,٣٤	٠,٢٥	٠,١٧٥	٠,٢٥	٠,١٨٥	٠,٢٥	٠,٣٤	٠,١٦٠	٠,١٥٥	٠,٢٢	٠,٢٠	٠,٢١	٠,٢٩	٠,٢٤	٠,٢٦	٠,٣٥
٦٠٠	٠,١٣٠	٠,٢٠	٠,٢٤	٠,٣١	٠,٢٤	٠,١٧٥	٠,٢٤	٠,١٦٠	٠,٢٤	٠,٣١	٠,١٣٥	٠,١٥٠	٠,٢٠	٠,١٧٥	٠,٢١	٠,٢٧	٠,٢٢	٠,٢٥	٠,٣٣
٧٤٠	٠,١٠٥	٠,١٩٠	٠,٢٢	٠,٢٩	٠,٢٢	٠,١٧٠	٠,٢٢	٠,١٤٠	٠,٢٢	٠,٢٩	٠,١٢٠	٠,١٤٥	٠,١٩٠	٠,١٦٥	٠,١٩٥	٠,٢٦	٠,٢١	٠,٢٢	٠,٣٠
٩٦٠	٠,٠٨٠	٠,١٢٠	٠,١٦٠	٠,٢٠	٠,١٩	٠,١٦٠	٠,٢٠	٠,١٢٠	٠,١٦٠	٠,٢٠	٠,١٠٥	٠,١٤٠	٠,١٧٥	٠,١٥٠	٠,١٨٠	٠,٢٤	٠,١٩٥	٠,١٩٥	٠,٢٨
١٢٠٠	٠,٠٦٤	٠,١٠٥	٠,١٦٠	٠,٢٥	٠,١٩	٠,١٦٠	٠,٢٥	٠,١٠٥	٠,١٦٠	٠,٢٥	٠,٠٩٣	٠,١٣٥	٠,١٦٥	٠,١٤٠	٠,١٧٥	٠,٢٢	٠,١٨٠	٠,١٨٥	٠,٢٦

ملحوظة : ٠ بالنسبة للمسافات البينية أكبر من تلك المحددة فى طريقة التركيب (١٢)، يرجع إلى الجدول (ط-١)، وسوف تسبب فى هبوط أكبر فى الجهد

جدول (لو – ١أ): سعة حمل التيار (بالأمبير) لكابلات بموصلات من الالومنيوم معزولة بالبلاستيك ثرموسيتنج (Thermosetting) ٩٠°م مسلحة

درجة الحرارة المحيطة : ٣٠°م — درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

مساحة مقطع الموصل (مم٢)	التركيب بطريقة (١) مسوكة مباشرة (Clipped direct)		التركيب بطريقة (١١) على مجارى كابلات مغلقة أو طريقة (١٣) فى الهواء الحر (Free air)	
	عدد ١ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعي ثلاثى الأطوار تيار (a.c)	عدد ٢ كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c /d.c)	عدد ١ كابل متعدد الموصلات ثلاثى أو رباعي ثلاثى الأطوار تيار (a.c)
١	٢	٣	٤	٥
١٦	٨٢	٧١	٨٥	٧٤
٢٥	١٠٨	٩٢	١١٢	٩٨
٣٥	١٣٢	١١٣	١٣٨	١٢٠
٥٠	١٥٩	١٣٧	١٦٦	١٤٥
٧٠	٢٠١	١٧٤	٢١١	١٨٥
٩٥	٢٤٢	٢١٤	٢٥٤	٢٢٤
١٢٠	--	٢٤٩	--	٢٦٤
١٥٠	--	٢٨٤	--	٣٠٥
١٨٥	--	٣٢٨	--	٣٥٠
٢٤٠	--	٣٨٦	--	٤١٨
٣٠٠	--	٤٤١	--	٤٨٨

ملاحظات:

١- عندما يتم وقاية الموصلات باستخدام مصاهر نصف مغلقة (Semi-enclosed) طبقا للمواصفات البريطانية BS 3036 ، يتم الرجوع إلى البند (٦-٢) من مقدمة هذا القسم

٢- عندما يعمل الموصل فى درجة حرارة أعلى من ٧٠ ° ، فيجب التأكيد على أن المهمات المتصلة بالموصل مناسبة لدرجة حرارة تشغيلة طبقا لما ورد فى هذا الكود

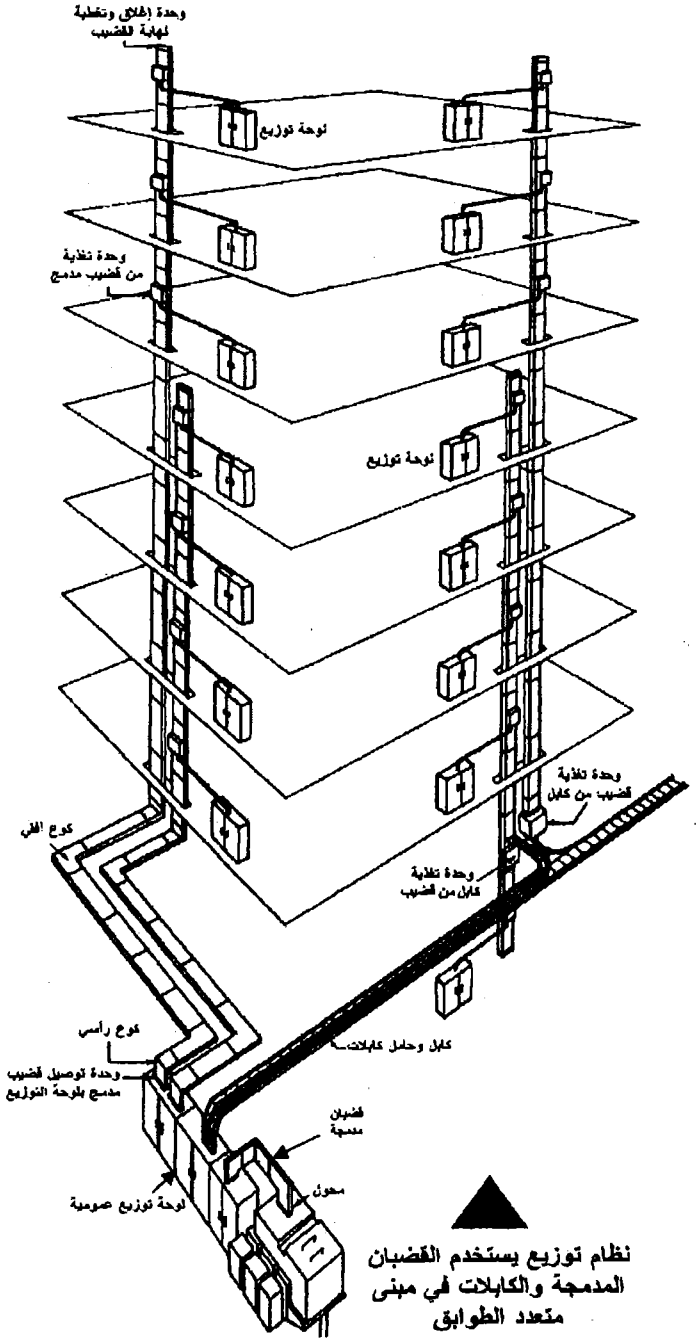
٣- عندما توصل كابلات من الجدول بعاليه الى أجهزة أو مهمات أو ملحقات (Accessories) مصممة للعمل فى درجة حرارة لا تزيد عن ٧٠ °م، فإنه يجب استخدام سعة التيار المعطاه فى الجداول والمحددة للعمل فى درجة ٧٠ °م بعزل ثرموبلاستيك (PVC) جدول (لو-١٤)، طبقا لتعليمات هذا الكود

جدول (لو – ٨ب): هبوط الجهد (ملى فولت / أمبير / متر) للموصلات الألومنيوم

درجة حرارة تشغيل الموصل: ٩٠°م

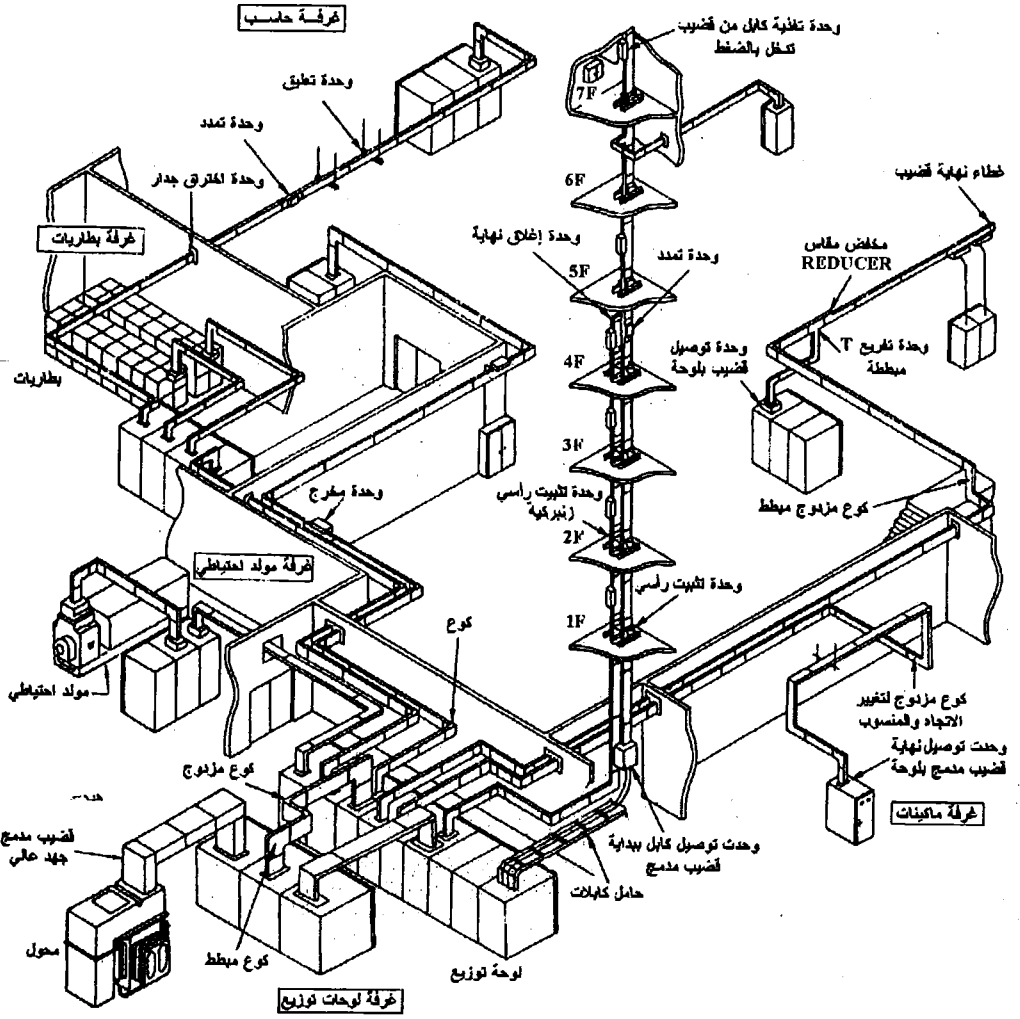
مساحة مقطع الموصل (مم٢)	كابل ثنائى الموصلات تيار مستمر (d.c)	كابل ثنائى الموصلات طور واحد تيار (a.c)			كابل متعدد الموصلات ثلاثة أو أربعة وثلاثى الأطوار تيار (a.c)		
١	٢	٣			٤		
١٦	٤,٨	٤,٨			٤,٢		
		r	x	Z	r	x	Z
٢٥	٣,١	٣,١	٠,١٦٥	٣,١	٢,٧	٠,١٤٠	٢,٧
٣٥	٢,٢	٢,٢	٠,١٦٠	٢,٢	١,٩٠	٠,١٤٠	١,٩٥
٥٠	١,٦٠	١,٦٥	٠,١٦٠	١,٦٥	١,٤٠	٠,١٣٥	١,٤٥
٧٠	١,١٠	١,١٠	٠,١٥٥	١,١٥	٠,٩٦	٠,١٣٥	٠,٩٧
٩٥	٠,٨٢	٠,٨٢	٠,١٥٠	٠,٨٤	٠,٧١	٠,١٣٠	٠,٧٢
١٢٠	--	--	--	--	٠,٥٦	٠,١٣٠	٠,٥٨
١٥٠	--	--	--	--	٠,٤٥	٠,١٣٠	٠,٤٧
١٨٥	--	--	--	--	٠,٣٧	٠,١٣٠	٠,٣٩
٢٤٠	--	--	--	--	٠,٢٨	٠,١٢٥	٠,٣١
٣٠٠	--	--	--	--	٠,٢٣	٠,١٢٥	٠,٢٦

ملحق رقم (م٦-٣-٣): نظم القضبان المدمجة



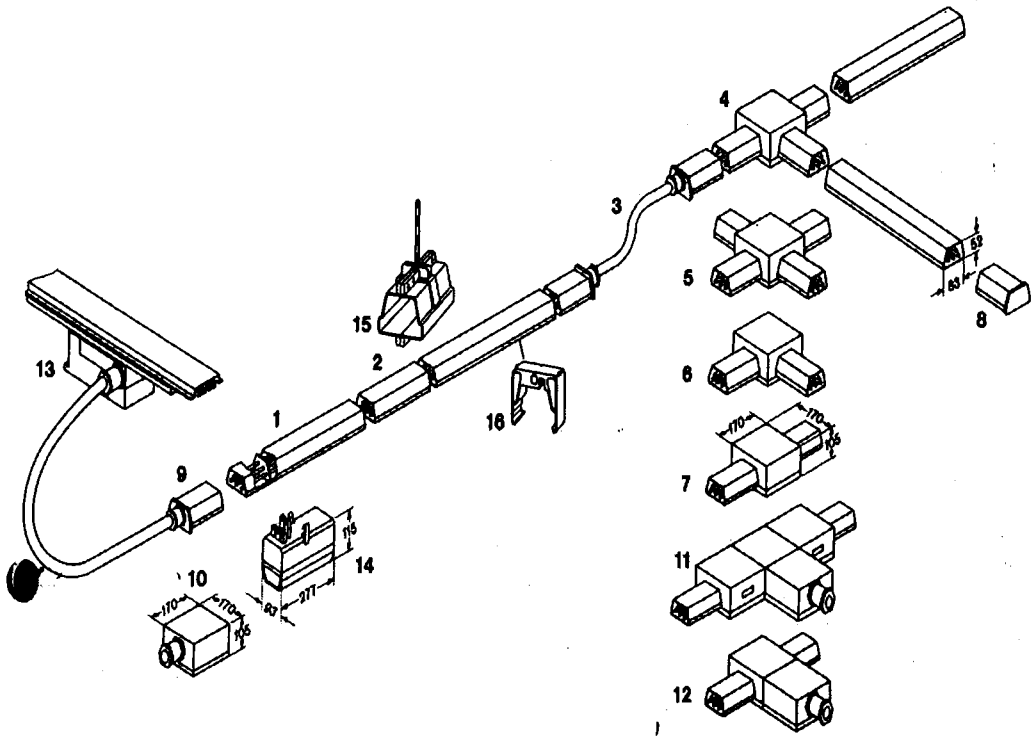
نظام توزيع يستخدم القضبان المدمجة والكابلات في مبنى متعدد الطوابق

شكل (م٦-٣-١/٣): رسم تخطيطى يوضح نموذجا لشبكة توزيع جهد منخفض مكونة بصفة أساسية من قضبان مدمجة



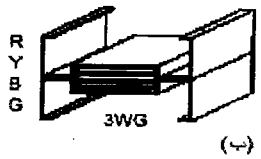
نظام متكامل للتوزيع باستخدام القضبان المدمجة

شكل (م٦-٣-٣/٢): رسم تخطيطى لنظام توزيع متكامل يستخدم القضبان المدمجة



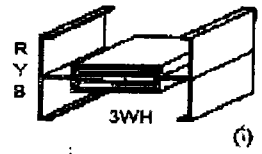
١	صندوق قضبان	٩	وحدة نهاية مغذى حتى ١٦مم٢
٢	وصلة تمدد	١٠	وحدة نهاية مغذى حتى ٣٥مم٢
٣	وصلة مرنة	١١	وحدة مغذى فى المركز حتى ٧٠مم٢ مزود بمصاهر ثلاثية مزدوجة
٤	صندوق حرف T	١٢	وحدة مغذى فى المركز حتى ٧٠مم٢ بدون مصاهر
٥	صندوق تعامدى	١٣	وحدة انتقال (وحدة تفريع من نظام أكبر)
٦	صندوق حرف L	١٤	وحدة تفريع
٧	صندوق وسيط	١٥	فلانشة تحميل وحمالة تعليق
٨	فلانشة نهاية	١٦	حمالة تثبيت

شكل (م٦-٣-٣/٣): مكونات نظام القضبان المدمجة



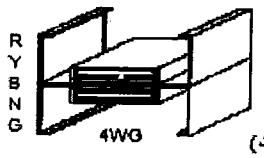
(ب)

- قضبان مدمجة ثلاثية الأطوار رباعية الموصلات
- لا يوجد موصل خاص للأرضي
- يوجد موصل خاص للأرضي مساو للنصف مساحة قطاع أي من موصلات الأطوار



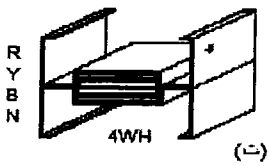
(أ)

- مجموعة قضبان ثلاثية الأطوار وثلاثية الموصلات
- لا يوجد موصل تعادل
- الغلاف يستخدم كأرضي ويكافئ نصف مساحة قطاع أي من موصلات الأطوار



(ث)

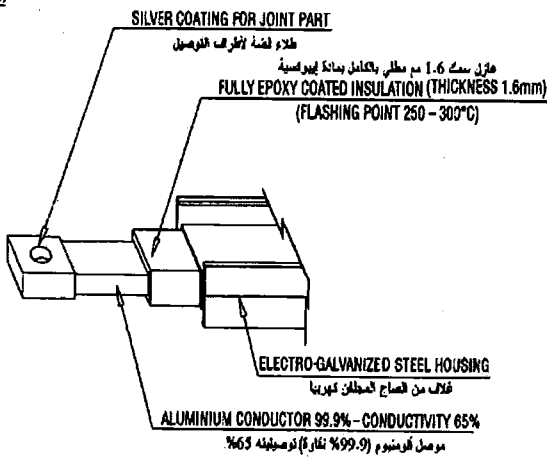
- مجموعة قضبان ثلاثية الأطوار خماسية الموصلات
- موصل التعادل مماثل لموصلات الأطوار
- موصل خاص للأرضي مساو لنصف مساحة قطاع أي من موصلات الأطوار



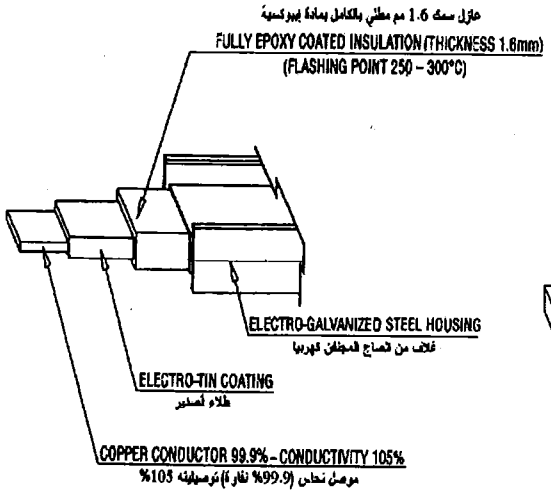
(ت)

- مجموعة قضبان ثلاثية الأطوار رباعية الموصلات
- موصل التعادل مماثل لموصلات الأطوار
- الغلاف يستخدم كأرضي ويكافئ نصف مساحة قطاع أي من موصلات الأطوار

شكل (م٦-٣-٣/٤): قطاعات مستعرضة في أربعة أنواع من القضبان المدمجة ثلاثية الأطوار

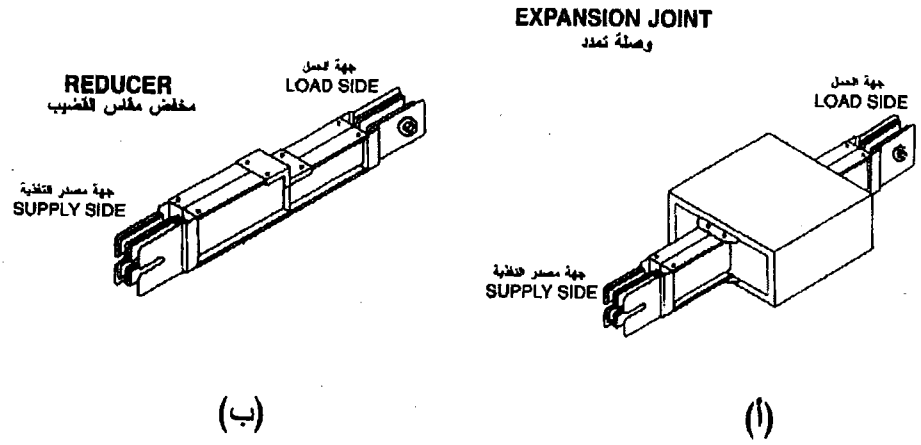


موصلات ألومنيوم (ALUMINIUM CONDUCTORS)



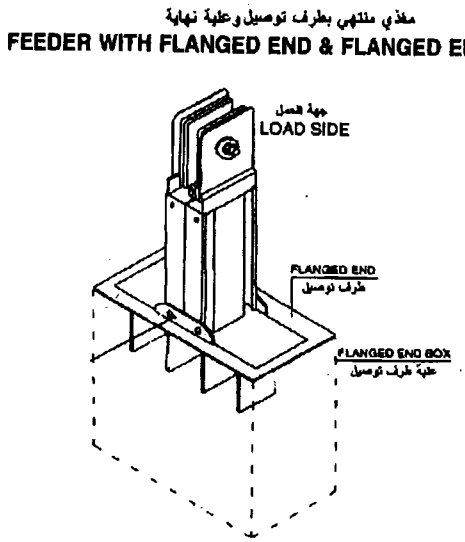
موصلات نحاسية (COPPER CONDUCTORS)

شكل (م٦-٣-٣/٥): رسم توضيحى لنوعين من الموصلات مستخدمين فى القضبان المدمجة وللغلاف الخارجى للقضبان



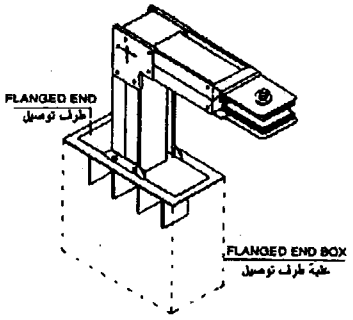
(أ) (ب)

شكل (م٦-٣-٦/٣): وصلات التمدد ومخفضات (Reducers) مقاس القضبان

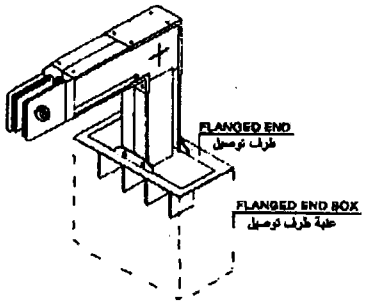


شكل (م٦-٣-٧/٣): وحدة بداية (أو نهاية) لقضبان مدمجة يبدأ من أو ينتهى بلوحة توزيع

كوع أفقي وعلبة طرف توصيل بلوحة
HORIZONTAL ELBOW WITH FLANGED END& FLANGED END BOX

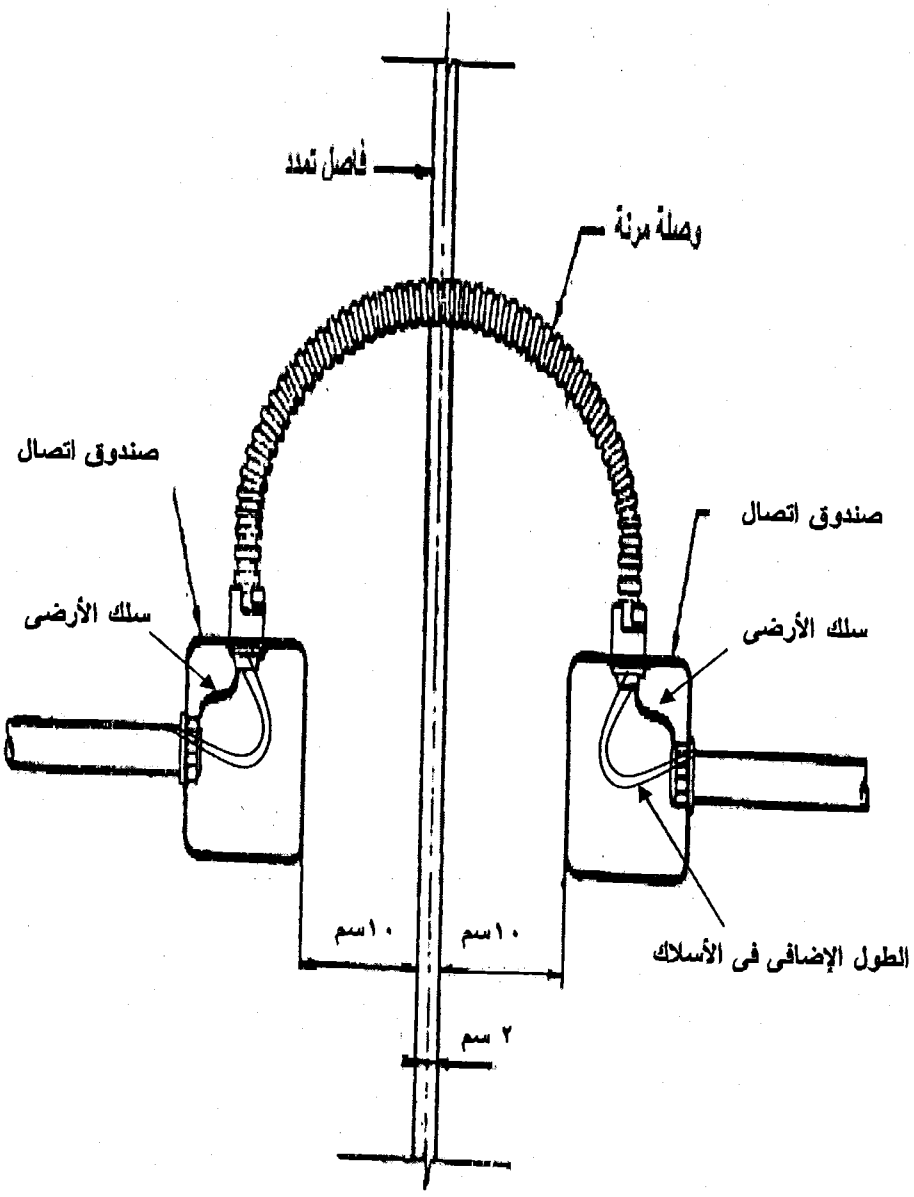


كوع رأسي وعلبة طرف توصيل بلوحة
VERTICAL ELBOW WITH FLANGED END&FLANGED END BOX

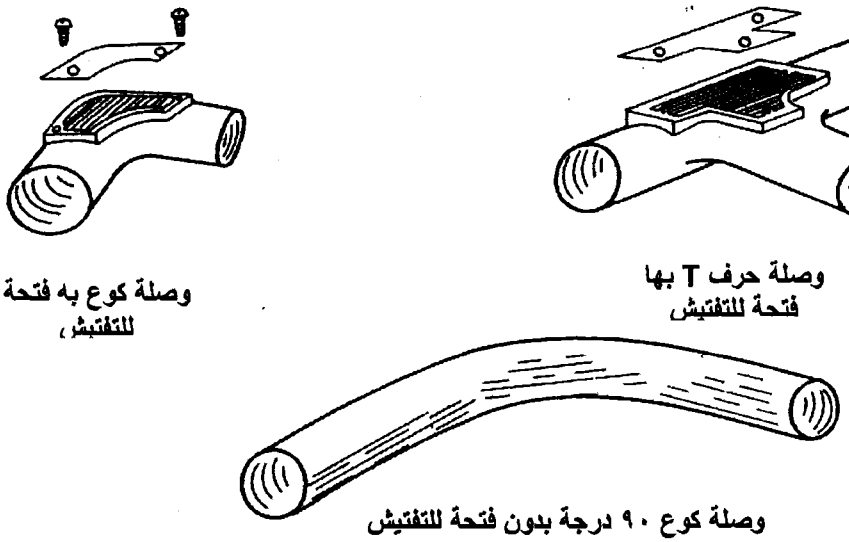


شكل (م٦-٣-٨/٣): وحدة بداية (أو نهاية) على شكل كوع لقضبان مدمجة يبدأ من أو ينتهى بلوحة توزيع

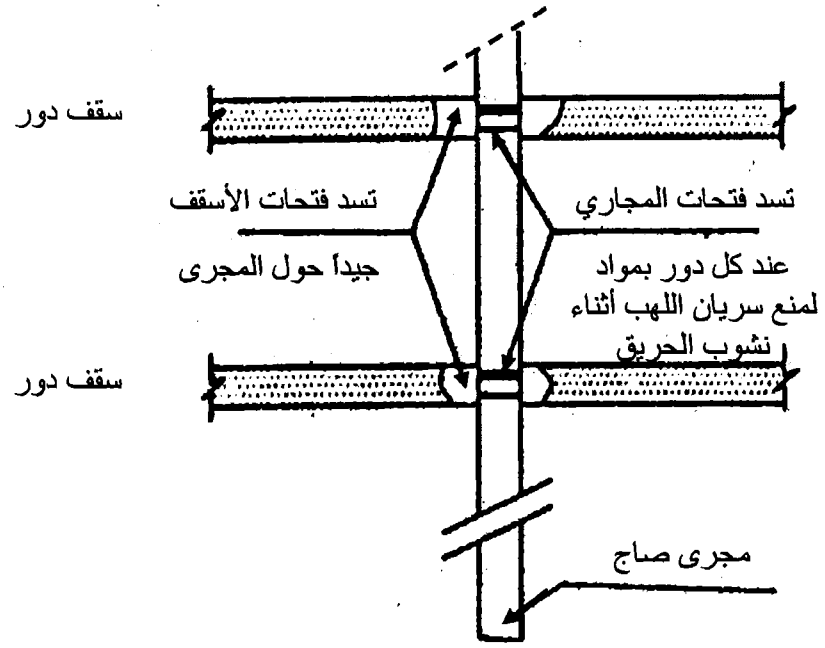
ملحق (م٦/٤/١): أشكال مختلفة لمجـــارى الكابـــلات



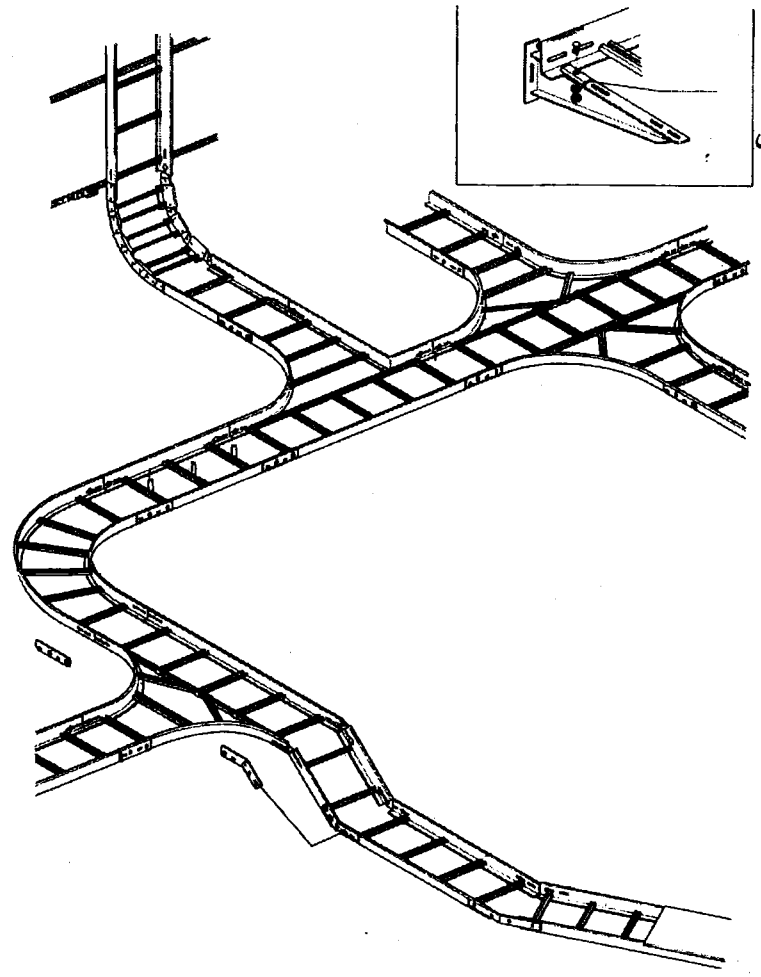
شكل (م٦/٤/١-١): تمديد الدوائر خلال فاصل التمدد للمبانى



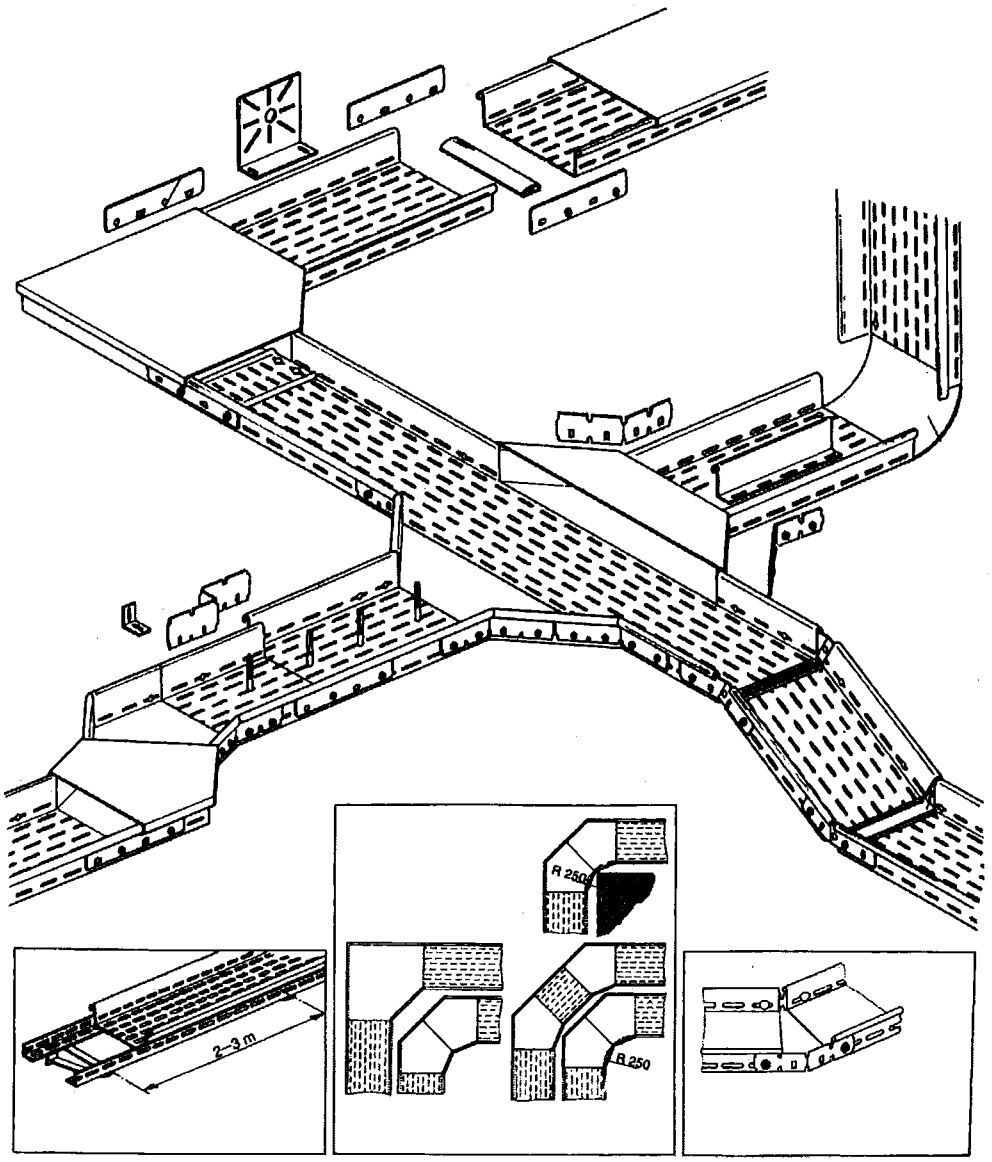
شكل (م٦/٤/١-٢): كيعان المواسير المعدنية (صلب أو برونز)



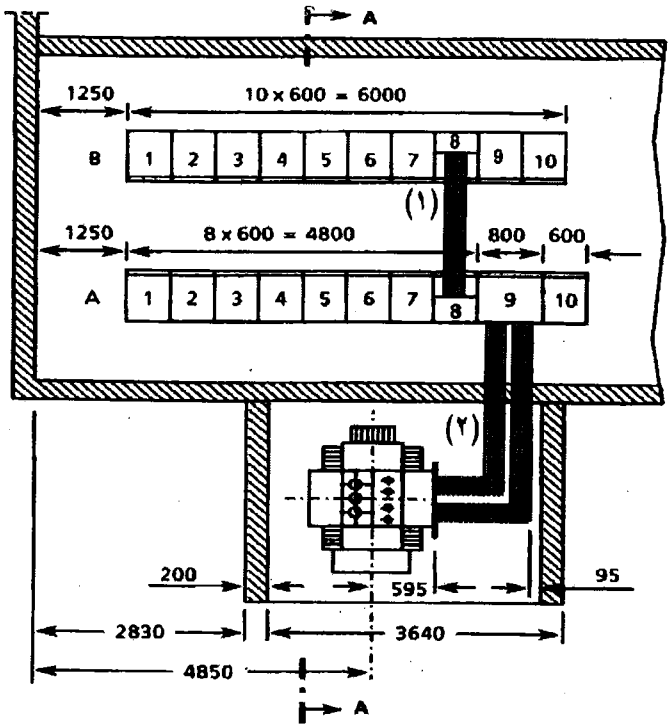
شكل (م٦/٤/١-٣): احتياطات لمنع إنتشار اللهب عن طريق المجارى أثناء نشوب الحريق



شكل (م/٦/٤/١-٤): حوامل الكابلات من الشكل السلمى (Cable ladders)



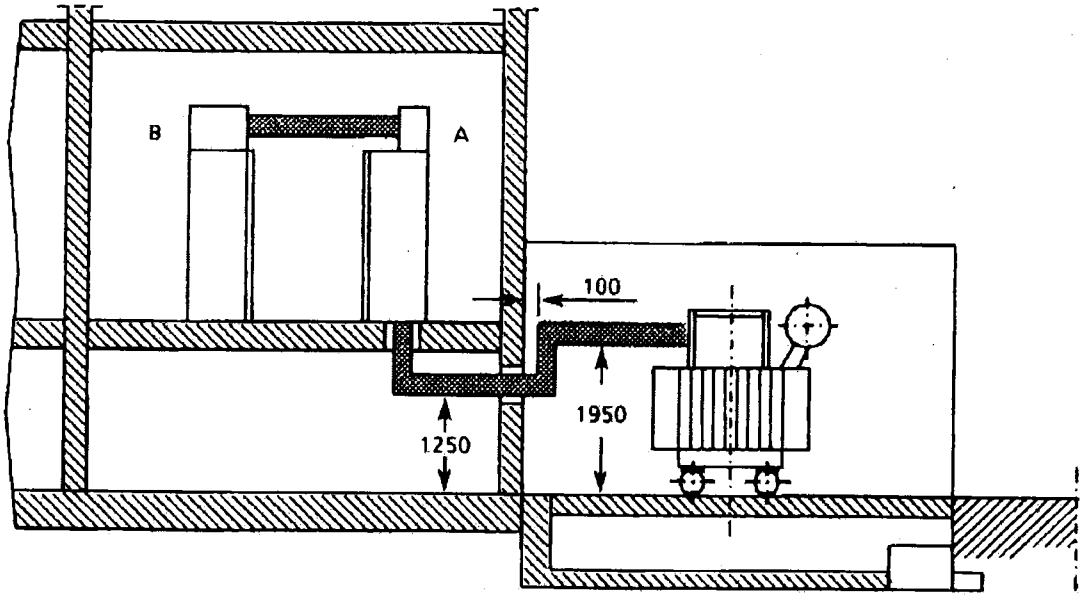
شكل (م٦/٤/١-٥): حوامل الكابلات من الشكل الحوضى (Cable trays) المثقب والمصمت



مسقط أفقى للآتى:

(١) مجارى حمل كابلات منفذة بين لوحتى توزيع

(٢) مجارى حمل كابلات منفذة بين لوحتى توزيع ومحـــول (للاسترشاد فقط)



شكل (م/٦/٤/١-٦): نموذج لقطاع رأسى لتمرير مجارى حمل الكابلات بين لوحتى توزيع وبين المحول ولوحة التوزيع العمومية

ملحق (م٦/ ٢/٤): جداول المواسير ومجـــارى الكابـــلات

جدول (م٦/ ٢/٤-١): المسافات بين دعامات المواسير أو نقط التعليق

المقاس الأسمى للماسورة (مم)	أقصى مسافة بين دعامات المواسير أو نقط تعليقها (م)					
	معدنية جاسئة		غير معدنية جاسئة		مرنة	
	أفقى	رأسى	أفقى	رأسى	أفقى	رأسى
لا يزيد عن ١٦مم	٠,٧٥	١,٠٠	٠,٧٥	١,٠٠	٠,٣	٠,٥
أكبر من ١٦مم وحتى ٢٥ مم	١,٧٥	٢,٠٠	١,٥٠	١,٧٥	٠,٤	٠,٦
أكبر من ٢٥مم وحتى ٤٠ مم	٢	٢,٢٥	١,٧٥	٢	٠,٦	٠,٨
أكبر من ٤٠مم	٢,٢٥	٢,٥٠	٢,٠٠	٢,٠٠	٠,٨	١,٠٠

جدول (م٦/ ٢/٤-٢): الأقطار والأوزان القياسية لمواسير الصلب أو الحديد المطاوع

قطر الماسورة (مم)	١٣	١٦	٢١	٢٩	٣٢	٣٦	٤٢	٤٨	٥٥	٧٥	٩٠	١٠٠
الوزن (كجم /متر)	٠,٣٤	٠,٣٩	٠,٤٣	٠,٦٥	٠,٧٨	٠,٨١	١,٤٢	١,٦٤	٢,٠٨	٣,٠٥	٣,٧٢	٤,٨٤

جدول (م٦/ ٢/٤-٣): مقاسات المواسير البلاستيك المرن

القطر الخارجى (مم)	التفاوت (مم)	أدنى قطر داخلى	
		للماسورة العادية (مم)	للماسورة المموجة (مم)
١٦	+ صفر، - ٠,٣	١٠,٧	١١,٧
٢٠	+ صفر، - ٠,٣	١٤,١	١٥,٥
٢٥	+ صفر، - ٠,٤	١٨,٤	١٩,٨
٣٢	+ صفر، - ٠,٤	٢٤,٤	٢٦,٤
٤٠	+ صفر، - ٠,٤	٣١,٢	٣٤,٠
٥٠	+ صفر، - ٠,٥	٣٩,٧	٤٣,٥
٦٠	+ صفر، - ٠,٥	٤٩,٦	٥٦,٠

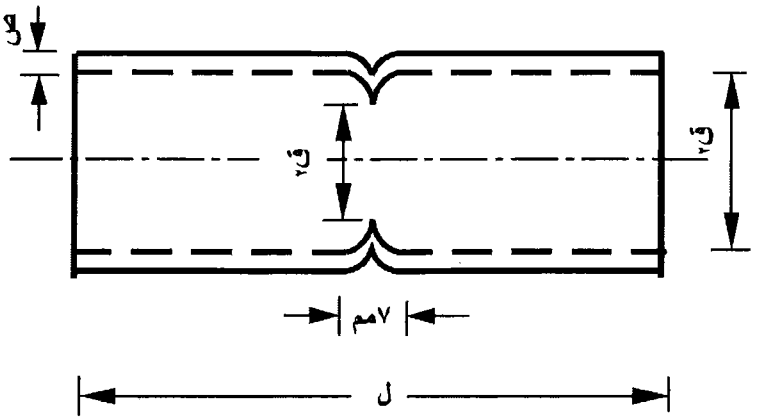
ملحوظة: من المفضل عدم استعمال المواسير قطر ١٣ مم من بين هذه المواسير

جدول (م٦/ ٢/٤-٤): أقطار المواسير البلاستيك (بى. فى. سى) الجاسئة

المقاس (مم)	القطر الخارجى (مم)		أدنى قطر داخلى (مم)
	القطر الإسمى	التفاوت	
١٦	١٦	+ صفر، - ٠,٣	١٣
٢٠	٢٠	+ صفر، - ٠,٣	١٦,٩
٢٥	٢٥	+ صفر، - ٠,٤	٢١,٤
٣٢	٣٢	+ صفر، - ٠,٤	٢٧,٨

(م٦/ ٢/٤-٥): مقاسات جلب الوصل للمواسير البلاستيك

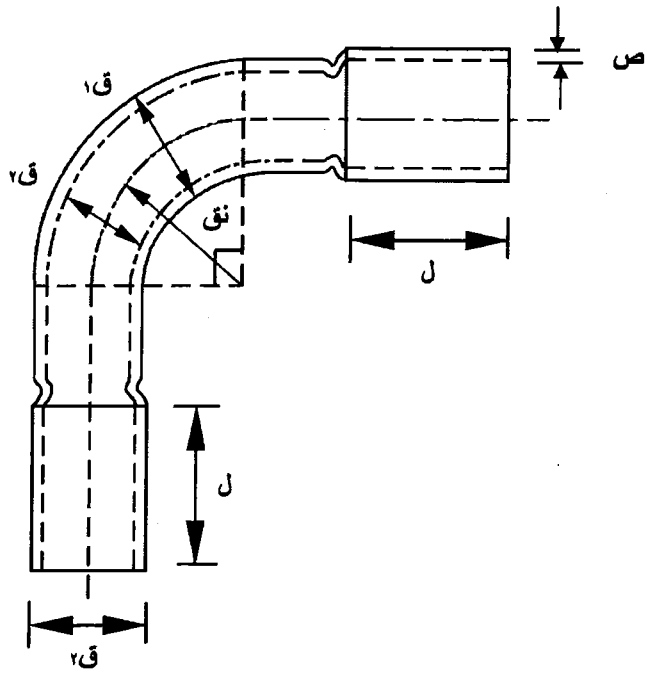
المقاس (مم)	القطر الخارجى (ق١)		القطر الداخلى (ق٢)		أقل طول كلى ل (مم)	أقل سمك للجدار ص (مم)
	القطر	التفاوت	القطر (مم)	التفاوت(مم)		
١٦	١٦,١	+٠,٢ - صفر	١٣,٥	+٠,٤	٨٠	١,١
٢٠	٢٠,١	+٠,٢ - صفر	١٧,٥	صفر	٨٠	١,٢
٢٥	٢٥,١	+٠,٣ - صفر	٢٢,٠	صفر	٨٠	١,٤
٣٢	٣٢,١	+٠,٣ - صفر	٢٩,٠	+٠,٥ - صفر	١٠٠	١,٥



شكل (م٦/ ٢/٤-١): جلبة الوصل لماسورة بلاستيك

جدول (م٦/ ٢/٤-٦): مقاسات الكيعان للمواسير البلاستيك

المقاس (مم)	القطر الخارجى للتثنية (ق١)		القطر الداخلى للتثنية (ق٢)		القطر الداخلى ق٢	نق (مم)	ص (مم)	ل (مم)
	القطر	التفاوت	القطر	التفاوت				
١٦	١٦	+ صفر، - ٠,٣	١٣,٩	+٠,٢- صفر	١٢,٠	٥٥	١,٠	٣٥
٢٠	٢٠	+ صفر، - ٠,٣	١٧,٦	+٠,٢- صفر	١٦,٩	٦٥	١,١٥	٣٥
٢٥	٢٥	+ صفر، - ٠,٤	٢١,٦	+٠,٢- صفر	٢١,٤	٩٠	١,٦٠	٣٥
٣٢	٣٢	+ صفر، - ٠,٤	٢٧,٦	+٠,٢- صفر	٢٧,٨	١٢٥	٢,١٥	٤٥



شكل (م٦/ ٢/٤-٢): كوع الوصل بين ماسورتين من البلاستيك

جدول (م٦/ ٢/٤-٧): جدول الاختيارات لمواسير التمديدات الكهربائية

(أ)

نوع المواسير	الأقطار المستخدمة بالبوصة
١- المواسير الصلب المجلفنة أو المدهونة (EMT) (القطر بالبوصة)	٨/٥ ، ٤/٣ ، ١ ، ١ ٤/١ ، ١ ٢/١ ، ٢
٢- المواسير الحديد المطاوع المعالجة (القطر مم)	١٦ ، ١٨ ، ٢٠ ، ٢٥ ، ٣٢ ، ٣٢ ، ٤٠ ، ٤٥ ، ٥٥ ، ٧٥ ، ٩٠ ، ١٠٠
٣- المواسير PVC ذى السمك المتوسط (القطر مم)	١٦ ، ٢٠ ، ٢٥ ، ٣٢ ، ٣٦ ، ٤٨
٤- المواسير PVC العادى (القطر مم)	١٦ ، ٢٠ ، ٢٥ ، ٣٢ ، ٤٠ ، ٥٠ ، ٦٠
٥- المواسير PVC المموج (القطر مم)	١١,٧ ، ١٥,٥ ، ١٩,٨ ، ٢٦,٤ ، ٣٤ ، ٤٣,٥ ، ٥٦
٦- المواسير PVC الثقيل (بوصة)	٢/١ ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٦ ، ٨
٧- المواسير الصلب المسحوب (بوصة) Seamless	٨/٥ ، ٤/٣ ، ١ ، ١ ٤/١ ، ١ ٢/١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٦ ، ٨

(ب)

نوع المواسير	الأقطار المستخدمة بالبوصة
المواسير الفخار	٤، ٥، ٦، ٨، ١٠
المواسير الأسمنتية	٤، ٦، ٨، ١٠
المواسير الزهر	٤، ٦، ٨
المواسير الحديد المطاوع	٤، ٦، ٨، ١٠
المواسير PVC	٢، ٣، ٤، ٦، ٨، ١٠

جدول (م٦/ ٢/٤-٨): جدول اختيار حوامل الكابلات والأسلاك

(أ) مادة تصنيع الحوامل			
١- من مقاطع صلب			
٢- من مقاطع الألومنيوم			
٣- من مقاطع الاستنلس ستيل			
٤- من الفايبر جلاس المؤخر للحريق			
(ب) المعالجة			
١- الجلفنة على الساخن			
٢- المدهونة بطلاء ضد الصدأ			
٣- المعالج بطبقة من الإيبوكسى			
(ج) النوع			
١- من النوع السلمى (Cable ladders)			
٢- من النوع الحوضى (Cable trays) المثقب فى الأرضية بطول الرفوف			
٣- من النوع الحوضى المصمت الأرضية			
٤- من النوع الحوضى الجاسئ			
(د) المقاسات			
١- بعرض	١٠٠ مم	٢- ارتفاع الأجانب	٥ سم
	١٥٠ مم		٦ سم
	٢٠٠ مم		٧ سم
	٣٠٠ مم		٨ سم
	٤٠٠ مم		٨ سم
	٥٠٠ مم		١٠ سم
	٦٠٠ مم		١٢ سم
	٨٠٠ مم		١٥سم

جدول (م٦/ ٢/٤-٩): جدول اختيارات علب التمديدات الكهربائية (سحب- تفريع- تغيير الاتجاهات)

علب من: صلب سميك مجلفن
علب من: صلب سميك مدهون
علب من: صاج سميك مجلفن
علب من: صاج سميك مدهون
علب من: الحديد المطاوع المجلفن
علب من: الحديد المطاوع المدهون
علب من: سبيكة البرونز الفوسفورى
علب من: سبيكة الألومنيوم
علب من: الزهر
علب من: مادة البلاستيك (PVC)

ملحق رقم (م/٦/٦): أمثلة توضيحية لتصميم الدوائر

مثال توضيحى لحسابات تصميم الدوائر

المطلوب حساب القيمة القصوى لتيارات الدوائر الفرعية النهائية جهد ٣٨٠ /٥٠ /٣ التى تقوم بتغذية الأحمال المستقلة فى مطبخ أحد الفنادق ، وكذا القيمة القصوى لتيار الدائرة الرئيسية التى تغذى المطبخ بأكمله إذا كان جهد طور التغذية هو ٢٢٠ فولت علما بأن المطبخ يحتوى على الأحمال التالية :

- عدد ٣ فرن كهربائى ثلاثى الأطوار بقدرة ١٢ ك وات لكل منها
- عدد ٣ ثلاجة ثلاثية الأطوار بقدرة ٣ ك وات ومعامل قدرة ٠,٨ متأخر
- عدد ٢ سخان مياة ذى طور واحد بقدرة ٢ ك وات
- عدد ٢ مفرمة لحوم ذات طور واحد بقدرة ٢ ك وات ومعامل قدرة ٠,٧ متأخر
- عدد ٢ آلة عجين ثلاثية الأطوار بقدرة ٣ ك وات ومعامل قدرة ٠,٨ متأخر
- عدد ٢ آلة تحضير الخضروات ذات طور واحد بقدرة ١ ك وات ومعامل قدرة ٠,٧ متأخر
- عدد ٢٠٠ مصباح فلورى قدرة ١٨ وات مزود ببادئ اشعال الكترونى قدرة ٤ وات ومعامل قدرة محسن إلى ٠,٩٥ متأخر

الحل:

يتم تغذية كل من الأجهزة الواردة عاليه بدائرة فرعية نهائية، كما يتم تغذية لوحة الإنارة بدائرة أخرى

وفيما يلى حساب التيار المقنن فى كل من هذه الدوائر ، كما تتضمن الحسابات التالية تحديد القيمة القصوى لتيار الدائرة الرئيسية التى تغذى المطبخ بأكمله:

- التيار المقنن للفرن الواحد= ١٢٠٠٠ / (١,٧٣٢ × ٣٨٠ × ١) = ٨,٢٣ أمبير
- التيار المقنن للثلاجة الواحدة = ٣٠٠٠ / (١,٧٣٢ × ٣٨٠ × ٠,٨) = ٥,٧ أمبير
- التيار المقنن للسخان الواحد = ٢٠٠٠ / (٢٢٠ × ١) = ٩,٠٩ أمبير
- التيار المقنن لمفرمة اللحوم الواحدة = ٢٠٠٠ / (٢٢٠ × ٠,٧) = ١٣ أمبير
- التيار المقنن لآلة العجين الواحدة= ٣٠٠٠/(١,٧٣٢× ٣٨٠ × ٠,٨)= ٥,٧ أمبير
- التيار المقنن لآلة تحضير الخضروات الواحدة=١٠٠٠/(٢٢٠× ٠,٧)= ٦,٥ أمبير
- التيار المقنن للوحة لإنارة بأكملها = (٢٠٠×٢٢) / (١,٧٣٢×٣٨٠×٠,٩٥)

= ٧,٠٤ أمبير

- علما بأن الأحمال ثلاثية الأطوار (الأفران والثلاجات وآلتى العجين ولوحة الإنارة) تغذى من الأطوار الثلاثة بالتساوى فى قيم تيارات الأطوار، فى حين تغذى الأحمال أحادية الطور من الأطوار الثلاثة كما يلى ، بغرض محاولة توزيع التيار التساوى (بقدر الإمكان) بين مجموع كل من القدرات الفعالة وغير الفعالة فى الأطوار الثلاثة ، وبالتالى التساوى بين قيم تيارات أطوار الدائرة التى تغذى المطبخ بأكمله :

الحمل	الطور (١)		الطور (٢)		الطور (٣)	
	Q	P	Q	P	Q	P
	ك.فار	ك.وات	ك.فار	ك.وات	ك.فار	ك.وات
السخانان	--	٢	--	٢	--	--
مفرمتا اللحوم	--	--	٢,٠٤	٢	٢,٠٤	٢
آلتا تحضير الخضروات	١,٠٢	١	--	--	١,٠٢	١
وتضاف إلى ذلك الأحمال ثلاثية الأطوار كما يلى:						
الأفران	--	١٢	--	١٢	--	١٢
الثلاجات	٢,٢٥	٣	٢,٢٥	٣	٢,٢٥	٣
آلتا العجين	٢,٢٥	٣	٢,٢٥	٣	٢,٢٥	٣
الإنارة	٠,٤٨	١,٤٧	٠,٤٨	١,٤٧	٠,٤٨	١,٤٧
وبذلك يكون مجموع الأحمال على الأطوار الثلاثة كما يلى:						
المجموع على كل طور	٦,٠٠	٢٢,٤٧	٧,٠٢	٢٣,٤٧	٨,٠٤	٢٢,٤٧

- حيث P ، Q هما المركبتان الفعالة وغير الفعالة على التوالى للقدرة بالوحدات المبينة أعلاه.

وبذلك تكون المركبتان الفعالة وغير الفعالة لتيار كل طور وقيمته العددية بالأمبير كما يلى:

الطور	المركبة الفعالة (I_r)	المركبة غير الفعالة (I_{img})	القيمة العددية (I)
١	١٠٢,١٣٦	٢٧,٢٧٣	١٠٥,٧١٥
٢	١٠٦,٦٨٢	٣١,٩٠٩	١١١,٣٥٢
٣	١٠٢,١٣٦	٣٦,٥٤٥	١٠٨,٤٧٧

وكذلك تكون مركبتا تيار موصل التعادل وقيمته العددية بالأمبير كما يلى :

المركبة الحقيقية (I_{nr}) = ١٠٢,١٣٦ − ٠,٥(١٠٦,٦٨٢ + ١٠٢,١٣٦)

− ٠,٨٦٦(٣١,٩٠٩ − ٣٦,٥٤٥) = ١,٧٤٢ أمبير

المركبة التخيلية (I_{ng}) = ٢٧,٢٧٣ − ٠,٥(٣١,٩٠٩ + ٣٦,٥٤٥)

+ ٠,٨٦٦(١٠٦,٦٨٢ − ١٠٢,١٣٦) = − ٣,٠١٧ أمبير

القيمة العددية (I_n) = ٣,٤٨٤ أمبير

ملاحظات:

(١) تختلف قيمة واتجاه مركبتى تيار موصل التعادل وقيمته العددية فى أجزاء هذا الموصل، ويمكن حساب هذه القيم فى كل جزء بمعلومية ترتيب وتوزيع الأحمال ذات الطور الواحد وباعتبار الأحمال ذات الطور الواحد التى تمر تياراتها فى ذلك الجزء من موصل التعادل واستبعاد بقية الأحمال مع تكرار الحسابات السابقة.

(٢) تتحقق كل قيم القدرات والتيارات الواردة بعاليه فقط عند تغذية كل الأحمال بالمطبخ بكامل قدراتها فى نفس الوقت (كما فى حالة الإعداد لحفل مثلاً)، ويجب أخذ هذه القيم كأساس لتصميم الدوائر كلها لتلافى زيادة الحمل فى الدوائر فى الحالات الطارئة.

(٣) فى الأحوال العادية تحسب القيم القصوى للقدرات والتيارات بأخذ معامل التباين فى الاعتبار كما فى البند التالى.

وبتطبيق الطريقة التقريبية الواردة فى البند ٤-ج السابق (التى تهمل درجة عدم التوازن على الأطوار الثلاثة واعتبار حمل المطبخ كله كما لو كان متوازنا على الأطوار الثلاثة) تكون قيم متوسطى القدرتين الفعالة وغير الفعالة والقيمة العددية لمتوسط تيار الطور كما يلى :

P_{av} = ٢٢,٨٠٣ ك. وات

Q_{av} = ٧,٠٢٠ ك. فار

I_{av} = ١٠٨,٤٥١ أمبير

ويلاحظ أن القيمة العددية لمتوسط تيارات الأطوار الثلاثة هى قيمة مقبولة فى هذه الحالة (بالمقارنة مع القيم العددية لتيارات الأطوار الثلاثة المحسوبة بالطريقة السابقة) حيث أن نسبة عدم التوازن فى هذا المثال ضئيلة.

وكما سبق يكون تيار موصل التعادل على أساس فرض توازن الحمل على الأطوار الثلاثة صفراً.

القيم القصوى للقدرات والتيارات فى الأحوال العادية

تظل القيم القصوى للقدرات والتيارات فى الدوائر الفرعية النهائية كما وردت فى البند السابق. وفيما يتعلق بالدائرة التى تغذى المطبخ بأكمله ، فإنه باستعمال معاملات التباين الواردة فى الجدول السابق.

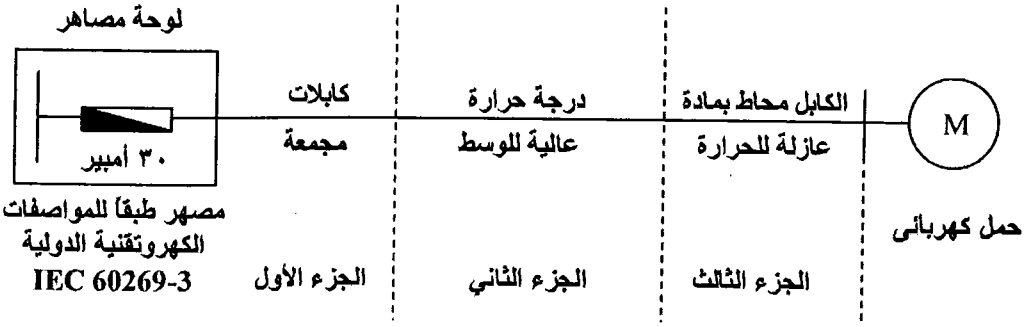
تكون القيم القصوى كما يلى :

- الأفران ١٠٠ ٪ × ١٢ + ٨٠ ٪ × ١٢ + ٦٠ ٪ × ١٢ = ٢٨,٨ ك. وات
- الثلاجات ١٠٠ ٪ × ٣ + ٨٠ ٪ × ٣ + ٦٠ ٪ × ٣ = ٧,٢ ك. وات
- السخانان ٢ × ٢ (باعتبارهما يعملان باستمرار وقت الذروة) = ٤ ك. وات
- مفرمتا اللحوم ١٠٠ ٪ × ٢ + ٨٠ ٪ × ٢ = ٣,٦ ك. وات
- آلتا العجين ١٠٠ ٪ × ٣ + ٨٠ ٪ × ٣ = ٥٤. ك. وات
- آلتا تحضير الخضروات ١٠٠ ٪ × ١ + ٨٠ ٪ × ١ = ١,٨ ك. وات
- الإنارة ١٠٠ ٪ × ٤,٤ = ٤,٤ ك. وات

وتكون القيمة القصوى لحمل المطبخ بأكمله = ٥٥,٢ ك. وات بدلا من ٦٨,٤١ ك. وات فى الحالات الطارئة ، وكما سبق يجب أخذ الحالات الطارئة كأساس للتصميم طالما أنها متكررة.

مثال توضيحى لحسابات معاملات التصحيح

المطلوب تحديد قيمة معامل التصحيح الكلى لكابل يمر مساره فى ثلاثة مناطق ذات ظروف تشغيل مختلفة كالموضح فى الشكل (م/٦-١):



شكل (م/٦-١): أجزاء مسار الكابل ذات الظروف المختلفة

- يخرج الجزء الأول من الكابل من لوحة توزيع فرعية مزودة بمصاهر ذات خواص خاصة وبطيئة منتجة طبقا للمواصفات الكهروتقنية الدولية IEC 60269-3 ودرجة حرارة الوسط فى هذا الجزء هى ٤٠ م°.
- يمر الكابل فى الجزء الثانى من المسار منفردا بين مبنيين ، ودرجة حرارة الوسط المحيط قد تصل إلى ٥٠ م°.

- يمر الكابل فى الجـــزء الثالث من المســار منفردا فى وسط محيط درجة حرارته ٤٥ م ، ويحاط الكابل من كل ناحية بمادة عازلة من الحرارة للوقاية مــن مــصدر حــرارى قريب.

الحل:

معاملات التصحيح فى الأجزاء المختلفة من المسار كما يلى :

جدول معاملات التصحيح لأجزاء الكابل

معاملات التصحيح	الجزء الأول	الجزء الثانى	الجزء الثالث
C_n	٠,٩٤	٠,٨٨	٠,٩١
C_g	١	١	١
C_f	٠,٧٢٥	٠,٧٢٥	٠,٧٢٥
C_i	١	١	٠,٥
معامل التصحيح الكلى CF	٠,٦٨١٥	٠,٦٣٨	٠,٣٢٩٩

وعلى هذا الأساس يؤخذ معامل التصحيح الكلى للكابل بأكمله بأقل قيمــة لمعامــل التــصحيح الكلى = ٠,٣٢٩٩

مثال توضيحى لحساب تيارات القصر

يبين الشكل رقم (م٦/٦-٢) جزءاً من شبكة توزيع الجهد المنخفض داخل أحد المصانع ابتداءا من لوحة التوزيع الرئيسية للجهد المنخفض إلى أحد مبانى المصنع، ثم إلى قسم من أقسام هذا المبنى حيث تغذى بعض الأحمال المبينة فى الرسم. كما يبين الرسم تغذية استراحة سكنية من ثلاثة أدوار فى المصنع. والمطلوب حساب قيم تيارات القصر الثلاثى الأطوار عند لوحات التوزيع المختلفة فى المصنع، علما بأن الدائرة المكافئة لتغذية المصنع من مصدر الجهد المتوسط إلى محول تغذية الجهد المنخفض ثم التوصيلة إلى لوحة التوزيع الرئيسية للجهد المنخفض يمكن تمثيلها بممانعة مكافئة قيمتها ١٠ ملى أوم ، ومقاومة أومية مكافئة يمكن إهمالها.

الحل :

(١) بداية يمكن حساب تيار القصر على قضبان توزيع اللوحة الرئيسية للجهد المنخفض كما يلى :

المعاوقة المكافئة = الممانعة المكافئة نظرا لإهمال المقاومة الأومية المكافئة

وبالتالى تكون قيمة تيار القصر=(١,٠٥ × ٢٢٠)/١٠ = ٢٣,١ ك. أمبير

وتكون سعة القصر المقننة للقواطع على قضبان توزيع هذه اللوحة الرئيسية ٣٢ ك. أمبير.

(٢) معاملات الكابل الألومنيوم من اللوحة الرئيسية "أ" إلى اللوحة "ب" بطول ٤٥ متراً وموصلات مقطعها (٣ × ١٥٠ + ٧٠) مم^{٢}.

ويلاحظ أن موصل التعادل يؤثر فقط فى تيارات القصر إلى الأرض ولا يدخل فى حسابات تيار القصر ثلاثى الأطوار.

مقاومة الكابل = (٤٥ × ٣٣) ÷ ١٥٠ = ٩,٩ ملى أوم

ممانعة الكابل = ٤٥ × ٠,١٥ = ٦,٧٥ ملى أوم

وبإضافة ممانعة قاطع الدخول إلى اللوحة ب = ٠,١٥ ملى أوم

تكون المقاومة والممانعة والمعاوقة المكافئة الكلية حتى قضبان توزيع اللوحة "ب" هى ٩,٩ ، ١٦,٩ ، ١٩,٥٨٦ ملى أوم على التوالي.

وبالتالى تكون قيمة تيار القصر على قضبان توزيع اللوحة "ب"

= (١,٠٥ × ٢٢٠) ÷ ١٩,٥٨٦ = ١١,٧٩٤ ك. أمبير

وبذلك نختار سعة القطع المقننة لكل القواطع فى اللوحة "ب" = ١٦ ك أمبير، وهى أقرب قيمة قياسية لسعة القواطع

(٣) معاملات الكابل النحاسى من اللوحة "ب" إلى اللوحة "ج" بطول ١٥ متر ومقطع موصلات (٣ × ٧٠ + ٣٥) مم^{٢}

مقاومة الكابل = (١٥ × ٢١) ÷ ٧٠ = ٤,٥ ملى أوم

ممانعة الكابل = ١٥ × ٠,١٥ = ٢,٢٥ مللى أوم

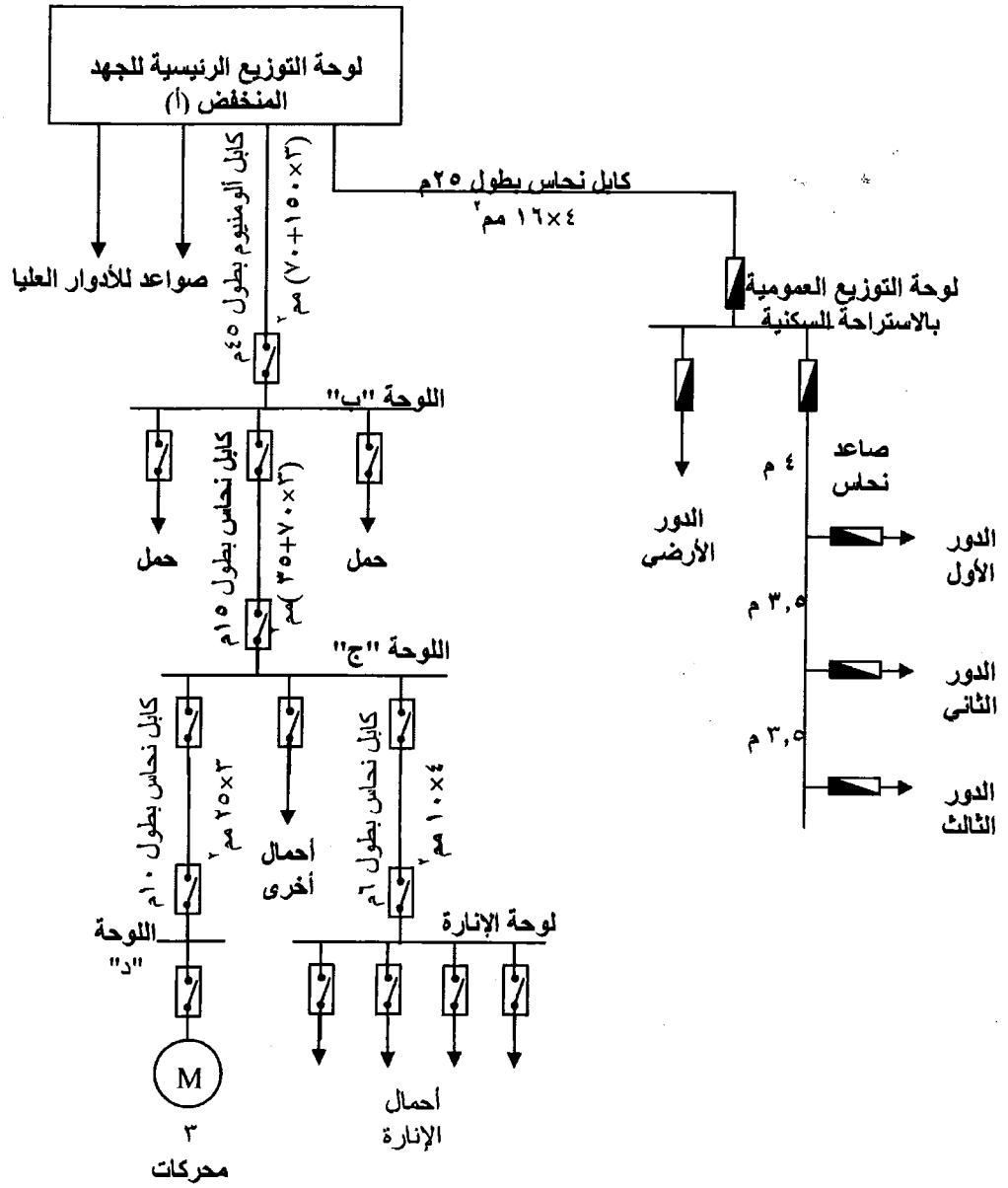
وبإضافة ممانعة قاطع دخول اللوحة "ج" = ٠,١٥ مللى أوم

تكون المقاومة والممانعة والمعاوقة المكافئة الكلية حتى قضبان توزيع اللوحة "ج" هـى ١٤,٤ ، ١٩,٣ ، ٢٤,٠٨٠ مللى أوم على التوالي.

وبالتالى تكون قيمة تيار القصر على قضبان توزيع اللوحة "ج"

= (١,٠٥ × ٢٢٠) ÷ ٢٤,٠٨٠ = ٩,٥٩٣ ك. أمبير

وبذلك نختار سعة القطع المقننة لكل القواطع فى اللوحة "ج" = ١٦ ك. أمبير



شكل (م٦/٦-٢): جزء من شبكة توزيع الجهد المنخفض داخل أحد المصانع

(٤) معاملات الكابل النحاسى من اللوحة "ج" إلى اللوحة "د" بطول ١٠ أمتار ومقطع موصلات ٣ × ٢٥ مم^{٢}

مقاومة الكابل = (١٠ × ٢١) ÷ ٢٥ = ٨,٤ ملى أوم

ممانعة الكابل = ١٠ × ٠,١٥ = ١,٥ ملى أوم

وبإضافة ممانعة قاطع تشغيل المحرك = ٠,١٥ ملى أوم

تكون المقاومة والممانعة والمعاوقة المكافئة الكلية حتى اللوحة "د" هى ٢٢,٨، ٢٠,٩٥ ، ٣٠,٩٦٤ ملى أوم على التوالى.

وبالتالى تكون قيمة تيار القصر على قضبان اللوحة "د"

= (١,٠٥ × ٢٢٠) ÷ ٣٠,٩٦٤ = ٧,٤٦٠ ك. أمبير

تكون مقننات قاطع تشغيل المحرك عادة محددة من قبل صانع المحرك، ولكن يجب ألا تقل سعة القطع المقننة لهذا القاطع عن ١٠ ك. أمبير نظراً لأنه عند حدوث قصر في دائرة تغذية أحد المحركات فإن بقية المحركات التي تعمل تساهم في زيادة تيار هذا القصر.

(٥) معاملات الكابل المغذى للوحة الإنارة من اللوحة "ج" بطول ٦ متر ومقطع موصلات ١٠ مم^{٢} من النحاس

- مقاومة الكابل = (٦ × ٢١) ÷ ١٠ = ١٢,٦ ملى أوم
- ممانعة الكابل = ٦ × ٠,١٥ = ٠,٩ ملى أوم
- وبإضافة ممانعة قاطع الدخول = ٠,١٥ ملى أوم
- تكون المقاومة والممانعة والمعاوقة المكافئة الكلية حتى قضبان توزيع لوحة الإنارة هى ٢٧,٠٠ ، ٢٠,٣٥ ، ٣٣,٨١٠ ملى أوم على التوالى.
- وبذلك تكون قيمة تيار القصر على قضبان توزيع لوحة الإنارة

= ١,٠٥ × ٢٢٠ ÷ ٣٣,٨١٠ = ٦,٨٣٢ ك. أمبير

وعلى ذلك نختار سعة القطع المقننة لقواطع لوحة الإنارة = ١٠ ك. أمبير وهى أقرب قيمة قياسية لسعة القطع.

(٦) معاملات الكابل النحاسى المغذى للإستراحة السكنية من لوحة التوزيع الرئيسية للجهد المنخفض بطول ٢٥ متر ومقطع موصلات ٤ × ١٦ مم^{٢}.

- مقاومة الكابل = (٢٥ × ٢١) ÷ ١٦ = ٣٢,٨١٣ ملى أوم
- ممانعة الكابل = (٢٥ × ٠,١٥) = ٣,٧٥ ملى أوم
- وبإضافة ممانعة قاطع دخول اللوحة العمومية فى الاستراحة ٠,١٥ ملى أوم

- تكون المقاومة والممانعة والمعاوقة المكافئة الكلية حتى قضبان توزيع اللوحة العمومية للاستراحة هى ٣٢,٨١٣ ، ١٣,٩ ، ٣٥,٦٣٦ مللى أوم على الترتيب
- وتكون قيمة تيار القصر على قضبان توزيع اللوحة العمومية فى الاستراحة = ٦,٤٨٢ ك. أمبير
- ولذلك نختار السعة المقننة للقطع لكل قواطع اللوحة العمومية للاستراحة = ١٠ ك. أمبير وهي أقرب قيمة قياسية لسعة القطع
- ويمكن استعمال نفس سعة القطع المقننة لبقية القواطع فى الاستراحة بأكملها حيث يقل تيار القصر فى أنحاء الاستراحة عن ٦,٤٨٢ ك. أمبير

ملحق رقم (م٨ -١): التقييم الاقتصادى لاستخدام مساحة مقاطع أعلى للكابلات لتحسين كفاءة استخدام الطاقة

يؤدى استخدام الموصلات ذات المقاطع الأكبر إلى تقليل تكلفة الفقد فى الطاقة على أن يؤخذ فى الاعتبار التكاليف الكلية الفعلية. وتؤدى تكاليف الفقد فى الطاقة إلى التشجيع على استخدام المقاطع الأعلى للكابلات ويتوقف التقييم الاقتصادى لاستخدام القطاع الأعلى للكابلات على عدة عوامل منها المقطع المطلوب للكابل، نسبة التحميل، عدد ساعات التشغيل فى السنة، طريقة التركيب، انعكاس تكاليف العمالة والمواد اللازمة للتركيب على استخدام المقطع الأعلى، سعر الطاقة الكهربائية ومدة استرداد قيمة الزيادة السعرية.

ويوضح المثال التالى قيمة الوفر فى الطاقة الكلية نتيجة زيادة مساحة مقطع الكابلات أحادية القلب (الموصل) ورباعية القلب (الموصلات) وذلك بافتراض :

- طول الكابل = ١٠٠م
- قيمة التيار = ٠,٨ من قيمة التيار الاعتبارى للمقطع المفترض للكابل
- عدد ساعات التشغيل اليومى = ١٢ ساعة
- متوسط تعريفة استهلاك الطاقة = ٠,٤١ جنيه/ ك وات ساعة

الكابلات أحادية القلب (الموصل)

عند استخدام المقاطع الأكبر للموصلات النحاسية من (٢ – ١٦) مم^2، يمكن حساب قيمة الوفر فى الطاقة الكلية من العلاقة الآتية :

$$\text{Annual saving} = I^2 \frac{\Delta R}{1000} \times (hrs/day) \times 365\text{day} \times \text{tariff (LE/kWhr)} \quad \text{L.E}$$

$$= I^2 \frac{\Delta R}{1000} \times 12 \times 365 \times 0.41 \times N = 1.7958 \times I^2 \times \Delta R \quad \text{L.E}$$

حيث :

I : شدة التيار بالأمبير

ΔR : التغير فى المقاومة لكابل بطول ١٠٠ متر نتيجة استخدام المقطع الأعلى للموصل

N : عدد سنوات استرداد قيمة الزيادة فى السعر

تحسب فترة استرداد الزيادة المدفوعة بالسنوات والتى يكون عندها قيمة الوفر فى الطاقة مساوياً قيمة الزيادة فى السعر بين الكابل المحسوب والكابل المختار بمساحة المقطع أكبر من العلاقة:

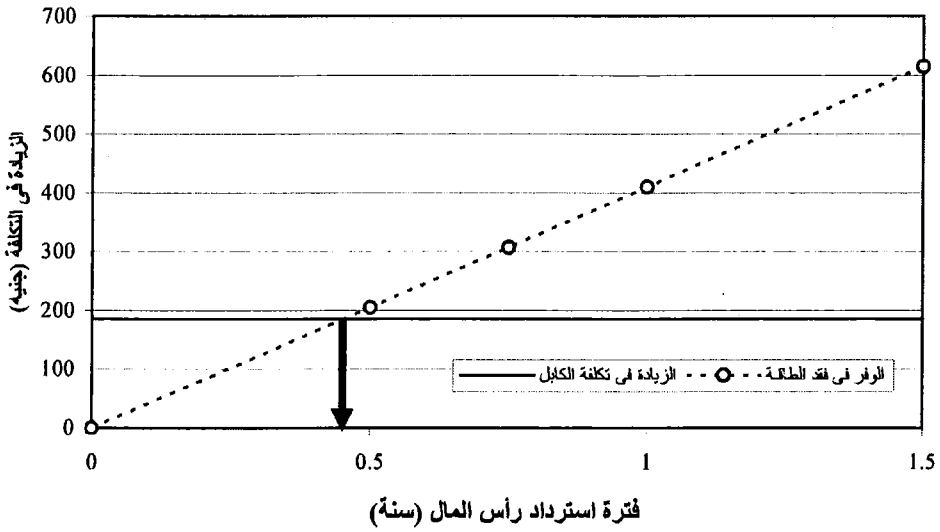
$$N = \Delta C / \left(1.7958\ I^2\ \Delta R\right) \qquad \text{years}$$

ΔC = C1 −C = الزيادة فى تكلفة الكابل

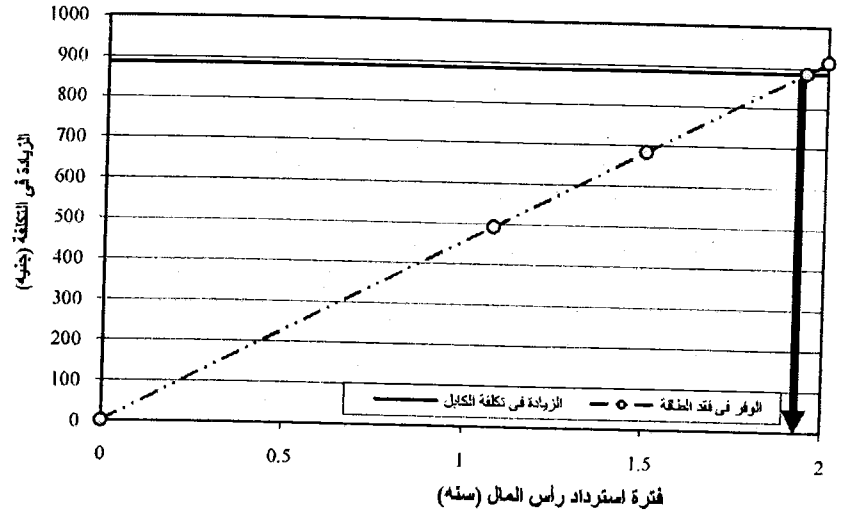
C1 : ثمن ١٠٠م من الكابل ذى المقطع الأكبر

C : ثمن ١٠٠ م من الكابل الأصلى

توضح الأشكال التالية فترة إسترداد الزيادة المدفوعة عند استخدام المقطع الأكبر من (٣ -١٠) مم^2 شكل (م٨-١)، ومن (١٠ - ٥٠) مم^2 شكل (م٨ -٢).



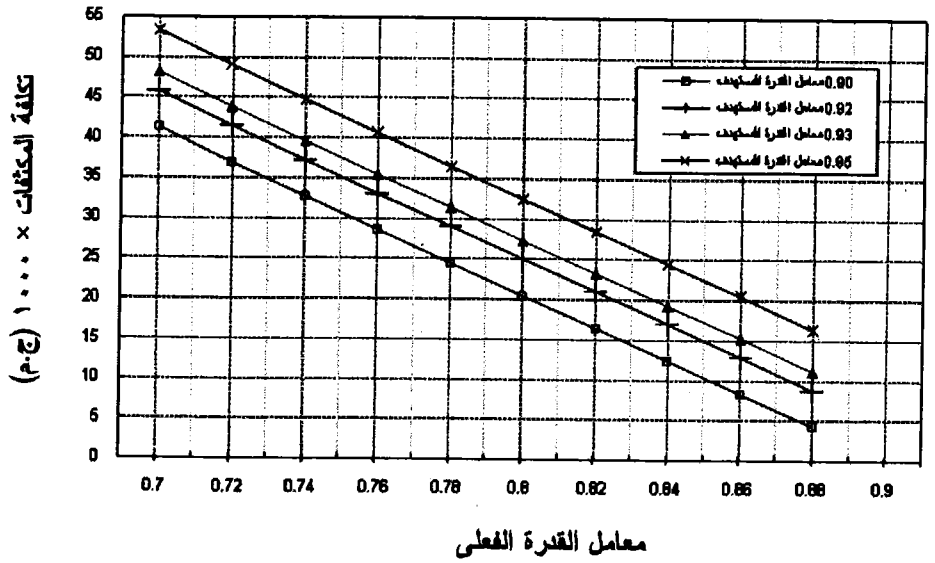
شكل (م٨-١): فترة الاسترداد نتيجة تغيير المقطع من ٣ إلى ١٠ مم٢



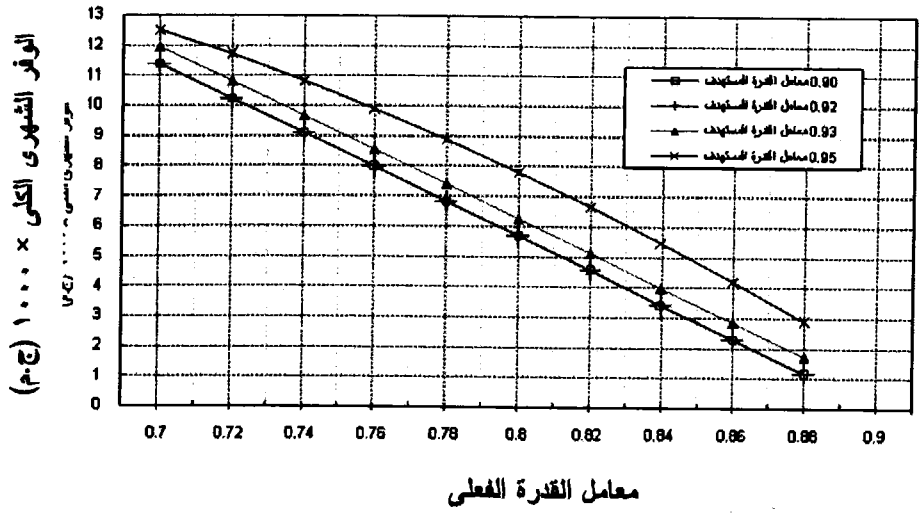
شكل (م٨-٢): فترة الاسترداد نتيجة زيادة قطاع الكابل من ١٠ إلى٥٠ مم٢

ملحق رقم (م٨-٢) : تحسين كفاءة استخدام الطاقة باستخدام المكثفات

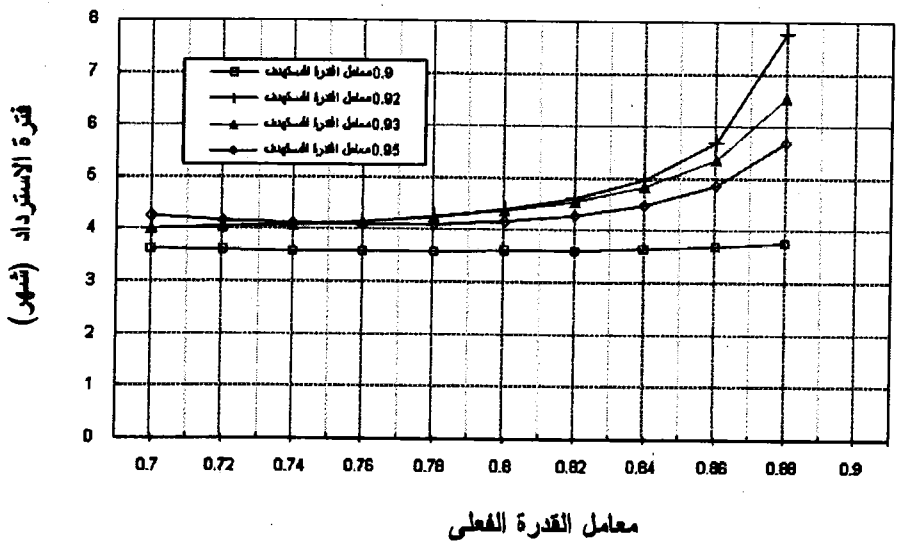
- يمكن حساب فترة الاسترداد التي يتساوى عندها تكلفة بنك المكثفات مع التكلفة الكلية لغرامة وحافز معامل القدرة المنخفض المقررة من هيئات الكهرباء.
- توضح الأشكال أرقام (م٨-٢-١)، (م٨-٢-٢) تكلفة بنك المكثفات والتوفير الشهرى الكلى لتحسين معامل القدرة لحمل ٧٠٠ كيلو وات. بينما يوضح الشكل رقم (م٨-٢-٣) فترة الاسترداد.



شكل (م٨-٢-١): تكلفة بنك المكثفات لتحسين معامل القدرة لحمل ٧٠٠ كيلو وات (بأسعار عام ٢٠٠٥)



شكل (م٨-٢-٢): الوفر الشهرى الكلى نتيجة تحسين معامل القدرة لحمل ٧٠٠ كيلو وات (بأسعار ٢٠٠٥)



شكل (م٨-٢-٢): فترة الاسترداد لبنك المكثفات لتحسين معامل القدرة لحمل ٧٠٠ كيلو وات

وزارة الإسكان والمرافق والتنميه العمرانيه

المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

إدارة المخازن

قائمة الكودات إعتباراً من ٢٠١٦/١/١٠ (١)

م	كود رقم	الكـــود المصـــــرى	الرقم الكودي	قرار وزارى	المجموعة
١	٠١١٠٠٨٩٠٠٠	تصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانيه المسلحه	٢٠٣	٤٤لسنة٢٠٠٧	الخرسانة
	٠١١٠٠٨٩٠٠١	مساعدات التصميم مع أمثله طبقا للكود المصرى ج١	٢٠٠٧/٢٠٣	ـــــ	
	٠١١٠٠٨٩٠٧١	مساعدات التصميم طبقا للكود المصرى ج٢	٢٠٠٧/٢٠٣	ـــــ	
	٠١١٠٠٨٩٠٠٢	دليل التفاصيل الإنشائيه وإعداد الرسومات	٢/٢٠٣	٩٨لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠٠٣	دليل الإختبارات المعمليه لمواد الخرسانه	٣/٢٠٣	٩٨لسنة٢٠٠١	
٢	٠١١٠٠٨٩٠٠٤	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ١ (دراسة المواقع)	٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	الأساسات
	٠١١٠٠٨٩٠٠٥	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ٢ (الإختبارات المعملية)	١/٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠٠٦	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ٣ (الأساسات الضحلة)	٢/٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠٠٧	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ٤ (الأساسات العميقة)	٣/٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠٠٨	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج٥ (الأساسات علي التربة ذات المشاكل)	٤/٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠٠٩	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج٦ (الأساسات المعرضة للإهتزازات الأحمال الديناميكية)	٥/٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠١٠	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ٧ (المنشآت الساندة)	٦/٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠١١	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ٨ (ثبات الميول)	٧/٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠١٢	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ٩ (لأعمال الترابية ونزح المياه)	٨/٢٠٢	١٣٩لسنة٢٠٠١	
	٠١١٠٠٨٩٠١٣	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ١٠ (التأسيس علي الصخر)	٩/٢٠٢	٣٥٣لسنة٢٠٠٤	
	٠١١٠٠٨٩٠١٤	ميكانيكا التربة وتصميم وتنفيذ الأساسات ج ٢٠ (المصطلحات الفنية)	١٠/٢٠٢	٣٥٣لسنة٢٠٠٤	
٣	٠١١٠٠٨٩٠١٥	الدليل الإسترشادى للكود المصرى للأساسات	١١/٢٠٢	ـــــ	دلائل الأساسات
	٠١١٠٠٨٩٠١٦	معجم ميكانيكا التربةوتصميم وتنفيذ الأساسات (إنجليزي - فرنسي - عربي)	١٢/٢٠٢	ـــــ	
٤	٠١١٠٠٨٩٠١٧	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج١ (الدراسات الأولية للطرق)	١/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	الطرق
	٠١١٠٠٨٩٠١٨	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج٢ (هندسة المرور)	٢/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
	٠١١٠٠٨٩٠١٩	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج٣ (التصميم الهندسي)	٣/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
	٠١١٠٠٨٩٠٢٠	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج٤ (مواد الطرق وإختباراتها)	٤/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
	٠١١٠٠٨٩٠٢١	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج٥ (تصميم وإنشاء الجسور)	٥/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
	٠١١٠٠٨٩٠٢٢	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج٦ (التصميم الإنشائى للطرق)	٦/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
	٠١١٠٠٨٩٠٢٣	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج٧ (حماية الطرق من أخطار السيول والرمال المتحركة)	٧/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
	٠١١٠٠٨٩٠٢٤	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج٨ (معدات تنفيذ الطرق)	٨/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
	٠١١٠٠٨٩٠٢٥	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج٩ (إشتراطات تنفيذ أعمال الطرق داخل وخارج المدن)	٩/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
	٠١١٠٠٨٩٠٢٦	أعمال الطرق الحضريه والخلوية ج١٠ (أعمال صيانة الطرق)	١٠/١٠٤	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	
٥	٠١١٠٠٨٩٠٧٢	الدليل الإسترشادى لكود الطرق الحضرية والخلوية	ـــــ	٣٦٩لسنة٢٠٠٨	دليل الطرق
٦	٠١١٠٠٨٩٠٩٠	كود الكباري الجزء الأول (المجال والأهداف وأسس التصميم والمحتويات)	١/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	الكباري
	٠١١٠٠٨٩٠٩١	كود الكباري الجزء الثاني (تخطيط الكباري والتقاطعات العلوية)	٢/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	
	٠١١٠٠٨٩٠٩٢	كود الكباري الجزء الثالث (مواد وخلط الخرسانة المسلحة والخرسانة سابقة الإجهاد المستخدمة في الكبار	٣/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	
	٠١١٠٠٨٩٠٩٣	كود الكباري الجزء الرابع (الأحمال والقوي علي الكباري والتقاطعات العلوية)	٤/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	
	٠١١٠٠٨٩٠٩٤	كود الكباري الجزء الخامس (تحليل وتصميم الكباري الخرسانية)	٥/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	

وزارة الإسكان والمرافق والتنميه العمرانيه

المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

إدارة المخازن

قائمة الكودات إعتباراً من ٢٠١٦/١/١٠ (٢)

م	كود رقم	الكـــود المصـــــرى		الرقم الكودي	قرار وزارى	المجموعة
٦	٠١١٠٠٨٩٠٩٥	كود الكباري الجزء السادس(تحليل وتصميم الكباري المعدنية) (Analyisis&Design Of Steel Bridges)		٦/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	الكباري
	٠١١٠٠٨٩٠٩٦	كود الكباري الجزء السابع (الركائز وفواصل التمدد والأسوار والحواجز)		٧/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	
	٠١١٠٠٨٩٠٩٧	كود الكباري الجزء الثامن (الأساسات والأكتاف والحوائط الساندة)		٨/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	
	٠١١٠٠٨٩٠٩٨	كود الكباري الجزء التاسع (تنفيذ الكباري الخرسانية المسلحة وسابقة الإجهاد والصلب)		٩/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	
	٠١١٠٠٨٩٠٩٩	كود الكباري الجزء العاشر (صيانة ومراقبة الكباري والتقاطعات العلوية)		١٠/٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	
	٠١١٠٠٨٩١٠٠	ملحق عام لكود الكباري (إشتراطات إضافية للكباري الخرسانية سابقة الإجهاد) (الجزاء المجمعة)		٢٠٧	٢٣٣لسنة٢٠١٥	
٧	٠١١٠٠٨٩٠٢٧	التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد الأول	(أسس التصميم)	٣٠٢	١٥٩لسنة٢٠١٣	الكهرباء
	٠١١٠٠٨٩٠٢٨	التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد الثاني	(شروط التنفيذ)	١/٣٠٢	٥٢٠لسنة٢٠١٢	
	٠١١٠٠٨٩٠٢٩	التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد الثالث	(الإختبارات وإستلام الأعمال)	٢/٣٠٢	٥٣١لسنة٢٠١٣	
	٠١١٠٠٨٩٠٣٠	التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد الرابع	(التاريض)	٣/٣٠٢	١٦لسنة ٢٠٠٤	
	٠١١٠٠٨٩٠٣١	التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد الخامس	(الوقاية من الصواعق)	٤/٣٠٢	١٦لسنة ٢٠٠٤	
	٠١١٠٠٨٩٠٣٢	التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد السادس	(تحسين معامل القدرة)	٥/٣٠٢	٨٢٩لسنة ٢٠١٤	
	٠١١٠٠٨٩٠٣٣	التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد السابع	(التوافقيات)	٦/٣٠٢	١٦لسنة ٢٠٠٤	
	٠١١٠٠٨٩٠٣٤	التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد الثامن	(العلامسات والبادئات المستعملة في التحكم للمحركات التأثيرية ثلاثية ا	٧/٣٠٢	١٦لسنة ٢٠٠٤	
	٠١١٠٠٨٩٠٣٥	تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد التاسع	(التحكم في الإضاءة)	٨/٣٠٢	١٦لسنة ٢٠٠٤	
	٠١١٠٠٨٩٠٣٦	تصميم وشروط تنفيذ التوصيلات الكهربائيه فى المبانى المجلد العاشر	(مولدات الطوارئ)	٩/٣٠٢	١٦لسنة ٢٠٠٤	
٨	٠١١٠٠٨٩٠٣٧	الدليل الإسترشادى لكود الكهرباء الجزء الأول	(أعمال التصميم)	١٠/٣٠٢	———	دلائل الكهرباء
	٠١١٠٠٨٩٠٣٨	الدليل الإسترشادى لكود الكهرباء الجزء الثاني	(تنفيذ الأعمال)	١١/٣٠٢	———	
	٠١١٠٠٨٩٠٣٩	الدليل الإسترشادى لكود الكهرباء الجزء الثالث	(إستلام الأعمال)	١٢/٣٠٢	———	
٩	٠١١٠٠٨٩٠٦٦	الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال الإنارة	(الإنـــارة ج ١)	٣٠٨	٣٦٨لسنة٢٠٠٨	الإنارة
	٠١١٠٨٩٠٧٣	الكود المصري لأسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال إنارة الطرق والأنفاق	(الإنـــارة ج ٢)	٢/٣٠٨	٣٣٤لسنة٢٠١٠	
١٠	٠١١٠٠٨٩٠٤٠	الكود المصرى لتكييف الهواء والتبريد الجزء الأول	(تكييف الهواء)	٣٠٤	١٣٩لسنة٢٠٠٤	التكييف
	٠١١٠٠٨٩٠٤١	الكود المصرى لتكييف الهواء والتبريد لجزء الثاني	(التبريد)	١/٣٠٤	١٣٩لسنة٢٠٠٤	
	٠١١٠٠٨٩٠٤٢	الكود المصرى لتكييف الهواء والتبريد الجزء الثالث	(أعمال التحكم والكهرباء)	٢/٣٠٤	١٣٩لسنة٢٠٠٤	
١١	٠١١٠٠٨٩٠٤٣	المنشآت والكبارى المعدنيه (A.S.D (Steel Construction		٢٠٥	٢٧٩لسنة٢٠٠١	STEEL
	٠١١٠٠٨٩٠٤٤	الكود المصرى لتنفيذ المنشآت المعدنية علي أساس الأحمال والمقاومة المعيارية L.R.F.D		١/٢٠٥	٣٥٩لسنة٢٠٠٧	
١٢	٠١١٠٠٨٩٠٤٥	أسس تصميم وإشتراطات تنفيذ أعمال المبانى ١٩٩٤		٢٠٤	٣٥١لسنة٢٠٠٤	المباني
١٣	٠١١٠٠٨٩٠٤٦	أسس تصميم وإشتراطات تنفيذ إستخدام البوليمرات المسلحة بالألياف في مجال التشييد			٤٩٢لسنة٢٠٠٥	بوليمرات
١٤	٠١١٠٠٨٩٠٤٧	تحسين كفاءة إستخدام الطاقة في المباني الجزء الأول	(المباني السكنية)	١/٣٠٦	٤٨٢لسنة ٢٠٠٥	تحسين
	٠١١٠٠٨٩٠٦٨	تحسين كفاءة إستخدام الطاقة في المباني الجزء الثاني	(المباني التجارية)	٢/٣٠٦	١٩٠لسنة ٢٠٠٩	
			———	———	———	إستخدام الطاقة
١٥	٠١١٠٠٨٩٠٤٨	حساب الأحمال والقوى الإنشائيه وأعمال المبانى		٢٠١	٤٣١لسنة ٢٠١١	الأحمال

وزارة الإسكان والمرافق والتنميه العمرانيه

المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

إدارة المخازن

قائمة الكودات إعتبارا من ٢٠١٦/١/١٠ (٣)

م	كود رقم	الكـــود المصـــــرى	الرقم الكودي	قرار وزارى	المجموعة
١٦	٠١١٠٠٨٩٠٤٩	تصميم الفراغات الخارجيه والمبانى لإستخدام المعاقين	٦٠١	٢٠٣لسنة٢٠٠٣	المعاقين
١٧	٠١١٠٠٨٩٠٥٠	تصميم وإختبار أسس البياض الخارجى - الداخلى - الخاص	٤٠١	٤٥٤لسنة١٩٩١	البياض
١٨	٠١١٠٠٨٩٠٥١	الكود المصرى للحريق الجزء الأول (أسس التصميم وإشتراطات التنفيذ لحماية المنشآت من الحر	٣٠٥	١٥٢لسنة١٩٩٨	الحريق
	٠١١٠٠٨٩٠٥٢	الكود المصرى للحريق الجزء الثانى (متطلبات أنظمة خدمات المبنى للحد من أخطار الحريق)	١/٣٠٥	١٥٤لسنة٢٠٠٠	
	٠١١٠٠٨٩٠٥٣	الكود المصرى للحريق الجزء الثالث (أنظمة الكشف والإنذارعن الحريق)	٢/٣٠٥	٢٦٠لسنة١٩٩٩	
	٠١١٠٠٨٩٠٥٤	الكود المصرى للحريق الجزء الرابع (أنظمة الإطفاء بالمياه)	٣/٣٠٥	٣٤٤لسنة٢٠٠٧	
١٩	٠١١٠٠٨٩٠٥٥	إشتراطات الأمان للمنشآت متعددة الأغراض الجزء الأول (الجراجات)	ـــــ	٣٧٩لسنة٢٠٠٧	الجراجات
٢٠	٠١١٠٠٨٩٠٥٦	كود التركيبات الصحية في المباني الجزء الأول (أسس تصميم وشروط التنفيذ)	٣٠١	٥٢٢لسنة٢٠١٣	التركيبات الصحية
	٠١١٠٠٨٩٠٧٨	كود التركيبات الصحية في المباني الجزء الثانى (أعمال التغذيه بالمياه ومعالجة المياه فى التجمعات السكنيه الص	١/٣٠١	١٠لسنة٢٠١٢	
	٠١١٠٠٨٩٠٧٩	كود التركيبات الصحية في المباني الجزء الثالث (أعمال التغذيه بالمياه الساخنه وحمامات السباحه)	٢/٣٠١	١٤٩لسنة١٩٩٩	
	٠١١٠٠٨٩٠٨٠	كود التركيبات الصحية في المباني الجزء الرابع (تجهيز المطابخ - المستشفيات - التخلص من القمامه)	٣/٣٠١	١٤٠لسنة٢٠٠١	
٢١	٠١١٠٠٨٩٠٥٧	كود المحطات المجلد الأول أسس تصميم وشروط تنفيذ محطات الرفع (صرف صحى)	١٠١	١٦٨لسنة١٩٩٧	المحطات
	٠١١٠٠٨٩٠٥٨	كود المحطات المجلد الثانى أسس تصميم وشروط تنفيذ أعمال المعالجه (صرف صحى)	١/١٠١	١٦٩لسنة١٩٩٧	
	٠١١٠٠٨٩٠٥٩	كود المحطات المجلد الثالث أسس تصميم وشروط تنفيذ محطات التنقيه (مياه الشرب)	٢/١٠١	٥٢لسنة ١٩٩٨	
	٠١١٠٠٨٩٠٦٠	كود المحطات المجلد الرابع أسس تصميم وشروط تنفيذ الروافع (مياه الشرب)	٣/١٠١	٥٣لسنة ١٩٩٨	
٢٢	٠١١٠٠٨٩٠٦١	تصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى	١٠٢	١٩٧لسنة٢٠١٠	المواسير
٢٣	٠١١٠٠٨٩٠٦٢	كود الريوز (إستخدام مياه الصرف الصحى المعالجه فى مجال الزراعه)	٥٠١	٣٨٣لسنة٢٠١٥	الريوز
	٠١١٠٠٨٩٠٨١	الملحق الأول لكود الريوز (الدليل الإرشادى لإستغلال مياه الصرف الصحى المعالجه فى مجال الزراعه)	١/٥٠١	٣٨٣لسنة٢٠١٥	
٢٤	٠١١٠٠٨٩٠٨٣	أسس تصميم وشروط تنفيذ المصاعد في المباني الجزء الأول (المصاعد الكهربائية)	١/٣٠٣	٣٦لسنة٢٠٠٧	المصاعد
	٠١١٠٠٨٩٠٨٤	أسس تصميم وشروط تنفيذ المصاعد في المباني الجزء الثانى (المصاعد الهيدروليكية)	٢/٣٠٣	٣٦لسنة٢٠٠٧	
	٠١١٠٠٨٩٠٨٥	أسس تصميم وشروط تنفيذ المصاعد في المباني الجزء الثالث (السلالم والمشايات الكهربائية)	٣/٣٠٣	٣٣١لسنة٢٠١٠	
	٠١١٠٠٨٩٠٦٣	أسس تصميم وشروط تنفيذ المصاعد في المباني الجزء الرابع (مصاعد البضائع فقط)	٤/٣٠٣	٤٤٠لسنة٢٠١٥	
٢٥	٠١١٠٠٨٩٠٦٤	تشغيل وصيانة محطات تنقية مياه الشرب وروافعها وشبكاتها الجزء الأول (محطات تنقية مياه الشرب)	١/١٠٣	٣٣١لسنة٢٠٠٧	تشغيل وصيانة
	٠١١٠٠٨٩٠٦٥	تشغيل وصيانة محطات تنقية مياه الشرب وروافعها وشبكاتها الجزء الثاني (صيانة شبكات المياه)	٢/١٠٣	٣٣١لسنة٢٠٠٧	مياه الشرب
٢٦	٠١١٠٠٨٩٠٦٧	الكود المصري لإدارة مشروعات التشييد	٣١١	٣٦٤لسنة٢٠٠٩	التشييد
٢٧	٠١١٠٠٨٩٠٦٩	الكود المصري لمعايير تصميم المسكن والمجموعة السكنية	٦٠٢	٨٠لسنة٢٠٠٩	المسكن والسكنية
٢٨	٠١١٠٠٨٩٠٧٠	المعايير التصميمية والمنشآت الصحية كود للمستشفيات ج١(مكونات عامة - مركزية - خاصة ومتطلباتها)	١/٦٠٣	٢٢٢لسنة٢٠١٠	المستشفيات
	٠١١٠٠٨٩٠٧٧	المعايير التصميمية والمنشآت الصحية كود المستشفيات ج٢(متطلباتهاوالشبكات الخدميةومعايير الحفاظ على بيئة نظيف	٢/٦٠٣	٣٧٥لسنة٢٠١١	
	٠١١٠٠٨٩٠٨٦	المعايير التصميمية والمنشآت الصحية كود المستشفيات ج٣ (تطوير المباني القائمة)	ـــــ	٨٢٨لسنة٢٠١٤	
٢٩	٠١١٠٠٨٩٠٧٦	الكود المصري للتهوية في المباني	ـــــ	٦٠لسنة٢٠١٣	التهوية
٣٠	٠١١٠٠٨٩٠٨٩	أسس تصميم وإشتراطات تنفيذ عزل الرطوبة والمياه في المباني	ـــــ	٥٩٥لسنة٢٠١٢	عزل رطوبة
٣١	٠١١٠٠٨٩٠٨٧	الكود المصري لأخلاقيات وقواعد سلوكيات ممارسة مهنة الهندسة (المسودة النهائية)	ـــــ	٢٣لسنة٢٠١٣	أخلاقيات الهندسة

وزارة الإسكان والمرافق والتنميه العمرانيه

المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

إدارة المخازن

قائمة الكودات إعتباراً من ٢٠١٦/١/١٠ (٤)

م	كود رقم	الكـــود المصـــــرى	الرقم الكودي	قرار وزارى	المجموعة
٣٢	٠١١٠٠٨٩٠٨٨	الكود المصري لتنفيذ أعمال الصوتيات والتحكم في الضوضاء للمباني	ـــــ	٥٧٨لسنة٢٠١٣	الصوتيات والضوضاء
١	٠١١٠٠٨٩٢٠٠	دليل معايير تنسيق عناصر الطرق	ـــــ	ـــــ	معايير وكتب
٢	٠١١٠٠٨٩٢٠١	الأسس والمعايير التخطيطية للمجتمعات العمرانية في جنوب الوادي	ـــــ	ـــــ	
٣	٠١١٠٠٨٩٢٠٣	الكتاب المصرى لندوة المسكن الملائم	ـــــ	ـــــ	

قائمة مواصفات بنود الأعمال الصادرة من المركز

م	كود رقم	مواصفات بنود الأعمال	الرقم الكودي	قرار وزارى	المجموعة
١	٠١١٠٠٨٩٤٠٠	مواصفات بنود أعمال النجاره	٣/٩٠٢	٢٠٧السنة٩٤	مواصفات بنود الأعمال
٢	٠١١٠٠٨٩٤٠١	مواصفات بنود أعمال الألومنيوم	٤/٩٠٢	٢٢٠السنة٩٤	
٣	٠١١٠٠٨٩٤٠٢	مواصفات بنود أعمال الصحيه	١/٩٠٢	٢٠٥السنة٩٤	
٤	٠١١٠٠٨٩٤٠٣	مواصفات بنود أعمال الأرضيات والتكسيات وأعمال الرخام	٢/٩٠٢	٢٠٦السنة٩٤	
٥	٠١١٠٠٨٩٤٠٤	مواصفات بنود أعمال عزل الرطوبه والمياه	٦/٩٠٢	٢٠٥السنة٩٥	
٦	٠١١٠٠٨٩٤٠٥	مواصفات بنود أعمال الدهانات	٨/٩٠٢	٢٠٧السنة٩٥	
٧	٠١١٠٠٨٩٤٠٦	مواصفات بنود أعمال الخرسانه والخرسانه المسلحه	٧/٩٠٢	٢٠٦السنة٩٥	
٨	٠١١٠٠٨٩٤٠٧	مواصفات بنود الأعمال الترابيه (الحفر والردم)	٥/٩٠٢	٢٠٤السنة٩٥	
٩	٠١١٠٠٨٩٤٠٨	مواصفات بنود أعمال المصروفات العموميه والإلتزامات الماليه	٩/٩٠٢	٢٥٦السنة٩٥	
١٠	٠١١٠٠٨٩٤٠٩	مواصفات بنود أعمال الحداده المعماريه	١١/٩٠٢	١٦٦السنة٩٧	بنود الأعمال
١١	٠١١٠٠٨٩٤١٠	مواصفات بنود أعمال البياض	١٠/٩٠٢	١٦٤السنة٩٧	
١٢	٠١١٠٠٨٩٤١١	مواصفات بنود أعمال العزل الحرارى	١٣/٩٠٢	١٧١السنة٩٨	
١٣	٠١١٠٠٨٩٤١٢	مواصفات بنود أعمال الكهرباء (جزء أول)	١٢/٩٠٢	١٧٣السنة٩٨	
١٤	٠١١٠٠٨٩٤٢٢	مواصفات بنود أعمال الكهرباء (جزء ثانى)	١٢/٩٠٣	١٧٣السنة٩٩	
١٥	٠١١٠٠٨٩٤١٣	عقد خدمات إستشاريه هندسيه للدراسات والتصميمات (نموذج إسترشادى)	١/٩٠١	٢٢١السنة٩٤	
١٦	٠١١٠٠٨٩٤١٤	عقد خدمات إستشاريه هندسيه للإشراف على التنفيذ (إدارة التشييد)	٣/٩٠١	٢٢٣السنة٩٤	
١٧	٠١١٠٠٨٩٤١٥	الشروط العامه لعقد أعمال المقاولات (نموزج إسترشادى)	٢/٩٠١	٢٢٢السنة٩٤	
١٨	٠١١٠٠٨٩٤١٦	عقد تصميم وتنفيذ (بتمويل من المالك)	٥/٩٠١	٢٤٦السنة٩٩	
١٩	٠١١٠٠٨٩٤١٧	عقد مشترك خدمات إستشاريه هندسيه للدراسات والتصميمات والإشراف المستمر على التنفيذ	٤/٩٠١	١٦٥السنة٩٧	
٢٠	٠١١٠٠٨٩٤١٨	مواصفات بنود أعمال الخرسانه ذاتية الدمك	ـــــ	٣٦٠السنة٢٠٠٧	
٢١	٠١١٠٠٨٩٤١٩	للمواصفات الفنية للقطاعات المصنعة من UPVC	ـــــ	٣٦٠السنة٢٠٠٧	
٢٢	٠١١٠٠٨٩٤٢٠	للمواصفات الفنية لصناعة الخرسانه في الأجواء الحارة	ـــــ	٣٦٠السنة٢٠٠٧	
٢٣	٠١١٠٠٨٩٤٢١	المواصفات الفنية للخرسانه الجاهزة عادية الوزن والإشتراطات الفنية والبيئية لمحطات الخلط	ـــــ	٣٦٠السنة٢٠٠٧	