الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

صيانة لوحات التوزيع الكهربية للجهد المنخفض

مهندس صيانة كهربائية – درجة ثالثة

حقوق الطبع محفوظة ©
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة البرامج

تم إعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة للمسار الوظيفي 2019-4-1 V2

المحتويات

مقدمة عامة 3
2- أنواع لوحات الجهد المنخفض 4
أنواع لوحات التوزيع :- 4
1. من حيث قيمة الجهد :- 4
2. من حيث نوع الجهد :- 4
تقسيم اللوحات من حيث الموقع :- 4
1. لوحات تركب داخل المبني : In door panels 4
2. لوحات تركب خارج المبنى : Out door panels 5
تقسيم اللوحات من حيث طبيعة العمل :- 5
1. لوحات توزيع: 5
2. لوحات تشغيل: 5
3. لوحات التحكم : 6
4. لوحات المراقبة والتحكم : 6
أ. لوحة المراقبة فقط : 6
ب. لوحة مراقبة وتحكم جزئي : 7
ج. لوحة مراقبة وتحكم كامل بالتشغيل: 7
كيفية اختيار موقع لوحة التشغيل : 7
التعريفات :- 8
التلوث 15
بيانات يجب ذكرها تخص اللوحة : 17
شروط التشغيل : 19
التصميم والتركيب 22
مواصفات الاختبار 29

مقدمة عامة

إن الطاقة الكهربائية في جميع أشكالها وصورها تمثل الآن عصب الحياة في جميع مجالاتها الصناعية والعامة والمنزلية والزراعية لذلك كان من الضروري توجيه وتوصيل تلك الطاقة إلي مصادر استهلاكها المختلفة.

ويتم ذلك من خلال شبكة ضخمة من الموصلات الأرضية والهوائية وكثير من المعدات الكهربائية التي تعمل على نقل وحفظ وحماية ومتابعة تلك الطاقة خلال تداولها عبر الشبكات الكهربائية من بداية منابعها إلى نهايتها عند الأحمال المستهلكة لها.

وتعتبر اللوحات الكهربائية أحد تلك المعدات الكهربائية الهامة المستخدمة في أي منظومة كهربائية كبيرة أو صغيرة فاللوحات الكهربائية تمثل نقاط تمركز وتوجيه وتنظيم ومتابعة للطاقة الكهربائية لذلك كان لزاما على كل العاملين بمجال الكهرباء بمواقع العمل المختلفة أن يتعاملوا معها بصورة علمية وعملية تساعدهم على التعامل والتشغيل المثالي وإجراء عمليات الإصلاح والصيانة بصورة آمنه لحسن أداء العمل والعاملين عليها.

ولو اقتربنا أكثر داخل مواقع عملنا بالمحطات لوجدنا أن لوحات التوزيع هي الجزء الرئيسي المجمع لنظام التوزيع والتحكم للطاقة بالمحطة وكذلك لأي دوائر كهربائية.

وتنبع أهمية لوحة التوزيع من أنها ضرورية عند أي نقطة توزيع أو فصل وتوصيل في أي نظام كهربي وكذلك فإنها ضرورية عند اختلاف مستويات الجهد واختلاف مستويات الأحمال وأيضا للربط بين محطات المحولات والتوليد والأحمال النهائية ولهذا فإن التطبيقات المختلفة لمتطلبات اللوحة تعتمد بصورة كبيرة على :-

1. موقع اللوحة وطبيعة تركيبها
2. الجهد المقنن
3. المتطلبات المحلية لموقع اللوحة

وبجانب أهمية اللوحات عند مصادر تغذية الشبكات تنبع أيضا أهمية لوحة التوزيع في الأعمال والمشاريع الصناعية والمنشآت الخدمية المستهلكة للطاقة الكهربائية.

2- أنواع لوحات الجهد المنخفض

أنواع لوحات التوزيع :-

تقسم اللوحات من حيث قيمة ونوع الجهد إلى :-

1. من حيث قيمة الجهد :-

أ. لوحات ضغط عالي H.V (66 ك.ف حتى 220 ك.ف)

ب. لوحات ضغط متوسط M.V (من 1 ك.ف حتى أقل من 66 ك.ف)

ج. لوحات ضغط منخفض L.V (أقل من 1000 فولت والشائع 380 فولت فأقل)

2. من حيث نوع الجهد :-

أ. لوحات التيار المتغير (A.C)

ب. لوحات التيار المستمر (D.C)

لوحات التيار المتغير (A.C) تستخدم في تغذية دوائر الإنارة أو التكييف أو القوى المحركة أما لوحات التيار المستمر (D.C) تستخدم في شحن البطاريات أو لتغذية دوائر التحكم والحماية للوحات الكهربائية وهذا هو المهم بالنسبة لنا داخل المحطات حيث يتميز التيار المستمر (D.C) عن التيار المتغير على تشغيل دوائر التحكم لأجهزة الحماية والفصل والإنذار عند انقطاع المصادر الرئيسية للتيار الكهربي وذلك لضمان عمل الأجهزة بصورة سليمة والجهد المستمر المستخدم لهذه الأغراض متعدد القيم حسب تصميم دوائر التحكم (24 . 48 . 60) ف

تقسيم اللوحات من حيث الموقع :-

1. لوحات تركب داخل المبني : In door panels

وهي اللوحات التي تركب داخل مبنى سواء معدني أو خرساني بمعنى أنها محمية من العوامل الجوية مثل الأمطار والأتربة والرطوبة والحرارة والغازات , وبالتالي فالجسم الخارجي للوحة لا يتكلف كثيراً بالنسبة للنوع التالي حيث أن المبنى يعطى جزء كبير من الحماية للوحات ويتم تجهيز وضع اللوحة بالشكل المناسب والوضع الذي لا يتعارض مع حرية الحركة والدخول للمعدات داخل المبنى لذلك يراعى وضع اللوحات بجوار الجدران دون ملاصقة لها حتى يمكن لفرق الصيانة فتحها من الخلف أثناء عمليات الإصلاح والصيانة بسهولة وإدخال معدات الصيانة ويراعى أيضا وضعها بعيداً عن الأبواب الرئيسية والفرعية ومنافذ الهروب وبعيداً عن أماكن المعدات التي تحدث اهتزازات وكذلك أبعادها عن خطوط المياه بأنواعها وتركب اللوحة على قاعدة إسمنتية

مرتفعة عن مستوى أرضية المبنى حماية لها من المياه أثناء عمليات التنظيف ويتم أيضا تجهيز مجارى للكابلات أسفل اللوحات لسهولة توصيل الكابلات الكهربائية بها.

2. لوحات تركب خارج المبنى : Out door panels

وهي اللوحات التي تفرض علينا ظروف العمل داخل المحطة وضعها في الأجواء المفتوحة مثل بعض لوحات الإنارة للموقع العام أو لوحات أحواض الترسيب الابتدائي أو الثانوي وكذلك اللوحات المركبة على الكباري داخل تلك الأحواض وغيرها .

لذا فإن هذا النوع من اللوحات يراعى فيه حماية اللوحة ومعداتها الداخلية من العوامل الجوية مثل السابق ذكرها وعليه فيتم تصنيع هذه اللوحات بإحكام شديد وكذلك الدهانات المستخدمة تكون دهانات خاصة تقاوم هذه العوامل الجوية مثل (المقاومة لتسرب الغازات GAS PROOF – المقاومة لتسرب الأتربة DUST PROOF – المقاومة لتسرب المياه WATER PROOF) .

ويتم إدخال الكابلات الكهربائية بأنواعها إلي تلك اللوحات من خلال مواسير معدنية أو بلاستيكية وتحكم فتحات الدخول من أسفل اللوحات من خلال حقنها بالفوم الحراري بعد إمرار الكابلات خلالها وذلك لمنع دخول الزواحف والقوارض إلي داخل اللوحات .

تقسيم اللوحات من حيث طبيعة العمل :-

1. لوحات توزيع:

وهي لوحات عمومية الغرض منها استقبال الخطوط الكهربائية الرئيسية بأي عدد وتقوم بتوزيعها على أقسام الموقع (المحطة) , ويتم من خلال هذا النوع من اللوحات عمل المناورات الكهربائية عند تعطل أحد أو بعض الخطوط الكهربائية لضمان استمرار التغذية بالطاقة الكهربائية لجميع أجزاء المحطة.

2. لوحات تشغيل:

وهي لوحات الغرض منها هو توصيل الطاقة الكهربائية لتشغيل الأحمال والتحكم فيها لذلك تجهز تلك اللوحات بمكونات كهربائية تناسب كل حمل على حدا وعلى سبيل المثال لا الحصر مثل (لوحات الأوناش – لوحات تشغيل كباري أحواض الرمال والترسيب وغيرها) .

3. لوحات التحكم :

هذا النوع من اللوحات يختلف عما سبق من حيث أن هذه اللوحات للتحكم فقط وليست لوحات قوى مثل لوحات التوزيع أو لوحات التشغيل التي تعمل على جهود منخفضة أو متوسطة أو عالية حيث أن الجهد في تلك اللوحات هو جهد التحكم البسيط (220 – 240 فولت) أي تعمل خلال هذا المجال من الجهود فقط .

ووظيفتها هي التحكم في العمليات التشغيلية مثل خطوط الإنتاج أو المولدات بمحطات الطاقة وغيرها .

وهذه اللوحات إما أن تكون في صورة لوحة مستقلة صغيرة أو متوسطة الحجم وإما أن يتم احتواء نظم تحكمها داخل لوحات التشغيل السابق الحديث عنها وبذلك تصبح لوحة التشغيل محملة بنظام القوى (الجهد العالي) ومحتوية على نظام التحكم مما يجعلها معقدة بموصلات التحكم مما يصعب عمليات الصيانة والإصلاح والبحث عن الأعطال .

4. لوحات المراقبة والتحكم :

وهي قريبة الشبه بالنظام السابق للوحات التحكم لكن تنقسم إلى :-

أ. لوحة مراقبة فقط .

ب. لوحة مراقبة وتحكم جزئي .

ج. لوحة مراقبة وتحكم كامل في التشغيل .

أ. لوحة المراقبة فقط :

وهي لوحة توجد في غرفة متابعة عن بعد لمتابعة نظام العمل داخل المحطة لمعرفة الوحدات المتوقفة بسبب عطل حتى يتمكن مراقب أو مهندس التشغيل التعرف على حالة المحطة في أي وقت ويعنى ذلك أنه من خلال تلك اللوحة يمكن التعرف الكامل على وحدات المحطة وحالة تشغيلها من خلال لوحة واحدة إما أن تكون في صورة وحدات بيان (لمبات) مكتوب عليها اسم ورقم الوحدة وموقعها بالمحطة وإما أن تكون في صورة لوحة بيانية مخطط عليها مواقع المحطة جزء جزء من أول مدخل مياه الصرف الصحي وحتى خروجها سواء في محطات الرفع أو المعالجة وفي داخل كل جزء توضح عدد الوحدات وأنواعها وعلى كل وحدة لمبات بيان حالة التشغيل وهذه اللوحات يتراوح حجمها من الصغير إلى المتوسط إلى اللوحات الضخمة التي تحاكى نموذج كامل للمحطة.

ب. لوحة مراقبة وتحكم جزئي :

وهي لوحة مشابهه للسابقة تماما لكن يضاف عليها بعض مفاتيح التشغيل عن بعد لبعض الوحدات للمحطة سواء (OFF & ON) وهذه الوحدات تكون لها حساسية خاصة في منظومة العمل داخل المحطة مثل تشغيل وحدات الطلمبات للتحكم في كمية التدفق بزيادتها أو إقلالها أو التحكم في الهدارات بأحواض التهوية مثلاً وغيرها

ج. لوحة مراقبة وتحكم كامل بالتشغيل:

وهذا النوع يشابه ما سبق ولكن في هذا النوع من اللوحات يكون التحكم كامل في جميع وحدات المحطات تشغيلياً وعن بعد وكذلك توافر بيان كامل لحالة كل وحدة من خلال أجهزة القياس مثل (الجهد) ، (شدة التيار) . وغيرها من أجهزة القياس الكهربائية وكذلك أجهزة بيان المناسيب والتدفق وغيرها كل ذلك متوافر في هذا النوع من اللوحات بحيث يكون مراقب التشغيل متحكم تماماً في جميع أجزاء المحطة تشغيلياً ويمكنه إتمام جميع أعمال التشغيل من خلال لوحة المراقبة وهذا النوع من اللوحات ضخم ومعقد تحكمياً حيث يمكنه تشغيل المحطة دون الحاجة إلى مشغلين بالأقسام المختلفة للمحطة أو تقليل العمالة إلى أقصى حد.

كيفية اختيار موقع لوحة التشغيل :

1. أن تكون لوحة التوزيع قريبة من مركز الأحمال المطلوب تغذيتها.
2. أن تكون مساحة الموقع المراد وضع اللوحة به مناسبة بحيث تسمح بإجراء أعمال التشغيل والصيانة والإحلال والتجديد بسهولة ويسر ودون أية عوائق.
3. أن تكون بعيدة عن أية مداخل أو مخارج أو منافذ هروب ولا تمر من أسفلها خطوط مياه أو صرف صحي.

مكونات لوحات توزيع الجهد المنخفض

التعريفات :-

تعريفات المواصفة IEC 60050 (IEV) من اصدارات الهيئة الكهروتقنية.

1. لوحة معدات فصل وتوصيل وتحكم الجهد المنخفض (لوحة) ASSEMBLY :

لوحة مكونة من نبيطة او اكثر من نبائط فصل وتوصيل الجهد المنخفض بالإضافة الى اجزاء مصاحبة لها خاصة بالتحكم والقياس وإعطاء اشارات والحماية ومعدات ضبط الخ ، يتم تجميعها بالكامل وذلك تحت مسئولية الصانع شاملة الاجزاء الكهربائية والميكانيكية الداخلية المرتبطة معا وكذلك الاجزاء الانشائية.

2. لوحة معدات فصل وتوصيل وتحكم الجهد المنخفض مختبرة حسب الطراز (TTA) :

هى لوحة معدات فصل وتوصيل وتحكم الجهد المنخفض متطابقة مع نوع او نظام معين دون انحراف قد يؤثر تاثيرا ملحوظا على ادائها بالنسبة للوحة القياسية المتطابقة مع هذه المواصفة القياسية.

يستخدم الاختصار (TTA) للتعبير عم لوحة معدات فصل وتوصيل وتحكم للجهد المنخفض مختبرة حسب الطراز.

3. لوحة معدات فصل وتوصيل وتحكم للجهد المنخفض مختبرة جزئيا حسب الطراز (PTTA)

لوحة معدات فصل وتوصيل وتحكم للجهد المنخفض تحتوي على تجهيزات مختبرة حسب الطراز واخرى غير مختبرة حسب الطراز، بشرط استنتاج اختبارات التجهيزات غير المختبرة حسب الطراز من التجهيزات المختبرة حسب الطراز (مثال: الطرق الحسابية) والتي تتطابق مع الاختبارات المناسبة (انظر جدول 7).

يستخدم الاختصار (PTTA) للتعبير عن لوحة معدات فصل وتوصيل وتحكم للجهد المنخفض مختبرة جزئيا حسب الطراز.

4. دائرة رئيسية (للوحة):

جميع الاجزاء الموصلة للوحة والموجودة في دائرة تستخدم لنقل الطاقة الكهربائية [IEV 441-13-02]

5. دائرة مساعدة (للوحة):

جميع الاجزاء الموصلة للوحة والموجودة في دائرة (خلاف الدائرة الرئيسية) والتي تقوم بالتحكم او اعطاء الاشارات او التنظيم او معالجة البيانات الخ. [IEV 441-13-03 modified]

ملحوظة : تشمل الدوائر المساعدة دوائر التحكم والدوائر المساعدة لنبائط الفصل والتوصيل.

6. قضيب توصيل Busbar

موصل ذو معاوقة منخفضة يمكن توصيل دوائر كهربائية عديدة منفصلة به

ملحوظة : المصطلح "قضيب توصيل" لا يستلزم مسبقا شكلا هندسيا او مقاسا او ابعادا للموصلات.

7. قضيب توصيل رئيسي Main busbar

قضيب توصيل يوصل به واحد او اكثر من قضبان التوزيع و/او وحدات دخول وخروج

8. **قضيب توزيع Distribution busbar**

قضيب توصيل له مقطع واحد موصل بقضيب توصيل رئيسي حيث يتم تغذية وحدات الخروج منه

9. **وحدة دخول Incoming unit**

وحدة وظيفية يتم من خلالها تغذية اللوحة بالطاقة الكهربائية

10. **وحدة خروج Outgoing unit**

وحدة وظيفية يتم من خلالها امداد الطاقة الكهربية بدائرة خروج او اكثر

11. **تجميعة وظيفية Functional group**

تجميعه من وحدات وظيفية متعددة متصلة كهربائيا ببعض لتحقيق وظائف تشغيلها

12. **حالة اختبار Test situation**

حالة لوحة او جزء منها، حيث تكون فيها الدوائر الرئيسية المعنية في وضع الفتح من جهة مصدر تغذيتها، ولكن ليس بالضرورة ان تكون مفصولة (معزولة) بينما تكون الدوائر المساعدة موصلة لتسمح باجراء اختبارات التشغيل للنبائط المصاحبة

13. **حالة فصل (عزل) Isolated situation**

حالة لوحة او جزء منها، تكون فيها الدوائر الرئيسية المعنية مفصولة (معزولة) من جهة مصدر تغذيتها وتكون ايضا الدوائر المساعدة المصاحبة مفصولة (معزولة)

14. **حالة توصيل Connected situation**

حالة لوحة او جزء منها، تكون فيها الدوائر الرئيسية المعنية والدوائر المساعدة المصاحبة لها موصلة وذلك لاداء وظائف تشغيلها العادية

15. **جزء ثابت Fixed part**

جزء يتكون من مكونات مجمعة وموصلة على داعم مشترك وتم تصميمه للتركيب الثابت

16. **جزء قابل للفك Removable part**

جزء يمكن فكه بالكامل من اللوحة واستبداله حتى في حالة ان تكون الدائرة الموصل بها مكهربة

17. **جزء قابل للسحب Withdrawable part**

جزء قابل للفك يمكن تحريكه من وضع التوصيل الى وضع الفصل وايضا الى وضع الاختبار، ان وجود، بينما يظل متصلا ميكانيكيا باللوحة

18. **وضع توصيل Connected position**

هو الوضع الذي يكون فيه جزء قابل للفك او السحب موصلا بالكامل لاداء وظيفته المطلوبة

19. وضع اختبار Test position

وضع لجزء قابل للسحب تكون الدوائر الرئيسية المعنية في وضع الفتح من جهة مصدر تغيته لكن لا يشترط ان تكون مفصولة (معزولة) وتكون فيه الدوائر المساعدة موصلة، بحيث تسمح باجراء اختبارات التشغيل للجزء القابل للسحب، ويبقى هذا الجزء متصلا ميكانيكيا باللوحة

ملحوظة : يمكن كذلك تحقيق عملية الفتح دون اي حركة ميكانيكية للجزء القابل للسحب بواسطة تشغيل نبيطة مناسبة.

20. وضع العزل Isolated position

وضع جزء قابل للسحب تنشأ فيه مسافة عازلة (انظر بند 2/2/1/7) في الدوائر الرئيسية والمساعدة في جهة مصدر تغذيته، ويبقى الجزء القابل للسحب متصلا ميكانيكيا باللوحة

ملحوظة : يمكن كذلك انشاء المسافة العازلة بدون اي حركة ميكانيكية للجزء القابل للسحب بتشغيل نبيطة مناسبة.

21. وضع الفك Removed position

وضع لجزء قابل للفك او السحب عندما يكون خارج اللوحة ومفصولا ميكانيكيا وكهربائيا عنها

التصميم الخارجي للوحات :

22. لوحة من النوع المفتوحopen-type ASSEMBLY

لوحة تتكون من هيكل داعم، لدعم المعدات الكهربائية بحيث تكون الاجزاء المكهربة للمعدات الكهربائية سهلة المنال

23. لوحة ذات واجهة ثابتة dead-front ASSEMBLY

لوحة من الطراز المفتوح لها غطاء امامى بحيث توفر درجة حماية معينة من الامام. ويمكن الوصول للاجزاء المكهربة من الجهات الاخرى

24. لوحة من النوع المغلق enclosed ASSEMBLY

لوحة مغلقة من جميع الجهات باستثناء واجهة التثبيت بحيث توفر درجة حماية معينة

25. طراز الخلية الواحدة cubicle-type ASSEMBLY

لوحة مغلقة اساسا من الطراز القائم على الارض والتي يمكن ان تحتوي على عدة اقسام او اقسام جزئية او غرف صغيرة

26. طراز الخلايا المتعددة multi-cubical-type ASSEMBLY

وحدة تتكون من عدد من الخلايا المتصلة ميكانيكيا

27. لوحة الطراز المكتبي desk-type ASSEMBLY

لوحة مغلقة لها وحدة تحكم افقية او مائلة او كليهما والتي تحتوي على اجهزة تحكم وقياس واشارات وخلافه

28. لوحة الطراز الصندوقي box-type ASSEMBLY

لوحة مغلقة ، مزمع تثبيتها اساسا على سطح رأسي

29. لوحة الطراز متعدد الصناديق multi-box-type ASSEMBLY

وحدة تتكون من صناديق متصلة معا ميكانيكيا في وجود او عدم وجود اطار تثبيت اساسي، وتمر التوصيلات الكهربائية عبر صندوقين متقابلين خلال فتحات في الاوجة المتقابلة

30. قضبان توصيل رئيسية داخل مجاري صندوقية busbar trunking system (busway)

لوحة مختبرة حسب الطراز وهى على شكل نظام توصيل يتكون من قضبان توصيل متباعدة و مثبتة بمواد عازلة داخل مجرى او حاوية مماثلة

الاجزاء التركيبية للوحات Structural parts of ASSEMBLY :

31. هيكل داعم supporting structure

هيكل يُكوّن جزء من لوحة مصمم لدعم وحمل الاجزاء المختلفة للوحة والحاوية لها، في حالة وجودها

32. هيكل تثبيت mounting structure

هيكل لا يُكون جزء من لوحة مصمم لحمل وتثبيت لوحة مغلقة

33. مسطح تثبيت mounting plate

مسطح مصمم لتثبيت المكونات المختلفة للوحة ويناسب التجميع داخلها

34. اطار تثبيت mounting frame

اطار مصمم لتثبيت المكونات المختلفة للوحة ويناسب التجميع داخلها

35. حاويــة enclosure

محتوى يعطي النوع ودرجة الحماية المناسبة للتطبيق المقصود

36. الغطــاء cover

جزء من الحاوية الخارجية للوحة

37. البـــاب door

غطاء منزلق او مفصلي

38. غطاء قابل للفك removable cover

غطاء مصمم لغلق فتحة في الحاوية الخارجية ويمكن فكه لاجراء بعض العمليات واعمال الصيانة

39. مُسطح غطاء cover plate

جزء من لوحة –عادة الصندوقية (انظر 4/3/3/2)- والذي يعمل لغلق فتحة في الحاوية الخارجية ومصمم للتثبيت في مكانه بواسطة مسامير قلاووظ او بوسائل مشابهة. وعادةً لا يتم فكه بعد تشغيل المعدة

ملحوظة :يمكن تجهيز مسطح الغطاء بمداخل كابلات.

40. فاصل partition

جزء من حاوية غرفة صغيرة يفصلها عن غرف صغيرة اخرى

41. حاجز واقي (كهربيا) (electrically) protective barrier

جزء يوفر حماية ضد تلامس مباشر من اي اتجاه معتاد للوصول

42. عائـق حماية (كهربيا) (electrically) protective obstacle

جزء يمنع حدوث تلامس مباشر غير متعمد، ولكن لا يمنع من تلامس مباشر بواسطة فعل متعمد

43. غطاء متحرك shutter

جزء يمكن تحريكه كالاتي :

- بين وضع يسمح بتوصيل ملامسات الاجزاء القابلة للفك او السحب مع ملامسات ثابتة وبين:
- وضع يصبح فيه جزء من غطاء او فاصل يحجب الملامسات الثابتة.

44. مدخل الكابل cable entry

جزء به فتحات تسمح بمرور كابلات الى داخل اللوحة

ملحوظة : يمكن تصميم مدخل الكابل في نفس الوقت كنهاية عازلة له.

45. لوحة ثابتـة stationary ASSEMBLY

لوحة مصممة لتكون ثابتة في مكان تركيبها، مثل التثبيت على الارض او على الحائط، لكي تستخدم في هذا المكان

46. لوحة متحركة movable ASSEMBLY

لوحة مصممة لتكون جاهزة لتحريكها من مكان استخدام الى مكان اخر

اجراءات الحماية من الصدمة الكهربائية :

47. جزء مكهرب live part

موصل او جزء موصل مزمع توصيلة كهربيا في الاستخدام العادي، مشتملا على موصل متعادل، ولكن كما جرت العادة، بدون موصل PEN [IEC 826-03-01]

ملحوظة : هذا المصطلح لا يتضمن بالضرورة خطورة من الصدمة الكهربائية.

48. جزء موصل مكشوف **exposed conductive part**

جزء موصل في معده كهربائية، والذي من الممكن لمسه ولا يكون عادة مكهرب، ولكن قد يصبح مكهرب تحت ظروف خطأ ما [IEV 826-03-02 modified]

49. موصل واقي **protective conductor**
(محدد بالرمز: PE)

موصل مجهز بغرض الحماية ، مثل الوقاية من صدمة كهربائية [IEV 195-02-09]

ملحوظة : كمثال ، فان الموصل الواقي يمكن ان يوصل الاجزاء التالية :

- اجزاء موصلة مكشوفة؛
- اجزاء موصلة خارجية؛
- طرف تأريض رئيسي؛
- قطب تأريض؛
- نقطة تأريض مصدر التغذية او المتعادل الاصطناعي.

50. موصل متعادل **neutral conductor**

موصل يتم توصيله كهربائيا بنقطة التعادل وله القدرة على المساهمة في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية

51. موصل واقي متعادل (PEN)

موصل يجمع بين وظيفتي كلا من موصل واقي مؤرض وموصل متعادل

52. تيار خطأ **fault current**

تيار يحدث نتيجة انهيار عزل كهربي او حدوث توصيل قنطري للعزل

53. تيار خطأ أرضي **earth fault current**

تيار خطأ يمر الى الارض

54. حماية من تلامس مباشر **protection against direct contact**

منع التلامس الخطر للافراد مع الاجزاء المكهربة

55. حماية من تلامس غير مباشر **protection against direct contact**

منع التلامس الخطر للافراد مع الاجزاء الموصلة المكشوفة

ممرات داخل اللوحات **Gangways within ASSEMBLIES**

56. ممر للعمل داخل لوحة **operating gangway within an ASSEMBLY**

حيز يجب ان يستخدمه عامل التشغيل للتشغيل المناسب ومراقبة اللوحة

57. ممر صيانة داخل لوحة maintenance gangway within an ASSEMBLY

حيز مسموح لاشخاص مسؤلين فقط للوصول له والغرض الاساسي من استخدامه هو عند اصلاح المعدات المركبة

وظائف الكترونية **Electronic functions**

58. عملية الحجب screening

حماية الموصلات او المعدات من التداخل الحادث بشكل خاص من الاشعاع الكهرومغناطيسي الناتج عن المعدات او الموصلات الاخرى

ترتيب العزل **Insulation co-ordination**

59. الخلوص clearance

المسافة العمودية بين اثنين من الاجزاء الموصلة [IEV 441-17-31][2.5.46 of IEC 60947-1]

60. مسافة عزل (لقطب في نبيطة فصل وتوصيل ميكانيكية) isolating distance

الخلوص بين ملامسات في وضع الفتح تحقق متطلبات الامان المتعلقة بمفاتيح الفصل [2.5.50 of IEC 60947-1][IEV 441-17-35]

61. مسافة زحف creepage distance

اقصر مسافة على طول سطح مادة عازلة بين جزئين موصلين [IEV 471-01-08][2.5.51 of IEC 60947-1 modified]

ملحوظة : الوصلة بين قطعتين من مادة عازلة تعتبر جزء من السطح.

62. جهد التشغيل working voltage

اعلى قيمة للجهد المتردد (جذر متوسط المربعات) او جهد التيار المستمر والذي قد يحدث (محليا) عبر اي عزل عند جهد مصدر التغذية المقنن، مع اهمال تاثير الجهود العابرة، في حالات الدائرة المفتوحة او في حالات التشغيل العادية [2.5.52 of IEC 60947-1]

63. جهد زائد مؤقت temporary overvoltage

الجهد الزائد بين وجه وارضي او وجه ومتعادل او وجه ووجه في موقع محدد ولفترة طويلة نسبيا (عدة ثواني) [IEV 603-03-12][2.5.53 of IEC 60947-1]

64. جهود زائدة عابرة transient overvoltage

الجهود الزائدة العابرة بالنسبة لهذه المواصفة هى كما يلي [2.5.54 of IEC 60947-1]:

65. جهود زائدة ناتجة عن الفصل اوالتوصيل switching overvoltage

جهد زائد عابر في موقع معين في نظام ناتج عن حدوث عملية فصل او توصيل او حدوث خطأ [2.5.54 of IEC 60947-1][IEV 604-03-29 modified]

66. جهد زائد بموجة الصواعق lightning overvoltage

جهد زائد عابر في موقع معين في نظام ناتج عن حدوث تفريغ صاعقة كهربائية معين (انظر ايضا IEC 60060 و IEC 60071-1) [2.5.54.2 of IEC 60947-1]

67. جهد تحمل دفعيimpulse withstands voltage

اعلى قيمة ذروة لجهد دفعي، ذات شكل وقطبية محددة، والتي لا يحدث عنده انهيار كهربائى تحت شروط اختبار موصفة [2.5.55 of IEC 60947-1]

68. جهد تحمل بتردد القدرة الكهربائية (للشبكة) power-frequency withstands voltage

قيمة جذر متوسط مربعات جهد جيبي بتردد القدرة الكهربائية والذي لا يحدث عنده انهيار كهربائى تحت شروط اختبار موصفة [IEV 604-03-40 modified] [2.5.56 of IEC 60947-1]

التلـوث **pollution**

اى حالة لمادة غريبة سواء كانت صلبة او سائلة او غازية (غازات متأينة)، والتي قد تؤثر على متانة العزل الكهربي اوالمقاومية السطحية [2.5.57 of IEC 60947-1]

69. درجة التلوث (لظروف بيئية) pollution degree (of environmental conditions)

رقم اصطلاحي يعتمد على كمية الغبار الموصل او المرطب وكمية الغاز المتأين اوالاملاح وعلى الرطوبة النسبية ومعدل حدوثها المسبب لامتصاص او تكثف الرطوبة المؤدي الى انخفاض متانة العزل الكهربي و/او مقاوميتة السطحية

ملحوظـة 1: درجة التلوث التي تتعرض لها المواد العازلة للنبائط والمكونات قد تختلف عن البيئـة الخارجية التـي تتواجد فيها النبائط او المكونات وذلك نتيجة للحماية التي قد تقدم بوسائل مثل وضعها في حاويات او التسخين الداخلي لمنـع امتصاص او تكثف الرطوبة.

ملحوظـة 2: لغرض هذه المواصفة، فان درجة الحماية تكون للبيئة الملامسة لها. [2.5.59 of IEC 60947-1].

70. بيئية ملامسة (للخلوص او مسافة زحف)

micro-environment (of a clearance or creepage distance)

الظروف البيئية المحيطة بالخلوص ومسافة الزحف محل الاعتبار

ملحوظة : الظروف البيئية الملامسة لمسافة الزحف او الخلوص والتي ليست البيئة المحيطة باللوحة او المكونات هى التي تحدد التاثير على العزل. وقد تكون هذه الظروف البيئية الملامسة افضل او اسوأ من تلك الخاصة باللوحة او المكونات. وتشمل كل العوامل التي تؤثر في العزل الكهربي، مثل الظروف المناخية والكهرومغناطيسية ومسببات التلوث الخ. [2.5.59 of IEC 60947-1 modified]

71. تصنيف الجهد الزائد (لدائرة او خلال منظومة كهربائية) overvoltage category

رقم اصطلاحي يعتمد على الحد من (اوالتحكم في) قيم الجهود الزائدة العابرة المتوقع حدوثها في دائـرة (او في منظومة كهربائية (شبكة) لها جهود اسمية مختلفة) ويعتمد هذا الرقم على الوسائل المستخدمة للتاثير على الجهود الزائدة

ملحوظة : في اى منظومة كهربائية (شبكة)، يتم الانتقال من مستوى جهد زائد الى مستوى اخر اقل للجهد الزائد باستخدام وسائل مناسبة تتوافق مع متطلبات الربط، مثل نبيطة حماية من الجهود الزائدة او معاوقة موصلة على التوالي والتوازي قادرة على تبديد اوامتصاص او تحويل الطاقة في التيار الفجائي المصاحب، للتقليل من قيمة الجهد الزائد العابر الى ذلك المستوى الاقل المطلوب في تصنيف زيادة الجهد الزائد. [2.5.60 of IEC 60947-1]

72. كابح الاندفاع الفجائي (مانع الصواعق) surge arrester

نبيطة مصممة لحماية الاجهزة الكهربائية من الجهود الزائدة العابرة العالية وللحد من المدة وسعة التيار المار في المعدة الكهربائية [IEV 604-03-51]

73. تنسيق العزل co-ordination of insulation

ارتباط خصائص العزل الكهربي للمعدات الكهربائية مع الجهود الزائدة المتوقعة وخصائص نبائط الحماية من الجهد الزائد من جهة، وبين البيئة الملامسة المتوقعة ووسائل الحماية من التلوث من جهة اخرى [2.5.61 of IEC 60947-1] [IEV 604-03-08 modified]

74. مجال متجانس (منتظم) homogeneous (uniform) field

مجال كهربائي يكون التدرج في الجهد بين قطبية منتظم بصفة اساسية، وذلك مثل المجال الكهربائي بين كرتين نصف قطر كل منهما اكبر من المسافة بينهما [2.5.62 of IEC 60947-1]

75. مجال غير متجانس (غير منتظم) inhomogeneous (non-uniform) field

مجال كهربائي يكون التدرج في الجهد بين قطبية غير منتظم بصفة اساسية [2.5.63 of IEC 60947-1]

76. المسارات الموصلة tracking

تكوين لمسارات موصلة بصورة تزايدية على سطح مادة عازلة صلبة، نتيجة للتاثير المشترك من الاجهاد الكهربائي والملوثات الالكتروليتية المتجمعة على هذا السطح [2.5.64 of IEC 60947-1]

تيارات قصر الدائرة Short-circuit currents

77. تيار قصر الدائرة (Ic) (لدائرة في لوحة) short-circuit current

تيار زائد ناتج عن قصر في الدائرة نتيجة لخطأ او توصيل غير صحيح في الدائرة الكهربائية [2.1.6 of IEC 60947-1] [IEV 441-11-07 modified]

78. تيار قصر دائرة متوقع (Icp) (لدائرة في لوحة) prospective short-circuit current

التيار الذى يمر عندما يحدث قصر دائرة لموصلات مصدر التغذية بواسطة موصل ذو مقاومة مهملة موضوع اقرب ما يمكن من نهايات توصيل مصدر التغذية للوحة

79. تيار القطع (التيار المسموح له بالمرور) cut-off current; let-through current

اعلى قيمة لحظية للتيار يمكن الحصول عليها خلال عملية القطع لنبيطة فصل وتوصيل او مصهر [IEV 441-17-12]

ملحوظة : هذا المفهوم يكون له اهمية خاصة عندما تكون نبيطة الفصل والتوصيل او المصهر يعمل بكيفية ما في حالة عدم وصول التيار المار الى تيار الذروة المتوقع لهذه الدائرة.

بيانات يجب ذكرها تخص اللوحة :

يجب ذكر البيانات التالية من قبل الصانع

بطاقة البيانات :

يجب تزويد كل لوحة ببطاقة بيانات او اكثر، مطبوعة بطريقة تصعب ازالتها ومثبتة في مكان بحيث تكون ظاهرة ومقروءة عند تركيب اللوحة.

يجب بيان المعلومات الموصفة في البندين أ) و ب) في بطاقة البيانات.

يجب بيان المعلومات الموصفة في البنود من جـ) حتى ص)، ان امكن، إما في بطاقة البيانات او الوثائق الفنية للصانع.

أ) اسم الصانع او العلامة التجارية

ملحوظة : يعتبر الصانع هو الهيئة التي تأخذ على مسئوليتها اللوحة كاملة.

ب) الطراز او الرقم المميز، او اى وسيلة اخرى لتميزها بما يسهل امكانية الحصول على البيانات الخاصة بها من الصانع

جـ) رقم هذه المواصفة (او المواصفة IEC 60439-1)

د) نوع التيار (التردد ، في حالة التيار المتردد)

هـ) جهد التشغيل المقنن

و) جهد العزل المقنن

- الجهد التحمل الدفعي المقنن، عندما يكون معلنا من قبل الصانع

ز) الجهود المقننة للدوائر المساعدة (ان امكن)

حـ) التيار المقنن لكل دائرة رئيسية (ان امكن)

ط) قوة تحمل قصر الدائرة

ي) درجة الحماية

ك) اجراءات الحماية من الصدمة الكهربائية

ل) شروط الخدمة سواء داخل المباني او خارجها او للاستعمالات الخاصة، في حالة اختلافها عن الاستعمال العادي

- درجة التلوث : عندما تكون معلنة من قبل الصانع

م) نوع نظام التاريض المصممة على اساسه اللوحة

و) الابعاد ويفضل ان تعطى بالترتيب التالي : الإرتفاع ، العرض (او الطول) ، العمق

ن) الوزن

س) شكل الفواصل الداخلية

ش) نوع التوصيلات الكهربائية لوحدات التشغيل

ص) الظروف البيئية A أو B

الترقيم :

يجب ان يكون من الممكن تمييز الدوائر المنفصلة ونبائط حمايتها داخل اللوحة ,

عند تحديد معدات اللوحة ، فان هذا التحديد يجب ان يتطابق مع ذلك الموصف في المواصفة القياسية IEC 61346-1 ومع تلك الموضحة في رسومات الدوائر الكهربائية التي يجب ان تتطابق مع المواصفة القياسية IEC 61082.

تعليمات التركيب و التشغيل و الصيانة :

يجب ان يوصف الصانع في مستنداته او كتالوجاته، ان وجدت، شروط تركيب وتشغيل وصيانة اللوحة والمعدات المركبة بها.

في حالة الضرورة ، يجب ان تشير تعليمات نقل وتركيب وتشغيل اللوحة الى الاحتياطات ذات الاهمية الخاصة لتركيب وبدء التشغيل والتشغيل العادي الصحيح للوحة.

عند الضرورة ، فان المستندات المشار اليها عاليه يجب ان تُبين مدى وعدد مرات الصيانة المقترحة.

واذا كانت الدائرة ليست واضحة من ناحية التنظيم الفعلي للاجهزة المركبة، فلابد من توريد البيانات المناسبة، مثل رسومات الدوائر او جداول لها.

يجب ان يوصف صانع اللوحة الاجراءات التي يجب اتخاذها، ان وجدت، فيما يتعلق بالتوافق الكهرومغناطيسي EMC المصاحب لتركيب وتشغيل وصيانة اللوحة.

في حالة لوحة مصممة خصيصا للاستخدام في بئية A ومطلوب استخدامها في بيئة B، فان التحذير التالي يجب تواجده في اوامر التشغيل:

تحذير:
هذا منتج للاستخدام في بيئة A. وفي اي بيئة محيطة فان هذا المنتج قد يسبب تداخل لموجات الراديو وفي هذه الحالة فان ذلك قد يتطلب اخذ اجراءات مناسبة من قبل المستخدم.

شروط التشغيل :

شروط تشغيل عادية :

اللوحات التي تنطبق عليها هذه المواصفة مخصصة للاستخدام في شروط التشغيل العادية الاتية.

ملحوظـة : اذا استخدمت مكونات، مثل مرحلات ومعدات الكترونية، غير مصممة لمثل هذه الشروط، فلابد من اتخاذ خطوات مناسبة للتاكد من ادائها الملائم .

درجة حرارة الهواء المحيط :

درجة حرارة الهواء المحيط للتركيبات داخل المباني :

لا تتعدى درجة حرارة الهواء المحيط +40 ºس ولا يتعدى متوسطها خلال 24 ساعة 35 ºس.
الحد الادنى لدرجة حرارة الهواء المحيط هو –5 ºس.

درجة حرارة الهواء المحيط للتركيبات خارج المباني :

لا تتعدى درجة حرارة الهواء المحيط +40 ºس ولا يتعدى متوسطها خلال 24 ساعة 35 ºس.

الحد الادنى لدرجة حرارة الهواء المحيط :

- –25 ºس في مناخ معتدل
- –50 ºس في مناخ قطبي.

ملحوظة : استخدام لوحات في مناخ قطبي قد يتطلب ابرام اتفاق خاص بين الصانع والمستخدم.

الظروف الجوية :

الظروف الجوية للتركيبات داخل المباني :

يكون الهواء نظيفا ولا تتعدى الرطوبة النسبية 50 % عند درجة حرارة قصوى + 40 °س. ويسمح برطوبة نسبية اعلى عند درجة حرارة اقل، فعلى سبيل المثال 90 % عند درجة حرارة + 20°س ويجب مراعاة التكثف المتوسط الذي قد يحدث احيانا نتيجة لتغيرات في درجة الحرارة.

الظروف الجوية للتركيبات خارج المباني :

قد ترتفع الرطوبة النسبية بصورة مؤقتة الى 100 % عند درجة حرارة قصوى + 25 °س.

درجة التلوث :

تشير درجة التلوث الى الشروط البيئية المزمع وضع اللوحة فيها.

تطبق درجة التلوث الخاصة بالشروط البيئية داخل الحاوية على نبائط الفصل والتوصيل والمكونات المركبة داخلها.

وقد تم تعيين الاربع درجات التالية لتلوث البيئة الملامسة بغرض تقدير الخلوصات ومسافات الزحف (وهذه القيم موضحة بجدولي 14 و 16).

درجة تلوث 1 :

لا يوجد تلوث او يحدث فقط تلوث جاف غير موصل.

درجة تلوث 2 :

عادة، يحدث تلوث غير موصل فقط. ومع ذلك، فاحيانا، يمكن توقع حدوث توصيلية مؤقتة بسبب التكثف.

درجة تلوث 3 :

يحدث تلوث موصل او يحدث تلوث جاف غير موصل والذى يصبح موصلا في حالة التكثف.

درجة تلوث 4 :

يولد التلوث توصيلية مستمرة بسبب، مثل، الاتربة الموصلة او الامطار او الجليد.

درجة تلوث قياسية للتطبيقات الصناعية :

اذا لم يُذكر خلاف ذلك، فان اللوحات الخاصة بالتطبيقات الصناعية مجهزة عموما للاستعمال في درجة تلوث بيئي 3. ومع ذلك، فيمكن تطبيق درجات تلوث اخرى حسب الاستخدامات الخاصة او التطبيقات الخاصة او البيئات الملامسة المختلفة.

ملحوظة : قد تتاثر درجة التلوث للبيئة الملامسة للمعدات بتركيبها داخل حاوية.

الارتفاع عن مستوى سطح البحر :

لا يتعدى ارتفاع موقع التركيب 2000 متر عن سطح البحر (6600 قدم).

ملحوظة : بالنسبة للمعدات الالكترونية التي ستستخدم عند ارتفاعات اعلى من 1000 متر، فقد يكون ضروريا الاخذ في الحسبان انخفاض متانة العزل وتاثير تبريد الهواء. لذلك فان المعدات الالكترونية المزمع تشغيلها في هذه الظروف يجب تصميمها او استخدامها وفقا للاتفاق بين الصانع والمستخدم.

شروط تشغيل خاصة :

في حالة وجود اى من شروط التشغيل الخاصة التالية، يجب ان تطبق المتطلبات الخاصة المتاحة او يتم ابرام اتفاق خاص بين المستخدم والصانع. ويجب على المستخدم ان يخطر الصانع بوجود اي شروط تشغيل استثنائية.

ومن الامثلة لشروط التشغيل الخاصة ما يلي :

- قيم درجات الحرارة والرطوبة النسبية و الارتفاع عن سطح البحر في حالة اختلافها عن تلك الموصفة .

- التطبيقات التي قد يحدث فيها تكثف استثنائي داخل اللوحة نتيجة لسرعة حدوث تغيرات في درجة الحرارة و الضغط الجوي.

- تلوث شديد للهواء نتيجة لاتربة او دخان او جزيئات تاكل أو لها فاعلية اشعاعية او ابخرة او املاح.

- التعرض لمجال كهربي او مغناطيسي شديد.

- التعرض لدرجات حرارة شديدة، على سبيل المثال التعرض لاشعة الشمس او افران.

- تواجد فطريات او مخلوقات صغيرة.

- التركيب في مواقع مُعرضة لاخطار الحرائق او الانفجارات.

- التعرض لهزات وصدمات شديدة.

- التركيب بطريقة قد تتاثر بها سعة حمل التيار او سعة القطع، على سبيل المثال المعدات المركبة في ماكينات او مثبتة في فجوات داخل الحوائط.

مراعاة الوقاية الملائمة من :

- تشويشات موصلة او مشعة بخلاف تلك المذكورة في التوافق الكهرومغناطيسي EMC؛
- تشويشات التوافق الكهرومغناطيسي EMC في بيئات مختلفة .

الشروط المطلوبة اثناء النقل والتخزين والتركيب :

يجب ابرام اتفاق خاص بين المستخدم والصانع في حالة اختلاف شروط النقل والتخزين والتركيب، مثل درجة الحرارة والرطوبة.

يطبق مدى درجات الحرارة التالي: اثناء النقل والتخزين، من – 25 °س الى + 55 °س وفي الفترات القصيرة التي تقل عن 24 ساعة يكون مدى درجة الحرارة حتى + 70 °س، ما لم يوصف خلاف ذلك.

يجب الا يحدث تلف يتعذر التخلص منه للمعدات التي تعرضت لدرجات الحرارة العالية هذه بدون تشغيلها ويجب ان تعمل بصورة طبيعية عند الشروط الموصفة.

التصميم والتركيب

يجب انشاء اللوحات فقط من المواد التي تتحمل الاجهادات الميكانيكية والكهربائية والحرارية وكذلك تاثيرات الرطوبة التي من المحتمل تواجدها في ظروف التشغيل العادية. ويجب ان يكون لاجزاء اللوحات المصنعة من مواد عازلة درجة محددة لمقاومة الحرارة غير العادية والحريق.

يجب استخدام مواد مناسبة للوقاية من التاكل او طلاء الاسطح المعرضة بمادة واقية مكافئة، ماخوذا في الاعتبار ظروف التشغيل والصيانة المستقبلية.

يجب ان تكون كل الحاويات او الفواصل شاملة وسائل الاغلاق للابواب او الاجزاء القابلة للسحب الخ، ذات تحمل ميكانيكي كاف لتحمل الاجهادات التي قد تتعرض لها في ظروف التشغيل العادية.

يجب تنظيم الاجهزة والدوائر في اللوحة بصورة تسهل عملية التشغيل والصيانة، وفي نفس الوقت تضمن درجة الامان الضرورية.

وبصفة عامة تحتاج المبانى عامة للطاقة الكهربائية فى إنارتها وتشغيل المعدات والأجهزة الموجودة بها وذلك فى مجالات متعددة أهمها :

- الإضاءة.
- المصاعد الكهربائية.
- المعدات والأجهزة الكهربائية (المطابخ ، أجهزة منزلية ، معدات كالطلمبات بأنواعها ، نظم الوقاية من الحريق نظم الصرف الصحى بالطلمبات).
- تكون المبانى إما عقارات سكنية ، مصانع ، مستشفيات ، مبانى خدمية كبرى ، فنادق ، مبانى تجارية وإدارية ومنشآت زراعية ، مبانى المشروعات العامة كالموانى ، المطارات ، وكل المرافق العامة.

وتكون وظيفة لوحات التوزيع للمبانى هى حماية الأفراد والممتلكات من الأذى والوقاية من التيار الزائد ، ومن تيارات العطل وكذلك الآثار الحرارية الناتجة من التشغيل أو عند الأعطال ، وذلك بالإضافة إلى التحكم فى فصل وتوصيل التيار الكهربائى مع التشغيل الآمن لأى معدة أو جهاز.

(1) يتم تركيب لوحة توزيع رئيسية قريبة من نقطة تغذية المبنى بالتيار الكهربائى وتتفرع منها المغذيات الرئيسية التى تغذى اللوحات الفرعية.

(2) لا يجوز تركيب لوحة التوزيع الرئيسية داخل حجرة مغلقة إلا إذا كانت هذه الحجرة مخصصة للوحة فقط أما إذا تم تركيب اللوحة فى مكان مفتوح ، فيجب أن تكون بعيدة عن متناول الجمهور وغير المختصين وتكون داخل حاوية تصنع من مادة عازلة غير قابلة للاشتعال أو تكون من الصاج.

(3) يقسم المبنى إلى عدة مناطق يركب فى كل منها لوحة توزيع فرعية للتحكم فى الدوائر العمومية التى تغذى المنطقة.

(4) يفضل دائماً فى المبانى الكبيرة الممتدة أفقياً والتى تتكون من أجزاء يفصل بينها فواصل تمدد ، أن تختص كل لوحة أو عدد من لوحات التوزيع الفرعية بجزء من أجزاء المبنى وذلك لتقليل عبور التوصيلات والكابلات لفواصل التمدد إلى الحد الأدنى.

(5) يفضل أن تكون لوحات التوزيع الرئيسية والفرعية مستقلة لكل من تركيبات الإنارة وتركيبات القوى وتكون مغذيات كل منها منفصلة عن المغذيات الأخرى.

ويجوز تجميع قواطع ومفاتيح ومصاهر كل من الإنارة والقوى فى لوحة واحدة على أن تكون قضبان التوزيع وأجهزة التحكم وكابلات التغذية لكل من تركيبات الإنارة والقوى منفصلة عن بعضها وبشرط أن تكون التغذية بنفس نوع وجهد التيار مع مراعاة تمييز كل منهما.

(6) يجب ترك فراغ كافى 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 التشغيل والصيانة للوحات.

(7) يجب تأريض أجسام جميع لوحات التوزيع.

(8) يجب ألا يقل البعد بين موصلات الأطوار بقضبان التوزيع فى اللوحات عن 2.54 سم كما يجب ألا تقل المسافة بينها وبين أى جزء مؤرض فى اللوحة عن 2.54 سم .

(9) يجب أن يسمح بناء اللوحة بإمكانية التوسع مستقبلاً.

– تصنع اللوحات من صلب لا يقل سمكه عن 2 مم وتكون مطابقة للمواصفات القياسية المصرية (م.ق.م 360) أو (IEC 439) .

– لا يقل جهد العزل عن 1000 فولت تيار متغير وتتحمل قضبان التوزيع وقواطع الدخول لكابلات التغذية ولوحة الربط (Coupler) الأحمال المتوقعة للمشروع.

– تكون سعة تيار القصر كحد أدنى مرتبطة بقدرة محول التغذية ، فعلى سبيل المثال المحول قدرة 500 ك.ف.أ. ، تكون الأحمال المغذاة من هذا المحول بقواطع تتحمل تيار قصر لا يقل عن 22 كيلو أمبير والمحول قدرة 1000 ك.ف.أ. تكون الأحمال المغذاة منه بقواطع تتحمل تيار قصر لا يقل عن 45 كيلو أمبير، وهكذا حسب قدرة وسعة المحول المغذى لهذه الأحمال .

– يلزم أن يراعى فى لوحات الضغط المنخفض ترتيب وحساب سعة تيار القواطع ومراعاة التتابع (Coordination) للقواطع العمومية ثم القواطع الفرعية من اللوحات الرئيسية إلى اللوحات الفرعية والتأكد من أن نظام الوقاية للفصل قد تم ترتيبه وضبطه لضمان فصل القاطع الأقرب لنقطة زيادة الحمل أو القصر أولاً، ثم الذى يليه، فالذى يليه فى التتابع حتى القاطع فى اللوحات الرئيسية.

– يفضل فى لوحات الجهد المنخفض والتى يكون سعة تيار الخروج بها أكبر من 1500 أمبير استخدام القضبان الصاعدة (Buss-Risers) وهى علب صلب بها موصلات نحاس أو ألومونيوم معزولة سابقة التصنيع بغرض توصيل التيار الكهربائى من اللوحات العمومية إلى اللوحات الفرعية فى المشروع وداخل المبانى.

– ويكون لهذه القضبان الصاعدة مخارج للتغذية الفرعية بنظام صناديق (ثابتة) أو قابلة للسحب (Plug-In) وتعمل هذه القضبان على جهد ثلاثى الأطوار 380 فولت/220 فولت 3 أطوار + تعادل + أرضى، و ذبذبة 50 هرتز. ومطابقة للمواصفات القياسية المصرية وكذلك المواصفات الدولية الكهروتقنية (IEC).

1- الحاوية ودرجة الحماية

- تُوضح درجة الحماية للحاوية ضد التلامس مع الاجزاء المكهربة ودخول اجسام صلبة غريبة ودخول سوائل بالرمز IP... طبقا للمواصفة القياسية IEC 60529.

- بالنسبة للوحات المستخدمة داخل المباني حيث لا يتطلب الامر حماية من دخول المياة، فانه يفضل استخدام درجات الحماية المرجعية الاتية : IP00 ، IP2X ، IP3X ، IP4X ، IP5X.

- يجب الا تقل درجة الحماية للوحة مغلقة او من امام جهة مغلقة للوحات عن IP2X، بعد التركيب طبقا لتعليمات الصانع.

- بالنسبة للوحات المستخدمة خارج المباني والتي ليس لها حماية اضافية، فان رقم الخصائص الثاني يجب الا يقل عن 3.

ملحوظة : بالنسبة للتركيب خارج المباني ، فان الحماية الاضافية يمكن ان تكون سقف حماية او ما شابه.

2- الرطوبة النسبة للجو المحيط :

في حالة لوحة خاصة بالتركيب خارج المباني وكذلك لوحة مغلقة خاصة بالتركيب داخل المباني ومزمع استخدامها في مواقع ذات رطوبة عالية ودرجات حرارة متباينة تتغير في مدى واسع، فيجب اتخاذ ترتيبات مناسبة (مثل التهوية و/او تدفئة داخلية او فتحات صرف، الخ) لمنع التكثفات المُضرة داخل اللوحة. ومع ذلك، يجب الحفاظ على درجة الحماية الموصفة .

3- الارتفاع في درجة الحرارة :

تطبق حدود الارتفاعات في درجة الحرارة المعطاة في الجدول التالي عندما يكون متوسط درجة حرارة الجو المحيط أقل من او يساوي 35 °س ويجب عدم تجاوز هذه الحدود عند التحقق منها.

ملحوظة : الارتفاع في درجة حرارة جزء او عنصر هو الفرق بين درجة حرارته المقاسة ودرجة حرارة الهواء المحيط خارج اللوحة.

جدول رقم (1) حدود الارتفاع في درجة الحرارة :

اجزاء اللوحات	الارتفاع في درجة الحرارة كلفن (k)
مكونات مثبتة مع اللوحة [1]	يكون طبقا لمتطلبات مواصفة المنتج المعنية بالنسبة للمكونات كلا على حدة او، طبقا لتعليمات صانع المكونات[6]، ماخوذا في الاعتبار درجة الحرارة داخل اللوحة.
نهايات توصيل موصلات خارجية معزولة	70 [2]
قضبان توصيل وموصلات، او ملامسات تعشيق لاجزاء قابلة للفك او السحب والتي توصل بتلك القضبان	محدودة بالاتي : - التحمل الميكانيكي للمادة الموصلة[7]؛ - تاثيرها المحتمل على المعدات المجاورة؛ - حدود درجة الحرارة المسموح بها للمواد العازلة الملامسة للموصل؛ - تاثير درجة حرارة الموصل على الاجهـــزة الموصلة به؛ - بالنسبة لملامسات التوصيل بالتعشيق، طبيعة مادة الملامس ومعالجة سطحه.
وسائل تشغيل يدوية - من معدن - من مادة عازلة	 15 [3] 25 [3]
حاويات واغطية خارجية سهل الوصول اليها - اسطح معدنية - اسطح عازلة	 30 [4] 40 [4]
ترتيبات مختلفة للتوصيلات الخاصة بنوع القابس والمقبس	تحدد في ضوء الحدود الخاصة بمكونات المعدات المرتبطة بها كجزء [5]

[1] يقصد بمكونات مثبتة مع اللوحة:
- اجهزة الفصل والتوصيل والتحكم التقليدية .
- التجميعات الالكترونية الفرعية (مثل موحدات التيار والدوائر المطبوعة) .
- اجزاء الاجهزة (مثل المنظمات ووحدات مصدر قدرة مثبتة ومكبرات التشغيل) .

[2] يقصد بحد الارتفاع في درجة الحرارة 70 كلفن، القيمة المبنية على نتائج الاختبار التقليدى الموضح حيث اللوحة المستخدمة او المختبرة تحت شروط التركيب يمكن ان تحتوي على توصيلات، حيث نوعها وطبيعتها وترتيبها لن يكون مثل تلك اللوحات التي اختيرت للاختبار، وقد ينتج ارتفاع اخر في درجة حرارة نهايات التوصيل قد يكون مطلوبا او مقبولا. وعندما تكون نهايات توصيل المكونات الداخلية هى نفسها نهايات الموصلات الخارجية المعزولة، فانه يجب تطبيق الحدود المناظرة للارتفاع في درجة الحرارة الاقل.

[3] وسائل التشغيل اليدوية الموجودة داخل اللوحات والتي تكون سهلة المنال فقط بعد فتح اللوحة، مثل مقابض الفتح التي تعمل نادرا، مسموح لها بافتراض زيادة في حدود ارتفاع درجة الحرارة لها مقداره 25 كلفن.

[4] يسمح بزيادة حدود الارتفاع في درجة الحرارة بقيمة 10كلفن في حالة استخدام حاويات واغطية سهلة المنال ولكن لا حاجة للمسها اثناء التشغيل العادي، ما لم يوصف غير ذلك.

[5] هذا يسمح بدرجة من المرونة بالنسبة للمعدات (مثل النبائط الالكترونية) التي تتعرض لحدود ارتفاع في درجة الحرارة مختلفة عن تلك المتصلة عادة بمعدات الفصل والتوصيل والتحكم.

[6] بالنسبة لاختبارات الارتفاع في درجة الحرارة فانه يجب توصيف حدود الارتفاع في درجة الحرارة بواسطة الصانع.

[7] افتراض ان جميع المعايير الاخرى المذكورة تم استيفائها، فانه لا يجب تجاوز اقصى ارتفاع في درجة حرارة قيمته 105 كلفن بالنسبة لقضبان توصيل وموصلات نحاس احمر غير معزولة (مكشوفة). القيمة 105 كلفن لها علاقة بدرجة الحرارة اعلاه التي من المحتمل حدوث تلدن للنحاس عندها.

4- الحماية من الصدمة الكهربائية :

الغرض من المتطلبات الاتية هو التاكد من الحصول على اجراءات الحماية المطلوبة عند تركيب لوحة في نظام يلتزم بالمواصفات المتعلقة بها.

عموما، فانه يتم الرجوع للمواصفة القياسية IEC 60364-4-41 بالنسبة لاجراءات الحماية المقبولة.

مستويات الحماية ذات الاهمية الخاصة باللوحات سيتم بيانها في البنود التالية، مع الاخذ في الحسبان الاحتياجات الخاصة للوحات.

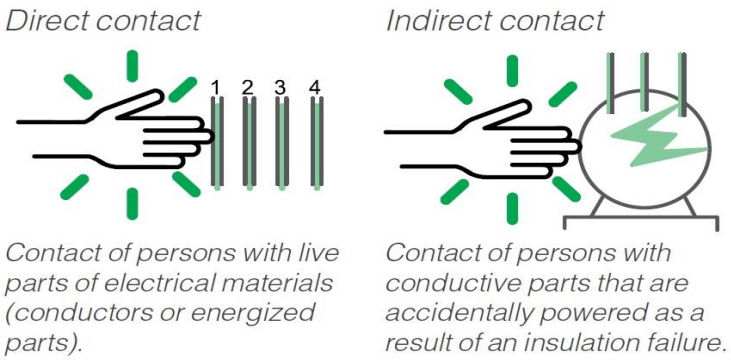
- الحماية ضد التلامس المباشر :-

1- الحماية بواسطة عزل الاجزاء المكهربة

2- الحماية باستخدام الحواجز او الحاويات

3- الحماية باستخدام عوائق

- الحماية ضد التلامس غير المباشر :-



يجب على المستخدم ان يبين وسيلة الحماية المطبقة في المنشأة المزمع تركيب اللوحة فيها. ويتم مراعاة المواصفة الكهروتقنية IEC 60364-4-41 بصفة خاصة عندما تكون متطلبات الحماية ضد التلامس غير المباشر موصفة لكامل المنشأة ، مثل استخدام موصلات حماية.

1- الحماية باستخدام دوائر حماية

2- تفريغ الشحنات الكهربائية

يجب وضع علامة تحذيرية في حالة احتواء اللوحة على عناصر معدات يمكن ان تحتفظ بشحنات كهربائية خطرة بعد فصلها (مكثفات، الخ).

المكثفات الصغيرة مثل تلك المستخدمة لخمد القوس الكهربائي، او لتأخير استجابة المرحلات، الخ، لا يجب اعتبارها خطيرة.

ملحوظة: لا يعتبر التلامس غير المقصود خطير اذا كانت الجهود الناتجة من التفريغ الاستاتيكي اقل من 120 فولت تيار مستمر في زمن اقل من 5 ثوان بعد الفصل من مصدر التغذية بالقدرة.

3- الحماية من قصر دائرة وقوة تحمل قصر دائرة

4- نبائط الفصل والتوصيل والمكونات المركبة في اللوحات

يجب حماية نبائط الفصل والتوصيل والمكونات التي لها قوة تحمل قصر دائرة و/او سعة قطع غير كافية لتحمل الاجهادات المحتمل حدوثها في موقع التركيب، بواسطة نبائط حماية مُحدة للتيار، مثل مصهرات او قواطع تيار.

5- الفصل الداخلي للوحات بواسطة حواجز او فواصل

6- التوافق الكهرومغناطيسي (EMC)

بالنسبة لمعظم اللوحات الواقعة في نطاق هذه المواصفة، فانه يمكن اعتبار وجود مجموعتين للظروف البيئية المحيطة.

أ) ظروف بيئية محيطة A

ب) ظروف بيئية محيطة B

ظروف بيئية محيطة A: تختص بشبكات/مواقع/منشأت الجهد المنخفض غير العامة او الصناعية شاملة مصادر التشويش العالية.

ملحوظة 1: ظروف بيئة محيطة A تناظر معدات النوع (Class A) في المواصفة الكهروتقنية IEC 61000-6-4.

ملحوظة 2: يتم تمييز المواقع الصناعية بواحد او اكثر من الظروف التالية:
- اجهزة صناعية وعلمية وطبية، مثل الالات العاملة الان؛
- احمال ذات حاثية او سعوية كبيرة يتم تكرار فصلها وتوصيلها؛
- تيارات ومجالات مغناطيسية مصاحبة عالية.

ظروف بيئية محيطة B: تختص بشبكات الجهود المنخفضة العامة مثل مواقع/منشأت منزلية (منازال) وتجارية وصناعة خفيفة. وبالنسبة لمصادر الاضطرابات العالية مثل اللحام بالقوس الكهربي فهذه الظروف البيئية لا تشملها.

ملحوظة 3: الظروف البيئية المحيطة B تناظر معدات النوع (Class B) في المواصفة الكهروتقنية IEC 61000-6-3.

ملحوظة 4: تعطي القائمة التالية، بالرغم من انها غير شاملة، دلالة للمواقع التي تشملها:
- مواقع اقامة، مثل المنازل والشقق السكنية؛
- منافذ بيع، مثل المحلات والاسواق المركزية؛
- مباني العمل، مثل المكاتب والبنوك؛
- مناطق الترفيه العامة، مثل قاعات السنيما والمسارح؛
- مواقع خارج المباني، مثل محطات البنزين و وساحات انتظار السيارات والمراكز الرياضية؛
- مواقع الصناعة الخفيفة، مثل الورش والمعامل ومراكز الخدمة.

يجب ان يحدد صانع اللوحة الظروف البيئية المحيطة A و/او B المناسبة للوحة.

*********** لمبات البيان ومفاتيح التشغيل الانضغاطية**

الوان لمبات البيان ومفاتيح التشغيل الانضغاطية معطاة في المواصفة القياسية IEC 60073.

مواصفات الاختبار

تصنيف الاختبارات :

تحتوي الاختبارات المطلوبة للتحقق من خصائص للوحة ما على الآتي :

1- اختبارات طراز . 2- اختبارات روتينية .

اختبارات الطراز :-

يقصد باختبارات الطراز التحقق من المطابقة مع المتطلبات المذكورة في هذه المواصفة القياسية للوحة ذات طراز معين.

تُجرى اختبارات الطراز على عينة من مثل هذه اللوحة او على اجزاء من اللوحات المصنعة بنفس التصميم او بتصميم مشابه.

وتشمل اختبارات الطراز ما يلي :-

أ) التحقق من حدود ارتفاع درجة الحرارة

ب) التحقق من خواص العزل الكهربائي

جـ) التحقق من القدرة على تحمل قصر الدائرة

د) التحقق من فاعلية دائرة الحماية

هـ) التحقق من مسافات الزحف والخلوصات

و) التحقق من التشغيل الميكانيكي

ز) التحقق من درجة الحماية

حـ) اختبارات التوافق الكهرومغناطيسي

يمكن اجراء هذه الاختبارات باي ترتيب و/او على عينات مختلفة من نفس الطراز.

اذا تم عمل تعديلات على مكونات اللوحة، فانه يجب اجراء اختبارات النوع من جديد فقط في حالة ان هذه التعديلات من المحتمل ان تؤثر عكسيا على نتائج هذه الاختبارات.

اختبارات روتينية :-

يقصد بالاختبارات الروتينية الكشف عن عيوب المواد الخام او عمليات التصنيع. وهى تُجرى على كل لوحة جديدة تم تجميعها او على كل وحدة يمكن نقلها. ولا يوجد حاجة لاجراء اختبار روتيني اخر في موقع التركيب.

اللوحات المجمعة من مكونات قياسية خارج المصنع المُنتج لها او بواسطة الاستخدام المقصور على اجزاء وملحقات موصفة او موردة من الصانع لهذا الغرض، فانه يجب ان تختبر روتينيا بمعرفة الشركة التي قامت بتجميعها.

تشمل الاختبارات الروتينية ما يلي :-

أ) فحص اللوحة بما في ذلك فحص التوصيلات وفي حالة الضرورة اجراء اختبار التشغيل الكهربي

ب) اختبار العزل الكهربائي

جـ) مراجعة اجراءات الحماية و الاستمرارية الكهربائية لدائرة الحماية

و يمكن اجراء هذه الاختبارات باي ترتيب

ملحوظة هامة :اجراء الاختبارات الروتينية بواسطة الصانع لا يعفي الشركة القائمة بتركيب اللوحة من واجبها في مراجعتها بعد النقل و التركيب.

اختيار نبائط الفصل والتوصيل والمكونات

يجب ان تتطابق نبائط الفصل والتوصيل والمكونات الموجودة في اللوحات مع المواصفات القياسية المعنية المصرية او الكهروتقنية (IEC).

يجب ان تكون نبائط الفصل والتوصيل والمكونات مناسبة للتطبيقات الخاصة بالنسبة للتصميم الخارجي للوحة (مثل النوع المفتوح او المغلق)، وجهود تشغيلها المقننة (جهد العزل المقنن وجهد التحمل الدفعي المقنن، الخ)، وتياراتها المقننة وترددها المقنن وعمرها الافتراضي وسعات القطع والوصل لها ومدى تحملها قصر الدائرة، الخ.

يجب حماية نبائط الفصل والتوصيل والمكونات التي لها قوة تحمل قصر دائرة و/او سعة قطع غير كافية لتحمل الاجهادات المحتمل حدوثها في موقع التركيب، بواسطة نبائط حماية مُحدة للتيار، مثل مصهرات او قواطع تيار. ويجب الاخذ في الاعتبار اقصى قيم يسمح بها صانع نبائط الفصل والتوصيل عند اختيار نبائط حماية مُحدة للتيار لتركيبها لحماية نبائط فصل وتوصيل مركبة داخليا من قبل في اللوحة، مع الاخذ في الاعتبار التنسيق بين النبائط المختلفة ,

يجب التنسيق بين نبائط ومكونات الفصل والتوصيل مع المواصفات المعنية المصرية او الكهروتقنية (IEC)، مثل التنسيق بين بادئات تشغيل المحركات الكهربائية مع نبائط الحماية ضد قصر الدائرة ,

نبائط الفصل والتوصيل والمكونات الموجودة بدائرة محدد جهد التحمل الدفعي لها بواسطة الصانع، يجب الا تُولد جهود فصل وتوصيل زائدة اعلى من جهد التحمل الدفعي المقنن للدائرة ويجب الا تتعرض لجهود فصل وتوصيل زائدة اعلى

من جهد التحمل الدفعي المقنن للدائرة. ويجب اخذ النقطة الاخيرة في الحسبان عند اختيار نبائط ومكونات فصل وتوصيل للاستخدام في دائرة معينة.

اختبار النبائط والمكونات القائمة بذاتها داخل اللوحة :-

غير مطلوب اجراء اختبارات الطراز او الاختبارات الروتينية على النبائط والمكونات القائمة بذاتها داخل اللوحة عندما يكون قد تم اختيارها طبقا للبند السابق وتركيبها طبقا لتعليمات الصانع.

اختبـارات الطراز :-

- التحقق من حدود الارتفاع في درجة الحرارة

عادة يتم اجراء الاختبار عند التيار المقنن طبقا للجدول السابق على ان تكون اجهزة اللوحة مركبة.

- قائمة بعمليات التحقق والاختبارات التي تُجرى على **TTA** و **PTTA** :

م	الخصائص التي يتم مراجعتها	TTA	PTTA
1	حدود ارتفاع درجة الحرارة	التحقق من حدود الارتفاع في درجة الحرارة بالاختبار (اختبار طراز)	التحقق من حدود ارتفاع درجة الحرارة بالاختبار او بالاستنتاج
2	خواص العزل الكهربي	التحقق من خواص العزل الكهربي بالاختبار (اختبار طراز)	التحقق من خواص العزل الكهربي بالاختبار و التحقق من مقاومة العزل
3	القدرة على تحمل قصر الدائرة	التحقق من القدرة على تحمل قصر الدائرة بالاختبار (اختبار طراز)	التحقق من القدرة على تحمل قصر الدائرة بالاختبار او بالاستنتاج من تجهيزات مشابهة مختبرة حسب الطراز
4	فعالية دائرة الحماية التوصيل الفعال بين الاجزاء الموصلة المكشوفة في اللوحة ودائرة الحماية	التحقق من التوصيل الفعال بين الاجزاء الموصلة المكشوفة في اللوحة ودائرة الحماية	التحقق من التوصيل الفعال بين الاجزاء الموصلة المكشوفة في اللوحة ودائرة الحماية
	قدرة دائرة الحماية على تحمل قصر الدائرة	التحقق من قدرة دائرة الحماية على تحمل قصر الدائرة بالاختبار (اختبار طراز)	التحقق من قدرة دائرة الحماية على تحمل قصر الدائرة بالاختبار او بالتصميم المناسب وتجهيز موصل الحماية (انظر الفقرة الاخيرة من 1/1/3/4/7)
5	الخلوصات ومسافات الزحف	التحقق من مسافات الزحف والخلوصات (اختبار طراز)	التحقق من الخلوصات ومسافات الزحف
6	التشغيل الميكانيكي	التحقق من التشغيل الميكانيكي (اختبار طراز)	التحقق من التشغيل الميكانيكي
7	درجة الحماية	التحقق من درجة الحماية (اختبار طراز)	التحقق من درجة الحماية
8	التوصيلات والتشغيل الكهربي	فحص اللوحة شاملا فحص التوصيلات واختبار التشغيل الكهربي في حالة الضرورة (اختبار روتيني)	فحص اللوحة شاملا فحص التوصيلات و اختبار التشغيل الكهربي في حالة الضرورة
9	العزل	اختبار العزل الكهربي (اختبار روتيني)	اختبار العزل الكهربي او التحقق من مقاومة العزل
10	اجراءات الحماية	مراجعة اجراءات الحماية والاستمرارية الكهربائية لدوائر الحماية (اختبار وتيني)	مراجعة اجراءات الحماية
11	مقاومة العزل الكهربي		التحقق من مقاومة العزل الا اذا لم يسبق اجراء الاختبارات

مكونات لوحات التوزيـع :

1- الهيكل الخارجي :-

وهو الحاوية التي تحتوي على جميع المكونات الداخلية للوحة وكانت تصنع قديماً من الخشب و مع مواكبة التطور الصناعي الهائل في صناعة لوحات التوزيع أصبح يصنع من الصاج الفولاذي بسمك يتراوح من (2 : 3) مم^2 , بأبعاد ومقاسات متنوعة على حسب التصميم وكذلك مساحة الموقع الذي ستركب به اللوحة وتلحم مع بعضها البعض أو تجمع بمسامير ربط ومزودة بأغطية جانبية على جانبي اللوحة والغطاء الخلفي يمكن أن يكون قطعة واحدة أو عدة قطع وتركب الأبواب الأمامية بمفصلات خاصة بحيث تسمح للأبواب بالفتح بزاوية 120 درجة على أن تزود الأبواب بجوانات مطاطية على الإطار الداخلي لتحقيق الحماية المطلوبة من دخول الأجسام الصلبة والسوائل , وتكون اللوحة مفتوحة من الاسفل لسهولة دخول و خروج الكابلات كما تزود اللوحة بقاعدة معدنية على طولها بسمك لا يقل عن 2 مم وبارتفاع حوالي 10 سم عن سطح الأرض ,

كما يجب تزويد أبواب اللوحات بكوالين حرة الحركة , ومن ثم بعد انتهاء مرحلة التصميم و التصنيع يتم دهان اللوحة بدهان يسمى "دهان إلكتروستاتيك" وذلك لمنع حدوث أي صعق كهربي سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة للأفراد المتواجدين بالموقع (مهندس – فني صيانة – مشغل) ,

ويتنوع التقسيم الداخلي لتوزيع المهمات الكهربية بداخل لوحات التوزيع بواسطة حواجز أو فواصل , !!

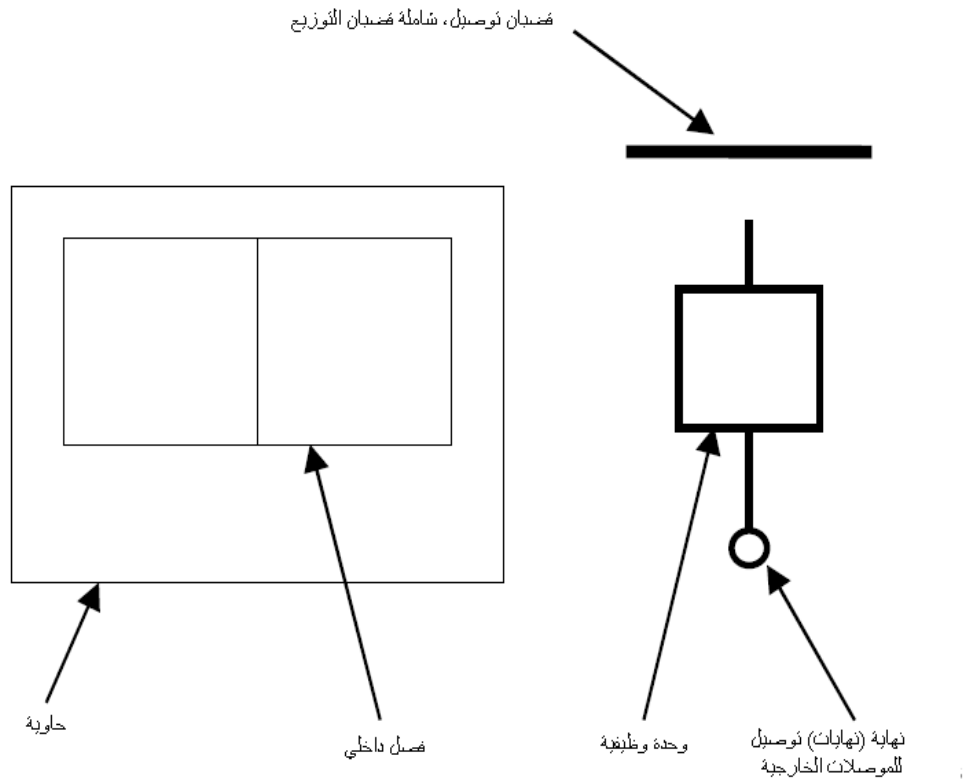
ويمكن تحقيق واحد أو أكثر من الشروط الآتية بتقسيم اللوحة باستخدام حواجز أو فواصل (معدنية أو غير معدنية) إلى أقسام منفصلة أو فراغات محمية مغلقة ,

- حماية من التلامس باجزاء خطرة خاصة بالوحدات الوظيفية المجاورة ويجب ألا تقل درجة الحماية عن IPXXB
- الحماية من مرور أجسام صلبة غريبة من وحدة من وحدات اللوحة إلى أخرى مجاورة ويجب ألا تقل درجة الحماية عن : IP2X.

ويكون ذلك على حسب الجدول التالي :-

معايير أساسية	معايير فرعية	شكل	
بدون فواصل داخلية		تكوين 1	1
فصل قضبان التوصيل عن الوحدات الوظيفية	نهايات توصيل لموصلات خارجية غير مفصولة عن قضبان التوصيل	تكوين 2أ	2A
	نهايات توصيل لموصلات خارجية مفصولة عن قضبان التوصيل	تكوين 2ب	2B
فصل قضبان التوصيل عن الوحدات الوظيفية وفصل جميع الوحدات الوظيفية عن بعضها. وفصل نهايات توصيل الموصلات الخارجية عن الوحدات الوظيفية، ولكن ليس عن تلك الخاصة بالوحدات الوظيفية الاخرى.	نهايات توصيل لموصلات خارجية غير مفصولة عن قضبان التوصيل	تكوين 3أ	3A
	نهايات توصيل لموصلات خارجية مفصولة عن قضبان التوصيل	تكوين 3ب	3B
فصل قضبان التوصيل عن جميع الوحدات الوظيفية وفصل جميع الوحدات الوظيفية عن بعضها. وفصل نهايات توصيل الموصلات الخارجية المصاحبة لوحدة وظيفية عن تلك التي لاي وحدة وظيفية اخرى وقضبان التوصيل.	نهايات توصيل لموصلات خارجية في نفس الحجرة مثل الوحدة الوظيفية المصاحبة	تكوين 4أ	4A
	نهايات توصيل لموصلات خارجية ليست في نفس الحجرة مثل الوحدات الوظيفية المصاحبة ولكنها في اماكن او مسافات محمية مغلقة مستقلة و منفصلة	تكوين 4ب	4B

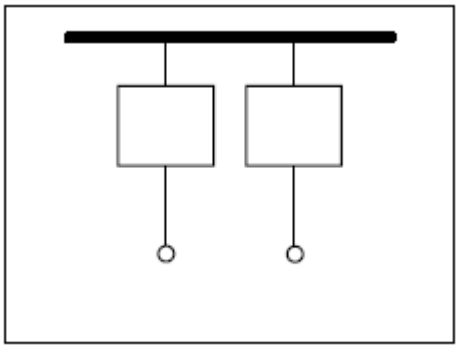
أشكال الفواصل الداخلية



1 There are several reasons for partitioning a switchboard:

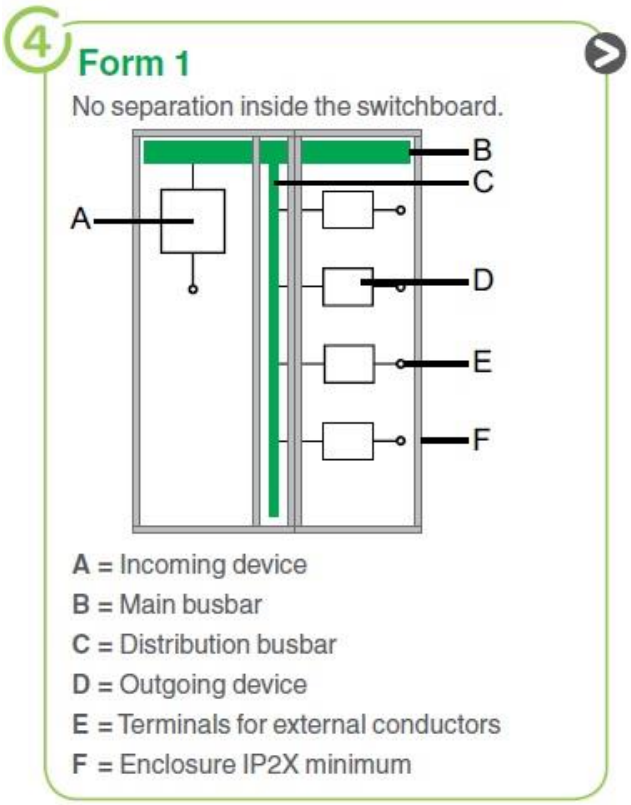
- protect persons against direct contact with dangerous parts. The minimum degree of protection must be IPXXB,
- protect the switchboard against the

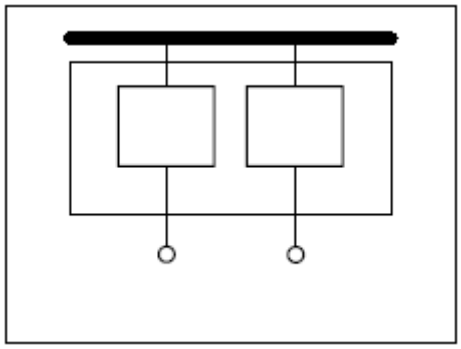
2 Partitioning rules are defined in standard IEC 61439-2. The definition of partitioning depends on conditions of use, maintenance and upgrade of the switchboard.
This definition is subject to agreement between the switchboard manufacturer



Formation 1 – 1 تكوين

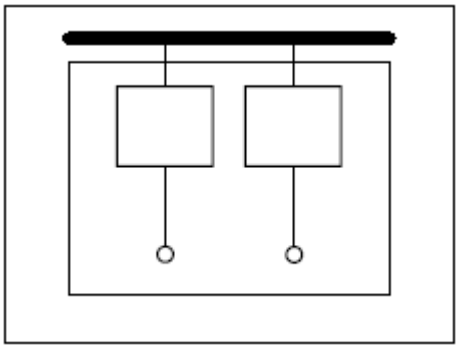
بدون فصل داخلي





تكوين 2ب – 2B

نهايات التوصيل مفصولة عن قضبان التوصيل



تكوين 2أ – 2A

نهايات التوصيل غير مفصولة عن قضبان التوصيل

تكوين 2 – Formation 2

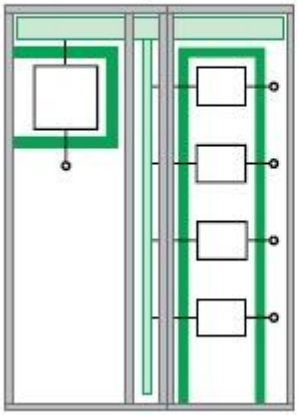
فصل قضبان التوصيل عن الوحدات الوظيفية

5 **Form 2**

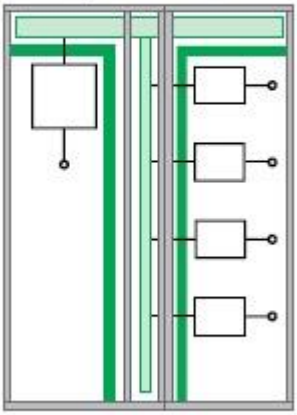
Separation of busbars and functional units inside the switchboard:

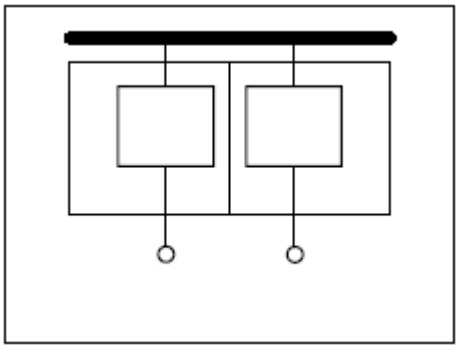
- protection of persons against contact with live parts upstream of outgoing devices,
- protection against ingress of solid foreign bodies.

Form 2a: terminals for external conductors are not separated from the busbars.

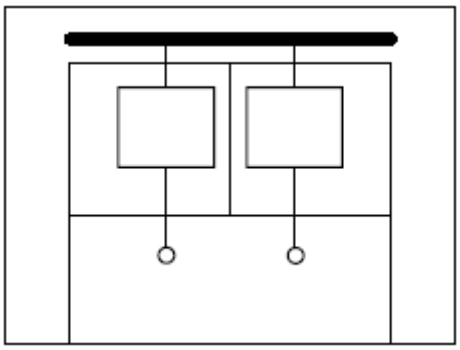


Form 2b: terminals for external conductors are separated from the busbars.





تكوين 3أ : 3A
نهايات توصيل غير مفصولة عن قضبات التوصيل



تكوين 3ب: 3B
نهايات توصيل مفصولة عن قضبات التوصيل

تكوين 3

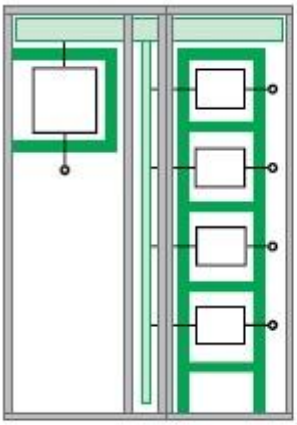
فصل قضبان التوصيل عن جميع الوحدات الوظيفية
+
فصل جميع الوحدات الوظيفية عن بعضها البعض
+
فصل نهايات توصيل خاصة بموصلات خارجية عن الوحدات الوظيفية، ولكن ليس عن تلك التي للوحدات الوظيفية الاخرى

6 **Form 3**

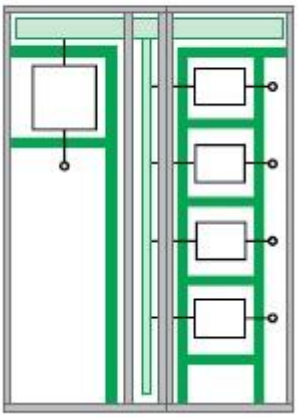
Form 2 + Separation inside the switchboard of all functional units:

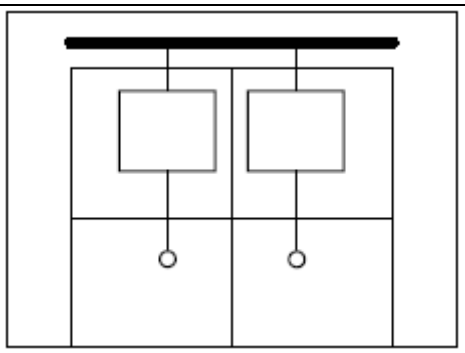
- protection of persons against contact with live parts upstream of outgoing devices,
- limitation of the risk of faults between each of the functional units (propagation of electric arcs).

Form 3a: terminals for external conductors are not separated from the busbars.

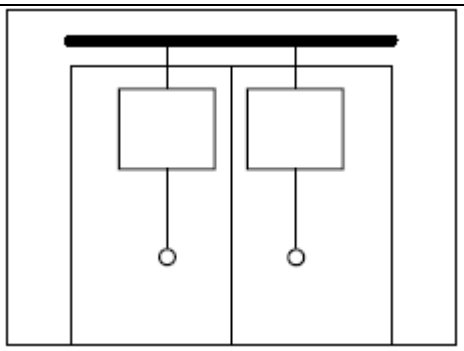


Form 3b: terminals for external conductors are separated from the busbars.





تكوين 4أ:
نهايات توصيل في نفس غرفة الوحدة الوظيفية المصاحبة



تكوين 4ب:
نهايات توصيل ليست في نفس غرفة الوحدة الوظيفية المصاحبة

تكوين 4

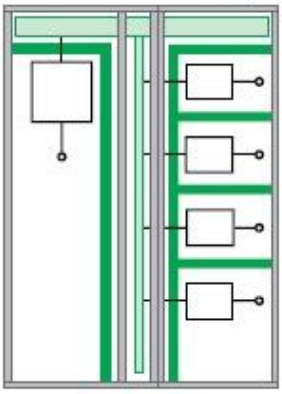
فصل قضبان التوصيل عن جميع الوحدات الوظيفية
+
فصل جميع الوحدات الوظيفية عن بعضها البعض
+
فصل نهايات توصيل خاصة بموصلات خارجية مصاحبة لوحدة وظيفية عن تلك التي لاي وحدة وظيفية وقضبان توصيل اخرى

Form 4

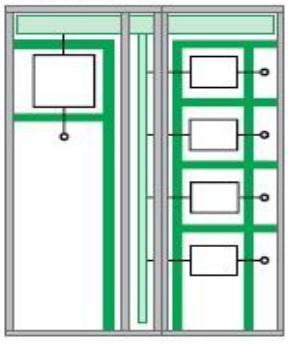
Form 3 + Separation inside the switchboard of terminals for external conductors that are an integral part of each functional unit:

- protection of persons against contact with live parts upstream of outgoing devices,
- limitation of the risk of faults between each of the functional units (propagation of electric arcs).

Form 4a: terminals for external conductors are in the same cubicle as the functional unit with which they are associated.



Form 4b: terminals for external conductors are not in the same cubicle as the functional unit with which they are associated, but in protected spaces or individual compartments that are separated and closed.

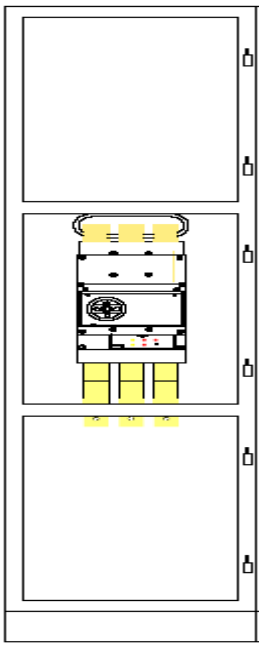


يجب أن تكون هذه اللوحات على شكل خلية مستقلة أو خلايا كهربية قابلة للتجميع مع بعضها البعض ويكون عدد الخلايا حسب القواطع التي ستركب ضمنها مع مراعاة عملية التوسعات المستقبلية .

فالقواطع الكهربية من سعة 800 أمبير فما أكثر يجب أن تركب ضمن خلية مستقلة , أما إذا كان القاطع سعة 630 أمبير وما دون ذلك يمكن أن يركب مع القواطع الفرعية في نفس الخلية ,

التقسيم الداخلي في اللوحات :

يجب ألا يقل التقسيم الداخلي للوحات التوزيع عن (Formation 2) :



خلايا التوزيع السعة لها أكبر من 800 أمبير :

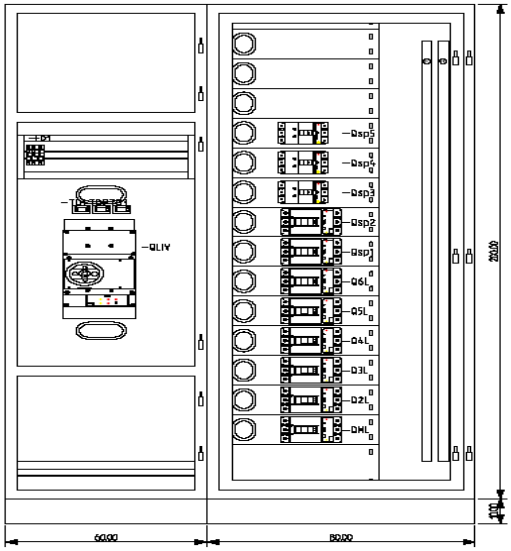
تقسم إلى ثلاث حجرات وكل حجرة من الثلاث حجرات مفصولة عن الأخرى داخليا بحيث :

1- تركب في الحجرة العلوية دائرة التحكم

2- تركب في الحجرة الوسطى قاطع التيار

3- يركب في الحجرة السفلية كابل التوصيل

خلايا التوزيع السعة لها أقل من 630 أمبير :



تركب القواطع بشكل أفقي على صفائح معدنية في القسم الامامي من اللوحة كما بالشكل الموضح ويمكن إظهار يد القواطع أو اخفائها وتركب القضبان على القواطع من الخلف بشكل شاقولي بحيث لا تظهر القضبان في حالة فتح باب اللوحة بحيث تحقق المواصفة (Form 2) لتحقيق الأمان في التشغيل والصيانة .

المواصفة الكهربية للوحات :

1- يجب أن تصنع وتجمع اللوحات وفقا للمواصفة العالمية IEC439

2- يجب تركيب جميع المهمات الكهربية الداخلية للوحات التوزيع بحيث نراعي الشروط والمواصفات الخاصة بالحماية الكهربية والميكانيكية التي تحافظ على الأفراد والمهمات والتي تضمن استمرارية التشغيل و السيطرة كلما أمكن على امكانية حدوث الأعطال بأنواعها المختلفة .

3- درجة الحماية للوحات (IP)

4- جهد التشغيل

5- جهد العزل لا يقل عن 1000 فولت

6- شدة سعة القطع للقواطع ومراعاة الترتيب (Coordination) للقواطع العمومية ثم الفرعية والتأكد من أن نظم الوقاية للفصل قد تم ترتيبها وضبطها لضمان فصل القاطع الأقرب لنقطة زيادة الحمل أو القصر أولاً ثم الذي يليه

7- عدد خطوط التغذية 5 خطوط (L1 – L2 – L3 – N - PE)

درجة الحماية للوحات التوزيع : (IP&IK)

Definition: The enclosure constitutes a supporting structure that provides protection of equipment against external influences and, protection against direct contact.

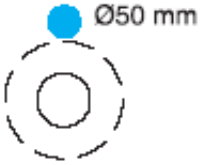
External influences:
- ingress of solid foreign bodies,
- ingress water and other liquids,
- mechanical impacts,
- solar radiation,
- humidity,
- corrosion ... etc

والمقصود هنا من (IP-Ingress protection) بدرجة الحماية من دخول الأجسام الصلبة والسوائل للوحات التوزيع

أما (IK) درجة الحماية من الصدمات الميكانيكية موضحا ذلك بالجداول التالية :

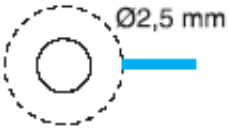
Degrees of protection against solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral

1 Protected against solid foreign objects larger than 50 mm

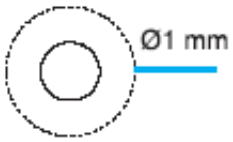


2 Protected against solid foreign objects larger than 12.5 mm

3 Protected against solid foreign objects larger than 2.5 mm

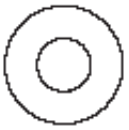


4 Protected against solid foreign objects larger than 1 mm



5 Protected against dust (dust protected)

6 Dust tight



Degrees of protection against ingress of water indicated by the second characteristic numeral

Against solid		Against liquid		Against mechanical striking	
IP	Testing	IP	Testing	IK	Testing
0	No protection	0	No protection	00	No protection
1	Can against exceed 50mm solid harm , eg . Suddenly touch with hand	1	Can against perpendicular drop	01-05	Striking 1 JOULE
2	Can against exceed 12mm solid harm , eg . Just like the size of finger	2	Can against directly spray , which under 15° with perpendicularity direction .	06	Striking 1 JOULE 500g 20cm
3	Can against exceed 2.5 mm solid harm , eg (small tool , thin wire)	3	Can against spray , which have 60° angle with perpendicularity direction .	07	Striking 2 JOULE 500g 40cm
4	Can against exceed 1mm solid harm , eg (small tool,thin wire)	4	Can against spray , which comes from different directions.	08	Striking 5 JOULE 1.7kg 29.5cm
5	Can against dust harm .	5	Can against low pressure spray , which comes from different directions .	09	Striking 10JOULE 5kg 20cm
6	Can against dust harm completely .	6	Can against high pressure spray , which comes from different directions	10	Striking 20JOULE 5kg 40cm
		7	15cm min 1m Can against effect when immerged from 15cm to 1m		
		8	1m Can against effect when existed pressure and immerged for long		

code IK: protection against mechanical shocks

code IK according to EN 50-102 (new designation)

code IK	shock energy
00	non-protected
01	0,15 joule
02	0,2 joule
03	0,35 joule
04	0,5 joule
05	0,7 joule
06	1 joule
07	2 joules
08	5 joules
09	10 joules
10	

additional letter (in option)
protection of people against access to dangerous parts

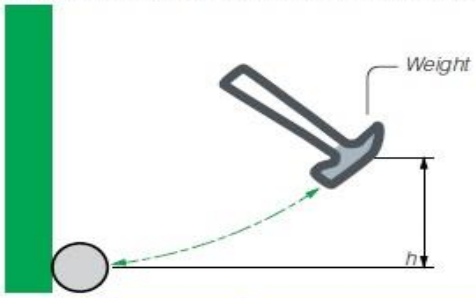
	designation
A	protected against access of the back of the hand
B	protected against access of a finger
C	protected against access of a tool - Ø 2,5 mm
D	protected against access of a tool - Ø 1 mm

additional letter (in option)
specific information on the product

	designation
H	high voltage material
M	movements during water test
S	stationary during water test
W	bad weather

1 International standard IEC 62262 defines an IK protection code as the ability of enclosures to resist external mechanical impacts on their entire surface.

Each code represents a value of the impact energy for a weight dropped from a height **h**.



IK Code	Impact energy	Correspondance	
	In joules	In grams	Dropped from a height of:
01	0.15	200	2.5 cm
02	0.23	200	10 cm
03	0.35	200	17.5 cm
04	0.5	200	25 cm
05	0.7	200	35 cm
06	1	300	20 cm
07	2	500	40 cm
08	5	1700	29.5 cm
09	10	5000	20 cm
10	20	5000	40 cm

قضبان التوزيع :-

ويعرف على أنه موصل ذو معاوقة منخفضة يمكن توصيل دوائر كهربائية عديدة منفصلة به
وتمثل قضبان التوزيع أهمية كبيرة بداخل لوحات التوزيع بحيث تكون متطابقة مع المواصفة IEC 439-1 وتكون ذات وثوقية عالية بحيث تحقق متطلبات الارتفاع الحراري وشدة تيار القصر لمدة ثانية واحدة وتصنع قضبان التوزيع من النحاس الالكتروليتي بنسبة نقاء عاليه جدا بمساحة مقطع موضحة بالجدول التالي ,

كما تحدد سعة قضبان التوزيع على حسب قيمة التيار المقنن للوحة التوزيع في حالة التشغيل العادي وكذلك حسب قيمة تيار القصر من حيث الأثر الحراري والميكانيكي وعند استخدام قضبان توزيع من مادة الألمونيوم يراعى الاعتبارات التالية في الشكل التالي :

Rated current Amp.	Busbare cross section
250	20x10
400	30x10
630	30x10
800	40x10
1000	50x10
1250	60x10
1600	2x50x10
2000	2x60x10
2500	2x80x10

1

Choice of aluminum bars

When choosing aluminum bars, special attention must be paid:

- to the quality of the aluminum, which must provide a trade-off between mechanical withstand and electrical conductivity: aluminum is more resistive and has a lower mechanical resistance than copper of similar dimensions,
- to the quality of the surface coating (tin-plating) that guarantees excellent electrical contact and corrosion resistance,
- to heat stresses: the maximum utilization temperature is lower than that of copper (90°C for bare aluminum, 105°C for tin-plated aluminum and 140°C for copper),
- connection constraints.

2

Power busbars must be sized to withstand heat and dynamic stresses resulting from short-circuit currents that do not exceed the value of the rated short-circuit current.

Electrodynamic stress withstand depends mainly on the following:

- the intensity of the default current,
- the shape and cross-section of the bars,
- their location in the switchboard,
- their fastening method.

كما يمكن استخدام الألمونيوم أو الألمونيوم المطلي بالنحاس في قضبان التوزيع وذلك على حسب تعليمات المصنع على أن يراعى في التصميم الفرق بين كل نوع في قيمة تحمل شدة التيار , ويتم توصيل القضبان باللوحات من خلال الوضع الأفقي أو الشاقولي على طول اللوحة وعبر الخلايا :

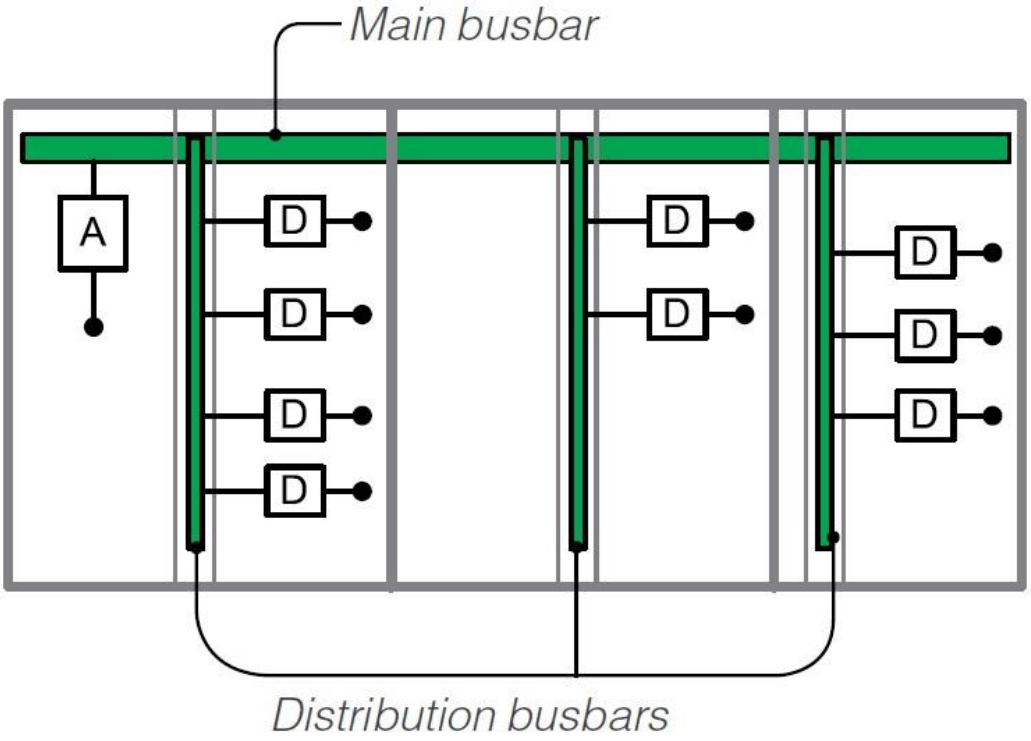
1- جميع الأوجه الرئيسية (L1 – L2 – L3) في أعلى اللوحة .

2- قضيب الأرضي (N) وقضيب التأريض (PE) بأسفل اللوحة .

ويختلف شكل مساحة مقطع قضبان التوزيع على أشكال هندسية مختلفة سواء مربع أو مستطيل أو دائري ويراعى هنا عند حساب مساحة المقطع اختلاف قانون المساحة من شكل لشكل آخر .

وعليه فقد اتفق على أنه الكثافة التيارية (Current ampacity) تؤخذ في التصميم لقضبان توزيع أقل من 3000 أمبير بقيمة (1.5) أمبير/مم^2 , ولقضبان توزيع أكبر من 3000 أمبير بقيمة (1) أمبير/مم^2

ومن هنا نقوم بتعريف الكثافة التيارية لقضبان التوزيع **وهي مقدار ما يتحمله كل 1 مم^2 من شدة تيار**



A: Incoming device
D: Outgoing device

3 Busbar manufacturers usually provide the information required for sizing power busbars. These figures must be used in calculating the cross-section of the busbar.

The busbar cross-section depends on:
- the rated current "**In**" to be conveyed in the busbar,
- the rated current of the short-circuit (permissible short-time withstand current): "**Icw**",
- the ambient temperature around the switchboard,
- the IP protection index of the enclosure,
- the rated diversity factor (RDF),
- the space reserved for future enhancements,
- the constraint defined by the trigger time of the protective device.

Caution: never under-size a busbar (risk of overheating).

Type of bars	Rated current In (A)											
	Ambient temperature around the switchboard											
	25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
Cross section/phase	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP > 31	IP ≤ 31	IP ≤ 31
1 bar 50 x 10 mm	1330	1220	1260	1160	1200	1080	1130	1010	1060	940	990	●
1 bar 60 x10 mm	1550	1400	1470	1320	1400	1250	1320	1160	1240	1070	1160	●
1 bar 80 x 10 mm	1990	1800	1890	1700	1800	1600	1700	1500	1600	1390	1500	●
2 bars 50 x 10 mm	2270	2090	2160	1980	2050	1850	1930	1740	1810	1610	1690	●
2 bars 60 x10 mm	2550	2270	2420	2140	2300	2000	2170	1870	2030	1720	1900	●
2 bars 80 x 10 mm	3110	2820	2970	2660	2820	2500	2660	2330	2500	2160	2330	●
2 bars 100 x 10 mm	3650	3280	3490	3100	3300	2900	3130	2720	2950	2510	2750	●

● Connection not possible because of the device's temperature operating restrictions.

Example: To ensure the transportation of a rated current In of 2300 A with an IP < 31 and an ambient temperature of 35°C around the switchboard, you must choose 2 bars with a cross-section of 60 x 10 mm for each phase. This table was calculated for a permissible short-circuit current of 85 kA/1s.

4 Generally, not all the devices connected to a busbar are used at full load or at the same time. It is therefore not necessary to size the busbar to transport the sum of rated currents of all the devices continuously.

The rated current "In" in the busbar must be calculated:
- by adding up the rated currents of all the connected devices,
- by multiplying the result by the diversity factor (RDF) defined by IEC 61439-1.

The value of the diversity factor depends on the number of devices connected to the busbar:

Number of devices	Diversity factor
2 and 3	0.9
4 and 5	0.8
6 to 9	0.7
10 +	0.6

Position of the busbar in the switchboard:

1. Always wear gloves when handling copper bars to prevent chemical deterioration resulting from contact with the skin (perspiration).

2. Install the bars edgewise when possible to favor heat dissipation by convection.
When the bars are installed flat, the permissible currents must be reduced (derating). Use the calculation elements defined for the edge bars by applying the derating coefficient recommended by the manufacturer.

Example

When using flat bars, e.g., derivations of incoming devices on busbars, Schneider Electric recommends a busbar derating of 0.8.
Under similar environmental and ambient temperature, two 80 x 5 mm bars may transport:
- up to 1600 A if the bars are edgewise,
- up to 1280 A (1600 x 0.8) if the bars are flat.

3. Install the main busbar preferably on the top of the switchboard.
If you install it at the bottom of the switchboard, you must take into account the fact that this position makes it heat the equipment located beneath it. Furthermore, for safety reasons, you must cover it to protect it from possible falls of metal objects

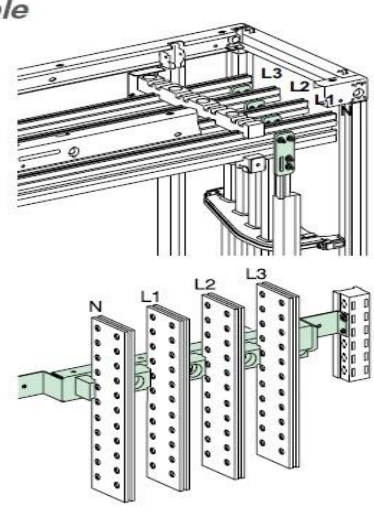
⚠ If it is installed in the middle of the switchboard, make sure that the manufacturers' guides authorize this type of assembly.

4. The order of the busbars is usually N, L1, L2 and L3:
- from the front to the rear of the switchboard,
- from the left to the right of the switchboard.

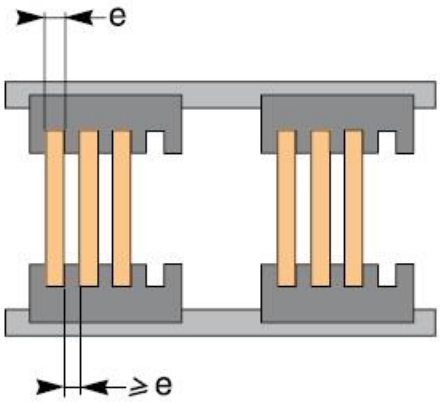
This order is not imposed by the standard. It is recommended for the following reasons:
- safety,
- ease of connection of switchgear,
- easier access to the Neutral bar.

At any event, follow the order recommended in the technical guides.
Whatever the order chosen, the bars must be marked.

Example



5 If the installation requires several bars per phase, leave enough space between them (at least the thickness of the bar) to enable optimum ventilation of the busbar.

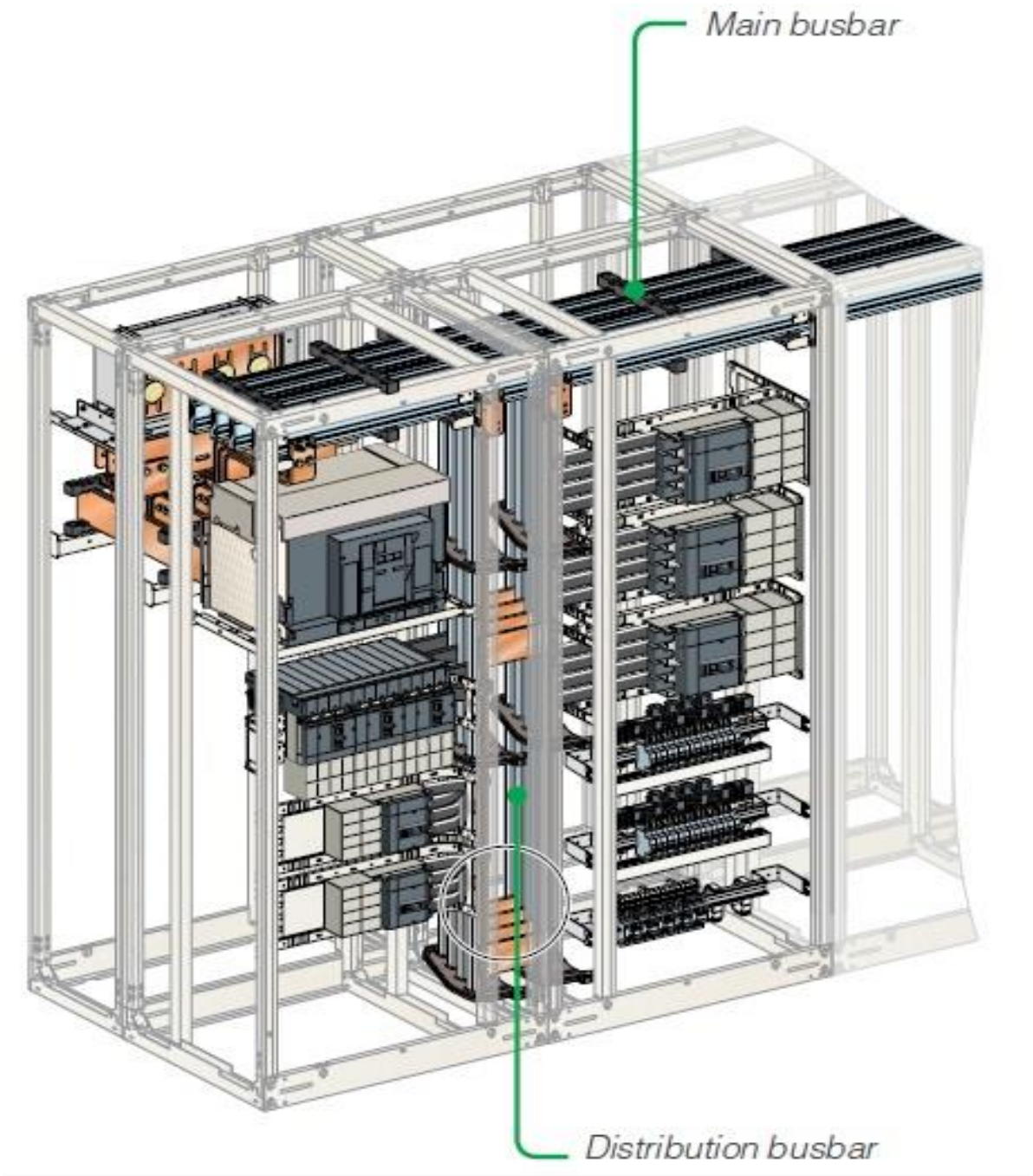


Depending on systems installation, other technical choices can be implemented. These were tested for validation.

6 Install the busbars (bare or insulated) in such a way as to eliminate all risk of short-circuits, in particular by complying with:

- clearances,
- creepage distances,
- the number of supports to install,
- the rules for securing these supports.

شكل مقطع في لوحة توزيع :



الظاهرة القشرية لمرور التيار الكهربى (Skin effect):-

عند مرور التيار المتردد في موصل ما فإنه يلاقي قوة دفع من الداخل إلى الخارج وتتوقف قيمة تلك القوة على قيمة تردد مصدر ذلك التيار .

Definition :

Skin effect is defined as the tendency of AC current to concentrate near the surface of a conductor.

The reason of this phenomenon

The skin effect is caused by the self-inductance of the conductor, which causes an increase in the inductive reactance at high frequencies.

The effect of this phenomenon:

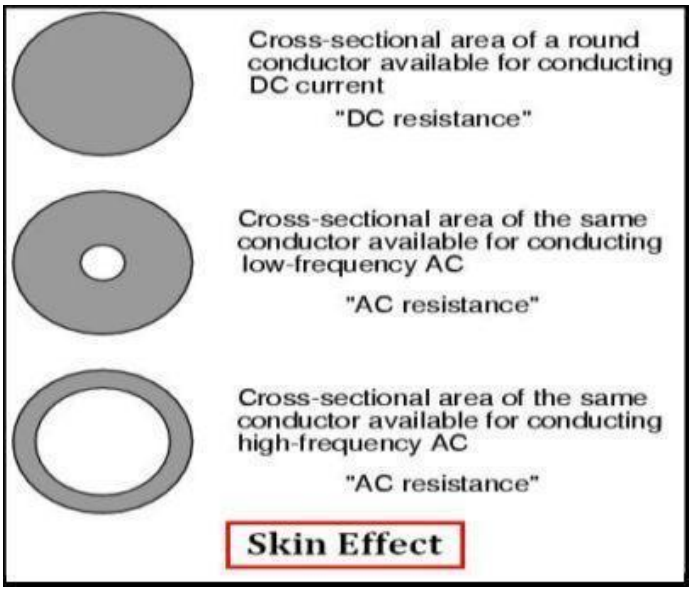
This effectively limits the cross-sectional conductor area available to carry alternating electron flow, increasing the resistance of that conductor.

Skin Effect depend on

1 - Frequency of the supply
Skin effect increase with the increase of frequency
2 -Area of conductor
Skin effect increase with the increase of area
3 -Shape of conductor
Skin effect is much smaller with stranded conductors than with solid conductors.

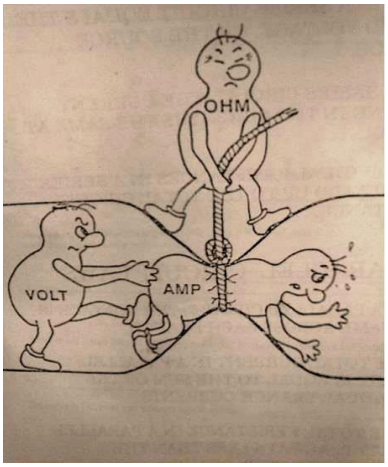
Note :

Skin Effect is absent in Direct Current DC .



قانون المقاومة الداخلية :

$$R = \rho \times L / a$$



Hence :

R : resistor of busbar Ω

ρ : specific resistor of conducting material Ω.mm^2/M

L : length of busbar M

a : cross sectional area of busbar mm^2

خواص النحاس والألمونيوم :

النحاس : معدن الوزن النوعي له 3.7 جم/سم^3 , ودرجة انصهاره 658° تبلغ مقاومة اجهاد الشد من 90 إلى 120 نيوتن /مم^2 , يسهل تشكيله بالحدادة والدرفلة والسحب ويمكن تشغيله بالقطع ولحامه ويستخدم في الكابلات والأسلاك وملفات المحركات .

الألمونيوم : معدن ثقيل الوزن النوعي له 8.94 جم/سم^3 , ودرجة انصهاره 1083° تبلغ مقاومة اجهاد الشد حتى 250 نيوتن /مم^2 , يسهل تشكيله بالحدادة والدرفلة والسحب ويمكن تشغيله بالقطع والصب ولحامه ويستخدم في الكابلات والخطوط الهوائية لخفة وزنه وأقل ثمنا من النحاس.

Equipotential bonding - التربيط أو التجميع متساوي الجهد

PE protective conductor:

Each switchboard must include equipotential bonding to protect persons and property against the effects of an electric shock (for instance, after a clearance fault).

This bonding is achieved through a protective conductor (PE/PEN) that connects all the switchboard conductive parts to the building's earth terminal.

The following must be connected to the protective conductor (PE/PEN):

- all the switchboard conductive parts,
- the earth conductors of incoming and outgoing cables,
- the secondary circuit of current transformers.

1 **The PE protective conductor** contributes to bringing all the switchboard conductive parts to the same potential.

It must be sufficiently sized and secured in the switchboard to withstand heat and electrodynamics stresses generated by a fault current of a duration of between 0.2 s and 5 s.

IEC 61439-1 standard gives a method for calculating the cross-section of the PE conductor:

$$S_p = \sqrt{I^2 t}/k$$

Where:

- S_p: is the cross-section of the PE conductor in mm^2
- **I:** is the effective value of the phase-to-earth fault current = 60 % of the phase-to-phase fault current
- **t:** duration of the fault current in seconds
- **k:** a factor depending on the protective conductor material.

Example: k = 143 for a PVC-insulated copper conductor.

Example

Schneider Electric proposes a table for choosing the PE derived from the formula provided by the standard:

Icw (kA eff/1 s)	Profil Linergy Permissible current	Flat bar cross-section
< 40	630 A	25 x 5 mm
40 < Icw < 85	800 A	50 x 5 mm

Icw = permissible short-time rated current

In addition to the calculation method, type tests are conducted to ensure the performance of the protective conductor.

2 The cross-section of the PE conductor must be constant throughout the switchboard, in particular from one column to the next.In the case of a switchboard made up of several columns, all the PE busbars must be connected to each other (fish plates, bolts, etc.).

Caution: the cross-section of the fish plates must be at least equal to that of the PE conductor.

3 The PE conductor must never include an insulating device.

The PE conductor must:

- be easily accessed to facilitate factory and on-site connections,
- be as close as possible to the connection pads of incoming and outgoing devices,
- be identified by visible marking in the middle and at both ends,
- be protected against possible deterioration (mechanical, chemical, etc.),
- not hamper the installation or the laying of client connection cables.

Example

The protective conductor is clearly identified by a label (PE) and yellow-green marking.

3 To avoid deformations arising from a short-circuit, secure the PE conductor to the frame by applying the same rules as those defined for busbars.

4 Make sure that the electrical continuity of the PE conductor is constant throughout the switchboard, in particular from one column to the next.

5 In the event of a corrosive environment, protect the copper of the PE conductor with the appropriate coating (nickel-plated bar, for example).

PEN protective conductor:

1 **The PEN protective conductor** is a live conductor that acts both as a PE conductor (earthing) and a neutral conductor. It must be sized as for a neutral conductor.

Its cross-section depends on that of the switchboard's power supply conductors:

- **for single-phase or three-phase circuits with a copper cross-section of Ø 16 mm²**, the cross-section must be equal to the phase conductor cross-section.
- **for three-phase circuits with a copper cross-section higher than Ø 16 mm²**, the cross-section is equal to the phase conductor cross-section Nevertheless, this diameter may be less, on condition that:
  - the current likely to flow through the neutral under normal operating conditions is lower than the permissible current in the conductor,
  - the power of the single-phase loads does not exceed 10 % of total power.

2 The cross-section of the PEN conductor must be constant throughout the switchboard, in particular from one column to the next.

1 The PEN conductor is usually produced using a flat copper bar.

To facilitate circulation in the switchboard (e.g., for large bar cross-sections), the PEN conductor may be installed in place of the neutral.

It is usually installed in the cable compartment to facilitate the connection of incoming and outgoing devices.

2 The PEN conductor must:

- be easily accessed to facilitate factory and on-site connections,
- be as close as possible to the connection pads of incoming and outgoing devices,
- be identified by visible marking in the middle and at both ends,
- be protected against possible deterioration (mechanical, chemical, etc.).

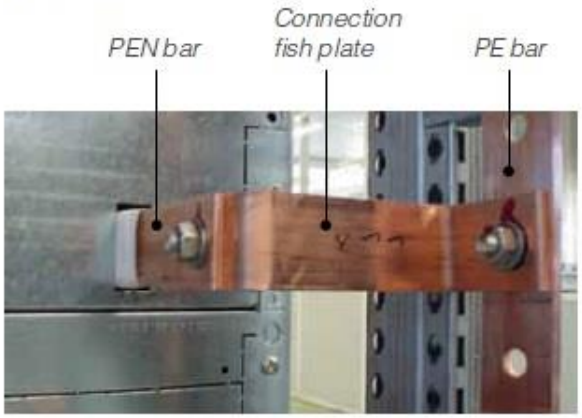
3 There are additional requirements for PEN conductors:

- their cross-section must be at least 10 mm^2 for copper and 16 mm^2 for aluminum,
- its cross-section may not be lower than the one required for a neutral conductor,
- there is no obligation to insulate it from conductive parts (except on premises where there is a risk of fire or explosion as a result of possible sparks),
- structural parts must not be used as PEN conductors,
- at the entry to the switchboard, the PEN conductor connection point must be near the connection pads of incoming devices,
- the transition from a TN-C to a TN-S earthing system must be made at a single point in the switchboard, via a marked neutral disconnection bar, accessible and removable to facilitate fault loop impedance measurements,
- it is prohibited to recreate a TN-C system from the point of transition to a TN-S system.

4 It is recommended to install the PEN conductor on insulators to avoid all current leakages from the frame.

In this case, you must connect it to the PE conductor with a removable fish plate (using a special tool) that can be accessed only by authorized personnel.

Example



Tip

If the PEN conductor is not insulated, it becomes a PE conductor.

- العوازل :

المواد العازلة هى مواد غير معدنية ذات مقاومة كبيرة لمرور التيار الكهربي في الظروف العادية وليس بها أي الكترونات حرة وهذه المواد تختلف فيما بينها من حيث مقاومتها لمرور التيار الكهربي فلكل مادة عازلة مقاومة نوعية خاصة بها كما تعتمد قوة العزل على مقاومتها لعوامل كثيرة تفقد هذه المواد قوة العزل مثل الخشب كمادة عازلة تفقد خواصها عندما تمتص الرطوبة .

الخواص الكهربية للمادة العازلة :-

1- المقاومة الحجمية النوعية :

قدرة المادة على مقاومة سريان التيار الكهربي في كل حجمها وتتراوح قيمتها في المواد العازلة ما بين (10^{10} أوم.سم : 10^{20} أوم.سم) .

2- المقاومة السطحية النوعية :

قدرة المادة العازلة على مقاومة سريان تيار التسرب في نطاق سطحها وتقاس بالأوم .

3- المتانة الكهربية :

الجهد الذي يكسر المادة العازلة كهربيا لكل وحدة "مم" من سمك المادة وتسمى عملية الكسر بانهيار المادة العازلة .

المتانة الكهربية = جهد انهيار المادة العازلة / سمك المادة العازلة " ك.ف / مم "

وتتوقف المتانة الكهربية لأي مادة عازلة على :-

1- سمك الوسط العازل
2- درجة حرارة الوسط العازل
3- حالة الجهد المستخدم (تيار متردد – تيار مستمر)
4- مدى تأثير الجهد على الوسط العازل

أنواع انهيار المادة العازلة :

1- انهيار كهربي : نتيجة التأثير المباشر للمجال الكهربي على الأيونات الموجودة في المادة العازلة فتكسب هذه الأيونات سرعة عالية جدا لدرجة أنها تؤين جزيئات المادة العازلة وتحولها إلى أيونات تؤدي لمرور تيار يؤدي لانهيار العزل .

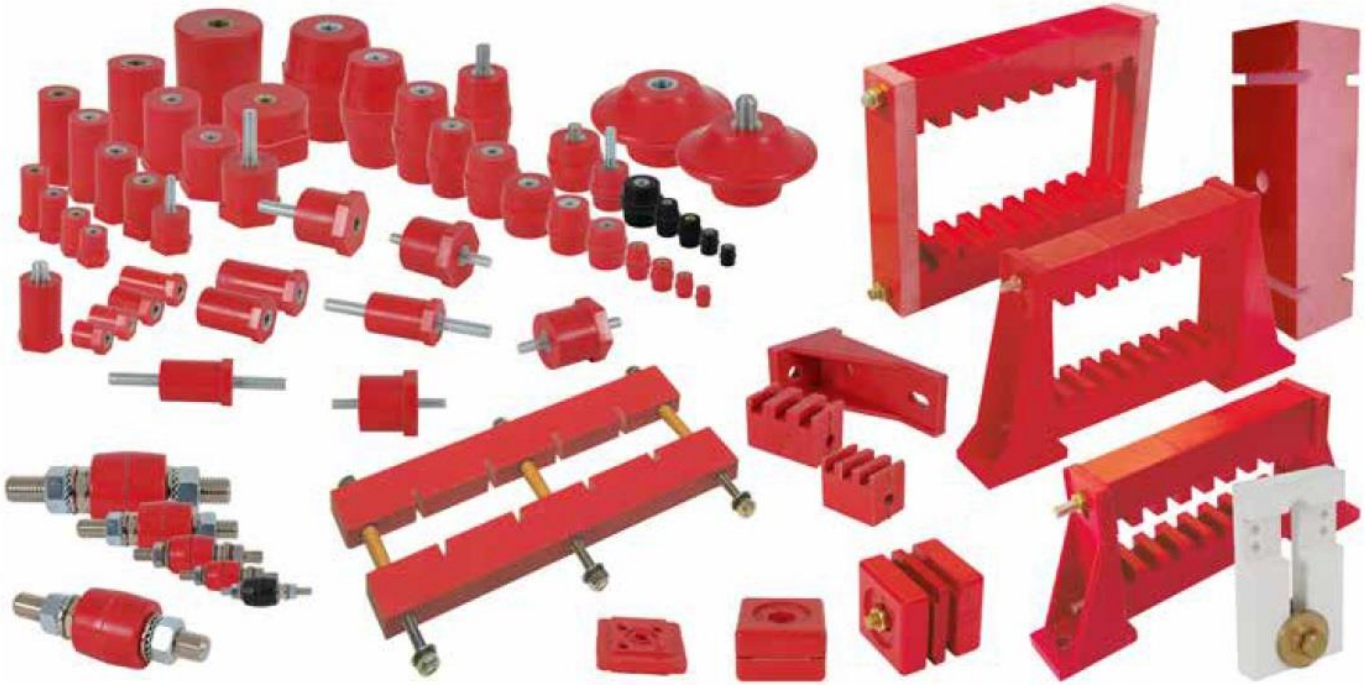
2- انهيار حراري : عبارة عن تهشم المادة العازلة حيث أن المعامل الحراري للمواد العازلة الصلبة سالبا أي بارتفاع درجة الحرارة تقل مقاومة المواد العازلة الصلبة .

الدعامات Supports :

تستخدم الدعامات لتثبيت القضبان النحاسية وتستخدم أيضا كعازل لا يقل عن العوازل الاساسية من حيث قوة عزله وأيضا كتقسيم جيد بين القضبان النحاسية حتى نضبط المسافة بينها ليتساوى الفاصل بينها بحيث يساوي 1.8 سم وتكون مستقيمة .

والمواصفة العالمية تبين المسافة بين كل دعامة والأخرى تتراوح من 55 سم الى 70 سم حتى لا يحدث تأرجح بين القضبان النحاسية , ومن المواصفات القياسية للعوازل ان تتحمل درجة الحرارة العالية عند مرور تيار كبير

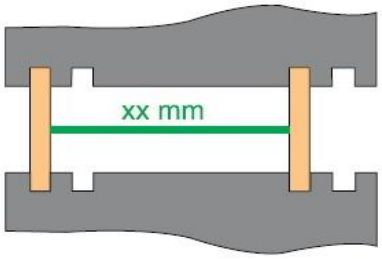
وسوف نشاهد بعض الصور كالتالي :-



Clearances and creepage distances :

Theory

1 IEC 61439-1 standard defines the requirements applicable to clearances inside a switchboard. These requirements are based on the principles of IEC 60664-1 standard and enable the coordination of clearance inside the switchboard.
Clearance is the shortest distance in the air:
- between two live conductors,
- between a live conductor and the ground.



2 The standard provides a table giving the minimum clearance to comply with in order to observe the rated impulse withstand voltage Uimp declared by the manufacturer for a circuit.

The values given in the table are established according to non- homogeneous electrical fields and a pollution degree of 3 (the most unfavorable conditions). These ensure that impulse voltages can be withstood in an altitude range of 0 to 2000 m.

Rated impulse withstand voltage Uimp (kV)	Minimum clearance (mm)
< 2.5	1.5
4.0	3.0
6.5	5.5
8.0	8.0
12.0	14.0

Interpretation of the table:

- since a power busbar has a rated clearance voltage Ui of 1000 V, the declared rated impulse withstand voltage Uimp is 12 kV. The clearance must therefore be at least 14 mm,
- since a splitter has a rated clearance voltage Ui of 750 V, the declared rated impulse withstand voltage Uimp is 8 kV.

The clearance must therefore be at least 8 mm.

الخلوصات ومسافات الزحف والمسافات العازلة

يجب ان يكون للاجهزة التي تُكون جزء من اللوحة مسافات متطابقة مع متطلبات توصيفها الخاصة ويجب ان يتم الحفاظ على هذه المسافات في ظروف التشغيل العادية.

وعند ترتيب الاجهزة داخل اللوحة، فانه يجب التطابق مع مسافات الزحف والخلوصات الموصفة او جهود التحمل الدفعية المقننة (U_{imp}) ، ماخوذا في الاعتبار ظروف التشغيل المعنية.

بالنسبة للموصلات المكشوفة المكهربة ونهايات التوصيل (مثل قضبان التوصيل والوصلات بين الاجهزة ونهايات الكابلات)، فان مسافات الزحف والخلوصات او جهود التحمل الدفعية يجب ان تتطابق على الاقل مع تلك الموصفة للاجهزة المتصلة بها مباشرة.

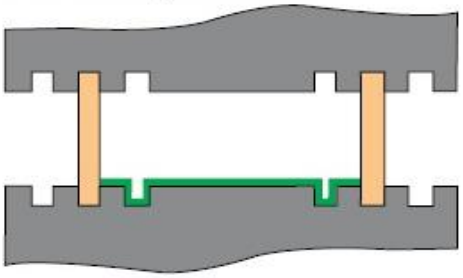
وبالاضافة الى ذلك، فيجب الا تقل بصورة دائمة الخلوصات او متانة العزل بين قضبان التوصيل والتوصيلات ما عدا الكابلات عن القيم الموصفة للاجهزة المتصلة بها مباشرة تحت ظروف تشغيل غير عادية مثل قصر الدائرة.

3 IEC 61439-1 standard defines the requirements applicable to creepage distances inside a switchboard.

These requirements are based on the principles of IEC 60664-1 standard and enable the coordination of clearance inside the switchboard.

The creepage distance is the shortest distance along the surface of an insulation between:

- two live conductors,
- between a live conductor and the bounding surface.

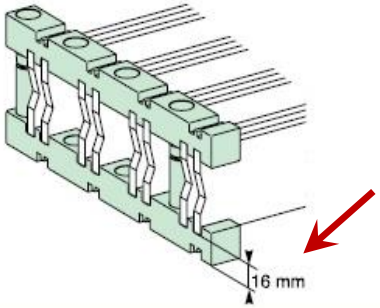


The standard defines creepage depending on:

- the rated clearance voltage Ui of the table,
- the type of insulating material (which defines the material group),
- the degree of pollution in the environment.

Example

The tracking resistance index (IRC) of the material is 175 V. The material group is therefore IIIA. For a pollution degree 2, the standard recommends a creepage of at least 16 mm for a rated clearance voltage of up to 1600 V.



Rated clearance voltage Ui (V)	Degree of pollution	Minimum creepage (mm) 1	2			3			
	Material group	I	I	II	IIIa and IIIb	I	II	IIIa	IIIb
32		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
800		2.4	4	5.6	8	10	11	12.5	
1000		3.2	5	4.1	10	12.5	14	16	
1250		4.2	6.3	9	12.5	16	18	20	
1600		5.6	8	11	16	20	22	25	

POLYGLASS LOW VOLTAGE INSULATORS

Polyester insulator are in conformity with directive 2006/95/EC (Electrical equipment designed for use within certain voltage limits), with voltage rating with between (50 v and 1000 v) for AC , (75 v and 1500 v) for DC .

Our polyester insulators are molded of under writes Laboratories incorporated recognized flame-resistant fiberglass-reinforced polyester molding compound.

Made in polyglass polyester material reinforced with fiberglass, red color the DB/P insulators types, absolutely unbreakable, with high mechanical and electrical characteristics.

Standoff Spacing insulator

Spacing insulator

Pole support for Busbar (PSB)

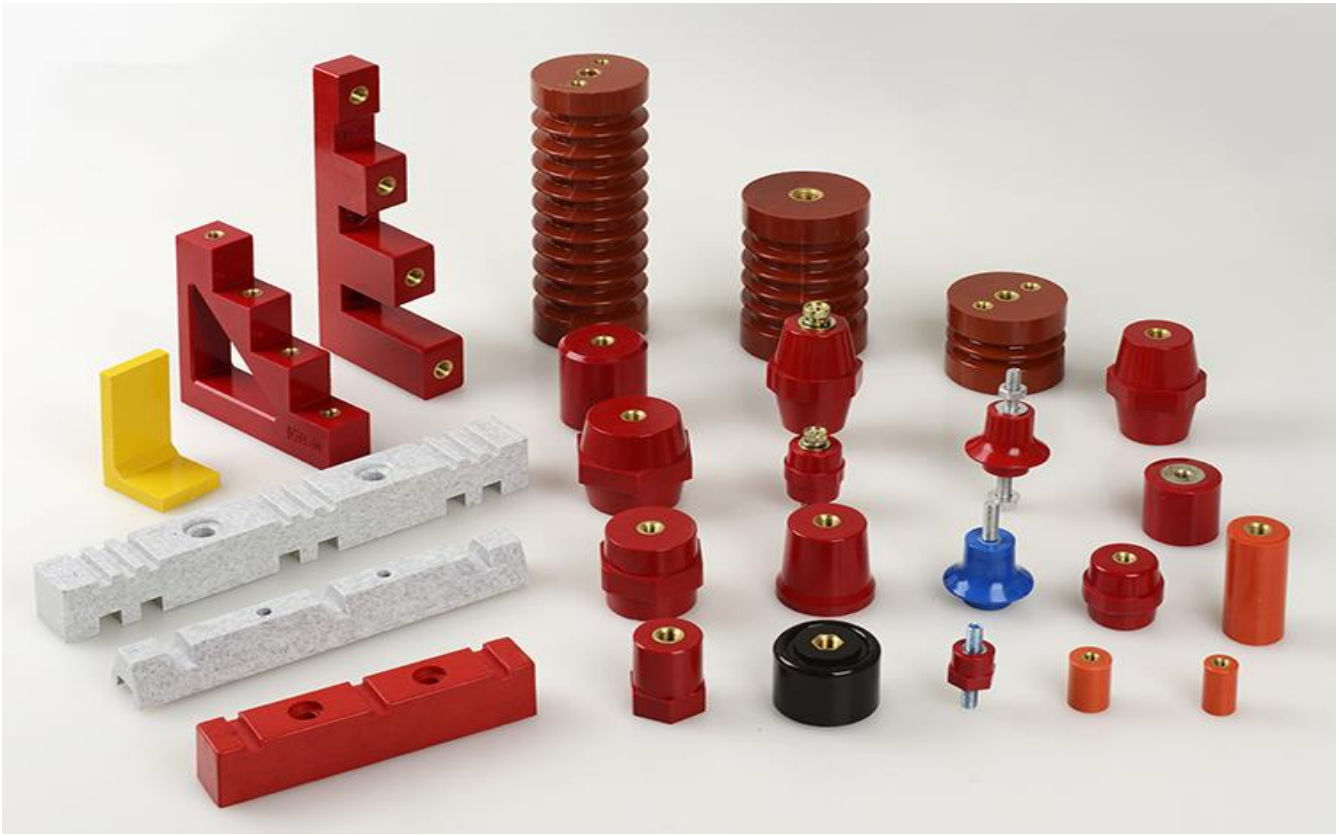
Passing or Bushing insulator

Male rods

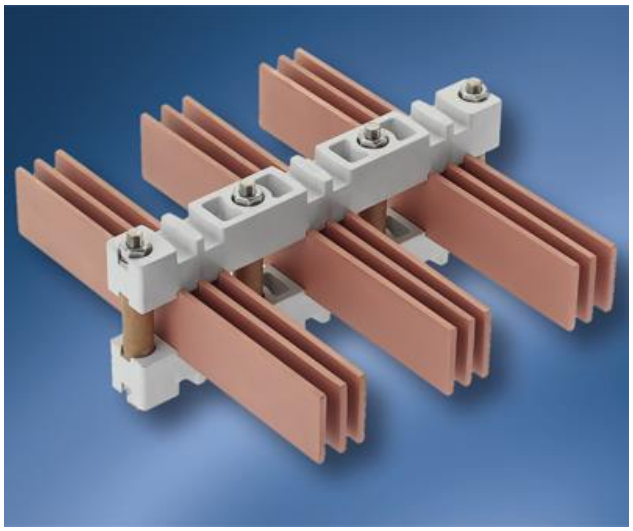
Spacing insulators :

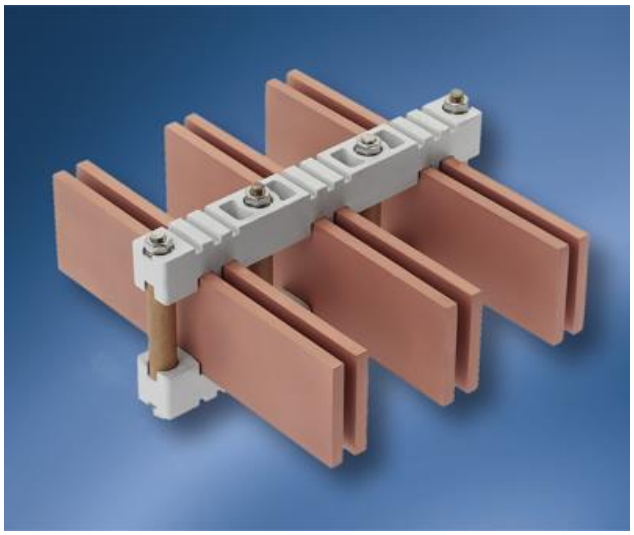
Petticoat spacing insulators:

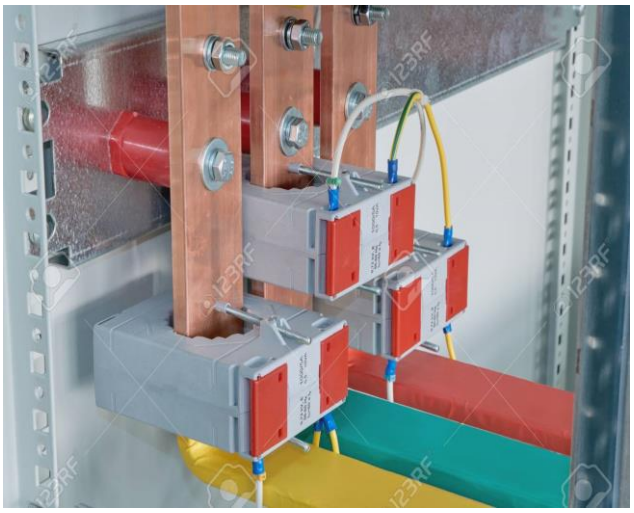
These insulators are used in humid and dusty ambient as the particular bell shape helps moisture runaway and prevents dust build-up, The particular shape permits to have a creepage distance which satisfies the operating.



Examples :







EPOXY RESIN LOW VOLTAGE INSULATORS

For low voltage , made of polymeric epoxy resin of brown color for indoor use on request with 1 or 2 male connections, conform with "IEC 273 - IEC 660".

Cylindrical Spacing insulator

The European union directive 2002/95/EC concerning the restriction of certain hazardous substances (RoHS) allows copper alloys such as brass to contain up to 4% Lead. The brass inserts in the insulators referenced are manufactured containing less than 4% Lead and therefore meets "European union (RoHS) directive".

Standoff Spacing insulator

Potential or voltage transformer (P.T) or (V.T) – Current transformer

محولات الجهد و محولات التيار

محولات أجهزة (القياس والحماية)

الغرض من محولات الجهد والتيار :

1- تخفيض قيمة الجهد والتيار إلى قيم مناسبة يمكن قياسها بأجهزة القياس أو الوقاية

2- عزل الدوائر الموجودة في الجانب الثانوي سواء أجهزة (قياس – وقاية) عن الجانب الابتدائي ذي الجهود والتيارات العالية .

3- استخدام قيم قياسية للجهد / للتيار للأجهزة الموجودة في الجانب الثانوي .

محولات الجهد V.T :-

توصل محولات الجهد على التوازي وتقوم محولات الجهد بتخفيض الجهد إلى (100 - 110) فولت لتغذية :

أجهزة القياس مثل : (العدادات – جهاز قياس القدرة الفعالة - القدرة الغير فعالة - القدرة الظاهرية - الخ)

أجهزة الحماية مثل : جهاز الوقاية من (ارتفاع وانخفاض الجهد - القصر - الخ)

لابد من أن يكون الفقد في الجهد أقل ما يمكن على الجانب الثانوي ويجب أن تكون نقطة التشغيل لها بعيدة قدر الإمكان عن منطقة التشبع للقلب الحديدي , وتعمل محولات الجهد تقريبا عند اللاحمل وتوضع على أطراف الابتدائي الجهد المراد قياسه وعلى أطراف الثانوي جهاز القياس أو جهاز الحماية ونسبة التحويل لها :

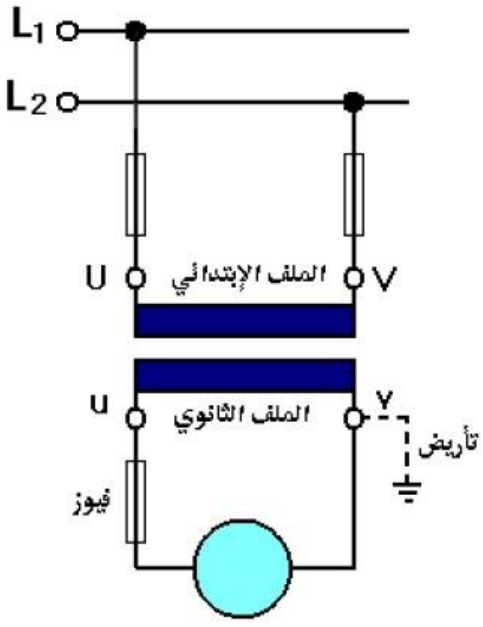
$$K = N1 / N2$$

التركيب :

يتركب من (قلب حديدي – ملف ابتدائي – ملف ثانوي)

حيث يمثل القلب الحديدي الدائرة المغناطيسية

ويمثل الملفين الابتدائي والثانوي بالدائرة الكهربية



جهاز (حماية / قياس)

المواصفات الخاصة بمحولات الجهد :

1- الجهد المقنن : على الجانب الابتدائي مثل الجهد (11) ك.فولت

2- مستويات الجهد : ويقصد بها الجانب الثانوي (12 – 24 – 100 – 110) فولت

3- جهد الإنهيار : وهى أقصى قيمة يتحملها المحول بصورة مؤقتة و لحظية وذلك عند الأعطال

4- نسبة التحويل : **K = N1 /N2**

5- درجة الدقة : وهى توصف نسبة الخطأ في قراءة محول الجهد من حيث المقدار والزاوية وبالتالي تحدد هل المحول مناسب للاستخدام مع جهاز قياس أم جهاز تحكم وأهم درجات الدقة القياسية لأجهزة القياس (0.1 - 0.2 - 0.5 - 1 - 3) أما المستخدمة مع أجهزة الوقاية (3P – 5P) .

محولات التيار C.T :-

الغرض من محول التيار تغذية أجهزة القياس أو الحماية بتيار صغير تتناسب قيمته مع التيار الاصلي المار في الدائرة ويفضل دائما أن تكون قيمة التيار في الجانب الثانوي في حدود من (1 – 5) أمبير في الأحوال الطبيعية من خلال نسب التحويل القياسية التالية : (5/100 – 5/200 – 5/300 ..... حتى 1/3000) ويوصل محول التيار على التوالي بالدائرة

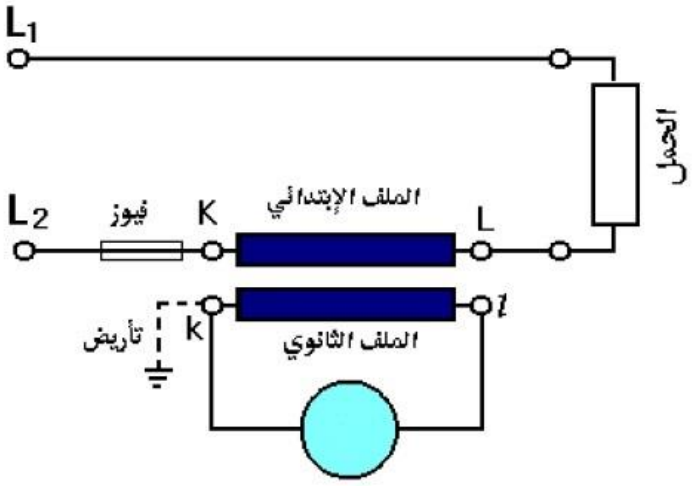
التركيب :

يتركب من (قلب حديدي – ملف ابتدائي – ملف ثانوي)

حيث يمثل القلب الحديدي الدائرة المغناطيسية

ويمثل الملفين الابتدائي والثانوي بالدائرة الكهربية

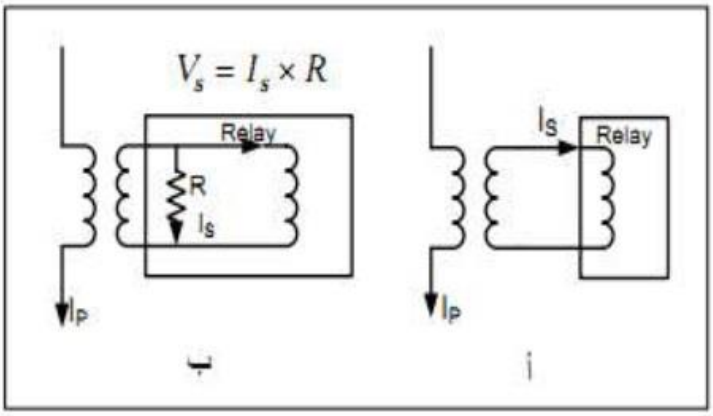
الملف الابتدائي عبارة عن موصل ذو مساحة مقطع كبير وعدد لفات قليل ويتصل بالتوالي في الدائرة والملف الثانوي عبارة موصل ذو مساحة مقطع صغيرة بعدد لفات كبيرو كلما كانت المقاومة والممانعة لمحول التيار أقل ما يمكن كلما كبرت درجة الدقة لمحول التيار .



جهاز (حماية / قياس)

كيف يتم توصيل محولات التيار مع أجهزة الوقايه ؟

فى بعض الأحيان يتم توصيل الملف الثانوى مباشرة إلى الـ Relay ؛ بمعنى إستخدام تيار الملف الثانوى ليمر مباشرة فى ملف جهاز الوقايه كما فى الشكل 2-4 أ ، وفى أحيان أخرى يتم توصيل مقاومه صغيره جدا بين طرفى الملف الثانوى – تصل إلى جزء من عشرة من الأوم – وينشأعليها جهد يتناسب مع التيار المار فى الملف الثانوى للـ CT ، كما فى الشكل 2-4 ب . وهذا الأسلوب يستخدم غالبا مع أجهزة الوقايه الرقميه والتى تحتاج إلى تحويل التيار إلى جهد تمهيدا لتحويله إلى Digital Numbers بواسطة A/D Converter .



شكل 2-4 توصيل محولات التيار مع أجهزة الوقاية

ما هى نظرية عمل محول التيار ؟

يتم توصيل طرفى الملف الإبتدائى لمحول التيار على التوالى مع الدائره المراد قياس تيارها ، فى حين يوصل جهاز القياس / الوقايه بين طرفى الملف الثانوى محول التيار .

ومن المعروف أن تيار الثانوى يتناسب مع تيار الإبتدائى طبقا للنظريه العامه للمحولات يعنى أن :

$$I_P = I_S \times \frac{N_S}{N_P} = I_S \times N$$

حيث N هى النسبه بين عدد لفات الملف الثانوى إلى عدد لفات الملف الإبتدائى وتعرف بـ Turns Ratio

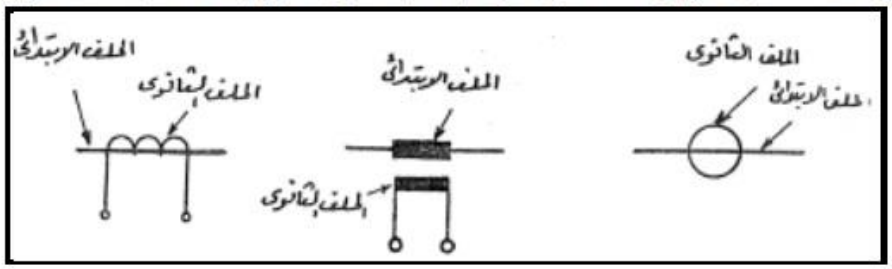
وعند توصيل محول التيار إلى جهاز ما للقياس أو الوقايه له معاوقه ZB ، فإن التيار المار فى الملف الإبتدائى سوف ينشأ فيضا مغناطيسيا سوف ينتج عنه ظهور جهد e.m.f بين طرفى الثانوى ويرمز له بالرمز Es ، وهو الذى يتسبب فى مرور تيار Is كما فى الشكل 2-6 وبالتالى يظهر على طرفى جهاز الوقايه / القياس جهد قدره Vo/p يساوى

$$V_{o/p} = I_S Z_B = E_S - I_S R_{CT}$$

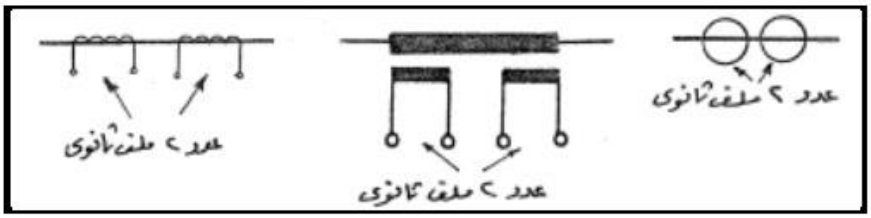
حيث تمثل RCT المقاومه المكافئه لمحول التيار المستخدم وقد يضاف لها مقاومة أسلاك التوصيل RL

طريقة تمثيل محول التيار :

كما ذكنا يتكوم محول التيار من ملف إبتدائى وملف ثانوى وقلب حديدى وبالتالى يمكن تمثيله كما فلى الشكل التالى



يمكن أن يحتوى محول التيار على أكثر من ملف ثانوى كما يبين الشكل التالى محول تيار يحتوى على ملفين ثانويين



وتكتب بياناته كالآتى

نسبة التحويل	=	100 /5	/5	A
القدرة	=	15	30	VA
درجة الدقة	=	0.5	5p 20	

معنى ذلك أن أحد الملفين الثانويين قدررة المخرج له 15 VA ودرجة الدقه 0.5 ويتخدم لأجهزة القياس بينما الملف الآخر قدرة المخرج له 30 VA ودرجة الدقه 5p20 ويستخدم لأجهزة الوقايه .
والشكل التالى يوضح مقطع فى محول تيار يحتوى على ملفين ثانويين :

ما هى أنواع محولات التيار ؟

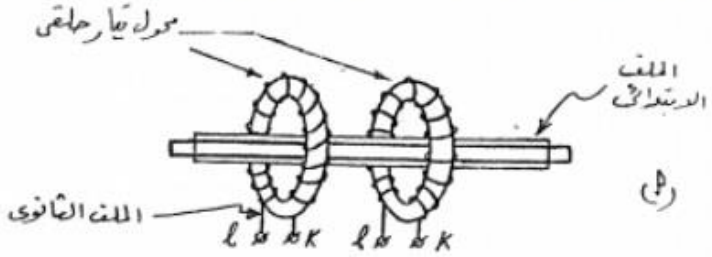
يوجد ثلاثة أنواع من محولات التيار هى :

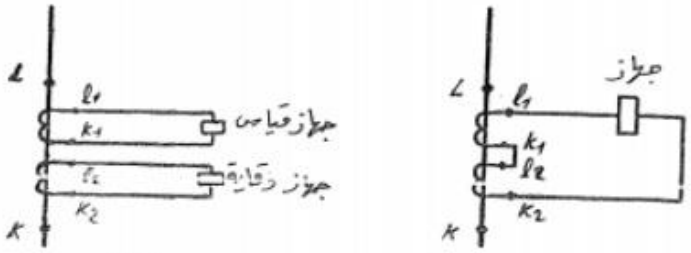
- محول تيار من النوع شباك (حلقى) Window–type C.T or Ring- type C.T or Through-type C.T

يتكون من قلب على شكل حلقه أسطوانيه مصنوعه من شرائح الحديد ، يتم لف الملف الثانوى على القلب – بينما يعتبر الكابل أو الخط الما خلال الفتحه الحلقيه لمحول التيار هو الملف الإبتدائى

شكل (١١-٤)أ يوضح محولى تيار من النوع الحلقى يمران خلال كابل (L,K) بينما فى شكل (١١-٤)ب تم توصيل الملفين الثانويين لمحولى التيار على التوالى وتوصيلهما على جهاز حمايه أو قياس

فى شكل (١١-٤) جـ تم توصيل كل ملف ثانوى على جهاز مستقل (حمايه أو قياس)





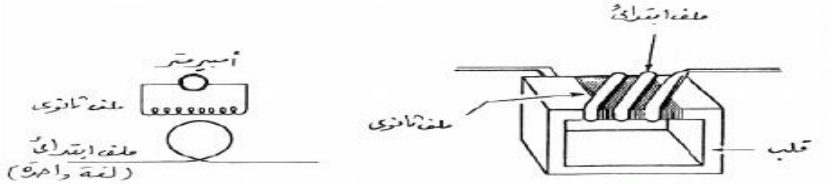
شكل(١١-٤)

٢- محول تيار من النوع ذى القضيب Bar-Type C.T

يحتوى هذا النوع على قضيب مصمت (solid Bar) هو الملف الإبتدائى لمحول التيار ، ويتم توصيله على التوالى مع الخط أو الكابل المراد تركيب محول التيار عليه ويتحمل هذا النوع الإجهادات الناتجه عن التيارات المرتفعه .

٣- محول تيار من النوع الملفوف Wound-Type C.T

يتكون من قلب من شرائح الحديد وملف إبتدائى وملف ثانوى منفصلين وغالبا يكون الملف الإبتدائى عباره عن لفه أو أكثر من موصل ذى مقطع كبير ، ويتصل على التوالى مع الدائره المراد تركيب محول التيار عليها



هذا النوع أحيانا يحتوى على نسبة تحويل ثنائيه (Dual Ratio) أى يحتوى المحول على ملفين إبتدائيين يتم توصيلهما على التوالى أو التوازى على حسب نسبة التحويل . شكل (١٩-٤) يوضح محول تيار يحتوى على ملفين إبتدائيين وملف ثانوى ونسبة التحويل (100-200/5) أى يمكن الحصول على نسبة تحويل 100/5 إذا تم توصيل الملفين الإبتدائيين على التوالى كما فى شكل (١٩-٤)أ أو الحصول على نسبة تحويل 200/5 إذا تم توصيل الملفيين الإبتدائيين على التوازى كما فى شكل (١٩-٤) ب .

لماذا يجب قصر طرفي محول التيار عند عدم اتصالهم بحمل؟

في محول التيار تتحدد قيمة تيار الابتدائي (المار في الكابل أو الخط أو القضبان العمومية...إلخ) حسب ظروف الشبكة ولا دخل لتيار الثانوي في قيمته (على عكس محول الجهد). أي أن تيار الابتدائي مستقل عن ظروف المحول بما فيها ظروف دائرته الثانوية. يقوم معظم تيار الابتدائي بإنتاج الفيض المغناطيسي في قلب المحول الذي يقوم بتوليد قوة دافعة كهربية في ملفات الثانوي. أي أن تيار الابتدائي يمثل (في أغلبه) تيار المغنطة. يقوم تيار الحمل (في الثانوي) بمهمة إنتاج فيض مغناطيسي معاكس لفيض الابتدائي مما يُحد من الفيض المحصل وبالتالي من الجهد على طرفي الملف الثانوي. وفي حالة عدم اتصال دائرة الثانوي لمحول تيار بحمل مع بقائها مفتوحة فإن تيار الثانوي ينعدم، وينعدم معه التأثير المضاد للفيض المغناطيسي الكبير الناتج من تيار الابتدائي ذي القيمة العالية (أو العالية جداً). وحينئذ يرتفع فرق الجهد بين طرفي الثانوي (المفتوحين) إلى مستويات كبيرة جداً قد تصل إلى الحد الذي يسبب مخاطر كبيرة لكل من المحول أو للشخص المتعامل معه أو للمُعدة التي تحتوي المحول أو المجاورة له. كما يتأثر القلب الحديدي للمحول في هذه الحالة بالقيمة العالية جداً للفيض المغناطيسي بما تسببه من تعرضه للتشبع الشديد وكذلك مستويات عالية من الحرارة الناتجة من التيارات الدوامية والتخلف المغناطيسي.

ما هو مصطلح BURDEN ؟؟

كلمة BURDEN وهي مصطلح يعبر عن حمل دوائر القياس والوقاية الموصلة على ثانوي محول التيار. و تقاس ال BURDEN بال Volt Ampere وليس بالأوم ولكنهما متكافئان ويمكن إستنتاج أحدهما بدلالة الآخر فعلى سبيل المثال محول التيار الذى يتحمل burden قدره 12.5 VA وتياره الطبيعى فى الثانوى يساوى 5A يمكنه فى الواقع تحمل توصيل Burden قدره $Z_B = P/ I^2 = 12.5 / 25 = 0.5\ \Omega$

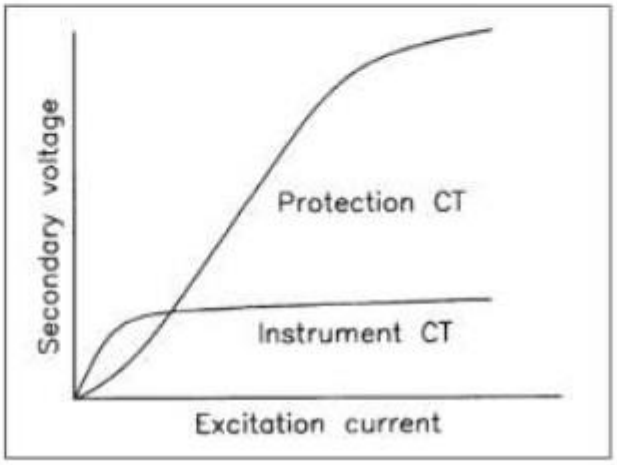
ودائما ما تكتب على ال Name Plate كرقم مثل 15 VA او 30 VA و دائما ما يذكر بجوارها رقم الAccuracy مثل 5P20 اذا كانت دائرة وقاية او مثلا Cl 0.5 اذا كانت دائرة قياس

وكلما كان جهاز الوقايه يمثل low burden على محول التيار كلما كان ذلك أفضل لأننا لن نحتاج فى هذه الحاله إلى محول ذى قدره عاليه . وهذه إحدى الميزات العديده لأجهزة الوقايه الرقميه لأنها تمثل Low Burden مقارنة بأنواع الأجهزة التقليديه (Electromagnetic or static relays) .

ويوضح الشكل التالى قيمة معاوقة جهاز الوقايه / القياس على إحتمالية تشبع محول التيار ، فكلما زادت مقاومة الجهاز ، كلما زاد الجهد بين أطرافه ، كلما إقترب من نقطة الإنقلاب وهذا يعنى أن محول التيار على وشك أن يتشبع .

ماهو الفرق بين محول التيار المستخدم في القياس عن محولات التيار المستخدمه في الحمايه ؟

وظيفة محولات التيار الخاصة بأجهزة القياس هو قياس التيار في حالات الحمل الطبيعي
أما محولات التيار الخاصة بأجهز الحمايه فوظيفتها قياس التيار خلال الأعطال
وعليه فإن منحني الـ مغنطة لهذه المحولات تعتمد على وظيفتها فمحولات القياس تتميز بمنحني خطي بدقه عاليه نسبياً عند التيارات الصغيره وتكون عروة المنحنى (KNEE POINT) لهذه المحولات منخفضه أي يحدث اشباع للقلب الحديدي لهذه المحولات في حالة الأعطال.
أما محولات الحمايه فتمتاز بمنحني غير خطي عند التيارات الصغيره نسبياً و منحني خطي عند التيارات العالية وتكون عروة المنحنى (KNEE POINT) لهذه المحولات مرتفعه أيأنه لا يحدث اشباع للقلب الحديدي لهذه المحولات في حالة الأعطال.



ما أهم مواصفات محول التيار ؟

من أهم الكميات التى يجب توصيفها بدقه مع محول التيار ما يلى :
- الحمل Rated Burden هى القدرة بالفولت أمبير التى يمكن تحميلها على محولات التيار أو الجهد بصفة دائمة على أن تظل قيمة الخطأ فى التيار وزاوية الوجه فى الحدود المسموح بها حسب مستوى الدقة للمحولات وهى تقاس بالـ VA
ومن أشهر القيم المستخدمه : (2.5 , 5 , 7.5 , 10 , 15 , 30 VA)
- أقصى تيار يتحمله Continous Rated Current : وغالبا يشار إلى أقصى تيار فى الجانب الإبتدائى .
- أقصى تيار فى مده وجيزه Short circuit current & duration time : وغالبا يشار إلى تيار الثانوى وغالبا تكون المده المحسوب عليها أقصى تيار تتراوح بين نصف ثانيه وثلاث ثوانى .
- تيار الثانوى Rated : وغالبا يكون 1 أو 2 أو 5 أمبير . وغالبا إذا زادت المسافه بين محول التيار وبين جهاز الحمايه عن 30 متر فإننا نستخدم تيارا ثانويا يساوى 1A .
- نسبة التحويل Turns ratio : وأقصاها عمليا 3000/1 وهناك بالطبع قيم أصغر من ذلك .
- الـ Class : وتعتبر من أهم وأشهر القيم التى يوصف بها المحول .
ومن أشهر الـ Classes المستخدمه فى الوقايه فقط هى 5p , 10P بالإضافه إلى الـ Class X الذى يستخدم مع أجهزة الوقايه التفاضليه وذلك طبقا للمواصفات البريطانيه BS . وغالبا يستخدم Class 5P مع Instantenous OC relays بينما يستخدم Class 10P مع أجهزة الـ overcurrent من النوع المعروف بـ IDMT . بمعنى أنه كلما كانت الدقه المطلوبه عاليه كلما تميزت الـ Class المستخدمه برقم أصغر . أما التطبيقات التى لا تحتاج لدقه عاليه فيكتفى فيها بـ Class X
- Accuracy limit Factor ALF : قيمه تعبر عن أقصى تيار يمر فى الجانب الإبتدائى دون أن تتأثر دقة القراءه فى الجانب الثانوى . بمعنى آخر أقصى تيار يمر فى الإبتدائى قبل أن يتشبع القلب . ويتشوه تيار الثانوى .
على سبيل المثال لو أن محول تيار له نسبة تحويل 200/1 وكانت قيمة ALF = 5 . فهذا يعنى أن أقصى قيمه لتيار الإبتدائى دون أن يحدث تشوه فى تيار الثانوى تساوى 1000 = 200*5 .
ومن الصيغ المفيده جدا والتى تعتمد على ALF تلك التى تظهر فى المعادله (2-2) والتى تحدد قيمة أقصى جهد ينشأ بين طرفى الـ CT بدلالة الـ ALF :

$$V_k = \frac{rated \quad VA}{I_n} \times ALF \; + \; I_n \times R_{CT} \times ALF \qquad [2-2]$$

وهى تعطى قيمه قريبه لقيمة الـ V_K والتى سبق وحسبناها من المعادله (2-1) مع ملاحظة أن المعادله (2-1) كانت بدلالة Bmax وهى بقيمه لا يسهل حسابها أو معرفتها ومن هنا جاءت قيمة هذه المعادله التقريبيه .

ما المقصود بالرمز التالى 100/1 ، 5P10 ، 30 VA ؟

(100/1) هى نسبة التحويل Turns ratio

(5P10) تعنى أنه محول تيار للوقايه والرقم الذى يظهر على يسار الحرف P وهو رقم 5 يعنى مستوى الدقه Accuracy class والرقم الذى على يمين الحرف P يمثل معامل أقصى حدود الدقه Accuracy limit Factor ALF

(30 VA) هو الـ rated burden

هذه المعلومات تعنى أن هذا الـ CT له دقة قياس (نسبة خطأ) قدرها 5% ويمكنه المحافظه على هذه الدقه فى مدى قدره 10 أمثال تياره الطبيعى الذى يساوى 1A فى الثانوى .

بمعنى آخر : أن هذا الـ CT يمكنه تحمل تيار بحد أقصى 10 A فى الثانوى ، وهو يعادل 1000 A فى الإبتدائى ، مع بقاء نسبة الخطأ فى الحدود المقرره لها شريطة أن تكون الأحمال الموصله عليه 30 VA .

- ما هى الاختبارات التي يجب اجراؤها على محولات التيار ؟

1- اختبار نسبة التحويل

2- اختبار القطبية

3- اختبار التشبع للقلب الحديدي

4- اختبار قياس المقاومة الداخلية للملف الثانوي

5- اختبار العزل بواسطة جهاز الميجر (1000) فولت

6- اختبار قياس الاستمرارية للملف الثانوي

الأسلاك والكابلات

التعريف :

**** الكابلات:-** هى موصلات تستخدم لنقل الطاقة الكهربية من المصدر للمستخدم حيث المادة الموصلة هى مادة جيدة التوصيل للكهرباء و الحرارة معا وصممت المادة الموصلة لتتحمل شدة التيار المار بها , وتبدأ الكابلات من مقاس (10) مم^2 حتى (500) مم^2 , وهناك كابلات (أحادية - ثنائية - ثلاثية - رباعية - تحكم) , وتتكون المادة العازلة بها من طبقات .

**** الأسلاك :-** فهي موصلات تستخدم أيضاً لنقل الطاقة الكهربية من المصدر للمستخدم ولكن في نطاق محدود تبدأ من أسلاك اللف بأقطار صغيرة جدا من (0.5 دوزيم حتى مقاس 8 مم^2) , حيث (1) مم = (10) دوزيم.

وهناك اسلاك خاصة بلف المحركات معزولة بالورنيش وهناك أسلاك خاصة بالتمديدات الكهربية و بدوائر التحكم معزولة بمادة البولي فينيل كلوريد (PVC) بمساحات مقطع وأشكال متعددة .

****خواص المواد الموصلة :-**

النحاس : معدن الوزن النوعي له 3.7 جم/سم^3 , ودرجة انصهاره 658° تبلغ مقاومة اجهاد الشد من 90 إلى 120 نيوتن /مم^2 , يسهل تشكيله بالحدادة والدرفلة والسحب ويمكن تشغيله بالقطع ولحامه ويستخدم في الكابلات والأسلاك وملفات المحركات .

الألمونيوم : معدن ثقيل الوزن النوعي له 8.94 جم/سم^3 , ودرجة انصهاره 1083° تبلغ مقاومة اجهاد الشد حتى 250 نيوتن /مم^2 , يسهل تشكيله بالحدادة والدرفلة والسحب ويمكن تشغيله بالقطع والصب ولحامه ويستخدم في الكابلات والخطوط الهوائية لخفة وزنه وأقل ثمنا من النحاس.

جدول يوضح مقارنة بين كل من النحاس والألومنيوم

م	أوجه المقارنة	معدن النحاس	معدن الألومنيوم
١	النقاوة	% ٩٩,٩٨	% ٩٩,٥
٢	درجة الانصهار	١٠٨٣ م°	٦٦٠ م°
٣	الكثافة عند ٢٠ م°	٨,٩ جم/سم٣	٢,٧ جم / سم٣
٤	المقاومة	٠,٠١٧٨ أوم . مم٢/ م	٠,٠٢٨٦ أوم . مم٢/ م
٥	الموصلية	٩٧ متر / أو م . مم ٢	٦١ متر/ أو م . مم ٢
٦	الشد المسموح به	١٩ كجم / مم ٢	١٠ كجم / مم ٢
٧	أقصى شد	٤٠ كجم / مم٢	١٨ كجم / مم٢
٨	قابلية التمغنط	غير قابل للتمغنط	غير قابل للتمغنط
٩	قابلية الصدأ عند التعرض للعوامل الجوية	يغطى بطبقة صدأ لونها أخضر من أكسيد النحاس وهى مادة عازلة	يفقد لمعانة بسرعة ويغطى بطبقة من أكسيد الألومنيوم وهى مادة عازلة
١٠	الاستخدام	خطوط هوائية – كابلات – سرافيل – كوس – كلبسات – قواعد مصهرات – بارات	خطوط هوائية – كابلات – سرافيل – كوس – كلبسات
١١	المميزات	موصل جيد – يتحمل اجتهادات عالية	موصل جيد– طرى– خفيف الوزن– رخيص الثمن
١٢	العيوب	ثقيل الوزن – غالى الثمن	سريع التأكسد مقاومة =١,٥ من مقاومة النحاس

**أنواع الكابلات وتصنيفها :- تتنوع الكابلات من حيث (الجهد – المادة العازلة)

تصنيف الكابلات من حيث الجهد :-

كابلات جهد فائق = (132 حتى 500) ك.فولت

كابلات جهد عالي = (66 حتى 132) ك.فولت

كابلات جهد متوسط = (1 حتى 66) ك.فولت

كابلات جهد منخفض = حتى 1000 فولت

تصنيف الكابلات من حيث المادة العازلة :-

1. كابلات معزولة بالورق المشبع بالزيت (كابلات زيتية)
2. كابلات معزولة بمادة (P.V.C)
3. كابلات معزولة بمادة البولي إيثيلين المتشابك (X.L.P.E)
4. كابلات معزولة بمادة البولي إيثيلين (P.E)
5. كابلات معزولة بمادة البولي إيثيلين المطاطي (P.E.R)

ومما سبق يتضح لنا أهمية المادة العازلة المستخدمة في صناعة الكابلات الكهربائية لذا تسمى الكابلات باسم المادة العازلة المستخدمة فيها وبالتالي لابد من توافر بعض الخصائص بالمادة العازلة المستخدمة أهمها :

خصائص المادة العازلة :-

1. أن تكون لها مقاومة نوعية عالية وتتوقف على نوع المادة العازلة المستخدمة
2. أن يكون لها جهد انكسار عالي (Break down voltage – BDV)
3. ألا تقبل امتصاص الرطوبة من الوسط المحيط بها.
4. لا تتفاعل مع الأحماض أو القلويات في التربة الموضوعة بها
5. أن تكون لها خاصيتي (الصلابة – المرونة) عاليتين
6. لا تتأثر بارتفاع درجة الحرارة أثناء (مرور تيار الحمل الطبيعي – القصر لفترة زمنية معينة يحددها الصانع)
7. لا تقبل سريان الحريق
8. أقل فقد كهربي ممكن أثناء التشغيل

أنواع المواد العازلة :-

1. بولي فينيل كلوريد
2. بولي إيثيلين
3. بولي إيثيلين متشابك
4. بولي إيثيلين مطاطي
5. ورق مشبع بالزيت
6. المطاط
7. الحرير والقطن
8. الورنيش

جدول يبين بعض مقاطع الكابلات المختلفة لكل وجه :-

كابلات جهد منخفض	عدد الشعيرات	قطر الموصل	كابلات جهد متوسط
٣ ×١٦ + ١٠مم^{٢}	٧	٤,٧ مم	٣ ×١٦ مم^{٢}
٣×٢٥ + ١٦ مم^{٢}	٧	٥,٩ مم	٣ × ٢٥ مم^{٢}
٣ ×٣٥ + ٢٥ مم^{٢}	١٩	٧,٠ مم	٣ ×٣٥ مم^{٢}
٣×٥٠ + ٢٥ مم^{٢}	١٩	٨,٠ مم	٣ × ٥٠ مم^{٢}
٣ ×٧٠ + ٣٥ مم^{٢}	١٩	٩,٧ مم	٣ ×٧٠ مم^{٢}
٣×٩٥ + ٥٠ مم^{٢}	١٩	١١,٤ مم	٣ × ٩٥ مم^{٢}
٣ ×١٢٠ + ٧٠ مم^{٢}	٣٧	١٢,٩ مم	٣ ×١٢٠ مم^{٢}
٣×١٥٠ + ٧٠ مم^{٢}	٣٧	١٤,٣ مم	٣ × ١٥٠ مم^{٢}
٣ ×١٨٥ + ٩٥ مم^{٢}	٣٧	١٦,١ مم	٣ ×١٨٥ مم^{٢}
٣×٢٤٠ + ١٢٠ مم^{٢}	٦١	١٨,٣ مم	٣ × ٢٤٠ مم^{٢}

يمكن معرفة عدد شعيرات الموصل من خلال القانون الآتى :-

$$N = 1 + \{3A(A+1)\}$$

أو ن = ١ + [٣ أ (أ + ١)]

حيث أن ن هى عدد الشعيرات

أ هى عدد الطبقات

فإذا كان عدد الطبقات (١)

فإن عدد الشعيرات يكون

ن = ١ + [٣ ×١ (١ + ١)] = ١ + ٦ = (٧) شعيرات

أما إذا كان عدد الطبقات (٢)

فإن عدد الشعيرات يكون

ن = ١ +[٣ × ٢ (٢ + ١)] = ١ + ١٨ = (١٩) شعره

أما إذا كان عدد الطبقات (٣)

فإن عدد الشعيرات يكون

ن = ١ + [٣ × ٣ (٣ + ١)] = ١ + ٣٦ = (٣٧) شعره

أما إذا كان عدد الطبقات (٤)

فإن عدد الشعيرات يكون

ن = ١ + [٣ ×٤ (٤ + ١)] = ١ + ٦٠ = (٦١) شعره

الموصلات المصمتة و الموصلات المجدولة

الموصل المصمت هو الذى يتكون من شعرة واحده أما المجدول فهو يتكون من عدد من الشعيرات ويلاحظ لنا أن الموصلات المصمتة تستخدم فى الأحمال الخفيفة والمقاطع الصغيرة والجهود المنخفضة أما الموصلات المجدولة تستخدم فى الأحمال المرتفعة و المقاطع الكبيرة والجهود العالية .

ومن المعلوم لنا أن التيار الكهربي يمر على سطح الموصل وهى ظاهرة كهربائية ففي حالة الموصل المصمت فإن عدد الأسطح هو سطح واحد أما فى المجدول فإن عدد الشعيرات يكون هو عدد أسطح مرور التيار ومع زيادة عدد الأسطح تزداد فرصة مرور التيار بقيمة اكبر .

لذلك فإن الموصل المجدول هو شائع الاستخدام لما يتميز به من مرونة أثناء العمل بالإضافة إلى ظاهرة مرور التيار على سطح الموصل .

أولا الكابلات المعزولة بمادة البولي فينيل كلورايد P . V . C

هذا النوع من الكابلات يستخدم فى الجهود المنخفضة فقط ولأنة وكما ذكرنا من قبل فإن مادة P. V.C لها جهد انكسار حتى ١ ك.ف فقط لذا فهي تستخدم فى الجهود المنخفضة فقط .

ويتكون كابل الجهد المنخفض المعزول بمادة P. V .C من :-

١. الموصل

٢. العزل من مادة P. V .C ويكون ملون بألوان أحمر – أصفر– أزرق + أبيض او أسود

٣. (حشو) + رباط أو مجمع الفازات .

٤. تسليح

٥. غلاف خارجي P. V .C

الحمايات الموجودة فى الكابل

يجب أن تتوافر فى الكابل حمايات تجعله يقوم بالعمل المكلف به خير قيام دون مشاكل والحمايات الموجودة على الكابل هى :

١. حمـــاية كهربائـــية .

٢. حمـــاية ميكانيكـــية .

٣. حمـــاية كيميـــائية .

وهذه الحمايات الثلاثة الموجودة فى الكابل إنما تقوم بحماية الكابل حتى يمر التيار من خلال الموصل بأمان دون أى مشاكل وسنلاحظ هنا ومن خلال مكونات الكابل هذه الحمايات :

١ – الحماية الكهربائية :

وهى أهم حماية موجودة فى الكابل ومن خلال المكونات تكون

* العزل P . V . C
* شبه الموصل (الأول) و (الثانى)
* الشبكة النحاسية " رقائق النحاس)
* علامات تحديد الأوجه .

٢ – الحماية الميكانيكية :

وهى تحمى الكابل من الضغوط والمؤثرات الخارجية وهى من خلال مكونات الكابل تكون

* الخشو – الفرشة
* التسليح " التدريع " إن وجد

٣– الحماية الكيميائية :

وهى حماية من العوامل المؤثرة فى التربة من أحماض وقلويات ومواد عضوية فإذا حدث تأكل للغلاف الخارجى أثر ذلك على باقى المكونات مما يؤدى إلى إتلاف الكابل وهذه حماية من خلال المكونات هى :-

* الغلاف الخارجى P . V . C

تصميم الكابلات :-

يتم تصميم مقاطع الكابلات تبعا لثلاثة معايير موجزة كالتالي :-

1. الكثافة التيارية (Current carrying capacity) – (C.C.C) أو Thermal rating
2. الفقد في الجهد (Voltage drop VD)
3. قيمة القصر - Short circuit capacity

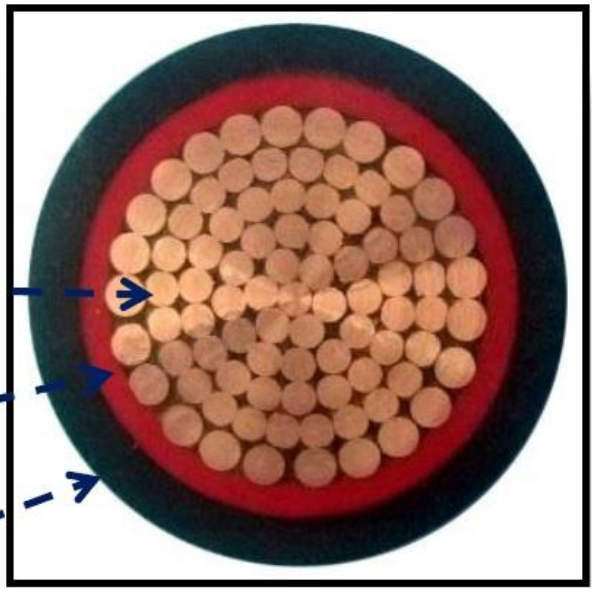
Insulation Level:

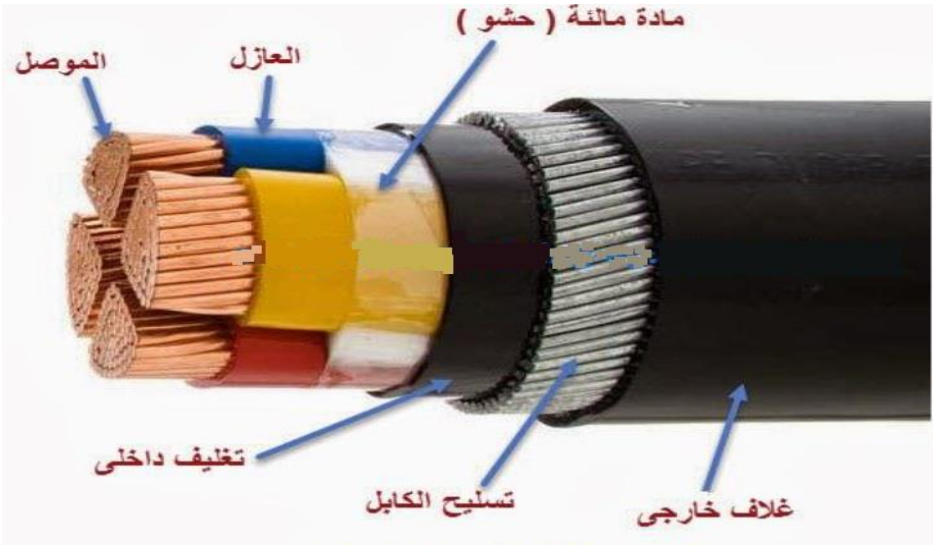
Type	PVC	XLPE
Standard normal temperature	70°c	90°c
Max Temp. at short circuit level	150°c	250°c

- Low voltage cables may be PVC or XLPE (PVC for low current & XLPE for high current).

Note:-

Sheath is always made from **PVC.**





Cables armouring :

Armouring
- S.T.A(Steel Tape Armoured)
- S.W.A(Steel Wire Armoured)

Steel Tape Armoured [S. T.A]: Used for underground cables.

Steel Tape Armoured (S.T.A)

Steel Wire Armoured (S.T.A)

- **S.T.A withstand mechanical stress more than SWA, but S.W.A more flexible than S.T.A.**

بعض أشكال الكابلات والأسلاك بالأسواق "المواصفة الفنية" :

450/750 V

Single Core Cables with Solid or Stranded Copper Conductors and PVC Insulated

كابل نحاس مصمت أو مجدول أحادي الوجه معزول بمادة PVC

450/750 V

Single Core Cables with Flexible Copper Conductors and PVC Insulated

كابل نحاس مرن أحادي الوجه معزول بمادة PVC

0.6/1 (1.2) kV

Multicore Cables, with Stranded Copper Conductors PVC Insulated and PVC Sheathed

كابل نحاس مجدول متعدد الأوجه معزول بمادة PVC ومغطى بمادة PVC

0.6/1 (1.2) kV

Multicore Cables, with Stranded Copper Conductors, PVC Insulated, Steel Tape Armoured and PVC Sheathed

كابل نحاس مجدول متعدد الأوجه معزول بمادة PVC مسلح بشريط استيل ومغطى بمادة PVC

0.6/1 (1.2) kV

Multicore Cables, with Stranded Copper Conductors, PVC Insulated, Steel Wire Armoured and PVC Sheathed

كابل نحاس مجدول متعدد الأوجه معزول بمادة PVC مسلح بسلك استيل ومغطى بمادة PVC

0.6/1 (1.2) kV

Multicore Cables, with Stranded Aluminium Conductors, PVC Insulated and PVC Sheathed

كابل ألومنيوم مجدول متعدد الأوجه معزول بمادة PVC ومغطى بمادة PVC

0.6/1 (1.2) kV

Multicore Cables, with Stranded Aluminium Conductors, PVC Insulated, Steel Wire Armoured and PVC Sheathed

كابل ألومنيوم مجدول متعدد الأوجه معزول بمادة PVC مسلح بشريط استيل ومغطى بمادة PVC

الملحقات الخاصة بالكابلات :

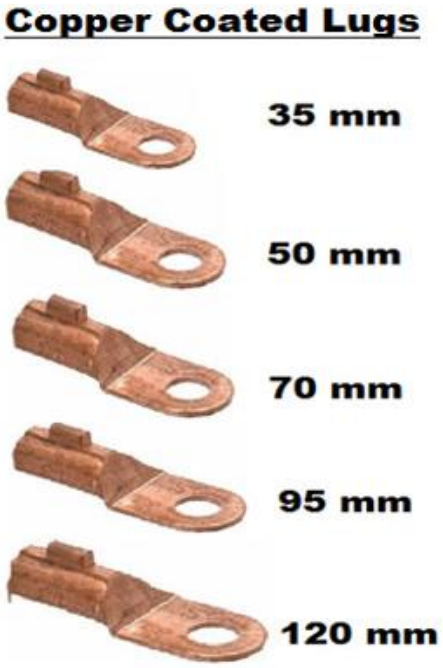
(الترامل – الأكواس – الوصلات بأنواعها)

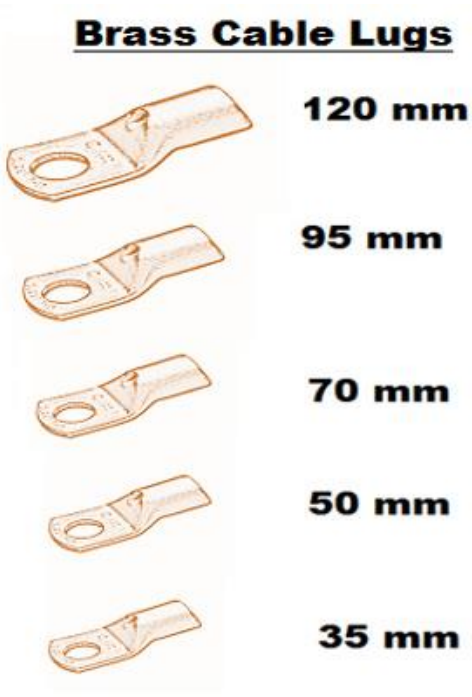
الترامل و الأكواس والسرافيل (Cable lugs - Tube butt connector) :

وتستخدم لعمل نهاية كابل أو سلك بحيث من خلالها يتم الربط بإحكام بين المصدر والحمل لتتم عملية نقل الطاقة الكهربية أو نقل إشارات التحكم , وتصنع من نفس المادة الموصلة للسلك أو الكابل (نحاس - ألومنيوم) وهناك نوع آخر منها يصنع بحيث يكون من ناحية نحاس و من الجهة المقابلة من الألومنيوم وتسمى في هذه الحالة (Bimetal) , أما التي تستخدم لعمل وصلة اتصال مستقيمة وليس عند الأطراف تسمى (سرفيل) أو (Tube butt connector) , وتصنع الملحقات بعالية بحيث تكون بنفس مقاس الكابل .

الأكواس و السرافيل

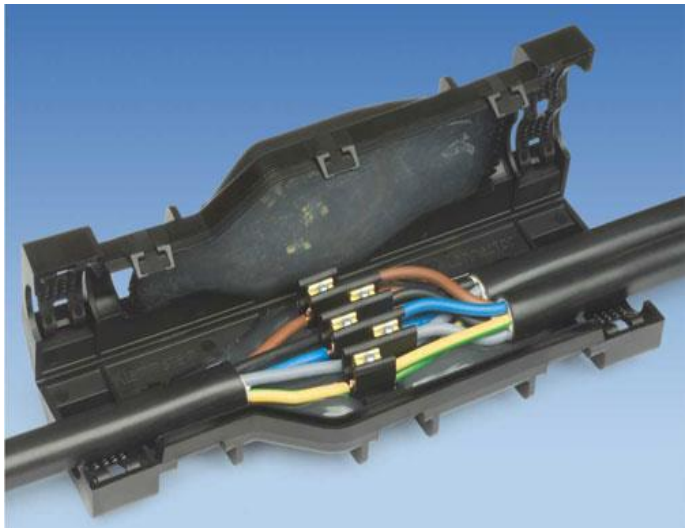
التـرامـل

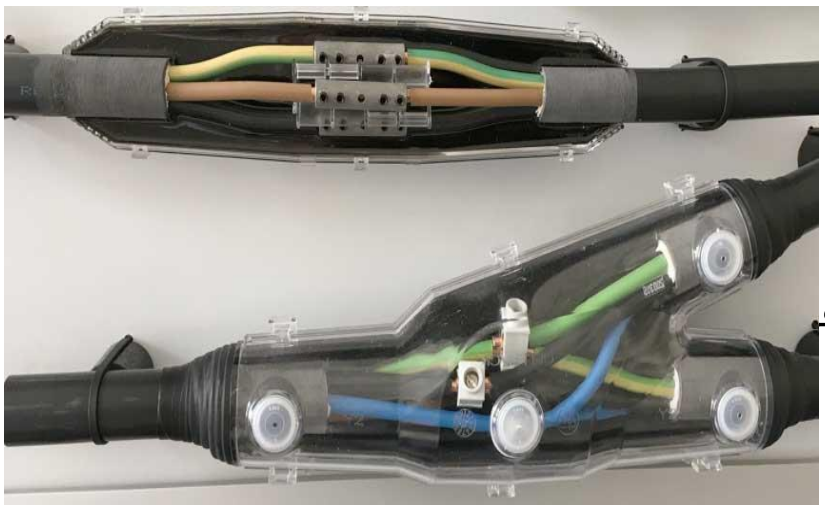




تابع الملحقات الخاصة بالكابلات (الوصلات):-

تستخدم الوصلات إما مع نهاية الكابل وتسمى وصلة نهاية أو على طول الكابل وتسمى وصلة مستقيمة أو وصلة اتصال أرضي , وذلك لربط الكابلات من المصدر وحتى الحمل لنقل الطاقة الكهربية وهناك نوعان من الوصلات (وصلات منكمشة بالحرارة – وصلات سابقة التجهيز) , ويكون مقاس الوصلة بنفس مقاس الكابل .





القـ

التعريـف :-

يعرف القاطع الكهربي على أنه مفتاح كهربي يستخدم لتنظيم عمليات الفصل والتوصيل بين الدوائر الكهربية والحماية والعزل فهى من حيث المبدأ مثل السكاكين الكهربية ولكن الفرق في وجود وسيلة للحماية مزوده بها .

الأنـواع :-

تنقسم القواطع الكهربيـة إلـى :

(قاطع منمنم – قاطع مقولب – قاطع هوائي – قاطع زيتي – قاطع مفرغ – قاطع سادس فلوريد الكبريت)

(MC.B – MCC.B – AC.B – OC.B – VC.B – SF_6 C.B)

Low voltage C.B — Medium voltage C.B

1- **M**iniature **C**ircuit **B**reaker **MCB**

2- **M**olded **C**ase **C**ircuit **B**reaker **MCCB**

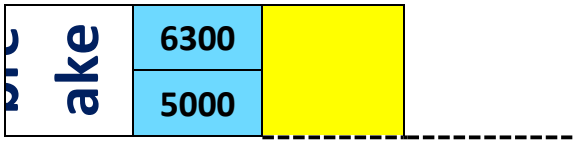
3- **A**ir **C**ircuit **B**reaker **ACB**

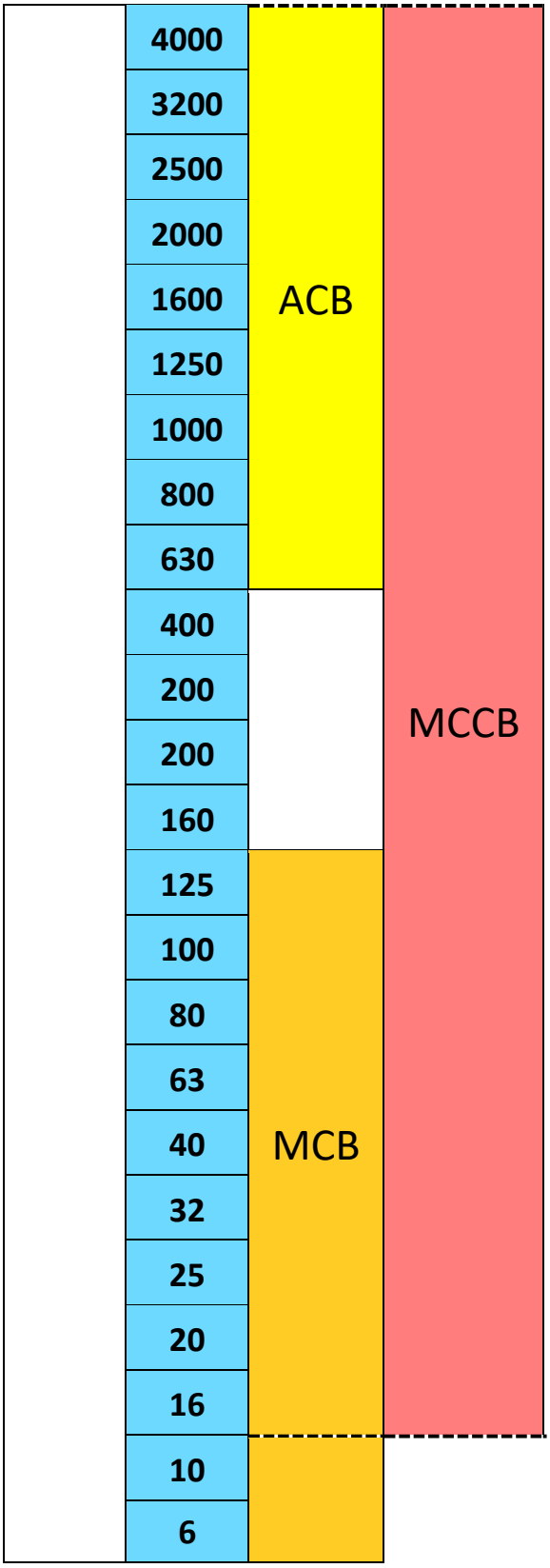
4- **O**il **C**ircuit **B**reaker **OCB**

5- **V**acuum **C**ircuit **B**reaker **VCB**

6- **SF_6 C**ircuit **B**reaker **SF_6 C.B**

وتقاس سعة القاطع بشدة التيار المقنن المار من خلاله بوحدة (الأمبير) :




4000
3200
2500
2000
1600
1250
1000
800
630
400
200
200
160
125
100
80
63
40
32
25
20
16
10
6
ACB
MCCB
MCB

Specification of circuit Breaker:-

(1) Operating voltage of C.B

(2) Rated current of C.B(Ir or In) Amp.

(3) Instantaneous short circuit current (Ic.s) KA

(4) Rated breaking capacity (Ic.u) KA

(5) Types of C.B

(6) Types of poles.

(7) Earth leakage C.B

1- جهد التشغيل للقاطع Ue

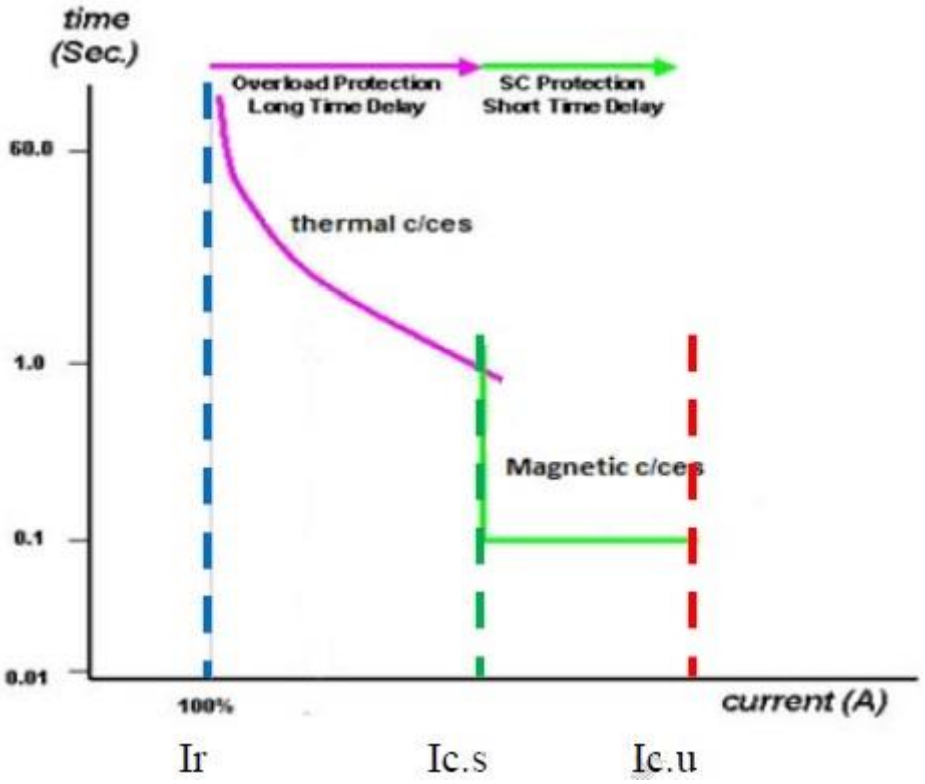
2- التيار المقنن للقاطع Ir or In

3- قيمة تيار القصر اللحظي مقدرا Ics - (KA) – تمثل قيمة تيار الخطأ الفعلية بالموقع

4- قيمة الاستطاعة للقاطع مقدرة Icu - (KA) – تمثل قيمة تيار الخطأ في ظروف خاصة بالمُصنّع "معمليا" وهو أقصى تيار قصر يتحمله القاطع دون أن يتلف

5- نوع القاطع

6- عدد الأوجه



- I_{rated} : Depending on KVA of load.

- $I_{s.c}$ & $I_{c.u}$: Depending on size of impedance Z (Cables – Busbar - Transformer).

Low voltage C.B

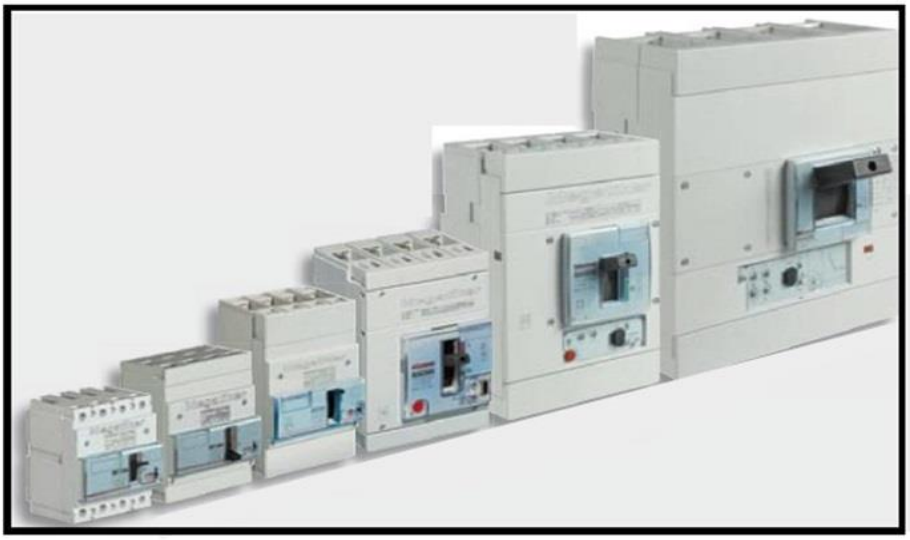
1 Φ pole	3 Φ pole
220 v	380 v

Operating voltage of C.B

Low voltage	*Medium voltage*	*High voltage*
(1V – 1KV)	*(1KV – 66KV)*	*(66KV – 500KV)*
1 ϕ– 220 3 ϕ– 380 V	11 KV, 22KV 6.6KV,3.3 KV	132KV, 220KV 500KV
MCB – MCCB - ACB	SF6 - Vacuum	Oil - SF6

Miniature C.B (6 ~ 125 A)

Moulded Case C.B (16~4000A)



Air C.B (630 ~ 6300A)

So, how to select the suitable type?

The answer is where the **location of C.B** in the network.

A.C.B	A.C.B M.C.C.B	M.C.C.B	M.C.C.B M.C.B	M.C.B

6300A 4000A 630A 125A 16A 6A

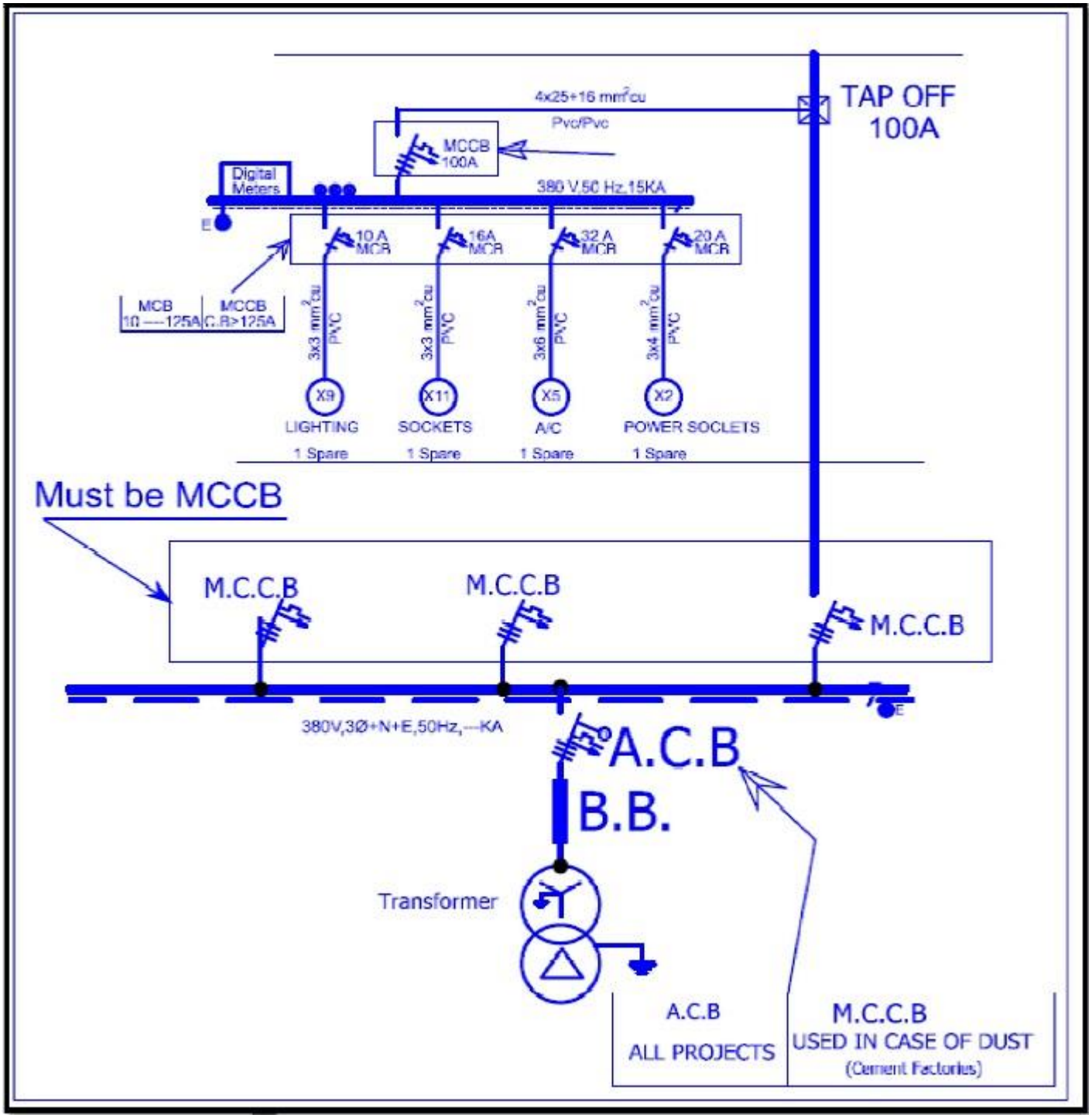
(1) If C.B Ir = 6 A or 16 A M.C.B

(2) If C.B 125 A < Ir < 630 A M.C.C.B

(3) If C.B 4000 A < Ir < 6300 A A.C.B

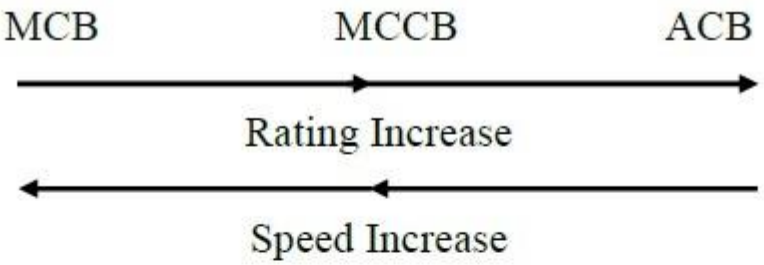
(4) If C.B 16 A ≤ Ir ≤ 125 A may be M.C.B *or* M.C.C.B

(5) If C.B 630 A ≤ Ir ≤ 4000 A may be M.C.C.B *or* A.C. B



Because:

- M.C.B operates in 3 msec.
- M.C.C.B operates in 9 msec.
- A.C.B operates in 30 msec.

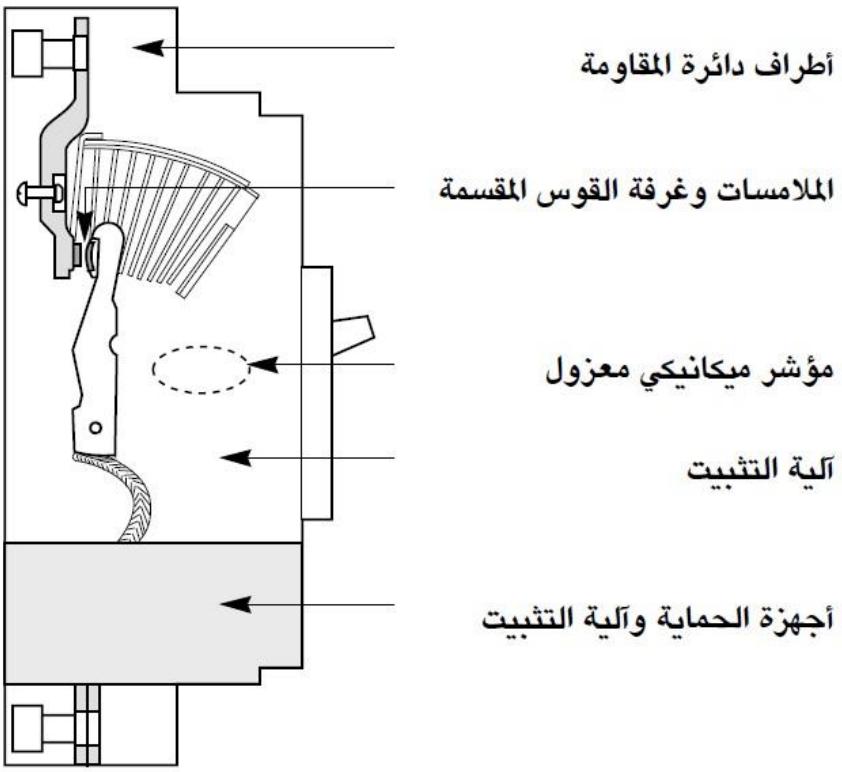


If C.B Incoming ⇨ Select MCCB

If C.B Outgoing ⇨ Select MCB

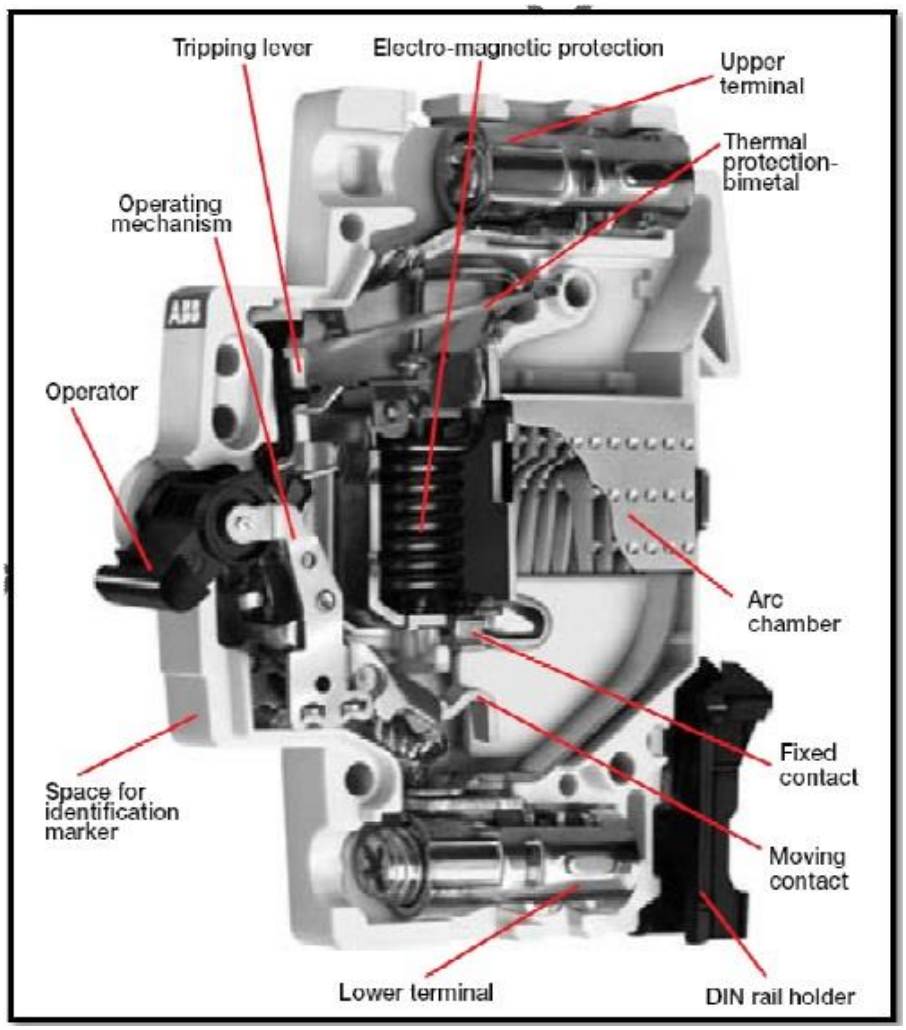
If C.B After Transformer must be A.C.B except only one case, If the transformer locates in any area contain dust such as outdoor & factories must be selected MCCB.

Because the MCCB can be maintained, but the ACB is very hard to be maintained.



الشكل : الأجزاء الأساسية لقاطع الدائرة

القاطع المنمنم MC.B :- يتضح التركيب من خلال الشكل التالي :



Types of Poles of CB

(1) Single Phase - Single pole C.B

Line is protected

Neutral is non-protected

(2) Single Phase - Two Pole C.B

Neutral and line are protected

High cost than single pole

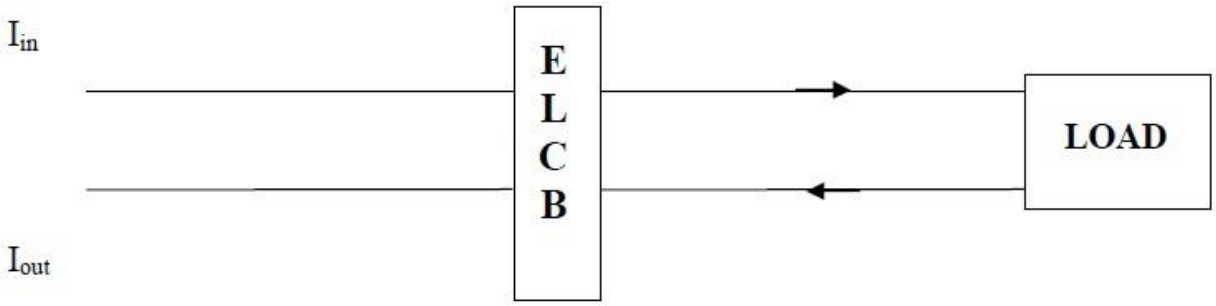
(3) 3 Phase - 3 Pole C.B

(4) 3 Phase - 4 Pole C.B

Earth leakage C.B

1 ϕ ELCB

3 ϕ ELCB



$I_{in} = I_{out}$ ⟶ Normal Operation

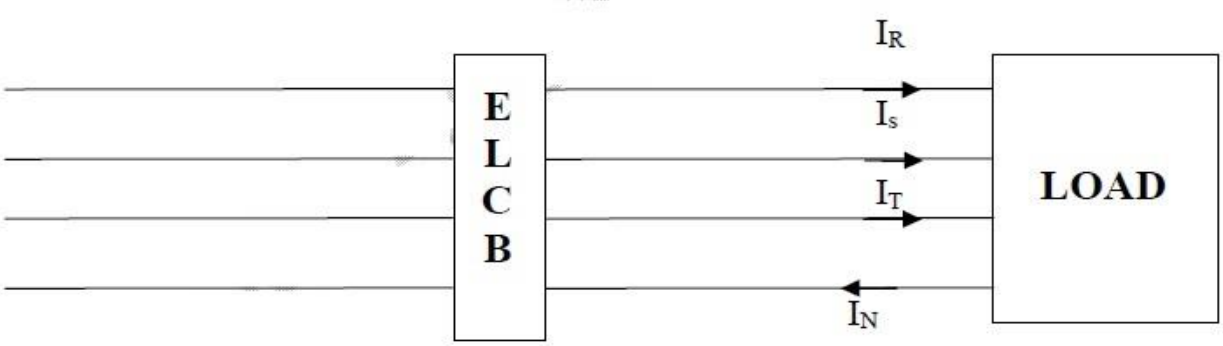
$I_{in} \neq I_{out}$ ⟶ Earth Leakage

So,

$I_{in} = I_o + I_{Leakage}$

$$I_{Leakage} = I_{in} - I_{out}$$

In case of three phase system the ELCB compare the difference between the three line phase and the neutral with the adjusted setting value.



$I_R + I_s + I_T = I_N = Zero$ ⟶ Normal Operation

$I_R + I_s + I_T = I_N = Value$ *But* $I_R + I_s + I_T + I_N = Zero$ ⟶ Unbalance

$I_R + I_s + I_T = I_N + I_{Leakage}$ **or** $I_R + I_s + I_T + I_N = I_{Leakage}$ ⟶ Earth Leakage

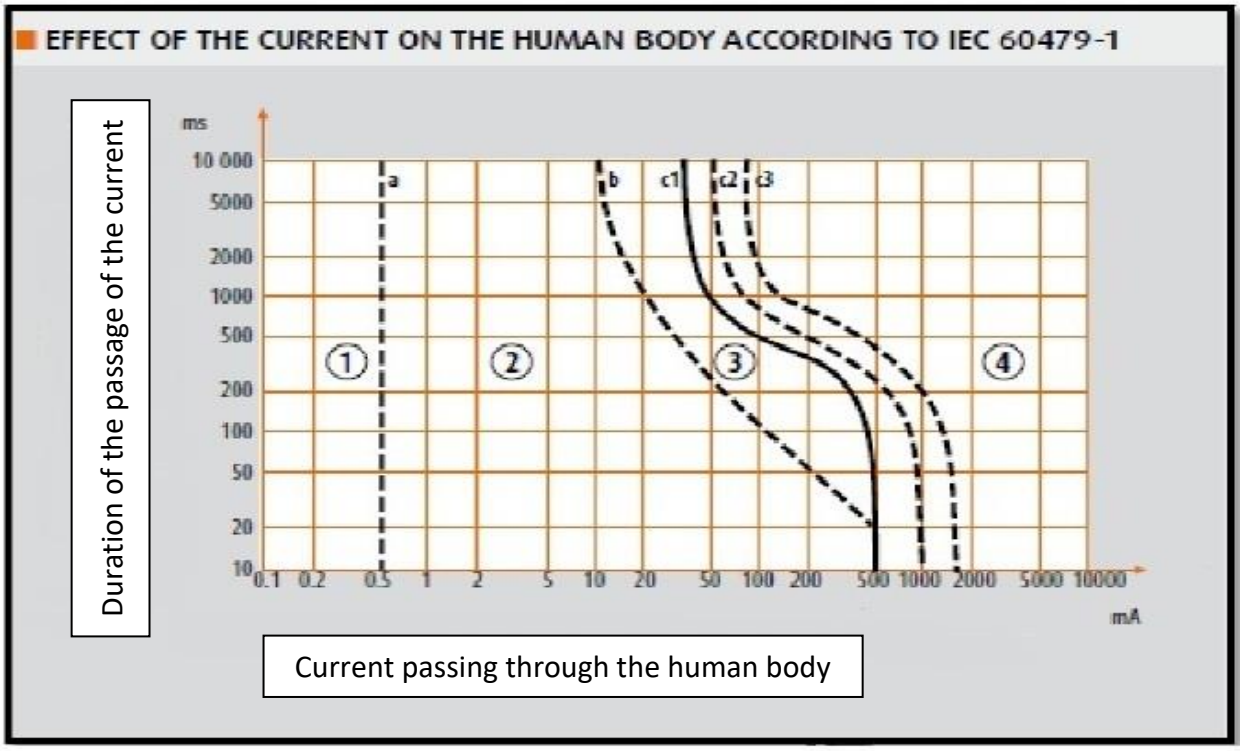
Operating Principle:-

For single phase system the ELCB compare the difference between the life and neutral phases with the adjusted setting value

Main function of ELCB

(1) To protect Human, we select Isetting = I_{in} - I_{out} = 30 mA

(2) To protect machines, we select$I_{setting}$ = 300 mA



Zone 1: No reaction to the passage of the current.

Zone 2: Generally no physiologically dangerous effect.

Zone 3: Generally no organ damage possibility at muscle contraction and breathing difficulties; reversible effects in the formation and conduction of impulses to the heart, including ventricular fibrillation, which increase with the current intensity and time.

Zone 4: In addition to the effects described for zone 3, the possibility of ventricular fibrillation can increase of more than 50% physiologically effect, such as cardiac respiratory arrest and severe burning, can occur.

C2 : probability 5%

C3 : Probability > 50%

بعض التعريفات الهامة عن التيارات بالقاطع :

1- In - التيار المقنن.

2- Icw - تيار التحمل الحراري الذي يتحملة القاطع لفترة زمنية يحددها الصانع .

3- Ir - تيار الفصل الحراري (الفصل نتيجة حمل زائد).

4- Im - تيار الفصل المغناطيسي (الفصل نتيجة حدوث قصر).

5- Ics - تيار القصر التشغيلي للقاطع وهو نسبة مئوية من"Icu" .

6- Icu - التيار الأقصى لقطع القصر ويجب اختبار القاطع بعدها.

نوع المعدة:

يختلف منحنى الحماية المستخدم حسب نوع المعدة وفى التالي بيان لذلك:

المنحنى"B" : يختار لوقاية المولدات والأشخاص والكابلات الطويلة

Im= "3 : 5" IN

المنحنى"C" : يختار لوقاية الكابلات المغذية لأحمال اعتيادية

Im= "5 : 10" In

المنحنى"D, K" : يختار لوقاية الكابلات المغذية لأحمال ذات تيار التعشيق العالي (محولات الجهد المنخفض والمحركات)

Im= "10 : 14" In

المنحنى "MA" : يختار لوقاية بادئات حركة المحركات الكهربية

Im= 12.5 In

المواصفات الفنية للقاطع المنمنم : Miniature circuit breaker MCB

- يجب أن يحتوي القاطع على حمايتين حرارية و مغناطيسية مصنعة ومقبولة من قبل الأنظمة العالمية IEC/EN 60898 , VDE 0641 .
- درجة الحرارة : - 5 حتى +40 درجة مئوية.
- تكون هذه القواطع بتجاوب مغناطيسي (B , C , D) وذلك على حسب نوع الحمل المراد توصيله بالقاطع .
- العمر الميكانيكي للقواطع : 15000 عملية.
- العمر الكهربي للقواطع : أكبر من 4000 عملية.

} يعبران عن العمر الافتراضي للقاطع

- اختبار الجهد النبضي : 4000 فولت .
- جهد العزل : 690/400 فولت على حسب النظام وجه واحد أو ثلاثة أوجه .
- درجة التلوث : من الدرجة الثالثة وتستخدم لأغراض صناعية.
- جهد التشغيل : 400/230 فولت على حسب النظام وجه واحد أو ثلاثة أوجه .
- تيار القصر : 10 كيلو أمبير - 10 KA وفق نظام IEC/EN 60898 .
- تغذية القواطع : من الأعلى أو الأسفل.
- تتم تغذية القواطع ضن اللوحات عبر بارات شك (مسبق الصنع) خاصة لتغذية القواطع MCB .

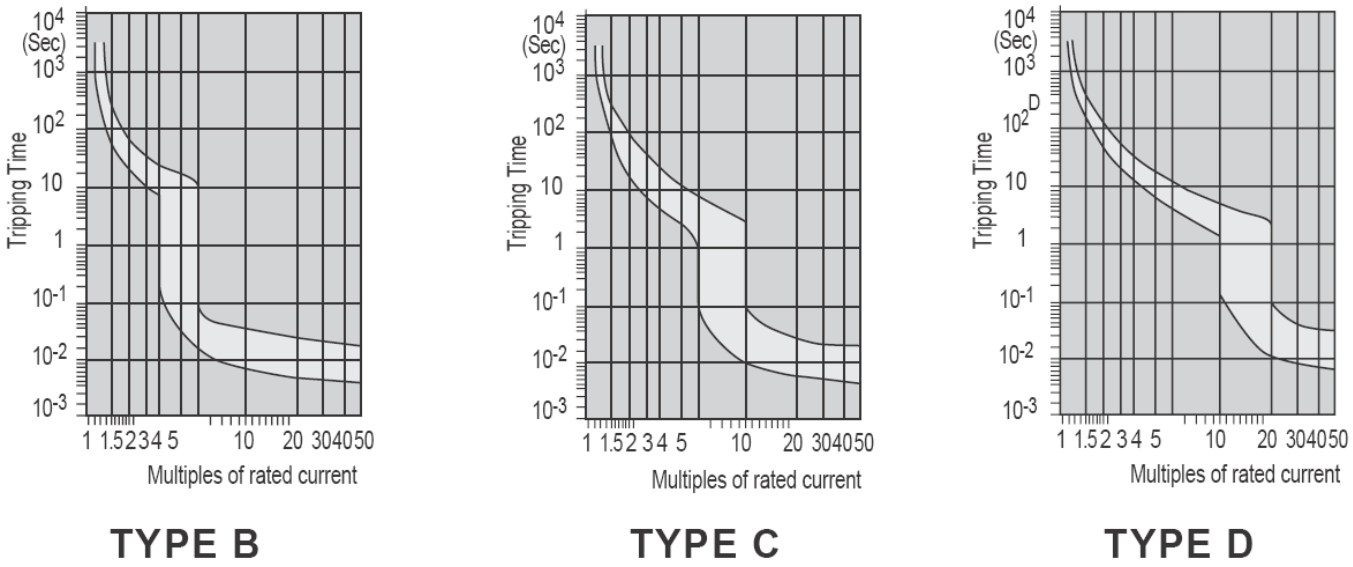
منحنيات الفصل في القاطع MCB تنقسم إلى ثلاث فئات (B , C , D) :

- Miniature Circuit Breakers (MCB) تعنى حرفيا القواطع المنمنمة وتستخدم في الحد من تيار القصر وتوزيع الطاقة في لوحات التوزيع النهائية Final Distribution Boards كما تستخدم في الحماية من تيارات التسريب الأرضي وزيادة التيار. ويتضح من ترجمتها صغر حجمها مقارنة بالقواطع المستخدمة في لوحات التوزيع العمومية مثلا (MCCB).
- تكون مكبوسة لا يمكن فتحها وتتراوح قيم التيار المقنن لها Rated Values بين 125 A : 6 على اختلاف المصنعين لها وتتحمل سعة تيار Short Circuit Capacity لا يجب أن تقل عن 10 KA .
- طبقا لمواصفات وزارة الكهرباء يتم استخدام قاطع بقوة 10 أمبير لحماية دوائر الإضاءة على ألا يزيد حمل الدائرة عن 2000 فولت أمبير (1600 وات عند معامل قدرة 0.8) مع استخدام كابل مقاس 1.5 مم^2.
أما في حالة المآخذ فيستخدم قاطع 16/15 أمبير لعدد مأخذين 13 أمبير وكابل مقاس 2.5مم^2.

- لنفس Rated MCB Value يكون هناك أكثر من فئة أشهرها ثلاثة لكل منها استخدام منفصل أو بمعنى آخر لكل منها الحمل المناسب لها وهذه الفئات هي B , C , D curves والتي يوضحها المخطط التالي طبقا للمواصفات القياسية العالمية IEC Standard.

TRIPPING CHARACTERISTICS (IEC 898-1995)

Time/Current Characteristic Curve for B,C, & D Types.



- من الشكل السابق يمكن تقسيم مناطق عمل الفئات الثلاث إلى أربعة مناطق على النحو التالي:

1. المنطقة I

وهي المنطقة الميتة وتتراوح بين 0% : 113% ونلاحظ أن أيا من الفئات الثلاث لن يعمل خلالها أي أن القاطع لن يعمل قبل وصول الحمل لـ 113% من قيمة التيار المقننة.

2. المنطقة II

وهي منطقة الحماية الحرارية Thermal Protection والمعنية بالفصل في حالات زيادة الحمل Over load وتبدأ من 113% وتنتهي ببداية عمل الفصل المغناطيسي باختلاف نوع الفئة كما هو موضح في الشكل السابق.

3. المنطقة III

وهي منطقة الحماية المغناطيسية Magnetic Protection والمعنية بالفصل في حالات قصر التيار short circuit (التيارات العالية) وتختلف باختلاف نوع الفئة على النحو التالي:

1. حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة B يتراوح بين 3 إلى 5 أضعاف التيار المقنن وهو ما يتناسب مع أحمال المقاومة Resistive loads كأحمال السخانات ولمبات التنجستين وغيرهما من الأحمال المشابهة.
2. حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة C يتراوح بين 5 إلى 10 أضعاف التيار المقنن وهو ما يتناسب مع الأحمال الحثية Inductive Loads مثل أحمال المحركات والمكيفات ولمبات الفلورسنت.
3. حدود التشغيل للفصل المغناطيسي للفئة D يتراوح بين 10 إلى 20 أضعاف التيار المقنن وهو ما يتناسب مع الأحمال ذات المحاثة العالية Highly Inductive Loads مثل أحمال المحولات.

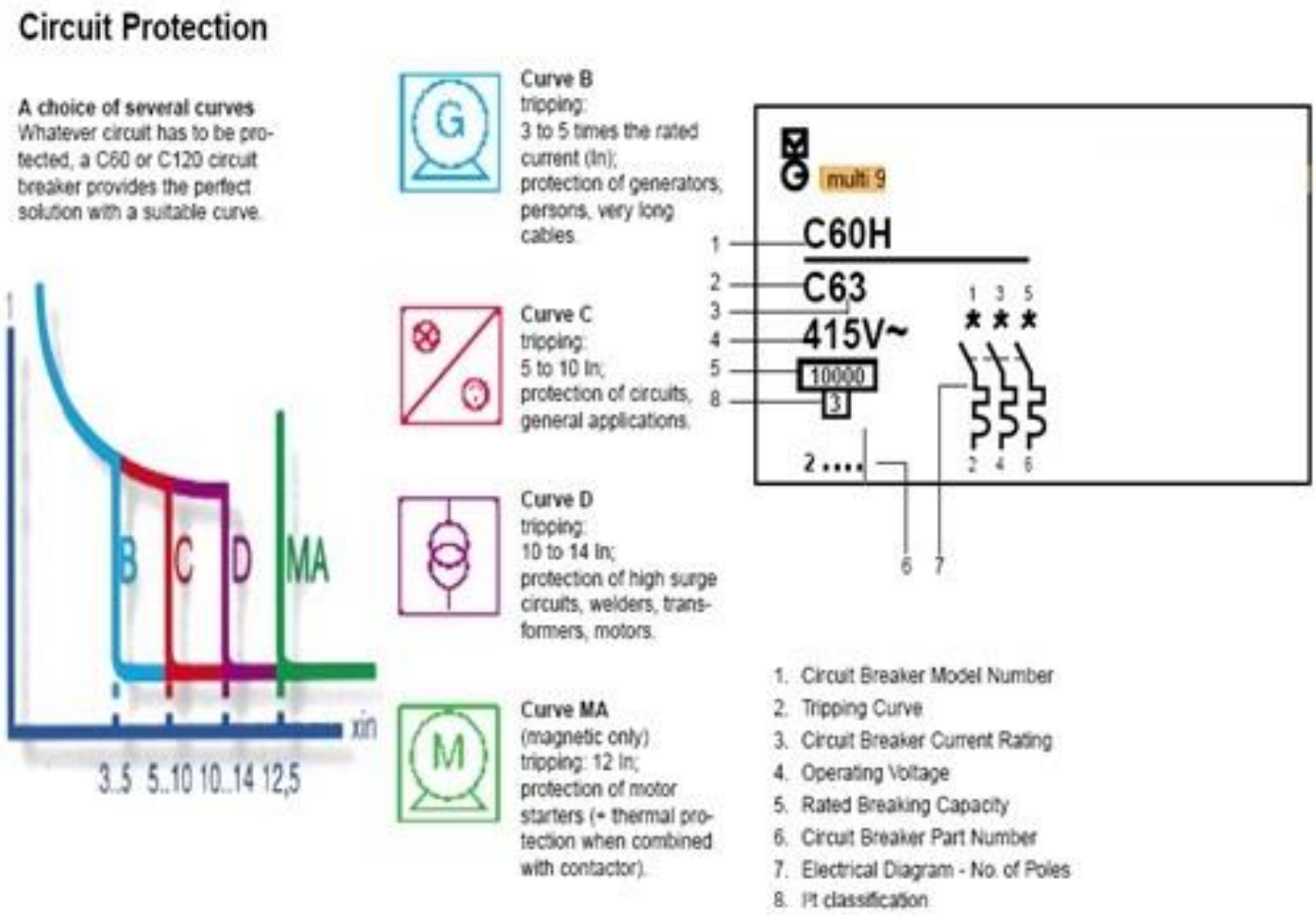
4. المنطقة IV

وهي منطقة الفصل اللحظي Instantaneous Protection والمعنية بالفصل في حالات قصر التيار highly short circuit (التيارات العالية جدا) وتبدأ من نهاية منطقة الفصل المغناطيسي وتنتهي بأقصى سعة مصمم عليها القاطع .

5. انهيار القاطع

ويحدث ذلك في حالة مرور تيارات أعلى من قيمة سعة القطع التصميمية.

ويوضح الشكل التالي كيفية التعرف على نوع الفئة وبيانات القاطع الأخرى مع أنواع الأحمال المتوقعة لكل فئة وذلك لإحدى الشركات الرائدة في هذا المجال.



نقاط يجب الإشارة إليها :

1. الفئة الواحدة تحتوي على منحنيين لاعتبارات تتعلق بإمكانيات التصنيع في جميع المصانع وعليه يكون المنحنين وسيلة للتعرف على مدى الفصل للقاطع بحيث لا يقل عن القيمة الدنيا ولا يزيد عن القيمة الأعلى ولكن لا يمكن تحديد وقت الفصل بدقة أكبر من ذلك المدى.
2. ومن ثم يجوز استخدام قواطع بسعات مختلفة في نفس اللوحة ولا يجوز التعامل مع سعة القاطع في نفس اللوحة سواء النهائية أو الرئيسية بمنطق الترقي الواجب عند التعامل مع تيار وزمن القاطع .
3. أما التنسيق بين القواطع فيكون لزمن وتيار الفصل للقاطع (وليس لسعة القاطع) بحيث يكون زمن وتيار الفصل اقل ناحية الحمل وأكبر ناحية المصدر فمن الطبيعي عند حدوث عطل في حمل ما فمن

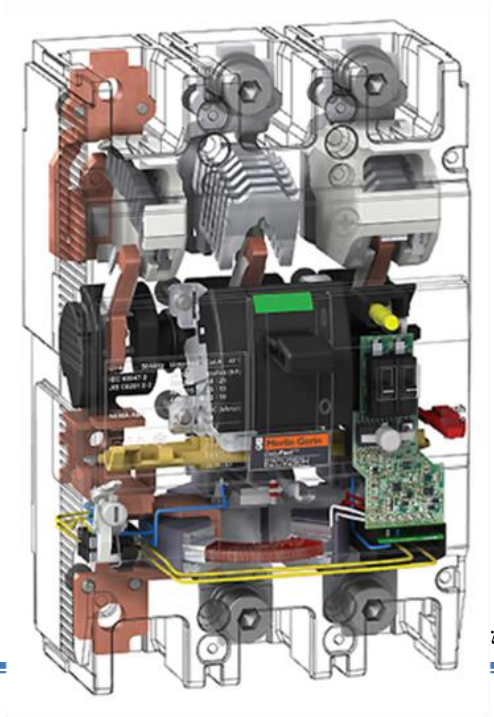
المفروض أن يفصل القاطع الخاص بها فقط في لوحة التوزيع النهائية وبسرعة حتى لا يفصل القاطع في اللوحة الرئيسية والذي بفصله يتم فصل اللوحة النهائية بالكامل.

القاطع المقولب M.C.C.B :- حيث تختص المواصفة العالمية (IEC 947-2) بالمواصفات الخاصة بالقواطع الكهربية وهو القاطع المطبوخ ويتضح التركيب من خلال الشكل التالي :

Disconnector

Circuit Breaker

Disconnector-
Circuit Breaker



250 – 3P

Electronic

Toroid

IEC 947-2 Definitions :

- In : Rated current. التيار المقنن للقاطع

  The rated current is the rated uninterrupted Current and is equal to the conventional free- air thermal current I_{th} .

- Ue : Rated operational voltage. جهد التشغيل المقنن

- Ui : Rated insulation voltage. أقصى جهد يتحمله العزل

Rated Insulation voltage	Dielectric test Voltage
Ui≤ 60	1000
300 ≤Ui ≤ 60	2000
300 ≤Ui ≤ 690	2500
690 ≤Ui ≤800	3000
800 ≤Ui ≤1000	35000

N.B : Dielectric test Voltage corresponding to the rated insulation voltage.

- Uimp : Rated impulse withstand. جهد التحمل الدفعي لفترة زمنية قصيرة

- Icu : Rated ultimate short circuit breaking capacity. أقصى قيمة لتيار القصر

  means that the circuit breaker shall be able to break any value of short circuit current the value corresponding to the rated capacity.

- Ics : Rated service short circuit breaking capacity.

  is expressed as a value of the prospective breaking capacity in KA , corresponding to one of the specified percentages of the rated ultimate short circuit breaking capacity & it may be expressed as a % of the Icu. **تيار القصر كقيمة متوقعة KA , وهو نسبة من Icu**

- Icw : Rated short circuit withstand capacity. التيار المقنن الذي يتحملة القاطع لفترة (زمنية قصيرة) يحددها الصانع

  Is the value of short time withstand current assigned by the manufacturer , this value of the current is the r.m.s value of the A.C Component of the prospective short circuit current , assumed constant during the short time delay .

- Cat A & Cat B circuit breakers. (فئات الاستخدام) Utilization category

  Category A : Circuit breakers not specifically not intended for selective under short circuit conditions with respect to other short circuit protective devices in series on the Load side .

  Category B : Circuit breakers specifically not intended for selective under short circuit conditions with respect to other short circuit protective devices in series on the Load side , such breaker has a short time withstand current rating .

- القاطع من الفئة Cat A وهى التي تركب عند الأحمال واستطاعة الفصل لها لحظية بالمقارنة مع القاطع من الفئة Cat B.
- القاطع من الفئة Cat B , حيث استطاعة الفصل لها في زمن أكبر بالمقارنة مع القاطع من الفئة Cat A , وهو القاطع الذي يركب بعد المحول مباشرة.

- Number of poles عدد أقطاب التوصيل
- Cascading الحد من قيمة التيار للقاطع الفرعي
- Continuity of service : استمرارية الخدمة
  - ❑ Selectivity الإنتقاء
  - ❑ Withdrawability القابلية للسحب
- Trip unit (TM **Or** Electronic) وحدة الفصل و الحماية (إلكترونية أو حرارية مغناطيسية)
- Accessories & Interlocking الملحقات و الحماية من التداخل

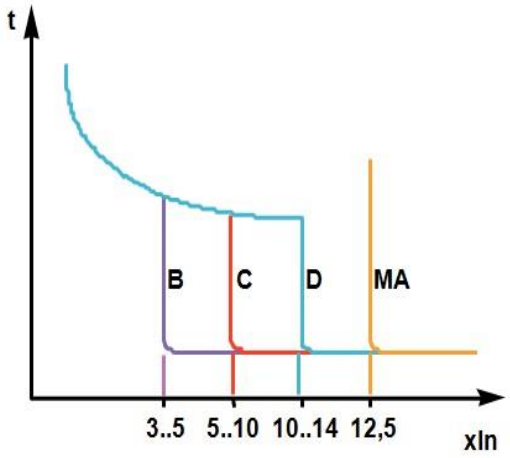
- Mechanical & electrical endurance عدد العمليات الميكانيكية والكهربيـة (العمر الإفتراضي)
- Network monitoring (Communication) إمكانية المراقبة و الإتصال

- What is meaning of " Ics = Icu or Ics = 100% Icu "?

The circuit breaker carries out three successive disconnections of the Ics current (0 – 3 min – CO – 3 min – CO).

وهى استطاعة القاطع على الفصل على خطأ " تيار قصر (ك.أمبير)" ثلاث مرات متتالية يفصل بينهما ثلاث دقائق دون أن يتلف ويجب اختبار القاطع بعدها.

Circuit breakers tripping curves :



B curve
Tripping: 3 to 5 In (IEC 60898);
protection of generators, persons, long cables;
no current peaks

C curve
Tripping: 5 to 10 In (IEC 60898);
circuit protection (lighting, power outlets)
general applications

D &K curve
Tripping: 10 to 14 In (IEC 60947.2);
protection of circuits with high current inrush;
transformers, motors

Z curve
Tripping: 2.4 to 3.6 In (IEC 60947.2);
protection of electronics

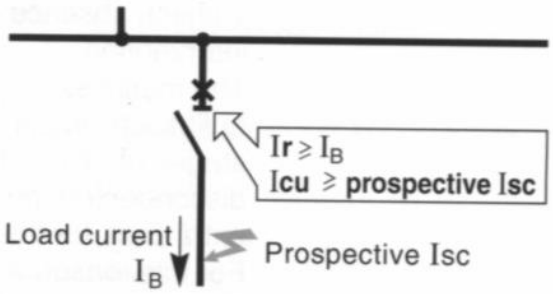
MA curve
Tripping: 12 In (IEC 60947.2);
protection of motor starters and specific applications
(no thermal overload protection).

M.C.C.B Specifications :

- Nominal current (Up to 4000 Ampere)
- High level of short circuit current (Up to 150 KA)
- Frequent operation
- Continuity of service :
  - Selectivity
  - Withdrawability
- Interlocking & Network monitoring
- Up to 630A Category A
  Above 630 Category B

How to choose a breaker ?

- **1- Basic Criteria :** المعايير الأساسية



- Rating (U , I)
- Breaking capacity
- Number of poles (Neutral distribution system)
- IEC Standard
- Type of Load to be protected :- (Generator , Motor , Direct current ,……ect.)

- **2 - " Continuity of service " Criteria :** معايير استمرارية الخدمة
  - Selectivity
  - Withdrawability
  - Maintainability

- **3 - " Performing " Criteria :** معايير الآداء

  - Cascading (limitation of current)

  - Reverse feeding without reduction in performance

- **4 - " Comfort " Criteria :** معايير الراحة

  - Simple to install , easy to work with .

  - Field installable accessories

  - work monitoring and communication

Low voltage coordination techniques

Optimising LV electrical distribution

through 3 actions at the Protection Plan Level

تقنيات تنسيق الجهد المنخفض

تحسين التوزيع الكهربائي للجهد المنخفض

من خلال 3 إجراءات على مستوى خطة الحماية

1 - **Discrimination** to guarantee continuity of supply

2 - **Limitation** to reduce constraints

3 - **Cascading** to optimize performances

1 - "التمييز" لضمان استمرارية العمل

2 - "التحديد" لتقليل القيود

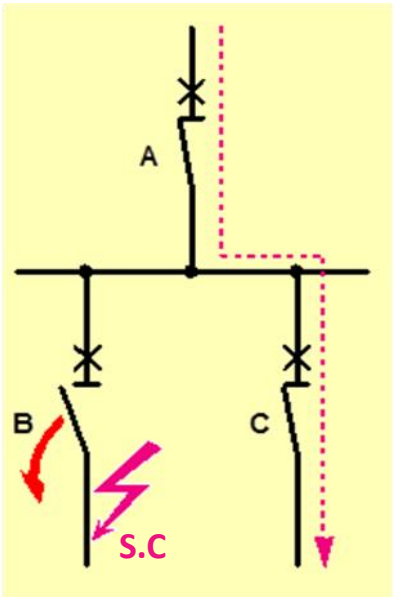
3 - "التتابع " لتحسين الأداء

Co-ordination of protection devices :

1- Discrimination :

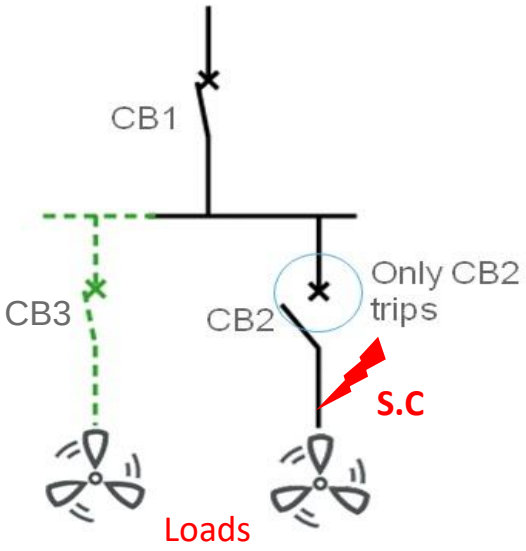
- **Levels of Discrimination**
  - Total discrimination
  - Partial discrimination
  - No discrimination

- **4 Types of Discrimination**
  - Current
  - Time
  - Energy
  - Logic



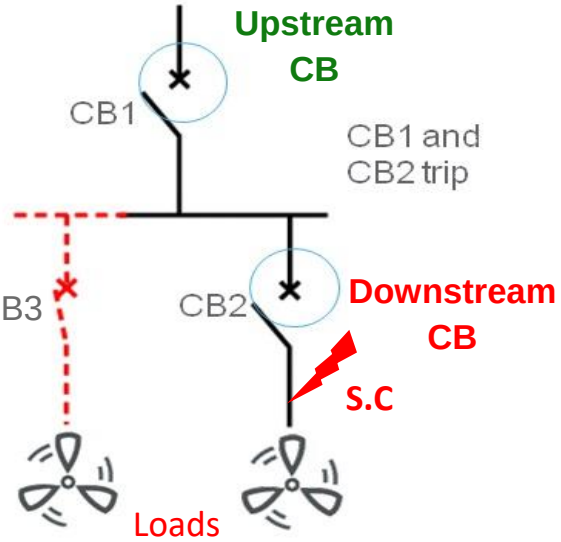
- What is discrimination?

■ Total discrimination



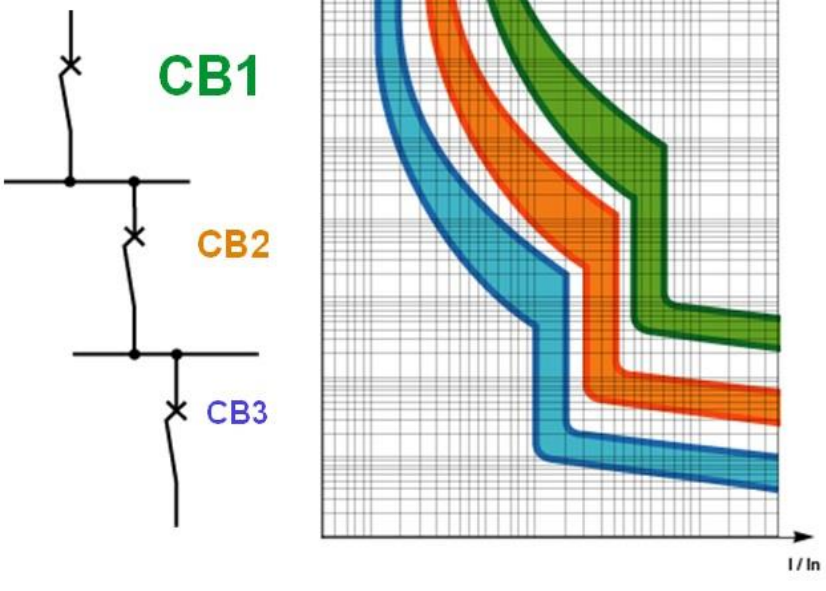
The power supply to the other feeders is still ensured

■ No discrimination

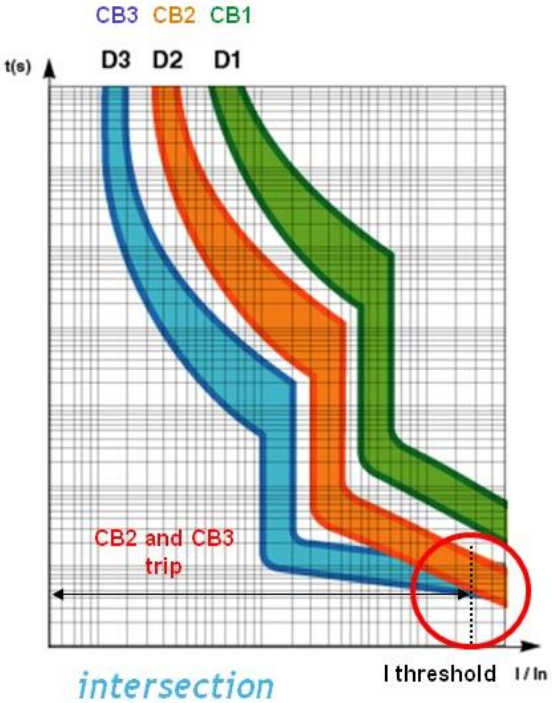


The power supply to the other feeders is no longer ensured

• Total discrimination



• Partial discrimination



- Discrimination tables

K166

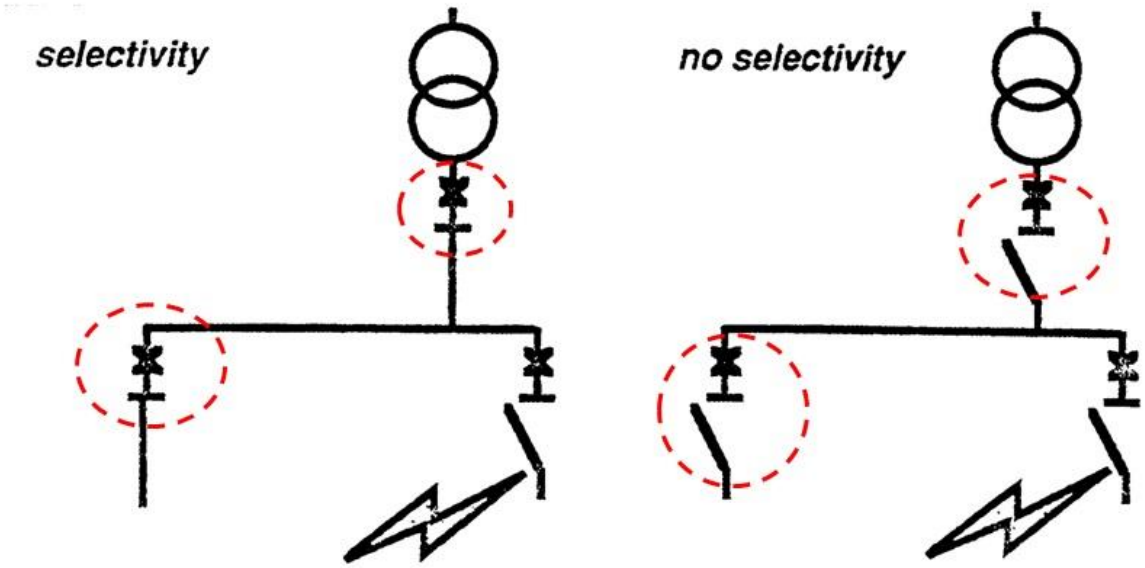
Installation design
Protection discrimination

Discrimination tables
Upstream: NSA160, NS100 to 630
Downstream: NS125E, NSA160, NR
NS100 to 630

Aval	Upstream / Rating Downstream	NSA160N 63	80	100	125	160	NS100N/SX/H/L décl. TM-D trip unit TM-D 16	25	40	63	80	100	NS160N/SX/H/L décl. TM-D trip unit TM-D 80	100	125	160	NS250N/SX/H/L M-D trip unit TM-D 125	160	200	250
NS125E décl. TM-D	trip unit TM-D												1	2	2	2	2	T	T	T
													1	2	2	2	2	T	T	T
	40												1	2	2	2	2	T	T	T
	63													2	2	2	2	T	T	T
	80														2	2	2	T	T	T
	100															2		T	T	T
	125																		4	5
NSA160N	63			1,25	1,25	1,25								2	2	2	2	T	T	T
	80				1,25	1,25									2	2	2	T	T	T
	100															2	2	T	T	T
	125																		T	T
	160																			T
NR100F NS100N décl. TM-D	16								0,5	0,5	0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T
	25								0,5	0,5	0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T
	trip unit TM-D										0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T
	63											0,8		2	2	2	2	T	T	T
	80														2	2	2	T	T	T
	100															2		T	T	T
NS100SX/H/L décl. TM-D	16								0,5	0,5	0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T
	trip unit TM-D									0,5	0,63	0,8	1	2	2	2	2	T	T	T
	40										0,63	0,8	1	2	2	2	2	36	36	36
	63											0,8		2	2	2	2	36	36	36
	80														2	2	2	36	36	36
	100															2		36	36	36

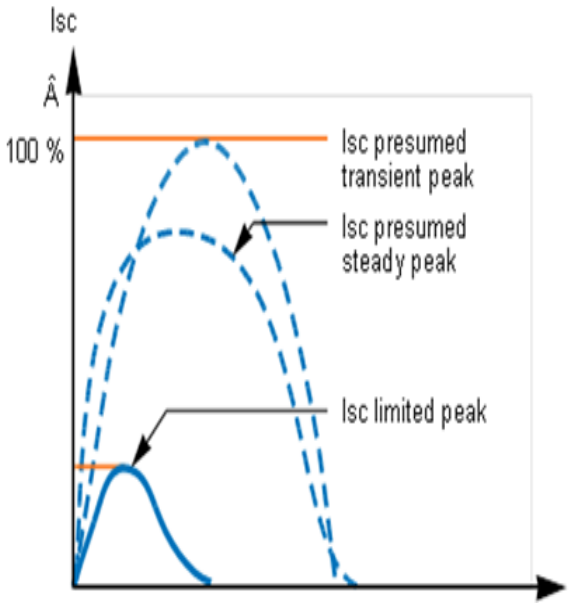
Current Discrimination (Selectivity)

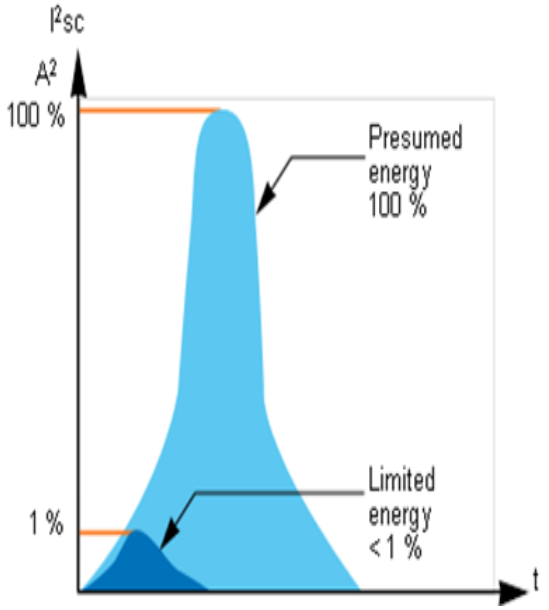
- Any fault at the network , must be immediately cleared *ONLY* by the device installed upstream of the fault.
- **Discrimination (Selectivity) = Continuity of service**



2- Limitation :

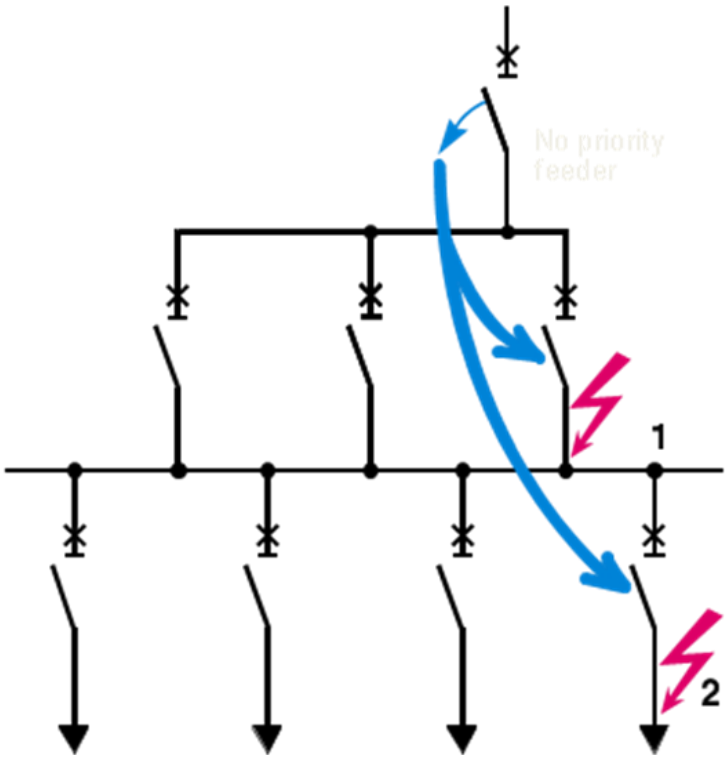
- Technique that allow for the harmful effects of short-circuit currents to be diminished
- **Limitation** reduces effects of the following type:
  - **electromagnetic:** reduction in EMC disturbances
  - **mechanical:** reduction of deformation and/or breaks
  - **thermal:** rise in the life span of trunking





3- Cascading :

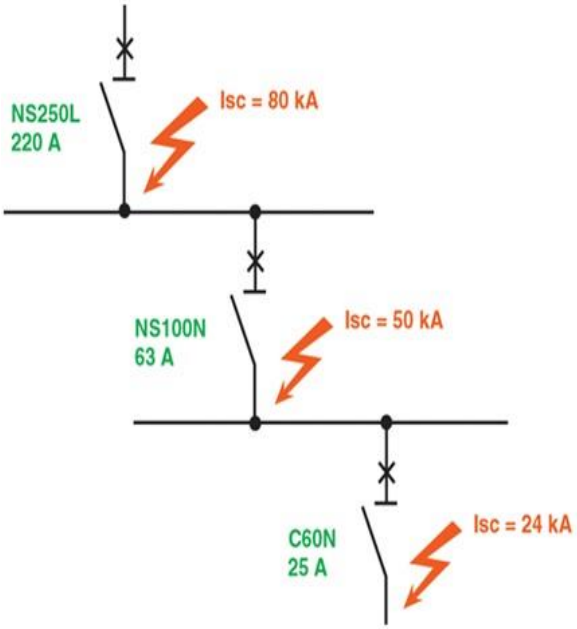
- The limiting upstream circuit-breaker helps the downstream circuit-breakers to open
- Technique that allows for the cost of LV electrical distribution to be optimised

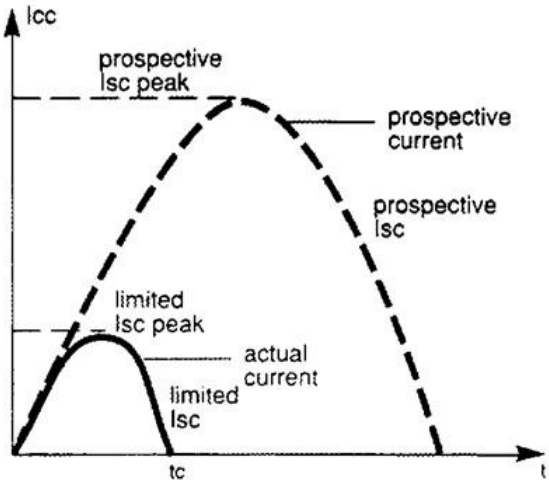


Cascading

- Cascading is the use of current limiting capacity of the circuit breaker to permit installation of lower rated and therefore lower cost down stream the breaker.
- Cascading advantages :-
  - Reduce C.B cost
  - Reduce mechanical effect (Bas bars)
  - Reduce thermal effects (Cables)
  - Reduce electromagnetic effect (Measuring devices)

Cascading = Reduction of the installation cost





Cascading Selection

Upstream		EZC100F	EZC100N	EZC100H
Breaking capacity kA rms		10	15	30
Downstream	Icu	Enhanced breaking capacity (kA rms)		
C60N	10	–	15	15
C60H	15	–	–	15

Upstream		EZC250N	EZC250H	NS250H
Breaking capacity kA rms		25	36	70
Downstream	Icu	Enhanced breaking capacity (kA rms)		
EZC100F	10	15	15	30
EZC100N	15	20	20	50
EZC100H	30	–	36	70

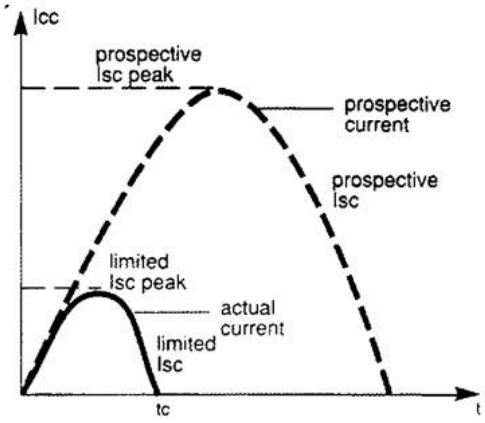
Upstream		NB400 / 630	NS400 / 630N	NS400 / 630H
Breaking capacity kA rms		30	50	70
Downstream	Icu	Enhanced breaking capacity (kA rms)		
EZC100F	10	–	–	–
EZC100N	15	20	20	30
EZC100H	30	–	45	50
EZC250N	25	30	36	40
EZC250H	36	–	45	50

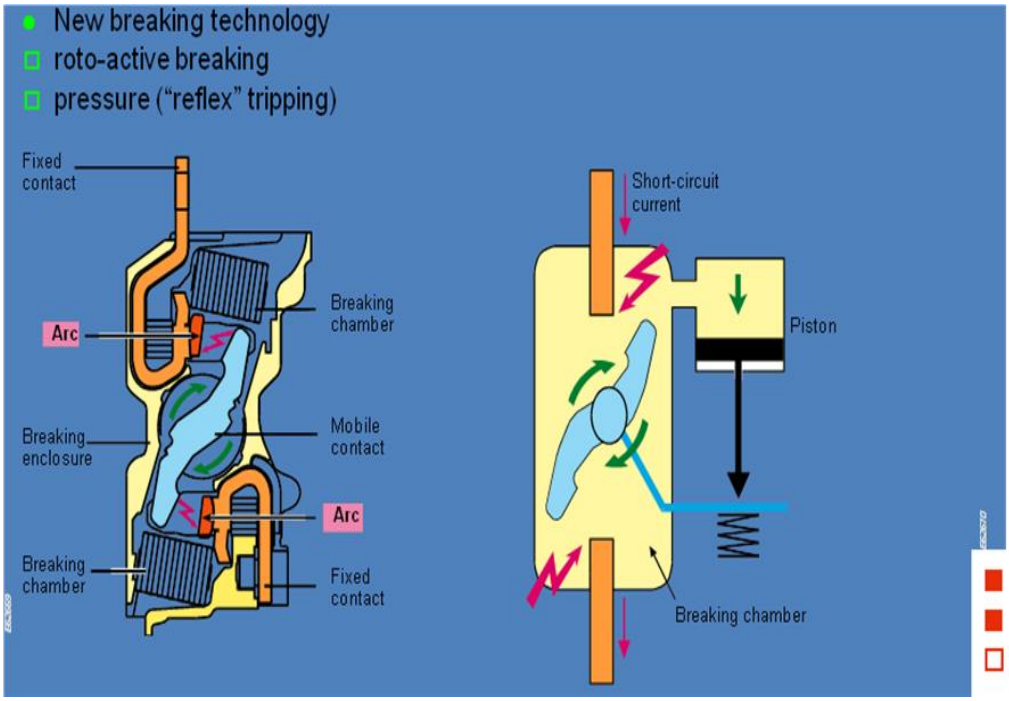
Current Limitation:

- **The aim :**
  - To limit the fault current crossing downstream the breaker
- **Advantage :**

To reduce :

- Electromagnetic effects (Measurements)
- Mechanical stresses (Bas bars)
- Thermal effects (Conductors)





Current limitation with new technology (Roto active or Dual contacts rotary configuration or Fork contacts)

للتغلب على مشكلة قيم التيار العالية أثناء " الفصل - التوصيل - القصر " تم استحداث تكنولوجيا جديدة للقواطع المقولبة (MCCB) بحيث تكون ذات نقاط فصل وتوصيل دائرية مزدوجة

(Dual contact rotary configuration / Fork contacts / Roto active) أو ما يعادل تلك التكنولوجيات من تكنولوجيا التقسيم والحد من قيمة التيار أثناء " الفصل - التوصيل - القصر " حيث تعد هذه التكنولوجيات لأكبر ثلاث شركات مصنعة للقواطع الكهربية على مستوى العالم .

مزايا تحديد التيار

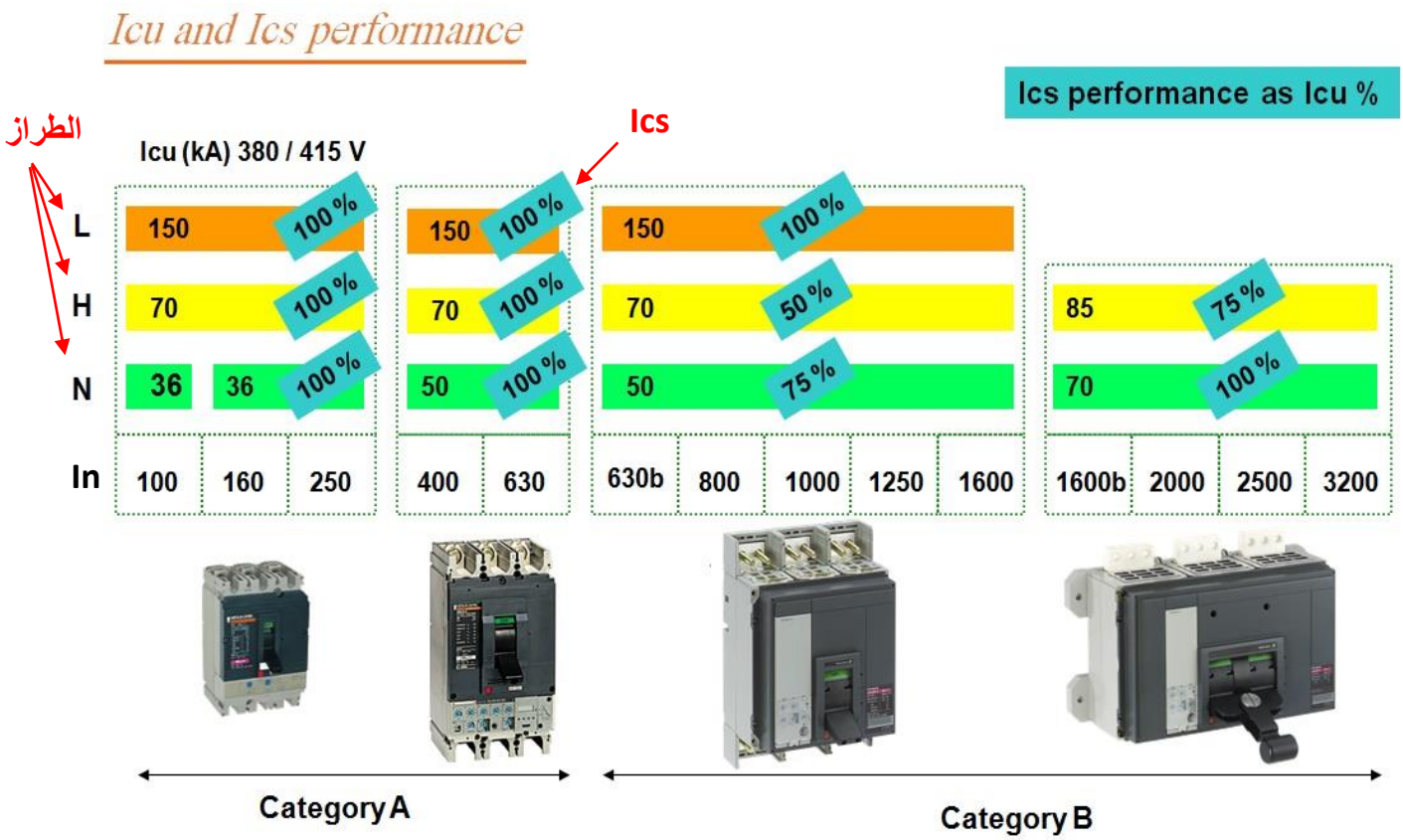
استخدام قواطع الدائرة محددة التيار تعرض مزايا عديدة:

- صيانة أسهل لشبكة التركيبات : قواطع الدائرة محددة التيار تضعف بقوة تأثير التوافقيات المرتبطة بتيارات قصر الدائرة.
- تقليل التأثيرات الحرارية: الموصلات (وعزلها) تقل حرارتها بشدة ولهذا السبب يزداد عمر الكابل .
- تقليل التأثيرات الميكانيكية: القوى نتيجة التنافر الكهرومغناطيسي تكون صغيرة مع تقليل مخاطر التشوه والتمزق المحتمل واحتراق زائد للملامسات إلخ.
- تقليل تأثير التداخل الكهرومغناطيسي : تقليل تأثير القوى على أجهزة القياس والدوائر ونظم الاتصالات

إلخ. قواطع الدائرة هذه تساهم تجاه تحسين إستثمار الآتي:

- الكابلات والأسلاك .
- نظم مجاري الكابلات سابقة الصنع.
- أجهزة الوصل والفصل ، ولهذا السبب تقل التصلد بالتركيبات.

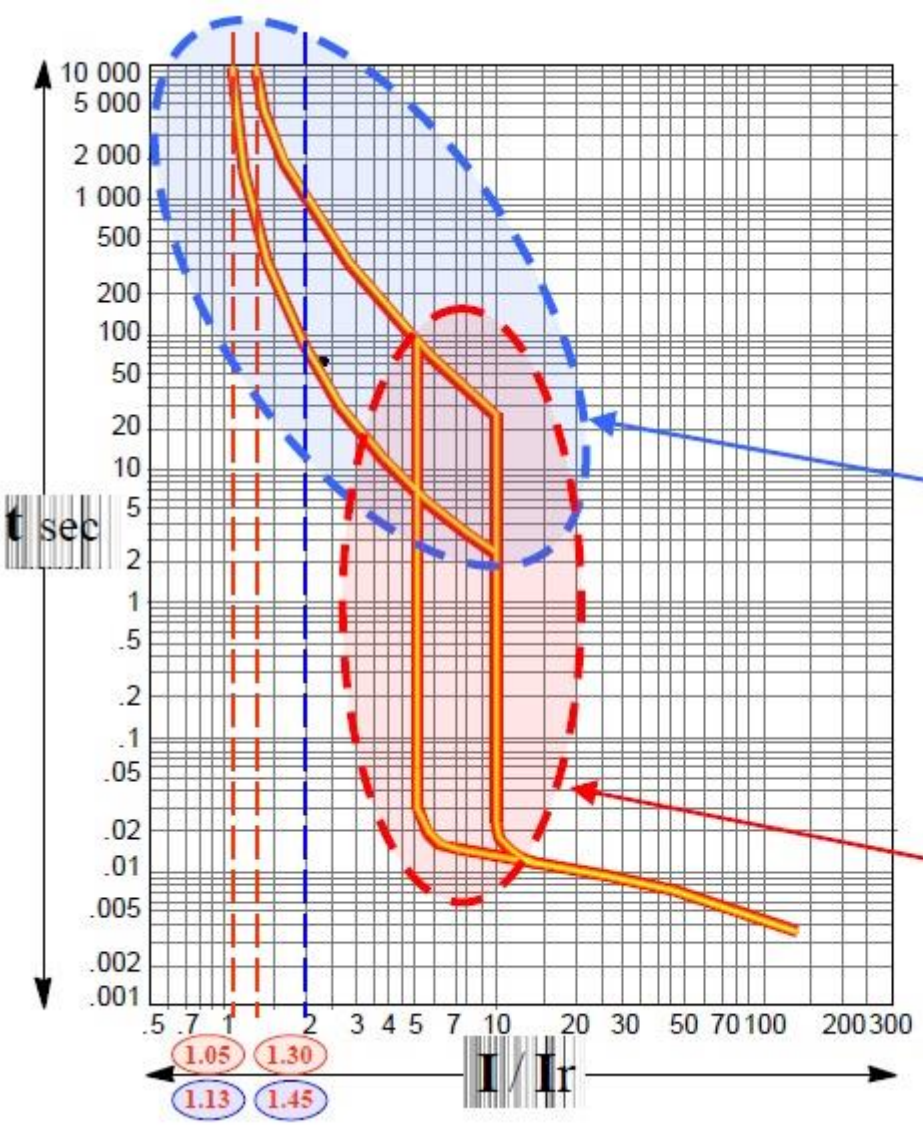
مثال توضيحي لأحد المنتجات المتاحة بالأسواق :-



وحدة الحماية : تنقسم الحماية في القواطع المقولبة إلى (حماية حرارية – حماية مغناطيسية) فالحماية الحرارية تعبر عن الارتفاع في قيمة التيار حتى 115 % زيادة عن التيار المقنن (overload – long time), بينما الحماية المغناطيسية تعبر عن الحماية من القصر (short circuit – short time) وهى الزيادة في التيار من (2 : 10) أضعاف التيار المقنن , وتوجد قيم عديدة للحماية الحرارية على حسب كل مصنع فالقيمة المتوسطة التي يطلب بها القاطع تتراوح من : In (0.4 to 1) , بينما الحماية المغناطيسية تتراوح من (2 to 10) times In .

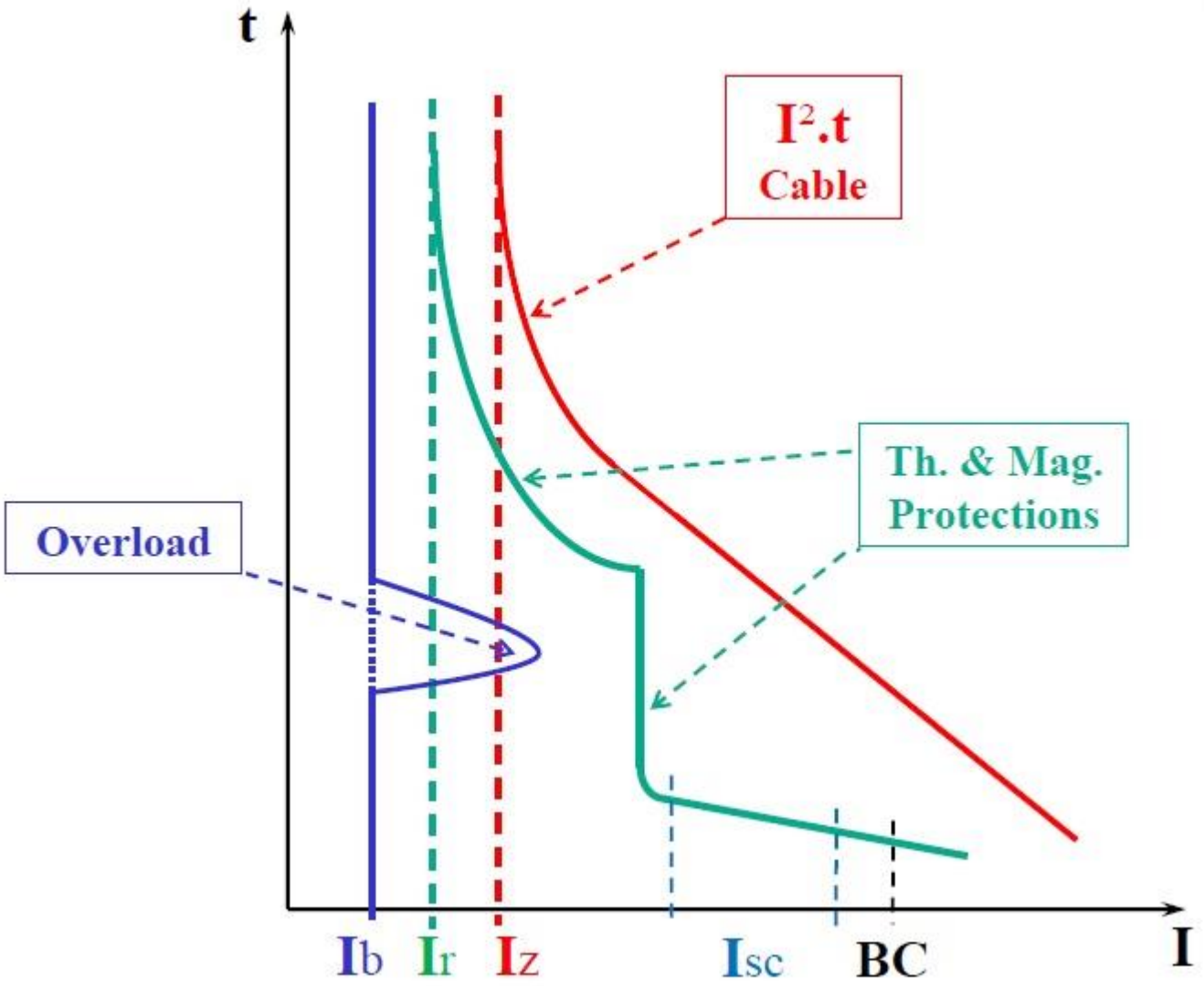
وتتواجد الحماية الحرارية والمغناطيسية إما ثابتة (fixed) كما هى بضبط المصنع أو متغيرة (variable) من خلال مؤشر بحيث تكون قابلة للضبط , وهناك قواطع بدون حماية حرارية وهناك قواطع تتواجد بها الحمايتين على حسب الاستخدام .

منحنى الفصل :



الحماية الحرارية

الحماية المغناطيسية



Where :

BC : Breaking capacity Icu (Max)

Isc : Prospective short circuit current

Ib : Current of load

Ir : Current of thermal protection unit to C.B

Iz : Current through in cable

وتتنوع وحدات الحماية وتنقسم إلى ثلاثة أنواع :-

1- وحدة حماية عادية (TM) (thermomagnetic trip unit).

2- وحدة حماية الكترونية (electronic trip unit).

3- وحدة حماية منطقية (micrologic trip unit).

وهناك بعض الاختصارات الخاصة بأحد الشركات الكبرى في مجال وحدات الحماية للقواطع الكهربية :-

- **MF** : **M**agnetic only (**F**ixed threshold) .
- **MA** : **M**agnetic only (**A**djustable threshold) .
- **TMF** : **T**hermo**M**agnetic trip unit (**F**ixed thermal and magnetic threshold).
- **TMD** : **T**hermo**M**agnetic trip unit (Adjustable thermal and fixed magnetic).
- **TMA** : **T**hermo**M**agnetic trip unit (**A**djustable thermal and magnetic threshold).
- **PR231/P , PR232/P , PR331/P, PR332/P** : (Electronic trip unit).

Basic protection functions

(L) Protection against overload
This protection function trips when there is an overload with inverse long-time delay trip according to the IEC 60947-2 Standard ($I^2t=k$). The protection cannot be excluded.

(S) Protection against short-circuit with time delay
This protection function trips when there is a short-circuit, with long inverse time-delay trip ($I^2t=k$ ON) or a constant trip time ($I^2t=k$ OFF). The protection can be excluded.

(I) Instantaneous protection against short-circuit
This protection function trips instantaneously in case of a short-circuit. The protection can be excluded.

(G) Protection against earth fault
The protection against earth fault trips when the vectorial sum of the currents passing through the current sensors exceeds the set threshold value, with long inverse time-delay trip ($I^2t=k$ ON) or a constant trip time ($I^2t=k$ OFF). The protection can be excluded.

There is four kinds of M.C.C.B:

1- Fixed type.

2- Plug-in type.

3- Withdrawable type.

4- Motorizable type. With (Motor , SCR , UVR)

Shunt closing release (SCR) , Under voltage release (UVR)

Accessories for C.B :

Shunt closing release – SCR

The shunt closing release - only available on the motorizable versions of Tmax T7 - allows remote closure of the circuit-breaker when the circuit-breaker closing springs are charged. The technical characteristics and the service voltages of the shunt closing release are identical to those of the shunt opening release available on T7. The closing time of the circuit-breaker by means of SCR is 50 ms.

Thanks to the anti-surge system, the closure of the circuit-breaker is not possible before the opening operation has entirely been performed. Thus a delay of at least 30 ms between the opening and closing command is required.

Under voltage release – UVR

Opens the circuit-breaker due to lack of release power supply voltage or to drops to values under 0.7 x Un with a trip range from 0.7 to 0.35 x Un. After tripping, the circuit-breaker can be closed again starting from a voltage higher than 0.85 x Un. With the under voltage release de-energized, it is not possible to close the circuit-breaker or the main contacts.

القاطع الهوائي A.C.B :- حيث تختص المواصفة العالمية (IEC 947-2) بالمواصفات الخاصة بالقواطع الكهربية وهو القاطع الهوائي ويتضح التركيب من خلال الشكل التالي :

Air circuit breaker :

- High current up to 6300A.
- High level of short circuit current.
- High Endurance (Life time).
- Wide range of accessories.
- Withdrawability.
- Ease of operation , maintenance and adding accessories.
- Interlocking and network monitoring.
- Category B circuit breakers.

What are the differences between an ACB and MCCB ?

In terms of :

- location in the LV network
- performances
- installation
- maintenance
- technical

How to discriminate between A.C.B & M.C.C.B :

Features	ACB	MCCB
Electrical Endurance	higher	lower
Motor	all ranges can be motorized	can be motorized up to 1600A
Icw	higher	lower
Maintenance of contacts	possible	NA
150 KA	possible	NA for all ranges
Ics	most of ranges higher	most of ranges lower
Mech Interlock by cables of 2 out of 3	possible	NA
Withdrawability	for all ranges	up to 1600 A

المواصفات الخاصة بالقواطع الهوائية لأحد الشركات المتخصصة كنموذج للدراسة :

تتميز القواطع الهوائية بالميزات التالية :

- مصممة ومصنعة ومختبرة وفق النظام العالمي " 2 ; IEC 60947-1 " .
- معدة لتحمل درجة تلوث " 4 " حسب النظام العالمي " IEC 60664-1 " .
- عدد الأقطاب " ثلاثية - 3 Poles " أو " رباعية - 4 Poles " .
- توتر العزل : " Ui = 1000/1250V " .
- توتر النبضي : " Uimp = 12kV " .
- توتر العمل الاسمي : " Ue = 690/1150V " .
- يحقق القاطع ميزة العزل " Suitibility for Insulation " تبعاً للأنظمة المذكورة أعلاه .
- التيارات الاسمية " In " محققة عند درجة حرارة محيطية مقدارها " 50°C + " .
- نوعية الاستخدام " Utilisation Category " : " B " .
- النوع " Fixed " أو Drawout .

- تتوفر هذه القواطع بـ " قياسين " لتغطية كافة التيارات الاسمية " In " المطلوبة ، وهي :
  - القياس الأول " 1 " : " 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200, 4000A " .
  - القياس الثاني " 2 " : " 4000, 5000, 6300A " .
  - كافة التيارات الاسمية محققة عند درجة حرارة محيطية مقدارها " 50°C + " .
- استطاعات القطع الأعظمية " Ultimat Breaking Capacity - Icu " : يوجد عدة نماذج تغطي كافة استطاعات القطع المطلوبة ، وهي :
  - " 1 " : " kA rms " "N1 : 42, H1 : 65, H2 : 100, H3 : 150, L1 : 150, H10 : 50 " .
  - " 2 " : " kA rms " " H1 : 100, H2 : 150 " .

  إن استطاعات القطع المذكورة محققة عند التوتر " 220/415/440V - 50/60Hz " .
- استطاعة القطع في الخدمة " Breaking Capacity in Service - Ics " : تساوي لكافة القيم المذكورة أعلاه " Ics = 100 % Icu " .

- تيار التحمل الحراري " Icw - Rated Short-Time Withstand Current " :
  - القياس " 1 " :
    - لمدة " 1 sec " " kA rms " :

"N1 : 42, H1 : 65, H2 : 85, H3 : 65, L1 : 30, H10 : 50 "

    - لمدة " 3 sec " " kA rms " :

"N1 : 22, H1 : 36, H2 : 50, H3 : 65, L1 : 30, H10 : 50 "

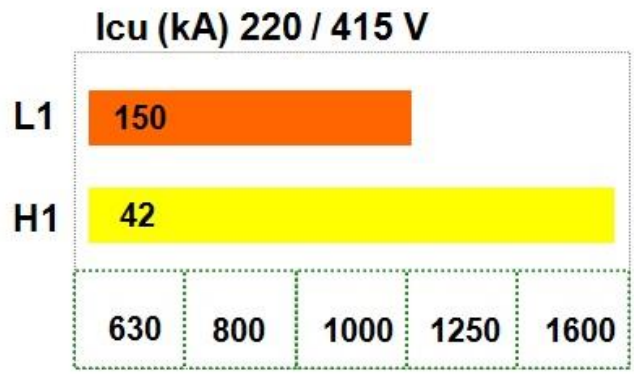
  - القياس " 2 " :
    - لمدة " 1 sec " " kA rms " :

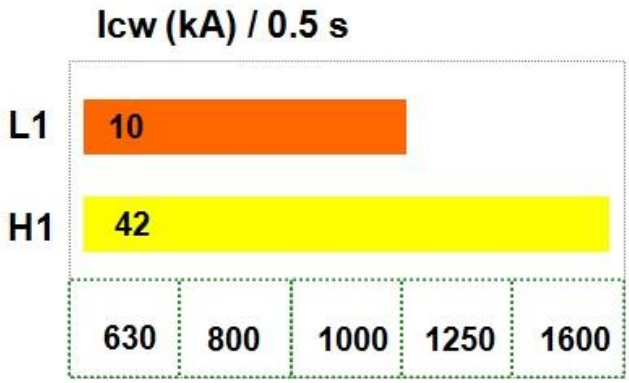
" H1 : 100, H2 : 100 "

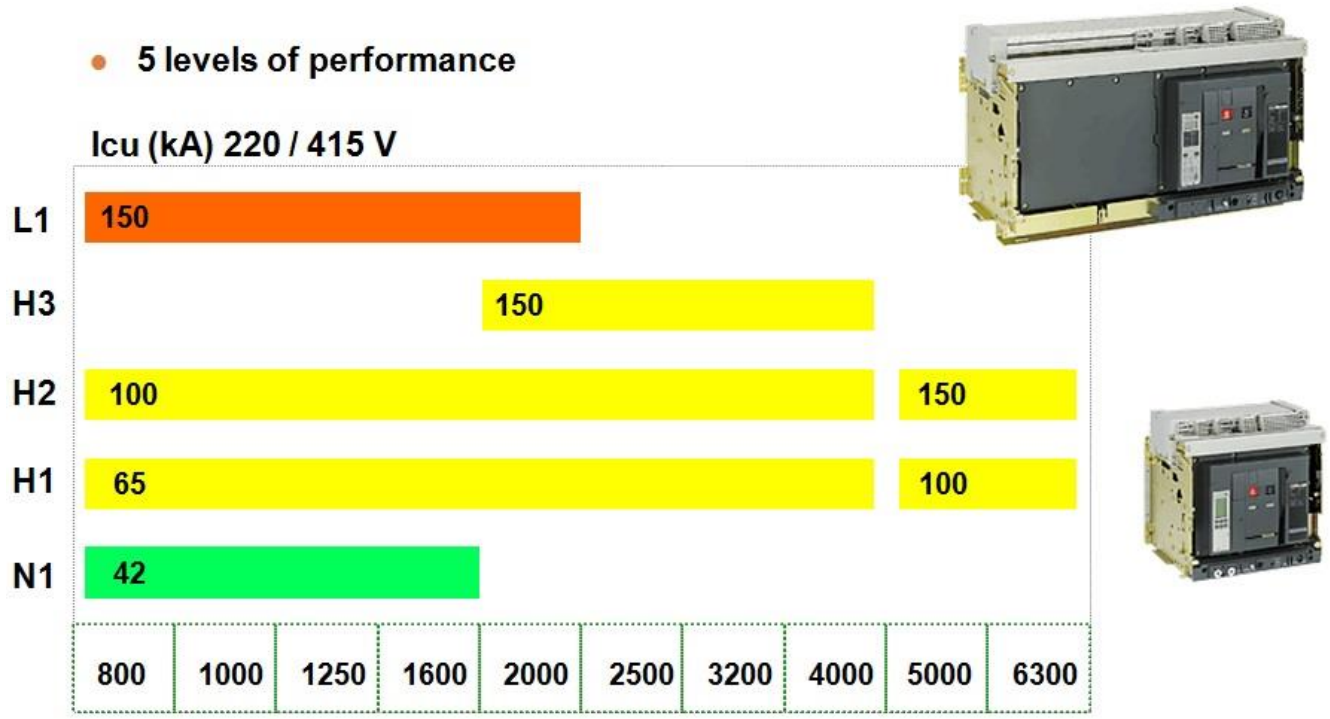
    - لمدة " 3 sec " " kA rms " :

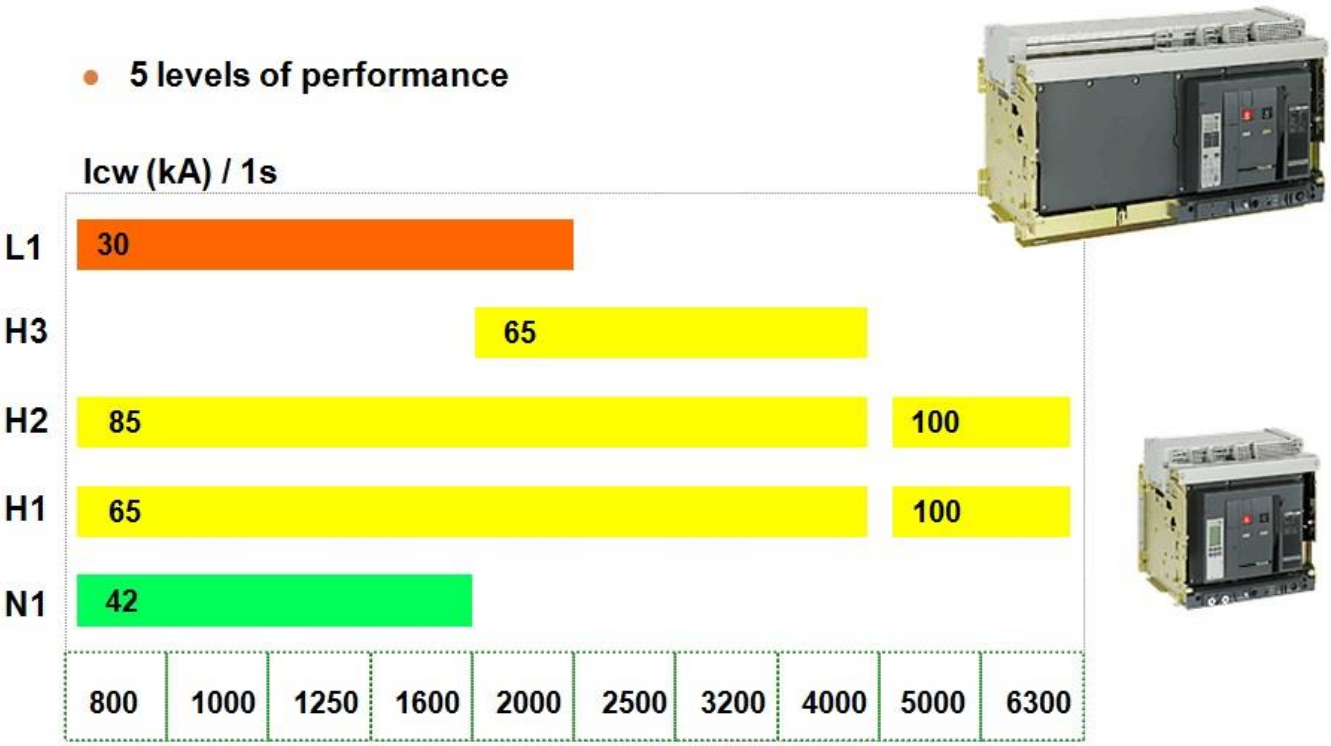
" H1 : 100, H2 : 100 "

- **2 levels of performance for each**









فكما ذكرنا سابقاً من تعريف Icw , بأنه تيار التحمل الحراري بزمن يحدده الصانع كما هو موضح بالشكل عاليه

● مواصفات القواطع الهوائية

- تصنع وتختبر حسب النظام العالمي " IEC 947-2 "
- التيارات الاسمية : " 800; 1000; 1200; 1600; 2000; 2500; 3200; 4000; 5000; 6300 A "
- منها " H10 ; L1 ; N1 ; H3 ; H2 ; H1 " تبعاً لقيمة استطاعة القطع .
- عدد الأقطاب : " 3 Ph ; 3 Ph + N " ، حيث يمكن أن يكون القطب الحيادي مع أو بدون حماية وذو قيمة تيار مساوية لنصف قيمة تيار الطور أو لقيمة تيار الطور أو أكبر من قيمة تيار الطور .
- مزودة بوحدات **حماية الكترونية قابلة للعيار** الحراري والمغناطيسي نموذج " .... Micrologic " مع أو بدون امكانية قياس : التيارات ، التوترات والتيارات والاستطاعات ، التوافقيات .
- استطاعات القطع : " 150 kA ; 85 ; 65 ; 50 ; 42 "
- تبعاً لنوع وحدة الحماية فإنها تؤمن " الحماية التفاضلية أو الحماية من الأعطال الأرضية " وتكون قابلة للعيار مع تأخير زمني قابل للعيار .
- يمكن أن يضاف لهذه القواطع متممات مثل : تماسات مساعدة ، تماس عطل ، وشائع فصل عن بعد ، وشائع هبوط توتر ، محركات كهربائية ، وصلات ميكانيكية ثنائية أو ثلاثية .

● تتميز وحدات الحماية من عائلة " ... Micrologic " بالميزات التالية :

- " Protection " : تأمين حماية الشبكة الكهربائية .
- " Metering " : قياس عناصر الشبكة الكهربائية .
- " Management " : مراقبة الشبكة والتحكم بعمليات الفصل .
- " Continuity " : تأمين إنتقائية الفصل مما يضمن استمرارية الخدمة .

● تحوي هذه الوحدات على قسمين مستقلين للمعالجة ، الأول خاص بالحمايات ، والثاني خاص بالقياسات ، وبالتالي فإن تعطل القسم الخاص بالقياسات لا يؤثر مطلقاً على أداء الحمايات .

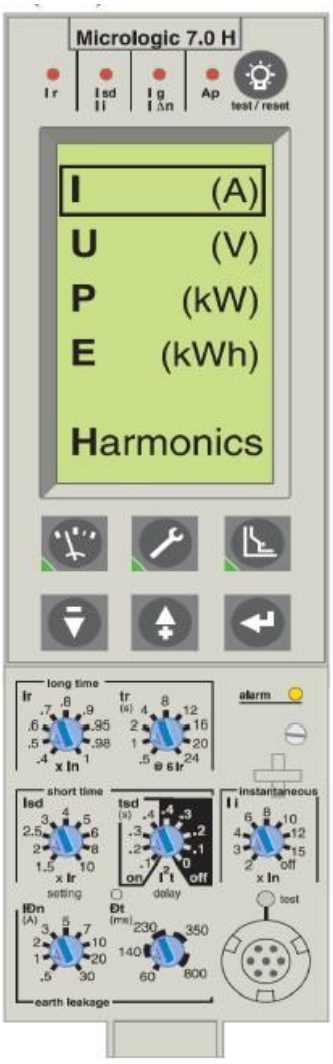
● تحوي كافة الوحدات على واجهتها الأمامية على " LED's " للدلالة على :

- نوع العطل الذي أدى لفصل القاطع " Ig , Isd , Ir " .
- للدلالة على عطل داخلي " Ap " .
- إنذار بزيادة الحمولة " Overload Alarm " .

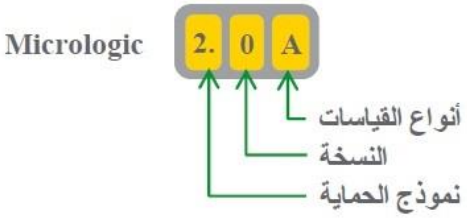
وحدات الحمـايـة :

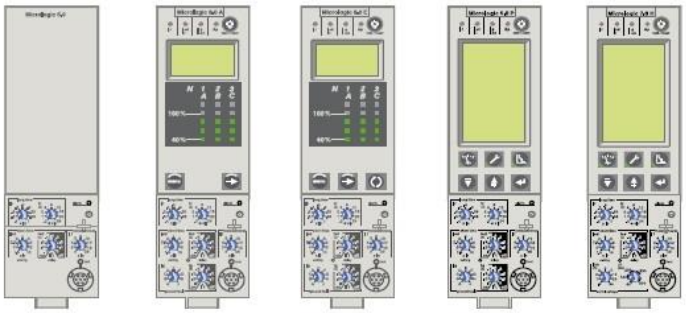
- لتأمين الحمايات المطلوبة يضـاف عادة للقواطع الهوائية " ACB " وحدات حماية الكترونية من عائلة " **Micrologic** " .
- يوجد لهذا النوع من وحدات الحماية عدة نماذج تبعاً للحمايات المطلوبة بالإضـافة لبعض الوظائف الأخرى ، وتصنف هذه النمائج بإضافة " رقمان و حرف " ، وهي التالية :
  - الرقم الأول " **2 , 5 , 6 , 7** " : للدلالة على نوع الحمايات .
  - الرقم الثاني " **0** " للدلالة على رقم النسخة " Version " .
  - الأحرف " **A , P , H** " : للدلالة على نوع القياسات وبعض الميزات الأخرى .

مـثـال " **Micrologic 5.0A** "



وحدات الحمـايـة : عائلة " Micrologic ... "

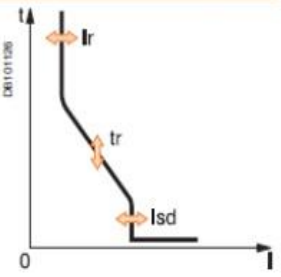




القياسات / أنواع حمايات التيار	Without	A	E	P	H
2: حمايات التوزيع " L , I "	2.0	2.0 A	2.0 E		
5: حمايات التوزيع ، الإنتقائية " L, S, I "	5.0	5.0 A	5.0 E	5.0 P	5.0 H
6: حمايات التوزيع ، الإنتقائية ، العطل الأرضي " L, S, I, G "		6.0 A	6.0 E	6.0 P	6.0 H
7: حمايات التوزيع ، الإنتقائية ، التسرب الأرضي " L, S, I, V "		7.0 A		7.0 P	7.0 H

وحدات الحماية Micrologic 2.0 A

Protection			Micrologic 2.0 A								
Long time											
Current setting (A)	Ir = In x ...		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.98	1
Tripping between 1.05 and 1.20 x Ir			Other ranges or disable by changing long-time rating plug								
Time setting		tr (s)	0.5	1	2	4	8	12	16	20	24
Time delay (s)	Accuracy: 0 to -30 %	1.5 x Ir	12.5	25	50	100	200	300	400	500	600
	Accuracy: 0 to -20 %	6 x Ir	0.7(1)	1	2	4	8	12	16	20	24
	Accuracy: 0 to -20 %	7.2 x Ir	0.7(2)	0.69	1.38	2.7	5.5	8.3	11	13.8	16.6
Thermal memory			20 minutes before and after tripping								
(1) 0 to -40 % - (2) 0 to -60 %											
Instantaneous											
Pick-up (A)	Isd = Ir x ...		1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10
Accuracy: ±10 %											
Time delay			Max resettable time: 20 ms Max break time: 80 ms								



وحدات الحمـايـة : " Micrologic 2.0A "

- **الحمايات : يؤمن هذا النموذج الحمايات التالية :**
  - حماية حرارية " Long time " قابلة للعيار " 1 In ... Ir = 0.4 " على تسع وضعيات ، هي التالية " 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 0.95, 0.98, 1 " .
  - تأخير زمني للحماية الحرارية " Time delay " قابل للعيار على تسع وضعيات ، هي التالية " 0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24 sec " وعند القيمة " 6xIr " .
  - حماية مغناطيسية " Short time " قابلة للعيار " 10 Ir ... Isd = 1.5 " على تسع وضعيات ، هي التالية " 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 " .
  - عندما يكون القاطع ذو أربعة أقطاب " 3P+N " ، فإن حماية الخط الحيادي تؤمن بواسطة مفتاح ذو ثلاث وضعيات هي " 4P 4d , 4P 3d + N/2 , 4P 3d " .
- **القياسـات : يؤمن هذا النموذج القياسـات التالية :**
  - قياس وإظهار قيم تيارات الأطوار الثلاثة وتيار الحيادي " I1, I2, I3, IN " على الشاشة ، كما يدل هذا النموذج على قيمة التيار بالنسبة المئوية بواسطة " Bargraph - LED's " للأطوار الثلاثة .
  - لا حاجة لمصدر تغذية خارجي إذا كانت قيمة التيار المار " I > 20 % In " .
- **الإتصال " Communication " : لمعرفة : التعيير ، القياسات ، وأسباب الفصل .**

معايرة الحمايات :

قبل القيام بمعايرة وحدة الحماية فإنه يتوجب تحديد القيم التالية :

- **القيمة المطلوبة للحماية الحرارية .**
- **القيمة المطلوبة للحماية المغناطيسية .**
- **القيمة المطلوبة للحماية من العطل الأرضي (إن وجدت) .**
- **القيمة المطلوبة للحماية من التسرب الأرضي (إن وجدت) .**

بعدها ، وتبعاً للقيمة المرجعية لكل حماية ، يتم حساب القيمة المتوجب وضع المعيّرة عليها ، ثم يتم ضبط المعيّرات على تلك القيم .

- **حيث أن هذه الحمايات " الكترونية " فإنه يجب وضع المؤشر حكماً على الرقم المطلوب ، أي لا يجوز وضع المؤشر بين رقمين متجاورين .**

معايرة الحمايات : مـثـال

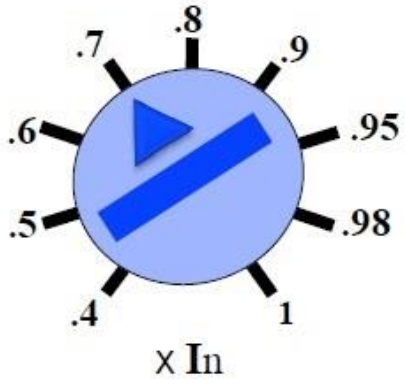
- بفرض وجود قاطع " **NW40-H1-3P** " مجهز بوحدة حماية الكترونية من النموذج " **Micrologic 5.0A** " ، والمطلوب تعييره على القيم التالية :
  - الحماية الحرارية " 2850 A "
  - تأخير زمني للحماية الحرارية " 100 sec " عند زيادة حمولة بنسبة " 50% ≈ "
  - الحماية المغناطيسية " 17300 A "
  - تأخير زمني للحماية المغناطيسية " 100 msec "
  - الحماية الآنية " 26000 A "
- بالعودة للنشرة الفنية لوحدة الحماية المذكورة ، نجد أن القيم المرجعية لهذه الحمايات هي التالية :
  - الحماية الحراريـــة : " ... x In "
  - الحماية المغناطيسية : " ... x Ir "
  - الحماية الآنـيـــــة : " ... x In "
- بعد معرفة القيم المرجعية ، يتم حساب القيم المتوجب تعييرها للحصول على العيارات المطلوبة كما يلي :
  - عيار الحماية الحراريـــة : " **0.71** = 4000 ÷ 2850 " ، أي يتم تعيير الحماية على " **0.7** "
  - عيار الحماية المغناطيسية : " **6.07** = 2850 ÷ 17300 " ، أي يتم تعيير الحماية على " **6** "
  - عيار الحماية الآنيـــة : " **6.26** = 4000 ÷ 25000 " ، أي يتم تعيير الحماية على " **6** "

بعد ضبط العيارات على القيم المحسوبة ، فإننا نحصل على قيم العيارات التالية :

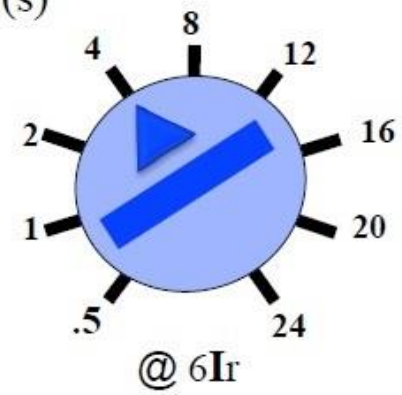
- الحماية الحراريـــة : " **2800** A " = 0.7 x 4000 "
  - لتعيير التاخير الزمني للحماية الحرارية ، وبالعودة للنشرة الفنية لوحدة الحماية فإنه يتم ضبط " tr " على " **4** " والتي تكافئ تأخير زمني " 100 sec " عند القمية " 1.5xIr "
- الحماية المغناطيسية : " **16800** A " = 6 x 2800 "
  - لتعيير التأخير الزمني للحماية المغناطيسية ، وبالعودة للنشرة الفنية لوحدة الحماية فإنه يتم ضبط " tsd " على " **0.1** " ، أي " 100 msec " (مع أو بدون تفعيل الحماية " I^2t ")
- الحماية الآنـيـــــة : " **24000** A " = 6 x 4000 "

معايرة الحماية الحرارية – Long time

Ir



tr
(s)



Ir = 0.7 x 4000

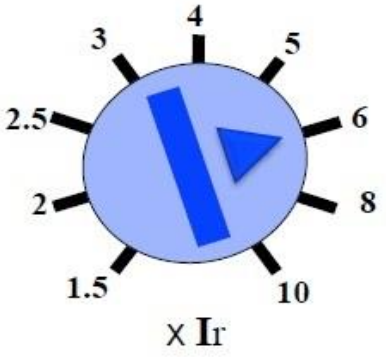
Ir = 2800 A

tr = 4 (@ 6Ir)

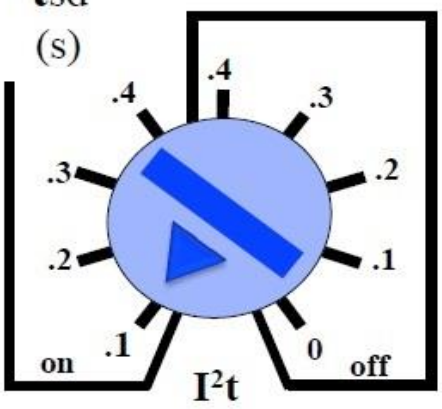
tr = 100 sec (@ 1.5Ir)

معايرة الحماية المغناطيسية – Short time

Isd



tsd
(s)



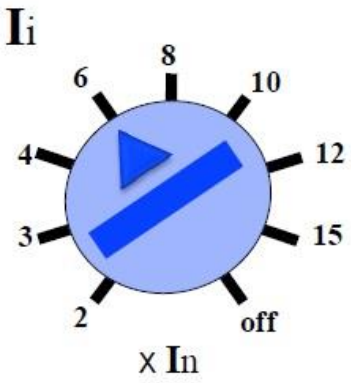
Isd = 6 x 2800

Isd = 16800 A

tsd = 0.1

tsd = 100 msec

معايرة الحماية اللحظية - Instantaneous



$$Ii = 6 \times 4000$$

$$\underline{Ii = 24000\ A}$$

معايرة الحمايات :

- **تبعاً لـ" عدد أقطاب القاطع الآلي ، نموذج وحدة الحماية ، نوع نظام التأريض"** ، فإنه يتوجب تحديد كافة القيم قبل إجراء المعايرة ، وهي التالية :
  - قيمة الحماية الحرارية " Ir " .
  - قيمة التأخير الزمني للحماية الحرارية " tr " (إن وجدت) .
  - قيمة الحماية المغناطيسية " Isd " .
  - قيمة التأخير الزمني للحماية المغناطيسية " tsd " (إن وجدت) .
  - قيمة الحماية الآنية " Ii " .
  - قيمة الحماية من الأعطال الأرضية " Ig " .
  - قيمة التأخير الزمني للحماية من الأعطال الأرضية " tg " (إن وجدت) .
  - قيمة الحماية من أعطال التسرب الأرضي " IΔn".
  - قيمة التأخير الزمني للحماية من أعطال التسرب الأرضي " Δt " (إن وجدت) .
  - قيمة الحماية للخط الحيادي (إذا كان القاطع رباعي الأقطاب) .

Frequent connecting-and-disconnect switches

مفاتيح التوصيل والفصل المتكرر

" الكونتاكتور – **Contactors** "

التعريف :

هو مفتاح كهرومغناطيسي يستخدم لعمليات التوصيل والفصل المتكررة للأحمال ولا يحتوي على وسيلة حماية

contactor:

a mechanical switching device having only one position of rest, operated otherwise than by hand, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including overload conditions.

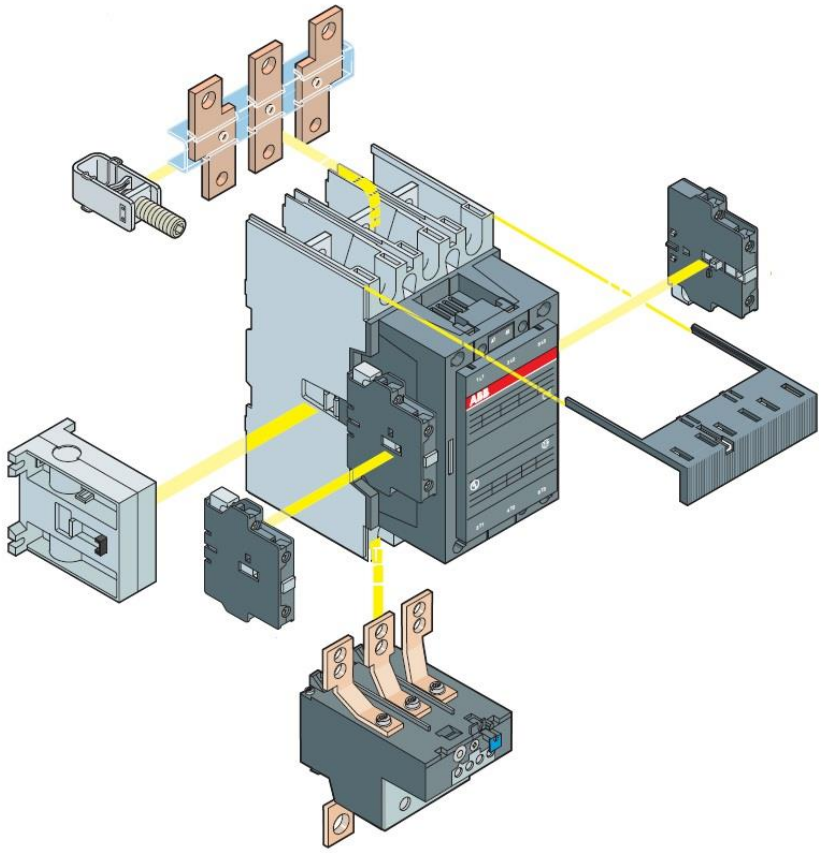
1- أطراف رئيسية (ثابتة – متحركة) – Main contacts (Fixed - Movable)

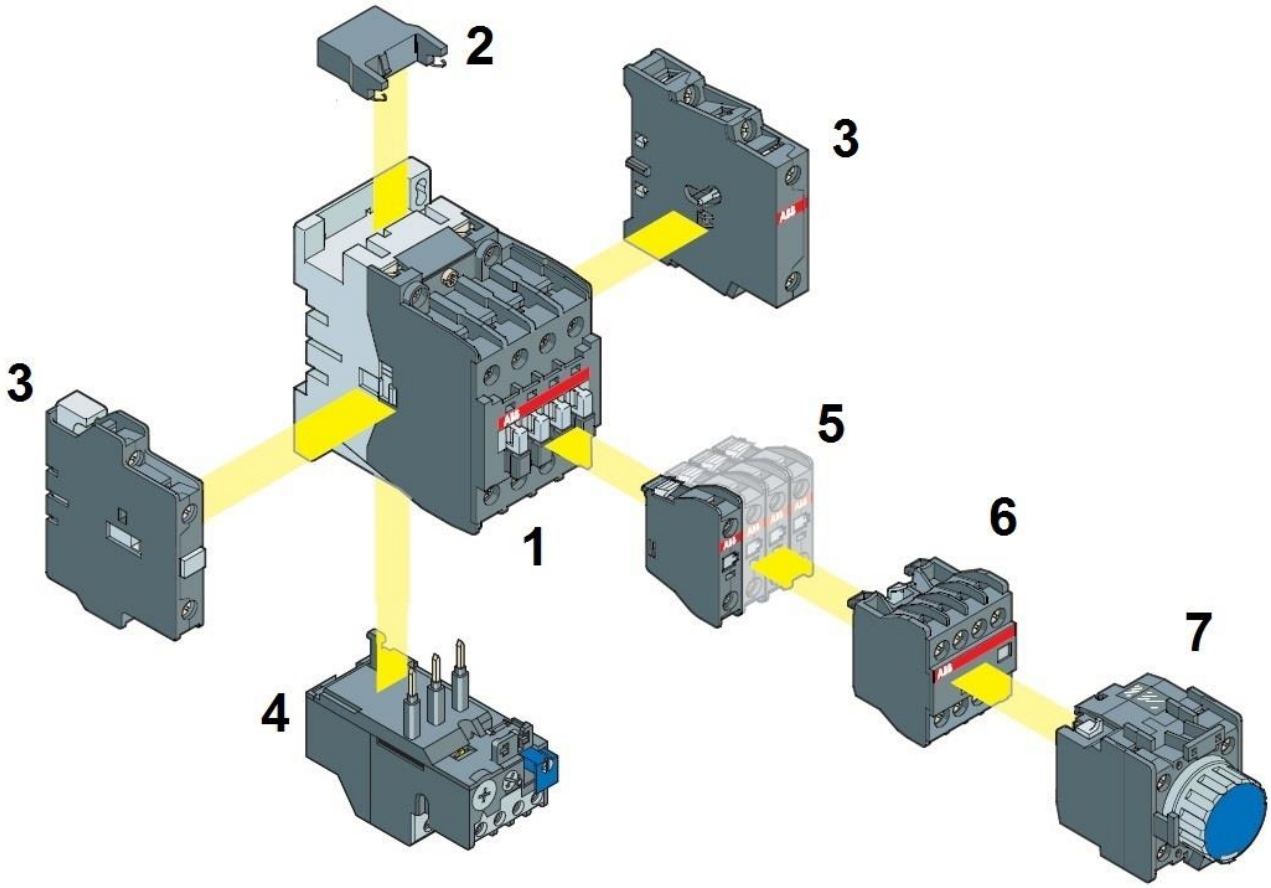
2- القلب الحديدي Iron core – Armature

3- الملف - Coil

4- نقاط مساعدة (مفتوحة – مغلقة) – Auxiliary contacts (Normally open – Normally close)

Contactor and there Accessories:





Hence :

1- Contactor **2- Surge suppressor**

3- Side auxiliary contacts **4- Over current relay**

5- Front single pole auxiliary contacts

6- Front four pole auxiliary contacts

7- Pneumatic timer

الأطراف الرئيسية للتوصيل : أطراف الدخول (T5 – T3 – T1) – أطراف الخروج (T6 – T4 – T2)

النقاط المساعدة : إما نقاط ثابتة تركب على جانبي الكونتاكتور ,

أو نقاط متحركة تركب على الجهة الأمامية للكونتاكتور (Normally open NO – Normally close NC)

ويوجد منها نوعان (Single pole – Multi poles) كما يمكن أن يركب على النقاط المساعدة الأمامية مؤقت زمني من النوع الهوائي (Pneumatic timer) .

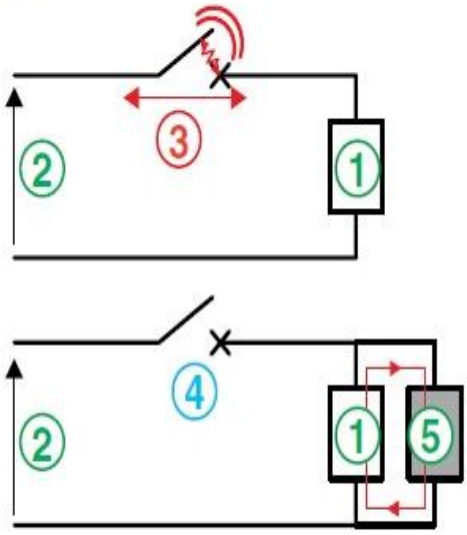
القلب الحديدي : ويصنع من رقائق من الصلب السليكوني وينقسم إلى جزء ثابت و الآخر متحرك حيث يثبت على الجزء الثابت "الملف الكهربي" ويثبت على الجزء المتحرك أطراف التوصيل المتحركة

الملف الكهربى : ويصنع من النحاس الأحمر بعدد لفات ومساحة مقطع بحيث تكون قوة الجذب المغناطيسية الناشئة عن تسليط جهد على أطراف الملف قادرة على التغلب على قوة دفع الزنبرك بحيث يتم التلامس الجيد بين الأطراف الثابتة والمتحركة حتى يمر التيار المقنن للحمل وفي حالة فقد الجهد من على أطراف الملف تتغلب قوة دفع الزنبرك على قوة الجذب المغناطيسية ويحصل التباعد بين الأطراف الثابتة والمتحركة لينقطع مرور التيار المقنن للحمل , ويكون الجهد المطبق على الملف إما (Ac or Dc) بقيم مختلفة (24 – 110 – 220) فولت , وبالتالي يتوقف اختيار الملف على حسب نوعية وقيمة الجهد المتواجد بالموقع المراد تركيب الكونتاكتور به .

الزنبرك أو الياي : يتواجد بين الأطراف الثابتة والمتحركة ووظيفته فصل الأطراف الثابتة عن الأطراف المتحركة في لحظة فقد الملف للقوى المغناطيسية من خلال فقد الجهد من على أطرافه .

Transient voltage suppressor

AC and mostly DC coils relay, contactor, actuator could be very disturbing sources if no overvoltage protection is fitted in parallel with the coil.



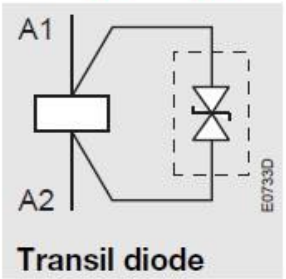
① *Coil relay*
② *Un*
③ *Arcing voltage*
④ *NO arcing voltage*
⑤ *Transient Voltage Suppressor (TVS)*

For DC and AC applications, the relay/ contactor coils have to be protected to avoid significant disturbances. In this case, the energy stored inside the coil will be dissipated in the Transient Voltage Suppressor, as shown in the picture above on the right side.
Different types of Transient Voltage Suppressor (TVS) components could be used. The following table provides information.

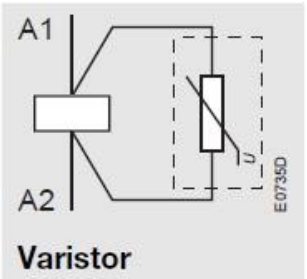
Symbol	R-C network	For AC	For DC	Over-voltage limitation	Contact fall time
	R-C network	Y	Y	2 to 3 Un	1 to 2 times the standard time
	Metal Oxide Varistor	Y	Y	< 3 Un	1.1 to 1.5 times the standard time
	Transient Voltage Suppression Diode Bi directional	Y	Y	< 2 Un	1.1 to 1.5 times the standard time

To be efficient, the TVS shall be installed closely to the coil.

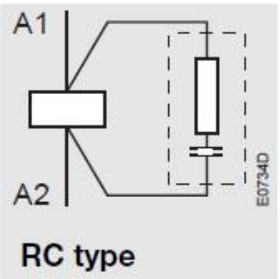
Wiring Diagrams



Transil diode



Varistor



RC type

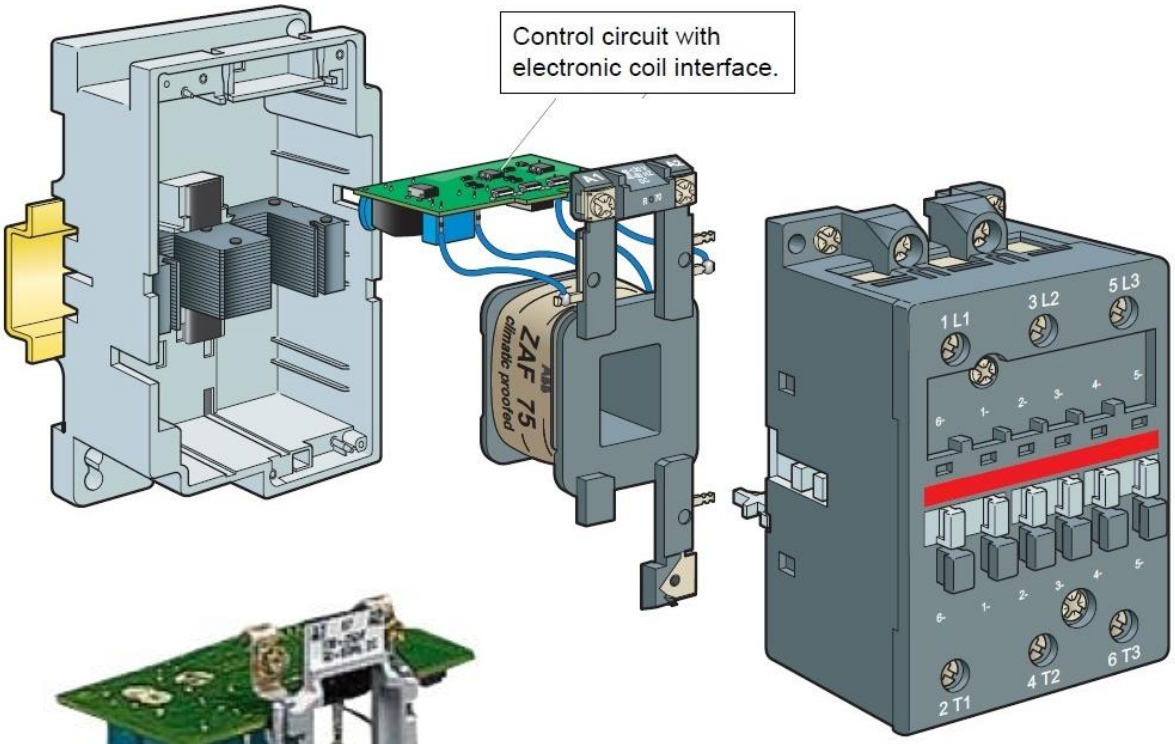
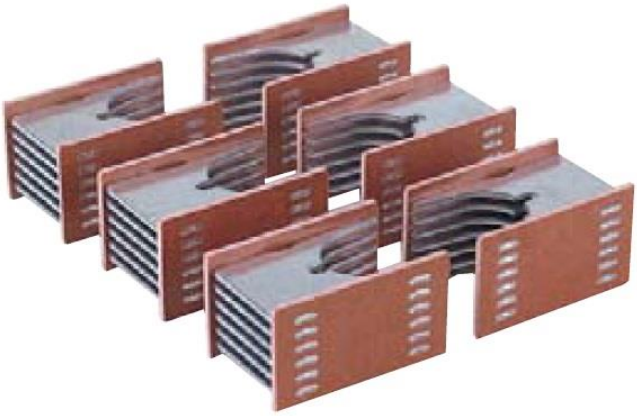

Control circuit with
electronic coil interface.
ZAF 75
climatic proofed
1 L1
3 L2
5 L3
2 T1
4 T2
6 T3

ABB
ZAF 110



Arc Chutes

■ النقاط المساعدة Auxiliary contacts

للنقاط المساعدة العديد من الوظائف حيث تستخدم النقطة المساعدة من النوع (المفصول عادة N/O) غالبا لتأكيد وجود التغذية الكهربية لملفات الكونتاكتور .

كما تستخدم النقاد المساعدة لتحقيق التحكم التتابعى و التشابك (الربط) الكهربى و وظائف الإشارة .

يوجد ثلاثة أنواع رئيسية من النقاط المساعدة:

■ نقاط توصيل مساعدة لحظية مفصولة (مفتوحة الأقطاب) عادة N/O :

تفصل (تفتح أقطاب) هذه النقاط المساعدة عندما يقطع التيار عن الكونتاكتور الكهرومغناطيسى و تعشق (تغلق أقطابها) عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسى بالتيار الكهربى .

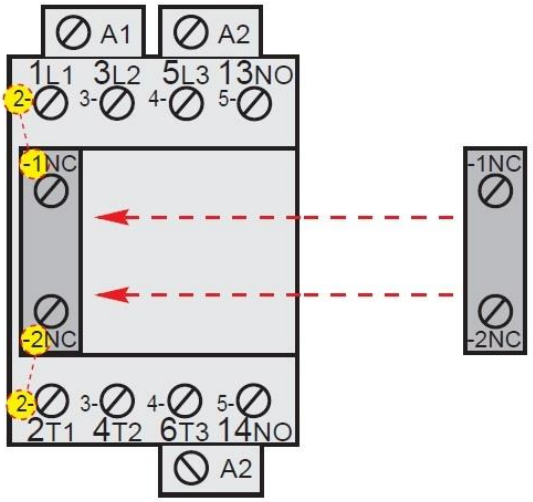
■ نقاط توصيل مساعدة لحظية معشقة (مغلقة الأقطاب) عادة N/C :

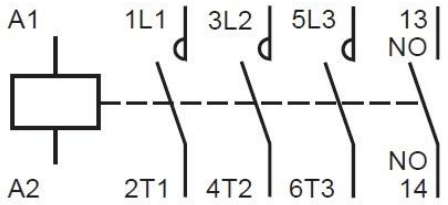
تعشق (تغلق أقطاب) هذه النقاط المساعدة عندما يقطع التيار عن الكونتاكتور الكهرومغناطيسى وتفصل (تفتح أقطابها) عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسى بالتيار الكهربى .

■ نقاط توصيل مساعدة لحظية تحويلية C/O :

تحتوى هذه النقاط المساعدة على نقطة توصيل N/O و نقطة توصيل N/C يعملان بالنظام المعرف لكل منهما أعلاه . لهذه النقاط المساعدة التحويلية ثلاثة أنواع من الأطراف (أى أن لها طرف مشترك) .

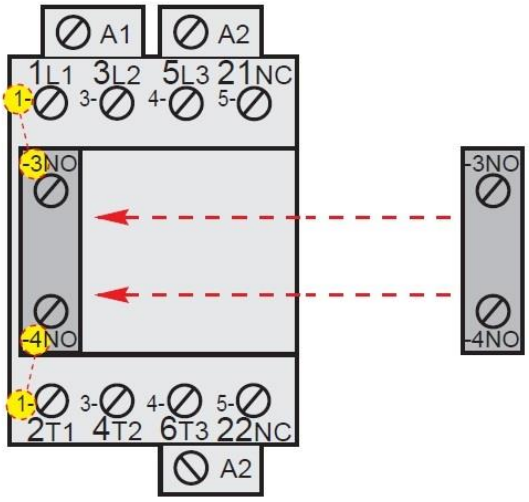
إضافة إلى ذلك تجهز الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية بنقاط مساعدة زمنية (عادة من النوع C/O) التى تتبدل حالتها إما عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسى أو فصل التيار عنه ولكن بعد مرور فترة زمنية . و غالباً ما يمكن ضبط فترة التأخير الزمنية بواسطة مستخدم الكونتاكتور الكهرومغناطيسى .

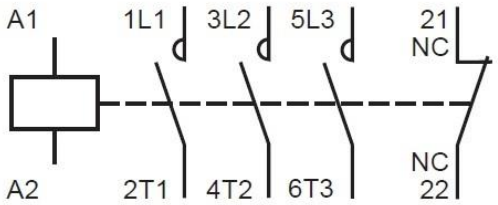




13NO **built-in auxiliary contact**
14NO

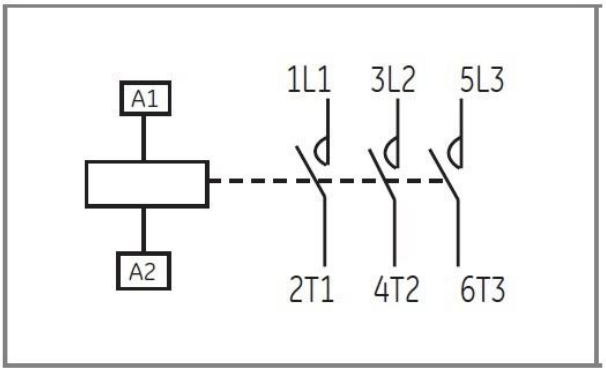
1 NC **built-out auxiliary contact**
2 NC



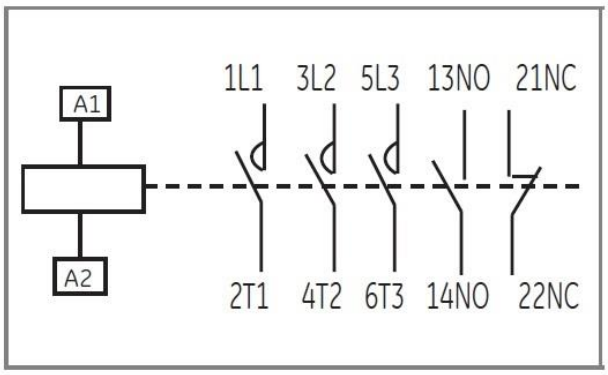


21NC **built-in auxiliary contact**
22NC

3 NO **built-out auxiliary contact**
4 NO



Without auxiliary contact



With auxiliary contact

المواصفات الفنية للكونتاكتور :-

1- Rated operational voltage : Ue — 1- جهد التشغيل للأطراف الرئيسية

2- Rated insulation voltage : U_i — 2- الجهد الذي يتحمله العزل

3- Conventional free air thermal current I_{th}@ $\theta = 40\ c°$

3- التيار الحراري وهو أقصى تيار يتحمله الكونتاكتور في ظروف تشغيل "الهواء الخارجي"

4- Rated frequency "F" : Hz — 4- التردد المقنن بالهرتز

5- Rated operational current : I_e — 5- تيار التشغيل المقنن ويتوقف على نوع الحمل

6- Making capacity — 6- استطاعة الكونتاكتور على التوصيل

7- Breaking capacity — 7- استطاعة الكونتاكتور على الفصل

8- The type and value of the coil voltage — 8- نوع وقيمة جهد الملف

9- Mechanical endurance — 9- عدد العمليات الميكانيكية

10- Electrical endurance — 10- عدد العمليات الكهربية

Conventional free air thermal current I_{th} @ $\theta = 40\ c°$:

Utilization Categories:

A contactor's duty is characterised by the utilization category together with the rated operational voltage and current indicated.

Utilization Categories for Contactors According to IEC 60947-4-1:

Alternating current:	AC-1	Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces.
	AC-2	Slip-ring motors: starting, switching off.
	AC-3	Cage motors: starting, switching off running motors.
	AC-4	Cage motors: starting, plugging, inching.
	AC-5a	Discharge lamp switching.
	AC-5b	Incandescent lamp switching.
	AC-6a	Transformer switching.
	AC-6b	Capacitor bank switching.
	AC-8a	Hermetic refrigeration compressor motor control with manual resetting of overload releases.
	AC-8b	Hermetic refrigeration compressor motor control with automatic resetting of overload releases.
Direct current:	DC-1	Non inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces.
	DC-3	Shunt motors: starting, plugging, inching, dynamic breaking of d.c. motors.
	DC-5	Series motors: starting, plugging, inching, dynamic breaking of d.c. motors.
	DC-6	Incandescent lamp switching.

Utilization Categories for Contactor Relays According to IEC 60947-5-1:

Alternating current:	AC-12	Control of resistive loads and static loads with opto-coupler isolation.
	AC-13	Control of static loads with transformer isolation.
	AC-14	Control of weak electromagnetic loads (≤ 72 VA).
	AC-15	Control of electromagnetic loads (> 72 VA).
Direct current:	DC-12	Control of resistive loads and static loads with opto-coupler isolation.
	DC-13	Control of d.c. electromagnets.
	DC-14	Control of d.c. electromagnets having economy resistors.

Contactor utilisation categories conforming to IEC 60947-1

The standard utilisation categories define the current values which the contactor must be able to make or break

These values depend on:

- the type of load being switched: squirrel cage or slip ring motor, resistors,
- the conditions under which making or breaking takes place: motor stalled, starting or running, reversing, plugging.

a.c. applications

Category AC-1

This category applies to all types of a.c. load with a power factor equal to or greater than 0.95 ($\cos \varphi \geq 0.95$).

Application examples: heating, distribution.

Category AC-2

This category applies to starting, plugging and inching of slip ring motors.

- On closing, the contactor makes the starting current, which is about 2.5 times the rated current of the motor.
- On opening, it must break the starting current, at a voltage less than or equal to the mains supply voltage.

Category AC-3

This category applies to squirrel cage motors with breaking during normal running of the motor.

- On closing, the contactor makes the starting current, which is about 5 to 7 times the rated current of the motor.
- On opening, it breaks the rated current drawn by the motor.

Application examples: all standard squirrel cage motors: lifts, escalators, conveyor belts, bucket elevators, compressors, pumps, mixers, air conditioning units, etc...

Category AC-4

This category covers applications with plugging and inching of squirrel cage and slip ring motors. The contactor closes at a current peak which may be as high as 5 or 7 times the rated motor current. On opening it breaks this same current at a voltage which is higher, the lower the motor speed. This voltage can be the same as the mains voltage.

Breaking is severe.

Application examples: printing machines, wire drawing machines, cranes and hoists, metallurgy industry.

Utilisation categories for auxiliary contacts & control relays conforming to IEC 60947-1

a.c. applications

Category AC-14

This category applies to the switching of electromagnetic loads whose power drawn with the electromagnet closed is less than 72 VA.

Application example: switching the operating coil of contactors and relays.

Category AC-15

This category applies to the switching of electromagnetic loads whose power drawn with the electromagnet closed is more than 72 VA.

Application example: switching the operating coil of contactors.

تعتمد أهمية كل من العوامل السابقة على التطبيق. وفيما يلى بعض أمثلة التطبيق المختلفة :

(أ) التحكم فى حمل ممثل بمقاومة أومية **AC-1** :

تعد نظم التدفئة والتسخين تطبيقات نمطية للتحكم فى أحمال أومية .

تقع هذه النظم فى مجال استخدام الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-1 المخصصة عادة لأحمال بعدد قليل من تكرار دورات التشغيل فى الساعة.

(ب) التحكم فى محرك تأثيرى بحلقات تزلج **AC-2 (Slip ring motor)**:

يستخدم فى هذه التطبيقات كونتاكتورات كهرومغناطيسية من النوع AC-2 (التى تسمح ببدء الحركة والتعشيق بدائرة العضو الدوار أو العضو الثابت و الضبط دقيق المراحل للمحركات التأثيرية بحلقات تزلج).

(جـ) التحكم فى محرك تأثيرى ذى قفص سنجابى **AC-3 / AC-4 (Squirrel cage motor)** :

يستخدم فى هذه التطبيقات إما الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-3 (التى تقطع تيار الحمل الكامل FLC للمحرك) و إما الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-4 (التى تقطع تيار خنق العضو الدوار) . فى هذه الحالة ، لا يتحدد التأثير الحرارى على الكونتاكتور الكهرومغناطيسى بتيار التشغيل المستمر للحمل ولكنه يعتمد على خواص بدء الحركة للمحرك أو فرملته وعدد مرات تكرار عمليات بدء/إيقاف الحمل فى الساعة . و عليه فإن أهم عاملان لإختيار هذا الكونتاكتور الكهرومغناطيسى هما نوعية إستخدام التطبيق و عدد مرات تكرار دورة التشغيل .

(د) التحكم فى أحمال تأثيرية **Reactive loads**

ذات تيارات إندفاع عالية عند توصيلها على مصدر التغذية :

تتمثل هذه الأحمال التأثيرية فى الملفات الإبتدائية للمحولات ودوائر تحسين معامل القدرة (المكثفات) . يجب أن تكون سعة التعشيق (Making capacity) للكونتاكتور الكهرومغناطيسى قادرة على إستيعاب تيارات الإندفاع هذه دون حدوث إرتداد غير مسموح به للأقطاب الرئيسية بالكونتاكتور الكهرومغناطيسى و بدون حدوث المخاطر المصاحبة مثل إلتحام الأقطاب .

و عليه فإن سعة التعشيق (Making capacity) تصبح أهم عوامل إختيار الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية فى هذه التطبيقات .

In fact some applications, and the specific criteria characterizing the various loads controlled by contactors, may modify the utilization characteristics of the contactors. The main applications concerned are:

Capacitor Bank Switching

Account must be taken of high peaks when the current is made and of harmonic currents during continuous duty.

For this application, IEC publication 60947-4-1 stipulates utilization category AC-6b. The operational currents or powers acceptable for the contactors are determined by our electrical tests; IEC publication 60947-4-1 gives the calculating formula for determining the operational current (Table 7 b).

Transformer Switching

Account must be taken of the peaks due to magnetization phenomena when the current is made. For this application, IEC publication 60947-4-1 stipulates utilization category AC-6a. The operational currents or powers acceptable for the contactors are determined using the values obtained for AC-3 or AC-4 category tests and the calculating formula given in IEC 60947-4-1 (Table 7 b).

Lighting Circuit Switching

The current peaks occurring on energization of the circuit and the power factor depend on the type of lamps, the connection mode and whether or not there is compensation. For this application, IEC publication 60947-4-1 stipulates two standard utilization categories:

– AC-5a for discharge lamp switching. – AC-5b for incandescent lamp switching.

Slip-ring Motor Switching

The contactors used for short-circuiting rotor resistors can be used for rotor voltages above their natural nominal operational voltage. The conditions of use of rotor contactors depend on the connection mode of the main poles.

IEC 60947-4-1 stipulates AC-2 utilization category.

The current values on circuit closing and the current and voltage values on circuit opening (as well as a generally low load factor) are easily withstood by the contactors.

Terms and Technical Definitions

Circuits

– auxiliary circuit:

All the conductive parts of a contactor designed to be inserted in a different circuit from the main circuit and the contactor control circuits.

– control circuit:

All the conductive parts of a contactor (other than the main circuit and the auxiliary circuit) used to control the contactor's closing operation or opening operation or both.

– main circuit:

All the conductive parts of a contactor designed to be inserted in the circuit that it controls.

IEC publication 60947-4-1 defines coordination types "1" and "2":

- Type "1" coordination requires that, in the event of a short-circuit, the contactor or starter does not endanger persons or installations and will not then be able to operate without being repaired or parts being replaced.
- Type "2" coordination requires that, in short-circuit conditions, the contactor or starter does not endanger persons or installations and will be able to operate afterwards. The risk of contacts being light welded is acceptable. In this case, the manufacturer must stipulate the measures to be taken with respect to maintenance of the equipment.

Environment A:

"Mainly relates to low-voltage non public or industrial networks/locations/installations (EN 50082-2 article 4) including highly disturbing sources".

Environment B:

"Mainly relates to low-voltage public networks (EN 50082-1 article 5) such as residential, commercial and light industrial locations/ installations. Highly disturbing sources such as arc welders are not covered by this environment".

Rated Operational Current I_e

Current rated by the manufacturer. It is mainly based on the rated operational voltage U_e, the rated frequency, the utilization category, the rated duty and the type of protective enclosure, if necessary.

Conventional Free Air Thermal Current I_{th}

Current that the contactor can withstand in free air for a duty time of 8 hours without the temperature rise of its various parts exceeding the maximum values given by the standard.

Electrical Durability

Number of on-load operating cycles that the contactor is able to carry out. It depends on the utilization category.

Mechanical Durability

Number of no-current operating cycles that a contactor is able to carry out.

Rated Breaking or Making Capacity

Root mean square (r.m.s.) value of the current that the contactor is able to break or make at a given voltage according to the conditions specified by standards and for a given utilization category.

Ambient Temperature

Air temperature close to the contactor.

Time

- Short-time withstand current:
  Current that the contactor is able to withstand in closed position for a short time interval and in specified conditions.
- Closing time:
  Time interval between the beginning of the closing operation and the instant the contacts touch on all the poles.
- Opening time:
  Time interval between the specified starting instant of the opening operation and the instant the contacts separate on all the poles.

Rated Control Voltage U_c

Control voltage value for which the control circuit is sized.

Rated Operational Voltage U_e

Voltage to which the contactor's utilization characteristics refer. In three-phase it is the phase-to-phase voltage.

Rated Insulation Voltage U_i

Reference voltage for dielectric tests and creepage distances.

Rated Impulse Withstand Voltage U_{imp}

Peak value of an impulse voltage, having a specified form and polarity, which does not cause breakdown in specific test conditions.

Causes, effects and consequences of various faults

There are two types of fault:

- Internal faults within the motor
- External faults: these are located outside the electric motor but their consequences can lead to damage inside the motor.

Faults	Causes	Effects	Consequences on the motor and on the machine
Short-circuit	Contact between several phases, or between one phase and neutral or between several turns of the same phase.	■ Current peak ■ Electrodynamic forces on the conductors	Destruction of windings
Overvoltage	■ Lightning ■ Electrostatic discharge ■ Operation	Dielectric breakdown in the windings	Destruction of the windings due to loss of insulation
Phase imbalance and phase failure	■ Opening of a phase ■ Single-phase load upstream of the motor ■ Short-circuit between the turns of the same winding	■ Reduction of usable torque, efficiency and speed ■ Increase in losses ■ Starting impossible if phase failure	Overheating (1)
High starting frequency	■ Failure of the automation system ■ Too many manual control operations ■ Numerous fault trips	High stator and rotor temperature rise due to the frequent start current	Overheating (1) Consequences on the process
Voltage variations	■ Instability of the mains voltage ■ Connection of heavy loads	■ Reduction of usable torque ■ Increase in losses	Overheating (1)
Harmonics	■ Pollution of the mains supply by variable speed drives, inverters, etc...	■ Reduction of usable torque ■ Increase in losses	Overheating (1)
Long starting time	■ Resistive torque too high (load too heavy) ■ Voltage drop	Increase in starting time	Overheating (1)
Jamming	■ Mechanical problem (crusher) ■ Seizures	Overcurrent	Overheating (1) Consequences on the process
No-load running	■ Pump running empty ■ Mechanical break in drive to the load	Drop in current drawn	Consequences on the process
Frequency fluctuations	■ Overload of a supply powered by limited independent sources ■ Faulty alternator speed regulator	■ Increase in losses ■ Interferes with synchronous devices (clock, recorder, ...)	–
Overload	■ Increase in resistive torque ■ Voltage drop ■ Drop in power factor	Increase in current consumption	Overheating (1)
Loss of machine excitation	■ Significant drop in excitation current ■ Break in rotor winding	■ Increase in active power ■ Drop in power factor	Significant overheating of rotor and cage
Phase-Earth fault	■ Accidental Phase-Earth contacts ■ Accidental Phase-machine casing contacts (casing connected to earth)	■ Overvoltage developed in the mains supply ■ Rise in earth potential (safety of persons)	Consequences on safety of persons

Contactors are engineered to operate under the toughest conditions including heat, cold, dust, sand, high humidity and shock.

Differences between a contactor and a relay ?

	Contactor	Relay
Definition	Relays, are devices that are used to open or close circuits electromechanically or electronically, relays are not just switching devices; they are primary protection.	Contactor is an electromechanical switch used primarily for opening or closing electrical circuits.
Application	contactors are more powerful than relays, so they are used for high power applications.	
Load Capacity	That is between 9A to 1250A	control circuits with only low current capacity that is between 5A and 15A.
Design	Designed mainly for three-phase applications	Designed mainly for single-phase applications
Switching Speed	Contactors are much slower than Relays when it comes to switching speed, so because of this, relays can be operated using electronic signals.	
Power Consumption	Contactors consume more power than relays because relays make use of smaller electromagnets than contactors.	
Size and Cost	Because contactors are used for high current capacity applications, they are relatively larger and heavier than relays. Obviously, because of the difference in size, efficiency, and functionality, contactors are costlier than relays.	

The main characteristics of short-circuit protection devices are:

- their breaking capacity:

  this is the highest prospective short-circuit current value that a protection device can break at a given voltage.

- their making capacity:

  this is the highest current value that the protection device can make at its rated voltage in specified conditions.

The making capacity is equal to k times the breaking capacity.

3-pole Contactors

Motors	IEC																									
			A9	A12	A16	A26	A30	A40	A50	A63	A75	A95	A110	A145	A185	A210	A260	A300	AF400	AF460	AF580	AF750	AF1350	AF1650
			AL9	AL12	AL16	AL26	AL30	AL40	AE50	AE63	AE75	AE95	AE110	AF145	AF185	AF210	AF260	AF300						
AC-3	Power rating	θ ≤ 55 °C, 400 V	kW	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90	110	140	160	200	250	315	400	475	560
AC-3	Rated operational current	θ ≤ 55 °C, 400 V	A	9	12	17	26	32	37	50	65	75	96	110	145	185	210	260	305	400	460	580	750	860	1050
		θ ≤ 55 °C, 415 V	A	9	12	17	26	32	37	50	65	75	96	110	145	185	210	260	300	400	460	580	750	860	1050
		θ ≤ 55 °C, 690 V	A	7	9	10	17*	21*	25*	35	43	46	65	82	120	170	210	220	280	350	400	500	650	800	950
	IEC																									
AC-1	Rated operational current	θ ≤ 40 °C, 690 V	A	25	27	30	45	55	60	100	115	125	145	160	250	275	350	400	500	600	700	800	1050	1350	1650
		θ ≤ 55 °C, 690 V	A	22	25	27	40	55	60	85	95	105	135	145	230	250	300	350	400	500	600	700	875	1150	1450
		θ ≤ 70 °C, 690 V	A	18	20	23	32	39	42	70	80	85	115	130	180	180	240	290	325	400	480	580	720	1000	1270
• With conductor cross-sectional area			mm²	2.5	4	4	6	10	16	35	50	50	50	70	120	150	185	240	300	2 x 185	2 x 240	2x240	bar / mm 2x50x8	bar / mm 2//100x5	bar / mm 3//100x5
• Rated operational voltage			V	690						1000							690					1000			

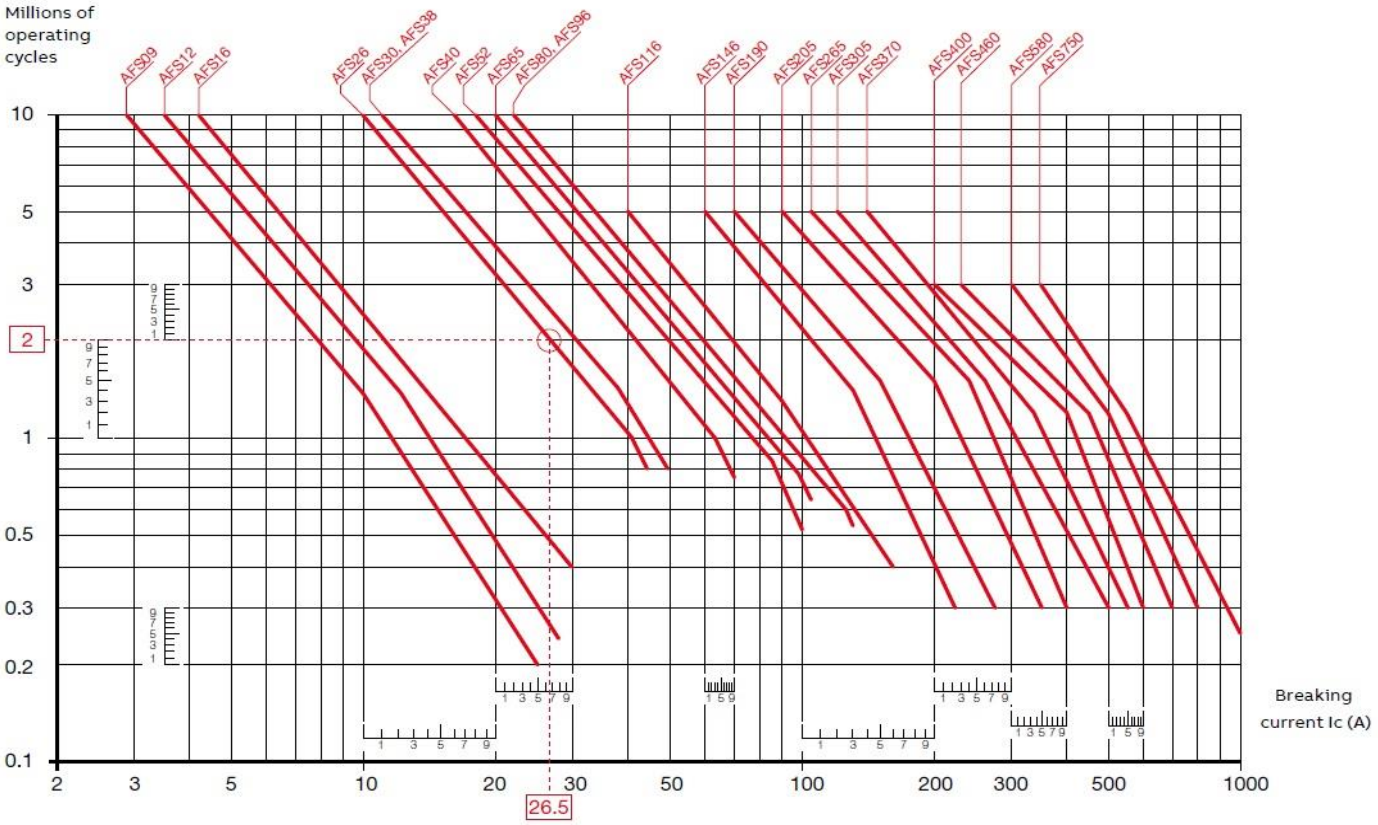
Contactors Technical Data

Main Pole - Utilization Characteristics acc. to IEC

Contactor types: A...			9	12	16	26	30	40	45	50	63	75	95	110
Rated operational voltage U_e max.		V	690						1000 (690 for AF... contactors)				1000	
Rated frequency limits		Hz	25 ... 400											
Conventional free-air thermal current I_{th}														
acc. to IEC 60947-4-1, open contactors, θ ≤ 40 °C		A	26	28	30	45	65	65	100	100	125	125	145	160
with conductor cross-sectional area		mm²	4	4	4	6	16	16	35	35	50	50	50	70
Rated operational current I_e / AC-1														
for air temperature close to contactor	θ ≤ 40 °C	A	25	27	30	45	55	60	70	100	115	125	145	160
U_e max. 690 V - 50/60 Hz	θ ≤ 55 °C	A	22	25	27	40	55	60	60	85	95	105	135	145
	θ ≤ 70 °C (3)	A	18	20	23	32	39	42	50	70	80	85	115	130
with conductor cross-sectional area		mm²	2.5	4	4	6	10	16	25	35	50	50	50	70
Utilization category AC-3														
for air temperature close to contactor ≤ 55 °C														
Max. rated operational current I_e AC-3 (1)														
3-phase motors	220-230-240 V	A	9	12	17	26	33	40	40	53	65	75	96	110
	380-400 V	A	9	12	17	26	32	37	37	50	65	75	96	110
	415 V	A	9	12	17	26	32	37	37	50	65	75	96	110
	440 V	A	9	12	16	26	32	37	37	45	65	70	93	100
Rated making capacity AC-3			10 x I_e AC-3 acc. to IEC 60947-4-1											
Rated breaking capacity AC-3			8 x I_e AC-3 acc. to IEC 60947-4-1											
Mechanical durability – millions of operating cycles			10 (5 for AE... and TAE... contactors)											

Example:

Ic / AC-1 = 26.5 A – Electrical durability required = 2 millions operating cycles.
Using the AC-1 curves above select the AFS26 contactor at intersection "○" (26.5 A / 2 millions operating cycles).



3-pole contactors for safety applications

Electrical durability

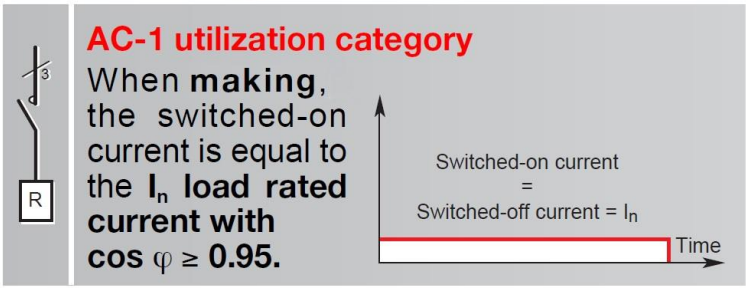
Electrical durability for AC-1 utilization category - Ue ≤ 690 V

Switching non-inductive or slightly inductive loads.

The breaking current Ic for AC-1 is equal to the rated operational current of the load.

Ambient temperature and maximum electrical switching frequency: see "Technical data".

Switching of Resistive Circuits



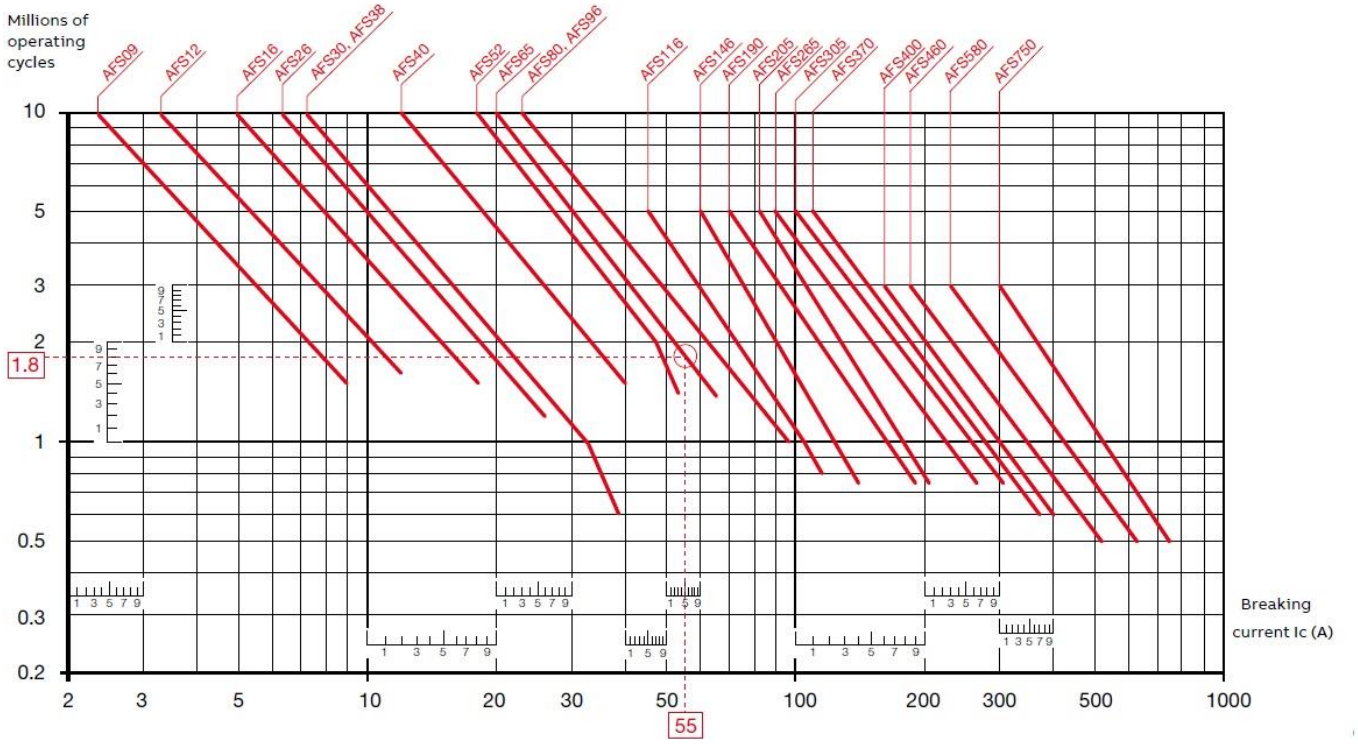
Example:

Motor power 30 kW for AC-3 - Ue = 400 V and Ie = 55 A

utilization – Electrical durability required = 1.8 million operating cycles.

For AC-3: Ic = Ie. Select the AFS65 contactor at intersection "○"

(55 A / 1.8 million operating cycles) on the curves (AC-3 - Ue ≤ 440 V).



3-pole contactors for safety applications

Electrical durability

Electrical durability for AC-3 utilization category - Ue ≤ 440 V.

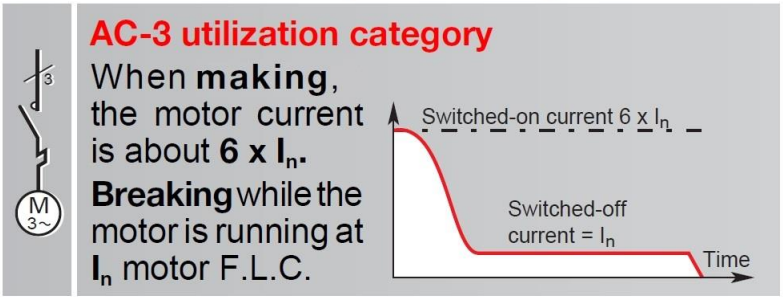
Switching cage motors: starting and switching off running motors.

The breaking current Ic for AC-3 is equal to the rated operational current Ie

(Ie = motor full load current).

Ambient temperature and maximum electrical switching frequency: see "Technical data".

Switching of 3-phase Cage Motors



■ عـوامـل إخـتـيـار الـكـونـتـاكـتـور الـكـهـرومـغـنـاطـيـسـى

لابد من الأخذ فى الإعتبار العوامل التالية عند إختيار الكونتاكتور الكهرومغناطيسى المناسب و يتم إختياره حسب المواصفات القياسية العالمية IEC 60-947-4 :

■ طبيعة ونوع الحمل : قيمة تيار الحمل وجهده . خواص بدء حركة الحمل...الخ .

■ أى حالات تشغيل خاصة : عدد مرات تكرار دورة التشغيل فى الساعة ، هل يتم التعشيق على تيار الحمل أو بدونه ، نوعية الاستخدام ، نوع التوافق المطلوب ، العمر الافتراضى المطلوب..الخ .

■ العوامل الجوية المحيطة : درجة حرارة الجو المحيط ، معدل الرطوبة...الخ .

Definitions

Altitude

The rarefied atmosphere at high altitude reduces the dielectric strength of the air and hence the rated operational voltage of the contactor. It also reduces the cooling effect of the air and hence the rated operational current of the contactor (unless the temperature drops at the same time).

No derating is necessary up to 3000 m.

Altitude	3500 m	4000 m	4500 m	5000 m
Rated operetional voltage	0.90	0.80	0.70	0.60
Rated operational current	0.92	0.90	0.88	0.86

Ambient air temperature

The temperature of the air surrounding the device, measured near to the device.

The operating characteristics are given:

- with no restriction for temperatures between -5 and +55 °C,
- with restrictions, if necessary, for temperatures between -50 and +70 °C.

تأثير الارتفاع عن سطح الأرض على قدرة الكونتاكتور :-

يقلل الغلاف الجوي المخلخل على ارتفاعات عاليه من قوة العزل الكهربائي للهواء , وبالتالي يقلل الجهد التشغيلي المقنن للكونتاكتور كما أنه يقلل من تأثير تبريد الهواء ,

وبالتالي لا يحدث خفض في قدرة الكونتاكتور حتى ارتفاع 3000 متر , وإنما على ارتفاعات أكثر تحدث مشكلة الخفض في القدرة أو (التيار) , وكذلك الجهد كما هو موضح بالجدول عاليه .

Contactors for Capacitor Switching

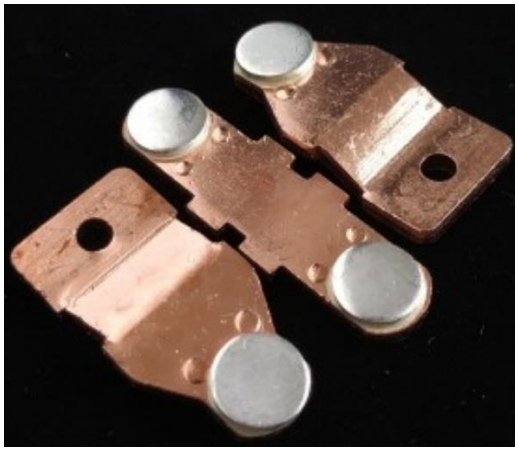
The insertion of damping resistors protects the contactor and the capacitor from the highest inrush currents.

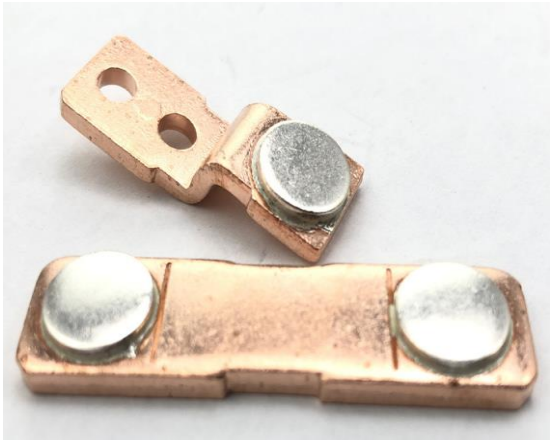
Technical Data

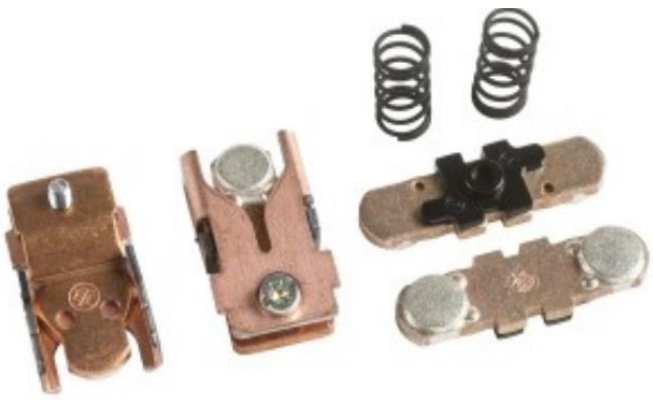
Short-circuit protection type fuses sized 1.5 ... 1.8 I_n of the capacitor

Electrical durability AC-6b – operating cycles at $U_e \leq 440$ V 250 000

Shapes of contacts of contactor :







Relay

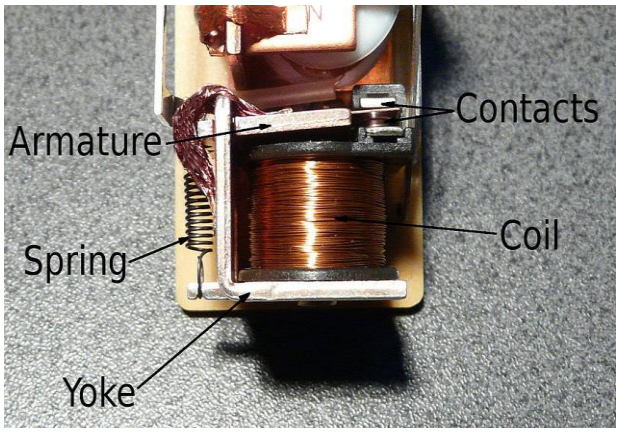
المرحل أو المتمم

يعرف على أنه مفتاح كهرومغناطيسي Electromagnetic (On-Off) switch , مثله مثل الكونتاكتور ولكن يستخدم مع الأحمال ذات القدرات الصغيرة أو هو مفتاح كهربائي يفتح ويغلق دائرة تسمى دائرة القدرة تحت تحكم دائرة أخرى تسمى دائرة التحكم ، فهو إذًا يؤدي وظيفة العزل الكهربي ,

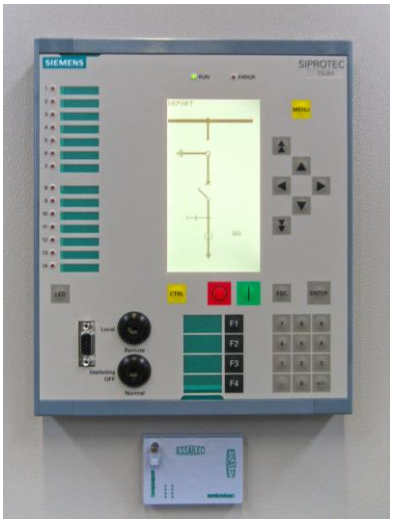
حيث يتكون في شكله البسيط من ملف تحكم ومجموعة من أطراف أو أرجل توصيل يكون على الوضع الطبيعي البعض منها مفتوح والآخر مغلق وعندما يصل الجهد على أطراف ملف التحكم يتغير وضع أرجل التوصيل المفتوح منها **يغلق** والمغلق منها **يفتح** , ويكون الجهد المطبق إما (**Ac** or **Dc**) وتختلف قيم الجهود وتتراوح كالتالي :-

(12- 24 - 48 - 110 - 220 - 400) فولت , وتوجد أنواع عديدة من المرحلات كما يلي :-

نوع المعالج الدقيق



النوع الكهرومغناطيسي



النوع الرقمي

النوع الاستاتيكي

مبدأ عمل المرحل :-

يعتمد المرحل في عمله على ملف يقوم بجذب التلامسات المتحركة لتفصل أو ليصل التيار فيها .

- يتكون المرحل مبدئيًا من ملف يقوم بتطبيق قوة على التلامسات المتحركة أثناء تغذيته
- يمكن أن يحتوي المرحل على مفتاح واحد أو عدة مفاتيح تكون إما مغلقة عادة أو مفتوحة عادة وتصمم هذه القاطعات أخذا بعين الاعتبار قيمة التيار القصوى المطلوبة وكذلك فرق الجهد الأقصى الذي يجب أن يتحمله
- ولأنه يحوي أجزاء حركية يأخذ المرحل مدة زمنية لفتح وغلق الدائرة أو القاطع

Thus far we have seen a selection of *Input* devices that can be used to detect or "sense" a variety of physical variables and signals and are therefore called **Sensors**. But there are also a variety of electrical and electronic devices which are classed as *Output* devices used to control or operate some external physical process. These output devices are commonly called **Actuators**.

Actuators convert an electrical signal into a corresponding physical quantity such as movement, force, sound etc.

For example, a relay is a binary actuator as it has two stable states, either energised and latched or de-energised and unlatched, while a motor is a continuous actuator because it can rotate through a full 360º motion. The most common types of actuators or output devices are **Electrical Relays**, Lights, Motors and Loudspeakers.

Electrical Relays can also be divided into mechanical action relays called "Electromechanical Relays" and those which use semiconductor transistors, thyristors, triacs, etc, as their switching device called "Solid State Relays" or SSR's.

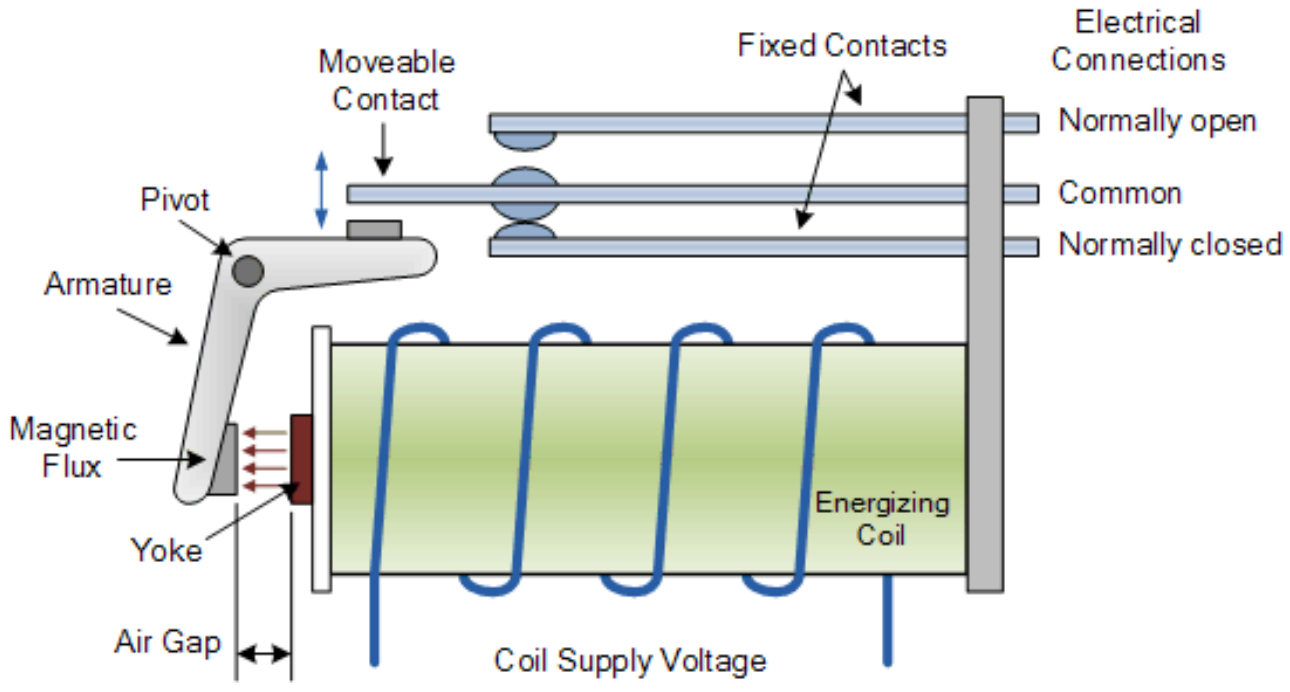
As their name implies, electromechanical relays are *electro-magnetic* devices that convert a magnetic flux generated by the application of a low voltage electrical control

signal either AC or DC across the relay terminals, into a pulling mechanical force which operates the electrical contacts within the relay.

The most common form of electromechanical relay consist of an energizing coil called the “primary circuit” wound around a permeable iron core.

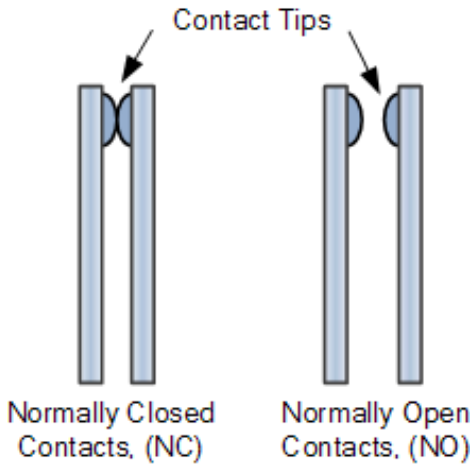
This iron core has both a fixed portion called the yoke, and a moveable spring loaded part called the armature, that completes the magnetic field circuit by closing the air gap between the fixed electrical coil and the moveable armature. The armature is hinged or pivoted allowing it to freely move within the generated magnetic field closing the electrical contacts that are attached to it. Connected between the yoke and armature is normally a spring (or springs) for the return stroke to “reset” the contacts back to their initial rest position when the relay coil is in the “de-energized” condition, i.e. turned “OFF”.

Electromechanical Relay Construction:



In the normally open position, the contacts are closed only when the field current is “ON” and the switch contacts are pulled towards the inductive coil.

In the normally closed position, the contacts are permanently closed when the field current is “OFF” as the switch contacts return to their normal position.



The relays contacts are electrically conductive pieces of metal which touch together completing a circuit and allow the circuit current to flow, just like a switch. When the contacts are open the resistance between the contacts is very high in the **Mega-Ohms**, producing an open circuit condition and no circuit current flows.

When the contacts are closed the contact resistance should be zero, a short circuit, but this is not always the case. All relay contacts have a certain amount of “contact resistance” when they are closed and this is called the “**On-Resistance**”,

With a **new** relay and contacts this ON-resistance will be **very small**, generally less than not greater 0.2Ω because the tips are **new** and **clean**, but over time the tip resistance will **increase**.

To reduce the effects of contact arcing and high “On-resistances”, modern contact tips are made of, or coated with, a variety of silver based alloys to extend their life span as given in the following table.

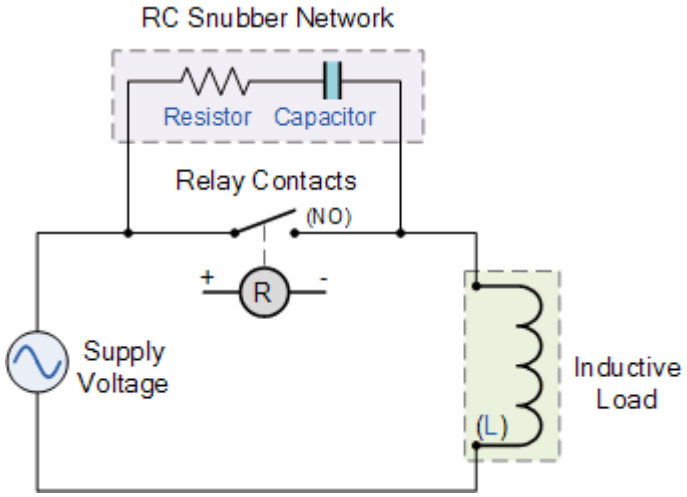
This thing is very, very important and is one of the hotspots for electrical faults

To solve this problem, use the following procedure:

1- Use electrical relay contact tip materials as follows:

- Ag (fine silver)
- AgCu (silver copper)
- AgCdO (silver cadmium oxide)
- AgW (silver tungsten)
- AgNi (silver nickel)
- AgPd (silver palladium) Platinum,
- Gold and Silver Alloys

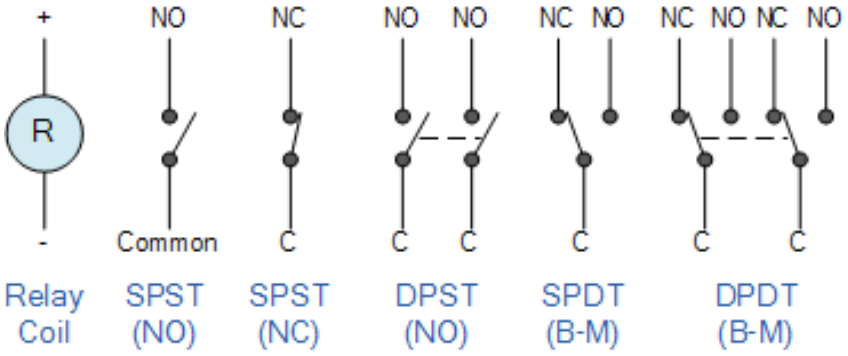
2- Extending the life of relay **tips** by reducing the amount of arcing generated as they open is achieved by connecting a Resistor-Capacitor network called an **RC Snubber Network** electrically in parallel with an electrical relay contact tips. The voltage peak, which occurs at the instant the contacts open, will be safely short circuited by the RC network, thus suppressing any arc generated at the contact tips.



Electrical Relay Contact Types :

- SPST – Single Pole Single Throw
- SPDT – Single Pole Double Throw
- DPST – Double Pole Single Throw
- DPDT – Double Pole Double Throw

Electrical Relay Contact Configurations :



Where:

- C is the Common terminal
- NO is the Normally Open contact
- NC is the Normally Closed contact

In this tutorial about **Electrical Relays**, we have looked at both the electromechanical relay and the solid state relay which can be used as an output device (actuator) to control a physical process.

Electrical protection system

منظومة الوقاية الكهربائية : هو فرع من فروع الهندسة الكهربائية التي تتناول حماية شبكات الطاقة الكهربائية (شبكات النقل ، شبكات التوزيع) من الأعطال من خلال عزل الأجزاء المعطوبة من الشبكة الكهربائية , الهدف من نظم الحماية هو الحفاظ على نظم مستقرة من خلال عزل الجزء المعطوب (المتعطل) فقط عن طريق أجهزة الحماية الكهربائية ، بحيث تؤمن استمرارية التيار في الأجزاء الأخرى من الشبكة الكهربائية وبالتالي , يجب تطبيق خطط الحماية على نهج عملي وعلمي لإزالة أعطال النظم بالشكل الصحيح .

أهمية الوقاية الكهربائية :-

- منع حدوث أو تقليل التلف الذي قد يصيب المهمات من زيادة (الجهد - التيار- الحرارة) التي قد تنتج خلال حدوث العطل .
- منع حدوث أو تقليل الضرر الذي قد يصيب الأشخاص القريبين أو العاملين على المهمات .
- ضمان استمرارية التيار الكهربائي بمعنى عدم انقطاع الخدمة .

و من التعريف السابق بعاليه يتضح أن هناك أنواع عديدة من الخطأ بالمنظومة الكهربية فعلى سبيل المثال :-

1- زيادة التيار عن الحد المقنن (Over load current)

2- حدوث قصر أو تلامس مما يؤدي إلى ارتفاع كبير جدا في قيمة التيار (Short circuit current)

3- (ارتفاع / انخفاض / عدم وجود) الجهد المسلط (Terminal voltage)

4- حدوث اختلاف في تتابع الأوجه يؤدي إلى :-

أ- عكس دوران في الأحمال الدوارة ب- حدوث فقد أو توقف في عدادات قياس استهلاك الكهرباء

5- عمل أجهزة الحماية بشكل خاطئ نتيجة لوجود تداخلات كهرومغناطيسية (Electromagnetic interference) من أجهزة مجاورة لها .

6- عدم وجود فيما يعرف بالتمييز "Discrimination" والتتابع "Cascading" بمنظومة التوزيع الكهربائية نتيجة للتصميم الخطأ , مما يؤدي إلى عدم ضمان استمرارية العمل وتحسين الآداء وعدم الوصول للجودة المطلوبة .

وبالتالي لمواجهة تلك الأعطال لابد من وجود منظومة حماية لضمان عدم حدوث تلك الأعطال ,

Protection functions

Short-circuit protection

General

A short-circuit results in a very rapid rise in current which can reach several hundred times the value of the operational current. The consequences of a short-circuit are dangerous to both equipment and persons. It is therefore imperative to use protection devices to detect the fault and very quickly break the circuit.

Two types of protection are commonly used:

- fuses (cutout) which break the circuit by melting, which then requires their replacement,
- magnetic trip circuit breakers, often more simply called "magnetic circuit breakers", which only require re-setting to put them back into service.
  Short-circuit protection can also be built-into multifunction devices such as motor circuit breakers and contactor-breakers.

The main characteristics of short-circuit protection devices are:

- their breaking capacity: this is the highest prospective short-circuit current value that a protection device can break at a given voltage.
- their making capacity: this is the highest current value that the protection device can make at its rated voltage in specified conditions.

The making capacity is equal to k times the breaking capacity.

Overload protection

General

An overload condition is the most frequently encountered fault. The symptoms are a rise in the current drawn by the motor and thermal effects. A rapid return to normal operating conditions is important.
The actual operating conditions (ambient temperature, operating altitude and type of standard duty) are essential to determine the operating values of the motor (power, current) and to be able to select effective overload protection.
These operational values are given by the motor manufacturer.

According to the level required, protection can be provided by :

- overload relays and thermal overload relays (bi-metallic or electronic type) which protect motors in the event of :
  - overload, by monitoring the current drawn by each phase,
  - phase imbalance or failure, by their differential mechanism.
- relays with PTC thermistor probes (Positive Temperature Coefficient).
- overtorque relays,
- multifunction relays.

Over load "Current "relay (OLR - OCR)

Overload relays

These relays protect motors against overload. They must allow the temporary overload that occurs on starting and must only trip if the starting time is abnormally long.
The overload relay will be selected according to the length of the starting time (tripping class) and the motor rating.
These relays have a thermal memory (except for certain electronic overload relays, indicated by their manufacturers) and can be connected:

- either in series with the load,
- or to current transformers placed in series with the load.

Exceeding the operating limits of an electric motor will lead, eventually, not only to destruction of the motor itself but also of the mechanisms it drives.

This type of load can be the cause of electrical or mechanical faults.

- Electrical faults:
  - overvoltage, voltage drop, imbalance and phase failure which cause variations in the current drawn,
  - short-circuits which can cause the current to reach levels capable of destroying the load.
- Mechanical faults:
  - locked rotor,
  - brief or prolonged overload which leads to an increase in the current drawn by the motor, and therefore overheating.

PLEASE NOTE:

- Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained only by qualified personnel.

I love this sentence

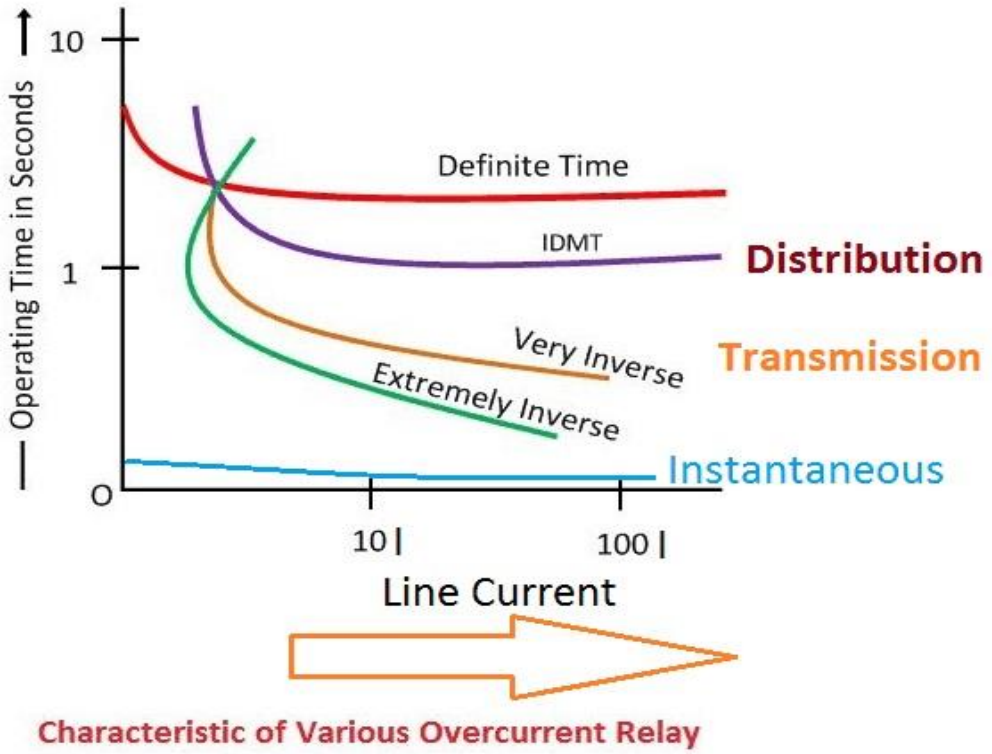
There are three types of OCR :

1- Thermal OCR 2- Electronic OCR 3- Thermal Electronic OCR

Types of Over Current Relay:

Over current relay is nothing but a relay element which operates when the current exceeds the pre-set value. The relay trips the associated circuit breaker. Overcurrent relay protection protects the power systems and its equipments such as transmission lines, transformers, generators, or motors against short circuits, ground faults, over loads etc. Let see. The types of over current relay used in power system Protection.

- Instantaneous over current relay
- Definite time over current relay
- Inverse time over current relay
- Inverse mean time over current relay
- Very Inverse time over current relay
- Extreme Inverse over current relay



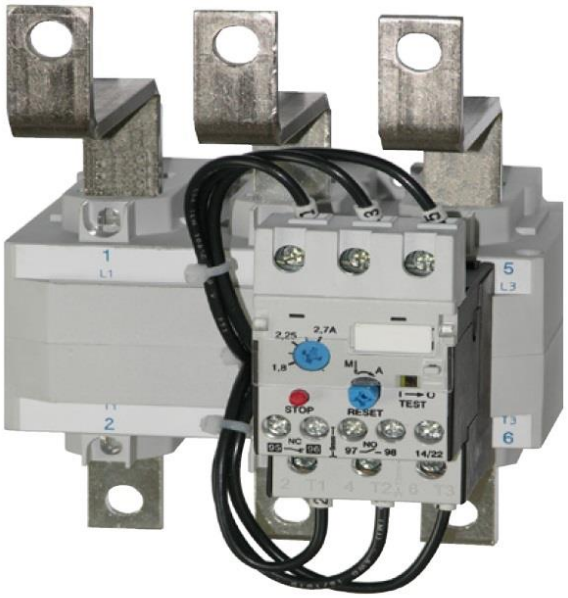
Characteristic of Various Overcurrent Relay

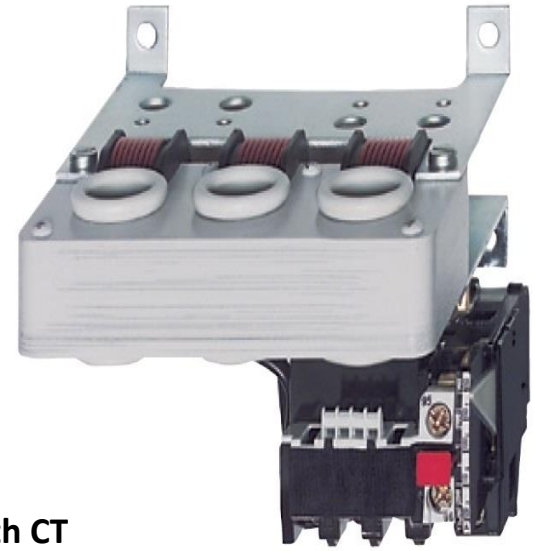
Definite Mean Time over current Relay:

The relay operates when the current exceeds the preset value with the fixed operating time which means the relay operating time depending upon the time. The relay does not operate when the fault current is less than preset value and times. i.e if the current must withstand until the operating time exceeds. These relays are mainly used in overload operation.

Example: Outgoing & Incoming Feeders, PCC & MCC panels, MCCB & MPCP.

Bi-metallic Thermal over load "current"relay :

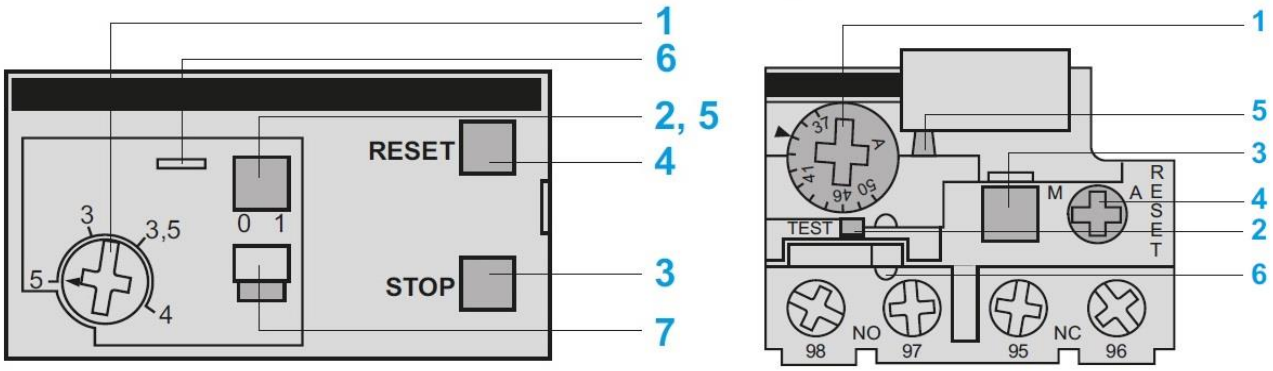




OLR With CT

Working principle:

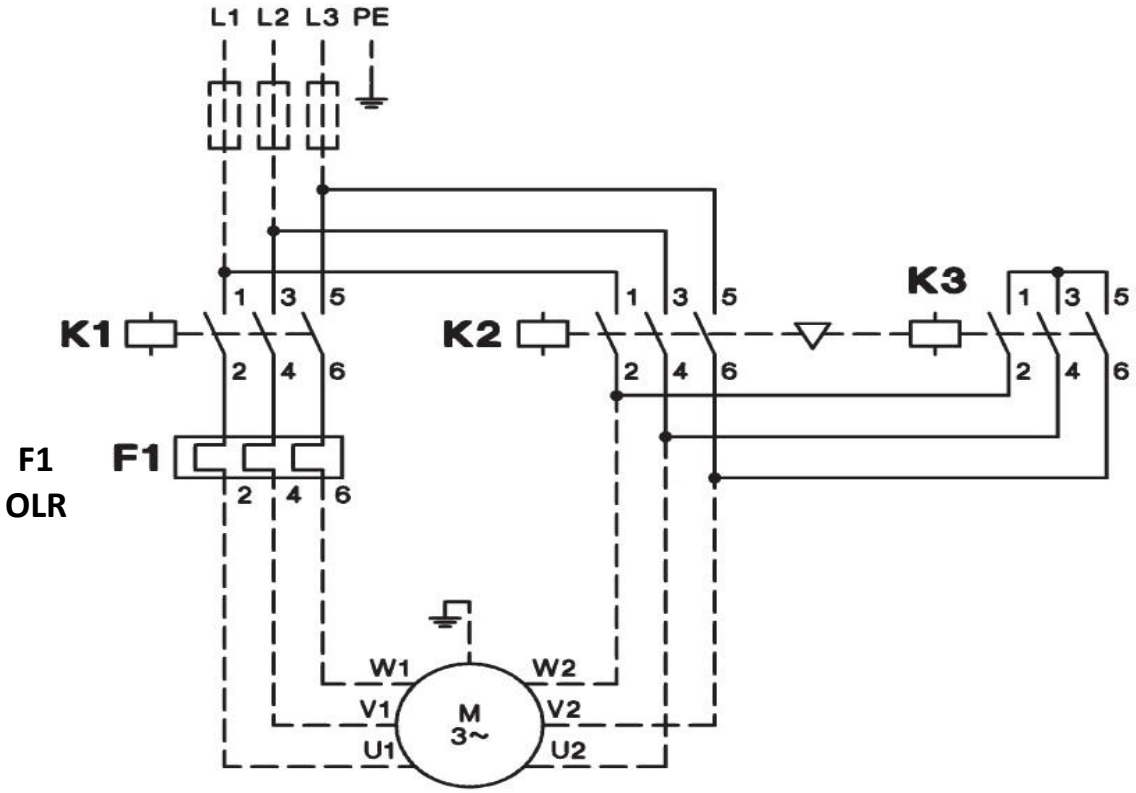
It consists of current coil and a moving element. The magnetic effect generated by the coil during normal current is not sufficient to move the moving element of the relay. But when current increases, the magnetic effect of the coil also increases, the deflecting force generated by the magnetic effect of the coil crosses restraining force and the moving element starts moving to change the contact position.

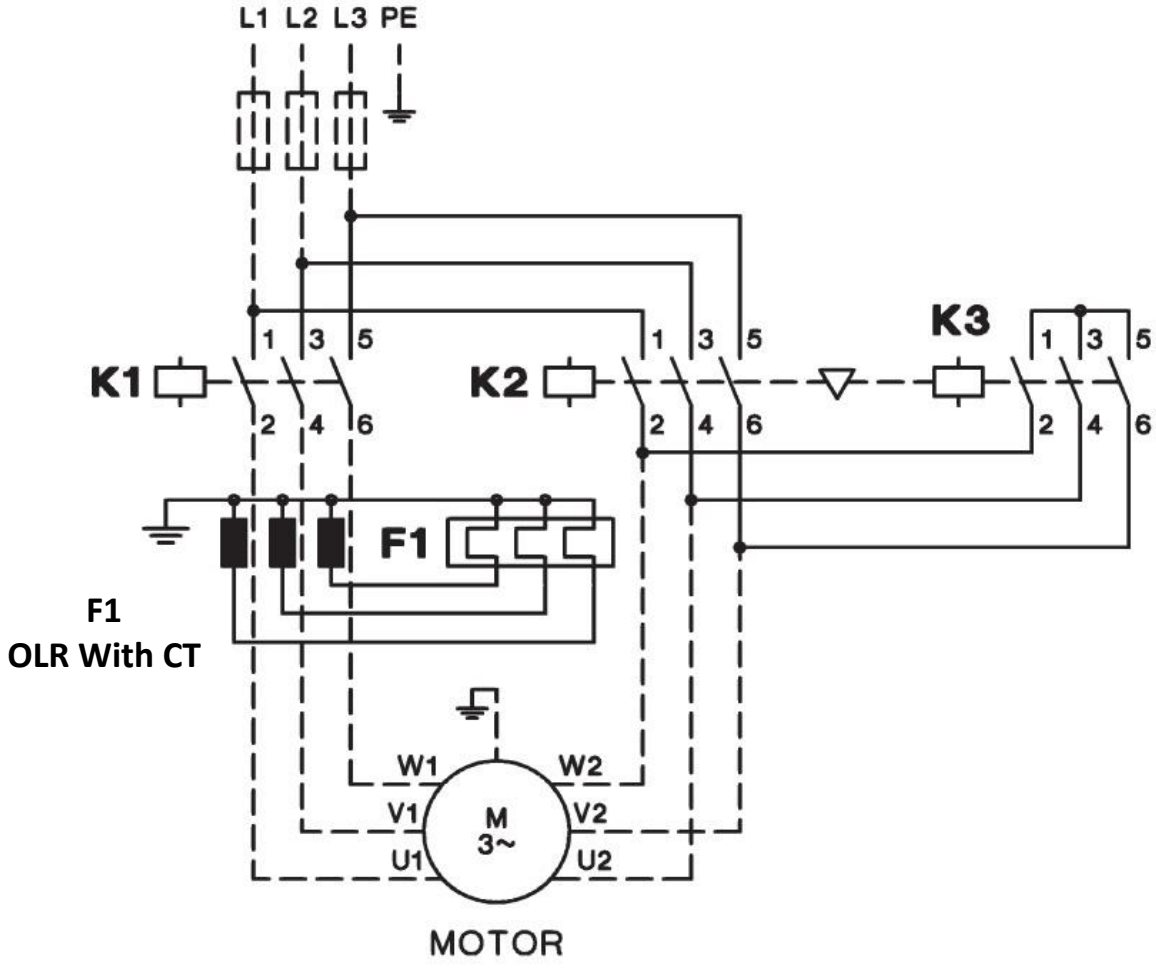


Description

3-pole thermal overload relays are designed to protect a.c. circuits and motors against overloads, phase failure, long starting times and prolonged stalling of the motor.

1 Adjustment dial Ir.
2 Test button.
Operation of the Test button allows:
- checking of control circuit wiring,
- simulation of relay tripping (actuates both the N/O and N/C contacts).
3 Stop button. Actuates the N/C contact; does not affect the N/O contact.
4 Reset button.
5 Trip indicator.
6 Setting locked by sealing the cover.
7 Selector for manual or automatic reset.


L1 L2 L3 PE
K1
K2
K3
F1
F1
OLR
W1
W2
V1
V2
U1
U2
M
3~


L1 L2 L3 PE
K1
K2
K3
F1
F1
OLR With CT
W1
W2
V1
V2
U1
U2
M
3~
MOTOR

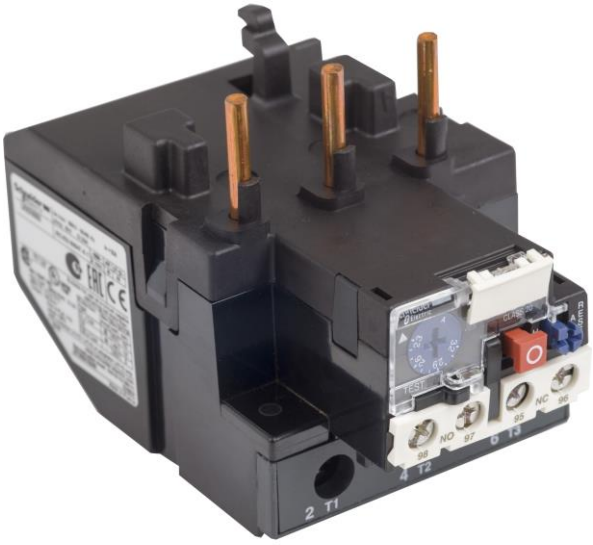
Bi-metallic thermal overload relays

Combined with a contactor, these relays protect the line and the equipment against small and prolonged overloads. They must be protected against strong overcurrent by a circuit breaker or fuses.

These relays may be used on an a.c. or d.c. system and are generally:

- 3-pole,
- compensated, i.e. insensitive to ambient temperature variations,
- with manual or automatic reset,
- graduated with a "motor FLC" scale: allowing direct setting to the full load current as shown on the motor rating plate.

They can also be sensitive to phase failure: this is known as 'differential'. This function conforms to standards IEC 60947-4-1 and 60947-6-2.
This type of relay is extremely reliable and is a relatively low cost device.



Electronic over current

electronic over current relays have been developed to satisfy machine protection requirements. These relays have definite time characteristics: current threshold and time based function. They are particularly recommended for providing mechanical protection on machines with high resistive torque, high inertia and with strong probability of jamming under steady state conditions. They can be used for motor protection in the case of long starting times or frequent starting.

The relay also incorporates two fixed time protection functions, one of 0.5 seconds against locked rotor and one of 3 seconds against phase failure.
The relay can be used to provide mechanical shock protection. In this case, setting the O-Time knob to minimum will ensure tripping in 0.3 seconds.

Applications

The relay is particularly suitable for the following machines:

■ Monitoring function for excessively long starting time on machines with a risk of difficult starting:
- □ Machines with high resistive torque, high inertia machines.

■ Monitoring of machines during steady state operation: overtorque detection function
- □ Machines with strong risk of jamming, machines with torque build-up over time,
- □ Mechanical failure monitoring,
- □ Faster detection of malfunctioning on machines where the motor is oversized in relation to its thermal protection I^2t.

■ Motor protection for specific applications:
- □ Machines with long starting times,
- □ Machines with high on-load factor: more than 30 to 50 starts/hour,
- □ Machine with fluctuating load from a steady state, where the thermal image of a thermal overload relay (thermal memory) is unsuitable in relation to actual overheating of the motor.

Examples of machines:
- □ Conveyors, crushers and mixers,
- □ Fans, pumps and compressors,
- □ Centrifuges and spin-dryers,
- □ Presses, shearing machines, saws, broaching machines, sanders and lifting hoists.

Electronic thermal overload relays

Electronic thermal overload relays have the advantage of electronics which allow a more complex thermal image of the motor to be created.
They can be combined with products having complementary functions, such as:

- temperature sensing via PTC probes,
- protection against jamming and overtorque,
- protection against phase reversal,
- earth fault protection,
- protection against no-load running,
- alarm function.

Characteristics :

Main

Product or component type	Electronic thermal overload relay
Relay application	Motor protection
Network type	AC
Thermal overload class	Class 20 conforming to IEC 60947-4
Thermal protection adjustment range	132…220 A

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
Mounting support	Direct on contactor Plate
Tripping threshold	1.12 +/- 0.06 In tripping conforming to IEC 60947-4-1
Surge withstand	4 kV conforming to IEC 61000-4-5
Contacts type and composition	1 NO + 1 NC
[Ith] conventional free air thermal current	5 A for control circuit
[Ue] rated operational voltage	1000 V AC 50/60 Hz for power circuit conforming to VDE 0110 group C
[Ui] rated insulation voltage	Power circuit: 1000 V AC conforming to IEC 60947-4
[Uimp] rated impulse withstand voltage	IEC 60947-1 8 kV
Phase failure sensitivity	Tripping in 4 s +/- 20 % conforming to IEC 60947-4-1
Reset	Manual reset on front relay
Control type	Dial white full-load current adjustment Test button red Push-button reset Push-button red stop
Local signalling	Trip indicator
Temperature compensation	-20…70 °C
Current consumption	<= 5 mA no-load
Switching capacity for alarm	0...150 mA
Maximum voltage drop	<2.5 V closed state

Environment

Standards	IEC 60255-8 EN 60947-4-1 IEC 60255-17 IEC 60947-4-1 VDE 0660
Product certifications	CSA UL UKCA
Protective treatment	TH
IP degree of protection	IP20 conforming to IEC 60529 IP20 conforming to VDE 0106
Ambient air temperature for operation	-20…55 °C conforming to IEC 60255-8
Ambient air temperature for storage	-40…85 °C
Operating altitude	<= 2000 m without derating
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-1
Mechanical robustness	Shocks: 13 Gn for 11 ms conforming to IEC 60068-2-7 Vibrations 5...300 Hz: 2 Gn conforming to IEC 60068-2-6
Dielectric strength	6 kV 50 Hz conforming to IEC 255-5
Electromagnetic compatibility	Resistance to electrostatic discharge: 6 kV in indirect mode conforming to IEC 61000-4-2 Resistance to electrostatic discharge: 8 kV in air conforming to IEC 61000-4-2 Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test: 10 V/m conforming to IEC 61000-4-3 Fast transients immunity test: 2 kV conforming to IEC 61000-4-4

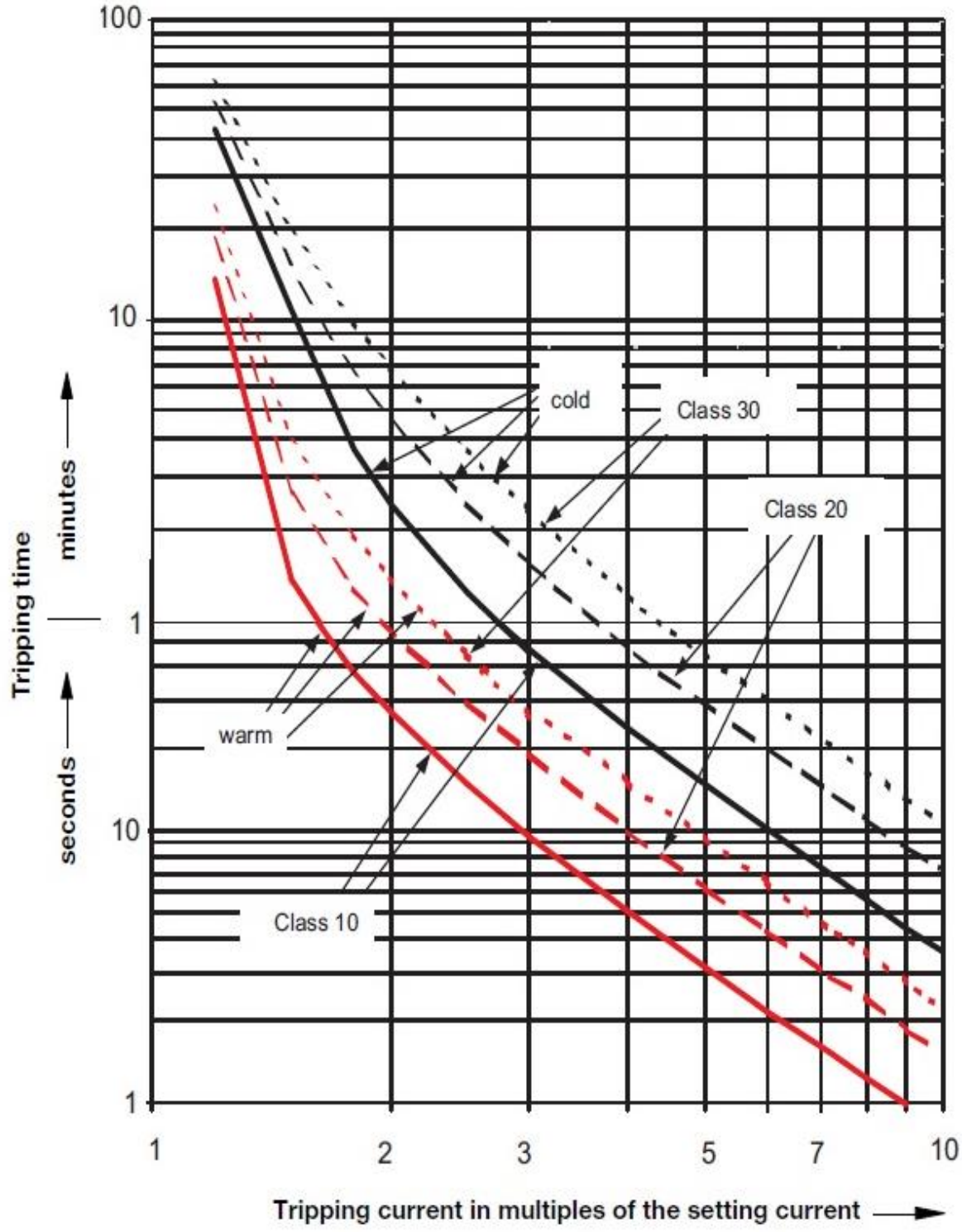
Operation

Because of their two separate time settings, the relay can be combined with the motor-starter function:
D-Time: starting time, O-Time: trip time during steady state.
The D-Time function is only available during the motor starting phase. During this phase the overload detection function is inhibited in order to allow starting. Under steady state conditions, when the motor current is greater than the setting current due to an overload or single-phasing, the red LED lights up and the internal relay switches its contact after a time preset by the O-Time knob.

The red LED stays on, indicating that the relay has tripped.

The relays are simple to set, in 5 easy steps:
- Adjust the 3 knobs to maximum (Load, D-Time and O-Time),
- Adjust the D-Time knob to the value corresponding to the motor starting time.
- When the motor reaches steady state, adjust the Load knob (turn the knob counter-clockwise until the red LED starts to flicker).
- Slowly turn the Load knob clockwise until the LED goes out.
- Set the required tripping time, using the O-Time knob.

3-phase tripping curves of electronic overload relay



Protection relay selection table

	Motor protection		Machine protection	Motor and machine protection	
Relay type	**Thermal overload relay** **LR2K, LRD, LRD3, LR9 F, LR9 D** (1)	**Relays for use with PTC probes** **LT3S**	**Overtorque relays** **LR97D, LT47**	TeSys U **controller** **LUTM**	TeSys T **controller** **LTMR**
Causes of overheating	(2)		(2)	(2)	(3)
Slight overload					
Locked rotor					
No-load running					
Supply phase failure			LR97D		
Ventilation fault					With probes
Abnormal temperature rise					With probes
Shaft bearing seizure					With probes
Insulation fault					
Protracted starting time					
Severe duty					With probes
Voltage variation					
Frequency fluctuations					
Loss of machine excitation					

Ideally suited

Possible solution

Not suitable (no protection)

(1) For motor circuit breaker type
(2) Protection based on current.
(3) Protection based on current and voltage.

Long-Time Over current Protection : (ANSI 49RMS/51)

Long-time over current protection helps to protect cables, bus bars, and busbar trunking against overloads, based on the true RMS current.

It is implemented independently for each phase and for the neutral.

This protection function is an over current time-dependent protection with thermal memory. It operates as a thermal image, using the heating and cooling model of a conductor.

After tripping, the protection continues to integrate the cooling of the conductor.

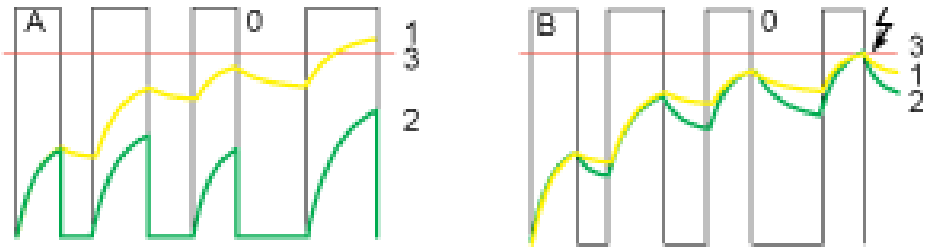
This protection function can be used also for transformer or generator protection .

Thermal Image :

The control unit uses the calculation of a thermal image to evaluate the conductor heat rise and precisely monitor the thermal state of the conductors.

Example:

Comparison of the heat rise calculation without thermal image (diagram **A**) and with thermal image (diagram **B**):



0 Instantaneous current (cyclical) in the load

1 Conductor temperature

2 Thermal state calculated without thermal image (diagram **A**),
with thermal image (diagram **B**)

3 Long-time over current protection threshold

- Control unit without thermal image: On each current pulse, the control unit only considers the thermal effect on the pulse under consideration. No tripping occurs despite the build-up in conductor heat rise.

- Control unit with thermal image: The control unit adds the thermal effect of successive current pulses. Tripping occurs based on the actual thermal state of the conductor.

The thermal image function helps to protect cables and bus bars from overheating in case of low-amplitude repetitive faults. Such faults can be due to repetitive motor starts, fluctuating load, intermittent ground faults, or subsequent closing after an electrical fault.

Traditional electronic protection does not protect against repetitive faults because the duration of each overload detected above the threshold setting is too short to trigger effective tripping. However, each overload involves a temperature rise in the installation. The cumulative effect of successive overloads can overheat the system.

Thanks to its thermal memory, the thermal image function remembers and integrates thermal heating caused by each overload detected above the threshold setting:

- Before tripping, the integrated heating value reduces the associated time delay. The reaction of the control unit is closer to the real heating of the power network system.

- After tripping, the thermal function reduces the time delay when closing the circuit breaker on an overload.

The thermal memory works whatever the current value. It offers an accurate image of the cable or busbar thermal status. The time constant is the same for heating and cooling.

Overload (or overtorque) relays

These relays protect the drive line in the event of a locked rotor, seizure or mechanical shocks. This is an additional protection.
Unlike thermal overload relays, these relays do not have a thermal memory. They have definite time characteristics (adjustable current threshold and time delay). The overtorque relay can be used as overload protection for motors with long starting times or very frequent starting (for example, lifting hoists).

Relays for use with PTC thermistor probes

With direct sensing of the stator windings, these relays can be used to protect motors against:

- overload,
- a rise in ambient temperature,
- a ventilation circuit fault,
- a high starting frequency,
- mechanical shocks, etc.

Multifunction relays

- Overcurrent relays are limited when it is necessary to take into account problems associated with voltage, temperature or special applications. New production or maintenance management needs have prompted manufacturers to offer products which provide not only adaptable protection, but also complete management of the motor and its load.
  They incorporate:
- current and voltage sensors
- hybrid analog and digital electronic technology,
- the use of communication buses for data exchange and control,
- powerful motor modelling algorithms,
- integrated application programs whose parameters can be set.

These products make it possible to reduce installation and operating costs by reducing maintenance and downtime.

Multifunction relay

- يستخدم جهاز Under and over Voltage Relay للحماية من الزيادة والنقصان فى قيمة الجهد وذلك يتم من خلال تبديل نقاطه و نجد ان الجهاز يستخدم فى دوائر (MOTORS , ATS)

- أعلى الجهاز نقاط لتوصيل الأوجه الثلاثة L1 - L2 - L3 ولتوصيل Neutral

- أسفل الجهاز نقاط التحكم ويختلف عددها من موديل لآخر.

- لمبة ON : بيان تدل على انتظام قيمه الجهد وعمل الدائرة بشكل طبيعى.

- لمبة UV : بيان لانخفاض الجهد حسب قيمه الجهد التى تم ضبطها.

- لمبة OV : بيان لزيادة قيمه الجهد عن القيمه التى تم ضبطها.

- أول مؤشر : يتم استخدامه فى تحديد نسبه نقصان الجهد والتى عندها يتم تبديل نقاطه وتكون المعايرة كنسبه من الجهد المقنن.

- ثانى مؤشر : لتحديد نسبه الزيادة فى الجهد والتى عندها يتم تبديل نقاطه وكذلك تكون نسبه من الجهد المقنن.

- ثالث مؤشر : يستخدم فى تحديد زمن التأخير والذى اذا استمر هبوط او زيادة الجهد خلاله سيتم تبديل النقاط وهذا المؤشر فى غاية الأهمية حيث لا يتم فصله فى حالة التغير **اللحظى** في قيمة الجهد.

التوصيل :

حيث يتم توصيل الثلاثة أوجه بالمكان الخاص بهم بالجهاز وأيضا يتم توصيل طرف التعادل ثم يتم توصيل النقطه المفتوحة NO بالتوالى مع ملف الكونتاكتور الخاص بالتشغيل للحمل .

كيفية عمل الجهاز :

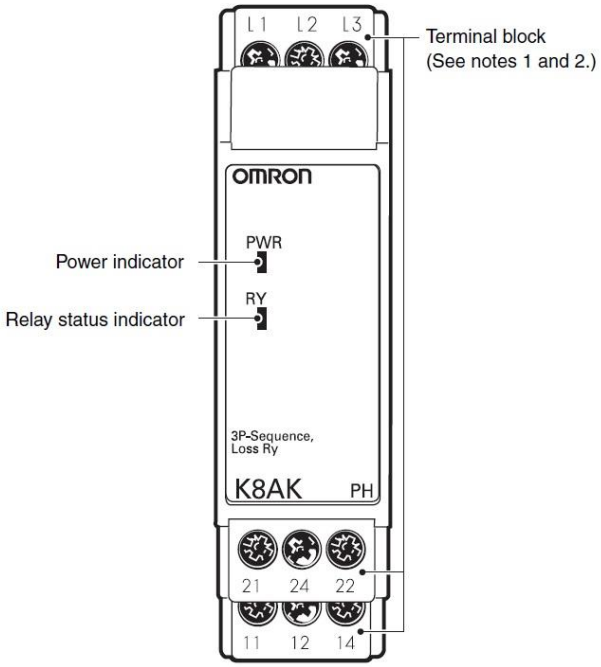
عند تشغيل الجهاز يتم تحويل النقطه المفتوحة الى نقطه مغلقه كتغير النقاط المساعده من وضعيتها وعند ذلك يتم تشغيل المحرك , فعند حدوث انخفاض للجهد او ارتفاعه عن نسبه معينه و لوقت معين ليس تغير لحظى يقوم الجهاز بتبديل نقاطه مره اخرى من NC الى NO ويتم فصل الحمل فى ذلك الوقت وفى حاله انتظام الجهد مره اخرى يتم قفل النقطه المفتوحة ليتم التوصيل الى الحمل ويتم رجوع سريان التيار مره اخرى.

Digital Type

Single phase

DC Type

Three-phase Phase-sequence Phase-loss Relay Using Voltage Detection Method



Ratings and Specifications

Ratings

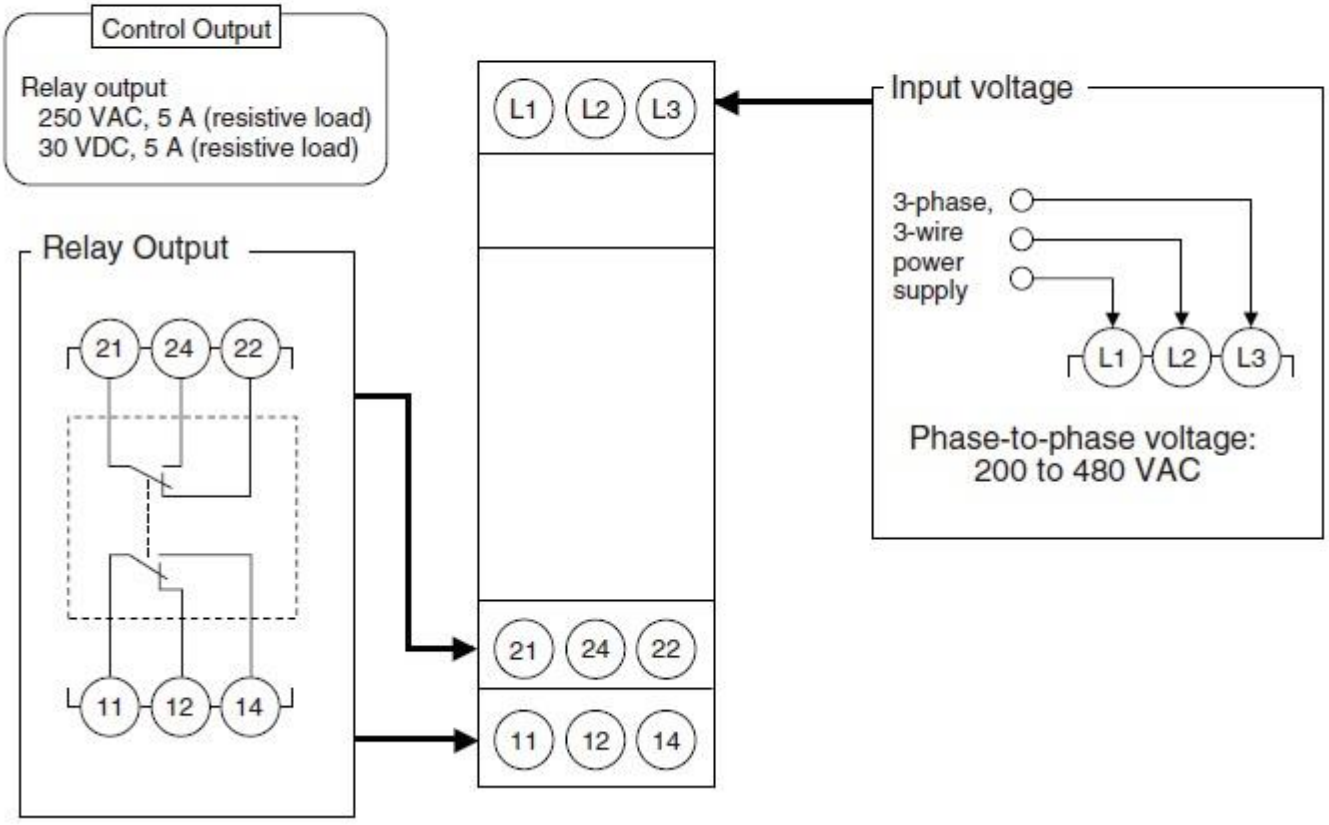
Rated input voltage		3-phase, 200 to 480 VAC (3-wire)
Input load		Approx. 4.1 VA
Operating time	**Phase sequence**	0.1 s±0.05 s
	Phase loss	0.1 s max. (when the voltage changes rapidly from 100% to 0% of rated voltage)
Reset method		Automatic reset
Indicators		Power (PWR): Green, Relay output (RY): Yellow
Output relays		One DPDT relay (NC operation)
Output relay ratings		Rated load Resistive load 5 A at 250 VAC 5 A at 30 VDC Minimum load: 24 VDC, 4 mA (reference values) Mechanical life: 10 million operations min. Electrical life: 5 A at 250 VAC or 30 VDC: 50,000 operations 3 A at 250 VAC/30 VDC:100,000 operations 1 A, cos θ = 0.4 at 250 VAC: 100,000 operations 0.2 A, L/R = 100 ms at 48 VDC: 12,000 operations Recommended fuse: NT00-6A
Rated operating voltage (Ue) **Rated operating current (Ie)**		AC-12 Ue:250VAC, Ie:5 A AC-15 Ue:250VAC, Ie:1 A DC-12 Ue:30VDC, Ie:5 A DC-13 Ue:24VDC, Ie:0.9 A DC-13 Ue:48VDC, Ie:0.2 A DC-13 Ue:24VDC, Ie:0.05 A

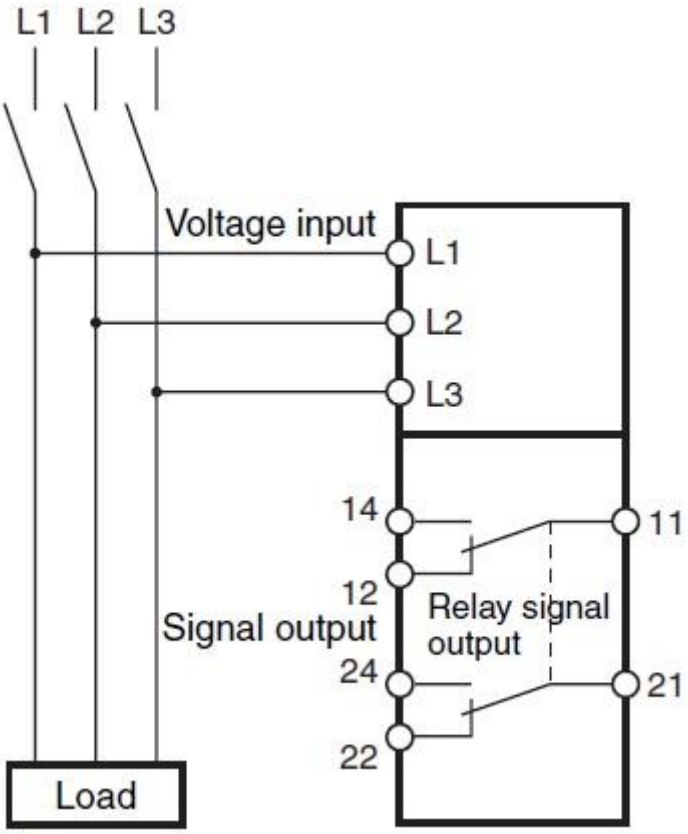
Specifications

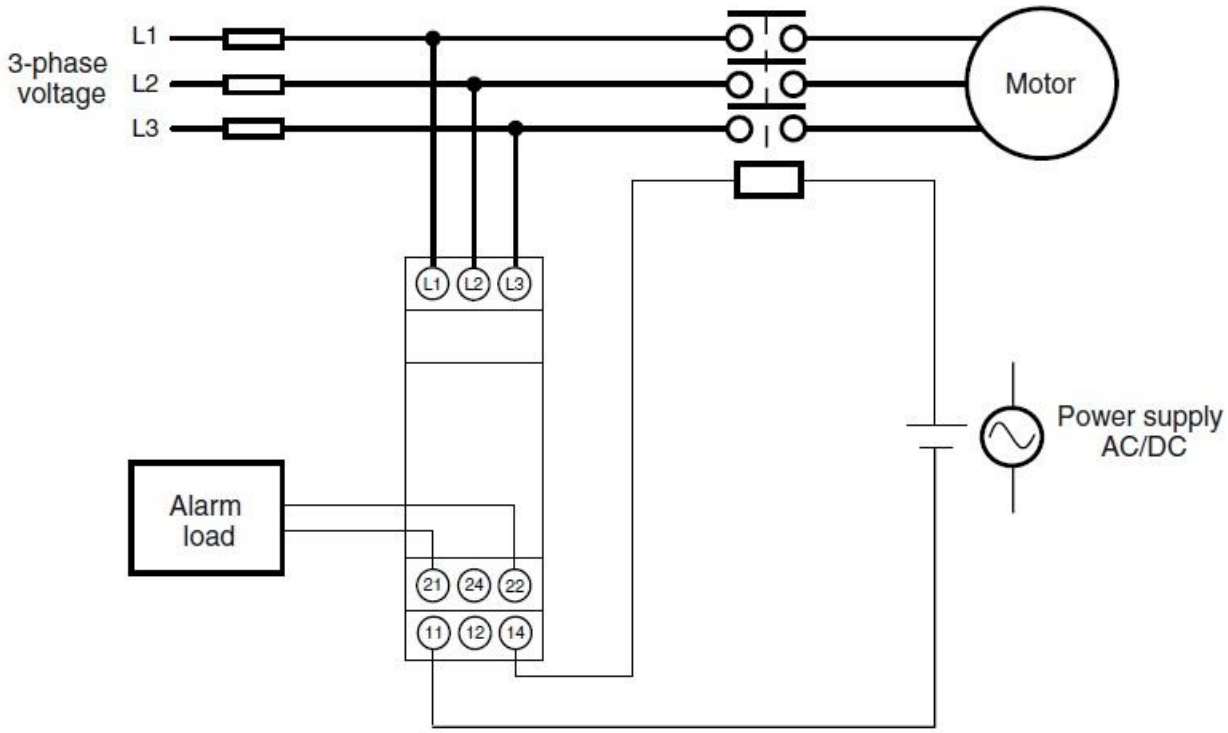
Allowable operating voltage range		85% to 110% of rated input voltage
Input voltage range		200 to 480 VAC
Input frequency		50/60 Hz (no presumed range)
Phase loss detection level		80%±10% of rated input
Applicable standards	**Conforming standards**	EN 60947-5-1 Installation environment (pollution level 2, installation category III)
	EMC	EN 60947-5-1
	Safety standards	UL 508 (Recognition), Korean Radio Waves Act (Act 10564), CSA: C22.2 No.14, CCC: GB/T 14048.5
Rated insulation voltage		690 V
Dielectric strength		2,000 VAC for one minute Between external terminals and case Between input terminals and output terminals
Rated impulse withstand voltage		6 kV
Degree of protection		IP40 (Terminals: IP20)
Conditional short-circuit current		1,000 A

Connections

Terminal Diagram




L1 L2 L3
Voltage input
L1
L2
L3
14
11
12
Signal output
Relay signal output
24
21
22
Load


3-phase voltage
L1
L2
L3
Motor
L1 L2 L3
Power supply AC/DC
Alarm load
21 24 22
11 12 14

Connections

●Input

Connect using L1, L2, and L3.
Make sure the phase sequence is wired correctly. The Unit will not operate normally if the phase sequence is incorrect.

●Outputs

Terminals 11, 12, and 14 are the output terminals (SPDT) for overvoltage.
Terminals 21, 22, and 24 are the output terminals (SPDT) for undervoltage, phase loss, and phase sequence outputs.

* Use the recommended ferrules if you use twisted wires.

- Where : - SPDT – Single Pole Double Throw

  - DPDT – Double Pole Double Throw

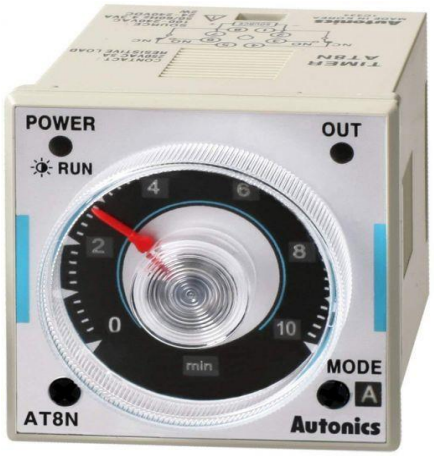
Timers

تعتبر المؤقتات الزمنية من أهم المكونات الموجودة بالدوائر الكهربائية والوظيفة الأساسية لها التحكم في زمن تشغيل للأحمال ويوجد أنواع عديدة منها المؤقت (الميكانيكي – الهوائي – الإلكتروني – الرقمي) ,

وينتشر بكثرة النوع الإلكتروني في المحطات والمواقع حيث ينقسم إلى نوعين رئيسيين :

1- (مؤقت التوصيل المتأخر – On delay timer) 2- (مؤقت الفصل المتأخر – Off delay timer)

Pneumatic Timer



Mechanical Timer

Electronic Timer

Digital Timer

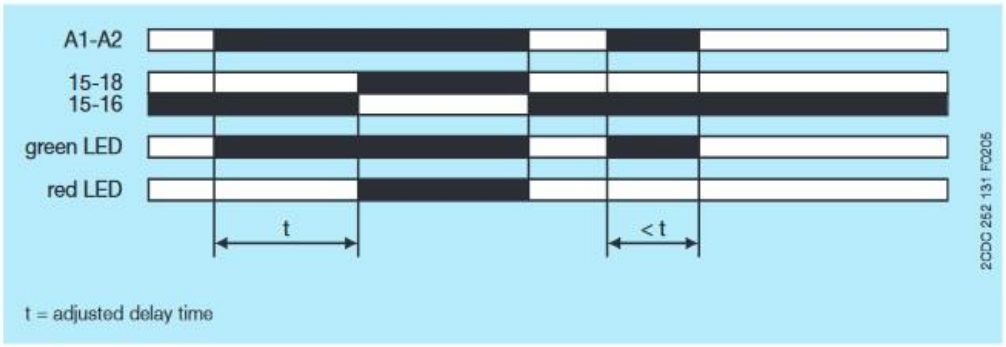
(On delay timer) حيث يسمى مؤقت التوصيل المتأخر وذلك لأنه يتأخر توصيله للخرج عن وصول الإشارة إليه بقيمة الزمن المضبوط عليه .

Function diagrams

ON-delay (Delay on make)

Timing begins when control supply voltage is applied. When the selected time delay is complete, the output relay energizes. If control supply voltage is interrupted, the output relay de-energizes and the time delay is reset. Interrupting control supply voltage before the time delay is complete, resets the time delay. The output relay does not energize.

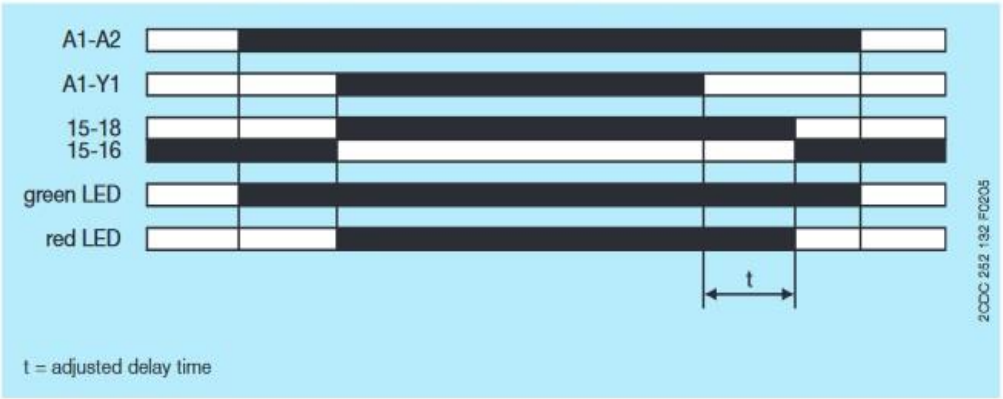
Control input A1-Y1 is disabled when this function is selected.



(Off delay timer) حيث يسمى مؤقت الفصل المتأخر وذلك لأنه يعطى الخرج مباشرة بمجرد وصول الإشارة إليه ويبقى كذلك كلما ظلت الإشارة عليه فإذا انقطعت الإشارة فإنه يقوم باحتساب الزمن المضبوط عليه ثم يفصل الخرج وهذا النوع يحتاج تغذية مستقلة عن إشارة الدخل وذلك لأنه يستمر في العمل بعد زوال هذه الإشارة .

OFF-delay with auxiliary voltage (Delay on break)

This function requires continuous control supply voltage for timing. Timing is controlled by control input A1-Y1. If the control input is closed, the output relay energizes. If control input A1-Y1 is opened, the selected time delay starts. When the time delay is complete, the output relay de-energizes. If control input A1-Y1 is closed before the time delay is complete, the time delay is reset. Timing starts again when the control input re-opens.



1 **Indication of operational states**

U: green LED – Control supply voltage applied

R: red LED - Output relay energized

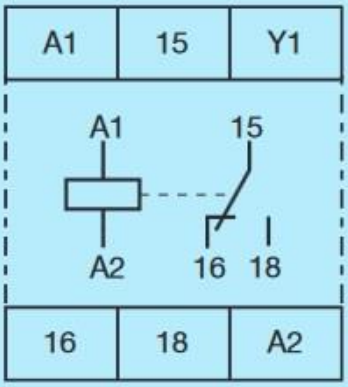
2 **Rotary switch for the preselection of the time range**

3 **Rotary switch for the fine adjustment of the time delay**

4 **Rotary switch for the selection of the timing function**

ON-Delay: ⊠, triggering via control supply voltage
OFF-Delay: ■, triggering via control input A1-Y1
Pulse former: 1⎍⊠, triggering via control input A1-Y1
Impulse-ON: 1⎍⊠ and control input A1-Y1 jumpered
Flasher starting with ON: ⎍ and control input A1-Y1 open
Flasher starting with OFF: ⎍ and control input A1-Y1 jumpered

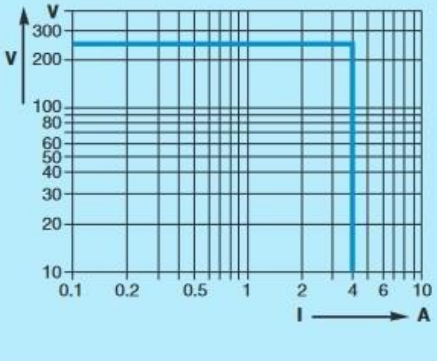
Electrical connection



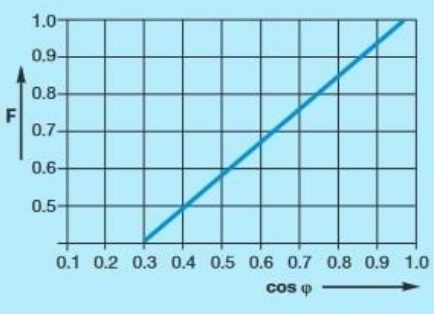
A1-A2	Rated control supply voltage U_s: 24-240 V AC
A1-Y1	Control input
15-16/18	1 c/o (SPDT) contact

Technical diagrams

Load limit curves



AC load (resistive)



Derating factor F for inductive AC load

Technical data

Data at T_a = 25 °C and rated values, unless otherwise indicated

Input circuits

Supply circuit		
Rated control supply voltage U_s	A1-A2	24-240 V AC/DC
Rated control supply voltage U_s tolerance		-15...+10 %
Rated frequency		DC or 50/60 Hz
Typical current / power consumption	24-240 V AC/DC	approx. 1.0-2.0 VA/W

Control circuit		
Control input, control function	A1-Y1	start timing external
Kind of triggering		voltage-related
Parallel load		yes
Polarized		no
Control voltage potential		rated control supply voltage

Timing circuit	
Time ranges	0.05-1 s, 0.5-10 s, 5-100 s, 50-1000 s, 0.5-10 min, 5-100 min, 0.5-10 h, 5-100 h
Recovery time	< 50 ms

User interface

Indication of operational states		
Control supply voltage	U: green LED	⎍: control supply voltage applied
Relay status	R: red LED	⎍: output relay energized

Output circuit

Kind of output	15-16/18	relay, 1 c/o (SPDT) contact
Contact material		silver alloy
Rated operational voltage U_e		250 V
Rated operational current I_e	AC-12 (resistive) at 230 V	4 A
	AC-15 (inductive) at 230 V	3 A
	DC-12 (resistive) at 24 V	4 A
	DC-13 (inductive) at 24 V	2 A
AC rating (UL 508)	Utilization category (Control Circuit Rating Code)	B 300
	max. rated operational voltage	300 V AC
	Maximum continuous thermal current at B300	5 A
	max. making/breaking apparent power at B300	3600 VA / 360 VA
Mechanical lifetime		10 x 10^6 switching cycles
Electrical lifetime	AC-12, 230 V, 4 A	0.1 x 10^6 switching cycles
Maximum fuse rating to achieve short-circuit protection	n/c contact	10 A fast
	n/o contact	10 A fast

Measurement instruments and accessories

1- Ammeter **2- Voltmeter** **3- Multi meter**

4- Signal lamps **5- Selector switches**

وتتنوع أجهزة القياس من حيث تكنولوجيا التصنيع إلى أجهزة قياس (تناظرية - رقمية) فمنها ما يقيس شدة التيار الكهربائي بالأمبير ويسمى "أميتر" و منها ما يقيس فرق الجهد الكهربي بالفولت ويسمى "فولتميتر" ,
ومنها ما هو متعدد القياسات في جهاز واحد بحيث يقيس الكميات الكهربائية التالية :

(V – A – Hz – KVA – KW – KWH – KVAr – KVArh – Cos Φ – THD)

ومن الشيء المهم جدا أن تكون نسبة الخطأ في القياسات بتلك الأجهزة تكون أقل ما يمكن حتى تكون الدقة أكبر ما يمكن وبالتالي مما يزيد الإعتمادية و الوثوقية في تلك القراءات لتحويلها لبيانات يمكن الاعتماد عليها بعد ذلك في تحليل مؤشرات الآداء بالمحطات وذلك " لأن كل ما يقاس يدار" والعكس صحيح .

وكذلك تعد الملحقات الخاصة بلوحات التوزيع الكهربائية "Accessories" من الأشياء الهامة جدا في الشكل النهائي للوحات التوزيع الكهربائية "Finish" , وكذلك يجب الاهتمام بكل التفاصيل الخاصة بها من حيث المقاس ومادة الصنع الخاصة بها ويتحدد ذلك من خلال معرفة تركيب لوحة التوزيع سيكون "Indoor" أو "Outdoor" , وكذلك الترتيب من حيث وضع أجهزة القياس والملحقات على الوجه الخارجي للوحة التوزيع وكذلك طريقة التركيب ودرجة الإحكام حتى لا يحدث فقد في قيمة "IP" الخاصة بجسم لوحات التوزيع من حيث دخول الأجسام الصلبة والسوائل .

Analogue Voltmeter

Analogue Ammeter

Digital Voltmeter

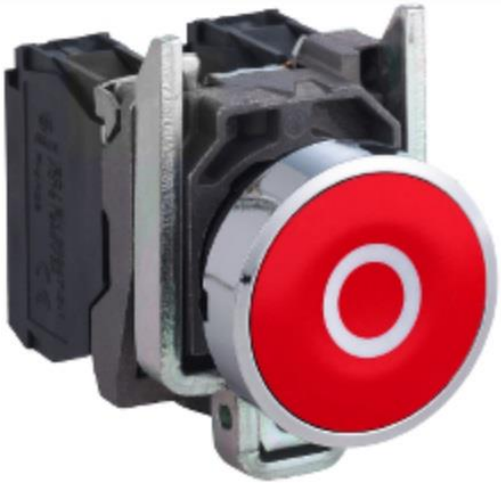
Digital Ammeter

Digital Multimeter

7 positions
Selector switch

3 positions
Selector switch

Off pushbutton



On pushbutton

Signal lamps

On – Off - Trip

الأعطـال الكهربائيـة - "Electrical faults"

1- زيادة التيار عن الحد المقنن (Over load current)

2- حدوث قصر أو تلامس مما يؤدي إلى ارتفاع كبير جدا في قيمة التيار (Short circuit current)

3- (ارتفاع / انخفاض / عدم وجود) الجهد المسلط (Terminal voltage)

4- حدوث اختلاف في تتابع الأوجه يؤدي إلى :-

أ- عكس دوران في الأحمال الدوارة ب- حدوث فقد أو توقف في عدادات قياس استهلاك الكهرباء

5- عمل أجهزة الحماية بشكل خاطئ نتيجة لوجود تداخلات كهرومغناطيسية (Electromagnetic interference) من أجهزة مجاورة لها .

6- عدم وجود فيما يعرف بالتمييز "Discrimination" والتتابع "Cascading" بمنظومة التوزيع الكهربائية نتيجة للتصميم الخطأ , مما يؤدي إلى عدم ضمان استمرارية العمل وتحسين الآداء وعدم الوصول للجودة المطلوبة .

7- حدوث أعطال نتيجة لعدم التقيد وتطبيق برامج الصيانة القياسية بلوحات توزيع الكهرباء وذلك بسبب :-

أ- عدم النظافة

ب- عدم المراجعة الدورية والتأكد من إحكام ربط أطراف الأسلاك والكابلات للمهمات المركبة باللوحات

ت- تسرب غازات لداخل اللوحات الكهربية خاصة في تطبيقات محطات مياه الشرب ومحطات الصرف الصحي مما يؤدي إلى : أ- نحر وتآكل في مساحة مقطع (قضبان التوزيع – الكابلات – الأسلاك)

ب- عدم التلامس الكهربي الجيد بين أطراف الموصلات و الأجهزة و المهمات الكهربائية

وبالتالي تعد هذه النقطة من أهم بؤر الأعطال الكهربائية التي تنجم من تسرب الغازات لداخل اللوحات الكهربائية.

8- حدوث أعطال بصفة دورية أثناء التشغيل نتيجة للتصميم الخطأ في اختيار :-

أ- مواقع غير مناسبة لتركيب اللوحات الكهربائية

ب- مواقع غير مناسبة لتمديد الأسلاك والكابلات الكهربائية بمختلف أنواعها

ت- مهمات تركب باللوحات بدلا من المهمات التالفة وذات مواصفات فنية رديئة.

9- حدوث ما يعرف بالـ "Derating" بمعنى الهبوط في سعة المهمات الكهربية نتيجة للعمل في ظروف مناخية غير ملائمة مثل عدم ملائمة (الحرارة المحيطة – الضغط – الرطوبة – درجة التلوث – الارتفاع عن سطح البحر).

مثال على الأعطال الكهربائية :

Causes, effects and consequences of various faults

There are two types of fault:

- Internal faults within the motor
- External faults: these are located outside the electric motor but their consequences can lead to damage inside the motor.

Faults	Causes	Effects	Consequences on the motor and on the machine
Short-circuit	Contact between several phases, or between one phase and neutral or between several turns of the same phase.	■ Current peak ■ Electrodynamic forces on the conductors	Destruction of windings
Overvoltage	■ Lightning ■ Electrostatic discharge ■ Operation	Dielectric breakdown in the windings	Destruction of the windings due to loss of insulation
Phase imbalance and phase failure	■ Opening of a phase ■ Single-phase load upstream of the motor ■ Short-circuit between the turns of the same winding	■ Reduction of usable torque, efficiency and speed ■ Increase in losses ■ Starting impossible if phase failure	Overheating (1)
High starting frequency	■ Failure of the automation system ■ Too many manual control operations ■ Numerous fault trips	High stator and rotor temperature rise due to the frequent start current	Overheating (1) Consequences on the process
Voltage variations	■ Instability of the mains voltage ■ Connection of heavy loads	■ Reduction of usable torque ■ Increase in losses	Overheating (1)
Harmonics	■ Pollution of the mains supply by variable speed drives, inverters, etc.	■ Reduction of usable torque ■ Increase in losses	Overheating (1)
Long starting time	■ Resistive torque too high (load too heavy) ■ Voltage drop	Increase in starting time	Overheating (1)
Jamming	■ Mechanical problem (crusher) ■ Seizures	Overcurrent	Overheating (1) Consequences on the process
No-load running	■ Pump running empty ■ Mechanical break in drive to the load	Drop in current drawn	Consequences on the process
Frequency fluctuations	■ Overload of a supply powered by limited independent sources ■ Faulty alternator speed regulator	■ Increase in losses ■ Interferes with synchronous devices (clock, recorder, ...)	–
Overload	■ Increase in resistive torque ■ Voltage drop ■ Drop in power factor	Increase in current consumption	Overheating (1)
Loss of machine excitation	■ Significant drop in excitation current ■ Break in rotor winding	■ Increase in active power ■ Drop in power factor	Significant overheating of rotor and cage
Phase-Earth fault	■ Accidental Phase-Earth contacts ■ Accidental Phase-machine casing contacts (casing connected to earth)	■ Overvoltage developed in the mains supply ■ Rise in earth potential (safety of persons)	Consequences on safety of persons

(1) Then, in the longer or shorter term, depending on the seriousness of the fault and/or its frequency, short-circuit and destruction of the winding.

وبالتالي من أهم الأشياء التي يجب وضعها في الاعتبار لتلافي الأعطال الكهربائية المذكورة سالفاً و للقيام بعمل الصيانة اللازمة للوحات توزيع الجهد المنخفض هو :-

"إدارة المحطـات"

"الإدارة العليـا الإدارة الدنيـا"

مدي الترابط

بمعنى توافر الإدارة الحقيقية للموقع من خلال وضع وتحديد

" الرؤيـة – المهـام – القـيم " في السلوك التنظيمي سواء للمحطات أو المنطقة أو القطاع

الرؤيـة : عبارة عن حلم أو هدف طويل الأجل لا يقل عن خمس سنوات .

المهـــام : تعبر عن المهام الرئيسية التي تقوم بها الآن وذلك من أجل الوصول إلى رؤيا الشركة .

القيـــــم : هي مجموعة الأسس والمبادئ الأخلاقية التي تؤمن بها الشركة لتحكم العلاقة بين :

الشركة والموظفين (العدالة – الثقة – الأمانة – الصدق – احترام الوقت – احترام زملاء العمل)

الشركة والعملاء (المصداقية – احترام العملاء – الوفاء بالعقود.....الخ)

فمن خلال تحقيق ما سبق

نصل للهدف المرجو من إنشاء الشركة في تقديم خدمة للمواطنين

ذات جودة عاليه سواء في مجال (مياه الشرب – الصرف الصحي)

المراجع

- **تم إعداد الإصدار الأول بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

مهندس/ أشرف لمعي توفيق	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ السيد رجب شتيا	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
مهندس/ أيمن النقيب	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
مهندس/ خالد سيد أحمد	**شركة مياه القاهرة**
مهندس/ طارق ابراهيم	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ علي عبد الرحمن	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
مهندس/ علي عبد المقصود	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ محمد رزق صالح	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
مهندس/ مصطفي سبيع	**شركة صرف صحي القاهرة**
مهندس/ وحيد أمين أحمد	**شركة مياه القاهرة**
مهندس/ يحيى عبد الجواد	**شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**

- **تم التحديث V2**

بمشاركة السادة :-

- **مهندس/ خالد سيد أحمد — شركة مياه القاهرة**
- **مهندس / ريمون لطفى زاخر — شركة صرف صحي القاهرة**
- **مهندس/ علاء عبد المهيمن الشال — شركة مياه وصرف صحي الغربية**
- **مهندس/ محمد عطية يوسف — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ محمد محمد الشبراوى — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ محمد صالح فتحى — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ هانى رمضان فتوح — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ عادل عزت عبد الجيد — شركة مياه وصرف صحي بنى سويف**

❖ **تمت أعمال التنسيق بواسطة كل من :**

- **الأستاذ/ علاء محمد المنشاوي — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**
- **المهندسة / بسمة فوزى — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**
- **الأستاذ / سيد محمود سيد — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

حقوق الطبع محفوظة • الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة المناهج