الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل
المتدرب

برنامج
الكابلات الكهربية وصيانتها

مهندس صيانة كهربائية– درجة ثالثة

حقوق الطبع محفوظة ©
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة المسارات

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة للمسار الوظيفي

المحتويات

مـــقـدمـــة 3
1- تعريف الكابلات :-..... 3
2- تصنيف الكابلات من حيث الجهود المنقولة :-..... 3
3- تصنيف الكابلات من حيث مادة العزل المستخدمة :-..... 4
4- خصائص المـادة العـازلــة :- 4
5- أنواع المـــــواد العازلـــة :- 4
6- الموصــلات 9
7- مكـــونات الكابلاتCables Component 11
طريقة اختيار مساحة مقطع كابل 20
قواعد مد الكابلات 21
بعض القواعد لرص الكابلات 24
علب الكابـــــلات..... 27
العدة اللازمة للعاملين فى الكابلات :..... 27
التعليمات الخاصة بعمل علب الكابلات التى تتقلص مكوناتها بالحرارة 29
كيف يتم الاحتياط والحذر من المواد التى بها رطوبة ؟ 40
تعليمات هامة فى موقـــع العمـــل :-..... 40

مـــقـدمـــة

يوجد العديد من أنواع الكابلات فمنها الكابلات المستخدمة في نقل وتوزيع القوى الكهربية والكابلات المستخدمة في الاتصالات التليفونية والكابلات المستخدمة في أنظمة التحكم ونحن هنا بصدد التحدث عن كابلات نقل وتوزيع القوى الكهربائية

1- تعريف الكابلات :-

الكابلات هي وسيلة من وسائل نقل القدرة وتوزيعها من مناطق التوليد إلى مناطق الاستهلاك كما أن الخطوط الهوائية وسيلة أخرى من وسائل نقل القدرة.

ومن خلال الجدول التالي سيتم عمل مقارنة بين الخطوط الهوائية والكابلات الأرضية كوسائل لنقل القدرة لتوضيح مميزات وعيوب كل منها.

درجة المقارنة	الخطوط الهوائية	الكابلات الأرضية
الناحية الاقتصادية	اقتصادية (رخيصة)	غير اقتصادية (غالية الثمن)
الاستخدام	في الأماكن الخالية (الصحاري والمزارع)	في الأماكن المزدحمة بالسكان (المدن)
الشكل الجمالي	تشوه الشكل الجمالي	لا تشوه الشكل الجمالي
الجهود المنقولة	تستخدم في الجهود العالية	تستخدم في الجهود القليلة
طريقة تحديد الأعطال	سهلة وبالعين المجردة وتحتاج لزمن قليل	صعبة وتستخدم لها أجهزة وتحتاج لزمن أكبر
تكاليف إصلاح العطل	تكلفة قليلة أحيانا	مكلفة دائما
عدد الأعطال	كثيرة الأعطال	قليلة الأعطال
الخطورة الناتجة منها	كثيرة الخطورة وقليلة الأمان	أمان أكثر وخطورة أقل
تعطل المرور	لا ينتج عنها تعطل المرور	ينتج عنها تعطل المرور
الصيانة والإصلاح	تحتاج إلى صيانة باستمرار	قليلا ما تحتاج إلى صيانة

2- تصنيف الكابلات من حيث الجهود المنقولة :-

كابلات الجهد المنخفض حتى 1000 فولت

كابلات الجهد المتوسط بعد 1 ك . ف حتى 66 ك. ف

كابلات الجهد العالي بعد 66 ك . ف حتى 132 ك . ف

كابلات الجهد الفائــق بعد 132 ك . ف حتى 500 ك . ف

وكما تم تصنيف الكابلات الأرضية من حيث الجهود المنقولة سيتم عمل تصنيف لها من حيث مادة العزل المستخدمة.

3- تصنيف الكابلات من حيث مادة العزل المستخدمة :-

كابلات معزولة بالورق المشبع بالزيت (كابلات زيتي).

كابلات معزولة بمادة ال P . V . C (البولي فينيل كلورايد) .

كابلات معزولة بمادة البولي إيثلين المتشابك [X . L . P . E] كروس لينكد بولي إيثلين.

كابلات معزولة بمادة البولى إيثلين [P . E] .

كابلات معزولة بمادة البولى إيثلين المطاطي [E . P . R] .

و مما سبق يتضح لنا أن الكابلات تسمى باسم مادة العزل المستخدمة مما يدل على مدى أهمية العزل فى صناعة الكابلات وهو أهم مكونات الكابل ونظرا لهذه الأهمية فإنه يجب أن تتوافر فى مادة العزل بعض المواصفات مع الأخذ فى الاعتبار أنه من الصعب توافر كل مواصفات وخصائص العزل الجيد فى مادة واحدة.

4- خصائص المادة العازلة :-

- أن تكون لها مقاومة نوعية عالية
- أن يكون لها جهد انكسار عالي
- ألا تقبل امتصاص الرطوبة من الوسط المحيط بها
- لا تتفاعل مع الأحماض والقلويات الموجودة بالتربة
- أن تكون لها خاصية الصلابة والمرونة معاً
- لا تتأثر أو تتغير مكوناتها بارتفاع درجة الحرارة الناتجة عن تيار الحمل العادي أو أقصى حمل أو الحرارة الناتجة عن تيار القصر
- لا تقبل سريان الحريق
- أقل فقد كهربائي ممكن أثناء التشغيل
- ضمان حمل التيار الكهربائي بأمان حتى أقصى جهد أسمي بين الموصلات

5- أنواع المـــواد العازلـــة :-

1. البولى فينيل كلورايد .
2. البولى إيثلين .
3. البولى إيثلين المتشابك .
4. البولى إيثلين المطاطى .
5. الورق المشبع بالزيت .
6. المطاط .

7. الحرير والقطن .
8. الورنيش .
9. الصمغ الهندى .

هذا بالإضافة الى بعض المواد الأخرى .

ولما كان نشاط شركات التوزيع هو توصيل التيار الى المشتركين للجهود المتوسطة 22 ،11 ك.ف والمنخفض 380/220 فولت الى جانب أن الكابلات المستخدمة فى نطاق عمل الشركة هى

1. كابلات جهد منخفض P . V . C بولي فينيل كلورايد .
2. كابلات جهد منخفض معزولة بالورق المشبع بالزيت (زيتي) .
3. كابلات جهد منخفض معزولة بمادة X . L . P . E
4. كابلات جهد متوسط معزولة بالورق المشبع بالزيت (زيتي) .
5. كابلات جهد متوسط معزولة بمادة X . L . P . E .

وسيتم عمل شرح وافى لهذه الأنواع مع التركيز على النوع الأخير وهو X . L . P . E والذى يتم حاليا إحلاله بدلا من النوع الرابع الكابلات المعزولة بالورق المشبع بالزيت لظهور بعض العيوب والتى سوف يتم توضيحها فيما بعد أيضا .

إلا أنه سوف يتم الآن توضيح وشرح أحد أنواع المواد العازلة من حيث خصائصها ومميزاتها وهى مادة P . V . C .

مقارنة بين مادتى ال PVC و XLPE من حيث تحملها لدرجات الحرارة ونوع الجهد المستخدم لكل نوع

ماده كلوريد البوليفينيل PVC :

مميزاتها :

١- تتحمل درجه الحراره العاليه
٢- لها مقاومه ضد الرطوبه والمواد الحمضيه والقلويه والعضويه
٣- خواصها الميكانيكيه تظل ثابته عند درجات الحراره المختلفه
٤- تستخدم كغلاف خارجى للكابلات
٥- تستخدم كماده عازله حتى جهد ١٨ ك.ف

عيوبها :

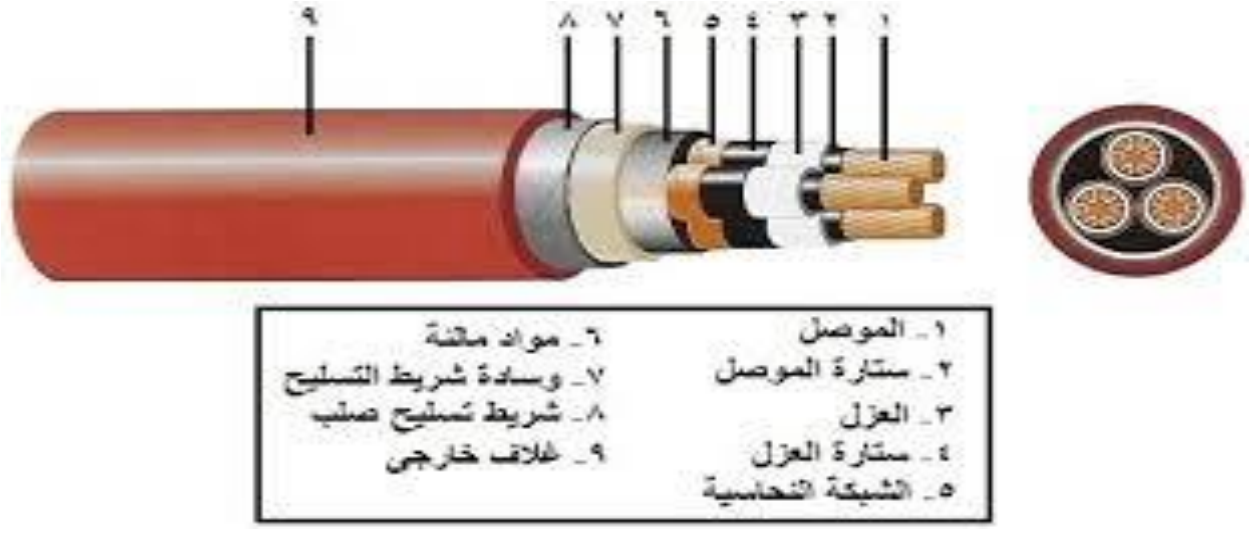
١- تفقد نسبه كبيره من عزلها عند الجهود العاليه ، لذلك يفضل استخدام مواد اخرى للعزل عند تلك الجهود

ماده البولى ايثيلين المتشابك XLPE :

مميزاتها :

١- تتحمل درجه الحراره العاليه
٢- لها قوه عزل كبيره
٣- ماده مرنه ومتينه
٤- لها خواص ميكانيكيه وكهربيه جيده
٥- غير قابله للاشتعال
٦- تستخدم حتى جهد ٣٦ ك.ف

الكابلات البلاستيكية X.L.P.E



الكابلات البلاستيكية PVC

فيما يلي جدول يوضح المقاطع المختلفة للكابلات الأرضية للجهدين المنخفض والمتوسط وكذلك عدد الشعيرات لكل مقطع وقطر كل موصل:

كابلات جهد منخفض	عدد الشعيرات	قطر الموصل	كابلات جهد متوسط
3 ×16 + 10مم2	7	4.7 مم	3 ×16 مم2
3×25 + 16 مم2	7	5.9 مم	3 × 25 مم 2
3 ×35 + 25 مم2	19	7.0 مم	3 ×35 مم2
3×50 + 25 مم2	19	8.0 مم	3 × 50 مم 2
3 ×70 + 35 مم2	19	9.7 مم	3 ×70 مم2
3×95 + 50 مم2	19	11.4 مم	3 × 95 مم 2
3 ×120 + 70 مم2	37	12.9 مم	3 ×120 مم2
3×150 + 70 مم2	37	14.3 مم	3 × 150 مم 2
3 ×185 + 95 مم2	37	16.1 مم	3 ×185 مم2
3×240 + 120 مم2	61	18.3 مم	3 × 240 مم 2

ويوضح هذا الجدول المقاطع المختلفة والثابتة لكابلات الجهد المنخفض والمتوسط كما انه يوضح عدد شعيرات الموصل وكذلك قطر كل موصل.

ومن الضروري أن يكون القائم بالعمل فى قسم الكابلات الأرضية على علم بهذه المقاطع وكما انه من الضروري أن يكون على علم بكيفية تحديد مساحة مقطع أي كابل يراه سواء كان ذلك من خلال تطبيق قانون عدد الشعيرات أو بطريقة قطر الموصل أو بمجرد النظر وهذا يتطلب خبره طويلة فى العمل.

يمكن معرفة عدد شعيرات الموصل من خلال القانون الاتي: -

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

أو ن = 1 + [3 أ (أ + 1)]

حيث أن:

ن هي عدد الشعيرات

أ هي عدد الطبقات

فإذا كان عدد الطبقات (1)

فإن عدد الشعيرات يكون

ن = 1 + [3 ×1 (1 + 1)] = 1 + 6 = (7) شعيرات

أما إذا كان عدد الطبقات (2)

فإن عدد الشعيرات يكون

ن = 1 + [3 × 2 (2 + 1)] = 1 + 18 = (19) شعره

أما إذا كان عدد الطبقات (3)

فإن عدد الشعيرات يكون

ن = 1 + [3 × 3 (3 + 1)] = 1 + 36 = (37) شعره

أما إذا كان عدد الطبقات (4)

فإن عدد الشعيرات يكون

ن = 1 + [3 ×4 (4 + 1)] = 1 + 60 = (61) شعره

ويلاحظ لنا أن الكابل مقطع 3 × 70 مم2 تكون الفازه من طبقتين إي أن عدد الشعيرات 19 شعرة.

كما أن الكابل مقطع 3 ×150 مم2 تكون الفازه الخاصة به من 3 طبقات أى أن عدد الشعيرات 37 شعرة.

كما أن الكابل مقطع 3 × 240 مم2 تكون الفازه الخاصة به مكونة من 4 طبقات أى أن عدد الشعيرات 61 شعرة .

ولما كانت هناك مقاطع للكابلات تشترك فى نفس عدد الشعيرات مما يصعب معه تحديد مساحة القطع من خلال عدد الشعيرات ويستلزم ذلك معرفة قطر الموصل لتساعد على التعرف على مساحة المقطع المطلوب.

ومن خلال الجدول الذي يوضح مساحات المقطع وعدد الشعيرات وأقطار الموصلات سيتم اختبار أحد المقاطع لحساب مساحة مقطع الموصل من خلال قطر الموصل.

مثال:

من الجدول السابق لموصل مساحة مقطعه 50 مم2 نجد أن عدد الشعيرات 19 شعيرة وقطر الموصل 8 مم ومن المعلوم أن مساحة مقطع الدائرة (ط نق2) ولما كان للموصل شكل دائرى فإنه يمكن تطبيق القانون السابق عليها

∴ مساحة مقطع الموصل = ط نق2

= 3.14 × (4)2

= 3.14 × 16 = 50.24 مم2

∴ إذا مقطع الكابل 3 × 50 مم2

ويتضح لنا أن الرقم الخارج من حساب مساحة المقطع ليس الرقم الصحيح ولكنه قريب من الرقم المدون بالجدول ويمكن تطبيق القانون على أى قطر لأي موصل.

إلا انه بالنسبة لذوي الخبرة الطويلة فى مجال الكابلات ومن كثرة التعرض للمقاطع المختلفة في العمل يصبح الأمر بالنسبة لهم لتحديد مساحة المقطع سهل ويسير بمجرد النظر.

6- الموصـلات

Conductors

1-6 تعريف الموصل

Conductors Definition

مادة لها مقاومة نوعية صغيرة " موصلية عالية " تسمح بمرور التيار الكهربي من خلالها بسهولة.

وهناك أنواع كثيرة من الموصلات ومنها:

- الفضـــــــة
- النحـــــــاس
- الألومنيـــوم
- الصلب المجلفن
- نحاس كادميوم
- ألمونيوم مقوى بفرده صلب

إلا أنه يلاحظ أن النحاس والألومنيوم هما الموصلان اللذان يستخدمان كموصلات فى الكابلات الأرضية وإذا أردنا عمل ترتيب للموصلات من حيث المقاومة النوعية الأقل فالأكثر نجد أن الفضة هى أقل موصل له مقاومة نوعية ثم النحاس ثم الألومنيوم ولذلك فأن الفضة تستخدم فى عمل تشعيرات المصهرات ولا يمكن استخدامها كموصل نظرا لارتفاع ثمنها. ويستخدم النحاس والألومنيوم فقط كموصلات للكابلات والجدول التالي يوضح الفرق بين النحاس والألومنيوم مع بيان مميزات وعيوب كل منهما. إلا أنة يلاحظ لنا أن معدن الألومنيوم هو الشائع الاستخدام الآن كموصل لأنة رخيص الثمن -خفيف الوزن -سهل الحصول علية وكما أنة سهل التشكيل على النقيض من معدن النحاس لأنة غالى الثمن -ثقيل الوزن -صعب التشكيل إلى حدا ما.

جدول يوضح مقارنة بين كل من النحاس والألومنيوم

م	أوجه المقارنة	معدن النحاس	معدن الألومنيوم
1	النقاوة	% 99.98	% 99.5
2	درجة الانصهار	1083 م5	660 م5
3	الكثافة عند 20 م5	8.9 جم/سم3	2.7 جم / سم3
4	المقاومة	0.0178 أوم. مم2/ م	0.0286 أوم. مم2/ م
5	الموصلية	97 متر / أو م. مم 2	61 متر/ أو م. مم 2
6	الشد المسموح به	19 كجم / مم 2	10 كجم / مم 2
7	أقصى شد	40 كجم / مم2	18 كجم / مم2
8	قابلية التمغنط	غير قابل للتمغنط	غير قابل للتمغنط
9	قابلية الصـدأ 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
10	الاستخدام	خطوط هوائية -كابلات - سرافيل - كوس - كلبسات -قواعد مصهرات -بارات	خطوط هوائية -كابلات - سرافيل - كوس -كلبسات
11	المميزات	موصل جيد -يتحمل اجتهادات عالية	موصل جيد-طرى-خفيف الوزن-رخيص الثمن
12	العيوب	ثقيل الوزن - غالى الثمن	سريع التأكسد مقاومة =1.5 من مقاومة النحاس

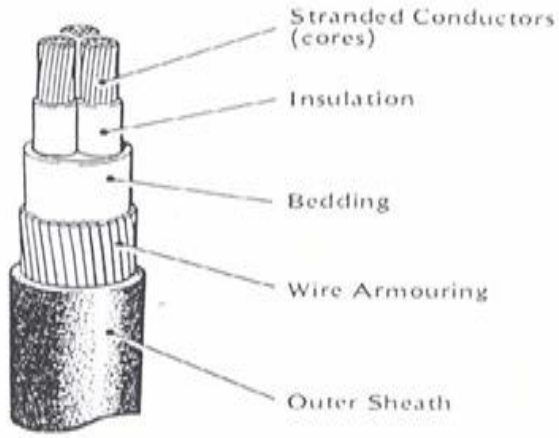
الموصلات المصمتة والموصلات المجدولة

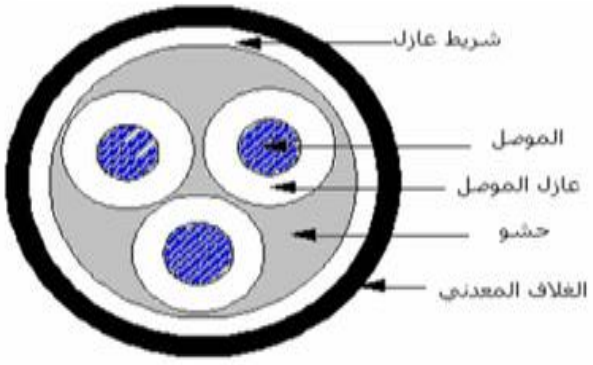
الموصل المصمت هو الذي يتكون من شعرة واحده أما المجدول فهو يتكون من عدد من الشعيرات ويلاحظ لنا أن الموصلات المصمتة تستخدم فى الأحمال الخفيفة والمقاطع الصغيرة والجهود المنخفضة أما الموصلات المجدولة تستخدم فى الأحمال المرتفعة والمقاطع الكبيرة والجهود العالية.

ومن المعلوم لنا أن التيار الكهربي يمر على سطح الموصل وهي 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 أكبر.

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

7- مكـــونات الكابلات Cables Component





تصنع الكابلات إما بقلب واحد Single Core أو قلبين أو ثلاثة قلوب Three-Cores وربما أكثر من ذلك. ويمكن القول بصفة عامة أن استخدام الكابلات ثلاثية القلب يؤدي إلى خفض التكاليف وخفض هبوط الجهد، أما الكابل أحادي القلب فهو أكثر مرونة وأسهل في التركيب والتوصيل، وعلى ذلك فإن استخدام الكابلات وحيدة القلب يكون أفضل داخل المباني التجارية نظرًا لكثرة تعرض الكابل من انحناءات وكذلك كثرة التفريعات والتوصيلات على الكابل

و يتكون الكابل وحيد القلب من:

- الموصل
- العازل
- غطاء
- والحماية الخارجية .

أما الكابل ثلاثي القلب فيتكون من:

- الموصل
- العازل
- مادة الحشو
- وحزام الربط Belt و ستارة Screen
- الغطاء والحماية الخارجية .

2-1 القلب (الموصل):

يصنع قلب الكابل من مادة عالية التوصيلية الكهربية ويستعمل النحاس أو الألمونيوم في صناعة الموصل للكابل وعادة ما يفضل استخدام موصلات النحاس لسبب خواصها الكهربية والميكانيكية والكيماوية الأفضل، أما موصلات الألمونيوم فإنها تستخدم أيضا على نطاق واسع بسبب رخص ثمنها وخفة وزنها بالنسبة للموصلات النحاس وذلك لنفس قيمة التيار . و في المباني السكنية و المنشآت التجارية والإدارية تستخدم الموصلات النحاسية المصمتة حتى قطاع (16) مم 2 على الأكثر وتستعمل الموصلات المجدولة للقطاعات الأعلى من ذلك للحصول على المرونة، وقد حددت اللجنة الدولية الكهروتقنية IEC المقياس العلمي للمقاومة Resistivity النحاس المخمر Annealed على أساس أن 1.724 ميكرو أوم سم عند 20م تكافئ مقاومة 100% ويحتاج موصلات من الألمونيوم إلى 160% من قطاع الموصلات النحاسي للحصول على نفس التوصيل الكهربي، ويجب الاحتياط عند استخدام الموصلات الألمونيوم من عوامل البيئة المحيطة.

2-2- العازل :

تستخدم المواد البوليمرية Polymeric Materials الآن في صناعات جميع الكابلات المستخدمة فى المباني التجارية على اختلاف جهودها، والمواد البوليمرية هى مواد مستخرجة من صناعات البتر وكيماويات وهناك نوعان أساسيان من هذه المواد يستخدمان في صناعة عوازل الكابلات:

- اللدائن الحرارية Thermoplastics: PVC

وهي أنواع البوليمر تلين بالحرارة وتصلد بالبرودة . وأهم أنواعها البولي فينايل وكلوريد PVC ويتميز بخواص كهربية ممتازة حتى جهد 3 ك.ف : وهو غير مناسب للجهود الأعلى من ذلك إلا بأستخدام أنواع خاصة منها وكما ذكرنا فهو يتصلد بالبرودة ويلين بالحرارة ومن الأفضل عدم تعريضه لدرجات حرارة تقل عن الصفر أو تزيد عن 70 م بصفة مستمرة وهو يتميز أيضًا بخاصية الإطفاء الذاتي للهب فهو يحترق عندما يلمس اللهب مباشرة ولكنه ينطفئ بمجرد إبعاد مصدر اللهب وينتج عن احتراقه غازات سامة ويجب ألا تزيد درجة حرارة الموصل عن 160 درجة مئوية أثناء فترات قصر الدائرة وإلا تلف العازل وهو يقاوم الأوزون بصورة جيدة ويتلف بتعرضه للكلور .

- الجوامد الحرارية Thermosetting : XLPE

وهي المواد التي لا تلين بالحرارة حتى درجة حرارة احتراقها أو تحللها وأهم أنواعها – البولي إيثلين التشابكي (XLPE) ويتميز بخواص كهربية وفيزيائية وكيميائية ممتازة ويمكن استخدامها في درجة حرارة مستمرة للموصل حتى 90 درجة مئوية وبدرجة حرارة 250 درجة مئوية في فترات قصر الدائرة وتعتبر مقاومته ممتازة للرطوبة ولغاز الأوزون الذي يتصاعد نتيجة لظاهرة الكرونا Coronaالناشئة من زيادة شدة المجال الكهربي للعازل ولكنه غير مقاوم للكلور وهو مادة صلدة جدًا غير قابلة للاشتعال تستخدم عادة في الكابلات ذات الجهد الأعلى من 3ك ف حيث أن استعمالها في الجهود الأقل من ذلك لا مبرر له لارتفاع ثمنها .

ويوضح الجدول رقم (1) أهم المواد البوليميرية المستخدمة في صناعة عوازل الكابلات وخواصها الكهربية والفيزيائية بصفة عامة .

جدول المواد العازلة المستخدمة البوليميرية في الكابلات

الاسم الشائع	الخواص الكهربائية	الخواص الفيزيائية
الجوامد الحرارية:		
البولي إثيلين التشايكي XLPE	ممتاز	ممتاز
مطاط الثيلين بروبلين الناشف HEPR	ممتاز	ممتاز
المطاط السيلوكوني SR	جيد	جيد
النيويرين	متوسط	جيد
اللدائن الحرارية :		
البولي فينايل كلورايد PVC	جيد	جيد
البولي ايثلين PE	ممتاز	جيد
النايلون	متوسط	ممتاز

3-2– الغلاف المعدني :

تشترط المواصفات المحلية والعالمية تزويد الكابل بغلاف معدني Shielding (Metallic Sheath إذا تجاوز جهد الكابل حدًا معينًا (1ك ف طبقًا للمواصفات IEC-502 و2 ك ف طبقًا للمواصفة NEC–1993) ويصنع الغلاف المعدني إما من مادة موصلة (رصاص - سبيكة رصاص - سبيكة ألمونيوم) أو من مادة شبه موصلة أو من الاثنين معًا ويصنع الغلاف المعدني على أشكال مختلفة منها:

- شريط من النحاس أو الصلب يلف على العازل بطريقة لولبية
- شريط معرج من النحاس يوضع على العازل بطريقة طولية ويثبت عن طريق اللحام الطولي.
- أسلاك من النحاس تلف على العازل بطريقة لولبية
- غلاف مصمت من الرصاص يتم إلصاقه بطول العازل عن طريق البصق Extruded Lead Sheath .

وتحتوي أنواع كثيرة من الكابلات على غلاف معدني داخلي يتم وضعه على الموصل أو قريبًا منه وغلاف معدني خارجي أي أن العازل يكون محاطًا بغلافين من الداخل والخارج .

ويحقق الغلاف المعدني مزايا عديدة منها :

- حصر المجال الكهربي داخل الكابل
- توفير مسار لتيار القصر الأرضي
- خفض الاجهادات الكهربية على العازل وخاصة المجالات المماسة لسطح العازل التي تسبب في تلفه.
- الحد من التشويش على أجهزة الاتصالات
- خفض مخاطر الصدمات الكهربية في حالة التأريض الجيد للكابل
- حماية ميكانيكية وكيماوية وطبيعية لمادة العازل

2-4- الحماية الخارجية :

- تستخدم الحماية الخارجية أو الغلاف الخارجي لحماية طبقات الكابل التي تحتها من ظروف البيئة والتركيب ويعتمد اختيار مادة الحماية الخارجية على نفس عوامل اختيار العازل أي على الخواص الكهربية والميكانيكية والفيزيائية والكيميائية كما يمكن تزويد الكابل بحماية معدنية أو غير معدنية أو الاثنين معًا :

الحماية غير المعدنية :

- وهي إما على صورة سترة مبثوقة Extruded jacket على الغلاف المعدني من مادة XLPE , PVC أو غيرها وإما على شكل ألياف عريضة مجدولة Fiber Braids تلف حول الغلاف المعدني وتصنع من الألياف الزجاجية أو الأسبستوس أو غيره . وتحتاج جميع الألياف إلى مادة مشبعة Saturant أو غامسة لتحقيق قدر من المقاومة ضد الرطوبة والمذيبات والتآكل والعوامل الجوية وهناك أنواع خاصة من المواد المستخدمة في الحماية الخارجية لها خواص مقاومة لارتفاع درجة الحرارة وإبطاء اللهب ومقاومة الزيوت المذيبة .

الحماية المعدنية :

- تظهر الحاجة إلى حماية خارجية معدنية إذا كان الكابل معرضًا لاجهادات ميكانيكية عالية أو مواد كيميائية قاسية أو اجهادات حرارية عالية أثناء قصر الدائرة . تتوفر الحماية الخارجية المعدنية بأشكال ومواد مختلفة ويستخدم في ذلك الصلب المجلفن والألمونيوم والبرونز والرصاص والنحاس ويتم عمل طبقة الحماية الخارجية على شكل تسليح Armouring بأحد التكوينات الآتية :
- تسليح متوا شج Interlock من الصلب المجلفن
- غلاف معدني متعرج ملحوم طويلا على امتداد الكابل
- مغذي معدني من الرصاص أو النحاس أو الألمونيوم
- أسلاك من الصلب تلف لولبيًا بامتداد الكابل ويجب الرجوع إلى النشارات الفنية الخاصة بالكابلات للتعرف على الخواص الكهربية والميكانيكية لكل أنواع الحماية الخارجية

3-اختيار الكابل

يعتمد الاختيار السليم للكابل على عدة عوامل منها :

3-1- خواص الحمل :

وذلك من حيث جهد التشغيل وتيار الحمل المتواصل ودورة الحمل ومدي تجاوز التحميل في فترات الطوارئ والفترة الزمنية المسموح بها لتجاوز الحمل وكذلك حدود التغير في الجهد .

3-2– مقنن الجهد :

يجب تحديد قيمتين لجهد الكابل :

- جهد التشغيل U وهو الجهد المقنن بين الموصل والأرض أثناء التشغيل العادي
- جهد العزل UO وهو أقصي جهد خطي (line-to-line) يمكن أن يتحمله الكابل عند استخدام الكابلات في نظام مؤرض فيمكن أن يكون (U= √3 UO) أما في حالة الشبكات غيرالمؤرضة يجب أن تزيد قيمة U إلى 133% أو 173% من القيمة √3U0 وذلك نظرًا لارتفاع جهد الكابل أثناء فترات القصر الأرضي

3-3– مساحة مقطع الموصل :

يتم اختيار مساحة مقطع الموصل تبعًا لعدة عوامل على النحو التالي :

- قدرة حمل التيار
- تجاوز التحميل في فترات الطوارئ
- خواص وتأثيرات تيارات القصر
- شروط التركيب من حيث طريقة التركيب ودرجة حرارة الموصل والكابلات المجاورة وغيرها
- متطلبات توصيل نهاية الكابل
- حدود هبوط الجهد المسموح بها

يتم أولا تحديد مساحة مقطع الموصل تبعًا لقدرة حمل التيار وذلك من خلال جداول مصنع الكابلات يجب بعد ذلك تصحيح مساحة المقطع هذه تبعًا لظروف التركيب واختلافها عن الظروف القياسية المناظر لها الجداول, فيجب استخدام معاملات خفض التقنين Derating Factors على النحو المعروف في النشرات الفنية الخاصة بالكابلات حتى يمكن تحديد المساحة الصحيحة لمقطع الموصل.

ويجب عند اختيار الكابل معرفة مقدار الهبوط في الجهد بين طرفين عند مرور التيار المقنن، وذلك لتحديد مقدار تنظيم الجهد وقد جرت العادة على أن يعطي الهبوط الذي يسببه مرور التيار في الكابل على أساس كل موصل على حدة، ويحسب عادة بالمللي فولت لكل أمبير لكل متر من طول الكابل، ويمكن حسابه كما يأتي:

لدائرة أحادية الطور : $mv = 2\ Z$

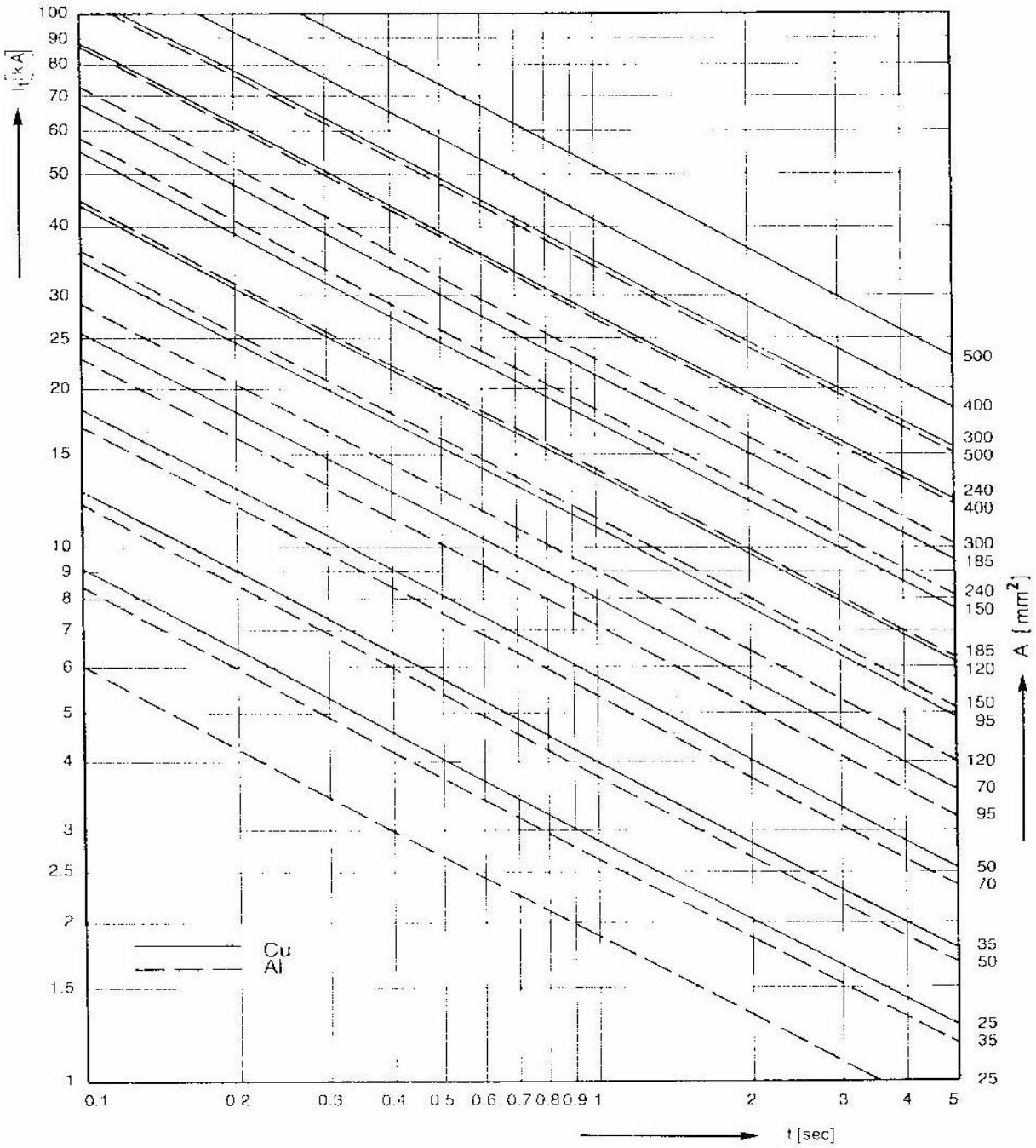
لدائرة ثلاثية الأطوار: $mV = \sqrt{3}\ Z$

حيث (mV) هو هبوط الجهد بالمللي فولت كل أمبير لكل متر من طول الكابل و (Z) الممانعة لكل موصل لكل كم من طول الكابل بالأوم عند أقصي درجة حرارة تشغيل وتحسب قيمة (Z) لموصلي الدائرة فى دائرة الوجه الواحد وللطور الواحد في الدائرة ثلاثية الأطوار، ولإيجاد النسبة المئوية لهبوط الجهد تقسم قيمة الهبوط في الجهد على جهد الطور في دائرة الطور الواحد وعلى جهد الخط في الدائرة ثلاثية الأطوار.

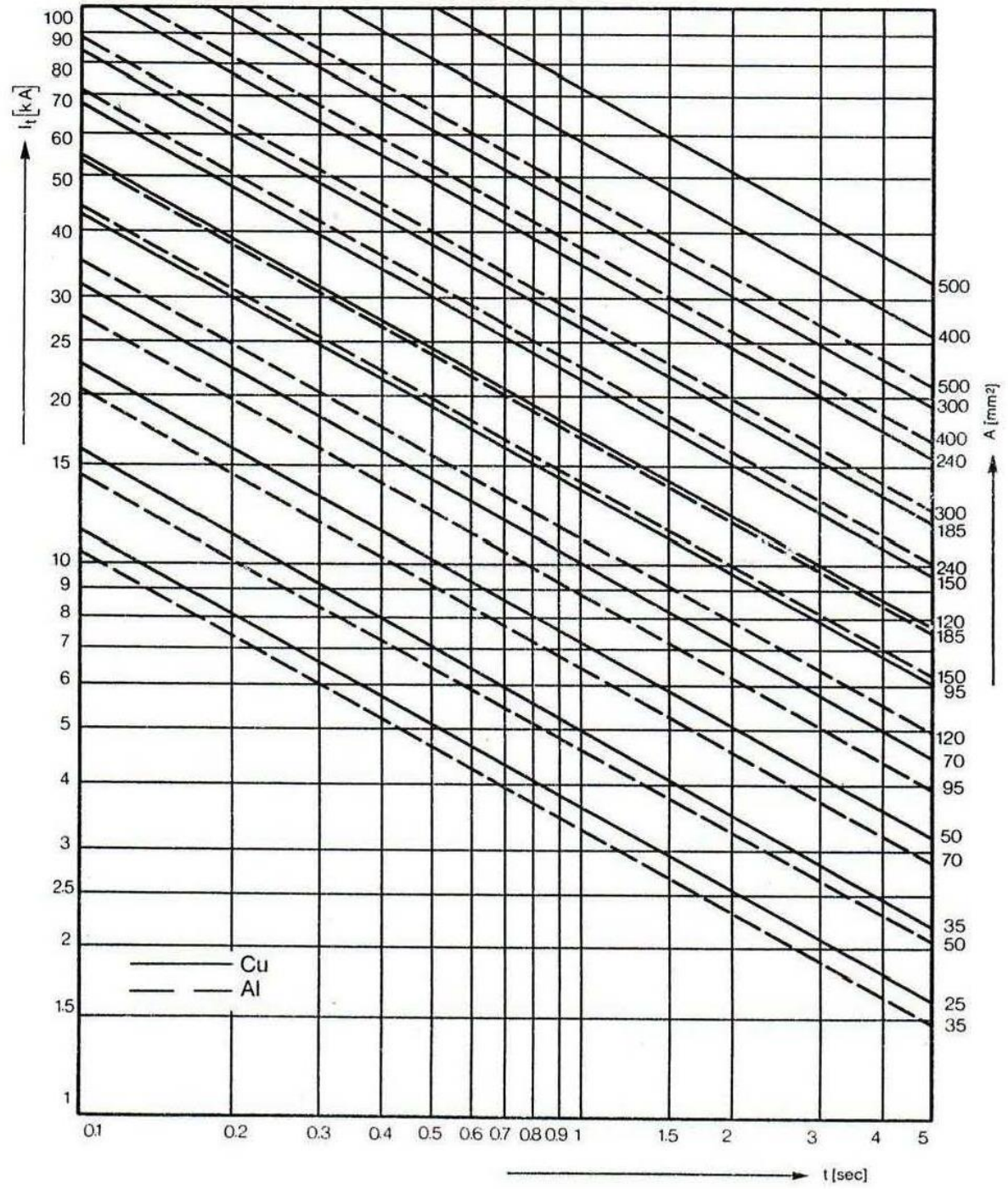
يحدث في بعض الأحيان أن يكون العامل المحدد لاختيار مساحة مقطع الموصل هو قدرة الكابل على حمل تيارات القصر وليست قدرته على حمل التيار في ظروف التحميل العادية. ينشأ عن تيارات القصر التى يصل مقدارها إلى أكثر من عشرين مرة من تيار الحمل المقنن اجهادات ميكانيكية وحرارية يتحدد تبعًا لها أقصي مقدار للفترة الزمنية التى يمكن للكابل أن يتحملها بوجود تيار القصر ويعتبر عازل الكابل هو أكثر الأجزاء تأثرًا بهذه الاجهادات وتتغير أقصي فترة زمنية مسموح بها لتيار القصر تغيرًا عكسيًا مع مربع تيار القصر وتعطي مصانع الكابلات طريقة هذا التغير على شكل خرائط كالمبينة بالشكلين رقمي (1) و (2).

خواص حالات قصر الدائرة ونظام الحماية:

يجب تحديد قيم تيارات القصر ونظام الحماية على الكابل وأقصي فترة قصر دائرة يمكن أن يتعرض لها الكابل وذلك تبعًا لخواص وطريقة ضبط أجهزة الحماية .



مقننات تيار القصر لكابل عزل PVC



مقننات تيار القصر لكابل عزل XLPE

البيئة المار فيها الكابل :

قد يمر مسار الكابل بمناطق ذات درجات حرارة مرتفعة مما يتطلب أنواعًا خاصة من العازل كما قد يمر الكابل بمناطق خطرة أو معرضة للحرائق أو الإنفجارات أو تحتوي على مواد كيماوية حارقة أو معرضة لإجهادات ميكانيكية عالية وفى مثل هذه الحالات يجب اختيار الكابل المناسب من حيث مواد العزل والحماية الخارجية أو التسليح الميكانيكي وقد يتطلب الأمر في بعض الأحيان اختيار كابل بمرونة عالية نظرًا لتعرض مساره للانحناءات الحادة المتكررة .

وعليه مواصفات الكابلات :

بمجرد الانتهاء من الاختيار المناسب للكابل فإن كتابة مواصفاته تصبح عملا روتينيا بحيث تتضمن:

- عدد الموصلات أو القلوب
- مادة الموصل ومساحة مقطعه
- نوع العازل
- الجهد المقنن (جهد التشغيل الطوري وجهد العزل) .
- طريقة الحماية بواسطة الغلاف المعدني
- الحماية الخارجية
- قدرة الكابل على احتمال تيارات القصر
- أية تجهيزات مطلوبة أخرى

طريقة حساب شدة تيار التحميل للأحمال المختلفة

حساب قيمة التيار بالأمبير المار فى 1 كيلو وات عند الجهد 380 فولت (فى الثلاث اوجه)

القدرة الفعالة (بالوات) = $\sqrt{3}$ × الجهد × التيار × معامل القدرة

القدرة الفعالة

∴ التيار = ——————————

$\sqrt{3}$ × الجهد × معامل القدرة

$$= \frac{1 \times 1000}{1.73 \times 380 \times 0.9} = 1.68 \text{ أمبير}$$

∴ (1 كيلو وات ← 1.68 أمبير إذا كانت القدرة معطاة بالكيلو وات)

2. حساب قيمة التيار بالأمبير المار فى 1 كيلو فولت أمبير عند 380 فولت(فى الثلاث اوجه)

$$\text{التيار} = \frac{\text{القدرة}}{\sqrt{3} \times \text{الجهد}}$$

$$= \frac{1 \times 1000}{1.73 \times 380} = 1.5 \text{ أمبير}$$

∴ (1 كيلو فولت أمبير ⟵ 1.5 أمبير إذا كانت القدرة معطاة بالكيلو فولت أمبير)

ملحوظة : هذه الحسابات على أساس ثلاثة أوجه

أما فى حالة وجه واحد :

1. القدرة بالكيلووات

$$\text{التيار} = \frac{\text{القدرة الفعالة}}{\text{الجهد} \times \text{معامل القدرة}}$$

$$= \frac{1 \times 1000}{0.9 \times 220} = 5 \text{ أمبير}$$

∴ (1 كيلووات ⟵ 5 أمبير إذا كانت القدرة المعطاة بالكيلووات)

طريقة اختيار مساحة مقطع كابل :-

أن عملية حساب واختيار مساحة المقطع اللازم لكابل ما لإدخاله فى الخدمة وتوصيل التيار يجب أن تتم بطريقة صحيحة غير التى يتم استخدامها الآن بالاكتفاء بحساب تيار الحمل العادى و منه يتم حساب مساحة المقطع بل يجب أن تكون بحسابات أخرى على أن يتم اختيار الكابل بناء على التربة التى سيوضع فيها بأن يكون الكابل مسلح أو غير مسلح وهكذا .

والحسابات التى يتم إجرائها تشمل :

1. حساب تيار الحمل العادى I_n
2. حساب تيار القصر $I_{s.c}$
3. حساب الهبوط فى الجهد $\Delta V / V \%$

مع الأخذ فى الاعتبار أن الهبوط فى الجهد يجب أن يكون :

* بحد أقصى 7.5 % فى حالة كابلات الجهد المتوسط .

* بحد أقصى 5 % فى حالة كابلات الجهد المنخفض .

العوامل التى تؤدى الى الهبوط فى الجهد هى :

1. نوع معدن الموصل (نحاس أو ألومنيوم)
2. طول الكابل .
3. نوع الحمل (مادى - حثى - سعوى) .
4. مساحة مقطع الكابل .

قواعد مد الكابلات :-

1- تترك طول زيادة في الكابل أثناء مده لمواجه التمدد والانكماش وقطع أي أجزاء تالفة أثناء الإصلاح ومن المستحسن مده علي شكل حرف S

2 - يمنع مد الكابلات تحت مستوي شبكة المجاري أو مياه الشرب

3 - لا تقل المسافة بين كابلات القوي والتحكم عن 2/1م حتى لا يحدث تداخل بينها

4 – يجب أن لا يزيد عدد وصلات الكابل عن 6 / كم وتتم الوصلات في التفريعات وعند الإصلاح بعد قطع الكابل .

5 - في المواسير لا يقل قطر الماسورة عن 2,5 قطر الكابل أو مجموعة الكابلات بها .

6- في حالة الدفن تحت الأرض تكون أقل مسافة بين الماسورة والأرض كما يلي :-

أ- في المواسير المعدنية {Elec. Metal Conduit } لا تقل عن 0.5 متر .

ب- في المواسير الغير معدنية Rigid non Metal Conduit لا تقل عن 0.5 متر .

ج- في الردم المباشر Direct Buried لا تقل عن 70 سم .

د- في المجاري الخرسانة Ducts لا تقل عن 0.5 متر .

نوع المواسير المستخدمة	طريقة التركيب المناسبة					
	التركيبات الظاهرة خارج الأسقف والحوائط	التركيبات غير الظاهرة خارج الأسقف والحوائط أسفل الأسقف المستعارة أو التجليد	التركيبات المدفونة داخل الأسقف والحوائط الخرسانية والمبانى	التركيبات المدفونة أسفل الأرضيات	التركيبات الظاهرة فوق سطح الأرض- خارج الحوائط عند احتمال التعرض للصدمات	تركيبات خاصة معرضة للغازات أو للانفجار
1- المواسير الجاسئة غير المعزولة						
1-1 مواسير صلب مدهونة من الداخل والخارج ببوية الفرن السوداء اللامعة	●	●	●		●	
2-1 المواسير الصلب المجلفنة على الساخن	●	●	●		●	
3-1 المواسير الحديد المطاوع الملحومة طولياً:						
1-3-1 المعالجة بالجلفنة على الساخن	●	●	●	●	●	
2-3-1 المعالجة بالدهان بالبيتومين (فى المصنع)				●		
3-3-1 المعالجة باللف بطبقتين من الخيش المشبع بالبيتومين				●		
4-3-1 المغلفة بطبقة من الـ بى.فى.سى.	●			●	●	
4-1 المواسير الحديد المسحوبة Seamless:						
1-4-1 المعالجة بالجلفنة على الساخن				●	●	
2-4-1 المعالجة بالدهان بالبيتومتين				●		
3-4-1 المعالجة باللف بطبقتين من الخيش المشبع بالبيتومين				●		
4-4-1 المغلفة بطبقة من الـ بى.فى.سى.	●			●	●	●
5-1 المواسير المصنوعة من سبائك البرونز	●				●	●
6-1 المواسير المصنوعة من سبائك الألومنيوم	●					●
2- المواسير الجاسئة غير المعدنية						
1-2 المصنوعة من الألياف المحقونة بمواد بيتومينية				●		
2-2 المصنوعة من مادة الـ بى.فى.سى. السميك	●	●	●	●		
3-2 المصنوعة من مادة الـ بى.فى.سى. السمك المتوسط:						

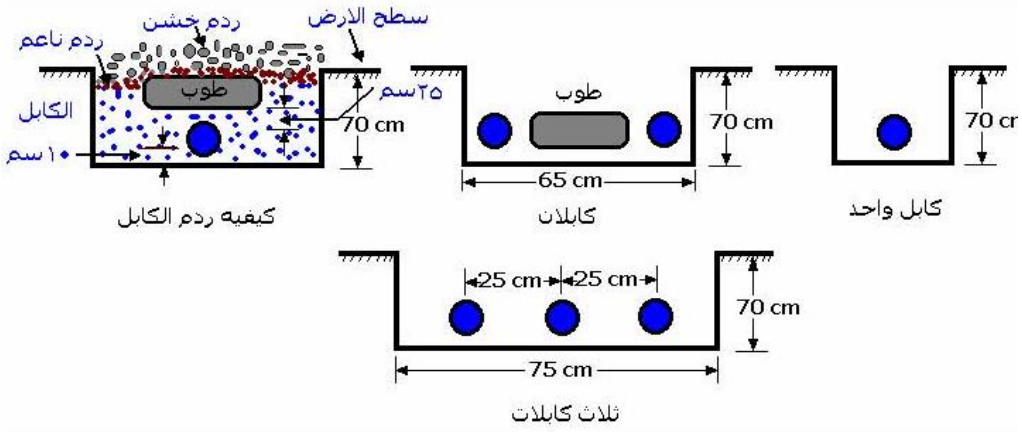
2-3-1 نوع (أ) التى تناسب التركيب حتى درجة حرارة – 5 ْم	●	●	●			
2-3-2 نوع (ب) التى تناسب التركيب حتى درجة حرارة – 25 ْم	●	●	●			
2-4 المواسير القابلة للثنى:						
2-4-1 المصنوعة من الـ بى.فى.سى.الرفيع السمك أو البلاستيك من النوع العادى (Plain)	●	●	●			
2-4-2 المصنوعة من الـ بى.فى.سى.الرفيع السمك أو البلاستيك من النوع الممرج (Corrugated)		●	●			
2-4-3 المصنوعة من مركب البولى اثيين المتوسط السمك			●			

وعليه تكون أعماق وضع الكابلات

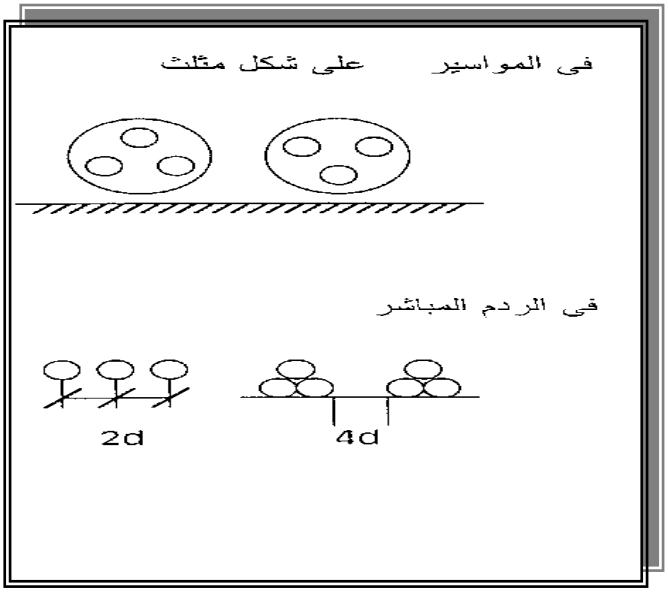
توضع الكابلات فى خنادق يتم حفرها على الأعماق الأتية فوق طبقة رمل 10 سم

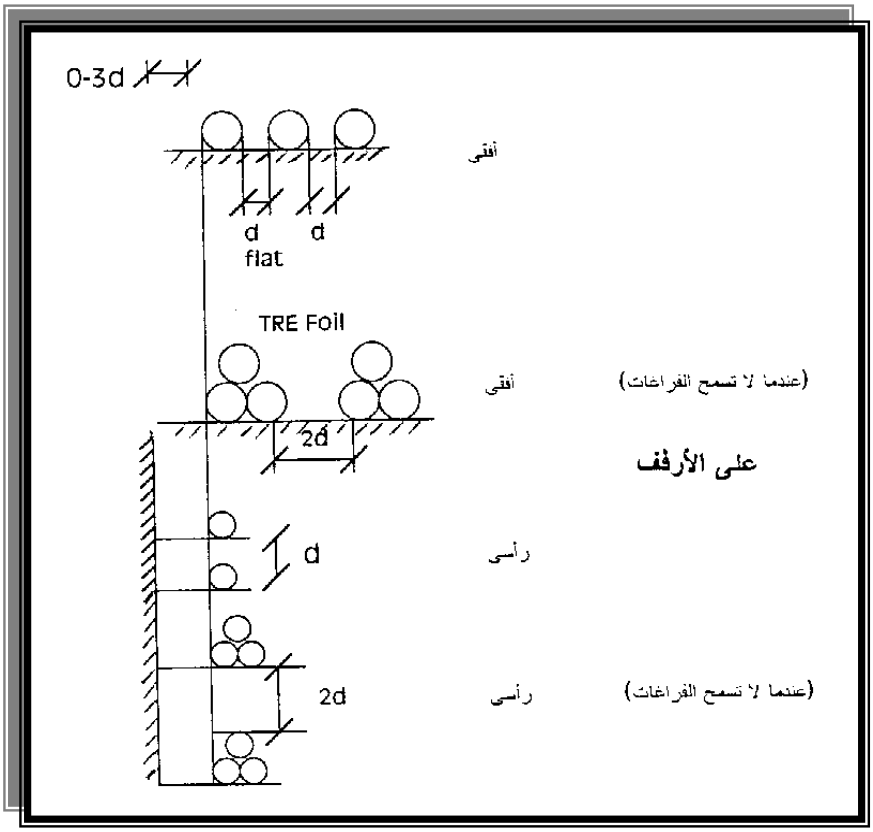
1ك . ف	45 سم
من 2.3 : 11 ك . ف	70 سم
من 22 : 33 ك . ف	100سم

وفى حالة وجود عدد من الكابلات تكون هناك مسافة أفقية فى حدود من 20 :40 سم لتلافى تأثير الحرارة الناتجة عن كل كابل وتغطى الكابلات بطبقة أخرى من الرمل ثم بلاطات خرسانية أو طوب ثم طبقة من التراب الناعم بسمك 20 سم ثم الردم .

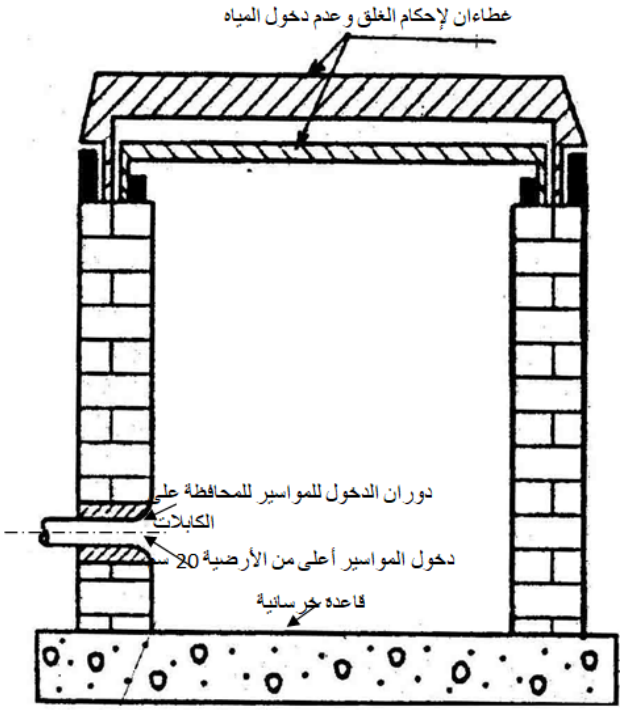


بعض القواعد لرص الكابلات





- اختيار سعة المواسير أو نظام الصندقة المستخدمة كمسارات للأسلاك والكابلات
- قاعدة مبسطة: فى حالة المواسير التى تحتوى على انحنائين على الأكثر بزاوية 90 درجة، يجب اختيار مساحة مقطع الماسورة بحيث لا يتعدى مجموع مساحة الأسلاك 40٪ من مساحة مقطع الماسورة، وتزاد مساحة مقطع الماسورة بنسبة 10٪ لكل انحناء إضافى.
- غرف التفتيش لمواسير من الفخار أو الأسمنت أو الزهر أو البلاستيك بى.فى.سى ذات الجدار السميك
- تكون غرف التفتيش بالمقاس المناسب لتيسير عملية سحب الكابلات داخل الماسورة وثنيها بداخل الغرف، وعلى ألا يقل مقاس الغرفة عن 60×60×60سم.
- - تبنى غرف التفتيش على أرضية ثابتة لمنع احتمال أى هبوط بها.
- - تعمل أرضية غرف التفتيش من دكة خرسانية بسمك لا يقل عن 20سم، وبحيث تبرز بمقدار 20سم أفقياً عن كل من الجوانب الخارجية لحوائط الغرفة، أنظر شكل (8-8).
- تبنى حوائط غرف التفتيش من الطوب بسمك طوبة باستخدام مونة الأسمنت والرمل بنسبة 1 : 3 وتبيض الغرفة من الداخل بمونة الأسمنت والرمل بنسبة 1 : 3
- يكون غطاء غرفة التفتيش من الخرسانة المسلحة الثقيلة المزودة بحلقات لرفع الغطاء، أو تزود الحواف العليا للغرفة بحلق من الزهر مقاسه الداخلى 60×60سم ومقاسه الخارجى 70×70سم. ويكون مزوداً بمجرتين وغطائين من الزهر بوزن حوالى 125 كيلو جرام لإحكام غلق الغرفة، ويكون الغطاءان مزودين بحلقات للرفع، وعلى أن يتحمل الغطاء ضغطاً رأسياً على الأقل يساوى أقصى ضغط ممكن فى مكان غرفة التفتيش.



شكل غرفة التفتيش

احتياطيات التركيب :

تحتاج عملية تركيب الكابل إلى احتياطات خاصة لتجنب تلفه توجز فيما يلي :

- الا يتم تركيب الكابلات التي تدخل مادة PVC في مكوناتها في الأجواء شديدة البرودة حيث يكون العازل أو طبقة الحماية الخارجية شديد القصافة Brittle وسهل التعرض للشروخ
- إن أحد العيوب الأساسية في موصلات الألمونيوم هو تكون طبقة صلدة رقيقة من الأكسيد على سطح الموصل ورغم أن هذه الطبقة تهيئ حماية ضد تآكل الموصل إلا أنها تتسبب في العديد من المشاكل خصوصًا عند عمليات اللحام والتوصيل وتثبيت نهايات الكابل وعلى ذلك فيجب إتباع النشرات الفنية الخاصة بتركيب كابلات الألمونيوم بكل دقة ويمكن الحصول على هذه النشرات من مصانع الكابلات .
- عدم وجود أركان حادة لأنها قد تتسبب في إتلاف الكابل أثناء سحبه داخل المجري.
- عدم تعريض الكابل لقوي شد أكثر من المسموح بها أثناء عملية سحبه
- إحكام قفل نهايات الكابل لمنع دخول الماء أو الرطوبة إلى داخله والوصول إلى قلبه وتزيد أهمية هذه النقطة إذا كان الكابل موضوعًا في بيئة معرضة للماء أو الرطوبة .
- ألا يقل نصف قطر الثني للكابل عن الحد المسموح به

الاختبارات :

رغم أن معظم الاختبارات الخاصة بالكابلات تتم في المصنع , إلا أنه يجب إجراء بعض الاختبارات عند استلام و بعد التركيب و من أهم هذه الاختبارات :

- الأبعاد : يتم قياس قطر الموصل وسمك العزل والغلاف وباقي مكونات الكابل بعناية تامة عن الاستلام ويستعمل في ذلك ميكرومتر خاص . ويجب التأكد من أنها مطابقة للمواصفات المعطاة من المصنع كما يجب الاهتمام بسمك العازل بصفة خاصة ومطابقة ذلك بالمواصفات القياسية
- مقاومة وسعة العازل: يتم قياس مقاومة العازل وسعته باستخدام أجهزة وطرق القياس العادية ويمكن إجراء هذا الاختبار بسهولة لقياس المقاومة بين كل موصل والغلاف وبين كل موصل والأرض وبين كل موصلين ويمكن إجراء هذا القياس بعد التركيب ثم بعد التشغيل على فترات دورية
- اختبار الجهد العالي : يتم هذا الاختبار بتسليط جهد كهربي على الكابل ثم رفع هذا الجهد حتى أربعة أمثال جهد العزل المقنن لفترة 15 دقيقة وذلك إما على مرحلة واحدة أو عدة مراحل ويمكن إجراء هذا الاختبار باستخدام جهد ثابت أو جهد متردد ويفضل استخدام الجهد الثابت وخاصة بعد عملية تركيب الكابل .
- 1- قياس العزل بالميجر 500 فولت لكابلات جهد 380 فولت وبالميجر 2.5 ك ف لكابلات جهد حتى 10.5 ك ف
- 2-قياس العزل الجهد العالي بين الوجه والوجه وبين الوجه والأرضي بتردد 50 سيكل لمدة 5 دقائق .

جهد التشغيل للكابل ك ف	جهد الاختبار	
	بين وجه ووجه	بين وجه والأرض
1	3,5	3,5
3.3	10	5.8
6.6	16	9.2
10.5	24	14

الجدول الخاص بالجهد العالى لاختبار للكابلات

علب الكابـــــلات

بعد أن قمنا بشرح الكابلات المختلفة ومكوناتها ووظيفة كل مكون أصبح الأمر بالنسبة للقائم بالعمل سهلا إذا استطاع أن يعرف ويفهم ذلك جيدا لأن علب الكابلات ما هى إلا عبارة عن مكونات كابل كما سيتم توضيحه فيما بعد وما على القائم بالعمل سوى فهم ذلك وإتباع التعليمات مع ضرورة وجود مهارة وخبرة فى العمل وهى عوامل لها تأثير على كفاءة العلبة وعمرها الإفتراضى .

1 - علب النهاية الزيتى .

2 - علب الإتصال الزيتى .

3 - علب النهاية (ريكام) لكابلات X . L . P . E

4 - علب الإتصال (ريكام) لكابلات X . L . P . E

5 - علب الإتصال (سيجمافورم) لكابلات X . L . P . E

6 - علب بين كابل زيتي وكابل X . L . P . E علب إتصال ريكام .

7 – علب سابقة التجهيز (ايلاستيمولد).

8- علب السويدى (شيرينك) نهاية واتصال.

9- علبة نهاية الكن (ايطالى)

العدة اللازمة للعاملين فى الكابلات :

كنا قد ذكرنا من قبل أن من العوامل التى تؤثر على عمل علبة بكفاءة عالية العدة اللازمة لإتمام العمل وسوف نقوم بذكر هذه العدد أو الأدوات المستحدمة إلا أنه ريما تكون هناك عدة أدوات أخرى يمكن استخدامها .

1. متر قياس

2. منشار " محدد "
3. سكينة تقشير كابلات .
4. بنسة .
5. كماشة
6. مفك كبير
7. خيط قوى مخصوص
8. مبرد مبطط وأخر ديل فار
9. سلك نحاس مصمت 1مم^2 - 2مم^2
10. مكواة لحام
11. مساعد لحام " فلكس و قلفونية "
12. صنفرة خشابي قماش
13. جاكوش خشب (دقماق خشبي)
14. براية لشبه الموصل أو قطع زجاج مسطحة
15. طقم مفتاح بلدى وأخر مشرشر
16. أنبوبة بوتاجاز كاملة بالمنظم والخرطوم والبوري
17. شريط لحام
18. كهنه للنظافة
19. مناديل ورقية
20. جردل صاج للكهنة والمخلفات " كيس وكرتونة فارغة "
21. مصدر لهب " كبريت أو ولاعة "
22. فرشاة سلك + شحم
23. مكبس هيدروليكي أو ميكانيكي كامل باللقم
24. وابور أو موقد كيروسين
25. إناء أو جركن به بنزين أو كيروسين للنظافة
26. مجموعة مفكات
27. مبرد مثلوث .
28. مجموعة حوامل للكابل
29. شمسية
30. قطع خشبية مشكلة تستخدم لتفريع الغازات

31.طقم مفاتيح لقمة

32.جاكوش 1/2 كجم وأخر 1 كجم

33.إناء كبير لتسخين وإذابة الكمباوند كامل باليدين

34.حامل للإناء لحمل الإناء أثناء التسخين

35.قصدير لحام نقى

36.ترمومتر معدني من صفر م^5 حتى 350 م^5

37.مقص حدادي كبير وأخر صغير

38.جوانتى ونظارة وحذاء أمان وأفرول

39.لوح خشبي لرص العدة علية 60×80سم

40.مجموعة قفزان بالمسامير أقطار مختلفة

41.صنفرة خشابي وحدادي

42.طقم مفتاح ألن

43. مسحوق للنظافة"رابسو-إريال "

التعليمات الخاصة بعمل علب الكابلات التى تتقلص مكوناتها بالحرارة

هذه التعليمات خاصة بالعلب التى تتقلص مكوناتها بالحرارة أى أن عنصر استخدام اللهب هام جدا و له تأثير على كفأه العلبة وعمرها الإفتراضى لذا فيجب على القائم بالعمل أن يراعى جيدا هذه التعليمات وهى :

1- يجب استعمال بورى البوتاجاز وعدم استخدام مدفع الكيروسين وذلك لأن لهب بورى البوتاجاز يمكن التحكم فيه من خلال المنظم والبوري وكما أنة لاينتج عن اللهب مخلفات مثل السناج أو الهباب وهى مادة موصلة أما مدفع الكيروسين فلا يمكن التحكم فى اللهب الخاص بة كما أنة يخلف سناج وهباب على المكون .

2- يجب ضبط لهب بورى البوتاجاز للحصول على لون أزرق باهت له مقدمة صفراء مع تحاشى الابتعاد عن اللهب ذو المقدمة المدببة مثل سن القلم الرصاص

3- عند تسخين وتقليص المكونات يكون توجية اللهب فى اتجاه تقلص المكون

4- يجب أن تكون حركة البوري دائرية حول المكون المراد تسخينه مع عدم تركيز اللهب فى نقطة واحده أو مكان واحد .

5- بعد تمام تقلص كل مكون باللهب وظهور شحوم على المكون يجب التخلص منها بالنظافة وكذلك من على الغلاف الخارجى للكابل .

6- يجب على القائم بالعمل عدم الاقتراب بآلة حاده من الأنبوب الأسود المنظم للمجال الكهربى " مكونات الكابل " وكما أنة ممنوع ومحظور تماما قطع هذا الأنبوب .

7- يجب التأكد أنة بعد الانتهاء من تسخين المكون قد أصبح سطحه الخارجى أملس وناعم وبدون كرمشه أو فقاقيع هوائية وكما أنها قد أخذت شكل السطح الذى تقلصت حولة .

8- يجب أن تكون زاوية استخدام اللهب بالنسبة للمكون المراد تسخينه 45^{o} حتى يمكن أخذ أكبر مساحة من المكون بتعريضها للهب وذلك توفيرا للوقت وزمن عمل العلبة إلى جانب توفير فى الغاز المستخدم هذا بالإضافة إلى أن اللهب لن يكون مركزا فى هذه الحالة على المكون مما قد يؤثر عليه .

9 - هناك ملاحظة يجب أن ينتبه إليها القائم بالعمل ويتجنبها تماما وهى عند ظهور دخان أو وجود بقع على المكون أو شحم عند استخدام اللهب يجب رفع البورى وإعادة ضبط اللهب وذلك حتى لا يؤثر على كفاءة العلبه وعمرها الإفتراضى .

ملحوظة هامـــــة :-

لكى تضمن إعادة الكابل إلى خواصه الطبيعية بعد عمل أى علبة سواء نهاية أو إتصال فيجب أن نتحقق من الآتي :

1- الحماية الميكانيكية

2- الحماية الكيميائية " ضد التآكل "

3- ضرورة تساوى الجهد وإستمراريته على سطح الموصل وهى الحماية الكهربائية

- الخواص الأساسية للوصلات (العلب)

يجب أن تتوافر فى الوصلات الخواص الأتية

1- ذات قوة عزل عاليه

2- ذات بساطه فى التصميم والتنفيذ ومحكمة تماما لا يتسرب اليها الماء أو الرطوبة

3- ذات متانة ميكانيكية

4- ذات ثمن ملائم " اقتصادية "

5- خواص حرارية جيده

- مراحل وخطوات عمل علب الكابلات

إن عمل أى علبة لكابل سواء كانت علبة نهاية أو علبة إتصال ولأى كابل يكون له مراحل ثلاثة وهى

1- تقشير وتجهيز أطراف الكابل

2- توصيل الموصلات

3- عزل الموصلات .

وعلى القائم بالعمل أن يكون على علم بهذه المراحل الثلاثة متتابعة ويجب أن تكون له الخبره والكفأه لإنجاز كل خطوة أو مرحلة من هذه المراحل لتأثيرها على كفأه وعمر العلبة ولذلك فيجب علينا أن نذكر العوامل التى لها تأثير مباشر على كفأه عمل العلبة .

العوامل التى تؤثر على كفاءة عمل علب الكابلات :-

1. خبرة وكفاءة القائم بالعمل
2. توافر العدة اللازمة والمناسبة لإتمام العمل
3. تهيئة وتجهيز ونظافة موقع العمل

ومن الواجب أن نعلم أن ترتيب هذه العوامل مهم جدا فليس من المعقول أن يقوم ذو الخبرة بإنجاز العمل بكفاءة عالية وجودة دون توافر عده مناسبة لهذا العمل ودون تجهيز وتهيئة ونظافة موقع العمل وكما أنه إذا فرض وجود عده لازمة وكاملة لإتمام العمل دون وجود ذو خبرة لإنجاز العمل فلن يكون العمل بالكفاءة المطلوبة و من هذا يتضح أن العنصر البشرى ذو الكفاءة والخبرة يعتبر أهم عامل فى هذه العوامل والخبرة لا تكتسب إلا بالعمل المتواصل و التدريب المستمر ومعرفة كل جديد .

- **طريقة عمل علبة نهاية داخلية لكابل معزول بمادة X . L . P . E علبة ريكم**

قبل أن نبدأ فى شرح طريقة عمل العلبة من الضروري أن يتم التعرف على مكونات العلبة والتى هى وكما ذكرنا سابقا مكونات الكابل وسيتم توضيح ذلك :

مكونات العلبة :

1. عدد 3 كوسة حسب مساحة مقطع الكابل .
2. عدد 3 أنبوبة شبه موصل .
3. عدد 3 أنبوبة حماية للعزل من العوامل الجوية .
4. عدد 1 شيلد نحاس مقصدر .
5. عدد 1 مفرع .
6. عدد 3 ماستك أصفر صغير أو زجاجة شبه موصل سائل .
7. ماستك مانع تسرب مياه
8. علبة منظف
9. قصدير لحام نقى .
10. شحم سيليكونى.
11. كتالوج تعليمات عمل العلبة وخطواتها .
12. كرتونة لحفظ المكونات .

خطوات عمل علبة نهاية داخلية لكابل معزول بمادة X . L . P . E :-

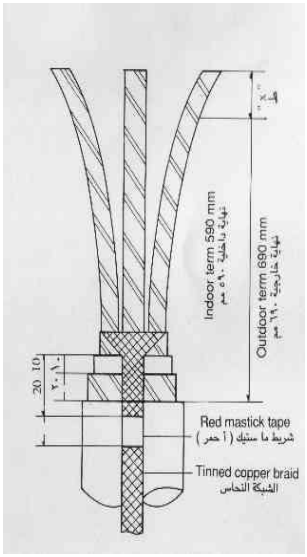
بعد أن تم شرح وتوضيح مكونات العلبة ومكونات الكابل وأيضا ذكر التعليمات الخاصة بعمل العلب وكذلك العوامل المؤثرة فى العلبة وعمرها الإفتراضى سيتم شرح طريقة عمل العلبة من خلال كتالوج العلبة المرفق مع العلم بأنه سيتم شرح تفصيلى لخطوات العمل نظريا وعمليا أثناء إنعقاد الدورات .

هذه العلب يتم تركيبها على الأبراج فى بداية خط أو نهاية خط وتكون مكونات علبة النهاية الخارجية هى نفسها مكونات علبة النهاية الداخلية بالإضافة إلى عدد 6 طبق إطالة مسار تيار التسرب " القوس الكهربى " إلى جانب أنه أحيانا تتواجد فى العلبة الخارجية عدد 3 أنبوبة صغيرة حماية من العوامل الجوية .

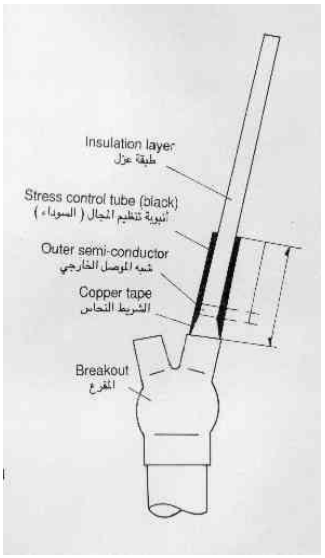
[مكونات علبة النهاية الخارجية = مكونات علبة النهاية الداخلية + أطباق إطالة مسار تيار التسرب]

وطريقة عمل هذه العلبه لا تختلف عن العلبة الداخلية إلا فى الإبعاد إلى جانب أبعاد وضع أطباق إطالة مسار تيار التسرب

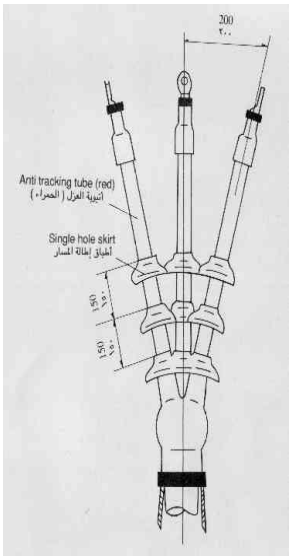
X.L.P.Eخطوات عمل علبة نهاية (داخلية أو خارجية) لكابل معزول بمادة



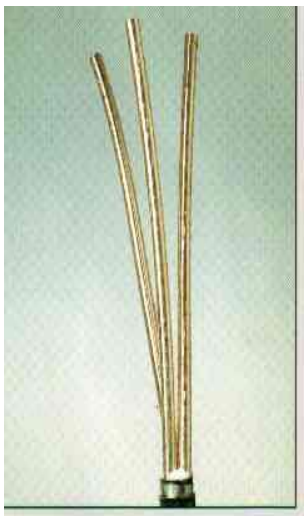
شكل رقم (– 1)



شكل رقم (– 2)



شكل رقم (– 3)



شكل رقم (– 4)

شكل رقم (– 5)

شكل رقم (– 6)

شكل رقم (– 7)

شكل رقم (– 8)

شكل رقم (– 9)

شكل رقم (– 10)

شكل رقم (– 11)

شكل رقم (1 – 12)

- طريقة عمل علبة الإتصال لكابل معزول بمادة X . L . P . E

علبة الإتصال لتوصيل طرفى كابل بعضهما ببعض عند حدوث عطل فى الكابل أو فى حالة توصيل تيار لمشروع على مسافة طويلة بالكابلات ويلزم لذلك فرد بكرتين أو أكثر لطول المسافة ولذا فأنه يتم عمل علب الإتصال .

وكما ذكرنا من قبل أن مكونات علبة الإتصال هى مكونات الكابل كما سنوضح .

مكونات علبة الإتصال ريكم :-

1. عدد 3 سرفيل حسب مساحة مقطع الكابل .
2. عدد 3 أنبوبة شبه موصل .
3. عدد 3 أنبوبة عزل .
4. عدد 3 أنبوبة عزل من الداخل وشبه موصل من الخارج
5. عدد 3 شيلد نحاس مقصدر .
6. عدد 1 تسليح مشكل + عدد 2 قفيز " إذا كان كابل مسلح "
7. عدد 2 غلاف خارجى .
8. عدد 3 ماستك أصفر صغير أو زجاجة شبه موصل سائل .
9. ماستك أصفر طويل لعلاج عيوب المكبس .
10. ماستك أسود مانع تسرب مياه .
11. علبة منظف
12. قصدير لحام نقى .
13. شحم سيليكونى.
14. شريط لاصق قوى .
15. كتالوج تعليمات عمل العلبة وخطواتها .
16. كرتونة لحفظ المكونات .

جدول يوضح أن مكونات العلبة هى مكونات الكابل

م	مكونات الكابل	مكونات العلبة
1	الموصل	عدد 3 سرفيل
2	شبه الموصل (الأول)	عدد 3 أنبوبة شبه الموصل
3	العزل (X . L . P . E)	عدد 3 أنبوبة عزل
4	شبه الموصل (الثانى)	عدد 3 أنبوبة شبه موصل
5	علامات تحديد الأوجهه	
6	الشبكة النحاسية (رقائق النحاس)	عدد 3 شيلد نحاس مقصدر
7	الحشـــــو - الفرشـــــة	
8	التسلـــــيح أن وجد	عدد 1 تسليح شكل + عدد 2 قفيز
9	الغلاف الخارجـــــــى	عدد 2 غلاف خارجى

يتضح من الجدول السابق أن مكونات الكابل هى مكونات العلبة وعلى القائم بالعمل أن يفهم ذلك جيداً حتى يسهل عليه التأكد من مكونات العلبة كاملة .

وسيتم بعد ذلك شرح كيفية عمل العلبة من خلال متابعة كتالوج العمل على أن يتم الشرح تفصيليا لخطوات العمل نظريا وعمليا أثناء عقد الدورات بالمركز .

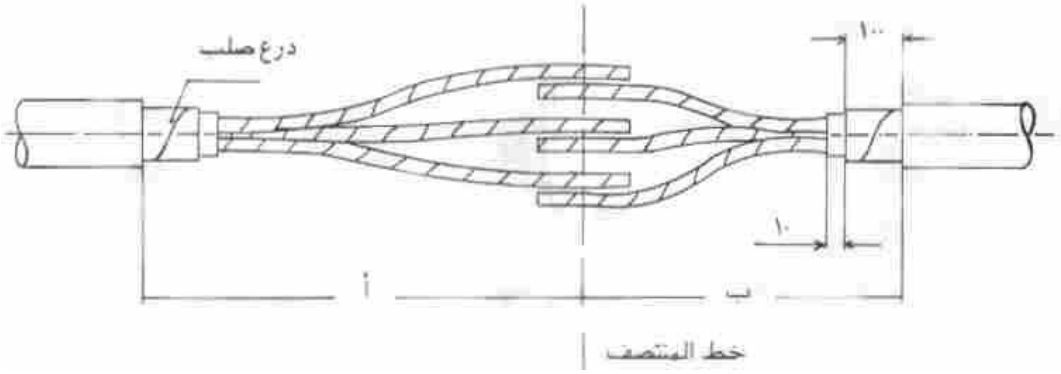
طريقة عمل علب الإتصال للكابل المعزول بمادة X . L . P . E (علبة ريكم)

بداية ومن المعلوم أن مقاطع الكابلات التى كثيرا ما تستخدم فى الشبكة هى :

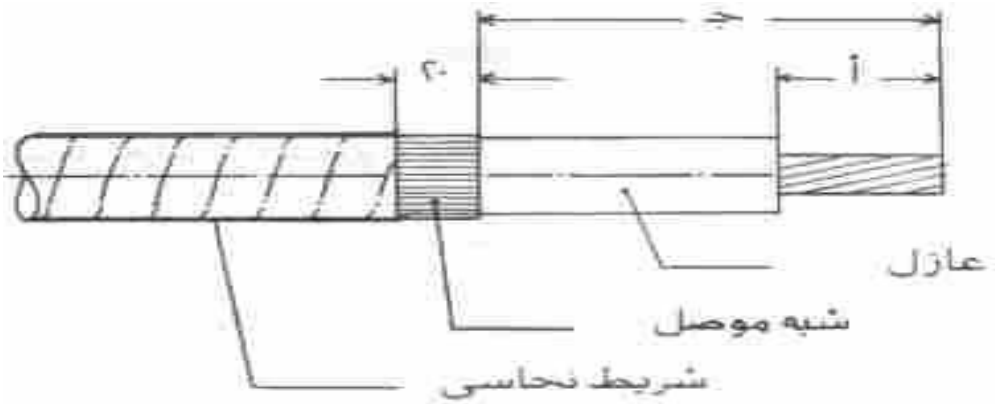
1. 3 × 70 مم^2
2. 3 × 150 مم^2
3. 3 × 240 مم^2

لذا فإنه سيتم الشرح وتوضيح أبعاد التقشير للكابلات لهذه المقاطع كما يلى :

مساحة مقطع الكابل	أ	ب
3 × 70 مم ^{2}	750 مم	450 مم
3 × 150 مم^2	800 مم	450 مم
3 × 240 مم^2	850 مم	550 مم

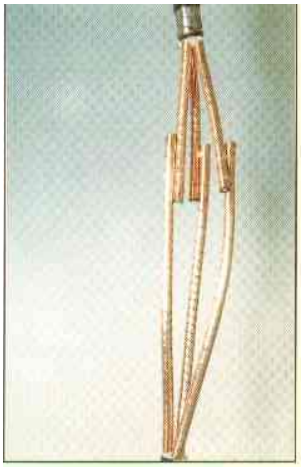


أ	ج	مساحة مقطع الكابل
نصف طول السرفيل + 0.5سم	140مم 150 مم 160مم	70 مم ^{2} 150مم^2 240 مم^2



خطوات عمل علبة اتصال بين كابلين (علبة ريكم)

شكل رقم (- 1)



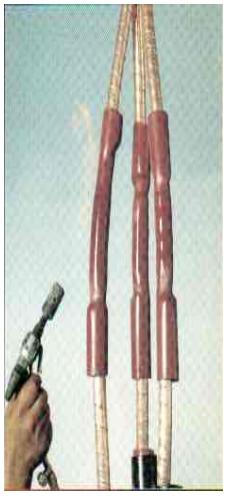
شكل رقم (- 2)

شكل رقم (- 3)

شكل رقم (- 4)

شكل رقم (- 5)

شكل رقم (- 6)



شكل رقم (- 7)

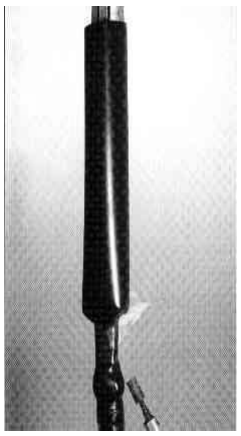
شكل رقم (- 8)

شكل رقم (- 9)

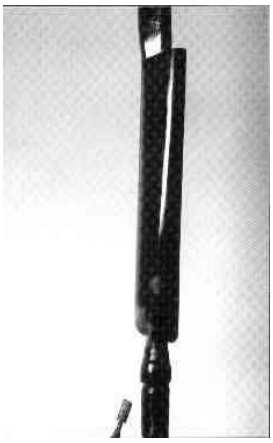
شكل رقم (– 10)

شكل رقم (– 11)

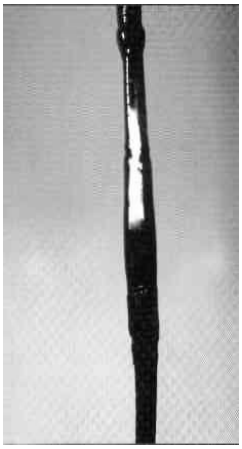
شكل رقم (– 12)



شكل رقم (– 13)



شكل رقم (– 14)



شكل رقم (– 15)

كيف يتم الاحتياط والحذر من المواد التى بها رطوبة ؟

والمشاكل الموجودة فى الكابلات الزيتية هى الرطوبة والتى بلا شك لها تأثير على عمر الكابل وكذلك عمر العلبة التى يتم عملها لذلك كان الحذر كل الحذر أثناء عمل العلبة لضمان عدم وجود أى أثر للرطوبة يؤدى إلى انهيار العلبة.

1- يجب أن تكون جميع المواد العازلة فى علب مقفلة غير موجود أى أثر للرطوبة بها فإذا وجدت رطوبة يجب التخلص منها أو عدم استخدام هذه المواد .

2- عموما فإنه التأكد من عدم وجود رطوبة بالزيوت أو الورق المشبع بالزيت بأن يتم تسخين هذه المواد حتى درجه 120 م° على أن يكون غطاء الإناء مكشوفا أثناء التسخين مع تقليب المحتويات الموجودة بداخلة وعند الوصول إلى درجة 120م° يتم تغطية الإناء ثم يترك ليبرد ثم يستخدم الزيت والورق فورا بأن يتم رفعه من الإناء الذى تم تسخينه فيه بواسطة سلك جاف على شكل خطاف مع الحذر من وضع أو مد اليد داخل الإناء .

3- يمكن عمل اختبار لعينة من الورق المشبع بالزيت للتأكد من عدم وجود رطوبة وذلك بأخذ عينة من الورق المشبع بالزيت بسلك جاف على شكل خطاف مع عدم وضع اليد داخل العلبة على أن توضع لفه الورق " العينة " فى الزيت ودرجة حرارته 120م° لمدة $^1/_4$ دقيقة فعند سماع صوت وظهور فقاقيع صفراء بالزيت فهذا يؤكد وجود رطوبة بالورق .

4- البوتامين " الكمباوند " يمكن التأكد من وجود رطوبة عند سماع صوت إذا اقتربت درجة حرارة العينة من (155 - 165م°)

تعليمات هامة فى موقـــع العمـــل :-

1. يجب وضع أنبوبة البوتاجاز دائما فى مكان مرتفع نظرا لطبيعة غاز البوتاجاز حيث أنه أثقل من الهواء وفى حالة تسربه يتجمع بجوار الأرض .
2. عدم تخزين أى أنابيب بوتاجاز غير لازمة بالقرب أو فى مكان العمل .
3. ترتيب وتنظيم مكان توضع به أسطوانات وآوانى تسخين وتسيل البوتامين حتى لا تعوق الحركة أثناء العمل ويكون هذا المكان خارج مكان العمل .
4. أسطوانة البوتاجاز يجب أن تكون بعيدة عن اللهب بمسافة حوالي 3 أمتار أو أكثر مع تجنب وضعها فى الشمس .

5. فحص أو التأكد من سلامة خرطوم البوتاجاز وكذلك منظم البوتاجاز وتغيرهما فورا عند الشك فى عدم صلاحيتهما وذلك قبل البدء فى العمل .
6. يجب إبعاد المواد القابلة للاشتعال عن مكان اللهب مسافة لا تقل عن 5 أمتار .
7. يجب أن تكون الكهنة المستخدمة فى العمل محفوظة فى علب مقفلة .
8. يجب أن تكون المواد العازلة فى علب مقفلة جيداً وبعيدة عن الرطوبة ويجب التأكد من ذلك جيدا فعند وجود رطوبة يجب التخلص منها أو عدم استعمال هذه المواد الرطبة .
9. القميص الرصاص يجب أن يتم ألب وتامين قليلا بتحريك لمبة اللهب بسرعة علية حتى يتم التخلص من الهواء الموجود بداخلة وذلك قبل أن يتم صب الزيت ثم بعد ذلك يتم صب الزيت الساخن الى أن يمتلئ .
10. تسخين الكمباوند (البوتامين) يجب أن يتم فى أناء خاص على أن يكون بعيدا عن الماء ولأن سقوط الماء ولو قطره علية أثناء التسخين يؤدى الى تطاير الكمباوند مما يسبب خطورة .
11. يجب أن يتواجد فى الموقع قائد واحد ذو خبرة وقيادي ويكون مسئول مسئولية كاملة عن العلبة التى يتم عملها .

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

حقوق الطبع محفوظة
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - الإدارة العامة

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**