الوحدة الثالثة

الأعمال الكهربائية الأساسية وتطبيقاتها

الهدف العام للوحدة : التعرف على الأعمال الكهربائية الأساسية وتطبيقاتها حسب أصول السلامة والسلوك المطلوب.

الأهداف الاجرائية :

1/ أن يكون المتدرب قادراً على التمييز بين الأعمال الكهربائية الأساسية وتطبيقاتها ومجال استخدامها.

2/ أن يكون المتدرب قادراً على تطبيق الأعمال الكهربائية الأساسية واستخدامها بطريقة صحيحة ودقيقة.

3/ أن يكون المتدرب قادراً على معرفة طرق المحافظة على الأعمال الكهربائية الأساسية وتطبيقاتها.

4/ أن يتقيد المتدرب بالسلوك المهني السليم ويحرص على إتباع أصول الأمن والسلامة أثناء التعرف على الأعمال الكهربائية الأساسية واستخدامها.

السلوك المهني الذي يجب التقيد به خلال التدريب على مفردات هذه الوحدة

أخي المتدرب:

إن تطبيقك للسلوك المهني السليم أثناء تدربك على مفردات هذه الوحدة هو الطريق الأمثل لنجاحك وتفوقك واكتساب احترام وتقدير الآخرين وتجنبك للحوادث المحتمل حدوثها أثناء تواجدك في بيئة العمل ومن هذه السلوكيات ما يلي:

1/ تقيدك بلبس ملابس التدريب والسلامة المناسبة مثل حذاء السلامة ونظارات السلامة أثناء العمل في الورشة أو المختبر دليل وعيك.

2/ إحرص على تنظيم وترتيب العدد والأدوات بشكل منظم ومرتب وفي أماكنها الخاصة.

3/ داوم على المحافظة على نظافة الورشة والمختبر ومكان العمل.

4/ التزم بالمحافظة على الهدوء والنظام في الورشة والمختبر ومكان العمل .

5/ إحرص على حسن التعامل مع المدربين والتعاون معهم.

6/ تقيد بالإرشادات والأنظمة المتبعة في الورشة والمختبر ومكان العمل.

7/ إحرص على حسن التعامل مع زملائك المتدربين والتعاون معهم.

8/ تحلى بالأخلاق والتعاليم الإسلامية في تعاملك وأثناء عملك.

9/ لا تتعرف على المعدات والتجهيزات بنفسك بل اطلب مساعدة المدرب.

10/ لا تخرج من الورشة دون إذن المدرب.

11/ حافظ على وقت التدريب بحضورك مبكراً ومغادرتك مع نهاية الوقت.

12/ حافظ على العدد والأدوات من الضياع أو التلف فهي مسؤوليتك.

إجراءات الأمن والسلامة عند التعامل مع الأعمال الكهربائية الأساسية

1/ تقيد بلباس التدريب داخل الورشة والتزم بمتطلبات السلامة الأخرى مثل: الحذاء المناسب لحماية القدمين ونظارات السلامة لحماية العينين والقفازات المناسبة لحماية اليدين أثناء العمل.

2/ تقيد باستخدام العدد والأدوات حسب اختصاصها ولا تستخدم أداة خاصة لعمل معين في عمل مغاير .

3/ تجنب المزاح بالموصلات الكهربائية أو العدد الأخرى لما في ذلك من خطر عليك وعلى زملائك.

4/ لا تستخدم الموصلات الكهربائية إلا للغرض التي صنعت من أجله.

5/ أحسن استخدام معدات الموصلات المعزولة ذات الفرع الواحد والمتعددة الأفرع و تعامل معها بحذر شديد حتى لا تتسبب في حوادث لا قدر الله.

6/ إحرص على استخدام الموصلات المناسبة للعمل المناسب .

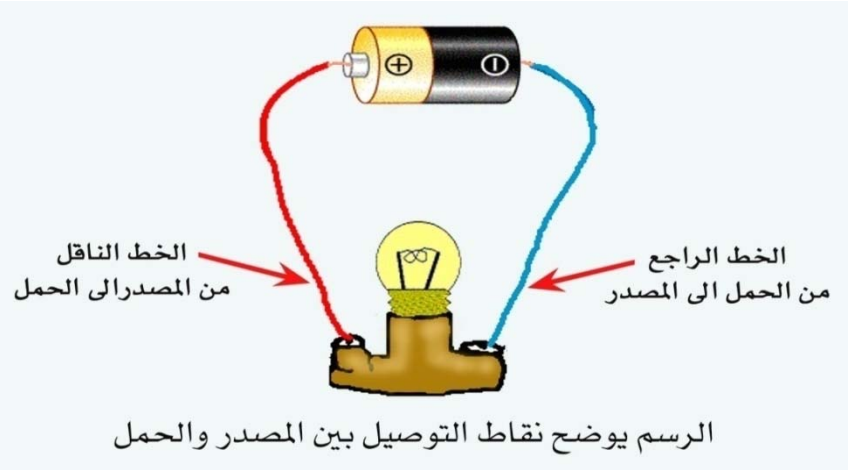
7/ تقيد بإرشادات المدربين والمشرفين على تدريبك في الورشة والتدريب الميداني فهذا يجنبك الحوادث بإذن الله تعالى.

8/ عند الانتهاء من العمل إحرص على تنظيم وترتيب الموصلات الكهربائية بشكل منظم ومرتب وفي أماكنها الخاصة.

التركيب البنائي للموصلات المعزولة ذات الفرع الواحد والمتعددة الأفرع:

تعريف الموصل :

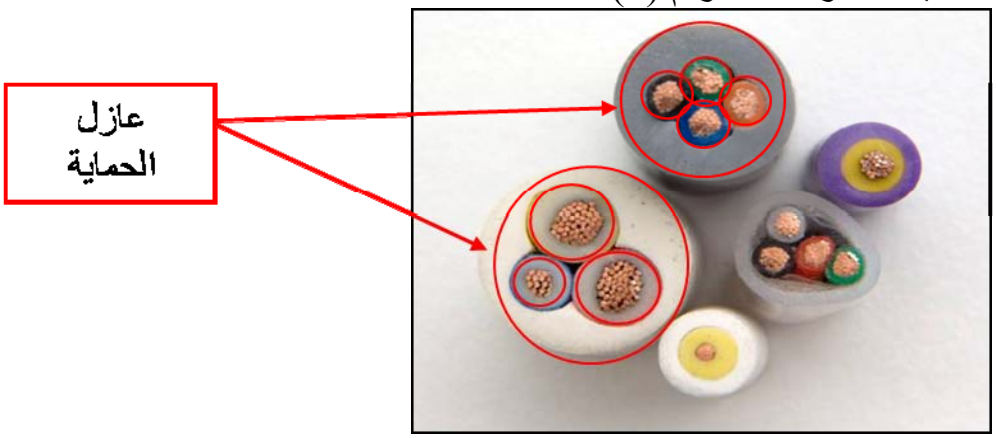
هو الخط الناقل للكهرباء بين المصدر والحمل ومقاومته النوعية صغيرة، انظر الشكل (1).



الشكل رقم (1)

تعريف العازل :

العازل هو مادة لا تسمح بمرور التيار الكهربائي وتستخدم في عزل الموصلات ومقاومته النوعية عالية، انظر الشكل رقم (2).



الشكل رقم (2)

أخي المتدرب:

إن معرفتك بأنواع الموصلات تكسبك المهارة .

مواد الموصلات وقيم مقاومتها :

اتضح لنا من التعاريف السابقة أن المقاومة النوعية لمواد الموصلات أقل من المقاومة النوعية للمواد العازلة علاوة على أن هناك عدة عوامل يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار المادة التي يصنع منها الموصل وهي متانته ومقاومته للتأثيرات الخارجية وإمكانية تصنيعه ويوضح الجدول التالي المرفق مواد الموصلات الأكثر شيوعاً للاستخدام في الهندسة الكهربائية.

مادة الموصل	المقاومة النوعية
فضة	0.0165
نحاس	0.0178
ألمنيوم	0.0287
برونز	0.018
سبيكة الدوري	0.033
صلب	0.1
رصاص	0.21

وهذه القيم محسوبة عند درجة حرارة محيطة قدرها 20 درجة مئوية ويلاحظ أن القيم المذكورة للموصلية والمقاومية ليست ثابتة مطلقاً حيث إنها تعتمد على النسبة المئوية لنقاء مادة الموصل وهناك عوامل تتوقف عليها مقاومة الموصل هي:

1- الطول .
2- مساحة المقطع .
3- نوع المادة .
4- درجة الحرارة.

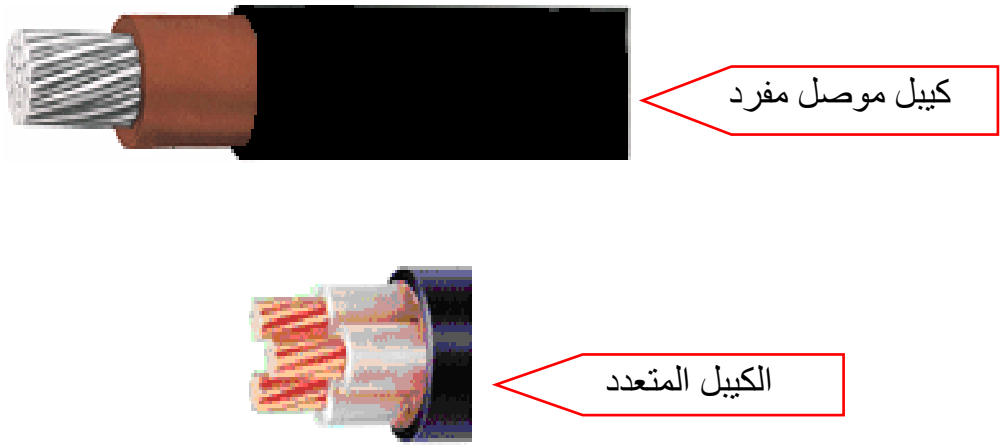
أشكال الأسلاك (الموصلات) :

عادة ما تكون الأسلاك في شكلين وهما السلك القاسي (المصمت) والسلك المجدول الشكل رقم (3) يوضح ذلك.

الشكل رقم (3)

وقد يكون السلك المجدول إما جدلاً دائرياً أو جدلاً مستطيلاً حيث يتم رص جميع الجدلات وتعبئة جميع الفراغات.

الكلمة (كيبل) تستخدم عادة لوصف أي موصل حجمه كبير ويتكون من عدد من الأسلاك المبرومة مع بعضها ، ويوجد نوعان من الكيابل وهما كيبل موصل مفرد ويعتبر من أبسط الأنواع وهو عبارة عن موصل مفرد مجدول وقد يكون الكيبل المتعدد إما قاسياً أو مجدولاً انظر الشكل رقم (4)، و في الكيبل المتعدد تكون الموصلات دائماً معزولة، وغالباً ما يظهر الكيبل كأنه موصل مغلف.



الشكل رقم (4)

أغلفة الأسلاك :

ويمكن تصنيف الأسلاك أو الكيابل حسب نوعية الغلاف المستعمل وهناك ثلاثة أنواع هي:

1) أسلاك عارية.
2) أسلاك مغلفة.
3) أسلاك معزولة.

الموصلات المستخدمة عادة في خطوط الضغط العالي المعلقة ليس لها أغلفة والأسلاك المغلفة غير المعزولة توفر حماية من تأثير الجو ومقاومة للحرارة، ويستخدم الكيبل المغلف لخطوط الضغط المنخفض خارج المنزل وأما الأسلاك المعزولة فتستخدم لعزل القوة الكهربائية ما بين الأسلاك.

أنواع الأسلاك والكيابل الكهربائية :

توجد أنواع كثيرة من الأسلاك والكيابل المستخدمة في التوصيل منها :

الأسلاك المستخدمه في كهرباء المباني :

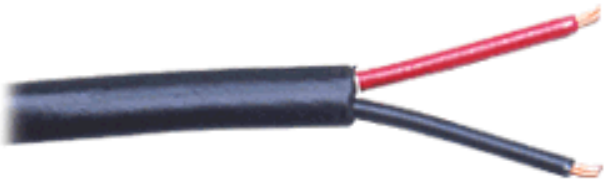
يتعلق هذا الجزء بثلاث فئات من الموصلات ذات الأحجام الصغيرة التي ستستعملها غالباً وهي:

1) الأسلاك المرنة .
2) أسلاك الإضاءة .
3) أسلاك الجرس أو أسلاك الضغط المنخفض.

الأسلاك المرنة :

في الحالات التي يجب فيها تحريك الأسلاك يجب أن يكون السلك مرناً جداً وتسمى هذه الأسلاك بالأسلاك المرنة وهي تستخدم للأدوات المتنقلة كالمكانس الكهربائية ولمبات الإضاءة المتنقلة ومن الواجب ملاحظة أن التوصيلات لا تدخل ضمن هذه الفئة وهي تستخدم حسب الحاجة مؤقتاً بخلاف الأسلاك المرنة التي تستخدم دائماً وهناك أنواع كثيرة من الأسلاك المرنة ومن أكثرها استعمالاً.

نوع (SP) أو (SPT)، وتستخدم عادة للمبات والساعات وأجهزة الراديو والأجهزة المشابهة ويغمر النوعان داخل كتلة قاسية من العزل ويتم كبس المنطقة ما بين الموصلين لكي يمكن فصلها لعمل التوصيلات. النوع عازل (SP) عازل من المطاط أما النوع (SPT) فله عازل ثيروموبلاستيكي. الأنواع (S,SI,SV) انظر الشكل رقم (5).



الشكل رقم (5)

أخي المتدرب :

إن الأفكار التي تكتسبها أثناء التدريب تجعلك تعتمد على نفسك وتزداد ثقتك.

أسلاك مرنة تستخدم للمعدات الكهربائية الثقيلة :

جميعها متشابهة من حيث التوزيع ولكن لها ثلاثة أوزان مختلفة لثلاثة استعمالات مختلفة وهي كالتالي:

- النوع (S) للمعدات الكهربائية الثقيلة كالأدوات الكهربائية المتنقلة المستخدمة من قبل المؤسسات التجارية.
- النوع (SJ) له غطاء أخف ويستعمل للأجهزة المنزلية الثقيلة.
- النوع (SV) أخف ولكنه يستعمل فقط للمكانس الكهربائية.
- الأنواع (S SJ SV) مغطاة بالمطاط، وعند إضافة الحرف (T) تصبح تلك الحروف (ST SJT SVT) يعني أن الغطاء الخارجي يكون من مادة الثيرموبلاستيك بدلاً من المطاط وفي حالة إضافة الحرف (O) يعني ذلك مقاومة للزيت والكيروسين، تغطى الأنواع (SO SJO SVO) بمادة الثيوبرون بدلاً من المطاط أو الثيرموبلاستيك.

أسلاك الإضاءة :

الأسلاك المستخدمة للداخل فقط كوحدات الإضاءة تسمى (أسلاك الإضاءة) وتحمل عادة الحرف (F). وهناك أنواع كثيرة من هذه الأسلاك ويعتمد استخدام السلك على درجة الحرارة، الشكل رقم (6).

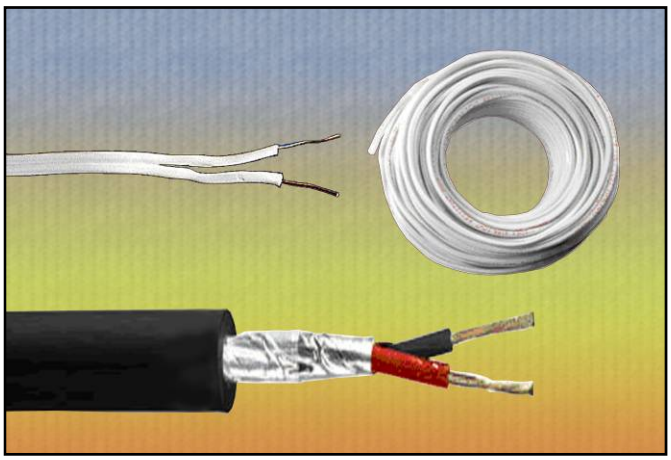
ويمكن استخدام الأسلاك المعزولة بالمطاط أو بالثيرموبلاستيك فقط إذا لم تتعد درجة الحرارة للسلك الذي يحمل التيار عن 60 درجة مئوية (140˚ فهرنهيتية).

الشكل رقم (6)

قد يستخدم النوع (CF) الذي له مادة عازلة من القطن تحت درجة حرارة قد تصل إلى90 درجة مئوية (190˚ ف) ويمكن استخدام الأسلاك المعزولة بواسطة الأسبستوس (AF) تحت درجة حرارة تصل 150 درجة مئوية (320˚ ف) يصلح النوع (SF) الذي له عازل من السليكون للاستعمال تحت 200 درجة مئوية (392˚ ف). تذكر أنه يمكن استخدام سلك الإضاءة فقط لتسليك الوحدات الداخلية.

أسلاك الجرس (الضغط المنخفض) :

الأسلاك التي توصل الكهرباء لاجراس الأبواب والثيرموستات تحمل الضغط المنخفض عادة أقل من 30 فولت، يأتي التيار الكهربائي لهذه المعدات من المحولات التي لها قدرة محدودة وفي الأحوال العادية نادراً ما تسبب الكهرباء حريقاً أو صدمة وعادة ما تستخدم أسلاك صغيرة جداً بمقاس 1A , 1.5A مع عازل بلاستيكي، الشكل (7).



الشكل رقم (7)

أنواع واستخدام الكيبل :

يمكن استخدام سلكين أو مجموعة من الأسلاك مجتمعة مع بعضها على شكل كيبل لأغراض كثيرة ويسهل تركيبها خاصة في حالات إعادة التسليك نظراً لأن تصميم الكيبل يساعد على سحبه من خلال الفراغات في الجدران ويطلق أحياناً على الأسلاك العادية التي يزيد مقاسها عن المقاس 4٪ بالكيابل وذلك لا يعتبر صحيحاً من الناحية الفنية، وفيما يلي أنواع الكيابل واستخداماتها :

كيابل مغلفة بغلاف معدني وغير معدني :

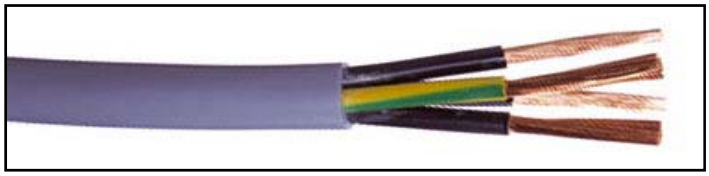
تستخدم في المنازل ومباني المزرعة والمؤسسات التجارية الصغيرة وهناك نوعان من هذه الكيابل (NM) و (NMC) وتحتوي هذه الكيابل على سلكين أو ثلاثة أسلاك معزولة محزومة مع بعضها ويعتبر هذا الكيبل خفيف الوزن سهل التركيب .

النوع (NM) انظر الشكل رقم (8)، ويعتبر هذا النوع من أكثر الكيابل استعمالاً وقد تستخدم فقط في الأماكن دائمة الجفاف والأماكن التي لا تحتوي على مواد كيميائية ولهذا

- يجب عدم تركيبها في الأماكن الرطبة جداً والأماكن التي تتعرض للتآكل الكيميائي كالمزارع .

الشكل رقم (8)

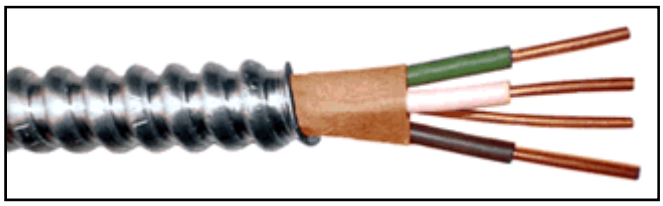
- النوع (NMC) انظر الشكل رقم (9)، صمم هذا النوع لاستعماله في الأماكن الرطبة والتي تحتوي على مواد كيميائية ولكن يجب عدم دفنها تحت الأرض، الأسلاك المفردة المعزولة توضع داخل بلاستيك قاسي. ويوجد مع كلا النوعين (NM) و (NMC) سلك عار آخر بالإضافة إلى الأسلاك المعزولة ويستخدم هذا السلك لتأريض الأجهزة .



الشكل رقم (9)

- الكيبل نوع (VF)؛ يستخدم كمغذي للدوائر الفرعية المدفونة تحت الأرض وله خاصية مقاومة شديدة للرطوبة والحرارة والتآكل والاحتكاك، يبدو هذا الكيبل في مظهره كالكيبل نوع (NMC) في حالة عدم توفره وعلى كل حال يجوز استخدامه فقط تحت الأرض في حالة وجود حماية من التيار الزائد عن نقطة البدء .
- كيبل الخدمة؛ يستخدم لتوصيل التيار إلى أو بين المباني كموصلات خدمة للمدخل.
- كيبل توصيل الخدمة؛ يستخدم هذا الكيبل لتوصيل التيار الكهربائي من العمود الكهربائي إلى المبنى.
- كيبل خدمة للمدخل؛ يستخدم لتوصيل التيار الكهربائي من كيبل توصيل الخدمة إلى الأجهزة الموجودة داخل المبنى.

- كيبل خدمة تحت الأرض؛ يوضع هذا الكيبل داخل ماسورة أو يدفن مباشرة تحت الأرض.
- كيبل خدمة مدرع؛ وهو كيبل خدمة محمي بواسطة غلاف معدني، يستخدم غالباً من قبل كهرباء المباني ويطلق عليه أحياناً اسم آر . إكس (RX) وهو الاسم الفني لأحد المصانع للنوع المصنف (A.C)، الشكل رقم (10).



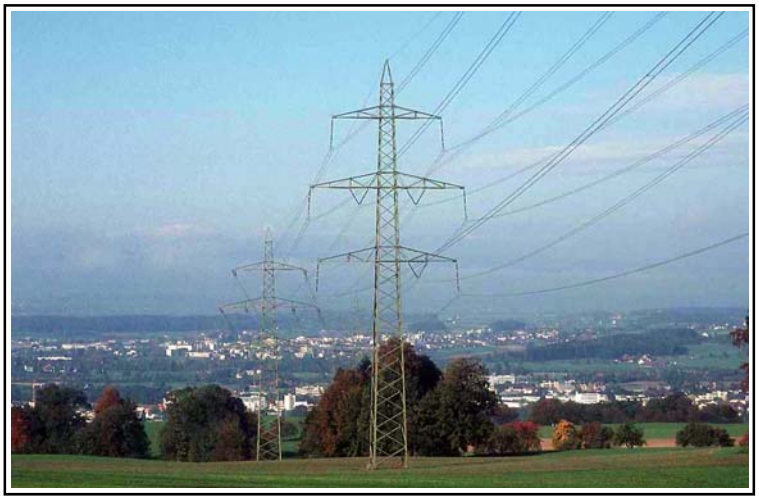
الشكل رقم (10)

يغطى كل كيبل مدرع بطبقة لولبية من ورق التخزين حيث تتم تغطية الطبقة بغلاف لولبي مدرع من الفولاذ، الورقة تحمي الأسلاك من التآكل من الغلاف المدرع المعدني وتوجد داخل الغلاف شريحة ألمنيوم عارية تمتد متوازية مع الأسلاك لتحسين قدرة الغلاف المدرع فيما يتعلق بالتأريض.

- الكيبل نوع (AC) ونوع (ACT)؛ وهو من أكثر الكيابل استعمالاً، النوع (AC) عبارة عن وصلات معزولة بالمطاط أو مادة الثيرموبلاستيك أما النوع (ACT) فتكون الأسلاك معزولة بالثيرموبلاسيتك فقط، رموز المبنى هي التي تحدد نوع الكيبل الواجب استعماله في أماكن محددة .

أمثلة تطبيقية للموصلات والكيابل :

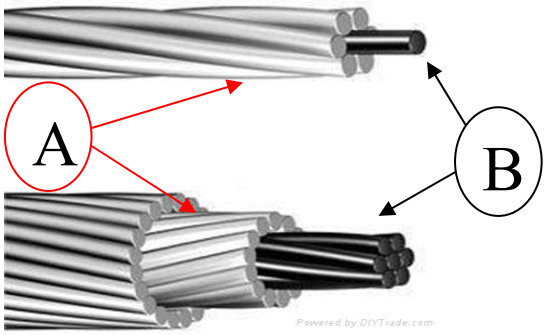
1) يتم نقل التيار الكهربائي من محطات القوى لمسافات بعيدة (من مدينة لأخرى أو من بلد لآخر) عبر شبكات موصلات هوائية تحتوي على موصلات جهد كبير وموصلات جهد مرتفع وموصلات جهد متوسط، الشكل رقم (11).



الشكل رقم (11)

الجهد الكبير	من	220 KV	إلى	750 KV
الجهد المرتفع	من	60 KV	إلى	110 KV
الجهد المتوسط	من	3 KV	إلى	30 KV

في محطات تحويل الجهد (محطات المحولات) يتم تحويل الجهود إلى جهود الأحمال أي إلى جهد منخفض، وفي هذه الموصلات الهوائية، تكون الخامة المصنوعة منها تلك الموصلات عبارة عن حبال ممدة من الصلب والألمنيوم, وذلك بصفة دائمة تقريباً وتتكون هذه الحبال من غلاف من مجموعة أفرع مبرومة من الألمنيوم يتخللها فرع أوسط من الصلب وذلك لرفع قيمة متانة الشد ، والشكل رقم (12) يوضح:



(A) = أفرع مبرومة من الألمنيوم.

(B) = فرع أوسط من الصلب.

2) تتم تغذية الأحمال الكهربائية (مصانع، مدارس، مباني سكنية) بالتيار الكهربائي خلال شبكات موصلات هوائية جهد منخفض.

الجهد المنخفض :

بالنسبة للمباني السكنية (110/220 V)

بالنسبة للمصانع (220/380 V)

في هذه الموصلات يستخدم أما معدن الألمنيوم أو معدن النحاس وتوصل المباني بشبكة الموصلات الهوائية عبر كيبل أرضي.

3) وبجانب شبكات الموصلات الهوائية تستخدم أيضاً شبكات الكيابل الأرضية وذلك لنقل الطاقة الكهربائية، الشكل رقم (13) .

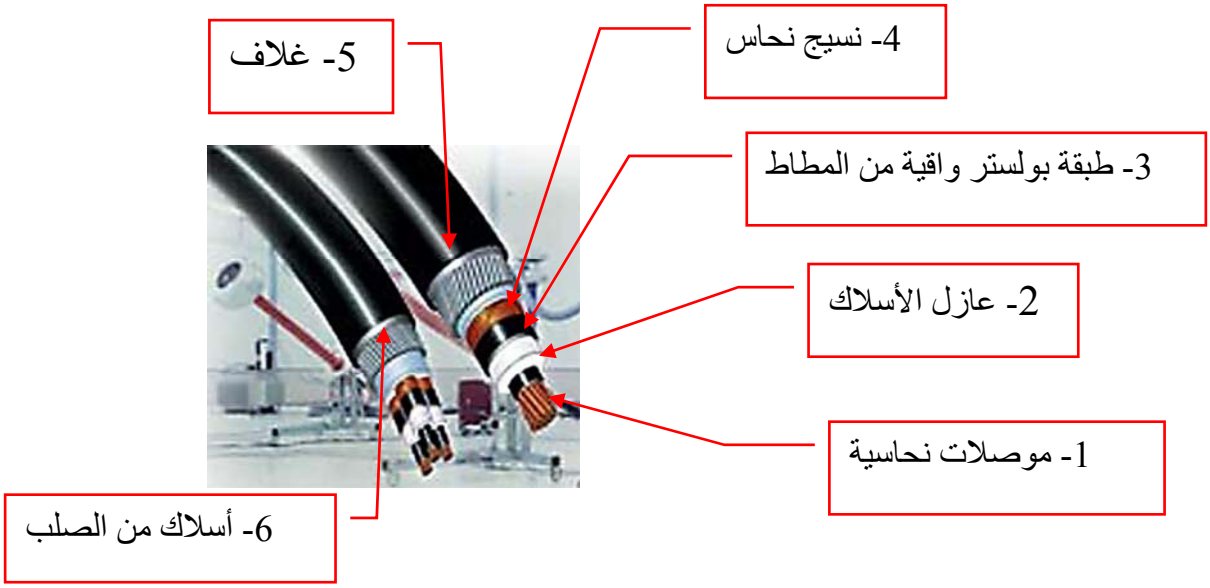
الشكل رقم (13) يوضح شبكة الموصلات الهوائية

وقليلاً ما تتعرض شبكات الكيابل الأرضية إلى أعطال، كما أنها لا تحتاج صيانة تقريباً ، وتكون أيضاً أغلى من شبكات الموصلات الهوائية ويتم تمديد الكيابل الأرضية في الأرض، وهنا تجب وقاية الموصلات ميكانيكياً وعزلها عزلاً جيداً، انظر الشكل رقم (14).

مكونات الموصل:

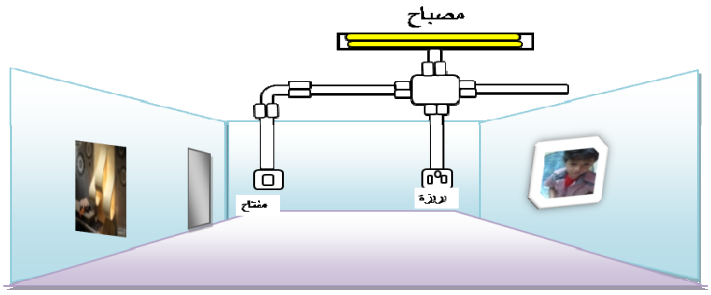
1- موصلات نحاسية (أفرع) .
2- عازل الأسلاك.
3- طبقة بولستر واقية من المطاط.
4- نسيج نحاس.
5- غلاف.

أسلاك من الصلب لحماية الكابل من الإجهادات الميكانيكية



الشكل رقم (14)

1) في تمديدات المنازل تستخدم الموصلات المغلفة المتعددة الأفرع أو الموصلات ذات الفرع الواحد التي تمدد داخل مواسير وذلك حسب نوع التمديدات (على البياض أو تحت البياض)، وتكون هذه الموصلات من النحاس.



مصباح - مفتاح مفرد - مقبس (بريزة)

التمديدات الكهربائية لغرفة

يعدل البناء التأسيسي للموصلات والكيابل طبقاً لغرض الاستخدام ونوع الإجهادات.

وفي جميع الموصلات والكيابل المعزولة يجب التمييز بصفة أساسية بين كل من الموصل – العازل – الغلاف الواقي (الغلاف).

الموصـــل :

يجب أن تتفق مساحة مقطع الموصل مع شدة التيار المار، وتصنع الموصلات من النحاس أو الألمنيوم وذلك على حسب نوع الاستخدام .

ويمكن أن يكون مقطع الموصل مستديراً أو على شكل قطاعات.

- **الموصلات المستديرة :**

وهي شائعة الاستخدام وتكون الموصلات المستديرة مطلوبة أساساً للجهود التي تكون أكثر من 10 كيلو فولت، بصرف النظر عن مساحة المقطع، وكذلك للمقاطع المستعرضة التي أقل من 16 سم2 بصرف النظر عن الجهد.

- **الموصل ذو السلك المفرد (المصمت).**
- **الموصل متعدد الأسلاك (الشعيري).**

الموصلات التي على شكل قطاعات :

في هذا النوع من الموصلات يتم توفير في الفراغات، وعلى سبيل المثال فإنه في الكيابل المتعددة الموصلات التي على شكل قطاعات يكون قطر الكيابل أقل من قطر الكيابل ذات الموصلات المستديرة، ويكون مجال استخدام الموصلات التي على شكل قطاعات محدوداً.

في الموصلات البسيطة يكون العازل هو نفسه الغلاف .

أخي المتدرب :

كن في كامل وعيك وإنتباهك أثناء التدريب.

العازل :

يجب أن يتفق مع قيمة الجهد المؤثر، ويجب أن تكون عملية حجب الموصل عن الخارج بواسطة العازل عملية مضمونة في التشغيل (فمثلاً تجنب حدوث قصر في الدائرة أو توصيل بالأرض) وتستخدم المواد التالية كمواد عازلة :

الورنيش، الورق، البلاستيك، خيوط النسيج (الحرير، القطن، خيوط بلاستيك)، المطاط .

- **الغلاف الواقي (الغلاف) :**

وهو غلاف يقي أسلاك الموصل من الإجهادات الميكانيكية المحتملة ويتكون الغلاف دائماً من بلاستيك (PVC) يكون معرضاً لإجهادات ميكانيكية عالية.

وبالإضافة إلى غلاف البلاستيك الواقي يوجد أيضاً غلاف واق من نسيج صلب.

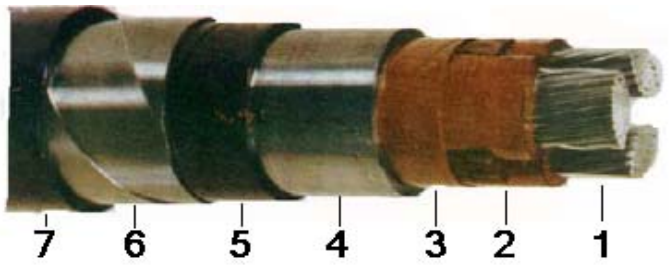
- **الحشو :**

يجعل أسلاك الموصل في الوضع الصحيح داخل الغلاف، هذا بالإضافة إلى أنه يكون وقاية إضافية من الإجهادات الميكانيكية.

أمثـــلـة :

البناء والتأسيس لموصلات وكيابل مختلفة :

◎ كيبل خاص بالإجهادات الميكانيكية الكبيرة (NKBA) .



(1) موصلات (نحاس أو ألمنيوم) .

(2) غلاف عازل (مطاط أو بلاستيك).

(3) غلاف مشترك للأسلاك (مطاط أو بلاستيك).

(4) غلاف (مطاط، بلاستيك أو رصاص).

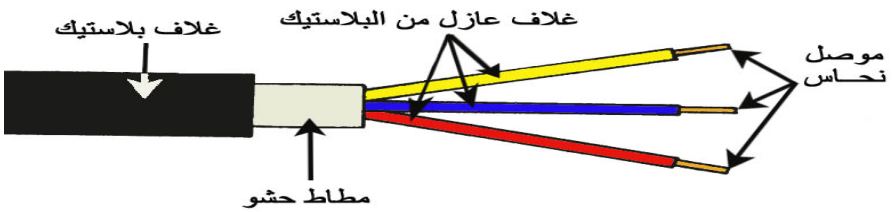
(5) بولستر واق أو غلاف واق داخلي (ورق، مواد خيطية ذات طبقات بينية من البيتموين).

(6) تسليح (1) " سلك مستدير " - تسليح (2) " سلك مسطح، شريط صلب " .

(7) غلاف واق خارجي (لفات جوت مشربة).

◎ موصل (NYY) :

◎ موصل (NYM) :



إرشـادات :

تكون الحروف المعطاة بالنسبة للكيابل أو مصطلحات الموصلات مثل (NYY) عبارة عن اصطلاحات تدل على بناء الموصلات وكذلك الكيابل.

العلامات المميزة اللونية الموحدة قياسياً للموصلات متعددة الأفرع وحصر الاستخدامات المكنة للموصلات الكهربائية المختلفة :

يستخدم للأسلاك رمز لوني حسب استعمالاتها لتجنب حدوث أخطاء عند توصيل تلك الأسلاك في دائرة وتصنيف الأسلاك على أنها حار ومتعادل وأرضي ووظائف هذه الأنواع الثلاثة من الأسلاك موضحة في الجدول التالي:

نوع السلك	الوظيفة
حار	سلك يحمل التيار الكهربائي من المصدر إلى الحمل (على سبيل المثال الإضاءة والأجراس) .
متعادل	سلك يكمل الدائرة من الحمل إلى المصدر .
أرضي	سلك يتصل مع الأرض لتفريغ أي ضغط عال زائد يدخل النظام نتيجة الإضاءة أو استعمالات أخرى .
ربط	سلك يستخدم لتوصيل الأجزاء المعدنية لدائرة كهربائية مع الأرض .

يمكن تصنيف الرمز اللوني للأسلاك طبقاً للاستعمال الأمريكي أو السعودي وينبغي عليك معرفة كلا الطريقتين لأنه قد تستخدم إحدى الطريقتين أو كلاهما ويلخص الشكل التالي الرمز اللوني.

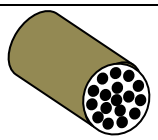
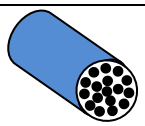
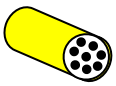
نوع السلك	لون الاستخدام السعودي *	لون الاستخدام الأمريكي **
حار	أسود بني أو أحمر	أي لون باستثناء الأبيض والأخضر
متعادل	أبيض أو أزرق	أبيض
أرضي	أصفر / أخضر أو أخضر أصفر	أصفر / أخضر أو أخضر
ربط	أصفر / أخضر أو أخضر	أصفر / أخضر أو أخضر

❖ أنظمة وزارة الصناعة والكهرباء لتركيب الأسلاك الكهربائية في المباني

❖❖ الأنظمة الأمريكية الخاصة بالرمز اللوني للأسلاك الكهربائية .

أنظمة قياس الأسلاك:

تتوفر الأسلاك الموصلة ابتداء من الأسلاك الصغيرة إلى أسلاك الضغط العالي ويعتبر مقاس السلك مهماً بالنسبة لجريان التيار الكهربائي وتشبه حالة الماء التي تندفع بقوة خلال خرطوم الماء وتمزقه حيث أن التيار الشديد الذي يسري خلال السلك قد يزيد من حرارة السلك بصورة شديدة ويؤدي إلى إتلاف العازل وقد يحدث حريق ولمنع هذه الحوادث فإن معظم الأقطار تستخدم أنظمة تحدد فيها مقاس ونوع السلك الذي ينبغي استعماله للأجهزة الكهربائية المختلفة أو الأحمال. يتم تصنيع الأسلاك بحيث تكون لها مقاسات قياسية وإحدى هذه المقاسات النظام الأمريكي لتحديد أقطار الأسلاك والنظام الأوروبي الذي يستخدم النظام المتري. في النظام الأمريكي كلما كان رقم السلك عالياً كان مقاسه صغيراً وكذلك إذا كان رقم السلك 14 يكون حجمه أصغر من حجم السلك الذي يحمل الرقم 12 وهذا السلك أصغر من السلك الذي يحمل الرقم 10 وهكذا، انظر الشكل رقم (15).

نظام القياس بالأمريكي									
0 /2	1	2	4	8	10	12	14	16	18
									
70	35	25	16	10	6	4	2.5	1.5	1
نظام القياس بالأوربي									

الشكل رقم (15)

النظام الأوروبي عكس النظام الأمريكي حيث كلما كان رقم السلك عالياً كان حجمه كبيراً انظر الشكل رقم (15).

ويوضح الجدول التالي قائمة المقاسات الأمريكية والأوروبية المستخدمة عادة في كهرباء المباني:

تحديد مساحة مقطع الموصل من الجدول :

النظام الأمريكي		النظام الأوروبي		
رقم قطر السلك الأمريكي	قدرة السلك بالأمبير	مقطع السلك ملم^2 المعادل	مقاس ملم ^{2} مصنوع ومستخدم	القدرة بالأمبير
14	15	2.08	2.5	(16)
12	20	3.31	4.0	(22)
10	30	5.261	6.0	(28)
8	40	8.367	10.0	(39)
6	50	13.30	16.0	(50)
4	70	21.15	25	(66)
3	80	26.67	35	(80)
2	95	33.62	35	(110)
1	110	42.41	50	(110)
(0/1)0	125	53.49	70	(150)
(0/2)00	145	67.63	70	(150)
(0/3)000	165	85.01	95	(165)
(0/4)0000	195	107.2	120	(200)
250	215	127	150	(230)
300	240	152	185	(230)
350	360	177	185	(260)
400	280	203	240	(290)
500	320	253	300	(320)

مقاس الأسلاك المستخدمة عادة في التكييف والتبريد 12 – 10 – 6 – 04 إذا لم يتوفر المقاس الأمريكي فيجب اختيار ما يعادله من المقاس حسب النظام الأوروبي .

ملحوظة :

بعض المقاسات الأمريكية لها ما يعادلها من المقاسات الأوروبية بالملم^2، انظر مقاسات الأسلاك الأمريكية 3 – 0/12 – 0/2 – 300 – 350 ، الشكل السابق يوضح مقاس السلك وقدرته بالأمبير للأسلاك النحاسية.

لاحظ أن الجدول يبين أنه كلما قل رقم قطر الأسلاك الأمريكية تزداد قدرة تحمل السلك وعلى سبيل المثال السلك الذي يحمل الرقم (14) له قدرة تحمل 15 أمبير بينما السلك الذي يحمل الرقم (12) (سلك أكبر حجماً) له قدرة تحمل 20 أمبير .

يكتب رقم السلك الأمريكي على غطاء العازل باستثناء الأسلاك الصغيرة جداً كما يوضحه الشكل التالي، أرقما 16- 18 على سبيل المثال:

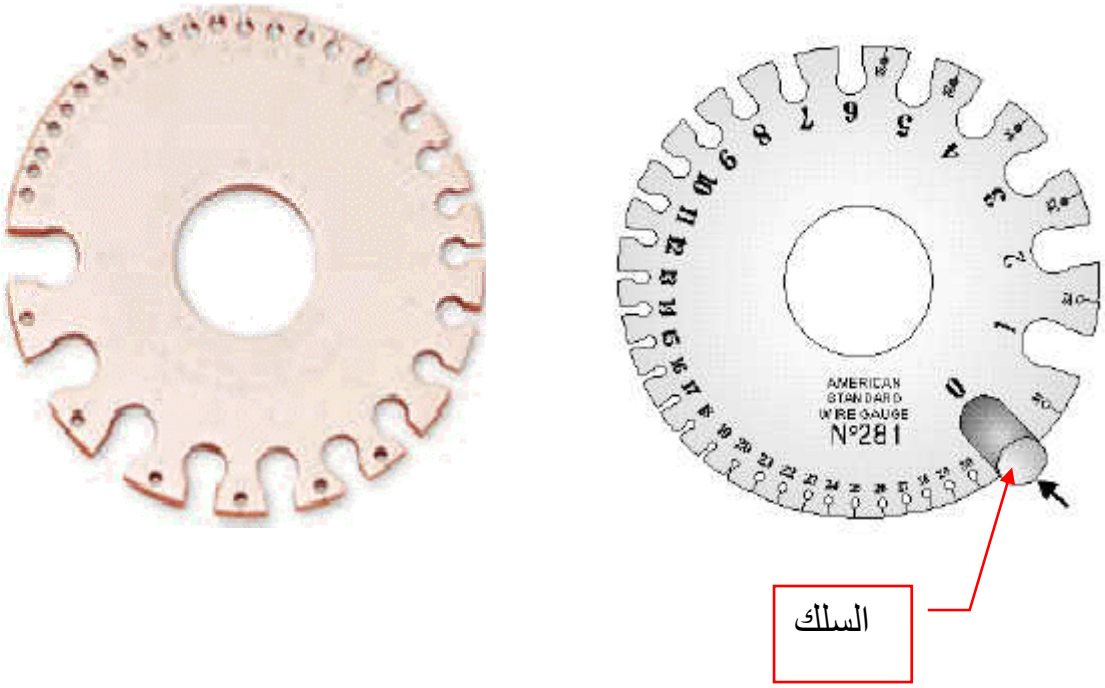
أقطار هذه الأسلاك صغيرة جداً ومن الصعب كتابة مقاس على الأغطية العازلة. الأسلاك الأوروبية ليست دائماً مرقمة وإذا كانت مرقمة تكون الوحدة المترية هي المستخدمة انظر الشكل التالي.

أخي المتدرب:

ضع الموصلات الغير مرغوب بها في مكانها الخاص .

أداة قياس السلك :

عند استخدام هذا النوع من محدد القياس يتم إدخال السلك العادي داخل الثقب، الشكل رقم (16)



الشكل رقم (16)

الجدول التالي يبين مقاطع الموصلات النحاسية بالمليمترات المربعة وعدد الشعيرات المكونة للسلك وقطرها بالبوصة ومقدار حمولتها بالأمبير .

المساحة بالمليمتر المربع للموصل	الحمولات بالأمبير المسموح بها للموصل	عدد الشعيرات المكونة للسلك وقطرها بالبوصة		الاسم المعروف
		عدد الشعيرات	قطر الشعرة	الاسم الفعلي
1	5	1	0.044	0.044/1
1.5	7	3	0.029	0.029/3
2	10	3	0.036	0.036/3
3	15	7	0.029	0.029/7
4	22	7	0.036	0.036/7
6	28	7	0.044	0.044/7
10	35	7	0.052	0.052/7
16	42	7	0.064	0.064/7
19	45	19	0.044	0.044.19
25	65	19	0.052	0.052/19
35	80	19	0.046	0.046/19
50	110	19	0.072	0.072/19
70	140	19	0.083	0.083/11
95	180	37	0.072	0.072/37
120	2150	37	0.083	0.083/37
150	350	37	0.093	0.093/37
185	310	37	0.103	0.103/37
240	360	61	0.093	0.093/61
300	435	61	0.103	0.103/61

المصهر الانصهاري :

العلاقة بين المصهرات وأدنى مساحة مقطع للموصلات ومم يتكون المصهر الانصهاري، الشكل رقم (17)

الشكل رقم (17)

يتكون المصهر الانصهاري من :

قاعدة المصهر جلب ظبط العبوة الانصهارية غطاء المصر

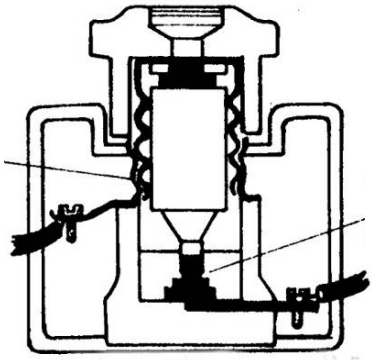
مم تتكون العبوة الانصهارية وما هو الغرض منها ؟

تتكون العبوات الانصهارية من أجسام أسطوانية مفرغة من الصيني ومملوءة برمل بلُّوري، ويتخلل هذا الرمل البلُّوري موصل انصهار واحد أو عدة موصلات تثبت عند تلامس الرأس وتلامس القاعدة، ويتكون موصل الانصهار من الفضة، النحاس أو من سبيكة من كلا المعدنين، ويوجد بجانب سلك الموصل من ناحية تلامس القدم سلك آخر يسمى سلك تدعيم، حيث يتوجه هذا السلك الآخر إلى تلامس الرأس، ويكون هذا السلك مصنوعاً من الكونستنتان، ويثبت مبين الفصل على سلك التدعيم عبر ياي صغير . وعند انصهار موصل الانصهار سوف ينقطع أيضاً سلك التدعيم قاذفاً بالمبين إلى الخارج معلنا تلف المصهر ، الشكل رقم (18).

الشكل رقم (18)

إرشادات :

يستخدم الرمل البلوري الموجود داخل العبوة الانصهارية لإطفاء القوس الضوئي الذي يتولد عند انصهار موصل الانصهار .



يربط الموصل القادم من الشبكة مع تلامس القدم

يربط الموصل المؤدي إلى الحمل بالقاعدة المفلوظة الموجودة في قاعدة المصهر

كيف توصل الموصلات بالمصهر ؟

تحذير :

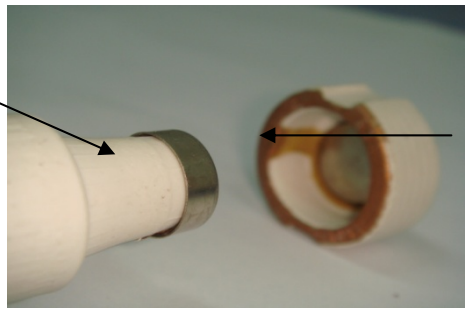
لا يجب إصلاح أو قنطرة المصهرات الانصهارية.

ما هي وظيفة جلب الضبط :

إن وظيفة جلب الضبط هي تجنب استخدام عبوات انصهارية لتيارات أكبر محل عبوات انصهارية لتيارات صغيرة بطريق الخطأ ، حيث تتفق الفتحة الموجودة في جلبة الضبط مع قطر تلامس القدم وذلك تبعاً لشدة التيار الاسمى للمصهر ، الشكل رقم (19)

الشكل رقم (19)

مثـال :



عند تغيير العبوة الأنصهارية يجب معرفة مقدار التيار وقطر جلبة ضبط سوف لا يتفق تلامس القدم الخاص بعبوة انصهارية 16 أمبير مع الفتحة الموجودة في جلبة ضبط 10 أمبير وبذلك تكون عملية تأمين الموصل بدرجة كبيرة عملية مأمونة.

ملحوظة :

ممنوع استبدال جلب الضبط بأخرى ذات تيارات اسمية مرتفعة ، وإلا فإنه سوف يمكن أيضاً وضع عبوات انصهارية كبيرة ، وهناك يكون الموصل غير مؤمن إطلاقاً.

لماذا تميز كل من جلب الضبط ومبينات الفصل الخاصة بالعبوات الانصهارية من خلال الألوان ؟

تميز كل من جلب الضبط ومبينات الفصل الخاصة بالعبوات الانصهارية من خلال الألوان، وذلك لأنه بالاستعانة باللون يمكن التعرف على استخدامها لأي تيارات اسمية.

سعة (استطاعة) المصهرات المتداولة :

التيار الاسمي	حلقة الضبط	اللون على	خرطوشة المصهر
6 A		اخضر	
10 A		أحمر	
16 A		رمادي	
20 A		أزرق	
25 A		أصفر	
35 A		أسود	
50 A		أبيض	
63 A		نحاسي	

صور للمصهر الانصهاري للتيارات الأعلى من 35 أمبير :

قاعدة المصهر

أخي المتدرب :

قبل المغادرة خصص وقت لتنظيف الورشة ومكان العمل .

المصهرات بطيئة الفصل والمصهرات سريعة الفصل :

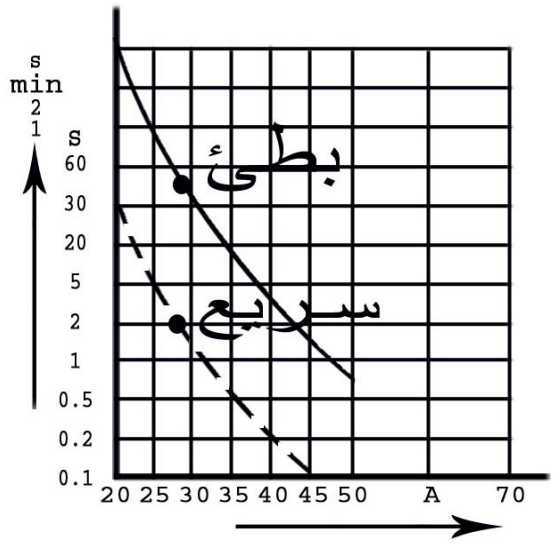
سوف نفرق بين المصهرات سريعة الفصل والمصهرات بطيئة الفصل، أما بالنسبة للمصهرات سريعة الفصل فهي تقطع مرور التيار في الموصل عندما تصل قيمة التيار 2.5 مرة من قيمة التيار الاسمي وذلك بعد فترة زمنية قيمتها 0.2 ثانية، أما بالنسبة للمصهرات بطيئة الفصل فإنها تتحمل تيارات كبيرة لفترة زمنية وجيزة، حيث يجب تأمين الحمل الكهربائي الذي يسحب من المنبع تيار بدء كبير بواسطة المصهرات بطيئة الفصل.

مثال :

مصهر سريع الفصل 10 أمبير يوقف مرور التيار بعد 2 ثانية، عندما يمر في الموصل تيار زيادة حمل قيمته 25 أمبير .

مصهر بطيء الفصل 10 أمبير يوقف مرور التيار بعد حوالي 45 ثانية عندما يمر في الموصل تيار زيادة حمل قيمته 25 أمبير .

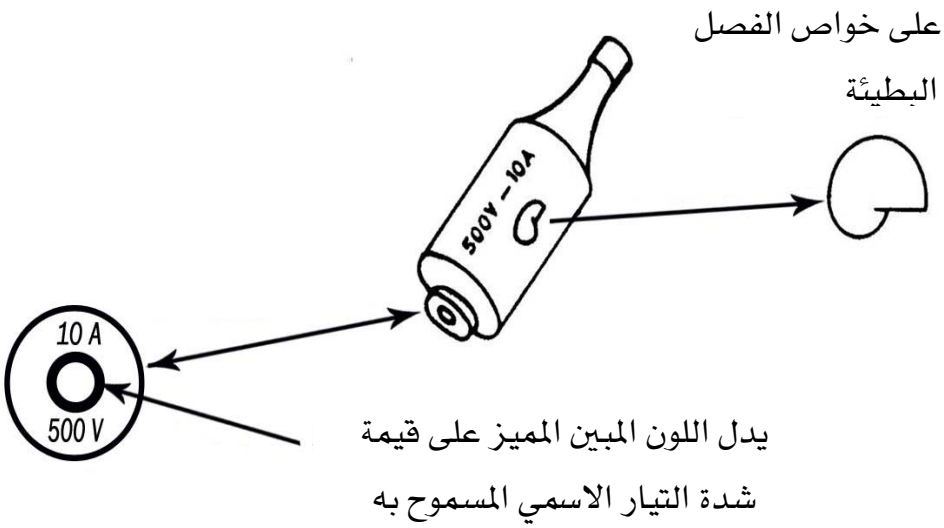
المنحنى الخصائصي لمصهرات سريعة وبطيئة الفصل .



وبالاستعانة بلون المبين المميز فإنه يمكن أيضاً معرفة قيمة شدة التيار الاسمي المسموح به .

كيف يمكن التعرف على العبوات الانصهارية ؟

يعطي على الغلاف الصيني للعبوات الانصهارية كل من: شدة التيار الاسمي، القيمة العظمى المسموح بها للجهد، خصائص الفصل (بالنسبة للمصهرات بطيئة الفصل تكون غالباً علامة)، وغالباً أيضاً ما تجد مكتوباً على تلامس الرأس بيان التيار الاسمي والجهد الاسمي. والشكل التالي يوضح ذلك:



المصهر آلي الفصل:

تستخدم المصهرات آلية الفصل (المصهرات الأتوماتيكية) بكثرة بدلاً من المصهرات الانصهارية. ففي حالة وجود تيار الحمل الزائد. سوف يفصل المصهر بعد فترة وجيزة من خلال قاطع حراري، أما في حالة وجود تيار قصر فسوف يفصل المصر في الحال من خلال قاطع كهرومغناطيسي ويتوقف مرور التيار في الموصل. وتتميز المصهرات آلية الفصل عن المصهرات الانصهارية في أن الأولى يمكن بعد فصلها إعادة توصيلها مرة أخرى من خلال غلق مفتاح التوصيل يحيث تكون جاهزة للتشغيل من جديد.

ويوجد نوعين من المصهرات الآلية الفصل:

- **النوع الأول:**

هو عبارة عن جسم اسطواني يوضع على قاعدة المصهر الإنصهاري ويتناسب مع جلبة الضبط وذلك حسب قطر تلامس قدم المصهر ليتناسب مع تيار الحمل المطلوب حمايته.ويستخدم لتوصيل أحمال الوجه الواحد.

مكونات المصهر آلي الفصل :

يتكون من جسم اسطواني به قواطع حرارية ومزود بمفتاح يعمل بالضغط للتوصيل كما يوجد ضاغط لفصل التيار. وتوضح قيمة التيار الأسمي للمصهر في أعلى المصهر ، الشكل رقم (20) .

الشكل رقم (20)

✷ النوع الثاني:

هو عبارة عن قواطع على شكل مفاتيح تعمل على فصل التيار عند حدوث تلامس أو زيادة في التيار، ويوجد منها عدة قواطع:

1/ **قواطع مفردة ، الشكل رقم** (21) :

الشكل رقم (21)

2/ **قواطع مزدوجة ، الشكل رقم** (22) :

الشكل رقم (22)

3/ **قواطع ثلاثية الأوجه، الشكل رقم** (23) :

الشكل رقم (23)

الصورة التالية تمثل الثلاث أنواع من المصهرات آلية الفصل، الشكل رقم (24)

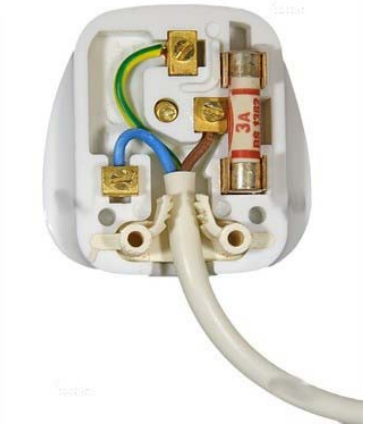
الشكل رقم (24)

مصهرات الأجهزة :

يستخدم في الأجهزة نوع خاص من المصهرات، حيث إنه لا تستخدم كالعادة في وقاية الموصلات من الأحمال الزائدة، بل إنها تستخدم لوقاية الأجهزة الكهربائية من التيارات المرتفعة جداً، وبالتالي فهي تقي الأجهزة من التلف. وخاصة الأجهزة الإلكترونية، مثل أجهزة التلفاز والراديو وأجهزة القياس وما شابه ذلك من أجهزة يكون فيها التحميل الزائد قليلاً جداً... فسوف نجد أن نوع المصهرات المستخدمة هي مصهرات الأجهزة، الشكل رقم (25) .

الشكل

وكقاعدة عامة فإن مصهرات الأجهزة تكون بداخل الجهاز، وبالنسبة للأحمال المتنقلة التي تحتوي على قابس (فيشة) من النوع الإنجليزي الذي على حرف (T) يكون مصهر الجهاز موجوداً بداخل القابس (الفيش) نفسه، الشكل رقم (26).



الشكل رقم (26)

العلاقة بين المصهرات و أدنى مساحة مقطع للموصل :

تتدرج أحجام المصهرات المستخدمة طبقاً لمقاطع الموصلات، وقد وضعت الهيئة الكهربائية الدولية (IEC) نظاماً خاصاً بأحجام المصهرات الانصهارية الخاصة بمقاطع نوع الموصلات.

تحديد أدنى مساحة مقطع للموصل من الجدول :

جدول للمصهرات الانصهارية طبقاً للنظام (ICE) (القيم في الجدول بالأمبير)

المقطع mm^2	المجموع 1		المجموعة 2		المجموعة 3
	فرعان	ثلاثة فروع	فرعان	ثلاثة فروع	فرع واحد
1.5	12	12	16	12	16
2.5	20	16	20	20	25
4	25	20	25	25	40
6	32	32	40	32	50
10	50	40	50	50	63
16	63	63	63	63	80
25	80	63	100	80	125
35	100	80	100	100	125
50	125	100	125	125	160
70	160	125	160	160	200

ملحوظة :

يكون هذا الجدول صالحاً بالنسبة للموصلات المعزولة بالمطاط (درجة الحرارة الحدية

(60˚ م) وكذلك الموصلات المعزولة بالبلاستيك (PVC) (درجة الحرارة الحدية

(70˚ م) وذلك عند درجة حرارة للجو قيمتها 30˚ م

المجموعة رقم 1 :

خاصة بتمديد موصل واحد أو أكثر داخل مواسير بحيث تكون الموصلات ذات فرع واحد .

المجموعة رقم 2 :

خاصة بالموصلات المتعددة الأفرع مثل الموصلات ذات الأغلفة، أسلاك المواسير، الموصلات ذات أغلفة الرصاص، الموصلات الساقية، الموصلات المتحركة.

المجموعة رقم 3 :

خاصة بالموصلات ذات الفرع الواحد الممدة في الهواء، حيث تمدد الموصلات مع ترك خلوص لايقل عن قطر الموصل، وكذلك في التمديدات ذات الفرع الواحد كما هو الحال في منشآت التوصيل والتوزيع والموزعات القصبية.

التجهـيز

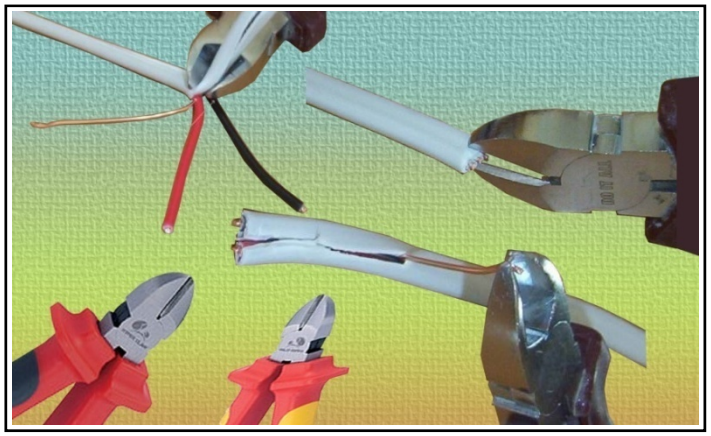
المقصود بالتجهيز هو إعداد موصلات وكيابل عارية أو معزولة وذلك لعمل وصلات موصلة للتيار الكهربائي في الأجهزة الكهربائية والمنشآت، وتنقسم مهارات التجهيز إلى المهارات الفرعية الآتية:

(القطع – الاستعدال – التقشير – التشكيل – عمل نهايات التوصيل) .

الأدوات الأساسية المستخدمة في عمليات التجهيز:

القصافة الجانبية:

تستخدم في قطع الموصلات العارية والمعزولة ذات المقاطع الرفيعة، وكذلك فصل وقطع الأسلاك في الأماكن الضيقة، الشكل رقم (1) .



الشكل رقم (1)

الزراديـة:

تستخدم في إزالة غلاف البلاستيك أو غلاف المعدن من الكيابل، الشكل رقم (2).

الشكل رقم (2)

أخي المتدرب:

إن المحافظة على نظافتك ونظافة مكان التدريب يجعل منك إنساناً مرغوباً فيه ومحبوباً ومنظماً في عملك.

القشارة القاطعة:

تستخدم في إزالة عازل أفرع الموصلات، الشكل رقم (3) .

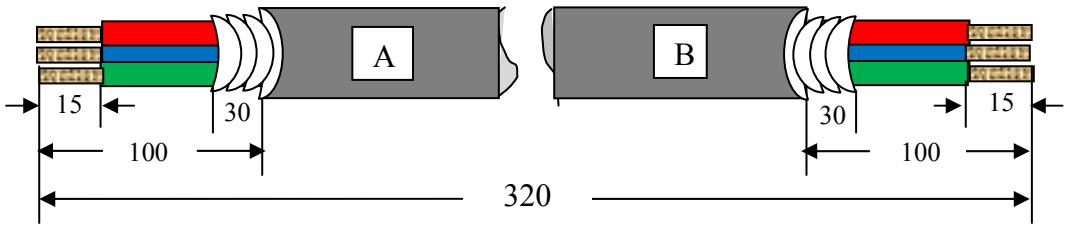
الشكل رقم (3)

أخي المتدرب:

انتبه للأخطار الكامنة في مكان التدريب .

التطبيقات العملية

رقم التمرين	1		الزمن	3 ساعة
اسم التمرين	تعرية كابل 4x16mm باستخدام سكين تعرية			
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب تجهيز كيابل شعيرات بواسطة سكين التعرية وتعريتها			
الأدوات والعدد المستخدمة	1	سكينة تعرية كيابل .		
	2	عراية أسلاك.		
	3	متر قياس .		
	4	عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
		2	موصل NYM	4 x 16mm² x 320mm



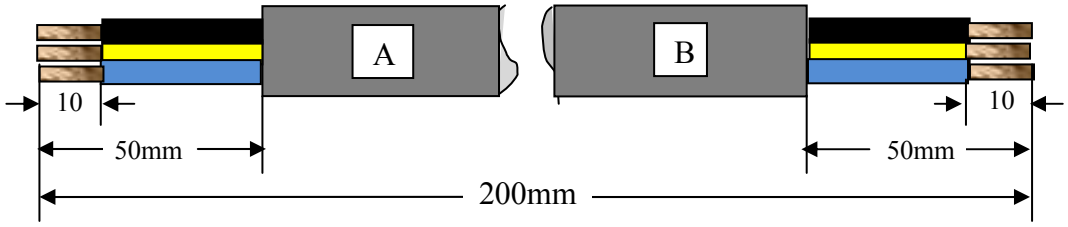
خطوات العمل:

1) قياس أطوال الكيابل وتعليمها.
2) نشر أطوال الكيبل بطول 320mm .
3) تقشير غلاف الكيبل بطول 100mm بالضبط (على الجانب A) .
4) التأكد من القياس.
5) وضع لفات من شريط عازل بلاستيكي لمسافة 30mm (على الجانب A).
6) شق الحشو الذي يلي الشريط العازل ونزعه من أفرع الموصلات (على الجانب A) .
7) تقشير أفرع الموصلات بطول 15mm بالضبط (على الجانب A).
8) التأكد من القياس.
9) نشر الكيابل بأطوال 300mm .

نفذ خطوات العمل على الجانب B تماماً مثل خطوات العمل من 3 إلى 8.

التطبيقات العملية

رقم التمرين	2	الزمن	3 ساعة
اسم التمرين	**تعرية أطراف الموصلات المصمتة**		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب تعرية كابل مقاس 3x1.5mm بواسطة سكين التعرية		
الأدوات والعدد المستخدمة	1	سكينة تعرية كيابل .	
	2	عراية أسلاك.	
	3	متر قياس.	
	4	عدد القطع: 5 — اسم القطعة: موصل H0F RR-F — الأبعاد: 3 x 1.5mm² x 220mm	
		عدد القطع: 5 — اسم القطعة: موصل NYM — الأبعاد: 3 x 1.5mm² x 220mm	



خطوات العمل :

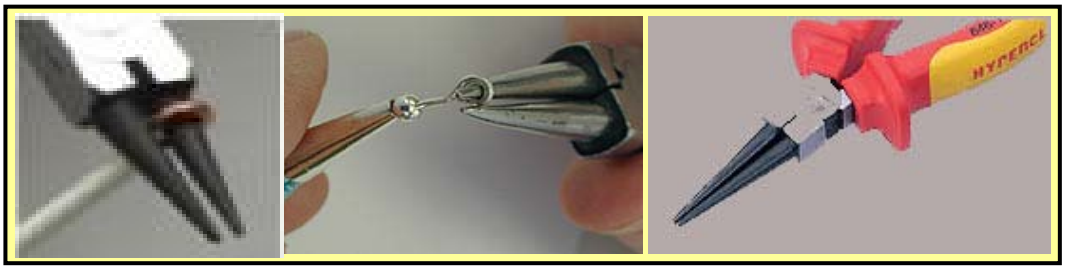
1) قياس أطوال الموصلات.
2) قص الموصلات بأطوال 200mm.
3) تقشير غلاف الموصل بطول 50mm بالضبط (على الجانب A).
4) التأكد من القياس.
5) تقشير أفرع الموصل بطول 10mm بالضبط (على الجانب A) .
6) التأكد من القياس.
7) قص الموصلات بأطوال 200mm.
8) نفذ خطوات العمل 3,4,5,6 (على الجانب B) .

أخي المتدرب :

تأكد من أن التمديدات الكهربائية جيدة, ولا تشكل خطورة.

الزرادية الدائرية (ذات البوز المستدير) :

يتم بواسطتها عمل حني العراوي عند نهايات الموصل "عمل نهايات الموصل"، الشكل رقم (4).



الشكل رقم (4)

الاستعدال:

الاستعدال هو عملية جعل الموصلات تسير في خطوط مستقيمة في تمديدات مفتوحة وذلك على لوحات أو بدون، وبالذات بالنسبة للموصلات التي سبق استعمالها فإنه يجب أن تستعدل، وذلك نظراً لحنيها الشديد بصفة عامة، الشكل رقم (6).

يجب استعدال الموصلات المنحنية

الشكل رقم (6)

بالنسبة للموصلات التي تحتوي على سلك (مصمت) مفرد (ليس على هيئة شعيرات) ذات مقطع لا يزيد عن 6 ملم2 تقريباً ، يتم استعدالها على مسافات متتالية.

خطوات العمل :

1) ثبت (اربط) نهاية الموصل بخفة على المنجلة.
2) لف النهاية الأخرى للموصل ثلاث أو أربع لفات على قطعة من الخشب ثم أمسك تلك النهاية بواسطة الإبهام وامنعها عن الحركة.
3) شد الموصل على قطعة الخشب بواسطة كلتا اليدين ، انظر الشكل رقم (8) .

الشكل رقم (8)

تحذيـــر :

لا تشد بقوة كي لا يؤدي ذلك إلى تلف سلك الموصل .
وبالنسبة لأجزاء أسلاك الموصل المربوط عليها في المنجلة وكذلك الملفوفة على قطعة الخشب لا تستعمل مرة أخرى، وذلك نظراً لتلفها بعد مرحلة العمل سالفة الذكر، وتقطع بواسطة القصافة الجانبية.

ملحوظـة :

يمكن أن يتم شد الموصل بواسطة الزرادية بدلاً من قطعة الخشب.

أخي المتدرب:

تأكد بأن مدربك أكثر إدراكاً منك .

ربط الأسلاك باستخدام خيط الدوبارة:

ما هو المقصود بعملية التربيط أو التخريم ؟

المقصود بعملية التربيط أو التخريم هو إما عمل أربطة (لفات) من خيط الدوبارة، أو الشريط، أو السلك وغالباً ما تكون الأربطة قوية، و عمل لفات معقودة من خيط الدوبارة على الموصلات والكيابل المعزولة، وعملية التربيط عبارة عن مهارة فرعية للتجهيز .

لماذا نستعمل الرباط ؟

من خلال التربيط نحصل على الآتي :

1/ يثبت كل من العازل والغلاف الواقي المفكوك عند عملية التقشير .

2/ نتجنب حدوث الفك غير المقصود للعوازل والأغلفة الواقية.

3/ تتم وقاية الأسلاك المكونة للأفرع البارزة من الكيابل ذات الأغلفة المعدنية من التلف.

4/ نحتفظ بشكل الموصلات ونهايات الكيابل في الصورة التي صنعت عليها.

أخي المتدرب:

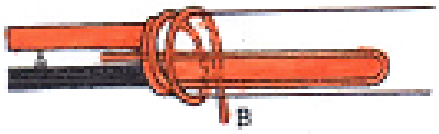
حافظ على ألفاظك وتصرفاتك في إطار من الأدب واللياقة

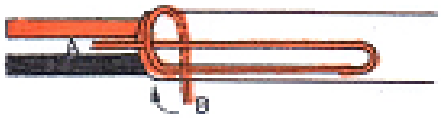
عمل رباط من خيط الدوبارة:

خطوات العمل:

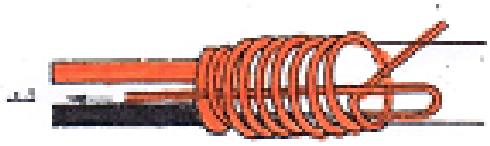
1/ ضع خيط الدوبارة على الموصل في شكل عقدة.

2/ لف حول الموصل ما بين 8 إلى 10 لفات، الواحدة بجوار الأخرى، وذلك بواسطة نهاية الدوبارة (B).

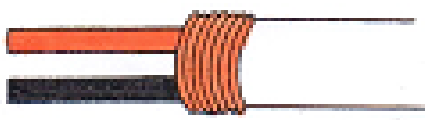




3/ بعد لف اللفة الأخيرة أدخل نهاية الدوبارة (B) داخل العقدة ثم شد من نهاية الدوبارة (A)، وبذلك تنسحب العقدة في اللفات وتمسك نهاية الدوبارة بشدة.



4/ قص نهايات الدوبار (A , B) وأدخلها تحت اللفات.



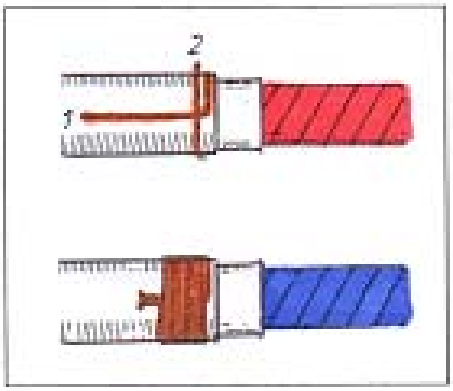
عمل رباط من السلك :

خطوات العمل :

1/ قم بثني نهاية السلك (1) على شكل زاوية قائمة ثم ضعها على غلاف الموصل.

2/ لف فوق تلك النهاية عدة لفات قوية الواحدة تلو الأخرى وذلك بواسطة نهاية السلك (2) (عدد اللفات ما بين 8 إلى 10 لفات).

3/ بعد لف اللفة الأخيرة، ابرم نهايات الأسلاك ثم قصها.



ملحوظة :

يكون قطر سلك الرباط حوالي1ملم.

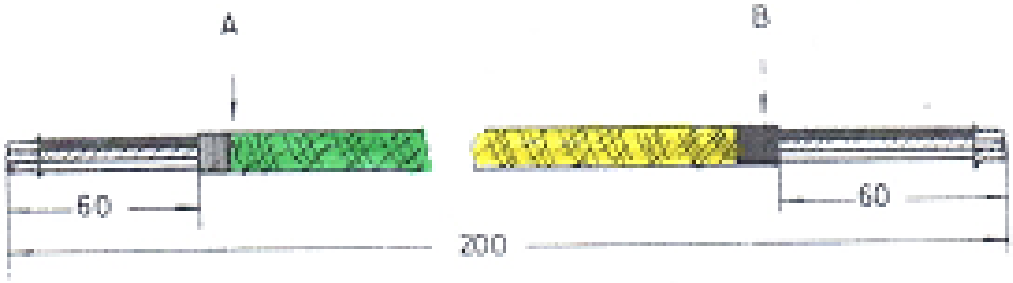
أخي المتدرب:

تقيد باللوحات والملصقات الإرشادية والتنبيهية والتحذيرية .

التطبيقات العملية

رقم التمرين	3	الزمن	3 ساعات
اسم التمرين	عمل ربط الأسلاك باستخدام خيط الدوبارة		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب تجهيز كيبل قطني بلفات من خيط الدوبارة وتعريته		
الأدوات والعدد المستخدمة	1	سكينة تعرية كيابل .	
	2	عراية أسلاك.	
	3	متر قياس .	
	4		

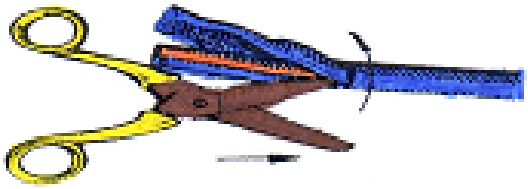
عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	موصل H03 RT-F	3 x 1.5mm² x 220mm
5	جلبة مطاطية	6mm
-	خيط دوبارة مشمع	1mm ∅
6	جلبة موصل	1.5mm²



خطوات العمل :

1) قص الموصلات بطول 200mm بالضبط.

2) شق العازل القطني لمسافة 60mm بالضبط ثم قصه.



3) وضع لفات من خيط الدوبارة على الجانب A وإدخال جلبة من المطاط على الجانب B .

4) تقشير أفرع الموصلات.

5) إدخال جلب للأفرع عند نهايات التوصيل.

ملحوظة : يجب مراعاة عدم إتلاف عازل الأفرع أثناء شق العازل

أخي المتدرب :

لاستمرارية التدريب ولكي يستفيد الجميع حافظ على التجهيزات والخامات الموجودة .

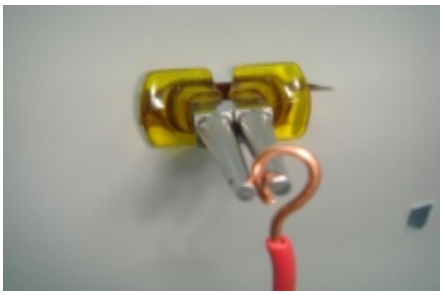
الثني وعمل العراوي للأسلاك الكهربائية :

لماذا تحنى العراوي ؟

يتم حني العراوي على نهايات توصيل الموصلات المعزولة والموصلات العارية ، وذلك للحصول على وصلة قابلة للفك.

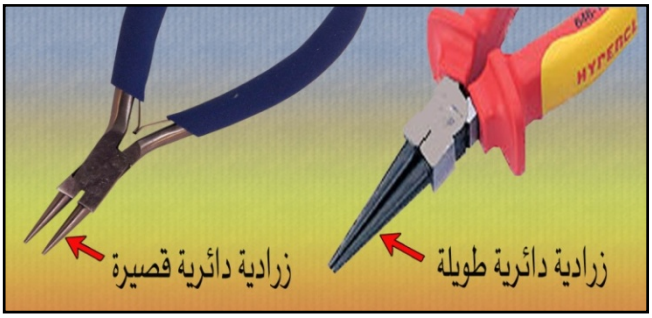
عراوي لموصلات ذات سلك واحد :

في الموصلات ذات السلك الواحد يتم تشكيل العراوي بواسطة الزرادية المستديرة بحيث تكون في شكل حلقة.



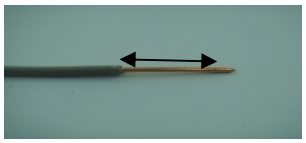
حني العراوي الموصلات ذات موصل واحد :

يتم غالباً حني العراوي البسيطة للموصلات ذات الموصل الواحد بواسطة الزرادية المستديرة، حيث يتم ضبط اتساع العروة من خلال الوضع الملائم لفكي الزرادية المستديرة ذات الأشكال المخروطية وذلك على حسب القطر المطلوب لبرغي التثبيت.



خطوات العمل :

1/ قشر الموصلات المعزولة بالطول اللازم لعمل العروة.

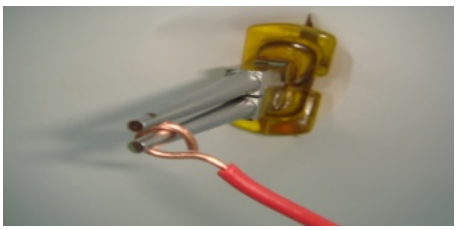


1 سم

2/ أمسك نهاية الموصل بواسطة الزرادية المستديرة وضع فكي الزرادية المستديرة ذات الأشكال المخروطية على حسب قطر العروة المطلوب، بعد ذلك قم بحني نهاية السلك حنياً بسيطاً. استمر في حني العروة من خلال دوران الزرادية المستديرة (في اتجاه دوران السهم).

3/ تأكد من قطر العروة.

4/ أغلق العروة كلية إذا لزم الأمر .



5/ قم بحني العروة من عند منتصف الموصل.

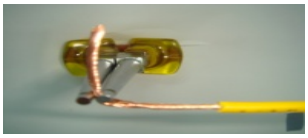
حني عراوي في الموصلات المرنة :

يمكن حني عراوي الموصلات المرنة بالاستعانة بالزراديات المستديرة أو السنابك، وعلى حسب نوع استخدام الموصل المرن وغرضه يتم فتح العراوي من خلال عمل جدايل أو لفات من سلك نحاس رفيع.

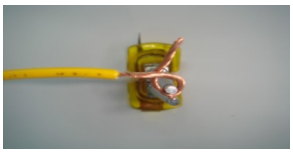
خطوات العمل:

1/ قشر الموصل بالطول اللازم لعمل العروة.

2/ اجدل السلك المرن.



3/ قم بحني نهاية الموصل حول فك زرادية أو سنبك (بالقطر المناسب).



4/ لف نهاية الموصل لفتين إلى ثلاث لفات حول الموصل أو ضعها موازية للموصل.

5/ قم بحني العروة من عند منتصف الموصل.

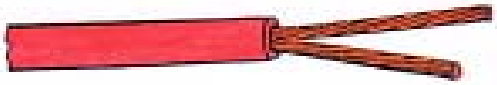
6/ أغلق العروة بواسطة لف سلك نحاس رفيع (القطر حوالي 0.15 سم).

تركيب عراوي حلقية ملساء الشكل بواسطة مكبس يدوي :

خطوات العمل :

1/ قشر الموصل على حسب حجم العراوي الحلقية

2/ جزئ النهاية المقشرة ثم جدلها.

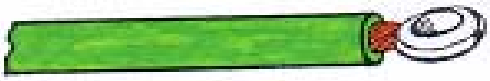


3/ ضع النهايات المجدولة حول العروة ثم أدر النهايات البارزة بسهولة.

4/ تأكد من الوضع الصحيح للعروة ووضعها في سنبك المكبس الفكي.

5/ اضغط على المكبس الفكي بقوة.

6/ قص النهايات البارزة بواسطة القصافة الجانبية.



ملحوظة :

يختار سنبك المكبس طبقاً لقطر العروة، والاختيار الخطأ للسنبك (كبير جداً أو صغير جداً) سوف يفسد شكل العروة.

تركيب عراوي حلقية تاجية الشكل بواسطة مكبس يدوي :

خطوات العمل :

1/ قشر الموصل على حسب حجم العروة الحلقية.

2/ جدل نهاية الموصل المقشرة ثم ضعها في العروة، انتبه بحيث تكون جميع الأسلاك داخل العروة.

3/ ضع العروة داخل المكبس الفكي (الناحية المغلفة للعروة مرسومة إلى أسفل).

4/ اضغط على المكبس الفكي بقوة.

أخي المتدرب:

كن على مستوى عالٍ من الأخلاق وطبقه في التدريب .

التطبيقات العملية

رقم التمرين	4	الزمن	3 ساعة
اسم التمرين	ثني الأسلاك الكهربائية وعمل عراوي		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب عمل عراوي لموصلات مصمتة		

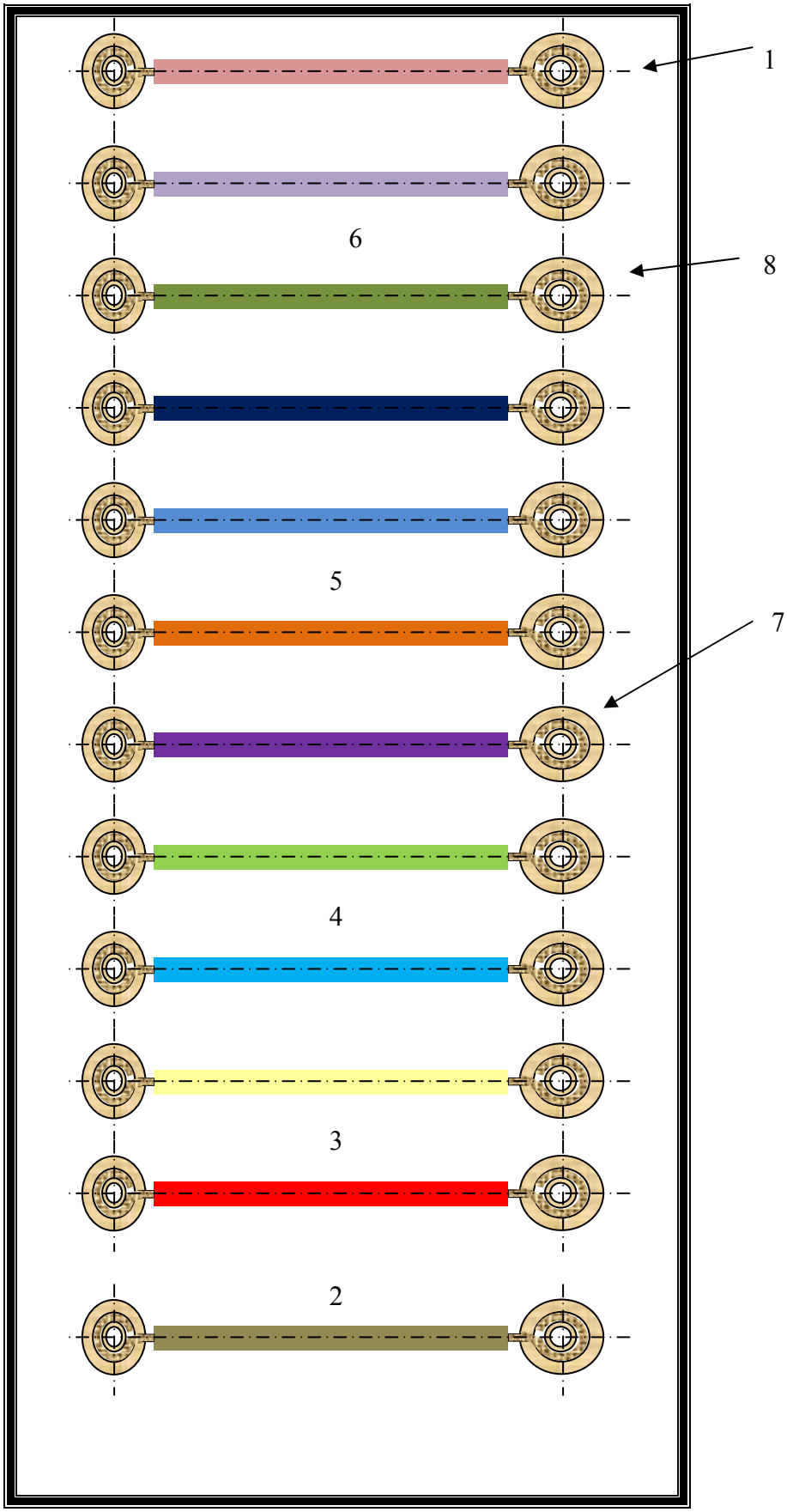
الأدوات والعدد المستخدمة

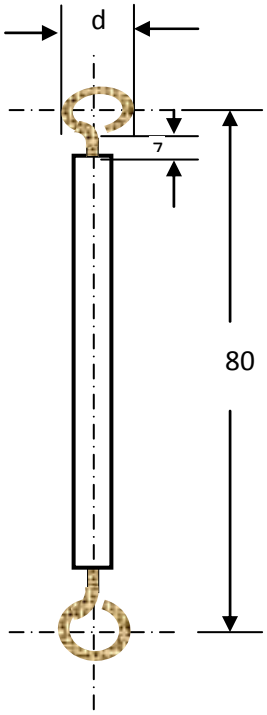
1. قصافة.
2. عراية أسلاك.
3. متر قياس .
4.

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	لوحة توصيل	———
1	موصل H07 V – U	155mm x 10mm^2
1	موصل H07 V – U	350mm x 6mm^2
1	موصل H07 V – U	500mm x 4mm^2
1	موصل H07 V – K	500mm x 2.5mm^2
1	موصل H07 V – K	500mm x 1.5mm^2
6	عروة حلقية (ملساء الشكل)	1.5mm^2
6	عروة حلقية (ملساء الشكل)	2.5mm^2

أخي المتدرب:

افحص المعدات والآلات المستخدمة دائماً وتأكد من سلامتها.


1
8
6
5
7
4
3
2


d
7
80

خطوات العمل :

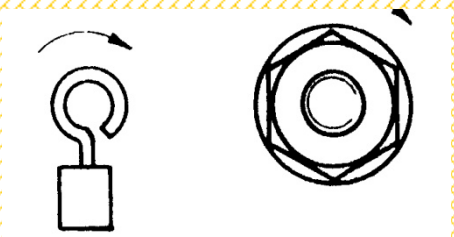
1) تقص الموصلات طولياً وتقشر نهايات التوصيل لمسافات مناسبة.

2) تركيب عراوي حلقية (ملساء الشكل) على الموصلات المرنة، وعند الموصلات التي تحتوي على سلك واحد قم بتجهيز العراوي.

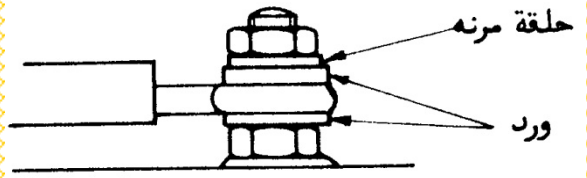
3) ربط الموصلات المزودة بالعراوي على لوحة التوصيل.

ملاحظات :

1/ عند التوصيل يجب أن يكون اتجاه حني العروة مطابقاً لاتجاه دوران صامولة التثبيت.



2/ يجب أن تقع العروة بين وردتين، وذلك عند التوصيل.



3/ يجب ربط صواميل التثبيت بقوة مناسبة، وذلك لضمان الحصول على تلامس صحيح.

4/ يجب إحكام صامولة التثبيت بواسطة حلقة مرنة.

لحام أطراف الأسلاك بالقصدير

توصيل الموصلات المعزولة :

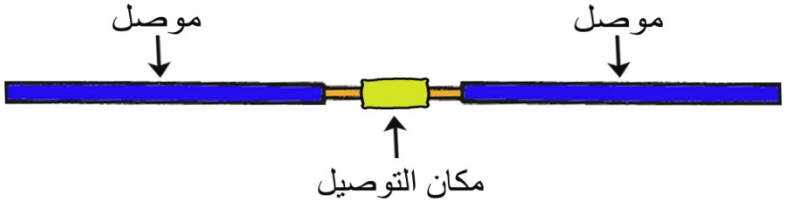
يتوقف مدى استعداد المنشأة الكهربائية للتشغيل على إنجاز وصلات التلامس دون أي تسرب، ولذا تقع الأهمية الكبرى على الفنيين الذين يقومون بإنجاز هذه العملية، وبالذات فإنه تجب مراعاة أن تكون الوصلات معدنية نظيفة ذات ضغط تلامسي كافٍ ومؤمن.

طرق التوصيل التي يجب العمل بها :

نوع الموصل	مساحة المقطع	طرق التوصيل الممكنة
موصلات ذات فرع واحد	$0.5 - 1.5\ mm^2$	اللحام، المشابك .
	$1.5 - 16\ mm^2$	المشابك .
موصلات متعددة الأفرع	من $16\ mm^2$ فأكثر	الكلبسات، الكلبسات ذات عناصر التوصيل ذات المشقبية .
موصلات مرنة	$0.5 - 1.0\ mm^2$	اللحام .
	من $1.5\ mm^2$ فأكثر	الكلبسات ذات عناصر التوصيل ذات المشقبية أو بواسطة جلب أفرع انزلاقية .

المقصود بالموصلات المرنة (الموصلات الشعرية) هي موصلات تتكون من فرع واحد مكون من مجموعة أسلاك دقيقة وبالمرور على إحدى التمديدات الكهربائية فإننا نجد دائماً موصلات كهربائية مطلوب وصلها ببعض.

موصلين متصلين ببعضهما كهربائياً



أخي المتدرب:

لا تلبس الخواتم والقبعات غير المناسبة أثناء التدريب لتجنب نفسك الحوادث .

هناك نوعان من الموصلات الكهربائية هما :

وصلات دائمة (غير قابلة للفك) مثل الوصلات الملحومة أو ذات المشقبية ، ووصلات قابلة للفك ، مثل الوصلات ذات الكلبس.

ويتلخص الفرق بين النوعين في أن الوصلات القابلة للفك يمكن فصلها في أي وقت دون أن تتلف بينما في الوصلات الدائمة ، فإنها تنفصل بعد أن تتلف تماماً أماكن الاتصال.

لماذا تقصدر نهايات التوصيل :

تقصدر نهايات الكيابل لكي :

1/ نتحاشى تكون طبقة أكسيدية عند أماكن التلامس.

2/ نتجنب تفكك الموصلات المرنة ذات الأسلاك المتعددة.

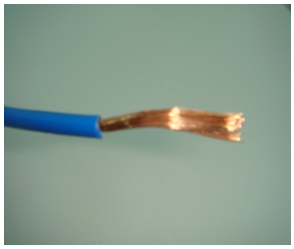
بالنسبة للموصلات ذات الأسلاك المرنة جداً المستخدمة في الوصلات ذات البراغي ووصلات الضغط فإنها لا تقصدر ، نظراً لخطورة كسرها في المنطقة التي تلي مكان القصدرة ، وهنا تكون ميزة استخدام جلبة

ما هي الأدوات والعدد المستخدمة في قصدرة نهايات التوصيل :

تتم قصدرة نهايات التوصيل الخاصة بالموصلات الصغيرة المقطع والمتوسطة (التي لا تتعدى 16 ملم2 تقريباً) بواسطة كاوية اللحام ، أما بالنسبة للمقاطع الكبيرة فتتم قصدرة نهايات توصيلها بواسطة اللهب ، وكذلك فإنه تتم قصدرة نهايات التوصيل الخاصة بالمقاطع الصغيرة والكبيرة في حمام قصدير.

يجب جدل السلك قبل القصدرة

بعد الجدل



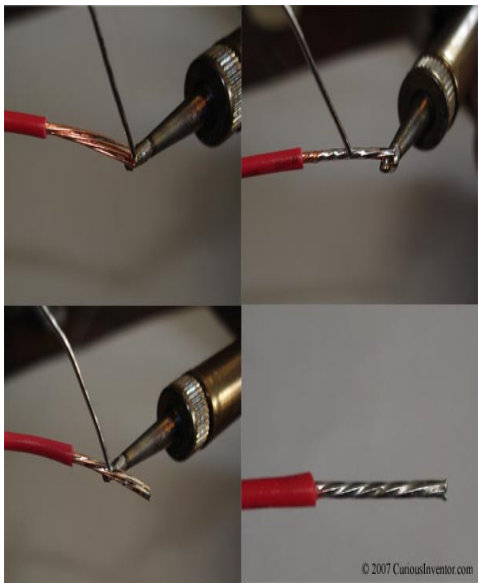
قبل الجدل

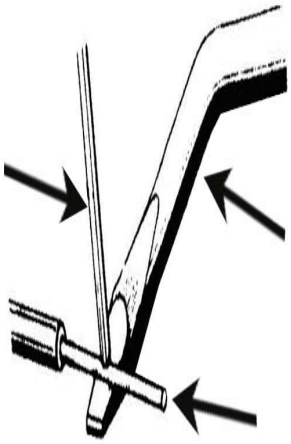
قصدرة نهايات التوصيل بواسطة كاوية اللحام :

خطوات العمل :

1/ جدل نهايات التوصيل العارية بواسطة الأصابع في اتجاه جدل الأسلاك المنفردة.

2/ نظف نهاية التوصيل العارية ثم ادهنها بوسيط اللحام (استخدم في عملية القصدرة القصدير الأنبوبي المحشو بالقلفونية ، وفي حالة عدم توافره يمكن استخدام نوع آخر من القصدير).





3/ ضع نهاية الموصل على كاوية اللحام واجعلها ثابتة أو أمسكها بواسطة الزرادية.

4/ ضع كاوية اللحام وهي ساخنة أسفل الموصل العاري، وسخنها حتى درجة حرارة التشغيل ثم ضع كلاً من قصدير اللحام ووسيط التلاحم من أعلى.

5/ حرك كاوية اللحام على نهاية السلك بحيث تأخذ القصدير الزائد.

6/ يرفع الموصل إلى أن يتجمد قصدير اللحام.

لا تبق كاوية اللحام لفترة طويلة على الموصل العاري، وإلا فسوف ترتفع حرارة الموصل وبالتالي سوف يحترق عازل الموصل.

الوصلات الكهربائية وأنواعها

وصلة مجدولة لموصل (NYA):

خطوات العمل :

1/ قشر الموصل (NYA) بالطول المحدد.

2/ قم بحني نهايات التوصيل المقشرة بزاوية قدرها 45˚ تقريباً ، ثم ضعها فوق بعضها عند مكان الحني.

3/ أمسك نهايات الموصلات عند مكان الحني بواسطة الزرادية ثم اجدلها مع بعض.

4/ قص نهايات الأسلاك الزائدة.

5/ لَحم الوصلة المجدولة.

يجب أن يتخلل معدن اللحام الوصلة المجدولة، ويجب اختبار وصلة اللحام

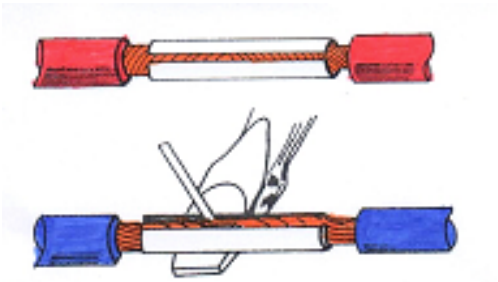
وصلة توصيل ذات جلبة لحام :

خطوات العمل :

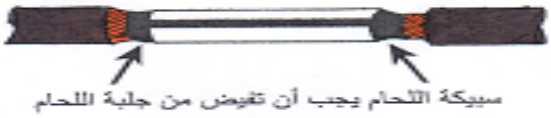
1/ قص الموصل بالطول المطلوب (عند قص الموصلات المرنة فإنها تفقد شكلها المستدير (أعد تشكيلها بواسطة الأصابع).

2/ قشر نهايات الموصلات (في الموصلات المرنة تجب مراعاة أن يبقى المنظر الجانبي للموصلات كما هو، وإذا لزم الأمر أعد جدل أفرع النحاس في اتجاه الجدل بعناية).

3/ ادفع نهايات الموصلات داخل جلبة اللحام.



4/ سخن جلبة اللحام من أسفل حتى تصل إلى درجة حرارة التشغيل، ضع قصدير اللحام ذا القلفونية على الحافة المفتوحة لجلبة اللحام ،وذلك من أعلى.



سبيكة اللحام يجب أن تفيض من جلبة اللحام

1/ أثناء إجراء عملية اللحام يجب انسياب سبيكة اللحام بانتظام وبسرعة، تتشرب السبيكة بالكامل داخل جلبة اللحام وتفيض إلى الخارج عند نهايات جلبة اللحام .

2/ يجب أن يتناسب قطر جلب اللحام مع قطر الموصل، وتصنع من

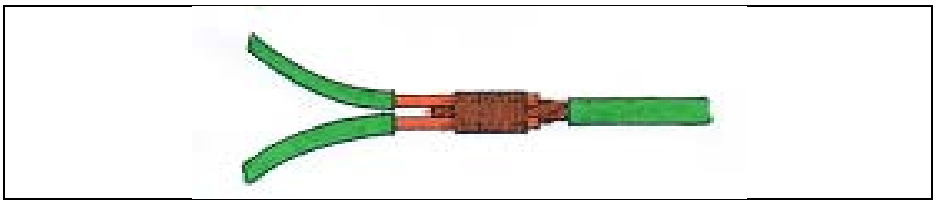
وصلة توصيل ملحومة وملفوفة بالسلك :

تستخدم دائماً وصلات التوصيل الملحومة والملفوفة بالسلك في الحالات التالية :

1/ عندما يكون قطر سلك التوصيل سميكاً جداً ، لدرجة يصعب فيها جدل الأسلاك بطريقة صحيحة (أسلاك توصيل من 6 ملم2 فأكثر).

2/ عندما يكون المطلوب ربط موصلات ذات أسلاك مرنة من النوع (HO7 V - K) مع موصلات ذات سلك مفرد من النوع (HO7 V - U).

3/ عندما يكون المطلوب عمل تفريعة توصيل.



إرشادات :

1/ لعمل لفات من السلك انظر الأشكال السابقة.

2/ يجب أن يكون سلك الربط مصنوعاً من نفس معدن الموصلات المطلوب وصلها وفي الغالب من النحاس (قطر 0.8 ملم).

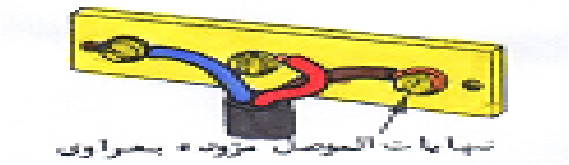
3/ يجب أن يكون سلك الربط عارياً (بدون عازل) وعند استخدام سلك لف من النحاس كالمستخدم في لف المحركات يجب أولاً إزالة عازل الورنيش بالكامل (بالحرق أو الكحت).

4/ يجب لف سلك الربط بقوة حول الموصلات المطلوب وصلها ، كما يجب أن تكون اللفات متجاورة جداً من بعضها.

5/ عند اللحام يجب أن يتخلل معدن اللحام لفات السلك.

توصيلات أجهزة خاصة بأحمال متنقلة ذات براغي أو قلاووظ توصيل :

إذا وصل موصل متحرك ببرغي أو قلاووظ توصيل فإنه من الضروري عمل عراوي أو حذاء كيبل عند نهايات التوصيل، حيث تمنع انفراد أسلاك التوصيل الدقيقة وبذلك تضمن عدم التلامس وعدم حدوث أي قصر في الدائرة الكهربائية.

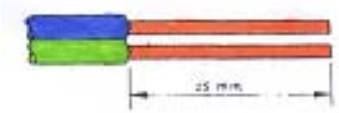


تضغط عراوي التوصيل على نهايات التوصيل بواسطة زرادية خاصة للعراوي.

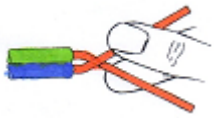
عمل وصلة مجدولة:

خطوات العمل :

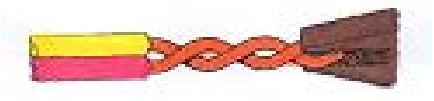
1/ قشر الموصلات المطلوب عمل وصلة مجدولة لها وذلك بطول 25 ملم ثم ضعها بجوار بعضها بحيث تكون متوازية.



2/ اجدل الموصلات باليد في اتجاه اليمين.



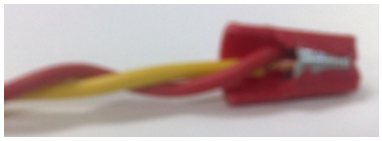
3/ اجدل الموصلات المجدولة بشدة وذلك بواسطة الزرادية.



4/ استمر في جدل الموصلات بواسطة الزرادية إلى أن تحصل على لفة واحدة مجدولة من جزء الموصلات المعزولة.

5/ قص الجزء المجدول غير المعزول لمسافة مقدارها 12 ملم.

6/ اربط نهايات الموصلات المجدولة مع بعضها بواسطة طرف توصيل ذي قلاووظ داخلي مخروط الشكل.

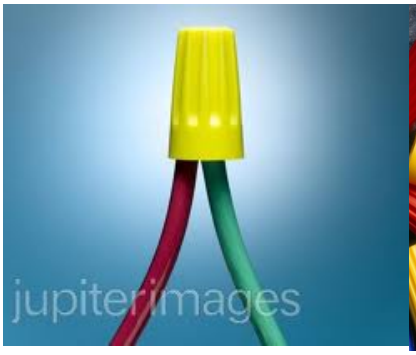


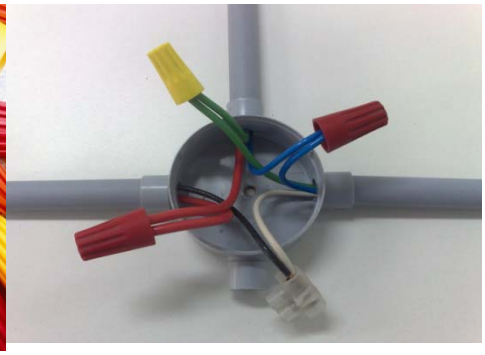
ملحوظة :

من خلال طرف التوصيل يتم تجنب تفرع الوصلة المجدولة، ويتكون طرف التوصيل من مادة عازلة بحيث يتم عزل الوصلة المجدولة في نفس الوقت.

وصلات توصيل الموصلات وتوصيلاتها في المنشآت ثابتة المكان :

في التمديدات ثابتة المكان (على أو تحت البياض) لا يسمح باستخدام موصلات مرنة، ففي هذا النوع من التمديدات تستخدم الموصلات الخاصة بالتمديدات الثابتة. إذا تطلب الأمر عمل موصلات توصيل على موصلات تمديدات ثابتة فإنها تتم في علب التوزيع، وتنفذ هذه الوصلات إما على هيئة أطراف توصيل علبة أو وصلات مجدولة.





أمثلة على الوصلات الغير قابلة للفك :

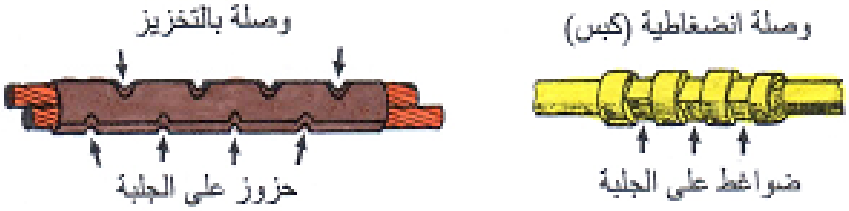
1/ وصلة اللحام :

تجد وصلة اللحام في الموصلات الكهربائية استخدامات في كل مكان يحتاج إلى درجة أمان كبيرة في التلامس، أو من ناحية المكان (بناء الأجهزة مثلاً) عندما لا يكون هناك أي إمكانية وصلة أخرى.

يمكن إعادة فصل الموصلات فقط من خلال فك اللحام الموجود في مكان اللحام.

2/ الوصلات المكبوسة والوصلات الانضغاطية :

في الوصلات المكبوسة والانضغاطية للموصلات الكهربائية تكون الموصلات الموصولة مضغوطة داخل جلب كبس أو انضغاطية، وهنا تستخدم زراديات أو مكابس خاصة.



ويمكن فصل الموصلات من خلال إتلاف الجلبة الكابسة أو الجلبة الضاغطة.

أخي المتدرب:

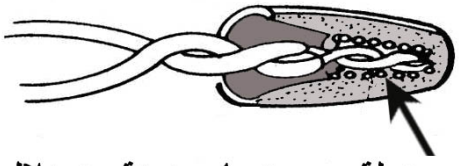
أن تنفيذك للوصلات القابلة للفك تكسبك المهارة في التوصيل .

أمثلة على الوصلات القابلة للفك :

1/ الوصلة المجدولة :

في هذا النوع من الوصلات يتم جدل الموصلات مع بعضها ، وتؤمن الوصلة المجدولة بواسطة كلبس له قلاووظ داخلي مخروطي الشكل .

وصلة مجدولة



الموصلات مجدولة مع بعضها ومؤمنة من خلال الكبس

يمكن إعادة فصل الموصلات من خلال فرد الضفيرة، وتستخدم الوصلات المجدولة في الموصلات الخاصة بالتمديدات الثابتة فقط، حيث لا تكون مناسبة بالنسبة للموصلات المرنة (المرنة مثل وصلات المكانس) وذلك نظراً للخطورة التي تكمن في فك الوصلة المجدولة من نفسها.

أخي المتدرب :

تجنب المزاح بمعدات اللحام الطري ذات المصدر الحراري الذاتي أو العدد الأخرى لما في ذلك من خطر عليك وعلى زملائك.

حذاء الكابل

تركيب حذاء للأسلاك والكيابل بالكبس واللحام :

إن استخدام أحذية الكيابل الملحومة في هندسة القوى الكهربائية حالياً أصبح موجوداً حيث يتم تركيب كل من أحذية الكيابل ذات المشقبية، أحذية الكيابل ذات القامطة وأحذية الكيابل القابلة للكبس على الموصل بصورة أسرع وبمجهود أقل.

أنواع أحذية الكابل :

أحذية كابلات ملحومة :

وهي أحذية كيابل مثقوبة تستعمل للموصلات النحاسية ذات مساحة مقاطع من 10.75 إلى 300 ملم2 طبقاً للمواصفات القياسية.

خطوات العمل :

- **تركيب أحذية كابلات صغيرة بواسطة اللحام :**

1/ قشر الموصل بالطول المطلوب.

2/ ادفع نهاية الموصل المقشرة داخل الجلبة.

3/ لَحم نهاية الموصل في الجلبة، وهنا يتم تسخين جلبة حذاء الكيبل إلى درجة حرارة التشغيل، وترك معدن اللحام ينساب داخل الجلبة.

4/ اربط نهاية الموصل إذا لزم الأمر (بواسطة خيط الدوبار أو الشريط العازل).

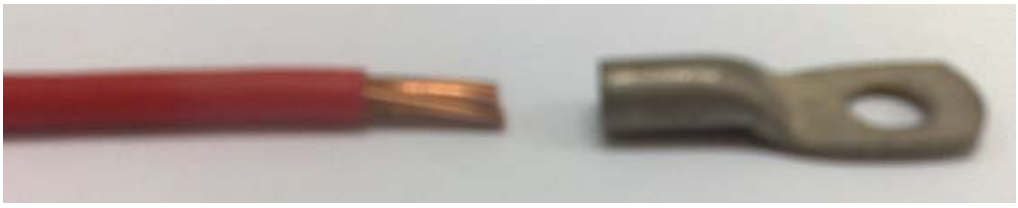
التطبيقات العملية

رقم التمرين	5	الزمن	4 ساعات
اسم التمرين	تركيب جلب على أطراف كيبل		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب تركيب جلب على أطراف كيبل باستخدام لحام القصدير		

الأدوات والعدد المستخدمة	1	قصافة.		
	2	سكين تعرية		
	3	متر قياس.		
	4	كاوية لحام.		
	5	عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
		1	كابل	16 mm
		1	قصدير لحام بالقلفونية LSn 60	———
		1	جلبة	16 mm

خطوات العمل :

نزع العازل



دفع الموصل داخل الجلبة

وضع لحام القصدير داخل الجلبة تحت درجة حرارة التشغيل

الشكل النهائي بعد تثبيت الجلبة

يجب أن يملأ معدن اللحام جلبة حذاء الكيبل، ولا يسمح له بالاستمرار في الانسياب وإلا سوف يحترق عازل فرع الموصل – يستخدم قصدير اللحام بالقلفونية (LSN 60) .

بالنسبة لحذاء الكيبل فيوجد في أشكال متعددة وسوف تثبت أيضاً نهاية التوصيل بطرق فنية مختلفة على حسب نوع الحذاء.

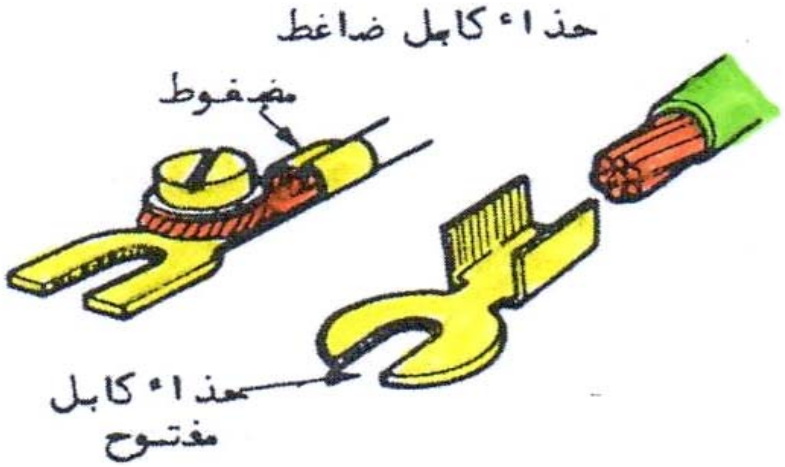
أمثـــلة :

1/ حذاء كيبل ذو لحام :

يوضع حذاء الكيبل ذو اللحام على نهاية التوصيل من خلال اللحام الطري، حيث تتم هذه العملية بواسطة كاوية اللحام الكهربائية وذلك بالنسبة للأحذية الصغيرة، أما بالنسبة للأحذية الكبيرة التي تبدأ من 25 ملم2 فإنها تلحم باللهب (يسمح بحذاء الكيبل ذي اللحام في حالات خاصة فقط).

2/ حذاء كيبل انضغاطي :

في هذا النوع من الأحذية يتم توصيل نحاسة التوصيل بحذاء كيبل من خلال الضغط على جلبة حذاء الكيبل، ويستخدم لهذا الغرض زرادية ضاغطة خاصة.

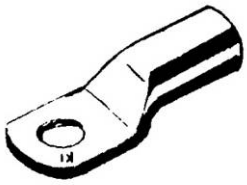


ملحوظة :

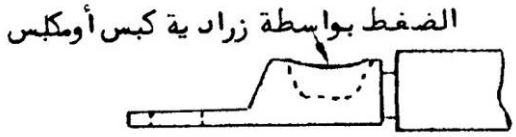
حذاء الكيبل الانضغاطي الموضح بالرسم هو من نوع حذاء الكيبل المفتوح، وعند توصيله ببرغي توصيل فإنه يجب أن يكون برغي التوصيل سائباً فقط، وبذلك يمكن إزاحة حذاء الكيبل أسفل برغي التوصيل، دون فك البرغي بالكامل إلى الخارج، ويكثر استخدام هذه الأنواع من الأحذية في هندسة التيار المنخفض.

1/ حذاء كيبل ذو الثقب :

يتم توصيل نهاية الكيبل ذي الثقب بنهاية الموصل من خلال الضغط على جلبة حذاء الكيبل والعدة المستخدمة لهذا الغرض هي زرادية كبس، أو مكبس هيدورليكي وذلك في حالة أحذية الكيابل ذات المقاطع الكبيرة.

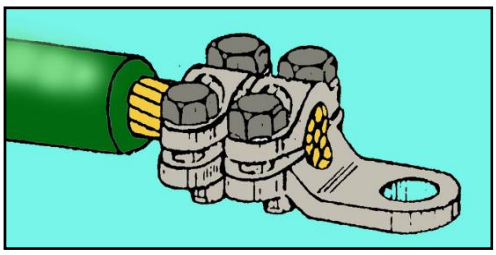


حذاء كابل ذو ثقب



2/حذاء كيبل ذو الرباط :

يستعمل في الموصلات التي تبدأ مقاطعها من 10 ملم2 ويتميز هذا النوع من أحذية الكيابل في أنه يمكن تركيبه على نهاية الموصل دون الحاجة إلى أدوات خاصة مثل الزرادية الكابسة أو اللحام.



إنشاء أحذية الكيابل ذات الرباط :

خطوات العمل :

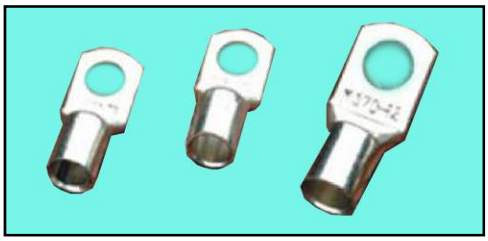
إنشاء أحذية كيابل بواسطة براغي:

1/ اختر أحذية كيابل مناسبة لمقطع الموصل وضعها على الكيبل.

2/ اربط البراغي بانتظام (لا يجب أن يتغير شكل الموصل).

أحذية الكيابل ذات الثقب :

تستخدم أحذية الكيابل ذات المشقبية للموصلات المتعددة الأسلاك والموصلات المرنة، بالنسبة للأحذية ذات المقاطع التي لا تتعدى 16 ملم2 ويتم كبسها على الموصل بواسطة زرادية كبس، أما بالنسبة للمقاطع التي تبدأ من 16 ملم2 فتستخدم مكابس (عادة تكون مكابس هيدروليكية).



عند كبس أحذية الكيابل ذات الثقب يجب مراعاة ما يلي :

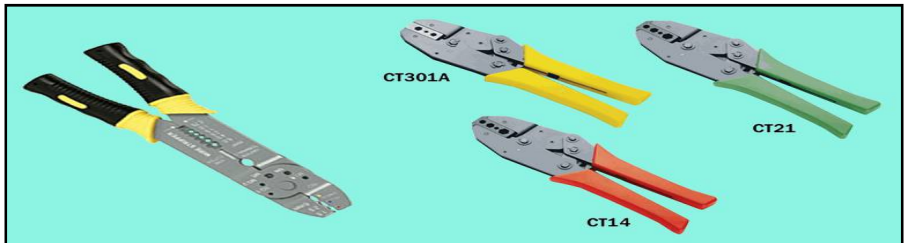
1/ الاختيار المناسب للعدة اللازمة لعملية الكبس (زرادية كبس، مكابس كبس).

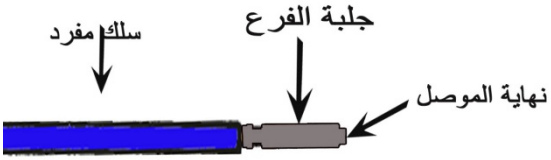
2/ عند استخدام الأدوات الكابسة يجب أن تكون مقاسات التجاويف الموجودة بها طبقاً لحجم مقطع موصل الكيبل.

3/ أن تتم عملية الضغط على حذاء الكيبل في المكان الصحيح، ويجب أن تكون عملية الكبس عند منتصف جلبة حذاء الكيبل.

4/ تجنب الكبس عند بداية أو نهاية جلبة حذاء الكيبل.

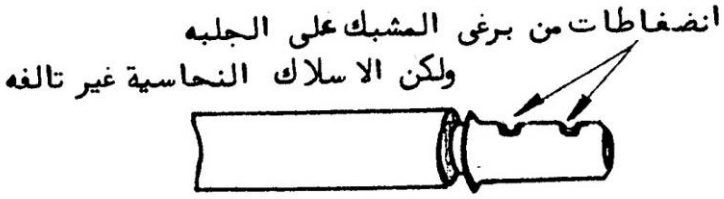
5/ يجب ضغط أداة الكبس حتى النهاية، وألا فلن تحصل على وصلة كبس صحيحة، ويجب مراعاة ذلك بصفة خاصة في زراديات الكبس.

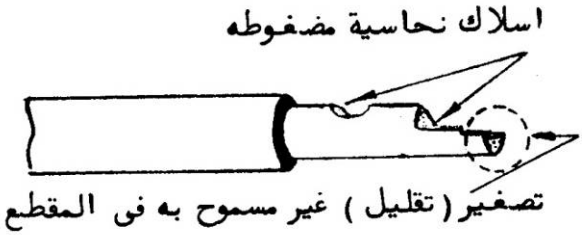


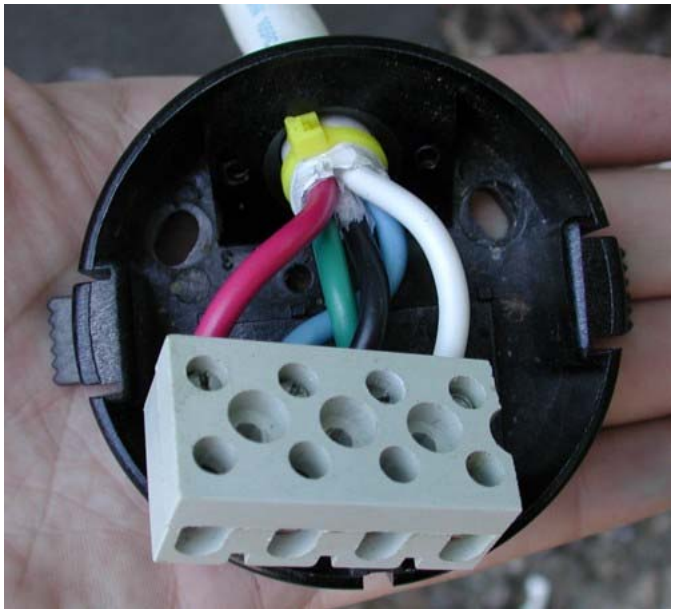


تضغط الجلبة بواسطة قصافة مستديرة

موصل مرن بدون جلبة فرع متصل بقابس بدون واقٍ







كبس البنس:

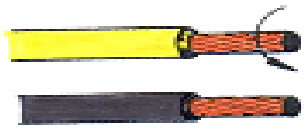
خطوات العمل:

1/ قص الموصل على حسب الطول الموضح ثم قشر الغلاف.

2/ من خلال القص تفقد نهاية الموصل وشكلها المستدير .

3/ اجعل الشكل مستديراً مرة أخرى وذلك بواسطة اليد.

4/ قشر نهاية الموصل بعناية لمسافة تساوي طول الجلبة، أعتن بالشكل الأصلي للموصل بحيث يبقى كما هو .



5/ إذا لزم الأمر، اجدل بعناية الأفرع النحاسية في اتجاه الجدل.

6/ ادفع الجلبة فوق نهاية الموصل، انتبه بحيث تنزلق جميع الأسلاك النحاسية داخل الجلبة.

7/ اضغط ببساطة على الجلبة بواسطة أسنان قصافة مستديرة بحيث لا تنزلق مرة أخرى من نهاية الموصل.

التمارين العملية

رقم التمرين	6	الزمن	4 ساعات
اسم التمرين	1- استخدام زرادية كبس البنس 2- استخدام زرادية كبس أسلاك التلفون و أسلاك الشبكة		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب تركيب نهايات باستخدام زرادية كبس البنس أن ينفذ المتدرب تركيب مشبك سلك تلفون أن ينفذ المتدرب تركيب مقبس RJ-11 على نهاية موصلات الشبكة		

الأدوات والعدد المستخدمة

1. قصافة.
2. زرادية كبس البنس
3. زرادية كبس (تلفون) موصل RJ-11
4. مترقياس .

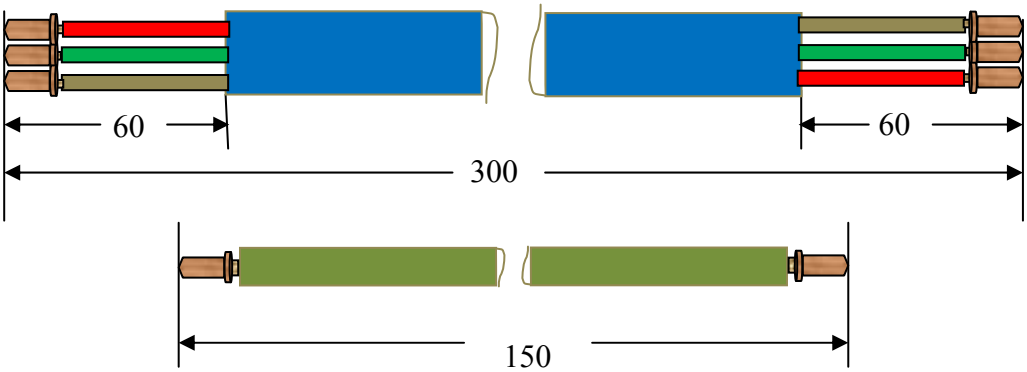
1- استخدام زرادية كبس البنس

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
5	موصل H07 RN - F	3 x 1.5mm² x 320mm
5	موصل H07 - K	1 x 4mm² x 170mm
30	جلبة فرع	1.5mm²
10	جلبة فرع	4mm²

2- استخدام زرادية كبس أسلاك التلفون و أسلاك الشبكة

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
2+2	وصلات RJ-11- مشبك تلفون	-
1	سلك تلفون	1m
1	سلك شبكة	1m

أخي المتدرب:
تعامل مع المواد القابلة للإشتعال بحذر شديد .



خطوات العمل :

1) قص الموصلات وتقشرها طبقاً للأطوال المعطاة.

2) تدخل جلب للأفرع على نهايات التوصيل.

3) كبس الجلب باستخدام زرادية كبس البنس

ملاحظات :

1/ يجب مراعاة انزلاق جميع الأسلاك النحاسية داخل الجلبة.

2/ يجب مراعاة عدم إتلاف عازل الأفرع أثناء شق العازل القطني.

3/ يجب اختيار جلب مناسبة لمساحة مقطع الموصل.

خطوات العمل :

1- تعرية سلك التلفون بواسطة الزرادية

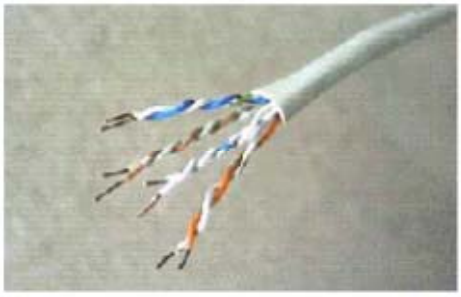
2- تعرية أطراف السلك بواسطة الزرادية

3- تركيب مشبك في اتجاه موحد من الجهتين والتأكد قبل كبس المشبك أته في نفس الاتجاه

خطوات العمل:

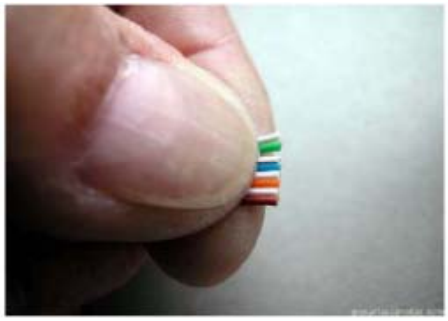
1) أقطع طرف الكيبل بحسب الطول المطلوب.

2) قم بتعرية العازل الخارجي للكيبل بستخدام زرادية كبس التلفون.



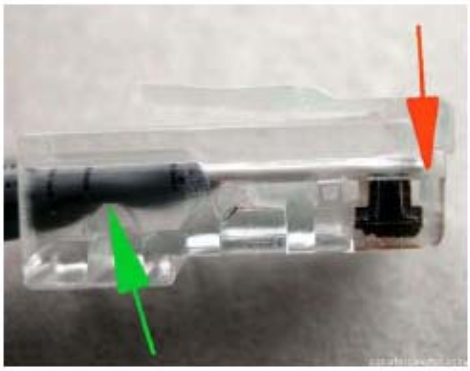
3) رتب الأسلاك داخل الكيبل بالترتيب المناسب.

1) قص الأسلاك بحيث يكون طولها 0.5سم تقريباً.



2) أدخل الأسلاك في المقبس RJ-11 وتأكد أن جميع الأسلاك قد دخلت في المسارات المخصصة لها.

3) تأكد من أن جميع الأسلاك قد وصلت إلى الدبابيس النحاسية الموجودة أعلى المقبس، وأن غلاف الكيبل قد وصل إلى اللسان الموجود في المقبس.



4) ضع المقبس RJ11 في زرادية الهاتف واضغط عليه بالزرادية

أخي المتدرب:

تعرف على مكان حقيبة الإسعافات الأولية ليسهل عليك الوصول إليها عند الحاجة.

التمارين العملية

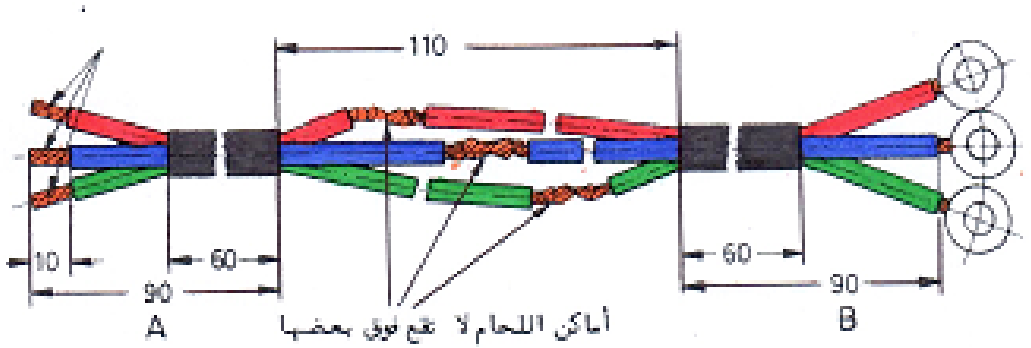
رقم التمرين	7	الزمن	3 ساعات
اسم التمرين	لحام أطراف أسلاك كابل ذو أربعة أطراف شعيرات بالقصدير		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب لحام أطراف أسلاك كيبل شعيرات بالقصدير		

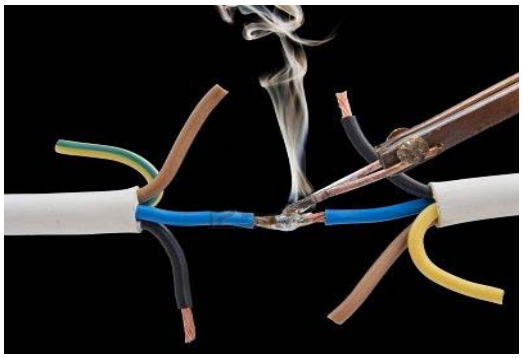
الأدوات والعدد المستخدمة

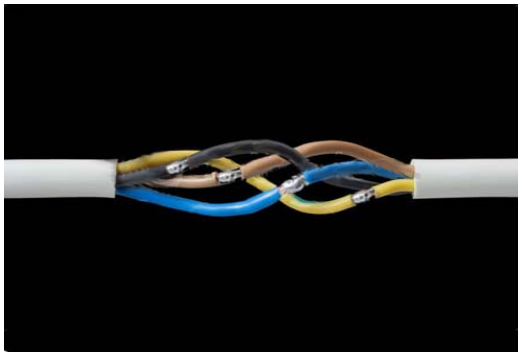
1	قصافة.
2	عراية أسلاك.
3	متر قياس.
4	كاوية لحام.

5

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	موصل H07 RN-F	3 x 1.5mm^2 x 400mm
15	عراوي توصيل	M 5
1	قصدير لحام أنبوبي	L Sn 60







خطوات العمل :

1) قس وقص الموصلات بطول 200mm .
2) انزع غلاف نهاية الموصل لمسافة 70mm .
3) ضع أفرع التوصيل الخاصة بنهايات التوصيل بحيث لا تقع فوق بعضها وذلك طبقاً للرسم المعطى ثم قصها وقشرها (بحيث لا تقع أماكن اللحام فوق بعضها).
4) ضع نهايات التوصيل مع بعضها ثم إجدلها (لمسافة 110mm تقريباً).
5) الحم أماكن الموصلات المجدولة.
6) قشر عازل الغلاف عند نهاية التوصيل (A) بحث يتبقى من غلاف الموصل طول (60mm).
7) قص نهاية التوصيل (A) بطول (90mm).
8) قشر أفرع الموصلات (A) بطول (10mm).
9) قصدر نهايات الأفرع (A) .
10) قشر عازل الغلاف عند نهاية التوصيل (B) بحيث يتبقى من غلاف الموصل طول (60mm).
11) قشر نهاية التوصيل (B) بطول (90mm).
12) ضع عراوي توصيل عند نهايات الأفرع.

أخي المتدرب :

كن مستمعاً جيداً للمدرب وطبق ما يطلب

التطبيقات العملية

رقم التمرين	8	الزمن	9 ساعات
اسم التمرين	توصيل ولحام سلكين مع بعضهما (مصمت مع مصمت – شعيرات مع مصمت – شعيرات مع شعيرات)		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب توصيل ولحام سلكين مع بعضهما (مصمت مع مصمت – شعيرات مع مصمت – شعيرات مع شعيرات)		

الأدوات والعدد المستخدمة

1	قصافة.
2	عراية أسلاك.
3	متر قياس.
4	كاوية لحام.

5

مصمت مع مصمت

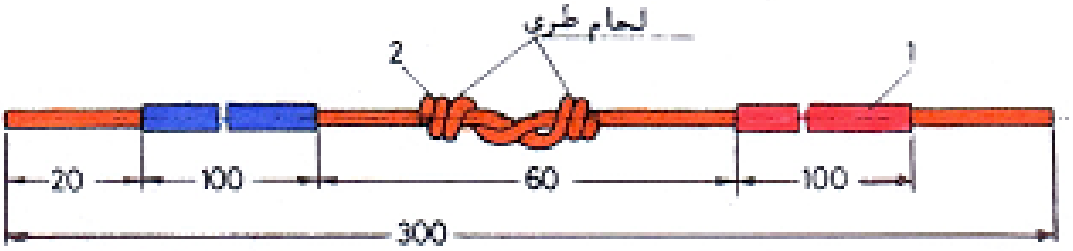
عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	موصل H07V-U	$2.5mm^2$ x 2m
1	قصدير لحام أنبوبي L sn 60	ـــــ

شعيرات مع مصمت

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	موصل H07V-U	$2.5mm^2$ x 2m
1	موصل H07V-K	$2.5mm^2$ x 2m
1	قصدير لحام أنبوبي L sn 60	ـــــ

شعيرات مع شعيرات

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	موصل H07V-K	$2.5mm^2$ x 2m
1	قصدير لحام أنبوبي L sn 60	ـــــ



خطوات العمل:

1) قس وقص أطوال الموصلات (480mm).

2) نصف الموصل (240mm).

3) قشر كل نهاية لمسافة (110mm).

4) ضع نهايات التوصيل مع بعضها لمسافة (60mm) ثم اجدلها والحمها.

5) قص الموصلات بطول (300mm).

6) قشر كلتا النهايتين بطول (20mm).

ملاحظات:

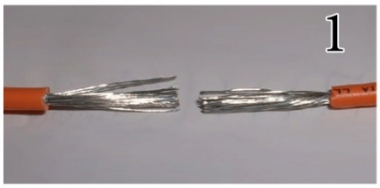
1/ اضبط القشارة على الموصل بعناية كبيرة وإلا فسوف تنشأ خطورة في كسر الموصل.

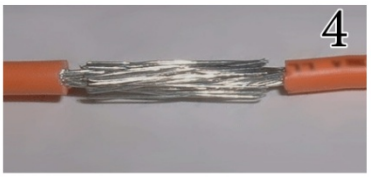
2/ اختبر نوعية وصلة اللحام.

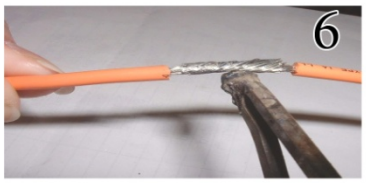
3/ ضع كاوية اللحام الساخنة في المكان المخصص بحيث تأمن من خطر

أخي المتدرب:

تجنب المزاح بمعدات اللحام الطري ذات المصدر الحراري الذاتي أو العدد الأخرى لما في ذلك من خطر عليك وعلى زملائك.







خطوات العمل:

1) قس وقص أطوال الموصلات (480mm).
2) قشر كل نهاية لمسافة (110mm).
3) دمج نهايات التوصيل مع بعضها ولحامها بالقصدير.
4) قص الموصلات بطول (300mm).
5) قشر كلتا النهايتين بطول (20mm).

ملاحظات:

1/ اضبط القشارة على الموصل بعناية كبيرة وإلا فسوف تنشأ خطورة في كسر الموصل.
2/ اختبر نوعية وصلة اللحام.
3/ ضع كاوية اللحام الساخنة في المكان المخصص بحيث تأمن من خطر الحوادث بالحريق.

التمارين العملية

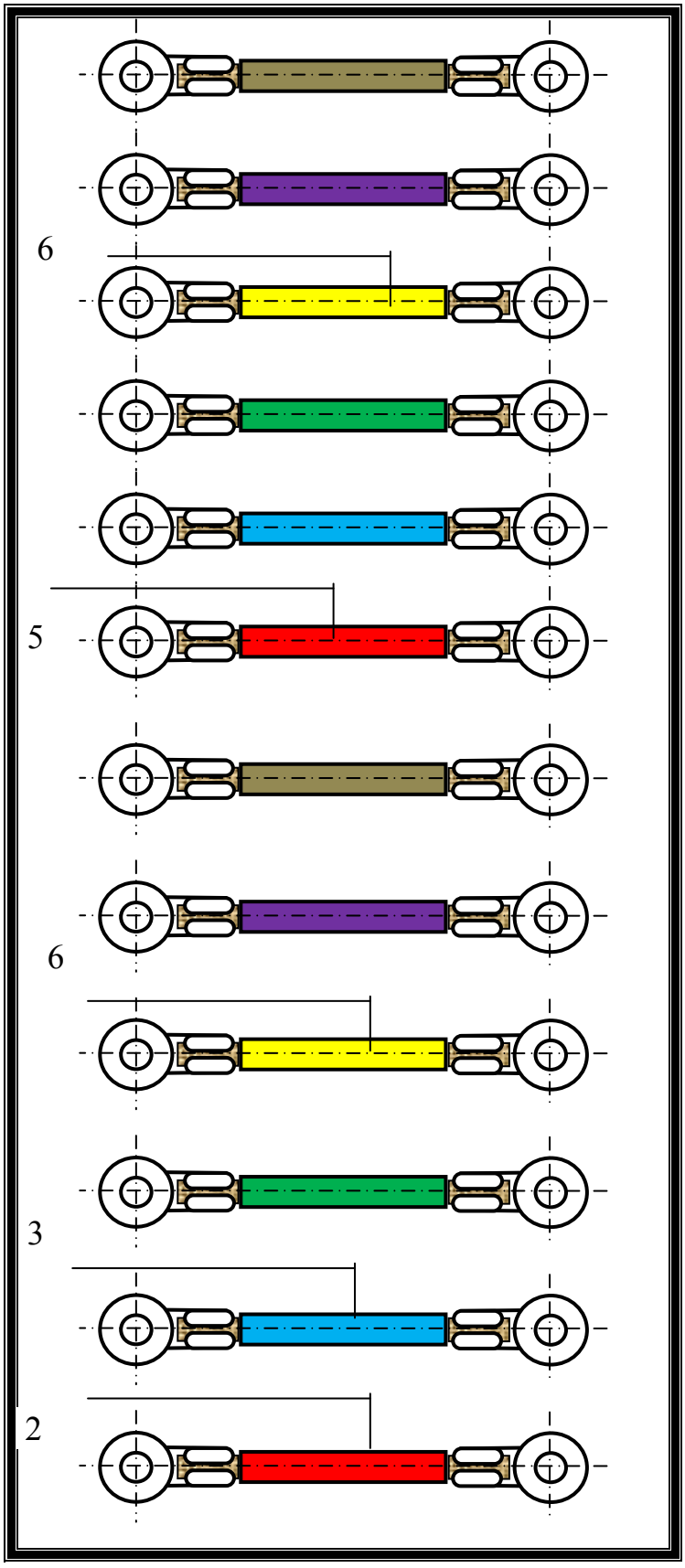
رقم التمرين	9	الزمن	5 ساعات
اسم التمرين	تركيب حذاء للأسلاك والكابلات بالكبس واللحام		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب تركيب حذاء للأسلاك بالكبس و اللحام		

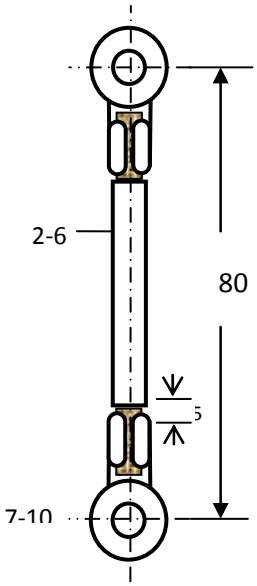
الأدوات والعدد المستخدمة

1	قصافة.
2	عراية أسلاك.
3	متر قياس.
4	كاوية لحام.

5

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	لوحة تثبيت	——
1	موصل H07 V – U	$10mm^2$ x 125mm
2	موصل H07 V – U	$6mm^2$ x 250mm
3	موصل H07 V – U	$2.5mm^2$ x 375mm
3	موصل H07 V – U	$1.5mm^2$ x 375mm
3	موصل H07 V – K	$1.5mm^2$ x 375mm
2	حذاء كيبل $10\ mm^2$	A6×4.3
4	حذاء كيبل $6\ mm^2$	A6×3.4
6	حذاء كيبل $2.5\ mm^2$	A5×2.3
12	حذاء كيبل $1.5\ mm^2$	A4×2.3
1	قصدير لحام بالقلفونية LSn 60	——
1	قصدير لحام LSn 60	——
1	مساعد لحام	——


6
5
6
3
2


2-6
80
5
7-10

خطوات العمل :

1) قس وقص الموصلات بالطول المحدد.
2) قشر نهايات التوصيل.
3) ضع حذاء الكيبل ثم لَحمه.
4) ثبت الموصلات المزودة بأحذية الكيابل على لوحة التثبيت.

ملاحظات :

1/ تلحم أحذية الكيابل ذات المقاطع ($1.5mm^2$ & $2.5mm^2$) بواسطة سبيكة اللحام ذات القلفونية (LSn 60).

2/ بالنسبة لأحذية الكيابل ذات المقاطع ($6mm^2$ & $10mm^2$) فسوف تلحم بواسطة سبيكة اللحام (LSn 60). ووسيط التلاحم المستخدم هو مساعد لحام.

3/ تنظف أماكن اللحام التي تستخدم فيها مساعد لحام كوسيط تلاحم جيداً، يتم الحصول على عمليات لحام سليمة، فقط عندما تكون خرطوشة اللحام

أخي المتدرب :

تعرف على مكان حقيبة الإسعافات الأولية ليسهل عليك الوصول إليها عند الحاجة.

التطبيقات العملية

رقم التمرين	10	الزمن	2 ساعات
اسم التمرين	توصيل أطراف التوصيل بشعب النهايات ذات الحامل		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب توصيل أطراف التوصيل بشعب النهايات ذات الحامل		
الأدوات والعدد المستخدمة	1	سكينة تعرية كيابل .	
	2	عراية أسلاك.	
	3	متر قياس .	
	4	عدد القطع: 5 — اسم القطعة: شعب النهايات ذات الحامل — الأبعاد: =	
		عدد القطع: 5 — اسم القطعة: موصل H07 - K — الأبعاد: 1 x 1.5mm² x 170mm	

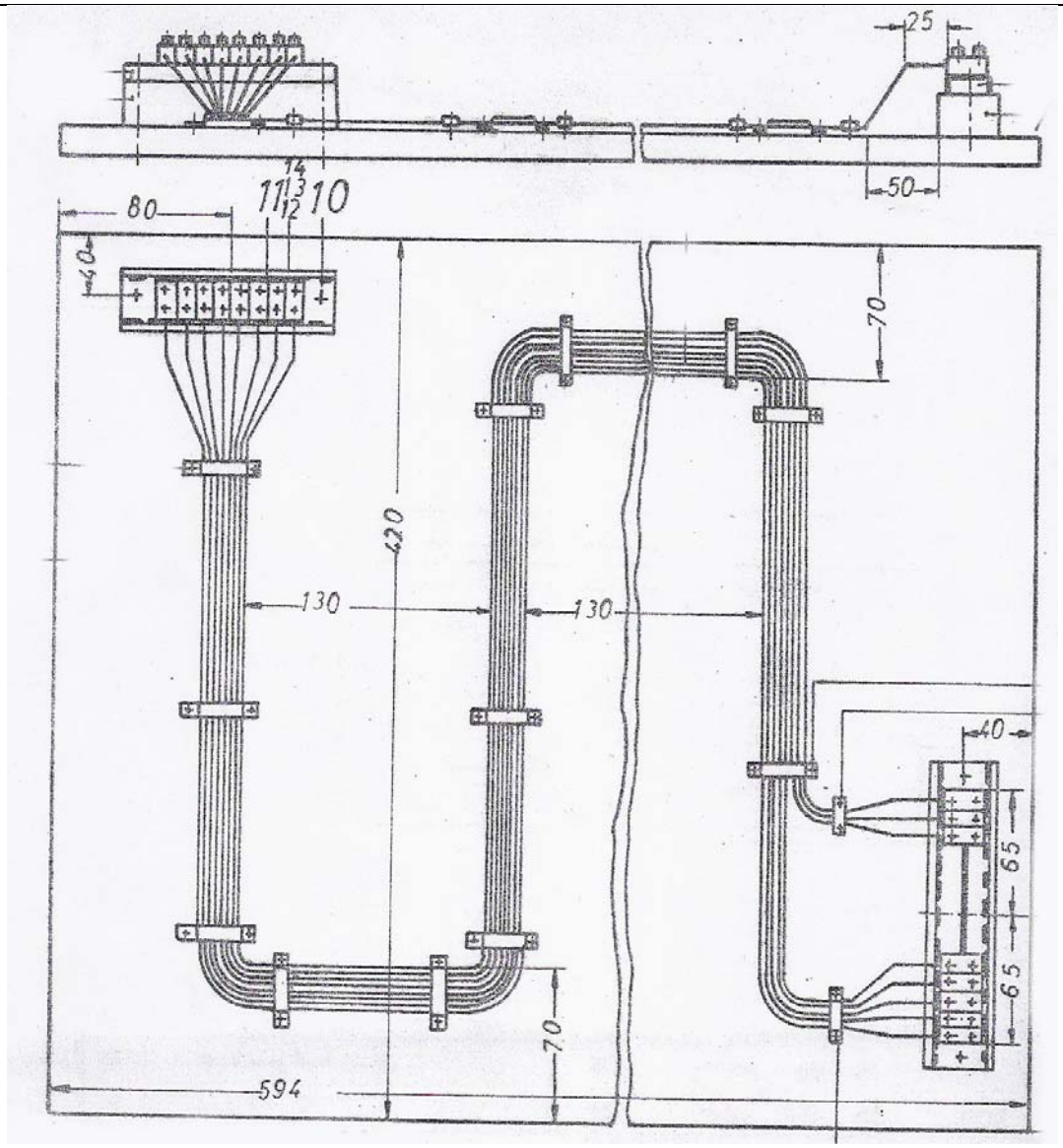
خطوات العمل :

1) قص الموصلات وتقشرها طبقاً للأطوال المعطاة.
2) تدخل جلب للأفرع على نهايات التوصيل.

أخي المتدرب :

تعامل مع المواد القابلة للإشتعال بحذر شديد .

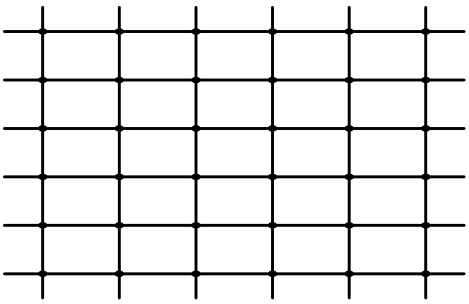
نموذج توضيحي لبرط الموصلات ذات الحامل



التطبيقات العملية

رقم التمرين	11	الزمن	4 ساعات
اسم التمرين	عمل شبكة الموصلات بوسطة لحام القصدير		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب عمل شبكة الموصلات بواسطة لحام القصدير		

الأدوات والعدد المستخدمة	1	قصافة.		
	2	عراية أسلاك.		
	3	متر قياس.		
	4	كاوية لحام.		
	5	عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
		1	موصل NYA	$1.5mm^2$ x 1.5m
		1	قصدير لحام بالقلفونية LSn 60	ــــــــ
		1	حامل للتثبيت	ــــــــ



قصدير لحام

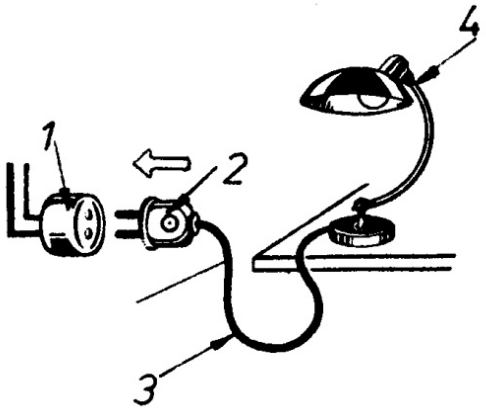
خطوات العمل:

1) عمل فتحات صغيرة على الحامل بمسافة 1 سم.
2) شد الأسلاك على الحامل خلال الفتحات.
3) شد الأسلاك الأخرى متقاطعة مع الأولى بمسافة 1 سم/الأسلاك سمك 1ملم.
4) تلحيم جميع نقاط اللحام جيداً.

التأكد من نهايات التوصيل طبقاً للأبعاد المعطاة بالرسم.

تجهيز قابس ومقبس :

توصل دائماً الأحمال المتنقلة بشبكة التيار من خلال تجهيزات قابس (فيشة) ويتم تركيب تلك القابسات على الموصلات الرئيسة المتحركة الخاصة بالحمل، مكونة بذلك مع المقبس (البريزة) الخاص بالشبكة مكان تلامس قابل للفك بين الشبكة والحمل.



1) مقبس (بريزة).
2) قابس (فيشة).
3) خط مرن داخل.
4) مستهلك متنقل (مصباح).

شروط التوصيل :

توضح في ورقة العمل الألوان الاصطلاحية للأفرع الموجودة في الموصلات والكيابل، وبالاستعانة بالألوان أمكن معرفة أماكن التلامس التي توصل بها الأفرع، وبصفة أساسية تستخدم الموصلات والكيابل القياسية ذات الفرع الواحد طبقاً للنظام الدولي (IEC) على النحو التالي :

لون الفرع	مجال الاستخدام
أخضر مصفر	موصل واقي – موصل أرضي
أزرق فاتح	موصل وسط
أسود	فاز (وجه)
بني	فاز (وجه)

أخي المتدرب :

تغلب على الظروف الغير ملائمة مثل الحرارة العليا.

إرشادات :

1) في الموصلات أو الكيابل غير القياسية تستعمل أيضاً ألوان أخرى للأفرع ففي الكيابل الرباعية الأفرع يكون مقطع أحد الأفرع دائماً أصغر من الأفرع الأخرى، فإذا كان هذا الكيبل غير مزود بالألوان القياسية فيستخدم الفرع ذو المقطع الصغير لموصل واقٍ أو موصل وسط.

2) إذا كانت أماكن التوصيل داخل تجهيزات القوابس معلمة برموز يتم توصيل أفرع الموصلات والكيابل القياسية على النحو التالي:

علامة رمز مكان التوصيل	مكان توصيل خاص بـ :	لون الفرع
PE أو SL	موصل واقي – موصل أرضي	أخضر مصفر
N أو MP	موصل وسط	أزرق فاتح
LI أو R أو RI	فاز (وجه)	أسود أو بني
L2 أو S أو S2	فاز (وجه)	أسود أو بني
L3 أو T أو T3	فاز (وجه)	أسود أو بني

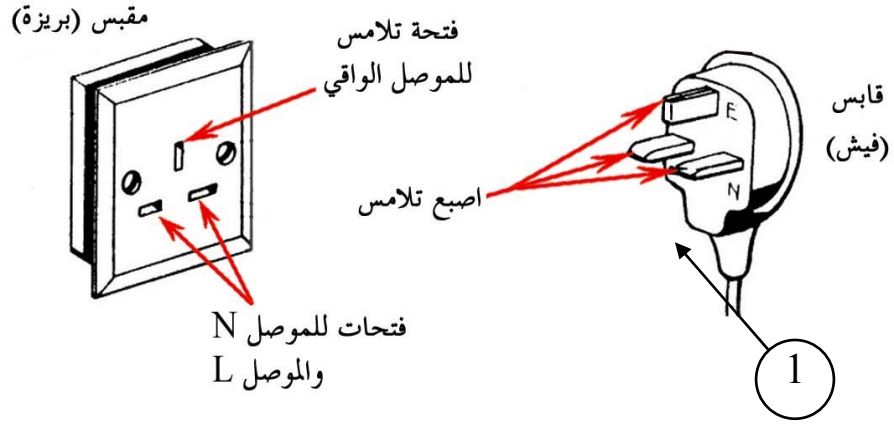
أنواع تجهيزات المقابس والقوابس (الأفياش والبرايز):

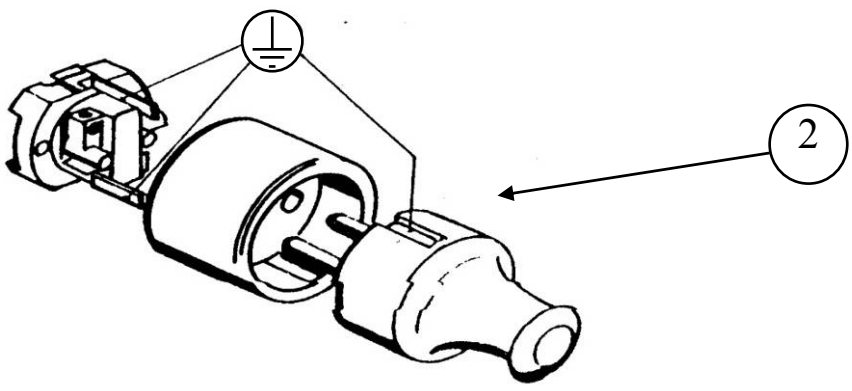
تختلف تجهيزات القوابس (الفيش) عن بعضها من حيث التكوين والشكل طبقاً للمواصفات وكذلك طبقاً للدول المصنعة لها وهذا يؤدي إلى صعوبات كثيرة خاصة عندما تستخدم تجهيزات قوابس مختلفة الأنظمة في بلد واحد، حيث لا يتناسب قابس أحد الأنظمة مع مقبس (بريزة) النظام الآخر وهكذا. ففي أوروبا تم إدخال تجهيزات موحدة القوابس ذات النظام (CEE)، حيث حلت محل أنظمة تجهيزات القوابس الوطنية، والهدف من ذلك هو الحصول على نظام دولي موحد لتجهيزات القوابس والمقابس.

أمثلة لأنظمة وطنية خاصة بتجهيزات القوابس :

1/ تجهيز ذي قطبين + تلامس واقٍ - صناعة إنجليزية (BS).

2/ تجهيز ذي قطبين + تلامس واقٍ - صناعة ألمانية (VDE).





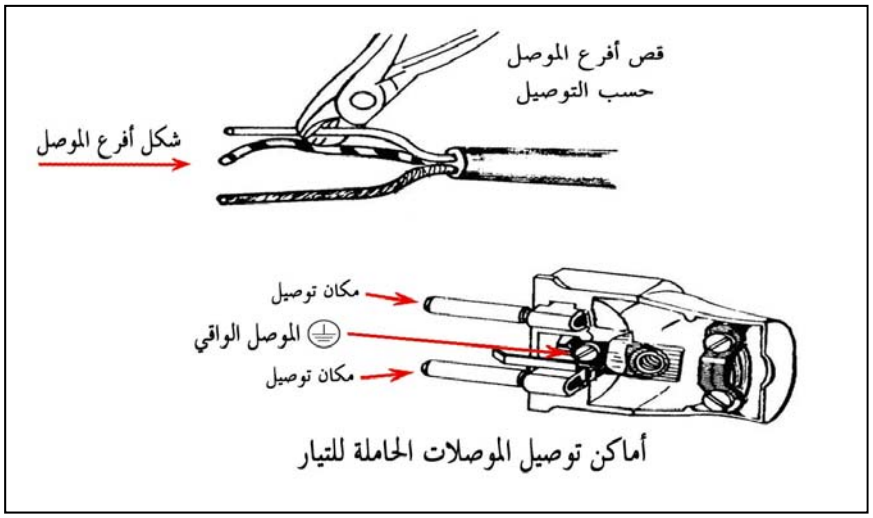
تجهيز الموصل ثم توصيله في القابس (الفيش) :

خطوات العمل :

1/ أفتح غلاف القابس، وقس بمجرد النظر الطول اللازم تقشيره من نهاية التوصيل.

2/ يقشر الموصل.

3/ تشكيل أفرع الموصل على حسب وضع التوصيل ثم القص.

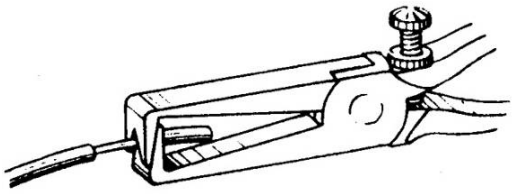


أماكن توصيل الموصلات الحاملة للتيار

ملحوظة :

يجب أن يكون طول فرع الموصل ذي اللون الأخضر المصفر والمستخدم كموصل واقٍ طويلاً بمقدار كاف، بحيث عند فك القفيز الضاغط على الأفرع، تفك أولاً الأفرع الحاملة للتيار من أماكن توصيلها.

4/ تقشر نهايات الأفرع .



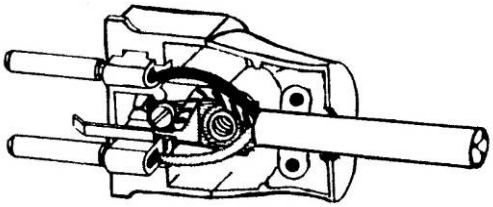
5/ تدخل جلب ضاغطة على نهايات الأفرع المقشرة.

6/

ملحوظة :

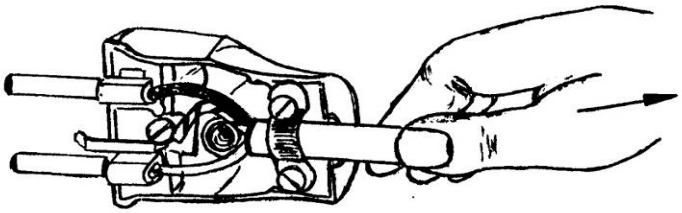
بالنسبة لطرف الموصل الواقي (الأخضر المصفر) تستخدم جلبة ضاغطة، فقط عندما يكون المطلوب الحصول على طرف توصيل نتوئي وفي التوصيل ذي مسامير القلاووظ يجب استخدام عروة توصيل.

7/ فك براغي الجزء العلوي من القفيز الضاغط على الأفرع ثم ضع أفرع الموصل داخل نصف القابس ثم وصلها.



8/ أعد ربط براغي القفيز بقوة مناسبة.

9/ اختبر ضغط القفيز على الأفرع وذلك من خلال شد الموصل.



10/ أغلق النصف الآخر للقابس ثم اربط بالبراغي بقوة.

ملحوظة :

عند إغلاق القابس يجب مراعاة عدم تواجد أفرع توصيل مضغوط عليها بين نصفي القابس، ويجب أن يكون اتحاد كلا نصفي القابس بسهولة وأن تكون محكمة مع بعضها.

التمارين العملية

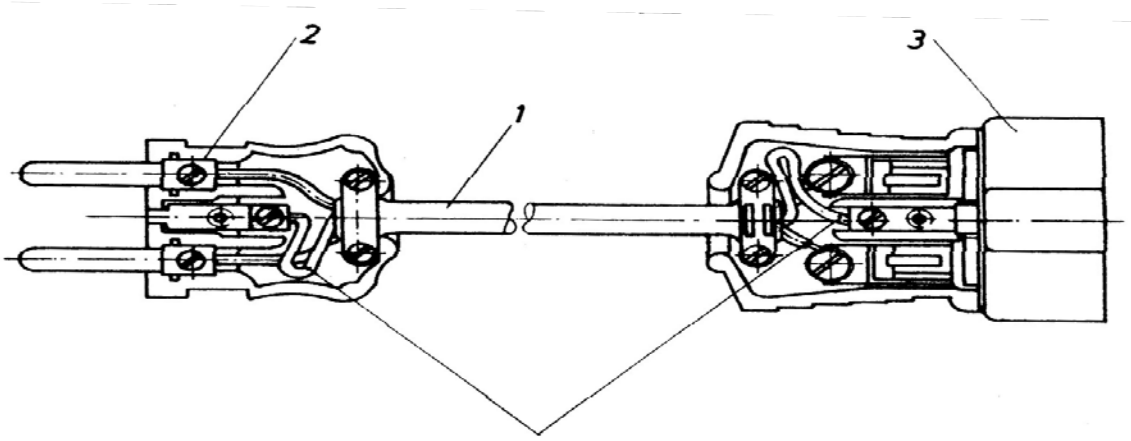
رقم التمرين	12	الزمن	3 ساعات
اسم التمرين	عمل توصيلة تغذية بتجهيزها من الطرفين ببريزة وقابس (فيش)		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب عمل توصيلة تغذية بريزة وقابس		

الأدوات والعدد المستخدمة

1	قصافة.
2	عراية أسلاك.
3	متر قياس.

4

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	قابس فيشة ذو تلامس واقي	16A
1	مقرن (قارن) ذو تلامس واقي	16A
6	جلبة كبس	$1.5mm^2$
1	موصل H07 RN – F	$3mm^2$ x 0.5m



بالنسبة للقابس المستخدم والمقرن فيجب أن يكون مزودان بموصل واقي

أخي المتدرب:

يجب الحذر عند قص الكابلات حتى لا تسبب جروحا في اليدين

خطوات العمل :

1) تقص أفرع الموصل بالطول اللازم للتوصيل ثم تقشيرها.
2) توصيل نهايات الموصل في كل من القابس والمقرن.
3) التأكد من التوصيل الصحيح بواسطة جهاز اختبار استمرار التوصيل.

إرشادات :

1) يستخدم الفرع ذو اللون الأخضر المصفر كموصل واقي ويوصل على التلامس الواقي .
2) يجب أن تتم عملية توصيل كل من أطراف التوصيل في القابس وأطراف التوصيل في المقرن بعناية، ومن خلال الشد المناسب لأفرع الموصل نتأكد من تثبيت الفرع في مكان التوصيل الخاص به.
3) يربط القفيز الضاغط بقوة مناسبة على أفرع الموصل في كل من القابس والمقرن، بعد ذلك اختبر ضغط القفيز على الأفرع.
4) إذا فك القفيز الضاغط من على الأفرع (أثناء العمل)، فإنه يجب أن نضمن فك الأفرع الحاملة للتيار أولاً من أماكن توصيلها، وذلك في حالة حدوث أي خطأ، ويتم التوصل إلى ذلك من خلال حني الموصل الواقي عند طرفي التوصيل الواقي (انظر إلى الرسم السابق).
5) يجب أن يكون طول فرع الموصل ذي اللون الأخضر المصفر والمستخدم كموصل واقي طويلاً بمقدار كافٍ بحيث عند فك الضاغط على الأفرع، تفك أولاً الأفرع الحاملة للتيار في أماكن توصيلها.

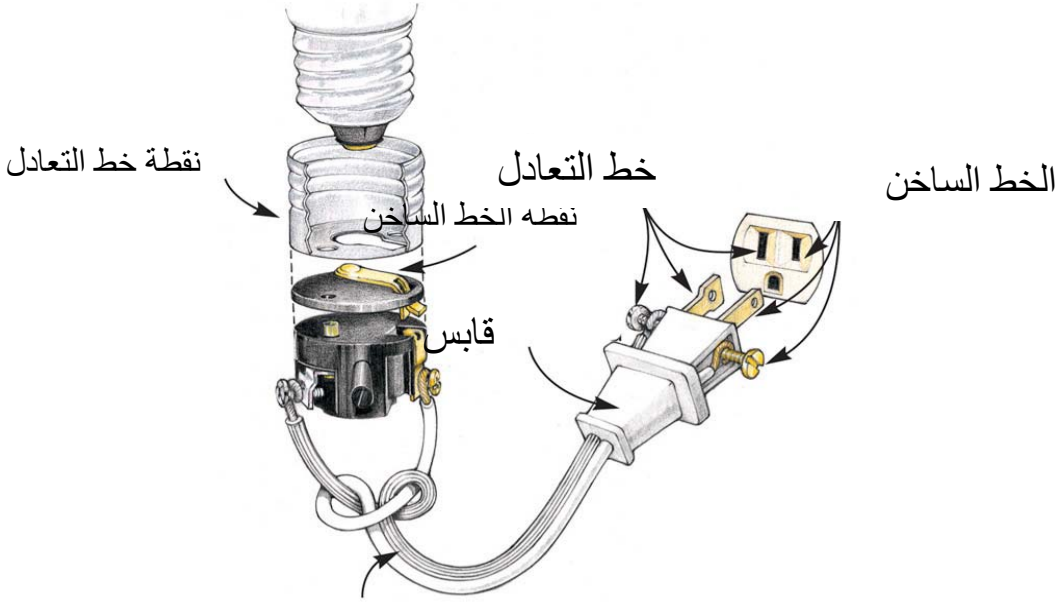
التطبيقات العملية

رقم التمرين	13	الزمن	3 ساعات
اسم التمرين	عمل توصيلة إضاءة بتجهيزها من الطرفين بمصباح و قابس (فيش)		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب عمل توصيلة تغذية بمصباح وقابس		

الأدوات والعدد المستخدمة

1. قصافة.
2. عراية أسلاك.
3. متر قياس.
4.

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
1	قابس فيشة ذو تلامس واقي	16A
1	قاعدة مصباح ذو تلامس واقي	60W
6	جلبة كبس	$1.5mm^2$
1	موصل H07 RN – F	$3mm^2$ x 0.5m



خطوات العمل :

5) تقص أفرع الموصل بالطول اللازم للتوصيل ثم تقشيرها.

6) توصيل نهايات الموصل في كل من القابس وقاعدة المصباح.

7) التأكد من التوصيل الصحيح بواسطة جهاز اختبار استمرار التوصيل.

إرشادات :

1) يستخدم الفرع ذو اللون الأخضر المصفر كموصل واقي ويوصل على التلامس الواقي

2) يجب أن تتم عملية توصيل كل من أطراف التوصيل في القابس وأطراف التوصيل في قاعدة المصباح بعناية، ومن خلال الشد المناسب لأفرع الموصل نتأكد من تثبيت الفرع في مكان التوصيل الخاص به.

3) يربط القفيز الضاغط بقوة مناسبة على أفرع الموصل في كل من القابس وقاعدة المصباح، بعد ذلك اختبر ضغط القفيز على الأفرع.

4) إذا فك القفيز الضاغط من على الأفرع (أثناء العمل)، فإنه يجب أن نضمن فك الأفرع الحاملة للتيار أولاً من أماكن توصيلها، وذلك في حالة حدوث أي خطأ، ويتم التوصل إلى ذلك من خلال حني الموصل الواقي عند طرفي التوصيل الواقي (انظر إلى الرسم السابق).

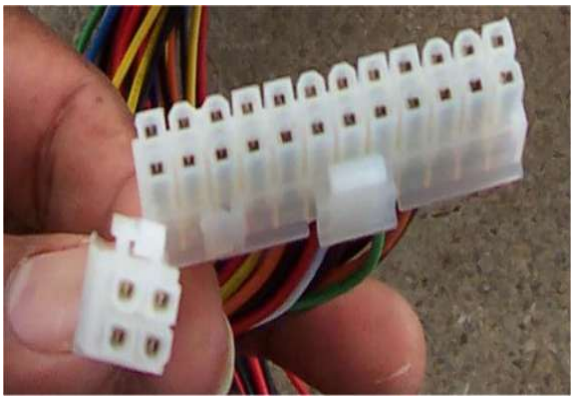
5) يجب أن يكون طول فرع الموصل ذي اللون الأخضر المصفر والمستخدم كموصل واقي طويلاً بمقدار كافٍ بحيث عند فك الضاغط على الأفرع، تفك أولاً الأفرع الحاملة للتيار في أماكن توصيلها.

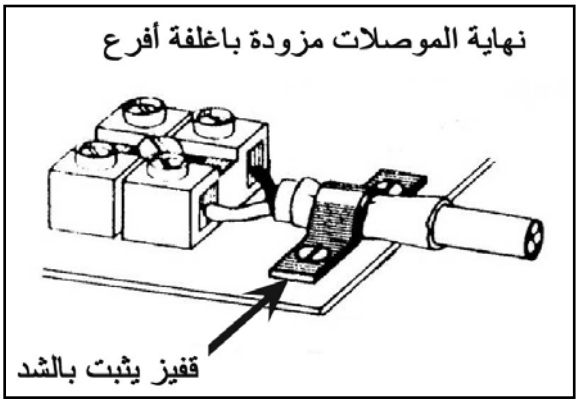
أخي المتدرب:

يجب الحذر عند قص الكابلات حتى لا تسبب جروحا في اليدين .

توصيل أطراف التوصيل بشعب نهايات :

تستخدم شعب النهايات لتوصيل الأسلاك مع بعضها البعض. وتوجد منها مقاسات مختلفة وكذلك ألوان متعددة.





ملحوظة :

يجب توصيل الأحمال المتنقلة عبر موصلات (كابلات) متحركة ، في هذا النوع من الموصلات تكون الأفرع المفردة للموصلات مرنة وهذا يعني أنها تتكون من حزمة من الأسلاك الدقيقة.

بالنسبة للموصلات المتحركة ، يجب أن تكون مثبتة جيداً في مكان توصيلها ، لكي لا تخرج الموصلات خارج أماكن توصيلها. ولتوصيل موصلات مرنة داخل قابس بدون واق انضغاطي، ويجب استخدام جلب للأفرع، بذلك تسهل عملية إدخال الموصلات في أطراف توصيل القابس مثلا ، ونضمن بذلك عدم انفراد أو انضغاط الأسلاك الفردية الدقيقة سواء عند الدخول أو عند التوصيل، وبذلك يقل احتمال حدوث أي قصر في الدائرة الكهربائية. والبراغي الثابتة الخاصة ببرغي (المشبك) يثبت بشدة على كل من الموصل وجلبة الفرع وذلك في طرف التوصيل وذلك دون إتلاف أسلاك الموصل الدقيقة. يربط برغي المشبك (الكلبس) بقوة مناسبة بحيث ينشأ ضغط تلامس مناسب، وبذلك تثبت بشدة نهاية الموصل في مكان التوصيل الخاص بها وفي هذه المرحلة من العمل تكون القوى العضلية الزائدة غير مرغوبة وإلا سوف يكون هناك خطورة تكمن في إتلاف قلاووظ البرغي.

أخي المتدرب :

تعامل مع المواد القابلة للإشتعال بحذر شديد .

التمارين العملية

رقم التمرين	14	الزمن	10 ساعات
اسم التمرين	تكوين واستخدام أطراف نهايات التوصيل المتتالية (الشعب المتتالية) تمديد أسلاك في مجموعات مستوية ومجموعات مستديرة		
الهدف من التمرين	أن ينفذ المتدرب تكوين واستخدام أطراف نهايات التوصيل المتتالية		

الأدوات والعدد المستخدمة

1	سكينة تعرية كيابل .
2	عراية أسلاك.
3	مترقياس .

تكوين واستخدام أطراف نهايات التوصيل المتتالية (الشعب المتتالية)

عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
5	نهايات التوصيل المتتالية	-
5	موصل H07 - K	1.5mm² x 170mm

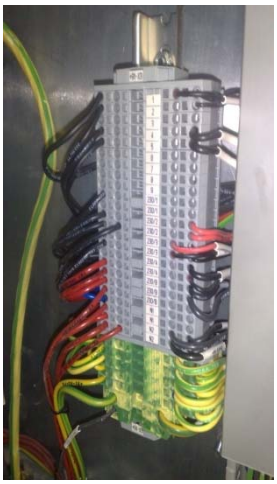
تمديد أسلاك في مجموعات مستوية ومجموعات مستديرة

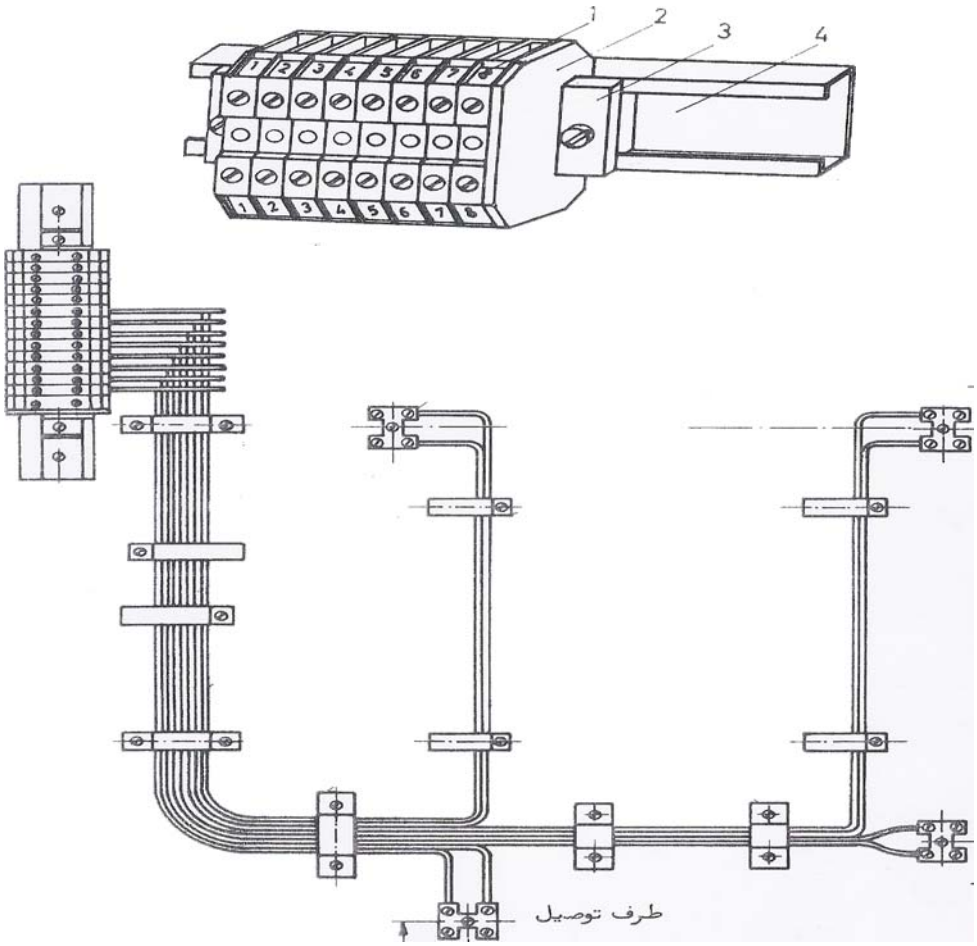
عدد القطع	اسم القطعة	الأبعاد
19	موصل H07 - K	1 x 1.5mm² x 500mm
-	خيط دوبارة مشمع	1mm ∅
5	طوق شريطي	
1	طوق مركب	

خطوات العمل :

1) قص الموصلات وتقشرها طبقاً للأطوال المعطاة.
2) تدخل جلب للأفرع على نهايات التوصيل.

بعض الأشكال لطريقة توصيل (**الشعب المتتالية**)

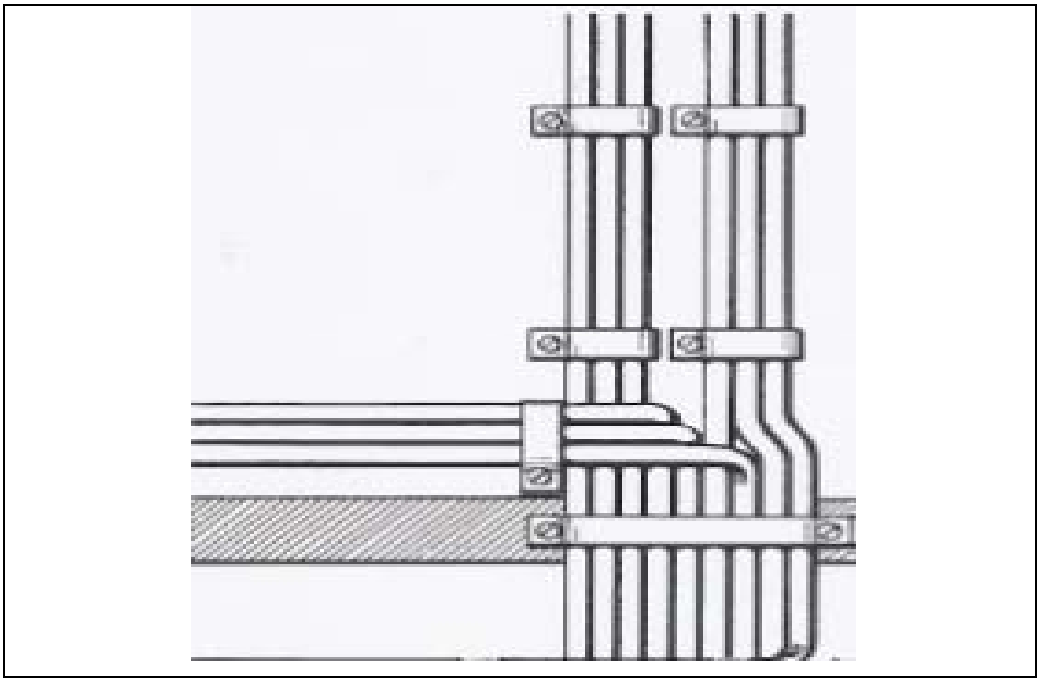




المجموعات المستوية

خطوات العمل :

1) قص الموصلات وتقشرها طبقاً للأطوال المعطاة.
2) تجمع الموصالات على شكل مجموعة مستوية.
3) تثبت الموصلات بستخدام الأطواق الشريطية والمركبة كما في الشكل التالي:



أخي المتدرب :

اتباعك للتعليمات تشعرك بالرضا والثقة بالنفس .

المجموعات المستديرة

خطوات العمل:

1) قص الموصلات وتقشرها طبقاً للأطوال المعطاة.
2) تجمع الموصالات على شكل مجموعة مستديرة.
3) تربط المجموعة بخيط الدبارة كما في الشكل التالي: