

المعهد التقني القرنة / قسم التقنيات الكهربائية

مادة (التأسيسات الكهربائية)

المفردة الدراسية للأسبوع (1)

الفئة المستهدفة:- طلبة الصف الثاني / قسم التقنيات الكهربائية / المعهد التقني القرنة.

الموضوع:- القابلات الكهربائية.

الأفكار المركزية:- دراسة مركزة للقابلو من حيث الموصل والعازل والحشوة والغلاف الواقية.

الأهداف:- تهدف الدراسة إلى ما يلي :-

1- دراسة أنواع القابلات المستخدمة في الجهد الواطئ والمتوسط والعالي.

2- ظروف العمل التي تستخدم فيها هذه القابلات من حيث درجة الحرارة والرطوبة وتحت الأرض وعبر الأنهار والمحيطات والبحار كذلك تواجد المواد الكيماوية والغازات.

3- دراسة هل أن القابلو محمي من الصدمات الخارجية أم لا.

4- يتعرف الطالب على أنواع القابلات حسب الأنظمة الثلاثة المستخدمة وهي:-

آ- النظام البريطاني، ب- الألماني ، ج- الأمريكي.

الاختبار القبلي:-

س1/ أين تستخدم المايكا كمادة عازلة في مجال الهندسة الكهربائية.

س2/ من أين جاء مختصر P.V.C في العوازل.

س3/ من أين جاء مختصر V.R.I في العوازل.

المواد الموصلة :

هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي من خلالها حيث تكون مقاومتها للتيار الكهربائي واطنة في درجات الحرارة الاعتيادية وفي مقدمة المواد الموصلة هي المعادن وتشمل الالمنيوم والنحاس والذهب والفضة . تحتوي الموصلات على عددا كبيرا من الالكترونات الطليقة على مداراتها الخارجية فعند تسليط مجال كهربائي خارجي بين اطراف الموصل فان الالكترونات تنتظم ضمن تأثير المجال مكونة تيار كهربائي.

موصلية المادة :

عند تسليط جهد كهربائي على قطعة معدنية ذات مساحه مقطوعها (A) وبطول (L) فان تيار مقداره (I) سوف يمر في موصل بموجب قانون أوم وحسب العلاقة الاتية :

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Omega$$

حيث ρ تمثل المقاومة النوعية للمعدن والتي تتناسب عكسيا مع موصلية المعدن حيث تكون المعادن ذات المقاومة النوعية العالية ذو قابلية توصيل قليلة . بينما المواد الموصلة يكون لديها مقاومة كهربائية قليلة وبالتالي سوف تسمح بمرور التيار الكهربائي من خلالها وتسمى بالمواد الموصله مثل الفضة والنحاس والالمنيوم والذهب والحديد والتي تكون شائعة الاستخدام في الاعمال الكهربائية.

أنواع الموصلات الكهربائية :

1-الفضة :

لها موصلية اعلى من النحاس حيث ان مقاومتها النوعية $\rho = 1.645 * 10^{-6}$ (اوم.سم) عند درجة حرارة 20⁰م ولكن معدن الفضة لايستخدم كمادة موصلة في تركيبات القوى الكهربائية والتذية وذلك بسبب ارتفاع سعرها وقلة متانتها الميكانيكية. على الرغم من هذا فان للفضة استخدامات من اهمها.

1- تستخدم لطلاء الملامسات الكهربائية لاجهزة الحماية حيث تعمل على منع تآكل الملامسات في مجموعة مفاتيح التشغيل الكهربائية والميكانيكية التي تستخدم في الاماكن الملوثة مثل المناجم والمصانع التي يكثر فيها غاز ثنائي اوكسيد الكبريت وبعض المواد الكيميائية الاخرى.

2- تستخدم لطلاء الملامسات الكهربائية لاجهزة قواطع الدورة الكهربائية الصغيره والكبيرة لضمان التوصيل الجيد والحماية من تشوه سطوح الملامسات عند حدوث الشرارة الكهربائية والتي تساعد على تأكسدها وتراكم المواد والشوائب عليها.

3- تستخدم لطلاء الموصلات ونقاط توصيل المكونات الالكترونية والدوائر الكهربائية التابعة لها حيث تعمل الفضة على زيادة كفاءة واداء هذه المعدات وتعطي ضمان اكبر للتوصيل للموصلات الصغيره والدقيقة.

2-النحاس :

يعد النحاس من من انجح الفلزات واكثرها استخداما في الصناعات الكهربائية حيث يمتاز بمقاومة نوعية قليلة $\rho = 1.723 * 10^{-6}$ (اوم.سم) ويمتاز ايضا بالخواص التالية التي تجعل النحاس عنصرا جيدا للاستخدامات الكهربائية.

1-الموصلية الكهربائية والحرارية العالية للنحاس حيث يأتي بعد الفضة وهو شائع الاستخدام بسبب اعتدال سعره.

2-قوة تحمل للشد ومثانة عالية حيث يمكن سحبه الى اسلاك رفيعة او تشكيله الى الواح رقيقة حسب طبيعة الاستخدام.

3-للنحاس مقاومة عالية للتآكل والاكسده ويتحمل الهواء الرطب وكذلك الحرارة.

4-يمكن لحام النحاس بسهولة ممايزيد من فائدة استخدامه في الدوائر الكهربائية.

5- درجة انصهاره عالية تصل الى 1083⁰ م.

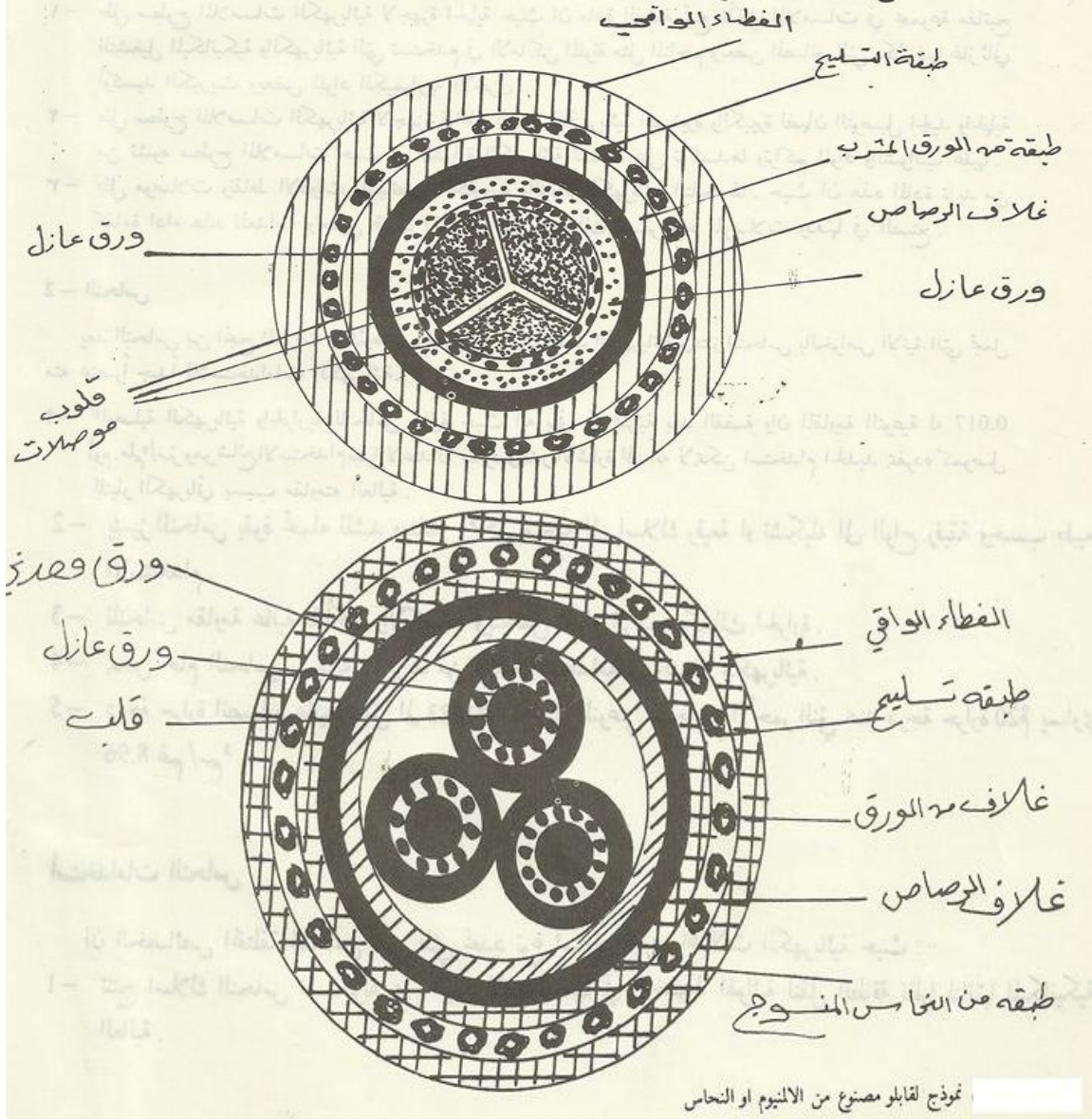
أستخدامات النحاس : الخصائص المختلفه للنحاس هي من تحدد نوع استخدامه في المجالات الكهربائية حيث يستخدم في:-

1-تستخدم اسلاك النحاس السحوبة على البارد في الخطوط الهوائية لنقل الطاقة الكهربائية نظرا لمتانتها الميكانيكية العالية.

2- في صناعة اسلاك النحاسية المعالجة حراريا (اللدنة) في صناعة الموصلات المعزولة بقبابوات نقل القدرة الكهربائية وفي عمليات لف المكائن الكهربائية لان النحاس اللدن له مرونة وموصلية اعلى من النحاس الصلب.

3-يستخدم النحاس الصلب في صناعة الموحدات في المكائن الكهربائية المحتوية على موحدات مثل مكائن التيار المستمر ومكائن التيار المتناوب.

4-تستخدم في صنع قضبان التوزيع الكهربائية او الموصلات العمومية حيث يتم تشكيلها على شكل شرائح (bus cross) باطوال تتناسب مع ابعاد لوحة التوزيع والتي تثبت داخلها على عوازل تعليق باللوحه.



نموذج لقابلو مصنع من الالمنيوم او النحاس

3-الالمنيوم:

ويحتل الالمنيوم المرتبة الاولى بين جميع الفلزات من حيث الوفرة واكثر المواد الموصله استخداما في الهندسة الكهربائية وذلك لانخفاض سعره وارتفاع موصليته الكهربائية ومن اهم خواص الالمنيوم:

- 1-انخفاض سعره وخفة وزنه حيث يصل وزنه النوعي الى 2.6 غم/سم³.
- 2-سهولة تشكيلة بعمليات الدرفلة او السحب او الحداده.
- 3-مقاوم للتآكل حيث يكون طبقة من اوكسيد الالمنيوم تملو الموصل فتحميه من الاوكسجين وبالتالي تمنع الصدأ.
- 4-يمكن زيادة متانته الميكانيكية باضافة بعض المواد مثل المنغنيز حيث يستخدم كسبائك لتوصيل القدره الكهربائيه.
- 5-قابلية تحمله للشد ومتانته قليلة لذا يتم تسليح مصولات الالمنيوم المستعمله في الخطوط الهوائية باسلاك الفولاذ.
- 6-صعوبة توصيل اسلاك الالمنيوم مع بعضها مقارنة بالاعمال المماثلة لاسلاك النحاس.

الاستخدامات الكهربائيه للالمنيوم:

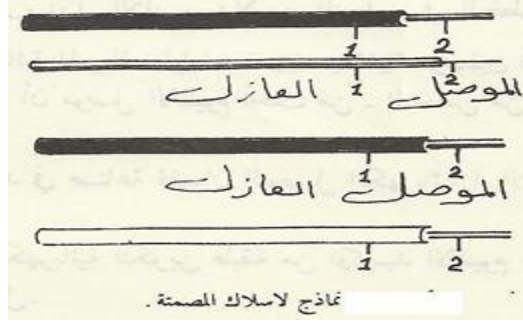
- 1-يستخدم الالمنيوم بدلا من النحاس في الخطوط الهوائية لنقل الطاقة الكهربائيه
- 2-يستخدم في القابلات الكهربائيه المعزولة نظرا لخفة وزنه
- 3- يستخدم الالمنيوم الرخو والصلد في صناعة قضبان التوصيل الكهربائيه او الاسلاك العمومية في صناديق التوزيع.
- 4-يصنع منه اغلفه للمعدات الكهربائيه لتكوين طبقة من اوكسيد الالمنيوم حيث تعد واقية للغلاف والمعدات والمكائن ضد التآكل والتاكسد.

الموصلات المصمته والمجدولة:

تصنع الموصلات للاغراض الكهربائيه باشكال مختلفة منها على شكل سلك او قضيب مسطح او قضيب دائري وتوجد اختلافات عديه بالشكل وحسب الاستخدام مثال ذلك شكل ملامسات اللاقط ويستخدم السلك في الموصلات المعزولة والقابلات او قضيب مسطح حيث فتستخدم كقضيب توزيع في صناديق التوزيع الكهربائيه. يوجد نوعين للموصلات وهما الموصلات المصمته والموصلات المجدولة.

1-الموصلات المصمته :

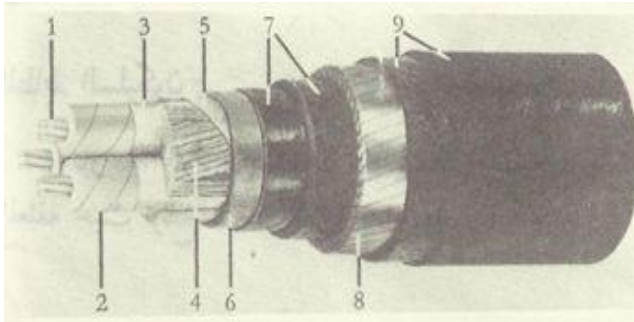
وتصنع من احجام صغيره ذات مساحة مقطع 10 مم وبصوره رئيسية على شكل سلك مفرد وهي موصلات ليس لها مرونة عالية وتستخدم في الموصلات المعزولة والقابلات الخاصه في عمليات تأسيس المنازل والمعامل.



2-الموصلات المجدولة:

جميع قابلووات النحاس وبعض قابلووات الالمنيوم تصنع من موصلات تتكون من عدد من الاسلاك ولهذه الموصلات نوعين اساسيين هما الموصلات المجدولة او موصلات محزمه او عنقودية. وتبنى معظم الموصلات المجدولة من سلك رمكزي مفرد محاط بطبقات متتالية من الاسلاك وكل طبقة تزيد عن سابقتها بعدد من الاسلاك مقداره 6 وهذا يعني ان الطبقة الاولى تحتوي على 6 اسلاك ا وجدائل وتليها الطبقة الثانية ب 12 سلك او موصل والثالثة تحتوي على 18 جديلة ولهذا السبب نجد عدد من الاسلاك الشائعة هي (7, 19,37,61,127) سلك.

وتوضح احجام الموصلات بناءً على حجم الموصل الكلي او عدد الجدائل وقطر كل جديلة فعندما يكون موصل حجمه (7/0.85 ملم) فهذا يعني ان الموصل يحتوي على 7 جدائل وقطر كل جديله هو 0.85 ملم والمساحة المقننة لهذا الموصل هي 25 ملم² ويمكن ان يعبر عن الموصلات بتوضيح المساحة الكلية للموصل وعدد الجدائل التي يتكون منها باستثناء السلك المركزي. فعندما يكون موصل قياسية (6/35) يعني ان مساحة المقطع هي 35 ملم وان عدد الجدائل التي يتكون منها هو 6 جدائل. بينما في نظم القابلوت فيتم التعبير عن حجم الكيبل بمساحة مقطع الموصل بداخله فمثلا قابلو حجمه (3*50 ملم²) وهذا يعني ان القابلو يحتوي على 3 موصلات ومساحة مقطع كل موصل هي 50 ملم²



1- الموصل	8- سلك فولاذي للتصليح
2- عازل من الورق	9- طبقتان من المعجون والجنفاص العازل
3- مشبك (ورق معدني)	
4- حشوة ملء الفراغ	
5- نسيج النيوم	
6- غلاف رصاص	
7- مادة من عجينة عازلة	

قابلو من النوع المجدول

المواد العازلة:

هي المواد التي تشتد فيها قوة جذب النواة للإلكترونات المدار الخارجي فلا تستطيع الإفلات من الذرة حيث يكون من الصعب التغلب على طاقة الربط فيها وعادة تكون العوازل الكهربيه مواد رديئه التوصيل للحرارة ومن أمثلة المواد العازلة للكهرباء : الورق ، الزجاج ، الميكا ، البلاستيك ، المطاط وغيرها.

تدخل المواد العازلة في كثير من الاستخدامات الكهربائية في مجال الإلكترونيات او القدره والضغط العالي وان من ابرز المواد العازلة هي المواد الكربوهيدراتية وتشمل الزيوت المستخدمه في تبريد المحولات والمتسعات وكذلك المواد البلاستيكية المستخدمه في صناعة لعزل الاسلاك الكهربائيه مثل البوليبروبيلين والبوليفينيل كلورايد (P.V.C) المستخدمه في عزل الاسلاك.

اما في التطبيقات الالكترونية فان اكثر المواد العازلة استخداما هي اوكسيد السيليكون (الزجاج) واوكسيد الالمنيوم والنانتوم المستخدمين في صناعة الترنزسترات والمتسعات. جميع المواد العازلة لاتطلق الكتروناتها في المدار الخارجي لتكوين تيار كما هوا الحال في المواد الموصلة حيث جميع العوازل تطلق مقاومة عالية لحركة الإلكترونات وتتطلب طاقة عالية لتحريك الإلكترون المكافئ ومن اهم المواد العازلة هي كالاتي:

المطاط: ويرمز له (V.R.I)

وهو نوع شائع من العوازل وتستعمل مادة الفولكنايذد وهي عبارة عن مطاط نقي مع الكبريت وهذه الماده تكون مرنه ولها مقاومة ضد الماء. اما المقاومة الميكانيكية فتعتمد على كمية الكبريت المضاف. اعلى درجة حرارة يتحملها هذا العازل هي 65 درجة سيليزية ويلاحظ ان الكبريت المضاف يتفاعل مع النحاس في الموصل ولذلك فان هذا العازل يستخدم مع موصلات النحاس المطلية بالزنك.

المطاط السليكوني :

ويمتاز هذا النوع من المطاط بتحملة درجات الحرارة المرتفعه لذلك فهو يستخدم في تركيب الإنارة حيث يمكن أن ترتفع درجة الحرارة إلى (145م°) وثمانه غالي نسبياً.

العوازل البلاستيكية :

النوع الشائع منها هي مادة (Polyvinyle chloride) ويرمز له (P.V.C) وهي مادة بلاستيكية شائعة جداً وقد أدخلت عليها تحسينات كثيرة وخواصه مشابهة للمطاط الطبيعي والا أنه يلين في درجة الأكثر من (65°C) ويميل الى التشقق في درجات الحرارة الواطئة وقابليته على السحب قليلة وايضاً عازليته قليلة إلا انه عملي لذا لا يتأثر بالتفاعل الكيماوي ويقاوم الزيت وبعض الحوامض وكذلك توجد مادة بلاستيكية اخرى تسمى (Poly Chlorprene) (P. C. P) وتستعمل عند الظروف الطبيعية التي تؤثر على كل من (P.V.C) ، (V.R.I) وهذا العازل يقاوم البترول لذلك يستعمل في أنابيب النفط وكذلك يستعمل في القابلات التي تتعرض لروائح الكبريت أو الأمونيا (الأبخرة) ولكن درجة حرارته محدد بـ (55°C).

Mineral Insulation

العوازل المعدنية :

توجد هذه المواد في باطن الارض وتستخرج بالتعدين وتستخدم كعوازل في حالتها الطبيعية بدون اي معاملة حرارية أو كيميائية لها .
ومن أهم هذه المواد ما يأتي :-

١- الميكا :

وهي من أهم أنواع العوازل المعدنية نظراً لخواصها الكهربائية والميكانيكية الجيدة فضلاً عن مرونتها ومقاومتها العالية للحرارة والرطوبة . وتستخدم الميكا عازلاً جيداً في مكائن الجهد العالي . وفي صناعة الأوساط العازلة في الدوائر الألكترونية وغير ذلك .

٢- الميكانيت :

يطلق على رقائق الميكا الممزوجة مع بعضها البعض بمادة لازقة مناسبة أسم (الميكانيت) ويستخدم الميكانيت بكثرة في عزل الماكينات الكهربائية ومن أهم أنواعه :- آ- ميكانيت المعدل ب- لوح الميكانيت ج- ميكانيت الصوغ .

مسحوق المغنيسيوم :

هذا النوع من العزل عبارة عن مسحوق المغنيسيوم يُضاف اليه مواد اخرى ويستعمل هذا العازل بالقابلات المعروفة بأسم (قابلات ذو الغلاف المعدني) ومعدل الجهد الذي يستعمل له هذا القابلو يجب أن لا يزيد عن (660) فولت وهذا النوع يمتلك مقاومة عالية للحرارة . وهناك مواد معدنية عازلة اخرى مثل الرخام . الأردواز وكلوريت الطلق .

Asbestos)

الاسبستوس :

هذا العازل يقاوم الحرارة ويستعمل في القابلات المستخدمة في الأفران وغرف المراحل .

Glass Insulation

العزل الزجاجي :

هذه المادة تمتلك مقاومة جيدة للحرارة وتستعمل لدرجات الحرارة اعلى ما يمكن (180°C) وهذا العازل يستعمل بصورة عامة في التسليك الداخلي للطباخات الكهربائية أو الاستعمالات الاخرى التي يكون فيها القابلو عرضه للرطوبة .

الاسلاك والقابلات :

تعد الاسلاك والقابلات من الوسائل المعروفة لايصال القدرة الكهربائية من المصدر أو من لوحة التوزيع الى الجهاز أو الاداة الكهربائية المراد تشغيلها بالكهرباء .

وتتألف الاسلاك والقابلات من موصلات نحاسية أو الألمنيوم عادة ويعدد وحجم متنوع وحسب الحاجة وتكون هذه الموصلات معزولة عن بعضها البعض وعن ما يجاورها من مواد قابلة للتوصيل وذلك لمنع تسرب التيار من الموصلات الى الخارج ولجعل الأدوات الكهربائية تعمل بالفولتية والتيار الصحيحة التي يجهزها بها المصدر عن طريق الاسلاك والقابلات ويتم اختيار حجم السلك أو القابلو بحيث يتحمل نقل التيار المطلوب دون حصول هبوط أكثر من الحد المقرر في الجهد بسبب الضياع الذي قد تسبب عن المقاومة الداخلية للموصلات والتي تساوي (IR) اي حاصل ضرب التيار المار في الموصل مضروباً في مقاومة السلك نفسه للطور الواحد وأما هبوط الجهد لنظام الثلاثي الاطوار فيساوي $(R * I * \sqrt{3})$.
والجدول 1 يبين تحمل الموصل للتيار وهبوط الجهد لبعض مساحات المقطع من (1-16) ملم² .

الجدول 1 : يبين كمية التيار المسموح امراره في الموصل وكمية الهبوط في الجهد ضمن الحدود المقررة :-

حجم الموصل (مساحة المقطع) C.S.A (mm ²)	تحمل الموصل للتيار (أمبير)	هبوط الجهد ملي فولت / أمبير. متر
--	-------------------------------	-------------------------------------

1	12	40
1.5	15	27
2.5	22	16
4	29	10
6	34	7
10	46	4
16	61	3

الاسلاك الكهربائية

تختلف الاسلاك عن القابلات في قياساتها واستخداماتها حيث ان الاسلاك تستخدم عادة للفولتيات القليلة (الضغط الواطىء (220-380) فولت وكذلك تكون قياساتها محدودة وعازلها محدود المقاومة وظروف الاستخدام .

تعزل الاسلاك بمادة بلاستيكية تدعى (البوليفينيل كلورايد P.V.C) وهي مادة من مشتقات النفط سهلة التصنيع ولها مقاومة عالية للرطوبة وتمنع تصدع الاسلاك النحاسية التي تغلفها وكذلك تقاوم التأثيرات الحرارية الى حد 70°C وبعدها تتغير صفاتها البلاستيكية فيصيبها التيبس والتكسّر ثم التلف والسماح للرطوبة للنفاذ الى داخل الموصلات. وتكون الاسلاك منفردة او مزدوجة او ثلاثية وان التحري عن ابتكار عوازل جديدة للاسلاك مستمر ويتغير حسب توافر المواد الاولية وايجاد بدائل اكثر جودة واقل كلفة.

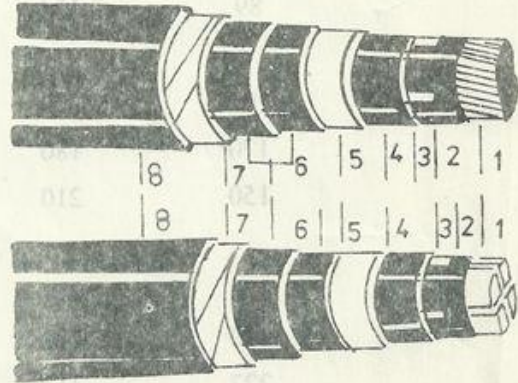
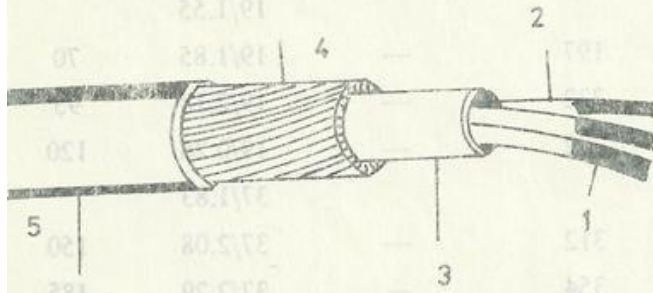
القابلات

Cables

القابلو عبارة عن طول من موصل او موصلين او اكثر (صلدة - او مجدولة) معزولة بعضها عن البعض الاخر وتغلف سوية لتكون مايسمى بالقابلو الذي يتألف من الاجزاء الرئيسية الآتية:

- 1- الموصل 2- العازل 3- الحشوة 4- الغلاف الواقي

وتستخدم القابلات لتقل تيارات مختلفة بضمنها التيارات العالية جدا والتي يتعذر استخدام الاسلاك لنقلها وكذلك تستخدم القابلات للجهد العالي والمتوسط فضلاً عن الجهد الواطى ويمكن استخدام القابلات في ظروف عمل قياسية مثل الحرارة العالية او في اماكن رطبة وتحت الارض او في الانهار والمحيطات والبحار وكذلك في اماكن توجد فيه مواد كيميائية وغازات الى غير ذلك من مسببات تلف العازل وكذلك يقاوم القابلو الصدمات الخارجية والضررات من الالات الحادة بسبب تحصينها بدروع من بضعة ملمترات مربعة لمساحة المقطع الى عدة مئات من الملمترات المربعة. والجدول 1.2 الذي يبين قابلية تحمل الاسلاك والقابلات للتيارات الكهربائية لكل من الضغط الواطى والعالي حيث حُدثت درجة الحرارة المتوقعة (45م°) في الهواء و(30م°) تحت الارض بعمق (90سم).



شكل قابلو رباعي مسلح مغلف بالرصاص ومعزول بالورق

أ- نوع الجدول ب- نوع المصمت (النيوم)

1- موصل

2- شريط ورقي

3- حشو (لاعطاء الشكل دائري)

4- شريط ورقي

5- غلاف من الرصاص

6- تحزيم

7- القابلو مسلح بشريط فولاذي

8- غلاف واقي

شكل (1.5) قابلو ثلاثي مسلح نوع PVC

1- موصل نوع الجدول (نحاسي)

2- عازل بمادة (PVC)

3- حزام

4- سلاح فولاذي على شكل اسلاك

5- غلاف من مادة (PVC)

جدول 2 لقابلية تحمل الاسلاك والقابلات المختلفة للتيار الكهربائي في ظروف العراق

الملاحظات	قابلات ضغط عالي سطحية (أمبير)	قابلات ضغط واطىء سطحية (أمبير)	قابلات ضغط واطىء تحت الارض (أمبير)	اسلاك بلاستيكية داخل الانابيب (أمبير)	قياس الموصل بالعدد والقطر بالانج	قياس الموصل [mm ²]
	—	12	20	8	7/0.43	1.0
	—	15	23	10	7/0.53	1.5
	—	20	30	14	7/0.69	2.5
	—	27	39	17	7/0.86	4
	—	34	50	23	7/1.14	6
	35	46	66	31	7/1.37	10
	46	57	87	42	7/1.73	16
	59	81	111	57	7/2.16	25
	73	100	137	71	7/2.16	35
					19/1.32	
	89	124	162	91	7/2.54	50
					19/1.32	
	89	124	162	91	7/2.54	50
					19/1.55	
	108	152	197	—	19/1.85	70
	170	180	232	—	19/2.18	95
	150	210	272	—	19/0.26	120
					37/1.83	
	173	241	312	—	37/2.08	150
	190	272	354	—	37/2.29	185
	227	317	487	—	37/2.54	240
					37/2.83	
					61/2.26	
	257	360	447	—	61/2.51	300
	—	—	—	—	61/2.896	400
	—	—	—	—	61/3.251	500

في حالة مد عدد من القابلات في مجرى واحد تتأثر قابلية تحمل القابلو للتيار بسبب زيادة درجة الحرارة الناتجة من مرور التيار الكهربائي في القابلات عليه يجب اخذ ذلك بنظر الاعتبار وتقليل تحميل القابلو للتيار بالنسب المعطاة في الجدول (3) فمثلاً قابلو مساحة مقطعه (25mm²) في مجري سطحية يتحمل 81 أمبير اذا كان ممدوداً بمفرده ، واما اذا كان هناك قابلات فان التحمل الجديد حسب الجدول يساوي $81 \times 0.8 = 64.8$ أمبير.

جدول 3 يبين عامل الضرب عند زيادة عدد القابلات

عدد القابلات في المجرى الواحد	عامل الضرب لتحمل التيار للقابلو
2	0.9
3	0.8
4	0.75
5	0.7
6	0.65
8	0.62
10	0.60

وعليه فان عند اختيار احجام القابلات المناسبة يجب مراعاة ماياتي

- 1- مساحة المقطع 2- درجة الحرارة المحيطة 3- نوع الحماية 4- البعد والقرب من القابلات الاخرى 5- هبوط الجهد.

تصنيف القابلات

يمكن تصنيف القابلات حسب الدول المصنعة والنظم المعتمدة لديها التي تعتمد في الاساس على طبيعة الاستخدام من حيث الخواص الميكانيكية والكهربائية.

وفيما يأتي نتطرق الى اهم النظم العالمية الشائعة في تصنيف القابلات أ- النظام البريطاني ب- النظام الامريكى ج- النظام الالمانى .

حيث تعتمد النظم الثلاثة اعلاه في تصنيف القابلات على:

- 1- درجة الحماية .
- 2- نوع المادة الموصلة واشكالها وعدد الموصلات .
- 3- نوع العزل .
- 4- نوع التغليف .
- 5- الحماية الميكانيكية .
- 6- الغلاف الواقي .
- 7- نوع الاستخدام .

1- درجة الحماية : تعتمد على نوع الحماية المطلوبة للموصلات الكهربائية (الاجزاء الحية) ومقاومتها.

٢- الموصلات واشكالها وعدد الموصلات

تصنع الموصلات عادة من النحاس أو الألمنيوم - الألمنيوم المغلف بالنحاس - البرونز وانواع اخرى من الموصلات ذات استخدامات خاصة وتمتاز هذه المواد بموصليتها العالية للتيار الكهربائي . وتصنع بأشكال مختلفة صلدة - مجدولة - مجوفة - مسلحة بمعدن اخر- وقد تكون القابلات ذات موصل واحد او أكثر من ذلك وتأخذ هذه الموصلات أشكال مختلفة (دائرية - بيضوية) حسب طبيعة ونوع القابلو.

٣- نوع العازل

يعد الورق المشرب بالزيت اكثر انواع العوازل شيوعاً فضلاً عن المطاط والقماش المورنش واللدائن . وتعتمد المعايير الجوهرية لجودة العازل على :

١- المتانة الكهربائية للعازل .

٢- مدى تحمل العازل للثني .

٣- المقاومة النوعية للعازل .

٤- مدى تحمل العازل لدرجات الحرارة العالية .

٥- زاوية الفقد .

٦- مقاومته للتأين .

٤- نوع التغليف

أ- التغليف بالرصاص

نظرا لاستعداد الورق المشرب بالزيت ومعظم العوازل الاخرى لامتناس الماء فان من الضروري تغليف القابلات بمادة مقاومة للرطوبة مثل الرصاص .

ب- التغليف بالألمنيوم

ومن مميزات الألمنيوم انه خفيف الوزن لا يحتاج الى تقوية واستخدام الألمنيوم يزيد من مرونة القابلات وكذلك اشربة من مادة ليفية او الجلود فوق الغلاف المعدني للقابلو او الغرض منها حماية الغلاف من التلف الميكانيكي الناتج عن التسليح للكابل .

٥- الحماية الميكانيكية

بالنظر لضعف القابلات المعزولة بالورق والمغلقة بالرصاص ميكانيكيا فانه يتم عادة تسليح هذه القابلات بلفها بطبقتين بشريط من الصلب او طبقات من اسلاك الصلب ويفصل بين الغلاف الرصاصي وطبقة التسليح طبقة من الورق .

٦- الغلاف الواقي

تغطي جميع القابلات سواء أكانت مسلحة ام غير مسلحة بمادة واقية من الصدمات . وتم حماية القابلات بلفها بطبقات متبادلة من المطاط وشرائط التسليح والتي استبدلت حديثا بمادة (P.V.C) .

7- نوع الاستخدام

تصنع القابلات بمواصفات مختلفة حسب طبيعة استخدامها فمنها قابلات القدرة ذات الجهود المختلفة - القابلات البحرية - قابلات السيطرة - قابلات المناجم - قابلات المناطق الخطرة - قابلات مقاومة للحرائق - قابلات مقاومة للزيوت ، قابلات الاشعة السينية .

أ- النظام البريطاني

فيما يأتي تدرج اهم انواع القابلات المستخدمة في النظام البريطاني وتسميتها الفنية .

Vulcanized rubber insulator cable

1- قابلات ذات عازل مطاطي مقسى

ان قابلات (V.R.I) ذات عازل مطاطي مقسى (معالج لغرض التقسية) في مثل هذا النوع من القابلات يكون الموصل من النحاس او الالمنيوم ويكون العازل المستخدم من المطاط المعالج لغرض التقسية ويعلوه شريط من القطن كعازل واقٍ وان هذه القابلات تكون غير مناسبة للحالات التي تتخللها رطوبة وعادة يستخدم هذا النوع في التوصيلات البسيطة .

V.R.I

محاسن الكيبل

له مرونة عالية وسهولة في الاستخدام .

عيوبه

- أ- قابل لامتصاص الماء المحيط به مما يقلل من خواص العزل .
- ب- لا يقاوم التفاعلات الكيميائية وسريع التفاعل مع الزيوت .

Tough rubber Sheath (T.R.S)

2- قابلات ذات الغلاف المطاطي المتين

لوحظ أن القابلات ذات العازل المطاطي المقسى (V.R.I) غير مناسب لحالات التشغيل التي تتخللها الرطوبة لذا دخلت قابلات ال (T.R.S) لتسد هذا الاحتياج على شكل غلاف من المطاط القوي له مقاومة عالية جدا ضد الماء وهذا النوع يمكن استخدامه في حالات التشغيل التي تتخللها نسبة من الرطوبة .

PolyVinyl chloride Sheath (P.V.C)

3- قابلات كلوريد البوليڤاناييل

تم تصنيعها عام (1937) وان هذه القابلات سميت بهذه التسمية استنادا الى مادة العزل التي تم تصنيعها من المشتقات النفطية حيث لها مقاومة عالية للرطوبة والتأثير الكيماوي قليل عليها لانها مادة خاملة اضافة الى أنها تقاوم الصدأ . وهناك تحديات لاستخدام ال (P.V.C) فيجب ان لايزيد الحرارة عن (70°C) حيث ان الحرارة العالية تغير من مواصفات المادة وتعرضها للتلف كذلك يكون نفس التأثير في حالة الحرارة الواطئة جدا . وان موصل هذا القابل يكون مصنوع من النحاس او الالمنيوم المجذول stranded وتعزل الموصلات بمادة بلاستيكية (P.V.C) والغلاف الداخلي للقابل innersheath ربما يكون من القطن او الورق العازل وعلى هذا الغلاف الداخلي يكون شريط من صفائح الحديد تستخدم كتسليح لزيادة القوة الميكانيكية للقابل . بعدها يستخدم كغلاف خارجي Outer sheath من P.V.C .

ويستخدم هذا النوع من القابلات في حالات الجهد العالي.

محاسن هذا القابلو

- 1- قوة عزل كهربائية عالية.
- 2- له قوة ميكانيكية عالية.
- 3- له مقاومة ضد الرطوبة.
- 4- مقاومته عالية ضد اللهب.
- 5- له عمر طويل.

العيوب

يستخدم فقط عند حالات التشغيل التي لا تزيد عن (70 °C).

4- قابلات ذات مواد العزل المتعدد mineral Insulated Materiales Cables (M.I.M Cables)

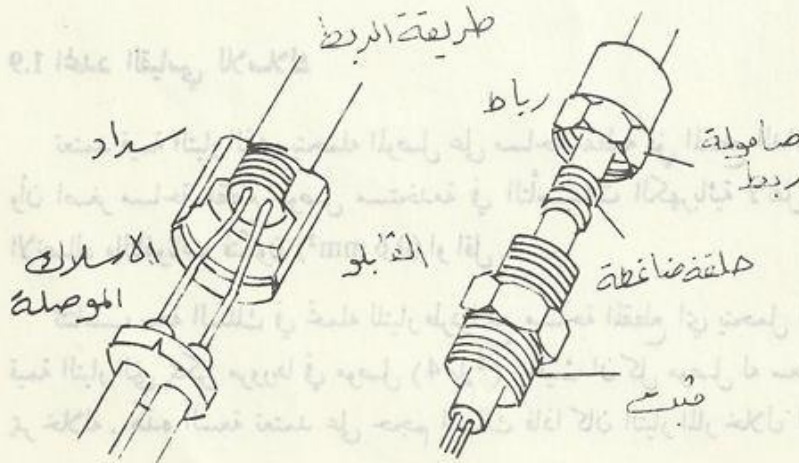
في هذا النوع من القابلو يكون الموصل من النحاس محاطاً بانبوبة تملأ بمادة اوكسيد المغنسيوم العازل وهذه المادة تكون على شكل مسحوق Powder ثم تأتي طبقة التسليح وهي سلك من الالنيوم يلف حول الانبوبة لزيادة القوة الميكانيكية للقابلو ثم يأتي الغلاف الخارجي من مادة ال (P.V.C).
ويجب سد نهائي القابلو من كلتا الجهتين شكل (1.8).
ويمتاز هذا القابلو بانه يستخدم عند درجة حرارة تشغيل عالية (أي اكثر من 80).

ومن محاسن هذا القابلو:

- 1- غير قابل للاشتعال.
- 2- لا يتأثر بالرطوبة او الزيوت او أي سوائل أخرى.
- 3- له مقاومة ميكانيكية عالية.
- 4- معدل تحمله للتيار عالٍ.

العيوب

صعوبة في التنفيذ حيث يحتاج الى مهارة ومعدات تنفيذ خاصة.

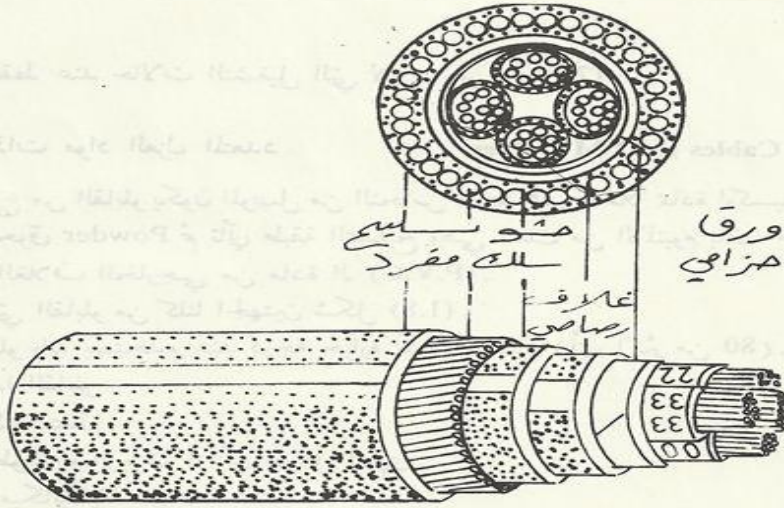


Paper Insulation Lead Cover Sheath

5- قابلووات ورقية ذات غلاف رصاصي

في هذا النوع من القابلو يكون الموصل من النحاس او الالمنيوم المجداول Stranded ويكون العازل من الورق المشبع بالزيت على شكل شريط يلف بطريقة حلزونية حول الموصل طبقة تلو الاخرى وتعتمد على درجة العزل المطلوبة وعادة تتراوح بين (27 - 22) طبقة ثم يأتي غلاف من الرصاص يُعد مانعاً لتشرب الزيت او الرطوبة وايضا يستخدم كإرضي ويتلو هذا الغلاف طبقة من الورق المطلي بمادة من القار ثم تأتي طبقة التسليح وهي شريط من صفائح الحديد تلف حول القابلو نصف على نصف ثم تأتي طبقة من الجوت (الخيوط) المشبعة بمادة القار

يستخدم هذا النوع من القابلو في حالات الجهد المتوسط للقابلووات الارضية .



شكل 5- بين قابلو ورق العزل ذا غلاف من الرصاص .

Standard wire Gauge S.W.G

المحدد القياسي للاسلاك

تعتمد قيمة التيار الذي يتحملة الموصل على مساحة مقطعه في المقطع الدائري تكون المساحة (نق × النسبة الثابتة). وأن اصغر مساحة مقطع موصل مستخدمة في التأسيسات الكهربائية لا تقل عن (1mm²). اما التأسيسات لاجهزة الاتصال والتلفونات فتكون (0.6 mm²) او اقل .

تناسب سعة السلك في تحمله للتيار طرديا مع مساحة المقطع اي يتحمل السلك ذو المقطع (6 ملم²) أربعة أضعاف قيمة التيار التي يمكن مرورها في موصل (4 ملم²). حيث ان كل موصل له سعة معينة او قيمة معينة لاقصى تيار يمكن ان يمر خلاله . هذه السعة تعتمد على حجم السلك فاذا كان التيار المار خلال الموصل اكبر من هذه القيمة نجد الاتي :

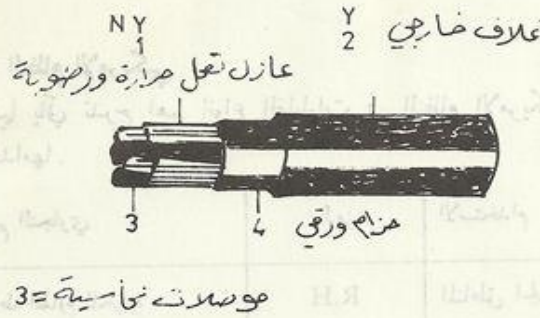
ب- النظام الامريكي

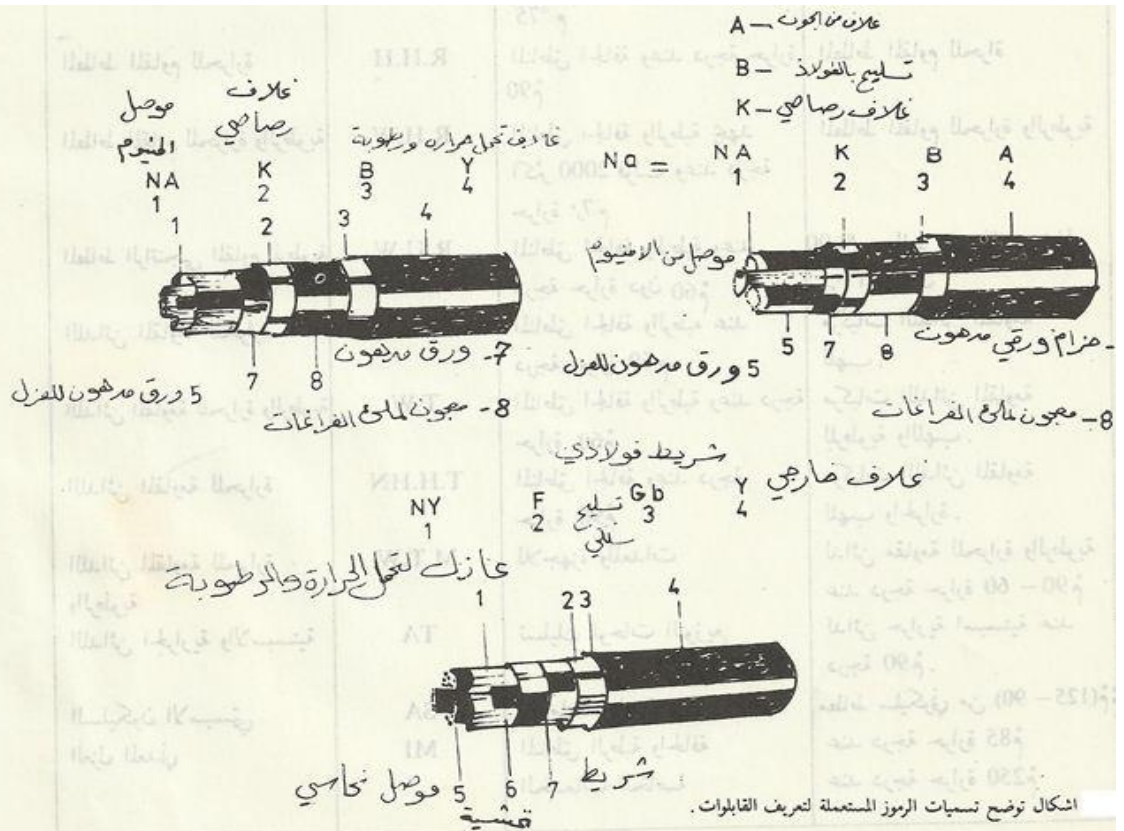
فيما يأتي ندرج اهم انواع القابلووات في النظام الامريكي تبعا للمواد المستعملة في تركيبها وصناعتها وطبيعة استخدامها .

نوع العزل	الاستخدام	الرمز	الاسم التجاري
المطاط المقاوم للحرارة	المناطق الجافة وعند درجة حرارة 75° م	R.H	المطاط المقاوم للحرارة
المطاط المقاوم للحرارة	المناطق الجافة وعند درجة حرارة 90° م	R.H.H	المطاط المقاوم للحرارة
المطاط المقاوم للحرارة والرطوبة	المناطق الجافة والرطوبة بجهد أكثر 2000 فولت وعند درجة حرارة 70° م	R.H.W	المطاط المقاوم للحرارة والرطوبة
90% مطاط غير ذائب خالي من الحبيبات	المناطق الجافة والرطوبة وعند درجة حرارة دون 60° م	R.U.W	المطاط الراتنجي المقاوم للرطوبة
مركبات اللدائن المقاومة للهب .	المناطق الجافة والرطوبة عند درجة حرارة 60° م	T	اللدائن المقاومة للحرارة
مركبات اللدائن المقاومة للرطوبة والهب .	المناطق الجافة والرطوبة وعند درجة حرارة 60° م	T.W	اللدائن المقاومة للحرارة والرطوبة
مركبات اللدائن المقاومة للهب والحرارة .	المناطق الجافة وعند درجة حرارة 90° م	T.H.HN	اللدائن المقاومة للحرارة
لدائن مقاومة للحرارة والرطوبة عند درجة حرارة 60 - 90° م	للاجهاز والمعدات	M.T.W	اللدائن المقاومة للحرارة والرطوبة
لدائن حرارية اسبستية عند درجة 90° م .	تسليك لوحات التوزيع	TA	اللدائن الحرارية والاسبستية
مطاط سليكوني من (90 - 125)° م	خدمات خاصة	SA	السليكون الاسبستي
عند درجة حرارة 85° م	المناطق الرطبة والجافة	MI	العزل المعدني
عند درجة حرارة 250° م	الخدمات الخاصة		

ج - انواع القابلات في النظام الالماني

تختلف تسميات القابلات في النظام الالماني عنها في النظم الاخرى رغم التشابه في الاستخدام والمواصفات بالقابلو نوع (NYY) يعني قابلو نحاسي Copper عازلة من البلاستيك ومصنوع بموجب المواصفات الالمانية واما قابلو نوع (NYBY) فان فيه تسليحاً من الفولاذ بشكل شريط فضلاً عن العزل البلاستيكي . علماً بأن هذا التسليح ضرورياً عند تأسيس القابلو في الاماكن التي يتعرض فيها الى تأثيرات ميكانيكية . وفيما يأتي شرح الرموز المستعملة في تسمية القابلات . لهذا النظام وأن الشكل يوضح ذلك .





- N = تعني الكيبل مصنوعاً طبقاً للمواصفات الألمانية القياسية ذات موصلات نحاسية.
- NA = الموصل من الألمنيوم.
- Y = عازلاً من البلاستيك.
- K = غللاًفاً من الرصاص.
- B = تسليحاً من الفولاذ.
- F = تسليح السلك فولاذي مسطح ومغلول للتسليح.
- H = موصلات معزولة ومغطاة بورق مغلول وطبقة من النسيج الرصاصي.
- A = الطبقة الخارجية من الجود (جفناص او نسيج خيطي).
- L/L = عزل الموصل عن الموصل.
- L/B = عزل الموصل عن غلاف الرصاص.
- GB = شريطاً فولادياً مغلولاً لولياً متعكساً.
- GNBG = موصلاً نحاسياً مغطى بالمطاط.
- P.A = تسليحاً خارجياً في أنابيب البلاستيك.
- P.B = تسليحاً داخلياً في أنابيب البلاستيك.
- PB.T = موصلاً مغطى بالبلاستيك الناري.

الموضوع:- طرق مد القابلو ، الأعطال الممكن حدوثها في القابلوات
الأفكار المركزية:- تهدف الدراسة إلى الطرق المعتمدة في مد القابلوات
1- الدفن المباشر. 2- النظام المصمت. 3- النظام السحب.

الأهداف:- أن الأهداف الرئيسية من هذا الموضوع هي:-
1- طرق دفن القابلوات : Laying of under ground cables .
وتشمل:-
أ- الدفن المباشر. ب- النظام المصمت. ج- النظام السحب.
2- الأعطال الممكن حدوثها في القابلوات.
3- كيفية تحديد نوع العطل ومكانه في القابلو المتجانس

الاختبار القبلي:- س1/ ماذا يعني M.I.M. س2/ ماذا يعني P.V.C.
س3/ ماذا يعني T.R.S
الاختبارات الذاتية:-

س1/ عدد محاسن قابلوات P.V.C.
س2/ عدد محاسن قابلوات ذات مواد العزل المتعدد (M.I.M Cable)
س3/ ماذا تعني بالرمز NY Y في القابلوات الألمانية.

الاختبار البعدي:-

س1/ قابلوات (P.V.C) تم تصنيعها عام (1937) وأن هذه القابلوات سميت بهذه التسمية استناداً إلى العزل التي تم تصنيعها من المشتقات
س2/ قابلوات ذات مواد العزل المتعدد يكون الموصل من النحاس محاط بأنبوب مملوء بمادة
س3/ قابلوات ذات العازل المطاطي المقسى لا يقاوم التفاعلات الكيماوية وسريع التفاعل مع

طرق مد القابلوات:

يتم مد القابلوات بطرق مختلفة أهمها:

- 1- على الأعمدة والجدران: تستخدم هذه الطريقة في الإزقة والأحياء الضيقة وأحياناً في تاسيسات المعامل والمنازل والأحمال القليلة.
- 2- دفن مباشر تحت الأرض: وهي طريقة رخيصة وسهلة التنفيذ حيث يمد القابلو على عمق يتراوح بين 70-100 سم في الأرض وتستخدم هذه الطريقة في المواقع خارج المدن كالمعسكرات .

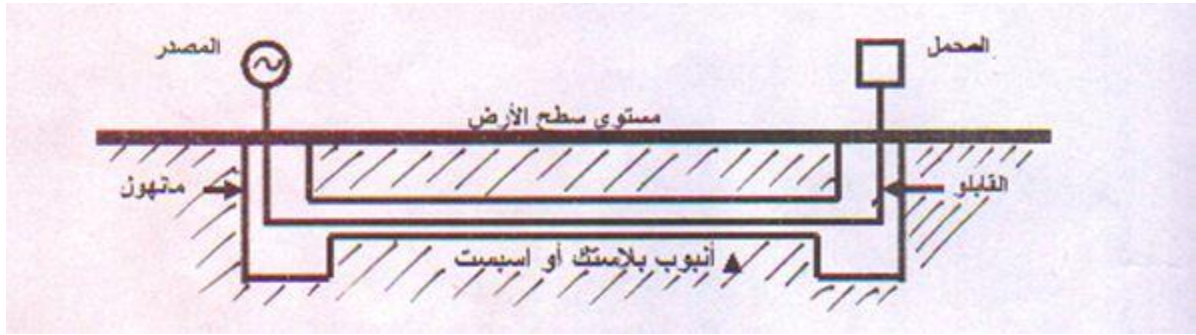
المميزات: التسرب الحراري المتولد في القابلات يكون كبير

العيوب: صعوبة اصلاح القابلات المعطلة لان ذلك يتطلب عمليات حفر وزيادة في التكاليف

3- داخل الانابيب: ويتم في هذه الطريقة مد القابلو من المصدر الى الحمل داخل الانابيب البلاستيكية او الاسبستية. وتستخدم هذه الطريقة في في المنازل والمعامل لا يصلح القابلو الرئيسي من المصدر الى لوحة التوزيع.

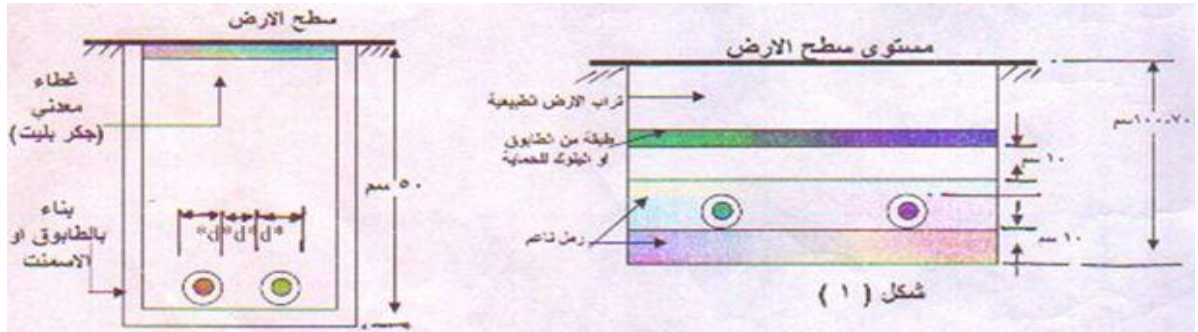
المميزات: سهولة استبدال القابلو عند حدوث عطل واطافة قابلو جديد مستقبلا

العيوب: التسرب الحراري المتولد بالقابلو يكون قليل



4- داخل القنوات الارضية: تستخدم هذه الطريقة في المعامل الكبيرة في تاسيساتها الخارجية والداخلية معا لا يصلح التغذية للاحمال الكبيرة.

العيوب: طريقة مكلفة اقتصاديا لاحتياجها لاعمال مدنية كبيرة عند بناء الخندق لتمرير القابلات



5- على حامل القابلات: في هذه الطريقة يتم مد القابلات على حامل معدني مثبت على الجدران او معلق بالسقف وتستخدم هذه الطريقة في المختبرات وغرف المكائن

اختيار نوع ومساحة المقطع العرضي للقابلات: لكي يتم تحديد مساحة مقطع القابلو يتطلب الامر جدولا وحسابات معينة الا ان النقاط التي تحدد نوع ومساحة مقطع القابلو هي:

- 1-نوع الحمل(حثي , سعوي او مقاومي)
- 2-تيار الحمل 3-طول القابلو او بعد الحمل عن الموصل
- 4-درجة حرارة المحيط 5-الظروف المحيطة بالقابلو(رطوبة , زيت , احماض , الخ)
- 6-مكان مد القابلو(جدار , ارض , اعمده) 7- عدد القابلوات المجاوره

**** اختيار مساحة مقطع الموصل:**

يعتمد تحديد مساحة مقطع الموصل بالدرجة الاساس على مقدار التيار المار في الموصل حيث ان اختيار مساحة مقطع اصغر من الحد المسموح يؤدي الى:

- 1-زيادة المفاقيد في الجهد
- 2-زيادة درجة حرارة القابلو
- 3-تلف العوازل
- 4-حدوث قصر بين الموصلات وتلف الموصل

**** انواع اعطال القابلوات:** تستخدم قابلوات القدره في نقل القوى الكهربائية من مصدر التجهيز الى الاحمال البعيده ويتعرض القابلو لعدة اعطال في موقع العمل وهي كالاتي:

- 1- القطع 2- التماس بين الاطوار 3- التماس بين الاطوار والارض

****اسباب اعطال القابلوات:** يحدث عطل في القابلو نتيجة لتعرضه لاحدا الظروف الاتية:

- 1-الاصابة الميكانيكية 2- احتراق العازل بسبب الاختيار الخاطيء للقابلو 3- تلف العازل بسبب مواد كيميائية او زيوت في التربة4- الاستخدام لفترة طويل

****طرق تحديد العطل في القابلوات:** يتم تحديد العطل في القابلوات بعد توقفها جزئيا او كليا عن نقل القدرة الكهربائية من مصدر التوليد الى الاحمال البعيده ويتم تحديد العطل في القابلوات من خلال مرحلتين وهي

أ-كشف مسار القابلو: يتم تحديد مسار القابلو لغرض الصيانة عن طريق مخطط يوضح مسار القابلو تحت الارض وعندها يمكن تتبع مسار القابلو عن طريق شريط المسافه او جهاز عجلة المسافة وهي عجله تدفع بواسطة عامل الصيانة وتكون مزوده بعداد المسافه الذي يقيس المسافه التي تقطعها العجلة ضمن مسار القابلو في المخطط.

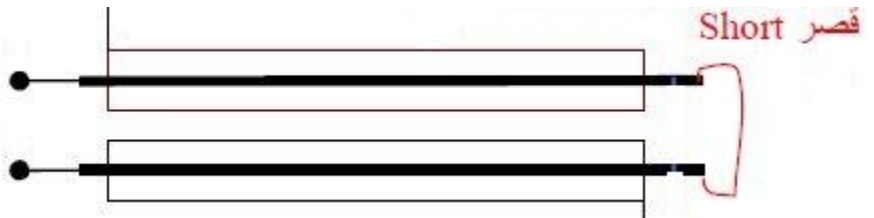
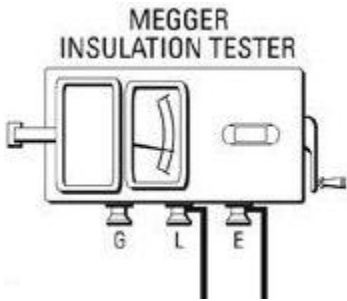
اما في حالة عدم توفر مخطط لمسار القابلو فيمكن استخدام جهاز الحث المغناطيسي لتحديد مساره ويتكون الجهاز من طرف مرسل اشاره وملف بحث ومستلم اشاره حيث تعمل مرسله الجهاز على ارسال

تيار بالقابلو الذي يوصل طرفه الاخر بملف البحث والارض لاكمال دائرة كهربائية في القابلو وتولد حوله مجال مغناطيسي نتيجتا لمرور التيار (اشاره حثية). يعمل ملف البحث على استلام الاشارة وايصالها الى المستلم وعندما يتم تمرير الجهاز المستلم باتجاه امتداد القابلو تحت الارض سوف يستشعر المجال المغناطيسي المتكون حول القابلو ويحواله الى اشاره مسموعه او مقروءه عن طريق مقياس الاشارة. ويقف مؤشر مقياس الاشارة على اقل قيمه في الحالة الاعتيادية وتزداد قيمة المؤشر كلما اقتربنا من القابلو وصولا الى القيمة العظمى للمؤشر والتي تدل على المسار السليم للقابلو حيث تستمر هذه العملية وصولا للطرف الثاني من القابلو وبالتالي يتم تحديد مساره وطوله ايضا.

ب- تحديد العطل في القابلو: يستخدم جهاز (Megger) في تشخيص الجزء التالف من العازل او الموصل المقطوع في قابلوات الجهد المنخفض (1000) فولت والمتوسط 5000 فولت حيث يتم فحص العازلية بين موصلات القابلو الواحد وكذلك العازلية بين الموصلات والارض. كذلك يستخدم الميكر في اختبار موصلية الموصلات في القابلو الواحد. ويعتبر الميكر جهاز اوميتر حيث يعطي قراءة مباشرة لمقاومة العوازل لمدى واسع من القياس ابتداءا من الاوم الى الميكا اوم.

اختبار العازلية: يتم فحص عازلية كل موصل داخل القابلو وذلك بتوصيل طرف من اطراف جهاز الميكر على احد موصلات والقابلو والطرف الاخر لجهاز الميكر يربط للارضي ويتم تسليط جهد داخل القابلو تتناسب قيمة الجهد مع مساحة مقطع القابلو وبعد ذلك يقوم جهاز الميكر بقياس العازلية للموصل الاول وتتكرر نفس الطريقة لقياس عازلية موصلات القابلو الاخرى حيث تكون قيمة العزل بالاوم وتكون عالية للعوازل.

اختبار الموصلية: يتم فحص موصلية موصلات القابلو وذلك بربط دائرة قصر بين الموصل وقابلو سليم من جهة وتوصيل طرفي جهاز الميكر بالجهة الاخرى وبعد تسليط جهد كهربائي يتناسب مع حجم القابلو يتم قراءة الموصلية للموصل والتي تكون صفرا للموصل السليم وهكذا تتكرر طريقة الاختبار لكل موصلات القابلو



معدات الحماية في التاسيسات الكهربائية

التاسيسات الكهربائية أصبحت مهمة لكثرة المنظومات والاجهزة المستخدمة وبما انها تؤدي وظيفة نقل الطاقة الكهربائية الى الاجهزة الكهربائية لتعمل بشكل سليم لذا يجب ان تتوفر في التاسيسات كافة شروط السلامة والامان وعدم جعلها مصدر ازعاج وتشويه للابنية فيجب اختيار احجام الاسلاك ومصهرات وقواطع الدوره بشكل صحيح للحفاظ على الاجهزة من حدوث العطل اثناء التشغيل

* انواع الحماية الكهربائية

اولا-المصهرات : هي وسيلة لحماية الاجهزة الكهربائية من تيار القصر العالي او تيار الحمل الزائد ويعتمد مبدا عملها على التأثير الحراري للتيار المار فيها حيث ينصهر عنصر المصهر عند مرور تيار اعلى من التيار المقنن.

● عنصر المصهر: هو جزء من المصهر يتم تصميمه لينصهر ويقطع الدائرة الكهربائية عند مرور تيار اعلى من التيار المقنن.

● التيار المقنن: هو اقصى قيمة للتيار تتحمله مادة عنصر المصهر لوقت غير محدد دون ان تنصهر.

● تيار الانصهار: هو اقل قيمة للتيار الذي يسبب انصهار عنصر المصهر.

● معامل الانصهار: هو النسبة بين تيار الانصهار والتيار المقنن ويكون اكبر من واحد

**العوامل التي يجب اعتبارها عند اختيار المصهر هي:

الجهد المقنن (V)

القيمة المقننة للتيار (A)

* انواع المصهرات

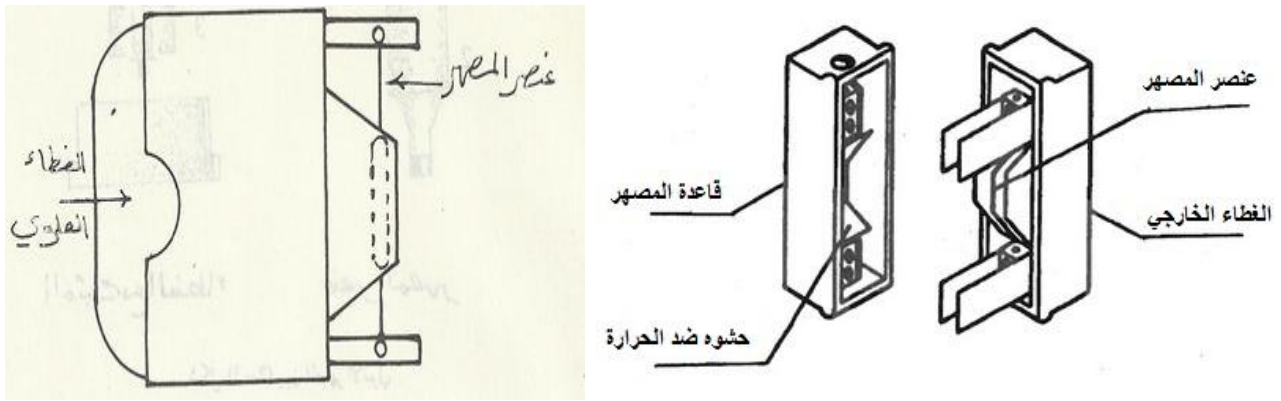
1- المصهرات القابلة للتسليك: (Rewirable Fuses)

وهي ابسط وسيلة للحماية ويتكون عنصر المصهر من سلك ذو مقاومه قليلة مصنوع من النحاس والتيار الذي يجعل هذا السلك ينصهر يعتمد على طول السلك وكذلك على مساحة مقطعه ويسمى هذا النوع بشبه المغلق ايضا

محاسنه: 1- رخيص الثمن 2- سهولة استبدال عنصر المصهر في حالة انصهاره.

العيوب:

- 1- ارتفاع درجة حرارة عنصر المصهر تؤدي الى تأكسده وتغيير مساحة مقطعه لذا يتطلب تغيير عنصر المصهر مرتين خلال العام
- 2- سهولة استبدال عنصر المصهر بسلك من ماده او عنصر اخر لا يحمل نفس مساحة المقطع مما يسبب في اختلاف مواصفات المصهر
- 3- هذا النوع لايفرق بين التيارات الزائدة التي تستمر لفترة طويلة والتيارات التي تستمر لفترة قصيرة مثل تيارات البدء عند تشغيل المحركات لذلك لايفضل استخدام هذا المصهر لحماية المحركات



2- المصهرات الانبوبية: (Cartridge Fuses)

تم تصنيعها لتغطي مساوي المصهرات القابلة للتسليك من ناحية تاكسد سلك المصهر وسقوطة في حالات الحمل العادي . يتم تصنيع المصهرات الانبوبية على شكل جسم اسطواني من الخزف يحتوي على عنصر المصهر حيث تكون الاسطوانه مملؤه بالرمل السليكوني لاجل اطفاء القوس الكهربائي عند انصهار عنصر المصهر كما موضح ادناه.

المحاسن:

- 1- امكانية استبدال سلك المصهر
 - 2- سلك المصهر غير قابل للتاكسد بسبب عدم تعرضه للهواء
 - 3- القوس الكهربائي الناتج من انصهار عنصر المصهر لا يستمر بعد سقوطه.
- العيوب: لاتفرق هذه المصهرات بين الحمل الزائد الذي يستمر لفترة طويله والحمل الزائد الذي يزول بعد فترة قصيرة.



3-المصهرات ذات سعة القطع العالي: (H.R.C)

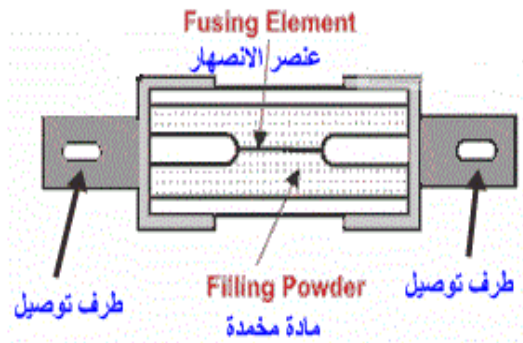
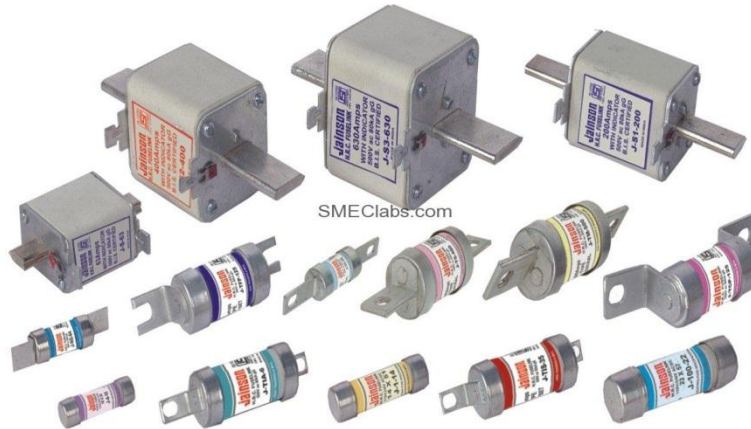
يتكون من اسطوانه من السيراميك الجيد بينما عنصر المصهر هو سلك رفيع من الفضة الخالصه ويتم ملئها بالاسطوانه بمسحوق السليكون . ان هذا المصهر مزود بمؤشر ليظهر حالة عنصر المصهر ويتكون من سلك رفيع يتصل بالتوازي مع عنصر المصهر.

المحاسن:

- 1- له خصائص فصل يمكن التحكم بها بدقة عند الصنع
- 2- يستعمل في حالة الاحمال الصناعيه الكبيره والصغيره
- 3- يحتوي على مبيّن يوضح حالة عنصر المصهر قد انصهر ام لا
- 4- يتكون من انبوبة من السيراميك القابله لتحمل الصدمات الكهربائيه العاليه
- 5- لا تتطلب صيانة وليس لديها عمر محدد
- 6- سرعه عاليه في فصل الدائره الكهربائيه بدون ضوضاء او دخان

العيوب:

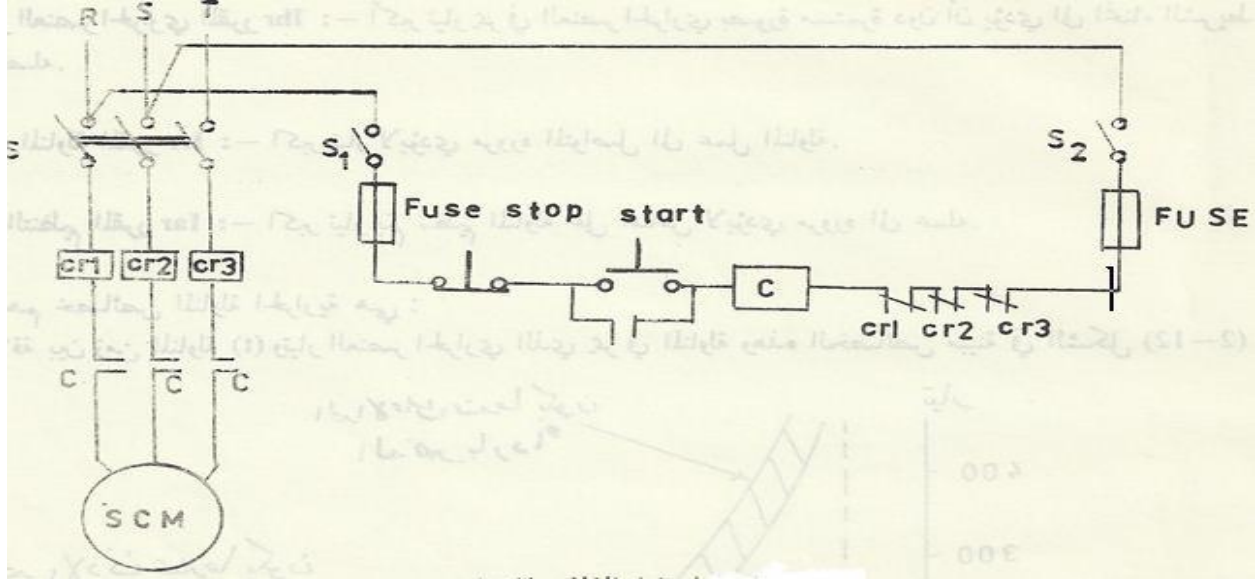
يجب استبدالها بعد كل عمليه قطع للدائره الكهربائيه



ثانيا-المتابعات او المناولات (Relays)

1-مناولات التيار (CR) Current Relays :

هي اجهزه مغناطيسية تعمل انياً وتستعمل لحماية المحرك الحثية ذات القفص السنجابي لحد قدرة 100 كيلو واط وكذلك محركات الحلقة الانزلاقية لجميع القدرات من اخطار تيار القصر ويمكن وصف المناوله بالجهاز الحساس الذي يعمل مع اللاقط على قطع التغذية عن المحرك عند حدوث القصر وزيادة التيار حيث توضع المناولات على التوالي مع خطوط التغذية وبعد المفتاح الرئيسي مباشرة عند زيادة التيار تعمل المناولة على فتح ملامس مغلق في دائرة ملف اللاقط المتصل بالتوالي معه وبذلك ترجع الملامسات الرئيسية الى وضع الدائرة المفتوحة off.



المقادير الكهربائية التي يجب معرفتها عن المناولات

- 1-التيار المقرر: وهو أقصى تيار يسمح بمروره بشكل متواصل في ملف المناوله
- 2-تيار العمل: وهو اقل قيمه للتيار تعمل عنده المناوله
- 3-تيار تنظيم المناولة: هو تيار العمل الذي تنظم عنده المناوله لتعمل عليه

مميزات مناولات التيار:

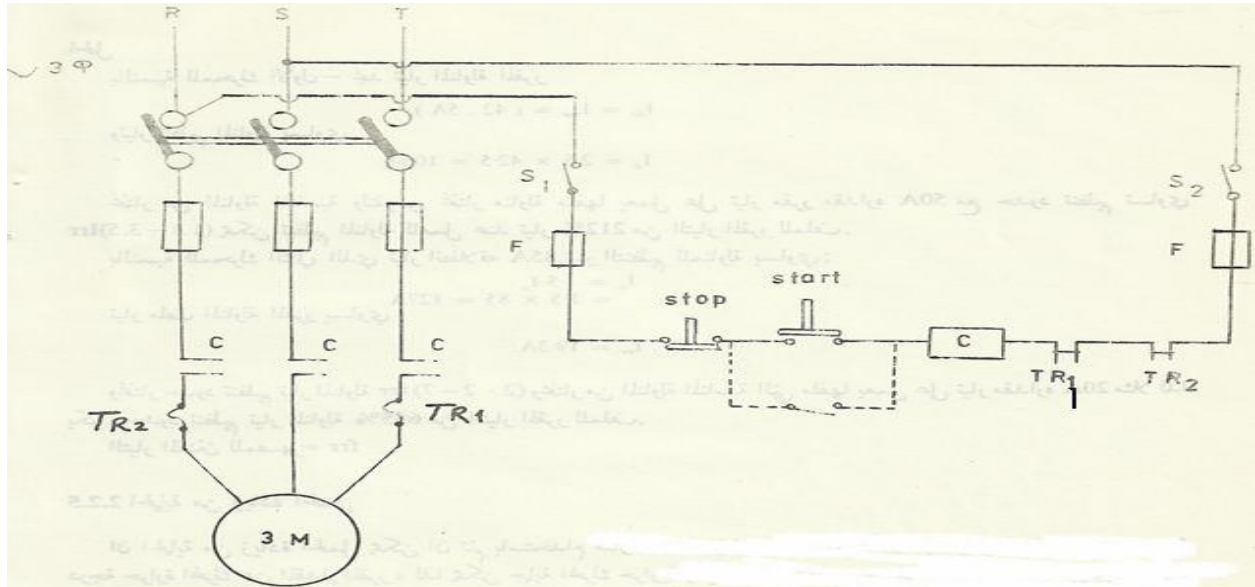
- 1- امكانيتها للعمل متعدد الجوانب وذلك بفتح الخطوط الثلاثة للدائره الرئيسية مره واحده
- 2- تنظم بشكل دقيق للعمل عند تيار معين دون ان يؤثر ذلك على سرعة استجابتها لهذا التيار
- 3- تحمي المحرك من ظروف العمل التي يزداد فيها تيار المحرك

2- الحماية باستخدام المناولات الحرارية (Temp- Relays (TR)

ان التأثير المباشر لزيادة الحمل على المحرك الكهربائي هو ارتفاع درجة حرارة المحرك عن الحد المقرر لذا يمكن حماية المحرك من ارتفاع درجة الحرارة بطريقتين اما بوضع المتحسس الحراري على التوالي مع خطوط التغذية للمحرك او بوضع المتحسسات الحرارية مع ملفات المحرك.

أ- الحماية باستخدام المبادل الحراري: حيث يربط على التوالي مع خطوط تغذية لحماية المحركات التي تعمل بصورة متواصلة لاتقل عن نصف ساعة من زيادة درجة حرارة الى قيم خطيرة على الملفات عند زيادة الحمل المستمر عن الحد المقرر حيث تتكون المناولة من شريط ثنائي المعدن يختلف في معامل التمدد الحراري ويربط مع خط التغذية وعند مرور تيار عالي تزداد درجة الحرارة فينتهي هذا الشريط فاصلا دائرة التغذية.

ان سرعة عمل المناولة تزداد بزيادة درجة الحرارة او زيادة تيار الحمل حيث يربط العنصر الحراري على التوالي مع خطوط التغذية ويكون بعد نقاط تماس اللاقط بينما تكون نقاط تماس المناولة في دائرة السيطره مغلقة اعتياديا وتفتح عند زيادة درجة الحرارة فتقطع التغذية عن ملف اللاقط الذي تفتح نقاط تماسه فيقطع التغذية عن المحرك.



عيوب المبادلات الحرارية:

1- التيار المار في ملف المناولة لا يمثل مقياس حقيقي للمقدار الحراري داخل المحرك وان العنصر الحراري للمناولة ليس نموذجا حراريا للمحرك.

- 2- استخدام المناولة الحرارية لياخذ بنظر الاعتبار درجة الحرارة المحيطة اثناء فترة العمل
- 3- التشغيل والاطفاء المتكرر للمحرك سوف يرفع درجة حرارة المحرك بينما يبقى التيار المار بالمناولة اعتياديا لذا تفشل المناولة في حماية المحرك حراريا في هذه الحالة.

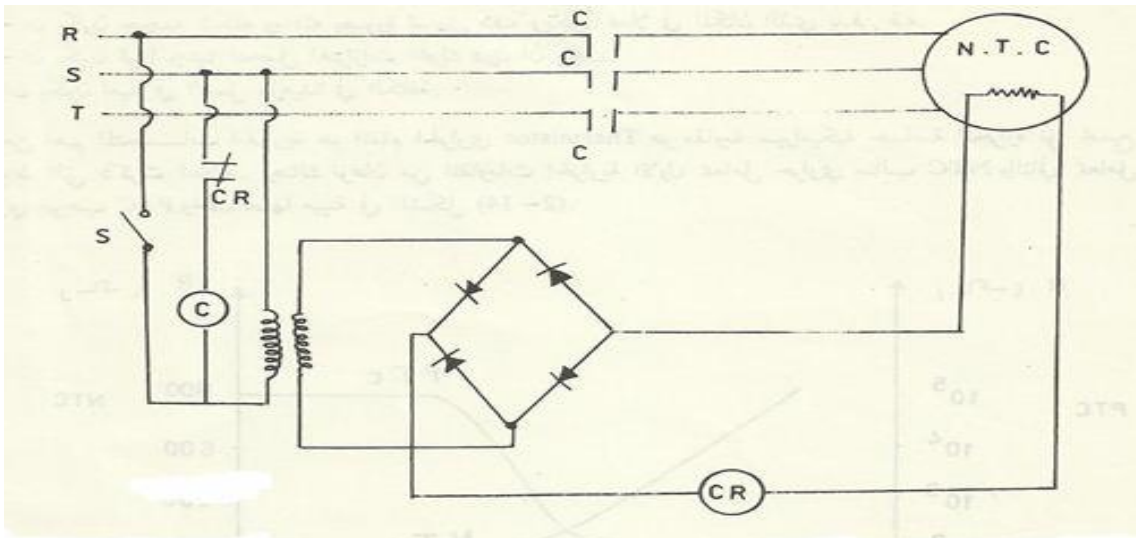
ب- الحماية باستخدام المتحسسات الحرارية المدفونة:

يستخدم هذا النوع من الحماية للتغلب على عيوب المناولات الحرارية وفشلها في حماية المحركات والمتحسس الحراري عبارة عن عنصر معين يدفن داخل ملفات المحرك ويتحسس زيادة درجة حرارة الملفات بصورة دقيقة وتتلخص طريقة عمل هذه المتحسسات كما يلي.

- عند غلق المفتاح (S) فان التيار سيمر في ملف اللاقط وبالتالي يؤدي الى غلق نقاط التماس في خطوط التغذية للمحرك مما يسبب عمل المحرك وفي نفس الوقت يتم تسليط جهد من خلال محول الى الى قنطرة تقويم ومنه الى المتحسس الحراري حيث لايمر بهذا المتحسس تيار في الحالة الاعتيادية ولكن بازدياد درجة الحرارة في ملفات المحرك عن الحد المسموح به فان ذلك يسبب انخفاض قيمة مقاومة المتحسس الحراري ومرور تيار من خلاله الى المناول الحراري وفي حالة زيادة التيار المار في هذا المناول عن الحد المقرر سوف يفصل نقاط تماسه ويقطع التيار عن دائرة ملف اللاقط وبالتالي تفتتح نقاط تماسه وتقطع التغذية عن المحرك لحماية.

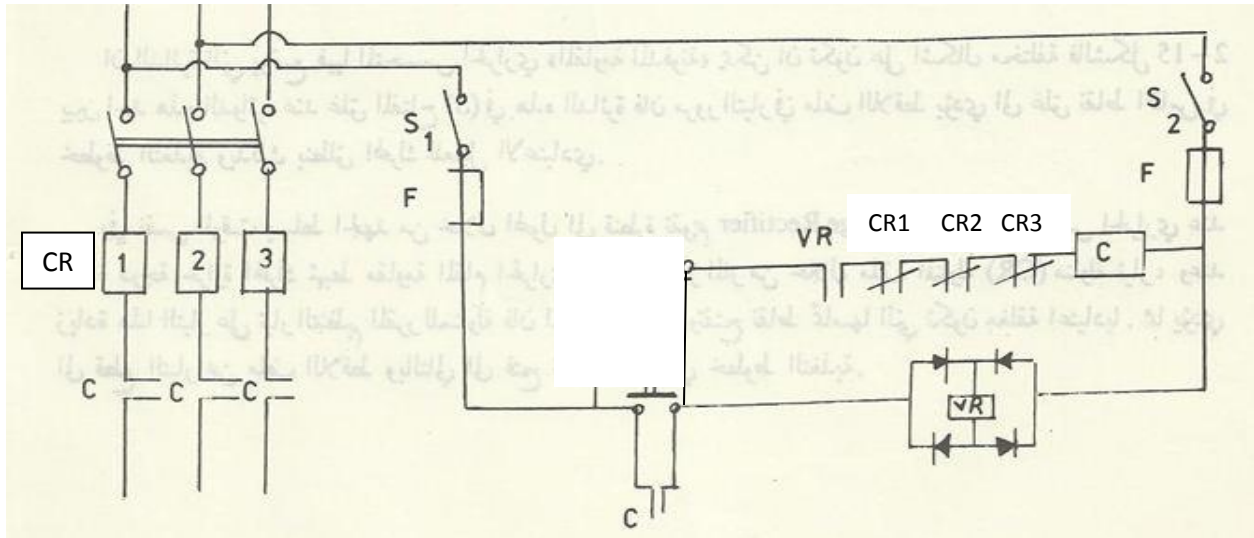
*المقاوم الحراري: هو مقاومه سيراميكية حساسة للحرارة ويوجد منها نوعان بمعامل حراري

موجب PTC ومعامل حراري سالب NTC



3-الحماية من انخفاض جهد التغذية:

تستخدم مناومات الجهد Voltage Relays في حماية المحركات الحثية من العمل تحت جهد تغذية منخفض خصوصا عندما تعمل عند الحمل الكامل حيث اقصى هبوط في الجهد يجب ان لا يتجاوز 2.5% ولحماية المحركات من انخفاض الجهد تستخدم مناومات الجهد الكهرومغناطيسية VR حيث تكون الحماية الرئيسية بواسطة مناومات التيار التي تتحسس زيادة التيار بينما المناولة VR فتتحسس مقدار الجهد بالدائرة حيث يكون لهذه المناولة فترة تاخير تساوي نصف ثانية وبما ان المناولة تعمل على التيار المستمر فان ملفها يتغذى من خلال قنطرة تقويم ويمر التيار في ملف مناولة الجهد بعد الضغط على المفتاح ON فتغلق نقاط تماسها ويمر التيار في ملف اللاقط الذي تغلق نقاط تماسه ليتم توصيل التغذية الرئيسية للمحرك عند هبوط الجهد فتفتح نقاط تماس اللاقط لكن التغذية الى ملفه تكون مستمره لوجود فترة تاخير في عمل مناولة الجهد حيث اذا اختفى الجهد لفترة تزيد عن نصف ثانية فان التغذية تقطع كليا بينما اذا انقطع او انخفض الجهد لفترة اقل من نصف ثانية فعند عودته يعمل اللاقط وتغلق نقاط التماس من جديد مما يضمن استمرار عمل المحرك ذاتيا.

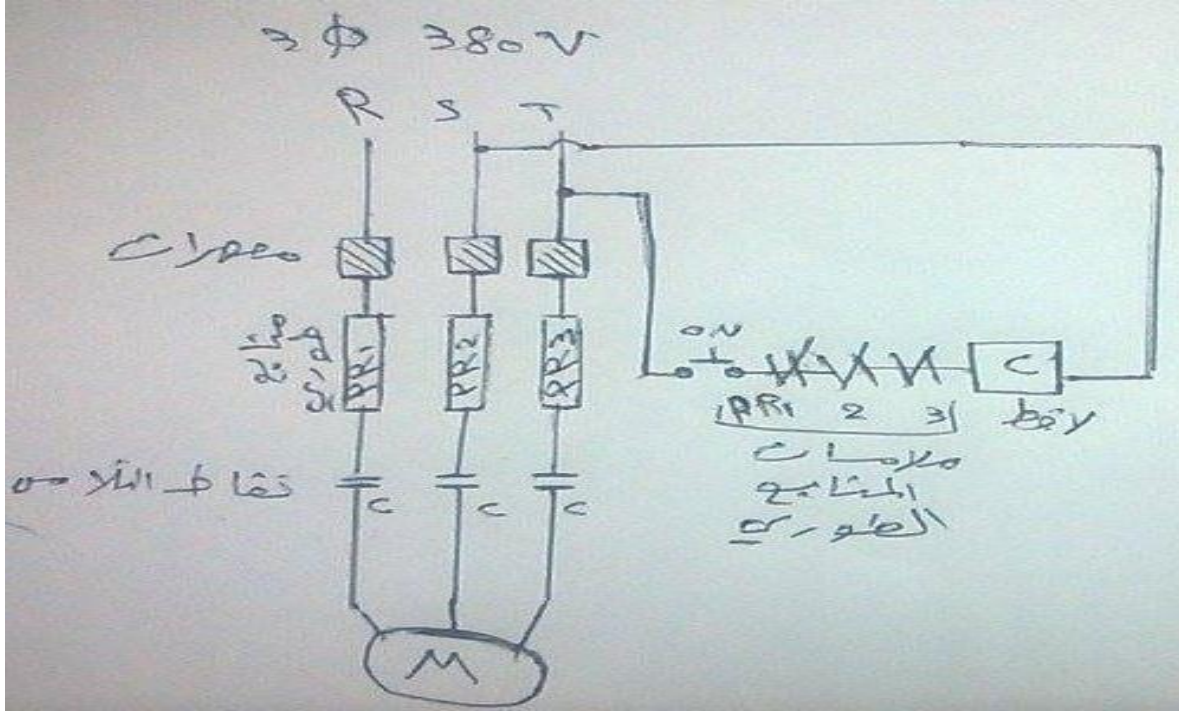


4-الحماية من العمل على طورين:

أ-الحماية الطورية باستخدام المتابع الطوري (Phase Relay)

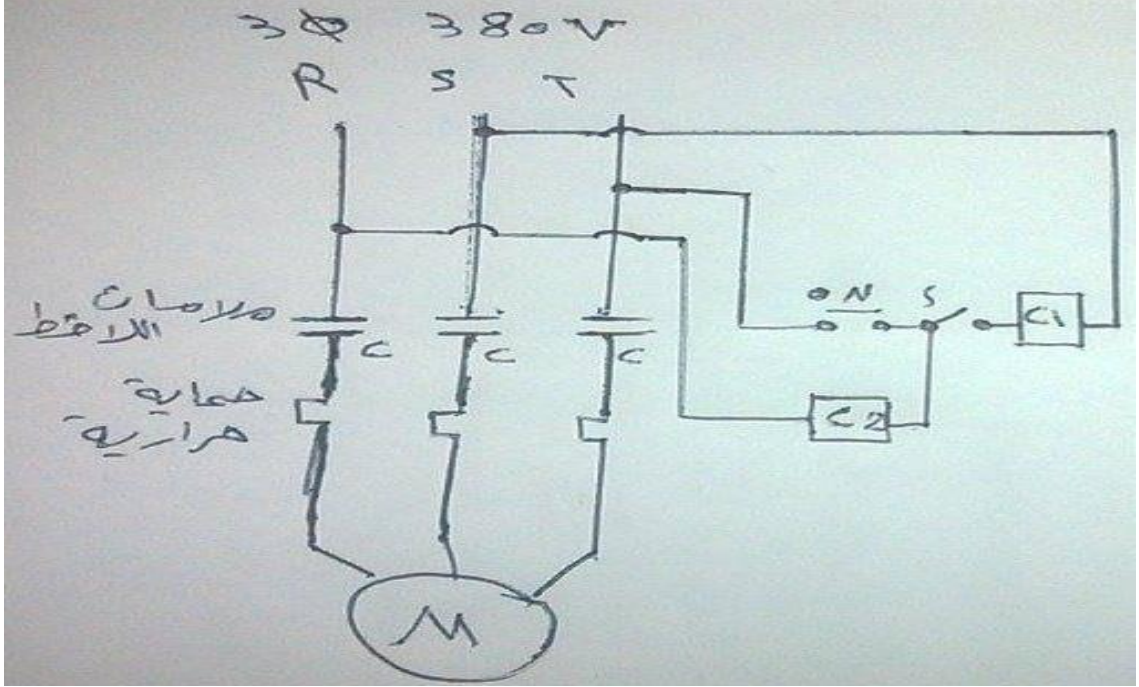
معظم المحركات الحثية ثلاثية الاطوار يكون سبب تلف ملفاتا هو نقص في احد الاطوار مما يؤدي الى ارتفاع التيار على الطورين الاخرين وتلف الملفات لذلك يجب حماية المحرك من العمل على طورين

باستخدام المتابع الطوري (PR) الذي يربط على التوالي مع كل مصهر حيث تتكون دائرة الحماية من ثلاث متابعات منفصلة تتصل بالتوالي مع كل مصهر في خط التغذية الرئيسي ولا تعمل هذه المتابعات في حالة التغذية الطبيعية للمحرك اما في حالة انصهار احد المصهرات او انقطاع احد الاطوار فان الجهد على المتابع سوف يزداد مما يؤدي الى عمل المتابع وفتح ملامسات المتابع التي تقطع التيار عن ملف اللاقط وبالتالي فان نقاط تلامس اللاقط الرئيسية سوف تفتح التغذية الرئيسية عن المحرك .



ب- الحماية الطورية باستخدام اللاقط: تستخدم هذه الدائرة لحماية المحرك من العمل على طورين حيث يمثل C1 لاقط التغذية الرئيسي كما توجد نقاط حرارية تربط مع مغذيات المحرك لتوفر الحماية الحرارية من زيادة التيار . يعمل اللاقط الرئيسي على قطع التغذية عن المحرك في حالة انقطاع احد الطورين الذين يتغذى منهما بينما الطور الثالث فلا توجد حماية طورية له لذلك يستخدم اللاقط الثانوي C2 الذي يتغذى من الطور الثالث وترتبط نقطة مفتوحة منه بطريق اللاقط الرئيسي وبذلك تتوفر الحماية لثلاثة اطوار

ملاحظة: تستخدم هذه الدائرة ايضا للحماية من انخفاض الجهد حيث ان لكل لاقط فولتية تشغيل عندما تنخفض عنها الفولتية المجهزة سوف يفصل اللاقط ويقطع التغذية عن المحرك.



اسئلة اختبارية:

- س1/ عدد انواع المصهرات.
- س2/ ماهي مميزات مناومات التيار.
- س3/ كيف تربط مناومات التيار مع خط التغذية.
- س4/ ماهي عيوب المناومات الحرارية.
- س5/ ماذا نعني بفترة التاخير في مناومات الجهد.
- س6/ كيف تربط المناومات الطورية في الدائرة.
- س7/ مما تكون المناولة الحرارية وكيف تربط مع خطوط التغذية.

الإجابة بعلامة (✓) أو خطأ (×)

- س1/ تربط المناولة الحراري بالتوالي مع خطوط التغذية.
- س2/ تزداد مقاومة المتحسس الحراري المدفون نوع N.T.C بزيادة درجة حرارة.
- س3/ تزداد مقاومة المتحسس الحراري المدفون من نوع P.T.C بزيادة درجة حرارة.

ثالثا: قواطع الدورة: Circuit Breakers

القاطع: هو جهاز فتح وغلق ميكانيكي له القدرة على قطع وتوصيل التيار الكهربائي تحت ظروف التشغيل الاعتيادية وكذلك له القدرة على قطع التيار في حالات التشغيل الخطرة على الاجهزة الكهربائية. فعند مرور تيار عالي في الدائرة تعمل آلية القاطع الميكانيكية على ابعاد الملامسات عن بعضها وعند انفصال هذه الملامسات يستمر مرور التيار الكهربائي بينها على شكل قوس كهربائي حيث يعمل القاطع على اخماد القوس الكهربائي بين الملامسات نهائيا وذلك بسبب خطورة هذا القوس وتسببه بارتفاع درجة حرارة الملامسات واتلافها.

اهم حالات التشغيل غير الاعتيادية: 1- زيادة الحمل 2- حدوث تيار قصر 3- حالات هبوط شديد في الجهد

*تصنيف قواطع الدورة:

يتم تصنيف القواطع الكهربائية تبعا الى نوع الوسط الذي يتم فيه اطفاء القوس الكهربائي

1- القواطع الهوائية

2- القواطع الزيتية

3- القواطع المفرغة

4- قواطع سادس فلوريد الكبريت (SF6)

كذلك يمكن تصنيف القواطع من حيث جهد التشغيل الى

1- قواطع الجهد المنخفض (0-1Kv)

2- قواطع الجهد المتوسط (1kv-33kv)

3- قواطع الجهد العالي (33kv-240kv)

4- قواطع الجهد الفائق يكون اكبر من 240kv

1-قواطع الجهد المنخفض: ان جميع قواطع الجهد المنخفض هي قواطع هوائية حيث يتم اخماد القوس

الكهربائي في الهواء تحت الضغط الاعتيادي عن طريق اطالة القوس وتقسيمة الى اجزاء بواسطة مقسمات

القوس وهي الواح معدنية تعمل على تقسيم القوس وتبديده تتكون هذه القواطع من وحده متكامله داخل

صندوق مغلق مصنوع من مادة عازلة واغلب هذه القواطع غير قابلة للفتح ولا يمكن صيانتها او تبديل

ملامساتها وبالتالي يجب استبدال القاطع باكمله في حالة عطلها.

2-قواطع الجهد المتوسط:تقسم قواطع الجهد المتوسط حسب الوسط المستعمل لاطفاء القوس الكهربائي الى قواطع زيتية وقواطع مفرغة

أ- القواطع الزيتية: في هذا النوع يستعمل الزيت بين ملامسات القاطع لاطفاء القوس الكهربائي فعند فتح الملامسات وابتعادها عن بعضها سيتولد قوس كهربائي بينها ويسبب ارتفاع درجة حرارة الزيت المحيط بالقوس مما يؤدي الى تبخر الزيت وتحلله الى غاز الهيدروجين بضغط عالي حيث يعمل الهيدروجين على تبريد القوس الكهربائي ويزيل حالة التاين لذرات الوسط بين الملامسات وبالتالي اطفاء القوس الكهربائي.

***محاسن الزيت كوسط في اخماد القوس**

1-يعمل كعازل بين الموصلات 2- الزيت المجاور للقوس يمثل سطح تبريد القوس

***عيوب استخدام الزيت كوسط في اخماد القوس الكهربائي**

- 1-الزيت سريع الاشتعال مما يجعله معرضا لخطر الاشتعال داخل القاطع بعد تعرضه للهواء
- 2-تولد القوس حول الملامسات يخلف الكابون الذي يسبب تلف الزيت مما يتطلب تبديله بفترات منتظمة

ب-العوازل المفرغة:

تتكون من غرفة مفرغة من الهواء وتحتوي على ملامسين حيث يمتلك الفراغ شدة عزلالية مناسبة لاطفاء القوس الكهربائي المتولد نتيجة فتح الملامسات.

*** قواطع سادس فلوريد الكبريت(SF6):** غاز سادس فلوريد الكبريت هوا غاز صناعي غير قابل للاشتعال وكثافته خمس اضعاف كثافة الهواء وله خصائص حرارية ممتازة وقابلية عالية للتأين السالب(جذب الكترونات حره) مما يجعله وسطا مثاليا لاطفاء القوس الكهربائي حيث يتم استخدامه في قواطع الجهد المتوسط والعالي.

محاسن استخدام قاطع الدورة SF6

- 1-غير معرض لخطر الحريق لكونه غاز غير قابل للاشتعال
- 2-لا توجد مشاكل في العزل لعدم وجود مخلفات كاربونية على الملامسات

مساويء استخدام SF6

- 1-ذو كلفة عالية لكونه غاز مكلف

