القابلو Cable

عبارة عن طول محدود من موصل أو موصلين أو أكثر معزولة عن بعضها بمادة عازلة وتغلف معا . ويمكن أن يكون الموصل صلد أو مجدول مصنوع من النحاس أو الالمنيوم .

ما هي أسباب استخدام القابلو

١- في نقل التيارات المختلفة (قليلة - متوسطة - عالية)
٢- تستخدم لمختلف الجهود الكهربائية (جهد واطي - جهد متوسط - جهد عالي)
٣- في الاماكن التي تكون فيها درجة حرارة عالية أو رطوبة مثل البار والاسطر والاماكن التي توجد فيها مواد كيمياوية لذالك تستخدم تحت الارض
٤- حماية الانسان من الصعقة الكهربائية
٥- في الاماكن التي يمكن أن تتعرض النواقل الكهربائية الى خربان ميكانيكية

التركيب العام للقابلو الكهربائي (المكونات الاساسية)

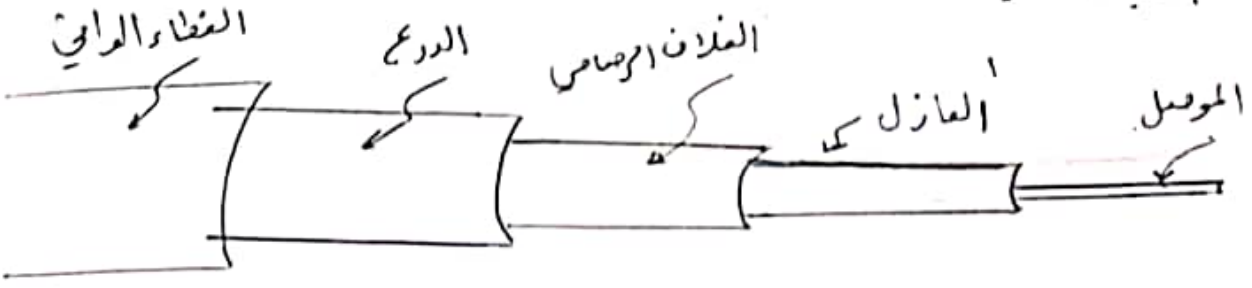
١- الموصل : وظيفته نقل التيار الكهربائي من المصدر الى الحمل . يصنع من النحاس أو الالمنيوم أو الالمنيوم المغلف بالنحاس أو البرونز والموصل يمكن أن يكون صلد أو مجدولة أو مجزمة

٢- العازل : وظيفته عزل الموصل عن المحيط الموجود فيه وعن الموصلات الاخرى ويصنع من المطاط او البلاستك أو الورق المشبع بالزيت أو القماش العازل

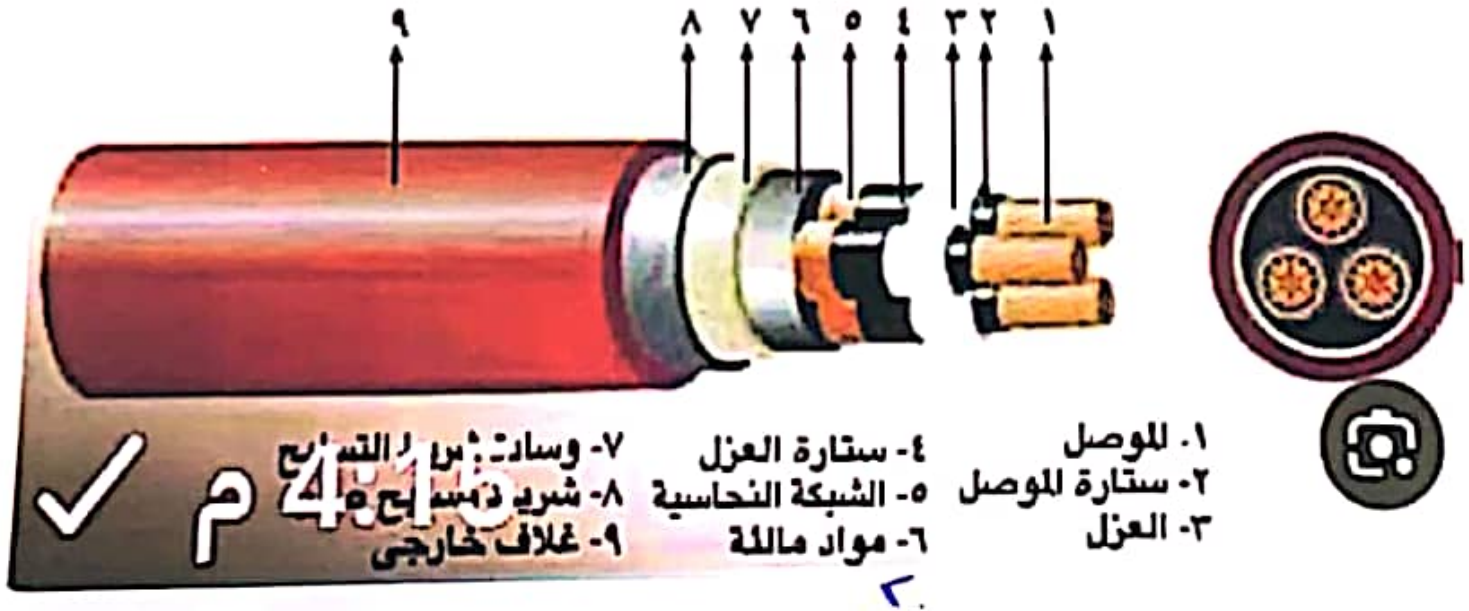
٣- الدخلفة : وظيفة الدخلفة منع الرطوبة من التسرب الى الموصل ويصنع من الرصاص أو من الالمنيوم

٤- التسليح (الدرع) : وظيفة الدرع صد الخربات الميكانيكية والشد الذي يتعرض له القابلو ويصنع من حديد الصلب على شكل شريط أو أسلاك الصلب الملفوف

٥- الغطاء الواقي : تغطى جميع أنواع القابلوات بمادة واقية لحماية القابلو من الرطوبة والصدأ والحريق والظروف الخارجية الاخرى ويصنع من مادة PVC في أغلب الاحيان



تركيب الكابلات الكهربائية للجهد العالي



تصنيف القابلوات

يتم تصنيف القابلوات الكهربائية بشكل عام كما يلي

1- تصنيف القابلوات حسب الجهد الذي تعمل علي

- قابلوات الجهد المنخفض : والتي تعمل على جهد 400 فولت
- قابلوات الجهد المتوسط : والتي تعمل على الجهد ولغاية 11 كيلو فولت
- قابلوات الجهد العالي : والتي تعمل على الجهد اكبر من 11 كيلو فولت.

2- تصنيف القابلوات من حيث التسليح

- القابلوات المسلحة
- القابلوات غير المسلحة

3- تصنيف القابلوات حسب العوازل المستخدمة

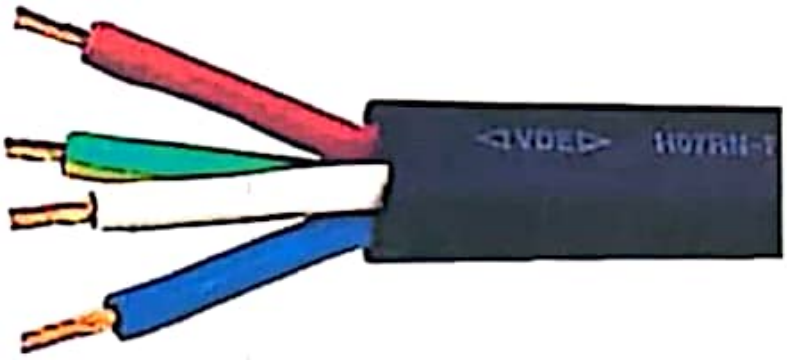
1- القابلو ذو العازل المطاطي المقسى Vulcanized rubber insulation(V.R.I)

الموصل من النحاس او الالمنيوم , العازل المستخدم من المطاط المقسى المعالج بإضافة الكبريت لغرض التحكم بالمقاومة الميكانيكية يعلوه شريط من القطن غير مناسب للحالات التي تتخللها الرطوبة ويستخدم لحالات الجهد الواطئ شكل -8- ويمتاز بالمرونة العالية وسهولة الاستخدام غير انه قابل لامتصاص الماء مما يقلل من خواص العزل ولا يقاوم التفاعلات الكيمائية وسريع التفاعل مع الزيت .

شكل -8-قابلو العازل المطاطي المقسى

ب- القابلو ذو الغلاف المطاطي المتين tough rubber sheath cable (T.R.S)

لوحظ أن القابلوات ذات العازل المطاطي المقسى V.R.I غير مناسبة لحالات التشغيل التي تتخللها الرطوبة لذا أدخلت قابلوات T.R.S لو هذا الاحتياج على شكل غلاف من المطاط القوي وله المقاومة عالية ضد الماء ويستخدم في الحالات التشغيل التي تتخللها نسبة من الرطوبة شكل رقم -9-



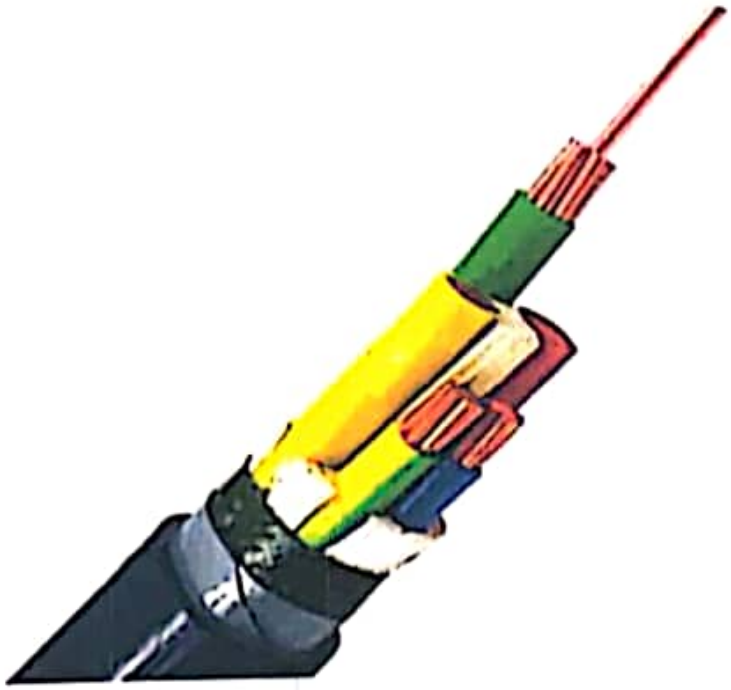
شكل -9- القابلو ذو الغلاف المطاطي المتين

ت- القابلو ذو العازل البلاستيكي poly vinyl – chloride cable (P.V.C)

تم تصنيعه عام 1987 وان هذه القابلوات سميت بهذه التسمية استناداً الى ماده العزل والتي تم تصنيعها من المشتقات النفطية حيث لها مقاومة عالية للرطوبة والتاثير الكيميائي للبل عليها لانها ماده خاملة اضافة الى انها تقاوم الصدأ وهناك تحديدات لاستخدام ال p.v.c فيجب أن لا تزيد درجة الحرارة عن ($70\ C^{O}$) حيث ان الحرارة العالية تغير من مواصفات المادة وتعرضها للتلف وكذلك يكون التاثير نفسه في درجات الحرارة الواطئة حيث يميل البلاستك الى تشقق يكون الموصل من النحاس او الألمنيوم المجدول والعازل من البلاستك p.v.c والغطاء الواقي من البلاستك الصلب p.v.c يستخدم في حالة الجهد العالي في الغالب شكل -10-

محاسن القابلو :- قوة العزل الكهربائي عالية , له قوة ميكانيكية عالية , له مقاومة عالية ضد اللهب , عمره طويل

عيوب القابلو :- يستخدم فقط في الحالات التشغيل التي لا تزيد فيها درجة الحراره عن ($70\ C^{O}$)



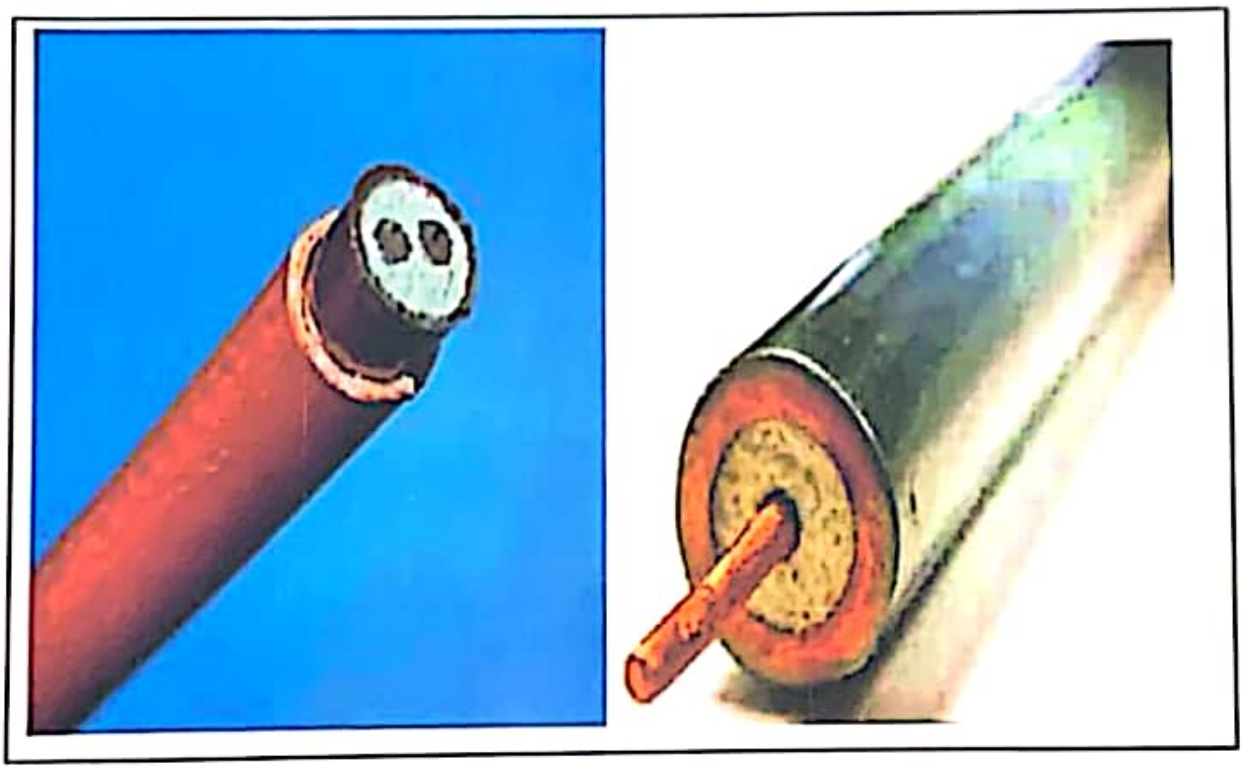
شكل -10- القابلو ذو العزل البلاستيكي

ث- القابلوات ذات مواد العزل المعدني Mineral Insulated materials cable (M.I.M)

في هذا النوع الموصل من النحاس محاطاً بأنبوبه تملأ بأوكسيد المغنيسيوم العازل وتكون بشكل مسحوق ابيض powder ثم تأتي بطبقة التسليح وهي سلك من الالمنيوم يلف حول الأنبوبة لزيادة القوة الميكانيكية للقابلو ثم يأتي الغطاء الواقي من ماده p.v.c ويجب سد نهايتي القابلو من كلا الجهتين , يستخدم لحالات التشغيل ذات الحرارة العالية (اكثر من 80 مئوية) شكل رقم -11-

محاسن القابلو :- غير قابل للاشتعال , مانع للرطوبة والزيوت واي سوائل اخرى , له مقاومة ميكانيكية عالية, معدل تحمله للتيار عالي

عيوب القابلو :- يحتاج الى مهارات في التنفيذ , يحتاج الى معدات تنفيذ خاصة



شكل -11- القابلو ذو مواد العزل المعدني

٩- كابلات الـ XLPE

الكابلات المعزولة بمادة البولي إثيلين المتشابك (XLPE) تتميز بمقاومة عالية للرطوبة وتحمل درجات حرارة مرتفعة نسبيا أثناء التحميل العادي وكذلك عند زيادة الحمل أو في حالات القصر والفقد في العزل أصغر مقارنة بمعظم مواد العزل الأخرى وهي أصلد العوازل المعروفة ولذا لا يحتاج إلى تسليح إلا عند توقع تعرضه لإجهادات ميكانيكية عنيفة ولذلك تستخدم ف الجهود الأعلى من 3.3KV وحتى 275KV واكثر

وهذه الكابلات شائعة الاستعمال في منظومات التوزيع وتستخدم في مدى واسع من الجهود وأكبر من تلك المستعملة في مادة (PVC)، ولأن XLPE أصلد العوازل المعروفة فإنه يجب مراعاة ذلك عند تركيب الكابل حيث إنه يكون غير مناسب لعمل انحناءات.

وتتمتع مادة XLPE بخصائص أفضل من مادة (PVC)، ومنها:

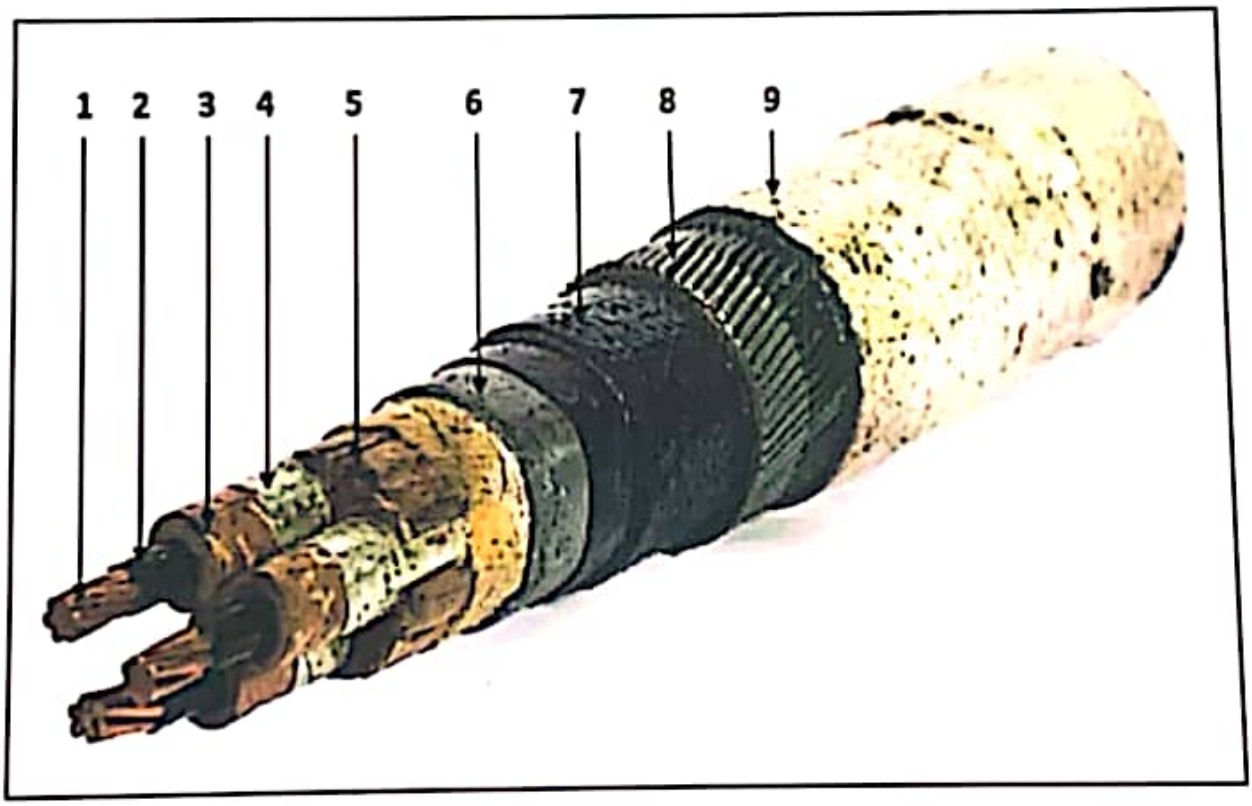
1. احتمالية فقد ضعيف للعزل الكهربائي.
2. تحملها لتيارات ومتانة كهربائية أعلى.
3. استقرارها عند درجات الحرارة العالية بالمقارنة مع مادة (PVC)، حيث تصل درجة حرارة تشغيل الـ XLPE إلى 90 درجة مئوية، وتتحمل درجات حرارة قد تصل إلى 250 درجة في حالة القصر وذلك لفترة زمنية قصيرة
4. أكثر شيوعاً واستعمالاً للجهود العالية.
5. ذات خدمة عمرية طويلة (لا تهرم بسرعة).

من عيوب كابلات XLPE ارتفاع ثمنها وصعوبة ثنيها وتداولها في المسارات الضيقة نظراً لقساوة عازلها، ويستلزم تجنب تعرضه لانحناءات شديدة أثناء التمديد.

ج- القابلوات الورقية ذات الغلاف الرصاصي PILCS

Paper insulation lead cover sheath cables

في هذا النوع من القابلوات يكون الموصل من النحاس او الالمنيوم المجدول, والعازل من الورق المشبع بالزيت على شكل شريط يلف بطريقه حلزونية حول الموصل طبقة تلو الاخرى ويعتمد عندها على درجة العزل ويكون عندها من (22-27) طبقة ثم يأتي غلاف من الرصاص يمنع تسرب الزيت الى الخارج) ودخول الرطوبة الى العازل ويستخدم كارضي ايضاً يتلو هذا الغلاف طبقة من الورق المشبع بالقار ثم تأتي طبقة التسليح وهي عبارة عن شريط من صفائح الحديد تلف حول القابلو نصف على نصف ثم تأتي طبقة من الجوت(خيوط) المشبعة بالمادة القار وتعتبر كغطاء واقي ,ويستخدم هذا النوع من القابلوات في حالات الجهد المتوسط للقابلولات الارضية شكل -12-



شكل -12- القابلو الورقي ذو الغلاف الرصاصي

طرق مد القابلوات

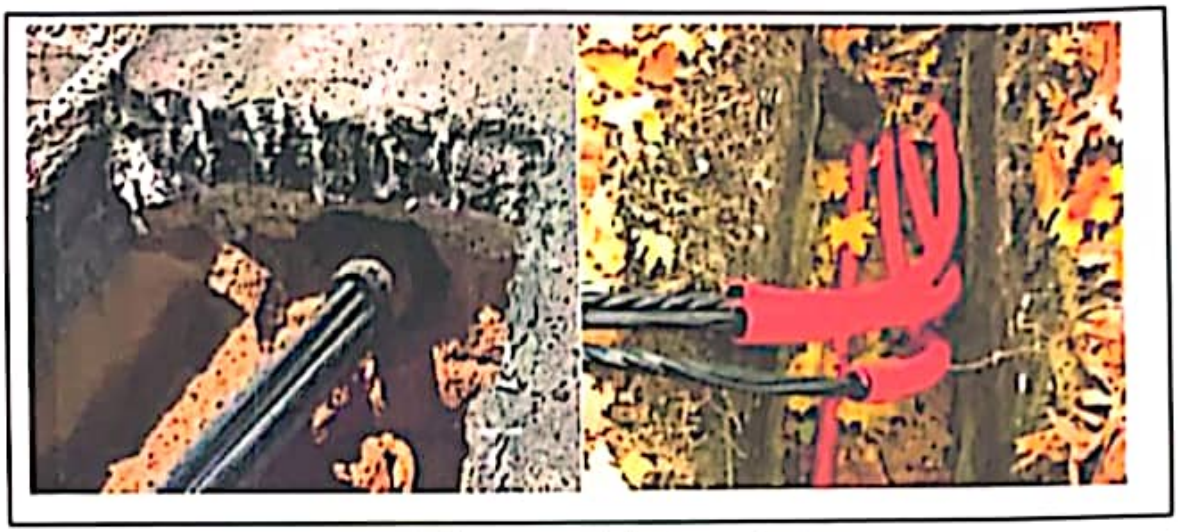
هناك عدة طرق يتم استخدامها في مد القابلوات الكهربائية اعتمادا على نوعية الاحمال , المسافة بين الحمل والمصدر , الطبيعة الجغرافية للمنطقة , الكلفة الاقتصادية ,الظروف الجوية وغيرها من العوامل وفيما يلي نستعرض اهم الطرق المستخدمة

1- على الاعمدة والجدران : وتستخدم هذة الطريقة في الازقة والاحياء الضيقة واحيانا في تأسيسات المعامل والمنازل والاحمال القليلة

2- الدفن المباشر تحت الارض :- تتميز هذة الطريقة بالكلفة القليلة وسهول التنفيذ ويتم دفن القابلو على اعماق تتراوح بين (70 cm- 100) ويتم استخدام هذة الطريقة في المسافات المفتوحة خارج المدن ومن مساوئ هذة الطريقة التسريب الحراري الكبير وصعوبة اصلاح الاعطال حيث ان ذلك يتطلب في البداية عملية كشف العطل ثم الحفر مما يزيد في التكاليف شكل -13-

شكل -13- الدفن المباشر للقابلو الكهربائي تحت الارض

3- داخل انابيب تحت الارض :- يتم استخدام الانابيب البلاستيكية او الاسبستية ,حيث يتم مد القابلوات من خلالها وتستخدم هذة الطريقة في المنازل والمعامل لا يصال القابلو الرئيسي الى لوحة التوزيع وتتميز هذة الطريقة بسهولة استبدال القابلو عند العطل وقلة التسريب الحراري للقابلو و تستخدم في المسافات القصيرة شكل -14-



شكل -14- مد القابلوات في انابيب تحت الارض

4- داخل القنوات الارضية : يتم حفر قنوات ارضية بأبعاد مناسبة لمد القابلوات الى المعامل الكبيرة والمدن حيث تكون الاحمال عالية والمسافة بين الحمل والمصدر بعيدة نسبيا وتعتبر هذة الطريقة مكلفة اقتصاديا لاحتياجها لا عمال مدنية كبيرة من حفر القنوات والخنادق شكل -15-

شكل -15- حفر القنوات الارضية لمد قابلو ارضي

5 – داخل القنوات الارضية : يتم حفر قنوات أرضية بأبعاد مناسبة لمد القابلوات الى المعامل الكبيرة والمدن حيث تكون الاحمال عالية والمسافة بين الحمل والمصدر بعيدة ومن عيوب هذه الطريقة مكلفة أقتصادياً

انواع الاعطال في القابلوات

- القطع
- التماس بين الاطوار
- التماس بين الاطوار والارض

اسباب الاعطال في القابلوات الكهربائية

1- الاخطاء البشرية :- الاختبار الخاطئ للقابلو الكهربائي ويمكن تفادي هذا النوع من الاخطاء بأجراء حسابات تحدد من خلالها مساحة مقطع الموصل المناسب ونوع العازل المستخدم اعتمادا على

- نوعية الحمل
- تيار الحمل
- درجة حرارة المحيط
- الظروف البيئية
- مكان مد القابلو
- عدد القابلوات المجاورة

علما ان تحديد مساحة مقطع القابلو الكهربائي والمعتمد اساسا على قيمة التيار المار به تلعب دورا مهما في

- تحديد المفاليد في الجهد
- زيادة درجة الحرارة
- تلف العوازل
- حدوث قصر بين الموصلات

2- الظروف البيئية :- بما ان القابلوات الكهربائية تكون بتماس مباشر مع البيئة والمحيط سواء كانت هوائية او ارضية فانها تكون عرضة لمشاكل الطقس , الرطوبة , الاجهادات الميكانيكية , تفاعل المواد الكيميائية او الزيوت وكل هذة العوامل تؤدي الى تلف العازل وبالتالي قد تسبب تماس بين الاطوار مع بعضها او مع الارض . كما ان استخدام القابلو لفترة طويلة ونتيجة للتأثيرات البيئية يؤدي الى استهلاك مادة العزل.

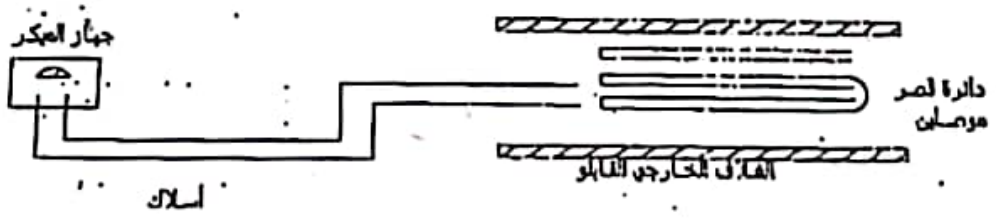
كشف العطب في القابلو

أن عملية كشف العطب تتضمن مرحلتين اولا تعين مسافة العطب ثانيا كشف مسار القابلو.

أولا :- تعين مسافة العطب :- وتتضمن هذه العملية الخطوات التالية :-

A- يتم تحديد الجزء التالف وتحديد نوع العطب في الموصل أو المادة العازلة باستخدام جهاز الميكر :-

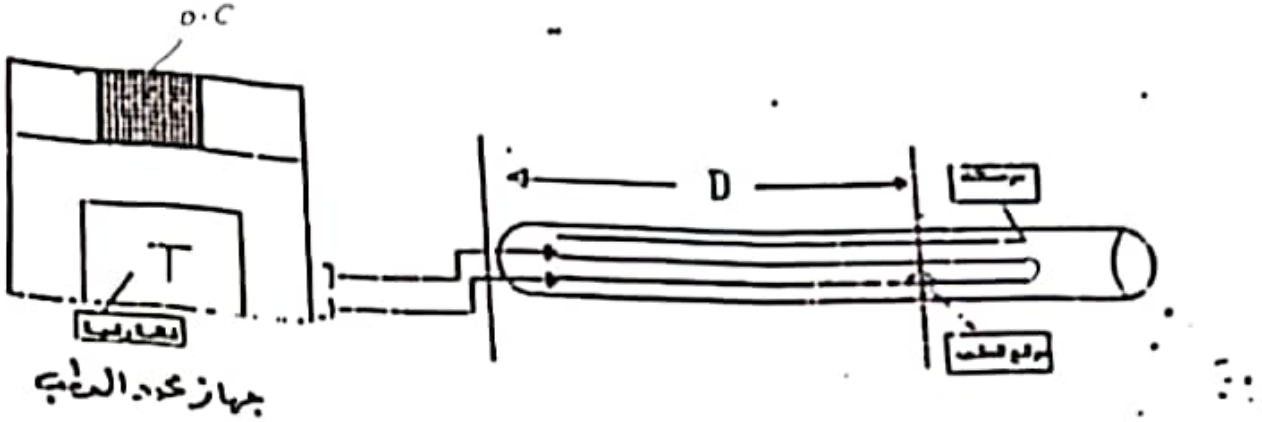
1- يتم فحص الموصلات مع بعضها البعض عن طريق ربط تهايني كل موصلين معا أما الطرف الأخر يربط الى الميگر كما في الشكل أدناه :-



2- فحص الموصلات مع الأرضي .

(٣) ـــ فحص العازل بينه وبين الموصلات .
- نلاحظ من الموصلات أعلاه أن نوع العطب هو :-
١- حصول دائرة قصر بين الموصلات أو بين الموصلات والأرضي (مقاومة صفر)
٢- حصول دائرة مفتوحة في أحد الموصلات (مقاومة ∞) .

B- قياس مسافة العطب :- تتم هذه العملية باستخدام جهاز محدد العطب يعمل هذا الجهاز على أرسال نبضة في أحد طرفي الكابل وبالفولتية من (10-100) فولت وباستخدام النبضة المنعكسة من موقع العطب وقياس زمن الذهاب والأياب وعند ذلك يكون حساب المسافة بالطريقة التالية :-



جهاز محدد العطب

يمكن حساب المسافة من القانون التالي

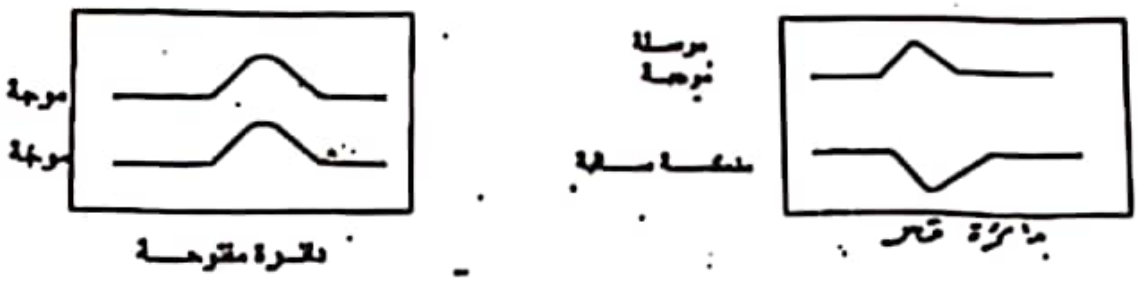
$$D = \frac{1}{2} T S =$$

D:- مسافة العطب مقاسة بالمتر . T:- زمن الذهاب والأياب للنبضة
S:- سرعة انتشار الموجة في الوسط العازل مقاسة بـ (متر / مايكروثانية) .
S للهواء 244 م/مايكروثانية . للورق المشبع بالزيت 168م/ مايكروثانية .
بالأضافة الى ظهور نتائج يستفاد منها في حساب (D) فان شاشة الجهاز سوف تظهر عليها الموجة المنعكسة وهذا يفيد في تحديد نوع العطب فاذا كانت الموجة المرسلة هي موجبة والمستلمة أيضا موجبة فان العطب هو دائرة قطع (دائرة مفتوحة) والعكس بالعكس .

س لماذا - يجب أن تحول مقاومة نقطة العطل من مقاومة عالية جداً الى صغيرة
يمكن أستخدام جهاز محدد العطب عندما تكون مقاومة نقطة العطب ليست صفر وليس (∞) ففي هذه الحالة يعمل جهاز مولد فولتيات عالية على أرسال فولتيات عالية تعمل على حرق نقطة العطب وتحولها الى مقاومة صغيرة

أن هذه المقاومة ناتجة من حرق المادة العازلة حرقاً جزئياً لذلك يتم حرقها كلياً وتحويل مقاومتها الى الصفر لكي تصطدم الموجات النبضية وتعود الى جهاز كشف العطب .

س/ ماهي فائدة الموجة المنعكسة في جهاز كاشف محدد العطب



ثانيا / كشف مسار القابلو :-

A- في حالة وجد مخطط أو خارطة يوضح مسار القابلو وبعد تحديد مسافة العطب (D) يمكن قياس المسافة باستخدام شريط القياس أو بواسطة عجلة القياس

B- في حالة عدم وجود مخطط أو خارطة يمكن استخدام الجهاز التالي :-

يتكون هذا الجهاز من مرسلة تعمل على أرسال أشارة عبر القابلو المطلوب تحديد مساره من أحد طرفيه ومن الجهة الثانية توجد مستلمة للأشارة وتحولها الى اشارة صوتية

حماية المحركات الكهربائية 3Ø

****

أولا / الحماية ضد التيارات الزائدة في حالة القصر .
ثانيا / الحماية ضد التيارات الزائدة في حالة زيادة الأحمال (زيادة درجة الحرارة)

أولا / الحماية ضد التيارات الزائدة في حالة القصر :- وتتم الحماية بطريقتين :-

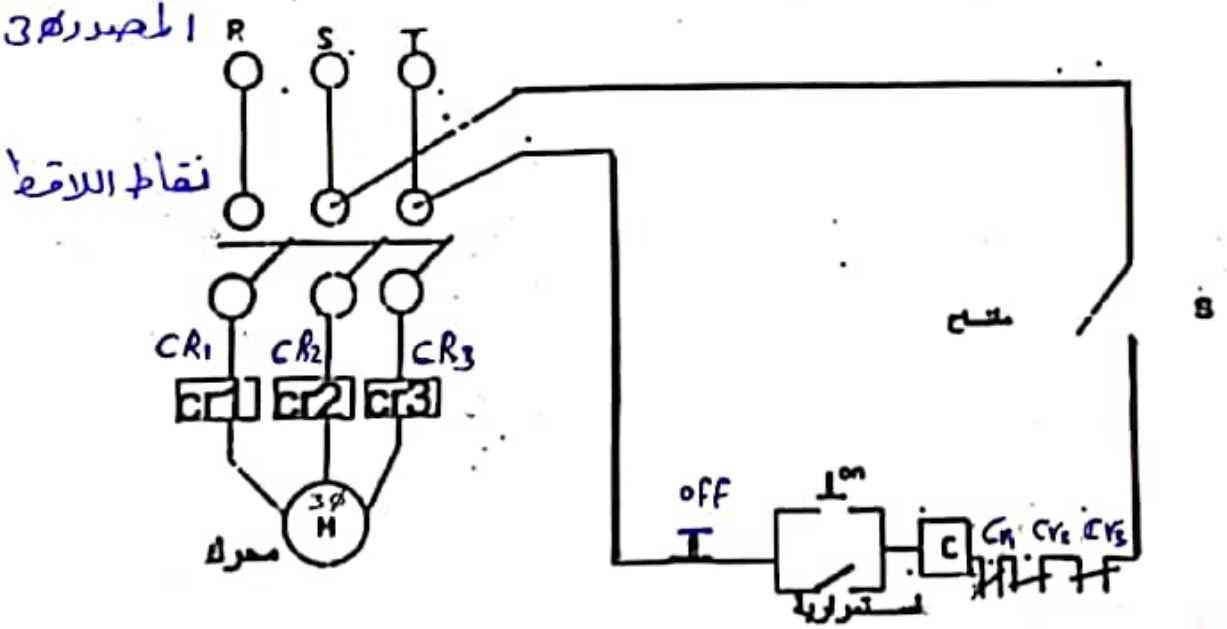
A- باستخدام المصهرات . B- باستخدام المناولات .

١- المصهرات :-وهي وسيلة بسيطة ورخيصة للحماية من تيارات القصر وتعمل على مبدأ التاثير الحراري للتيار المار في عنصر المصهر وهي على أنواع :-
المصهرات السلكية – المصهرات الأنبوبية- مصهرات ذات سعة القطع العالي .

عيوب المصهرات :- جميعها لاتفرق بين التيارات التي تمكث لفترة طويلة والتي تمكث لفترة قصيرة كما في تيار بدء الحركة للمحركات حيث يكون في بداية التشغيل أعلى من تيار التشغيل الأعتيادي لذا استخدمت بصورة محدودة في حماية المحركات

٢- المناولات / المتابعات / المرحلات/ Current Relay C.R.

وهي اجهزة كهرومغناطيسة حساسة تعمل ذاتيا وتستعمل لحماية المحركات الحثية ذات القفص السنجابي لحد قدرة 100KW وكذلك محركات الحلقات الأنزلاقية لجميع القدرات حيث تقوم بقطع التغذية عن المحرك عند حدوث القصر وزيادة التيار بالتعاون مع اللاقط كما في الدائرة التالية :-



طريقة عمل الدائرة :-عند الضغط على المفتاح (S) يعمل ملف اللاقط تغلق نقاطه في دائرة قدرة المحرك عند حدوث دائرة قصر يسحب المحرك تيار عالي تتحسسه ملفات المناولة (C.R) تعمل على فتح نقاطه في دائرة السيطرة لقطع التيار عن اللاقط تفتح نقاطه في دائرة قدرة المحرك .

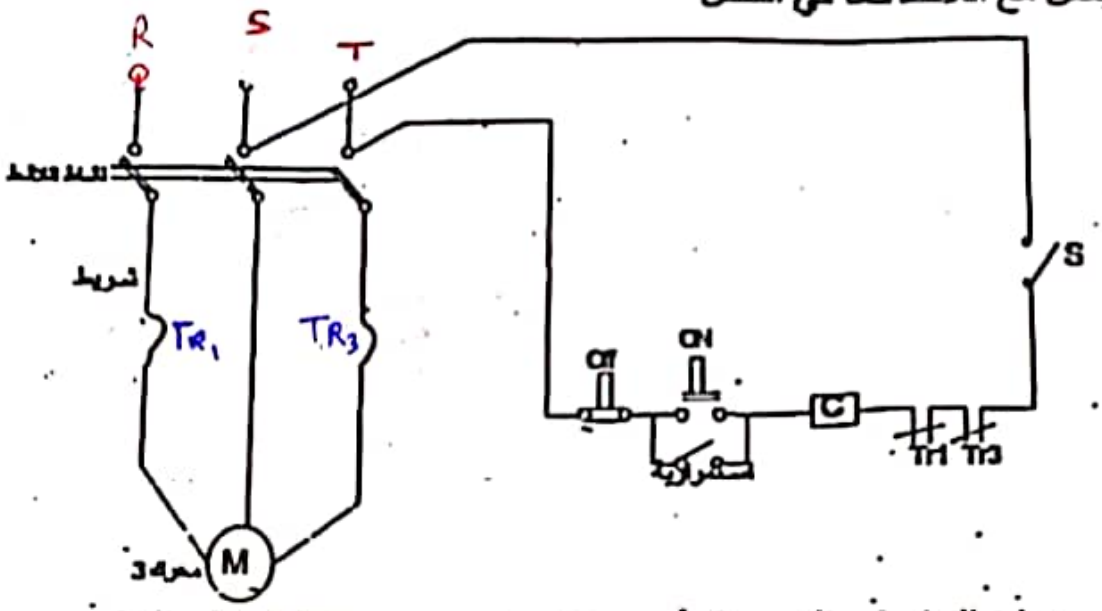
مميزات المناولة :- ١- امكانية عملها متعددة الجوانب بفتح الخطوط الثلاثة للدائرة .
٢- تنظم بشكل دقيق للعمل عند تيار معين دون أن يؤثر ذلك على سرعة المحرك .
٣- تحمي المحرك من ظروف العمل غير الطبيعية التي يزداد فيها التيار .

الحماية ضد التيارات الزائدة نتيجة لزيادة الاحمال

ثانياً /

A- المناولة الحرارية B- الثرموستورات .

A- المناولة الحرارية Thermal Relay (T.R) :- وهي عبارة عن شريط من ثنائي معدني يختلف في قابلية التمدد الحراري ويربط على التوالي مع خط التغذية ويعمل مع اللاقط كما في الشكل

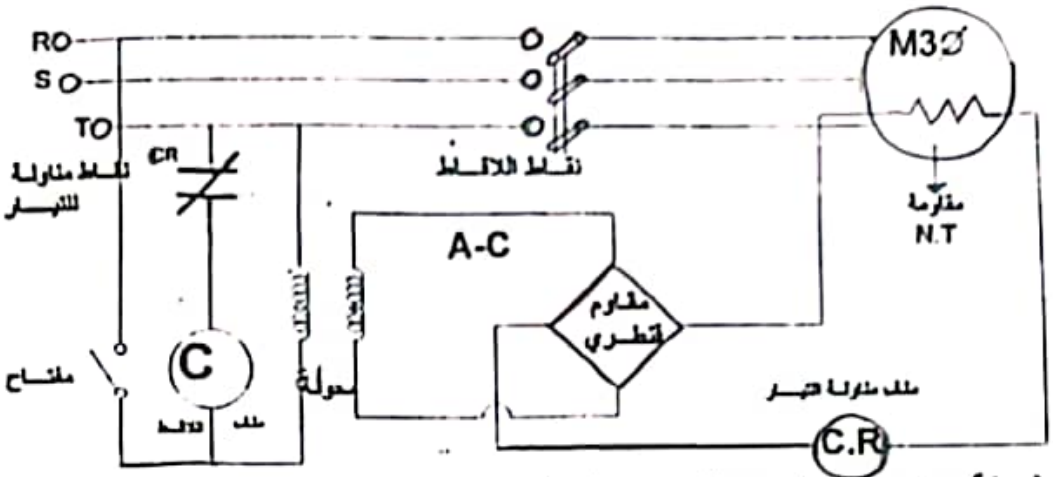


الدائرة / عند زيادة التيار في الشريحة فأنها تتمدد وبالتالي تفتح نقاط فينقطع التيار عن ملف اللاقط وتفتح نقاطه في دائرة القدرة ويتوقف المحرك عن الحركة .

استخدامات (T.R) :- يستخدم لحماية المحركات التي تعمل بصورة متواصلة من زيادة درجة الحرارة كذلك مع المحركات متكررة التشغيل .

B- الحماية باستخدام المتحسسات الحرارية المدفونة (الثرموستورات) :- أن التيار المار في المتحسسات الحرارية للمناولة الحرارية لايكون مقياس صحيح للمقدار الحراري المتكون في المحرك حيث لايأخذ بنظر الأعتبار تغير درجة الحرارة أثناء العمل ولاتتحسس الخلل في نظام التبريد في المحركات التي يتكرر اطلاقها وأيقافها تزداد درجة حرارة المحرك بينما يكون التيار المار في المناول اعتياديا لذلك تفشل المناولة في حماية المحرك وتستخدم المتحسسات الحرارية المدفونة ومن أهمها المقاوم الحراري .

المقاوم الحراري :- عبارة عن مقاومة سيراميكية حساسة للحرارة وهناك نوعان الأول ذو معامل حراري سالب (N.T) والثاني معامل حراري موجب (P.T) توضع بين ملفات المحرك في التشغيل الأعتيادي



طريقة عمل دائرة المقاوم الحراري المدفون :-

عند غلق المفتاح S تكتمل دائرة اللاقط تغلق نقاطه في دائرة القدرة فيدور المحرك وفي نفس الوقت تكتمل دائرة المحولة والمقوم القنطري ومن ثم المقاومة الحرارية عند ارتفاع درجة حرارة المقاومة N.T بسبب حدوث عطل في المحرك كما يؤدي الى هبوط قيمة المقاومة الحرارية مما يؤدي الى زيادة التيار فتتحسس ملف مناولة التيار فتفتح نقاطه مما يؤدي الى قطع التيار عن ملف اللاقط وبالتالي تفتح نقاط اللاقط فيتوقف المحرك عن الدوران .

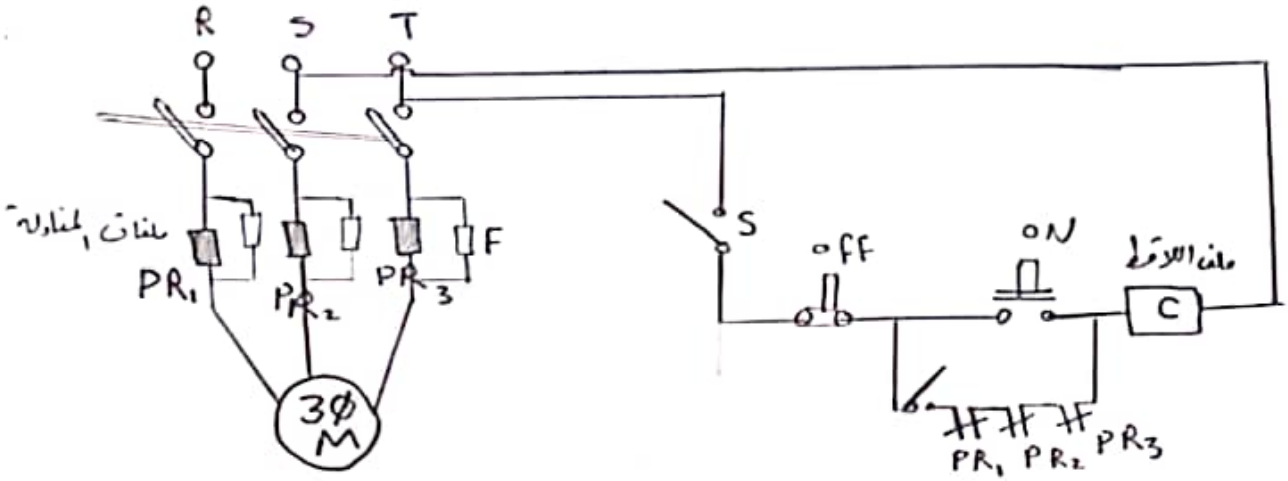
****

ثالثاً / حماية المحركات الكهربائية 3ϕ من العمل على طورين

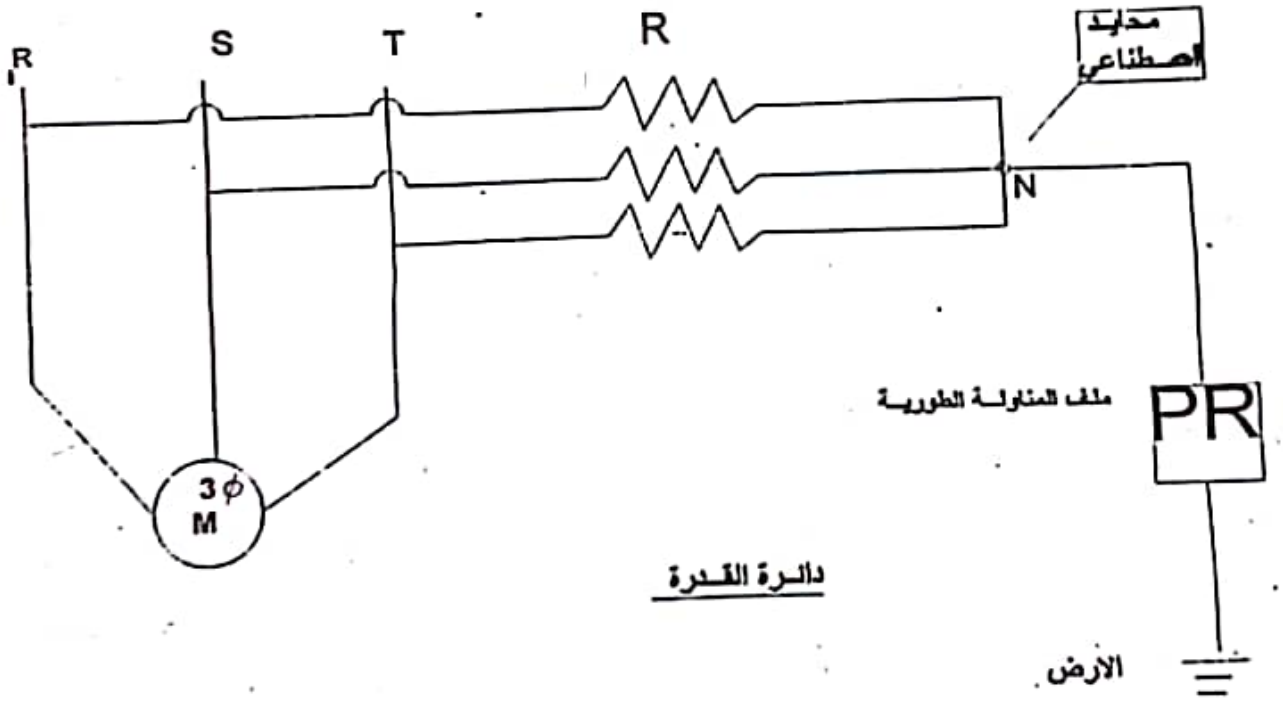
جميع دوائر الحماية التي تم شرحها يمكن استخدامها لحماية المحركات 3Q من العمل على طورين حيث زيادة التيار على الطورين الأخرين يجعل المناولة تتحسس الزيادة في التيار وتحمي المحرك

أ/ استخدام المناولات الطورية Phase Relay (P.R)

يمكن أستخدام الدائرة التالية لحماية المحرك المنزول (الذي لا يحتوي على أرضي) أو تكون ملفات المحرك مربوطة بشكل مثلث حيث يتم ربط مناولات طورية على كل طور حما في الشكل التالي



عمل الدائرة :- عند قطع أحد الأطوار فيمر تيار عالي جدا في الطورين الأخرين مما يؤدي الى انصهار المصهر وبالتالي مرور التيار باكمله عبر (P.R) فتفتح نقاطه ويتوقف المحرك . يمكن تكوين محايد (أرضي) اصطناعي في دائرة القدرة بمساعدة ثلاث متسعات او ثلاثة مقاومات ويربط بين المحايد والأرضي الحقيقي مناولة طورية (P.R) ويكون الجهد المسلط على ملف المناولة ضئيلا جدا في الحالة الأعتيادية. كما في الشكل أدناه



دائرة القدرة

ثالثا:-الحماية من انخفاض جهد التغذية

تستخدم مرحلات الفولتية voltage relay (V.R) لحماية المحركات الحثية من هبوط الجهد حيث تلص المواصفات القياسية ان اقصى هبوط المسموح به يجب ان لا يتجاوز 2.5% من الجهد المقنن للماكنة. وتعمل مرحلات الفولتية بالتزامن مع مرحلات التيار التي تعتبر الحماية الرئيسية حيث تكون ملامسات مرحلات التيار مغلقة في ظروف العمل الطبيعية بالإضافة الى ملامسات مرحل الفولتية التي يكون لها تاخير زمني في العمل يقارب النصف ثانية. عند حصول هبوط في الجهد تفتح ملامسات الكونتكتر لكن تستمر التغذية الى ملفة من قبل مرحل الجهد بسبب التأخير الزمني فاذا استمرت فترة هبوط الجهد لا كثر من نصف ثانية فان التغذية تقطع كليا بينما اذا انخفض الجهد او انقطع لفترة اقل من نصف ثانية فان ملامسات الكونتكتر تعود للعمل لضمان استمرار عمل المحرك ذاتيا . وتختلف مرحلات الفولتية فمنها من يعمل على فولتية مستمرة وهي بذلك تحتاج الى قنطرة تقويم ومنها من يعمل على التيار المتناوب . الشكل ادناة يبين مرحل زيادة ونقصان الفولتية

القواطع الكهربائية Circuit Breaker

****

وهو أداة كهربائية تقوم بتوصيل وفصل الدائرة الكهربائية في الحالات العادية وحالات الاعطال . ويربط بين المصدر والحمل

أنواع القواطع الكهربائية :- يمكن تصنيف القواطع الكهربائية بناءا على نوع المادة العازلة المستخدمة في أطفاء الشرارة التي تحصل عند الفصل والتوصيل

١- قاطع الدورة المفرغ من الهواء Vacuum Circuit Breaker :-

في هذا النوع تكون غرفة أطفاء الشرارة مفرغة تماما من الهواء بدرجة عالية جدا جدا تحت الضغط الجوي .

عيوبه / لايمكن عمل صيانة داخلية للملامسات الرئيسية لذلك عند تغير قيمة المقاومة الداخلية للملامسات بشكل غير سليم يتم أستبدال غرفة أطفاء الشرارة بالكامل مما يزيد تكاليف الصيانة . (يستخدم في جهود تصل الى 36KV) .

****

٢- القاطع الزيتي Oil Circuit Breaker :-

هذا النوع من أقدم أنواع القواطع ومازال يستخدم حتى الأن وتكون غرفة أطفاء الشرارة مملوءة بالزيت عازل يساعد على أطفاء الشرارة بين الملامسات الرئيسية .

- يجب ملاحظة أنه يجب عمل اختبارات دورية للزيت بعد عدة عمليات فصل وتوصيل ويتم تغيره أذا لزم الأمر (ومن عيوبه ان حجمه كبير جدا في حالة استخدامه في الجهد العالي الذي يصل الى 132KV)

****

٣- القاطع الغازي SF6 Circuit Breaker :- سادس فلوريد الكبريت

هذا النوع من القواطع أخذ في الأنتشار في الأونة الأخيرة لما له من مزاية كثيرة ومتعددة ويستخدم في جميع مستويات الجهد المختلفة تصل حتى 1100KV وفي هذا

النوع من القواطع يستخدم عازل سادس فلوريد الكبريت (SF6) بضغط (5-8) Bar كوسط عازل داخل الغرفة لأطفاء الشرارة

****

٤- قاطع هواء مضغوط (Air Blast C.B) :-

يستخدم في جهود تصل الى 750 KV ويكون ضغط الهواء المستخدم بضغط (20-40) Bar داخل غرفة الأطفاء للشرارة .

****

٥- قاطع الهواء الجوي :-

يستخدم هذا النوع في جهود تصل الى (1000) فولت ويستخدم الهواء الجوي لأطفاء الشرارة الكهربائية .

****

الحماية ضد تيارات التسرب الأرضي

****

تتم حماية الأجهزة الكهربائية من تيار التسرب بطريقتين :-

A – التأريض . B- العزل .

A- التاريض :- وهي عملية توصيل الأجزاء المعدنية للأجهزة الكهربائية الى الأرض لضمان تسرب تيار الخطأ الى الأرض .

فائدة التاريض :- من أهم فوائد عملية التاريض :-

١- توفير الحماية للعاملين على الأجهزة . ٢- حماية الأجهزة من العطب

٣- ضمان اشتغال أجهزة الحماية .

*ملاحظة / أن عمل الأرضي يعتمد على مقاومة الأرض بالدرجة الأولى حيث كلما كانت الأرض رطبة كلما كان عمل الأرضي جيد ويمكن ان يضاف الملح والفحم للأرض لأجل امتصاص الرطوبة المحيطة به وجعل مقاومة الأرض قليلة جدا .

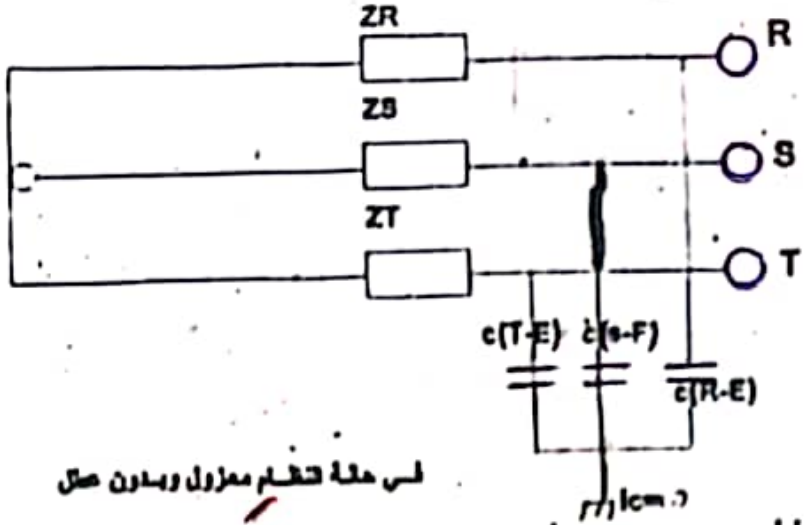
****

B- طريقة العزل :- وفيها طريقتين :-

١- طريقة العزل الكلي :- وفيه تتم التغطية بعازل له صفات عالية من التحمل وكذلك شريطة أن تكون الطبقة العازلة متصلة مع كل الأجزاء بحيث لايمكن أن يتلامس احد الأطراف ذات الجهود الحية مع أي طرف معدني أخر وكذلك مع الأجزاء المتصلة بالأرض.

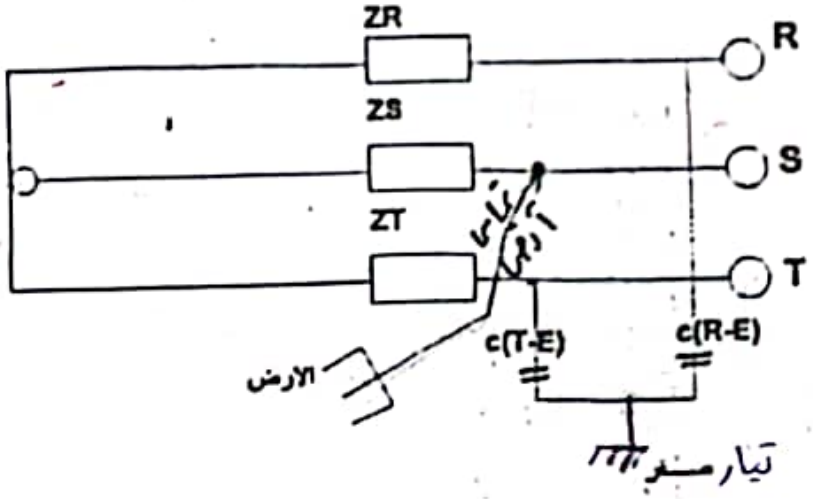
٢- طريقة العزل المزدوج :- ويتم عزل الأدوات والمعدات الكهربائية بطبقة عازلة ابتدائية ثم تغطى بعد ذلك بطبقة عازلة أخرى .

لأجل أجراء مقارنة بين النظام المعزول والنظام المؤرض من حيث المساوئ والمميزات في حالة الخطأ :-



في حالة النظام معزول وبدون عطل

ويفرض حدوث خطأ أرضي (تماس أرضي) وليكن الوجه S مع الأرض Single Phase earth Fault وفي هذه الحالة ينتج التالي كما في الشكل أدناه .



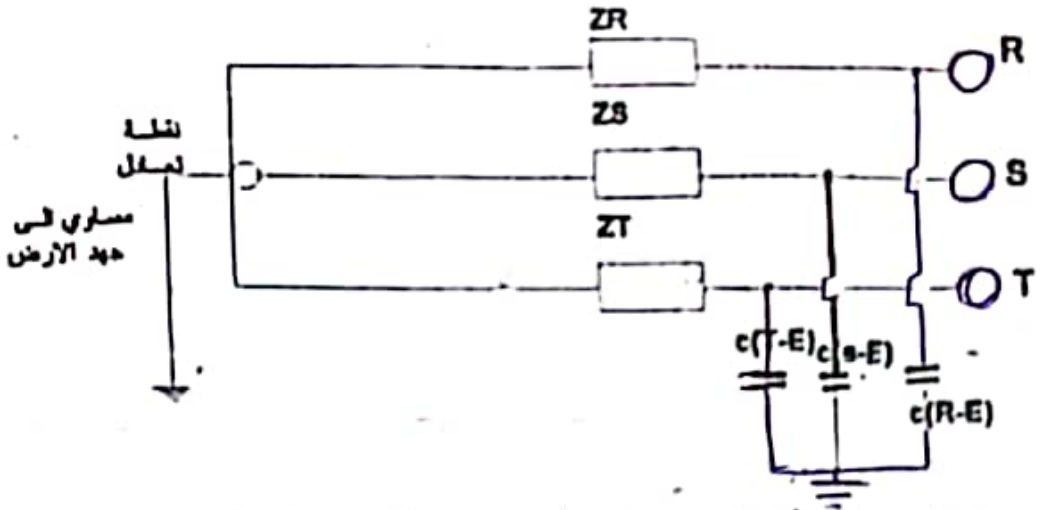
١- توجد قيمة للمحصلة السعوية الناتجة عن السعات وحيث أنه لايوجد مسار لرجوع هذه التيارات التعادل تسبب تيارا دائريا يؤدي الى حدوث قوس كهربائي مما يتلف مادة العزل لملفات المحولات .

٢- نظرا لعدم وجود مسار تسرب التيار الى الأرضي لعدم وجود الربط بين نقطة التعادل فلا يمكن أن نستخدم وقاية ضد تيار التسرب الأرضي .

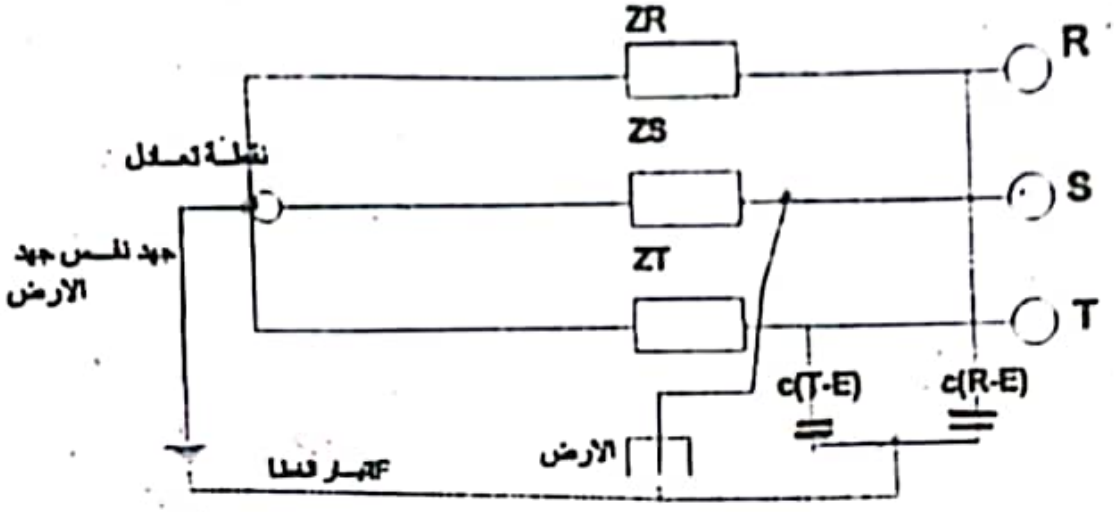
٣- في حالة عدم وجود عطل يكون فيها الطور الواحد منسوب الى نقطة التعادل (220V) وفي حالة وجود عطل ينسب الى الأرضي لذلك يكو ن الجهد بين كل خط والأرضي ($\sqrt{3}$ vPh) أي انه سوف يرتفع جهد الطور الواحد الى جهد الخط الأمر الذي يسبب أحتراق ملفات المكائن الكهربائية .

٤- عند لمس شخص غير معزول الأجزاء المعدنية الظاهر عليها جهد الخطأ يمر خلال تيار الخطأ بسبب صدمة كهربائية .

اما اذا كان النظام مؤرضا ولكن تأريض مباشر كما في الشكل



وبفرض حدوث نفس الخطأ السابق (تماس أرضي مع الطور S) ينتج :-



نجد تيار الخطأ او محصلة التيارات السعوية تمر الى الأرض عن طريق نقطة التعادل وبناءا على ذلك :-

١- تتلاشى ظاهرة القوس الكهربائي ولاتتأثر مادة عزل الملفات .

٢- يبقى جهد الطور الواجد قبل وبعد تماس الأرض هو نفسه لايتغير (220) لأن نقطة التعادل تكون مرتبطة الى الأرض ويكون جهدها صفر .

٣- يمكن ربط أجهزة الحماية على خط التأريض مما يؤدي الى تسرب تيار الخطأ

من المقارنة أعلاه يمكن استنتاج فوائد التأريض

****

١- السماح لتيارات الخطأ ان تتسرب الى الأرض ومنع ظهور جهد خطير وعندها تعمل أجهزة الحماية وتفصل دائرة التجهيز عن دائرة العطل .

٢- منع الصدمة الكهربائية للأشخاص .

٣- تأسيس منظومة حماية ضد تيارات التسرب الأرضي .

٤- لكي تحافظ على جهد كل جزء في التأسيس عند نفس المصمم عليه بالنسبة الى الأرض.

****

المحطات الفرعية (محطات التحويل)

تعريف المحطات الفرعية : هي أحدى المكونات الرئيسية لأي نظام كهربائي حيث تقوم المحطة الفرعية بتحويل الفولتيات من قيم لأخرى لأجل نقل نقل الفولتية بسهولة

محطة التحويل الفرعية قرب التوليد

من أهم أسباب أستخدام هذه المحطة :- أن نقل الطاقة الكهربائية من محطات التوليد الى المستهلك يكون بمسافات بعيدة وبالتالي تكون خطوط نقل التيار الكهربائي طويلة وبالتالي تكون مقاومتها عالية

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (\text{مقاومة السلك})$$

ونتيجة لهذه المقاومة العالية يكون هناك فقد في الطاقة الكهربائية المنقولة على شكل حرارة في الاسلاك .

$$P_{Losses} = I^2 \cdot R = I^2 \cdot \frac{\rho L}{A} \quad (\text{القدرة المفقودة})$$

أذن كلما يزداد طول السلك الناقل تزداد المقاومة وكذالك كلما يزداد التيار يزداد الفقد ولمعالجة هذه الحالة وتقليل الفقد على مقاومة الاسلاك يتم أستخدام محطات فرعية تحتوي على محولات تعمل على خفض التيار ورفع الفولتية

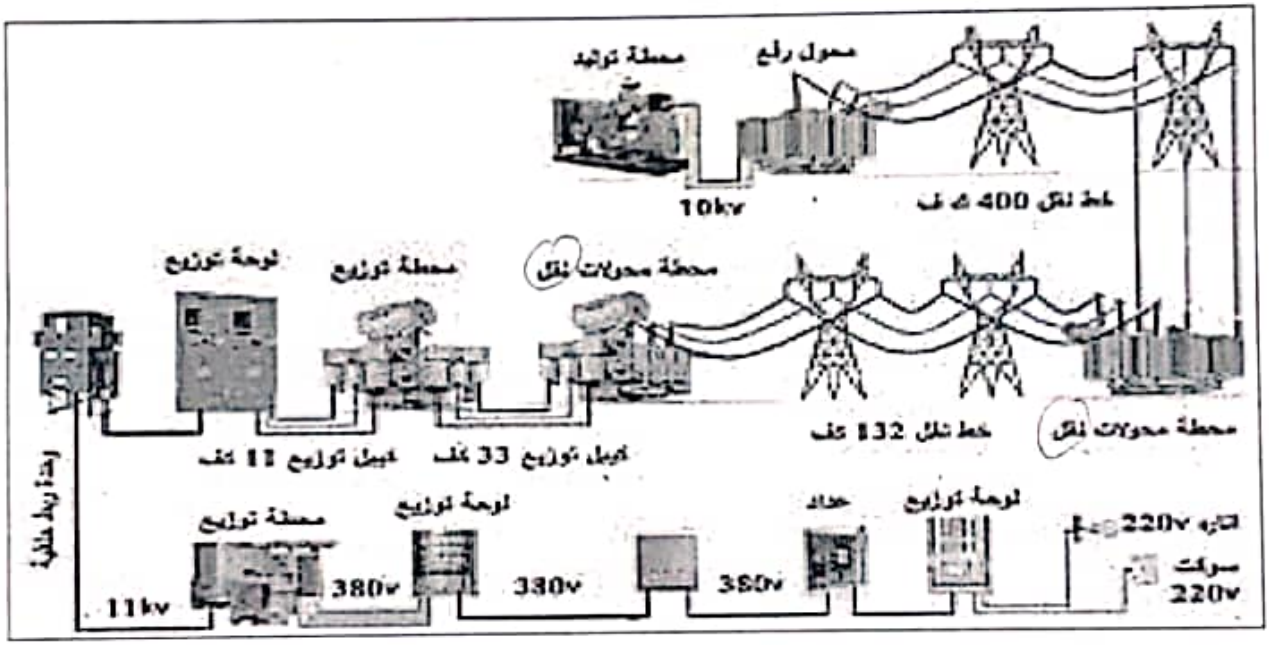
ومن هنا وجب علينا التفكير في تقليل الفقد عن طريق تقليل قيم التيار وهذا يتم فعليا من خلال رفع قيم الفولتية الى قيم عليا باستخدام مبدأ عمل محولات القوى الكهربائية التي تقوم برفع قيم الفولتية وتخفيض قيم التيار او بالعكس مع ثبات قيم القدرة وبنفس التردد.

اجزاء منظومة التوليد الكهربائية

يمكن تقسيم منظومة توليد الطاقة الكهربائية بشكل مبسط الى العناصر التالية

- **محطات التوليد** :- التي تقوم بتوليد و انتاج الطاقة الكهربائية ضمن فولتيات لا تتجاوز (25KV).
- **محطات التحويل (نقل) / محولات الرفع** (Substations/Step-Up Power transformers): التي تقوم برفع فولتية الطاقة المتولدة في محطات التوليد إلى فولتية الشبكة الكهربائية المقررة ومنها الى خطوط النقل الكهربائي ذات الفولتيات العالية
- **شبكات النقل** (High Voltage Transmission Lines): التي يتم عن طريقها نقل الطاقة الكهربائية المتولدة في محطات التوليد الى محطات التحويل (الخفض) المنشأة بالقرب من مناطق الاستهلاك وهي إما ان تكون عبارة عن شبكات هوائية (Overhead Lines) او كوابل ارضية .
- **محطات التحويل (نقل)/ محولات الخفض** Substations/Step-Down transformers :- التي تبنى بالقرب من مناطق الاستهلاك وهي تقوم بخفض فولتية الشبكة الكهربائية العالية إلى فولتية متوسطة وذلك تمهيدا لتوزيعها عبر خطوط شبكات التوزيع.
- **خطوط التوزيع الكهربائي ذات الفولتيات المتوسطة / شبكات التوزيع** (Medium Voltage Transmission Lines) :- التي يتم عن طريقها نقل الطاقة الكهربائية إلى محطات التوزيع المنتشرة في مناطق الاستهلاك وهي إما ان تكون عبارة عن شبكات هوائية (Overhead Lines) او كوابل ارضية
- **محطات التحويل (توزيع رئيسية)/ محولات الخفض** Substations/Step-Down transformers:- وهي تبنى في المناطق السكنية الكثيفة وبالقرب من الصناعيين المتوسطين و تقوم هذه المحطات بخفض فولتية الشبكة الكهربائية المتوسطة إلى فولتية متوسطة اخرى اقل لتوزيعها الى المستهلكين الصناعيين المتوسطين و محطات التوزيع الفرعية

- **محطات التحويل (توزيع فرعية)/ محولات الخفض** Substations/Step-Down transformers:- التي تقوم بخفض فولتية الشبكة الكهربائية المتوسطة إلى فولتية منخفضة وهي تبنى بالقرب من المستهلكين المنزليين و التجاريين و الصناعيين الصغار.
- **خطوط التوزيع الكهربائي ذات الفولتيات المنخفضة / شبكات التوزيع** (Low Voltage Transmission Lines): -التي يتم عن طريقها نقل الطاقة الكهربائية إلى المستهلك مباشرة وهي إما ان تكون عبارة عن شبكات هوائية (Overhead Lines) او كوابل ارضية.
- **المستهلك** (Consumer) : وهو إما ان يكون مستهلك منزلي او تجاري او زراعي او صناعي او خدمات.



دور المحطات الفرعية في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية

1- إيجاد وتوفير الربط الكهربائي الإقليمي لشبكات النقل ما بين الدول المتجاورة مما يزيد من كفاءة واعتمادية الأنظمة الكهربائية من حيث انتاج وتبادل الطاقة الكهربائية بين الدول المتجاورة.

2- إيجاد نقاط الربط المشتركة لمحطات التوليد عن طريق ربطها بشبكة النظام الكهربائي الموحد من خلال رفع فولتية مولدات الطاقة الكهربائية في محطات التوليد الى فولتية شبكة النظام الموحدة ، وبالتالي التمكن من نقل الطاقة الكهربائية المتولدة الى مراكز الاستهلاك.

3- القيام بتخفيض قيم الفولتية العالية و المتوسطة عند مراكز الاستهلاك ضمن الحدود والمتطلبات المناسبة للمستهلك.

4- تنظيم فولتية الشبكة الكهربائية عن طريق مبدلات التفريعة (Tape Changers) المركبة داخل محولات القوى وعن طريق المكثفات (Capacitors) والمحاثات (Reactors) المتواجدة في محطات التحويل ذات القدرات العالية والمتوسطة.

5- حماية الدوائر الكهربائية المرتبطة بالنظام الكهربائي مثل دوائر المحولات و دوائر الخطوط عن طريق انظمة الحماية التي تكفل لنا حصر الأجزاء المتضررة جراء الاعطال دون التأثير بالأجزاء الاخرى ، وبالتالي الاستمرارية في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية.

6- فصل الدوائر الكهربائية مثل دوائر الخطوط ودوائر المحولات عند الحاجة لإجراءات الصيانة والفحوصات المبرمجة أو عند الحاجة للتوسعة والتركيبات الاضافية عن طريق المفاتيح الكهربائية المتواجدة في محطات التحويل .

انواع المحطات الفرعية

تقسم محطات التحويل إلى قسمين رئيسيين وكما يلي :

أولا- محطات النقل

وهي المحطات التي تقوم بتحويل فولتية النظام الكهربائي من فولتية عالية إلى فولتية عالية اخرى أو إلى فولتية متوسطة وهي إما ان تكون :

- محطات رفع وخاصة التي تكون مجاورة لمحطات التوليد ، حيث تقوم برفع فولتية المولدات الى فولتية الشبكة الوطنية الموحدة .
- محطات خفض والتي تقوم بتحويل الفولتية العالية الى فولتية عالية اخرى ذات قيمة أقل أو الى فولتية متوسطة تمهيدا لتوزيعها على مراكز الاستهلاك.

تقسم محطات النقل من حيث طبيعة و تصميم المحطة الى قسمين وهما :

1) محطات النقل الخارجية : وهي التي تكون جميع دوائرها للفولتية العالية في المساحات الخارجية والعازل المحيط بها هو الهواء الخارجي المحيط ، وأما دوائر الفولتية المتوسطة فتكون داخل مباني خاصة بها والعازل المحيط هو المطاط الصناعي أو البلاستيك المقوى

2) محطات النقل الداخلية : وهي التي تكون جميع مكوناتها موجودة داخل مباني خاصة بها ، حيث تكون معدات ودوائر الفولتية العالية موجودة ضمن انابيب معدنية معزولة عن بعضها البعض باستخدام غاز سادس

فلوريد الكبريت (SF6) ، وأما دوائر الفولتية المتوسطة فتكون في غرف مخصصة لها ومعزولة بالمطاط الصناعي أو البلاستيك المقوى... وتسمى هذه المحطات ايضا بمحطات النقل الداخلية التقليدية كون ان محولاتها متواجدة في الهواء الطلق خارج المباني وموصولة بالقضبان العمومية ومعدات الفولتية العالية عن طريق الشبكات الارضية.

ثانيا- محطات التوزيع

وتقسم محطات التوزيع الى محطات توزيع رئيسية ومحطات توزيع فرعية وهي موضحة كما يلي :-

- محطات التوزيع الرئيسية : وهي التي تقوم بتحويل فولتية شبكة التوزيع الرئيسية من فولتية متوسطة الى فولتية متوسطة اخرى ذات قيمة أقل ، وهي إما ان تكون من حيث تصميم المحطة :-

1- محطات خارجيـــة : بحيث تكون جميع دوائرها الرئيسية لكلا الفولتيتين موجودة في الساحات الخارجية والوسط العازل هو الهواء الخارجي المحيط وأما معدات القياس والحماية فتكون داخل مباني خاصة.

2- محطات داخليـــة : بحيث تكون جميع دوائرها الرئيسية لكلا الفولتيتين موجودة داخل مبنى خاص باستثناء محولات القوى ويكون الوسط العازل للمعدات هو المطاط الصناعي أو البلاستيك المقوى.

- محطات التوزيع الفرعية : وهي التي تقوم بتحويل فولتية شبكة التوزيع الرئيسية من فولتية متوسطة الى فولتية منخفضة تتناسب مع توزيعها على الاحياء السكنية والتجارية والخدماتية وغيرها وهي كما يلي:-

1- محطات داخليـــة : وهذه المحطات يمكن تركيبها ضمن حاويات معدنية مجمعة ومجهزة لتوصيل الخطوط الكهربائية لها بحيث توضع على قواعد مصممة لها ، ويمكن تركيبها وتصميمها داخل مباني مخصصة أو تحت الشوارع والارصفة.

2 - محطات خارجيـــة : وهذه المحطات تركب في الخارج بحيث قد تكون مركبة على الأعمدة الكهربائية أو قد تكون مركبة على قواعد أرضية .

مكونات المحطات الفرعية (محطات التحويل)

اولا- مكونات محطات النقل

1) المحولات (Transformers) :

- المحولات الرئيسية (محولات القوى) وتعمل هذه المحولات على رفع الفولتية القادمة من المصدر أو القيام بخفضها وذلك قبل إرسالها عبر الشبكات الكهربائية أو الى محطات التوزيع وهي ذات قدرات عالية .

- المحولات المساعدة (محولات التأريض) : وهي المحولات التي تكون مرافقة لمحولات القوى الرئيسية ذات القدرة العالية أو المتوسطة ، ولها عدة فوائد كما يلي :
  - تأمين نقطة تعادل للدارة الثانوية في محولات القوى .
  - تزويد احتياجات محطة التحويل بالطاقة الكهربائية كالإنارة والتدفئة والتبريد والشواحن .
- محولات القياس : وهي محولات التيار ومحولات الفولتية والتي تستخدم لأغراض القياس والحماية وذلك عن طريق تخفيض قيم التيار والفولتية الى قيم مناسبة وحسب المتطلبات الفنية .

2) المفاتيح الكهربائية :

وهي التي تقوم بإجراء عمليات الفصل و الوصل وعمليات العزل و التأريض للأجزاء والدوائر الكهربائية في محطات التحويل ، وهي موضحة كما يلي :

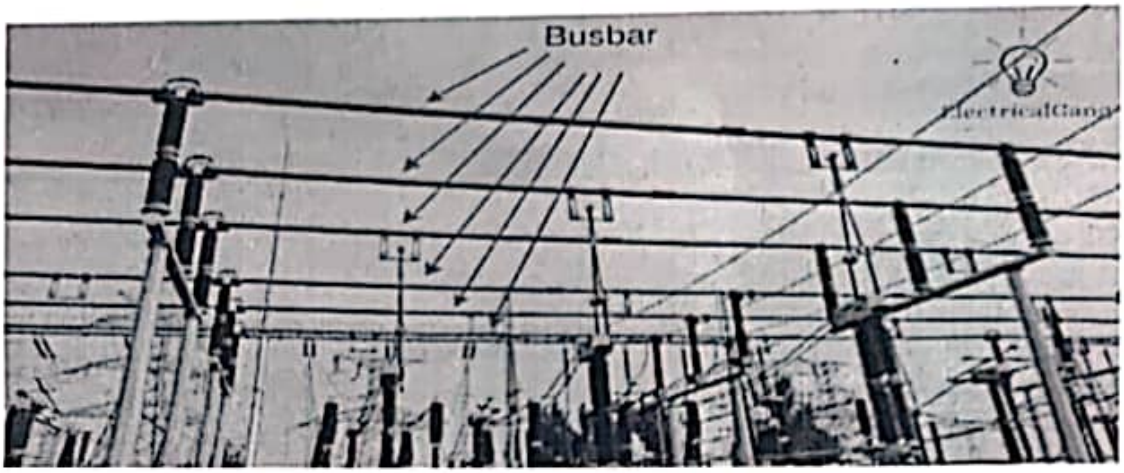
- القواطع الآلية (Circuit Breakers) : وهي القواطع التي تقوم بفصل و وصل التيار الكهربائي للمعدات الكهربائية في الظروف الطبيعية عند الحاجة للصيانة او الظروف غير الطبيعية بسبب الأعطال اللحظية أو الدائمة وهي مهيأة لإطفاء القوس الكهربائي الناتج عن عملية فصل التيار الكهربائي ، ولها عدة أنواع من حيث آلية العمل وطريقة ومادة العزل .
- المستعزلات اليدوية (Isolators) : وهي المستعزلات المستخدمة لتأمين العزل المرئي للدائرة الكهربائية بعد إجراء فصلها بالقاطع الآلي مسبقاً ، إذ يوجد نظام تقافل كهربائي(Interlock) ما بين القاطع الآلي والمستعزل اليدوي بحيث يضمن عدم فتح المستعزل اليدوي إلا بعد فصل الدائرة بالقاطع الآلي وذلك بسبب ان العازل اليدوي لا يمكن به إطفاء الشرارة الناتجة بسبب فصل التيار الكهربائي
- مفاتيح التأريض (Earthing Switches) : وهي المفاتيح المصاحبة للمستعزلات اليدوية وتستخدم من أجل تاريض الجزء المفصول والمعزول وذلك لتأمين الحماية للعاملين على معدات الدوائر الكهربائية عند عمليات الصيانة والفحص لها.

3) القضبان العمومية :

وهي مخصصة لتجميع الطاقة الكهربائية القادمة من المصدر تمهيدا لتوزيعها على الاحمال والمحولات ودوائر الخطوط ، وتقسم القضبان العمومية إلى عدة أقسام وأنظمة تعتمد على قدرة المحطة المغذية :

- نظام القضبان المفرد : والذي يستخدم في المحطات ذات القدرات المنخفضة والفولتيات المتوسطة.

- نظام القضبان المزدوج : والذي يستخدم في المحطات ذات القدرات العالية وانظمة الفولتية العالية وذلك من أجل الاستفادة من توزيع ونقل الاحمال الكهربائية في حالات الصيانة على الدوائر الكهربائية في المحطة وبالتالي استمرارية التغذية للأحمال الكهربائية.
- نظام القضبان الحلقي : والذي يستخدم في المحطات ذات القدرات العالية وانظمة الفولتية الفائقة ويتكون من عدة مفاتيح كهربائية مربوطة مع بعضها البعض على التوالي ،و تربط عدة دوائر كهربائية وذلك من أجل الاستفادة من توزيع ونقل الاحمال الكهربائية في حالات الصيانة للدوائر الكهربائية في المحطة وبالتالي استمرارية التغذية للأحمال الكهربائية.



4) المتسعات والمحاثات :

وهي تستخدم لتنظيم الفولتية عن طريق التحكم بالقدرة المركبة الناتجة في النظام الكهربائي بسبب تغير الأحمال إما عن طريق سحبها (امتصاصها) بالمحاثات أو تعويضها (توليدها) بالمتسعات.

5) حارفات الصواعق الكهربائية :

وتستخدم لحماية المحولات والمحاثات من الزيادة في الفولتية.

ب- الأجزاء الثانوية :

- أجهزة الحماية والقياس : التي تقوم بحماية الدوائر الكهربائية وقياس القيم الكهربائية.
- لوحات التحكم ومعدات الاتصالات : التي تقوم بالتحكم بتشغيل الاجهزة والمعدات الكهربائية إما عن طريق مركز المراقبة والتحكم باستخدام معدات الاتصالات المتوفرة في المحطة أو مباشرة من داخلها عن طريق شخص يكون مخول ومكلف بذلك.
- أجهزة الفحص ومعدات السلامة والاطفاء وأجهزة التكييف والتبريد والتدفئة.

- عدادات الطاقة الكهربائية ولوحات تسجيل الاعطال ولوحات الاشارة والانذار.
- نظام التأريض العلوي والسفلي والعوازل الداعمة وأبراج المعدات.

ثانياً- محطات التوزيع:

أ- الاجزاء الرئيسية:

- **المحولات :** (Transformers) وتقسم الى نوعين كما يلي:

- محولات القوى : (Power Transformers) تقوم بخفض الفولتية المتوسطة الى قيم متوسطة أقل تمهيدا لتوزيعها على المستهلكين.

- محولات التأريض :(Earthing Transformers) ولها نفس مبدأ عمل محولات التأريض في محطات النقل.
- **المتسعات :** (Capacitors) التي تتحكم بالقدرة المركبة وبالتالي تنظيم الفولتية وتحسين معامل القدرة.
- **لوحات المبدلات :** (Changers Panels) وهي تتكون من:

أ- قواطع الدارة الكهربائية : تقوم بالفصل والوصل للدوائر الكهربائية في الظروف الطبيعية وغير الطبيعية.

ب- محولات القياس : التي تقوم بخفض قيم التيار والفولتية من اجل اجهزة الحماية والقياس.

ت- القضبان العمومية: المخصصة لتجميع الطاقة الكهربائية وهي من النوع المفرد.

ث- حارفات الصواعق :(Surge Arrestors) حماية معدات محطة التحويل من الزيادة في الفولتية.

ج- لوحات التحكم والقياس والحماية ولوحات الاشارة والانذار.

ح- معدات الاتصالات والتأريض.

خ- دوائر التيار المستمر والتيار المتردد وأجهزة الفحص والسلامة والإطفاء.

ب- الاجزاء الثانوية

- محولات القوى : تقوم بخفض الفولتية المتوسطة الى قيم منخفضة تمهيدا لتوزيعها على المستهلكين
- المفاتيح الكهربائية : وهي المفاتيح الكهربائية التي تقوم بإجراء عمليات الفصل و الوصل وعمليات العزل للمحولات عن المصدر المغذي لها ، وهي إما ان تكون عدة مفاتيح كما في النظام الحلقي أو مفتاح واحد كما في النظام الشعاعي ذو مصدر التغذية المفرد.
- لوحة توزيع الفولتية المنخفضة

اللوحات الكهربائية

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

ويمكن تقسيم اللوحات الكهربائية بشكل عام كالاتي:-

١- لوحات التوزيع

وظيفتها هي استقبال خطوط القوى الكهربائية من مصدر واحد أو عدة مصادر مع وجود نظام لتنسيق العمل بينهم ثم توزيع (إرسال) تلك الطاقة الداخلة في صورة عدة مغذيات إلى مناطق الاستهلاك أو إلى عدة محولات أخرى. و خلال تلك العملية يتم متابعة خطوط القوة الداخلة والخارجة من خلال مجموعة أجهزة حماية مختلفة وأجهزة قياس لضمان حسن التوزيع حسب النظام المخطط للأحمال وبالجهد المقنن وكذلك فصل خطوط القوى عند حدوث زيادة للحمل أو حدوث مخاطر على خطوط القوى. وتعتبر لوحات التوزيع حلقات الربط في شبكات التوزيع الكهربائية للانتقال من التوترات الأعلى إلى التوترات المتوسطة أو الأقل والعكس. وكذلك هي حلقة الربط بين مدخلات الشبكة ومخرجاتها الى المستهلكين (الأحمال) حيث تعتبر اللوحة التي تستقبل خطوط القوى في المحطات الثانوية هي لوحة توزيع حيث أنها تقوم باستقبال خطوط القوى الكهربائية الداخلة بتوتر متوسط ثم تقوم بتوزيعها على محول أو عدة محولات للحصول على توتر أقل يناسب تشغيل المعدات داخل المحطة .

٢- لوحات التشغيل

ويعتبر هذا الصنف من اللوحات هو أخر نقطة من المنظومة الكهربائية حيث تبدأ المنظومة من المولدات الكهربائية ثم تعطى الطاقة الى الشبكة الكهربية لتوزيعها حتى تنتهي عند لوحات التشغيل التي تعمل على تغذية الأحمال بالطاقة الكهربائية حسب التوتر المقنن للأحمال وتنقسم لوحة التشغيل إلى جزئيين أساسيين مثلها مثل أي لوحة كهربائية وهما جزء الاستقبال وهو المسؤول على استقبال التوتر الداخل بخط واحد أو عدة خطوط مع التنسيق بينهم ثم الجزء الأخر هو جزء تغذية الأحمال ومتابعتها .

٢ـ **لوحات التحكم**

هذا النوع من اللوحات يختلف عما سبق من حيث أن هذه اللوحات للتحكم فقط وليست لوحات قوى كاللوحات التوزيع والتشغيل التي تعمل على الجهد المنخفض أو المتوسط أو العالي حيث أن الجهد في تلك اللوحات هو جهد التحكم البسيط (V 240-220) ووظيفتها هي التحكم في العمليات التشغيلية مثل خطوط الإنتاج أو المولدات بمحطات الطاقة وغيرها. حيث يتم ربط المعدات السابقة بهذه اللوحات التي تحتوى على دوائر ونظم تحكم تعمل على تشغيل ومتابعة عمل هذه المعدات إما يدويًا أو اوتوماتيكيًا, أو محليًا أو عن بعد وقد يكون العمل بنظام مبرمج بأحد انواع نظم التشغيل المخطط مثل PLC . وتكون لوحات التحكم إما في صورة لوحة مستقلة صغيرة أو متوسطة الحجم وكذلك قد يتم احتواء نظم تحكمها داخل لوحات التشغيل السابق الحديث عنها وبذلك تصبح لوحة التشغيل محملة بنظام القوى ومحتوية على نظام التحكم مما يجعلها معقدة بموصلات التحكم مما يصعب عمليات الصيانة والإصلاح والبحث عن الأعطال.

٤ـ **لوحات المراقبة**

وهى قريبة الشبه بنظام لوحات التحكم لكنها تنقسم الى:-

ا- **لوحة المراقبة** :- وهى لوحة توجد في غرفة متابعة عن بعد لمتابعة نظام العمل داخل المحطة لمعرفة الوحدات المتوقفة حيث يتمكن مراقب أو مهندس التشغيل من خلالها التعرف على حالة المحطة في أي وقت ويعنى ذلك انه من خلال تلك اللوحة يمكن التعرف الكامل على وحدات المحطة وحالة تشغيلها من خلال لوحة واحدة إما أن تكون في صورة وحدات بيان (لمبات) مكتوب عليها اسم ورقم الوحدة وموقعها بالمحطة وإما أن تكون في صورة لوحة بيانية مخطط عليها مواقع المحطة بشكل اجزاء وفى داخل كل جزء توضح عدد الوحدات وأنواعها وعلى كل وحدة لمبات بيان حالة التشغيل وهذه اللوحات يتراوح حجمها من الصغير الى المتوسط الى اللوحات الضخمة التي تحاكى نموذج كامل للمحطة.

ب- **لوحة مراقبة وتحكم جزئي** :- وهى لوحة مشابهه للسابقة تماما لكن يضاف عليها بعض مفاتيح التشغيل عن بعد لبعض الوحدات وهذه الوحدات تكون لها حساسية خاصة في منظومة العمل داخل للمحطة .

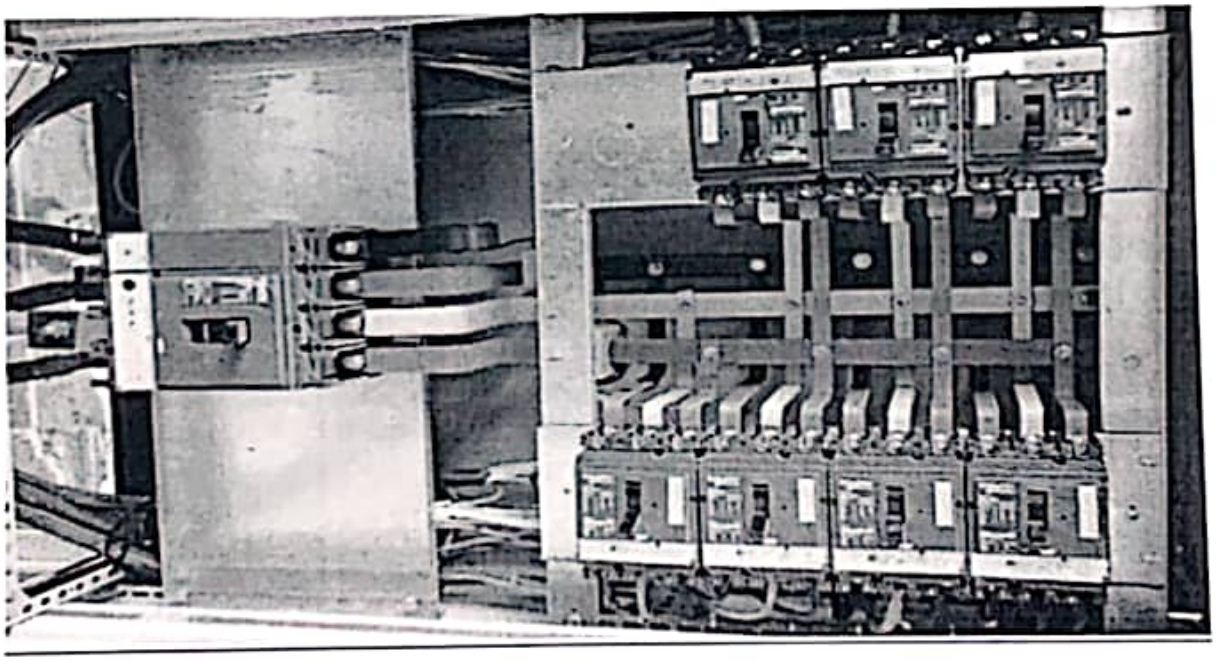
ج- **لوحة مراقبة وتحكم كامل بالتشغيل**:- وهذا النوع يشبه النوع السابق ولكن في هذا النوع من اللوحات يكون التحكم كامل في جميع وحدات المحطات تشغيليًا وعن بعد وكذلك يعطي بيان كامل لحالة كل وحدة من خلال أجهزة القياس مثل الفولتميتر و الاميتر وغيرها من أجهزة القياس الكهربائية كل ذلك موجود في هذا

النوع من اللوحات بحيث يكون مراقب التشغيل متحكم تمامًا في جميع أجزاء المحطة تشغيليًا ويمكنه إتمام جميع أعمال التشغيل من خلال لوحة المراقبة وهذا النوع من اللوحات ضخم ومعقد تحكميًا حيث يمكنه تشغيل المحطة دون الحاجة الى مشغلين بالأقسام المختلفة للمحطة .

٥ - **لوحات التوزيع الكهربائية (Switch Gear)**

تنبع أهمية لوحة التوزيع من أنها ضرورية عند أي نقطة توزيع أو فصل وتوصيل في أي نظام كهربائي وكذلك فأنها ضرورية عند اختلاف مستويات الجهد واختلاف مستويات الأحمال وأيضا للربط بين محطات المحولات والتوليد والأحمال النهائية ولهذا فأن التطبيقات المختلفة لمتطلبات اللوحة تعتمد بصورة كبيرة على موقع اللوحة وطبيعة تركيبها ومعدل الجهد و المتطلبات المحلية لموقع اللوحة . وتحتوي لوحات التوزيع بشكل عام على مجموعة من العناصر والمعدات تختلف اعتمادا على طبيعة عمل لوحة التوزيع لذا فان اهم مكونات لوحات التوزيع :-

- قواطع الدائرة الكهربائية و سكاكين التحويل الكهربائية.
- قضبان التوزيع العمومية و العوازل .
- محولات الجهد والتيار و المصهرات و أجهزة الحماية والإنذار.
- المعدات المساعدة للتحكم وأجهزة القياس و دوائر التحكم والحماية والقياس



تقسيم وتصنيف لوحات التوزيع

اولا:- تقسم اللوحات من حيث قيمة ونوع الجهد الكهربائي

1- من حيث قيمة الجهد

- لوحات ضغط عالي H.V (66-220 KV)
- لوحات ضغط متوسط M.V (1-66 KV)
- لوحات ضغط منخفض L.V (1KV-380V)

2- من حيث نوع الجهد

- لوحات الجهد المتغير A.C
- لوحات الجهد المستمر D.C :- وهى اللوحات التي تستخدم في شحن البطاريات لجميع الأغراض مثل الإنارة أو للسيارات أو لتغذية دوائر التحكم للوحات الكهربائية , وهذا هو المهم بالنسبة لنا داخل المحطات حيث يعمل التيار D.C على تشغيل دوائر التحكم لأجهزة الحماية والفصل والإنذار عند انقطاع المصادر الرئيسية للتيار الكهربي.

ثانيا :- تقسيم اللوحات من حيث الموقع وطبيعة التركيب

1- لوحات تركب داخل المباني Indoor

وهى اللوحات التي تركب داخل مبنى سواء معدني أو من المباني الخرسانية بمعنى أنها محمية من العوامل الجوية مثل الأمطار والأتربة والرطوبة والحرارة والغازات والطيور والحشرات ... وبالتالي فالجسم الخارجي للوحة لا يتكلف كثيرًا بالنسبة للنوع التالي حيث أن المبنى يعطى جزء كبير من الحماية للوحات ويتم تجهيز وضع اللوحة بالشكل المناسب وهو الوضع الذي لا يتعارض مع حرية الحركة والدخول للمعدات داخل المبنى لذلك يراعى وضع اللوحات بجوار الجدران دون ملاصقة لها حتى يمكن لفرق الصيانة فتحها من الخلف أثناء عمليات الإصلاح والصيانة بسهولة وإدخال معدات الصيانة ويراعى أيضا وضعها بعيدًا عن الأبواب الرئيسية والفرعية ومنافذ الهروب وبعيدا عن أماكن المعدات التي تحدث اهتزازات وكذلك أبعادها عن خطوط أنابيب المياه بأنواعها والغازات وتركب اللوحة على قاعدة إسمنتية مرتفعة عن مستوى أرضية المبنى حماية لها من المياه أثناء عمليات التنظيف ويتم أيضا تجهيز مجارى للكابلات أسفل اللوحات لسهولة توصيل الكابلات الكهربائية بها.

2- لوحات تركب خارج مبنى Outdoor

وهى اللوحات التي تفرض علينا ظروف العمل داخل المحطة وضعها في العراء في الأجواء المفتوحة مثل بعض لوحات الإنارة لشوارع ..... لذا فإن هذا النوع من اللوحات يراعى فيه حماية اللوحة ومعداتها الداخلية من العوامل البيئية السابق ذكرها . وعلية يتم تصنيع هذه اللوحات بإحكام شديد وتكون مدهونة بدهانات خاصة تقاوم هذه البيئات بجميع ظروفها لتصبح هذه اللوحات مقاومة لتسرب الغازات و الأتربة و مقاومة لتسرب المياه . ويتم إدخال الكابلات الكهربائية بأنواعها إلي تلك اللوحات من خلال مواسير معدنية تحكم بحقنها بالفوم بعد أمرار الكابلات خلالها وذلك لمنع تسرب الحشرات إلى داخل تلك اللوحات

ثالثا:- تقسيم اللوحات من حيث طبيعة عملها

1- لوحات توزيع :- وهى لوحات عمومية الغرض منها استقبال الخطوط الكهربائية الرئيسية بأي عدد وتقوم بتوزيعها على أقسام الموقع او المحطة ويتم من خلال هذا النوع من اللوحات عمل المناورات الكهربائية عند عطل أحد أو بعض الخطوط الكهربائية لضمان استمرار التغذية بالطاقة الكهربائية لجميع أجزاء المحطة.

2- لوحات محطات المحولات والتوليد :- وهى لوحات تعمل على ربط المحولات الكهربائية أو المولدات بخطوط التغذية والأحمال لذلك فهي مجهزة بأجهزة الحماية و الإنذار المناسبة لطبيعة عمل المحولات وكذلك فان لوحات محطات التوليد تجهز بحيث تكون مناسبة للتحكم في المولدات وتوزيع الطاقة الخارجة منها .

3- لوحات التشغيل :- وهى اللوحات المستخدمة سواء في الضغط المتوسط أو المنخفض الغرض منها هو توصيل الطاقة الكهربائية لتشغيل الأحمال والتحكم فيها لذلك تجهز تلك اللوحات بمكونات كهربائية تناسب مع كل حمل على حدة .

حسابات الإنارة الكهربائية

مقدمة

إن الإضاءة الطبيعية التي منحنا الله إياها عن طريق الشمس هي من نعم الله سبحانه وتعالى ولكن مع التقدم العلمي الهائل احتاج الإنسان إلى الإضاءة الصناعية وذلك لحاجته للإضاءة ليلاً ونهاراً في بعض الأحيان. ولأهمية الإضاءة في حياتنا يستعرض هذا الفصل بعض الأشياء الهامة عن الإضاءة.

وهذا الفصل يستعرض في البداية الوحدات والتعريفات المستخدمة في الإضاءة، وكذلك أنواع المصابيح واستخداماتها والجزء التالي يستعرض الإضاءة الخارجية أما الجزء الأخير فيستعرض الإضاءة الداخلية والإضاءة الخارجية. في الإضاءة الداخلية يجب أن يكون هناك تعاون وتنسيق بين مهندس الإضاءة والمهندس المعماري. أما الإضاءة الخارجية فتشتمل على إضاءة الملاعب وإضاءة الطرق، وتجيء إضاءة الطرق لأسباب أمنية وتيسير العمل ليلاً.

كميات ووحدات الإضاءة

الفيض الضوئي Luminous flux

ويرمز له بالرمز (Φ) أو بالرمز (F) ويعبر عن حساسية العين للقدرة الضوئية الناتجة من الإشعاع ويعرف بأنه الكمية الكلية للضوء المنبعث في الثانية ، من مصدر ضوئي ، أو الطاقة الصادرة من مصدر ضوئي في الثانية . يقاس الفيض الضوئي بوحدة تسمى الليومن (Lumen) ويرمز لها بالرمز (Lm) وأما العلاقة بين الليومن ووحدة القدرة الكهربائية الوات (watt) فهي كالآتي:

1 Lumen = 0.0016 watt
or 1 watt = 681 Lumen

الزاوية المجسمة أو الزاوية الفراغية Solid angle

ويرمز لها بالرمز (ω) ويوضح الشكل (7.1) تمثيلاً للزاوية الفراغية ω والتي تعرف تبعًا للمعادلة الآتية:

$$\omega = \frac{A}{r^2} \text{ steradian}$$

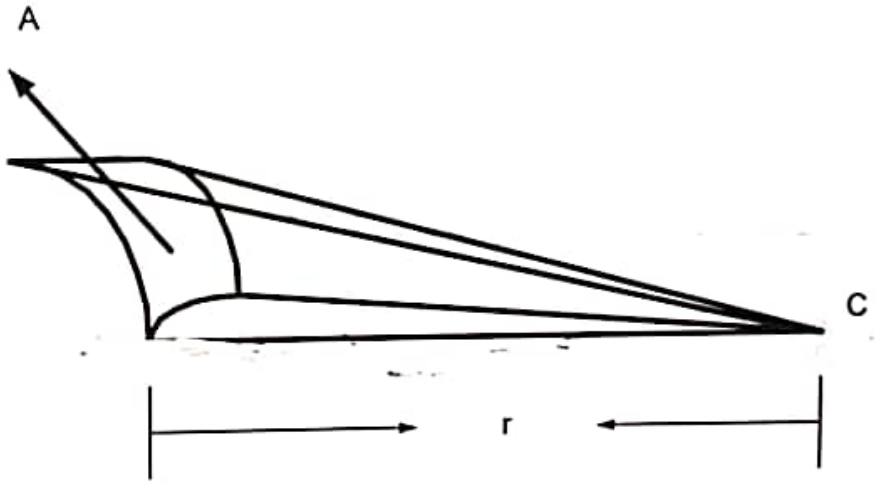
حيث إن: A = مساحة جزء من سطح كرة

r = نصف قطر كرة

c = مركز الكرة

وتكون وحدة الزاوية الفراغية (steradian) أي زاوية نصف قطرية مجسمة، ويرمز لها بالرمز (sr) ، وتعرف (steradian) بأنها الزاوية عند المركز المقابلة لجزء من سطح كرة (هذا الجزء له مساحة تساوي مربع نصف القطر أي أن $\omega = 1$ عندما $A=r^2$) وفي الهندسة الضوئية تكون ω هي الزاوية الفراغية المقابلة لمساحة السطح المضاء A .

وتعتبر أقصى قيمة للزاوية الفراغية ω هي 4π (st) ويمكن الحصول عليها عندما تتحقق المعادلة $A = 4\pi r^2$ (وهي المساحة الكلية لسطح الكرة)



الشكل (7.1) تمثيل للزاوية الفراغية ω

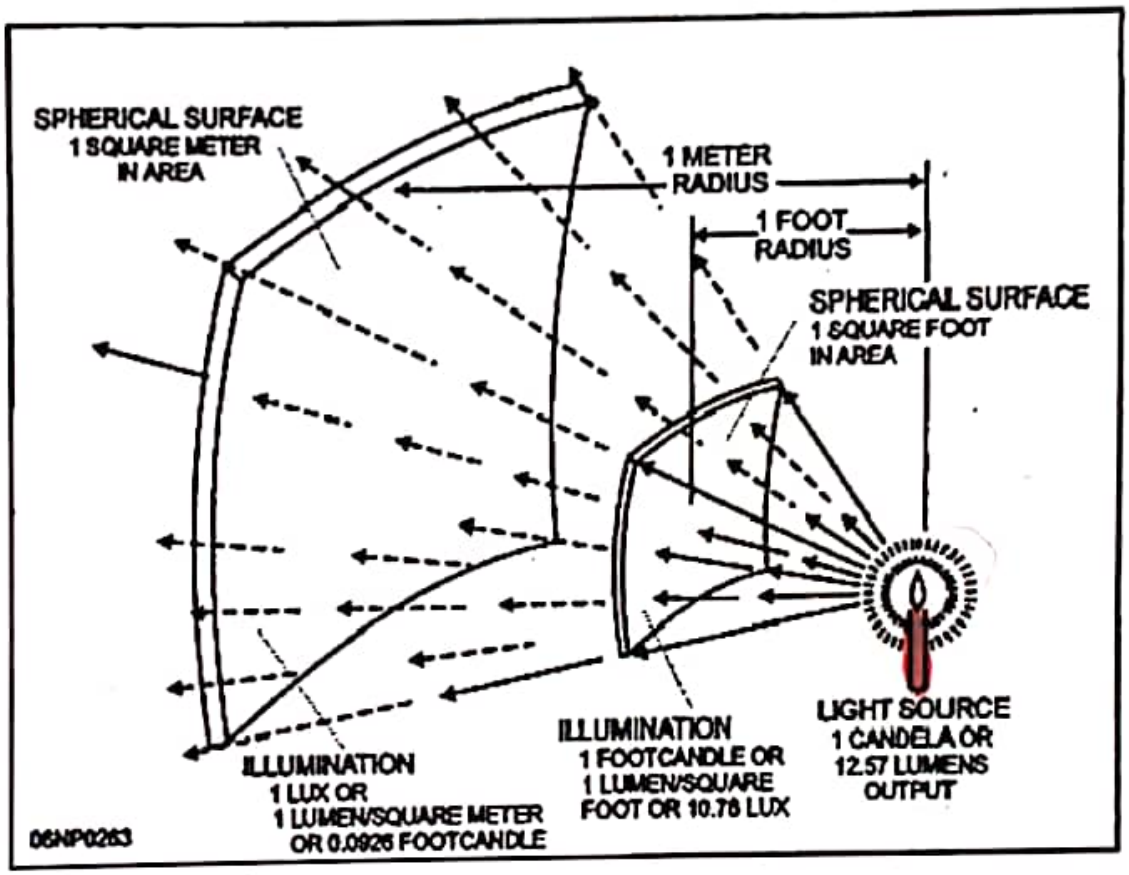
الكنديلا (Candela)

ويرمز لها بالرمز (cd) أو قدرة الشمعة (candela power) ومن الشائع أن يطلق عليها الشمعة فقط ويرمز لها بالرمز(cp) والكنديلا هي وحدة شدة الإضاءة (Luminous intensity)

اللیومن (Lumen)

وبرمز له بالرمز (Lm) وهو وحدة الفيض الضوئي. إذا وضع ضوء له شدة استضاءة تساوي واحد كنديلاً (كنديلاً واحداً) في جميع الاتجاهات، عند كرة نصف قطرها يساوي متراً واحداً، والزاوية الفراغية تساوي واحد (steradian)، فعنده ينتج فيض ضوئي يساوي واحد (ليومن واحدا)".

ويوضح الشكل (7.2) كل من الليومن والشمعة.



الشكل (7.2) يبين العلاقة بين الليومن والشمعة

كمية الضوء (Quantity of light)

ويرمز لها بالرمز Q وهي كمية الضوء الخارجية خلال ساعة نتيجة فيض يساوي (ليومن واحداً) في مصباح معين ، ويعبر عنها كما يلي :

$$Q = \Phi . t \qquad Lm.hr$$

ووحدة كمية الضوء هي ليومن- ساعة (Lm-hr) وهي تقابل أو تشبه وحدة الطاقة الكهربائية (وات- ساعة)

شدة الإضاءة (Luminous intensity)

ويرمز لها بالرمز (I)وهي قدرة المصدر الضوئي على انبعاث الفيض الضوئي (Φ) في اتجاه محدد وتمثل بالمعادلة التالية :

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \qquad Lm/sr\ (candela)$$

وتختلف شدة الإضاءة باختلاف الاتجاه حيث يكون متوسط شدة الإضاءة أو متوسط الكنديلا للمصدر هي القيمة المتوسطة لقيم الكنديلا في جميع الاتجاهات وتعرف أيضاً بأنها كمتوسط قدرة شمعة كروية (mean spherical candela –power) ويرمز لها بالرمز MSCP .

الاستضاءة (Illumination)

ويرمز لها بالرمز (E) وتعرف بأنها كمية الفيض الضوئي (ليومن) الساقطة عمودياً على وحدة المساحة من هذا السطح وتمثل بالمعادلة التالية:

$$E=\frac{\Phi}{A} \qquad Lux$$

وتكون وحدة الاستضاءة هي لاكس $(Lux = lm/m^2)$

النصوع (Luminance)

ويرمز له بالرمز (L) ويعرف النصوع بأنه النسبة بين شدة الإضاءة والمساحة الظاهرية لمصدر الضوء ويتم التعبير عن النصوع بالمعادلة التالية:

$$L=\frac{I}{S} \qquad cd/m^2$$

حيث إن: S = المساحة الظاهرية بوحدة m^2

(7-3) قانون التربيع العكسي

ويمكن كتابة معادلة الاستضاءة بصورة أخرى يطلق عليها معادلة قانون التربيع العكسي للضوء والتي تستنتج كالآتي:

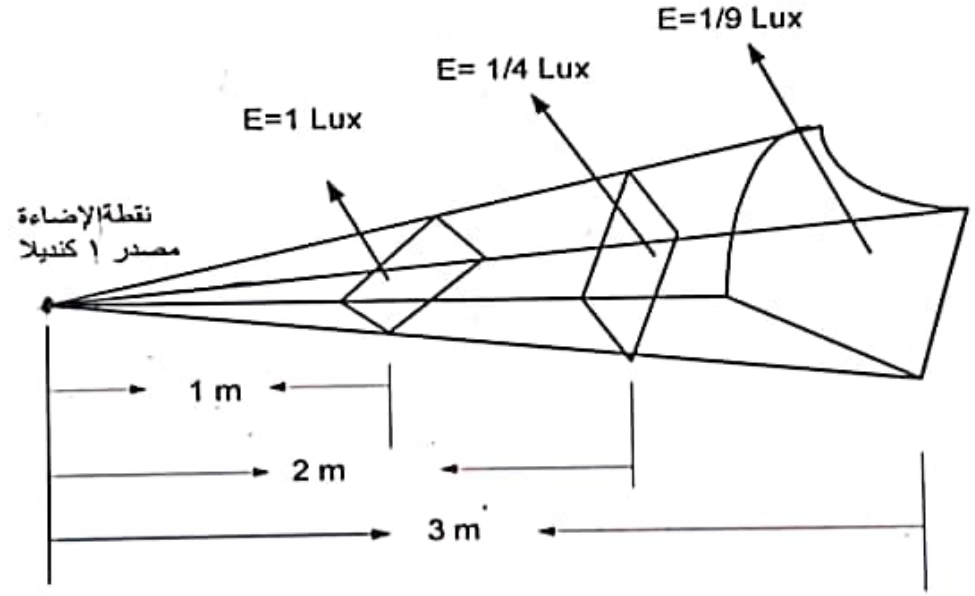
$$I = \frac{\Phi}{\omega} \qquad cd \qquad (7-8)$$

$$A = \omega r^2 \qquad m^2 \qquad (7-9)$$

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{I\omega}{\omega r^2} = \frac{I}{r^2} \qquad Lux \qquad (7-10)$$

$$E = \frac{I}{r^2} \qquad Lux \qquad (7-11)$$

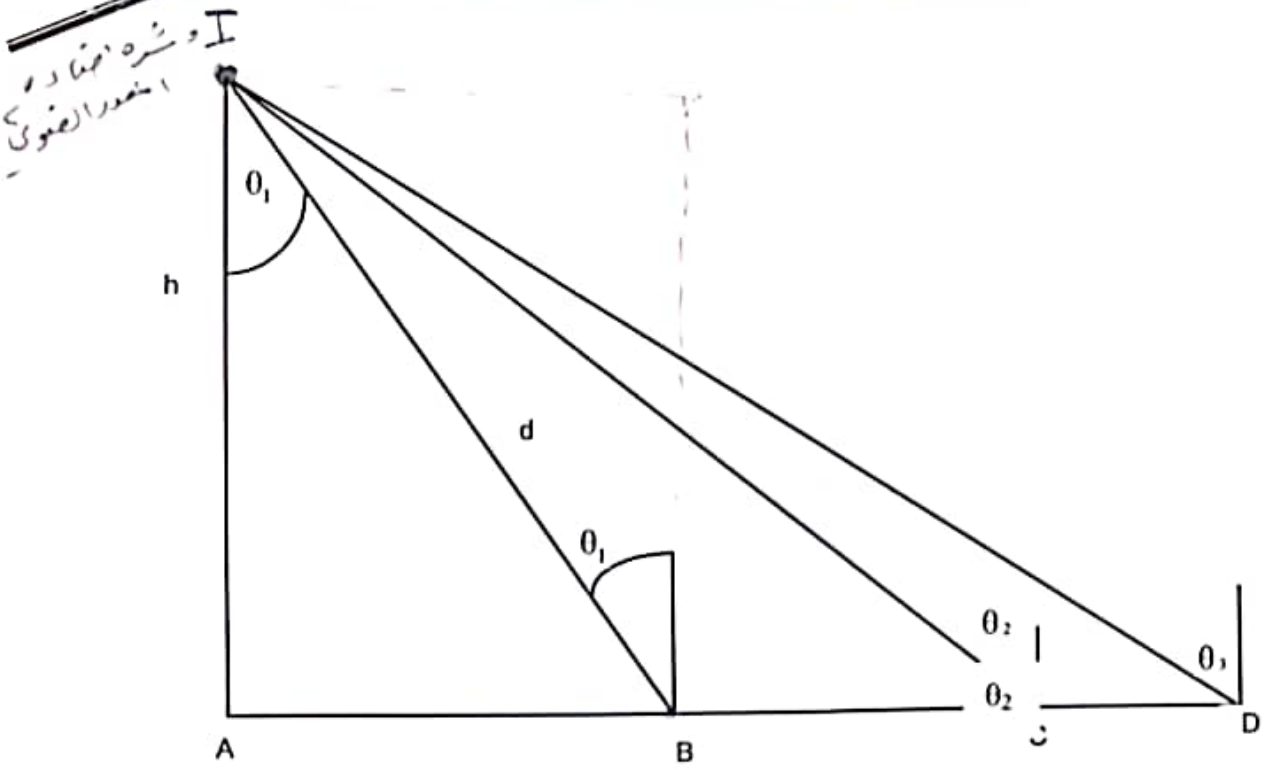
ويوضح الشكل (7.3) تمثيل قانون التربيع العكسي، ويتضح مما سبق أن الاستضاءة على سطح عمودي على اتجاه الضوء تتناسب ومربع المسافة بين المنبع والسطح، ويلاحظ أن قانون التربيع العكسي قد استنتج على أساس أن منبع الضوء مركز عند نقطة ، ولكن من الناحية العملية نجد أن الضوء يسقط بزوايا ميل مختلفة على الأسطح المراد إضاءتها، وعندما تكون الاستضاءة أفقية كما في الشكل (7.4) فتكون المعادلة (10-7) كما يأتي



(7.3) تمثيل القانون التربيع العكسي

$$E_B = \frac{I\cos\theta_1}{d^2} \qquad (5-12)$$

$$E_B = \frac{I\cos^3\theta_1}{h^2} \qquad (5-13)$$



الشكل (7.4) يبين الاستضاءة الأفقية لمنبع نقطي

حيث إن:

E_p = الاستضاءة عند نقطة P

(7-3-1) تطبيقات على قانون التربيع العكسي

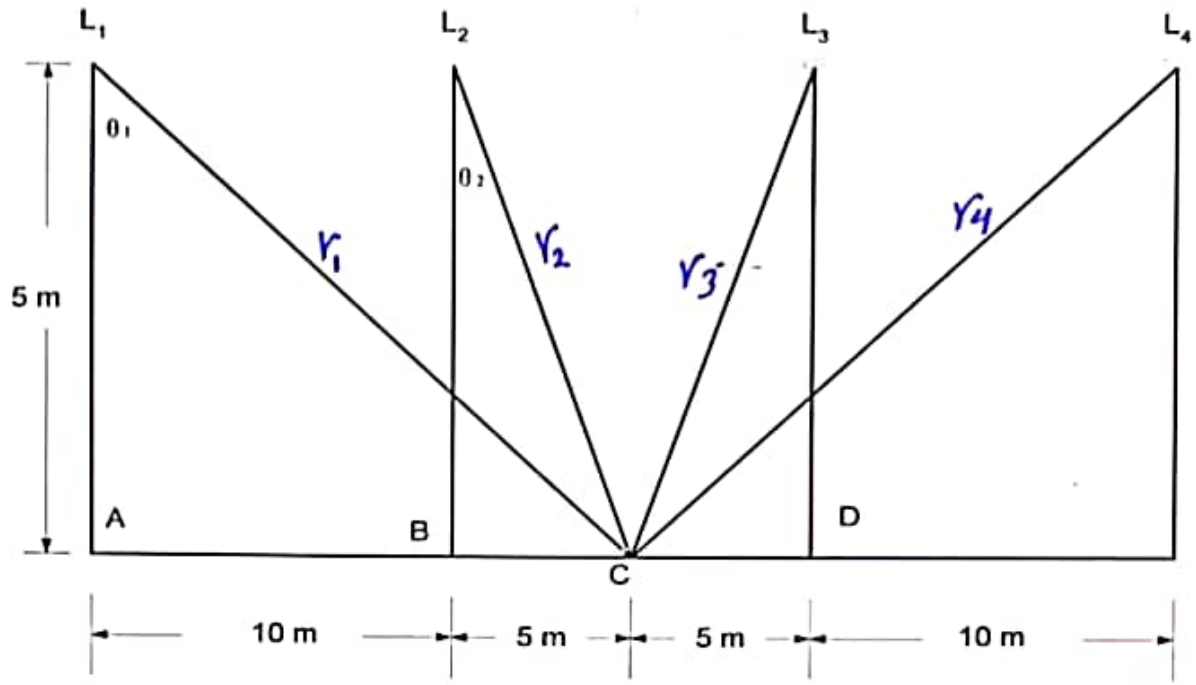
مثال (١)

يراد إضاءة ممر بأربعة مصابيح يبعد كل واحد عن الآخر 10 m وعلى ارتفاع 5 m من سطح الأرض وأن شدة الإضاءة للمصباح 200 cd في جميع الاتجاهات. أوجد الاستضاءة عند منتصف المسافة بين المصباحين الثاني والثالث.

الحل

لحل هذه المسألة نوجد الاستضاءة للمصباح الأول وكذلك الثاني ويوجد تماثل فنوجد الاستضاءة الكلية بضرب مجموع الإضاءة للمصباحين في 2.

الاستضاءة نتيجة المصباح الأول $E_{L1} = \frac{I \cos\theta_1}{(L_1 C)^2}$



الشكل (7.5)

$r_1 = L_1C = \sqrt{5^2 + 15^2} = 15.8\ m$ $\qquad Cos\theta_1 = 5/15.8$

$$E_{L1} = \frac{200 \times 5/15.8}{15.8^2} = 0.253\ Lux$$

$$E_{L2} = \frac{I Cos\theta_2}{(L_2C)^2} = r_2$$

الاستضاءة نتيجة المصباح الثاني

$L_2C = \sqrt{5^2 + 5^2} = 5\sqrt{2}\ m$ $\qquad Cos\theta_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$E_{L2} = \frac{200 \times 1/\sqrt{2}}{(5\sqrt{2})^2} = 2.83\ Lux$$

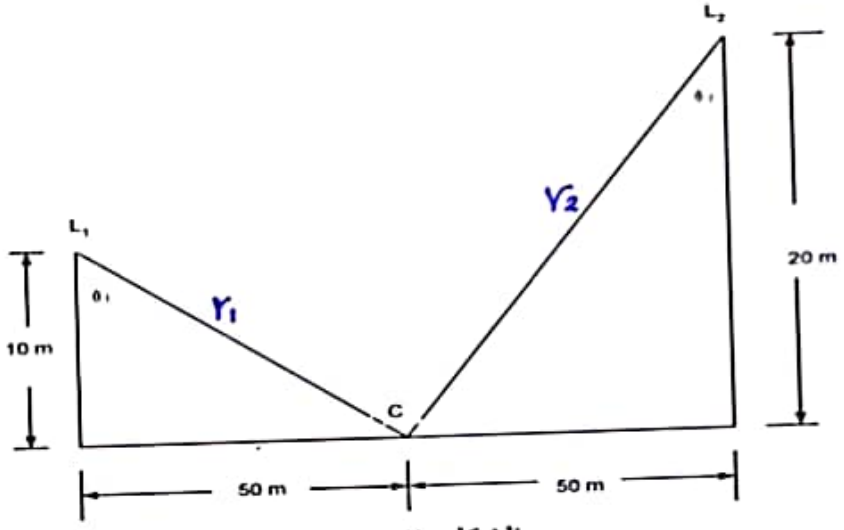
$= E_{L1} + E_{L2} = 0.253 + 2.83 = 3.08\ Lux$ مجموع الاستضاءة للمصباحين

$= 2 \times 3.08 = 6.16\ Lux$ الاستضاءة الكلية

مثال (2)

مصباحان يبعدان عن بعضهما 100 m وشدة الإضاءة 200 cd للمصباح A و 400 cd للمصباح B ويرتفع المصباح A عن الأرض 10 m والمصباح B يرتفع 20 m. ووضع جهاز فوتوميتر لقياس الاستضاءة بين نقطة المنتصف من سطح الأرض أوجد قراءة الجهاز.

الحل



الشكل (7.6)

$r_1 = (L_1C) = \sqrt{10^2 + 50^2} = 51\ m$ $\quad \cos\theta_1 = 10/51$

$$E_{L1} = \frac{200 \times 10/51}{51^2} = 0.0151\ Lux$$

$r_2 = (L_2C) = \sqrt{20^2 + 50^2} = 53.9\ m$ $\quad \cos\theta_2 = 20/53.9$

$$E_{L2} = \frac{400 \times 20/53.9}{53.9^2} = 0.051\ Lux$$

قراءة جهاز فوتميتر $= E_{L1} + E_{L2} = 0.0151 + 0.051 = 0.066\ Lux$

حساب الاضاءة الداخلية من عدد من المصابيح

$$E = \frac{n \Phi \eta p}{A}$$

يمكن استخدام المعادلة التالية في حساب الاضاءة الداخلية

حيث n = عدد المصابيح و E = الاستضاءة و A = مساحة مستوى التشغيل

Φ = الفيض الضوئي لكل مصباح و η = معامل الانتفاع و p = معامل الفقد

مثال

يراد إضاءة صالة رسم في إحدى الكليات التقنية ومساحتها (30 m x 20 m) والمصابيح معلقة على ارتفاع 5 m والاستضاءة E144 Lm/ m^2 علماً بأن

- η معامل الانتفاع = 0.6
- p- معامل الفقد = 0.75
- النسبة بين الفراغ والارتفاع = 1
- الكفاءة = 13 Lm/watt لمصباح 300 watt
- الكفاءة = 16 Lm/watt لمصباح 500 watt

اختر المصباح الأفضل مع توضيح السبب وارسم توزيع المصابيح في صالة الرسم

الحل

$$n\Phi = \frac{E.A}{\eta.p}$$

$$n\Phi = \frac{30X20X144}{0.6X0.75} = 192000 \quad Lm$$

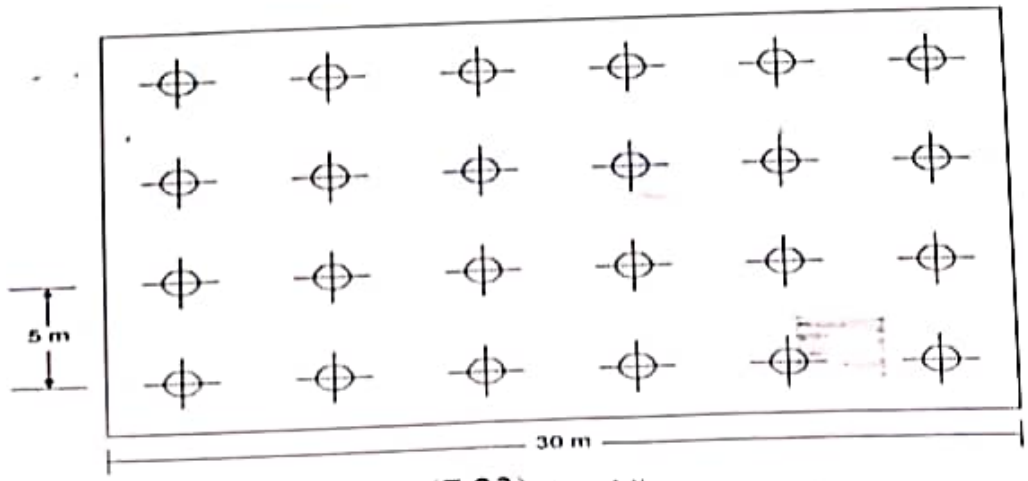
Φ = 500 X 16 = 8000 Lm اللیومن الخارج من مصباح 500 W

= 192000/8000 =24 عدد المصابيح المطلوبة 500 W

Φ = 300 X 13 = 3900 Lm اللیومن الخارج من مصباح 300 W

= 192000/3900 =49 عدد المصابيح المطلوبة 300 W

من الواضح عدم استخدام المصابيح 300W لأنه لا يمكن تنظيمها، ويمكن استخدام المصابيح 500W و تنظيمها في 4 صفوف و 6 أعمدة والمسافة بين كل مصباح والآخر 5 m كما هو موضح في الشكل (7.23)



الشكل (7.23)

توضيح لحل السؤال السابق

٤٧ **الحل**

$$E = \frac{n \varnothing y P}{A}$$

١ – من المعادلة أعلاه يتم حساب الفيض الكلي اللازم لهذه البناية مهمة تخير نوع وعدد المصابيح

$$n\varnothing = \frac{EA}{yP}$$

$$n\varnothing = \frac{144 \frac{Lum}{m^2} \cdot (20 \times 30) m^2}{0.6 \times 0.75} = 192000 \, Lum$$

∴ الفيض الكلي = عدد المصابيح × فيض المصباح الواحد = $n\varnothing$

٢ – لحساب عدد المصابيح (n) يجب أن نحسب فيض المصباح الواحد $\varnothing$

أن فيض المصباح الواحد يعتمد على نوع المصباح

أولاً / نختار مصباح قدرته 500 واط

فيض المصباح الواحد $\varnothing$ = قدرة المصباح الواحد × كفاءة المصباح

$$\therefore \varnothing = 500 \, watt \times 16 \frac{Lum}{watt}$$

$$\varnothing = 8000 \, Lum$$

$$n\varnothing = 192000$$

$$n \times 8000 = 192000$$

$$\therefore n = \frac{192000}{8000} = 24$$ (24 مصباح قدرته 500 واط)

ثانياً / لحساب الفيض الضوئي من مصباح 300 واط = كفاءة المصباح × قدرته

$$\varnothing = 13 \frac{Lum}{watt} \times 300 \, watt = 3900 \, Lum$$

$\therefore n\Phi = 192000\ lm$

$n \times 3900\ lm = 192000\ lm$

$\therefore \quad n = \frac{19200}{3900} = 49$

اذن عدد مصابيح 300 واط التي تعطي فيض كلي 192000 هو 49=n

لا يمكن استخدام مصابيح 300 واط كون عددها لا يمكن تنظيمها على هذه المساحة لذلك نختار مصابيح 500 واط عددها 24 يمكن ترتيبها بأربعة صفوف عمودية وستة صفوف أفقية بمسافة 5م بين كل مصباح

انواع المصابيح الكهربائية

كما يمكن تقسيم المصابيح حسب طبيعة الاستخدام إلى الانواع التالية :

ا- المصابيح الطبية Lamps medical مثل مصابيح الشمس وتلك القاتلة للجراثيم وغيرها.

ب- مصابيح مسرحية وسينمائية Lamps Theatre وهي تلك التي تضئ مناطق محدودة وبتركيز عال حيث تستخدم العدسات المختلفة وتصمم لمسافات متباينة مثل مصباح الزينون.

ج- مصابيح الوقاية الألية Lamps Protection مثل تلك المستخدمة في حماية البنوك والمتاحف وغيرها وقد يستعان بضوء الليزر في هذا الصدد.

د- مصابيح الإضاءة العادية Lamps Light وهي الأكثر شيوعا وهي في الحقيقة تنقسم بدورها إلي:

1- مصابيح الفتيلة Filament Lamp

حيث تعتمد على نظرية التوهج الناتج للضوء خصوصا مع تلك المواد التي تتحمل درجات الحرارة العالية والتي تتضمن كل من:-

- المصباح المتوهج Lamp Incandescent حيث تصل أحيانا إلي 2400 درجة مئوية وتحتوي علي جميع الألوان بالرغم من تغلب اللون الأحمر والأصفر وتصنع الفتيلة من تنجستن وتوضع داخل قارورة من الزجاج الشفاف مفرغة الضغط.
- مصباح تنجستن – هالوجين Lamp Halogen – Tungsten حيث يدخل فيها بخار تنجستن ويترسب مع الاستعمال والتشغيل ويترسب على الجدار الداخلي ولذلك يضاف النيتروجين والأرجون فيها للتغلب علي هذا التبخر.
- مصباح القوس الكربوني Lamp Arc Carbon ويصلح للتيار المستمر أو المتردد وعادة ما تكون الثغرة التي يحدث بها التفريغ في حدود 3 –6.5 مم

2- مصابيح التفريغ الغازي Discharge Gas Lamps

وهذا النوع متباين ومتعدد وهي تنقسم إلى قسمين فمنها:

ا- مصابيح ذات مستوى إضاءة متوسط Level Normal وهي:-

- مصباح الفتيلة
- الفلوري المصباح Fluorescent Lamp

ب- مصابيح عالية شدة الإضاءة Level High ومنها ما يلي:-

- مصباح الصوديوم
- مصباح الزئبق
- مصباح الهاليد المعدني

هبوط الجهد في المغذيات احادية وثلاثية الطور :-

هبوط الجهد ومعادلات التيار voltage drop and current rating

يعرف هبوط الجهد بانه فقدان جزء من الفولتية بين بداية الموصل (المصدر) ونهاية الموصل (الحمل) بشرط استمرارية مرور التيار الكهرباني خلال الموصل وتعتمد قيمة هبوط على عنصرين :

1- مقاوميه الموصل فكلما زادت خاصية المقاومة في الموصل واشتدت معاكسته للتيار كان الفقد أكبر مما لو كانت المادة ذات موصلية كبيرة ولذلك يستخدم الألمونيوم والنحاس في الدوائر الكهربية بسبب موصليتهم العالية وانخفاض معاكستهم للتيار بسبب انخفاض قيم مقاومتهم.

2- عدد الشحنات المارة في الموصل فكلما زاد عدد الشحنات زاد الفقد والانتقاص من الطاقة المكتسبة ولذلك في محطات القدرة يتم استعمال محولات كهربائية تقوم برفع الجهد وخفض التيار في خط النقل ليكون بالإمكان نقله إلى مسافات بعيدة جدا دون أن يعاني هبوطا كبيرا في الجهد وبهذه الطريقة يمكن تقليل الفقد حتى 100 مرة مما لو كان ينقل على مستوى فولتية المحطة أي من دون استعمال محولات تخفض قيمة التيار.

ويمكن حساب هبوط الجهد في الموصلات (الاسلاك والقابلوات) اعتمادا على قيمة مقاومة الموصل بالإضافة الى عدد الاطوار المستخدمة وفيما يلي كيفية حساب هبوط الجهد اعتمادا على تغذية الموصل

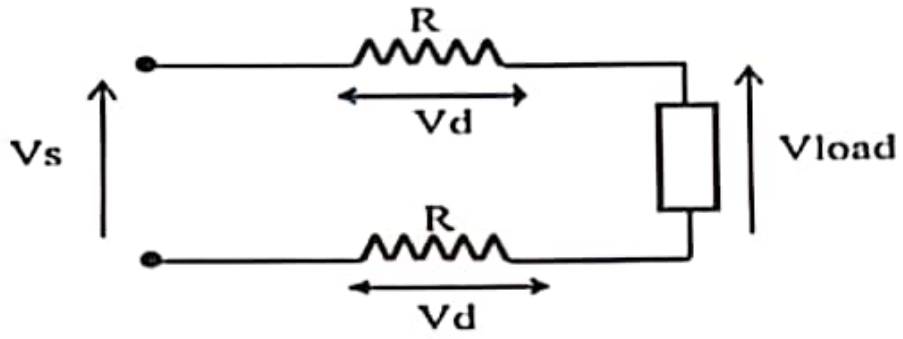
- مغذي احادي الطور

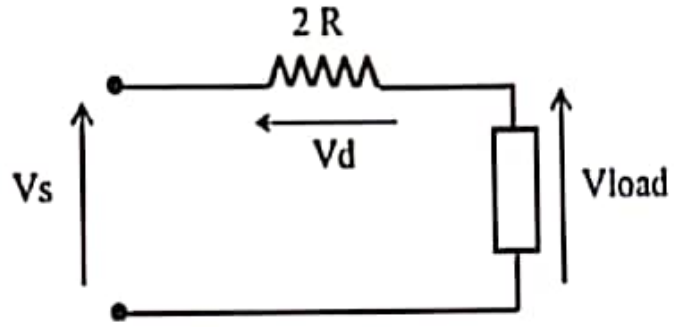
يتم تغذية الحمل في هذا النوع بواسطة موصلين من نفس النوع احدهما لمرور التيار من المصدر الى الحمل (الذهاب) والاخر لرجوع التيار من الحمل الى المصدر (الاياب) لذا فان كلا الموصلين يظهران هبوط جهد بسبب مقاومة الموصل كما مبين في الشكل أدناه .و يمكن حساب هبوط الجهد كما يلي

$$V_d = V_s - V_{load}$$

$$V_d = I \times 2R$$

حيث ان V_s هي فولتية المصدر و V_{load} هي فولتية الحمل و V_d هو هبوط الجهد بينما تمثل R مقاومة موصل واحد فقط.



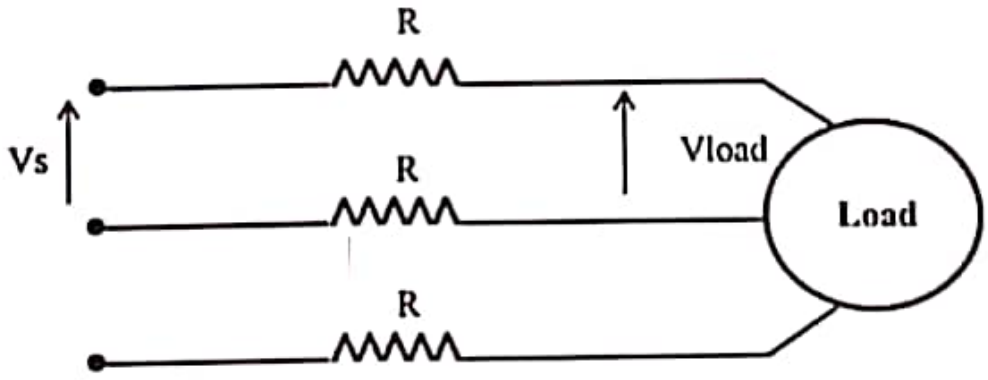


- مغذي ثلاثي الطور

يتم تغذية الحمل ثلاثي الاطوار باستخدام ثلاث موصلات متماثلة حيث تكون مقاومة جميع الخطوط متساوية كما مبين في الشكل أدناه . ويمكن حساب هبوط الجهد على الخطوط الناقلة كما يلي :

$$V_d = V_s - V_{load}$$

$$V_d = \sqrt{3}\, I \times R$$



كما يمكن حساب هبوط الجهد في الموصلات اعتمادا على نوع الموصل المستخدم لكل متر من العلاقة التالية :

$$V_d = \frac{MV \times I \times L}{1000}$$

حيث ان MV تمثل هبوط الجهد بالنسبة لنوع الموصل (القابلو) لكل متر ويمكن الحصول على قيمتها من الجداول الخاصة بالقابلوات ووحدتها هي $V/A/m$, بينما I يمثل التيار المار في الوصل و L يمثل طول الموصل.

ومما تجدر الاشارة الية ان القيم المسموح بها لهبوط الجهد كالاتي

- دوائر المحركات:- هبوط الجهد لا يزيد عن 2.5% من الجهد المقنن عند الحمل التام
- دوائر الانارة:- هبوط الجهد المسموح لا يزيد عن (1%-2%) من الجهد عند المستهلك

اختيار حجم القابلو المناسب لتقليل هبوط الجهد

ان اختيار حجم القابلو المناسب يلعب دورا كبيرا في تقليل مقدار هبوط الجهد علية لذا عند اختيار حجم القابلو في التوصيلات الكهربائية يؤخذ بنظر الاعتبار النقاط التالية

١ - مساحة القابلو

٢ - درجة الحرارة المحيطة

٣ - نوع الحماية المستخدمة

٤ - القرب والبعد عن القابلوات الاخرى

٥ - هبوط الجهد

١- • مساحة المقطع

ان قيمة التيار الذي يتحمله الموصل تعتمد على مساحة المقطع لذلك الموصل حيث ان لكل سلك قيمة معينة لأقصى تيار يمر من خلاله وعند تجاوز التيار الحد المسموح به يحصل ما يلي

- ارتفاع درجة حرارة القابلو مما يؤدي لزيادة مقاومته وبالتالي زيادة هبوط الجهد
- عازل القابلو له مقاومة معينة لدرجة الحرارة وعند ارتفاعها عن الحد المطلوب تؤدي الى تلف العازل
- استمرارية مرور التيار مع تلف العازل يؤدي لحدوث دائرة القصر Short circuit

- **درجة الحرارة المحيطة**

ان ازدياد درجة الحرارة يؤدي الى زيادة مقاومة الموصل وهذا بدورة يؤدي الى زيادة هبوط الجهد لذا عند زيادة درجة الحرارة يجب زيادة حجم الموصل لكي لا تتجاوز الحد المسموح به لهبوط الجهد و مما تجدر الاشارة الية ان هناك مواصفات عالمية للقابلوات تم تحديدها في بعض الجداول مثل الجداول البريطانية IEE والتي تعطي قيمة معينة لمعدل التيار لكل مساحة مقطع ولجميع القابلوات وعند درجة حرارة 30 منوية. فاذا كانت درجة الحرارة المحيطة بالقابلو اقل او اكثر من 30 درجة منوية فان قيمة معدل التيار تضرب في معامل درجة الحرارة التي حددتها تلك الجداول لاختيار مساحة المقطع المناسبة كما مبين في الجدول أدناه

جدول قياسي عند درجة حرارة 30 منوية

حجم الموصل (مساحة المقطع) mm^2	معدل التيار(A)	هبوط الجهد MV/A/m
1	12	40
1.5	15	27
2.5	22	16
4	29	10
6	34	7
10	46	4
16	61	3

معامل التباين Diversity factor (DF)

وهو النسبة بين اقصى قيمة للحمل خلال فترة معينة الى الحمل الكلي ويستخدم معامل التباين لتقليل كلفة التأسيس عند الدوائر الرئيسية والفرعية حيث لا يتوقع ان تعمل جميع الاحمال(المعدات والاجهزة الكهربائية وتراكيب الانارة) في نفس الوقت للوصول الى اقصى حمل فمثلا لا يتوقع ان تعمل جميع اجهزة الانارة في دار ما في نفس الوقت فاذا كان في هذه الدار انارة تعادل 1000W وان اقصى استخدام كان 600W فان معامل التباين:-

$$DF = \frac{600}{1000} = 0.6$$

مثال 1:- حمل ثلاثي الاطوار متزن 300KW ويعمل بجهد 415V عند معامل قدرة 0.78 متأخر من خلال كابلو نحاسي طولة 270m , ومساحة مقطعة تساوي $400mm^2$ احسب قيمة هبوط الجهد في الكابلو, أهمل الجهد الناتج عن المفاعلة واعتبر ان المقاومة النوعية للنحاس $0.017\ \mu\Omega.m$.

الحل :-

$$P = \sqrt{3}\, I\, V_{line} \cos\theta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, V \cos\theta} = \frac{300 \times 1000}{\sqrt{3} \times 415 \times 0.78} = 535.079\ A$$

$$R = \rho \frac{L}{a} = \frac{0.017 \times 10^{-6} \times 270}{400 \times 10^{-6}} = 0.0115\ \Omega$$

$$V_d = \sqrt{3}\, I\, R = \sqrt{3} \times 535.079 \times 0.0115 = 10.658\ V$$

مثال 2 :- لوحة مفاتيح رئيسية تغذي ورشة محركات على بعد 240 m وبحمل ثلاثي الاطوار متزن مقداره 80 KW عند معامل قدرة 0.75 متأخر اختر الحجم القياسي واحسب القيمة الحقيقة لهبوط الجهد علما انه يجب المحافظة على الجهد عند الحمل بمقدار 415 V على ان لا يتجاوز فقد الجهد في القابلو 2.5% عند

على ان لا يتجاوز فقد الجهد في القابلو 2.5

لوحة المفاتيح . ان مقاومة النحاس النوعية $0.0175\ \mu\Omega.m$. ملاحظة يجب ان يكون اختيار القابلو ضمن الاحجام القياسية ومنها

$70\ mm^2$, $95\ mm^2$, $120\ mm^2$, $150\ mm^2$, $185\ mm^2$, $240\ mm^2$

الحل :-

$$P = \sqrt{3}\ I\ V_{Line} \cos\theta$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\ V_{Line}\ cos\,\theta} = \frac{80 \times 1000}{\sqrt{3} \times 415 \times 0.75} = 148.4\ A$$

$$V_d = 2.5\%\ V_s = 0.025\ V_s$$

$$\because\ V_{load} = 415, and\ V_d = V_s - V_{load}$$

$$\therefore 0.025V_s = V_s - 415 \implies V_s = \frac{415}{0.975} = 425.64\ V$$

$$\therefore\ V_d = 0.025 \times 425.64 = 10.64\ V$$

لإيجاد حجم القابلو (مساحة مقطعة) يجب ايجاد مقاومة القابلو المستخدم لذا

$$V_d = \sqrt{3}\ I\ R \implies R = \frac{V_d}{\sqrt{3}\ I} = \frac{10.64}{\sqrt{3} \times 148.4} = 0.0414\ \Omega$$

$$R = \rho\frac{L}{a} \implies a = \rho\frac{L}{R} = \frac{0.0175 \times 10^{-6} \times 240}{0.0414} = 101.45mm^2$$

كما يلاحظ ان مساحة مقطع الموصل لا تقع ضمن الحدود القياسية للموصلات لذلك يتم اختيار موصل مساحة مقطعة قريبة من المساحة أعلاه وضمن الحدود القياسية للموصلات وحسب القيم المعطاة في السؤال فان اقرب مساحة مقطع قياسية هي $120\ mm^2$, لذلك يتم اختيار الموصل وفق هذا القياس . لذا يجب حساب هبوط الجهد الذي يتوافق مع مساحة الموصل القياسي وكما يلي

$$V_d = \sqrt{3}\, I\, R \Longrightarrow \sqrt{3}\, I\, \rho \frac{L}{a} = \frac{\sqrt{3} \times 148.4 \times 0.0175 \times 10^{-6} \times 240}{120 \times 10^{-6}} = 8.996\, V$$

مثال 3 :- قابلو احادي الطور يبلغ طولة 10 m ويغذي محرك كهربائي 10.5 KW ويعمل بجهد 240 V ومعامل التباين 66% علما ان مساحة المقطع $6mm^2$, بين فيما اذا كان هذا القابلو مناسب للعمل ام لا .

الحل :- يجب ايجاد اقصى تيار يتحمله الموصل وفقا لمعامل التباين وكما يلي

$$I = \frac{P}{V} = \frac{10.5 \times 1000}{240} = 43.75\, A$$

$$I_{max} = I \times DF = 43.75 \times 0.66 = 28.88\, A$$

من جدول الموصلات القياسية فان مساحة مقطع موصل $6mm^2$ تقابل MV=7 لذلك فان هبوط الجهد يحسب كالاتي

$$V_d = \frac{MV \times I \times L}{1000} = \frac{7 \times 28.88 \times 10}{1000} = 2.02\, V$$

كما معروف ان هبوط الجهد المسموح بة للمحركات الكهربائية 2.5% من فولتية المصدر لذا يكون هبوط الجهد المسموح به

$$V_d = 2.5\% \times V_s = 0.025 \times 240 = 6\, V$$

بما ان الهبوط الفعلي في الموصل 2.02V وهو اقل من الهبوط المسموح به (6V) لذا فان هذا القابلو مناسب للعمل.

نظم التسليك الكهربائي Electrical wiring systems

يقصد بالتسليك الكهربائي هو كيفية توصيل أو سحب التوصيلات الكهربائية (الاسلاك) الخاصة بأي تأسيس. كما توجد عدة انواع من انظمة التسليك الكهربائي يمكن استخدامها ولكل نظام محاسنه ومساوئه و لاختيار نوع نظام التسليك يجب مراعاة ما يلي

1 -نوع الحمل الذي يتم تغذيته

2 -نوع التيار

3 -الكلفة الاقتصادية

4 -الفترة الزمنية المتوقعة لعمر التأسيس

5 -الشكل او المظهر الخارجي للتأسيس

6 -العمل والمتانة

7 -الظروف غير الطبيعية مثل (الرطوبة , غازات وابخرة أو مؤثرات ميكانيكية)

انظمة التسليك الكهربائي

1 -نظام التسليك باستخدام الموصلات العارية

2 -نظام التسليك بالقابلوات المعزولة بالورق

3 -نظام التسليك المثبت (cleat)

4 -نظام التسليك بالموصلات المعزولة (قابلوات)

5 -نظام التأسيس بالأنابيب

6 -نظام التسليك المغلق بالخشب

1- ❖ نظام الموصلات العارية bar conductor system

ويستخدم هذا النظام في بعض الاغراض الخاصة مثل

1 -التوصيلات الخاصة بالارضي

2 -كموصلات في نظام الجهد المنخفض جداً

3 -في المصاعد وقضبان التوصيل العابرة

4 -في الباصات الكهربائية والرافعات

ومن اهم مساوئ نظام الموصلات العارية هو امكانية حدوث الحريق بالإضافة الى حدوث الصدمات الكهربائية

الاحتياطات الواجب اتخاذها عند استخدام هذا نظام الموصلات العارية-:

- وضع قضبان التوصيل والموصلات التي تحمل جهد أ بحدود (220-415) فولت بحيث تكون بعيدة عن متناول الاشخاص العاديين.
- ان يكون العازل الذي تعلق عليه الموصلات قوياً ومثبتاً وان لا تزيد المسافة بين طرفي تثبيت الموصلات عن 10 متر
- ان توضع في اماكن تسمح للموصلات بالتمدد والانكماش مع تغير درجة الحرارة الناتجة عن تغير تيار الحمل
- عند اختراق الجدران أو الاسقف والارضيات يتم وضع الموصلات داخل انابيب او قنوات معدنية مزرضة وتكون الموصلات محاطة بماده عازلة غير قابلة للاحتراق

2- ❖ نظام التسليك المثبت cleat

هذا النظام يعتبر من ارخص النظم من حيث الكلفة وفيه نجد ما يلي :-

1- يتم تثبيت قابلو ذو قلب واحد او اكثر بواسطة الكلبسات على ان لا تزيد المسافة نقطة تثبيت واخرى عن 5 سم.

2- تثبت القابلوات على ارتفاع مترين من الارضية فتكون امنه ولا تحتاج الى احتياطات ضد المؤثرات الخارجية

1- يستخدم هذا النظام في التأسيسات المؤقتة او التي لا يهم فيها الشكل و المظهر الخارجي

٣ ـ ❖ نظام التسليك بالأنابيب conduit wiring system

في هذا النظام يستخدم انبوب لحمل قابلو او عدة قابلوات . وظيفة الانبوب هو حمل وحماية القابلوات من المؤثرات الخارجية , تصنع الانابيب من مواد مختلفة مثل انابيب الالمنيوم , انابيب النحاس, انابيب الصلب المرنة , انابيب البلاستيكية .من مميزات نظام التسليك بالأنابيب:

- يعطي القابلوات بداخله درجة عالية من الحماية ضد المؤثرات الخارجية
- التقليل من خطورة الحريق
- يعطي توصيل جيد وفعال للتاريض
- يمكن اعادة التسليك مرة اخرى بسهولة .

الخطوات او النقاط التي يجب اتباعها عند استخدام هذا النظام-:

- يجب نصب الانابيب وتأمينها قبل وضع القابلوات
- عند التفرع والفحص يجب ان توضع في اماكن يسهل الوصول اليها
- عند وضع عده قابلوات في انبوب واحد يجب ان لا يزيد معامل الفراغ عن 40% حيث ان

$$\text{معامل الفراغ} = \frac{\text{مجموع مساحات القابلوات}}{\text{مساحة المقطع الداخلي للانبوب}} \times 100\ \%$$

الغرض من ذلك ان يتم التسليك بسهولة وأمان , فإذا مر القابلو بزاويتين 90 درجة فانة ذلك سيسبب مضايقه عند التسليك لهذا يجب ان يقل معامل الفراغ حتى يتسنى سحب القابلو بسهولة , بالإضافة عند مرور التيار الكهربائي في القابلوات ينتج حراره قد تؤدي الى تغير شكل العوازل المضغوطة.

- عند الانحناء يجب ان لا يقل نصف القطر الداخلي للانحناء عند مره من القطر الخارجي للأنبوب ويجب ان لا يقل عن اربعة امثال قطر أكبر قابلو ممدود داخل الانبوب.
- يجب ازالة النتوءات من اطراف الانبوب بعد قطع الانابيب للحماية من احتمال قشط العازل للقابلو.
- نهاية اطراف القابلو يجب عزلها بماده غير قابلة للاحتراقtape
- من الضروري تأريض التأسيس.
- يجب وضع السلك الحار والسلك البارد ولحمل معين في نفس الانبوب وذلك للأنابيب المصنوعة من مادة مغناطيسية (الصلب)
- يجب تصريف الرطوبة المتكونة داخل الانابيب من خلال فتحات خاصة معدة لهذا الغرض .
- يجب وضع القابلوات الخاصة بالجهد المرتفع في انابيب تختلف عن الانابيب المخصصة للإنارة.
- عند اختراق الانابيب الاسقف او الجدران يجب ان تكون الفتحات مؤمنة بالإسمنت

مقارنة بين نظام التسليك باستخدام انابيب الالمنيوم والانابيب البلاستيكية

نظام التسليك باستخدام انابيب الالمنيوم	نظام التسليك باستخدام الانابيب البلاستيكية
- خفيفة وسهلة العمل ورخيصة - قليلة التأكل بالنسبة للصلب - تعطي تأريض جيد - مادة غير مغناطيسية - ليست قوية كالصلب لذا لا تعطي حماية ميكانيكية كبيرة	- خفيفة وسهلة الاستخدام اليدوي و رخيص الثمن - التأثر بالقوس الكهربائي قليل مقارنة بالأنابيب المعدنية - ماده غير مغناطيسية - لا تعطي حماية ميكانيكية كبيرة مقارنة بالأنابيب الحديدية

مثال 1 :- احسب حجم الانبوب البلاستيكي اللازم لاحتواء اربعة اسلاك القطر الخارجي لها 6.2mm وخمسة اسلاك اخرى بقطر خارجي4.5mm والاسلاك معزولة بمادة P.V.C .

الحل :-

بما ان القابلو على شكل اسطوانة لذا يمكن ايجاد مساحة القابلو باستخدام مساحة الدائرة كما يلي:-

$$A = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi$$

حيث ان D هو قطر موصل واحد

$$A_1 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi = \left(\frac{6.2}{2}\right)^2 \times \pi \times 4 = 120.76\ mm^2$$

$$A_2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi = \left(\frac{4.5}{2}\right)^2 \times \pi \times 5 = 79.52\ mm^2$$

اذا المساحة الكلية لجميع القابلوات تصبح

$$A = A_1 + A_2 = 120.76 + 79.52 = 200.28\ mm^2$$

بتطبيق قانون معامل الفراغ يمكن ان نحصل على مساحة الانبوب البلاستيكي كالاتي:-

$$\text{معامل الفراغ} = \frac{\text{مجموع مساحات القابلوات}}{\text{مساحة المقطع الداخلي للانبوب}} \times 100\ \%$$

$$\frac{40\%}{100\%} = \frac{200.28\ mm^2}{A_P} \Rightarrow A_P = 500.7\ mm^2$$

وبذلك يمكن ايجاد قطر الانبوب البلاستيكي كما يلي

$$\because A_p = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times A_p}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 500.7}{\pi}} = 25.25\ mm$$

<u>واجب بيتي</u>:- احسب حجم الانبوب البلاستيكي اللازم لاحتواء خمسة اسلاك نصف قطرها الخارجي 4mm وسلكان القطر الخارجي لكل منهما يساوي 5cm علما ان الاسلاك معزولة و معامل الفراغ يساوي 0.55.

تأسيس الأماكن الخطرة

نتيجة للتطور الحاصل والحاجة الماسة للأجهزة الكهربائية في كل مكان تقريبا وبضمنها الأماكن التي تحتوي على مواد خطرة قابلة للأشتعال أو الأنفجار لذلك فان هذه الأماكن لها خصوصية مميزة عند التأسيس .

الأماكن الخطرة:- وهي الأماكن التي تحتمل تعرضها للأنفجار أو الحريق

أمثلة على الأماكن الخطرة :- ١- المنشأة النفطية ومن ضمنها محطات التعبئة .
٢- غرف العمليات في المستشفيات .
٣- الورش في المصانع التي تستخدم الأبخرة والمواد الكيمياوية مثل أبخرة الأصباغ
٤- المخازن والمستودعات التي تحتوي على مواد قابلة للأشتعال .
٥- المناجم خاصة منجم الكبريت ، الأنفاق ، الكهوف ، المنخفضات والسراديب.

مسببات الحريق :- يمكن أن يحدث الحريق نتيجة التأسيسات الكهربائية للأسباب التالية:- ١- تحميل القابلوات والأسلاك أكثر مما تتحمل .
٢- بسبب قوس كهربائي أو شرارة ناتجة من غلق أو فتح مفتاح أو قاطع أو بسبب أستخدام فلورسنت . (لأنه يحتاج إلى ملف وكذلك أي جهاز يحتوي على ملف)
٣- ردائة التوصيل الكهربائي أو أي خطأ في التوصيل .

المتطلبات الواجب أتباعها عند تأسيس الأماكن الخطرة :-

A- أبعاد التأسيسات الكهربائية عن الأماكن الخطرة مثل الأماكن التي تتجمع فيها الغازات والأبخرة القابلة للأشتعال مثل السقوف حيث ترتفع الغازات الخفيفة وكذلك الأرض حيث تتجمع الأبخرة الثقيلة .

B- يجب أستخدام أجهزة ومعدات خاصة لحجب الشرارة من الخروج الى منطقة الخطر ومن هذه الأجهزة والمعدات :-

١- المفاتيح الزئبقية:- في هذه المفاتيح يحدث التماس داخل وعاء يحتوي على مادة الزئبق حيث يتم أطفاء الشرارة داخلها كما في غرف العمليات .

٢-المفاتيح الساكنة:- تستخدم أدوات الكترونية خالية من الحركة الميكانيكية وخالية من الشرارة مثل الترانزستور والدايود وغيرها.

٣-استخدام قفص فرداي :- وهو قفص حديدي (مشبك حديدي) حيث تحاط به المحركات والمحولات والمعدات الكهربائية وقواطع الدورة لمنع الشرارة من الخروج الى الجو ومن ثم أيصالها الى الأرض .

٤- تجنب استخدام بعض المعدات التي تحتوي على ملفات كهربائية واستبدالها بأخرى لأن الملف يكون الشرارة بالحث العكسي لذلك يستخدم مصباح الفتيلة بدلا من الفلورسنت .

الحث العكسي يعني الحث يثار يولد متبقي مفتاحيا هذا القيص ما عم اذا كان التيار متناوب سوف يولد اي اشتغاله حتى وان الحث ويولد تيار معاكس للتيار الذي سببه بالتالي تتشتت شراره وهذه اعلم وتحدث في حين الخنفات

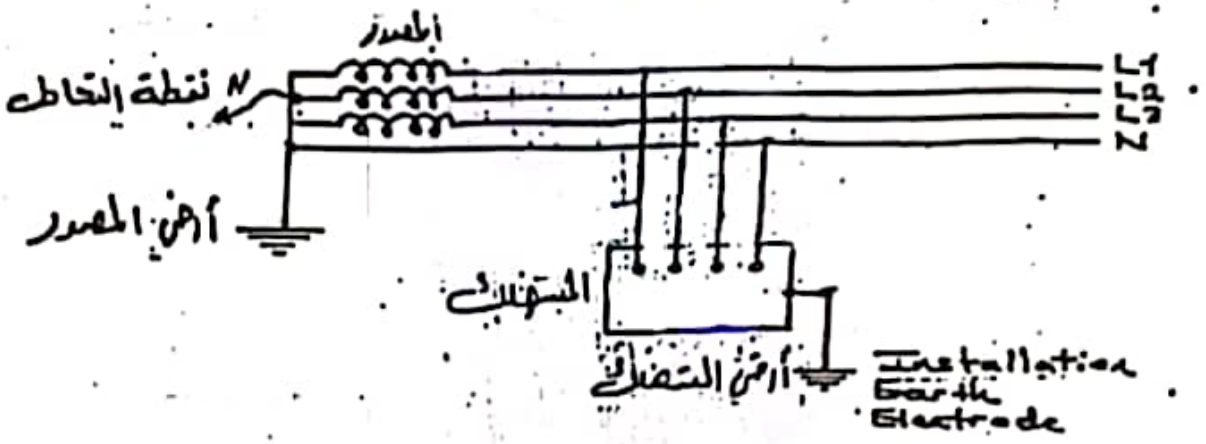
التأريض وأنواعه

أنواع التأريض في الموصلات 3P

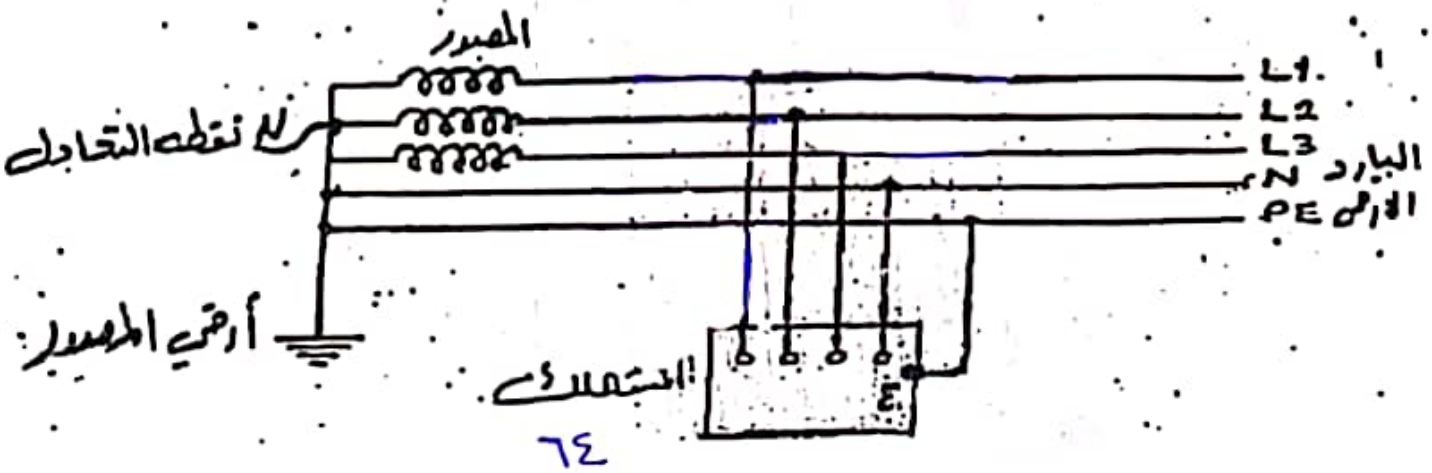
IT - أ TNS / TNC / TNCS T.N ب T.T ج T.T د

يتم ربط الحمل من الجهة السيرك الى عازلة الارض بنقطة التعادل للمصدر اما الحرف الثاني فيشير فحالته بين الارض ونوع الاجهزة الكهربائية المرتبطة بها عند المستهلك أ
هنري حرف T يعني نقطة التعادل في المصدر موصلة بشكل مباشر بالارض
حرف I على الجهاز المصدر معزولة عن الارض
وبموجب أسلوب الترميز أعلاه يمكن تمييز الأنواع التالية من انظمة التأريض :

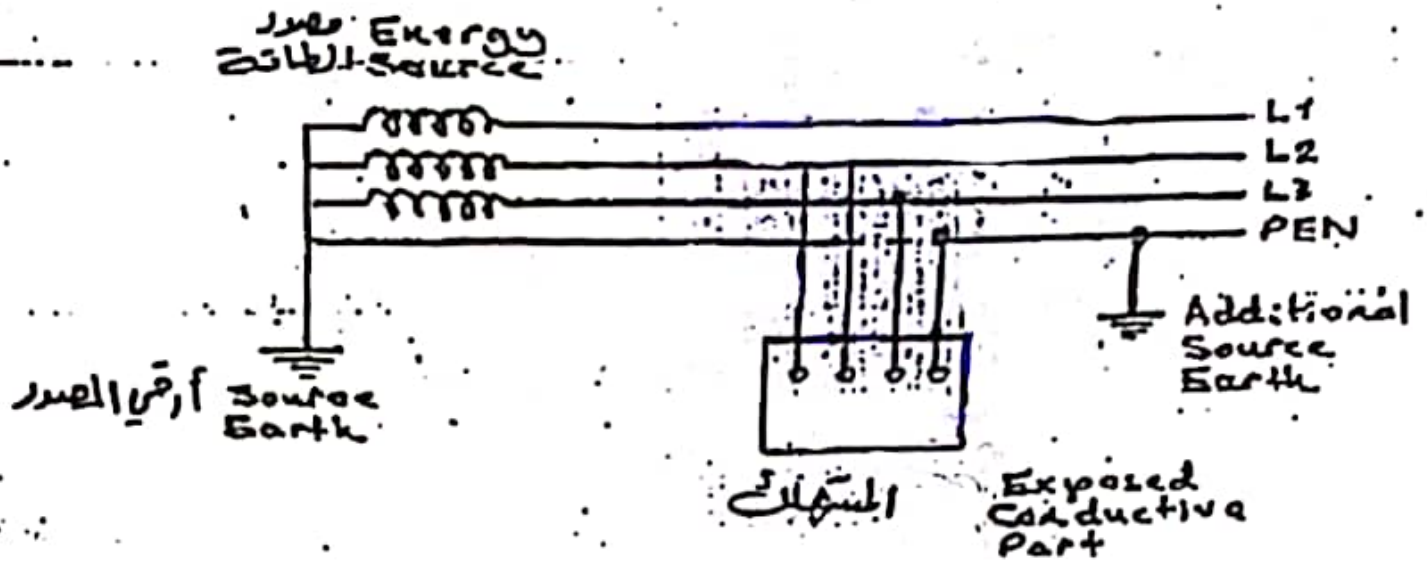
١ – نظام نوع (T-T) يستخدم هذا النظام في معظم التأسيسات المغذاة بخطوط كهرباء عرقية ، حيث يكون الحيادي والأرضي في التأسيسات منفصلان ولا يتم توفير ارضي للتأسيسات من قبل الجهة المسؤولة عن التغذية وإنما من قبل المستهلك



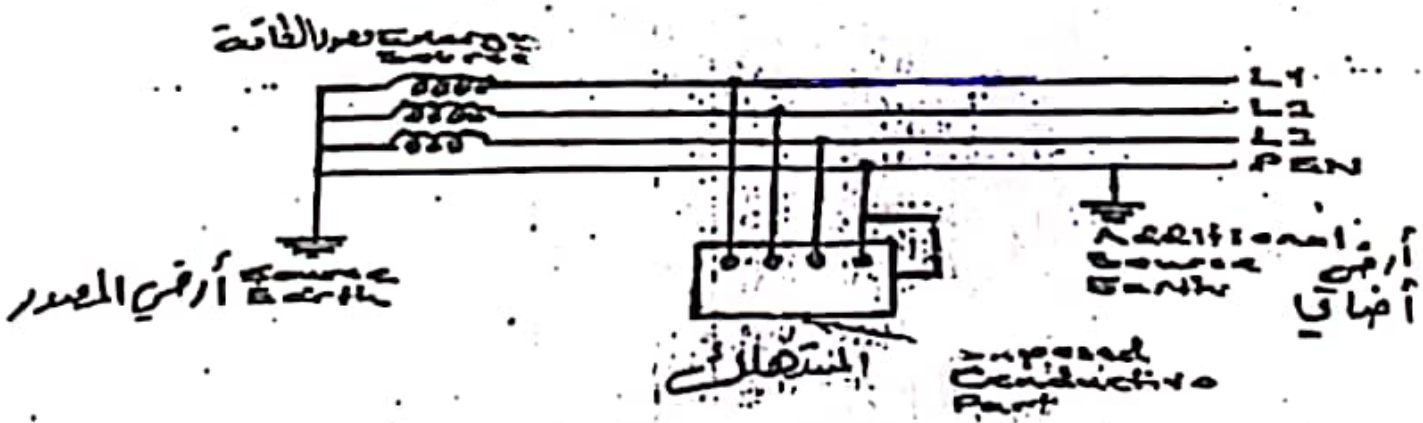
٢ – نظام نوع (T-N-S) : يستخدم في معظم التأسيسات المغذاة بواسطة القابلوات حيث يجرى توصيل نقطة الأرضي التابعة للمستهلك الى نقطة المحايد التابعة لمحولة التغذية بواسطة موصل حماية ارضي (PE) والذي يمكن ان يكون بهيئة الموصل أضافي أو غلاف معدني لقابلو التغذية



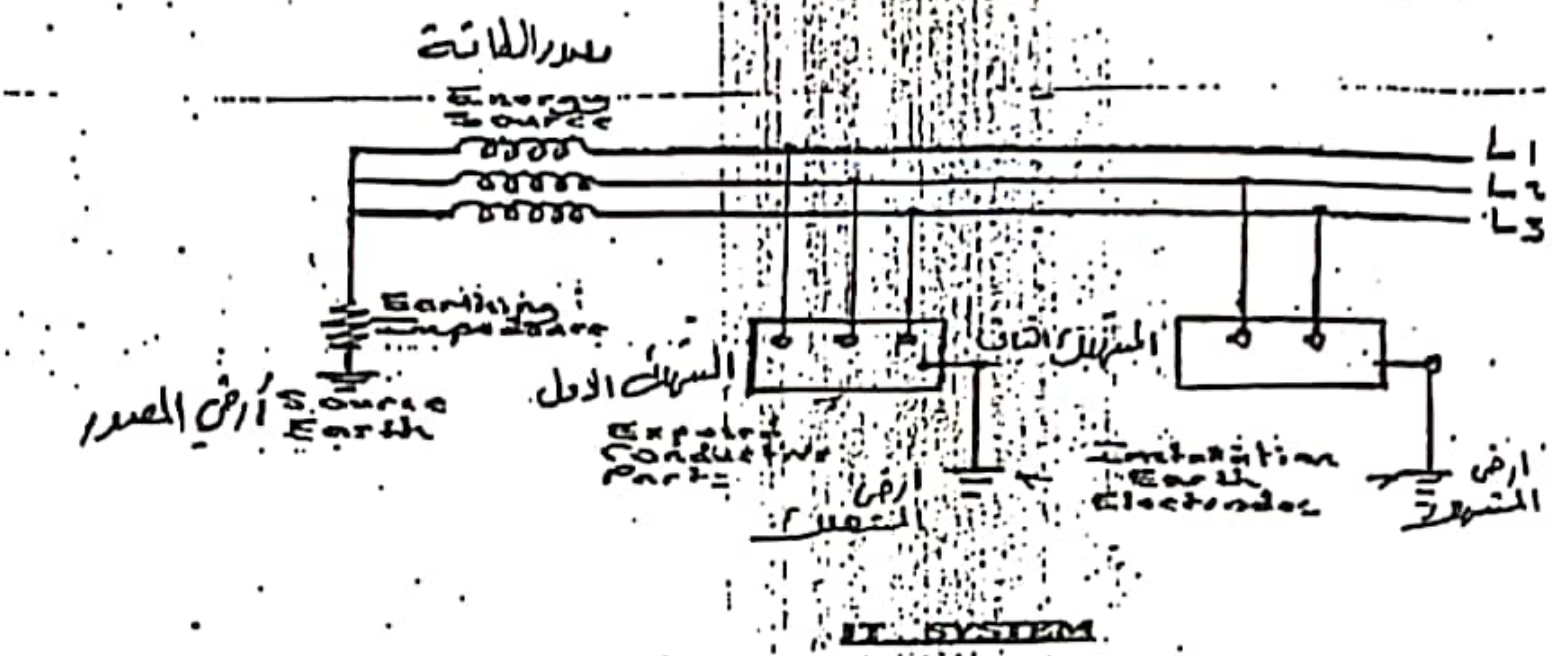
نظام نوع (TN-C) : المبدأ مشابه لنظام (TN-S) ولكن بتوحيد وظيفتي المحايد والحماية بموصل واحد يسمى موصل حماية الأرضي والمحايد(PEN)



نظام نوع (TN-C-S) : هنا تكون وظيفتي حماية الأرضي والمحايد متحدتان في منظومة التغذية (TN-C) بينما تكونان منفصلتين في التأسيسات (TN-S) ، ويسمى هذا النظام أيضا بتأريض الحماية المتعدد (PME) (Protective Multiple Earthing) حيث يتم تأريض المصدر في عدة نقاط وقد يكون من الضروري توفير قطب ارضي عند أو بالقرب من تأسيسات المستهلك . يسمى موصل (PEN) أيضا بموصل الحماية والأرض المتحد (Combined Neutral & Earth (CNE) Conductor)

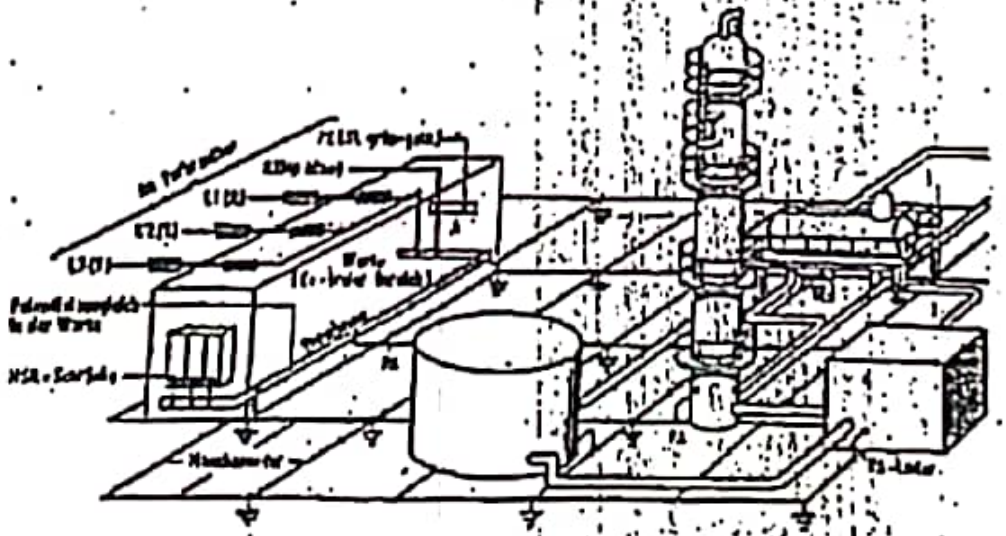


ب- نظام نوع (IT) : في هذا النظام يكون المصدر معزولا عن الارض او متصل بها من خلال ممانعة ارضي يتعمد إدخالها . لا يستخدم هذا النظام في المظومة التغذية العامة للمستهلكين.



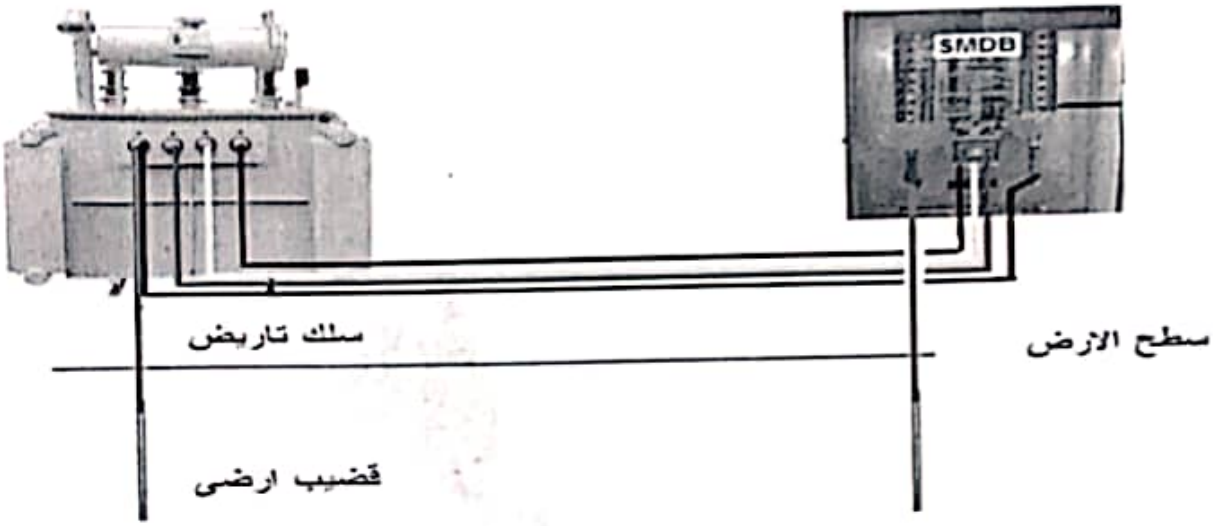
otential Equalisation Example:

Grid-Type Earthing



نظام نوع IT

في هذا النظام يكون المصدر معزولا عن الارض او متصل بها عن طريق ممانعة ارضي يتعمد ادخالها. ولا يستخدم هذا النظام في منظومة التغذية العامة للمستهلكين



ويمكن تلخيص مميزات انواع التأريض المختلفة في الجدول أدناه

نظام التاريض	المزايا	العيوب	التطبيق
TN-S	تكلفة قليلة	▪ تيار العطل كبير ▪ جهد التلامس كبير	يكثر استخدامه في المباني السكنية
TN-C	أقل تكلفة	▪ تيار العطل كبير ▪ جهد التلامس كبير ▪ لا يوفر حماية ضد الحريق	لا يوصى باستخدامه في المباني السكنية لضعف درجات الأمان فيه
TT	▪ تيار العطل صغير ▪ جهد التلامس يمكن التحكم فيه بتوصيل المواسير المعدنية وهيكل المبنى المعدني بالأرضي	▪ يتطلب إستخدام أجهزة الحماية التفاضلية ELCB-RCD ▪ لا يصلح في المواقع ذات مقاومة عالية للأرضي	▪ في المواقع العامة ▪ في التركيبات التي تخضع لتعديلات بصفة دورية
IT	▪ أعلى إعتمادية (ضمان عدم إنقطاع التيار) ▪ جهد تلامس آمن	▪ تحتاج مراقبة مستمرة لكشف العطل الأول ▪ تتطلب عمالة مدربة ▪ أعلى تكلفة	▪ المستشفيات ▪ مواقع تتطلب استمرار الخدمة