الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحي

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

مبادئ الصيانة الكهربية
الجزأ الأول

مهندس صيانة كهربائية– حديث

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة المشاريع

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

المحتويات

الفصل الأول : العدد والأدوات 3
أولا: أدوات وأجهزة القياس الميكانيكية 3
1- القدمة الصلب 3
2-القدمة ذات الورانية 3
3-المايكروميتر 8
4-زوايا القياس 10
5-الشنكرة 12
ثانيا: أجهزة القياس الكهربائية 14
الأجهزة التماثلية 14
أجهزة القياس الرقمية 15
الفصل الثانى: اللوحات الكهربية 21
أنواع اللوحات الكهربائية ومكوناتها 21
تقسم وتصنف لوحات التوزيع: 22
تقسم اللوحات من حيث قيمة ونوع الجهد (التوتر) إلى: 22
تقسيم اللوحات من حيث الموقع وطبيعة التركيب 23
تقسيم اللوحات من حيث طبيعة عملها : - 24
أنـواع اللـوحـات الكـهربائـيه 24
نظم تغذية القدرة بلوحات الضغط المتوسط 27
نظـام الحماية من تداخل خطوط القوى : الإنترلوكInter lock 28
أنواع الأنترلوك : - 29
الفصل الثالث: الكابلات الكهربية 29
تعريف الكابلات 29
تصنيف الكابلات من حيث الجهود المنقولة 30
تصنيف الكابلات من حيث مادة العزل المستخدمة 30
خصائص المـادة العـازلـة 31
أنواع المـــــواد العازلـــة 31
مقارنة بين مادتى ال PVC و XLPE من حيث تحملها لدرجات الحرارة ونوع الجهد المستخدم لكل نوع 33
الموصـلاتConductors 36
تعريف الموصل 36
مكـــونات الكابلاتCables Component 38

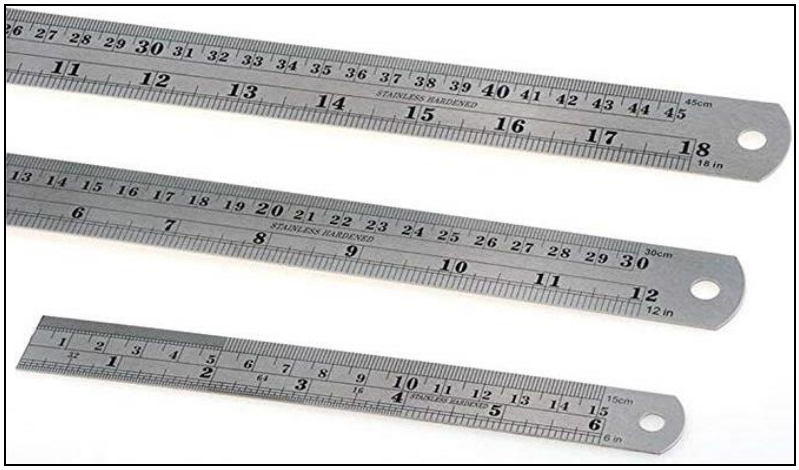
الفصل الأول : العدد والأدوات

لما كان الفني يتعامل في حياته العملية دائما مع الأرقام لا الصفات لذلك تبدأ العملية الهندسية بتحويل الصفات إلى أرقام أو بمعنى أخر تحديد الصفات بالأرقام وعملية القياس تقدم مثالا على ذلك فالمقصود منها هو التعبير عن صفة ما برقم معين وتعرف عملية القياس بأنها عملية تحديد القيمة العددية لكمية ما ومقارنتها بوحدة قياس مناظرة لها ومعلومة أي أنها تعتبر عملية مقارنة بعد مجهول ببعد قياسي متفق عليه ومقسم إلى وحدات والتعبير عن هذا البعد المجهول بوحدات البعد القياسي

أولا: أدوات وأجهزة القياس الميكانيكية

1- القدمة الصلب

ويعتبر القدمة الصلب من أقدم أدوات القياس شيوعا وتصنع من الصلب غير القابل للصدأ والمقسى والمجلخ ويوجد على جانبيه تدريج للقياس والتدريج يحتوى في احد جانبيه المقياس وفق النظام الانجليزي بالبوصة وكل بوصه مقسمة إلى 16 جزء وكل من الأخير مقسم إلى أربعة أقسام وبالتالي تكون اقل قراءة مباشر هي 64/1 من البوصة والجانب الأخر من التدريج مقسم إلى قسمين فتكون أقل قراءة مباشر 2/1 مم ويطلق عليها أيضا اسم مساطر القياس الصلبة وتوجد هذه المساطر بالمقاسات (6،12،24،36،72 بوصة والتي تكافئ بالملليمتر المقاسات (150،300،600،1000،2000) مم على التوالي .

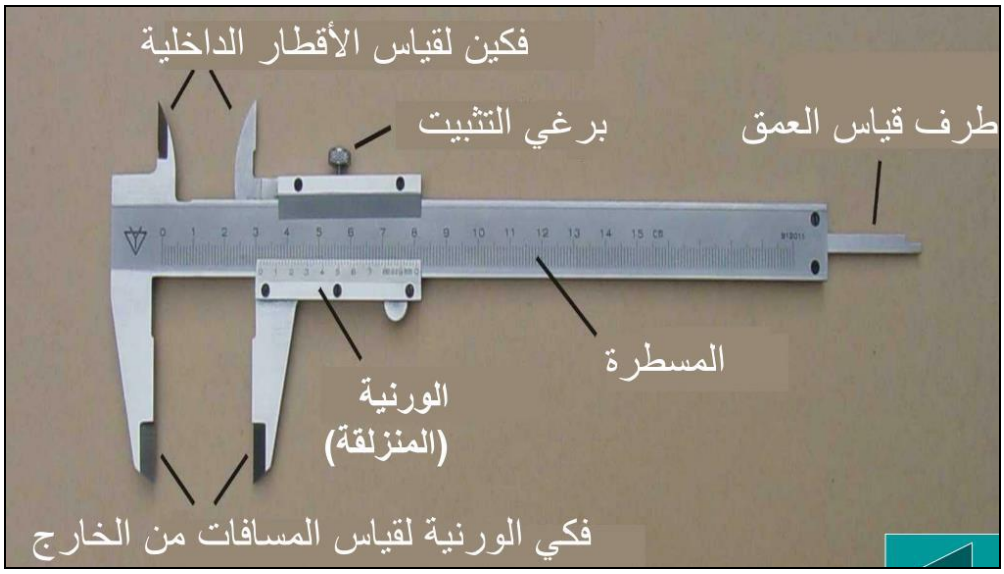


2-القدمة ذات الورانية

تتكون القدمة ذات الورنية من مسطرة تنتهى بفك ثابت سطح الداخلي مجلخ بدقة ناعم جدا وينزلق على المسطرة برواز مصنوع من الصلب يحتوى على التقسيم المساعد أو المقياس الثانوي (الورنية) ومثبت فيه الفك الأخر (الفك المتحرك أي المنزلق ويوجد على البرواز مسمار زنق لتثبيت المقاس عند الحاجة عند الحاجة عند وضع معين وينزلق مع البرواز حامل وسيلة الضبط الدقيق ويكون له مسمار زنق أيضا

ويتم الاتصال بين حامل وسيلة الضبط الدقيق والبرواز عن طريق مسمار مقلوظ مثبت عليه وسيلة الضبط الدقيق والذي يستخدم في الضبط الدقيق للورنية وتعتمد طريقة قراءة القياسات في القدمة ذات الورنية على تدريجين على القدمة احدهما على ساق القدمة والأخر الفك المتحرك بحيث يمثل التدريج على الساق الإعداد الصحيحة والتدريج على الفك المتحرك يمثل أجزاء المليمتر.

وتستخدم القدمة ذات الورانية في قياس الإبعاد الخارجية والداخلية ويلاحظ في هذا النوع من قدمات القياس تطابق صفر التدريج فى المقياس الرئيسي على صفر التدريج في المقياس الثانوي عندما يتلامس سطح القياس القياس الخارجي وعند استخدام القدمة للقياس الداخلي يضاف للقراءة مقدار طول فكي القياس .



حساسية (دقة) قياس القدمة

تعتبر النسبة بين التغير في القيمة المقروءة والتغير في قيمة البعد المقاس حساسية القدمة ويقاس التغير فى القيمة المقروءة بأصغر قيمة للتدريج وعلى ذلك فإن الحساسية يمكن أن تعرف بأنها أصغر قيمة تدريج لوسيلة القياس أو أصغر قيمة يمكن قراءتها باستخدام وسيلة القياس (دقة القياس)

حساسية القدمة = قيمة وحدة التدريج على المقياس الرئيسي / عدد أقسام الورنية

حيث أن :

قراءة القدمة = الرقم الذي تحدده أصغر وحدة تدريج على المقياس الرئيسي والتي تقع مباشرة قبل صفر الورنية + قيمة كسر هذه الوحدة

قيمة الكسر = حساسية القدمة × عدد أقسام الورنية من الصفر حتى خط الانطباق

نظرية الورنية

يلاحظ أن المسطرة مقسمة إلى وحدات القياس (مم , أنصاف المليمتر) أما الورنية فمقسمة بطريقة يمكن بها الحصول على دقة قياس تصل إلى 0.02 مم كما يلي :-

أ – إذا كان كل 1مم يمثل 9 أقسام المسطرة والتي تقسم على 10 أقسام على الورنية أي أن كل قسم من أقسام الورنية يساوى 10/9 مم

يكون الفرق بين كل قسم من المسطرة والورنية = 1 – (10/9) = 1 /10 = 0.1 مم

أي أن الورنية تقرا بدقة = 1×0.1 = 0.1 مم

ب- اذا كان كل 1مم يمثل 19 قسما من أقسام المسطرة والتي تقسم على 20 قسما على الورنية أي أن كل قسم من أقسام الورنية يساوى 20/19 مم

والفرق بين كل قسم من المسطرة والورنية = 1 – (20/19) = 1/20 = 0.05 مم

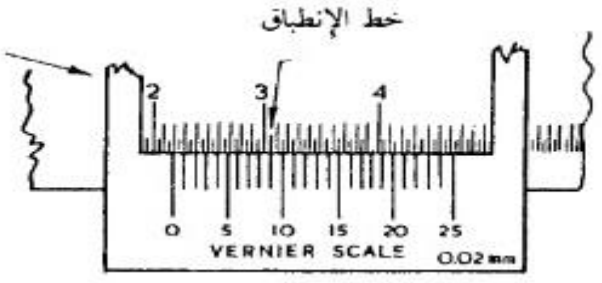
أي أن الورنية تقرءا بدقة = 1×0.05 = 0.05مم

ج- إذا كان كل 0.5 يمثل 24 قسما من أقسام المسطرة والتي تقسم على 25 قسما على الورنية أي ان كل قسم من أقسام الورنية يساوى 25/24 مم

والفرق بين كل قسم من المسطرة والورنية = 1 – (25/24) = 1 /25 = 0.04 مم

أي إن الورنية تقرا بدقة = 0.5 × 0.04 = 0.02 مم

قراءة الأطوال باستخدام القدمة ذات الورنية



الشكل لقدمة ذات دقة قياس 0.02 مم وفيما يلى طريقة قراءة القياس بها

1. يتم قراءة العدد الصحيح من أقسام المسطرة وخط تدريج الورنية بحيث يقرا من على يسار صفر الورنية ويضرب هذا العدد فى 10 فيكون العدد 21 .
2. تتم ملاحظة خط تدريج المسطرة وخط تدريج الورنية المبينان على استقامة واحدة (خط الانطباق) وفى حالة عدم الانطباق الدقيق يؤخذ أقرب خط من خطوط الورنية الذي ينطبق على أحد خطوط المسطرة .
3. تتم قراءة عدد أقسام الورنية الموجودة على يسار خطى الورنية والمسطرة المنطبقين (أو اكثر قربا من بعضها من بعض فإذا كان الانطباق على الخط التاسع من الورنية كما بالشكل يضاف (9) مضروبة في دقة القدمة وهى 0.02 فتكون القراءة تبعا للرسم المبين في هذا الشكل هي :-

القراءة = 21 + 0.02 × 9 = 21.18 مم

القدمة الإلكترونية أو الرقمية (Digital Caliper)

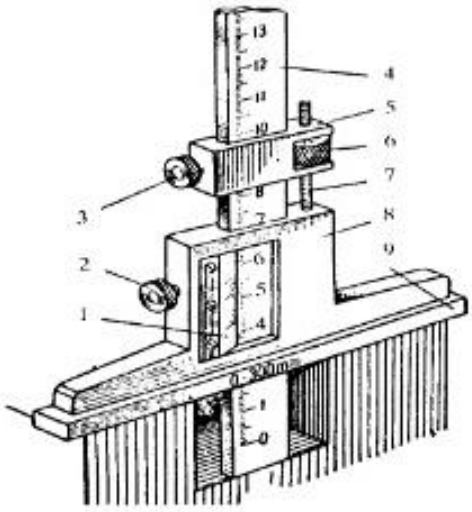
تستعمل القدمة الإلكترونية بنفس الطريقة المذكورة للقدمة ذات الورنية. إلا أن قراءة نتيجة القياس تكون مباشرة على الشاشة الالكترونية . يتميز هذا النوع بسهولة استعماله و لكنه حساس و قد تتأثر دقته بالحرارة, الرطوبة و المواد الكيماوية.

الأنواع الأخرى للقدمة ذات الورنية

بالإضافة إلى القدمة ذات الورنية والمستخدمة في قياس الأقطار الداخلية والخارجية والسابقة دراستها هناك انواع أخرى من القدمات منها : -

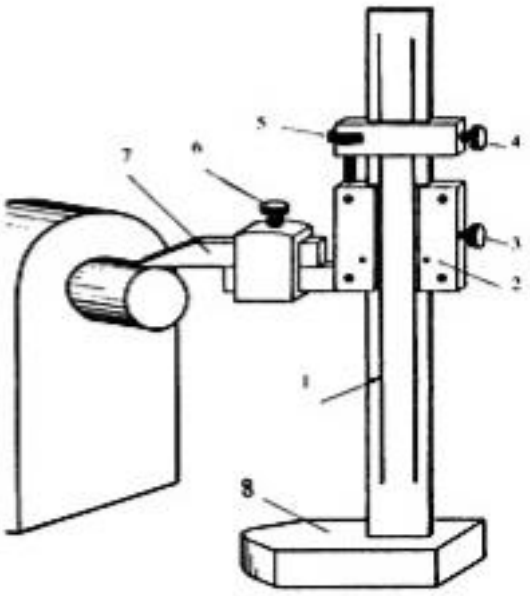
أ. **قدمة تحديد الأعماق ذات الورنية**

تستخدم القدمة الورنية لتحديد الأعماق في قياس أعماق الثقوب وتحديد أبعاد التجاويف وهى تشبه إلى حد بعيد قدمة قياس الأقطار ذات الورنية من حيث التدريج على الساق ونفس خصائص الورنية المركبة على الفك المتحرك(المنزلق) ويمكن بواسطتها القراءة في حدود 100/1 مم ويتضح كيفية استخدام هذه القدمة في قياس الأعماق .



ب.قدمة تحديد الارتفاعات ذات الورنية

القدمة الورنية لتحديد الارتفاعات والتي تستخدم فى تحيد الارتفاعات فى عملية الشنكرة وقياس الارتفاعات في الأجزاء الميكانيكية الراسخة وكذلك لقياس الارتفاعات المتوازنة على سطوح عمودية بالنسبة للقاعدة الأفقية وهى تشبه القدمة ذات الورنية لقياس الأقطار فيما عدا أنها ذات قاعدة ثقيلة تسمح لها بالارتكاز العمودي.

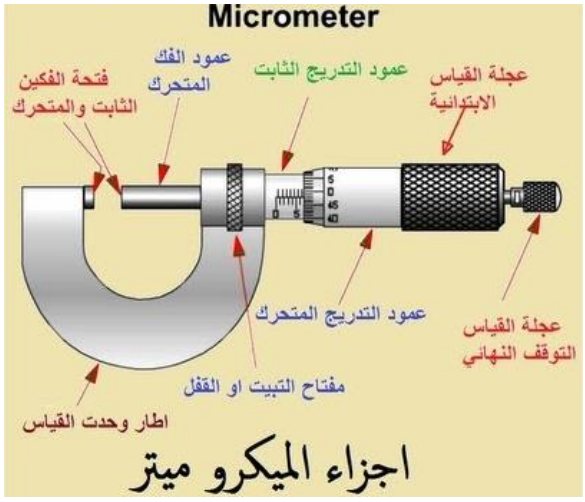


3-المايكروميتر

المايكروميتر هو جهاز لقياس الأقطار الخارجية ويعتبر أحد أجهزة القياس الدقيقة ويمكن بواسطته الحصول على أقصى درجات الدقة في القياس وهو شبيه بالقدمة ذات الورنية مع دقة أعلى في القياس تصل إلى 0.01 مم ويوجد منه المايكروميتر العادي و المايكروميتر الرقمي .

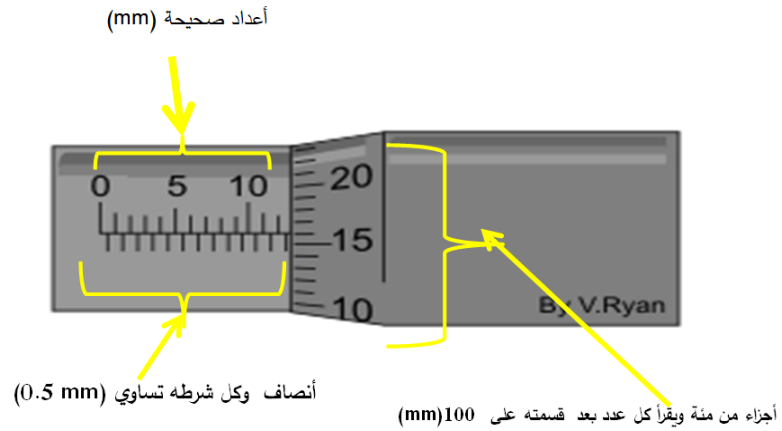
ويتكون المايكروميتر من عمود مصقول ملولب يتحرك مسافة مقدراها 0.5 مم لكل لفه من لفات اسطوانة الإدارة التي تتضمن التدريج الحلقي الذي يمثل فيه كل قسم 0.01 مم في حين أن التدريج الموجود على اسطوانة التدريج الرئيس للمايكروميتر يمثل الإعداد الصحيحة ونصف المليمترات .

قياس الأقطار باستخدام الميكروميتر



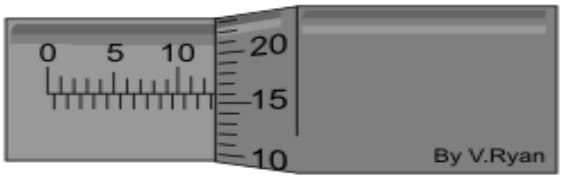
عند إدارة اسطوانة الإدارة دورة واحدة كاملة يتقدم الفك المتحرك في اتجاه الفك الثابت أو يبتعد عنه بمسافة تساوى الخطوة 0.5مم والمقياس الرئيس للمايكروميتر مدرج بحيث يتحدد مكان صفر التدريج الرئيس عندما يتلامس فكا المايكروميتر ويقسم المقياس الثانوي إلى 50 قسما مما يجعل المقياس الثانوي بكامله يناظر مسافة تساوى 0.5 مم على المقياس الرئيس ويكون كل قسم على المقياس الثانوي 0.01 مم وتحدد قراءة المايكروميتر بتحديد قيمة المليمترات والنصف ملليمترات الكاملة على المقياس الرئيس أما كسر المليمتر الأصغر من نصف الملي فيحدد على المقياس الثانوي ويستخدم مايكروميتر القياس

الخارجي لقياس الإبعاد الخارجية للمنتجات ويلاحظ ان المايكروميتر مزود بميكانيكية حركة سقاطية (سقاطة انزلاقية) في نهاية الاسطوانة تستخدم لتثبيت قوة الضغط ما بين قطعة الشغل وعمود القياس المصقول في حدود 10 نيوتن مما يجعل دقة القياس ثابتة .



القراءة الكلية = قراءة التدريج الطولي(الأعداد الصحيحه)+ قراءة التدريج الطولي (الأنصاف)+ قراءة التدريج الدائري (جزء من مئه)

مثال



- التدريج الطولي(العدد الصحيح): = 12mm
- التدريج الطولي (الأنصاف): = 0.5 mm
- التدريج الدائري (الجزء من مئة):= 0.16 mm
- القراءة الكلية= 12+0.5+0.16=12.66 mm

الأنواع الأخرى للمايكروميتر :

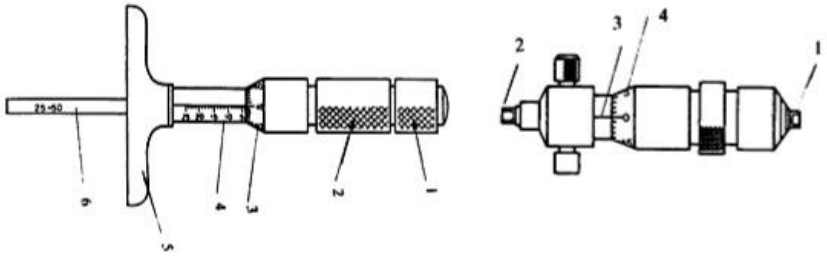
بالإضافة إلى مايكروميتر القياس الخارجي والمستخدم في القياس الخارجي والسابق دراسته فهناك انواع نذكر منها :-

أ- مايكروميتر قياس الأعماق

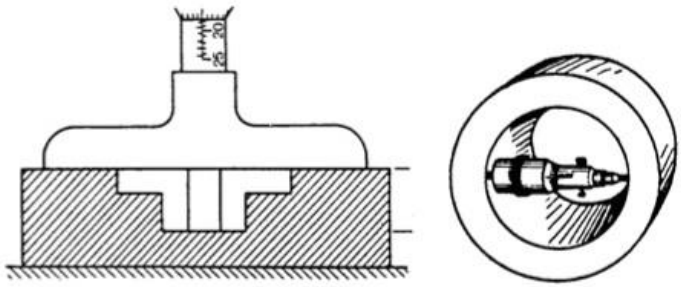
ب- مايكروميتر القياس الداخلي

وتبين أن طريقة استخدام كل منهما حيث لهما نفس أجزاء مايكروميتر القياس الخارجي ألا أن طريقة استخدامها تختلف مع ملاحظة أن الأجزاء الرئيسة لكل منهما وضعت بأرقام على الرسم وذلك لجعلها

تمرينا يقوم المتدرب بوضع اسم كل جزء على الرقم الخاص به وذلك من خلال دراسته لمايكروميتر القياس الخارجي .



أ- مايكروميتر قياس الأعماق والقياس الداخلي.



ب- استخدام مايكروميتر قياس الأعماق والقياس الداخلي.

4-زوايا القياس

تستخدم أجهزة قياس الزوايا (زوايا القياس) لقياس الزوايا على أسطح وأطراف المشغولات وهناك نوعان من هذه الأدوات منها أدوات القياس الثابتة وأدوات القياس القابلة للضبط وفيما يلي سوف نستعرض بعض هذه الأجهزة ومواصفاتها .

أ. زاوية القياس القائمة

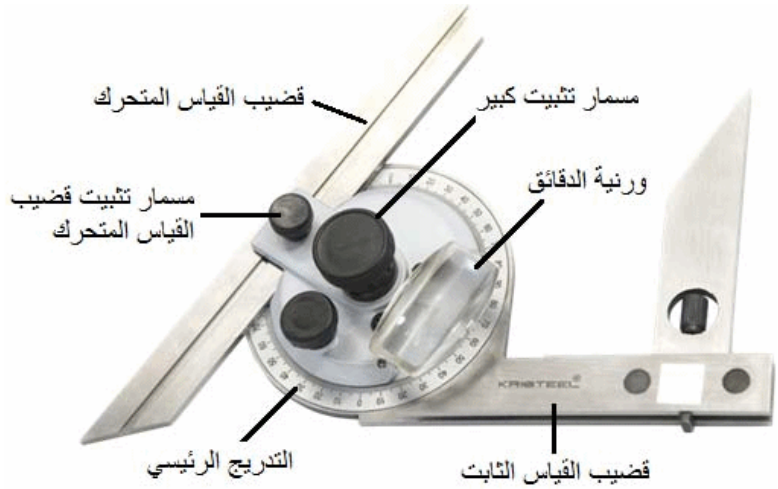
تعتبر زاوية القياس القائمة من أدوات قياس الزوايا الثابتة والتي تتكون من جناحين وضع كل منهما قائم الزاوية بالنسبة للأخر (زاوية 90) وأحد هذين الجناحين سميك لتركيز وضع الزاوية على الشغل المراد اختباره والجناح الثاني رقيق وغالبا يكون مدرجاً بالمقاييس المترية أو الانجليزية أو كليهما .

ويستخدم هذا النوع من الزوايا في اختبار تسوية السطوح المتعامدة والمربعات وما شابه ذلك عن طريق قياس زاوية محددة وهى 90 ، كما توجد زوايا قياس أخرى تستخدم لقياس زوايا محددة أيضا

مثل (45،60،135) ولكن الزاوية القائمة هي الأكثر استخداماً .

ب.زاوية القياس المتحركة

تعتبر زاوية القياس المتحركة من أدوات قياس الزوايا القابلة للضبط والتي تستعمل بكثرة في العمليات التي تتطلب دقة ضبط قياس زواياها المختلفة الميل ، كأضلاع الإشكال الخماسية والسداسية وهكذا، ويوجد منها البسيط والشامل .



أما زاوية القياس الجامعة الشاملة فتتكون بالاضافه إلى القطعتين السابق ذكرهما في النوع البسيط (سلاح الزاوية والقاعدة الرئيسية) فإن هناك جزأين آخرين أولهما أداة تحديد المحاور للأقراص والأعمدة المستديرة ، وثانيهما الزاوية المتحركة ذات المؤشر والتدريج على محيطها والذي يساوى 360 ويستخدم هذا الجزء في قياس الزوايا المختلفة لسطوح المشغولات وجميع الأجزاء تتحرك على سلاح الزاوية .

5-الشنكرة

تعرف الشنكرة بأنها عمليه نقل الإبعاد المطلوبة للمنتج من رسومات التشغيل وتوقيعها على قطعة التشغيل (القطعة الخامة) المستوية الشكل تمهيدا لعمليات التشغيل وهذا يشمل تحديد المحاور والمراكز والحدود الخارجية لقطعة التشغيل بهدف تحيد الأجزاء الزائدة والتي يرغب في إزالتها بعمليات التشغيل .
وعادة تجرى عمليه الشنكرة على منضدة من الزهر صنعت خصيصا لهذا الغرض ويجب المحافظة على نظافة سطحها وكذلك يجب أن تكون خالية من الخدوش والتجاعيد ويجب أن نتجنب وقوع أي شئ على سطحها سواء أكان عدة أم قطعة تشغيل لان ذلك قد يؤدى لعدم دقة عملية الشنكرة وبالتالي إلى عدم صلاحيتها .

الاداوات المستخدمة في عملية الشنكرة

وتتم عملية الشنكرة باستخدام بعض الاداوات الخاصة التي تتوقف نجاح عملية الشنكرة على أساس صلاحيتها ونذكر منها :-

أ. زهرة الشنكرة

وتعتبر زهرة الشنكرة من العدد الدقيقة المستخدمة في عملية الشنكرة وتصنع من الحديد الزهر المصقول والمجلخ ويوجد منها نوعان زهرة استواء وزهرة مثلثية وتستخدم زهرة الاستواء للمشغولات المستوية أما الزهرة المثلثية فتستخدم للمشغولات الاسطوانية.

وللمحافظة على دقة الزهرة لمدة طويلة يتبع الاتى :-

- تنظيف الزهرة جيدا بعد الاستعمال لان وجود أتربة أو رايش أسفل التشغيل يؤثر على درجة دقة القياس بالإضافة إلى أنها تزيد من سرعة تأكل سطح الزهرة .
- تغطى الزهرة بعد الانتهاء من استعمالها وبعد تنظيفها بغطاء مناسب من الخشب مع وضع طبقة خفيفة من الزيت على وجه الزهرة أثناء تركها مدد طويلة بدون استخدام .
- توضع الأجزاء الثقيلة على وجه الزهرة عن طريق الانزلاق ويراعى عدم إسقاطها أو اصطدامها بوجه الزهرة للمحافظة عليها من الخدوش .

- يزال الرائش من المشغولات قبل وضعها على الزهرة لحماية سطح الزهرة من الخدوش وكذلك لضمان دقة القياس .

ب. شوكة العلام

تصنع من صلب العدة الكربوني ويكون طرفها دائما مسنونا ومدببا وصلبا ويوجد منها أنواع مختلفة وتستخدم شوكة العلام في شنكرة السطوح (وضع العلامات) في خطوط مستقيمة للمعادن الحديدية أما المعادن اللينة كالألمنيوم وخلافه فله شوكة من النحاس الأصفر أما قطع التشغيل الرقيقة والصفائح المطلية فيستخدم قلم الرصاص في شنكرتها كما يوجد أيضا نوع أخر مشتق من شوكة العلام هو زنبة العلام والتي تستخدم في تحيد مراكز التثقيب وما شابه ذلك بالاستعانة بالمطرقة وتسمى هذه العملية بالتزنيب .

ت. البراجل (الفراجير)

تتعدد أنواع البراجل تبعا لتنوع أغراض استعمالها فمها المستخدم في عمليات القياس ومنها المستخدم في عملية الشنكرة أي نقل الإبعاد إلى قطعة التشغيل أو لعمل دوائر عليها وتصنع على إشكال متعددة فمنها البرجل العدل وأبو شوكة وذي النين والكروي – ويكون جناحا من النوع المثبت بالبرشام أو النوع الذي يتم التحكم في جناحيه عن طريق يأى .

فرجار خارجي

فرجار ذو شوكتين

فرجار داخلى

ثانيا: أجهزة القياس الكهربائية

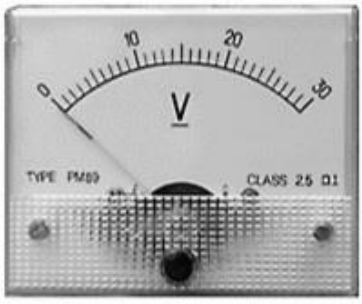
تعتبر أجهزة قياس الكميات الكهربائية (فرق الجهد والتيار والمقاومة وغيرها) من الأشياء الضرورية والتي لا غنى عنها في مختلف مجالات الهندسة الكهربائية وتختلف أجهزة قياس الكميات الكهربائية تبعا للكميات الكهربائية تبعا للكمية الكهربائية المراد قياسها فعلى سبيل المثال يستخدم الولتميتر لقياس فرق الجهد والاميتر لقياس شدة التيار أما الاوميتر فيستخدم لقياس المقاومة .

كما يوجد جهاز متعدد الإغراض (الافوميتر) والذي يقوم بقياس عدة كميات كهربائية ويوجد من هذه الأجهزة نوعان (التماثلي والرقمي) وفيما يلي سوف نتعرف على هذه الأجهزة والتي تعتبر الأكثر انتشارا في مجال الدوائر الكهربائية وكيفية استخدامها .

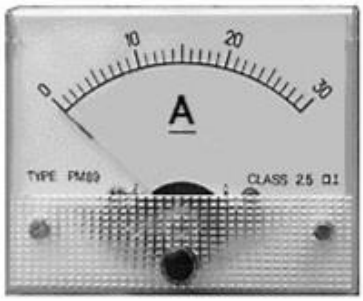
الأجهزة التماثلية

ويحتوى هذا النوع من أجهزة القياس على قلب حديدي ومؤشر يمر على تدريج لتحديد قيمة القراءة المقاسة للكمية الكهربائية وهنا تعتمد دقة القياس على زاوية الرؤية للفني القائم بالقياس .

ويتم تركيب هذه الأجهزة في لوحات التوزيع الخاصة بالمنشات العامة او المصانع وغيرها لمتابعة قيم الجهد والتيار بصورة مستمرة .



(أ) جهاز فولتميتر تماثلي.



(ب) جهاز أميتر تماثلي.

(أ) جهاز فولتميتر تماثلي.

(ب) جهاز أميتر تماثلي.

أجهزة القياس الرقمية

أصبحت هذه الأجهزة الأكثر شيوعا خاصة وانه لا توجد فيها مشكلة في قراءة الكميات الكهربائية المقاسه وتظهر القيم على شاشة بشكل أرقام وتعمل باستخدام بطاريات تشغيل من 200 إلى 1000 ساعة عمل الجهاز المتعدد الإغراض الرقمي (الملتيمتر الرقمي)

تعتبر الملتيمترات الرقمية من أكثر أجهزة القياسات استخداما في مجال الاليكترونيات وذلك لما توفره من سهولة الاستخدام بالإضافة إلى الدقة في القراءة .

مكونات الملتيميتر الرقمي

قد تختلف الإشكال من جهاز رقمي إلى أخر ولكنها جميعا تحتوى على أجزاء أساسية ومتشابهة .

1- **مداخل المجسات :-**

للمجسات المستخدمة للقياس مداخل وهى :-

مدخل الموجب :- وهو مؤشر بالرموز (VΩMA) ويستخدم عند قياس المقاومة والجهد والتيار بالملى أمبير .

مدخل السالب :- وهو مؤشر بالرموز (COM)

مدخل التيار الثابت بالأمبير : وهو مؤشر بالرموز (10ADC) وقد يكون مؤشرا بإشارة أخرى حسب قدرة قياس الملتيميتر الذي لديك لاحظ إننا إذا عكسنا المجسات إثناء القياس فإن إشارة السالب ستظهر فى الشاشة بجانب الأرقام .

2- **مداخل قياسات الترانزستور :-**

هنا تدخل إطراف الترانزستور في الجزء المؤشر NPNأو PNP بحسب نوعه .

3- مفتاح اختيار عملية القياس

نلاحظ أن هذا المفتاح مقسم إلى عدة أقسام هي :-

- **OFF** ويستخدم لإطفاء الملتيمتير حيث انه يعمل بالبطارية فلا تنس إطفاء الجهاز عند عدم استخدامه
- **DCV** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس الجهد الثابت وهو مقسم إلى عدة أقسام بحسب قيمة الجهد المراد قياسه .
- **ACV** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس الجهد المتردد
- **DCA** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس التيار الثابت الصغير أى ملى أمبير أو مايكرو
- **10A** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس التيار الثابت بالأمبير
- **Ω** ونحرك المفتاح إلى هذا الوضع عند رغبتنا في قياس المقاومة وهو مقسم إلى عدة أقسام بحسب قيمة المقاومة
- **الرمز**→ ويستخدم لاختبار الصمامات الثنائية (الدايود).

كيفية قراءة القياسات في الملتيمتر الرقمي

كما ذكرنا فإن أفضل طريقة لشرح طريقة القراءات هي أعطاء الأمثلة :

1- قياس المقاومة

لقياس المقاومة يجب أن نحرك مفتاح اختيار القياس إلى أحد الأماكن التي أمامها رمز Ω أما المجسات فالمجس الأحمر يدخل في الفتحة المؤشرة بالرموز VΩMA والمجس الأسود يدخل في الفتحة المؤشر بالرمز COM ستظهر القراءة على الشاشة ولكن إذا ظهرت هذه العلامة فمعنى ذلك أن قيمة المقاومة أعلى من القيمة التي اخترناها باستعمال مفتاح اختيار القياس عند ذلك يجب تحريك المفتاح إلى وضع أخر بقيمة أكبر حتى تظهر لنا قيمة المقاومة .

2- قياس الجهد

قياس الجهد الثابت DC

قياس الجهد الثابت (DC) يجب أن نحرك مفتاح اختيار القياس إلى أحد الأماكن التي أمامها الرمز DCV إما المجسات فالمجس الأحمر يدخل في الفتحة المؤشرة بالرموز VΩMA والمجس الأسود يدخل في الفتحة المؤشر بالرمز COM

عند القياس ستظهر القراءة على الشاشة مباشرة ويمكننا تحريك مفتاح اختيار القياس للحصول على أفضل قراءة بحسب قيمة الجهد أي انه إذا كنا نقيس جهد في حدود 15 فولت مثلا فنحرك المفتاح إلى وضع 20 أي أن الجهاز فى هذه الحالة باستطاعته قياس الجهود إلى 20 فولت كحد أقصى .

قياس الجهد المتردد AC

قياس الجهد المتردد (AC) يجب أن نحرك مفتاح اختيار القياس إلى أحد الأماكن التي إمامها الرمز ACV وهى في الجهاز الموضح سابقا إما 200 أو 750 فولت فإذا أردنا قياس جهد اقل من 200 فولت فنحرك المفتاح إلى وضع 200 فولت أما إذا أردنا قياس جهد اعلي من 200 فولت فنحرك المؤشر إلى وضع 750 فولت .

3- قياس التيار

قياس التيار الثابت DC

لقياس التيار الثابت (DC) بالميكرو أو المللى أمبير يجب أن نحرك مفتاح اختيار القياس إلى احد الأماكن التي إمامها الرمز DCA

أما المجسات فالمجس الأحمر يدخل في الفتحة المؤشرة بالرموز VΩMA والمجس الأسود يدخل في الفتحة المؤشرة بالرمز com

إذا كان التيار المراد قياسه ذا شدة عالية (في الجهاز الموضح 10 أمبير كحد أقصى وقد يختلف ذلك من جهاز إلى أخر فيوصل المجس الأحمر بالفتحة المؤشرة بالرمز 10A عند القياس ستظهر القراءة على الشاشة مباشرة ويمكننا تحريك مفتاح اختيار القياس للحصول على أفضل قراءة بحسب شدة التيار .

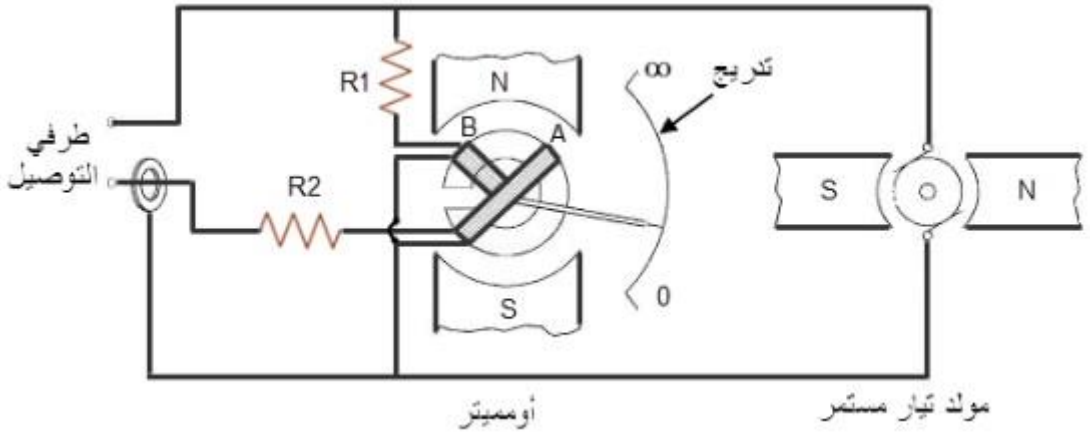
طريقة استخدام جهاز الملتيميتر

كما ذكرنا فإن جهاز الملتيميتر هو جهاز متعدد القياس والاستخدام حيث يمكن استخدامه كمقياس للجهد ويسمى في هذه الحالة (فولتميتر) ويمكن استخدامه كمقياس للتيار ويسمى فى هذه الحالة (أميتر) كما يمكن استخدامه لقياس المقاومات ويسم (أوميتر) .

جهاز الميجر :-

هو جهاز اوميتر محمول ذي مدى واسع من القراءات يحتوى على مولد تيار مستمر ويعطى قراءة مباشرة لمقاومة العزل بالاوم أو الكيلو أوم أو الميجاأوم أو الجيجا أوم أو التيرا أوم حسب المدى ويستخدم الميجر لقياس المقاومة العزل في الأجهزة الكهربائية مثل المحركات والمولدات والمحولات والكابلات الكهربية بين الأوجه وبعضها البعض أو بين الوجه الواحد والأرض كما تستخدم لقياس استمرارية التوصيل في الدوائر الكهربية المختلفة وقياس المقاومة الأرض .

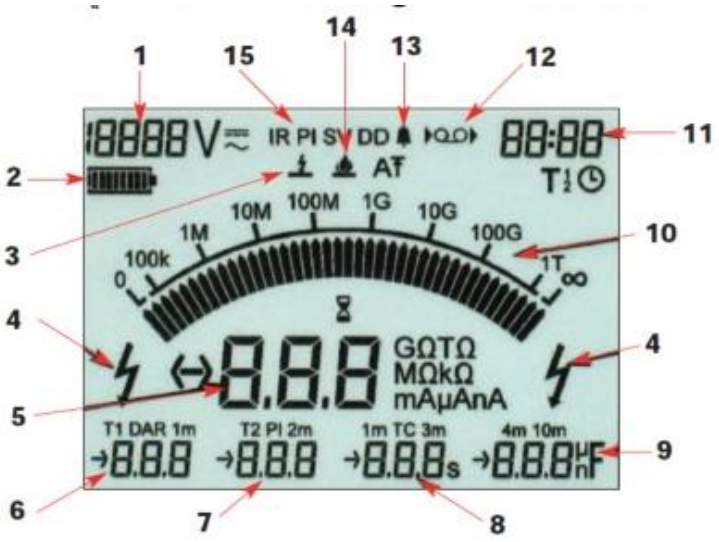
ويوجد من جهاز الميجر العديد من الإشكال والنوعيات والموديلات تختلف عن بعضها بحسب الغرض المصممة من اجله والمدى الذي تقيسه وطريقه عرض النتائج (تناظرية أو رقمية أو كلاهما) وكذلك الجهد المستمر الذي تولده وطريقة توليد هذا الجهد (يدويا أو ببطارية داخلية أو من مصدر التيار المتردد) .



تركيبه :-

يتركب جهاز الميجر من مولد كهربائي للتيار المستمر لتوليد جهد عال (على اليمين) وجهاز اوميتر لقياس قيمة المقاومة العزل مباشرة (على اليسار)

ويتكون الجزء المتحرك من الاوميتر للجهاز من ملفين (AوB) وعند تشغيل الجهاز يمر تيار في الملف B خلال المقاومة RI مما يجعله يتعامد مع المجال الناشئ من المغناطيس الدائم فينحرف المؤشر أقصى انحراف عكس عقارب الساعة مشيرا إلى مالا نهاية على التدريج وهى قيمة المقاومة المقاسة وعندما تقصر الإطراف يمر تيار في الملف A خلال المقاومة R2 فينحرف في اتجاه عقارب الساعة أقصى انحراف عكس الانحراف الأول مشيرا إلى قراءة صفر أوم وعندما توصل الإطراف مع المقاومة ما فيمر تيار في الناشئ من الملفين يتوقف المؤشر في مكان ما مشيرا إلى قيمة المقاومة المقاسه على التدريج .



منها ما يظهر مع القراءة مبينا تحذير أو اظهار زمن أو مؤقت ألخ كما في التعريفات التالية مع ملاحظة أن كل جهاز ميجر له شاشته وتصميمه الخاص به والتي يمكن أن تظهر فيها بعض العلامات الخاصة بهذا الجهاز دون غيره من الأجهزة .

1- عرض الجهد الموجود على الإطراف 6-8 لعرض نسبة المقاومة المقاسه فى الزمن المبين
2- ليبان مستوى شحن البطارية
3- مبين انهيار العازل
4- اشارة وجود الجهد العالي أثناء العمل
5- لعرض القراءة رقميا
6- نسبة امتصاص العزل (DAR)
7- مبين الاستقطاب
8- الثابت الزمني
9- عرض سعة العازل
10- لعرض القراءة تناظريا
11- الموقت الزمني
12- مبين تسجيل البيانات المقاسه فى الذاكرة
13- جرس الإنذار
14- 15 مبين نظام التشغيل الفعال

الفصل الثانى: اللوحات الكهربية

الطاقة الكهربائية في جميع أشكالها وصورها تمثل الآن عصب الحياة في جميع مجالاتها الصناعية والعامة والمنزلية والزراعية ... لذلك كان من الضروري توجيه وتوصيل تلك الطاقة إلي مصادر استهلاكها المختلفة . ويتم ذلك م ن خلال شبكة ضخمة من الموصلات الأرضية والهوائية وكثير من المعدات الكهربائية التي تعمل على نقل وحفظ وحماية ومتابعة تلك الطاقة خلال تداولها عبر الشبكات الكهربائيه من بداية منابعها إلى نهايتها عند الأحمال المستهلكة لها .

وتعتبر اللوحات الكهربائية أحد تلك ا لمعدات 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 تس اعدهم على التعامل والتشغيل المثالي وإجراء عمليات الإصلاح والصيانة بصورة آمنه لحسن أداء العمل والعاملين عليها .

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

أنواع اللوحات الكهربائية ومكوناتها

أهم مكونات لوحات التوزيع هي :

1- قواطع الدائرة الكهربائيه . (C . B)
2- السكاكين الكهربائية .
3- قضبان التوزيع العمومية .
4- العوازل .
5- محولات الجهد والتيار .
6- المصهرات (الفيوزات .)
7- أجهزة الحماية وألانذار .
8- المعدات المساعدة للتحكم (ريليهات – تيمرات ....الخ) .
9- أجهزة القياس (جهد - أمبير .....الخ) .
١٠ - دوائر التحكم والحمايه والقياس والأنذار .

وتنبع أهمية لوحة التوزيع من أنها ضرورية عند أي نقطة توزيع أو فصل وتوصيل في أي نظام كهربى 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 : -

١ ـ موقع اللوحة وطبيعة تركيبها .

٢ـ معدل الجهد .

٣ـ المتطلبات المحلية (لموقع اللوحة)

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

تقسم وتصنف لوحات التوزيع :

تقسم اللوحات من حيث قيمة ونوع الجهد (التوتر) إلى :

1 – من حيث قيمه الجهد (التوتر) :

أ ـ لوحات ضغط عالي H.V (٦٦ ك.ف حتى ٢٢٠ ك.ف)

ب .لوحات ضغط متوسطM.V (من ١ ك.ف حتى أقل من ٦٦ ك.ف) .

ج ـ لوحات ضغط منخفضL.V (أقل من ١٠٠٠ فولت والشائع ٣٨٠ فولت فأقل .

2 –من حيث نوع الجهد (التوتر) :

أ ـ لوحات الجهد المتغير . (A . C)

ب ـ لوحات الجهد المستمر . (D . C)

وهى اللوحات التي تستخدم فى شحن البطاريات لجميع الأغراض مثل الإنارة أو للسيارات أو لتغذية دوائر التحكم للوحات الكهربائية وهذا هو المهم بالنسبة لنا داخل المحطات حيث يعمل التيار المستمر (D.C)على تشغيل دوائر التحكم لأجهزة الحماية والفصل والإنذار عند انقطاع المصادر الرئيسية للتيار الكهربي وحتى تعمل بصورة سليمة .

والجهد المستمر المستخدم لهذه ا لأغراض متعدد القيم حسب تصميم دوائر التحكم ويبدأ من

(٢٤ ـ ٤٨ ـ ٦٠ فولت مستمر) .

تقسيم اللوحات من حيث الموقع وطبيعة التركيب

١ـ لوحات تركب داخل المباني IN DOOR:

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 والوضع الذي لا يتعارض مع حرية الحركة والدخول للمعدات داخل المبنى لذلك يراعى وضع اللوحات بجوار الجدران دون ملاصقة لها حتى يمكن لفرق الصيانة فتحها من الخلف أثناء عمليات الإصلاح والصيانة بسهولة وإدخال معدات الصيانة ويراعى أيضا وضعها بعيدًا عن الأبواب الرئيسية والفرعية ومنافذ الهروب وبعيدًا عن أماكن المعدات التي تحدث اهتزازات وكذلك أبعادها عن خطوط أنابيب المياه بأنواعها والغازات وتركب اللوحة على قاعدة أسمنتية مرتفعة عن مستوى أرضية المبنى حماية لها من المياه أثناء عمليات التنظيف ويتم أيضا تجهيز مجارى للكابلات أسفل اللوحات لسهولة توصيل الكابلات الكهربائية بها .

٢ـ لوحات تركب خارج مبنى (OUT DOOR)

وهى اللوحات التي تفرض علينا ظروف العمل داخل المحطة وضعها في العراء في الأجواء المفتوحة مثل بعض لوحات الإنارة لشوارع أو لوحات أحواض الترسيب الابتدائي والثانوي واللوحات المركبة على الكباري داخل تلك الأحواض وغيرها .....

لذا فإن هذا النوع من اللوحات يراعى فيه حماية اللوحة ومعداتها الداخلية من العوامل البيئية مثل السابق ذكرها . وعلية فيتم تصنيع هذه اللوحات بإحكام شديد ومدهونة بدهانات خاصة تقاوم هذه البيئات بجميع ظروفها لتصبح هذه اللوحات :

1 ـ مقاومة لتسرب الغازات GAS PROOF

2 ـ مقاومة لتسرب الأتربة DUST PROOF

3 ـ مقاومة لتسرب المياه WATER PROOF

ويتم إدخال الكابلات الكهربائية بأنواعها إلي تلك اللوحات من خلال مواسير معدنية تحكم بحقنها بالفوم بعد أمرار الكابلات خلالها وذلك لمنع تسرب الحشرات إلي داخل اللوحات

تقسيم اللوحات من حيث طبيعة عملها : -

١ - لوحات توزيع :

وهى لوحات عمومية ا لغرض منها استقبال الخطوط الكهربائية الرئيسية بأي عدد وتقوم بتوزيعها على أقسام الموقع (المحطة) .

ويتم من خلال هذا النوع من اللوحات عمل المناورات الكهربائية عند تعطل أحد أو بعض الخطوط الكهربائية لضمان استمرار التغذية بالطاقة الكهربائية لجميع أجزاء المحطة .

لوحه توزيع توتر متوسط داخل مبنى

٢- لوحات محطات المحولات والتوليد :

وهى لوحات تعمل على ربط المحولات الكهربائي ة أو المولدات بخطوط التغذية والأحمال لذلك فهى مجهزة بأجهزة الحماية وا لإنذار المناسبة لطبيعة عمل المحولات ويقاس عليها لوحات محطا ت التوليد فهي تجهز بحيث تكون مناسبة للتحكم في المولدات وتوزيع الطاقة الخارجة منها .

٣- لوحات التشغيل :

وهى لوحات سواء في الضغط المتوسط أو المنخفض الغرض منها هو توصيل الطاقة الكهربائية لتشغيل ا لأحمال والتحكم فيها لذلك تجهز تلك اللوحات بمكونات كهربائية تناسب كل حمل على حدي وعلى سبيل المثال لوحات الأوناش ولوحات تشغيل كباري أحواض الرمال والترسيب .

أنـواع اللـوحـات الكـهربائـيه

١ -لوحات التوزيع:

ووظيفتها هى استقبال خطوط القوى الكه ربائية من مصدر واحد أو عدة مصادر مع وجود نظام لتنسيق العمل بينهم ثم توزيع (إرسال) تلك الطاقة الداخلة فى صورة عدة مغذيات إلى مناطق الاستهلاك أو إلى عدة محولات أخرى .

خلال تلك العملية يتم متابعة خطوط القوة الداخلة والخارجة من خلال مجموعة أجهزة الحماية المختلفة وأجهزة القياس لضمان حسن التوزيع حسب النظام المخطط للأحمال وبالجهد المقنن وكذلك فصل خطوط

القوى عند حدوث تعدى للحمل أو حدوث مخاطر على خطوط القوى ولوحات التوزيع تعتبر هى حلقات الربط فى شبكات التوزيع الكهربائية للانتقال من التوترات الأعلى إلى التوترات الم توسطة أو الأقل والعكس .

وكذلك هى حلقة الربط بين مدخلات الشبكة ومخرجاتها الى المستهلكين (الأحمال) وتعتبر اللوحة التى تستقبل خطوط القوى بالمحطات التى تعمل بها هى لوحة توزيع حيث أنها تقوم باستقبال خطوط القوى الكهربائية الداخلة بتوتر متوسط ثم تقوم بتوزيعها ع لى محول أو عدة محولات للحصول على توتر أقل يناسب تشغيل المعدات داخل المحطة وتقوم اللوحة بتنفيذ ما تقدم شرحه .

٢ -لوحـــات التـشـغيل:

ويعتبر هذا الصنف من اللوحات هو أخر نقطة من المنظومة الكهربائية حيث تبدأ المنظومة من المولدات الكهربائية ثم تعطى الطاق ة الى الشبكة الكهربية لتوزيعها حتى تنتهي عند لوحات التشغيل التى تعمل على تغذية الأحمال بالطاقة الكهربائية حسب التوتر المقنن للأحمال وتنقسم لوحة التشغيل إلى جزئين أساسيين مثلها مثل أي لوحة ك هربائية وهما جزء الاستقبال وهو المسئول على استقبال التوتر الداخل بخ ط واحد أو عدة خطوط مع التنسيق بينهم ثم الجزء الأخر هو جزء تغذية الأحمال ومتابعتها .

٣ -لوحـــات التـحـكم:

هذا النوع من اللوحات يختلف عما سبق من حيث أن هذه اللوحات للتحكم فقط وليست لوحات قوى كالوحات التوزيع والتشغيل التى تعمل على تواترات منخفضة أو متوسطة أو عالية حيث أن التوتر فى تلك اللوحات هو توتر التحكم البسيط (٢٢٠ -- ٢٤٠ فولت) اى تعمل خلال هذا المجال من التوترات فقط .

ووظيفتها هى التحكم فى العمليات التشغيلية مثل خطوط الإنتاج أو المولدات بمحطات الطاقة وغيرها .

حيث يتم ربط المعدات السابقة بهذه اللو حات التى 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 أنواع نظم التشغيل المخطط على وحدة PLC أو ميكروبروسيسور ويوجد بمحطات الصرف الصحى أنواع من هذه اللوحات التى تتحكم فى تشغيل المولدات و اللوحات التى تنظم العمل بين وحدات الطلمبات بمحطات الرفع الرأسية أو الحلزونية حيث تعمل على تشغيل الوحدات حسب مناسيب المياه وحسب حالة الوحدات المتوافرة للعمل .

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

٤- لوحات المراقبة - :

وهى قريبة الشبه بالنظام السابق للوحات التحكم لكن هى تنقسم الى

أ - لوحة مراقبة .

بـ - لوحة مراقبة وتحكم جزئى .

جـ - لوحة مراقبة وتحكم كامل فى التشغيل .

أ) لوحة المراقبة : -

وهى لوحة توجد فى غرفة متابعة عن بعد لمتابعة نظام العمل داخل المحطة لمعرفة الوحدات المتوقفة عن عطل حتى يتمكن مراقب أو مهندس التشغيل التعرف على حالة المحطة فى اى وقت ويعنى ذلك انه من خلال تلك اللوحة يمكن التعرف الكامل على وحدات المحطة وحالة تشغيلها من خلال لوحة واحدة إما أن تكون فى صورة وحدات بيان (لمبات) مكتوب عليها اسم ورقم الوحدة وموقعها بالمحطة وإما أن تكون فى صورة لوحة بيانية مخطط عليها مواقع المحطة جز ء جز ء من أول مدخل مياه الصرف الصحى وحتى خروجها سواء فى محطات الرفع أو المعالجة 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 التى تحاكى نموذج كامل للمحطة .

ب) لوحة مراقبة وتحكم جزئى -:

وهى لوحة مشابهه للسابقة تما ما لكن يضاف عليها بعض مفاتيح التشغيل عن بعد لبعض الوحدات للمحطة سواء (OFF&ON) وهذه الوحدات تكون لها حساسية خاصة فى منظومة العمل داخل المحطة مثل تشغيل وحدات الطلمبات للتحكم فى كمية التدف ق بزيادته ا أو أق لالها أو التحكم فى الهدارات بأحواض التهوية مث ًلا وغيرها ....

ج) لوحة مراقبة وتحكم كامل بالتشغيل -:

وهذا النوع يشابه ما سبق ولكن فى هذا النوع من اللوحات يكون الت حكم كامل فى جميع وحدات المحطات تشغيليًا وعن بعد وكذلك توافر بيان كامل لحالة كل وحدة من خلال أجهزة القياس مثل الفولت (التوتر) – الأمبير (شدة التيار المستهلكة بالوحدة . (

وغيرها من أجهزة القياس الكهربائية وكذلك أجهزة بيان المناسيب والتدفق (الغزارة) وغيرها كل ذلك متوافر فى هذا النوع م ن اللوحات بحيث يكون مراقب التشغيل متحكم تمامًا فى 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 بالأقسا م المختلفة للمحطة أو تقليل العمالة الى أقصى حد .

لوحه مراقبه وتحكم خاصة بأحد المولدات

نظم تغذية القدرة بلوحات الضغط المتوسط

من الأسباب الها مة بأى لوحة توزيع كهربيه معرفة المخطط الكهربى لهذه اللو حة والذى يسمي (Single Line Digram) وهذا المخطط يصف أسلوب التوزيع الكهربى والذى يبنى على أساس أن أى لوحه كهربائية تنقسم تخطيطيا إلى جزئين هما :

1- الدخول Incoming

أى التغذية الداخلة للوحه وقد تكون مصدر واحد أو أكثر، وكل مصدر يستقبل على خلية دخول مستقله مجهزه أساسيا بسكينه مركبه لربط الكابل ا لمغذى عليها وقاطع كهربى وفى بعض الأحيان تركب سكينه أخرى أعلى القاطع بحيث يكون القاطع محصور بين عدد ٢ ( ) سكينه وكل ذلك لغرض أعمال العزل الكهربي – وفى بعض النظم يوضع عدد ٣ ( ) فيوز بعد السكينة السفلية كأحد وسائل الحماية .

ويضاف إلى خلية الدخول آليه تأمين خ طوط القوي من التداخل والمسماة (أنتر لوك Inter Lock) ويضاف إلى مكونات خليه الدخول عدد ٢ ( ) محول جهد P.T وذلك لتغذية أجهزة الحماية والقياس للجهد وكذلك يوجد عدد ٣ ( ) محول تيار C.T لتغذية أجهزة الحماية والقياس بالتيار .

2- الخروج (المغذيات Feeders)

وهى عبا رة عن خلايا توزيع تقوم كل خليه بتغذية حمل معين وتتغذى من قضبان التوزيع العموميه ثم عن طريق القاطع الذى يعتبر المكون الأساسى بها يتم ربط الحمل لتغذيته وتحتوى أيضا على محولات C.T لتغذية أجهزة الحمايه والقياس .

وهذا التقسيم الكهربى للوحات مع وجود جزء هام وهو خلية الربط Tie وهى جزء أساسى يساعد على حرية المناوره والتحميل على خطوط الدخول المتعدده بنفس اللوحه .

ومن الأساليب المختلفة فى تنظيم وضع خلايا الدخول باللوحات الآتى :

1) وضع خلايا الدخول متجاوره وذلك فى حالة التغذيه بخطى دخول ويوضعوا على أحد طرفى اللوحه متلاصقتين وفى هذه الحاله يكون كل خط دخول فى خليه مستقله والذى يقوم بتغذية اللوحه احدهم والأخر إحتياطى له ويتم تامين ذلك عن طريق الإنترلوك

2) وضع خلايا الدخول على أطراف اللوح ه وذلك أيضا فى حالة التغذيه كما سبق ولكن فى هذه الحاله يتم تقسيم اللوحه إلى جزئين بينهم مفتاح او سكينه ربط وهذا يساعد على جعل كل خط كهربى يغذى جزء مستقل من اللوحه وفى حالة غياب أو عطل أحد الخطوط يتم ربط اللوحه بمفتاح الربط وتحميلها على خط واحد

3) وضع خلايا الدخول فى منتصف اللوحه وبينهم مفتاح الربط وتصبح الاحمال (المغذيات) طرفيه

4) فى حالة ربط دخول محطات التوليد الإحتياطيه بلوحات التوزيع العموميه كما هو موضح بعاليه فتضاف فى هذه الحاله خليه دخول للمولد وتوضع بجوار الخط رقم ١() وخليه أخرى للمولد بجوار خط رقم ٢ وبحيث يكونوا بد ائل للدخول الرئيسي كما هو موضح بب ند(٣,٢) السابقين سواء كان الدخول طرفى أو فى منتصف اللوحه

نظام الحماية من تداخل خطوط القوى : الإنترلوك Inter lock

وهو المسمى الخاص بتأمين تداخل خطوط القوى الكهربائية وهو نظام حماية لا يركب إلا على خطوط الدخول باللوحات سواء كانت من مصادر رئيسية خارجية أو من مصادرأحتياطية كمحطات التوليد مما يجعل عم لية المناورة بين الخطوط مأمونة ويتلاشى الخطأ البشرى حيث يجعل نظام الأنترلوك المشغل داخل مسار يمنعه من الخطأ .

وأساس عملية الإنترلوك هو وضع مفاتيح من نوع خاص وبأعداد محددة على خلايا الدخ ول بحيث لا يسمح النظام بتوصيل التيار الكهربى إلا للخط الذى به مفتاح تشغيل الأنترلوك وعلى هذا الأساس يجب معرفة أنه فى حالة وجود خطى كهرباء باللوحه أذن يوجد جهازين أنتروك بمفتاح واحد فقط – وإذا كانت التغذية طرفية باللوحه وتوجد خلية ربط أذن يوجد ثلاثة أجهزة أ نترلوك ولهم عدد ٢ مفتاح فقط .
وبهذا النظام لا يمكن سوى تشغيل قاطعين كهربائين من الثلاثة مما يمنع تداخل القوى الكهربائية .

ملحوظة : -

مفاتيح تشغيل الإنترلوك هى فى العموم مفاتيح من نوع خاص كما سبق ذكره وأحيانـًا قليلة تكون مفاتيح تشغيلها من النوع العادى المتداول وفى النظم الدق يقة جدًا يكون المفتاح الخاص بتشغيل الإنترلوك مرمز بحروف مثل(A . B . C) ذلك فى حالة تعدد خطوط الدخول مما يساعد على زيادة الأمان والسهولة فى العمل .

أنواع الأنترلوك : -

1- ميكانيكى .

2- كهروميكانيكى .

3- كهربى .

الفصل الثالث: الكابلات الكهربية

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

تعريف الكابلات

الكابلات هي وسيلة من وسائل نقل القدرة وتوزيعها من مناطق التوليد إلى مناطق الاستهلاك كما أن الخطوط الهوائية وسيلة أخرى من وسائل نقل القدرة.
ومن خلال الجدول التالي سيتم عمل مقارنة بين الخطوط الهوائية والكابلات الأرضية كوسائل لنقل القدرة لتوضيح مميزات وعيوب كل منها.

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

تصنيف الكابلات من حيث الجهود المنقولة

كابلات الجهد المنخفض حتى 1000 فولت
كابلات الجهد المتوسط بعد 1 ك . ف حتى 66 ك. ف
كابلات الجهد العالي بعد 66 ك . ف حتى 132 ك . ف
كابلات الجهد الفائــق بعد 132 ك . ف حتى 500 ك . ف

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

تصنيف الكابلات من حيث مادة العزل المستخدمة

- كابلات معزولة بالورق المشبع بالزيت (كابلات زيتي).
- كابلات معزولة بمادة ال P . V . C (البولي فينيل كلورايد) .
- كابلات معزولة بمادة البولي إيثلين المتشابك [X . L . P . E] كروس لينكد بولي إيثلين.
- كابلات معزولة بمادة البولى إيثلين [P . E] .
- كابلات معزولة بمادة البولى إيثلين المطاطي [E . P . R] .

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

خصائص المـادة العـازلــة

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

أنواع المـــــواد العازلـــة

1. البولى فينيل كلورايد .
2. البولى إيثلين .
3. البولى إيثلين المتشابك .
4. البولى إيثلين المطاطى .
5. الورق المشبع بالزيت .
6. المطاط .
7. الحرير والقطن .
8. الورنيش .
9. الصمغ الهندى .

هذا بالإضافة الى بعض المواد الأخرى .

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

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

4. كابلات جهد متوسط معزولة بالورق المشبع بالزيت (زيتي) .

5. كابلات جهد متوسط معزولة بمادة X . L . P . E .

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

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

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

ماده كلوريد البوليفينيل PVC :

مميزاتها :

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

عيوبها :

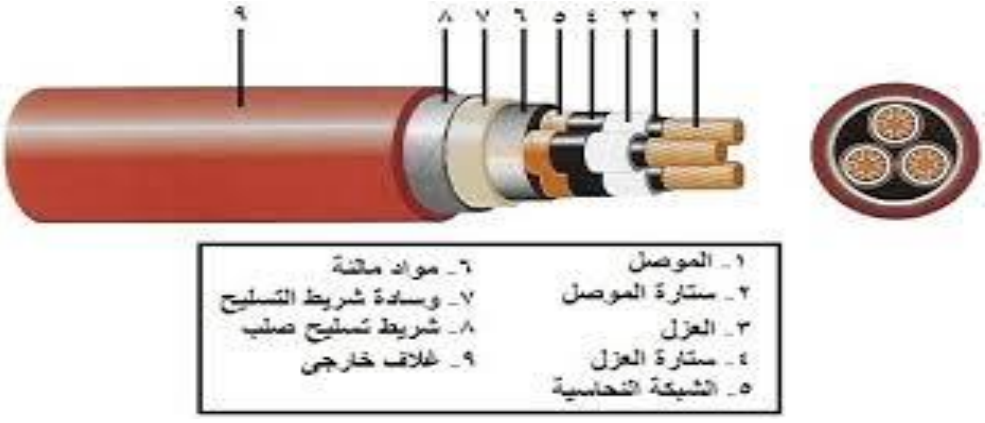
١- تفقد نسبه كبيره من عزلها عند الجهود العاليه ، لذلك يفضل استخدام مواد اخرى للعزل عند تلك الجهود

ماده البولى ايثيلين المتشابك XLPE :

مميزاتها :

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

الكابلات البلاستيكية X.L.P.E



الكابلات البلاستيكية PVC

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

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

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

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

يمكن معرفة عدد شعيرات الموصل من خلال القانون الاتي: -

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

أو $ن = 1 + [3\ أ\ (أ + 1)]$

حيث أن:

- ن هي عدد الشعيرات

- أ هي عدد الطبقات

فإذا كان عدد الطبقات (1)

فإن عدد الشعيرات يكون

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

أما إذا كان عدد الطبقات (2)

فإن عدد الشعيرات يكون

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

أما إذا كان عدد الطبقات (3)

فإن عدد الشعيرات يكون

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

أما إذا كان عدد الطبقات (4)

فإن عدد الشعيرات يكون

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

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

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

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

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

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

مثال:

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

∴ مساحة مقطع الموصل = ط نق2

= 3.14 × 2(4)

= 3.14 × 16 = 50.24 مم2

∴ إذا مقطع الكابل 3 × 50 مم2

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

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

الموصلات Conductors

تعريف الموصل

Conductors Definition

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

وهناك أنواع كثيرة من الموصلات ومنها:

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

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

جدول يوضح مقارنة بين كل من النحاس والألومنيوم

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

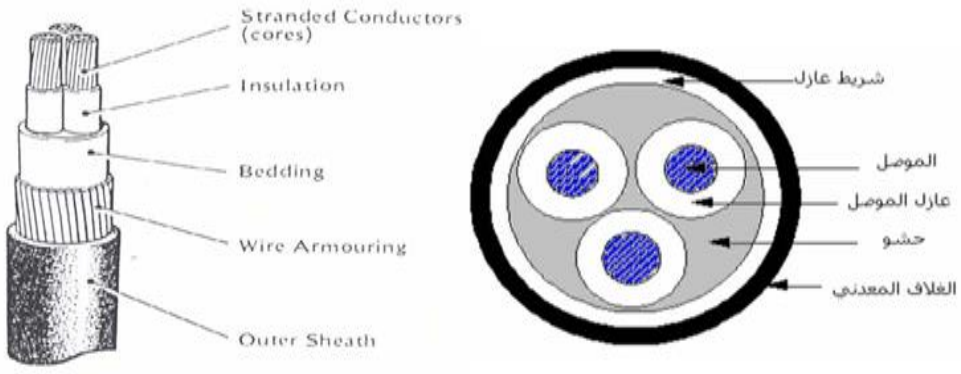
الموصلات المصمتة والموصلات المجدولة

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

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

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

مكـــونات الكابلات Cables Component



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

و يتكون الكابل وحيد القلب من:

- الموصل
- العازل
- غطاء
- والحماية الخارجية .

أما الكابل ثلاثي القلب فيتكون من:

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

القلب (الموصل):

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

العازل :

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

اللدائن الحرارية PVC :Thermoplastics

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

درجة مئوية أثناء فترات قصر الدائرة وإلا تلف العازل وهو يقاوم الأوزون بصورة جيدة ويتلف بتعرضه للكلور .

الجوامد الحرارية XLPE : Thermosetting

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

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

حقوق الطبع محفوظة
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - الإدارة العامة للمسار الوظيفي

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)

المراجع

- تم إعداد الإصدار الأول بمشاركة المشروع الألماني GIZ
- و مشاركة السادة :-

مهندس/ أشرف لمعي توفيق	شركة صرف صحي القاهرة
مهندس/ السيد رجب شتيا	شركة مياه وصرف صحي البحيرة
مهندس/ أيمن النقيب	شركة صرف صحي الاسكندرية
مهندس/ خالد سيد أحمد	شركة مياه القاهرة
مهندس/ طارق ابراهيم	شركة صرف صحي القاهرة
مهندس/ علي عبد الرحمن	شركة صرف صحي الاسكندرية
مهندس/ علي عبد المقصود	شركة صرف صحي القاهرة
مهندس/ محمد رزق صالح	شركة مياه وصرف صحي البحيرة
مهندس/ مصطفي سبيع	شركة صرف صحي القاهرة
مهندس/ وحيد أمين أحمد	شركة مياه القاهرة
مهندس/ يحيى عبد الجواد	شركة مياه وصرف صحي الدقهلية

- **تم التحديث V2**

بمشاركة السادة :-

- **مهندس/ خالد سيد أحمد — شركة مياه القاهرة**
- **مهندس / ريمون لطفى زاخر — شركة صرف صحي القاهرة**
- **مهندس/ علاء عبد المهيمن الشال — شركة مياه وصرف صحي الغربية**
- **مهندس/ محمد عطية يوسف — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ محمد محمد الشبراوى — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ محمد صالح فتحى — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ هانى رمضان فتوح — شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**
- **مهندس/ عادل عزت عبد الجيد — شركة مياه وصرف صحي بنى سويف**

❖ **تمت أعمال التنسيق بواسطة كل من :**

- **الأستاذ/ علاء محمد المنشاوي — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**
- **المهندسة / بسمة فوزى — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**
- **الأستاذ / سيد محمود سيد — الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى**