وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني العمارة
قسم التقنيات الكهربائية

الحقيبة التدريسية لمادة

التأسيسات الكهربائية /١

الصف الاول

تدريسي المادة

م. م فاطمة ياسين عبد الله

الفصل الدراسي الاول

اسم المادة	لغة التدريس	السنة الدراسية	الساعات الاسبوعية			الوحدات
			ن	ع	م	
التاسيسات الكهربائية 1	العربية	الأولى الفصل الدراسي الاول	2	2	4	4

الهدف العام: تعريف الطالب على نظم التأسيسات الكهربائية المختلفة.

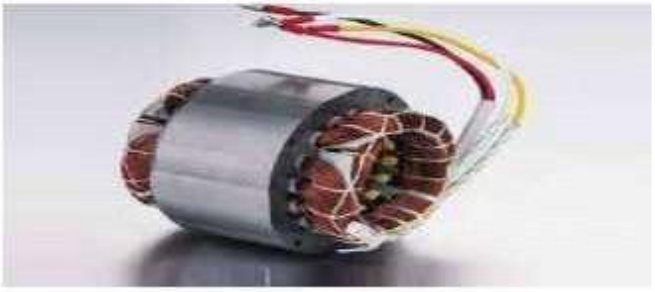
الهدف الخاص: سيكون الطالب قادرا على التعرف على المواد الكهربائية ونظم التسليك المستخدمة في المعامل والمنازل وتأسيس ونصب المكائن الكهربائية وطرق السيطرة والحماية للأحمال المختلفة بالتأسيس.

المفردات النظرية

الأسبوع	تفاصيل المفردات
الأول	نظرة عامة على مفردات المنهج للمادة والمصادر العلمية من كتب منهجية ومساعدة – تصنيف المواد الى : • المواد الكهربائية الموصلة Conductors • أشباه الموصلات Semiconductors • العوازل Insulators
الثاني ***	مبادئ الكهرباء – فرق الجهد ، شدة التيار ، شدة التيار الكهربائي (الامبير) ، العوامل المؤثرة في شدة التيار الكهربائي ، المقاومة العوامل المؤثرة على المقاومة. مكونات الدائرة الكهربائية – المصدر ، أنواع المأخذ الكهربائية Sockets ، الأسلاك وأنواعها ، الأحمال الكهربائية بكافة انواعها – المفاتيح وأنواعها ومعدات الحماية، صناديق التوصيل – المصابيح الكهربائية وأنواعها واستخداماتها
الثالث	المواد الكهربائية الموصلة . – النحاس Cupper – الخواص الكهربائية للنحاس – الخواص الميكانيكية للنحاس – الألمنيوم Aluminum الخواص الكهربائية للألمنيوم – الخواص الميكانيكية للألمنيوم – مميزاتهم واستخداماتهم في مجال الكهرباء – السبائك عالية المقاومة – الخواص التي تجعل منها عناصر جيدة في الاستخدامات الكهربائي

الرابع	المواد العازلة - أمثلة على المواد العازلة – الهواء ، الزيت خواصها واستخداماتها - خواص المواد العازلة بالنسبة الى تحملها لدرجات الحرارة - المواد العازلة الصلبة (القطن ، الورق ، الاسبستوس ، نسيج الزجاج ، الأنسجة والأفلام الصناعية ، المايكا ، مواد أخرى) ، السماحية permittivity (ثابت العزل) قوانين وأمثلة محلولة
الخامس	الخواص المغناطيسية للمواد - القوة المغناطيسية ، أنواع المواد المغناطيسية ، المصطلحات المرافقة لها – الخواص المغناطيسية – القوانين المتعلقة بالمغناطيسية - أمثلة محلوله
السادس	الدوائر المغناطيسية – تطبيق قوانين كيرشوف عليها. – أمثلة محلولة على المغناطيسية
السابع	الخواص الميكانيكية للمواد الكهربائية - الشد ،الإجهاد ، الاستطالة ، المرونة ، أخرى - أمثلة محلولة
الثامن ***	المراحل التي تمر بها الطاقة الكهربائية - توليد الطاقة الكهربائية (نبذة مختصرة عن أنواع محطات التوليد) - نقل الطاقة الكهربائية (الأنظمة المستخدمة ، المزايا والعيوب) - المحطات الثانوية الرافعة والخافضة وسعاتها - توزيع الطاقة الكهربائية (الأنظمة المستخدمة) بمختلف أنواعها
التاسع	- مبادئ أولية عن كيفية تجهيز المستهلك من محطة ثانوية والمواد اللازمة لذلك ونوع المستهلك - لوحات التوزيع المنزلية والصناعية (تركيب وربط) - كيفية تغذية بناية كبيرة بالكهرباء مع مثال لذلك - سعة المحولات الكهربائية المستخدمة (KVA) ومواقع استخدامها في الشبكة الكهربائية - مخططات وأمثلة محلولة
العاشر	أنواع المفاتيح المستخدمة في التأسيسات الكهربائية وأهميتها - المفتاح التقليدي (Toggle Switch) (أحادي القطب، ذو طريقين، الوسطي، ثنائي القطب، ثلاثي القطب) - المفتاح الضاغط (Push button switch) - أخرى (من المستخدمة حديثا) - رسم دوائر كهربائية تحتوي على هذه المفاتيح في دوائر كاملة

الحادي عشر	أجهزة الحماية المستخدمة في التأسيسات الكهربائية (المصهرات) أو الفواصم (Fuses) - تعريف (المصهر ، التيار المقنن ، تيار الصهر ، معامل الانصهار ، التيار المتوقع وتيار القطع ، زمن الصهر ، زمن دوام القوس الكهربائي زمن التشغيل الكلي) - أنواع المنصهرات مع مزايا وعيوب كل منها ، كيفية اختيار الفاصم - التنسيق بين الفواصم في نفس الدائرة الكهربائية
الثاني عشر	قواطع الدورة Circuit Breakers ***- القواطع المغناطيسية (Magnetic Circuit Breakers) مع تركيبه ومبدأ عمله*** ***القواطع الحرارية (Magnetic and Thermal Circuit Breakers) مع مبدأ عمله والمغناطيسية*** – قواطع الدورة الصغيرة Miniature Circuit Breaker) MCB) تركيب وتسليك - قاطع الدورة ذو التسرب الأرضي Earth leakage circuit breaker) ELCB) تركيب ونظرية عمل - كيفية توزيع الأحمال داخل البناية من خلال لوحة التوزيع المستخدمة وحساب سعة القاطع
الثالث عشر	أنظمة التسليك الكهربائي Electrical Wiring Systems - نظام الموصلات الغير معزولة B.B ، نظام التحزيم المطاطي القوي T.R.S - نظام الموصلات المعزولة بالـ (P.V.C) ، نظام الموصلات المعزولة بالـ (P.C.P) ، نظام التسليك داخل الأنابيب البلاستكية والعدة اللازمة لذلك ، ترقيم الأسلاك والكيبلات في الحمل ، مراعاة ألوان الأسلاك عند التأسيس
الرابع عشر	التأسيسات الكهربائية المنزلية - أنواع التأسيسات الكهربائية المنزلية مزايا وعيوب كل منها ، شروط الأمان ، الكلفة ، المتانة المطلوبة والمظهر والشكل العام للتأسيس – الأدوات المستعملة في التأسيسات المنزلية - تأسيس المعامل والورش وحساب الكلفة
الخامس عشر ***	التأريض Grounding – مكونات التأريض Grounding Components (تربة الأرض Earth ومقاومتها Earth resistance والمقاومة النوعية للأرض Earth Resistivity ، الكترودات التأريض Grounding Electrode ، تجهيزات الوصل والربط Bonding) – الطرق المختلفة لخفض مقاومة التأريض Reduce Resistance Grounding – الأجهزة والمعدات الواجب تأريضها Devices must be grounding – أهمية التأريض الجيد The Importance of Grounding – الفرق بين المنظومة المؤرضة وغير المؤرضة ، طرق القياس Grounding Measurering



فولطميتر
حمل (مصباح)
بطارية
مفتاح كهربائي

5955

الموصلات والعوازل واشباه الموصلات

عند دراسة التأسيسات الكهربائية والتطبيقات الاخرى للهندسة الكهربائية نتعرض الى مصطلح الموصلات والعوازل ونستعمل الموصلات في نقل التيار الكهربائي من مكان الى اخر وإيصال الكهرباء من المصدر الى الاحمال وفي نفس الوقت نستعمل العوازل لمنع تسرب التيار من الموصل او سيره في اتجاه غير مرغوب فيه وهناك ايضا ما يسمى بالمواد الشبه موصلة وتكون ذات اهمية بالغة في عالم الالكترونيات وفي كثير من الاستخدامات الكهربائية الحديثة.

1 – الموصلات (Conductor): هي الأجسام التي تسمح للشحنات الكهربائية بالانتقال خلالها بحرية مثل الفضة والنحاس والذهب والألمنيوم (الفلزات بشكل عام). تحتوي المواد الموصلة للكهرباء على جسيمات مشحونة تتحرك بحرية عبر المادة. والجسيمات الحرة في معظم الموصلات إلكترونات غير مرتبطة بالذرات، او أيونات في موصلات أخرى.تعتبر الفلزات موصلات جيدة لأنها تحتوي على عدد كبير من الإلكترونات الحرة ، ولذلك تصنع معظم الأسلاك المستخدمة في نقل الطاقة الكهربائية من الفلزات، وخاصة النحاس والألمنيوم . وبعض السوائل أيضًا موصلات . فالماء المالح، على سبيل المثال، موصل للكهرباء لأنه يحتوي على أيونات صوديوم وكلوريد حرة الحركة داخل السائل. وبعض الغازات أيضًا موصلات. ففي حالة تسخين غاز ما إلى درجات عالية تتحرك ذراته بسرعة عالية تؤدي إلى تصادمها بعضها ببعض بشدة، مما يجعل الإلكترونات تنفلت منها، وعندئذ يتحول الغاز إلى نوع من الموصلات الكهربائية يسمى البلازما. ومن أمثلة البلازما الغاز الساخن المتوهج داخل المصباح الفلوري ،وفي معظم الموصلات تتصادم الإلكترونات المتحركة مع الذرات باستمرار، وتفقد الطاقة،

في بعض المواد التي تسمى الموصلات الفائقة. لا تفقد أي طاقة، وتتطلب الموصلات الفائقة درجات منخفضة جدًا من الحرارة لتؤدي وظيفة توصيل الكهرباء، ولذلك يستخدم هذا النوع من الموصلات في بعض الحالات الخاصة، وقد يستخدم في المستقبل في صناعة المحركات ذات الكفاءة العالية والمولدات وخطوط القدرة

2- أشباه الموصلات:

شبه الموصل بالإنجليزية (**Semiconductor**) : هي مواد درجة توصيلها للكهرباء تتراوح بين الموصلات والعوازل مثل (السيلكون ، الجرمانيوم) تحتوي كل من ذرتي السيليكون والجرمانيوم على أربعة الكترونات تكافؤ (الكترونات التكافؤ هي الكترونات المدار الخارجي للذرة وتساهم في التفاعلات الكيميائية) والاختلاف بين السليكون والجرمانيوم هو أن ذرة السيليكون تحتوي على 14 بر وتون في النواة بينما ذرة الجرمانيوم تحتوي على 32 بروتون ، وهي مواد صلبة يتم التحكم بموصليتها الكهربية بإضافة عناصر أخرى. كما يمكن لمجال كهربائي خارجي تغيير درجة مقاومة شبه الموصل. ومن اشباه الموصلات يتم صناعة الترانستور، والخلايا الشمسية ،والصمامات الثنائية(**Diode**) ، والبلورات المشعة بالضوء (**LEDs**)، وموحدات التيار التي تعمل بالسيليكون ، والدوائر المتكاملة والرقمية. وهي

أساس الألكترونيات الحديثة فالأجهزة والمعدات التي تدخل في تصنيعها تشمل الراديو، والتليفزيون والكمبيوتر والهاتف , وألواح الطاقة الشمسية أكبر مثال للأجهزة التي تعمل بالمواد شبه الموصلة، حيث تقوم بتحويل الطاقة الضوئية الى طاقه كهربائية. في الموصلات المعدنية تقوم الألكترونات بنقل التيار الكهربي، اما في أشباه الموصلات ينتقل التيار الكهربي عن طريق سيل من الالكترونات أو فجوات (أجسام ذات شحنة موجبة) خلال البناء الذري للمادة. ويستخدم السيليكون لتصنيع معظم الأجهزة التجارية التي تحتوي على مواد شبه موصلة، كما تستخدم مواد أخرى كثيرة منها الجرمانيوم وزنيخ الجاليوم الثلاثي وكربيد السيليكون .

3 – العوازل (dielectric) : هي المواد التي لا تسمح للشحنات الكهربائية بالانتقال خلالها . لأن الكترونات التكافؤ مرتبط بنواة الذرة ارتباط قوي جداً. ومن العوازل الكهربائية الخشب والصوف وأكسيد الألمونيوم والبولي إثيلين والسيراميك والمايكا والزجاج والهواء والتفلون والمطاط والبلاستك وغيرها .

استخدامات العازل الكهربائي

وتستخدم العوازل في أنواع كثيرة من التجهيزات الكهربائية والإلكترونية. فمثلاً، تغطى الأسلاك الكهربائية التي توصل الكهرباء من محطات التوليد إلى المنازل والمصانع والدوائر الحكومية والأسواق وأماكن استخدام الطاقة الكهربائية الاخرى بمواد عازلة لمنع تسرب التيار الكهربائي وحماية الأشخاص والكائنات الحية الأخرى والمعدات والممتلكات العامة. كما نرى العوازل على أعمدة الكهرباء وهي مصنوعة من السيراميك العازل للكهرباء من اجل عزل الأسلاك الحاملة للتيار الكهربائي عن العمود وبالتالي نطمئن على ملامسة العمود بدون أن يصعقنا التيار. وتستخدم العوازل أيضًا في المكثفات الكهربائية من أجل زيادة قدرتها على خزن الشحنات الكهربائية. ويستخدم العامل ونفي مجال الكهرباء أدوات ذات مقابض بلاستيكية أو مطاطية عازلة كهربائيا، ويرتدون أحذية مطاطية لكي يتجنبوا الضرر الناجم عن الصعقة الكهربائية.كما أن الألواح الإلكترونية المطبوعة تتكون في المقام الأول من لوح من مادة عازلة كهربائيا، وذلك لتكوين الدوائر الكهربائية والإلكترونية عليها .

فرق الجهد الكهربائي أو الفُولتية أو القوة الدافعة الكهربية ورمزها (V)

هو الطاقة اللازمة لدفع الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب ، وينتج عن هذه الحركة تحويل الطاقة الكهربائية إلى أنواع أخرى من أنواع الطاقة وأهمها الطاقة الحرارية في الهيترات او ضوئية في المصباح او حركيه في المحرك الكهربائي، وحدة قياس الجهد هي الفولت . يقاس فرق الجهد الكهربائي بجهاز الفولتميتر الذي يجب ان يربط على التوازي مع أي حمل يراد قياس مقدار فولتيه .

قانون اوم الفولتية = التيار × المقاومة (وحدتها الفولت) فولت $V = I \times R$

حيث : R = المقاومة (resistance) والتي تمثل الحمل الكهربائي وتقاس بوحدة الأوم ورمزه (Ω)

V = فرق الجهد (Potential difference) المسلط على على الحمل الكهربائي ويقاس بالفولت (V)

I = التيار(CURRENT) المار في الحمل الكهربائي ويقاس بالأمبير (A)

التيار الكهربائي ويرمز له (I)

عبارة عن تدفق من الشحنات الكهربائية . والشحنة الكهربية قد تكون إلكترونات أو أيونات .وطبقًا للنظام الدولي للوحدات فأن وحدة شدة التيار الكهربي هي الأمبير(A) . يقاس التيار الكهربي بجهاز الأميتر . والعوامل التي تؤثر على قيمة التيار الكهربائي هي المقاومة الكهربائية للحمل الذي يمر به التيار الكهربائي ولكن المقاومة الكهربائية تعتمد كذلك على نوع مادة السلك وطول السلك ومساحة مقطع السلك العرضي ودرجة الحراة المحيطة بالسلك وهذه كلها تؤثر على تحديد قيمة التيار المار بالسلك .

التيار $= \frac{\text{الفولتية}}{\text{المقاومة}}$ وحدته الأمبير أمبير $I = \frac{V}{R}$

العوامل المؤثرة على مقاومة الموصل

المقاومة $= \frac{\text{المقاومة النوعية} \times \text{طول السلك}}{\text{مساحة مقطع السلك}}$ وحدتها الاوم $R = \rho \frac{L}{A}$ Ω

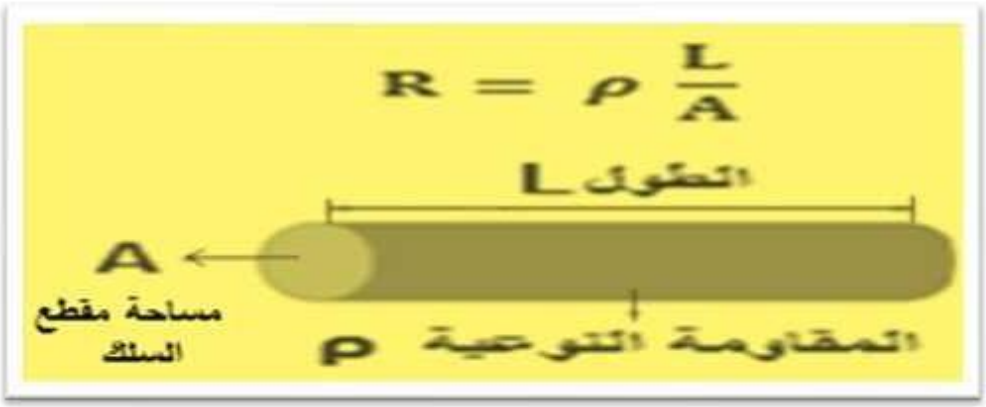
1 – طول الموصل : - تتناسب مقاومة الموصل طردياً مع طول الموصل أي ان $R \propto L$

L = طول الموصل ويقاس بالمتر(m)

2– مساحة مقطع الموصل : - تتناسب مقاومة الموصل عكسيا مع مساحة المقطع العرضي للموصل $R \propto \frac{1}{A}$

A = مساحة مقطع السلك وتقاس بالملي متر المربع (mm^2)

3 – المقاومة النوعية : - لكل موصل مقاومة نوعية خاصة به تعتمد على نوع مادته ويرمز لها (ρ) ووحدتها ($\Omega.m$)



$$\rho = \frac{R.A}{L} \quad (\Omega.m)$$

$$\text{المقاومة النوعية} = \frac{\text{المقاومة} \times \text{مساحة مقطع السلك}}{\text{طول السلك}}$$

4– درجة الحرارة : - تتناسب مقاومة الموصل طردياً مع درجة الحرارة المؤثرة عليه وفقاً للمعادلة الاتية

$$R_2 = R_1\{1 + \alpha\,(t_2 - t_1)\}$$

المقاومة النهائية = المقاومة الأبتدائية [1 + معامل درجة الحرارة (درجة الحرارة النهائية – درجة الحرارة الأبتدائية)]

المعامل الحراري للمادة (α) : - وهي نسبة التغير في المقاومة على المقاومة الاساسية لكل درجة حرارة (1°C) ووحدتها $\frac{1}{°C}$. معظم المعادن تزداد مقاومتها بارتفاع درجة الحرارة . وهنالك مواد قليلة تقل مقاومتها بارتفاع درجة الحرارة منها الزجاج والمطاط والورق وغيرها من المواد .

R_1 = المقاومة الأبتدائية وحدتها (أوم)

R_2 = المقاومة النهائية وحدتها (أوم)

t_1 = درجة الحرارة الأبتدائية ووحدتها (درجه مئوية °C)

t_2 = درجة الحرارة النهائية (درجه مئوية °C)

α = المعامل الحراي للمادة ووحدته ($\frac{1}{C°}$)

A = مساحة مقطع السلك وتقاس بالملي متر المربع (mm^2)

$$\text{مساحة مقطع السلك} = \frac{\text{المقاومة النوعية} \times \text{طول سلك}}{\text{مقاومته}}$$

$$A = \rho\frac{L}{R} \quad m^2$$

المقومة النوعية لبعض المواد عند درجة حرارة 20C مرتبه حسب الأفضلية في التوصيل

نوع المادة	المادة	المقاومة النوعية (Ω .m)
الموصلات	الفضة	1.6×10^{-8}
	النحاس	1.72×10^{-8}
	الذهب	2.24×10^{-8}
	الألنيوم	2.6×10^{-8}
	كالسيوم	3.36×10^{-8}
	التنكستن	5.6×10^{-8}
	النايكديوم	100×10^{-8}
أشباه الموصلات	الجرماتيوم	4.6×10^{-1}
	السيلكون النقي	3×10^{3}
العوازل	الزجاج	1×10^{10}
	المطاط	1×10^{13}
	الكبريت	1×10^{15}
	الهواء	3.3×10^{16} to 1.3×10^{16}
	برافين	1×10^{17}
	تيفلون	10×10^{24} to 10×10^{22}

جدول الرموز المستعملة لأجزاء ومضاعفات الوحدات

عامل الضرب	الرمز	اللفظ بالعربي	اللفظ بالنكليزي
10^{12}	T	تيرا	TERA
10^{9}	G	كيكا	GIGA
10^{6}	M	ميكا	MEGA
10^{3}	K	كيلو	KILO
10^{-1}	D	ديسي	DECI
10^{-3}	m	ميلي	MILLI
10^{-6}	µ	مايكرو	MICRO
10^{-9}	n	نانو	NANO
10^{-12}	p	بيكو	PICO
10^{-15}	F	فمتو	FEMTO

أمثلة /

كيلوواط = 1000 واط (10^3 واط)

ميكاواط = 1000000 واط (10^6 واط)

فاراد = 1000000 مايكروفاراد (10^6 مايكروفاراد)

كيلواوم = 1000 أوم (10^3 أوم)

ميكااوم = 1000000 اوم (10^6 أوم)

مكونات الدائرة الكهربائية

أ - مصادر الطاقة الكهربائية

1 - البطاريات :

البطاريات : وهي التي تعطي الجهد الكهربائي المستمر (**D.C**) بسبب تفاعلات تحدث بداخل البطارية حيث تتحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية والتي نستخدمها في المذياع والكشاف والهاتف والجوال والسيارة.

2-الخلايا الشمسية

الخلايا الشمسية تقوم بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية و نستفاد منها في المناطق البعيدة عن مصادر التيار الكهربائي مثل اللوحات الارشادية على الطرق و محطات تقوية بث الهاتف والإذاعة

3 – المولد الكهربائي

تتولد الكهرباء في تلك الاجهزة التي تحول الطاقة الحركية الى طاقة كهربائية ونحصل منها على جهد وتيار كهربائي متناوب والذي يكون الأكثر استخداماً في حياتنا العملية .

ب - الاسلاك الكهربائية :

يتم عادة تصنيعها من الفلزات بشكل عام مثل النحاس والألومنيوم و بعض المعادن الأخرى، ويتم نقل التيار الكهربائي بواسطتها . وتمتاز بأنخفاض مقاومتها وتصنع بمساحة مقطع مختلفة حسب نوع الاستخدام و منها المعزول وغير المعزول كهربائياً بمواد عزل مختلفة وحسب الاستخدام كذلك .

تصنيف الموصلات الكهربائية

1 – السلك (Wire) : - وهو مادة ذات مقطع دائري غير مجوف ويكون بمساحة مقطع مختلفة ودائماً تقاس مساحة مقطعه بالملمتر المربع (mm^2)

2 – الموصل (Conductor) : - وهو سلك أو مجموعة أسلاك غير معزولة عن بعضها تحمل تياراً كهربائياً معيناً

3 – الموصل المجدول (Stranded Conductor) : - وهو موصل يتكون من مجموعة أسلاك مجدولة على بعضها البعض وبشكل دائري

4 – الكيبل (Cable) : - وهو موصل مجدول أو اكثر من موصل , معزوله عن بعضها البعض ومن خصائصه انه يتحمل العوارض الطبيعية والتأثيرات الخارجية الميكانيكية والكيمياوية

5 - الأحمال الكهربائية : - وهو كل ما يربط على مصدر الطاقة الكهربائية من اجهزة انارة وتسخين وتدفئة وتكيف ومحركات بمختلف انواعها واجهزة الكترونية , ومنها تعمل على مصدر التيار المستمر ونها تعمل على مصدر التيار المتناوب والتيار المتناوب ينقسم الى تيار احادي الطور واخر ثلاثي الطور

المأخذ الكهربائية (Sockets)

وهي نقاط كهربائية يتم توصيل الاجهزة الكهربائية المختلفة بها من اجهزة منزلية وصناعية واستخدامات عامة , أحادية الطور وثلاثية الطور وتتحمل تيارات مختلفة حسب نوع المأخذ .

أنواع المناخذ الكهربائية (Types of Sockets)

1 – مأخذ استعمال عام (General Used Socket) : ويستعمل في معظم الأجهزة المنزلية من ثلاجة وتلفزيون وبراد ماء وحاسبات وغيرها من الاجهزة المنزلية ويوجد نوع مفرد ونوع مزدوج (**Double Socket**) وبمفتاح وبدون مفتاح ويعمل بفولتية (**250**) فولت وتيار (**10** الى **16**) أمبير .

2 – مأخذ قدرة (Power Socket)

يستعمل لتشغيل السخانات والغسالات والهيترات والاجهزة التي تحتاج الى تيار عالي ويعمل بفولتية (**220**) فولت وتيار (**20** الى **32**) أمبير

3 - مأخذ بغطاء (Weather Proof Socket)

له غطاء حماية من المياه والامطار يستخدم في الممرات والمطابخ والحمامات والمخازن والمصانع والاماكن المكشوفة ويعمل بفولتية (**220**) فولت وتيار (**10** الى **16**) أمبير .

4 – مأخذ ثلاثية الطور (Three Phase Sockets)

تستخدم في المصانع والمعامل والورش الكهربائية لتشغيل الاجهزة التي تعمل بفولتية ثلاثية الطور كالمحركات الكهربائية ومكائن الخراطة واللحام ومضخات المياه الكبيرة وغيرها وتعمل بفولتية (380) فولت وتيارات مختلفة منها . (**125 , 100 , 80 , 63 , 50 , 32 , 20 , 16**) أمبير

المصابيح الكهربائية

المصابيح : هي مصدر الأضاءة الكهربائية حيث تقوم بتحويل القدرة الكهربائية الى قدرة ضوئية , ويوجد انواع كثيرة من مصابيح الأضاءة تختلف في تركيبها وطرق تشغيلها وكفاءتها ولون اضاءتها .

1 – المصابيح المتوهجة : وهي انواع مختلفة منها مصابيح التنكستن العادية ومصابيح التنكستن الهالوجينية

أ – مصابيح التنكستن العادية (مصابيح الفتيلة)

تنتج مصابيح الفتيلة المتوهجة ضوءاً عند تسخين فتيلة التنكستن حتى تتوهج , وقد استخدم التنكستن فيه لما يتميز به من صلابة وتحمل الحرارة العالية , وتوضع الفتيلة في وسط مفرغ من الهواء يسمى (بصيلة) وتحتوي البصيلة على غاز خامل (ارجون او ارجون + نيتروجين) . ووظيفة الغاز الخامل انه يمنع اكسدة الفتيلة عند ارتفاع درجة حرارتها ويقلل من تبخر معدن الفتيلة ومن ثم يطيل من عمر المصباح . واكثر استخداماتها تكون في مجالات الخدمة العامة مثل القطارات والسيارات واشارات المرور .

خواص مصابيح التنكستن العادية (مصابيح الفتيلة)

1 – المظهر : دافئ (2800 درجة)

2- امانة نقل اللون : تصل الى 100%

3 – العمر : (1000 ---- 4000) ساعة

4 – الفتح والغلق : لايحتاج لدائرة خاصة ولا يتأثر عمره بعدد مرات الفتح والغلق

5 – التحكم : ممكن ان يعمل بجهد 50% من الجهد الكلي

6 – والكفاءة الضوئية : 10 لومن \ واط

مصباح التنكستن

ب – مصابيح التنكستن الهالوجينية

الأصل انها مصابيح تنكستن واضيف لها احد الهالوجينات (يود – بروم – فلور) ويصدر عنها حرارة عالية لذا يتم استخدام الكوارتز في زجاج البصيلة الخاص بها , لها نوعين رئيسين نوع يعمل على جهد الشبكه الكهربائية(220) فولت ونوع يعمل بجهد منخفض (12) فولت , (24) فولت . وتستخدم بكثرة في الأماكن التي تحتاج الى قدرة صغيرة واضاءة عالية , وامانة عالية لنقل الألوان مثل البروجكتورات , مصابيح السيارات , اضاءة المسارح , كما تستخدم في المنازل والمحلات التجارية

خواص مصابيح التنكستن الهالوجنية

1 – المظهر : لونها اصفر دافئ واكثر حرارة من مصابيح التنكستن العادية

2- امانة نقل اللون : تصل الى 100%

3 – العمر : 2000 ساعة ضوئية كحد ادنى

4 – الفتح والغلق : لايحتاج لدائرة خاصة ولا يتأثر عمره بعدد مرات الفتح والغلق

5 – التحكم : يمكن اعتامها بسهولة من 0 – 100 %

6 – والكفاءة الضوئية : 21 لومن \ واط

مصباح تنكستن هالوجين

2– مصابيح التفريغ الغازية (مصابيح التفريغ الكهربائية)

تنتج مصابيح التفريغ الغازية الضوء عن طريق مرور الكهرباء عبر غاز تحت ضغط عالي او واطئ بدلاً من توهج الفتيلة كما في المصابيح المتوهجة , ومثل هذه العملية تسمى بالتفريغ الكهربائي ولذا تسمى هذه المصابيح احيانا بمصابيح التفريغ الكهربائي . وفي اغلب هذه المصابيح يكون هناك غازين خاملين بداخل المصباح الأول يكون سريع التأين ويسمى غاز البدأ ويحتاج الى جهد كهربائي عالي عند البدأ , اما الغاز الثاني فتستثار ذراته باصطدام اللكترونات المنبعثة من الكترودات اللمبة (التي تصنع غالبا من التنكستن) . وتختلف

الألوان الصادرة من هذه المصبيح حسب الغاز الثاني الموجود بداخلها , وتسمى اللمبة غالبا باسم هذا الغاز (الصوديوم , النيون , الزئبق) ونحتاج الى ملف كابح يوصل على التوالي مع المصباح حيث يساهم في توليد الجهد العالي اللازم لعملية البدأ ومع وجود هذه الملفات اصبح من الضروري استخدام مكثفات لتحسين معامل القدرة في هذه النوعية من المصابيح بسبب انخفاض معامل القدرة الخاص بها كذلك يستخدم المكثف لتقليل تأثير التداخل مع اجهزة الاتصالات

مصابيح التفريغ الغازية (مصابيح التفريغ الكهربائية

<u>مميزات مصابيح التفريغ الغازية (مصابيح التفريغ الكهربائية)</u>

1 – المظهر : اللوان متنوعة (الأبيض – دافئ – ديلوكس يشبه المتوهج)
2 – زمن البدأ 2 – 5 ثانية ثم يتوهج المصباح
3 – العمر يصل الى 7500 ساعة
4 – الكفاءة الضوئية حوالي 80 لومن \ واط
5 – لايعمل اذا انخفض الجهد عن 75% من جهد التشغيل

مصابيح الدايود (اللدات LED)

وهي عبارة عن لمبة ضوء الكترونية أي لاتحتوي عل أي فتيلة ولا تسخن كما في المصابيح الكهربائية , فهي تصدر الضوء من خلال حركة الالكترونات في داخل مواد اشباه موصلات . وتسمى بمصابيح الدايود الباعث للضوء وتستخدم في تطبيقات عديدة في مجال الالكترونيات وتدخل في تركيب العديد من الأجهزة الحديثة كلمبات اشارة صغيرة حيث يضئ الدايود لتعلم المستخدم ان الجهاز يعمل مثل اللمبة الحمراء التي تضيء عندما يكون جهاز التلفاز في حالة الاستعداد , وتدخل في الساعات الرقمية والريموت كنترول والتلفزيونات الكبيرة التي تستخدم كشاشات عرض كبيرة وفي اضاءة اشارات المرور , ويكثر استخدامها في التطبيقات ذات القدرة المنخفضة وخاصة في السيارات وتستخدم ايضا داخل المصابيح المستخدمة في البيوت فتعطي كفاءة ضوئية اعلى بكثير من اللمبات العادية ذات القدرة المماثلة .

مميزات مصابيح الدايود

1 - تكون اللمبات عبارة عن مربعات صغيرة مساحتها حوالي (5 ×5) ملم تقريباً ومتباعدة عن بعضها بمسافات صغيرة وتكون قدرة كل لمبة حوالي واحد واط

2 - تستهلك قدراً ضئيلاً من الطاقة

3 - وكمية الحرارة المتولدة صغيرة جداً مقارنة بلمبات الزينون

4 - لكنها عيبها ان ضوءها محدد الاتجاه

مصابيح دايود مختلفة الأنواع

مصباح لد متكون من (٦٠) دايود

مقارنة بين انواع المصابيح لتوفير نفس الأضاءة

القدرة الكهربائية (Electrical Power)

يعتمد مقدار التيار الذي يمكن أن نسحبه من مصدر التغذية الكهربائية (المحولة الكهربائية أو المولد الكهربائي) على مقدار قدرة المصدر الكهربائي وتقاس القدرة للمصدر بالكيلو فولت أمبير (**KVA**) أما مايستهلكه الحمل من قدرة كهربائية فيقاس بالواط أو الكيلوواط . وقوانين القدرة الكهربائية هي : -

1 – القدرة أحادية الطور [خط فعال (حار) + الخط المتعادل (بارد)] حيث أن : -

P = القدرة الكهربائية ووحدتها الواط (W)

1- $P = V.I.\cos\theta$ W (أحادية الطور) القدرة الفعالة = الفولتية × التيار × معامل القدرة

$\cos\theta$ = معامل القدرة (وهو فرق زاوية الطور بين الفولتية والتياروأفضل قيمه له الواحد)

ومن قانون أوم وقانون القدرة الكهربائية يمكن أشتقاق قوانين أخرى للقدرة الكهربائية احادية الطور وكمايلي

القدرة الفعالة = $\frac{\text{مربع الفولتية} \times \text{معامل القدرة}}{\text{المقاومة}}$

2- $P = \frac{V^2}{R} \cos\theta$ (watt)

القدرة الفعالة = مربع التيار × المقاومة × معامل القدرة

3- $P = I^2 . R . \cos\theta$ (watt)

2 – القدرة ثلاثية الطور (ثلاثة خطوط فعالة + الخط المتعادل)

القدرة الفعالة = $\sqrt{3}$ × فولتية الخط × تيار الخط × معامل القدرة وحدتها الواط (W)

1- $P = \sqrt{3} . V_L . I_L . \cos\theta$ V_L = فولتية الخط I_L = تيار الخط

2- $P = \sqrt{3} . \frac{V_L^2}{R} . \cos\theta$

3- $P = \sqrt{3} . I_L^2 . R . \cos\theta$

مثال (1) / سلك نحاسي طوله (10m) ومساحة مقطعه العرضي (0.5 $(mm)^2$) ومقاومته (0.34) أوم . أحسب المقاومة النوعية له ؟

$$R = \rho \frac{L}{A} \ (\Omega) \quad \Rightarrow \quad \rho = \frac{R . A}{L} \ (\Omega . m)$$

$$\rho = \frac{0.34 \times 0.5 \times 10^{-6}}{10} = 0.17 \times 10^{-7} \ (\Omega . m)$$

مثال (2) / سلك مقاومته (35) أوم / كيلومتر ، اذا كانت المقاومة النوعية لمادة السلك (1.95×10^{-8}) أوم.متر أحسب مساحة مقطع السلك ؟

الجواب

$$R = \rho \frac{L}{A} \ (\Omega) \quad \Rightarrow \quad A = \rho \frac{L}{R} \ m^2$$

$$A = \frac{1.95 \times 10^{-8} \times 1000}{35} = 0.557 \times 10^{-6} \ (m)^2 \quad \Rightarrow \quad A = 0.557 \ (mm)^2$$

المثال (3)/ سلك من النحاس مربوط على التوازي مع سلك من الألمنيوم فاذا كان طول سلك الألمنيوم ضعف طول سلك النحاس وكانت المقاومة النوعية لسلك النحاس (0.0159) مايكروأوم.متر ومقاومية الألمنيوم (0.0254) مايكروأوم.متر ، وقطر سلك الألمنيوم (10) ملم . أحسب قطر الموصل النحاسي لكي يتحملان نفس التيار ؟

الجواب / من خاصية ربط التوازي فأن (فولتية النحاس = فولتية الألمنيوم) $V_{CU} = V_{Al}$

$$R_{CU}.I_{CU} = R_{Al}I_{Al}$$

لأن (تيارسلك النحاس = تيار سلك الألمنيوم) من السؤال فأن $R_{CU} = R_{Al}$

نفرض طول سلك النحاس = L ، أذن طول سلك الألمنيوم = 2L

$$R_{CU} = \rho_{cu}\frac{L}{A_{CU}} \qquad R_{Al} = \rho_{Al}\frac{2L}{A_{Al}}$$

وبما ان $R_{CU} = R_{Al}$

$$\rho_{cu}\frac{L}{A_{CU}} = \rho_{Al}\frac{2L}{A_{Al}} \quad \Rightarrow \quad \frac{0.0159}{\pi.(r_{cu})^2} = \frac{2(0.0254)}{\pi.(r_{Al})^2}$$

$$\frac{0.0159}{(r_{cu})^2} = \frac{0.0508}{(5)^2} \quad \Rightarrow \quad (r_{cu})^2 = \frac{25(0.0159)}{0.0508} = \frac{0.3975}{0.0508} = 7.8$$

نصف قطر سلك النحاس $= r_{cu} = \sqrt{7.8} = 2.8\ mm$

قطر سلك النحاس $= d_{cu} = 2r_{cu} = 2 \times 2.8 = 5.6\ mm$

مثال (4) / مصباح انارة ذو قدرة (100) واط يعمل على فولتية (240) فولت تصل درجة حرارة فتيلته الى (2000) °م واذا كان معامل المقاومة الحراري للفتيلة ($5x\ 10^{-3}$) لكل درجه مئوية . أحسب التيار الذي يمرفي المصباح فور أشتغاله اذا كانت درجة الحرارة الابتدائية (15) °م وكذلك أحسب التيار عند الاستقرار ؟

الجواب / p = القدرة الكهربائية ووحدتها (الواط) $p = \frac{V^2}{R}\ (watts)$

(R_2) = مقاومة الفتيلة عند درجة (2000) °م $R_2 = \frac{V^2}{p} = \frac{240^2}{100} = \frac{57600}{100} = 576\ (\Omega)$

التيار عند الاستقرار $I = \frac{V}{R_2} = \frac{240}{576} = 0.42\ (ampere)$

$$R_2 = R_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

$$576 = R_1[1 + 5 \times 10^{-3}(2000 - 15)]$$

$$576 = R_1[1 + 5 \times 10^{-3} \times 1985]$$

$$576 = R_1[1 + 9.925]$$

$$576 = R_1 \times 10.925$$

$$R_1 = \frac{576}{10.925} = 52.7\ (\Omega)$$ مقاومة الفتيلة عند درجة (15) م° = (R_1)

$$I = \frac{V}{R_1} = \frac{240}{52.7} = 4.55\ (\text{ampere})$$ التيار فور اشتغال المصباح

الموصلات الكهربائية (Electrical Conductors)

تعتبر الموصلات من أهم المواد المستخدمة في الصناعات الكهربائية وفيما يلي أهم الفلزات مرتبة حسب جودتها في توصيل التيار الكهربائي

1 – **الفضة** :- (تطلى بها تلامسات بعض القواطع لزيادة الايصالية وكذلك تستخدم في بعض المصهرات واستعمالات كهربائية خاصة وذلك لغلاء ثمنها)

2 – **النحاس** :- (يعتبر الأول في معظم الاستخدامات الكهربائية كموصل للتيار وفي الملفات والباسبارات وغيرها)

3 – **الذهب** :- (استخدامها قليل في الصناعات الكهربائية لغلاء ثمنه)

4 – **الألمنيوم**: - (يأتي بالدرجة الثانية بعد النحاس في الاستخدامات الكهربائية ويستخدم بشكل كبير في خطوط نقل القدرة الكهربائية)

5 – **الفولاذ الصلب**: - (يضاف الفولاذ الصلب الى النحاس والألمنيوم احياناً لزيادة المتانة الميكانيكية لها)

6 – **التنكستن** : - يستخدم في الهندسة اللاسلكية وفي صنع فتائل المصابيح الكهربائية لانه ذو درجة أنصهارعالية تبلغ (3410 °C)

7 – **موصلات سبائك النيكل** : - يستخدم لإنتاج المقاومات السلكية المستخدمة في تصنيع المقاومات المتغيرة والسخانات ومنها سبيكة النيكل كروم , ومواد موصلة أخرى

1 – النحاس

خواص النحاس (Cu)

ويعتبر من افضل الفلزات واكثرها استخداماً في الصناعات الكهربائية ويمتاز بالخواص التالية

1–المقاومة النوعية للنحاس (وتسمى كذلك بالموصلية) هي (0.0175) أوم . ملم2 \ متر

2 – يمتاز النحاس بقوة تحمله للشدة ومتانته العالية لذلك يمكن سحبه الى اسلاك رفيعة وتشكيله على شكل ألواح رقيقة وحسب طبيعة الاستخدام

3 – يمتاز النحاس بمقاومه عالية للتأكل والاكسدة ويتحمل الهواء الرطب ودرجات الحراره

4 – يمكن لحام النحاس بسهولة بالكاوية والصولدر ممايزيد من فائدة استخدامه في الدوائر الكهربائية

5 – درجة حرارة انصهاره عالية تصل الى (1083) درجة مئوية
6 - المعامل الحراري للمقاومة ورمزه (α) للنحاس الأحمر النقي هو (0.004) أوم (أي أن الزيادة في المقاومة الى المقاومة الاصلية عند ارتفاع درجة الحرارة درجة مئوية واحدة هو (0.004) أوم

عيوب النحاس

يتأكسد النحاس عند تعرضه للرطوبة لفتره طويلة و يؤدي الى تغطيته بطبقه عازله من أوكسد النحاس ونلاحظ هذه الظاهرة واضحة عندما نربط الاسلاك النحاسية المغذية للمساكن والمحلات التجارية باسلاك الشبكة الكهربائية المصنوعة من الألمنيوم وتكون هذه الطبقة العازلة بين النحاس والألمنيوم عندما يكون التوصيل بينهما غير محكم مع وجود الرطوبة

استخدامات النحاس الكهربائية

1 – **النحاس الصلد** : - يستخدم في صناعة اسلاك الخطوط الهوائية ويكون على احجام مختلفة ونحصل عليه بطريقة السحب وهو بارد ، ويكون من النوع المجدول ويضاف اليه سلك فولاذي في الوسط لغرض زيادة تحمله للشد
2 – تستخدم موصلات النحاس الصلدة في صناعة الموحدات (Commutator) في المكائن الكهربائية للتيار المستمر والمتناوب مثل المحركات العامة
3 – تستخدم اسلاك النحاس اللدنة (المعالجة حرارياً) في الموصلات المعزولة لقابلوات نقل القدرة الكهربائية وفي اسلاك لف المكائن الكهربائية لان الموصلات اللدنة اكثر موصلية من الموصلات النحاس الصلدة بالإضافة الى مرونتها
4 – يستخدم النحاس في صناعة قضبان التوزيع (Bus- Bar) العمودية والافقية حيث تكون على شكل شرائح وحسب لوحات التوزيع المستخدمة ومقدار التيار المطوب تحمله من (Bus- Bar)
5 - موصلات فولاذية مغطاة بالنحاس : - تستخدم في خطوط الاتصالات مثل خطوط اسلاك الهاتف

2 – الألمنيوم

خواص ومميزات الألمنيوم

1– لونه أبيض فضي ينصهر بدرجة حرارة (657) درجة مئوية يمتاز الألمنيوم بانخفاض سعره وخفة وزنه

2 – يسهل تشكيل الألمنيوم وأجراء عملية الدرفلة والسحب والحدادة عليه
3 – يقاوم التأكل نظراً لتكوين طبقة من اوكسيد الألمنيوم والتي تعلو سطح الموصل فتحميه من التأكل والتلف او التفاعل مع الأوكسجين
4 – يمكن زيادة المتانة الميكانيكية للألمنيوم بإضافة معادن أخرى له مثل المنغنيز وهذه السبيكة تستخدم في صناعة اسلاك نقل الطاقة

5 – الموصلية الكهربائية للألمنيوم عالية ولكن اقل من النحاس ومقاومته النوعية (0.029) أوم . ملم2\ متر ولايؤثر تلدين الألمنيوم على مقاومته الكهربائية كما هو الحال في النحاس

6 – قابلية تحمله للشد والمتانة قليلة مقارنة بالنحاس لذا يتم استعمال (سبيكة الألمنيوم الفولاذية) في خطوط الهوائية والاغراض العامة .

7 – صعوبة اللحام لاسلاك الألمنيوم مع بعضها مقارنة بأسلاك النحاس

<u>الأستخدامات الكهربائية للألمنيوم</u>

1 – من الناحية العملية يفضل الألمنيوم على النحاس في تصنيع اسلاك الخطوط الهوائية لنقل الطاقة الكهربائية لخفتة وزنه ورخص ثمنه مقارنتاً بالنحاس .

2 – يستخدم في صناعة القابلوات الأرضية الكهربائية المعزولة .

3 – يستخدم الألمنيوم الرخو والصلد في صناعة قضبان التوزيع أو الاسلاك العمودية **(Bus- Bar)** المستخدمة في لوحات وصناديق التوزيع

4 – يستخدم الألمنيوم في صناعة بعض الاغلفة للمعدات الكهربائية نظراً لتكوين طبقة من أوكسيد الألمنيوم تحمي الغلاف من التأكل أو التأكسد

مراحل العزل في القابلوات الكهربائية

العوازل (Insulators)

وهي المواد التي ليس لها القابيلية على توصيل التيار الكهربائي في الظروف الاعتيادية مثل (درجة الحرارة ،رطوبة ، فرق جهد ، .....) وقد يصبح العازل موصلاً في ظروف معينة أخرى أي ان لكل عازل حداً معيناً لتحمل فرق الجهد وبعدها ينهار العازل ويصبح موصلاً (يفقد وظيفته في العزل الكهربائي) .أن المواد العازلة لاتحتوي على الكترونات حرة في مدارها الخارجي لان مدارها يكون مشبعاً بالالكترونات ومن أهم المواد العازلة المستخدمة في الكهرباء هي (الهواء ، الزيت ، القطن ، المطاط ، البلاستك ، المايكا ، الورق ، ....)

تصنف المواد العازلة حسب تحملها لدرجات الحرارة الى

1 – الصنف (O) يتحمل درجة حرارة لغاية (90 °C)

ويشمل هذا الصنف (الورق ، الحرير ، القطن) بدون معالجة مع مواد أخرى

2 – الصنف (A) يتحمل درجة حرارة لغاية (105 °C)

ويشمل المواد المذكورة في الصنف (O) اعلاه بعد معالجتها بمواد أخرى مثل (الزيت ، الوارنيش)

3 – الصنف (B) يتحمل درجة حرارة لغاية (130 °C)

ويشمل (المايكا ، نسيج الزجاج ، الاسبستوس)

4 – الصنف (F) يتحمل درجة حرارة لغاية (155 °C)

ويشمل المواد المذكورة في الصنف (B) اعلاه بعد معالجتها بمواد لاصقة

5 – الصنف (H) يتحمل درجة حرارة لغاية (180 °C)

ويشمل هذا الصنف (السليكون المرن ، المايكا ، نسيج الزجاج ، الاسبستوس) بعد معالجتها بمواد لاصقة مثل صمغ السليكون

6 – الصنف (220 °C) يتحمل درجة حرارة لغاية (220 °C)

ويشمل أي مادة عازلة تم أختبارها بأنها تتحمل هذه الدرجة

7 – الصنف (C) فوق درجة 220 °C) يتحمل درجة حرارة أكثر من (220 °C)

ويشمل المواد (المايكا النقية ، الخزف الصيني ، الكوارتز ، والمواد الغير عضوية (أي المواد التي لايدخل الكاربون في تركيبها)

المواد العازله حسب نوع المادة

1 – القطن (Cotton) ومميزاته : -

أ – يستعمل في عزل الاجهزة الكهربائية ب – رخيص الثمن ت – قوي التحمل ث – سهل الاستعمال والتصنيع

عيوب القطن

أ – يمتص الرطوبة من الجو ب – لايتحمل درجات الحرارة العالية ، لذا يحدد بالصنف (A) بعد المعالجة

ت – يصبح هشاً بعد درجة حرارة (105 °C) ويكون عندها قابل للكسر وينفصل عن السلك التي يغلفها ويتحول بزيادة درجة الحرارة الى أول اوكسيد الكاربون وماء مما يعرض الجهاز أو الآلة الى التلف

2 – الورق (Paper)

ويستعمل في عزل الأجهزة الكهربائية وهو على أنواع عديدة منها (الورق الرقيق جداً ، والورق السميك .ورق الكرافيت ، ورق الجوت)

مميزات الورق : -

أ – يشبه القطن من حيث مميزاته وعيوبه

ب – الورق يعطي قوة عزل اكبر من القطن

ت – الورق اضعف من القطن من حيث القوة الميكانيكية مثل الشد والثني

ث – الورق يصبح عازلاً ضعيفاً لكونه يمتص الرطوبة بسهولة مالم يعالج بالزيت أو الوارنيش

3 – الاسبستوس (Asbestos)

أ – يتحمل الحرارة ولكنه عند تعرضه للحرارة العالية فانه يفقد الماء الموجود في تركيبه ويصبح هشاً

ب – يمتص الرطوبة من الجو لذا يعد من العوازل الضعيفة

ت – هش القوام لذا يمكن زيادة قوته باستخدام لب الخشب والغراء معه

4 – نسيج الزجاج (Glass)

أ – يعتبر نسيج الزجاج من العوازل الجيدة التي تتحمل درجات حرارة عالية

ب – لايمتص الرطوبة ت – يتحمل الاحماض ث – موصل جيد للحرارة

ج – يستخدم كغطاء خارجي للملفات أو العزل الحراري

عيوب نسيج الزجاج

أ – ضعيف التماسك

ب – يمكن أن يقشط بسهولة عند تعرضه للحرارة العالية ويمكن معالجة هذه الحالة بغمس النسيج في الوارنيش

5– الانسجة والافلام الصناعية

أ – يستخدم للعزل الكهربائي وأفضل أنواع الافلام الصناعية البولستر والبولي أثلين

ب – يستخدم عند درجات الحرارة المنخفضة ويصنف ضمن الصنف (O) أي بحدود 90 °C

ت – يصبح ليناً عند درجات الحرارة العالية

6 – المايكا

أن عملية استخراج المايكا من المحاجر يشبه عملية استخراج الفحم الحجري وتكون على شكل كتل كبيرة ثم تقطع على شكل ألواح أو رقائق ذو سمك قليل وتعد المايكا من أثمن المواد العازلة

خواص المايكا

أ – ذو قوة عزل عالية

ب – مقاومة ميكانيكية وكهربائية عالية

ت – الفقد الكهربائي اثناء الاستعمال قليل جداً

ث – مقاومة عالية للحوامض

ج – مرونتها مقبولة

ح – امتصاصها للرطوبة قليل جداً

خ – توصيلها للحرارة عالياً

د – تأثرها بالحراره العالية قليل جداً

7– الميكارتا

وتصنع من طبقات من القماش والورق أو الخشب بعد غمسها بصمغ صناعي ثم تضغط لتصبح مادة عازلة صلبة جداً تشبه المعادن

خواص الميكارتا

أ – تستخدم في صناعة الصامولات والاعمدة وحوامل قضبان التوزيع

ب – لاتتأثر بالحرارة والحوامض الخفيفة

ت – ماده غير مغناطيسية

ث – قليلة الامتصاص للرطوبة

8 – الشيلاك

أ – ماده تشبه الصمغ وتستعمل بكثرة في الصناعات الكهربائية

ب – مادة ذات عزل جيد وهشة

ت – قابلة للتفتت وضعيفة المقاومة للرطوبة

9 – الورنيشات العازلة اللاصقة

وهي مادة عازلة لها أهمية كبيرة في الصناعات الكهربائية وأهم فوائدها : -

أ – تعطي عمراً طويلاً للمواد العازلة الاخرى

ب – تزيد من قوة عزل المواد العازلة كنسيج الزجاج ونسيج القطن

ت – تحمي المواد العازلة والملفات من الرطوبة

ث – تزيد من القوة الميكانيكية للمواد الاخرى

ج – تقلل من تماسك التراب والغبار بالملفات المكشوفة

10 -العوازل المطاطية وهي أنواع

1 – المطاط المكلفن (V . R . I) Vulganised Rubber Insulator

مميزاته

أ – تضافه أليه نسبة (5 %) من الكبريت لتحسين ميكانيكيته

ب – مقاوم للمياه

ت – لايتحمل درجة حرارة أعلى من (55 °C)

ث – ذو مرونه مناسبة

2 - المطاط البيوتيلي B.R.I(Butly Rubber Insulator)

مميزاته

أ – قليل التأثر بالماء

ب – ذو مقاومة عالية للزيوت

ت – يتحمل درجة حرارة لغاية (80 °C)

ث – أقل تحمل ميكانيكي من المطاط المكلفن

3 – المطاط السليكوني S.R.I(Silicon Rubber Insulator)

يستخدم هذا النوع من العوازل في تراكيب الانارة المغلقة وذات التهوية الرديئة , مميزاته

أ – يتحمل درج حرارة لغاية (145 °C)

ب – غالي الثمن نسبياً

11- العوازل البلاستيكية وهي أنواع

1 – البلي فينول كلوريد (Poly Vinyle Chloride (P.V.C

ومميزاته

أ – يتحمل درجة حرارة لغاية (70 °C) بعدها تصبح المادة لدنة

ب – يبدي مقاومة ضعيفة في درجات الحرارة المنخفضة جداً حيث يمكن ان تحدث به تشققات

ت – مقاوم للمياه والحوامض والزيوت والقلويات ث – يجب عدم تعرض العازل للانحناءات الحادة

2 – البلي كلوربرين (Poly Chlorprene (P.C.P

مميزاته

أ – له مقاومة عالية للزيوت والبترول والكبريت وغاز المونيا ب – يعمل ضمن درجة حرارة (53 °C)

ت – يستخدم في المزارع والأماكن الرطبة التي يوجد فيها غاز الاوزون نتيجة تأثير الاشعة فوق البنفسجية على الاتربة الرطبة

3 – البولي ايثيلين المتصالب او المتشابك (XLPE)

تعد كيبلات XLPE واحدة من اكثر الكابيلات عالية الجهد المستخدمة على نطاق واسع , وهذه الكيبلات معزولة بمادة XLPE وهي عازل البولي ايثيلين المتشابك . وترمز حروف المصطلح XLPE الى : الحرف (X) من كلمة CROSS (تقاطع اوتشابك) , الحرف (L) يعني رابط , والحرفان (PE) تعني البولي ايثيلين

مميزاته

أ – لايحدث في العازل لدونة (مرونة) نتيجة ارتفاع الحرارة اكثر من حرارة عمل القابلو والعازل يصلد بالحرارة ويسمى Thermosetting ويتحمل حرارة (90) درجة مئوية بينما عازل PVC يلين بالحرارة Thermoplastic ويتحمل حرارة (70) درجة مئوية

ب – اقصى تحمل درجة حرارة نتيجة تيار القصر اللحظي لقابلوات XLPE هو (250) درجة مئوية بينمار في قابلوات PVC تتحمل (160) درجة مئوية

ت – صغر سمك العازل والمواصفات الميكانيكية الجيدة فأن قابلو ذو عزل XLPE اخف واسهل في عمل التأسيسات والنصب وعزله افضل من PVC بمقدار من 15% الى 30 % .

مراحل العزل في القابلوات الكهربائية

12 - العوازل المعدنية (Mineral Insulation)

هذا النوع من العوازل يتكون من أوكسيد المغنسيوم ويدخل في صناعة عوازل القابلوات ذات الغلاف المعدني المسمات (M.I.M.S) المستخدمة في الأماكن ذات درجات الحرارة العلية جداً وله مقاومة عالية للحرائق . وأن جهد هذه القابلوات المصنعة من هذا العازل بحدود (660) فولت

13 - الغازات

أ – تستخدم في العزل ويعد الهواء من العوازل الممتازة المستخدمة مع شبكات الضغط الواطئ والعالي النوع الهوائي منها وكذلك يستخدم في قواطع الدورة الكهربائية

ب – من الغازات الأخرى النايتروجين والهايدروجين حيث لها خاصية العزل والتبريد في الاجهزة الكهربائية

ت – جهد الانهيار للهواء (30 Kv / cm) حيث يتوقف على عوامل (درجة الحرارة ، والرطوبة ، والضط الجوي)

14 - الزيت العازل

أ – يستخدم كعازل في المحولات الكهربائية وقواطع الدورة لكلا الضغطين الواطئ والعالي

ب – يستخدم لأخماد الشرارة الناتجة من التوصيل والفصل عند الحمل أو في القصر(الشورت) في الأجهزة الكهربائية

الشروط التي يجب توفرها في الزيت العازل لكي يحافظ على درجة عزل عالية

أ – ان يكون الزيت نقي حيث أن الشوائب تساعد على انهيار عزل الزيت

ب – الرطوبة حيث ان زيادة الرطوبة على النسب المسموح بها تساعد على أنهيار عزل الزيت

ت – درجة الحرارة حيث ان ارتفاع درجة الحرارة تؤدي الى أنخفاظ الجهد اللازم للانهيار

ث – عدد مرات فتح وغلق التلامسات للقاطع أو حدوث دائرة القصر الكهربائي تؤدي الى تأين ذرات الزيت .

ج _ وأن جهد الانهيار للزيت يتراوح بين (**70 – 120**) كيلوفولت /سم

15 - عوازل الاسلاك المستخدمة في لف المكائن والمعدات

أسلاك لف المحركات مغطاة بطبقة من طلاء (الانامل الأكريلك الراتنجي **Acrylic Enamel Resin**) والذي يعرف تجارياً بأسم لكتون (**Lecton**) هذه الأسلاك خاصة بمحركات التبريد ، اما المحركات الاخرى فمغطاة بطبقة من الطلاء العادي (البلي فينيل الراتنجي **Polyviny Formdi Resin**) والمسمى تجارياً فورم فار(**Foremvar**)

جدول بمتانة بعض المواد المستخدمة في الصناعات الكهربائية

العازل	المتانة (مليون فولت \ متر)	العازل	المتانة (مليون فولت \ متر)
مايكا	200	زيت المحولات	15.7
بلاستك	59	الخزف (بورسلين)	7.87
ورق مشمع	50	هواء جاف	2.95
مطاط	27.5		

أنهيار العازل

جهد الانهيار هو الجهد الذي عنده يتحول العازل الى موصل ، ويتوقف على العوامل التالية
1 – درجة الحرارة ، والرطوبة ، والضغط
2 – عوامل ذاتية تتعلق بتركيب المادة وتركيب البلورات والشوائب الموجودة فيها
3 – عوامل خارجية تتعلق بشكل الاقطاب التي تستخدم لتسليط الجهد الكهربائي والمادة المصنوع منها وطبيعة سطح المادة

$$\text{جهد الانهيار الكهربائي} = \frac{\text{الفولتية المسلطة}}{\text{سمك العازل}} \qquad E = \frac{V}{d} \quad \frac{\text{فولت}}{\text{متر}}$$

E = متانة العزل مقاسة بدلالة الجهد الكهربائي V = الجهد الكهربائي d = سمك العازل

السماحية أو ثابت العزل (Permitivity)

السماحية : - هي النسبة بين كثافة الشحنة (D) الى شدة المجال الكهربائي (E) ويرمز لها بالرمز (ϵ) أيسلونة وتقاس بوحدة (فاراد\متر) (F/m) وتسمى بالسماحية المطلقة للمادة أي ان

$$\text{السماحية المطلقة للمادة} = \frac{\text{كثافة الشحنة الكهربائية}}{\text{شدة المجال الكهربائي}} \qquad (1) \qquad \epsilon = \frac{D}{E} \quad \frac{\text{فراد}}{\text{متر}} \ldots\ldots\ldots\ldots$$

ϵ = السماحية المطلقة للمادة ووحدتها (فاراد \ متر) D = كثافة الشحن الكهربائية وحدتها كولوم \ملم^2
E = شدة المجال الكهربائي وحدته (فولت \ متر)

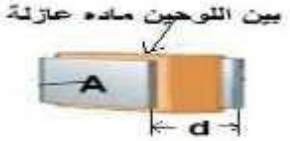
اذا حصلنا على لوحين معدنيين متوازيين مساحة كل منهما (A) والمسافة بينهما (d) فأنهما يكونان متسعة سعتها (C_o) اذا كان الحيز بينهما فراغاً أي ان

$$\text{سعة المتسعة العازل هواء} = \frac{\text{سماحية الفراغ} \times \text{مساحة لوح المتسعة}}{\text{سمك العازل}} \qquad \ldots\ldots 2$$

C_o = سعة المتسعة العازل هواء وحدتها فاراد (2) $C_o = \frac{\epsilon_o . A}{d}$ فاراد .....

ϵ_o= سماحية الفراغ وهي كمية ثابته تساوي (8.85×10^{-12}) فاراد \ متر
A = مساحة لوح المتسعة ووحدته المتر المربع(m^2) d = سمك العازل ووحدته المتر (m)

أما اذا استبدل الحيز (المفرغ) بين اللوحين بماده عازلة فان السعة تزداد أي ان



$$\text{سعة المتسعة} = \frac{\text{السماحية المطلقة للمادة} \times \text{مساحة لوح المتسعة}}{\text{سمك العازل}} \quad \ldots\ldots \quad 3$$

$$C = \frac{\epsilon . A}{d} \quad \text{فاراد} \quad \ldots\ldots (3) \qquad C = \text{سعة المتسعة بصوة عامه وحدتها فاراد}$$

ϵ = السماحية المطلقة للمادة ووحدتها فاراد/متر . وبقسمة المعادلة (3) على المعادلة (2) ينتج

$$\frac{C}{C_o} = \frac{\epsilon}{\epsilon_o} = \epsilon_r \qquad \text{ومنها نحصل على} \qquad \epsilon = \text{السماحية النسبية للمادة وهي بدون وحدات}$$

$$\epsilon = \epsilon_o . \epsilon_r \quad \frac{\text{فاراد}}{\text{متر}} \qquad \text{السماحية المطلقة للمادة = سماحية الفراغ × السماحية النسبية للمادة}$$

فيكون القانون العام للمتسعات هو

$$\text{سعة المتسعة} = \frac{\text{سماحية الفراغ} \times \text{السماحية النسبية} \times \text{مساحة لوح المتسعة}}{\text{سمك العازل}}$$

$$C = \frac{\epsilon_o . \epsilon_r . A}{d} \quad \text{فاراد}$$

أن السعة كما هو معلوم تمثل نسبة الشحنات الكهربائية التي تظهر على لوحي المتسعة عند تسليط فرق جهد عبرها فاذاكانت الشحنة الكهربائية (Q) بالكولوم وفرق الجهد الكهربائي (V) بالفولت فأن

$$\text{سعة المتسعة} = \frac{\text{شحنة المتسعة}}{\text{الفولتية}} \qquad C = \frac{Q}{V} \quad \text{فاراد}$$

وان وحدة الشحنة الكهربائية (Q) هي الكولوم من الشحنات في مساحه (A) من الامتار المربعة للوح المتسعة يعني ان كثافة الشحنات في اللوح هي (D) اي ان

$$\text{كثافة الشحنة} = \frac{\text{الشحنة}}{\text{المساحة}} \qquad D = \frac{Q}{A} \quad \frac{\text{كولوم}}{m^2}$$

جدول بالسماحية النسبية لبعض المواد التي تدخل بصناعة المكثفات

العازل	السماحة النسبية (ϵ_r)	العازل	السماحة النسبية (ϵ_r)
هواء جاف	1	المطاط	3 ـــ 2.5
الخزف (بورسلين)	6	ورق مشمع	2.5
زيت المحولات	4	بلاستك	2
مايكا	7		

قوانين ربط المتسعات

لعلك تتسائل ماالغرض من ربط المتسعات على التوالي او على التوازي .توجد طريقتان لربط المتسعات احداهما لزيادة السعة المكافئة للمجموعة ولأجل ذلك تربط المتسعات على التوازي مع بعضها فتزداد بذلك المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة المكافئة للمجموعة المتوازية . والطريقة الاخرى لتقليل السعة المكافئة ليكون بامكاننا وضع فرق جهد كهربائي بمقدار اكبر على طرفي المجموعة قد لاتتحمله أي متسعة من المجموعة لو ربطت منفردة ولاجل ذلك تربط المتسعات على التوالي مع بعضها .

1 – ربط المتسعات على التوالي

$$\frac{1}{\text{السعة الكلية}} = \frac{1}{\text{س}_1} + \frac{1}{\text{س}_2} + \frac{1}{\text{س}_3} + \dots \dots \text{ فاراد} \qquad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots (F)$$

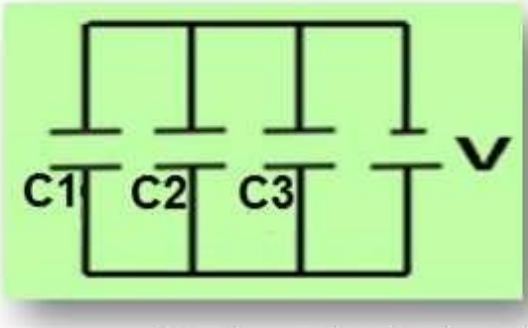
الشحنة الكلية للمتسعات = شحنة المتسعة الأولى = شحنة المتسعة الثانية = شحنة المتعة الثالثة = ...

$$Q_{total} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \cdots$$

الفولتية الكلية للمتسعات = فولتية المتسعة الأولى + فولتية المتسعة الثانية + فولتية المتسعة الثالثة + ...

$$V_{total} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3} + \cdots$$

2 – ربط المتسعات على التوازي



السعة الكلية = س$_1$ + س$_2$ + س$_3$ + ... (فاراد)

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \dots F$$

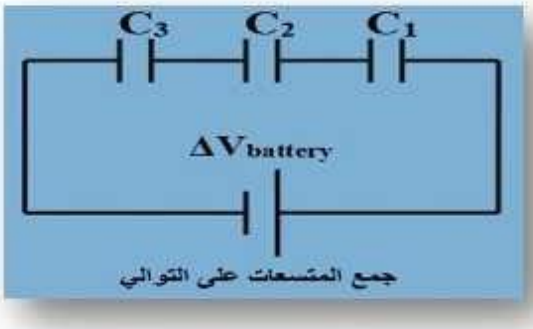
الفولتية الكلية للمتسعات = فولتية المتسعة الأولى = فولتية المتسعة الثانية = فولتية المتسعة الثالثة = ...

$$V_{total} = V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = \cdots$$

الشحنة الكلية = شحنة المتسعة الأولى + شحنة المتسعة الثانية + شحنة المتسعة الثالثة + ...

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots$$

مثال1 / ثلاث متسعات سعاتها حسب الترتيب (6μF ,9μF , 18μF) مربوطه مع بعضها على التوالي , شحنت المجموعة بشحنة كلية (300 μCoulomb) . احسب مقدار



1- السعة المكافئة للمجموعة

2- الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة

3- فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة

4- فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة

1 – بما ان مجموعة المتسعات مربوطة مع بعضها على التوالي فان سعتها المكافئة تحسب من العلاقة الاتية :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots (F)$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{3+2+1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \quad \Longrightarrow \quad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{3}$$

$C_{eq} = 3\mu F$ مقدار السعة المكافئة

2 – بما ان المتسعات مربوطة على التوالي فيكون مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة متساوي ويساوي مقدار الشحنة الكلية للمجموعة .

$$Q_{total} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q = 300\ \mu Coulomb$$

3 – نحسب فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة

$$V_{total} = \frac{Q_{total}}{C_{eq}} \text{ فولت} \qquad V_{total} = \frac{300}{3} = 100V$$

4 – نحسب فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{300}{6} = 50V \qquad V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{300}{9} = \frac{100}{3} = 33.3V$$

$$V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{300}{18} = \frac{50}{3} = 16.7V$$

مثال2 / اربع متسعات سعاتها حسب الترتيب (4μF , 8μF ,12μF , 6μF) مربوطه مع بعضها على التوازي . ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12 V) . احسب مقدار

1- السعة المكافئة للمجموعة 2 - الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة

3- الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .

1 – نحسب السعة المكافئة للمجموعة على وفق العلاقة الاتية

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = 4 + 8 + 12 + 6 = 30\mu F$$

2 – بما ان المتسعات مربوطة مع بعضها على التوازي فيكون فرق الجهد بين صفيحتي كل منها متساوي . ويساوي فرق الجهد بين قطبي البطرية (12 V)

$$V_{total} = V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V$$

فتكون الشحنة المختزنة في المتسعة الاولى $Q_1 = C_1 \times V = 4 \times 12 = 48\ \mu Coulomb$

والشحنة المختزنة في المتسعة الثانية $Q_2 = C_2 \times V = 8 \times 12 = 96\ \mu Coulomb$

والشحنة المختزنة في المتسعة الثالثة $Q_3 = C_3 \times V = 12 \times 12 = 144\ \mu Coulomb$

والشحنة المختزنة في المتسعة الرابعة $Q_4 = C_4 \times V = 6 \times 12 = 72\ \mu Coulomb$

3 – الشحنة الكلية تحسب على وفق العلاقة التالية $Q_{total} = C_{eq} \times V$

$$Q_{total} = 30 \times 12 = 360\ \mu Coulomb$$

او تحسب من جمع الشحنات المختزنة في اي من صفيحتي كل متسة

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_{total} = 48 + 96 + 144 + 72 = 360\ \mu\ Coulomb$$

مثال3 / أحسب سعة المتسعة المؤلفة من لوحين معدنيين مساحة اللوح ($0.5m^2$) يفصلهما عازل من الهواء بسمك (1mm) ، ثم أحسب سعة المتسعة اذا أدخل بين اللوحين غشاء عازل بسمك (0.25mm) علماً ان السماحية النسبية لهذا العازل (6) ، ثم أحسب السعة اذا استبدل الهواء بكامله بالمادة العازلة ؟

1 - الجواب

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 . A}{d}$$

$$C_o = \frac{(8.85\times10^{-12})\times0.5}{1\times10^{-3}} = 4.425 \times 10^{-9}\ \ (F)\ \text{فاراد}$$

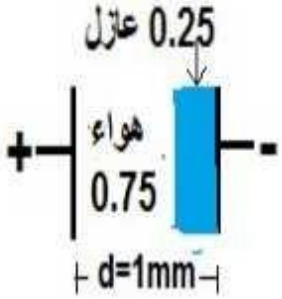
$$C_{0}=4.425 \quad (nF)\ \text{نانوفاراد}$$

2 – عند أدخال عازل بسمك (0.25mm) فأن المتسعة تصبح كأنها متسعتين على التوالي الأولى (C_1) عازلهاهواء بسمك (0.75mm) والثانية (C_2) تحتوي على عازل بسمك (0.25mm) سماحيته النسبية (6) . وتبقى المساحة نفسها للمتسعتين .

2 – الجواب

$$C_1 = \frac{(8.85\times10^{-12})\times0.5}{0.75\times10^{-3}} = 5.9 \times 10^{-9} \quad (F)\ \text{فاراد}$$

$$C_2 = \frac{(8.85\times10^{-12})\times6\times0.5}{0.25\times10^{-3}} = 106.2 \times 10^{-9} \quad (F)\ \text{فاراد}$$



$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{5.9\times10^{-9}} + \frac{1}{106.2\times10^{-9}}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = 0.169\times10^{9} + 0.009\times10^{9}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = 0.178\times10^{9} \quad \Rightarrow \quad C_{eq} = 5.62\times10^{-9}$$

وبطريقة اخرى

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{\frac{\epsilon_0 A}{d_1}} + \frac{1}{\frac{\epsilon_0 . \epsilon_r . A}{d_2}} = \frac{d_1}{\epsilon_0 . A} + \frac{d_2}{\epsilon_0 . \epsilon_r . A}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{0.75\times 10^{-3}}{4.425\times 10^{-12}} + \frac{0.25\times 10^{-3}}{26.55\times 10^{-12}} \quad \Longrightarrow \quad \frac{1}{C_{eq}} = 0.169 \times 10^{9} + 0.009 \times 10^{9}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = 0.178 \times 10^{9} \quad \Longrightarrow \quad C_{eq} = 5.62 \times 10^{-9} \text{ فاراد (F)}$$

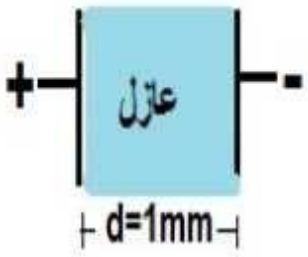
$$C_{eq} = 5.62 \text{ نانوفراد (nF)}$$

3 – أما اذا أدخل العازل ليحل محل الهواء فأن السعة تكون

$$C = \frac{\epsilon_o \cdot \epsilon_r \cdot A}{d}$$

$$C = \frac{(8.85\times 10^{-12})\times 6\times 0.5}{1\times 10^{-3}} = 26.55 \times 10^{-9} \text{ فاراد (F)}$$

$$C = 26.55 \text{ نانوفاراد (nF)}$$



ويمكن الاجابة بطريقه ثانية وكماياتي

$$C = \epsilon_r C_o = 6 \times 4.425 = 26.55 \text{ نانوفاراد (F)}$$

المغناطيسية

أنواع المواد المغناطيسية

1 – الفيرومغناطيسية (Ferromagnetic) : - هي المواد التي تنجذب بالمغناطيس الاعتيادي فهي تملك قابلية تمغنط عالية (مثل الحديد , الفولاذ , النيكل , الكوبلت .... وغيرها)

خواصها

أ – اطلق على هذه المواد أسم الفيرومغناطيسية لأنها تحوي على معدن الحديد أو احد مركباته

ب – شدة التمغنط في هذه المواد تعتمد على شدة المجال المغناطيسي وحالة المادة السابقة

ت – عند تعليقها في مجال مغناطيسي كبير فأنها تنتظم بموازاة المجال تماماً

ث – تتأثر كثيراً بدرجات الحرارة العالية وتتحول الى مواد بارامغناطيسية ، وتفقد مغناطيسيتها كذلك بالطرق والتسخين

2 – البارامغناطيسية (Paramagnetic) : - هي المواد التي تنجذب بالمغناطيس القوي تجاذباً ضعيفاً (مثل اليورانيوم , البلاتين , الزجاج , الأوكسجين السائل , التيتانيوم ..... وغيرها)

خواصها

أ – تأثرها قليل بالتمغنط

ب – عند تعليقها في مجال مغناطيسي كبير فأنها توازيه بصوره جزئية

ت – أتجاه العزوم المغناطيسية يتأثر كثيراً بدرجات الحرارة

3 – الدايامغناطيسية (Diamagnetic) : - هي المواد التي تتنافر مع المغناطيس القوي تنافراً ضعيفاً (مثل البزموث , الفسفور , الانتيمون , الزنك , الرصاص , القصدير , ... وغيرها)

خواصها

أ – تأثرها قليل وسالب بالتمغنط أي ان هذه المواد لاتملك الصفة المغناطيسية

ب – عند تعليقها في مجال مغناطيسي كبير فأنها تنتظم عمودياً على المجال

ت – لاتتأثر بدرجات الحرارة

الفيض المغناطيسي (Magnetic Flux)

هو مجموعة الخطوط المغناطيسية التي تمثل المجال المغناطيسي ويرمز له (φ) ووحدته (wb) ويبر

كثافة الفيض المغناطيسي (Magnetic Flux Density)

وهو عدد الخطوط المغناطيسية التي تقطع المساحة العمودية على اتجاه هذه الخطوط ويرمز لها (B) ووحدتها (Wb/m^2) وتسمى تسلا (tesla) أي ان : -

$$\text{كثافة الفيض المغناطيسي} = \frac{\text{الفيض المغناطيسي}}{\text{المساحة}} \qquad B = \frac{\varphi}{A} \quad (Wb/m2)$$

φ = الفيض المغناطيسي ووحدته (wb) ويبر

A = المساحة العمودية على اتجاه المجال المغناطيسي ووحدته (m^2)

الدائرة التخلفية (حلقة الهسترة) (Hysetasis Loop)

لغرض معرفة الخصائص المغناطيسية لأي مادة يرسم منحني بين شدة المجال المغناطيسي (H) وكثافة الفيض المغناطيسي (B) ، لذلك نجري تجربة بسيطة وكما يلي

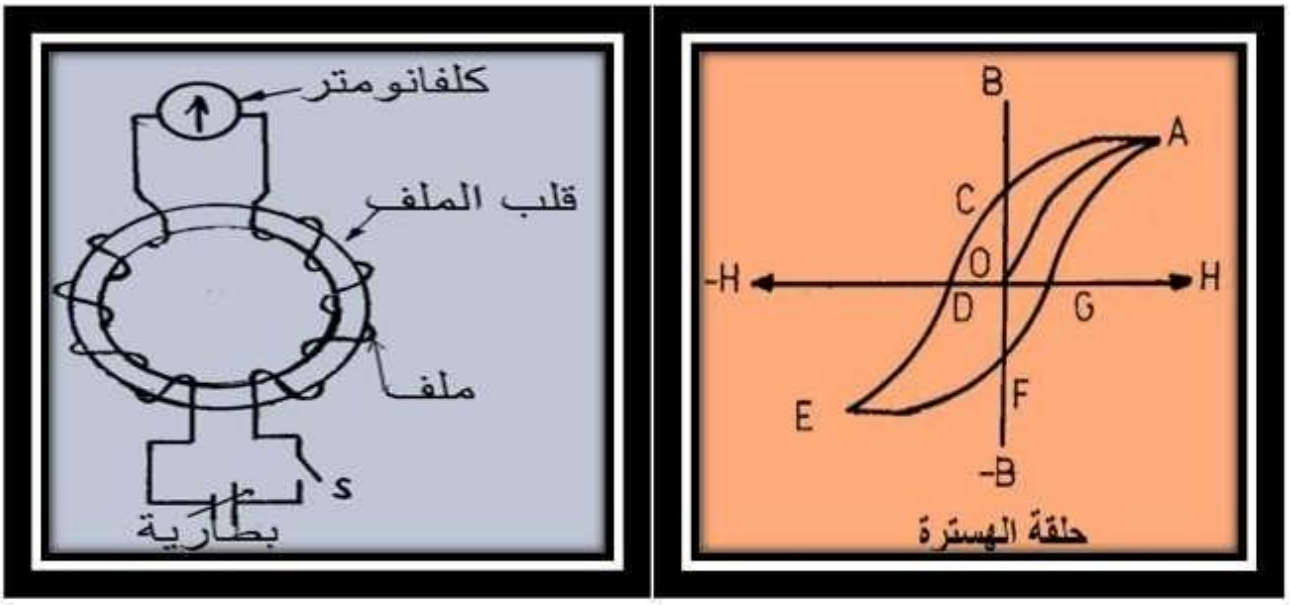
1 – في الدائرة الكهربائية ادناه اذا زاد التيار (I) تزداد شدة المجال المغناطيسي (H) حيث أن

$$\text{شدة المجال المغناطيسي} = \frac{\text{عدد لفات الملف} \times \text{التيار الكهربائي}}{\text{طول مسار المجال المغناطيسي}} \qquad \frac{\text{أمبير . لفة}}{\text{متر}}$$

H = شدة المجال المغناطيسي ووحدته (أمبير . لفه \ متر) $H = \frac{N.I}{L}$ A.T/m

I = التيار الكهربائي ووحدته (أمبير) **N = عدد لفات الملف**

L = طول مسار المجال المغناطيسي وهو محيط الحلقة في هذه التجربة



وتزداد كثافة الفيض المغناطيسي المنحني (0A) كما في الرسم المجاور حيث ان : -

كثافة المجال المغناطيسي = النفاذية المطلقة للمادة × شدة المجال المغناطيسي وحدتها (تسلا أو $\frac{\text{ويبر}}{2\text{م}}$)

μ = النفاذية المطلقة للمادة ووحدتها (ويبر\ أمبير. متر) $B = \mu . H$ *Tesla*

النقطة (A) هي نقطة الاشباع الأمامي

2 – نقلل التيار الى الصفر المنحني يسلك المسار (AC) كثافة الفيض تساوي (0C) ويسمى الفيض المتبقي وهو الذي يجعل المادة تسلك الصفة المغناطيسية الدائمة

3 – نعكس أتجاه التيار ونزيد مقداره المنحني يسلك المسار(CD) عندها كثافة الفيض تساوي صفر وشدة المجال تساوي(0D) ويطلق على هذه القيمة (القوة المغناطيسية القهرية أو القسرية) . وعنده تفقد المادة المغناطيسية مغناطيسيتها الدائمة

4 – زيادة التيار السالب نصل النقطة (E) حد الأشباع السالب

5 – نقلل التيار السالب الى الصفر عندئذ المسار (EF) (0F = 0C = الفيض المتبقي)

6 – نعكس اتجاه التيار مره أخرى نصل النقطة (G) عندها كثافة الفيض تساوي صفر

7 – أن المساحة المحددة بالنقاط (*ACDEFGA*) تسمى حلقة الهسترة

النفاذية المغناطيسية (Magnetic Permeability)

وهي النسبة بين كثافة الفيض المغناطيسي (B) الى شدة المجال المغناطيسي (قوة التمغنط) (H) وتعتمد النفاذية على نوع المادة وطبيعتها حيث أن : -

النفاذية المطلقة للمادة = $\frac{\text{كثافة المجال المغناطيسي}}{\text{شدة المجال المغناطيسي}}$ $\mu = \frac{B}{H}$ وحدتها $\frac{\text{wb}}{A.m}$

$\mu = \mu_0 . \mu_r$

μ = النفاذية المطلقة للمادة ووحدتها (ويبر \ أمبير . متر)

μ_0= نفاذية الفراغ وقيمتها (1.26×10^{-7}) ووحدتها (ويبر \ أمبير . متر)

μ_r = النفاذية النسبية للمادة وتكون بدون وحدات وهي للهواء والخشب تساوي واحد

القوة الدافعة المغناطيسية (Magnetic Motive Force)

يعتمد الفيض المغناطيسي في الدائرة المغناطيسية على مقدار شدة التيار (I) وعلى عدد لفات الملف (N) أي ان

القوة الدافعة المغناطيسية = التيار الكهربائي × عدد لفات الملف وحدتها(A. T) لفه .أمبير $MMF = I.N$

MMF = القوة الدافعة المغناطيسية I = التيار المار بالملف N = عدد ملفات الملف

س1– أحسب كثافة الفيض المغناطيسي اذا علمت ان الفيض المار على سطح مساحته ($0.02m^2$) هو (50×10^{-6} wb) ؟

الجواب $B = \frac{\varphi}{A} = \frac{50 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-2}} = 25 \times 10^{-4} \ \frac{Wb}{m^2}$

س2 – أحسب قيمة الفيض الازم للحصول على كثافة فيض مغناطيسي مقداره (*0.03 Wb/m²*) اذا علمت ان المساحة العمودية على المجال ($0.01\ m^2$) ؟

الجواب $B = \frac{\varphi}{A} \longrightarrow \varphi = B.A = 0.03 \times 0.01 = 3 \times 10^{-4} \ Wb$

القوة المؤثرة على موصل يحمل تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي

عندما نضع موصل طوله (L) بالمتر ويحمل تيار كهربائي مقداره (I) بالأمبير في مجال مغناطيسي كثافته (B) بالويبر/متر فأن القوة الميكانيكية المؤثرة على الموصل هي F

القوة الميكانيكية = كثافة الفيض المغناطيسية × طول الموصل × التيار المار بالموصل

$$F = B.L.I \qquad \text{نيوتن (N)}$$

F = القوة الميكانيكية ووحدتها النيوتن

وهذه القيمة العظمى للقوة الميكانيكية (F) تحصل فقط عندما يكون المجال المغناطيسي عمودي على الموصل . اما اذا حصلت زاويه مقدارها (θ) بين المجال المغناطيسي والموصل فأن القوة المؤثرة تصبح : -

القوة الميكانيكية = كثافة الفيض المغناطيسية × طول الموصل × التيار المار بالموصل × جيب الزاوية المحصورة بين كثافة الفيض والموصل

$$F = B.L.I.\sin\theta \qquad \text{Newton}$$

أن توليد حركة ميكانيكية نتيجة لوضع سلك أو ملف حامل للتيارالكهربائي في مجال مغناطيسي هو مبدأ الذي تعمل به جميع المحركات والمولدات الكهربائية .

س3 – موصل كهربائي يحمل تيار (800A) داخل مجال مغناطيسي كثافته (0.5 تسلا) . جد القوة (F) المؤثرة على الموصل لوحدة الطول ؟

الجواب $F = B.L.I = 0.5 \times 1 \times 800 = 400 \ N$

س4 – موصل يحمل تيارمقداره (400A) ويصنع زاوية قائمة مع مجال مغناطيسي كثافته ($0.5wb/m^2$) أحسب القوة المؤثرة على الموصل اذا كان طول الموصل (2m) . ثم أحسب القوة المؤثرة على الموصل اذا كانت الزاوية بين الموصل والمجال (30) درجة ؟

الجواب/

أ- $F = B.L.I.\sin\theta \longrightarrow \theta = 90$

$F = 0.5 \times 2 \times 400 \times 1 = 400 \ N \longrightarrow \sin 90 = 1$

ب- $F = B.L.I.\sin 30 \longrightarrow \sin 30 = 0.5$

$F = 0.5 \times 2 \times 400 \times 0.5 = 200 \ N$

الدائرة المغناطيسية (Magnetic Circuit)

تنشأ الدائرة المغناطيسية عند سريان تيار في ملف موضوع حول قلب حديدي تتولد فيه خطوط مغناطيسية تأخذ مساراً مغلقاً خلال الحلقة .

س5 – موصل طوله (4) متر يحمل تيار مقداره (20 A) ويصنع زاوية (30) درجة مع المجال . أحسب كثافة الفيض اذا كانت القوة المؤثرة على الموصل (25 N) ؟

الجواب

$$F = B.L.I.\sin\theta$$

$$B = \frac{F}{L.I.\sin\theta} = \frac{25}{4\times20\times0.5} = \frac{25}{40} = 0.625\ \frac{Wb}{m^2}$$

س6 – ملف طوله (0.1m) يحتوي على (100T) لفه أحسب التيار الازم لانتاج شدة مجال مغناطيسي مقداره (10 AT/m) ، ثم أحسب كثافة الفيض المغناطيسي في الهواء ؟

الجواب/ أ-

$$H = \frac{I.N}{L}$$ أمبير . لفه \ متر (A.T/ m)

$$I = \frac{H.L}{N} = \frac{10\times0.1}{100} = \frac{1}{100} = 0.01\ \ (A)$$ أمبير

ب -

$$B = \mu.H = \mu_o.\mu_r.H = 1.26\times10^{-7}\times1\times10 = 1.26\times10^{-6}\ \frac{wb}{m^2}$$

الخواص الميكانيكية للمواد

عند استخدام مادة كهربائية في أداء وظيفة ما ، يجب التأكد من ان هذه المادة سوف تتحمل كافة الأجهادات المؤثرة عليها سواء كانت كهربائية مثل فرق الجهد أو المجال الكهربائي ، أم كانت ميكانيكية مثل الأحمال الثابته والمتغيرة أو درجات الحرارة . أن الأجهادات الميكانيكية اذا زادت عن مقدار معين تؤثر على المادة وتسبب انهيار في تركيبها أو بنائها الداخلي وبالتالي تصبح المادة غير صالحة للاستمرار في وظيفتها الأساسية والأجهادات عدة أنواع منها (أجهاد الشد ، أجهاد الضغط ، أجهاد القص والذي وهوتماس أو أحتكاك بين سطحين ، أجهاد الحني ، أجهاد التحميل والاجهاد الحراري)

الأجهاد : - هو القوة المسلطة على وحدة المساحة (وكذلك يسمى وحدة المقاومة للمادة) ويرمز له بالرمز (σ) ووحدته نيوتن\ م^2 (N/m^2) أي ان الأجهاد : -

$$\sigma = \frac{P}{A} \qquad \left(\frac{N}{m^2}\right)$$

الأجهاد = القوة / المساحة وحدته **نيوتن / المتر تربيع**

σ = الأجهاد ووحدته نيوتن\ م^2 (N/m^2)

P = الحمل المسلط بالكيلوغرام كوزن أو بالنيوتن كضغط **A = مساحة المقطع المتعرض للاجهاد (m^2)**

الاستطالة : - هو التغير بالطول بزيادة أو نقصان ويرمز لها (ΔL) وهي تساوي الطول الجديد ناقص الطول الأصلي ووحدتها المتر (m)

$$\Delta L = L - L_o \qquad (m)$$

التغير في الطول = الطول الجديد – الطول الأصلي

ΔL = الاستطالة ووحدتها المتر (m) **L = الطول الجديد وحدته المتر (m)**

L_o = الطول الاصلي وحدته المتر (m)

المرونة وتسمى الانفعال: - هي النسبة بين مقدار الاستطالة الى الطول الأصلي ويرمز لها بالرمز (e) Epsilon والمرونة مجردة من الوحدات حيث : -

$$e = \frac{\Delta L}{L_o}$$

المرونة = التغير في الطول / الطول الأصلي **e = المرونة مجرد من الوحدات**

ملاحظة : **- المرونة في الشد(السحب) تكون موجبه و مرونة في الضغط تكون سالبه**

الأجهاد الاعظم : - هو الشد أو الضغط الذي يحدث عمودياً على مساحة المقطع بأتجاه الحمل
الأجهاد الحراري : - ان التغير في درجات الحرارة يسبب تمدداً او تقلص في الاجسام ، ومقدار التشوه الطولي بسبب الحرارة (δL_T) يعبر عنه بالعلاقة التالية ، ووحدته المتر (m)

التغير بالطول بسبب الحرارة = طول العينة × معامل التمدد الطولي × التغير الحراري

$\delta L_T = L . \alpha . \Delta T \quad (m)$ = مقدار التشوه الطولي بسبب الحرارة او الزيادة بالطول δL_T

L = طول العينة بالمتر α = معامل التمدد الطولي ووحدته ($\frac{1}{°C}$)

ΔT = التغير في درجات الحرارة ووحدتها (C°)

س 1 / سلك من الألمنيوم طوله (50) مترمربوط بين عمودين كهرباء ما مقدار التغير في طوله بين الصيف والشتاء اذا كان مقدار التغير في درجة الحرارة يصل الى (30 °C) , علماً ان معامل التمدد الطولي للألمنيوم (23×10^{-6}) ووحدته ($\frac{1}{°C}$) ؟

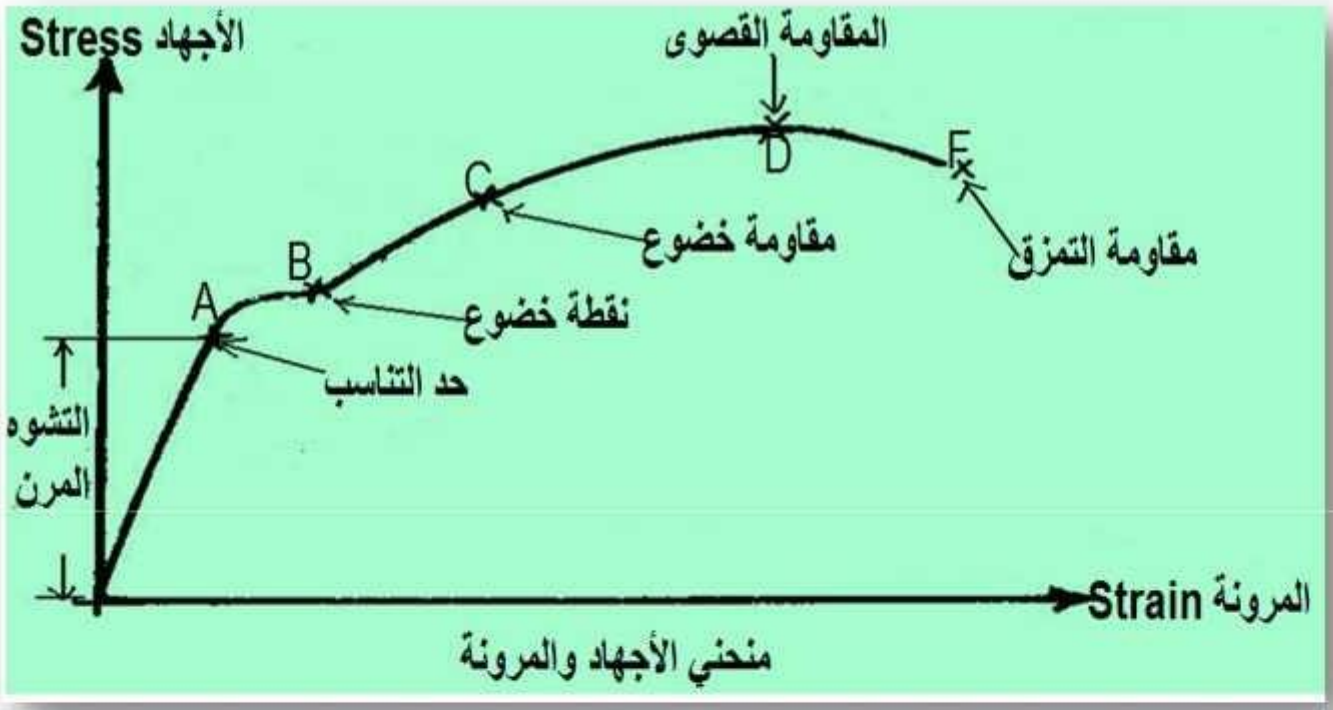
الجواب/ $\delta L_T = L . \alpha . \Delta T = 50 \times 23 \times 10^{-6} \times 30$

مقدار الزيادة بالطول $\delta L_T = 34500 \times 10^{-6} \ (m) = 0.0345m = 34.5\ mm$

منحنى العلاقة بين الأجهاد والمرونة

المخطط البياني ادناه يمثل العلاقة بين الاجهاد والمرونة ونستنتج من المنحني مايلي ، عند زوال الاجهاد في المرحلة (0A) ترجع المادة الى حالتها الأصلية وتسمى هذه المنطقة (التشويه المرن) ويطبق فيها (قانون هوك) والذي ينص على أن النسبة بين الأجهاد والمرونة كميه ثابته وتدعى معامل المرونة ويرمز لها بالرمز (y) وكذلك يسمى معامل المرونة (معامل يونك) ووحدتها (نيوتن \ المتر المربع) حيث أن

معامل المرونة = $\frac{\text{الأجهاد}}{\text{المرونة}}$ وحدته $\frac{\text{نيوتن}}{\text{متر تربيع}}$ $\frac{N}{m^2}$ $y = \frac{\sigma}{e}$



النقاط المميزة في المنحني

1 – حد التناسب (الحد المرن) : وهو الاجهاد الذي تعود المادة قبله الى شكلها الأصلي بعد زوال القوة المؤثرة

2 – المنطقة من النقطة (A) الى النقطة (F) تسمى التشويه اللدن وفيها لاترجع المادة الى حالتها الأصلية بعد زوال القوة المؤثرة

3 – أجهاد الخضوع : هو أقل أجهاد يؤدي الى حدوث تشويه لدن محدد في العينة أو المادة

4 – الأجهاد الاعظم (المقاومة القصوى) : هو اعلى اجهاد يمكن ان تتحمله المادة قبل ان تنكسر

5 – اجهاد الكسر (مقاومة التمزق) : هو الاجهاد الذي تتحطم عنده المادة

قيم معامل يونك لبعض المواد

المادة	معامل يونك (N/m^2)	المادة	معامل يونك (N/m^2)	المادة	معامل يونك (N/m^2)
الألمنيوم	70×10^9	الماس	1200×10^9	الفولاذ	200×10^9
الرصاص	16×10^9	الذهب	79×10^9	الخرسانة	$(25 - 30) \times 10^9$
النحاس	120×10^9	تنكستن	360×10^9	الزجاج	65×10^9

أمثلة على الخواص الميكانيكية للمواد

س2 – سلك من المعدن مستخدم في التأسيسات الكهربائية قطره (5mm) وطوله (1.5m) تعرض لقوة شد مقدارها (2×10^4) نيوتن ؟ احسب أ – الأجهاد ب – الأنفعال ت – مقدار الاستطالة علماً بأن معامل المرونة هو (2.14×10^6 $N/(mm)^2$)

الجواب أ) $\sigma = \frac{p}{A} = \frac{2 \times 10^4}{\pi(2.5)^2} = \frac{2 \times 10^4}{3.14 \times 6.25} = \frac{2 \times 10^4}{19.625} = 1019 \quad \frac{N}{(mm)^2}$

ب) $y = \frac{\sigma}{e} \quad \Rightarrow \quad e = \frac{\sigma}{y} = \frac{1019}{2.14 \times 10^6} = 4.76 \times 10^{-4}$

ت) $e = \frac{\Delta L}{L_o} \quad \Rightarrow \quad \Delta L = e \times L_o$

$$\Delta L = e \times L_o = 4.76 \times 10^{-4} \times 1.5 = 7.14 \times 10^{-4} \ (m)$$

س3 – موصل كهربائي قطره (0.6mm) وطوله (20 cm) ، أحسب أجهاد الشد والنسبة المئوية للاستطالة اذا قطع تحت تأثير كتلة مقدارها (6.5 kg) والطول عند القطع (28 cm) والتعجيل الأرضي ثابت مقداره (9.8 N/KG) ؟

الجواب (نحول الوزن الى قوه حيث ان وحدة الكتلة الكيلوغرام ووحدة القوة هي النيوتن)

القوة (P) = الكتلة × التعجيل الأرضي (N)

القوة (P) = 6.5 × 9.8 = 63.7 نيوتن

أ – الأجهاد $\sigma = \frac{p}{A} = \frac{63.7}{\pi(0.3)^2} = \frac{63.7}{3.14 \times 0.09} = \frac{63.7}{0.2826} = 225 \quad \frac{N}{(mm)^2}$

ب – النسبة المئوية للاستطالة $\Delta L\% = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100 = \frac{28-20}{20} \times 100 = 40\%$

س4 – مسمار ملولب قطره (25 mm) يتعرض الى شد مركزي مقداره (40 KN) . المطلوب حساب أجهاد الشد في رقبة المسمار ومقطع اخر من قعر سن اللولب حيث يكون القطر (21 mm) ؟

الجواب/

أ – نفرض مساحة مقطع المسمار في الرقبة (A_1) والأجهاد (σ_1)

مساحة الدائرة = (نصف القطر)^2 ×π

$$A_1 = r^2 \times \pi = (\frac{25}{2})^2 \times \pi = 156.25 \times 3.14 = 490.6 \quad (mm)^2$$

$$\sigma_1 = \frac{P}{A_1} = \frac{40 \times 10^3}{490.6} = 81.5 \quad \frac{N}{(mm)^2}$$

ب – نفرض مساحة مقطع المسمار عند قعر سن اللولب (A_2) والأجهاد (σ_2)

$$A_2 = r^2 \times \pi = (\frac{21}{2})^2 \times \pi = 110.25 \times 3.14 = 346 \quad (mm)^2$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{A_2} = \frac{40 \times 10^3}{346} = 115.6 \quad \frac{N}{(mm)^2}$$

س5 – سلك فولاذي طوله (4m) ومساحة مقطعه ($0.05cm^2$) مامقدار الزيادة الحاصلة في طوله اذا سحب بقوة (500N) ؟ معامل يونك للفولاذ (200×10^9 N/m^2)

الجواب

$$y = \frac{\sigma}{e} = \frac{\frac{P}{A}}{\frac{\Delta L}{L_o}} = \frac{P.L_o}{A.\Delta L} \qquad \frac{N}{m^2}$$

مقدار الزيادة في الطول

$$\Delta L = \frac{P.L_o}{A.y} = \frac{500 \times 4}{200 \times 10^9 \times 0.05 \times 10^{-4}}$$

$$\Delta L = 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 2\text{mm}$$

محطات التوليد الكهربائية

محطة التوليد الكهربائية : هي منشأة تنتج الطاقة الكهربائية حيث يتم تحويل الطاقة الحرارية المستخدمة في المحطة الى طاقة حركية لتشغيل المولد الكهربائي الذي يعتبر العنصر الرئيسي الذي تعمل كل عناصر المحطة من اجل تشغيله

المولد الكهربائي : هو الة دواره تحول الطاقة الميكانيكية الى تيار كهربائي , ينتج التيار الكهربائي من الحركة النسبية بين المجال المغناطيسي للجزء الثابت والجزء الدوار (المنتج) .

معظم محطات توليد الطاقة الكهربائية في العالم تحرق الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي لتوليد الكهرباء وكذلك استخدام مصادر الطاقة النظيفة الطاقة النووية , وكذلك الاستخدام المتزايد لمصدر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية , وطاقة الرياح , وطاقة الأمواج , والطاقة الكهرومائية .

أنواع محطات التوليد الكهربائية

1– المحطات الحرارية

وهي التي يتم فيها تحويل الطاقة الحرارية والتي غالباً ماتنتج عن احتراق الوقود الى طاقة حركية لتوليد الكهرباء , وهذا النوع من المحطات هو الغالب على مستوى العالم . وتصنف المحطات الحرارية الى : -

أ – محطات احتراق داخلي : تستخدم التوربين الغازي ب – محطات بخارية : تستخدم التوربين البخاري ,والتوربين البخاري يدور بفعل ضغط البخار الناتج عن غلي الماء بأستخدام احد أنواع الوقود التالية

1 – الأنشطار النووي 2 – الوقود الأحفوري 3 – اشعة الشمس 4 – حرارة باطن الأرض

2 – محطات الطاقة المائية

ويتم فيها تحويل طاقة الوضع التي تختزنها المياه في المناطق المرتفعة كأعالي السدود والشلالات الى طاقة حركية لتدير توربين مائي والذي بدوره يدير المولد الكهربائي .

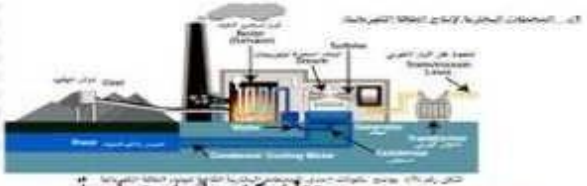
3 – محطات الطاقة الشمسية

تستخدم فيها الخلايا الشمسية لتحويل اشعة الشمس مباشرة الى كهرباء , وقد تحتاج هذه الطريقة الى تحويل التيار الى تيار متردد لنقله الى المستهلك , ولكنها تتميز بعدم وجود أجزاء ميكانيكية وسيطة لتحويل الطاقة .

4 – محطات طاقة الرياح

يمكن استخدام طاقة الرياح في المناطق التي تتمتع برياح سريعة وقوية لتدوير طواحين الهواء والتي بدورها تستخدم في توليد الطاقة الكهربائية , يميز هذه الطاقة انها نظيفة تماماً ولا ينتج عنها أي تلوث .

محطه كهربائية مائية



محطه كهربائية حرارية

محطه كهربائية هوائية

محطه كهربائية نووية

نظم توزيع الطاقة الكهربائية

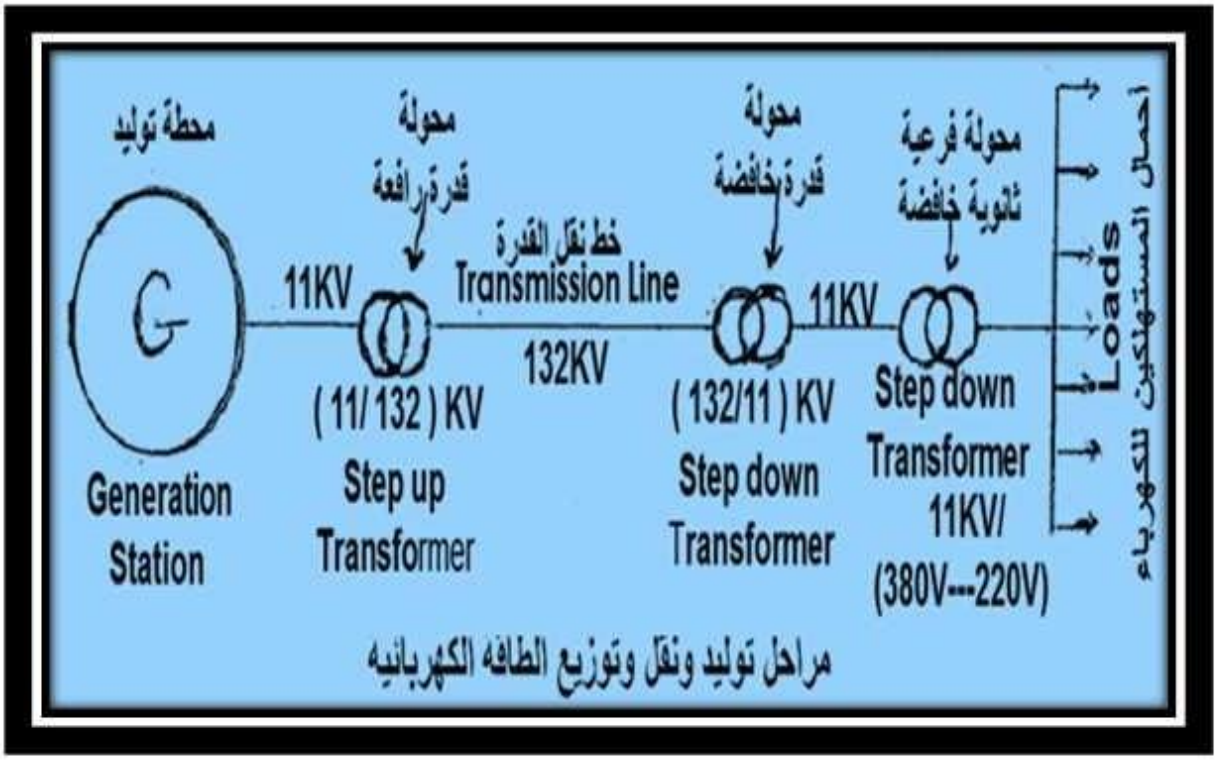
منظومة الجهد المتوسط والمنخفض في شبكات التوزيع الكهربائية

Electric power distribution system medium & low tension

يتم توليد الطاقة الكهربائية في محطات التوليد بفولتية مقدارها (11 kv) ثم ترفع هذه الفولتية الى فولتيه عالية تسمى فولتية النقل و مقدارها(132 kv) أو (400 kv) بواسطة محولات قدرة رافعة للجهد step-up transforme ويتم هذا في المحطات الثانوية القريبة من محطات التوليد ، بعدها يتم نقل الطاقة الكهربائية بواسطة اسلاك هوائية أو قابلوات أرضية الى أماكن توزيعها حيث يتم تحويل الجهد من جهد النقل الى جهد التوزيع ومقداره (11 kv) من خلال محولات قدرة خافضة (step-dowen transformer) في المحطات الثانوية في اطراف المدن

ومحولات القدرة سواء الرافعة او الخافضة هي ثلاثة انواع محولات قدرة صغيرة تتراوح قدرتها من (500) كيلو فولت أمبير الى (7500) كيلو فولت أمبير , ومحولات قدرة متوسطة تتراوح قدرتها من (7500) كيلو فولت أمبير الى (100) ميجا فولت أمبير , ومحولات قدرة كبيرة وتكون قدرتها اكبر من (100) ميجا فولت امبير .

ثم بواسطة محولات توزيع خافضة اخرى قرب مراكز أماكن الاستهلاك والتي تتراوح قدرتها من (100) كيلو فولت أمبير الى (1000) كيلو فولت أمبير تخفض الفولتية الى (220 V – 380) ثلاثي الطور وأحادي الطوروتكون مواقع هذه المحولات الخافضة ضمن الازقة أو البنايات الحكومية أو المعامل والورش بعدها يتم توزيع هذه الاطاقة الى الاجهزة والمعدات الكهربائية باسلاك أو قابلوات وذات حجوم مناسبة وبشكل حلقي (ring system) أو شعاعي (radial)



المحطات النموذجية للأبنية

وتحتوي المحطات النموذجية للأبنية على المعدات التالية

1 – لوحة الضغط المتوسط (11kv) (medium distribution panal)

حيث يتم في هذه اللوحة استلام الطاقة الكهربائية من الشبكة الخارجية شبكة (11kv) ومن خلال قضبان التوصيل في اللوحة بعد مرورها بقاطع دورة مناسب (circuit breaker) الى المحولات الكهربائية الموجودة في المحطة الثانوية وتحتوي هذه اللوحة على اجهزة لقياس التيار والفولتية والقدرة ومعدات السيطرة والحماية ومحولات التيار (C.T) ومحولات الجهد (V. T) .

مواصفات لوحة الضغط المتوسط

1 – يذكر نوع المنظومة هل مؤرضة أم لا

2 – يذكر محتويات اللوحة وتحملها للتيار وتيار الدورة القصيرة (I.C)

3 – يذكر نوع المعدن المصنع منه اللوحة وتحملها لدرجات الحرارة وهل اللوحة خارجية أم داخلية

4 – يذكر نوع مفتاح السيطرة يدوي أو أوتماتيكي مع ذكر معدات الحماية والسيطرة ووسائل الدلالة المستخدم كأن يذكر (قادم من الشبكة الكهربائية)أو(ذاهب الى المحولة كذا) ويذكر عدد محولات التيار والفولتية المستخدمة للقياس

5 – طريقة نصب اللوحة والحيز المخصص لها

6 – يذكر المعدات الأحتياطية الموجودة في اللوحة

Panel Boards لوحات التوزيع

2– المحولة الكهربائية (transformer)

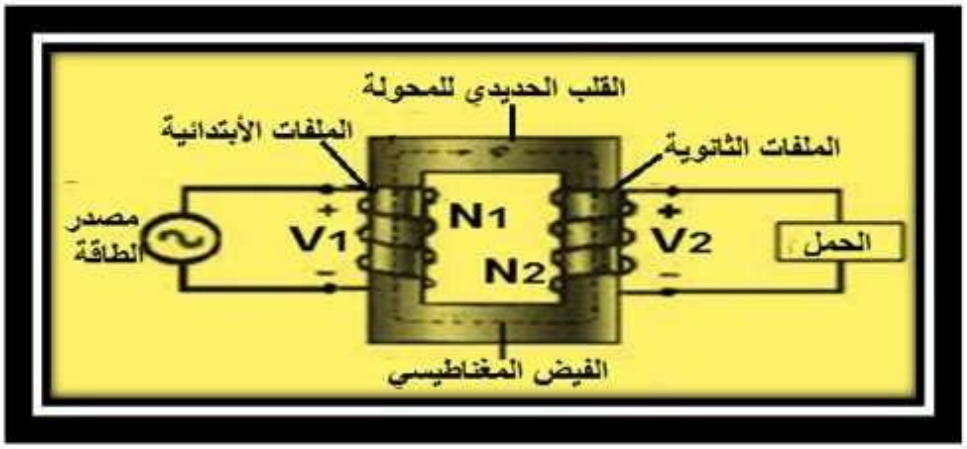
المحول : جهاز استاتيكي (غير متحرك) وظيفته تحويل تيار متردد ذو فولتية معينة الى تيار متردد اخر بفولتية أخرى (اعلى او اقل) مع ثبات القدرة

مكونات المحول :

أ – الملف الأبتدائي : ملف من سلك نحاسي معزول يتصل طرفاه بمصدر التغذية .

ب – قلب حديدي : مصنوع من الحديد المطاوع السيليكوني على شكل شرائح رقيقة معزولة عن بعضها البعض .

ج – الملف الثانوي : ملف معزول يوصل طرفاه بالحمل الكهربائي المراد امداده بالقوة الدافعة الكهربائية .



مبدأ عمل المحول : يعتمد على الحث الكهرومغناطيسي

مرور التيار المتردد في الملفات الأبتدائية ينشئ مجالاً مغناطيسيا متغير . يقطع الفيض المغناطيسي المتغير لفات الملف الثانوي فيتولد فيها بالحث جهداً كهربائياً . الجهد المستحث المتولد في الملفات الثانوية يسبب تدفق التيار من هذه الملفات عندما توصل بحمل ما .

أنواع المحولات :

أ – محولات القدرة او النقل : تستخدم في محطات انتاج وتحويل الطاقة (رفع الجهد خفض التيار)

ب – محولات التوزيع : تستخدم في شبكات التوزيع (خفض الجهد رفع التيار)

ج – محولات القياس : وتنقسم الى محولات جهد (VT) ومحولات تيار (CT)

الموصفات الفنية للمحول :

أ – معدل التحويل : تحويل الجهد المتوسط الى منخفض مثلا من 0.4KV -11 او 0.4KV – 33 او 22-0.4KV

ب – قدرة المحول : وتكون مقاسة بل KVA

ج – طريقة تأريض نقطة التعادل (Neutral) : اما توصيل مباشرة بالأرض او عن طريق مقاومة صغيرة لتقليل تيار القصر (Short Circuits Current)

خ – قيمة المعاوقة الخاصة بالمحول (Impedance Z%) : تؤثر في حساب تيار القصر المار عند حدوث عطل

ه – طريقة توصيل الملفات الأبتدائية والثانوية :

STAR /DELTA او DELTA /STAR او STAR / STAR او DFLTA / DELTA

3– لوحة الضغط الواطئ (Low distribution panel)

تحتوي هذه اللوحة عادتاً على قاطع دورة هوائي أو زيتي لاستلام الطاقة الكهربائية من المحولات الكهربائية وتوصيلها الى قضبان التوصيل (Bus-Bar) ومن ثم الى الأحمال المختلفة عبر قواطع الدورة وتحتوي هذه اللوحة على اجهزة القياس والسيطرة ومحولات التيار (C.T) والجهد . في بعض الشبكات الكهربائية يتم ربط لوحة الضغط الواطئ مع مصدر احتياطي للطاقة الكهربائية (مولد كهربائي احتياطي) لضمان استمرارية توصيل الطاقة الكهربائية الى مواقع الأحمال .

<u>مواصفات لوحة الضغط الواطئ</u>

1 – نوع اللوحة داخلية أم خارجية

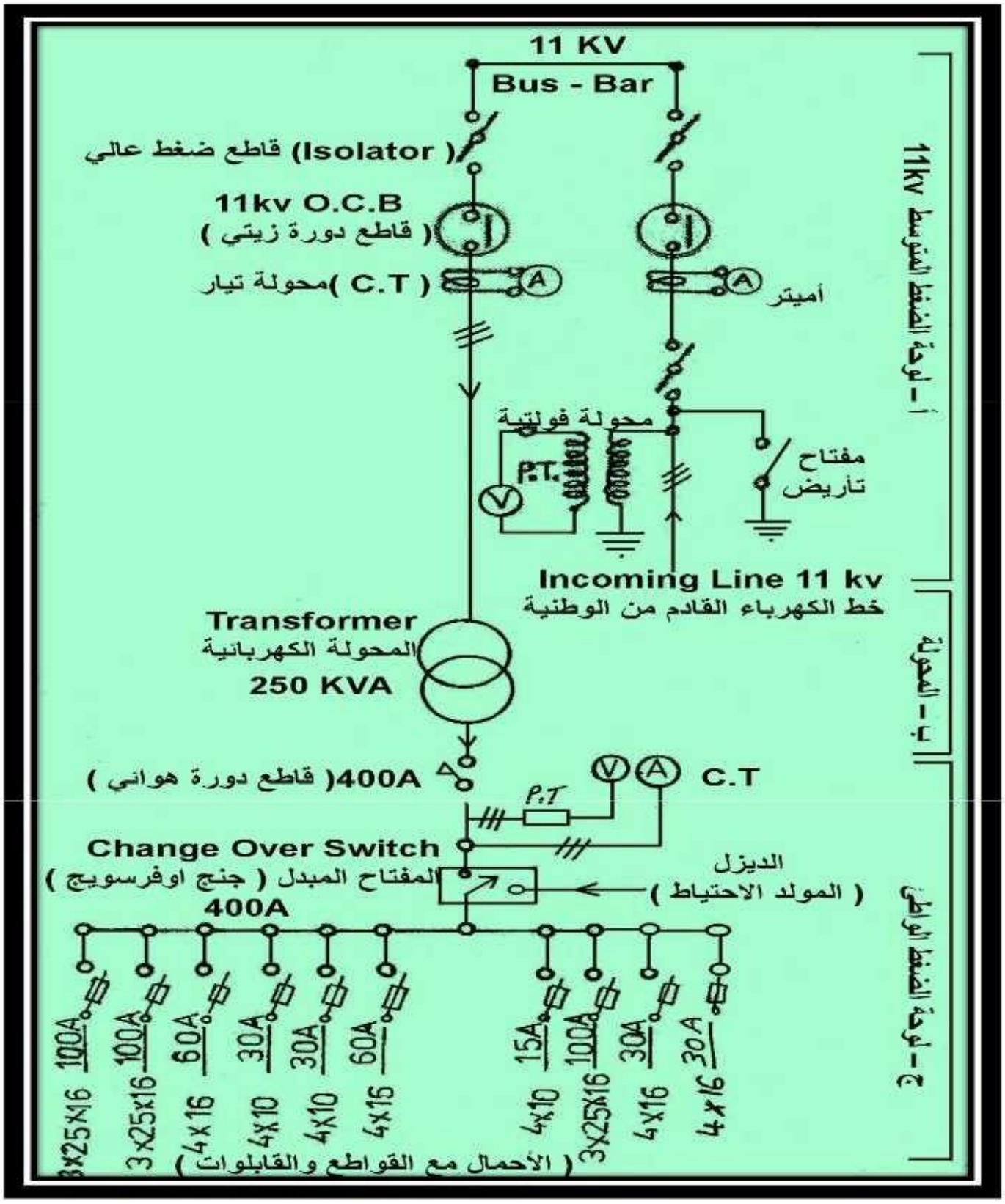
2 – سعة اللوحة (ابعادها)

3 – نوع المعدن المستخدم في صنع اللوحة وطريقة التأريض

4 – نوع وعدد وسائل السيطرة والحماية المستخدمة

5 – وسائل الدلالة المستخدمة والتأشير عليها

6 – موقع استخدام اللوحة من حيث الظروف الجوية (حرارة ، امطار ، رطوبة ، .....) أو المواد الكيماوية


11 KV
Bus - Bar
(Isolator) قاطع ضغط عالي
11kv O.C.B
(قاطع دورة زيتي)
(C.T)محولة تيار
أميتر
محولة فولتية
P.T.
مفتاح
تأريض
Incoming Line 11 kv
خط الكهرباء القادم من الوطنية
Transformer
المحولة الكهربائية
250 KV
400A(قاطع دورة هواني)
C.T
P.T
Change Over Switch
المفتاح المبدل (جنج اوفرسويج)
400A
الديزل
(المولد الاحتياط)
100A
100A
60A
30A
30A
60A
15A
100A
30A
30A
3x25x16
3x25x16
4x16
4x10
4x10
4x15
4x10
3x25x16
4x16
4x16
(الأحمال مع القواطع والقابلوات)
أ – لوحة الضغط المتوسط 11kv
ب – المحولة
ج – لوحة الضغط الواطئ

تغذية المستهلك من محطة ثانوية

اولاً- تغذية احادية الطور(220) فولت

وهي عبارة عن سلكين احدهما الخط الفعال ويسمى أيضاً الخط الناقل للكهرباء ويرمز له (L) والسلك الأخر هو الخط المتعادلة ويرمز له بـ (N) أو (mp) ويكون الجهد بين الخطين مقداره (220) فولت وتكون هذه التغذية في الحالات التالية

1 -عدم وجود أجهزة ومعدات كهربائي ثلاثية الطور

2 -الحاجة الى الطاقة الكهربائية (التيار) قليلة كما هو الحال في اغلب الدول والمحلات الجارية

ثانياً – تغذية ثلاثية الطور(380) فولت

وهو عبارة عن ثلاثة اسلاك فعالة (R.S.T)والخط أو السلك الرابع هو الخط المتعادل ويرمز له (N) أو (mp) ويكون الجهد الفعال بين أي خط فعال وأخرهو(380) فولت وبين أي خط فعال والخط المتعادل هو (220) فولت وتستخدم هذه التغذية في الحالات التالية

1 - وجود أجهزة ومعدات كهربائي ثلاثية الأطوار

2 - عند الحاجة الى طاقة كهربائية كبيرة القدرة وبصورة عامة (50 أمبير ما فوق)

لوحة التوزيع

هي مجموعة من الأجزاء أو التراكيب تحتوي على مصهر أو مجموعة من المصهرات أو أي وسيلة حماية أخرى (كقواطع الدورة الكهربائية المستخدمة بشكل واسع حالياً)

فوائد لوحة التوزيع

1 - توزيع الطاقة الكهربائية الى اللوحات النهائية أو الى لوحات توزيع أخرى

2 - حماية الاجهزة الكهربائية التي تقوم بتغذيتها وحماية مصدرالتغذية في نفس الوقت

تتكون لوحة التوزيع من : -

1 - الحاوية أو الهيكل الخارجي

2 - وسائل الحماية و السيطرة (قواطع الدورة أو المصهرات)

3 - قضبان التوصيل (BUS- BAR)

4 - نقطة تأريض

أختيار موقع لوحة التوزيع

1 - بحيث يكون موقعها مناسباً من مركز الأحمال أو حسب البناية وذلك لتقليل الكلفة النهائية للقابلوات والاسلاك الداخلة والخارجة من لوحة الالتوزيع

2 – يجب ان تكون اللوحة ملائمة للأحمال الاحادية وثلاثية الطور وعدد الخطوط الخارجة منها الى الاحمال

3 – وجود جدار أو دعامة لنصب اللوحة عليها

4 – سهولة أيصال المغذيات (feeders) الداخلة والخارجة للوحة

5 – سهولة الوصول الى اللوحة لاغراض الصيانة

6 – أختيار اللوحة المناسبة للمكان المناسب من ناحية الظروف البيئية والظروف المحيطة بالوحة كالحرارة ، والرطوبة ، والابخرة والغازات .

أنواع لوحات التوزيع حسب أجهزة الحماية المستخدمة في لوحة التوزيع

1 – لوحة توزيع مع مصهرات قابلة للتسليك

2 – لوحة توزيع مع مصهرات ذو حساسية عالية (H.R.C .F) (High Rupture Capacity Fuse)

3 – لوحة توزيع مع قواطع دورة صغيرة السعة

النوع الثالث اكثر استعمالاً وهو افضل الانواع لانه عند فصل الدائرة في حالة الخطأ أو زيادة الحمل يمكن اعادة التوصيل مرة اخرى بعد اصلاح الخطأ يدوياً ومن خلال الجزء البارز في قاطع الدورة . أما في حالة المصهرات فأن اعادة تسليكها قد تسبب أخطاء في عملية اعادة التسليك من حيث نوع السلك المستخدم ومساحة مقطعه ، لذا تستدعي الحاجة الى شخص فني ممارس للقيام بعملية تسليك المصهر .

أنواع لوحات التوزيع حسب موقعها بالنسبة للاحمال الكهربائية

1 – لوحة التوزيع الرئيسية (Main distribution board)

وهي اللوحة التي يتم تغذيتها بالطاقة الكهربائية من الخط الرئيسي الذي يغذي البناية ومنها يتم تغذية لوحات التوزيع الاخرى (لوحات التوزيع الثانوية)

مكونات لوحة التوزيع الرئيسية

أ - صندوق من المعدن بمواصفات خاصة يمثل هيكل لوحة التوزيع يحوي بداخله المكونات التالية

ب – قضبان التوصيل (Bus – Bar)

ت – قاطع دورة رئيسي وقواطع دورة فرعية أو مصهرات يكون حجمها حسب الحمل المستخدم

ث – جهاز لقياس التيار للاطوار الثلاثة مع مفتاح اختيار (Selector switch) أو ثلاثة اجهزة لقياس التيار دون مفتاح الاختيار تربط مع محولات التيار (C.T)

ج – جهاز لقياس فولتية الاطوار فيمابينها وبين الاطوار والخط المحايد(N) ويكون جهازاً واحداً مع مفتاح اختيار

ح – جهاز قياس الطاقة المصروفة (K.W.H) حيث يتم نصب أجهزة قياس الطاقة بصوره منفصلة وحسب عدد الوحدات السكنية أو المصانع والورش

خ – جهاز القدرة المصروفة لحضياً (Kw)

د – جهاز قياس معامل القدرة (cos θ)

ذ - جهاز قياس التردد (HZ)

ر – مصابيح اشارة او دلالة (Indicating light)

ز – اجهزة حماية ضد هبوط الجهد

و - جهاز حماية ضد التسرب الارضي للتيار

2 – لوحة التوزيع الثانوية (Sub – distribution board)

وهي اللوحة التي يتم تغذيتها من لوحة التوزيع الرئيسية ومنها الى لوحات التوزيع النهائية وتحتوي على قضبان توصيل وقواطع دورة أو مصهرات واجهزة قياس التيار والفولتية ومصابيح الاشارة ودلالة

3 – لوحة التوزيع النهائية (Final distribution board)

ويتم تغذيتها من لوحة التوزيع الثانوية ومنها الى الاحمال الكهربائية المختلفة في البناية وتحتوي هذه اللوحة على قضبات توصيل واجهزة الحماية من قواطع دورة أو مصهرات

ترقيم لوحات التوزيع

يتم ترقيم كافة اللوحات وحسب متطلبات العمل وكذلك يتم ترقيم القواطع ووسائل السيطرة داخل اللوحة وحسب الدوائرالكهربائية المستخدمة مثل : -

الأنارة (L) ، المأخذ (S) ، السيطرة (C) ، التدفئة (H) ، التبريد (P) . ويتم ترك احتياط للوحة بمقدار 20%من الحمل أي يتم اختيار لوحة التوزيع بحيث تكون ذات تحمل أكبر من الحمل المربوط عليها والنسبة 20%

لوحة التوزيع المنزلية

لوحة التوزيع المنزلية الموجودة في الدور السكنية أو الابنية الصغيرة تتكون من : -

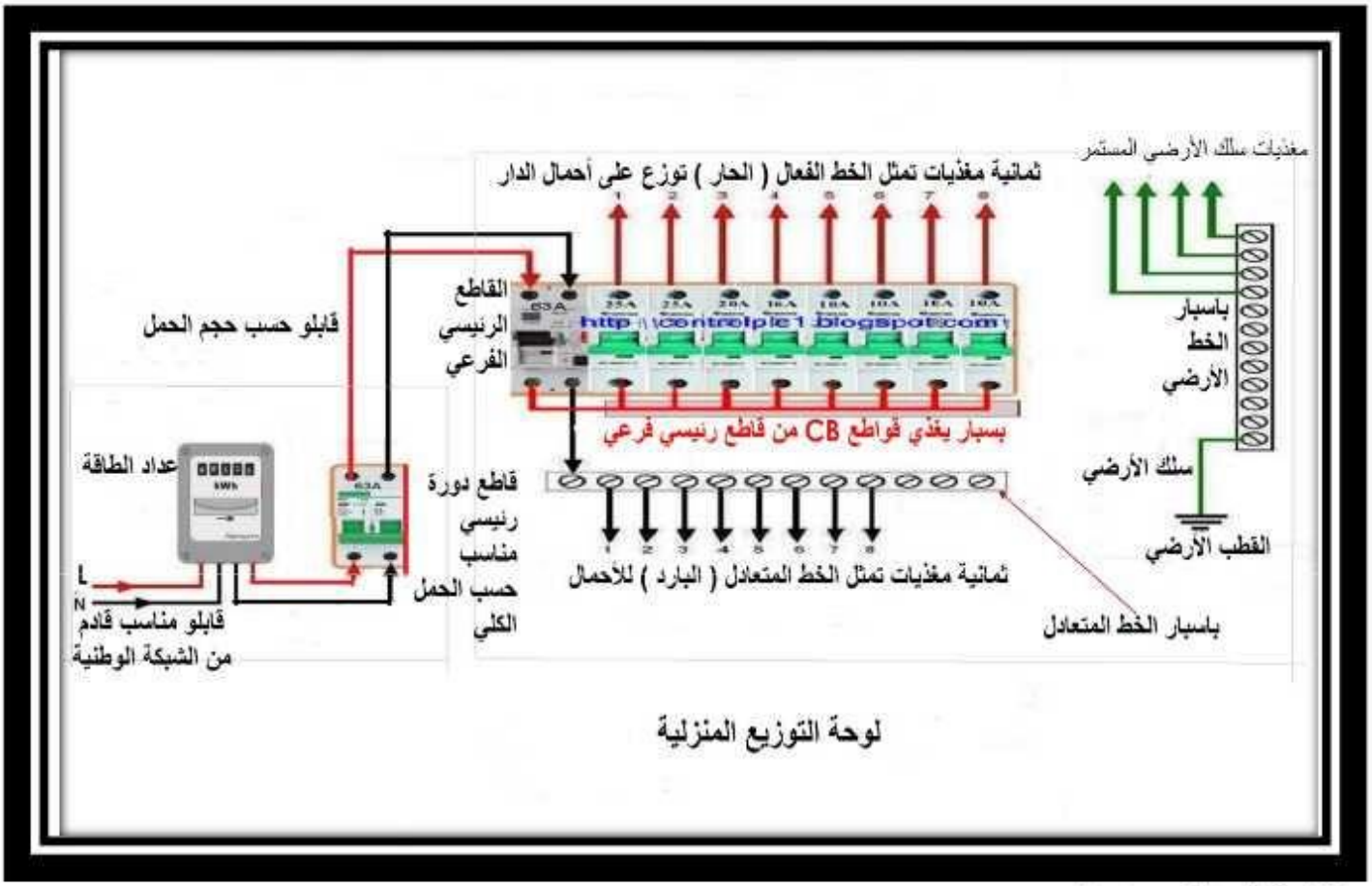
1 – جهاز حساب الطاقة المستهلكة عداد الطاقة kwh مع قاطع دورة مناسب للحمل يجهزان من قبل دائرة الكهرباء توضع هذه المعدات في صندوق في الواجهة الامامية للدار وكذلك يفضل ان تكون الواجه الامامية للوحة من الزجاج لسهولة قراءتها

2 – صندوق حديدي أو من بلاستك يوضع في مكان مناسب من البيت يحتوي على قاطع دورة رئيسي طور واحد أو ثلاثة اطوار وقواطع دورة فرعية منمنة (MCB) تربط مع القاطع الرئيسي عن طريق قضبان التوصيل(Bus – Bar) توصيل او تسليكها يدوياً . وتربط القواطع الفرعية الى الاحمال المختلفة . وتحتوي اللوحة كذلك على باسبار توصيل للخط المتعادل واخر للخط الارضي الذي يكون غير معزول كهربائياً عن بدن الصنوق الحديدي

3 – قاطع دورة ضد التسرب الارضي للتيار

لوحة التوزيع الصناعية

تختلف لوحات التوزيع الصناعية للمصانع والابنية الكبيرة العامة عن لوحة التوزيع الخاصة بالمنازل كون المفاتيح وقواطع الدورة المستخدمة في هذه اللوحة يجب ان تتحمل أقصى تيار ممكن استخدامه في فترة الذروة للحمل وغالباً ماتكون 100% من الحمل الموجود في الموقع ، لذا يجب ان تكون هذه اللوحات بسعات كافية مع الاخذ بالاعتبار التوسعات المستقبلية ، ويكون عامل التباين فيها هو الواحد الصحيح لتوقع اشتغال جميع الاجهزة في ان واحد



لوحة التوزيع المنزلية

<u>كيفية تغذية بناية كبيرة بالكهرباء</u>

النقاط الواجب الاخذ بها بنظر الاعتبار عند تغذية بناية كبيرة بالكهرباء

1 – نوعية الاحمال في البناية 2 – كمية اتيار ، ومقدار الجهد ، والتردد 3 – التوسعات المستقبلية

4 – كيفية ايصال الطاقة الكهربائية الى البناية (خط هوائي أو كيبل) 5 – الكلفة المتوقعة

6 – هل التغذية من الخط أو نصب محوله خاصة ، بصورة عامة يجب نصب محولة في حالة الاحتياج الى الطاقة بحدود (200KVA) فما فوق

7– تأمين الطاقة بحيث لايحدث تغير في التردد (1% +) والجهد (2.5%)

مع ملاحظة مايلي : -

أ - اذا كانت هذه البناية الكبيرة معدة لاغراض السكن فيتم تغذية البناية بحيث يسهل عملية حساب الطاقة المصروفة لكل وحده سكنية وسهولة وصول قارئ المقياس اليها ونصب المعدات في مكان معلوم وسهولة دخول وخروج المغذيات مع حساب عامل التباين .

ب - أما اذا كانت البناية لاغراض عامة فأن عامل التباين يكون وحده واحدة وان الطاقة المصروفة بحاجه الى جهاز قياس طاقة (Kwh) واحد مع الاخذ بنظر الاعتبار نصب المعدات في مكان معلوم وسهولة وصول المغذيات وكذلك سهولة متابعة الصيانة

وسائل السيطرة على الدوائر الكهربائية

1 – المفاتيح (Switches) : - والمفتاح عبارة عن جهاز ميكانيكي يستعمل للسيطرة على مرور التيار في الدوائر الكهربائية ويكون مبدأ عمله يدوياً او اوتماتيكياً ومن أنواعه

أ – مفتاح ذو طريق واحد (one way switch)

ب – مفتاح ذو طريقين (two way switch)

ت – مفتاح متعدد الطرق (multi way switch)

ث – مفتاح وسط (Inter mediate switch)

ج – مفتاح توالي توازي (series – parallel switch)

ح – مفتاح سقفي (ceiling switch)

خ – مفتاح ضوئي (photo switch)

د – مفتاح محدد (limit switch)

ذ – مفتاح اللمس (touch switch)

ر – مفتاح زئبقي (mercury switch)

ز – مفاتيح سريع القطع (Quick – break switch)

س – مفاتيح بطيئة القطع (slow – break switch)

ش – مفتاح مبدل (change over switch)

ص – المفتاح العاكس (Reverse switch)

ض – مفتاح بمصهر (fuse switch)

ط – المفاتيح القلابة (Tumbler switch)

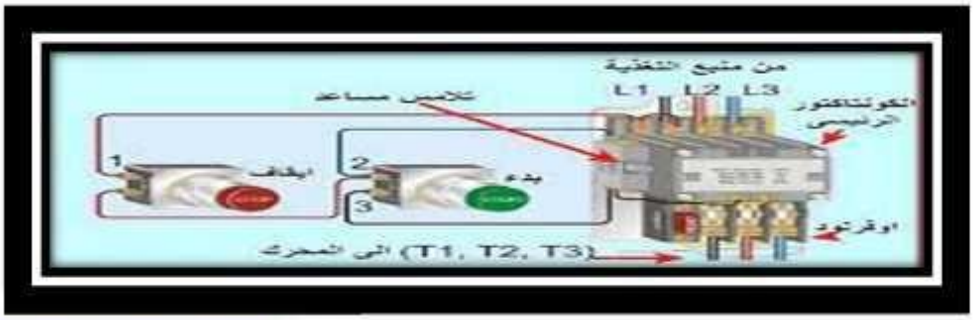
ظ – المفاتيح الضاغطة (Bell push switch)

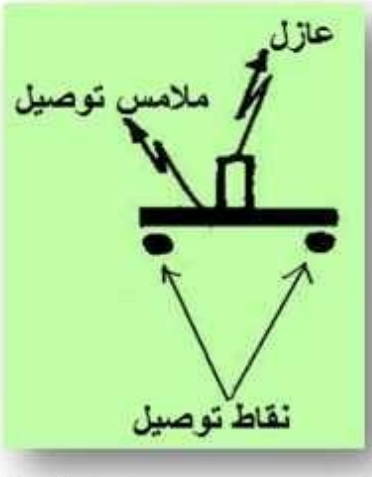
2 – اللاقط (contactor) : - وهو عبارة عن جهاز كهرومغناطيسي يستعمل للسيطرة على مرور التيار في الدائرة الكهربائية ويكون مبدأ عمله مغناطيسياً ميكانيكياً

3 – قواطع الدورة (circuit breaker) : - وهو عبارة عن جهاز ميكانيكي يستعمل للسيطرة على مرور التيار في الدوائر الكهربائية ويكون مبدأ عمله اوتماتيكي كهرومغناطيسي .

4 – الموقت الزمني (Time switch)

5 – المرح (الريلي) Relay





المفاتيح المستخدمة في دوائرالسيطرة

المفاتيح الضاغطة : وهي مفاتيح تستعمل لفتح الدائرة الكهربائية او غلقها وتكون على أنواع

1 – مفاتيح الغلق (التوصيل) ON Push Buttons Switches

مكونات هذا النوع هي :-

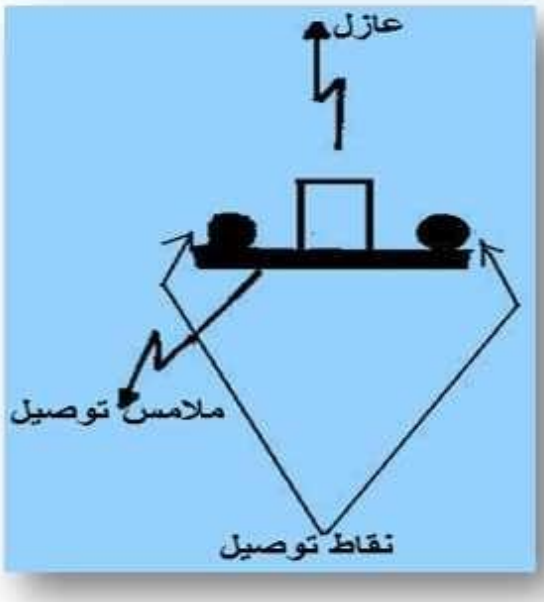
أ – نقطتي التوصيل (1 — 2)

ب – ملامس التوصيل

ج – عازل (يثبت على ملامس التوصيل)

د – نابض ارجاع

تصمم هذه المفاتيح بحيث تكون نقاط التوصيل (1 — 2) غير موصلة اصلاً Normally Open فعند الضغط على المفتاح (من خلال العازل) سيتم توصيل النقطتين (1 — 2) بواسطة ملامس التوصيل وبهذا سيتم توصيل الدائرة الكهربائية المراد توصيلها من خلال هذا المفتاح . عند رفع الضغط عن المفتاح سوف يرجع الى حالته الاصلية (بواسطة نابض الارجاع) اي سيتم فتح النقطتين (1 — 2) . ويكون لون هذا النوع من المفاتيح عادتاً اللون الاحمر (اي لون العازل احمر) . وتستخدم للسيطرة على تشغيل المحركات الكهربائية



2 – مفاتيح الفتح OFF push Buttons Switches

ان مكونات هذا النوع من المفاتيح هي نفس مكونات النوع الاول وتصمم هذه المفاتيح بحيث تكون نقاط التوصيل (1 — 2) موصلة اصلاً Normally Closed . فعند الضغط على المفتاح (من خلال العازل) سيتم فتح النقطتين (1 — 2) وبهذا سيتم فتح الدائرة الكهربائية المراد فتحها من خلال هذا المفتاح . وعند رفع الضغط عن المفتاح سوف يرجع الى حالته الاصلية (بواسطة نابض الارجاع) اي سيتم توصيل النقطتين(1 — 2) مرة اخرى بواسطة ملامس التوصيل . ويكون لون هذا النوع من المفاتيح عادتاً اللون الاسود (اي لون العازل اسود) ويستخدم للسيطرة على أطفاء المحركات الكهربائية

3 – مفتاح غلق وفتح ON- OFF push Buttons Switches

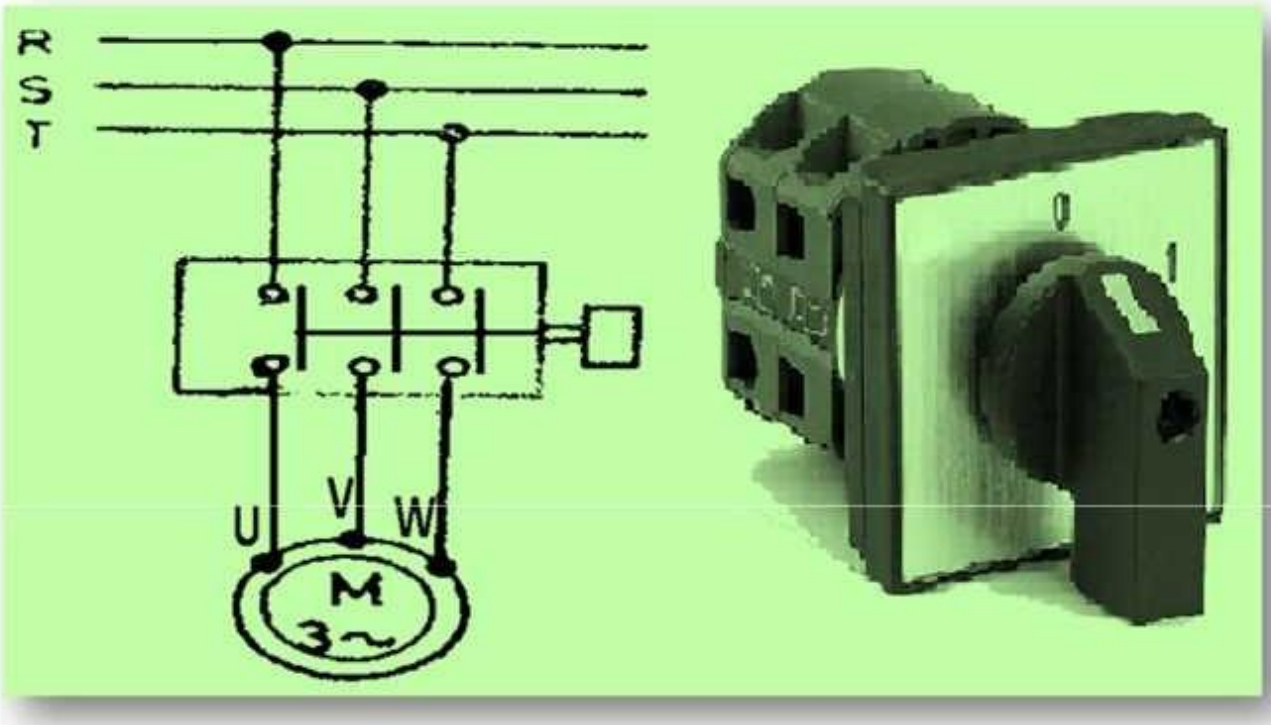
وهو عبارة عن مفتاح غلق وفتح في ان واحد فعند الضغط على العازل سيتم فتح النقطتين (1 — 2) وتوصيل النقطتين (3 — 4) وعند رفع الضغط عن العازل سوف يرجع المفتاح الى حالته الاصلية بواسطة (نابض الارجاع) . لايمن استخدام هذا المفتاح في توصيل وغلق نفس الدائرة الكهربائية في ان واحد ويمكن استخدامه للسيطرة على دائرتين كهربائيتين مختلفتين فعند الضغط على هذا المفتاح يتم توصيل احدى الدائرتين وفصل الدائرة الاخرى .

المفاتيح الدوارة Rotary Switches Contactors

وهي عبارة عن مجموعة من الملامسات والتي عند حركتها ميكانيكياً تقوم بتوصيل النقاط وفصلها والتي بدورها تؤدي الى تشغيل المحركات الكهربائية . وهي على انواع مختلفة كل واحد منها له عمل خاص به ومنها : -

1 – مفتاح خاص بتشغيل واطفاء محرك كهربائي

من خلال الشكل ادناه وعند النقطة (0) تكون جميع الملامسات مفتوحة اي ان المحرك منفصل تماماً عن المصدر (R.S.T) . عند النقطة (I) تكون جميع الملامسات مغلقة اي ان النقاط (u.v.w) والتي تمثل اطراف التوصيل للمحرك تكون على اتصال مع المصدر(R.S.T) وهذا معناه ربط المحرك مع المصدر اي اشتغال المحرك .



2 – مفتاح خاص بتشغيل واطفاء محركين بالتناوب

هذا المفتاح خاص بتشغيل محركين بالتناوب وكذلك يمكن استخدامه لتشغيل المحركات ثنائية الملف اي ذات السرعتين او استخدامه كمفتاح مبدل (change over Switch) لتغذية حمل من مصدرين ، وكذلك يمكن استخدامه في عكس دوران المحركات . من خلال الشكل ادناه

الحالة الاولى عند النقطة (0)

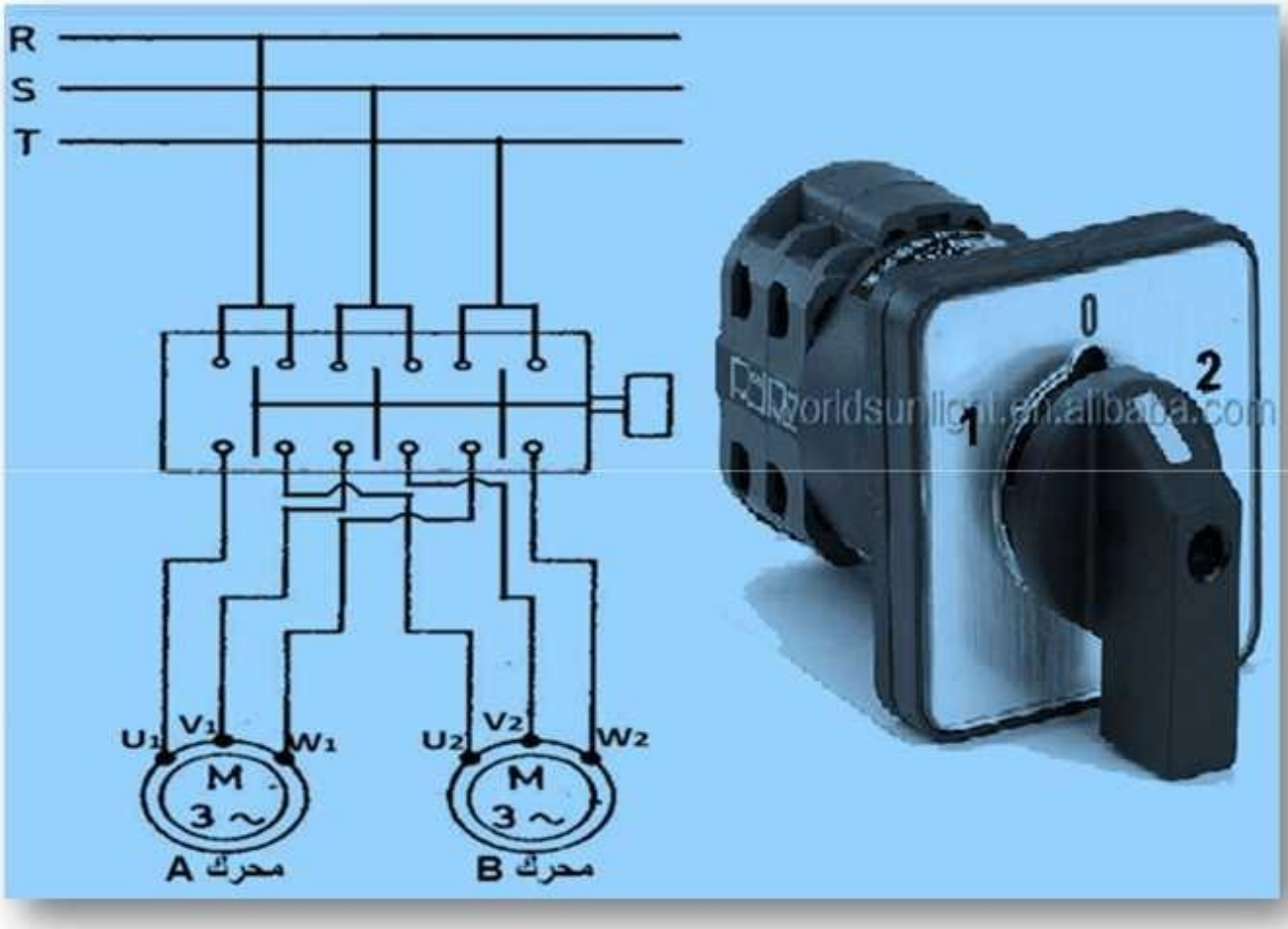
تكون جميع الملامسات مفتوحة اي ان المحرك في حالة فصل عن المصدر (R.S.T) .

الحالة الثانية عند النقطة (1)

تنغلق الملامسات التي على اتصال مع الاطراف ($U_1.V_1.W_1$) وهذا يؤدي الى توصيل المصدر (R.S.T) مع الاطراف ($U_1.V_1.W_1$) اي اشتغال المحرك (A)

الحالة الثالثة عن النقطة (2)

تنغلق الملامسات التي على اتصال مع الاطراف ($U_2.V_2.W_2$) وهذا يؤدي الى توصيل المصدر (R.S.T) مع الاطراف ($U_2.V_2.W_2$) اي اشتغال المحرك (B)



3 - المفاتيح الدوارة العاكسة للدوران (Rotary Switch Reverser)

تستخدم هذه المفاتيح لعكس دوران المحركات ثلاثية الطور وكما موضح في الشكل ادناه

الحالة الاولى عند النقطة (0)

تكون جميع الملامسات مفتوحة اي انه لايوجد اي اتصال بين المصدر والمحرك وهذا معناه ايقاف المحرك .

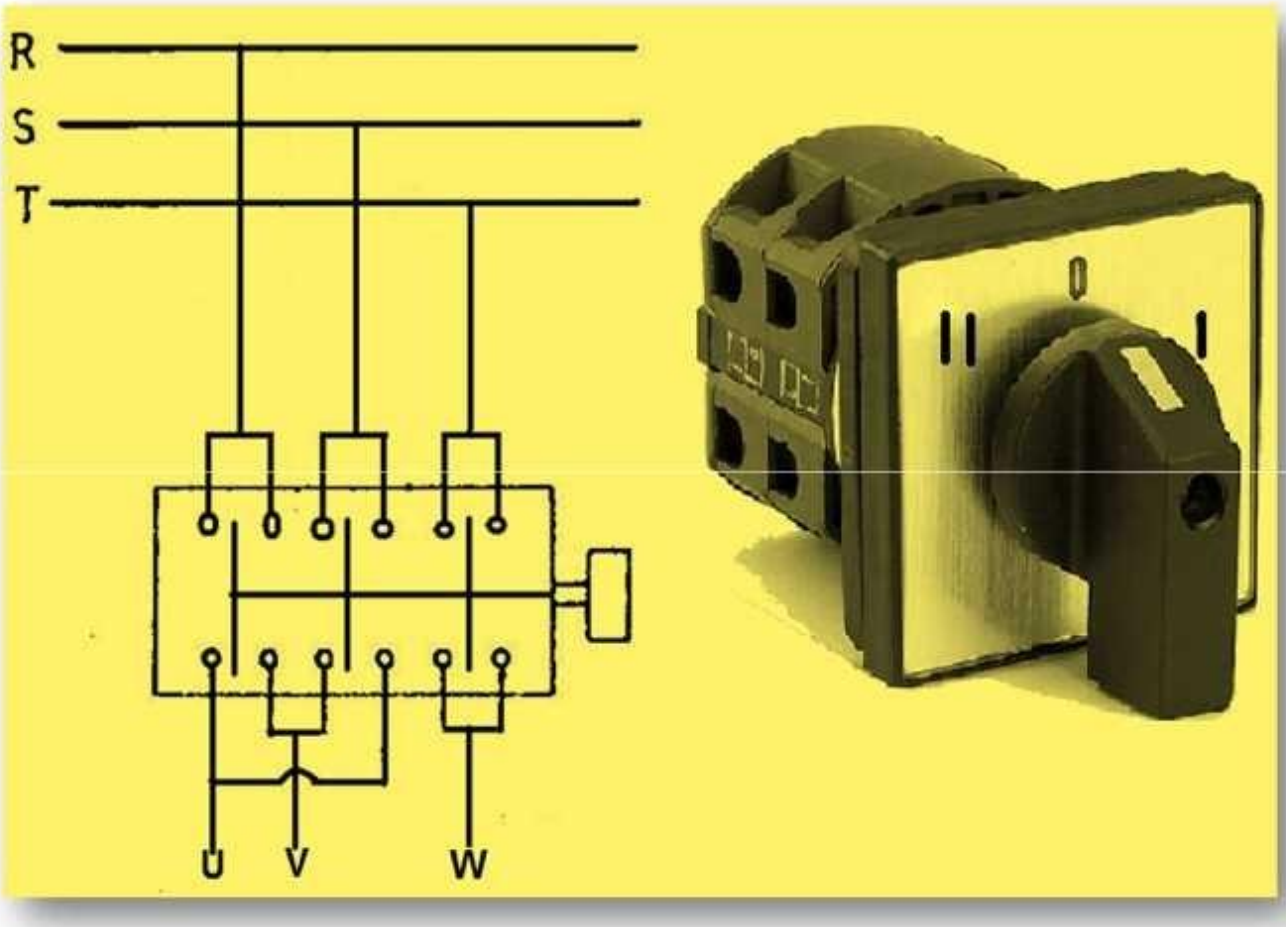
الحالة الثانية عند النقطة (I)

تنغلق الملامسات بحيث يتم توصيل الطرف (U) مع الطرف (R) ، والطرف (V) مع الطرف (S) والطرف (W) مع الطرف (T) . وهذا يؤدي الى اشتغال المحرك وليكن دورانه باتجاه عقرب الساعة .

الحالة الثالثة عند النقطة (II)

تنغلق الملامسات بحيث يتم توصيل الطرف (U) مع الطرف (S) ، والطرف (V) مع الطرف (R) والطرف (W) مع الطرف (T) . وهذا يؤدي الى اشتغال المحرك ولكن بعكس دورانه السابق (عكس عقرب الساعة) .

ملاحظة / القاعدة العامة لعكس دوران المحركات الحثية ثلاثية الطور هي تثبيت أحد الفيزات وتغير الفيزين الأخرين أحدهما بدل الأخر .



4 – المفتاح الدوار ستار (Y) دلتا (Δ)

يستخدم هذا المفتاح كبادئ تشغيل للمحركات عالية القدرة والتي تزيد قدرتها على (3kw) وذلك لتقليل تيار البدء حيث يغير حالة ربط نهايات ملفات المحرك (X- Y- Z , U- V-W) من مفتوحة الى ربط نجمي (Y) وبعد لحظات الى مثلثي (Δ)

مكونات المفتاح

1 – نقاط توصيل عددها (18) نقطة

2 – ملامسات توصيل عددها (6) ملامس

3 – عمود عازل تثبت عليه ملامسات التوصيل

4 – عتلة لتدوير العمود العازل وحسب النقاط (Δ - Y – 0)

5 – الهيكل الخارجي

طريقة عمل المفتاح

الحالة الاولى عند وضع عتلة المفتاح على النقطة (0)

سوف تنفصل نهايات ملفات المحرك (U – V – W , X – Y – Z) عن المصدر وبهذا يكون المحرك في حالة توقف .

الحالة الثانية عند وضع عتلة تدوير المفتاح على النقطة (Y)

سوف يتم توصيل نهايات ملفات المحرك (X – Y – Z) مع بعضها البعض من خلال الملامسات .ويتم توصيل النقاط (U – V – W) الى المصدر (R – S – T) من خلال نقاط توصيل وبهذا يعمل المحرك بتوصيلة النجمي .

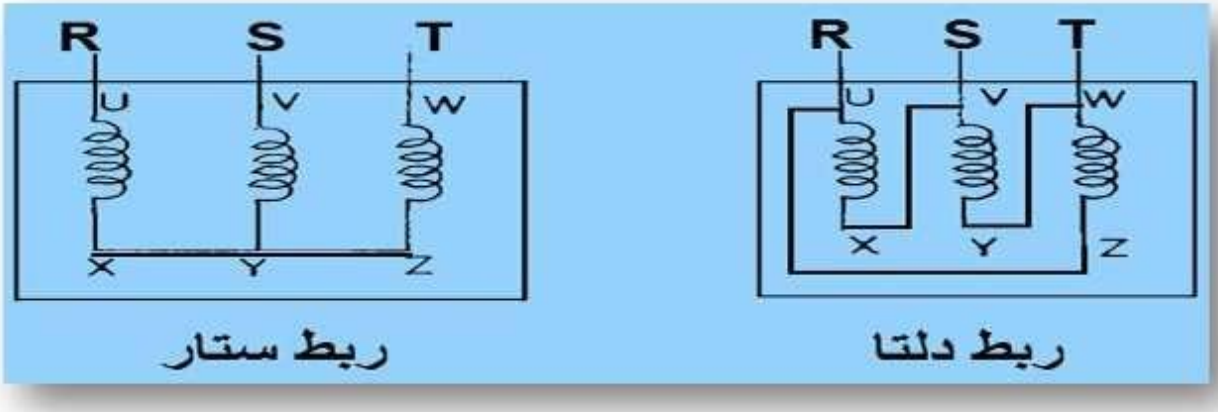
الحالة الثالثة عند تدوير عتلة المفتاح الى النقطة (Δ)

سوف يتم توصيل النقاط التالية : -

1 – توصيل النهايتين (W – X) الى الطور (T)

2 – توصيل النهايتين (V – Z) الى الطور (S)

3 – توصيل النهايتين (U – Y) الى الطور(R) من خلال وبهذا يتم ربط المحرك على شكل مثلثي (Δ) ويتم توصيله الى المصدر وتشغيله . وفي حالة ايقاف المحرك يتم تدوير عتلة المفتاح بالعكس (اي الانتقال من الربط المثلثي الى النجمي والى المفتوح)



المصهرات (الفيوزات)

أشكال متعددة للفيوزات

معدات الحماية في التأسيسات الكهربائية

1 – المصهرات

هي ابسط وسيلة لحماية الاجهزة الكهربائية من تيار القصر ويعتمد مبدأ عمله على التأثير الحراري للتيار الكهربائي المار في السلك حيث ينصهر عنصر المصهر عند تيار معين ويقطع التغذية عن الحمل

عنصر المصهر : - هو الجزء من المصهر يصمم لينصهر ويقطع الدائرة الكهربائية عندما يمر خلاله التيار الزائد عن التيار المقنن وعند اختيار المصهر يجب ان توضع العوامل التالية في الاعتبار

أ – الجهد المقنن

ب – القيمة المقننة للتيار

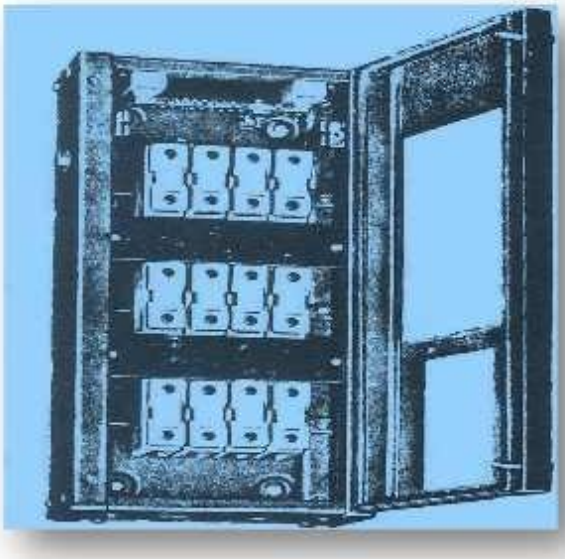
التيار المقنن : - وهي عبارة عن اقصى قيمة للتيار تتحمله مادة المصهر (عنصر المصهر) لوقت غير محدد بدون ان يحدث بها تدهور او انهيار

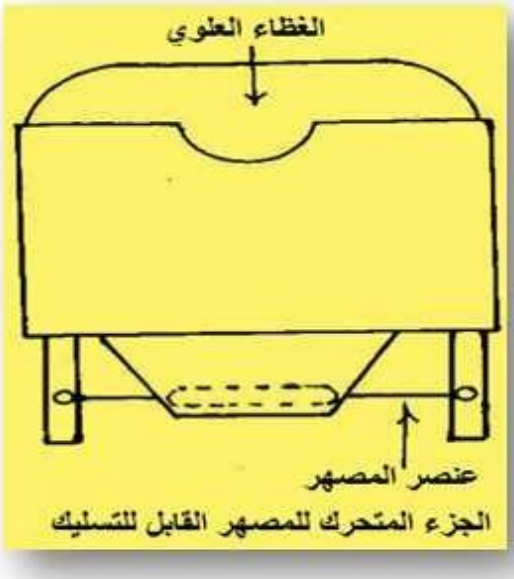
تيار الانصهار : - وهو عبارة عن اقل قيمة للتيار تسبب انصهار او سقوط عنصر المصهر

أنواع المصهرات المستخدمة في الحياة العملية

1– المصهرات القابلة للتسليك (Rewirable Fuses)

المصهر القابل للتسليك هو أبسط وسيلة حماية ويتكون عنصر المصهر من سلك ذو مقاومة قليلة ويتكون من النحاس والتيار الذي يجعل هذا السلك ينصهر يعتمد على طول السلك ومساحة مقطعه ، ويسمى هذا النوع ايضاً بالشبه المغلق (Semi enclosed fuse)





محاسن المصهرات القابلة للتسليك

أ – رخيصة الثمن

ب – من السهل استبدال عنصر المصهر في حالة انصهاره

العيوب

أ – تأكسد مادة العنصر مما يؤثر على مساحة مقطعه

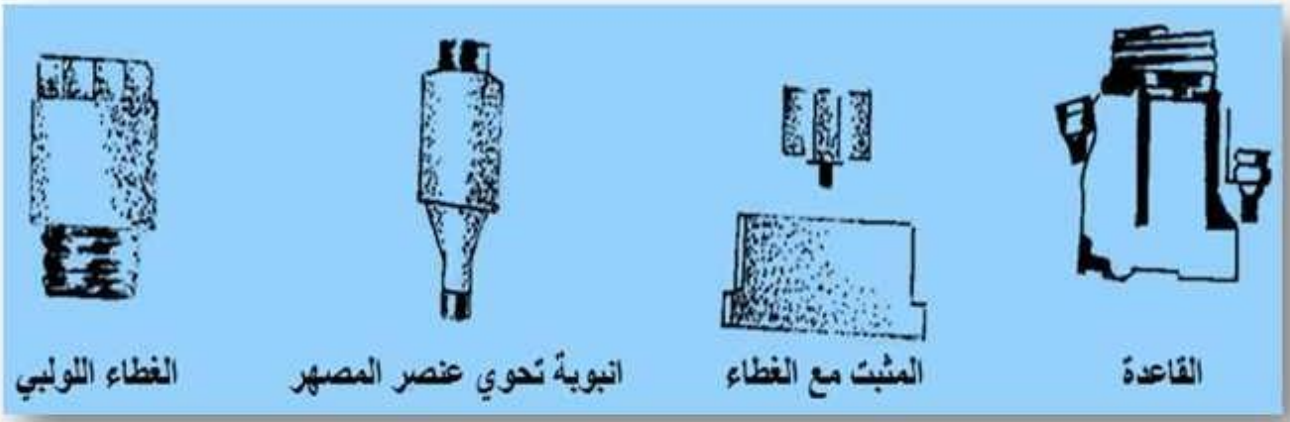
ب – من السهل على أي شخص ان يستبدل عنصر المصهر بسلك اخر ربما يكون من مادة او عنصر اخر ذي مساحة مقطع مخالفة وهذا يؤدي الى اختلاف المواصفات المطلوبة من المصهر

ت – ان المصهرات لاتفرق بين التيارات الزائدة التي تمكث لفترة طويلة والتيارات التي تمكث مدة قصيرة مثل تيارات البدء عند تشغيل المحركات لذلك فأن هذا النوع لايفضل استخدامه لحماية المحركات

2 - المصهرات الانبوبية (Cartridge fuses)

صنعت المصهرات الانبوبية لتغطي بعض مساوئ المصهرات القابلة للتسليك والذي هو تأكسد سلك المصهر وسقوطه حتى في حالات الحمل العادي . وان المصهرات الانبوبية هي جسم اسطواني من الخزف يحتوي على عنصر المصهر والاسطوانة تكون مملوءة بالرمل السليكوني الذي يساعد على اطفاء القوس الكهربائي الناتج من انصهار عنصر المصهر والشكل ادناه يوضح أجزاء المصهرات الانبوبية

اجزاء المصهر الانبوبي



محاسن المصهرات الانبوبية

أ – عدم امكانية استبدال سلك المصهر (بل تبدل انبوبه جديدة بنفس مواصفات الأنبوبة التالفة)

ب – سلك المصهر غير قابل للتأكسد حيث انه لايتعرض للهواء

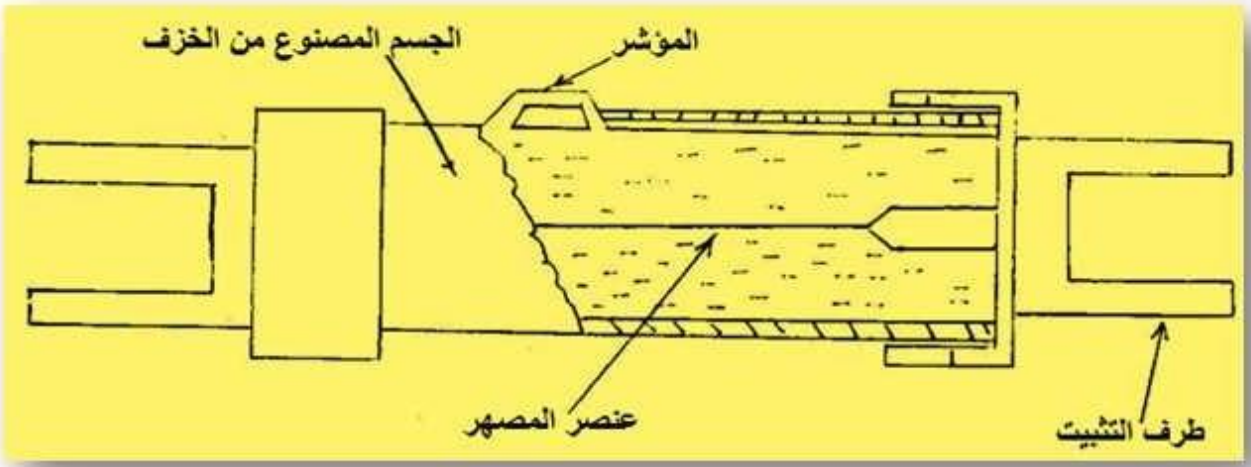
ت – القوس الكهربائي الناتج من انصهار عنصر المصهر لايستمر بعد سقوطه

عيوب المصهرات الانبوبية

لاتفرق هذه المصهرات بين الحمل الزائد الذي يمكث فتره طويلة والحمل الزائد الذي يزول بعد فتره قصيرة

3– المصهرات ذات سعة القطع العالية (H.R.C) Heigh rupture capacity fuses

ويتكون من اسطوانة من الخزف الجيد وعنصر المصهر عباره عن سليك رفيع من الفضة الخالصة والاسطوانة تملأ بمسحوق السليكون وان هذا المصهر مزود بمؤشر ليظهر حالة المصهر ويتكون المؤشر من سلك رفيع يتصل بالتوازي مع عنصر المصهر ، ويمكن معرفة قيمة التيار الذي يتحمله عنصر المصهر من خلال اللون الموجود على الغلاف الخارجي للاسطوانة



المميزات

أ – له خصائص فصل يمكن التحكم فيه بدقة عند التصنيع

ب – يستعمل في حالة الاحمال الصناعية الكبيرة

ت – يحتوي على مؤشر يوضح حالة عنصر المصهر هل انصهر أم لا

ث – يتكون من انبوبة من السيراميك من النوع القابل لتحمل الصدمات الكهربائية العالية

ج – تم صنعها بطريقة ملائمة بحيث تعطي تلامساً كهربائياً جيداً

نماذج لمصهرات ذات سعة القطع العالية مع قاعدة التثبيت

قواطع الدورة الكهربائية (Circuit Breakers)

هي وسيلة ميكانيكية لغلق وفصل الدائرة الكهربائية تحت الظروف الاعتيادية والغير اعتيادية وبصورة اوتماتيكية في حالة مرور تيار فيها اكثر من المقرر

ويمكن تشغيل القاطع بعد زوال العارض أو الخطأ أو بسبب التيار الغير طبيعي لهذا السبب فهي تختلف عن المصهر في عدم الحاجة الى تبديلها حيث يبدل عنصر المصهر لذلك يعتبر القاطع كمفتاح فصل وتوصيل اوتماتيكي وتعمل قواطع الدورة بالتأثير الحراري أو المغناطيسي أو كليهما في حالة التيار الغير طبيعي وتحدد هوية القاطع بمايلي : -

1– التيار المقنن 2 – الجهد (الفولتية) 3 – تيار الفصل 4– حساسية القاطع (زمن الفصل)

تصنيف قواطع الدورة

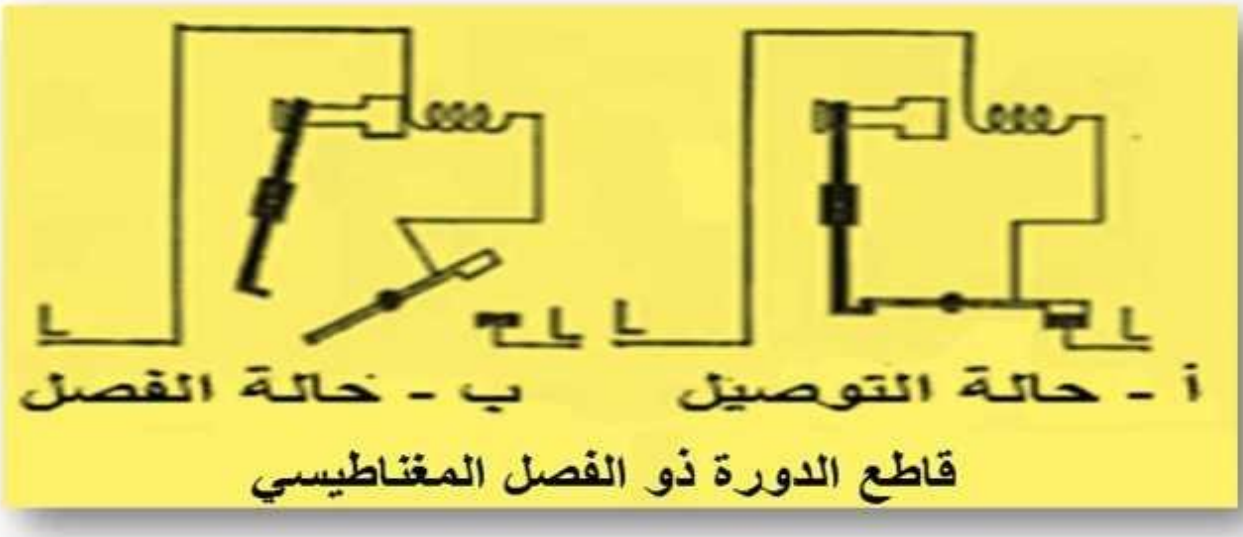
في منظومة الضغط العالي تقسم قواطع الدورة الكهربائية حسب الوسط العازل بين التلامسات الثابتة والمتحركة الى :

1– القواطع الهوائية 2 – القواطع الزيتية 3 – القواطع الغازية 4 – القواطع المفرغة من الهواء

كما تقسم القواطع حسب طبيعة التشغيل والفصل الى : -

1 – قاطع الدورة ذو الفصل المغناطيسي

يتكون من ملف حلزوني وقلب حديدي وتوجد امام الملف قطعة حديدية عندما يكون القاطع في حالة (ON) فان التيار يسري خلال الملف ويولد فيه مغناطيسية دون التأثير على القطعة الحديدية ، اما في حالة مرور تيار اعلى من المقرر (زيادة الحمل او قصر الدائرة) فان القطعة الحديدية تنجذب باتجاه الملف بسبب زيادة القوة المغناطيسية للملف مما يؤدي الى تحرير تلامس ميكانيكية الفصل وقطع الدائرة الكهربائية كما في الشكل أدناه فالشكل- أ- يبين لنا الحالة الاعتيادية والشكل – ب – يبين لنا حالة الفصل (OFF)



قاطع الدورة ذو الفصل المغناطيسي

2 – قاطع الدورة ذو الفصل الحراري

يحوي عنصراً ثنائي المعدن حساس للحرارة وعندما يمر تيار اعلى من المقرر يسخن هذا العنصر وينحرف باتجاه قطعه معدنية والتي تسبب قطع الدائرة الكهربائية كما في الشكل ادناه فالشكل(أ) يبين لناالحالة الاعتيادية والشكل (ب) يبين لنا حالة الفصل (OFF)

3 – قواطع الدورة الكهربائية المنمنمة (Minture Circuit Breaker) MCB

هي قواطع دورة اوتماتيكية صغيرة السعة تعمل لحماية الدائرة وتكون بسعات مختلفة (50. 40. 32. 25. 20. 16 . 10 . 125 . 100 . 80 . 63.) أمبير وقد اصبح هذا النوع من قواطع الدورة الكهربائية شائع الاستخدام كثيراً في الاونة الاخيرة خاصة عند استبدالها مكان المصهرات في التاسيسات المنزلية والابنية العامة وتجمع هذه القواطع في صندوق يسمى صندوق قاطع الدورة ويكون عددها مختلفاً حسب الحاجة وكذلك فيها ذا الطور الواحد او ثلاثة اطوار علماً بان حجم جميعها متساو على الرغم من اختلاف سعتها وميزتها الجيدة هو سهولة اعادة تشغيلها بالضغط على اللسان البارز فيها او تحريكه الى الاعلى او الاسفل حسب نوع القاطع وتصميمه كما في الشكل ادناه

قواطع كهربائية منمنمة (M.C.B)

مكونات قاطع الدورة الكهربائية المنمنم

من خلال الصورة المقطعية ادناه للقاطع المنمنم والتي مؤشر عليها أجزاء القاطع والتي تتكون من الأجزاء الاتية : -

1. رافعة مشغل ميكانيكي وتستخدم في قطع واعادة توصيل الدائرة الكهربائية يدويا. وأيضا الإشارة إلى حالة قاطع التيار.
2. إليه المشغل الميكانيكي والتي تقوم بدفع أطراف التلامس على الاتصال أو الابتعاد عن بعضها.
3. مفتاح يسمح بمرور التيار عند الإتصال أو بقطعه عند الانفصال.
4. أطراف التلامس للتوصيل مع المصدر والحمل.
5. شريط ثنائي المعدن يفصل أطراف التلامس في فترة زمنية وجيزة عند تجاوز التيار للقيمة المقررة.
6. مرود المعايرة ويسمح للشركة المصنعة بضبط تيار القطع للجهاز.
7. ملف كهربائي يفصل أطراف التلامس بسرعة عند التعرض لتيارات عالية.
8. مفرق القوس الكهربائي (مفرق الشرارة الكهربائية).

مكونات القاطع المنمنم

4 – قواطع الدورة من النوع المصبوب (Moulded Case Circuit Breaker) MCCB

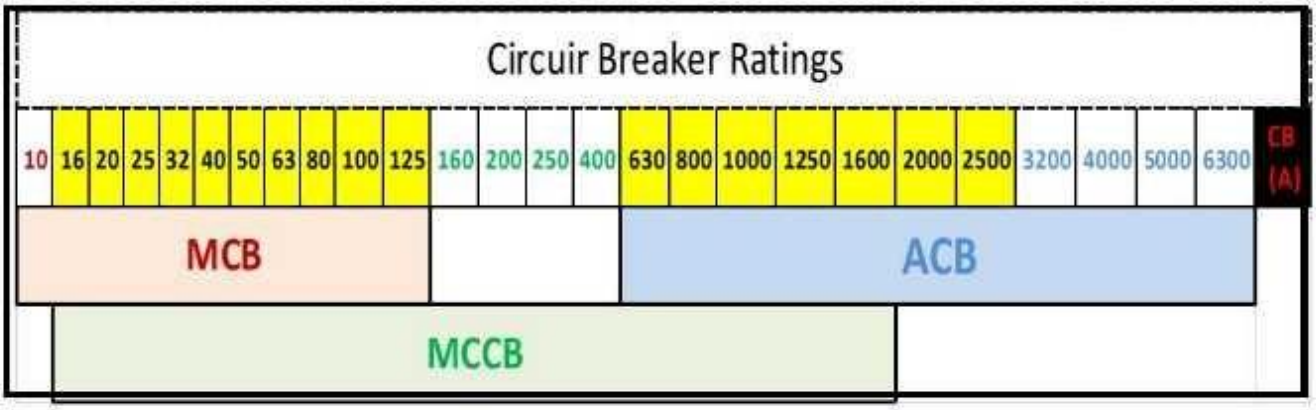
ان قواطع الدورة من النوع المصبوب تكون مشابه من حيث الاداء للانواع السابقة الا انها تكون ذات ثلاثة اطوار عادة وتتصل الاطوار الثلاثة ميكانيكياً وتنفصل هذه الاطوار سوية عند زيادة في تيار أي طور من الاطوار الثلاثة ، وفي بعضها يكون خط التعادل مربوط ميكانيكياً مع الاطوار الاخرى حيث ينعزل هو الاخر عن المصدر عند حصول الزيادة في التيار وهذا النوع من القواطع يوفر حماية كافية للاحمال ثلاثية الطور وكما في الشكل ادناه . وتكون بسعات قياسية وكالاتي (16 . 20 . 25 . 32 . 40 . 50 . 63 . 80 . 100 . 125 . 160 . 200 . 250 . 400 . 500 . 630 . 800 . 1000 . 1250 . 1600) أمبير

أنواع من قواطع الدورة الكهربائية المقولبة (MCCB)

مميزات قواطع الدورة

1 – زمن الفصل قصير جداً تحت ظروف العطل (زيادة التيار)
2 – تفتح جميع الاطوار في حالة العطل
3 – يمكن اعادتها الى العمل بعد زوال العطل
4 – يمكن وضعه في حالة ON أو OFF بدون خطورة حتى في ظروف العطل
5 – يمكن استخدامه كمفتاح سيطرة للدائرة (مفتاح رئيسي)
6 – يعطي دليلاً واضحاً على وجود العطل وبان الدائرة قد قطعت

وتصنع القواطع بسعات قياسية وكما في الجدول ادناه



1 – (MCB) القواطع المنمنمه 2 – (MCCB) القواطع المقولبة 3 – (ACB) القواطع الهوائية

أختيار حجم لوحة التوزيع

يجب اختيار حجم المعدات والادوات الكهربائية المستخدمة في لوحات التوزيع باحجام تستوعب الحمل المطلوب من انارة وتسخين واجهزة التبريد والتدفئة وغيرها ويحدد التيار الرئيسي الذي يمر في اللوحة الرئيسية بجمع قدرات الاجهزة كافه ثم ضربها بعامل التباين وهذا اقل من الواحد وذلك لعدم توقع تشغيل الاجهزة كافة في ان واحد ويتم توزيع الطاقة الكهربائية في المساكن من لوحة التوزيع الخاصة بالبيت على عدة دوائر فرعية ، فلكل غرفه تخصص دائرة للانارة وأخرى للمأخذ . اما الملحقات الأخرى مثل (الممر ، حمام ، مرافق ، المخزن) فتكفي دائرة كهربائية واحدة لها . وبالامكان فصل دائرة الانارة عن المأخذ وهذا مايفيد في حالة عطل احد الدوائر فعندها يمكن استغلال الثانية للحصول على القوة الكهربائية . اما الاجهزة التي يزيد تيارها عن **(15)** أمبير فتخصص لها دائره كهربائية مستقلة .

التأسيس مع صناديق توزيع الاجهزة (الجكشنات)

صندوق توزيع الاجهزة عباره عن صندوق توزيع اعتيادي يمكن ان يثبت فيه أي عنصر من عناصر التوصيل (مفتاح او مأخذ) ويستحسن استعمالها على شكل حلقة وتترك صناديق توزيع فارغة للأحتياج المستقبلي . وتغطى الصناديق الفارغة بغطاء للتمكن من استغلالها عند الحاجة اليها كمأخذ او ماشابه حيث انها تحتوي على نقاط ربط . وعند استعمال هذا النوع من التمديد ينصح تثبيت صندوق عن الاخر كل (**1.5**) متر . وفائدة هذه الصناديق للحصول على تأسيسات سهلة قريبة من الارض ايضاً ، وبالامكان الحصول على توصيل شبكة الكهرباء كذلك من اماكن عدة وكذلك للاختصار بتمديد الخطوط والقابلوات او الانابيب (بالنسبة للاحتياج في المستقبل)

دوائر التوزيع الفرعية (النهائية)

هي الدائرة التي ترتبط بلوحة التوزيع او المصهرات من جهة ، وتزود نقطة او اكثر من نقاط الحمل دون مرورها بمصهرات او تفرعات من جهة اخرى .

النقطة الكهربائية هي مايتصل من معدات في سلك التجهيز التي تزود القدرة اللازمة للانارة او المأخذ او أي جهاز مستهلك للقدرة .

دائرة التوزيع النهائية تتكون من سلك ثنائي ذو حجم صغير (2×1.5) ملم² يجهز عدداً من مصابيح الانارة والمراوح السقفية أو من سلك (2.5 × 2) ملم² يجهز مأخذ كهربائي اومن سلك (4 × 2) ملم² يجهز سخان او مكيف هواء اوسبلت , اومن كيبل ثلاثي الاسلاك ذي حجم مناسب يزود محرك ثلاثي الطور من قاطع دورة يربط في لوحة التوزيع الرئيسية

متطلبات الدوائر الفرعية النهائية

يجب اتباع الشروط او القواعد المحددة في توزيع النقاط الكهربائية لمسكن او بناية على عدد من الدوائر الفرعية ومن هذه الشروط : -

1 – اختيار الحجم المناسب للموصلات والاجهزة كافة لتحمل ماهو مطلوب

2 – تصميم الدوائر الفرعية ومعدات الحماية التابعة لها بحيث تمنع حدوث الاخطار

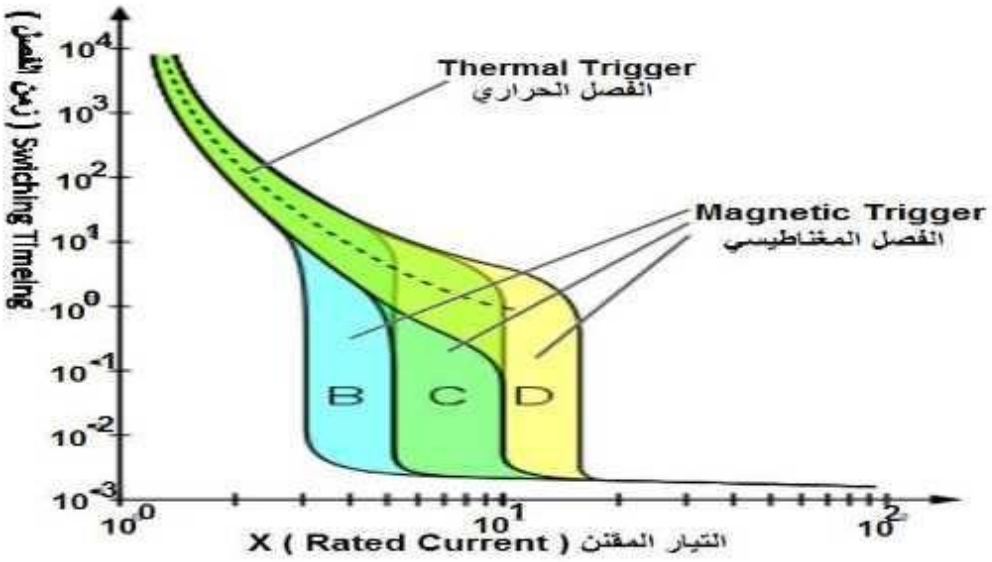
3 – ربط كل دائرة فرعية نهائية الى لوحة التوزيع الرئيسية وبحماية مصهراو قاطع دورة منفصل

4 – عدم ربط الدوائر الفرعية بعضها ببعض كهربائياً ، كذلك ربط السلك المتعادل الى لوحة التوزيع بالطريقة المستخدمة في ربط الاسلاك الفعالة للقدرة

5 – يجب ان لايزيد تحمل المصهر او قاطع الدورة على تحمل اصغر سلك او كيبل في الدائرة المحمية بالمصهراو بقاطع الدورة

المعايير العالمية (IEC) لقواطع الدورة الكهربائية

قامت (IEC) بتعريف التيار الكامل لقاطع التيار المستخدم في تطبيقات توزيع الجهد المنخفض على انه أقصى تيار يمكن للقاطع ان يتحمله بانتظام في درجة حرارة 30 درجه مئوية . يتم تصنيف قاطع التيار وبوحدة الأمبير ولكن يتم تبديل الرمز (A) الذي يكتب بجانب قيمة الأمبيرة على القاطع بالرموز (C,B أو D) والتي تشير الى تيار القطع اللحظي . وهذه هي القيمة الأقل للتيار والتي تجعل قاطع التيار يقوم بالقطع بدون تأخير زمني خلال 100 ميلي ثانية ويعبر عنه بالرمز I_n



نوع القاطع	تيار القطع اللحظي
B	فوق In 3
C	فوق In 5 الى In 10
D	فوق In 10 الى In 20
K	فوق In 8 الى In 12 الحمال التي تسبب فترة زمنية قصيرة ترددية (تقريباً 400 ميلي ثانية الى 2 ثانية) لقمم التيار اثناء التشغيل العادي
Z	فوق In 2 الى In 3 للفترات الزمنية ذات حدود عشرات من الثواني لحماية الأحمال مثل أجهزة اشباه الموصلات او دوائر القياس التي تستخدم محولات تيار

أغراض التأسيسات الكهربائية

لقد انتشر استخدام الطاقة الكهربائية وزاد من استخدامها التقدم العلمي في كافة المجالات فلم يختصر استخدام الكهرباء لاغراض الانارة وتشغيل المحركات بل توسع الاستعمال الى منظومات متعدده خاصة في الابنية العامة والمستشفيات والفنادق والمصارف وغيرها من الابنية التي تحتاج الى خدمات مختلفة ومن هذه المنظومات .

1 – منظومة النداء (Call system)
2– منظومة الهواتف (Telephone system)
3 – منظومة الساعات (Clocks system)
4 – منظومة نداء الاطباء (Doctor- call system)
5 – منظومة نداء الممرضات (Nurses – call system)
6 – منظومة التنبيه عن الحريق (Fire Alarm system)
7 – منظومة مانعات الصوانق (Lightining Arrestors system)
8 – منظومة الاجراس (Bell system)
9 – منظومة التلفاز المغلق (Closed T.V antenna system)
10 – منظومة هوائي المذياع والتلفاز (Radio and T.V antenna sysyem)
11 – منظومة الانارة الاضطرارية (Lighting Emergency system)
12 – منظومة الستلايت والانترنيت (Satellete and Internet system)

الى غير ذلك من الاستخدامات التي تزيد يوما بعد يوم كلما فكر الانسان بزيادة راحته وزاد من الاستعانة بالكهرباء لتحقيق بعض الاغراض الحياتية لاغراض السرعة والسهولة وكلما تقدمت التكنلوجيا زاد اعتماد الانسان على الالة

أنواع نظم التسليك

أ – نظام الموصلات غير المعزولة (Bus-Bar)

وهي عبارة عن موصلات أو قضبان موصلة لاتغلف بمواد عازلة عادة وتكون استخداماتها محددة في بعض الاماكن في التأسيسات الكهربائية أو الشبكات ولكنها مهمة وان اهم المجالات التي تستخدم فيها موصلات القضبان هي : -

1 – لوحات التوزيع سواء كانت رئيسية أو ثانوية أو نهائية أو التوصيل بينهم Distributions board

2 – المحطات الكهربائية Electrical power plant

3 – نظام الارضي Earthing system

4 – مجمع الاسلاك في الباصات الكهربائية Trolly أو الرافعات Cranes

5 – نقل الطاقة الكهربائية في خطوط النقل الهوائي

6 – في نظام المصاعد وقضبان التوصيل العابرة

وتثبت قضبان التوصيل (B.B) في لوحات التوزيع على عوازل خزفيه فعندما تكون القدرة ذات طور واحد فأن اللوحة تحتوي على قضبان عدد (2) وعندما تكون القدرة ثلاثي الطور فأن اللوحة تحتوي على قضبان عدد (4) ثلاثة للخطوط الفعالة والرابع للخط المتعادل (mp)

ب – نظام الموصلات المعزولة (Insulated conductors system)

في هذا النظام تستخدم موصلات من النحاس أو الالمنيوم وتكون معزولة بطبقة واحدة أو عدة طبقات من مواد عازلة وحسب مكان استعمالها ، وتقسم الى عدة انظمة حسب نوع المادة العازلة المستخدمة او طريقة تنفيذ التسليك وهي :

1 – نظام التسليك (T.R.S) Tough – Rubber Sheathed

في هذا النظام تستخدم اسلاك معزولة بواسطة المطاط المقوى أو المكلفن (Valcunised Rubber Insulation) ويرمزله (V.R.I) يستخدم المطاط المقوى في هذا النظام للعزل والحماية ضد المؤثرات الميكانيكية الخارجية .

مميزاته

أ – قابليته للعزل الكهربائي جيدة

ب – مقاومته ضد المؤثرات الميكانيكية مقبولة

ت – اسلاكه مرنه وسهلة الاستخدام

ث – مقاوم للمياه

مساوئ هذا النظام

أ – لايقاوم النفط والبانزين

ب – لايمتلك مقاومة ضد المؤثرات الخارجية القوية والحرارة العالية واعلى درجة حراره يعمل بها هذا النظام لاتتعدى ($66\ C^0$)

2 – نظام التسليك Poly Vinyl Chloride Sheathed (P.V.C)

في هذا النظام تستخدم اسلاك معزولة بمادة البولي فينل كلوريد (بلاستك) وتكون معزولة بطبقة أو عدة طبقات من مادة (P.V.C) ويعتبر هذا النوع من العوازل من اشهر العوازل المستخدمة في عزل الأسلاك والقابلوات وخاصتاً في الضغط الواطئ للتيار الكهربائي .

مميزاته

أ – له مقاومة عالية ضد النفط والبانزين

المساوئ

أ – قابيلية العزل اقل من المطاط ب – اسلاكه غير مرنه ت – حرارة التشغيل يجب ان لاتتعدى $75\ C^0$

ث – عند ارتفاع درجة الحرارة تصبح هذه المادة اكثر ليونة

ج – يتشقق هذا العازل عند درجات الحرارة المنخفضة جداً

3 – نظام التسليك Poly Chloroprene Sheathed (P.C.P)

في هذا النظام تستخدم اسلاك معزولة بمواد ابلاستيكية نوع البولي كلوروبرين

مميزاته

أ – يستخدم في الاماكن ذات الرطوبة العالية والمزارع ب – له مقاومة عالية لغاز الامونيا وابخرة الكبريت

ت – له مقاومه ضد حامض اللبنيك ث – له مقاومة للزيوت النباتية والبترول

ج – له مقاومة لاشعة الشمس والحرارة المباشرة

4 – نظام التسليك بواسطة المثبت (Cleat)

مميزاته

أ – الاسلاك أو القابلوات المستخدمة تثبت بماسكات من الخزف بحيث الاسلاك لا تمس الجدران

ب – يستخدم في الاماكن ذات التأسيس الاضطراري ت – نظام قليل الاستعمال ث – قليل الكلفة

5 – نظام الموصلات المعزولة ذات الحماية الميكانيكية

في هذا النظام يتم التأسيس داخل الانابيب وهو شائع الانتشار في العالم ويقسم الى عدة انواع حسب نوع الانابيب المستخدمة في التأسيس وهي : -

أ – نظام التسليك داخل الانابيب الحديدية [(1 - القياس الخفيف (Class A) ، 2 - القياس الثقيل (Class B)]

ب – نظام التسليك داخل الانابيب البلاستيكية ت – نظام التسليك داخل الانابيب النحاسية

ث – نظام التسليك داخل انابيب الالمنيوم ج – نظام التسليك داخل الانابيب المرنة

6 – نظام التسليك المغلف بالخشب (Wood casing wiring system)

مميزاته

أ – يستخدم في التأسيسات الداخلية الغير معرضة للرطوبة والامطار

ب – يصنع على شكل قنوات من الخشب وتمد الاسلاك بها اما نوع P.V.C أو V.R.I

ت – في التسليك ثلاثي الطور تعمل ثلاث قنوات منفصلة عن بعض

ث – تثبت قنوات الخشب على الجدران بواسطة اقراص عازلة من مادة البورسلين العازلة لفصل القنوات عن الجدار والسقف

ج – بعد مد الاسلاك تغطى القنوات بالالواح من الخشب

أنواع التأسيسات الكهربائية المنزلية

1 – التأسيس فوق البياض (التأسيس الظاهري)

2 – التأسيس تحت البياض (تأسيس السمنس)

3 – التأسيس داخل الانابيب

4 – تأسيس المعامل والورش

1 - التأسيس فوق البياض (التأسيس الظاهري)

لما كان هذا النوع من التأسيس ظاهر للعيان فيجب مراعات منظر الخطوط من حيث استقامتها وجمالها ، ويستعمل لهذه الطريقة اسلاك بلاستك (P.V.C) مزدوجة او ثلاثية ذات غلاف خارجي مسطح وتثبت الاسلاك بواسطة الماسكات والمسامير ، وعند تنفيذ هذا النوع من التأسيس يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار النقاط التالية .

أ – تغير مسار الخطوط يتم بزاوية قائمة

ب – المسافة بين ماسك واخر (7--- 5) سم

ت – تثبيت المفاتيح والمأخذ على ارتفاع (1.20) م فوق ارضية الغرفة

ث – استخدام الخطوط المستقيمة سواءاً كانت افقية أم عمودية

ج – تقليل التفرعات جهد الامكان مع مراعات عدم وجود تقاطعات للاسلاك كذلك عدم وجود وصلات ظاهرية على الجدران

المميزات

أ – قليل الكلفة ب – سرعة كبيرة في الانجاز ت – سهولة في الصيانة والتتبع

المساوئ

أ – تؤثر سلبياً من الناحية الجمالية ب – مقاومتها الميكانيكية قليلة

ت – لا تصلح في الاماكن الحاوية على ابخرة كيماوية

2 – التأسيس تحت البياض (تأسيس السمنس)

ينفذ هذا النوع من التأسيس قبل عملية البياض (لبخ الجدار) بالاسمنت أو الجص ، يتم مد الخطوط الرئيسية والاسلاك قبل عملية البياض او اللبخ وتستعمل لهذه الطريقة اسلاك مزدوجة او ثلاثية مقلفة بغلاف واقي فيه مجرى للتثبيت على الجدران بالمسامير ويفضل استخدام السقف والاستفادة منه لكي نتجنب دق المسامير على الاسلاك فيما بعد اي بعد ان ينسى مكان السلك في الجدار . وبعد اللبخ والبياض يقوم بربط المفاتيح والمأخذ ونقاط الانارة والمراوح وربط قواطع الدورة مع الفحص والختبار

المميزات

أ- أنها اقل الطرق كلفة ب – لها سرعة كبيرة في الانجاز ت – لاتؤثر على الناحية الجمالية للبناية

المساوئ

أ – لايمكن ابدال أي جزء منها عند حدوث خطأ

ب – امكانية حدوث تسرب كهربائي على الجدار

ت – قصر عمرها بسبب تأثرها بأختلاف درجات الحرارة

ث – مقاومتها الميكانيكية قليلة جداً

ج – صعوبة اضافة خطوط جديدة بعد انتهاء التأسيس

3 – التأسيس داخل الانابيب

في هذا النوع من التأسيس يتم مد أسلاك مفردة من النحاس معزولة بالمطاط السلكوني تستخدم خصيصاً للتأسيس داخل انابيب حديدية او بلاستيكية تثبت الانابيب في السقوف قبل صب السقوف وفي الجدران قبل البياض او اللبخ وهناك نوعان من الأنابيب الحديدية

أ– القياس الخفيف (Class A) ومميزاته

1 – له مقاومة ميكانيكية اقل من القياس الثقيل
2 – لا يقبل عملية التسنين و يتم التوصيل بين الانابيب بطريقة الانزلاق
3 – سهولة التأسيس وسرعة الانجاز
4 – لايستخدم في الاماكن الرطبة
5 – قياس اقطار الانابيب (32 . 25 . 20 . 16) ملم

ب – القياس الثقيل (Class B) ومميزاته

1 – له مقاومة ميكانيكية عالية
2 – يقبل عملية التسنين ويتم ربط الانابيب في مابينها أو الجكشنات من خلال الاطراف المسننة لها
3 – يحتاج الى جهد كبير في العمل والتركيب بين الانابيب
4 - يعطي نظام تأريض جيد
5 - قياس اقطار الانابيب (32 . 25 . 20 . 16) ملم

مميزات التأسيس داخل الأنابيب

أ- حماية الاسلاك من المؤثرات الميكانيكية والتقليل من تأثير الحريق عليها
ب – سهولة اعادة التسليك او اضافة اسلاك جديدة (سهولة الصيانة)
ت – الاستفادة منها للحصول على أرضي مضمون الاستمرارية والكفاءة
ث –جمال منظر التأسيس

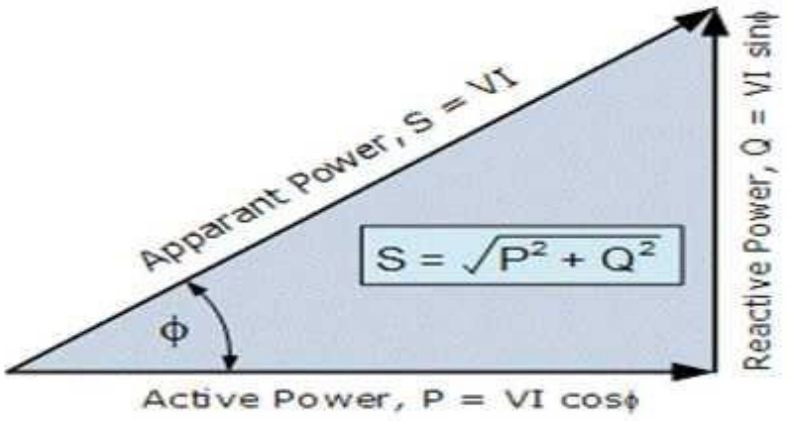
المساوئ

أ – ارتفاع اثمانها
ب – صعوبة وبطأ في التنفيذ
ت – الاذى الذي يلحق بالجدران والبناء نتيجة الحفريات اثناء تثبيت الانابيب
ث – صدأ الانابيب الحديدية وتاكلها نتيجة تعرضها للرطوبة ولبعض الابخرة الكمياوية

4– تأسيس المعامل والورش

هناك عدة طرق لمد الاسلاك والقابلوات داخل المعامل والورش .
1 - مد الاسلاك داخل انابيب وتثبت هذه الانابيب ظاهرياً على الجدران او السقوف بواسطة ماسكات معدنية .
2 - تثبيت الكيبلات ظاهرياً على الجدران او على حاملات بشكل رفوف .
3 - وهنالك حالات تستخدم فيها مجاري خاصة لمد الاسلاك والكيبلات داخل ارضية الورشة وتغطى هذه المجاري بالحديد المضلع .

الطريقة العلمية لحساب مقطع الكيبل الكهربائي واختيار القاطع المناسب حسب الحمل



من مثلث القدرة أعلاه يتضح لنا ان هنالك ثلاثة أنواع من القدرة الكهربائية هي

1 – القدرة الظاهرية (Apparent Power) ويرمز لها بالحرف (S) وهي القدرة الاتية من مصدر الكهرباء (Input Power) كالمحولات الكهربائية او المولدات الكهربائية والتي تقاس قدرتها (بالفولت . أمبير) (VA) أو (KVA) وتعطى القدرة الظاهرية بالمعادلات التالية

القدرة الظاهرية = الفولتية × التيار أحادية الطور $S = V.I \ \ (KVA)$

القدرة الظاهرية = $\sqrt{3}$ فولتية الخط × تيار الخط ثلاثية الطور $S = \sqrt{3}.V.I \ \ (KVA)$

2 – القدة الفعالة او الحقيقية (Active Power) ويرمز لها بالحرف (P) وهي الجزء من القدرة الظاهرية المستفاد منها والتي تتحول الى شكل اخر من الطاقة كالطاقة الحركية في المحركات الكهربائية والحرارة في السخانات والانارة في المصابيح وهذه الاحمال وغيرها تحتوي في تركيبها على مقاومات كهربائية وملفات حثية ومتسعات وتقاس بالواط (W) او (KW) . وتعطى القدرة الفعالة بالمعادلات التالية

القدرة الفعالة = الفولتية × التيار × معامل القدرة (أحادية الطور) $P = V.I.\cos\emptyset \ \ (KW)$

القدرة الفعالة = $\sqrt{3}$ × فولتية الخط × تيار الخط × معامل القدرة $P = \sqrt{3}.V.I.\cos\emptyset \ \ (KW)$

3 – القدرة غير الفعالة (Reactive Power) ويرمز لها بالحرف (Q) وهي الجزء من القدرة الظاهرية (S) التي يسحبها الحمل الحثي او السعوي . وتلك العناصر وان كانت تشكل نوعاً اخر من المقاومات فمن خصائصها الكهربائية لاكنها لاتستهلك القدرة بل خازنة لها مؤقتاً وتتردد بين الحمل والمصدر الكهربائي ذهاباً وايابا وغير مستفاد منها ووحدتها هي الفار (VAR) او (KVAR) . وتعطى بالمعادلات التالية

القدرة غير الفعالة = الفولتية × التيار × جيب الزاوية($\emptyset$) (أحادية الطور) $Q = V.I.\sin\emptyset \ \ (KVAR)$

القدرة غير الفعالة = $\sqrt{3}$ فولتية الخط × تيار الخط × جيب الزاوية($\emptyset$) $Q = \sqrt{3}.V.I.\sin\emptyset \ \ (KVAR)$

معامل القدرة (Power Factor) او (cos Ø) ويرمز له (P.F)

وهو جيب تمام الزاوية المحصورة بين الجهد الكهربائي المسلط على الحمل والتيار الكهربائي المار بالحمل . عند توصيل الأحمال الكهربائية على الشبكة الكهربائية فان هذه الأحمال تسحب كل من القدرة الفعالة والقدرة غير الفعالة وتبعاً لقيمة احتياجها من الطاقة الفعالة والطاقة الغير فعالة يتحدد معامل قدرة هذه الأحمال .

ومعامل القدرة هو المقياس لمدى فاعلية استغلال الطاقة المستهلكة ويأخذ القيمة مابين الصفر والواحد

- PF = 1 مثالي عندما تكون الزاوية بين التيار والجهد تساوي صفر كما في المقاومة
- PF = 0 عندما تكون الزاوية بين التيار والجهد تساوي 90 كما في الملف والمكثف
- كلما كان معامل القدرة قريب من الواحد نزيد من كفاءة النظام

أهمية تحسين معامل القدرة

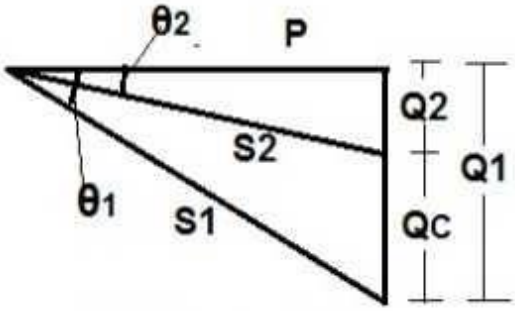
1 – كلما زاد معامل القدرة قل التيار المسحوب وبالتالي تقل مساحة مقطع الكيبلات

2 – تحسين كفاءة النظام الكهربائي 3 – تقليل الفاقد في الشبكة 4 – تقليل فواتير الكهرباء

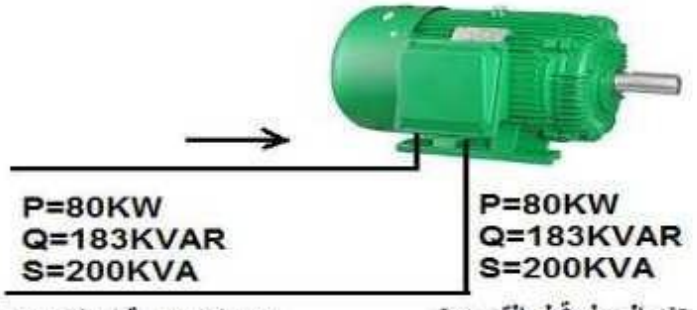
طرق تحسين معامل القدرة

حيث ان معظم الأحمال حثية وتحتاج للمجال المغناطيسي , يتم وضع مكثفات بالتوازي مع الحمل تزودنا بالقدرة الغير الفعالة المطلوبة وبالتالي يقل سحب القدرة غير الفعالة (Q) من الشبكة .

مثال(1-1) / محرك كهربائي قدرته الفعالة (*P=80 KW*) يسحب من المصدر قدرته غير الفعالة (*Q = 183 KVAR*) ويسحب قدره ظاهرية من المصدر (*S = 200 KVA*) وفولتية المصدر*230V* وتردده *50 Hz* . لتحسين معامل القدرة من (0.4) الى (0.79). ما مقدار قيمة المتسعة (المكثف) التي ربطت على التوازي مع المحرك.



مثلث تحسين معامل القدرة



عند المصدر قبل التحسين عند الحمل قبل التحسين

لأيجاد قيمة المكثف الذي يربط على التوازي مع المحرك يجب ان نجد قيمة معامل القدرة للمحرك قبل التحسين ثم بعدها نختار معامل القدرة المناسب .

معامل القدرة قبل التحسين $\cos\theta_1 = \frac{P}{S_1} = \frac{80}{200} = 0.4$

لتحسين معامل القدرة من (0.4) الى (0.79) نحسب القدرة الظاهرية بعد التحسين (S_2)

القدرة الظاهرية بعد التحسين $S_2 = \frac{P}{\cos\theta_2} = \frac{80}{0.75} = 101\ KVA$

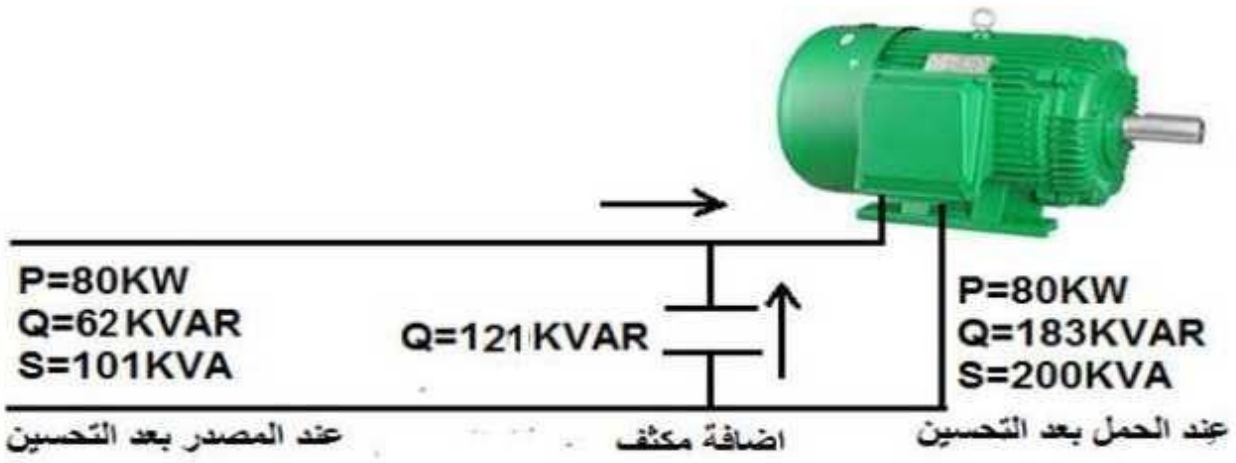
القدرة الفعالة للمحرك ثابته في الحالتين ومنها ومن القدرة الظاهرية (S_2) نجد القدرة الغير الفعالة بعد التحسين (Q_2)

القدرة غير الفعالة بعد التحسين $Q_2 = \sqrt{101^2 - 80^2} = 62$

القدرة غير الفعالة للمتسعة المضافة (Q_C) $Q_C = Q_1 - Q_2 = 183 - 62 = 121\ KVAR$

$$X_C = \frac{V^2}{Q_C} = \frac{220^2}{121000} = \frac{48400}{121000} = 0.4\ \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi f x_c} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 0.4} = 0.00796\ FARAD = 7.96\ mF$$



مثال (1-2) :

محرك حثي ثلاثة أطوار يعمل على مصدر (400) فولت بتردد (50) ذ/ثا وبمعامل قدرة (0.7) يراد رفع معامل قدرته الى (0.8) ماسعة كل مكثف لكل طور عندما تربط مرة (مثلث) واخرى (نجمة) إذا علمت ان القدرة المصروفة للمحرك (40) كيلو واط؟

1- في حالة مثلث (دلتا) :

أ- نستخرج $Sin\varphi_1$، $Sin\varphi_2$ من

$Sin\varphi_1 = 0.7$	$Cos\varphi_1 = 0.7$
$Sin\varphi_2 = 0.6$	$Cos\varphi_2 = 0.8$

ب- نستخرج S1, S2 من معادلة (2-14)

$$S_1 = \frac{P_1}{Cos\ \varphi_1} = \frac{40000}{0.7} = 57142\ VA$$

بما ان :

$$P_1 = P_2$$

$$S_2 = \frac{P_2}{Cos\ \varphi_2} = \frac{P_1}{Cos\ \varphi_2} = \frac{40000}{0.8} = 50000\ VA$$

جـ - نستخرج Φ_1 و Φ_2:

$$Q1 = S_1 \times Sin\ \varphi_1 = 57142 \times 0.7 = 39999\ VA_r$$

$$Q2 = S_2 \times Sin\ \varphi_2 = 50000 \times 0.6 = 30000\ VA_r$$

د – نستخرج Qc :

$$Qc = Q1 - Q2 = 39999 - 30000 = 9999\ VA_r$$

قدرة المكثف للطور الواحد:

$$\frac{Qc}{3} = \frac{9999}{3} = 3333\ VA_r$$

هـ نستخرج تيار المكثف:

$$I_C = \frac{Qc}{V_{ph}} = \frac{3333}{400} = 8.3\ A$$

لان في حاله دلتا :

$$V_L = V_{ph}$$

و-الخطوة الاخيرة نستخرج (C) لكل طور:

$$C = \frac{I_C \times 10^6}{2\,\pi\,F\,V_{ph}} = \frac{8.3 \times 10^6}{2 \times 3.14 \times 50 \times 400} = 66.34 \quad \mu F$$

2- في حالة النجمة (ستار):

نستعمل الخطوات السابقة نفسها
ستكون قيمة الجهد على كل مكثف تساوي:

$$V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$$

$$V_{ph} = \frac{400}{1.732} = 235 \quad \text{Volts}$$

$$I_C = \frac{Qc}{V_{ph}} = \frac{3333}{235} = 14 \quad A$$

$$C = \frac{I_C \times 10^6}{2\,\pi\,F\,V_{ph}} = \frac{14 \times 10^6}{2 \times 3.14 \times 50 \times 235} = 189.7 \quad \mu F$$

عند حساب تيار الأحمال الكهربائية يجب جمع قدرات الأجهزة الكهربائية (القدرة الظاهرية S) وبالكيلوفولت أمبير لان الحمل يستهلك القدرة الفعالة والغير فعالة الضائعة في الشبكة الكهربائية سواء الحمل احادي الطور او ثلاثي الطور . وان كانت القدرة المعطات بالقدرة الفعالة (P) فيجب تحويلها الى القدرة الظاهرية (S) والعلاقة بين القدرة الفعالة والقدرة غير الفعالة والقدرة الظاهرية تعطى بالمعادلات التالية .

العلاقة بين القدرة الفعالة والقدرة غير الفعالة والقدرة الظاهرية $S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (KVA)$

والعلاقة بين القدرة الفعالة والقدرة الظاهرية $P = S.\cos\emptyset \quad (KW) \rightarrow S = \frac{P}{\cos\emptyset} \quad (KVA)$

وبعد إيجاد القدرة الظاهرية للحمل والتي اما ان تكون أحادية الطور او ثلاثية الطور حسب نوع الحمل

1 - القدرة الظاهرية أحادية الطور $S = V.I \quad (KVA)$

اذن تيار الحمل يحسب من المعادلة التالية $I = \frac{S \times 1000}{V} \quad (A)$

2- القدرة الظاهرية ثلاثية الطور $S = \sqrt{3}.V.I \quad (KVA)$

اذن التيار في الحمل ثلاثي الطور يحسب من المعادلة التالية $I = \frac{S \times 1000}{\sqrt{3}.V} \quad (A)$

وكما هو معلوم ان الفولتية أحادية الطور في العراق (220 V) فولت وان الفولتية ثلاثية الطور بين خط وخط (380 V) . لذلك التيار يحسب حسب المعدلات التالية

التيار في الحمل أحادي الطور $I = \frac{S \times 1000}{V} = \frac{S \times 1000}{220} = 4.5 \times S \quad (A)$

التيارفي الحمل ثلاثي الطور $I = \frac{S \times 1000}{\sqrt{3}.V} = \frac{S \times 1000}{1.732 \times 380} = 1.5 \times S \quad (A)$

<u>ولحساب مقطع الكيبل الكهربائي واختيار القاطع المناسب حسب الحمل</u>

أولاً : يحسب تيار الحمل الكلي (I_L) اذا كان احادي الطور فيكون $I_L = 4.5 \times S \quad (A)$

وذا كان تيار الحمل ثلاثي الطور $I_L = 1.5 \times S \quad (A)$

طرق حساب تيار الحمل (I_L)

1 – طريقة حساب الأحمال مباشرة

مثال : منزل يحتوي على الاحمال التالية مصابيح أنارة عدد عشرة قدرة كل منها (40) واط ومأخذ قوى (بلك سويچ) عدد ثمانية قدرة كل منها (345) واط ومدفئه كهربائيه عدد واحد قدرتها (2500) واط وغساله اتوماتيك قدرتها (1000) واط وثلاجة كهربائية قدرتها (300) واط وسخان مياه عدد واحد قدرته (2500) واط .علماً ان فولتية المصدر (220) فولت ومعامل القدرة لجميع الأجهزة الكهربائية (0.8) . احسب تيار الحمل ؟

الحل : لأيجاد تيار الحمل نجمع جميع قدرات الأجهزة الكهربائية والتي تمثل القدرة الحقيقية (P) ومناها نجد القدرة الظاهرية (S)

القدرة الحقيقية للأحمال (P) = 10 × 40 + 8 × 345 + 1 × 2500 + 1 × 1000

+ 1 × 300 + 1 × 2500 = 9460 واط

القدرة الظاهرية (S) = $\frac{P}{\cos \phi}$ = $\frac{9460}{0.8}$ = 11825 فولت . أمبير (11.825 KVA)

تيا ر الحمل (I_L) = S × 4.5 = 11.825 × 4.5 = 53 أمبير

2 – طريقة حساب الأحمال باستخدام معامل الطلب

من المعلوم ان الأحمال الكهربائية لاتعمل على مدار الساعة ولكن تعمل عند الحاجة ونطفئها عندما لانحتاجها وقسم يعمل وينطفئ اوتماتيكياً بواسطة منظم حرارة مثل (الثلاجة والمجمدة وبراد الماء وسخان الماء وغيرها) لذلك التيار المحسوب في المثال أعلاه اكبر من الحتياج الفعلي ويؤثر في حجم قاطع الدورة والقابلوات الرئيسية . لذك يستخدم مهندسوا التصميم معامل الطلب (Demand Factor) في حساب الأحمال ويعرف عامل الطلب بأنه هو النسبة بين اقصى طلب للمنظومة على مجموع الأحمال الكهربائية الذي يتم تشغيله في المنزل وله جداول وتعليمات خاصة وتختلف من دولة الى أخرى . وكذلك يستخدم مهندسوا التصميم معامل التباعد (Diversity Factor) وهو التباعد بين تشغيل الأنواع المختلفة من الأحمال في نفس الوقت , مثل تشغيل الانارة مع حمل السخان او أي شيئ اخر . ودائماً يتم وضع عامل التباعد الواحد الصحيح في الشبكات الصغيرة والمتوسطة اما الشبكات الكبيرة فله حسابات معقدة . تقسم الأحمال الكهربائية الى انارة ومخارج قوى واحمال متنوعة

ومن الجداول نجد ان معامل الطلب للأنارة 66 % . ولمخارج القوى اكبر مخرج بالدائرة يأخذ بنسبة 100 % و70 % لباقي المخارج علماً ان كل مخرج 345 واط يقدر له تيار(1.5) أمبير . وهنالك الأحمال المتنوعه مثل (الغسالة الاوتماتيكية والثلاجة الكهربائية وسخنات الماء) يكون لها معامل طلب كالأتي الجهاز الأعلى من (10) أمبير يأخذ نسبة 30 % والأقل من (10) أمبير يأخذ 100 % .

مثال : نفس المثال السابق نعيد حله باستخدام معامل الطلب لتعرف لفرق بين الطرقتين

الحمل الكهربائي	الكمية	قدرة الواحد	القدرة الكلية	معامل الطلب	القدرة الكلية بعد معمل الطلب
اناره كهربائية	10 وحدات	40 W	400 W	66%	264 W
مخارج قوى	8 وحدات	345 W	2760 W	70%	1932 W
مدفئه كهربائية	1	2500 W	2500 W	100%	2500 W
الأحمل المتنوعه	ثلاجه	300 W	300 W	100%	300 W
	سخان مياه	2500 W	2500 W	30%	750 W
	غساله اوتماتيكية	1000 W	1000 W	100%	1000 W
القدرة الكلية للأحمال (P)					6746 W

القدرة الظاهرية (S) = $\frac{P}{\cos \emptyset}$ = $\frac{6746}{0.8}$ = 8433 فولت . أمبير (8.433 KVA)

تيا ر الحمل (I_L) = 4.5 × S = 4.5 × 8.433 = 37.9 أمبير

تلاحظ مقدار الفرق بين تيار الحمل المحسوب في كلا الطريقتين ولنفس الأجهزة الكهربائية مما يؤثر على حساب حجم قاطع الدورة والكيبل الرئيسي .

ثانياً : يتم إيجاد تيار القاطع ($I_{C.B}$)

تيار القاطع = 1.25 × تيار الحمل $I_{C.B} = 1.25 \times I_L$

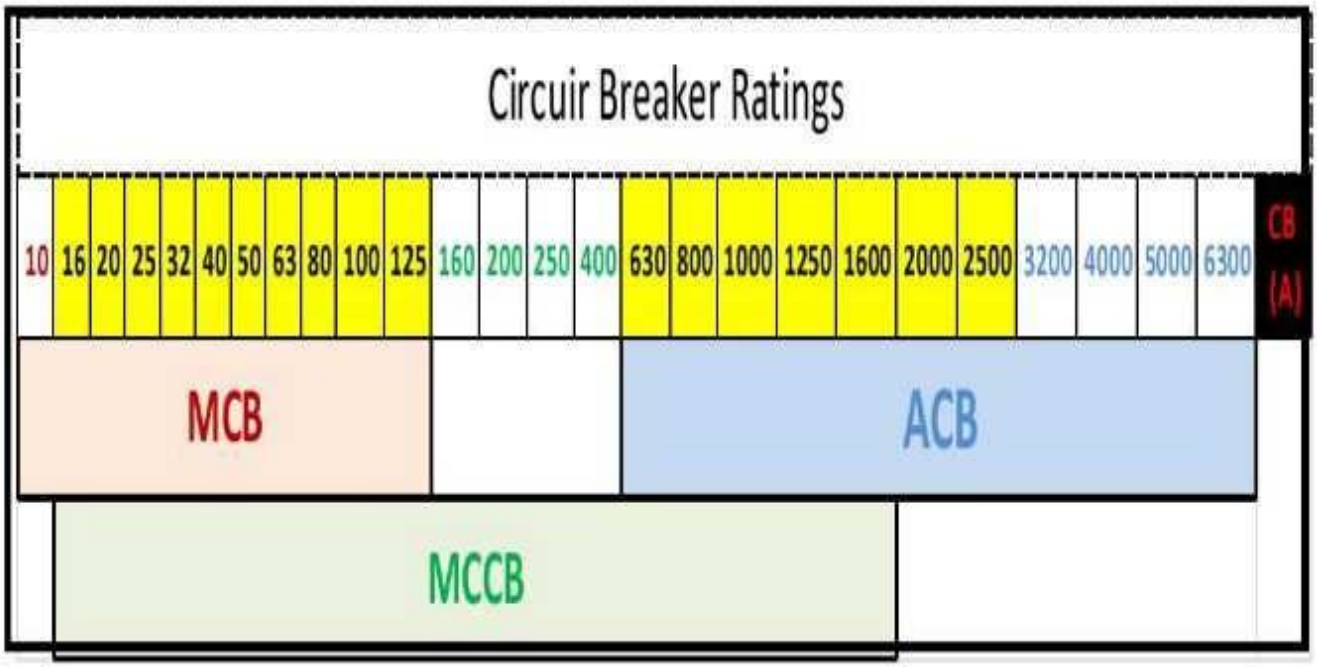
ملاحظة المعامل (1.25) ليس ثابت القيمة يأخذ حسب المصمم لتمديدات الكهربائية والتي تأخذ قيمة الأمان لعمل الكيبل وفق جداول عالمية يدخل فيها ظروف التشغيل ونوع الحمل المربوط على القاطع وامور أخرى خاصة بالتصميم

ثالثاً : يتم اختيار القاطع من الجدول الخاص به

وذلك باختيار اعلى اول قيمه من القيمه التي تم حسابها في ثانياً

IC.B rated = next stander rating aboveIC.B = التيار المقنن للقاطع

وتصنع القواطع بسعات قياسية كالاتي



مثال : حمل قدرته 160 KVA صمم له قاطع ثلاثي الطور ؟

الجواب:

1 – تيار الحمل I_L = 1.5 × 160 = 240 أمبير

2 – تيار القاطع $I_{C.B}$ = 240 × 1.25 = 300 أمبير

3 – نحدد اقرب قيمه قياسية لقيمة تيار القاطع ومن جدول القواطع أعلاه نجد ان 300 أمبير تقع بين (250 و400A) اذن نستخدم قاطع MCCB من نوع متغير التيار 400A \ Adjustable

رابعاً : يتم إيجاد تيار الكيبل (I_C)

تيار الكيبل = 1.2 × تيار القاطع $I_C = Cable\ current = 1.2 \times I_{C.B}$

ملاحظة المعامل (1.2) ليس ثابت القيمة يعطى حسب المصمم لتمديدات الكهربائية وفق جداول عالمية يدخل بها ظروف التشغيل للكيبل منها هل الكيبل تحت الأرض ام فوق الأرض وامور أخرى كثيرة

خامساً : يتم اخذ هذه القيمة التي تم حسابها في الخطوة رابعاً والبحث في جداول الكيبلات

معظم مكاتب التصاميم تستخدم جداول شركات محددة . حيث يجب ان يكون تيار الكيبل اكبر او يساوي قيمة التيار الذي استنتجناه في الخطوة الرابعة

Cable rating cross section area = next cross section with current IC.r ≥IC

مثال : حمل ثلاثي الطور قدرته 40 KVA أحسب مقطع الكيبل المناسب (الكيبل غير مسلح وممدود في الهواء)

الحل :

1 - تيار الحمل I_L = 1.5 × 40 = 60 أمبير

2 - تيار القاطع $I_{C.B}$ = تيار الحمل × 1.25 = 60 × 1.25 = 75 أمبير
اقرب قيمه قياسية من الجدول لتيار القاطع هي 80 أمبير

3 – تيار الكيبل I_C = تيار القاطع × 1.2 = 80 × 1.2 = 96 أمبير
نبحث في جدول الكيبلات على اقرب قيمة الأعلى للتيار المحسوب , ومن جدول 19 نجد ان هذه القيمة تقع بين 87 أمبير وبين 106 أمبير أذن نأخذ القيمة الأعلى وهي 106 أمبير والتي يقابلها في الجدول كيبل ذومساحة مقطع 35 ملمتربيع أي نشتري كيبل قياس (35 × 4) ملم^2 او (16 + 35 × 3) ملم^2

Table 19 , Three and four core cable with copper conductor , PVC 70 Ċ Insulated and PVC sheathed

Conductor الموصل	Conductor Resistance مقاومة الموصل		In Ground (مدفون تحت الأرض)			In Air (في الهواء)		
Cross Sectional			Unarmoured غير مسلح		Armoured مسلح	Unarmoured غير مسلح		Armoured مسلح
	DC at 20 Ċ	AC at 70 Ċ	Diract Laid	Laid in *Duct*	Diract Laid	Free	In pipes Method C داخل انابيب	Free
Area mm² مساحة مقطع الموصل بالمليمتر المربع	Maximum ohm /Km	Approx ohm / Km	وضعت مباشرة تحت الأرض	وضعت في دكت تحت الأرض	وضعت مباشرة تحت الأرض	حر		حر
			Approx Amps	Approx Amps	Approx Amps	Approx Amps	Approx Amps	Approx Amps
1.5	12.1	14.5	21	18	-	16	14	-
2.5	7.41	8.87	27	23	-	22	19	-
4	4.61	5.52	36	30	36	29	24	29
6	3.08	3.69	45	37	45	37	31	37
10	1.83	2.19	60	50	60	50	41	51
16	1.15	1.38	78	65	78	66	54	66
25	0.727	0.870	100	83	100	87	70	88
35	0.524	0.628	125	101	124	106	84	109
50	0.367	0.464	149	121	147	130	102	133
70	0.268	0.323	183	148	180	163	126	167
95	0.193	0.232	210	178	215	201	154	204

جدول مقاطع الاسلاك والكيبلات

التأريض

هو توصيل الاجسام (الهياكل المعدنية) للاجهزة الكهربائية الى الأرض وكذلك نقطة المحايد (mp) للمحولة الكهربائية وذلك لحماية الانسان والكائنات الحية الاخرى وكذلك الاجهزة والمعدات من خطر الصدمة الكهربائية

الجسم المؤرض : - هو الجسم المربوط كهربائياً الى القطب الارضي

سلك التأريض المستمر : - هو السلك الواصل بين الهياكل المعدنية للاجهزة من جهة وصولاً الى سلك التأريض في لوحة التوزيع من جهة اخرى ويكون هذا السلك مغلف بطبقة من ماده عازلة

سلك التأريض : - هو السلك الواصل بين القطب الارضي من جهة وسلك التأريض المستمر في لوحة التوزيع من جهة اخرى وهو الموصل النهائي ويكون أما معزولاً اوغير معزول .

القطب الارضي : - هوعبارة عن وتد معدني او صحيفه معدنية او أي موصل يدفن داخل الارض يستخدم لتأريض الهياكل المعدنية للاجهزة والمعدات الكهربائية

مقاومة الأرض (Earth Resistance) : - وهي المقاومة الاولية بين منظومة القطب الأرضي وكتلة الأرض وهي حاصل جمع مقاومة سلك الأرضي المستمر وسلك التأريض ومقاومة القطب الأرضي .

المقاومة النوعية للارض (Earth Resistivity) : - هي المقاومة التي تحسب بالاوم لكل سنتمترمكعب من نموذج الارض التي يتم تنفيذ الارضي عليها

فوائد الأرضي

1 – حماية الانسان والكائنات الحية الأخرى والاجهزة والمعدات من التيار الناتج من التماس بين الموصل الكهربائي الذي يحمل تيار وبين الجسم المعدني للجهاز عند حدوث عطب فيه

2 – تسهيل عمل اجهزة الحماية الرئيسية لقطع الدائرة الكهربائية الرئيسية

3 – الحماية من التفريغ الكهربائي للصواعق

مبدأ عمل الأرضي

هو توفير ممر للتيار ذو مقاومة قليلة جداً بالتوازي مع جسم الانسان المتعرض للصدمة الكهربائية فيكون جسم الانسان كأحد الفروع وبمقاومة مثلاً (10) كيلوأوم والفرع الثاني الارضي (موصل الارضي) وبمقاومة مثلاً (1) أوم او اقل ومن خلال الرسم ادناه نرى الفرق الكبير بين المقاومتين وبهذا فأن التيار يمر خلال المقاومة القليلة (1) أوم ويحدد مقدار التيار المار خلال جسم الانسان وبذلك تقل خطورته .

طرق تنفيذ الارضي

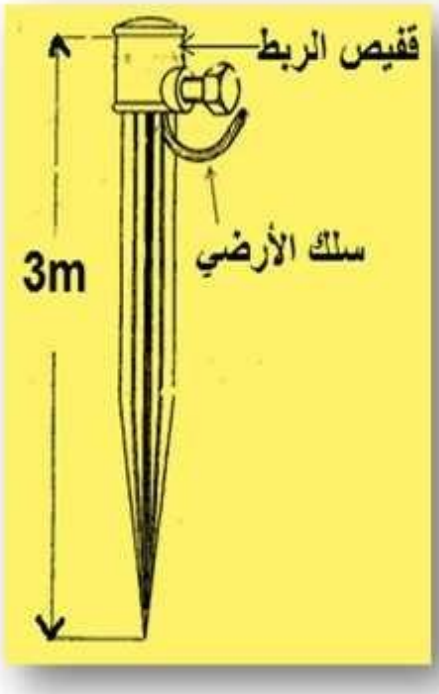
1 – طريقة الوتد الارضي (Rode)

وهو عبارة عن وتد من النحاس طوله (3--- 1) متر وقطره (25) ملم اومن الحديد المغطى بالنحاس لزيادة صلابته . وتحسب المقاومة الانتقالية للأرض بالقانون التالي : -

$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية} = \frac{0.9\times\text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{طول الوتد(متر)}} \quad \Omega$$

مثال : وتد طوله (3) متر غرس في ارض طينية لعمل ارضي ، احسب المقاومة الانتقالية للارض اذاكانت المقاومة النوعية للأرض (20) أوم. متر وكم يكون طول الوتد اذا كانت المقاومة الانتقالية للارض (5) أوم

الجواب



$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية} = \frac{0.9\times\text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{طول الوتد(متر)}} \quad \Omega$$

$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية} = \frac{0.9 \times 20 \text{ (أوم. متر)}}{3\text{(متر)}} = 6\ \Omega$$

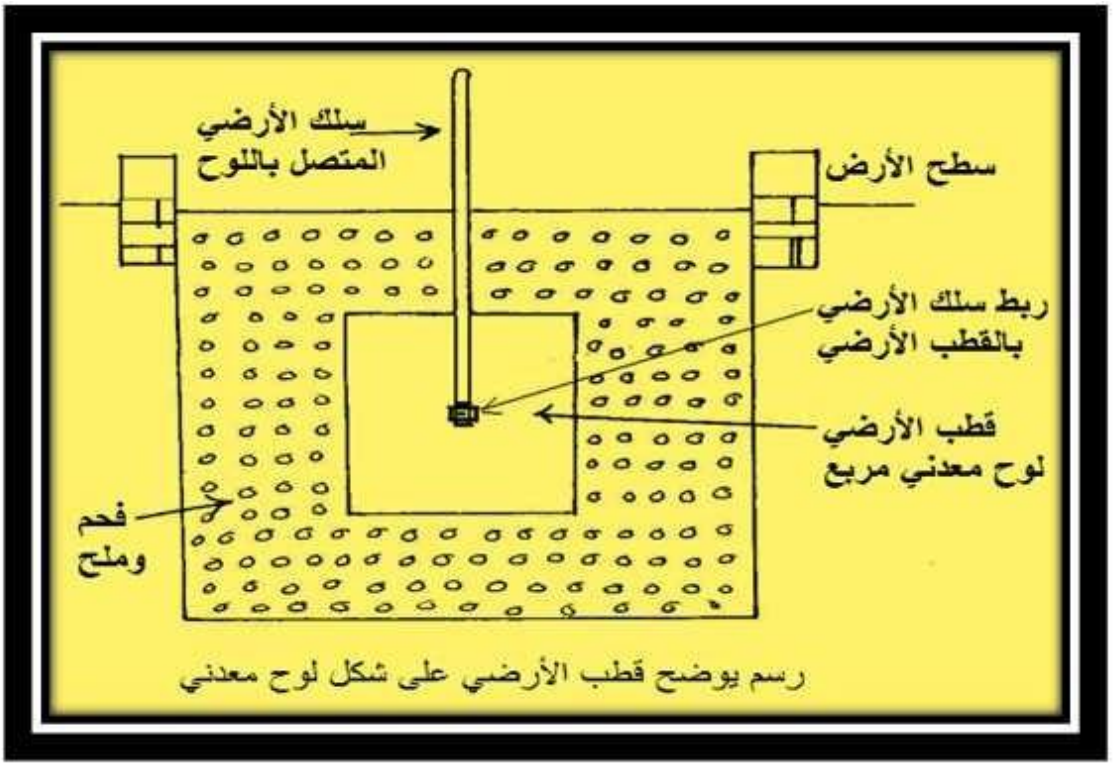
$$\text{الوتد} = \frac{0.9\times\text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{مقاومة الأرض الأنتقالية (اوم)}} \quad \text{(متر)}$$

$$\text{الوتد} = \frac{0.9 \times 20 \text{ (أوم. متر)}}{5 \text{ (اوم)}} = 3.6 \text{ (متر)}$$

2– طريقة اللوح المعدني (Plate)

ويستخدم في هذه الطريقة لوح مربع اما من الحديد الغير قابل للصدأ بأبعاد (700 × 700 × 1) ملم او من النحاس الاحمر بأبعاد (1000 × 1000 × 1) ملم وتوضع اللوحة داخل الأرض بشكل عمودي وبعمق (2 ـــ 1.5) متر ويتم توصيل سلك الأرضي في منتصف اللوحة ، ويمتاز هذا النوع من الأرضي بزيادة سطح التلامس مع الأرض مما يقلل مقاومة الأرض الانتقالية . وتحسب المقاومة الانتقالية للأرض لطريقة اللوح المعدني بالقانون التالي : -

$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية (أوم)} = \frac{0.25\times\text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{طول ضلع اللوح(متر)}} \quad \Omega$$



رسم يوضح قطب الأرضي على شكل لوح معدني

مثال : يراد عمل ارضي من لوح معدني بحيث لاتتعدى مقاومة الأرض الانتقالية عن (5) اوم ، احسب طول ضلع اللوح المستعمل علماً بأن المقاومة النوعية للارض هي (20) أوم . متر ؟

$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية (أوم)} = \frac{0.25 \times \text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{طول ضلع اللوح(متر)}}$$

$$\text{طول ضلع اللوح(متر)} = \frac{0.25 \times \text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{مقاومة الأرض النتقالية(أوم)}}$$

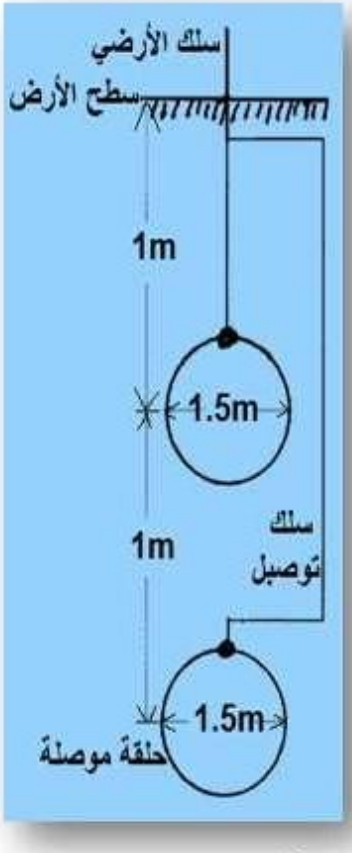
$$\text{طول ضلع اللوح(متر)} = \frac{0.25 \times 20 \text{(أوم. متر)}}{5 \text{(أوم)}} = 1 \text{متر}$$

3 – طريقة الموصل المعدني

يستخدم في هذه الطريقة موصل اما من النحاس بحيث لايقل قطره عن(7) ملم أو من الحديد الغير قابل للصدأ وبقطر (8) ملم وينفذ بالشكل الأتي :

يأخذ موصلان ويوضعان داخل الارض على عمقين مختلفين الاول على عمق (1) متر والثاني على عمق (2) متر بحيث يشكل كل منهما حلقة بقطر (1.5) متر ويربط مع الحلقتين سلكين ليخرجا فوق سطح الارض ليتم ربطهما مع شبكة الارضي . وتحسب المقاومة الانتقالية للأرض بطريقة الموصل المعدني بالقانون التالي : -

$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية (اوم)} = \frac{\text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{نصف قطر الحلقة(متر)}} \quad \Omega$$



مثال / 1 يراد عمل ارضي من سلك معدني بحيث لا تتعدى مقاومة الأرض الانتقالية عن (10) أوم ، احسب نصف قطر الحلقة علماً بأن المقاومة النوعية للارض هي (20) أوم.متر ؟

$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية (اوم)} = \frac{\text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{نصف قطر الحلقة(متر)}}$$

$$\text{نصف قطر الحلقة(متر)} = \frac{\text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{مقاومة الأرض الانتقالية (اوم)}}$$

$$\text{نصف قطر الحلقة(متر)} = \frac{20 \text{(أوم. متر)}}{10 \text{ (اوم)}} = 2 \text{ متر}$$

مثال / 2 حلقه معدنية مساحتها ($4\,\pi\ m^2$) استعملة كأرضي .
لأرض مقاومتها النوعية ($16\ \Omega.m$) . احسب المقاومة الانتقالية للأرض ؟

$$A = \pi r^2 \longrightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \longrightarrow r = \sqrt{\frac{4\pi}{\pi}} = 2m$$

$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية (اوم)} = \frac{\text{المقاومة النوعية للأرض(أوم. متر)}}{\text{نصف قطر الحلقة(متر)}}$$

$$\text{مقاومة الأرض الانتقالية (اوم)} = \frac{16}{2} = 8 \text{ اوم}$$

4 – طريقة القطب الارضي المغمور

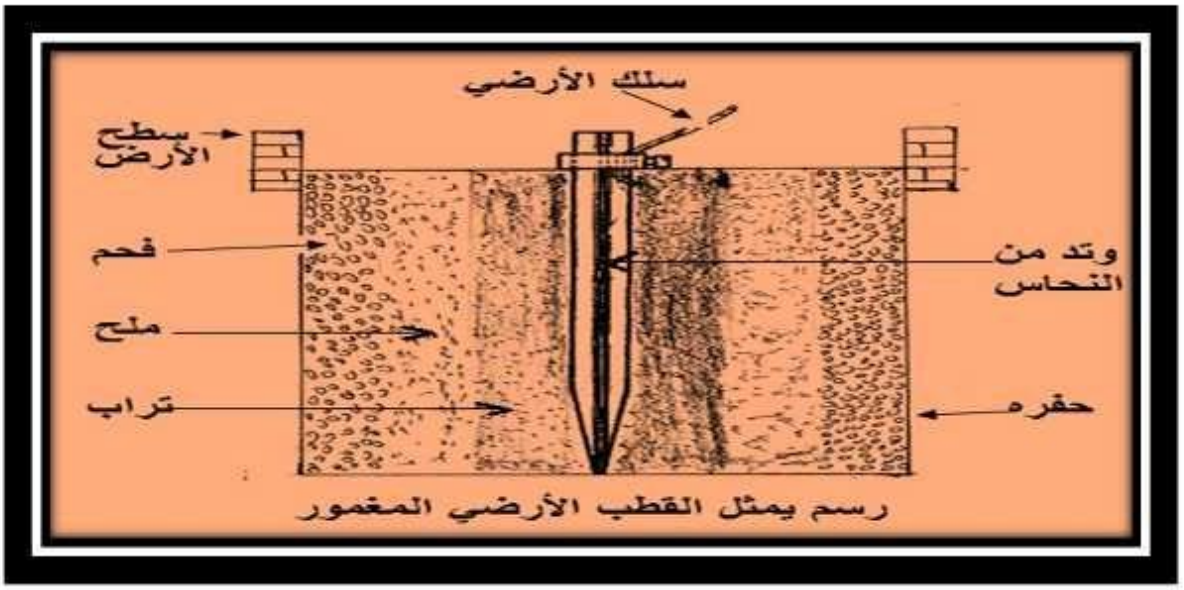
تستخدم هذه الطريقة في حالة تعذر الحصول على مقاومه منخفضة لقطب الارضي وتستخدم مجموعة من الاوتاد على التوازي وتكون المسافة بين وتد واخر (2 ـــ 1.5) متر وتقل مقاومة الأرضي عن تلك المقاومة المستخدم فيها وتد واحد حسب عدد الاوتاد المستخدمة وكالأتي

أ – في حالة استخدام وتدين على التوازي يمكن تقليل مقاومة الأرضي الى 60%

ب - في حالة استخدام ثلاثة أوتاد على التوازي يمكن تقليل مقاومة الأرضي الى 40%

ت - في حالة استخدام أربعة اوتاد على التوازي يمكن تقليل مقاومة الأرضي الى 33%

اما في حالة كون ايصالية التربة قليلة بالرغم من استعمال الطرق او الوسائل الانفة الذكر فيمكن تحسين ايصالية التربة بوضع (40 ـــ 20) كغم من ملح الطعام او سلفات النحاس وكذلك كمية من الفحم وتهيئة التربة بالشكل الأتي : تحفر حفرة بعمق (2 ـــ 1.5) متر وحسب نوع الارض التي ينفذ فيها الارضي ويوضع قطب الارضي ومن ثم توضع حوله طبقة من التراب بعدها طبقة من الملح ثم طبقة من الفحم ويجب تفادي وضع الملح مباشرة على قطب الأرضي وذلك لتجنب التأكله . ويجب استبدال هذه المواد كل عدة سنوات وحسب غزارة مياه الامطار



رسم يمثل القطب الأرضي المغمور

5 – أستخدام شبكة الانابيب المعدنية الناقلة للمياه

تستخدم شبكة الانابيب المعدنية الناقلة للمياه كأحد انظمة الارضي ويعمل الانبوب الفرعي كموصل استمرارية تجمع عليه نقاط الارضي للاجهزة المراد توصيلها بالارضي ويجب تجنب توصيل ارضي بواسطة انابيب الغاز والمياه الساخنة لتلافي الاخطار ، ومن مساوئ هذه الطريقة في بعض الاحيان انها يتم تبديل بعض اجزاء الانبوب الرئيسي عند حدوث عطب فيه بأجزاء غير موصلة من البلاستك او الاسبست ، وهذه الاجزاء تسبب قطع الارضي تكون شبكة الانابيب ذات خطورة لذا فأن هذه الطريقة غير محبذة وقليلة الاستعمال الا في الحالات الاضطرارية .

6 – طريقة الارضي الشريط (Stripe electrode)

يستخدم في هذه الطريقة شريط من النحاس ويدفن على عمق (50) سم او اكثر