لوحـــات الـــتوزيـــع الكـــهربائية : Switch Gear

مقدمة :

الطاقة الكهربائية في جميع أشكالها وصورها تمثل الآن عصب الحيـــاة فـــي جميـــع مجالاتهـــا الصناعية والعامة والمنزلية والزراعية ... لذلك كان من الضروري توجيه وتوصيل تلك الطاقـــة إلـــي مصادر استهلاكها المختلفة . ويتم ذلك من خلال شبكة ضخمة من الموصلات الأرضية والهوائية وكثير من المعدات الكهربائية التي تعمل على نقل وحفظ وحماية ومتابعة تلك الطاقة خلال تـــداولها عبـــــر الشبكات الكهربائيه من بداية منابعها إلى نهايتها عند الأحمال المستهلكة لها .

وتعتبر اللوحات الكهربائية أحد تلك المعـــدات الكهربائية الهامة المـــستخدمة فـــي أي منظومـــة كهربائية كبيرة أو صغيرة فاللوحات الكهربائية تمثل نقاط تمركز وتوجيه وتنظيم ومتابعة للطاقة الكهربائية لذلك كان لزاما على كل العاملين بمجال الكهرباء بمواقع العمل المختلفة أن يتعاملوا معها بصورة علميـــة وعملية تساعدهم على التعامل والتشغيل المثالي وإجراء عمليات الإصلاح والصيانة بصورة آمنه لحـــسن أداء العمل والعاملين عليها .

ولو اقـــتربنا أكثر داخل مواقع عملنا بالمحطات لوجدنا أن لوحات التوزيع هي الجزء الرئيـــسي المجمع لنظام التوزيع والتـــحكـــم للطاقة بالمحطة وكذلك لأي دوائرة كهربائية .

الباب الأول

أنواع اللوحات الكهربائية ومكوناتها

أهم مكــونات لوحـــات التوزيع هي :

١ ــ قواطع الدائرة الكهربائيه (C . B) .
٢ ــ السكاكين الكهربائية .
٣ ــ قضبان التوزيع العمومية .
٤ ــ العوازل .
٥ ــ محولات الجهد والتيار .
٦ ــ المصـــهرات (الفيوزات) .
٧ ــ أجهزة الحماية وألانذار .
٨ ــ المعدات المساعدة للتحكم (ريليهات – تيمرات ....الخ) .
٩ ــ أجهزة القياس (جهد ــ أمبير .....الخ) .
١٠ ــ دوائر التحكم والحمايه والقياس والأنذار .

وتنبع أهمية لوحة التوزيع من أنها ضرورية عند أي نقطة توزيع أو فصل وتوصيل في أي نظام كهربى وكذلك فأنها ضرورية عند اختلاف مستويات الجهد واختلاف مستويات الأحمال وأيضا للربط بين محطات المحولات والتوليد والأحمال النهائية ولهذا فأن التطبيقات المختلفة لمتطلبات اللوحة تعتمد بصورة كبيرة على : ــ

١ ــ موقع اللوحة وطبيعة تركيبها .
٢ــ معدل الجهد .
٣ــ المتطلبات المحلية (لموقع اللوحة) .

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

أولا : تقــسم وتصنف لوحات التوزيع :

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

١ – من حيث قــيمه الجهد (التوتر) :

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

ب ــ لوحات ضغط متوسط M.V (من ١ ك.ف حتى أقل من ٦٦ ك.ف) .

ج ــ لوحات ضغط منخفض L.V (أقل من ١٠٠٠ فولت والشائع ٣٨٠ فولت فأقل .

٢ – من حيث نوع الجهد (التوتر) :

أ ــ لوحات الجهد المتغير (A . C) .

ب ــ لوحات الجهد المستمر (D . C) .

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

والجهد المستمر المستخدم لهذه الأغــراض متعدد القيم حسب تصميم دوائر التحكم ويبــدأ مــن (٢٤ ــ ٤٨ ــ٦٠ فولت مستمر)

ثانيا : تقسيم اللوحات من حيث الموقع وطبيعة التركيب

١ــ لوحات تركب داخل المباني : IN DOOR

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

٢ــ لوحات تركب خارج مبنى (OUT DOOR)

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

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

١ ــ مقاومة لتسرب الغازات **GAS PROOF**

٢ ــ مقاومة لتسرب الأتربة **DUST PROOF**

٣ ــ مقاومة لتسرب المياه **WATER PROOF**

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

ثالثا : تقسيم اللوحات من حيث طبيعة عملها : ــ

١ ــ لوحات توزيع :

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

ويتم من خلال هذا النوع من اللوحات عمل المناورات الكهربائية عند تعطــل أحــد أو بعــض الخطوط الكهربائية لضمان استمرار التغذية بالطاقة الكهربائية لجميع أجزاء المحطة .

لوحـــه توزيع توتر متوسط داخل مبنى

٢ــ لوحات محطات المحولات والتوليد :

وهى لوحات تعمل على ربط المحولات الكهربائية أو المولدات بخطوط التغذية والأحمال لــذلك فهى مجهزة بأجهزة الحماية والإنذار المناسبة لطبيعة عمل المحولات ويقاس عليهــا لوحــات محطــات التوليد فهي تجهز بحيث تكون مناسبة للتحكم في المولدات وتوزيع الطاقة الخارجة منها .

٣ــ لوحات التشغيل :

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

ثانيا : أنـــواع اللـوحـات الكـهربائـيه

١- لوحـات التـوزيع : -

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

خلال تلك العملية يتم متابعة خطوط القوة الداخلة والخارجة من خلال مجموعة أجهـزة الحمايـة المختلفة وأجهزة القياس لضمان حسن التوزيع حسب النظام المخطط للأحمال وبالجهد المقنن وكذلك فصل خطوط القوى عند حدوث تعدى للحمل أو حدوث مخاطر على خطوط القوى ولوحات التوزيع تعتبر هى حلقات الربط فى شبكات التوزيع الكهربائية للانتقال من التوترات الأعلى إلى التوترات المتوسطة أو الأقل والعكس .

وكذلك هى حلقة الربط بين مدخلات الشبكة ومخرجاتها الى المـستهلكين (الأحمـال) وتعتبـر اللوحة التى تستقبل خطوط القوى بالمحطات التى تعمل بها هى لوحة توزيع حيث أنها تقـوم باسـتقبال خطوط القوى الكهربائية الداخلة بتوتر متوسط ثم تقوم بتوزيعها على محول أو عدة محولات للحـصول على توتر أقل يناسب تشغيل المعدات داخل المحطة وتقوم اللوحة بتنفيذ ما تقدم شرحه .

٢- لوحـــات التـــشـغـيل : -

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

٣- لوحـــات التـحـــكم : -

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

ووظيفتها هى التحكم فى العمليات التشغيلية مثل خطوط الإنتاج أو المولدات بمحطـات الطاقـة وغيرها .

حيث يتم ربط المعدات السابقة بهذه اللوحات التى تحتوى على دوائر ونظم تحكم تعمل على تشغيل ومتابعة عمل هذه المعدات إما يدوياً أو اوتوماتيكياً أو محلياً أو عن بعد وقد يكون العمل بنظام مبرمج بأحد أنواع نظم التشغيل المخطط على وحدة PLC أو ميكروبروسيسور ويوجد بمحطات الصرف الصحى أنواع من هذه اللوحات التى تتحكم فى تشغيل المولدات و اللوحات التى تنظم العمل بين وحدات الطلمبات بمحطات الرفع الرأسية أو الحلزونية حيث تعمل على تشغيل الوحدات حسب مناسيب المياه وحسب حالة الوحدات المتوافرة للعمل .

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

٤- لوحات المراقبة : -

وهى قريبة الشبه بالنظام السابق للوحات التحكم لكن هى تنقسم الى

أ ــ لوحة مراقبة .

ب ــ لوحة مراقبة وتحكم جزئى .

ج ــ لوحة مراقبة وتحكم كامل فى التشغيل .

أ) لوحة المراقبة : ــ

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

ب) لوحة مراقبة وتحكم جزئى :-

وهى لوحة مشابهه للسابقة تماما لكن يضاف عليها بعض مفاتيح التشغيل عن بعد لبعض الوحدات للمحطة سواء (OFF&ON) وهذه الوحدات تكون لها حساسية خاصة فى منظومة العمل داخل المحطة مثل تشغيل وحدات الطلمبات للتحكم فى كمية التدفق بزيادتها أو أقلالها أو التحكم فى الهدارات بأحواض التهوية مثلاً وغيرها ....

ج) لوحة مراقبة وتحكم كامل بالتشغيل :-

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

وغيرها من أجهزة القياس الكهربائية وكذلك أجهزة بيان المناسيب والتدفق (الغزارة) وغيرهـــا كل ذلك متوافر فى هذا النوع من اللوحات بحيث يكون مراقب التشغيل متحكم تماماً فى جميـــع أجـــزاء المحطة تشغيلياً ويمكنه إتمام جميع أعمال التشغيل من خلال لوحة المراقبة وهذا النوع مـــن اللوحـــات ضخم ومعقد تحكمياً حيث يمكنه تشغيل المحطة دون الحاجة الى مشغلين بالأقسام المختلفـــة للمحطـــة أو تقليل العمالة الى أقصى حد .

لوحه مراقبه وتحكم خاصة بأحد المولدات

نظم تغذية القدرة بلوحات الضغط المتوسط

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

(١) الدخول Incoming

أى التغذيه الداخله للوحه وقد تكون مصدر واحد أو أكثر ، وكل مصدر يستقبل على خلية دخول مستقله مجهزه أساسيا بسكينه مركبه لربط الكابل المغذى عليها وقاطع كهربى وفى بعض الأحيان تركب سكينه أخرى أعلى القاطع بحيث يكون القاطع محصور بين عدد (٢) سكينه وكل ذلك لغرض أعمال العزل الكهربى – وفى بعض النظم يوضع عدد (٣) فيوز بعد السكينه السفليه كأحد وسائل الحمايه .

ويضاف إلى خلية الدخول آليه تأمين خطوط القوي من التداخل والمسماه (أنترلوك Inter Lock) ويضاف إلى مكونات خليه الدخول عدد (٢) محول جهد P.T وذلك لتغذية أجهزة الحمايه والقياس للجهد وكذلك يوجد عدد (٣) محول تيار C.T لتغذية أجهزة الحمايه والقياس بالتيار .

(٢) الخروج (المغذيات Feeders)

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

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

ومن الأساليب المختلفة فى تنظيم وضع خلايا الدخول باللوحات الآتى :

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

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

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

٤ – فى حالة ربط دخول محطات التوليد الإحتياطيه بلوحات التوزيع العموميه كما هو موضح بعاليه

فتضاف فى هذه الحاله خليه دخول للمولد وتوضع بجوار الخط رقم (١) وخليه أخرى للمولد بجوار خط رقم ٢ وبحيث يكونوا بدائل للدخول الرئيسي كما هو موضح ببند (٣,٢) السابقين سواء كان الدخول طرفى أو فى منتصف اللوحه

نظام الحماية من تداخل خطوط القوى : الإنترلوك Inter lock

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

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

ملحوظة : ـ

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

أنواع الأنترلوك : ـ

١- ميكانيكى .
٢- كهروميكانيكى .
٣- كهربى .

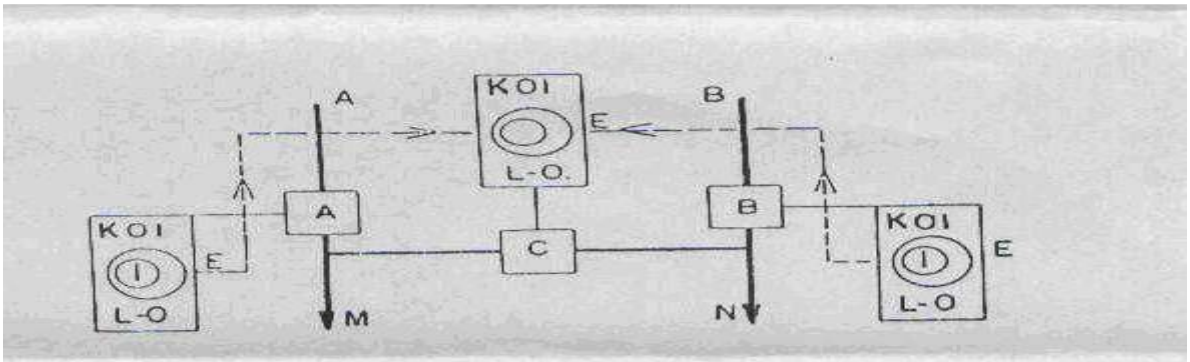


Fig. No. 4-7 MECHANICAL INTERLOCK

شكل رقم ٤-٧ الربط الميكانيكى

قضبان التوزيع العمومية : (B.B) Bus Bar

وهى الناقل الرئيسى لتيار الكهربى من بداية أطراف دخوله حتى أطراف خروجه من المغذيات .

وتصنع قضبان التوزيع العمومية أما من النحاس الأحمر أو من الألومنيوم وذلك بـــالمقطع (A) المناسب لأمبير القدرة المنقوله عبر هذه القضبان .

ويتم تثبيت القضبان رأسياً وأفقياً داخل اللوحه على عوازل كهربائية تتناسب مع نوع وقيمة الجهد وهى عوازل من الصينى أو البكاليت ولها طرفان معدنيان أحدهما يثبت بجسم اللوحه المعدنى والطـــرف الثانى يثبت القضبان العمومية ومربوط بها .

وكذلك يتم حماية القضبان من تأثير الرطوبه الجوية أو أى غازات ضارة من وسط بيئة العمـــل يمكنها أن تؤثر بالضرر على قضبان التوزيع وذلك بأحد هذه الوسائل :-

١ ــ دهان القضبان بعد تمام توصيلها وتربيطها باللوحه بمواد عازلة ذات اللوان مميزة للبارات .

٢ ــ إدخال قضبان التوزيع داخل غلاف من (**P.V.C**) يعزلها تماماً عن البيئة ومؤثراتها وكذلك من الحشرات الضارة كالفئران والثعابين وغيرها والتى تسبب بدون ذلك مخاطر شديدة عنـــد دخولهـــا ومرورها على قضبان التوزيع .

تغذية دوائر التحكم باللوحات :

فى اللوحات الكهربائية قد تتعدد قيم التوترات الكهربائية داخل اللوحة الواحدة حيث يوجد بها التوتر الرئيسى لدائرة القوى وأيضاً التوترات الخارجة من محولات (P.T) المغذية لأجهزة القياس والحماية وكذلك تغذى اللوحات أحياناً بتوترمثل(٢٢٠ فولت) لتغذية دوائر الإنارة وتشغيل السخانات بداخل اللوحات وعلاوة على ذلك يضاف توترالتحكم وهو عصب تشغيل وحماية اللوحه وتشغيل أجهزة الإنذار والتحكم .

ولأهمية دوائر التحكم باللوحات الكهربائية يتم تشغيلها بتوترمنخفض حماية لها وحماية لمن يقوم على أصلاحها وصيانتها .

وعلى سبيل المثال يبدأ جهد التحكم باللوحات من ٢٤ فولت وحتى ٢٢٠ فولت أما تيار مستمر D.C أو متغير A.C وهذا يتم بأحد النظامين :

(١) نظام التغذية الخارجى :-

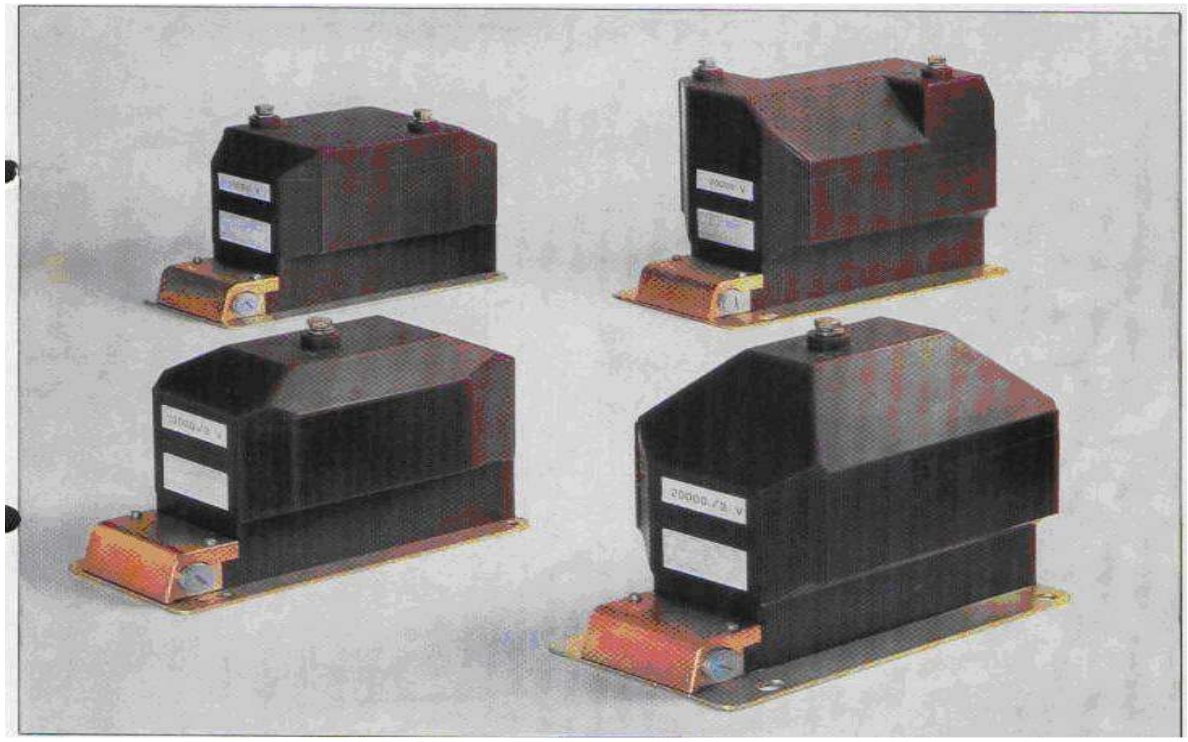
وهو نظام يعتمد على تغذية اللوحة بتوتر التحكم من خارجها وذلك بتوتر مستمر (D.C) يتكون من شاحن بطارية (CHARGER) ومجموعة بطاريات قابلة لإعادة الشحن عدة مرات وهذا النظام من مميزاته أنة يقوم بتغذية اللوحة بتوتر التحكم بأستمرار مما يضمن تغذية دوائر الحماية والأنذار والفصل عند حدوث الخطأ أو الخطر .

ولكن من عيوب هذا النظام أنة مكلف أقتصادياً ويحتاج الى صيانة دائمة .

(٢) نظام التغذية الذاتى :

وهو نظام يعتمد على تغذية اللوحة ذاتيا بتوتر التحكم من داخلها وذلك بتوتر (A . C) متغير (إما ١١٠ أو ٢٢٠ فولت) عن طريق محول توترصغير (P .T) .

ومن مزايا هذا النظام أنة أقتصادي وتكاليفة قليلة ويحتاج الى قدر قليل من الصيانة ولكن من أهم عيوبة أنة فى حالة أنقطاع التوتر الكهربى الرئيسى باللوحة يتوقف نظام تغذية دوائر التحكم مما قد يسبب عدم فصل المفاتيح الكهربائية باللوحة .



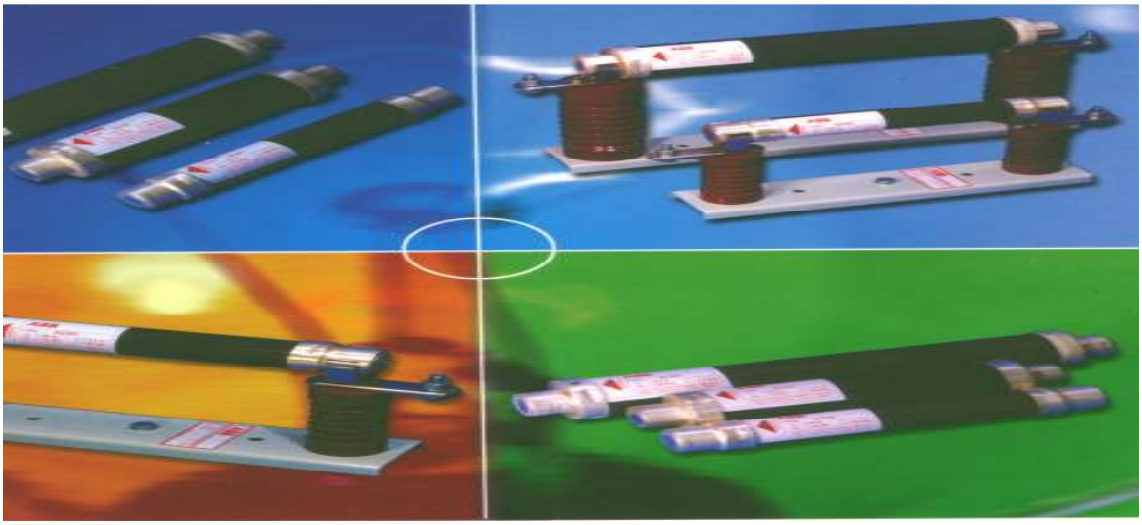
محولات التوتر (P.T) التى تغذى أجهزة القياس والتحكم

الفيوزات (المصهرات) : FUSES

المصهرات هى أحد المكونات الكهربائية الهامة بدوائر التحكم والقوى الكهربائية لأنها تعتبر أهم وأبسط وأرخص وأسهل وسائل الحماية لتلك الدوائر . وتصنع المصهرات حسب قيمة التيارات المختلفة والمقننة لكل دائرة .

أنواعها:-

١ ــ فيوزات الجهد العالى .



٢ ــ فيوزات الجهد المنخفض (خرطوشة – سكينة) .

٣ ــ فيوزات تحكم (صينى أو زجاجى صغير) .

<u>خصائص الفيــوزات :</u>

يعرف المصهر بأنه جهاز حماية يعمل عندما يتجاوز التيار المار به قيمة معينــه وذلــك بفــتح الدائرة نتيجة لارتفاع درجة حرارة عنصر خاص قابل للصهر وانصهاره فعلا بعد زمن يعتمد على قيمة تجاوز التيار ويستخدم المصهر منذ زمن طويل كجهاز بسيط يحمي نظم القوى الكهربية ضد تجاوز التيار وهو اكثر هذه الأجهزة استخداما لحماية نظم القوى الحديثة لسببين :ــ الأول هو رخص ثمنه والثاني هو أن المصهر يعتبر اكثر هذه الأجهزة عولا حيث انه يستطيع أن يؤدى وظيفته على أتم وجه بعد مــضى فترة تتروح بين ١٥ و ٢٠ سنه بدون الحاجة إلى صيانة لانه على عكس مفاتيح القطع لا يحتوى علــى أجزاء متحركة وتحدد مقننات أي مصهر بناء على قيم الجهد وتيار الحمل وتيــار القــصر عنــد موقــع المصهر في الشبكة ومقننات المصهر وهى جهد التشغيل والتيار المقنن وسعة القطع يجب أن تساوى هذه القيم أو أن تجاوزها ويجب على المصهرات أن تتحمل ١١٠% من تيارها المقنن باستمرار وبــدون أي تغيير في خصائصها كما يجب عليها عند قطع التيار أن تتحمل الارتفاع العــابر فــي الجهــد المــستعاد transient Recovery voltage الذى يظهر بين طرفي المــصهر وســعة القطــع lnterrupting capacity للمصهر هي أعلى قيمة فعالة للتيار يستطيع المصهر أن يقطعه بنجاح وإذا زاد تيار القــصر عن سعة القطع فان ذلك قد يؤدى إلى انفجار المصهر ونشوب حريق . وتنقسم المصهرات إلى مصهرات توتر منخفض لا يزيد عن ٦٦٠ فولت ومصهرات جهد عال للجهود الأكبر من ذلك .

المصهرات تصنف إلى نوعين :ــ

١ ــ مصهرات غير المحددة للتيار : Non current Limiting Fuses

وفيها ينقطع التيار عند مروره بالصفر خلال الدورة الأولى أي بعد مروره بقيمته الذروية وهي نوعان :ــ

أ ــ مصهرات الطـــرد :ــ Expulsion Fuses

تتكون هذه المصهرات من عنصر صهور داخل أنبوبة مصنوعة من الفبر أو من الخزف وبها مسحوق حامض البـــوريك المضغوط ولها نهاية مفتوحة وعند انصهار العنصر يمتد القوس الكهربي بين طرفي المصهر ونتيجة لدرجة الحرارة العالية لهذا القوس (٤٠٠٠ ــ ٥٠٠٠ درجه مئويه) تتولد من المادة المصنوعة منها الأنبوبة كمية كبيرة من الغازات ترفع الضغط داخل الأنبوبة وتساعد على تخفيض درجة التأين في مسار القوس الكهربي مما يؤدى إلى ارتفاع سريع في جهد انهيار الوسط بحيث يتحمل الجهد المستعاد العابر ويمنع إعادة إشعال القوس بعد انقطاعه عند مرور التيار بالصفر ويتم طرد الغازات بشدة إلى الجو من الطرف الأعلى للأنبوبة ويستخدم هذا النوع من المصهرات في الأماكن الخارجية وخاصة لحماية الخطوط الهوائية والمحولات المركبة على الأعمدة poie Mounted Trenstomers بشرط ألا يزيد تيار القصر عن ٣٠٠٠ أمبير ومن أهم مزايا هذه المصهرات سهولة استبدال أنبوبة الانصهار ورخص ثمنها وإمكانية استخدام أنواع مختلفة من الأنابيب على نفس الحامل ومن مزاياها أيضا إمكانية استغلال انصهار العنصر وشدة اندفاع الغازات في إسقاط المصهر بأكمله إلى اسفل بحيث تصبح أطراف المصهر معزولة تماما عن جهد الخط ويعطى المصهر في وضعة هذا دليلا مرئيا واضحا لانصهاره مما يسهل مهمة تحديد مكان الفصل .

ب ــ المصهرات المـــفرغة :ــ vacuum Fuses

وهذه المصهرات لا تختلف في تصميمها وتشغيلها عن مصهرات الطرد ألا في أنها محكمة تماما ولا يعتمد على العزل الكهربي الممتاز للفراغ الذي يمنع إعادة إشعال القوس الكهربي بعد مرور التيار بالصفر وتصمم أقطاب هذه المصهرات بنفس الطريقة التي تصمم بها أقطاب القواطع المفرغة بحيث يمكن تحريك القوس الكهربي على سطحها والميزة الأساسية لهذا النوع من المصهرات هي صغر حجمها وإمكانية استخدامها في الأماكن المغلقة .

٢ ــ المصهرات المحددة للتيار :ــ current Limiting Fuses

يتميز هذا النوع من المصهرات بخاصية الحد من قيمة تيار القصر وذلك بفتح الدائرة قبل أن يصل هذا التيار إلى قيمته الذروية المتوقعة prospective peak current النصف دورة الأول أقصي تيار يسمح المصهر بمروره يعرف بتيار القطع cut –off current أو بتيار الذروية المسموح بمروره peak Let- Through current والحد من قيمة تيار القصر يقي المعدات من التلف نتيجة للأجهادات الحرارية والكهروميكانيكية فمعيار الطاقة الحرارية المولدة في الشبكة أثناء فترة الخطا هو حاصل ضرب مربع القيمة الفعالة للتيار المار في المصهر والزمن المنصرف حتى إزالة القصر أما معيار القوة الكهروميكانيكية فهو مربع القيمة الذروية للتيار . وتستخدم هذه المصهرات في حماية المحولات والمكثفات والكابلات ومحولات الجهد الخاصة بأجهزة القياس بحيث يصبح تيار القصر الذي يجب أن تتحمله هذه المعدات اصغر بكثير من تيار القصر الفعلي . وجدير بالذكر ان هذه المصهرات تعرف أيضاً بمصهرات ذات سعة قطع عالية تتكون هذه المصهرات أساساً من جسم قد يكون من البلاستيك أو الخزف يحتوى على عنصر معدني واحد أو اكثر له خصائص خاصة وكل طرف منه موصل بغطاء معدني محكم ويملأ الجسم بمسحوق من الكوارتز وقد يختلف تصميم عنصر الصهور في المصهرات الجهد المنخفض عنه في مصهرات الجهد العالي ولكن مبدأ التشغيل الذي يؤدى الى الحد من قيمة تيار القصر هو نفسه . وتحتوى اغلب مصهرات الجهد المنخفض الحديثة على عنصر صهور مزدوج يتكون من شريط من النحاس منقسم الى جزئين كل منهما به عدد من المناطق ذات مقطع منخفض وذلك للحماية ضد تيارات القصر والجزءان موصلان على التوالي بواسطة سبيكة معدنية خاصة لها درجة حرارة انصهار منخفضة لحماية الدائرة ضد تيارات تجاوز الحمل المداومة فهي تسمح بمرور مثل هذه التيارات لفترة تتناسب عكسيا وقيمة التيار .

وأهم استخدام لهذا النوع من المصهرات هو حماية الدوائر التي بها محركات مباشرة البدء أما مصهرات الأعلى فهى توضع على الناحية الاولية من المحولات وغير مطلوب منها حماية المحول ضد تيارات تجاوز الحمل حيث يقوم بذلك المصهر أو القاطع الموصل على الناحية الثانوية ولذلك فان عنصر الصهور مزودجاً ويتكون من عدد من الأسلاك من الفضة أو النحاس المطلى بالفضة موصلة على التوازي وموضوعة في ثقوب حول اسطوانة من الخزف وكل سلك به ضيق في المقطع كل ثلاثة ملليمترات تقريبا على مدى طوله وتوضع الاسطوانة داخل أنبوبة من الصيني لها طبقة خارجية مملوءة بمسحوق الكوارتز .

عند مرور تيار القصر سواء بالنسبة لمصهرات الجهد المنخفض أو الجهد العالي ينصهر العنصر عند المناطق ذات المقطع المنخفض ويتبخر المعدن ليترسب بعيدا على جسيمات رمل الكوارتز الباردة نسبيا وتمتد أقواس كهربية عند أماكن الانصهار ولكن نتيجة لعدم وجود البخار المعدني ولعدم نشوء أي غازات من رمل الكوارتز فإن عملية الانصهار تؤدى إلى إدخال مقاومة عالية جدا في الدوائر في خلال زمن قصير للغاية وبالتالي إلى :ــ

١ ــ الحد من ارتفاع التيار بل ألي إقلاله .

٢ ــ ارتفاع كبير في عامل القدرة للدائرة بحيث يصل التيار إلى الصفر مع جهد التشغيل الطبيعي ولذلك فإن قيمة الجهد العابر المستعاد صغيرة جدا وليست ذات أهمية في هذا النوع من المصهرات .

٣ ــ إرتفاع في الجهد عبر المصهر وهو الجهد عبر القوس وهذا هو رد فعل محاثة الدائرة عند محاولة إقلال التيار المار بها

٤ــ إنصهار جزيئات الرمل تحت تأثير حرارة القوس وتحول الرمل إلي كتلة زجاجية جيدة العزل بحيث تمنع إعادة إشعال القوس . وهذه العملية بأكملها لا تستغرق اكثر من ربع دورة من لحظة حدوث القصر حتى انقطاع التيار . وتزود المصهرات بإبرة طرق موصلة بعنصر صهور ثانوي وعند إنصهار العنصر الأساسي يتبخر العنصر الثانوي ويحرر إليه الإبرة بحيث تندفع إلى الخارج من إحدى طرفي المصهر لمسافة حوالي ٣٠ مم فتعطي دليلا مرئيا لانصهاره ويمكن أيضا استخدام حركة الإبرة لفتح مفاتيح قطع حمل أو قواطع .

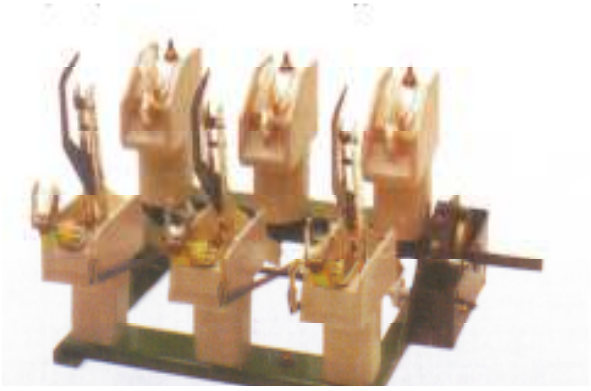
السكاكين الكهربائية : ــ

وهى نقطه البداية فى أى نظام قوى كهربائية وتعتبر هى المدخل فى نظام تغذيه القوى للوحات الكهربائيه .

والغرض الساسى لها ليس توصيل وفصل التيار الكهربى ولكن وظيفتها العزل الكهربى وهى نوعان : ــ

١ــ سكاكين تعمل على حمل on load

٢ ــ سكاكين لا تعمل على حمل off load



لوحات الضغط المنخفض : Low Voltage Switch Gear

وهى اللوحات الخاصة بالجهد المنخفض (أقل من ١٠٠٠ فولت) وهو علـــى العمـــوم الـــشائع (٣٨٠ ــ ٤٤٠ فولت) ثلاثى الأوجه والتى تمد الأحمال ذات الجهد (٣٨٠ – ٢٢٠ فولت) بالطاقـــة اللازمة لتشغيلها أحاديا أوثلاثيا.

تصنيف اللوحات للتوتر المنخفض :-

تتشابه كثيراً من حيث التصنيف مع الضغط العالى والمتوسط .

١- من حيث التوتر : ــ

لوحات تعمل على (٣٨٠ ــ ٤٤٠ فولت) ثلاثى الأوجه ولوحات تعمل على ٢٢٠ فولت أحادى الوجه مشتق من ٣٨٠ فولت لتغذية دوائر الإنارة وغيرها .

٢- من حيث مكان تواجدها : ــ

أ – لوحات داخل مبنى **In door**

ب- لوحات خارج مبنى **Out door**

٣- من حيث بيئة العمل : ــ

أ – لوحات ضد تسرب الغازات إليها .

ب- لوحات ضد تسرب الغبار إليها .

ج- لوحات ضد تسرب المياة إليها .

د- لوحات ضد تسرب الحشرات إليها .

٤- من حيث طبيعة العمل :-

أ – لوحات أستقبال وتوزيع .

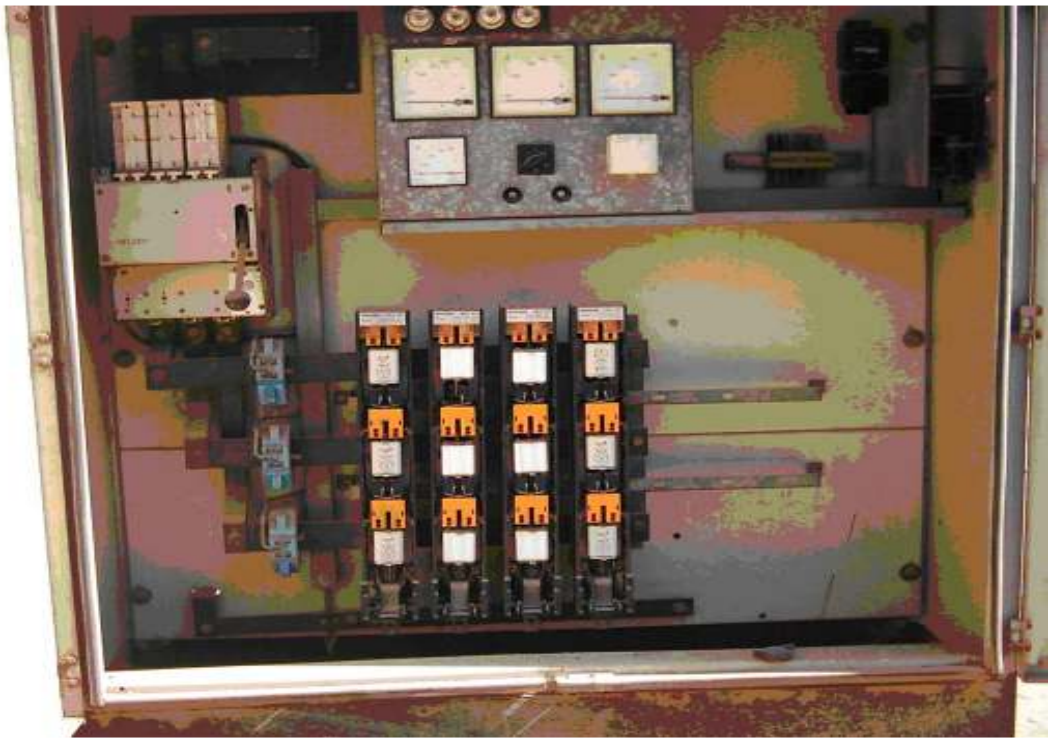
ب- لوحات تغذية أحمال .

ج- لوحات مساعدة .

د- لوحات إنارة .

هـــ- لوحات شواحن بطاريات وتحكم وغيرها .

لوحه توتر منخفض تتغذى من مولد وتوزع التيار إلى الأقسام المختلفة



الصورة توضح مكونات لوحه ضغط منخفض خارج مبنى من الداخل

<u>مكونات لوحات الضغط المنخفض :-</u>

١- السكاكين : كما سبق شرحه فى لوحات الضغط العالى .

٢- الفيوزات : كما سبق شرحه فى جزء الفيوزات .

٣- قضبان التوزيع العمومية : كما سبق شرحه فى الضغط العالى .

٤- مفاتيح **C.B** : وهى فى جميع الأحوال هوائية وتعمل داخل غلاف .

أنواع المفاتيح كالآتى : ــ

١ - مفتاح **C.B** يدوى بدون حماية ويستخدم كأنه سكينة عمومية لأغراض التوصيل والفصل الرئيسى والعزل

٢ - مفتاح **C.B** يدوى وعلية حماية ضد زيادة الحمل (**O.L**) ويستخدم كما سبق لكن يفصل عند زيادة الحمل .

٣ - مفتاح **C.B** يدوى وعلية حماية ضد زيادة التيار (**O.L**) وحماية ضد إنقطاع الجهد الرئيسى وتتم عملية التشغيل **OFF – ON** يدوياً ويفصل أتوماتيكياً فى حالة الخطأ .

٤- مفتاح **C.B** هوائى يعمل كقاطع الضغط العالى من حيث العمل والتركيب وإدخاله وإخراجه وبه دائرة شحن وتشغيل وفصل ومربوط مع أجهزة الحماية بأنواعها للفصل عند الخطأ . وهو يعمل أتوماتيكياً حسب الغرض .

٥- مفتاح الكونتاكتور (**Contactor**) وهو مفتاح هوائى يعمل أتوماتيكياً مثل النوع السابق لكن يختلف عنه فى آلية التشغيل .

الباب الثانى

تشغيل القواطع الكهربائية

١ــ وظيفة القواطع الكهربائية والغرض منها : -

وظيفة القواطع : هى توصيل وفصل التيار الكهربي على الحمل وبــدون وتحــت أى ظــروف تشغيلية والعمل على فصل الأحمال أتوماتيكيا كفصل طبيعى ، وكذلك التحكم فى تشغيل الأحمــال آليــا أو يدوياً .

٢- أنــواع القــواطع :

أ) القاطع الهوائي : -

وهذا النوع من القواطع يعمل على فتح تماساته فى الهواء الجوي العادي أو الهــواء المــضغوط بحيث يتم إطفاء القوس الكهربي الناتج عن فصل الحمل بصورة أمنه مع تبريد التماسات .

ويستخدم هذا النوع بكثرة أو يكاد يكون معظم قواطع الضغط المنخفض من هذا النوع وكذلك يتم استخدامه فى الضغط المتوسط والعالي لكن بنظام الهواء المضغوط .

ومن مميزات هذا النوع من القواطع بساطة تركيبه وبساطة أداءه وانخفاض ثمنه وسهولة تشغيله وصيانته .

ب) القاطع الزيتي : -

وهذا النوع يسمي القاطع الزيتي شحيح الزيت حيث أنه يستخدم الزيت الكهربي فى إطفاء القوس الكهربي داخل غرف التماسات للقاطع وهو أيضا من الأنواع الإقتصادية فى التشغيل والصيانة ويــستخدم فى الجهد المتوسط والعالي .

ج) القاطع المفرغ : -

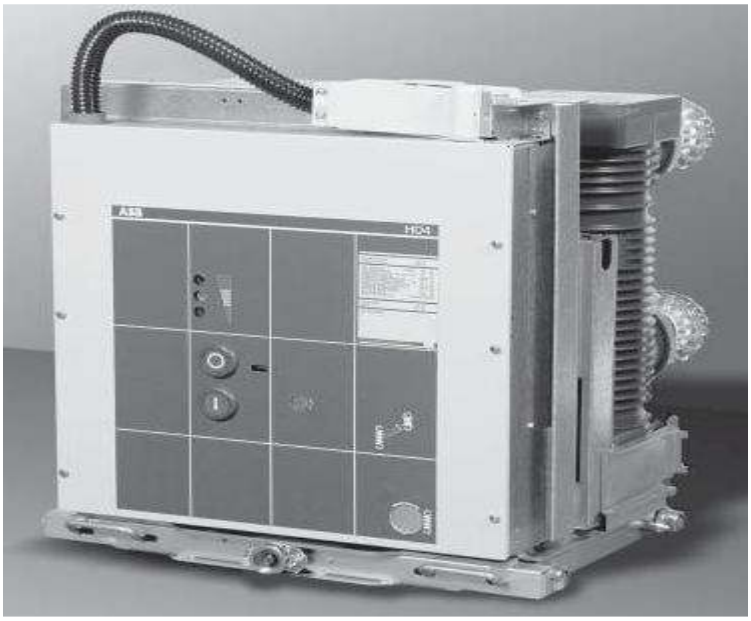
ويتميز هذا النوع من القواطع بالوسط المفرغ داخل أسطوانات التماسات الذى يحد من نمو القوس الكهربي لحظة فصل القاطع وهذا النوع من أفضل أنواع القواطع تشغيليا ومن حيث عدم احتياج غــرف التماسات للصيانة لكن له عمر افتراضي لغرف التماسات بعدد مرات التشغيل لذلك مركب على هذا النوع من القواطع عداد يعد عدد مرات التشغيل ويعد مثلا (١٢ ألف) مرة تشغيل بعدها يتم تغير أســطوانات التماسات بأخرى جديده .

ء) قاطع سادس فلوريد الكبريت SF6 : -

وهذا النوع هو طراز معدل أو متقدم لنوع السابق حيث أضيف إلى الوسط العازل غاز SF6 وهو غاز خامل مما يرفع كفاءة اسطوانات التماسات علي قتل القوس الكهربي فى مهــده ممــا يزيــد العمــر الافتراضي لتلك التماسات وتحت جميع الظروف التشغيلية حتى أقصاها مثل الفصل على قصر .

وهذا النوع من القواطع هو أحدث أنواع القواطع ويستخدم للضغط المتوسط والعالي وتستخدم تلك الأسطوانات مع بعض أنواع الكونتاكتور للضغط المتوسط هى والنوع السابق المفرغ .

٣ – تركيب القاطع الكهربي: ــ

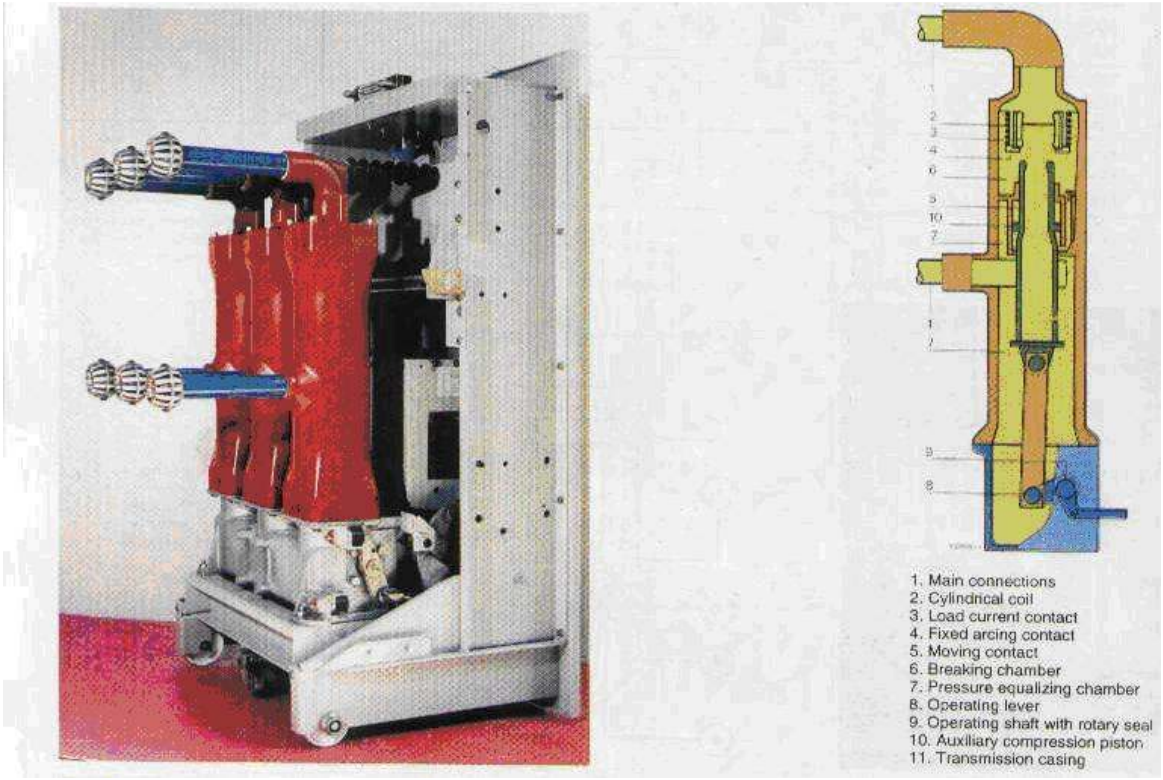


ينقسم القاطع الكهربي إلى جزئين رئيسيين هما : –

أ ــ أسطوانات التوصيل : ــ

وهى تحتوى على التماسات حسب النوع وقد سبق شرح ذلك .

وحسب نوع الأسطوانات يسمي القاطع أي أنه إذا تم تغير أسطوانة القاطع الزيتي بإسطوانة أخرى مفرغه يتم تغير إسم القاطع إلى نوع الإسطوانه به وتركب الإسطوانات دائما فى الجزء الخلفـــى لجـــسم القاطع .



ب) صندوق التشغيل : -

وهو الصندوق الذى يمثل واجهة القاطع الأمامية ويحتوي هذا الصندوق على : -

*** الدائرة الكهربائية للقاطع : -**

وهي دائرة تحكم تعمل على تشغيل مكونات القاطع الثلاث وهى دائرة الشحن ودائرة القفل ودائرة الفصل بالقاطع وذلك اتصالا مع دائرة التحكم باللوحة حيث يتم تشغيل القاطع من مجموعة أزرار علـــى جسم اللوحة من الخارج .

*** المجموعة الميكانيكية للقاطع :**

وهى عبارة عن ميكانيزم يقوم بعمل ثلاث وظائف رئيسية وهى شحن القاطع بالطاقة الميكانيكية اللازمة لتشغيله والجزء الثاني منه يعمل على اطلاق تلك الطاقة فى صورة تشغيل للقـــاطع أي إجـــراء عملية قفل للأسطوانات المحتوية على التماسات والجزء الثالث من الميكنيزم يجهز نفسه أثناء غلق القاطع ليعمل على فصله وإيقافه فى أى لحظة .

ويتم الإتصال بين صندوق التشغيل والأسطوانات عن طريق ثلاث أزرع قوية تعمل علـــى نقـــل أمري التشغيل ON , OFF إلى التماسات .

٤- مبـــينات حالة التشغيل على جسم القاطع : -

أ ــ بيان حالة عمل القاطع ON , OFF

ب ــ بيان حالة شحن القاطع مشحون – غير مشحون .

ج ــ عداد التشغيل (يبين رقميا عدد مرات عمل القاطع ويركب مع النوع المفرغ)

د ــ بيان وضع القاطع : -

ــ وضع الأختبار (خارج الخدمة) .

ــ وضع التوصيل (فى الخدمة) .

ــ وضع الأرضي .

هـــ ــ فتحتي التشغيل ON , OFF ميكانيكا .

٥) نظام تأمين القاطع : ــ

أ ــ يتم فصل القاطع ثم وضعه على الإختبار حسب الحالة التشغيلية ثم تأمينه عن طريق نظام الأنترلوك ، أو مفتاح (Lock) يدوي عادي .

ب ــ فى حالة وجود القاطع فى وضع الخدمة لا يحتاج إلى نظام تأمين إلا فى حالات خاصة .

٦) نظام تشغيل القاطع : ــ

يتم تحديد نظام تشغيل القاطع حسب وضعه الوظيفي فى لوحة التشغيل وتحـــدد هـــذه الأوضـــاع كالأتى :

أ ــ القاطع الرئيسي لدخول العمومي : ـــ

ويخضع هذا النوع من القواطع لنظام تشغيل عدم تداخل خطوط القوي (الأنترلوك) وذلك لتنسيق بين خطوط الدخول العمومية ولتسهيل عملية المناورة بينها مهما كان عددها .

ب ــ قـــاطع الربط : ــ

وهو الجزء الهام الأساسي فى نظام الأنترلوك لربط خطوط القوي دون أى ضـــرر أي أن هـــذا القاطع يدخل فى المنظومة السابقة لنظام الحمايه من تداخل خطوط القوى.

ج ــ قـــاطع التشغيل : ــ

وهو قاطع تغذية الحمل وهذا النوع يتم تشغيله دون أى احتياج لنظم السابقة لكن يمكن أن يـــدخل تشغيليا فى منظومة آلية أتوماتيكية لتنسيق بين الوحدات فى العمل .

البـــاب الثـــالث

تشغيل المحركات الكهربائية

تشغيل المحركات الكهربائية :

أنواع المحركات المستخدمة فى مشروعات الصرف الصحى : ــ

أ – محركات أحادية الأوجه : ــ

ذات توتر ٢٢٠ فولت وهى محركات كسرية ذات قدرات صغيرة تعمل مع بعض المراوح لـــنظم التهوية أو داخل صناديق التروس للبلوف والبوابات للعمل على فتحها وقفلها وغيرها من الأعمال .

ب – محركات ثلاثية الأوجه

وتعمل على التوتر المتوسط والمنخفض لتشغيل الطلمبات بأنواعها وهى مـــن النـــوع التـــأثيرى وتستخدم محركات الضغط المنخفض فى جميع أجزاء محطات المعالجة ومحطات الرفع .

١ ــ طرق بدء الحركة للمحركات (طرق الإقلاع)

الغرض الاساسى لطرق الإقلاع هى تقليل تيار بدء الحركة إلى اقل تيار ممكن حيث ان المحرك لحظة الإقلاع يحتاج لتيار عالى يساعده على التغلب على حالة القصور الذاتى والدوران مع الحمل وهذا التيار العالى يعطى عزم بدء حركة عالى للمحرك لكن هذا التيار الكبير يشكل خطورة علـــى المحـــرك وعلى خط التغذية والمنظومة الكهربائية كلها .

لذلك يتم استخدام احد الطرق الآتية لتعمل على كبح جماح التيار لحظة بدء الحركة حتى يـــدور بصورة أمنه ويصل إلى سرعته القصوى تدريجياً وبذلك نكون قد تغلبنا على اللحظة الصعبة وهى لحظات البدء الأولى .

أ – بدء الحركة بالمقاومة (الإقلاع بالمقاومة)

وتستخدم هذه الطريقة مع المحركات التأثيرية ذات العضو الدوار الملفوف للتوتر المـــنخفض أو المتوسط وهى عبارة عن مقاومة بحتة مجزئة الى عدة أجزاء تكون بكامل قدرتها الأومية فى دائرة تشغيل المحرك ثم يتم إخراجها تدريجياً من الدائرة ومع كل نقطة تقل فيها المقاومة تزيد سرعة المحرك وهكـــذا حتى تصل أقصاها بخروج كامل المقاومة وتكون المقاومة ملحقة بجوار المحرك وتدخل وتخرج إما يدوياً أو أوتوماتيكياً حسب نظام التشغيل .

ب – بدء الحركة بمحول أوتو (الإقلاع بمحول اوتو) :

وهى كالطريقة السابقة ولكن هنا نعتمد على تخفيض قيمة التوتر لتنخفض بالتالى قدرة المحـــرك عند بدء الإقلاع فبالتالى يتم سحب تيار قليل ثم يتدرج بالزيادة مع زيادة التوتر وبالتزامن معه تزيد سرعة المحرك حتى تصل الى أقصاها مع خروج محول أوتو من دائرة تغذية المحرك بالقدرة الكهربائية .

ج – بدء الإقلاع ستار/ دلتا :-

وتستخدم مع التوتر المنخفض فقط وهذه الطريقة تعتمد على بدء الاقلاع بتوصيل ملفات العضو الثابت للمحرك على هيئة نجمة (Y) وهذه الطريقة تعمل على تقليل قدرة المحرك وبالتالى يقل التيار المسحوب لحظة بدء الاقلاع وهذا هو المطلوب ... وبعد عدة ثوانى من بدء الاقلاع يتم تحويل ملفات المحرك الى توصيله دلتا (△) ذات عزم الحركة الكبير وتستمر هكذا حتى نهاية عمل المحرك . وعليه يمكن تلخيص ذلك بأن توصيله نجمه (Y) هى Starter للمحرك وتوصيله دلتا (△) لتشغيل المحرك .

د- الإقلاع المباشر :-

وهذه الطريقة لا تحتاج لاى نوع من الملحقات المتصلة بالمحرك . لكن يتم توصيل المحرك مباشرة بمصدر التوتر اى بمفتاح (C . B) وهذا النوع من المحركات يتعرض إلى ارتفاع التيار بشدة لحظة بد الإقلاع مما يحدث إرتفاع حرارة المحرك .

أ – نظام التحكم ستار/ دلتا (Y / △) : ـ

ويعمل هذا النظام من خلال دائرتين :-

- **دائرة القوى :-**

وتتكون من مفتاح عمومى لدخول القدرة الثلاثية الأوجه أو سكينة بفيوزات بالاضافة الى عدد ثلاثة كونتكتور ومؤقت زمنى .

- **دائرة التحكم :-**

وتتكون من دوائر التشغيل والفصل والحماية والإنذار وتشكل فى مجموعها منظومة تبدأ ببدء الحركة وتنتهى بالتوقف سواء الطبيعى أو عن عطل من خلال أجهزة الحماية التالية .

- الحماية ضد انعكاس الفازات .
- الحماية ضد انخفاض الجهد .
- الحماية ضد زيادة التيار .

وغيرها حسب نوع الحمل وطبيعة بيئة التشغيل وتنتقل هذه الأعطال الى مجموعة لمبات بيان توضح نوع العطل على جسم اللوحة وبعد التعرف على العطل وتمام إصلاحه أو تلافيه يتم عمل إعادة وضع لدائرة التحكم (Reset) حتى تتهيأ دائرة التحكم لدورة عمل جديدة .

ب – نظام التحكم في إقلاع محرك بالمقاومة : ــ

وهذا النظام لا يعمل إلا مع المحرك ذو العضو الدوار الملفوف كما سبق ذكره ويتكون من :

- المحرك .
- مقاومة بدء الحركة .
- مجموعة الفرش .

ويتم التنسيق بين هذه الأجزاء لإتمام العملية التشغيلية إما يدوياً أو أوتوماتيكياً (آلياً) .

- **أولاً : التشغيل اليدوى : ــ**

يجب قبل بدء تشغيل المحرك وضع مقاومة بدء الحركة على وضع (0) صفر وهذا يعنى أن المقاومة بالكامل داخل نظام التشغيل ثم التأكد من أن زراع التحكم فى وضع الفرش على وضع بدء (Start) اى أن الفرش ملامسه لحلقات الانزلاق بالمحرك وبعد تمام التأكد من ذلك يمكن بدء اقلاع المحرك عن طريق تشغيل القاطع (C.B) وبعد تشغيل القاطع يتم تحريك سواقة المقاومة تدريجياً ١-٢-٣- ..... إلى نهايتها وبعد تمام نهايتها يتم تغيير زراع الفرش إلى وضع تشغيل (Run) بذلك يتم إخراج الفرش من دائرة العضو الدوار للمحرك وتحويله الى قفص سنجابى ويستمر العمل هكذا

إلى أن يتوقف المحرك وبعد توقفه يتم إعادة التأكد من أن المقاومة على وضع (0) صفر وزراع الفرش على وضع بدء (Start) .

- **<u>ثانيا : التشغيل الأوتوماتيكى : ـ</u>**

ويتم كالنظام السابق تماماً لكن من خلال دائرة تحكم آلية تعمل عند لحظة بـــدء إغـــلاق القـــاطع (C.B) فيتم تحريك المقاومة آلياً عن طريق محرك ثم عند تمام خروجها أى نهايتها تعطى أوامر الـــى محرك أخر يتحكم فى ذراع الفرش فيقوم بتغير وضعها من (Start) الى(Run) ويستمر العمل الى أن يتوقف المحرك تحت أى ظرف فتقوم نفس دائرة التحكم بعمل عكس ما سبق أى تضع المقاومة علـــى أولها وتغير وضع الفرش الى (Start) استعدادا لدورة عمل جديدة .

الباب الرابع

أجـــهزة الحـــماية

مقــدمة :

إن الحماية من الأشياء الضروريه لآى نظام كهربى ولا يوجد جزء فى أى نظام كهربى يترك بدون حمايه نظراً لخطورة ذلك على النظام ككل ولذلك فإن إختيار الحمايه لآى معده يعتمد على عوامل متعدده مثل :

- نوع المعده .
- معدل التيار والتوتر الخاص بالمعدة .
- أهمية المعدة .
- موقع المعدة .
- ربما أيضاً الحالات الغير طبيعيه الخاصه بالمعدة .
- التكلفة .

ويوجد بأى نظام كهربى يحتوى على محطات قوى ومحولات وأحمال يوجد بهذا النظام معدات مختلفه كل معده من هذه المعدات تحتاج إلى حمايه .

ومن أشهر أنظمة الحمايه المستخدمه فى محطات الصرف الصحى كنظام كهربى هى الحمايه عن عن طريق الريليهات . وريليهات الحمايه تشعر بالحالات الغير طبيعيه التى يمكن أن تحدث فى أى جزء من النظام وتقوم بفصله عن باقى النظام حتى يعمل النظام كله بصوره سليمه ولذلك تستطيع هذه الريليهات أن تفرق بين الحالات الطبيعيه والغير طبيعيه فعند حدوث الحاله الغير طبيعيه فإن الريلاى يعمل معطيا إشاره إلى ملف الفصل الخاص بالقاطع فيقوم القاطع بالفصل وهذا الإجراء يتم أتوماتيكيا وسريعا ويقاس زمنه بالإجزاء من الثانيه كما سيتم ذكره بعد ذلك .

أجهزة الحماية : ــ

تركب أجهزة الحماية بدوائر القوى للتوتر المتوسط و المنخفض حسب طبيعة الحمل وانواع المخاطر التى يتعرض لها ومنها :-

١ ــ ريلاى زيادة الحمل (**O . L**) وهو نوعان :

أ ــ ريلاى زيادة حمل حرارى .

ب ــ ريلاى زيادة حمل مغناطسيى .

٢ ــ ريلاى إنخفاض التوتر (**U.V**) .

٣ ــ ريلاى إنعكاس الفازات (تتابع الفازات) .

٤ ــ يوجد أنواع حديثة من الريلاى تعمل بدوائر الميكروبروسيسور .

ومن العناصر العديدة التى لها أهميه فى نظام الحمايه ما يلى :

- محولات التيار
- الريليهات المساعدة
- محولات التوتر
- الدوائر الثانوية
- المؤقتات الزمنية
- دوائر الفصل وكل جزء من هذه الأجزاء له أهميه داخل نظام الحمايه وفى النهاية تعمل جميعها كفريق عمل واحد .

ومن أهم مميزات نظام الحمايه الذى يعمل عن طريق ريليهات انها تشتمل على :

- إعطاء إشاره صوتيه أو فصل عن طريق غلق دائرة الفصل (Trip) لقاطع الدائره لكى يقوم بالفصل للحاله الغير طبيعيه .
- فصل الجزء المعيب الذى يشتمل على الحاله الغيرالطبيعيه .
- عزل المنطقه التى يحدث بها العطل .

ونستطيع أيضاً أن نـــقلل هذه الأعطال عن طريق أخذ الإعتبارات التاليه : ــ

١ – التحسين فى كفاءة المحركات والمعدات ومعايرة أجهزة الحمايه نفسها ويتم هذا التحسين عن طريق :

- عند تصميم النظام الكهربى نفسه يجب أن يتم تصميم نظام يتجنب فيه حدوث أخطار كبيره وأن يكون بسيط إلى حد ما وملائم لطبيعة التى يعمل فيها النظام .
- المواصفات الفنيه للمصنع وذلك لكل المعدات المستخدمه فى النظام يجب أن تكون المواصفات على مستوى ملائم (إختيار سليم للمعدات) .
- جودة إجراءات التحكم وسهولتها وبساطتها .
- إجراء الإختبارات اللازمه والأبحاث والتطوير .
- إختيار سليم للمواقع التى يتم وضع المعدات فيه .

٢ – إجراء الصيانه الدوريه بواسطة اشخاص مدربين .

٣ – تدريب الأشخاص على كيفية تشغيل وإدارة الأجزاء المخالفه بالنظام الكهربى بصوره سليمه .

مفهوم المناطق المحمية : ــ

- أجهزة الحماية لأى نظام كهربى يخطط لها مع تصميم النظام نفسه بحيث يتم إختيار القيم التى تضبط عليها الأجهزه وكذلك أماكن وضعها بحيث يتم فصل الجزء المراد فصله ولا يتأثر أى جزء أخر أما التشغيل العادى أو إحتياجات الصيانه أو أثناء الحالات الغير طبيعيه كحدوث أعطال .
- ولذلك فإن عناصر النظام الكهربى من وحدات ومحولات وقضبان توزيع وكابلات ، مكثفات .. إلخ تغطى بواسطة مناطق حمايه ويمكن لأى جزء من هذه الأجزاء أن يغطى بمناطق حمايه متعدده (أولية – ثانوية) ولا يوجد فى النظام الكهربى جزء لا يتم حمايته.
- حدود المنطقة المحمية تحدد بواسطة موقع محولات التيار والجهد وهذا يعنى أن أماكن وضع محولات التيار بالذات يعتبر من الأشياء المهمه فى حالة تصميم أى نظام كهربى وتوضع هذه المحولات بحيث تغطى جميع القواطع الموجوده فى منطقة الحمايه .

أنواع الحمـــايه : ـــــ

١ ــ الحماية الأولية (الرئيسية) .

٢ ــ الحماية الثانوية (الإحتياطية) .

تعريف الحماية الأولية ـــــ:

هى الحماية الأساسيه لأى معده كهربائيه فى داخل النظام الكهربى فإذا فشلت هذه الحمايه فى فصل المعده فى حالة حدوث شئ غير طبيعى بها فمن الضرورى إيجاد حمايه أخرى تقوم بفصل هذا الجزء وتسمى بالحمايه الثانويه أو الإحتياطيه وتستخدم لعدة أساب :

- عند حدوث فشل فى الحمايه الإبتدائيه فإن النظام الثانوى سيقوم بتأدية نفس الغرض . وفشل الحمايه الإبتدائيه يمكن أن يكون نتيجة عطب احد العناصر الموجودة فى دائرة الحمايه مثل الريليهات المساعده أو محول التيار او محول التوتر أو دائرة الفصل بالقاطع .... إلخ
- عندما يتم إخراج نظام الحمايه الرئيسيه من الخدمه بغرض الصيانه أو الإختبار مثلا فإن الحمايه الثانويه تعمل كالحمايه الإبتدائيه بالضبط .

وللأسباب الإقتصادية فإن الحماية الثانوية تعمل فقط فى حالة القصر نظراً لخطورة هـذه الحالـة على النظام ككل .

أما فى الحالات الأخرى الغير طبيعيه فلا يؤخذ لها أى إعتبار مع الحمايه الثانويه وبالتالى فـإن وضع الحمايه الثانويه يعتمد على العامل الأقتصادى والإعتبارات المعيشيه .

الباب الخامس

السلامة والصحة المهنية (كهرباء)

مقدمة : ــ

يجب أن تقتصر أية أعمال تتعلق بنظافة أو اختبار أو إصلاح المعدات الكهربائية على الكهربائيين المدربين تدريبا مناسبا وعند العمل في أي قسم أو في أية معدة يراعى فصل قاطع التيار الرئيسي المتحكم في ذلك القسم أو تلك المعدة وتعليق لافته ممنوع التشغيل عليها ثم يتم التأكد من عدم وجود كهرباء بواسطة جهاز قياس فولت . وفى النهاية وقبل إعادة توصيل التيار يتم إخلاء المنطقة من الإفراد عند إجراء أي عمل يختص بنظم الطاقة فلابد أن يتولى هذا العمل كهربائيان على الأقل يرتدى كل منهم القفازات الخاصة بالتوترات العالية ويعاونهم شخص ثالث يكلف بالبقاء المستمر بجوار قاطع التيار لكى يتولى التوصيل .

إن الفصل الفوري للكهرباء إذا لزم الأمر عند العمل في الأعمال الكهربائية أو المعدات المزودة بالطاقة الكهربائية فلابد من تنفيذ ما يلى : ــ

١ ــ فصل القاطع الرئيسي وتعليق لافتة عليه .

٢ ــ التأكد من فصل الكهرباء عن النظام أو المعدة .

٣ ــ إخلاء المنطقة من الأفراد قبل إعادة قاطع التيار إلى وضع التوصيل .

الصدمة الكهربائية : ــ

يتعرض الإنسان لما يسمى بالصدمة الكهربائية عندما يصبح الجسم البشرى جزءا من مسار الكهرباء بحيث تسرى الطاقة الكهربائية خلال الجسم أو خلال جزء منه متوجهة إلى الأرض وهذه الصدمة تصيب المراكز العصبية الحساسة لجسم الإنسان بإصابات بالغة وقد تؤدى إلى الوفاة ومن المعروف أن سريان التيار الكهربائي وبالتالي احتمال حدوث صدمة كهربائية لا يتم إلا في وجود فروق في الجهود الكهربائية أو عند توافر شحنات كهربائية مخزونة .

إجراءات الطوارئ التي تتبع عند حدوث صدمة كهربائية : ــ

على كل من يعمل في أية إعمال كهربائية أو إلكترونية أن يكون قادرا على تنفيذ الآتي :ــ

١ ــ فصل المصاب بالصدمة الكهربائية عن الدائرة الحية إذا بدا أن المصاب قد تجمد عندما لامس الكهرباء والتجمد معناه فقد المصاب للقدرة على إبعاد جسمه عن الدائرة ويظل ملتصقا بها فيكون تخليصه منها بإتباع إحدى طريقتين الأولى بفصل الكهرباء على الفور أن تعذر الفصل نتبع الطريقة الثانية وهى دفع المصاب بعيدا عن نقطة التلامس مع الكهرباء وذلك بواسطة مادة غير موصلة للكهرباء مثل قطعة خشب مثلا في كافة الحالات لابد من التصرف بسرعة مع ضرورة أن يتذكر المنقذ أن يأخذ الحيطة لحماية نفسه أثناء عملية دفع المصاب .

٢ ــ فصل الكهرباء بسب المخاطر المفاجئة الناجمة عن التورط غير المقصود للمرء بين الدوائر الكهربائية فلابد أن يعلم الجميع كيفية فصل الكهرباء عن أي مكان في منطقة العمل كما لابد من تدريبهم على كيفية إستدعاء النجدة فورا عند حدوث حالة طارئة .

٣ ــ أجراء عملية تنشيط القلب والتنفس .

٤ ــ إبلاغ الرئيس المباشر ومدير المحطة فور حدوث صدمة كهربائية لاحد العاملين ولا يجوز التغاضي عن الإبلاغ مهما كانت الصدمة خفيفة كما يتم إبلاغهما فورا عند اكتشاف أي أزيز أو شرر أو عيب أو بصفة عامة أي وضع ينذر باحتمال مخاطر قد تسبب إصابات بدنية أو خسائر في الممتلكات أوالمعدات أو الخدمات .

الإجراءات الوقائية :ــ

عند العمل بالمعدات الكهربائية أو حولها ينبغي أن يعتبر كل فرد من الفريق نفسة مسئولا عن سلامته وسلامة زملائه وفيما يلي بعض المعلومات ومبادئ النظم التي قد تساعد جميعها على تفادى الصدمة الكهربائية والإصابات :ــ

يمكن اتقاء مخاطر الأعمال الكهربائية باتباع الإجراءات التالية بدقة والتأكد من حسن توصيلات المعدات والنظم دائمة أو مؤقتة :

- التأريض والتوصيل .
- العزل الكهربائي .
- عزل المعدة .
- طرق ونظم السلامة الشخصية .

وتتم مرة كل سنة على الأقل مراجعة شاملة لجميع العناصر المعرضة للجو الرطب مثل أزرار التحكم الكهربائية ، صناديق المصهرات .. ....الخ للتأكد من سلامة وسائل مقاومة دخول الماء المزودة بها تلك العناصر .

التوصيلات السليمة : ــ

يراعى وذلك اعتبارا من مرحلة التصميم وانتهاء بمرحلة التركيب تضمين الأجهزة الكهربائية والمعدات بوسائل للحماية الكهربائية والإلكترونية .و يتم تركيب المعدات وصيانتها وفقا للمواصفات الكهربائية المحلية كما تتم أعمال تعديل أو إصلاح أو تطوير آلية تركيبها وفقا لنفس المواصفاتو يمنع تنفيذ أية تعديلات في دوائر المبنى أو معداته إلا بموجب تصريح بذلك .

بالنسبة لتصميم وتركيب النظم الجديدة لابد من اتخاذ كافة الاحتياطات المناسبة لمنع المخاطر ولإتاحة الفرصة لكي تقوم المعدة أو الجهاز بعملها العادي في أمان .

تزود نظم توزيع الكهرباء بوسائل حماية من التيار الزائد مثل الفيوزات أو قواطع التيار ولا يجوز أن تستبدل تلك الوسائل بوسائل ذات مقاومة اكبر من المقاومة التصميمية الأصليةو يجب تركيب فيوزات على جميع مصادر الكهرباء المستخدمة الدائمة أو المؤقتة ولابد كذلك من تأريضها .

المفاتيح : ــ

يزود كل جهاز بمفتاح فصل مثبت في مكان مناسب يسهل الوصول إليه وذلك حتى يكون من الميسور فصل الجهاز فور حدوث طارئ و يراعى أن يسجل بكتابة واضحة على المفتاح اسم الجهاز الذي يتحكم فيه المفتاح ويمكن الاستغناء عن الكتابة إذا كان موقع المفتاح ووضعة كافيان للدلالة على الهدف منه ولابد أن يكون كل عامل على علم وبينه كاملين بمكان مفتاح فصل المنطقة التي يعمل فيها .

تفريغ المكثفات : ــ

يجب تزويد المكثفات المستخدمة في تعديل معامل القدرة بدائرة تفريغ وهى عبارة عن مجموعة من المقاومات مهمتها إخماد الفولت إلى ٥٠ فولت أو اقل بعد دقيقة واحدة من الفصل وجدير بالذكر أن مقاومة ملفات الموتور تساهم في دائرة التفريغ .

تحذير : ــ

قد تتبقى شحنات خطيرة في المكثفات المزودة بمقاومات تفريغ .

عند إيقاف أية معدة لابد من إتخاذ الإجراءات المناسبة لتفريغ شحنة أي مكثف تزيد قدرته التخزينية على ١و. جول ويلاحظ أن احتمال الوفاة أمر شبة مؤكد إذا فرغت طاقة كهربائية تتعدى ١٠ جول في الجسم أما تفريغ طاقه كهربائية مقدارها ٢٥و. جول وهى كمية طاقة تنجم عن شحنة كاملة من مكثف فقد يصيب الجسم بصدمة عنيفة .

تحفظ المكثفات الاحتياطية أو المفصولة بحيث يكون كل منها معزولا عن الآخرين ومتصل بنفسه short circuit بواسطة وصلة متينة . وبنفس الطريقة يراعى وصل مكثفات الأجهزة غير المستخدمة أي بوصلها في نفسها إذ إن هذه المكثفات سواء إذا كانت في الدائرة الأصلية على التوالي أو على التوازي تمثل مخاطر التعرض لصدمة كهربائية .

تذكر أن المكثفات الجديدة قد تم شحنها فعلا بمعرفة المصنع لأغراض اختبارها قبل بيعها ولذا فلابد من تخزينها متصلة بنفسها .و يلاحظ أن المكثفات العالية الجودة تستعيد معظم شحنتها الأصلية إذا تركت بعد التفريغ في دائرة مفتوحة ولنأخذ مثلا يخص المكثفات العالية الطاقة المستخدمة في صناديق المكثفات النابضة pulsed capacitor bank فقد تستعيد هذه المكثفات ما يقرب من ١٠% من الجهد الأصلي أي أن مكثف سعته ٣٠ كيلو فولت يستعيد خلال ١٠ دقائق جهدا مقداره ٢ إلى ٣ كيلو فولت .

وقد يتزايد الجهد باضطراد فى المكثفات عالية التوتر المفتوحة حتى يصل الجهد هذا إلى حد خطير خلال شهور من وقت الفصل .

ويلاحظ أن المكثفات الورقية الثنائية الكهربية Dielectric تنطبق عليها نفس القواعد السابقة يجب وضع لافتة بجوار نهايات المكثفات التي تم تفريغها ويكتب على اللافتة جملة تقول مثلاً تحذير : يتم توصيل المكثفات بنفسها خلال فترات عدم الاستخدام .

القواعد العامة لتفادى الصدمات الكهربائية :ـــ

يجب تجنب لمس أي جهاز كهربائي لا يخص عملك أو لم تتدرب علية . يمنع دخول الأفراد إلي الأماكن الخطرة دون تصريح سابق لهم بذلك ويسال أي شخص غريب متواجد في مثل هذه الأماكن عن هويته قبل قيام مجموعة من الأفراد بأجراء عمل في مكان هم فيه غرباء عليهم الاستئذان من المسئول عن المكان وأخطاره بسبب وجودهم لديه وعدم الدخول إلى المكان لزيارته أو لتنفيذ المهام التي كلفوا بها ألا بعد التصريح لهم بذلك من المسئول .

يوجه الزملاء نظر بعضهم البعض عما يبدر من الأخطاء في تطبيق إجراءات السلامة أو التغاضي عن بعضها أو إتباع أسلوب عمل غير آمن كما يتحتم إبلاغ كل ما سبق من الأخطاء أو التغاضي أو الإتباع إلى الرئيس المباشر . يراعى استخدام الإشارات التحذيرية مثل علامات الخطر والكشافات الوامضة والحواجز وغيرها لتنبيه الجمهور إلى التوتر العالي ولحمايته منه ويستحسن عدم الإسراف في استخدام تلك الإشارات والحواجز فأزالتها فور انتهاء حالة الخطر وألا فقدت أهميتها وفعاليتها .

على العاملين أنفسهم إتباع إشارات التحذير التي وضعوها . ينبغي للفرد ترك مسافة أمنه بينه وبين المعدات الموصل أليها الكهرباء بحيث لا تقل هذه المسافة عن متر واحد بالنسبة للمعدات التي تعمل بجهد ٦٠٠ فولت أو أكثر . وجود حيز نظيف حول المعدات وتحتها يسهل كثيرا في تنفيذ الإعمال الكهربائية الخاصة بها لا يجوز تحت أى ظرف من الظروف استخدام الفراغات المتواجدة حول الوحدات الكهربائية أو تحتها في التخزين كما يراعى إبقاء هذه الفراغات نظيفة وخالية من المعدات التي لا لزوم لها . وبالنسبة للمعدات المختلة والموجودة بالمخازن يجب ان تلصق عليها قبل التخزين بطاقة تبين تفصيليا نوعية الخلل وتبقى البطاقة على المعدة حتى يتم إصلاحها أو تكهينها أو تفكيكها للحصول على قطع غيار منها .

تركب الإعمال الكهربائية بدقة وبأسلوب فني ويراعى تنفيذ كل عمل بتؤدة وعناية مع ضرورة مراجعة التوصيلات وثباتها باستمرار مع تقدم العمل .و يحاذر من التعرض للأسلاك العارية (المكشوفة) كما يحاذر من وضع أي جزء من البدن في أي دائرة أرضية أو خلال النهايات .و كقاعدة عامة يتم توصيل الكهرباء من الحمل إلى المصدر أما فصل الكهرباء فيتم من المصدر إلى الحمل . قبل فصل التيار الكهربي مستمر أو متردد عن الدوائر. و لابد من التأكد عند لوحة المصدر من أننا نفصل المجموعة الصحيحة وليس غيرها أي أننا لا نفصل التيار المستمر ونحن نقصد فصل المتردد والعكس بالعكس .لابد من تجنب استخدام المعدات والعدد الكهربائية في المواقع الرطبة وان اضطررنا إلى ذلك فلابد من الاستعانة بفواصل فشل نظام التأريض GFR .

يراعى بكل دقة الالتزام بقاعدة استخدام اليد الواحدة فى الأحوال التالية : ــ

فتح قواطع التيار(فصل الكهرباء) وإزالة الأصابع من توصيلات النهايات أو لوح التوزيع وقياس فروق الجهد واختبار الدوائر العاملة

التعود على استخدام يد واحدة : ــ

يراعى تجنب العمل في المعدات والكهرباء واصلة أليها ولكن إذا اضطر المرء إلى ذلك فلابد من أن يقوم بكافة الأعمال الكهربائية مستخدما يدا واحدة فقط ولضمان استخدام الكهربائي ليد واحدة من يديه عليه أن يضع اليد غير المستخدمة في العمل في جيب بنطلونه أو على حزامه من الخلف وبذلك لا تلامس الأجزاء الكهربائية أما إذا لامست يد الكهربائي معا الأجزاء الكهربائية فستتكون على الفور دائرة كهربائية داخل جسمه مما يعرضه إلى مضار شديدة للغاية تؤثر على قلبة ومخه ورئتيه وعموده الفقري .لذلك استخدام يد واحدة يقلل مخاطر التعرض لصدمة كهربائية ولكنه لا يلغيها بالكامل .

عند ضرورة التواجد بجانب أجزاء كهربائيه مكشوفة يراعى قبلها خلع الخواتم والساعات وأساور المعصم وسلاسل المفاتيح وغيرها من الأجسام المعدنية كما يراعى عدم الاستعانة بالأدوات المعدنية كالمساطر أو البطاريات أو الأقلام .

يمنع استخدام السلالم المعدنية عند العمل حول الأجهزة الكهربائية ويستعاض عنها بسلالم من الخشب أو الفايبرجلاس وزيادة في الاحتياط تكتب على كل السلالم المعدنية العبارة التالية : ــ **تحذير** : لا يستخدم هذا السلم بجوار المعدات الكهربائية .

إصابات بدنية أخرى :ــ

من أمثلة الاصابات البدنية التى قد يصاب بها من يعمل في مجال الكهرباء التعرض للحروق الشديدة بسبب الأقواس الكهربائية ولتفادى ذلك تتبع القواعد المبينة هنا. و يراعى قفل مفاتيح الفصل بكل حزم وبدون تردد فالتردد أثناء القفل يؤدى إلى توليد قوس كهربائي كما يراعى عند فتح او قفل مفاتيح فصل مفتوحة جزئيا ارتداء خوذة لحماية الوجه وقفاز طويل لحماية اليد .

ينجم عن القوس الكهربائي انبعاث أشعة تحت البنفسجية ذات طول موجه شديدة الأذى للعينين وقد تصيبها بجرح خطير ومؤلم حتى وان كانت مدة تعرض العينين للاشعة مدة قصيرة للغاية وعلى ذلك ينبغى عدم تعريض العينين للقوس الكهربائي .

يراعى إشاحة الوجه بعيدا عن قواطع التيار اثناء فتحها او قفلها حتى لا يتعرض لحروق أو إصابات بسبب القوس الكهربائي ويلاحظ في هذا الصدد أن أسلوب استخدام اليد الواحدة يشجع العامل على توجيه وجهه بعيدا عن قواطع التيار .

تفاديا لحوادث الوقوع نتيجة للتعثر في الأسلاك الموجودة يراعى إمرار الكابلات في مسارات خاصة وذلك أما تحت الأرضيات أو تحت السقف مباشرة .

أماكن بها مخاطر : ــ

تتخذ إجراءات مخصوصة لضمان سلامة التوصيلات والمعدات الكهربائية المعرضة لجو يحتوى على خليط قابل للانفجار مكون من غازات وأبخرة (أو اترب) . وتـــنتج المـــصانع معـــدات خاصـــة تستخدم في مثل هذه الأماكن وغيرها من الأماكن ذات المخاطر.و يراعى اســـتخدام معـــدات الأجـــواء الخطيرة في الحالات التالية : ــ

- أحواض التخمير .
- منشآت المداخل .
- مخازن المواد المذيبة والسوائل القابلة للاشتعال .
- مناطق الرش بالأبخره القابله للإشتعال .
- نظم التهوية .
- مخازن الغازات المضغوطة .
-

المخاطر الكهربائية : ــ

نود أن نشير أولا أن استخدامات الكهرباء حالياً دخلت في تكنولوجيا العصر الفني الحديث بصورة كبيرة وملحوظة ولم تـــنحصر في أغراض الإضاءة أو إدارة محركات ومعدات الماكينات وورش التشغيل والإنتاج في المصانع والورش والمحال الصناعية والملاهي والمواصلات بل وفى المجالات العلمية الحديثة مثل المعدات والتجهيزات والأدوات الطبية المستعملة في المؤسسات العلاجية والمعامل ومصانع الأدوية والميكنة الزراعية والخدمات المنزلية والأنشطة التجارية ووسائل الأعلام والتوعية المختلفة .

ولكن بـــقدر هذا التحول السريع من الاستفادة بالكهرباء في تلك الأغراض المنوه عنها والأنشطة الأخرى قد تنشأ مخاطر جسيمه فادحه تؤدى إلى وفاة الأشخاص واندلاع الحرائق والانفجـــارات وذلـــك نتيجة الإهمال أو سوء أو عدم تنفيذ الاشتراطات والمواصفات الفنيـــه الخاصـــة فـــي مجـــال الكهربـــاء وعند (توليد الكهرباء / شبكات التوزيع / التوصيلات) .

وحتى نـــكفل السلامة والأمن من تلك المخاطر يجب توفير الوقاية اللازمة (ولعل المثل القائـــل الوقاية خير من العلاج) يفى بهذا الغرض .

ومن أبرز المخاطر الكهربائية : ـــ

١ – من جانب العنصر البشرى :-

أ- الصعق الكهربائي الذي يؤدى إلى الوفاة .

ب- إصابات وأضرار صحية تبعاً لنوع وظروف حالة المصاب بشده الكهرباء .

٢ – من جانب العنصر المادي :-

أ – الشرر الكهربائي الذي يؤدى إلى اندلاع الحرائق وخسائر في الأدوات والمعدات والأجهزة .

ب – الشرر الكهربائي الذي يؤدى إلى الانفجارات وانهيار المباني .

ولنتعرف على تأثيرات شدة التيارات المختلفة على الجسم :-

وكما نعلم أن وحدات القياس المستخدمة في مجال الكهرباء الديناميكية (مستمرة أو متغيرة) كما يلى :-

- وحدة شدة التيار الكهربي (ت) وتعرف بالأمبير .
- وحدة فرق الجهد الكهربائي (ج) وتعرف بالفولت .
- وحدة مقاومة التيار الكهربائي (م) وتعرف بالأوم .
- وتربطها علاقة بدائرة الكهربائية تسمى بقانون (أوم) .

ج = ت x م & ت = ج / م

ولكي يظهر لنا مدى العلاقة بين شدة التيار الكهربائي بالنسبة لجسم الإنسان لو تلامس ودخل ضمن الدائرة الكهربائية بعيداً عن حدوث قصر أرضى للدائرة و ما ينتج عنه من مخاطر وأضرار صحية

ومن الاحتمالات القائمة بأن التيارات الكهربائية تأخذ مسارها في الجسم مع الأوعية الدموية مع الأعصاب حيث أن الأعصاب تتكون من المواد الدهنية الرديئة التوصيل للكهرباء بينما الأملاح الموجودة بالدم تجعله جيد التوصيل بهذا ويتوقف مقدار التيار الذي يمر في الجسم على نوع التيار " مستمر أو متقطع " وقيمه الجهد الكهربي وعدد موجاته ومقدار مقاومة التيار للجسم " وعلى الأخص مقاومة الجلد عند نقطه دخول التيار ونقطه خروجه وعلى درجه عزل الجسم عن الأرض .

والجدول التالي يوضح الآتي : ـــــ

مقدار شدة التيار	التأثير الناتج
المقادير الآمنة أقل من ١ إلى ٨ مللي أمبير	لا يشعر به الإنسان – يشعر بالصدمه بدون ألم – ويمكنه الابتعاد والتحكم فى عضلاته .
المقادير الغير أمنه من ٨ الى١٥مللى أمبير	صدمه مؤلمه – يمكنه الابتعاد – ولايفقد التحكم فى عضلاته.

من ١٥ الى٢٠ مللي أمبير	صدمه مؤلمه – يفقد السيطرة على العضلات القريبة من محل الصدمة لا يتمكن من الحركة .
٢٠ الى ٥٠ مللى أمبير	آلم شديد – تقلص شديد فى العضلات ويتنفس بصعوبة .
من ٥٠ الى ١٠٠ مللى أمبير	إضطراب فى ضربات القلب .
من ١٠٠ الى ٢٠٠ مللى أمبير	لاعلاج لمثل هذه الحالة .
من ٢٠٠ مللى أمبير فما فوق	حروق شديدة – تقلص شديد فى العضلات وبالتالى تضغط عضلات الصدر على القلب وتوقفه فى فترة حدوث الصدمة .

وقد تلاحظ من بيان سريع عن تلك العلاقات الاتى :ـــــ

١) أن تأثير التيار المستمر اقل من التيار المتقطع المماثل له فى الشده وقد وجد ان تأثير التيار المستمر ربع تأثير التيار المتقطع المساوى له فى القيمه العدديه .

٢) أن تأثر الإنسان بالتيار المتقطع والذبذبات أو الموجات العاليه (السيكل/ ثانيه) أقل خطورة ولا يتتسب عنها إلا الحروق .

٣) يتناسب تأثر الإنسان بالكهرباء مع مدة ملامسته لمصدرها فكلما زادت مدة التعرض للتيار الكهربائى كلما زاد تأثر الإنسان بها .

٤) يتناسب تأثر الإنسان بالكهرباء مع ضغط التيار فكلما زاد الضغط زاد التأثر .

٥) مكان مسار التيار بالجسم وما يعترضه من أعضاء حيويه .

٦) مقاومة جسم الإنسان للتيار الكهربائى فكما ورد من المراجع العلمية نوضح الاتى :-

نـــوع المقاومـــة	قيمة المقاومـــة بالأوم
- الجلد الجاف . - الجلد الرطب . - الأجزاء الداخلية فى الجسم إذا مر التيار .	ـــ من ١٠٠,٠٠٠ الى ٦,٠٠٠,٠٠٠ أوم . ـــ ١٠٠٠ أوم . ـــ من ٤٠٠ الى ٦٠٠ أوم .

مثال :

إذا تعرض شخص تحت الظروف العادية لتيار ذو ضغط ٢٢٠ فولت وجلده جاف اى مقاومته حوالى مائة الف أوم (١٠٠,٠٠٠ أوم) وكان يقف على أرضية من الخشب العازل عن الارض فشدة التيار المار بجسمه ١٠٠,٠٠٠/٢٢٠ = ٠٠٢و٠ أمبير أى اثنين مللى أمبير (وهى من المقادير اللازمه) ولكن عندما يكون جسم الشخص رطباً اى تكون مقاومته ١٠٠٠أوم يكون التيار المار بجسمه ٢٢٠/ ١٠٠٠ = ٢و٠أمبيرأى أكثر من ٢٠٠ مللى أمبير مما يتسبب عنه الوفاة .

وعليه فإن إحتياطات الأمن الوقائية لتفادى تلك الأخطار الناجمة عن الكهرباء بالنسبة للعنصر البشرى يجب مراعاة الآتى : ــ

أولا : ــــ عدم لمس أو صيانة أو تركيب أى أسلاك أو كابلات مكشوفة أو الدخول فى أى دائرة كهربائية إلا بعد إتخاذ الإجراءات التاليه : ــ

أ – عزل التيار الكهربائى نهائياً من التوصيل أو الدائرة المراد إجراء العمل بها ولضمان أن تكون الدائرة مفتوحة ولا يوجد بها جهد كهربائى .

ب – إستخدام أدوات الوقاية الآمنة وهو مفك الاختبار للتأكد من عدم وجود تيار كهربائى بالدائرة نهائياً قبل العمل بها .

ثانيا :– إستخدام ملابس الوقـــاية الشخصـــية (حـــذاء / مريلة / قبعة) من الكاوتشوك أو أى مادة عازلة للكهرباء .

ثالثا :– عدم إجراء الصيانة أو الإصلاح للمعدات والأجهزة الكهربائية إلا بواسطة أخصائيين فنيين مهرة فى هذا الشأن .

ومن أهم تلك الاحتياطات والاشتراطات التى تستخدم سواء لاستخدامات الكهرباء الديناميكيه أو توليد الشحنات وتراكمها على الأسطح الخارجية فى حالة الكهرباء الاستاتيكيه : ــ

أولا :– الوقاية من المخاطر الناجمة عن الكهرباء الاستاتيكية : ــــ

– يجب الوقاية من المخاطر الناتجة عن الكهرباء الاستاتيكية وذلك بعمل توصيله أرضية فنيه هندسية مناسبة لجميع الآلات والمعدات والماكينات التى تعمل بالكهرباء مثل المولدات والمحولات وماكينات القطع والأوناش وآلات التخريم مع مراعاة الكشف الدورى على هذه التوصيلات وإجراء الصيانة والإصلاحات اللازمة لتكون سليمة بصفه دائمة .

– كما يجب توصيل الاجزاء الغير حامله للتيار الكهربائى والتى يخشى من سهولة شحنها كهربائياً بتوصيله أرضية (أنابيب البترول – طنابير نقل الحركة والسيور) .

ثانيا : – الوقاية من المخاطر الناجمة عن الكهرباء الديناميكية : ــ

– يجب إتخاذ الإحتياطات الواقية من إخطار التوتر العالى بمراعاة الاشتراطات الفنية اللازمة هندسياً سواء كان فى محطات توليد الكهرباء أو المحولات الكهربائية أو شبكات نقل القوى الكهربائية .

– يجب التأكد أولا من فصل التيار الكهربائى كله من الشبكة الكهربائية أثناء التركيب أو الإصلاح أو الصيانة مع عدم سريانها إلا بعد إخطار القائمين بالإصلاح .

– يجب تزويد جميع الآلات والمعدات والأدوات التى تعمل بالكهرباء بمفاتيح لقطع التيار على أن تكون هذه المفاتيح معزولة آمنه ومناسبة لطبيعة العمل بمواقع العمل وفى أماكن ظاهرة حتى يمكن الوصول إليها بسهوله فى حالة الطوارئ .

- يجب إستخدام أجهزة الحماية المناسبة كلما أمكن لمعرفة الأخطاء على شبكات القوى الكهربائية خصوصاً (قيمة الضغط / قيمة التيار/ إتزان التيار/ إتجاه سريان القدرة/ إزدياد درجة الحرارة) .
- يجب عند تركيب الكابلات والأسلاك الكهربائية أن تكون مناسبة وملائمة وذات كفاءة عالية وبعيده عن أى مصدر للحرارة أو الرطوبة أو خطر خدش العازل بها .
- يجب أن يكون القائمين بتركيب وإصلاح وصيانة هذه الأجهزة والآلات والتوصيلات الكهربائية على درجة عالية من التدريب والمهارة ، كذلك يجب ألا تجرى أى إصلاحات أو تركيبات من المشار إليها إلا بعد توصيلها بالأرض والتأكد من عدم مرور تيار كهربائى .
- يجب عند إستعمال أى جهاز أو آله كهربائية أو كابلات أو أسلاك أو أى توصيلات أو مفاتيح أن تكون من النوع المسموح بإستعمالة وطبقاً للمواصفات القياسية المعتمدة محلياً وتتفق مع ظروف وطبيعة أماكن العمل بها والنشاط المزاول به .
- يجب عمل أرضيات عازله أمام وخلف لوحات التوزيع الكهربائية من الخشب الجاف والكاوتش العازل .
- يجب مراعاة الكشف الدورى وبالتالى تلافى حدوث أى أخطار مفاجئه مثل الحريق .
- يجب التأكد من أن الجهاز أو الآلة تم توصيلها وتستعمل بطريقه آمنه ومطابقة للمواصفات الفنية لها خصوصاً : ــ
  * نوع التيار الكهربائى متغيراً أو مستمراً .
  * قيمة الذبذبة المطلوبة .
  * موصلة على الثلاثة أوجه أو الأثنين أو الوجه الواحد .
- يجب التأكد من أن التوزيعات الكهربائية مناسبة وعدم إضافة أحمال أخرى فى الشبكة أو أى دائرة إلا بمعرفة المختص .
- يجب توصيل جميع الأجهزة والمعدات بالأرضى عن طريق سلك نحاس مناسب لتسريب أى تيار ديناميكى تلامس بالخطأ مع جسم المعدة أو التيارات التأثيرية إلى الأرض .
- عدم العمل بمكان أو منطقة بها مياه إلا بعد تجفيفها وكذلك الأراضى ذات الرطوبة المرتفعة ويفضل منع العمل بالأماكن ذات الرطوبة المرتفعة .
- الكشف والفحص الدورى للطلمبات الغاطسة ويتم ذلك بقياس متانة العزل (مقاومة العزل) كل شهرين على الأكثر وتسجيل ذلك فى دفاتر الصيانة ، ويدل إنخفاض قيمتها على بداية إنهيار المادة العازلة وذلك طبقاً لمواصفات المصنع (الشركة المنتجة) .

Mohamed Mounir