شركة الصرف الصحى
للقاهرة الكبرى

شركة المقاولون العرب لتشغيل
وصيانة المرافق والخدمات

مشروع التدريب على أعمال التشغيل والصيانة بمحطتى معالجة مياه الصرف الصحى والرى بحلوان - عقد ٥

الدورة التدريبية عن

تشغيل وصيانة وتتبع أعطال لوحات التوزيع والتحكم ABB-MNS

إعداد
كيمونكس مصر للاستشارات

HWWTP8-21(A)

ديسمبر ٢٠١٠

تقديـــم

يهدف مشروع لتدريب العاملين بمحطة المعالجة إلى رفع مستوى الأداء عن طريـــق تعظـــيم قـــدرات الأفراد من خلال تعلم مهارات أو التعرف على معلومات تؤدى إلى تحسين الأداء. ويتم اختيار وســـيلة التدريب التى تُيسِّر حصول الفرد على المعلومات والمهارات بأكبر كفاءة ممكنة، وفـــى نفـــس الوقـــت تساعد المتدرب على نقل ما تعلمه إلى مجال الممارسة الفعلية للعمل.

وبناءً على طلب إدارة مشروع محطتي المعالجة والرى بأبو ساعد ـــــ حلوان، قامت شركة كيمونكس مصر للاستشارات الهندسية بإعداد وتقديم دورات تدريبية للعاملين بتشغيل وصيانة المشروع. تهدف هذه الدورات التدريبية إلى تحقيق غاية المشروع من خلال توفير التدريب فى المجال الهندسي والفني.

وهذه الدورة عن " تشغيل وصيانة وتتبع أعطال لوحات التوزيع والتحكم الكهربية MNSI انتاج شـــركة ABB " تستكمل جهد تغطية احتياجات تطوير أداء العاملين بمشروع تنقية مياه الشرب بحلوان عقد ٥ ويحتوى هذا الدليل على إحدى عشر فصلاً رئيسية، تقدم المادة العلمية يلزم لتوضيحها من أشـــكال أو تدريبات عملية ترتبط بمحتواها النظرى، وهذا يعني أنه مادة مرجعية هامة، حيث أن المقصود منه هو توفير مادة مطبوعة ومدعمة بالبيانات التي يمكن الاستعانة بها عند الضرورة لتـــذكر أو التأكـــد مـــن معلومة أو طريقة أو أسلوب عملى، فضلاً عن الخلفيات العلمية والمعرفية لكافة الأعمـــال والأنـــشطة المذكورة فى فصول الدليل، مقدمة بأسلوب يسهل فهمه وترجمته إلى نشاط فعلى وإجـــراءات عمليـــة، ونقله للآخرين.

الفصل الأول يقدم شرحاً لماهية الصيانة والهدف منها كمقدمة عامة للدورة، فيقـــدم تعريفـــا للـــصيانة ولأهميتها فى الحفاظ على المعدات، ثم شرح لكيفية التخطيط للصيانة وحـــصر المعـــدات والأعمـــال والاحتياجات والسجلات والجداول المستخدمة فى أعمال الصيانة. ويركـــز الفـــصل علـــى المعـــدات الكهربائية وضمنها لوحات التوزيع، ثم الأعمال الروتينية اليوميـــة وكـــذلك الأعمـــال الدوريـــة، ثـــم الاحتياجات التمويلية وطرق تدبير المواد، كذلك نماذج واقعية لكافة سجلات وجداول الصيانة ثم أهمية سجلات وكروت الصيانة وعوامل نجاح خطط الصيانة.

أما الفصل الثانى فهو يتناول لوحات التوزيع الكهربائية مع تقديم لأهم الأجهزة التى يمكـــن أن تـــشملها

لوحة التوزيع ووظائف كل منها، مع شرح أهمية لوحة التوزيع فى أداء هذه الأجهزة، بعدها يشرح الفصل أنواع لوحات التوزيع الكهربائية (المغلفة بالمعدن وذات الصندوق المعدني) والأشكال الأخرى للوحات التوزيع ذات الغلاف المعدني وكذلك لوحات MNS ووصف ووظائف أجزاء كل منها وما يلزم لصيانتها ودراسة ذلك على لوحات توضيحية وصور، مع التمرين اللازم على التعرف على هذه الأجزاء وتحديدها ووصف وظائفها وأهميتها.

والفصل الثالث مخصص لدراسة كافة أعمال بد التشغيل والتشغيل والصيانة للوحات التوزيع الكهربائية MNS، ويبدأ بوصف أعمال بدء التشغيل ثم يتطرق إلي أعمال التشغيل ثم يتطرق الفصل الي أعمال الصيانة للوحات عموماً بدء من الاحتياطات الواجب اتخاذها عند التعامل مع لوحات التوزيع الكهربائية أثناء عمليات التشغيل والصيانة، ثم تناول أشكال وأعمال الصيانة بالنسبة لهذه اللوحات.

أما الرابع مخصص لدراسة مستفيضة لكيفية تتبع الأعطال فى لوحات التوزيع، وهى تعتمد أساسا على تحليل الدوائر الكهربائية بلوحات التوزيع المنخفض وأمثلة للوحات التوزيع الموجودة بالمحطة من لوحات MNS وكيفية تتبع الأعطال وإجراء الصيانة المطلوبة، ويتم ذلك فى أطار استخدام جداول وخرائط تتابع تبين الأجزاء التى يحتمل أن يظهر فيها الأعطال واحتمالات أسباب تلك الأعطال والإجراءات المطلوبة لإتباعها فى كل حالة على حده، ثم الإجراء المطلوب لأعمال الصيانة والإصلاح لكل منها.

ويتناول الخامس والأخير احد أهم عناصر دراسة المعدات الكهربية ومن ضمنها لوحات التوزيع وهو عنصر"الأمن الصناعي" حيث يكون من المهم التركيز على اعتبارات الأمان عند تشغيل أو صيانة مثل هذه المعدات الحساسة ذات الاستخدام المهم والذى ينطوى، أيضا على أخطار كبيرة لو لم تراعى اعتبارات الأمن الصناعي. ويقدم الفصل لأهمية الأمن الصناعي ثم معدات الأمان الواجب توافرها فى مواقع العمل وأثناء العمل واستخدامات كل منها، ثم شرح الاحتياطات المطلوبة عند إجراء الصيانة والإخطار المتوقعة ونصائح لضمان السلامة الكهربية.

ونأمل أن يكون الدليل موضوعا بصورة مناسبة تفى بالغرض الذى أعد من أجله.

المحتويـــات

الفصل الأول: مقدمة عن الصيانة	**١ - ١**
مقدمة	١ - ١
خطة الصيانة	١ - ١
سجلات وجداول الصيانة	١ - ٣
العوامل التى تساعد على نجاح خطط الصيانة بالموقع	١ - ٤
الفصل الثانى: لوحات التوزيع الكهربائية	**٢ - ١**
مقدمة	٢ - ١
لوحات التوزيع المغلفة بالمعدن	٢ - ٣
لوحات التوزيع ذات الدولاب المعدنى	٢ - ٦
الفصل الثالث: صيانة لوحات التوزيع الكهربائية التشغيل والصيانـــة للوحـــات	
التحكم الكهربائيـــة MNS iS	**٣ - ١**
بدء التشغيل	٣ - ١
التشغيل	٣ - ٢
أعمال الصيانة	٣ - ٤
الفصل الرابع: تحليل وتتبع الأعطال فى لوحات التوزيع	**٤ - ١**
مقدمة	٤ - ١
تحليل بعض الدوائر الكهربائية بلوحات الجهد المنخفض	٤ - ١
الفصل الخامس: احتياطات الأمان عند إجراء الصيانة	**٥ - ١**
مقدمـــــــة	٥ - ١
معدات الأمان	٥ - ١
الاحتياطات المطلوبة عند إجراء الصيانة	٥ - ٢
تأثير الصدمة الكهربية على جسم الإنسان	٥ - ٦
نصائح لضمان السلامة الكهربية	٤ - ٩

مقدمة عن الصيانة

الفصل الأول

مقـــدمـــة عـــن الصيانـــــة

مقدمـــــة

إن أول التساؤلات التى تبدر إلى تفكير الإنسان الذى يـــصبح مـــسئولاً عـــن صيانة أى من المعدات الموجودة بالمحطة هى:

- ما هى الصيانة؟
- ما هو الهدف من الصيانة؟

وتعرف الصيانة بأنها مجموعة الأعمال التى تتم أو التى يلزم أداؤها يومياً - أسبوعياً - شهرياً - ربع سنوى (ثلاثة شهور) - نصف سنوى - أو ســـنوياً. وذلك حسب الجداول الواردة مع كل معدة، وذلك بهـــدف المحافظـــة علـــى المعدات بحالة جيدة، لتعمل بصورة سليمة، لأطول مدة ممكنة.

ولذلك تكمن أهمية الصيانة فى أنها الوسيلة التى تمكننا من:

- المحافظة على المعدات فى حالة تشغيل جيدة ومعقولة.
- المساعدة على اكتشاف الأخطاء ومواجهتها قبل أن تتطور إلى مشاكل رئيسية.

خطة الصيانة

عند التخطيط لصيانة المعدات يحتاج الأمر إلى تقدير دقيق لموقف المعـــدات الموجودة بالمحطة ويحتاج هذا إلى:

أ - حصر شامل لجميع معدات المحطة التى تحتاج إلى صيانة.

ب- تحديد كمية الأعمال اللازمة لخطة الصيانة ودور العاملين بالمحطة.

ج- تقدير الاحتياجات التمويلية وطرق تدبيرها.

حصـــر المعدات التى تحتاج إلى صيانة

ويشمل ذلك: المعدات الكهربية، والمعدات الميكانيكية، والمنشآت المختلفة.

من أمثلة المعدات الكهربية:

- لوحات التوزيع.
- المحركات الكهربية.
- المحولات الكهربية.
- البطاريات وأجهزة شحنها.
- وحدات التوليد.

وما يهمنا هنا هو لوحات التوزيع التى يلزم حصرها على مستوى المنشـــأة.

تحديد كمية الأعمال اللازمـــــــة ودور العاملين بالمحطة

تتلخص هذه النقاط فى جزئين رئيسيين بالنسبة لخطة الصيانة وهما:

الأعمال الروتينية اليومية:

وتشمل الأعمال والواجبات اليومية اللازم إنجازها لتحقيق أهـــداف الخطـــة. وغالباً ما يقوم بهذه الأعمال أفراد التشغيل، ومن أمثلتها:

- تسجيل قراءة الأمبير والجهد.
- النظافة الظاهرية للوحات التوزيع، التشغيل، والتحكم.
- النظافة الظاهرية لباقى المعدات (النظافة العامة).
- الكشف على مناسيب الزيوت والشحوم (إذا كان لها مبين ظاهر).

الأعمال الدورية:

وهى الأعمال التى يتم تنفيذها كل مدة زمنية أو كل عدد ساعات تشغيل محدد طبقاً لتوصيات الشركة المصنعة. ويتدخل فيها أيضاً نظام تشغيل المعدات أو الأجواء التى تعمل فيها. وهذه الأعمال يقوم بها أفراد الصيانة أنفسهم.

تقدير الاحتياجات التمويلية وطرق تدبيرها

يجب تقدير الاحتياجات التمويلية الخاصة بتنفيذ أعمال الصيانة الوقائية اليومية والدورية من مواد وخامات (زيوت وشحوم ومهمات و..... إلخ) وقطع الغيار، وأى عدد خاصة لازمة لتنفيذ الصيانة، بالإضافة إلى تحديد مصادر وطرق التمويل اللازمة لتوفير هذه الاحتياجات.

سجلات وجداول الصيانة

تلعب السجلات دوراً كبيراً فى متابعة الأعمال التى تتم، وهى تعتبر المؤشر الدقيق لنجاح خطة الصيانة. وتنقسم سجلات الصيانة الدورية للمعدات إلى:

جداول واجبات صيانة يومية:

وهذه الواجبات يقوم بأدائها عمال التشغيل لكل معدة.

جداول الخطة السنوية لصيانة المعدات الكهربية

سواء كانت هذه الصيانة شهرية - ربع سنوية - نصف سنوية- سنوية أو طبقاً لساعات تشغيل المعدة، وذلك حسب تعليمات الشركة المصنعة.

كارت الصيانة والإصلاح للمعدة

فمن خلال هذا الكارت يمكن معرفة تاريخ المعدة من حيث أعطالها ومواعيد وتواريخ إجراء الصيانة لها.

جداول حساب ساعات التشغيل

هذه الجداول ضرورة من ضرورات إعداد خطط الصيانة لأنها تمثل عنصراً مهماً بالنسبة للمعدات التى تتم صيانتها طبقاً لعدد ساعات التشغيل.

أهمية سجلات وكروت الصيانة

تتضح أهمية سجلات وكروت الصيانة فى أنها:

- هى الطريقة الوحيدة التى تمكن القائم على الصيانة من متابعة برنامج الصيانة الوقائية الذى يقوم بتنفيذه.

- تمكننا من مسايرة الأحداث حتى تاريخه حيث يتم ملء السجلات يومياً، نظراً لأنه لا يمكن الاعتماد على الذاكرة لتذكر هذه الأحداث.

- بالنسبة لكروت الصيانة فهى كتاب مفتوح لتاريخ المعدة، ولا تحتاج إلى وقت لملئها أولاً بأول من الواقع.

العوامل التى تساعد على نجاح خطط الصيانة بالموقع

من أهم العوامل التى تساعد على نجاح خطط الصيانة بالموقع، والتى يجب مراعاتها قبل البدء فى التنفيذ ما يلى:

- دراسة ووضع الخطط اللازمة للقيام بعمليات الصيانة المختلفة.

- إعداد الوسائل المختلفة التى تساعد العاملين بالموقع على القيام بعمليات الصيانة بطريقة سهلة.

- وضع الخطط البديلة فى حالة حدوث حالات الطوارئ بالموقع أثناء إجراء عمليات الصيانة.

- توافر العدد والمعدات الخاصة التى تناسب طبيعة معدات الموقع وأيضاً قطع الغيار.

- توفر جميع كتالوجات المعدات لتسهيل أعمال الصيانة. وغالباً ما توضح الكتالوجات الآتى:

  - البيانات الفنية للمعدات
  - أسلوب الصيانة المتبع للمعدة
  - طريقة الفك والتركيب
  - الأعطال وكيفية التعامل معها
  - العدد الخاصة بالمعدة
  - قائمة بالأجزاء

- إعداد رسم تفصيلى بالموقع مدون به جميع البيانات والمعدات الخاصة بالموقع بالتفصيل لتسهيل القيام بعمليات الصيانة.
- تأمين الموقع بالمعدات اللازمة أثناء إجراء عمليات الصيانة (لوحات تحذيرية - حبال - طفايات حريق - أقماع بلاستيك - وغيرها من وسائل تأمين الموقع).

- تدعيم الموقع بالورش المجهزة التى تساعد وتخدم أغراض الصيانة المختلفة.

- اختيار العمالة المدربة التى تقوم بمختلف أنواع الصيانة بالموقع وتدريب العمالة على الأسلوب الأمثل للقيام بعمليات الصيانة المختلفة.

لوحات التوزيع الكهربائية

الفصل الثاني

لوحـــات التوزيـــع الكهربائيـــة

مقدمـــــة

يتعامل كل منا فى منزله أو مكان عمله مع مفاتيح وفيوزات كهربية. وتستخدم المفاتيح لفصل وتوصيل التيار، أما الفيوزات فتقوم بحماية الدائرة الكهربية من زيادة التيار الناتجة عن وجود عيب فى الدائرة، مثل قصر الدائرة أو غير ذلك. ويطلق على اللوحة التى تحتوى على أجهزة التوصيل والفصل لوحة التوزيع الكهربية (Electrical switch board). وتعتبر اللوحة المستخدمة فى المنازل نموذجاً مصغراً للوحات التوزيع، أما ما سنتناوله فى هذا الكتيب فهو لوحات التوزيع المستخدمة فى محطات تنقية مياه الشرب، أو محطات معالجة مياه الصرف الصحى، أو ما شابهها، والتى تعمل عند الجهد المنخفض.

وتعتبر لوحات التوزيع الكهربية الجزء الرئيسى المجمع لنظام توزيع الطاقة بالمحطة، أو أى دائرة كهربية.

من أهم الأجهزة التى يمكن أن تشملها لوحة التوزيع :

- قواطع الدائرة (Circuit breakers).
- ريليهات الحماية (Protection relays).
- المعدات المساعدة للتحكم (ريليهات ....إلخ).
- أجهزة القياس (Measuring instruments) لقياس الجهد، التيار، القدرة ومعامل القدرة، وغير ذلك.
- سكاكين (Disconnecting and connecting switches). وهى سكاكين لفصل وتوصيل التيار.
- الفيوزات (Fuses).

- وحدات التحكم (Control units).
- مانعات الصواعق (Surge arrestors).
- العوازل (Insulators).
- محولات التيار (Current transformers).
- قضبان التوزيع (Bus bars).
- مكثفات تحسين معامل القدرة
- بالإضافة إلى المعدات المختلفة المساعدة (مفاتيح اتوماتيكية صغيرة القدرة [Miniature circuit breakers] – كونتاكتورات - ... الخ).

وتكمن أهمية لوحة التوزيع فى أنها ضرورية عند أى نقطة فصل وتوصيل فى أى نظام كهربى. وكذلك هى ضرورية عند اختلاف مستويات الجهد واختلاف مستويات الأحمال، وأيضاً ما بين محطة التوليد والحمل النهائى.

ولهذا فإن التطبيقات المختلفة لمتطلبات اللوحة تعتمد بصورة كبيرة على:

- موقع اللوحة وطبيعة تركيبها.
- الجهد الذى تعمل عنده.
- المتطلبات المحلية (لموقع اللوحة).

وكما أن لوحات التوزيع هامة عند مصادر تغذية الشبكة الكهربية فإنها هامة أيضاً فى الأعمال المشاريع الصناعية والمنشآت الخدمية.

وهناك أشكال متعددة للوحات التوزيع الكهربائية، إلا أنها تندرج جميعاً تحت نوعين رئيسيين هما

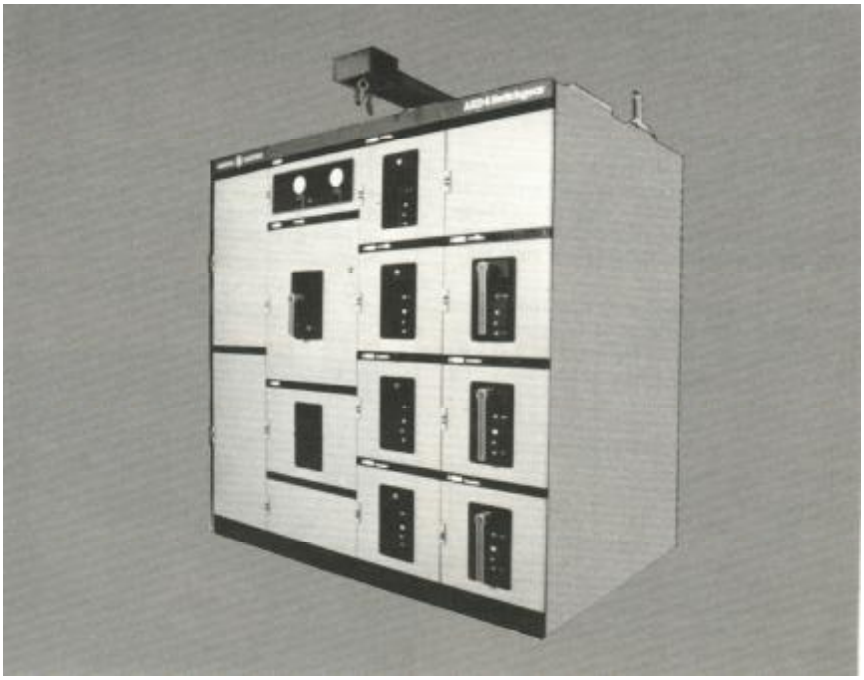
١- لوحات التوزيع المغلفة بالمعدن (Metal- clad switch boards) وهى مجموعة مفاتيح كهربية كل منها محاط بمعدن مأرض.

٢- لوحات التوزيع ذات الغلاف المعدنى، وهى مجموعة مفاتيح كهربية موجودة بداخل صندوق معدنى يتم عمل أرضى له (مؤرض) ويطلق عليها اسم (Metal-enclosed switch boards).

لوحات التوزيع المغلفة بالمعدن

تتميز لوحات التوزيع المغلفة بالمعدن بأن كل جزء يسرى فيه تيـــار كهربى محاط بحجرة معدنية متصل بالأرضى، وتتميز كذلك بسهولة إخراج الأجهزة والمفاتيح من اللوحة حيث أنها مقسمة إلى وحدات على هيئة أدراج يتم فصل التيار عنها بمجرد إخراجها، وتوصيله بمجرد إعادتهـــا لوضعهـــا الأصلـــى (Plug-in units). ومن هذه اللوحات ما يستخدم داخل المبانى (Indoor) أو خارجها (Outdoor).

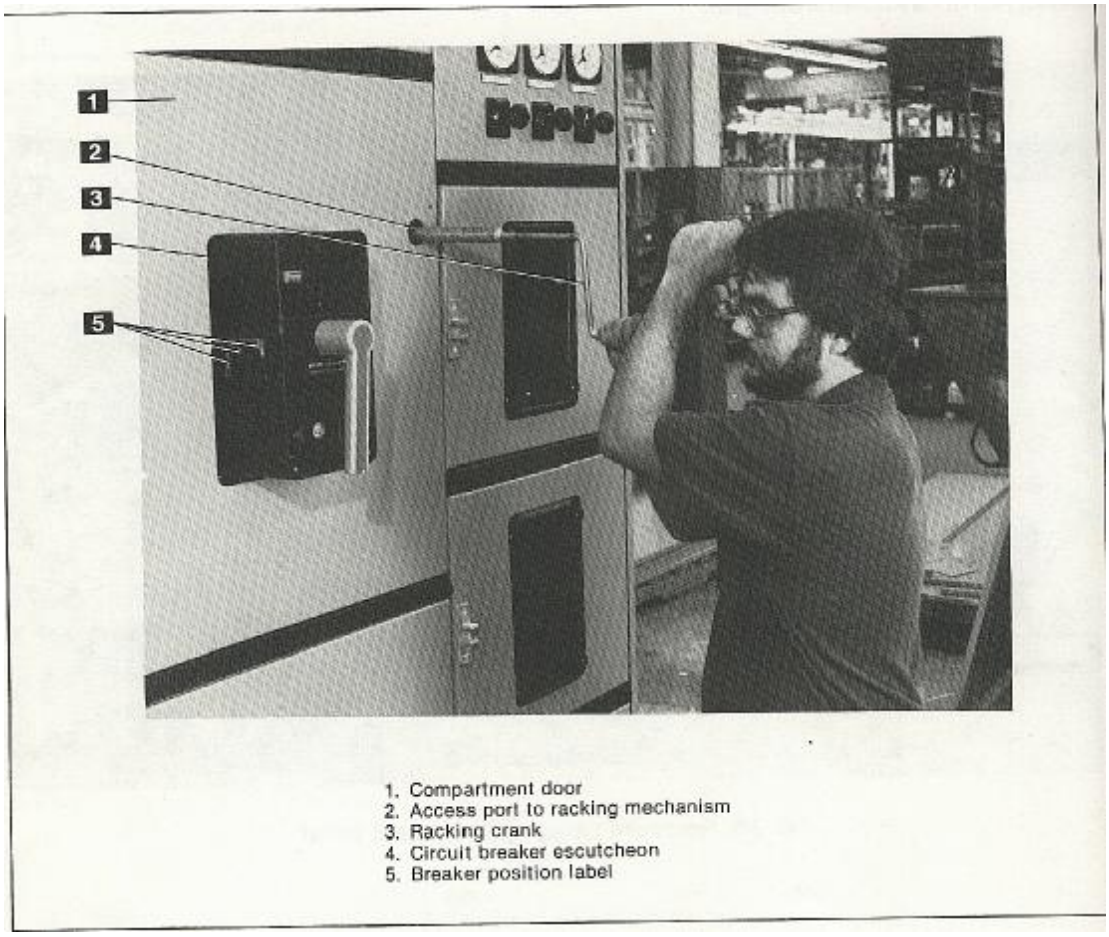
ويوضح الشكل رقم (٢-١) لوحات التوزيع المغلفة بالمعدن.



شكل رقم (٢-١)
لوحات التوزيع المغلفة بالمعدن

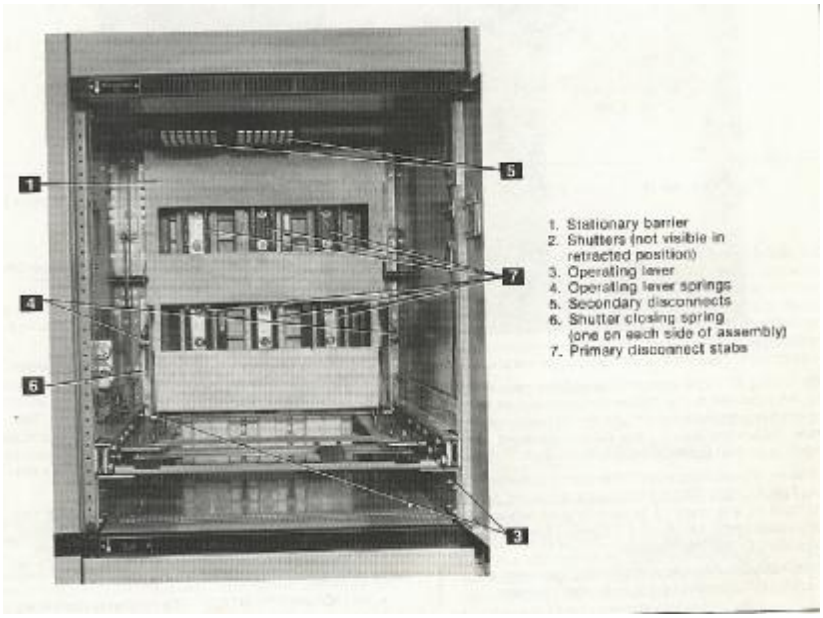
ومن المميزات الإضافية للوحات التوزيع المغلفة بالمعدن ما يلى:

١. بالإضافة إلى إمكانية إخراج أجهزة الفصل والتوصيل من اللوحة، فانه يمكن تحريكها داخل اللوحة فى أوضاع مختلفة (وضع فصل -اختبار- تشغيل)، كما بالشكل رقم (٢-٢).

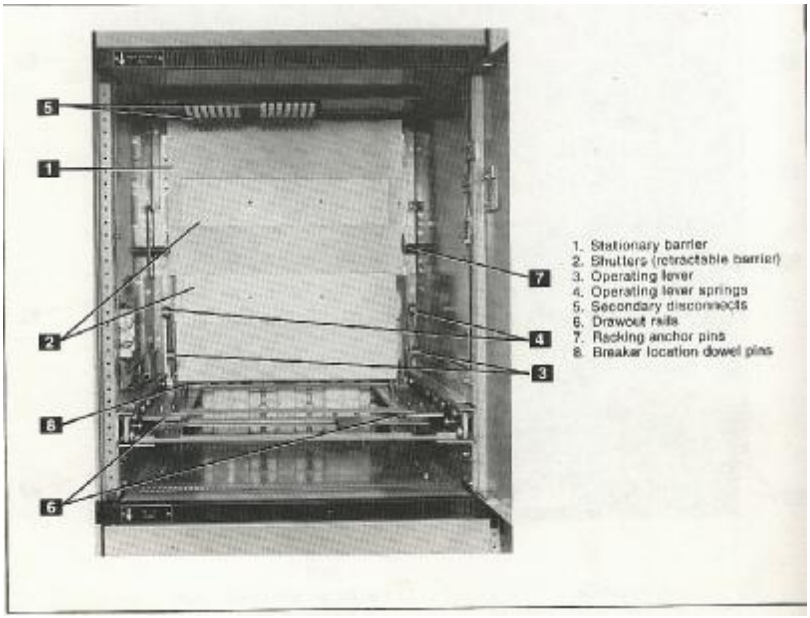


شكل رقم (٢-٢)
قسم المفاتيح والاجهزة

٢. توجد ستائر مصنوعة من البلاستيك (P.V.C) أو البكاليت تنسدل أتوماتيكياً لتغطى فتحات اللوحة عند إخراج الوحدات المتحركة منها، وذلك بهدف وقاية أى شخص من لمس أى أجزاء حية (تحمل تياراً) بطريق الخطأ ويوضح الشكل رقم (٢-٣ أ ، ب) ستائر الحماية المصنوعة من البكاليت.



أ



ب

شكل رقم (٢-٣)
ستائر الحماية المصنوعة من البكاليت

٣. هناك ربط ميكانيكى وكهربى (Mechanical and electrical interlock) بين أجزاء اللوحة لمنع أى خطورة ولحماية عملية التشغيل. كما سيتضح لنا فى تحليل الدوائر الكهربائية.

٤. الأطراف والموصلات الابتدائية معزولة بالكامل.
٥. يمكن تركيب أجهزة قياس وأجهزة حماية وأجهزة تحكم فى باب خلية القاطع.

لوحات التوزيع ذات الغلاف المعدنى

تتميز هذه اللوحات بأنها تتكون من صندوق أو دولاب معدنى يضم بداخله جميع مكونات اللوحة من أجهزة وقضبان توزيع وغيرها. وتكون قضبان التوزيع والتوصيلات الداخلية غير معزولة، وتثبت على مسافات بينية داخل اللوحة، وتستخدم العوازل الكهربية فى تثبيتها. ومن هذه اللوحات ما يركب داخل المبانى، ومنها ما يركب خارجها.

ويتميز هذا النوع من اللوحات، بالإضافة إلى ما سبق، بالمواصفات الآتية:
١. أجهزة الفصل والتوصيل من النوع الذى يعمل على الحمل، ويمكن أن يكون مثبتاً باللوحة أو قابلاً لنزعه (عند الحاجة إلى ذلك).
٢. مفاتيح الفصل على الحمل مصممة لتعمل مع فيوزات قدرة يمكن نزعها أو تكون ثابتة فى مكانها.
٣. تحتوى هذه النوعية من اللوحات على محولات قياس، أسلاك تحكم وأجهزة أخرى إضافية .

أشكال أخرى للوحات التوزيع ذات الغلاف المعدني

بالإضافة إلى الشكل المعتاد للوحات التوزيع ذات الغلاف المعدني، هناك شكلان شائعا الاستخدام هما:

١- اللوحات المتعددة الحجرات (الخلايا).
٢- لوحات المفاتيح العمومية (أو مراكز التحكم).

١- اللوحات متعددة الحجرات (متعددة الخلايا):

تستخدم اللوحات متعددة الحجرات (الخلايا Cubicles) فى محطات القوى الكهربية. ومنها ما يركب داخل المباني، ومنها ما يركب خارجها. كما يتم حساب تيار القصر لاختيار القاطع المناسب ومعرفة مواصفاته، وتعتبر هذه الخلايا مغذيات للوحات المفاتيح العمومية.

٢ - لوحات المفاتيح العمومية (MCC):

يستعمل اصطلاح لوحات المفاتيح العمومية أو مراكز التحكم (Motor Control centers) للإشارة إلى أكثر من شئ واحد . وتعرف لوحة المفاتيح العمومية بأنها تجميع للمعدات الخاصة بالتشغيل مثل المحركات والبلاور والأوناش.

ونجد لوحة المفاتيح العمومية كبيرة، وقائمة بذاتها، ومغلقة تماماً، وبها كل مستلزماتها. وفى مجموع لوحات المفاتيح العمومية نجد أنه عند حدوث مشكلة ما فى دائرة فإنه يمكن إيقاف هذه الدائرة وفصلها، بينما تستمر باقى الدوائر التى لم تتأثر بهذه المشكلة فى عملها بصورة عادية تماماً.

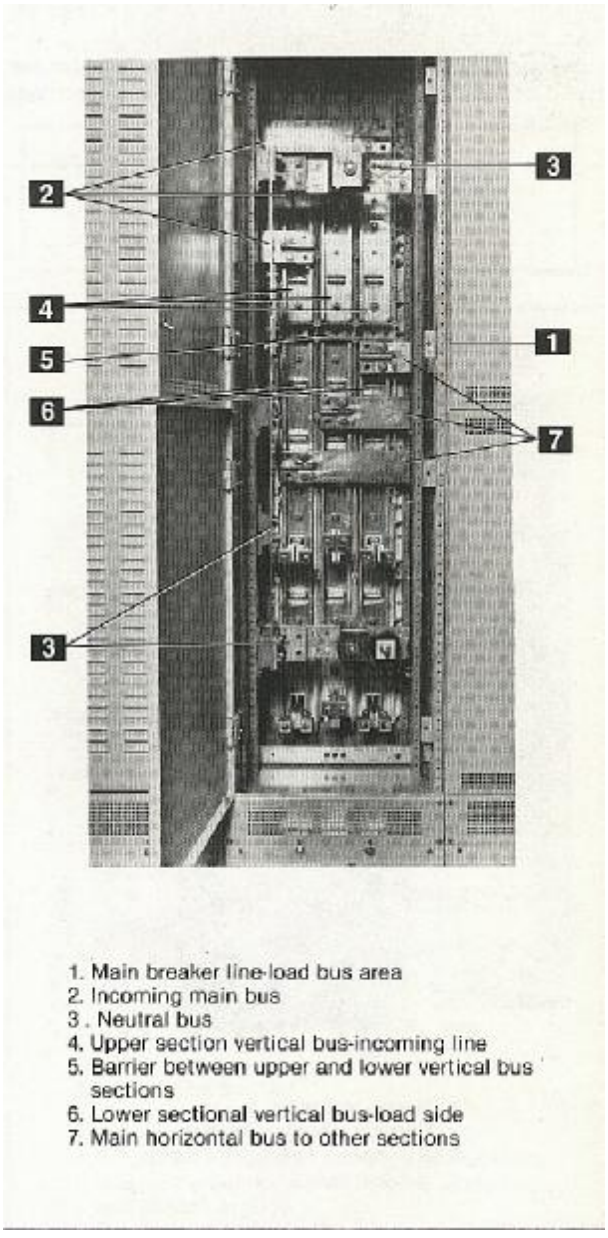
وينقسم الغلاف المعدنى الحاوى لمكونات لوحة المفاتيح العمومية إلى ثلاثة أقسام وذلك لمنع الأشخاص من لمس الأجزاء الحية (التى يسرى بها تيار كهربى). وهذه الأقسام هى:

١- القسم الأمامى، أو قسم المفاتيح والأجهزة: وهو الذى يحتوى على قواطع التيار وأجهزة القياس والحماية والتحكم اللازمة، كما هو معروض بالشكل رقم (٢-٢) السابق.

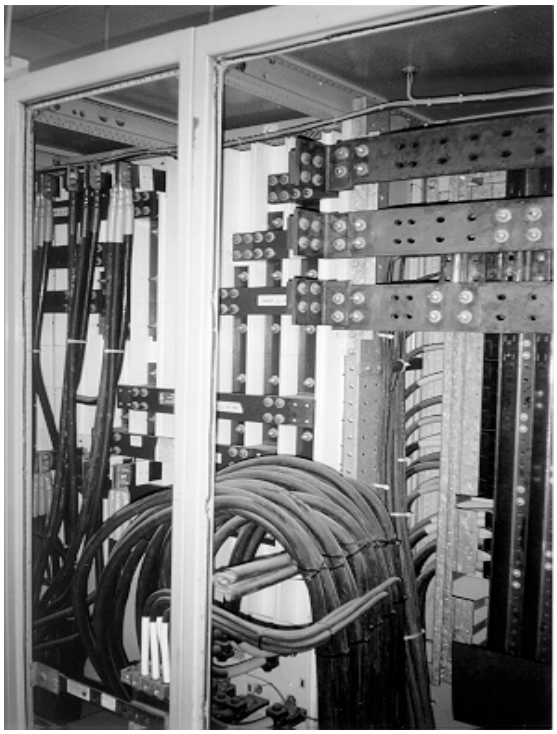
٢- القسم الأوسط، أو قسم الربط والتوزيع: وهو الذى يحتوى على قضبان الربط والتوزيع، كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٤).

٣- القسم الخلفى، أو قسم الكابلات: ويحتوى على الكابلات الرئيسية التى تغذى لوحة المفاتيح العمومية من مصدر القدرة، وكذلك الكابلات الفرعية التى تغذى الأحمال المختلفة، كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٥).

وهناك مظهر عام نلاحظه فى لوحات المفاتيح العمومية هو أن أقسامها منفصلة تماماً عن بعضها بحواجز ضمن الحاوى المعدنى . وهذا الفصل يتيح حصر أى ضرر فى القسم الموجود به ويمنع امتداد هذا الضرر إلى الأقسام الأخرى.



شكل رقم (٢ - ٤)
القسم الأوسط للوحة المفاتيح



شكل رقم (٢-٥)
القسم الخلفى للوحة المفاتيح

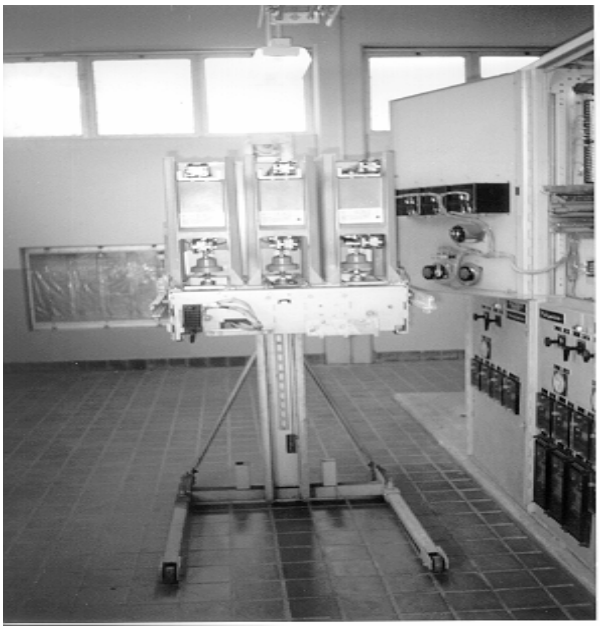
١. القسم الأمامى: قسم المفاتيح والأجهزة:

تستخدم القواطع الكهربائية فى الشبكة الكهربية إما كقاطع عمومى أو كقواطع عمومية للفرعيات، ومن ثم يجب إن تكون هذه القواطع ذات سعات قطع مناسبة من حيث تيار القصر وكذلك عدد مرات التشغيل الكهربائى والميكانيكى وإمكانية عمل الصيانة، وباستخدام طرازات مختلفة من وحدات التحكم والوقاية التى تركب على القاطع يمكن حماية جميع أنواع الشبكات والأحمال، ويوجد بالقاطع نقط تلامس لتوصيل القدرة من الخلية إلى الأحمال أو من الكابل الرئيسى إلى قضبان التوزيع حسب استخدام القاطع.

ويوجد بالخلية نقط توصيل علوية وسفلية تسمى النقاط الابتدائية أو النقاط الثابتة كما هو معروض بالشكل رقم (٢-٣-أ) وبفرض أن هذه الخلية هى خلية قاطع عمومى فستكون النقاط العلوية هى المتصلة مباشرة بقضبان

التوزيع والنقاط السفلية ستكون متصلة بالكابل الرئيسى المغذى من قبل المحول ويمكن أن يكون العكس حسب تصميم اللوحة الكهربائية

وبالنظر إلى القاطع الكهربائى كما هو معروض بالشكل رقم (٢-٦) يوجد أيضاً نقاط علوية ونقاط سفلية (تسمى النقاط الثانوية أو النقاط المتحركة). فعند دخول القاطع إلى الخلية الخاصة به تقبض النقاط المتحركة (وهى مضغوطة بيايات) على النقاط الثابتة داخل الخلية ولا يتم توصيل القدرة من الكابل إلى قضبان التوزيع (من خلال القاطع) لتغذية اللوحة رغم أن القاطع أصبح داخل الخلية إلا بعد أن يتم تعشيق القاطع كهربائياً أو ميكانيكياً.



شكل رقم (٢-٦)
اطراف الفصل الثانوية

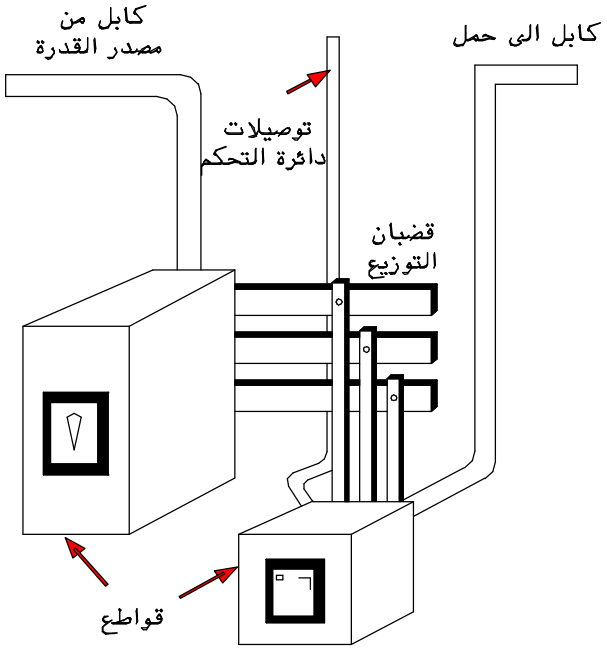
ملحوظة:
النقاط السفلية للخلية (النقاط الثابتة) المتصلة بالكابل العمومى تكون موصلة كهربائياً سواء القاطع داخل الخلية أو خارجها ولذلك يجب عدم لمس هذه الأجزاء أو العمل بها قبل التأكد من فصلها عن طريق إجراء الاختيارات اللازمة.

وتوضع محولات تيار حول هذه القضبان البارزة فى بعض القواطع وذلك لاستشعار شدة التيار الداخل إلى القاطع. فإذا جاوزت شدة التيار المدى المحدد مسبقاً، فإن هذه الأجهزة القياسية تعمل على تنشيط ريلاى يقوم بتشغيل ملف الفصل داخل القاطع، وهذا يقوم بدوره فى إعتاق سقاطة الفصل وبالتالى يؤدى إلى فتح ملامسات قاطع التيار.

٢- القسم الأوسط: قسم الربط والتوزيع:

يقوم بتوزيع القدرة الابتدائية من القاطع الرئيسى إلى جميع القواطع الأخرى فى مجمع المفاتيح الرئيسية، كما أنه يقوم بتوصيل الجزء الأمامى من المجمع إلى كابلات القدرة الابتدائية فى الجزء الخلفى من المجمع.

ويوضح الشكل رقم (٢-٧) قسم ربط وتوزيع فى مجمع نمطى لمفاتيح رئيسية، ونلاحظ أن القدرة موزعة خلال شبكة من قضبان التوزيع الرأسية والأفقية بطول المجمع وعرضه، وقضبان التوزيع تكون عادة موصلات معدنية مُعَدّة للخدمة الشاقة ومصنعة من النحاس أو الألومنيوم.



شكل رقم (٢-٧)

قسم ربط وتوزيع فى مجمع نمطى لمفاتيح رئيسية

٣- القسم الخلفى: قسم الكابلات:

يتم فى قسم الكابلات توصيل القدرة الابتدائية إلى مجمع المفاتيح الرئيسية عن طريق كابلات كبيرة، ثم يتم توصيل القدرة من المجمع إلى الأحمال عن طريق كابلات أصغر، وقد تستعمل كابلات أخرى لتوصيل قدرة التحكم المنفصلة أو مجموعات القواطع داخل الغلاف الحاوى.

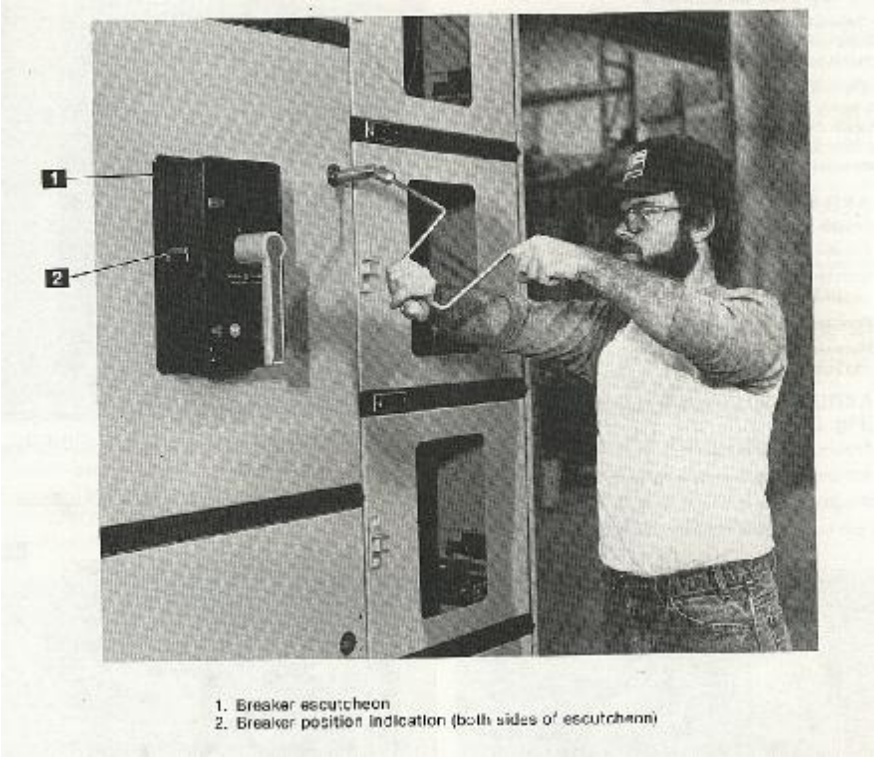
ويوضح الشكل رقم (٢-٦) جزءاً من قسم نمطى للكابلات فى أحد مجمعات المفاتيح العمومية، حيث نلاحظ وجود ثلاثة كابلات خاصة بالتغذية بواقع كابل واحد لكل وجه من أوجه المصدر الثلاثة، كذلك يبين الشكل قضبان التوصيل وهى هنا أفقية.

فصل قاطع التيار عن لوحة المفاتيح العمومية:

قبل إجراء صيانة لأحد القواطع الموجودة بأحد الكبائن فى مجمع مفاتيح عمومية، يتم أولاً فصل هذا القاطع فى وضع (OFF) ويتم نزع فيوزات التحكم، ويطلق على عملية فصل القاطع هذه اصطلاحاً شائعاً هو "سحب القاطع" عن طريق استخدام الذراع اليدوية الحديدية (المنفلة) كما هو مبين بالشكل رقم (٢-٨).

ونظراً لوجود دوائر عديدة حية بلوحة المفاتيح العمومية فإن هناك احتياطات للسلامة يتم الالتزام بها عند سحب القاطع من الكابينة، حيث توضع لافتة تحذير على مكان القاطع، ويتم التأكد من أن ملامسات القاطع مفصولة لمنع حدوث قوس كهربائى عند فصل القاطع عن دائرة قدرة التحكم.

وفصل دوائر التحكم يمنع تشغيل القطاع من بعد بالخطأ بينما هو مسحوب خارج الكابينة. ومن الخطورة على القاطع إعادة قفل ملامساته بينما هو مفصول عن قضبان التوزيع، وكذلك فإن من الأهمية بمكان التأكد من أنه قد تم التخلص من شحنة اليايات فى تركيبة تشغيل القاطع تماما. وهذا يساعد على منع حدوث إصابات بالأيدى نتيجة التشغيل غير المتوقع.



شكل رقم (٢-٨)
فصل قاطع التيار باستخدام المنفلة

وعموماً فإنه غالباً ما يستحيل سحب قاطع بينما ملامساته مازالت مغلقة، حيث يتم تزويد القاطع بما يسمى "مؤمن الكابينة المزدوج" والذى يضمن فصل ملامسات القاطع قبل سحبه من الكابينة، وعادة فإن هذا المؤمن يوصل إلى ذراع تقوم بإعتاق السقاطة وفتح الملامسات قبل أن يصبح سحب القاطع ممكناً، وفى الغالب فإنه يلزم إدارة مفتاح أو إدخال عمود إدارة مفتاح أو إدخال عمود إدارة يدوى (منفلة) قبل تعشيق آلية سحب القاطع. وعندما يتم ذلك فإن وسيلة التأمين المزدوج ستقوم بعملها.

وهناك العديد من طرق سحب قواطع التيار من لوحات المفاتيح العمومية. فبعض القواطع لها وصلات أفقية إلى منطقة قضبان التوزيع موجودة فى مؤخرة القواطع. بينما بعضها الآخر يتصل رأسياً ويلزم خفضه لفصل الموصلات الابتدائية عن القضبان الموجودة أعلى القاطع. وقد تستخدم روافع

وكرانكات أو حتى موتورات صغيرة فى عمليات سحب وإعادة إدخال القواطع فى أماكنها.

وبصرف النظر عن الطريقة المتبعة مع أى قاطع بعينه، فإن جميع القواطع تمر بمراحل مختلفة فى عملية سحبها، ويطلق على هذه المراحل أسم "أوضاع السحب" وهى تناظر النقط التى عندها يكون القاطع موصلاً إلى القدرة الابتدائية أو قدرة التحكم.

لوحات التوزيع والتحكم للجهد المنخفض MNS

تم تركيبها بالتوسعات الجديدة عن طريق شركة ABB ويتم تصميم الخلايا لهذا النوع من اللوحات طبقاً للمواصفات العالمية [IEC – 61439] والمواصفات الألمانية [VDE-660 Paits] والخلايا مصنعة من قوائم من الصلب المجلفن سابقة التجهيز ومزودة بثقوب تثبيت الهيكل بمسافات متساوية [٢٥مم] طبقاً لمواصفات DIN والخلايا مغطاة بصاج سمك ٢مم مسحوب على البارد ومدهونة بدهان البودرة بالنظام الألكتروستاتيكى بحيث تصلح لجميع الأجواء والظروف ويوضح الشكل (٢-٩) لوحة MNS.

شكل رقم (٢-٩)
اللوحات (MNS).

وتمتاز هذه النوعية من اللوحات :

- سهولة التجميع وزيادة سعة الخلية كما يوضح الشكل (٢-١٠).
- سهولة الصيانة وإمكانية فك أى مكونات من المكونات الكهربائية بغرض التعديل أو الاستبدال .
- تصلح لأغراض الامتداد والتوسع فى الأعمال .
- تصلح لتركيب قواطع من النوع الثابت أو القابل للسحب .
- سهولة التعامل مع اللوحة من الإمام ومن الخلف .
- تختبر لتتحمل القوى الميكانيكية والكهربائية وعوامل الامان طبقاً للمواصفات العالمية.

شكل رقم (٢-١٠)

سهولة تجميع اللوحات (MNS).

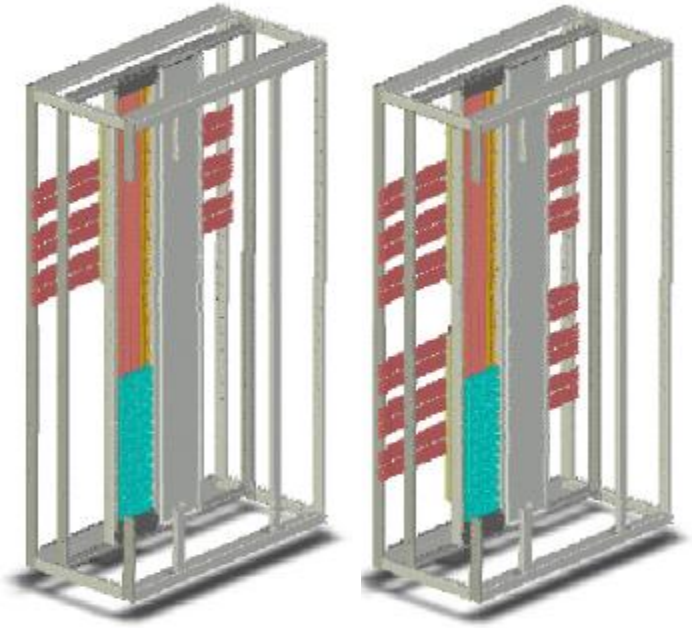
طريقة تجميع المهمات الكهربائية:

يتم تجميع خطوط التغذية الفرعية على كمرات منفصلة من الصلب ويتم عمل التوصـــــيلات الداخلية ثم تثبت على الهيكل الأساسى حيث يتم تغذيتها من قضبان التوزيع ويلاحظ سهولة الفك والتركيب مما يسهل عمليات الصيانة للاستبدال وتغير المهمات الكهربائية

ويوضح الشكل رقم (٢-١١) قسم الكابلات باللوحة والتي يمكن تجهيزها لدخول الكابلات من أعل أو أسفل اللوحة.

ويوضح الشكل (٢-١٢) قسم الباسبارات باللوحة وهو القسم الخلفي ويوضع في القسم الخلفي من اللوحة ليكون علي أقصي مسافة من المشغل وفريق الصيانه ثم يعزل هذا الجزء عزل كامل عن قسم المكونات.

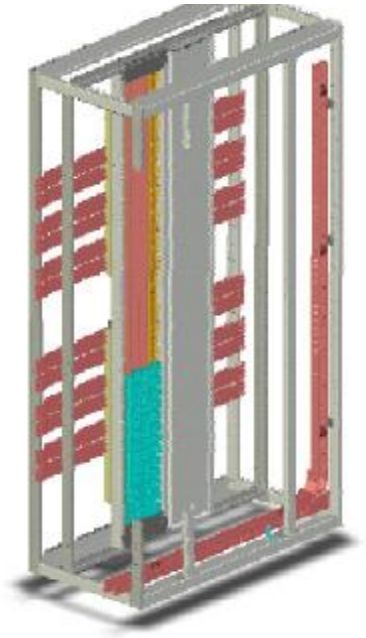
شكل رقم (٢-١١)
قسم الكابلات بلوحات (MNS).



شكل رقم (٢-١٢)
قسم قضبان التوزيع بلوحات (MNS).

ويوضح الشكل رقم (٢-١٣) وضع قضيبي الأرضي والتعادل باللوحة وهما يوضعا أفقيا علي جسم اللوحة مباشر ورأسيا بغرفة الكابلات.

كما يوضح الشكل رقم (٢-١٤) اللوحة بعد التجميع حيث يتضح الفواصل بين الغرف المختلفة بالوحة.



شكل رقم (٢-١٣)
قضيبي الأرضي والتعادل بلوحات (MNS).

شكل رقم (٢-١٤)
شكل اللوحة (MNS) بعد تجميعها

الأدراج باللوحات (MNS):

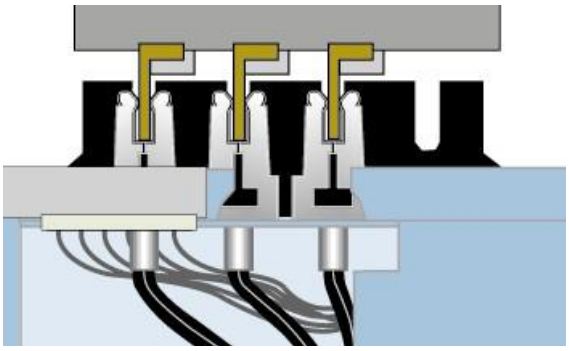
يوضح الشكل (٢-١٥أ،ب) أنواع الأدراج المستخدمة مع اللوحات والتي تسمي *M* Starter ويتوفر منها الأنواع التالية:

Starter types:

- Non-reversing Direct Online (NR-DOL)
- Reversing Direct Online (REV-DOL)
- Heavy Duty (HD)
- Star-Delta (NR-S/D)
- Contactor Feeder (CF)

شكل رقم (٢-١٥أ)
بعض أنواع الأدراج باللوحة (MNS)

شكل رقم (٢-١٥ب)
بعض أنواع الأدراج باللوحة (MNS)

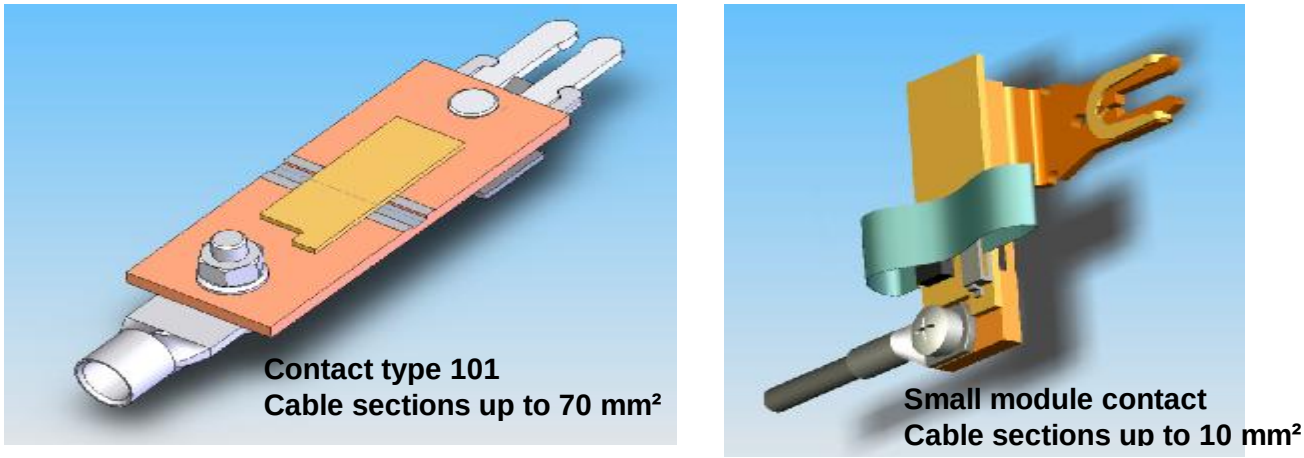


شكل رقم (٢-١٥)
توصيل الأدراج باللوحة (MNS) مع قضبان التوزيع

ويوضح الشكل رقم (٢-١٦) كيفية توصيل الدرج عند ادخالة باللوحة مع قضبان التوزيع وهذه التوصيلة لها بعض العيوب وبالخص بالأماكن التي يكثر فيها الأتربة والأبخرة وبالتالي تحتاج الي لوحات محكمة الغلق والي صيانة مستمرة.

ويوضح الشكل (٢-١٦) أطراف التوصيل التي تستخدم بالدراج للتوصيل بقضبان التوزيع باللوحات وهي تختلف باختلاف طرف الكابل المتصل معها، وطبقا للمواصفات القياسية

IEC 60439-1 فأن عدد مرات تشغيل الأطراف تكون ٥٠ مرة ولكن الموصلات المستخدمة مع لوحات MNS مختبره ومعطاة شهادة علي ان تعمل ١٠٠٠ مرة تشغيل وفصل.



شكل رقم (٢-١٦)

أطراف التوصيل بالأدراج

System Highlights:

- *Although IEC 60439-1 requires 50 connection cycles only, the MNS contact system is tested, certified and proven for contact cycles (plug in / unplug) up to 1,000*
- *The contacts are galvanic coated (Ag standard, Sn on request)*

ويتم تصميم هذه النوعية من اللوحات MNS لكي تكون الأساس لأي نظام تحكم آلي بالمحركات أو أنظمة توزيع الطاقة، ويتكون النظام عموما من :

- M*S*tart
- M*F*eed
- M*C*ontrol
- M*L*ink
- M*V*iew
- M*N*afigation

وهذا ما سيتم استعراضه فيما يلي:

التشغيل والصيانـــة للوحـــات
MNS *i*S التحكم الكهربائيـــة

الفصل الثالث

التشغيل والصيانـــة للوحـــات التحكم الكهربائيـــة MNS *i*S

٣-١ بدء التشغيل
MNS *i*S System Setup

سوف يتم البدء في تشغيل نظام التحكم في لوحات MNS iS طبقا للدليل الخـــاص بشركة ABB كما توضح الصفحات التالية:

٣ - ٢ التشغيل
MNS *i*S Operation

سوف يتم التشغيل لوحدات الأدراج بلوحات MNS iS عن طريق اليد التي يتم بها توصيل الكهرباء والربط الميكانيكي للأدراج ويمكن توضيح أوضاع اليد كما تتضح من الاشكال التالية وذلك طبقا للدليل الخاص بشركة ABB :

٣-٣ أعمال الصيانة

مقدمـــــة

قبل الخوض فى عمليات الصيانة التى تـتم علـى لوحـات التوزيـع، مـن الضرورى تذكير الأفراد بالاحتياطات الواجب اتخاذها عند التعامل مع مثـل هذه اللوحات أثناء عمليات التشغيل والصيانة، وهى بإيجاز:

- التأكد من توصيل أرضى اللوحة سواء بالأرضـى العـام أو بجـسم اللوحة.
- التأكد من تأريض جميع وحدات اللوحة.
- التحقق من أن الستائر التى تغطى قضبان التوزيع تعمل أتوماتيكياً عند تحريك القاطع دخولاً وخروجاً.
- التأكد من وجود عوازل الحماية على الأجزاء التى تحمل تياراً كهربياً.
- منع الأفراد من لمس أى أجزاء غير معزولة تحمل تياراً.
- مراعاة إتمام عمليات تجميع ونقل الأجزاء المـساعدة، دون المـساس بأجزاء الجهد المتوسط.
- التأكد من العمل السليم لآليات الربط الميكانيكى الكهربى (إن وجدت).
- حظر تواجد أى أشخاص من غير أفراد الصيانة بالقرب من الأجـزاء الحية أو الأجزاء المتحركة باللوحة.

وسنتناول فيما يلى صيانة لوحات الضغط المنخفض وتتم أسـبوعياً ونـصف سنوياً.

صيـانة لوحـات الضغط المنخفض

تشمل صيانة لوحات الضغط المنخفض (٣٨٠ فولت)، الصيانة الأسبوعيـة، والصيانة نصف السنوية. وسنتناول الخطوات الرئيـسية لكـل مـن هـاتين الصيانتين فيما يلى، علماً بأنه من الضرورى اتخاذ إجراءات الأمن الصناعى قبل إجراء الصيانة.

الصيانة الأسبوعية

١. التأكد من عمل لمبات البيان الخاصة باللوحة (قبل فصل التيار عن اللوحة) وتغيير التالف منها (بعد الفصل).
٢. التأكد من قراءة قيم الفولت والأمبير للخطوط الرئيسية والمعدات المتصلة باللوحة.
٣. عزل اللوحة المراد صيانتها.
٤. تعليق لافتة "خطر" (ممنوع التشغيل) على اللوحة.
٥. تنظيف اللوحة ظاهرياً من الأتربة باستخدام قطعة قماش أو فرشاة جافة.
٦. تنظيف اللوحة من الداخل باستخدام ماكينة شفط الأتربة.
٧. التفتيش بمجرد النظر على محتويات اللوحة من ملامسات (Contactors) وريليهات والتأكد من سهولة تحريك الأجزاء المتحركة بها.
٨. التأكد من جودة ربط أطراف التوصيل الخاصة بأجهزة القياس والحماية.
٩. التفتيش بمجرد النظر على العوازل ووصلات ربط قضبان التوزيع.
١٠. التأكد من سلامة الفيوزات باستخدام الأفوميتر وتغيير التالف منها.
١١. التأكد من سلامة القواطع الصغيرة والفيوزات المستخدمة بدوائر التحكم.
١٢. التأكد من سلامة مفاتيح التشغيل وسهولة حركة الأجزاء المتحركة بها وتنظيف نقط التوصيل.
١٣. إعادة الوحدة للخدمة بعد نزع لافتة "خطر" (ممنوع التشغيل).

الصيانة نصف السنوية

١. تنفيذ برنامج الصيانة الأسبوعية.
٢. فتح الأبواب الجانبية الخاصة باللوحات إن وجدت.
٣. التأكد من عدم وجود أى شحنات على قضبان التوزيع باستخدام البيرج أو مفك الاختبار.
٤. تنظيف قضبان التوزيع من الأتربة باستخدام ماكينة شفط الأتربة.

٥. التفتيش على مسامير ربط قضبان التوزيع مع ملاحظة التغير فى لونها. فإذا لم تكن مصقولة ولامعة يتم تغييرها أو تنظيفها باستخدام سائل التنظيف وإعادة ربطها مع إضافة طبقة من الفازلين.
٦. التأكد من عدم وجود أى كسر فى عوازل قضبان التوزيع، أو عوازل تثبيتها فى اللوحة.
٧. اختبار قضبان التوزيع باستخدام جهاز الاختبار ذو الجهد المتغير كما يلى:
أ. ضبط جهاز الاختبار على جهد الاختبار وهو ٦٥ % من جهد اختبار المصنع (وهو حوالى ٢ كيلو فولت). لذا يضبط الجهاز على ١,٣ ك. ف.
ب. تسليط جهد الاختبار لمدة دقيقة.
جـ. يشمل الاختبار فازة مع الأرضي وفازة مع فازة.
٨. تنظيف نقط توصيل الملامسات باستخدام المنظف المناسب واستخدام صنفرة إذا لزم الأمر.
٩. بالنسبة لسخانات اللوحة:
أ. قياس قيمة مقاومة السخان.
ب. التأكد من عمل السخان بالصورة السليمة عن طريق تغيير ضبط الثرموستات وملاحظة التغير فى درجة الحرارة.

خطوات الصيانة السنوية للوحات

نعرض فيما يلى خطوات الصيانة السنوية الخاصة باللوحات الكهربائية والتى يجب أن تتم طبقاً للتسلسل الآتى:

١- أفصل قاطع المحول المغذى للوحة.
٢- تأكد من عدم وجود أى نوع من الجهد فى اللوحة (باستخدام برج كاشف الجهد).
٣- فرغ الشحنات من بارات اللوحة إلى الأرض (باستخدام توصيلة الأرضى).
٤- نظف اللوحة بالهواء المضغوط أو باستخدام ماكينة شفط.
٥- نظف جميع الشحومات والأتربة الثقيلة بواسطة كهنة نظيفة.
٦- نظف البارات والعوازل بقطعة قماش (كهنة) نظيفة.
٧- افحص العوازل بحثاً عن أى شروخ أو أثار احتراق وغير التالف اذا لزم الأمر.
٨- أفحص البارات وتأكد من عدم وجود تآكل أو صدأ أو كسور وأعد تربيط جميع الوصلات.
٩- افحص لون أطراف الوصلات الكهربية من حيث وجود لون احتراق أو انصهار أو ارتفاع درجة الحرارة.
١٠- أعد تربيط كل الوصلات الكهربية وتأكد من جودة التوصيل الكهربى
١١- افصل القواطع الكهربية وأعد توصيلها ولاحظ صوت الفصل والتوصيل وقوة الياءات.
١٢- نظف الملامسات للقواطع الكهربائية وغيرها أن أمكن أو لزم الأمر.
١٣- افحص مرحل زيادة الحمل (Overload) وتأكد من عمله وصلاحيته.
١٤- أفصل ووصل جميع المفاتيح الكهربية المساعدة وتأكد من جودة توصيلها وأنه ليس بها أى تلف أو كسور.
١٥- افحص أجهزة القياس باللوحة وتأكد من عدم وجود تلف أو كسور
١٦- افحص جميع الوصلات الكهربية لها وتأكد من متانة التربيط وجودة التوصيل- افحص جميع المصهرات وقس توصيلها وصلاحيتها
١٧- نظف أطراف الوصلات والكابلات من الصدأ والأكسدة.
١٨- افحص زراير التشغيل وتأكد من عملها.

١٩- استخدم ميجر ٥٠٠ فولت تيار مستمر لقياس عزل البارات بينها وبين بعضها وبين الأرض (ويجب ألا تقل القراءة عن ١ ميجا أوم).
٢٠- اختير جميع لمبات الإشارة والبيان بالضغط على زر اختيار اللمبات إذا وجد وغير التالف منها بنفس اللون.
٢١- افحص أسلاك التوصيل للمبات وتأكد من متانة الرباط وجودة التوصيل.
٢٢- تأكد من صلاحية دواية اللمبات وغيرها إذا لزم الأمر.
٢٣- اختبر عزل أبواب اللوحات بحيث يكون محكم وعازل للأتربة والحشرات.
٢٤- تأكد من عدم وجود فتحات اسفل اللوحة أو خلفها أو حول الكابلات تسمح بدخول القوارض.
٢٥- افحص غرف الشرارة الخاصة بالقواطع ونظفها أو غيرها إذا لزم الأمر.

خطوات صيانة مقومات المحركات ونعرض فيما يلى خطوات صيانة مقومات المحركات والتى يجب اتباعها أثناء إجراء عمليات الصيانة.

١. تأكد من عدم وجود أى نوع من الجهد داخل اللوحة.
٢. نظف اللوحة بالهواء وأن أمكن بشفاط كهربى.
٣. نظف جميع الشحومات والأتربة الثقيلة المتماسكة بقطعة قماش نظيفة (كهنة) وبكل حرص.
٤. افحص لون أطراف التوصيلات الكهربية من حيث وجود لون احتراق أو انصهار أو ارتفاع درجة حرارة.
٥. نظف أطراف التوصيلات والكابلات من الصدأ والأكسدة.
٦. اعد تربيط كل الموصلات وتأكد من جودة التوصيل الكهربى.
٧. افصل الموصلات المغناطيسية ووصلها ولاحظ صوت الفصل والتوصيل.
٨. نظف ملامسات الوصلات المغناطيسية أو غيرها إذا كانت تالفة وغير موصلة كهربائياً.

٩. تأكد من قوة الياياات الضاغطة على الملامسات.
١٠. افحص أجهزة القياس وتأكد من عدم وجود تلف أو كسور وتأكد من متانة أسلاك التوصيل.
١١. افحص زراير التشغيل والإيقاف وتأكد من عملها.
١٢. افحص لمبات الإشارة وتأكد من عملها وغير التالف منها.
١٣. افحص أسلاك التوصيل للمبات وكذلك الدواية وغيرها إذا لزم الأمر.
١٤. افحص ريلاى زيادة الحمل وتأكد من عمله بطريقة سليمة.
١٥. افحص المؤقت الزمنى وتأكد من عملة بطريقة سليمة وراجع الزمن المضبوط عليه.
١٦. افحص مجارى غرف قاطع الشرارة (القوس الكهربى) ونظفها جيدا أو غيرها إذا لزم الأمر.
١٧. تأكد من عمل دوائر التحكم.
١٨. بالنسبة للمفاتيح أو المقومات الزيتية يتم قياس عزل الزيت مرة كل سنة على الأقل وزيادة المنسوب إذا لزم الأمر.

تحليل وتتبع الأعطال في لوحات التوزيع

الفصل الرابع

تحليل وتتبع الأعطال فى لوحات التوزيع

مقدمة

تعتبر هذه المخططات الكهربائية مثال لمعظم لوحات الجهد المنخفض والمتوسط وبشرح هذه المخططات يمكن بعد ذلك تحليل أى دائرة مماثلة وعمل صيانة لها واكتشاف الأعطال بطريقة سهلة وعلمية تعتمد على قراءة اللوحات، وإتباع الخطوات المنطقية في اكتشاف الأعطال، وسيتم اكتشاف أهمية الاعتماد على المخططات الورقية (لوحات الكهرباء) التى بدونها لا يمكن حل المشاكل الكهربائية مطلقا، والعكس صحيح حيث أنه بدون وجود أو فهم هذه اللوحات والرسومات سيتم حدوث مشاكل بل وستتفاقم أى مشكلة بدون الحل المنطقي السليم الذي يعتمد على التوفيق من الله سبحانه وتعالى وفهم مسئول الصيانة.

أ- تحليل بعض الدوائر الكهربية بلوحات توزيع الجهد المنخفض

سيتم فى هذا الجزء التعرف على عناصر دوائر التوزيع المختلفة طبقًا لنظام الترقيم للأجهزة حيث ترقم الأجهزة من رقم ١ حتى ٩٩ – ثم يتم دراسة الأشكال المختلفة لعناصر الدوائر ومبادئ التحكم فى لوحات التوزيع ذات الجهد المنخفض ويختتم الجزء بدراسة نموذجين من دوائر التحكم بلوحات الجهد المنخفض.

DEVICE FUNCTION NUMBERS FOR POWER DISTRIBUTION EQUIPMENT

PURPOSE OF DEVICE FUNCTION NUMBER

A system of nomenclature known as "device function numbering" has been devised. It provides a means of quickly grasping the main purpose of any device used as a part of an automatic and manual station control, supervisory, and associated telemetering equipment. This system, first developed in connection with automatic switchgear, is now applied to all types of power distribution equipment. It is based on the assignment of a standard number to each of the several fundamental functions performed by the component elements of a complete equipment.

These device functions may refer to the actual function the device performs in an equipment or they may refer to the electrical or other quantity to which the device is responsive. Hence, there may be in some instances a choice of the function number used for a given device. The preferable choice, in all cases, is the one which is recognized to have the narrowest interpretation so that it most specifically identifies the device in the minds of all individuals concerned with the design and operation of the equipment.

The device function numbers with appropriate suffix letter or letters, where necessary, are used on electrical diagrams, in instruction books and in specifications.

The items included in this publication are from "Manual and Automatic Station Control, Supervisory, and Associated Telemetering Equipment, C37.2 - 1970." Complete copies of the standard are available from the American National Standards Institute, Inc., 1430 Broadway, New York, NY 10018

STANDARD DEVICE FUNCTION NUMBERS

Device function numbers, each with its corresponding function name and the general description of each function, are listed in this publication.

When alternate names and descriptions are included under the function, only the name and description which applies to each specific case should be used. In general, only one name for each device such as, relay, contactor, circuit breaker, switch, or device, is included in each function designation. However, when the function is inherently not restricted to any specific type of device and where the type of device itself is thus merely incidental, any one of these alternative names, as applicable, may be substituted. For example, if for device function 6 a contactor is used for the purpose in place of a circuit breaker, the function name should be specified as Starting Contactor.

Numbers from 95 to 99 should be assigned only for those functions in specific cases where none of the assigned standard device function numbers are applicable. Numbers which are "reserved for future application" should not be used.

DEVICE NUMBER	FUNCTION AND DESCRIPTION
1	MASTER ELEMENT is the initiating device, such as a control switch, voltage relay, float switch, etc, which serves either directly or through such permissive devices as protective and time-delay relays to place an equipment in or out of operation.
2	TIME-DELAY STARTING OR CLOSING RELAY is a device that functions to give a desired amount of time delay before or after any point of operation in a switching sequence or protective relay system, except as specifically provided by device functions 48, 62 and 79.
3	CHECKING OR INTERLOCKING RELAY is a relay that operates in response to the position of a number of other devices (or to a number of predetermined conditions) in an equipment, to allow an operating sequence to proceed, or to stop, or to provide a check of the position of these devices or of these conditions for any purpose.
4	MASTER CONTACTOR is a device, generally controlled by device function 1 or the equivalent and the required permissive and protective devices, that serves to make and break the necessary control circuits to place an equipment into operation under the desired conditions and to take it out of operation under other or abnormal conditions.

© 1975 General Electric Co.

DEVICE NUMBER	FUNCTION AND DESCRIPTION
5	STOPPING DEVICE is a control device used primarily to shut down an equipment and hold it out of operation. [This device may be manually or electrically actuated, but excludes the function of electrical lockout (see device function 86) on abnormal conditions.]
6	STARTING CIRCUIT BREAKER is a device whose principal function is to connect a machine to its source of starting voltage.
7	ANODE CIRCUIT BREAKER is a device used in the anode circuits of a power rectifier for the primary purpose of interrupting the rectifier circuit if an arc-back should occur.
8	CONTROL POWER DISCONNECTING DEVICE is a disconnecting device, such as a knife switch, circuit breaker, or pull-out fuse block, used for the purpose of respectively connecting and disconnecting the source of control power to and from the control bus or equipment. Note: Control power is considered to include auxiliary power which supplies such apparatus as small motors and heaters.
9	REVERSING DEVICE is a device that is used for the purpose of reversing a machine field or for performing any other reversing functions.
10	UNIT SEQUENCE SWITCH is a switch that is used to change the sequence in which units may be placed in and out of service in multiple-unit equipments.
11	RESERVED FOR FUTURE APPLICATION.
12	OVER-SPEED DEVICE is usually a direct-connected speed switch which functions on machine overspeed.
13	SYNCHRONOUS-SPEED DEVICE is a device such as a centrifugal-speed switch, a slip-frequency relay, a voltage relay, an undercurrent relay, or any type of device that operates at approximately the synchronous speed of a machine.
14	UNDER-SPEED DEVICE is a device that functions when the speed of a machine falls below a pre-determined value.
15	SPEED OR FREQUENCY MATCHING DEVICE is a device that functions to match and hold the speed or the frequency of a machine or of a system equal to, or approximately equal to, that of another machine, source, or system.
16	RESERVED FOR FUTURE APPLICATION.
17	SHUNTING OR DISCHARGE SWITCH is a switch that serves to open or to close a shunting circuit around any piece of apparatus (except a resistor), such as a machine field, a machine armature, a capacitor, or a reactor. Note: This excludes devices that perform such shunting operations as may be necessary in the process of starting a machine by devices 6 or 42, or their equivalent, and also excludes device function 73 that serves for the switching of resistors.
18	ACCELERATING OR DECELERATING DEVICE is a device that is used to close or to cause the closing of circuits which are used to increase or decrease the speed of a machine.
19	STARTING-TO-RUNNING TRANSITION CONTACTOR is a device that operates to initiate or cause the automatic transfer of a machine from the starting to the running power connection.
20	VALVE is one used in a vacuum, air, gas, oil, or similar line, when it is electrically operated or has electrical accessories such as auxiliary switches.
21	DISTANCE RELAY is a relay that functions when the circuit admittance, impedance, or reactance increases or decreases beyond predetermined limits.
22	EQUALIZER CIRCUIT BREAKER is a breaker that serves to control or to make and break the equalizer or the current-balancing connections for a machine field, or for regulating equipment, in a multiple-unit installation.
23	TEMPERATURE CONTROL DEVICE is a device that functions to raise or lower the temperature of a machine or other apparatus, or of any medium, when its temperature falls below, or rises above, a predetermined value.

DEVICE NUMBER	FUNCTION AND DESCRIPTION
(23) Cont'd.	Note: An example is a thermostat that switches on a space heater in a switchgear assembly when the temperature falls to a desired value as distinguished from a device that is used to provide automatic temperature regulation between close limits and would be designated as device function 90T.
(24)	RESERVED FOR FUTURE APPLICATION.
(25)	SYNCHRONIZING OR SYNCHRONISM-CHECK DEVICE is a device that operates when two a-c circuits are within the desired limits of frequency, phase angle, or voltage, to permit or to cause the paralleling of these two circuits.
(26)	APPARATUS THERMAL DEVICE is a device that functions when the temperature of the shunt field or the amortisseur winding of a machine, or that of a load limiting or load shifting resistor or of a liquid or other medium, exceeds a predetermined value; or if the temperature of the protected apparatus, such as a power rectifier, or of any medium decreases below a predetermined value.
(27)	UNDERVOLTAGE RELAY is a relay that functions on a given value of undervoltage.
(28)	FLAME DETECTOR is a device that monitors the presence of the pilot or main flame in such apparatus as a gas turbine or a steam boiler.
(29)	ISOLATING CONTACTOR is a device that is used expressly for disconnecting one circuit from another for the purposes of emergency operation, maintenance, or test.
(30)	ANNUNCIATOR RELAY is a nonautomatically reset device that gives a number of separate visual indications upon the functioning of protective devices, and which may also be arranged to perform a lockout function.
(31)	SEPARATE EXCITATION DEVICE is a device that connects a circuit, such as the shunt field of a synchronous converter, to a source of separate excitation during the starting sequence; or one that energizes the excitation and ignition circuits of a power rectifier.
(32)	DIRECTIONAL POWER RELAY is a device that functions on a desired value of power flow in a given direction or upon reverse power resulting from arcback in the anode or cathode circuits of a power rectifier.
(33)	POSITION SWITCH is a switch that makes or breaks contact when the main device or piece of apparatus which has no device function number reaches a given position.
(34)	MASTER SEQUENCE DEVICE is a device such as a motor-operated multicontact switch, or the equivalent, or a programming device, such as a computer, that establishes or determines the operating sequence of the major devices in an equipment during starting and stopping or during other sequential switching operations.
(35)	BRUSH-OPERATING OR SLIP-RING SHORT-CIRCUITING DEVICE is a device for raising, lowering, or shifting the brushes of a machine, or for short-circuiting its slip rings, or for engaging or disengaging the contacts of a mechanical rectifier.
(36)	POLARITY OR POLARIZING VOLTAGE DEVICE is a device that operates, or permits the operation of, another device on a predetermined polarity only, or verifies the presence of a polarizing voltage in an equipment.
(37)	UNDERCURRENT OR UNDERPOWER RELAY is a relay that functions when the current or power flow decreases below a predetermined value.
(38)	BEARING PROTECTIVE DEVICE is a device that functions on excessive bearing temperature, or on other abnormal mechanical conditions associated with the bearing, such as undue wear, which may eventually result in excessive bearing temperature or failure.
(39)	MECHANICAL CONDITION MONITOR is a device that functions upon the occurrence of an abnormal mechanical

DEVICE NUMBER	FUNCTION AND DESCRIPTION
	condition (except that associated with bearings as covered under device function 38), such as excessive vibration, eccentricity, expansion, shock, tilting, or seal failure.
(40)	FIELD RELAY is a relay that functions on a given or abnormally low value or failure of machine field current, or on excessive value of the reactive component of armature current in an a-c machine indicating abnormally low field excitation.
(41)	FIELD CIRCUIT BREAKER is a device that functions to apply or remove the field excitation of a machine.
(42)	RUNNING CIRCUIT BREAKER is a device whose principal function is to connect a machine to its source of running or operating voltage. This function may also be used for a device, such as a contactor, that is used in series with a circuit breaker or other fault protecting means, primarily for frequent opening and closing of the circuit.
(43)	MANUAL TRANSFER OR SELECTOR DEVICE is a manually operated device that transfers the control circuits in order to modify the plan of operation of the switching equipment or of some of the devices.
(44)	UNIT SEQUENCE STARTING RELAY is a relay that functions to start the next available unit in a multiple-unit equipment upon the failure or nonavailability of the normally preceding unit.
(45)	ATMOSPHERIC CONDITION MONITOR is a device, that functions upon the occurrence of an abnormal atmospheric condition, such as damaging fumes, explosive mixtures, smoke, or fire.
(46)	REVERSE-PHASE OR PHASE-BALANCE CURRENT RELAY is a relay that functions when the polyphase currents are of reverse-phase sequence, or when the polyphase currents are unbalanced or contain negative phase-sequence components above a given amount.
(47)	PHASE-SEQUENCE VOLTAGE RELAY is a relay that functions upon a predetermined value of polyphase voltage in the desired phase sequence.
(48)	INCOMPLETE SEQUENCE RELAY is a relay that generally returns the equipment to the normal, or off, position and locks it out if the normal starting, operating, or stopping sequence is not properly completed within a predetermined time. If the device is used for alarm purposes only, it should preferably be designated as 48A (alarm).
(49)	MACHINE OR TRANSFORMER THERMAL RELAY is a relay that functions when the temperature of a machine armature or other load-carrying winding or element of a machine or the temperature of a power rectifier or power transformer (including a power rectifier transformer) exceeds a predetermined value.
(50)	INSTANTANEOUS OVERCURRENT OR RATE-OF-RISE RELAY is a relay that functions instantaneously on an excessive value of current or on an excessive rate of current rise, thus indicating a fault in the apparatus or circuit being protected.
(51)	A-C TIME OVERCURRENT RELAY is a relay with either a definite or inverse time characteristic that functions when the current in an a-c circuit exceeds a predetermined value.
(52)	A-C CIRCUIT BREAKER is a device that is used to close and interrupt an a-c power circuit under normal conditions or to interrupt this circuit under fault or emergency conditions.
(53)	EXCITER OR D-C GENERATOR RELAY is a relay that forces the d-c machine field excitation to build up during starting or which functions when the machine voltage has been built up to a given value.
(54)	RESERVED FOR FUTURE APPLICATION.

DEVICE NUMBER	FUNCTION AND DESCRIPTION
(55)	POWER FACTOR RELAY is a relay that operates when the power factor in an a-c circuit rises above or falls below a predetermined value.
(56)	FIELD APPLICATION RELAY is a relay that automatically controls the application of the field excitation to an a-c motor at some predetermined point in the slip cycle.
(57)	SHORT-CIRCUITING OR GROUNDING DEVICE is a primary circuit switching device that functions to short-circuit or to ground a circuit in response to automatic or manual means.
(58)	RECTIFICATION FAILURE RELAY is a device that functions if one or more anodes of a power rectifier fail to fire, or to detect an arc-back or on failure of a diode to conduct or block properly.
(59)	OVERVOLTAGE RELAY is a relay that functions on a given value of overvoltage.
(60)	VOLTAGE OR CURRENT BALANCE RELAY is a relay that operates on a given difference in voltage, or current input or output, of two circuits.
(61)	RESERVED FOR FUTURE APPLICATION.
(62)	TIME-DELAY STOPPING OR OPENING RELAY is a time-delay relay that serves in conjunction with the device that initiates the shutdown, stopping, or opening operation in an automatic sequence or protective relay system.
(63)	LIQUID OR GAS PRESSURE OR VACUUM RELAY is a relay that operates on given values of liquid or gas pressure or on given rates of change of these values.
(64)	GROUND PROTECTIVE RELAY is a relay that functions on failure of the insulation of a machine, transformer, or of other apparatus to ground, or on flashover of a d-c machine to ground. Note: This function is assigned only to a relay that detects the flow of current from the frame of a machine or enclosing case or structure of a piece of apparatus to ground, or detects a ground on a normally ungrounded winding or circuit. It is not applied to a device connected in the secondary circuit of a current transformer, or in the secondary neutral of current transformers, connected in the power circuit of a normally grounded system.
(65)	GOVERNOR is the assembly of fluid, electrical, or mechanical control equipment used for regulating the flow of water, steam, or other medium to the prime mover for such purposes as starting, holding speed or load, or stopping.
(66)	NOTCHING OR JOGGING DEVICE is a device that functions to allow only a specified number of operations of a given device, or equipment, or a specified number of successive operations within a given time of each other. It is also a device that functions to energize a circuit periodically or for fractions of specified time intervals, or that is used to permit intermittent acceleration or jogging of a machine at low speeds for mechanical positioning.
(67)	A-C DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY is a relay that functions on a desired value of a-c over-current flowing in a predetermined direction.
(68)	BLOCKING RELAY is a relay that initiates a pilot signal for blocking of tripping on external faults in a transmission line or in other apparatus under predetermined conditions, or cooperates with other devices to block tripping or to block reclosing on an out-of-step condition or on power savings.
(69)	PERMISSIVE CONTROL DEVICE is generally a two-position, manually-operated switch that, in one position, permits the closing of a circuit breaker, or the placing of an equipment into operation, and in the other position prevents the circuit breaker or the equipment from being operated.
(70)	RHEOSTAT is a variable resistance device used in an electric circuit, which is electrically operated or has other electrical accessories, such as auxiliary, position, or limit switches.
(71)	LIQUID OR GAS-LEVEL RELAY is a relay that operates on given values of

DEVICE NUMBER	FUNCTION AND DESCRIPTION
	liquid or gas level or on given rates of change of these values.
(72)	D-C CIRCUIT BREAKER is a circuit breaker that is used to close and interrupt a d-c power circuit under normal conditions or to interrupt this circuit under fault or emergency conditions.
(73)	LOAD-RESISTOR CONTACTOR is a contactor that is used to shunt or insert a step of load limiting, shifting, or indicating resistance in a power circuit, or to switch a space heater in circuit, or to switch a light or regenerative load resistor of a power rectifier or other machine in and out of circuit.
(74)	ALARM RELAY is a relay other than an annunciator, as covered under device function 30, that is used to operate, or to operate in connection with, a visual or audible alarm.
(75)	POSITION CHANGING MECHANISM is a mechanism that is used for moving a main device from one position to another in an equipment: as for example, shifting a removable circuit breaker unit to and from the connected, disconnected, and test positions.
(76)	D-C OVERCURRENT RELAY is a relay that functions when the current in a d-c circuit exceeds a given value.
(77)	PULSE TRANSMITTER is used to generate and transmit pulses over a telemetering or pilot-wire circuit to the remote indicating or receiving device.
(78)	PHASE-ANGLE MEASURING OR OUT-OF-STEP PROTECTIVE RELAY is a relay that functions at a pre-determined phase angle between two voltages or between two currents or between voltage and current.
(79)	A-C RECLOSING RELAY is a relay that controls the automatic reclosing and locking out of an a-c circuit interrupter.
(80)	LIQUID OR GAS FLOW RELAY is a relay that operates on given values of liquid or gas flow or on given rates of change of these values.
(81)	FREQUENCY RELAY is a relay that functions on a predetermined value of frequency (either under or over or on normal system frequency) or rate of change of frequency.
(82)	D-C RECLOSING RELAY is a relay that controls the automatic closing and reclosing of a d-c circuit interrupter, generally in response to load circuit conditions.
(83)	AUTOMATIC SELECTIVE CONTROL OR TRANSFER RELAY is a relay that operates to select automatically between certain sources or conditions in an equipment, or performs a transfer operation automatically.
(84)	OPERATING MECHANISM is the complete electrical mechanism or servo-mechanism, including the operating motor, solenoids, position switches, etc, for a tap changer, induction regulator, or any similar piece of apparatus which otherwise has no device function number.
(85)	CARRIER OR PILOT-WIRE RECEIVER RELAY is a relay that is operated or restrained by a signal used in connection with carrier-current or d-c pilot-wire fault directional relaying.
(86)	LOCKING-OUT RELAY is an electrically operated hand, or electrically, reset relay or device that functions to shut down or hold an equipment out of service, or both, upon the occurrence of abnormal conditions.
(87)	DIFFERENTIAL PROTECTIVE RELAY is a protective relay that functions on a percentage or phase angle or other quantitative difference of two currents or of some other electrical quantities.
(88)	AUXILIARY MOTOR OR MOTOR GENERATOR is one used for operating auxiliary equipment, such as pumps, blowers, exciters, rotating magnetic amplifiers, etc.
(89)	LINE SWITCH is a switch used as a disconnecting, load-interrupter, or isolating switch in an a-c or d-c power circuit, when this device is electrically operated

DEVICE NUMBER	FUNCTION AND DESCRIPTION
	or has electrical accessories, such as an auxiliary switch, magnetic lock, etc.
(90)	REGULATING DEVICE is a device that functions to regulate a quantity, or quantities, such as voltage, current, power, speed, frequency, temperature, and load, at a certain value or between certain (generally close) limits for machines, tie lines or other apparatus.
(91)	VOLTAGE DIRECTIONAL RELAY is a relay that operates when the voltage across an open circuit breaker or contactor exceeds a given value in a given direction.
(92)	VOLTAGE AND POWER DIRECTIONAL RELAY is a relay that permits or causes the connection of two circuits when the voltage difference between them exceeds a given value in a predetermined direction and causes these two circuits to be disconnected from each other when the power flowing between them exceeds a given value in the opposite direction.
(93)	FIELD-CHANGING CONTACTOR is a contactor that functions to increase or decrease, in one step, the value of field excitation on a machine.
(94)	TRIPPING OR TRIP-FREE RELAY is a relay that functions to trip a circuit breaker, contactor, or equipment, or to permit immediate tripping by other devices; or to prevent immediate reclosure of a circuit interrupter if it should open automatically even though its closing circuit is maintained closed.
95 *	*Used only for specific applications in individual installations where none of the assigned numbered functions from 1 to 94 are suitable.
96 *	
97 *	
98 *	
99 *	

SUPERVISORY CONTROL AND INDICATION

A similar series of numbers, prefixed by the letters RE (for "remote") shall be used for the interposing relays performing functions that are controlled directly from the supervisory system.

Typical examples of such device functions are: RE1, RE5, and RE94.

Note: The use of the "RE" prefix for this purpose in place of the former 200 series of numbers now makes it possible to obtain increased flexibility of the device function numbering system. For example, in pipeline pump stations, the numbers 1 through 99 are applied to device functions that are associated with the over-all station operation. A similar series of numbers, starting with 101 instead of 1, are used for those device functions that are associated with unit 1: a similar series starting with 201 for device functions that are associated with unit 2: and so on, for each unit in these installations.

SUFFIX LETTERS

Suffix letters may be used with device function numbers for various purposes. They permit a manifold multiplication of available function designations for the large number and variety of devices used in the many types of equipment covered by this standard. They may also serve to denote individual or specific parts or auxiliary contacts of these devices or certain distinguishing features, characteristics, or conditions which describe the use of the device or its contacts in the equipment.

Letter suffixes should, however, be used only when they accomplish a useful purpose. For example, when all of the devices in an equipment are associated with only one kind of apparatus, such as a feeder or motor or generator, it is common practice, in order to retain maximum simplicity in device function identification, not to add the respective suffix letter F or M or G to any of the device function numbers.

In order to prevent any possible conflict or confusion, each suffix should preferably have only one meaning in an individual equipment. To accomplish this, short distinctive abbreviations, such as contained in American Standard Abbreviations for Use on Drawings, Z32.13-1950, or any appropriate combination of letters, may also be used as letter suffixes, where necessary. However, each suffix should not consist of more than three (and preferably not more than two) letters, in order to keep the complete function designation as short and simple as possible.

The meaning of each suffix used with a device function number should be designated in the following manner on the necessary drawings or publications applying to the equipment: TC, Trip Coil: V, Voltage: X, Auxiliary Relay.

MAIN DEVICE PARTS

These letters denote parts of the main device, divided into the two following categories:

(1) All parts, such as the following:

BK	Brake
C	Coil or Condenser or Capacitor
CC	Closing Coil
HC	Holding Coil
M	Operating Motor
MF	Fly-ball Motor
ML	Load-limit Motor
MS	Speed Adjusting or Synchronizing Motor
S	Solenoid
SI	Seal-in
TC	Trip Coil
V	Valve

(2) All auxiliary contacts and position and limit switches for such devices and equipment as circuit breakers, contactors, valves and rheostats and contacts of relays.

a. Contact that is open when the main device is in the standard reference position, commonly referred to as the nonoperated or de-energized position, and that closes when the device assumes the opposite position.

b. Contact that is closed when the main device is in the standard reference position, commonly referred to as the nonoperated or de-energized position, and that opens when the device assumes the opposite position.

Note: The simple designation "a" or "b" is used in all cases where there is no need to adjust the contacts to change position at any particular point in the travel of the main device or where the part of the travel where the contacts change position is of no significance in the control or operating scheme. Hence the "a" and "b" designations usually are sufficient for circuit breaker auxiliary switches.

AUXILIARY SWITCHES FOR CIRCUIT BREAKER OPERATING MECHANISMS

For the mechanically trip-free mechanism of a circuit breaker:

aa Contact that is open when the operating mechanism of the main device is in the nonoperated position and that closes when the operating mechanism assumes the opposite position.

bb Contact that is closed when the operating mechanism of the main device is in the nonoperated position and that opens when the operating mechanism assumes the opposite position.

The part of the stroke at which the auxiliary switch changes position should, if necessary, be specified in the description. "LC" is used to designate the latch-checking switch of such a mechanism, which is closed when the mechanism linkage is relatched after an opening operation of the circuit breaker.

LIMIT SWITCHES

"LS" designates a limit switch. This is a position switch that is actuated by a main device, such as a rheostat or valve, at or near its extreme end of travel. Its usual function is to open the circuit of the operating motor at the end of travel of the main device, but it may also serve to give an indication that the main device has reached an extreme position of travel.

TORQUE LIMIT SWITCHES

This is a switch that is used to open an operating motor circuit at a desired torque limit at the extreme end of travel of a main device, such as a valve. It should be designated as follows:

tqc Torque limit switch, opened by torque-responsive mechanism, to stop valve closing.

tqo Torque limit switch, opened by torque-responsive mechanism, to stop valve opening.

OTHER SWITCHES

If several similar auxiliary, position, and limit switches are present on the same main device, they should be designated with supplementary numerical suffixes as 1, 2, 3, etc., when necessary.

OTHER CHARACTERISTICS OR CONDITIONS

The following letters cover all other distinguishing features or characteristics or conditions, not specifically described previously, which serve to describe the use of the device or its contacts in the equipment, such as:

A	Accelerating or Automatic
B	Blocking or Backup
C	Close or Cold
D	Decelerating or Detonate or Down or Disengaged

In the cases where the same suffix (consisting of one letter or a combination of letters) has different meanings in the same equipment, depending upon the device function number with which it is used, then the complete device function number with its suffix letter or letters and its corresponding function name should be listed in the legend in each case, as follows: 63V, Vacuum Relay; 70R, Raising Relay for Device 70; 90V, Voltage Regulator.

Note: Letter suffixes used with specific device function numbers for a typical application, namely pipeline pump installations, are listed in Proposed Device Numbers and Functions for Pipeline Pump Stations under Automatic or Remote Control, American Institute of Electrical Engineers' Publication 68, February, 1958.

AUXILIARY DEVICES

These letters denote separate auxiliary devices, such as:

C	Closing Relay or Contactor
CL	Auxiliary Relay, Closed (energized when main device is in closed position)
CS	Control Switch
D	"Down" Position Switch Relay
L	Lowering Relay
O	Opening Relay or Contactor
OP	Auxiliary Relay, Open (energized when main device is in open position)
PB	Push Button
R	Raising Relay
U	"Up" Position Switch Relay
X, Y, Z	Auxiliary Relay

Note: In the control of a circuit breaker with a so-called X-Y relay control scheme, the X relay is the device whose main contacts are used to energize the closing coil or the device which in some other manner, such as by the release of stored energy, causes the breaker to close. The contacts of the Y relay provide the anti-pump feature for the circuit breaker.

ACTUATING QUANTITIES

These letters indicate the condition or electrical quantity to which the device responds, or the medium in which the device responds, or the medium in which it is located, such as:

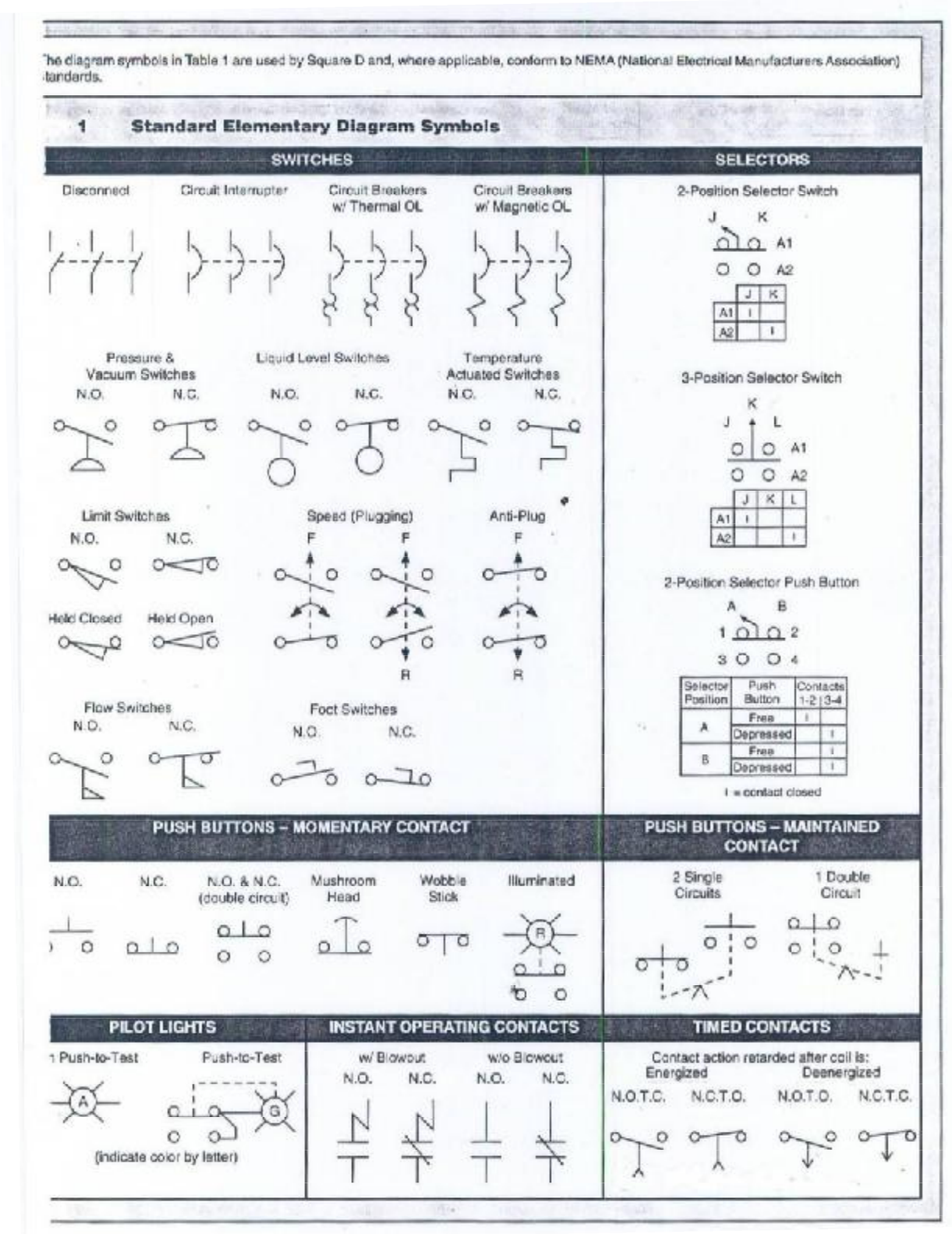
A	Air or Amperes
C	Current
E	Electrolyte
F	Frequency or Flow or Fault
L	Level or Liquid
P	Power or Pressure
PF	Power Factor
Q	Oil
S	Speed
T	Temperature
V	Voltage or Volts or Vacuum
VAR	Reactive Power
VB	Vibration
W	Water or Watts

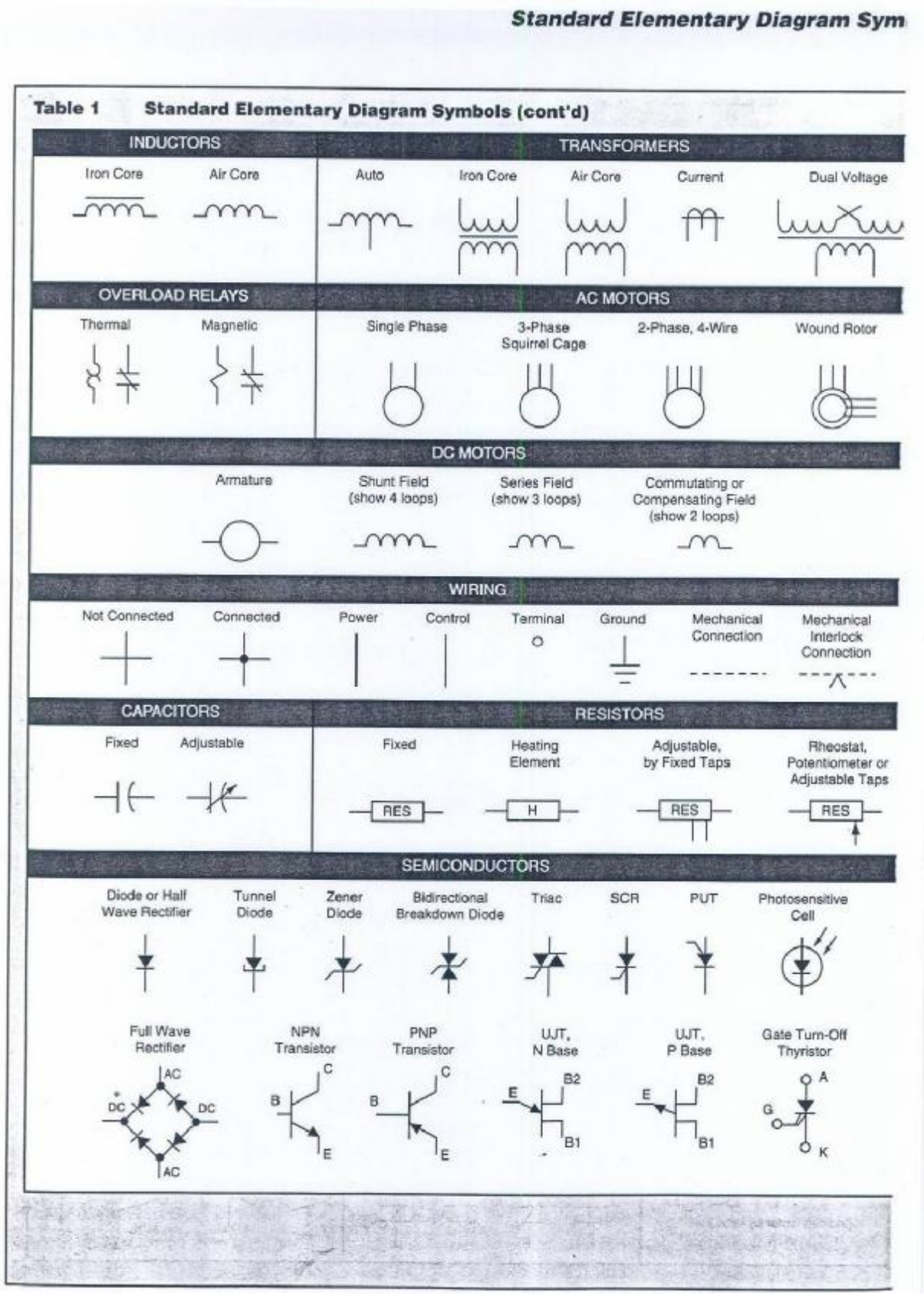
MAIN DEVICE

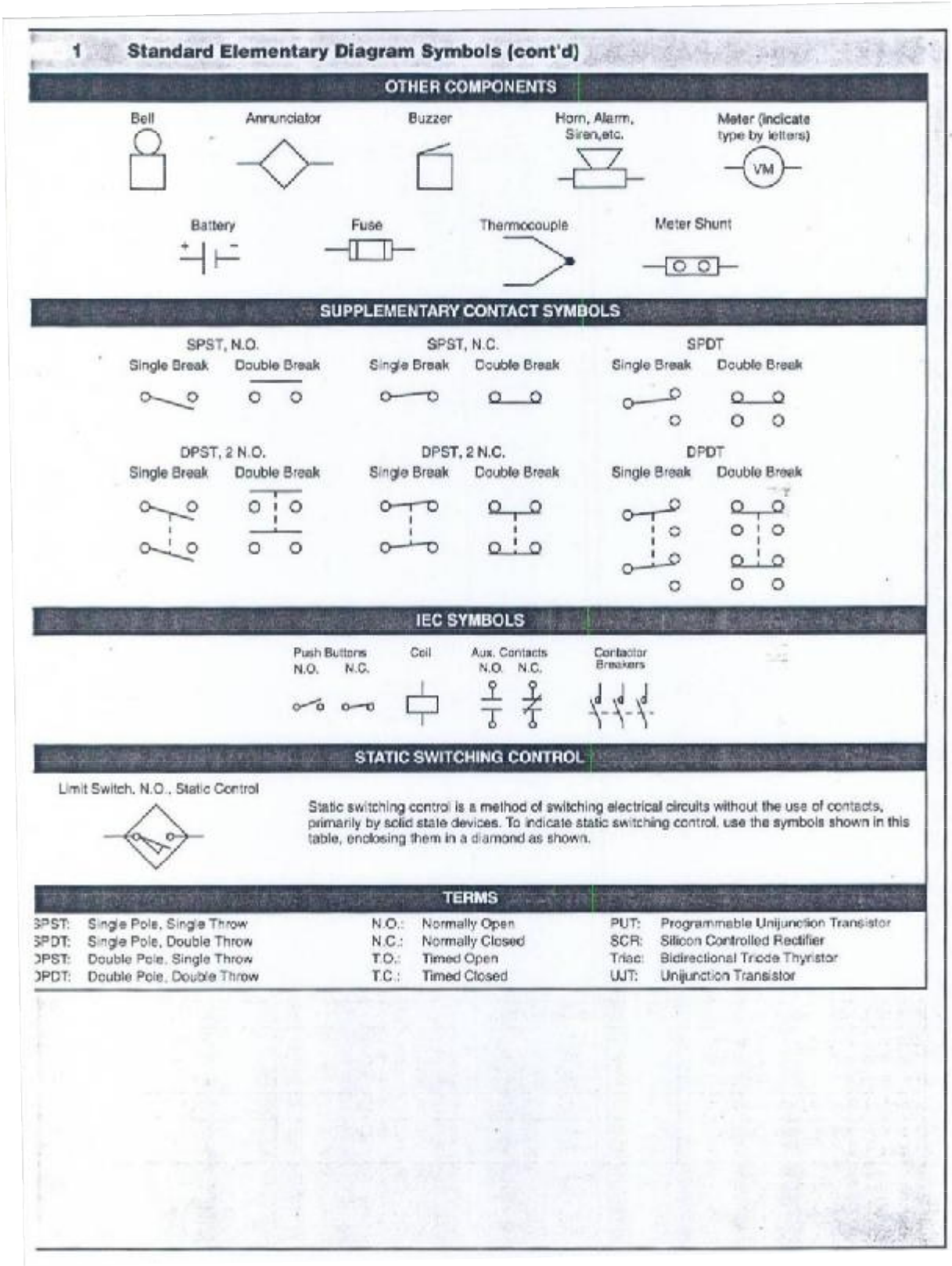
These letters denote the location of the main device in the circuit, or the type of circuit in which the device is used, or the type of circuit or apparatus with which it is associated, when this is necessary, such as:

A	Alarm or Auxiliary Power
AC	Alternating Current
AN	Anode
B	Battery or Blower or Bus
BK	Brake
BP	Bypass
BT	Bus Tie
C	Capacitor or Condenser or Compensator or Carrier Current
CA	Cathode
D	Discharge
DC	Direct Current
E	Exciter
F	Feeder or Field or Filament
G	Generator or Ground*
H	Heater or Housing
L	Line or Logic
M	Motor or Metering
N	Network or Neutral*
P	Pump or Phase Comparison
R	Reactor or Rectifier
S	Synchronizing or Secondary
T	Transformer or Thyratron
TH	Transformer (High-voltage Side)
TL	Transformer (Low-voltage Side)
TM	Telemeter
U	Unit

*Note: Suffix "N" is generally used in preference to "G" for devices connected in the secondary neutral of current transformers, or in the secondary of a current transformer whose primary winding is located in the neutral of a machine or power transformer, except in the case of transmission line relaying, where the suffix "G" is more commonly used for those relays that operate on ground faults.


The diagram symbols in Table 1 are used by Square D and, where applicable, conform to NEMA (National Electrical Manufacturers Association) standards.
1 Standard Elementary Diagram Symbols
SWITCHES
Disconnect
Circuit Interrupter
Circuit Breakers w/ Thermal OL
Circuit Breakers w/ Magnetic OL
Pressure & Vacuum Switches
N.O.
N.C.
Liquid Level Switches
Temperature Actuated Switches
Limit Switches
Held Closed
Held Open
Speed (Plugging)
Anti-Plug
Flow Switches
Foot Switches
SELECTORS
2-Position Selector Switch
3-Position Selector Switch
2-Position Selector Push Button
Selector Position
Push Button
Contacts 1-2 | 3-4
Free
Depressed
1 = contact closed
PUSH BUTTONS – MOMENTARY CONTACT
N.O. & N.C. (double circuit)
Mushroom Head
Wobble Stick
Illuminated
PUSH BUTTONS – MAINTAINED CONTACT
2 Single Circuits
1 Double Circuit
PILOT LIGHTS
Push-to-Test
(indicate color by letter)
INSTANT OPERATING CONTACTS
w/ Blowout
w/o Blowout
TIMED CONTACTS
Contact action retarded after coil is:
Energized
Deenergized
N.O.T.C.
N.C.T.O.
N.O.T.O.
N.C.T.C.


Standard Elementary Diagram Sym
Table 1 Standard Elementary Diagram Symbols (cont'd)
INDUCTORS
Iron Core
Air Core
TRANSFORMERS
Auto
Iron Core
Air Core
Current
Dual Voltage
OVERLOAD RELAYS
Thermal
Magnetic
AC MOTORS
Single Phase
3-Phase Squirrel Cage
2-Phase, 4-Wire
Wound Rotor
DC MOTORS
Armature
Shunt Field (show 4 loops)
Series Field (show 3 loops)
Commutating or Compensating Field (show 2 loops)
WIRING
Not Connected
Connected
Power
Control
Terminal
Ground
Mechanical Connection
Mechanical Interlock Connection
CAPACITORS
Fixed
Adjustable
RESISTORS
Fixed
Heating Element
Adjustable, by Fixed Taps
Rheostat, Potentiometer or Adjustable Taps
RES
H
SEMICONDUCTORS
Diode or Half Wave Rectifier
Tunnel Diode
Zener Diode
Bidirectional Breakdown Diode
Triac
SCR
PUT
Photosensitive Cell
Full Wave Rectifier
NPN Transistor
PNP Transistor
UJT, N Base
UJT, P Base
Gate Turn-Off Thyristor
AC
DC
C
B
E
B2
B1
A
G
K



1 Standard Elementary Diagram Symbols (cont'd)

OTHER COMPONENTS

Bell
Annunciator
Buzzer
Horn, Alarm, Siren,etc.
Meter (indicate type by letters) — VM
Battery
Fuse
Thermocouple
Meter Shunt

SUPPLEMENTARY CONTACT SYMBOLS

SPST, N.O. — Single Break, Double Break
SPST, N.C. — Single Break, Double Break
SPDT — Single Break, Double Break
DPST, 2 N.O. — Single Break, Double Break
DPST, 2 N.C. — Single Break, Double Break
DPDT — Single Break, Double Break

IEC SYMBOLS

Push Buttons — N.O., N.C.
Coil
Aux. Contacts — N.O., N.C.
Contactor Breakers

STATIC SWITCHING CONTROL

Limit Switch, N.O., Static Control

Static switching control is a method of switching electrical circuits without the use of contacts, primarily by solid state devices. To indicate static switching control, use the symbols shown in this table, enclosing them in a diamond as shown.

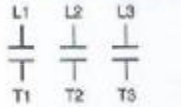
TERMS

SPST:	Single Pole, Single Throw	N.O.:	Normally Open	PUT:	Programmable Unijunction Transistor
SPDT:	Single Pole, Double Throw	N.C.:	Normally Closed	SCR:	Silicon Controlled Rectifier
DPST:	Double Pole, Single Throw	T.O.:	Timed Open	Triac:	Bidirectional Triode Thyristor
DPDT:	Double Pole, Double Throw	T.C.:	Timed Closed	UJT:	Unijunction Transistor

NEMA and IEC Markings and Schematic Diagr
Control and Power Connection

Table 2 NEMA and IEC Terminal Markings

NEMA



Alphanumeric, corresponding to incoming line and motor terminal designations

Power Terminals

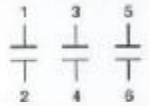
No specific marking

Control Terminals

No standard designation

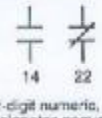
Coil Terminals

IEC



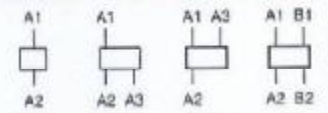
Single digit numeric, odd for supply lines, even for load connections

Power Terminals



2-digit numeric, 1st designates sequence, 2nd designates function (1-2 for N.C., 3-4 for N.O.)

Control Terminals

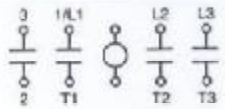


One Winding | Tapped Winding | Tapped Winding | Two Windings

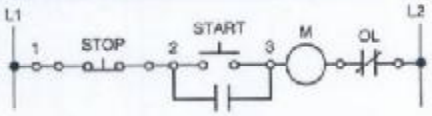
Coil Terminals

Table 3 NEMA and IEC Controller Markings and Elementary Diagrams

NEMA

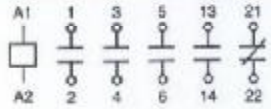


Typical Controller Markings

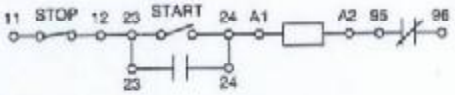


Typical Elementary Diagram

IEC



Typical Controller Markings



Typical Elementary Diagram

Table 4 Control and Power Connections for Across-the-Line Starters, 600 V or less
(From NEMA standard ICS 2-321A.60)

		1-Phase	2-Phase, 4-Wire	3-Phase
Line Markings		L1, L2	L1, L3: Phase 1 L2, L4: Phase 2	L1, L2, L3
Ground, when used		L1 is always ungrounded	—	L2
Motor Running Overcurrent, units in:	1 element	L1	—	—
	2 element	—	L1, L4	—
	3 element	—	—	L1, L2, L3
Control Circuit Connected to		L1, L2	L1, L3	L1, L2
For Reversing, Interchange Lines		—	L1, L3	L1, L3

Examples of Control Circuits

2- and 3-Wire Control

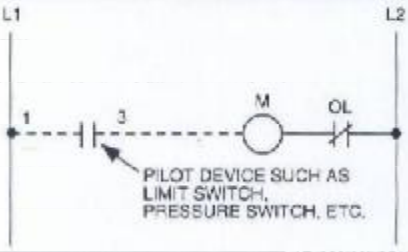
Elementary Diagrams

Low Voltage Release and Low Voltage Protection are the basic control circuits encountered in motor control applications. The simplest schemes are shown below. Other variations shown in this section may appear more complicated, but can always be resolved into these two basic schemes.

Note: The control circuits shown in this section may not include overcurrent protective devices required by applicable electrical codes. See page 11 for examples of control circuit overcurrent protective devices and their use.

Low Voltage Release: 2-Wire Control

FIG. 1



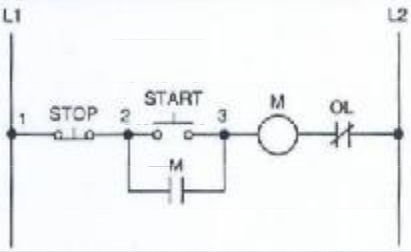
Low voltage release is a 2-wire control scheme using a maintained contact pilot device in series with the starter coil.

This scheme is used when a starter is required to function automatically without the attention of an operator. If a power failure occurs while the contacts of the pilot device are closed, the starter will drop out. When power is restored, the starter will automatically pickup through the closed contacts of the pilot device.

The term "2-wire" control is derived from the fact that in the basic circuit, only two wires are required to connect the pilot device to the starter.

Low Voltage Protection: 3-Wire Control

FIG. 2



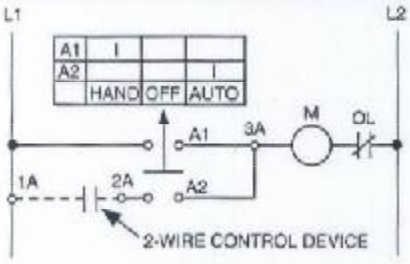
Low voltage protection is a 3-wire control scheme using momentary contact push buttons or similar pilot devices to energize the starter coil.

This scheme is designed to prevent the unexpected starting of motors, which could result in injury to machine operators or damage to the driven machinery. The starter is energized by pressing the Start button. An auxiliary holding circuit contact on the starter forms a parallel circuit around the Start button contacts, holding the starter in after the button is released. If a power failure occurs, the starter will drop out and will open the holding circuit contact. When power is restored, the Start button must be operated again before the motor will restart.

The term "3-wire" control is derived from the fact that in the basic circuit, at least three wires are required to connect the pilot devices to the starter.

2-Wire Control: Maintained Contact Hand-OFF-Auto Selector Switch

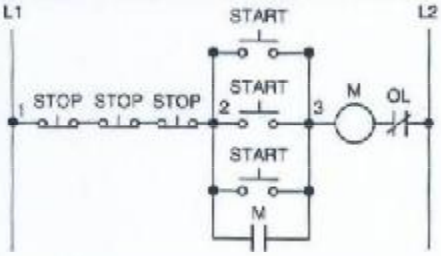
FIG. 3



A Hand-Off-Auto selector switch is used on 2-wire control applications where it is desirable to operate the starter manually as well as automatically. The starter coil is manually energized when the switch is turned to the Hand position and is automatically energized by the pilot device when the switch is in the Auto position.

3-Wire Control: Momentary Contact Multiple Push Button Station

FIG. 4

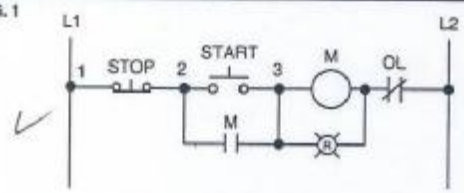


When a motor must be started and stopped from more than one location, any number of Start and Stop push buttons may be wired together. It is also possible to use only one Start-Stop station and have several Stop buttons at different locations to serve as an emergency stop.

3-Wire Control
Elementary Diagrams

3-Wire Control: Pilot Light Indicates when Motor is Running

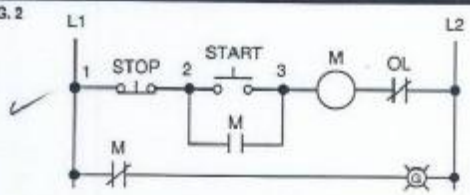
FIG. 1



A pilot light can be wired in parallel with the starter coil to indicate when the starter is energized, indicating the motor is running.

3-Wire Control: Pilot Light Indicates when Motor is Stopped

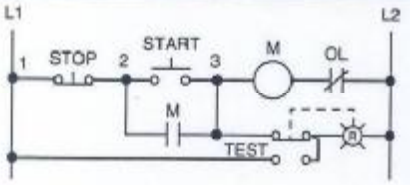
FIG. 2



A pilot light may be required to indicate when the motor is stopped. This can be implemented by wiring a normally-closed auxiliary contact on the starter in series with the pilot light, as shown above. When the starter is deenergized, the pilot light illuminates. When the starter picks up, the auxiliary contact opens, turning off the light.

3-Wire Control: Push-to-Test Pilot Light Indicates when Motor is Running

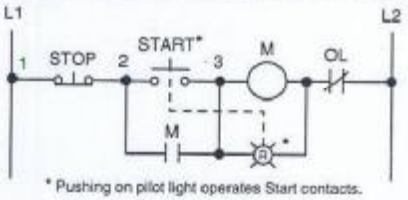
FIG. 3



When the Motor Running pilot light is not lit, there may be doubt as to whether the circuit is open or whether the pilot light bulb is burned out. To test the bulb, push the color cap of the Push-to-Test pilot light.

3-Wire Control: Illuminated Push Button Indicates when Motor is Running

FIG. 4

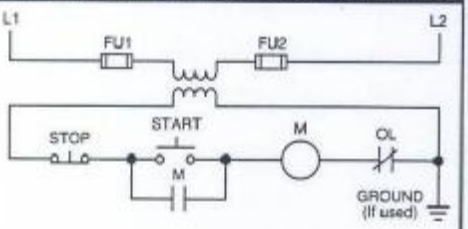


* Pushing on pilot light operates Start contacts.

The illuminated push button combines a Start button and pilot light in one unit. Pressing the pilot light lens operates the Start contacts. Space is saved by using a two-unit push button station instead of three.

3-Wire Control: Fused Control Circuit Transformer

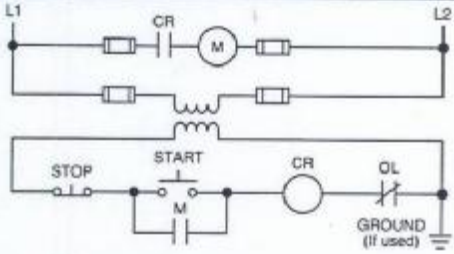
FIG. 5



As an operator safety precaution, a step-down transformer can be used to provide a control circuit voltage lower than line voltage. The diagram above shows one way to provide overcurrent protection for control circuits.

3-Wire Control: Fused Control Circuit Transformer and Control Relay

FIG. 6



A starter coil with a high VA rating may require a control transformer of considerable size. A control relay and a transformer with a low VA rating can be connected so the normally-open relay contact controls the starter coil on the primary or line side. Square D Size 5 Combination Starter Form F4T starters use this scheme.

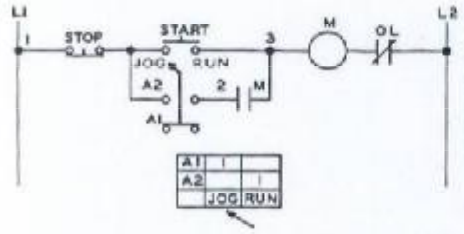
Examples of Control Circuits

3-Wire Control

Elementary Diagrams

Jogging: Selector Switch and Start Push Button

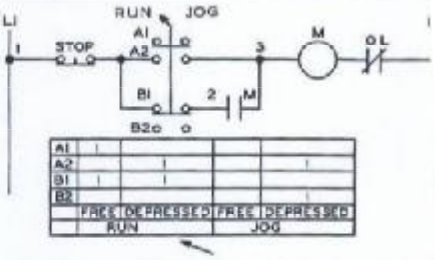
FIG. 1



Jogging, or inching, is defined by NEMA as the momentary operation of a motor from rest for the purpose of accomplishing small movements of the driven machine. One method of jogging is shown above. The selector switch disconnects the holding circuit contact and jogging may be accomplished by pressing the Start push button.

Jogging: Selector Push Button

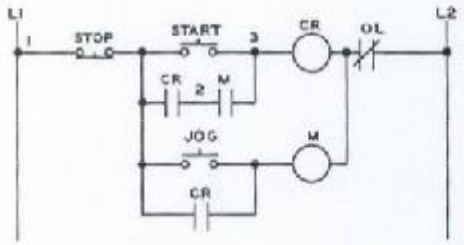
FIG. 2



A selector push button may be used to obtain jogging, as shown above. In the Run position, the selector-push button provides normal 3-wire control. In the Jog position, the holding circuit is broken and jogging is accomplished by depressing the push button.

Jogging: Control Relay

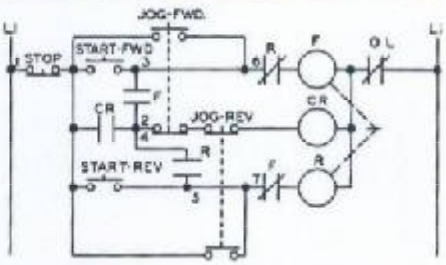
FIG. 3



When the Start push button is pressed, the control relay is energized, which in turn energizes the starter coil. The normally-open starter auxiliary contact and relay contact then form a holding circuit around the Start push button. When the Jog push button is pressed, the starter coil is energized (independent of the relay) and no holding circuit forms, thus jogging can be obtained.

Jogging: Control Relay for Reversing Starter

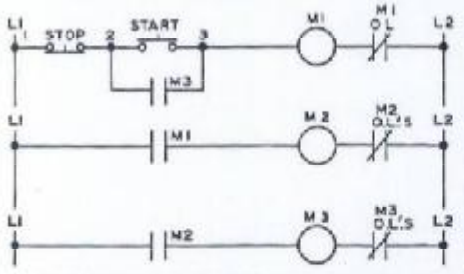
FIG. 4



This control scheme permits jogging the motor either in the forward or reverse direction, whether the motor is at standstill or rotating. Pressing the Start-Forward or Start-Reverse push button energizes the corresponding starter coil, which closes the circuit to the control relay. The relay picks up and completes the holding circuit around the Start button. As long as the relay is energized, either the forward or reverse contactor remains energized. Pressing either Jog push button will deenergize the relay, releasing the closed contactor. Further pressing of the Jog button permits jogging in the desired direction.

3-Wire Control: More than 1 Starter, 1 Push Button Station Controls all

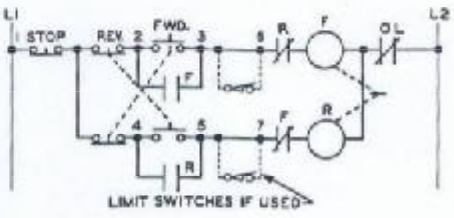
FIG. 5



When one Start-Stop station is required to control more than one starter, the scheme above can be used. A maintained overload on any one of the motors will drop out all three starters.

3-Wire Control: Reversing Starter

FIG. 6



3-wire control of a reversing starter can be implemented with a Forward-Reverse-Stop push button station as shown above. Limit switches may be added to stop the motor at a certain point in either direction. Jumpers 6 to 3 and 7 to 5 must then be removed.

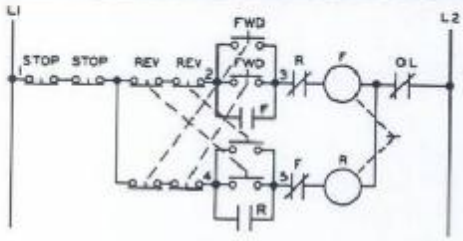
8

We Reyn

3-Wire Control
Elementary Diagrams

3-Wire Control: Reversing Starter Multiple Push Button Station

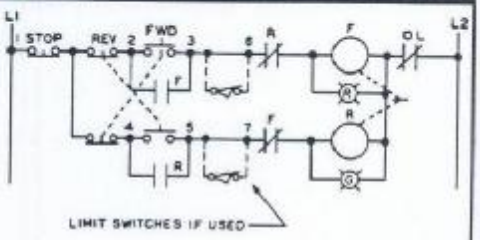
FIG. 1



More than one Forward-Reverse-Stop push button station may be required and can be connected in the manner shown above.

3-Wire Control: Reversing Starter w/ Pilot Lights to Indicate Motor Direction

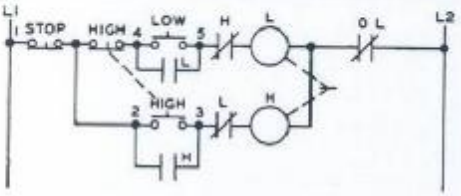
FIG. 2



Pilot lights may be connected in parallel with the forward and reverse contactor coils, indicating which contactor is energized and thus which direction the motor is running.

3-Wire Control: 2-Speed Starter

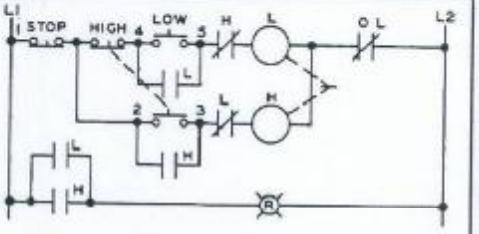
FIG. 3



3-wire control of a 2-speed starter with a High-Low-Stop push button station is shown above. This scheme allows the operator to start the motor from rest at either speed or to change from low to high speed. The Stop button must be operated before it is possible to change from high to low speed. This arrangement is intended to prevent excessive line current and shock to motor and driven machinery, which results when motors running at high speed are reconnected for a lower speed.

3-Wire Control: 2-Speed Starter w/ 1 Pilot Light to Indicate Motor Operation at Each Speed

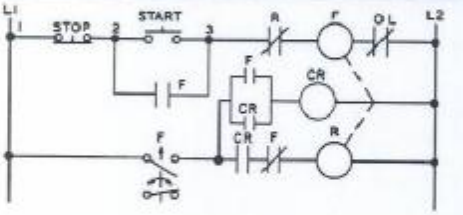
FIG. 4



One pilot light may be used to indicate operation at both low and high speeds. One extra normally-open auxiliary contact on each contactor is required. Two pilot lights, one for each speed, may be used by connecting pilot lights in parallel with high and low coils (see reversing starter diagram above).

Plugging: Plugging a Motor to a Stop from 1 Direction Only

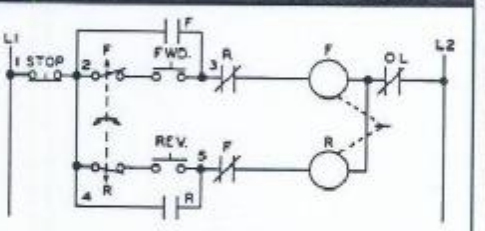
FIG. 5



Plugging is defined by NEMA as a braking system in which the motor connections are reversed so the motor develops a counter torque, thus exerting a retarding force. In the above scheme, forward rotation of the motor closes the normally-open plugging switch contact and energizing control relay CR. When the Stop push button is operated, the forward contactor drops out, the reverse contactor is energized through the plugging switch, control relay contact and normally-closed forward auxiliary contact. This reverses the motor connections and the motor is braked to a stop. The plugging switch then opens and disconnects the reverse contactor. The control relay also drops out. The control relay makes it impossible for the motor to be plugged in reverse by rotating the motor rotor closing the plugging switch. This type of control is not used for running in reverse.

Anti-Plugging: Motor to be Reversed but Must Not be Plugged

FIG. 6



Anti-plugging protection is defined by NEMA as the effect of a device that operates to prevent application of counter-torque by the motor until the motor speed has been reduced to an acceptable value. In the scheme above, with the motor operating in one direction, a contact on the anti-plugging switch opens the control circuit of the contactor used for the opposite direction. This contact will not close until the motor has slowed down, after which the other contactor can be energized.

Examples of Control Circuits

Shunting Thermal Units During Starting Period

Elementary Diagrams

Shunting Thermal Units During Starting Period

Article 430-35 of the NEC describes circumstances under which it is acceptable to shunt thermal units during abnormally long accelerating periods.

430-35. Shunting During Starting Period.

(a) Nonautomatically Started. For a nonautomatically started motor, the overload protection shall be permitted to be shunted or cut out of the circuit during the starting period of the motor if the device by which the overload protection is shunted or cut out cannot be left in the starting position and if fuses or inverse time circuit breakers rated or set at not over 400 percent of the full-load current of the motor are so located in the circuit as to be operative during the starting period of the motor.

(b) Automatically Started. The motor overload protection shall not be shunted or cut out during the starting period if the motor is automatically started.

Exception. The motor overload protection shall be permitted to be shunted or cut out during the starting period on an automatically started motor where:

(1) The motor starting period exceeds the time delay of available motor overload protective devices, and

(2) Listed means are provided to:

a. Sense motor rotation and to automatically prevent the shunting or cut out in the event that the motor fails to start, and

b. Limit the time of overload protection shunting or cut out to less than the locked rotor time rating of the protected motor, and

c. Provide for shutdown and manual restart if motor running condition is not reached.

Figures 1 and 2 show possible circuits for use in conjunction with 3-wire control schemes. Figure 1 complies with NEC requirements. Figure 2 exceeds NEC requirements, but the additional safety provided by the zero speed switch might be desirable.

Figure 3 shows a circuit for use with a 2-wire, automatically started control scheme that complies with NEC requirements. UL or other listed devices must be used in this arrangement.

FIG. 1

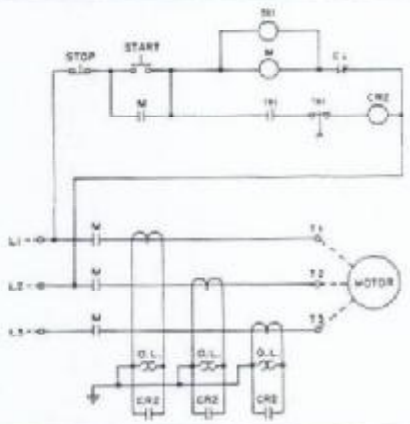


FIG. 2

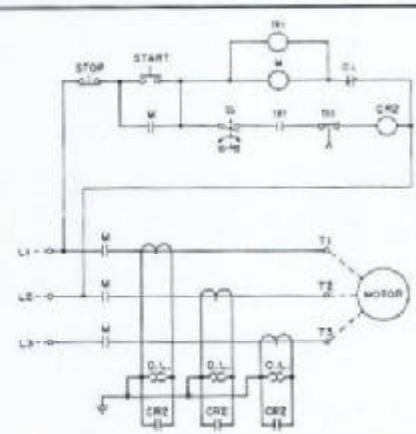
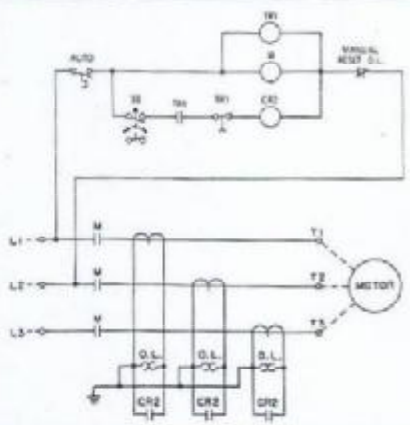


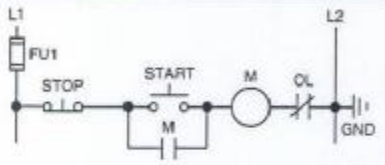
FIG. 3



Overcurrent Protection for 3-Wire Control Circuits
Elementary Diagrams

3-Wire Control: Fusing in 1 Line Only

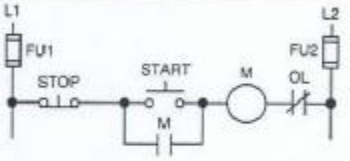
FIG. 1



Common control with fusing in one line only and with both lines ungrounded or, if user's conditions permit, with one line grounded.

3-Wire Control: Fusing in Both Lines

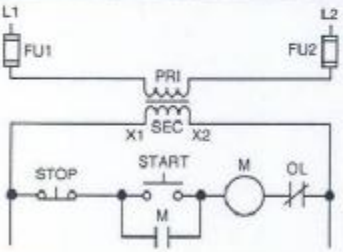
FIG. 2



Common control with fusing in both lines and with both lines ungrounded.

3-Wire Control: Fusing in Both Primary Lines

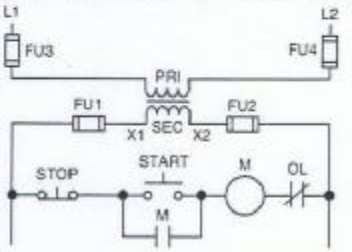
FIG. 3



Control circuit transformer with fusing in both primary lines, no secondary fusing and all lines ungrounded.

3-Wire Control: Fusing in Both Primary and Secondary Lines

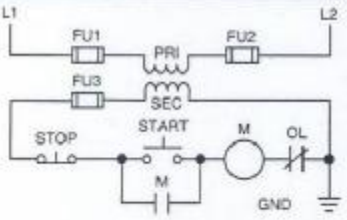
FIG. 4



Control circuit transformer with fusing in both primary lines and both secondary lines, with all lines ungrounded.

3-Wire Control: Fusing in Both Primary Lines and 1 Secondary Line

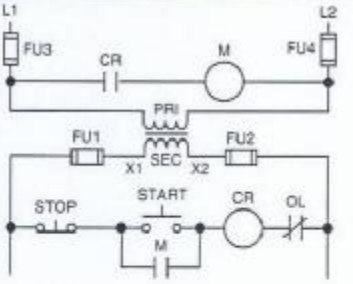
FIG. 5



Control circuit transformer with fusing in one secondary line and both primary lines, with one line grounded.

3-Wire Control: Fusing in Both Primary and Secondary Lines For Large Starters using Small Transformer

FIG. 6



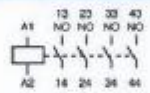
Control circuit transformer with fusing in both primary lines and both secondary lines, with all lines ungrounded. Used for large VA coils only.

Telemecanique

IEC D-Line Control Relays
(for input modules see page 42)

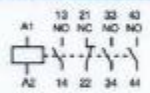
Control Relays: CA2 and CA3

FIG. 1



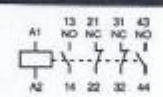
4 N.O. Instantaneous
CA2 DN40 and CA3 DN40

FIG. 2



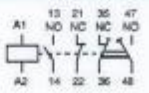
3 N.O. & 1 N.C. Instantaneous
CA2 DN31 and CA3 DN31

FIG. 3



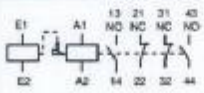
2 N.O. & 2 N.C. Instantaneous
CA2 DN22 and CA3 DN22

FIG. 4



2 N.O. & 2 N.C. Instantaneous, w/ 2 Make-Before-Break
CA2 DC22 and CA3 DC22

FIG. 5



2 N.O. & 2 N.C. Instantaneous w/ Mechanical Latch
CA2 DK22 and CA3 DK22

Front-Mounted Standard Instantaneous Auxiliary Contact Blocks: LA1

FIG. 6

1 N.O. & 1 N.C.
LA1 DN11

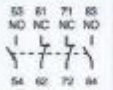
FIG. 7

2 N.O.
LA1 DN20

FIG. 8

2 N.C.
LA1 DN02

FIG. 9



2 N.O. & 2 N.C.
LA1 DN22

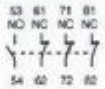
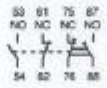
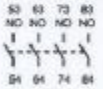
FIG. 10

1 N.O. & 3 N.C.
LA1 DN13

FIG. 11



2 N.O. & 2 N.C. w/ 2 Make-Before-Break
LA1 DC22

FIG. 12



4 N.O.
LA1 DN40

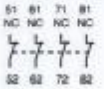
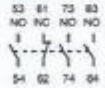
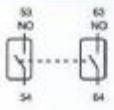
FIG. 13

4 N.C.
LA1 DN04

FIG. 14

3 N.O. & 1 N.C.
LA1 DN31

Front-Mounted Damp- and Dust-Protected Instantaneous Auxiliary Contact Blocks: LA1

FIG. 15



2 N.O.
LA1 DX20

FIG. 16

2 N.O. w/ Grounding Screw
LA1 DY20

FIG. 17

2 Dusttight N.O. & 2 N.O.
LA1 DZ40

FIG. 18

2 Dusttight N.O. & 1 N.O. & 1 N.C.
LA1 DZ31

Front-Mounted Time Delay Auxiliary Contacts: LA2 and LA3

FIG. 19

On Delay, 1 N.O. & 1 N.C.
LA2 DT

FIG. 20

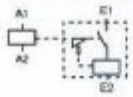
On Delay, 1 N.C. w/ 1 Offset N.O.
LA2 DS

FIG. 21

Off Delay, 1 N.O. & 1 N.C.
LA3 DR

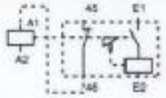
Front-Mounted Mechanical Latch Adder Blocks: LA6

FIG. 22



LA6 DK1

FIG. 23



LA6 DK2

Side-Mounted Auxiliary Contact Blocks: LA8

FIG. 24

1 N.O. & 1 N.C. Instantaneous
LA8 DN11

FIG. 25

2 N.O. Instantaneous
LA8 DN20

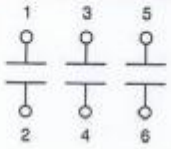
We Respond

31

Type T Overload Relays
Class 8502 and 9065

Power Terminals

FIG. 1



Power terminals on contactors, overloads and switches are single digits – odd for line side terminals and even for load side terminals.

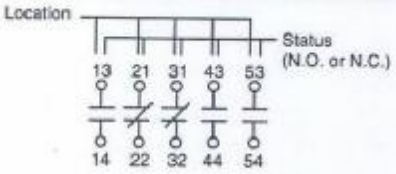
Coil Terminals

FIG. 2

Coil terminals are designated by a letter and a number. Terminals for a single winding coil are designated "A1" and "A2".

Auxiliary Contact Terminals

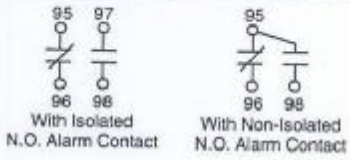
FIG. 3



Auxiliary contacts on contactors, relays and push button contacts use 2-digit terminal designations, as shown in the diagram above. The first digit indicates the location of the contact on the device. The second digit indicates the status of the contacts, N.O. or N.C. "1" and "2" indicate N.C. contacts. "3" and "4" indicate N.O. contacts.

Overload Relay Contact Terminals

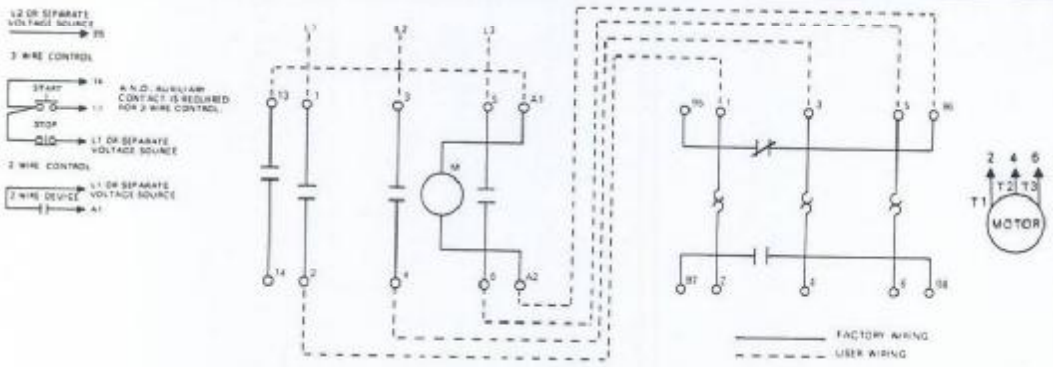
FIG. 4



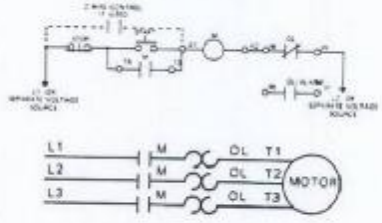
Overload contact terminals are marked with two digits. The first digit is "9". The second digits are "5" and "6" for a N.C. and "7" and "8" for a N.O. isolated contact. If the device has a non-isolated alarm contact (single pole), the second digits of the N.O. terminals are "5" and "8".

Class 8502 Type PD or PE Contactor w/ Class 9065 Type TR Overload Relay

FIG. 5



Wiring Diagram



Elementary Diagram

We Respect

33

Telemecanique

IEC Contactors and Auxiliary Contact Blocks
(for Input Modules see page 42)

3- and 4-Pole Contactors: LC1 and LP1
(Terminal markings conform to standards EN 50011 and 50012)

FIG. 1 — D09 10 to D32 10

FIG. 2 — D09 01 to D32 01

FIG. 3 — D40 11 to D95 11

FIG. 4 — D12 004 to D80 004

FIG. 5 — D12 008 and D25 008

FIG. 6 — D40 008 to D80 008

Front-Mounted Standard Instantaneous Auxiliary Contact Blocks: LA1

FIG. 7 — 1 N.O. LA1 DN 10

FIG. 8 — 1 N.O. & 1 N.C LA1 DN 11

FIG. 9 — 2 N.O. LA1 DN 20

FIG. 10 — 2 N.C. LA1 DN 02

FIG. 11 — 2 N.O. & 2 N.C. LA1 DN 22

FIG. 12 — 1 N.O. & 3 N.C. LA1 DN 13

FIG. 13 — 1 N.C. LA1 DN 01

FIG. 14 — 2 N.O. & 2 N.C. w/ 2 Make-Before-Break LA1 DC 22

FIG. 15 — 4 N.O. LA1 DN 40

FIG. 16 — 4 N.C. LA1 DN 04

FIG. 17 — 3 N.O. & 1 N.C. LA1 DN 31

Front-Mounted Damp- and Dust-Protected (IP 54) Instantaneous Auxiliary Contact Blocks: LA1

FIG. 18 — 2 N.O. LA1 DX 20

FIG. 19 — 2 N.O. (5-24 V) w/ Grounding Screw LA1 DY 20

FIG. 20 — 2 Dusttight N.O. (24-50 V) & 2 N.O. LA1 DZ 40

FIG. 21 — 2 Dusttight N.O. (24-50 V) & 1 N.O. & 1 N.C. LA1 DZ 31

Front-Mounted Time Delay Auxiliary Contacts: LA2 and LA3

FIG. 22 — On Delay, 1 N.O. & 1 N.C. LA2 DT•

FIG. 23 — On Delay, 1 N.O. w/ 1 Offset N.O. LA2 DS•

FIG. 24 — Off Delay, 1 N.O. & 1 N.C. LA3 DR•

Front-Mounted Mechanical Latch Adder Blocks: LA6

FIG. 25 — LA6 DK 1

FIG. 26 — LA6 DK 2, LA6 DK 3

Side-Mounted Auxiliary Contact Blocks: LA8

FIG. 27 — 1 N.O. & 1 N.C. Instantaneous LA8 DN 11

FIG. 28 — 2 N.O. Instantaneous LA8 DN 20

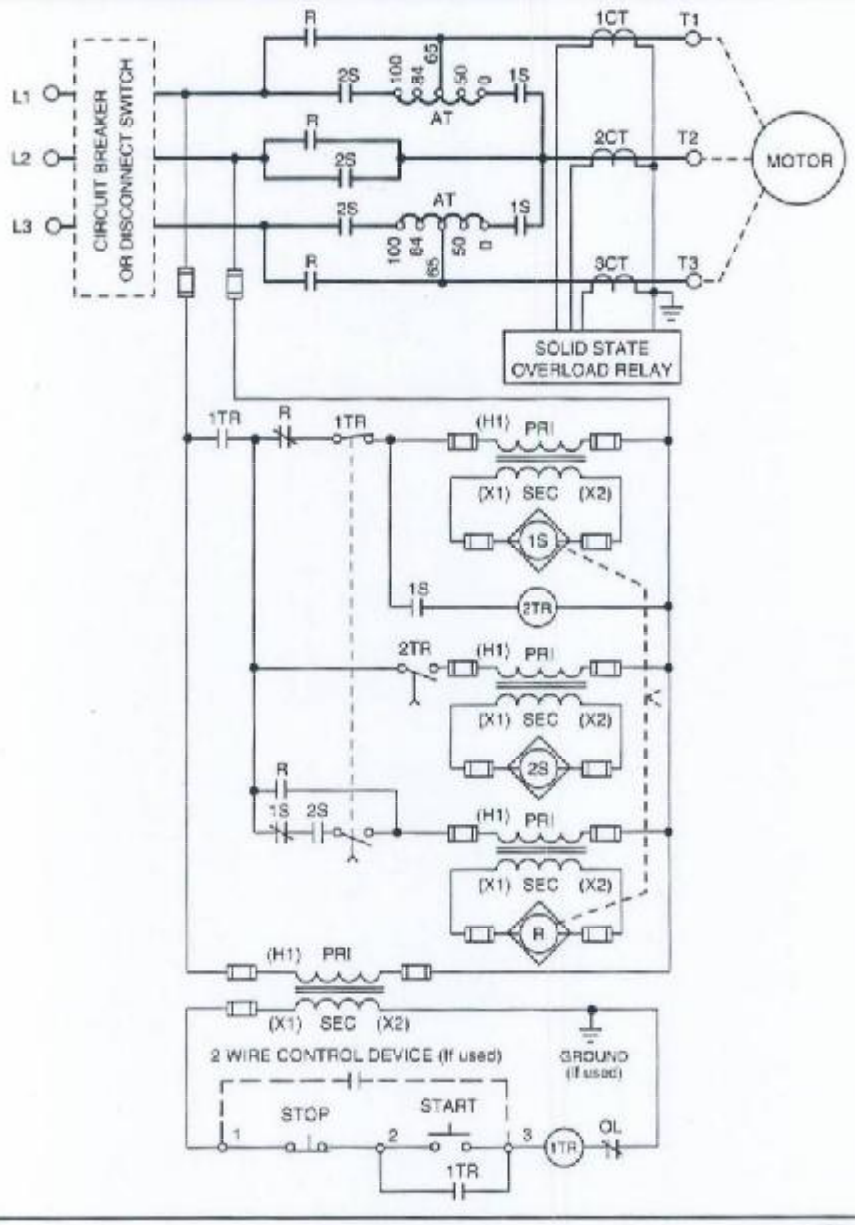
We Respond

41

Reduced Voltage Controllers
Class 8606
Autotransformer Type, Size 7

Reduced Voltage Autotransformer Controllers w/ Closed Transition Starting: Class 8606 Size 7

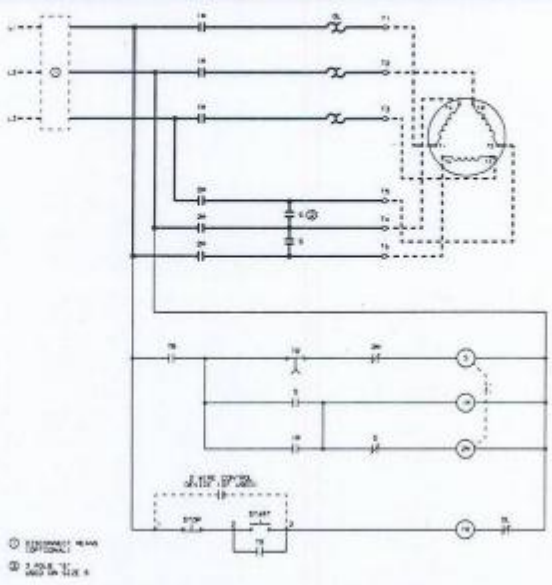
FIG. 1



Reduced Voltage Controllers
Class 8630
Wye-Delta Type, Size 1Y∆-5Y∆

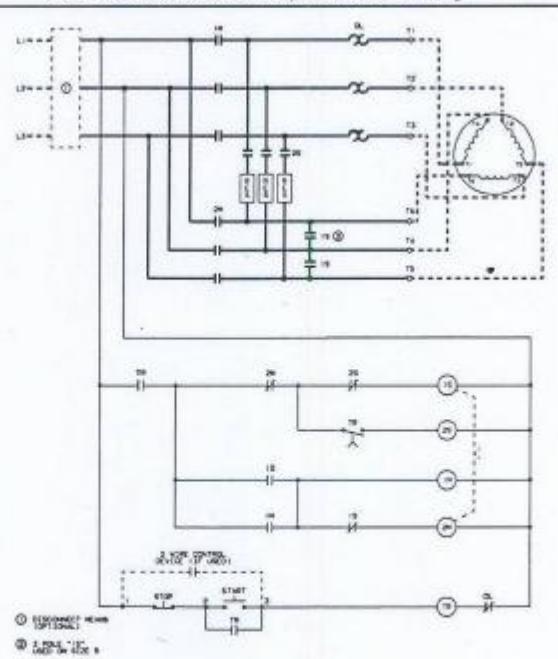
Wye-Delta Type Reduced Voltage Controllers, Size 1Y∆-5Y∆: Class 8630

FIG. 1

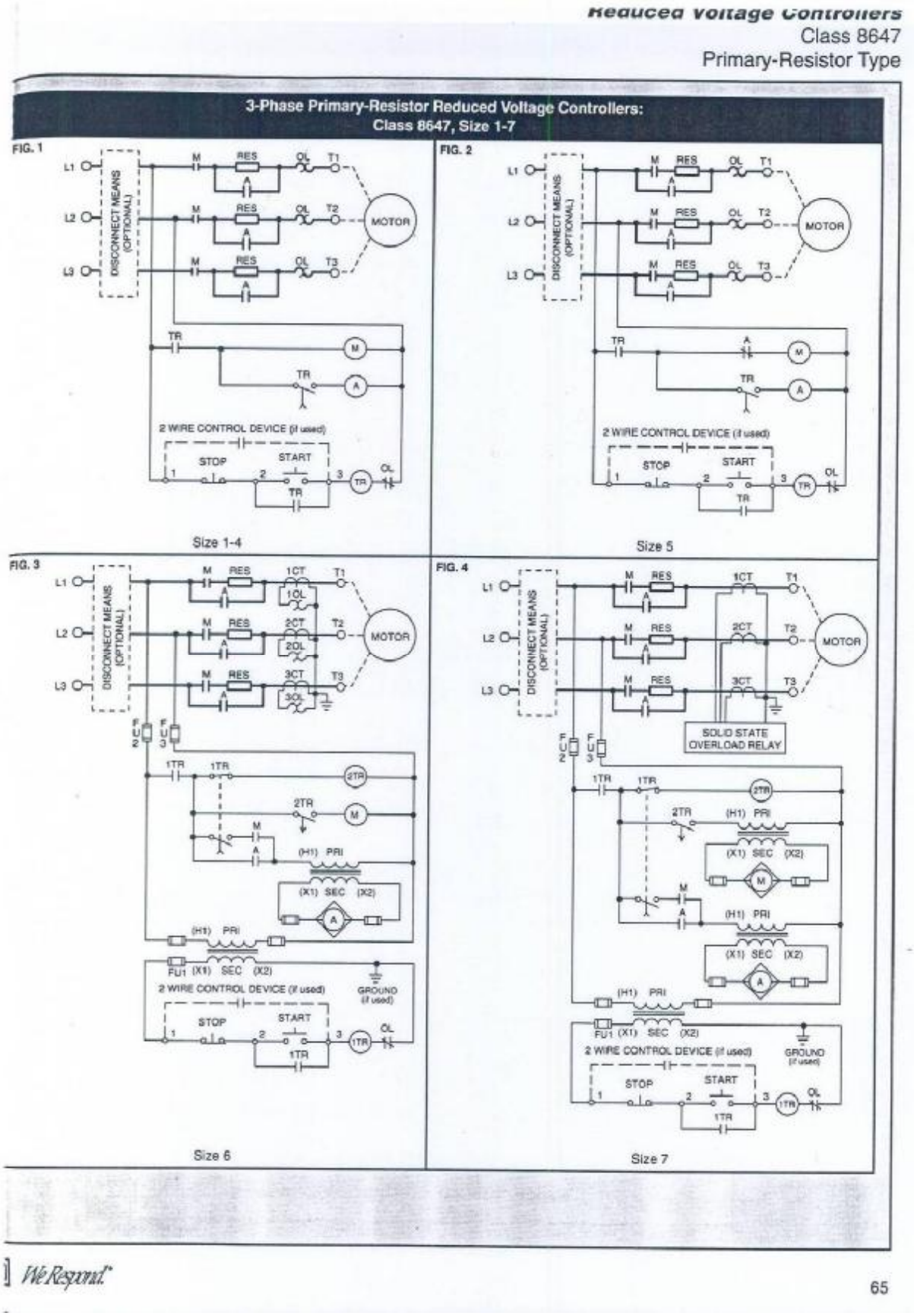


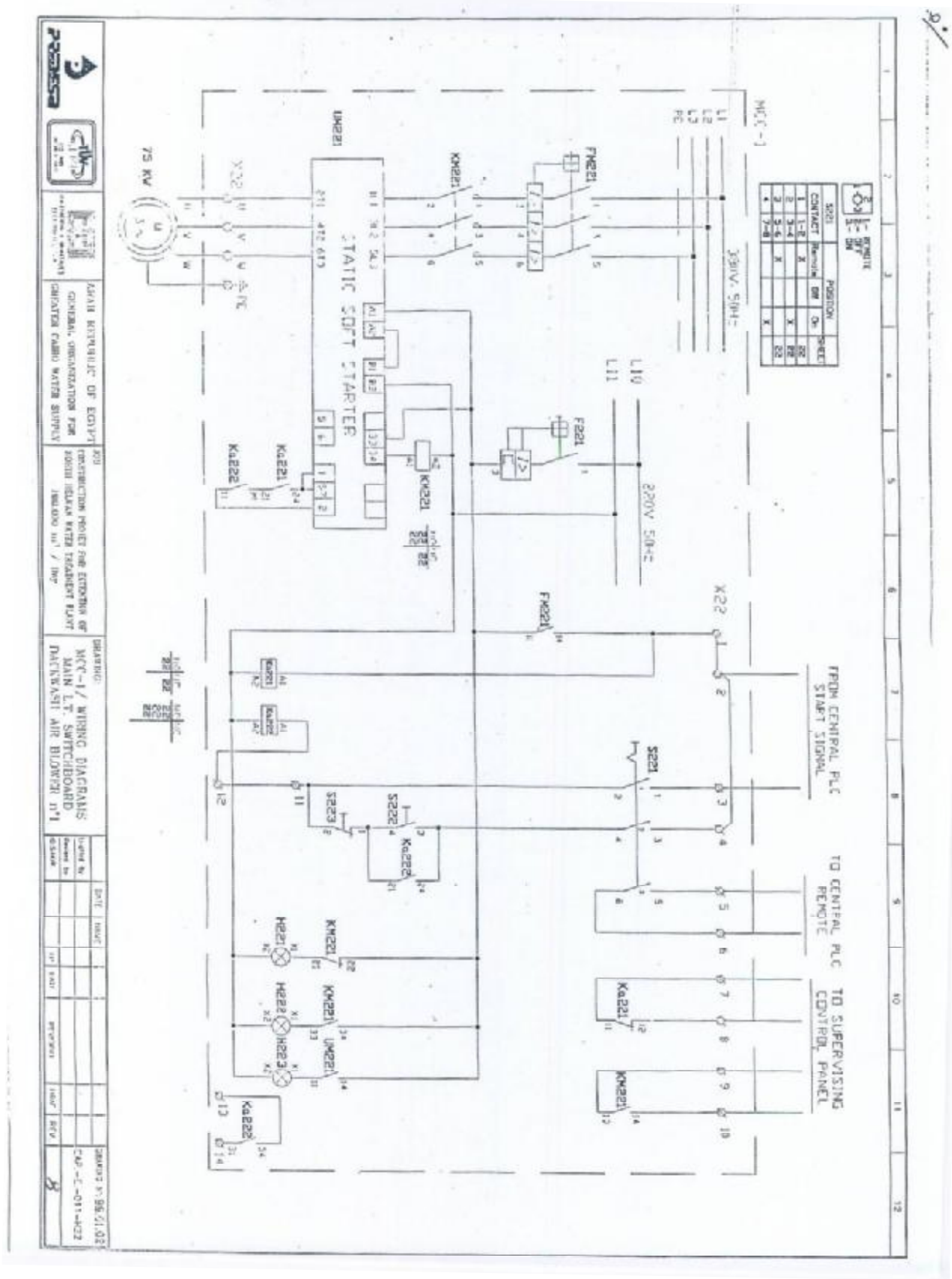
Size 1Y∆-5Y∆ Controllers with Open-Transition Starting

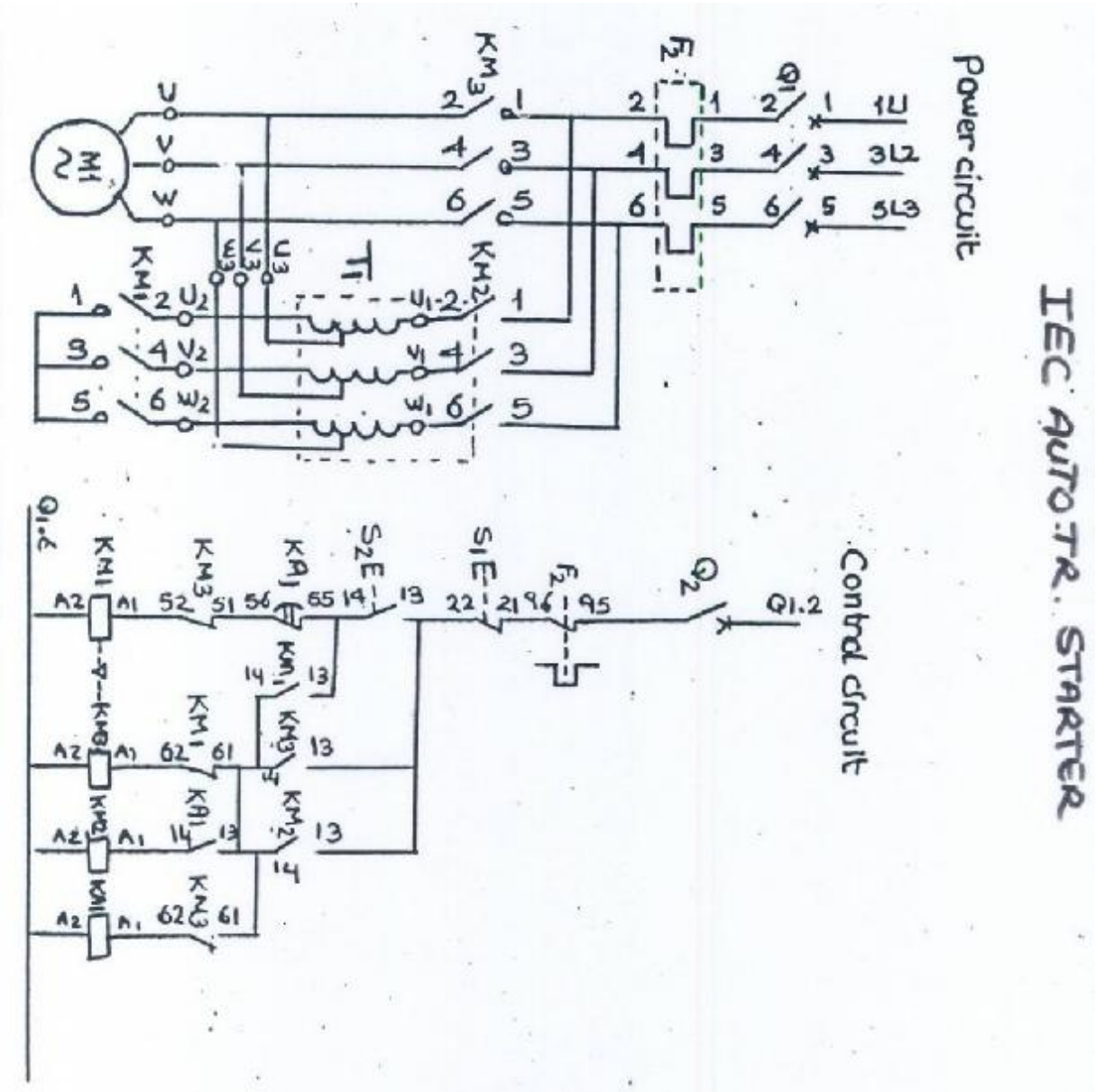
FIG. 2

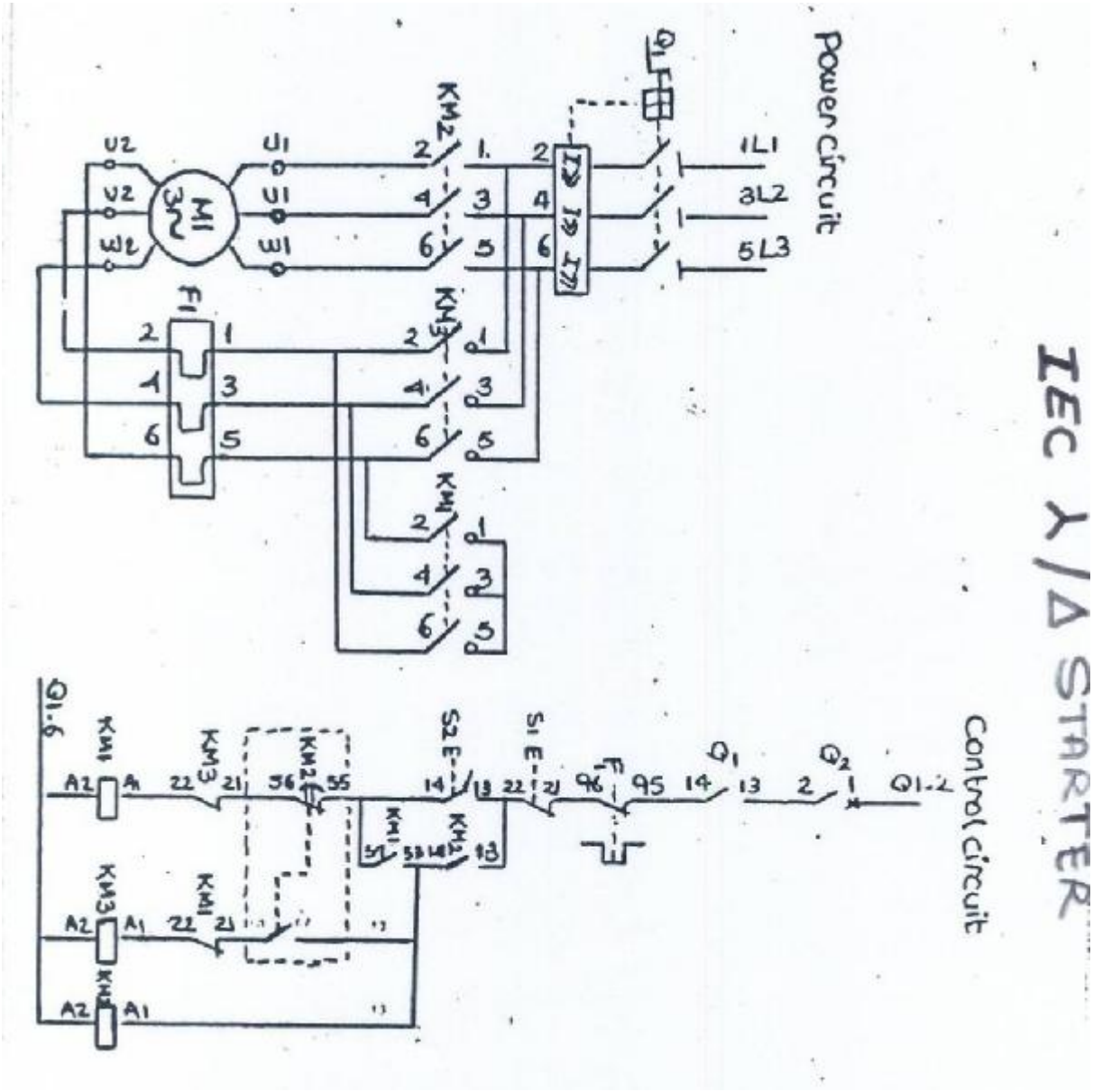


Size 1Y∆-5Y∆ Controllers with Closed-Transition Starting


Reduced Voltage Controllers
Class 8647
Primary-Resistor Type
3-Phase Primary-Resistor Reduced Voltage Controllers:
Class 8647, Size 1-7
FIG. 1
FIG. 2
FIG. 3
FIG. 4
DISCONNECT MEANS (OPTIONAL)
MOTOR
2 WIRE CONTROL DEVICE (if used)
STOP
START
GROUND (if used)
SOLID STATE OVERLOAD RELAY
Size 1-4
Size 5
Size 6
Size 7
We Respond
65


MCC-1
380V 50Hz
220V 50Hz
STATIC SOFT STARTER
FROM CENTRAL PLC
START SIGNAL
TO CENTRAL PLC
REMOTE
TO SUPERVISING
CONTROL PANEL
MCC-1/ WIRING DIAGRAMS
MAIN L.T. SWITCHBOARD
BACKWASH AIR BLOWER n°1


IEC AUTO.TR. STARTER
Power circuit
Control circuit
M1
T1
F1
F2
Q1
Q2
KM1
KM2
KM3
KA1
S1E
S2E


IEC Y/Δ STARTER
Power circuit
Control circuit
Q1
KM1
KM2
KM3
F1
S1
S2
Q1-2
1L1
3L2
5L3

احتياطات الأمان عند إجراء الصيانة

الفصل الخامس

احتياطات الأمان عند إجراء الصيانة

مقدمـــــة من الضرورى، قبل وأثناء القيام بصيانة لوحات التوزيـــع الكهربيـــة، اتخـــاذ الاحتياطات المناسبة لتجنب التعرض لمخاطر الكهرباء.

معدات الأمان تشمل معدات الأمان التى يجب توافرها عند العمل الآتى:

- لافتات التحذير (خطر/ احترس/... إلخ).
- الأقفال.
- طفايات الحريق.
- مهمات الحماية الشخصية، وتشمل:
  - الملابس الواقية من الحريق (Overalls).
  - أقنعة حماية الوجه من الشرارة الكهربية.
  - نظارات حماية العين من الشرارة الكهربية.
  - خوذات حماية الرأس من الصدمات.
  - القفازات والأحذية والأرضيات العازلة.
- كاشفات الجهد (الضوئية والصوتية) للجهد المنخفض والمتوسط والعالى.
- كابلات التأريض.
- العُصى العازلة (للاستخدام مـــع كاشـــف الجهـــد) والعُـــصى العازلـــة (للاستخدام فى عملية التأريض).
- عِدد الإصلاح المعزولة.

وسنعرض فيما يلى فكرة مبسطة عن إحدى المعدات السابقة وهـــى كاشـــفات الجهد.

كاشفات الجهد هناك نوعان من كاشفات الجهد وذلك للجهد المتوسط والعالى.

أ. **كاشف يعمل بالمجال (Proximity detector)**:
يوضع فى نهاية عصا عازلة، ويعمل بتأثير المجال الكهروستاتيكى حول الموصل الحى. يستخدم لكشف الجهد بتقريبه من الموصل الحى، ويعطى إنذار (صوتياً/ ضوئياً) عند وجود جهد.

ب. **كاشف يعمل باللمس المباشر (Direct detector)**:
يوضع فى نهاية عصا عازلة ويعمل باللمس المباشر مع الموصل، وتوجد بالعصا مجموعة مكثفات متصلة على التوالى تستخدم لتقسيم الجهد. ويعطى هذا الكاشف إنذاراً ضوئياً.

الاحتياطات المطلوبة عند إجراء الصيانة توجد بعض الاحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء عمليات الصيانة ونستعرضها فيما يلى:

- تأمين اللوحة أولاً بفصل الكهرباء عنها، وباستخدام الأقفال يتم تأمين مصادر تغذية اللوحة بالكهرباء فى حالة الفصل.
- تعليق لافتات تحذير على الأجزاء التى تم فصلها. ويجب أن تحمل هذه اللافتات اسم وتوقيع الشخص المسئول وتاريخ تعليقها. ولا يتم رفع لافتات التحذير إلا بموافقة نفس الشخص المسئول.
- التأكد من توصيل جسم اللوحة بالأرضى توصيلاً جيداً. وذلك قبل البدء فى إجراءات فتح اللوحة والعمل بها.

- ارتداء مهمات الحماية الشخصية قبل البدء فى:
  ١. إدخال وإخراج قواطع الدائرة الكهربية.
  ٢. توصيل وفصل الأرضى.
  ٣. اختبار المعدات بالجهد العالى.

شكل رقم (١١ - ١)

نماذج من لافتات التحذير

- الكشف عن وجود جهد أو أى شحنات كهربية عن طريق كاشف الجهد المناسب. ويفضل الكشف مرتين بواسطة شخصين مختلفين.
- التأكد من تأريض القاطع أثناء خرُوجه.
- تغطية قضبان التوزيع بالصورة السليمة وبالأخص الأجزاء الحية منها.
- توصيل قضبان التوزيع بالأرضى (قبل العمل عليها) عن طريق كابل تأريض مناسب لكل جهد. ولا يتم فصل هذا الكابل إلا بعد الانتهاء من إجراء الصيانة.

ونستعرض فيما يلى احتياطات الأمان عند استخدام كاشف الجهد، وعملية تأريض قضبان التوزيع (أى توصيلها بالأرضى).

احتياطات الأمان عند استخدام كاشف الجهد

لاستعمال كاشف الجهد لابد من اتباع بعض احتياطات الآمان والتى نوجزها فيما يلى:

١. ارتداء القفاز العازل.
٢. التأكد من أن عصا الكاشف العازلة نظيفة من الأتربة والرطوبة.
٣. اختبار عمل الكاشف قبل تجربته على موصل مؤكد وجود جهد عليه.

تأريض قضبان التوزيع

من أهم فوائد التأريض تفريغ الشحنات الكهربية الاستاتيكية التى قد تكون موجودة على القضبان قبل بدء أعمال الصيانة، أو التى قد ترد إلى القضبان (بسبب التوصيل الخاطئ) أثناء إجراء الصيانة، وذلك لحماية الأفراد القائمين بالصيانة.

خطوات التأريض:

١. اختيار كابل التأريض المناسب مع مراعاة الآتى:
أ. أن يكون شكل ومساحة مقطع كلبسات الكابل مناسباً لشكل نقطة التأريض باللوحة بقدر الإمكان.

ب. أن يكون قطر كابل التأريض مناسباً (ويفضل أن يكون هو نفس قطر كابل توصيل اللوحة بالتيار أثناء تشغيلها).

٢. تستخدم عصا تأريض فى توصيل الجزء المراد تأريضه بالأرضى حتى ينتهى العامل الآخر من توصيل كلبس كابل التأريض بهذا الجزء، ثم يتم رفع عصا التأريض.

٣. أثناء إجراء عمليات التأريض يجب أن يرتدى القائم بعملية التأريض مهمات الأمان اللازمة لهذا العمل، وتشمل: قفازات عازلة مع قفازات الحماية، قناع للوجه، خوذة.

ملحوظة:

يستخدم قفاز عازل كهربياَ عند العمل على قضبان التوزيع لزيادة الأمان أثناء العمل. وتوجد منه أنواع مختلفة منها طبقاً للجهود التالية:

أ. قفاز طراز "0" للجهد المنخفض حتى ٧٥٠ فولت.
ب. قفاز طراز "١" للجهد حتى٥ ك. ف (ويستخدم جهد ١٠ ك. ف لاختبار عزله).
جـ. قفاز طراز "٢" للجهد ١٠ ك.ف (ويستخدم جهد ١٥ ك. ف لاختبار عزله).
د. قفاز طراز "٣" للجهد ١٥ ك.ف (ويستخدم جهد ٢٠ ك. ف لاختبار عزل).

ويلاحظ عند استخدام قفاز العزل ألا يكون مثقوباً أو مشبعاً بالشحم أو الزيت. ويستخدم قفاز حماية مع قفاز العزل لحماية الأخير من التعرض للقطع أو التلف.

تـــأثير الصدمة الكهربية على جسم الإنسان

صدق أو لا تصدق ولكنها الحقيقة بالرغم مما قد يبدو فى ذلك غريباً، أن معظم الصدمات الكهربائية المميتة تحدث عادة لمن يعملون فى مجال الكهرباء، وهـــم الذين يعرفون خطورتها أكثر من غيرهم. ولذلك فإننا نسوق فيما يلـــى بعـــض الحقائق الكهروطبية التى تجعلك تفكر مرات ومرات عند التعامل مع الكهرباء.

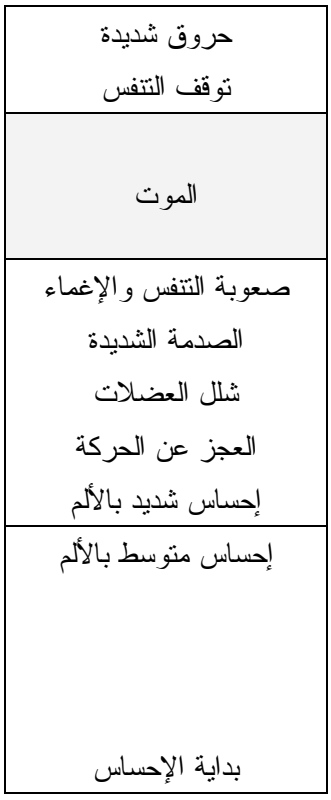
١. إنه التيار الكهربائى الذى يقتل:

للوهلة الأولى قد يبدو أن صدمة كهربائية من عشرة آلاف فولت أكثر إماتة من مائة فولت. ولكن الأمر ليس كذلك!! فإن أشخاصاً قد ماتوا بصدمات كهربائية من أجهزة تعمل على جهد ١١٠ فولت!!! بل إن آخرين قد مـــاتوا بـــصدمات كهربائية من أجهزة صناعية تعمل على جهد بسيط فى حدود ٤٢ فولت!!!

إن أمر الصدمة الحقيقى يكمن فى كمية التيار (الأمبير) المدفوعة خلال الجسم وليس الجهد (الفولت). وإن أى جهاز كهربائى مستعمل فى المنزل من الممكن تحت ظروف معينة أن ينقل إلى الجسم تياراً مميتاً. وفى الوقت الذى نعلم فيـــه أن أى كمية تيار فوق ١٠ مللى أمبير (٠,٠١ من الأمبيـــر) كافيـــة لحـــدوث إحساس بالألم يصل إلى صدمة شديدة، فإن تيارات ذات قيمة من ٠,١ فما فوق هى تيارات مميتة، إذا لم نسرع بإسعاف المصاب (حيث أن إنعاشـــاً بـــالتنفس الصناعى كفيل إذا ما تم إجراؤه سريعاً بإنقاذ حياة المصاب).

علاوة على ذلك، فإن التيارات ذات الشدة فوق ٠,٢ أمبير تسبب حروقاً شديدة وفقدان للوعى، ومن وجهة النظر العملية فإنه من المستحيل بعدما يفقد شخص وعيه نتيجة لصدمة كهربائية أن نحدد شدة التيار الذى مـــر خـــلال أعـــضائه الحيوية.

ويوضح الرسم البيانى المعروض فى شكل (١١-٢) التأثير الواقع على وظائف أعضاء جسم الإنسان تبعاً لشدة التيار الكهربائى المار خـــلال الجـــسم نتيجـــة للصدمة الكهربائية.



شكل رقم (١١-٢)

التأثير الواقع على وظائف أعضاء جسم الإنسان تبعاً لشدة التيار الكهربى

لاحظ أن التأثير هنا لشدة التيار بصرف النظر عن قيمة الجهد. ونظراً لما نعلمه جميعاً من تناسب شدة التيار المار خلال دائرة ما عكسياً مع قيمة المقاومة فإننا نسلم باختلاف شدة تيار الصدمة تبعاً لمقاومة الجزء من الجسم الذى يمر خلاله التيار بين نقط التلامس خلال حدوث الصدمة.

ويبين هذا الرسم البيانى أيضاً أن تأثير تيار الصدمة على وظائف أعضاء الجسم يزداد قسوة بزيادة شدة هذا التيار فعند قيمة صغيرة لشدة التيار مثل ٢٠ مللى أمبير (٠,٠٢ أمبير) يصبح التنفس صعباً وأخيراً يتوقف تماماً عندما تصل شدة التيار إلى ٧٥ مللى أمبير فقط (٠,٠٧٥ أمبير). وعندما تصل شدة

التيار إلى ١٠٠ ملى أمبير (٠,١ أمبير) يحدث توقف القلب حيث تتقلص جدران القلب وبالتالى يتوقف ضخ الدم من القلب إلى أعضاء الجسم.

فإذا لم تتم معالجة هذا التقلص بأسرع ما يمكن فإن الموت سيقع خلال وقت قصير جداً.

خطر الصعق بالجهد المنخفض

من المعلومات الهامة التى قد تبدو غريبة أن مصابى صدمات الضغط العالى يستجيبون للتنفس الصناعى أسرع من مصابى صدمات الضغط المنخفض. وربما كان السبب فى ذلك الانقباض الحنون للقلب نتيجة لشدة التيار العالية الناشئة عن الضغط العالى.

وعموماً فإنه مخافة أن تكون قائمة هذه التفاصيل غير قابلة للتفسير فإن النتيجة المنطقية الوحيدة التى يمكن استنتاجها هى أن ٧٥ فولتاً لها ما لـ ٧٥٠ فولت ما لـ ٧٥٠ فولتاً من التأثير المميت.

تختلف المقاومة الحقيقة للجسم تبعاً لنقط التلامس وحالة الجلد (رطب أو جاف). فمثلاً بين الأذنين تكون المقاومة فى حدود ١٠٠ أوم فقط وهى أقل من مقاومة الجلد. بينما نجد أن المقاومة من اليد إلى القدم تقترب كثيراً من ٥٠٠ أوم.

تعتمد مقاومة جسم الإنسان للتيار الكهربى المتردد على حالته الصحية وطوله ووزنه، وطبقاً للمواصفات الأمريكية فإن المقاومة من الرأس إلى للقدم والجلد جاف = ٦٠٠/١٠٠ ك. أوم.
والمقاومة من الرأس للقدم والجلد مبلول = ١ ك. أوم.
المقاومة من اليد للقدم والجلد جاف = ٦٠٠/٤٠٠ أوم.
المقاومة من اليد لليد والجلد مبلل = ١٠٠ أوم.

أما مقاومة الجلد فإنها قد تتغير من ١٠٠٠ أوم للجلد الرطب إلى أكثر من ٥٠٠٠٠٠ أوم للجلد الجاف.

ويتم حساب التيار الكهربى الذى يمر فى جسم الإنسان عند ملامسته للجهاز كما يلى:

$$\text{التيار} = \frac{\text{الجهد}}{\text{مقاوم جسم الإنسان}}$$

نصائح لضمان السلامة الكهربية

وحرصاً منا على سلامتك عزيزنا المتدرب فإنا نرجو أن تتذكر النصائح الهامة الآتية:

أ. نصائح عامة:

١. عند العمل حول معدة كهربائية، تحرك ببطء وحذر. تأكد من أن أقدامك تتحرك بثبات حرصاً على التوازن الجيد. لا تندفع خلف العدة الساقطة فقد تكون فى انتظارك صدمة كهربية.

٢. أفصل جميع مصادر الطاقة الكهربائية وقم بتأريض جميع نقط الضغط العالى (وصلها بالأرضى) قبل لمس التوصيلات. تأكد من أنه ليس هناك سبيل للتيار الكهربائى ليرجع بطريق الخطأ. لا تعمل فى أى معدة غير مؤرضة (غير موصلة بشبكة الأرضى) لا تختبر معدة موصلة بالكهرباء عندما تكون متعباً جسدياً أو ذهنياً.

٣. احتفظ بإحدى يديك فى جيبك عند فحص معدة موصلة بالكهرباء. وفوق كل هذا، لا تلمس معدة كهربائية أثناء الوقوف على أرضية معدنية أو خرسانة مبللة أو أى مسطحات أخرى مؤرضة. لا تحمل أو تنقل معدة كهربائية وأنت ترتدى ملابس مبللة (خصوصاً الأحذية المبللة) أو عندما يكون جلدك مبللا بالماء.

٤. لا تعمل وحدك!! وتذكر أنك كلما زدت معرفة بالمعدات الكهربائية كلما زادت غفلتك عن خطورتها.

٥. لا تأخذ على عاتقك مخاطرات لا داعى لها قد تكلفك حياتك.

ب. ماذا يجب عمله للمصاب:

إفصل الكهرباء فوراً و/أو إبعد المصاب عن نقطة التلامس بأسرع ما يمكن ولكن دون تعريض نفسك للمخاطر... إستعمل قطعة طويلة من الخشب الجاف أو حبلاً أو بطانية... إلخ. لا تضيع وقتاً ثميناً فى البحث عن مفتاح الكهرباء، فإن مقاومة منطقة مرور التيار فى جسم المصاب تقل بمرور الوقت وقد تصل شدة التيار إلى المرحلة المميتة.

جـ. الاستعمال الصحيح لطفاية الحريق:

تحتاج أى نار إلى ثلاثة عوامل للإبقاء عليها وتقويتها وهذه العوامل هى: الحرارة والوقود والأكسجين. فإذا تخلصت من أى عامل من هذه العوامل الثلاثة فإن النار سنتطفئ. وكلنا نعلم أن أى سائل غير قابل للاشتعال يمكنه تبريد الأشياء المحترقة إلى ما دون درجة حرارة اشتعالها (٤٥٠ فهرنهيت تقريباً للأشياء الورقية القابلة للاشتعال) وبالتالى يؤدى إلى إطفائها. ويمكن منع الوقود بقفل محبس وفصل المواد القابلة للاشتعال عن موقع النار أو بناء فاصل حاجز لمنع انتقال النار عبره كما فى حالة حرائق الغابات.

أما الأكسجين فإن بالإمكان حصره بتغطية النار بمادة غير قابلة للاشتعال مثل بطاطين الحريق أو الرصاص أو أى غاز خامل لا يحتوى الأكسجين فى تركيبه. وتأتى طفايات الحريق فى تصميمات ذات مستويات ثلاثة هى أ، ب، ج، (A, B, C).

ففى المستوى أ (A) يتم شحن الطفايات بالماء وتكون مناسبة للحرائق المتعلقة بالخشب والورق والبلاستيك وما شابه ذلك من المواد الصلبة القابلة للاشتعال.

ولا يجوز إطلاقاً استعمال طفايات الحريق المائية للحرائق المتعلقة بالكهرباء حيث أن الماء موصل للكهرباء، فإذا تلامس مع مصدر الكهرباء تنتقل الكهرباء خلال الماء إلى القائم بالإطفاء ومن الممكن أن يؤدى هذا إلى صدمة قاسية أو مميتة لهذا الشخص.

ولنحاذر فالطفايات من الفئة أ (A) يجب ألا تستعمل لإطفاء نار مشتعلة في مواد ملتهبة إطلاقاً، حيث أنها ستسبب طفو السائل المشتعل وتطايره إلى مواقع إضافية وبذلك تساعد على انتشار النار.

أما الطفايات من الفئة ب (B) فإنها تشحن ببودرة كيميائية جافة أو تشحن بغاز خامل مثل ثانى أكسيد الكربون أو الهليوم وهذا النوع من الطفايات هو النوع المفضل للاستعمال مع حرائق الكهرباء.