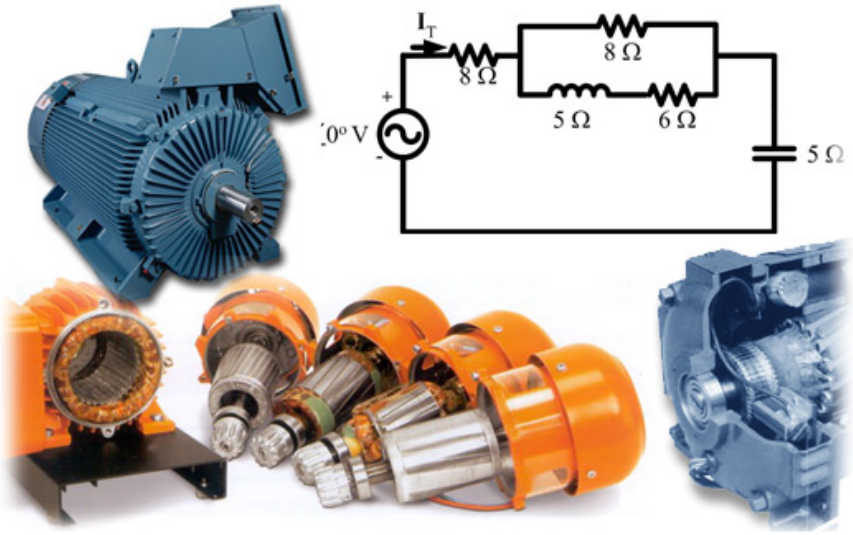
المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

آلات ومعدات كهربائية

الرسم الفني الكهربائي

١٣٣ كهر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " الرسم الفني الكهربائي " لمتدربي قسم" آلات ومعدات كهربائية " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

إن أساس تقدم الشعوب ينبني على دعائم أساسية عديدة من أهمها الصناعة والتي تعتبر إحدى الركائز الأساسية ، بل تعتبر المقياس الأول لمدى التطور الحضاري لأي بلد في العالم. ويعتمد التطور الحضاري بوجه عام والصناعة بصفة خاصة اعتمادا كليا على الكهرباء. فبواسطتها تدار الآلات بالمصانع وتضاء المنازل والشوارع ويتم تشغيل الأجهزة والآلات التي تعمل على راحة ورفاهية الإنسان وتقدمه. وتحتل التقنية الكهربائية مكانا قياديا في مجالات الصناعة نظرا لأهمية الدور الذي تقوم به في سبيل تحقيق هذا التقدم. ويعتبر الرسم الفني المرحلة الأولى في إنشاء أي صناعة ، وبالتالي في تقنية الكهرباء ، إذ أنه أصبح لغة التفاهم الدولية ذات أسس وقواعد واصطلاحات ورموز يستطيع بها المصمم والمنفذ ، أي العامل الفني الفهم والتفاهم في مجال تخصصهم ، وهو اللبنة الأولى في المفهوم التكنولوجي عند إخراج العلوم والاختراعات إلى حيز التنفيذ مع تحديد أساليب تصنيعها لتنفيذ عمل مفيد مع مراعاة النواحي الاقتصادية سواء في التصنيع أو في التشغيل وهذا يوضح المفهوم العملي لتطور الصناعة.

ويحتوي هذا الكتاب على الرموز الكهربائية لعناصر الدوائر الكهربائية ورموز عناصر إلكترونيات القدرة. وكذلك يحتوى على رموز عناصر التحكم والحماية ورموز الآلات الكهربائية. ويحتوي أيضا على توصيلات الإضاءة والتجهيزات المنزلية ولوحات التوزيع الرئيسية والفرعية. وكذلك يحتوى على الدوائر الخطية لتغذية المصانع وشبكات التوزيع بها ومخططات دوائر التوصيل للآلات ومخططات دوائر البدء والتحكم في سرعة المحركات الكهربائية ومخططات دوائر نظم القوى الكهربائية وعناصر حمايتها.

وكان الهدف من ذلك نشأة جيل واعي من الفنيين يستطيعوا أن يتفهموا ما حولهم من أجهزة ومعدات وتركيبات في مجال الصناعة ذات أساليب التحكم التلقائي الذي هو هدف القائمين بالصناعة في كل أنحاء العالم. ويكون المتدرب على دراية خاصة وكذلك التعامل مع هذه المعدات لإصلاحها وصيانتها ، نرجو من الله العلي القدير أن يحقق الأهداف المرجوة التي من أجلها وضع هذا الكتاب.

ولقد زود الكتاب بأمثلة من التمارين والتطبيقات النموذجية المأخوذة من واقع الحياة العملية. وتحقيقا للأهداف المنشودة فإننا ننصح المتدرب بحل كل التمارين الواردة في هذا الكتاب ، إذ أن ذلك يساعده على استيعاب المادة العلمية ، ويعتبر أيضا من المقومات التي يحتاج إليها المتدرب في حياته العملية فيما بعد. ويهدف هذا المقرر إلى تعريف المتدرب بأساسيات الرسم الكهربائي ورموز عناصر الدوائر الكهربائية المختلفة ليتمكن المتدرب من فهم وقراءة المخططات الكهربائية.

أن الأهداف الموضوعية من دراسة هذا المقرر أن يتمكن المتدرب من الأتي:

١ - الإلمام بالرموز الكهربائية.

٢ - الإلمام بتصنيف المخططات والدوائر الكهربائية وقراءتها.

٣ - الإلمام بدوائر التوصيل ورسمها.

٤- الإلمام بدوائر التحكم ودوائر الحماية.

ونتمنى للجميع النجاح، والله ولي التوفيق ،،،،،،،

الرسم الفني الكهربائي

أدوات الرسم وكيفية استخدامها

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : التعرف على أدوات الرسم المختلفة وكيف يتم استخدامها.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:
معرفة أهم الأدوات الهندسية المستعملة في عملية الرسم وكيف تستخدمها الاستخدام الصحيح.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة ١٠٠٪

الوقت المتوقع للتدريب: بدون

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: لا توجد

أدوات الرسم وكيفية استخدامها

١ -١ مقدمة

الغرض من الرسم الفني هو التعامل بين العاملين في المجال الهندسي والفنى وله أسس وقواعد ثابتة، ويجب أن تتوافر الخبرة اللازمة وذلك بكثرة المران والتركيز. كما يجب أن يشمل على جميع البيانات والمعلومات اللازمة لإتمام أي عملية حتى يمكن تنفيذ العملية بكل دقة ، لتعطى صورة صحيحة وسليمة للمطلوب عمله. الهدف الأساسي من هذا الباب هو التعرف على أدوات الرسم المختلفة وكيف يتم استخدامها الاستخدام الصحيح.

١ -٢ أدوات الرسم:

لتسجيل أي معلومات أو إعداد رسم يدوي حر ، نحتاج إلى أدوات رسم مثل القلم الرصاص والممحاة ، وإذا أردنا رسم دائرة نحتاج إلى فرجار ، ورسم خط مستقيم نحتاج إلى لوحة خشبية ومسطرة حرف (T) مستقيمة برأس عمودية. واما إذا أردنا إعداد رسومات تتفق مع الأسس الهندسية ، فالأمر يحتاج إلى أدوات رسم أخرى متعددة لتوفير كثير من الجهد والوقت ولضمان رفع جودة العمل.
وفيما يلي أدوات الرسم وكيفية استعمالها:

١ - لوحات الرسم:Drawing Boards

تصنع لوحات الرسم من خشب الصنوبر الأبيض ، ويراعى في تصنيع هذه اللوحات أن تكون ذات سطح قاس ومستو ، يثبت ورق الرسم عليها بشريط لاصق أو مشابك معدنية خاصة ، كما تصنع حواف هذه اللوحات مستقيمة وقاسية من خشب شديد الصلابة أو من الصلب لاستخدامها كدليل للمسطرة حرف (T) أثناء عملية الرسم.

٢ - المسطرة حرف (T) : The T-square

المسطرة حرف (T) الشائعة الاستعمال ذات ساق مصنوعة من الخشب ، مثبت على كل جانب منه حافة شفافة مصنوعة من البلاستيك ، تسمح للرسام أن يرى الخطوط عند رسمها ، ومثبت في طرفها الأيسر رأس خشبية ثابتة ومتعامدة على حافة المسطرة ، وتستعمل حرف (T) في رسم الخطوط الأفقية المتوازية ، كما تستعمل كدليل تنزلق عليها المثلثات. كما توجد مساطر ذات رؤوس متحركة يمكن ضبطها وتستعمل في رسم الخطوط المائلة المتوازية.

٣ - أقلام الرصاص: Drawing Pencils

أقلام الرصاص من أدوات الرسم المهمة ، وتختلف عن أقلام الكتابة ، وهي ذات درجات صلابة مختلفة تتناسب مع أعمال الرسم المختلفة. ويوجد منها ثمانية عشر نوعا ، فمثلا إذا أردنا أن ننجز رسما فنحن نحتاج إلى قلم **٢H** للخطوط الإنشائية العامة ، ونحتاج إلى قلم **HB** لتشطيب الرسم والكتابة.

٤ - ورق الرسم: Drawing Paper

ورق الرسم من الورق المقوى ، سطحه خشن قليلا ، متعدد الألوان والمقاسات ، ويمكن للرسام أن يختار النوع المناسب للرسم من حيث المقاس أو اللون.

وهذه مقاسات ورق الرسم الشائع الاستعمال:

A٤ مم ٢٩٧ X ٢١٠

A٣ مم ٤٢٠ X ٢٩٧

A٢ مم ٥٩٤ X ٤٢٠

A١ مم ٨٤١ X ٥٩٤

A٠ مم ١١٨٩ X ٨٤١

ويوجد نوع آخر من الورق خفيف نصف شفاف داكن اللون مائل للزرقة ، يستعمل في شف الرسومات باستعمال القلم الرصاص أو الحبر ويتم طبعها على ورق حساس بواسطة ماكينة خاصة لذلك.

٥ - الخطوط: The Lines

الأشكال في الرسم تمثل بخطوط واضحة ، وهذه الخطوط لها أشكال وتخانات (سمك) مختلفة وعندما ترسم هذه الخطوط موافقة لمواصفاتها يمكننا معرفة معانيها ، وتتضح دلالتها من أنواعها. وعادة تبدأ عملية الرسم بالقلم الرصاص ٢H للخطوط الإنشائية للرسم ، فترسم الخطوط رفيعة وخفيفة جدا حتى يسهل تعديل الرسم أو تصحيحه. وعندما نتأكد من صحة الرسم تمحى الخطوط الزائدة وتغمق جميع الخطوط بالسمك المناسب لأنواع الخطوط.

٦ - المحاة: Eraser

من الضروري أن يستعمل الرسام المحاة وعليه أن يختار المحاة المناسبة ، ويوجد نوعان منها ، نوع مطاط أبيض أو أحمر اللون وتستعمل في إزالة خطوط الرصاص أو الحبر المراد إصلاحها أو الخطوط الإنشائية المستغنى عنها ، ويراعى عند إزالة الرصاص أن يضغط الرسام بيده على ورقة الرسم أو يضغط على رقيقة معدنية بها فتحات هندسية توضع على الخطوط المراد إزالتها. بعدها تنظف اللوحة بفرشاة ناعمة لإزالة آثار استعمال المحاة. والنوع الآخر هش على هيئة مسحوق وتستعمل في إزالة الرصاص المتناثر على لوحة الرسم.

٧ - المثلثات : Triangles

تصنع المثلثات من البلاستيك الملون الشفاف ليتسنى للرسام رؤية الخطوط عند رسمها ، وأكثر الخطوط المائلة في الرسم ، ترسم بواسطة زوايا المثلثات المعلومة ٣٠ – ٤٥ – ٦٠ – ٩٠ درجة.

٨ - الفرجار : Compass

يستعمل الرسام فرجار الرصاص أو الحبر في رسم الدوائر والأقواس الدائرية ، وغالبا ما يحتاج الرسام إلى فرجار محكم ودقيق. وعند استعمال الفرجار في رسم الدوائر والأقواس ، يفتح ساقي الفرجار مسافة تساوي نصف قطر الدائرة (نق) ، وترسم الدائرة على لوحة الرسم بخط خفيف ، وتراجع مقاس الدائرة المرسومة قبل إعادة رسمها بخط داكن. والطريقة الصحيحة لاستعمال الفرجار في رسم الدائرة ، بأن نمسك ذراع الفرجار الحامل للإبرة ، ونثبت الإبرة في محور الدائرة ، ونبدأ من مكان معين ونتحرك في اتجاه عقرب الساعة. ويفضل إمالة الفرجار قليلا في اتجاه حركة رصاص الرسم. ويستعمل فرجار التقسيم ذو إبرتين معدنيتين في نقل المسافات والأبعاد الهامة في الرسم وأيضا في تقسيم المسافات.

٩ - المساطر : Scales

أحيانا تكون مقاسات الرسم متساوية تماما لمقاسات الجسم في الطبيعة ، وفي حالات أخرى تكون أكبر أو أصغر. لذلك يحتاج الرسام إلى مساطر مدرجة ومقسمة إلى ملليمتر أو إلى أجزاء البوصة لتساعد في إنجاز الرسومات بدقة وسهولة. وهذه المساطر متنوعة من ناحية الشكل ، فمنها المسطح ومنها المثلث. كما أنها مختلفة التقسيم والاستعمال.

١٠ - مقياس الرسم : Drawing Scale

أحيانا تكون الأبعاد الحقيقية للأجسام مساوية تماما للأبعاد في الرسم ، وفي حالات أخرى تكون الأجسام صغيرة جدا وتحتاج إلى إيضاح أبعادها بدقة في الرسم ، فيرسم الجسم مكبرا ، وأيضا توجد أجسام كبيرة ويتعذر إعداد رسم لها ، فيرسم الجسم مصغرا ، وتعتمد نسبة التصغير أو التكبير على أبعاد الجسم في الطبيعة وأبعاد الرسم. وهذه النسبة تسمى مقياس الرسم.

مقياس الرسم = طول الرسم ÷ الطول الحقيقي للجسم

ويجب أن يكتب مقياس الرسم واضحا على لوحة الرسم.

١١ - الطبعات : Templates

تصنع الطبعات من البلاستيك الشفاف ، وتستعمل في الرسم اختصارا للوقت واتقانا للعمل. وهناك أنواع متعددة كل منها يتناسب مع الأداء المطلوب ومنها :

أ - مساطر لرسم الانحناءات ، وتستعمل في رسم الخطوط المنحنية غير المنتظمة.

ب - طبعات لرسم الدوائر الصغيرة والأقواس الدائرية ، وأخرى لرسم الأشكال الهندسية المنتظمة مثل المضلعات ، القطع الناقص ومصطلحات الرسم الكهربي والرسم المعماري والرسم الميكانيكي.

ج - طبعات مرنة قابلة للثني ، وتصنع من البلاستيك المرن ، وهي ذات فوائد كبيرة في رسم ونقل المنحنيات.

١٢ - الكمبيوتر : Computer

الكمبيوتر وملحقاته من برامج رسم وتصميم وأجهزة مساعدة ، وتعد من أهم أدوات الرسم في الوقت الحاضر ، وهي شائعة الاستعمال. وبرامج الكاد **CAD** من أهم برامج الرسم والتصميم ، وهي تتميز

بالسرعة والسهولة والدقة في تحضير الرسومات الهندسية أو تعديلها باستعمال الكمبيوتر غير العادية لتوفير الوقت أكثر من التحضير اليدوي. والكمبيوتر ما هو إلا أداة للرسم ، فهو لا يفكر أو يتخذ أي قرارات ، ويستعمل لتسهيل عمليات الرسم والتصميم التي تعتمد على خبرات المصممين والرسامين.

١٣ - نصائح عامة :

هناك بعض النصائح الهامة يجب مراعاتها ومن أهمها ما يلي:

- لا تبدأ العمل قبل تنظيف لوحة الرسم الخشبية وأدوات الرسم.
- لا تستعمل لوحة الرسم وهي مزدحمة بالأدوات الهندسية الغير محتاجا إليها.
- لا تستعمل مسطرة القياس في رسم الخطوط.
- لا ترسم الخطوط الرأسية مستعملا الحافة السفلية للمسطرة حرف (T) .
- لا تستعمل حافة المسطرة حرف (T) كسكين لقطع الورق.
- لا تستعمل القلم الرصاص الرديء في الرسم.
- لا تقم بتزييت مفصل الفرجار.
- لا تضع الفرجار في علبته قبل تخفيف الياءات.
- لا تضع الأدوات في علبتها بعد استعمالها إلا وهي نظيفة.
- لا تثن ورق الرسم والشف.

الرسم الفني الكهربائي

عناصر الدوائر الكهربائية ورموزها

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: الإلمام بمجموعات الرموز الكهربائية والإلكترونية.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. معرفة رموز العناصر الأساسية للدوائر.
٢. معرفة رموز عناصر إلكترونيات القدرة.
٣. معرفة رموز عناصر التحكم والحماية.
٤. معرفة رموز الآلات الكهربائية.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٨ ساعات.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة : لا توجد.

عناصر الدوائر الكهربائية ورموزها

٢ -١ مقدمة

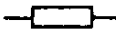
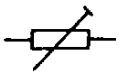
يختلف هدف رسم التوصيلات في الهندسة الكهربائية عن هدف الرسم الفني في الهندسة الميكانيكية. ففي الرسم الفني الميكانيكي يكون الاهتمام بمنظر أو شكل القطعة أو الجزء المراد رسمه. أما رسم التوصيلات الكهربائية فيهتم بتوضيح أداء الجهاز أو تركيبة دائرة مسار التيار ، أو يبين طريقة مد أسلاك التوصيل بين الأجهزة أو الوحدات المختلفة. وتمثل الأجهزة في رسم التوصيلات الكهربائية برموز خاصة. وهذه الرموز تكون في صورة رسم دال على مغزى الجزء ، ولا تتيح هذه الرسومات التعرف على الشكل الخارجي للجزء الممثل إنما توضح فقط فائدة الجزء بطريقة رمزية. وقد تم توحيد الرموز المستخدمة في رسم الدوائر الكهربائية.

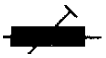
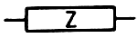
٢ -٢ الرموز والمصطلحات المستعملة في الدوائر الكهربائية

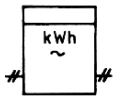
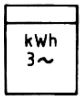
٢ -٢ -١ رموز العناصر الأساسية للدوائر الكهربائية

الوصف	الرمز	ملاحظات
تيار مستمر	⎓	مثال: Ⓐ Ⓖ
تيار متردد	~	مثال: Ⓐ Ⓖ
البطارية أو منبع القدرة بتيار مستمر	⊣|⊢	يمثل الخط الطويل القطب الموجب ، والخط القصير القطب السالب. عند توصيل عدة بطاريات

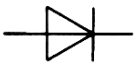
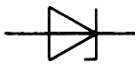
		يمكن استخدام الرمز التالي: (لثلاث بطاريات)
منبع القدرة بتيار متردد		مثال :بيان عدد الأطوار ، والتردد والجهد كما يلي: ٣ أوجه ، ٦٠ هيرتز ٣٨٠ فولت
الأرضي		
وصلة ذات وقاية		يمكن حذف التهشير إذا لم يكن هناك أي التباس
الرمز العام لقابلية التغيير		
تغيير خطي		
ضبط مسبق		
قابلية تغيير مستمر		

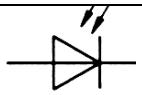
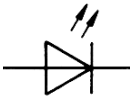
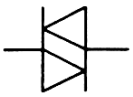
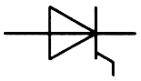
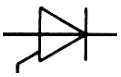
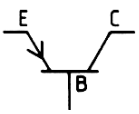
قابلية تغيير متدرج		إذا كان المطلوب عدد التدرجات ، فيمكن بيانه كما يلي:
مقاومة		ويمكن استخدام الرمز
الرمز العام للمقاومة المتغيرة		ويمكن استخدام الرمز
مقاومة تتغير باستمرار		
مقاومة تتغير بتدرج		
مقاومة مع ضبط مسبق		
ملف		
ملف قابل للتغيير المتواصل		

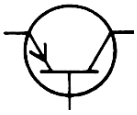
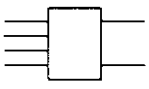
ملف قابل للتغيير على مراحل		
ملف قابل للضبط		
السعة أو المكثف		يجب أن تكون المسافة بين كلا الألكترودين في حدود ٣/١ إلى ٥/١ طول الألكترود
السعة المتغيرة أو المكثف المتغير		
مكثف بضبط مسبق		
المعاوقة		
مقياس تيار (أمبيروميتر)		
مقياس جهد (فولتميتر)		
مقياس مقاومة (أوميتر)		

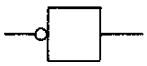
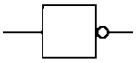
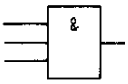
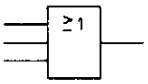
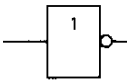
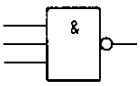
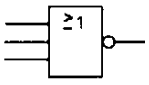
مقياس قدرة (واتميتر)		
عداد تيار متردد أحادي الطور		
عداد تيار متردد بثلاثة موصلات		

٢ -٢ -٢ رموز عناصر إلكترونيات القدرة

الوصف	الرمز	ملاحظات
دايود ، مقوم		
دايود زينر		
دايود زينر متقابلان		
دايود ضوئي		

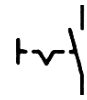
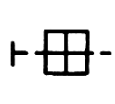
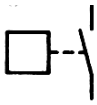
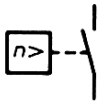
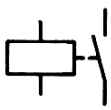
		
دايود مشع		
دایاك		
ثايرستور قابل للتحكم من جهة المهبط		
ثايرستور قابل للتحكم من جهة المصعد		
ترانزستور**PNP**		
ترانزستور**PNP**		***E* : باعث** **C** : مجمع **B**: قاعدة
ترانزستور**NPN**		

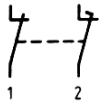
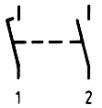
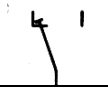
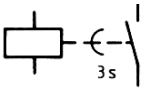
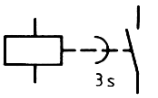
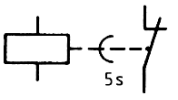
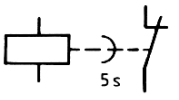
ترانزستور PNP مع خط إحاطة		
محول جهد مستمر		
محول (مقوم عكسي)		يحول من تيار مستمر إلى تيار متردد
جهاز إمداد بالتيار (محول)		تحويل من تيار متردد إلى تيار مستمر وتيار متردد أخر
جهاز مقوم (بشكل عام)		
جهاز تسوية التيار المستمر		
عضو توصيل رقمي ثنائي (مخارج ومداخل)		المداخل والمخارج يجب أن تكون متقابلة

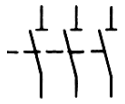
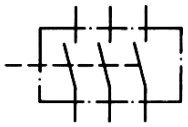
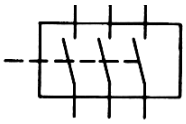
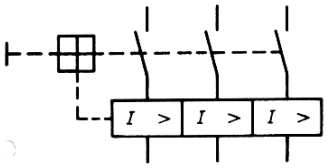
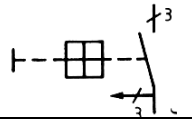
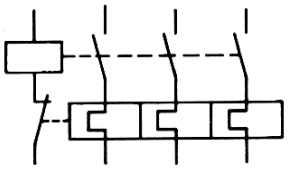
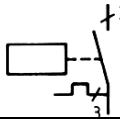
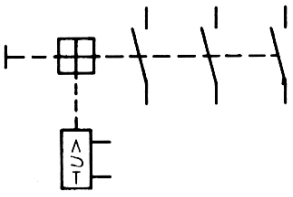
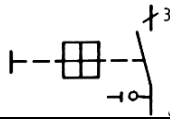
مدخل مع نفي		
مخرج مع نفي		
بوابة "و" **AND**		
بوابة "أو" **OR**		
بوابة "لا" **NOT**		
بوابة "و منفية" **NAND**		
بوابة "أو منفية" **NOR**		

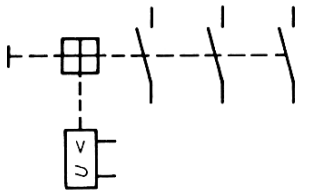
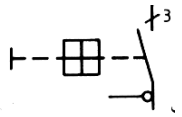
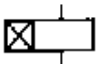
٢ -٢ -٣ رموز عناصر التحكم والحماية

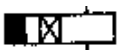
الوصـف	الرمـز	ملاحظـات
مفتاح وصل برجوع تلقائي		
مفتاح فصل برجوع تلقائي		
مبدل برجوع تلقائي		
مفتاح وصل ذو سكتين برجوع تلقائي		ثلاثة أوضاع تشغيل
مفتاح وصل بدون رجوع تلقائي		
مفتاح فصل بدون رجوع تلقائي		
مبدل بدون رجوع تلقائي		
مفتاح وصل ذو سكتين		

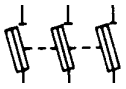
بدون رجوع تلقائي		
مفتاح تشغيل يدوي ضاغط (الرجوع ذاتي)		
مفتاح ضبط تشغيل يدوي (الرجوع غير ذاتي)		
مفتاح تشغيل يدوي (مع قفل تشغيل)		
مفتاح مع تشغيل ميكانيكي		
مفتاح مع تشغيل ميكانيكي		مفتاح يعمل بالقوة الطاردة المركزية على سبيل المثال
مفتاح مع تشغيل كهر ومغناطيسي		
مفتاح فصل مع تلامس		١ يفصل قبل ٢

مطول ومقصر		
مفتاح وصل مع تلامس مطول ومقصر		١ يوصل قبل ٢
مبدل بدون انقطاع		
مفتاح وصل تشغيل متأخر		مفتاح الوصل يغلق بعد ثلاث ثوان من وصل ملف التشغيل
مفتاح وصل تشغيل متأخر		عند وصل الملف يغلق مفتاح الوصل فورا ، لكنه يفتح بعد ثلاث ثوان من فصل الملف
مفتاح فصل تشغيل متأخر		مفتاح الفصل يفصل بعد خمس ثوان بعد وصل ملف التشغيل
مفتاح فصل تشغيل متأخر		مفتاح الفصل يفتح فورا ، لكنه يغلق من جديد بعد خمس ثوان من فصل الملف

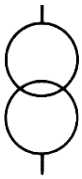
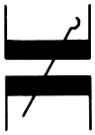
مفتاح فاصل ثلاثي الوجه		
مفتاح الحمل (لوصله أو فصله)		تمثيل أحادي القطب كما يلي:
مفتاح قدرة ثلاثي		تمثيل أحادي القطب كما يلي:
مفتاح قابض مع قاطع كهر ومغناطيسي بوقاية من زيادة التيار		تمثيل أحادي القطب كما يلي: 
مفتاح تلامس مع قاطع حراري عند زيادة التيار		تمثيل أحادي القطب كما يلي: 
مفتاح قابض يشغل باليد عند جهد الخلل		تمثيل أحادي القطب كما يلي: 

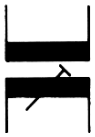
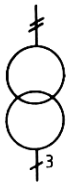
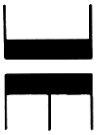
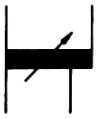
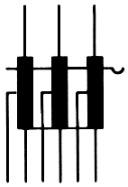
مفتاح قابض يشغل باليد مع قاطع عند الجهد المنخفض		تمثيل أحادي القطب كما يلي: 
بادئ تشغيل بشكل عام		
بادئ تشغيل قابل للتغيير		
بادئ تشغيل مع خمس مراحل لبدء التشغيل		
بادئ تشغيل توصيل نجمي – مثلثي		
بادئ تشغيل أتوماتي		
بادئ تشغيل لاتجاهي الدوران		
مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل		
مؤقت زمني يؤخر عند الفصل		

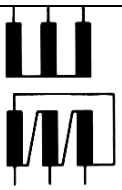
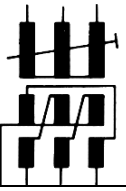
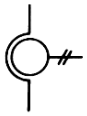
مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل والفصل		
متمم مغناطيسي يعمل عند القصر		
متمم حراري يعمل عند زيادة الحمل		
متمم يعمل عند حدوث تسرب أرضي		
قاطع كهر ومغناطيسي ضد التيار الزائد		ويمكن استخدام الرمز التالي:
قاطع كهر ومغناطيسي ضد التيار المنخفض		ويمكن استخدام الرمز التالي:
قاطع عند تيار الخلل		ويمكن استخدام الرمز التالي:
قاطع كهر وحراري عند زيادة التيار		ويمكن استخدام الرمز التالي:
قاطع عند الجهد المنخفض		ويمكن استخدام الرمز التالي:
		ويمكن استخدام الرمز

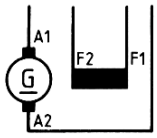
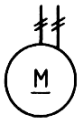
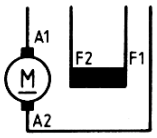
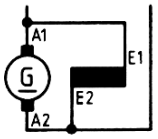
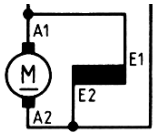
قاطع عند جهد الخلل		التالي:
مصهر		
مفتاح فاصل بمصاهر		

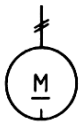
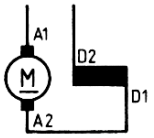
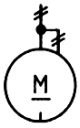
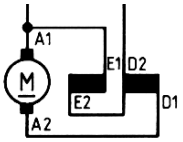
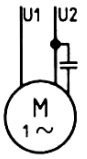
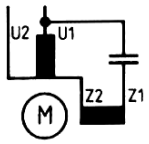
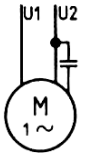
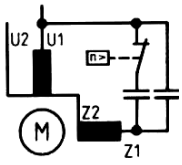
٢ -٢ -٢رموز عناصر الآلات الكهربائية

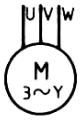
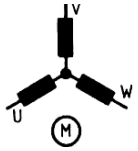
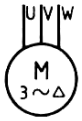
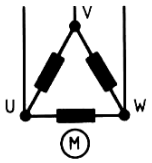
الوصف	الرمز	ملاحظات
محول أحادي الوجه بلفتين منفصلتين		ويمكن استخدام هذا الرمز:
محول أحادي الوجه قابل للضبط على مراحل عند التشغيل		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محول أحادي الوجه قابل		ويمكن استخدام هذا الرمز:

للضبط		
محول أحادي الوجه بموصل محايد (موصل أوسط)		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محول ذاتي		ويمكن استخدام هذا الرمز:
محول ذاتي قابل للضبط المتواصل		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محول ذاتي ثلاثي الأوجه بتوصيل نجمي ، قابل للضبط المتواصل		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محول ثلاثي الأوجه		ويمكن استخدام هذا الرمز:

(مثلثي -نجمي)		
محول ثلاثي الأوجه (نجمي -مثلثي)		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محول تيار		ويمكن استخدام هذا الرمز:
محول جهد		ويمكن استخدام هذا الرمز:
مولد تيار مستمر		
مولد ثلاثي الأوجه		
محرك تيار مستمر		

محرك تيار مترددأحادي الوجه		
محرك ثلاثي الأوجه		
مولد تيار مستمر ، ذو استثارة منفصلة		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محرك تيار مستمر ، ذو استثارة منفصلة		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
مولد تيار مستمر ، ذو استثارة على التوازي		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محرك تيار مستمر ، ذو استثارة على التوازي		ويمكن استخدام هذا الرمز: 

محرك تيار مستمر ، ذو استثارة على التوالي		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محرك تيار مستمر ، ذو استثارة مزدوجة		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محرك تيار متردد ،أحادي الوجه مع مكثف تشغيل مستمر		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محرك تيار متردد ، أحادي الوجه مع مكثف بدء تشغيل		ويمكن استخدام هذا الرمز: 

محرك تيار متردد ثلاثي الوجه ، عضو دوار قفصي في دائرة نجمية		ويمكن استخدام هذا الرمز: 
محرك تيار متردد ثلاثي الوجه ، عضو دوار قفصي في دائرة مثلثية		ويمكن استخدام هذا الرمز: 

الرسم الفني الكهربائي

الدوائر الخطية والتنفيذية للتوصيلات المنزلية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : القدرة على رسم الدوائر الخطية والتنفيذية للتوصيلات المنزلية.

الأهداف : عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. معرفة توصيلات الإضاءة والتجهيزات المنزلية.

٢. معرفة و قراءة ورسم لوحات التوزيع الكهربائية المنزلية.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة لا تقل عن ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ساعات.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: لا توجد.

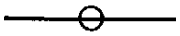
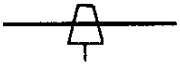
الدوائر الخطية والتنفيذية للتوصيلات المنزلية

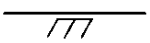
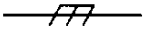
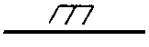
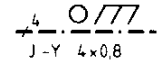
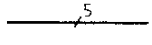
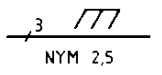
٣ -١ مقدمة

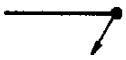
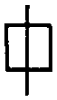
نظرا لأن توصيل الأسلاك الخاطئ داخل المباني قد يسبب حدوث حريق أو إصابات للإنسان ، فقد وضعت تعليمات عديدة لطريقة التركيب الكهربائية بواسطة الجهات المعنية طبقا للمواصفات القياسية الفنية للأجهزة الكهربائية ، وأيضا وضعت الشروط التفصيلية لتركيب الأسلاك داخل المباني. وفي حالة إقامة منشآت جديدة ، يتم عمل مخطط بيان التوصيلات ، حيث يسجل بهذا الرسم التخطيطي أحمال الإضاءة الكهربائية والقدرة وطريقة إنشاء لوحة التوزيع ، أو يوضع رسم لشبكة تركيب الأسلاك داخل المبنى. ويتم إدخال ما سبق ذكره في رسم تخطيطي واحد.

الرموز التخطيطية للتركيبات الكهربائية

٣ -٢ -١ رموز نظم الموصلات

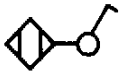
الوصف	الرمز	ملاحظات
موصل بشكل عام		
موصل قابل للتحريك		
موصل تحت سطح الأرض ، كبل مثلا		
موصل فوق سطح الأرض ، خط علوي مثلا		
موصل فوق عوازل		

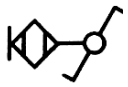
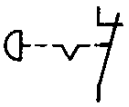
موصل في ماسورة تركيبات		
موصل فوق الحائط		
موصل داخل الحائط		
موصل داخل الحائط (تحت البياض)		
موصل تركيبات		سلك تركيبات ذو قطر ٠,٨ mm^2 في ماسورة ممدودة البياض
موصل مع بيان العدد		
موصل مغلف مع ثلاثة أسلاك نحاسية		
موصل وقاية (PE)		
موصل التعادل(N)		

موصل إشارة		
موصل اتصالات		
خط مؤدي إلى أعلى		
خط مؤدي إلى أسفل		
خط مؤدي إلى أسفل وإلى أعلى		
ربط الموصلات		
علبة تفرع		
صندوق توصيل منزلي		
موزع ، لوحة مفاتيح كهربائية		

خط إحاطة		
لوحة القدرة		
لوحة التوزيع		
لوحة التحكم		

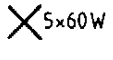
٣ -٢ -٢ رموز مفاتيح التركيبات

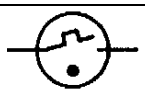
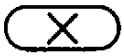
الوصـف	الرمـز	ملاحظـات
مفتاح فصل أحادي القطب		
مفتاح فصل ثلاثي القطب		
مفتاح توالي أحادي القطب		
مفتاح تبديل أحادي القطب		
مفتاح تصالب أحادي القطب		
ضاغط		
ضاغط للإضاءة		
مفتاح تقاربي (مفتاح فصل)		

مفتاح لمسي (مفتاح تبديل)		
مفتاح فصل عند الطوارئ		
مقبس مفرد بدون ملامس وقاية		
مقبس بملامس وقاية		
مقبس بملامس وقاية للتيار الثلاثي الأوجه		
مقبس بملامس وقاية ، قابل للفصل		
مقبس بملامس وقاية ، محكم التثبيت		
مقبس بملامس وقاية ، مكرر ثلاث مرات		
مقبس مع محول فاصل		

مقبس اتصالات		
مقبس للهوائي		

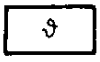
٣ -٢ -٣ رموز المصابيح الكهربائية

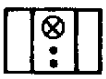
الوصف	الرمز	ملاحظات
مصباح بشكل عام		
مصباح مع بيان عدد المصابيح والقدرة		
مصباح مع مفتاح		
مصباح بسطوع قابل للتغير		
مصباح كاشف		
مصباح مع قنطرة لإنشاء سلسلة مصابيح		

بادئ تشغيل ، بشكل عام		
مصباح تفريغ بشكل عام		
مصباح مع بيان عدد المصابيح		
مصباح فلوري ، بشكل عام		
حزام (مجموعة) مصابيح		ثلاث مصابيح ، قدرة كل منها ٤٠ وات
حزام (مجموعة) مصابيح		مصباحان كل منهما ٢ X ٦٥ وات

٣ -٢ -٤ رموز أجهزة الإشارة

الوصف	الرمز	ملاحظات
منبه		
طنان		

جرسي قرصي		
بوق		
صفارة إنذار		
مصباح إنذار		مصباح إشارة ، إشارة ضوئية
فاتح الباب		
ساعة كهربائية		ساعة ثانوية
ساعة رئيسية		
منذر حراري		
منذر الشرطة		

منذر مراقبة		
منذر اهتزازات		
منذر إشعاع ضوئي		حاجز إضاءة
منذر حريق		يعمل ذاتيا
مفتاح لتخفيض الإضاءة		
منذر حريق مع آلية حركة		
لوحة نداء وإيقاف		

٣ -٢ -٥ رموز الأجهزة الكهربائية المنزلية

الوصف	الرمز	ملاحظات
جهاز كهربي ، بشكل عام		
فرن كهربائي		
فرن بموجات متناهية القصر		
فرن		
قرص تسخين		
شواية		
غسالة		
مجفف غسيل		

جلاية		
مجفف للأيدي ، مجفف للشعر		
خزان مياه ساخنة		
سخان مياه		
تدفئة غرف ، بشكل عام		
مشع حراري		
مروحة		
مكيف هواء		
جهاز تبريد		

جهاز تجميد	***	

٣ -٣ توصيلات الإضاءة والتجهيزات المنزلية

يمكن تقسيم التوصيلات الكهربائية داخل المنازل إلى قسمين:

أما لغرض الإنارة – أو لأغراض التشغيل والإدارة. وفي المنزل الحديث نحتاج إلى إنارة الوحدات السكنية بجانب التشغيلات الأخرى للإدارة والأجهزة الكهربائية المنزلية وهي متعددة وكثيرة مثل أجهزة التبريد والتكييف والتدفئة والأفران الكهربائية والغسالات وأجهزة التنظيف وإعداد الطعام والحياكة وأجهزة تسخين المياه وخلافه. ولذلك عند إعداد التركيبات الكهربائية للإنارة داخل المنازل يؤخذ في الاعتبار عمل توصيلات خاصة لمأخذ التيار (البرايز) لتشغيل أي جهاز من الأجهزة السابقة. ويراعى عند إنشاء المباني تركيب خط رئيسي من خارج المبنى إلى داخله سواء كان الخط الرئيسي خارج المبنى سلك هوائي أو كابل مدفون تحت الأرض ، على أن يوزع هذا الخط الرئيسي إلى جميع الوحدات السكنية في جميع الأدوار.

٣ -٣ -١ خطوات رسم مخطط بيان التوصيلات الكهربائية

يتم تجهيز مخطط بيان التوصيلات طبقا للخطوات الآتية:

١ - تجهيز رسم المسقط الأفقي للمبنى.

٢ - تحديد مواضع المقابس (إضاءة أو مأخذ التيار) والنوع والكمية المطلوبة ، ويمكن حساب مواضع المقابس بناء على أنواع الأجهزة الكهربائية المطلوبة ، وشدة الإضاءة ومساحة الغرف.

٣ - تحديد مواضع المفاتيح : يتم تحديد مواضع المفاتيح على أساس دراسة أنسب الأماكن لموضع المفاتيح. كما يتم تركيب المفاتيح على مستوى واحد معا.

٤ - تحديد موضع لوحة التوزيع : ويتم ذلك بناء على دراسة مواضع المقابس ومركز الأحمال ولوحات التوزيع الفرعية والزيادة المحسوبة للحمل.

٥ - تحديد أماكن المقابس : ويتم تحديدها بناء على دراسة المسافة إلى مسار التوزيع ، وأية صعوبات في التثبيت والصيانة أو أية ظروف أخرى.

٦ - تحديد عدد الدوائر الفرعية : يتم تحديد عدد الدوائر الفرعية تبعا لدراسة استخدام القوابس وعدد الغرف الموجود بها قوابس ، ومن وجهة النظر المناسبة والسعة المسموح بها للدائرة الفرعية الواحدة الموجودة في المواصفات القياسية الفنية للأجهزة الكهربائية ، ومن وجهة النظر المتعلقة بالأمان.

٧ - تحديد مساحة مقطع الكابل : ويتم اختيار الكابل بحيث يتحمل التيار المطلوب للحمل الذي يغذيه بأمان.

٣ -٣ -٢ الدوائر الكهربائية الخطية والتنفيذية للإنارة

بعد أن تكلمنا عن الرموز والمصطلحات الكهربائية المستخدمة في رسم الدوائر الكهربائية ، وهي تعطي مدلول واضح للآلات والأجهزة والمعدات والتركيبات الكهربائية من حيث خواصها من الناحية التوصيلية دون التعرض لشكلها وتفاصيل مكوناتها أو أبعادها أو التكوين والفعل الميكانيكي بها ، بل يكون كل تفكيرنا ودراستنا من حيث توصيلها في الدائرة وكل ما يتعلق بها كهربائيا. وسوف تقوم بتعريف كلا من الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية على النحو التالي:

١ - **الدائرة الكهربائية الخطية:** هي الدائرة التي تحتوي على المفهوم العام للدائرة الكهربائية ومكوناتها دون التعرض للتفاصيل.

٢ - **الدائرة الكهربائية التنفيذية:** هي الدائرة التي توضح جميع التوصيلات الخاصة بالدائرة مع المصدر والمفاتيح ومصابيح الإنارة.

أمثلة على رسم الدوائر الخطية والتنفيذية للإنارة:

الشكل (٣ –١) يبن الدائرة الخطية والتنفيذية لتشغيل مصباح كهربائي مفتاح مفرد مع بريزة فولت٢٢٠

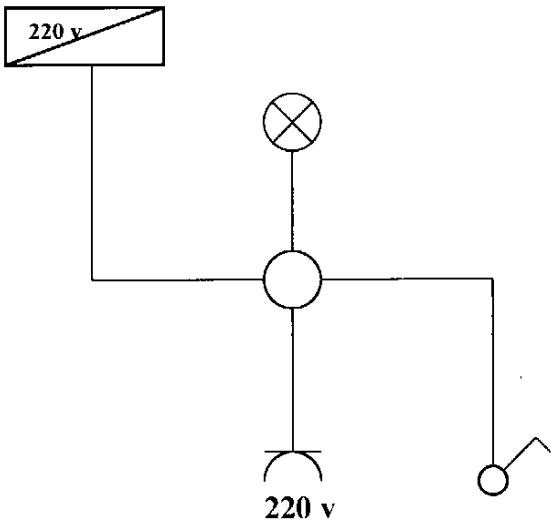
الشكل (٣ -٢) يبين الدائرة الخطية والتنفيذية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مزدوج

الشكل (٣ -٣) يبين الدائرة الخطية والتنفيذية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد (على التوازي).

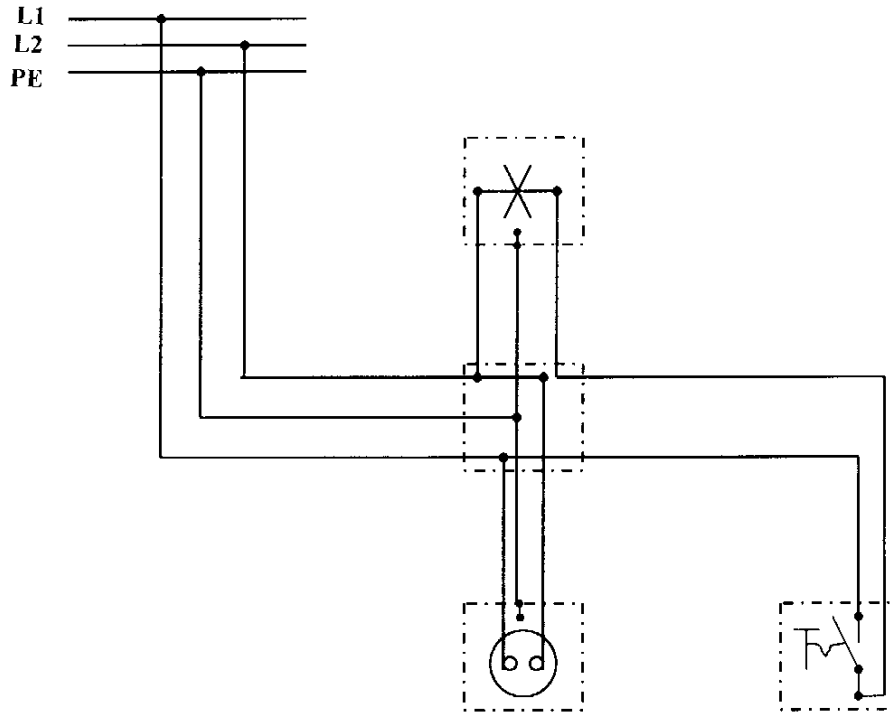
الشكل (٣ -٤) يوضح الدائرة الخطية والتنفيذية لتشغيل مصباحين من ثلاثة أماكن (دائرة السلم ثلاثة طوابق) يدويا.

الشكل (٣ -٥) يبين دائرة لتشغيل مصباح فلورسنت (٢٠ وات) عن طريق مفتاح مفرد.

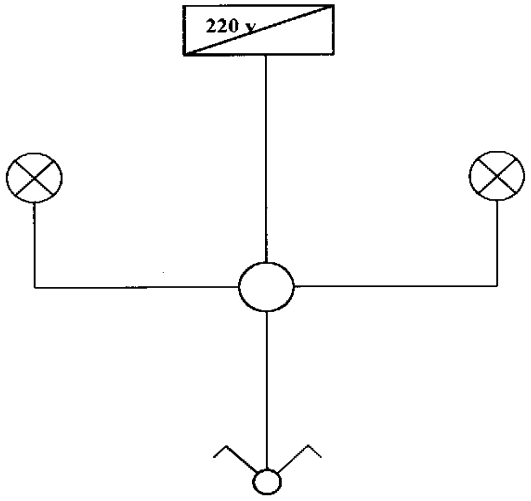
الشكل (٣ -٦) يوضح الدائرة الخطية والتنفيذية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد مع عداد كهربائي.



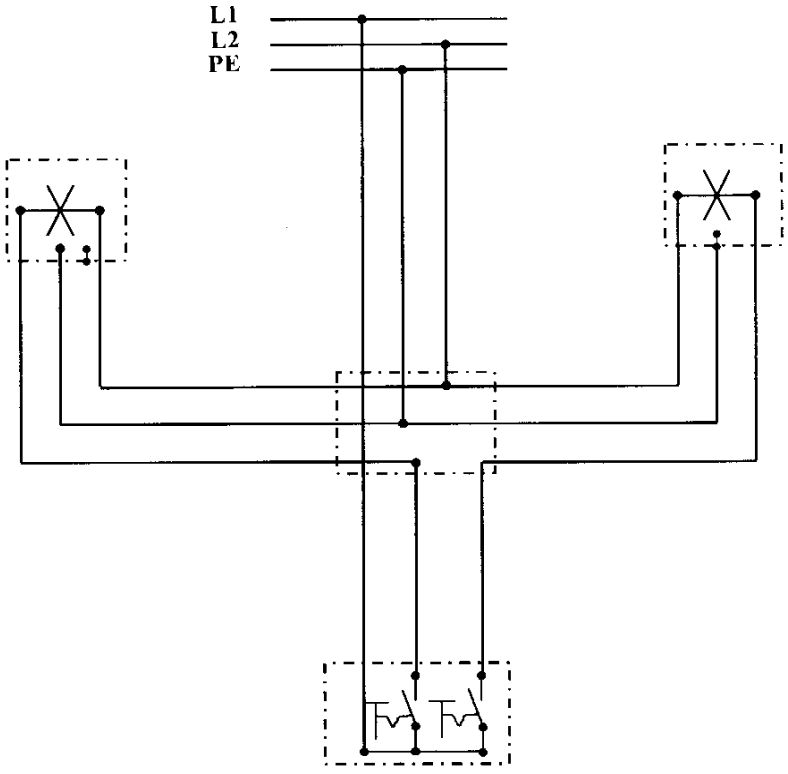
الشكل (٣ -١أ) الدائرة الخطية لتشغيل مصباح عن طريق مفتاح مفرد مع بريزة



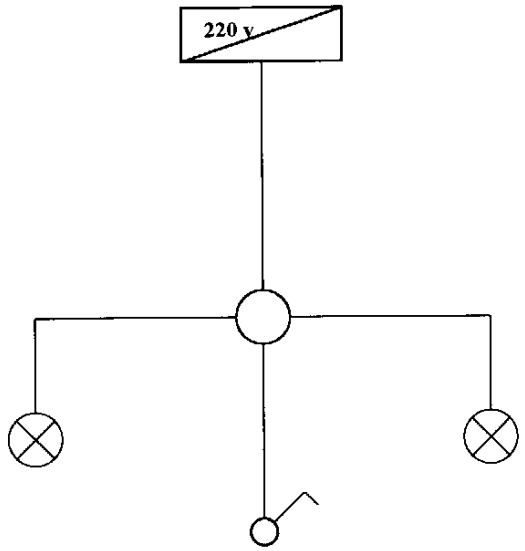
الشكل (٣ -١ ب) الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباح عن طريق مفتاح مفرد مع بريزة



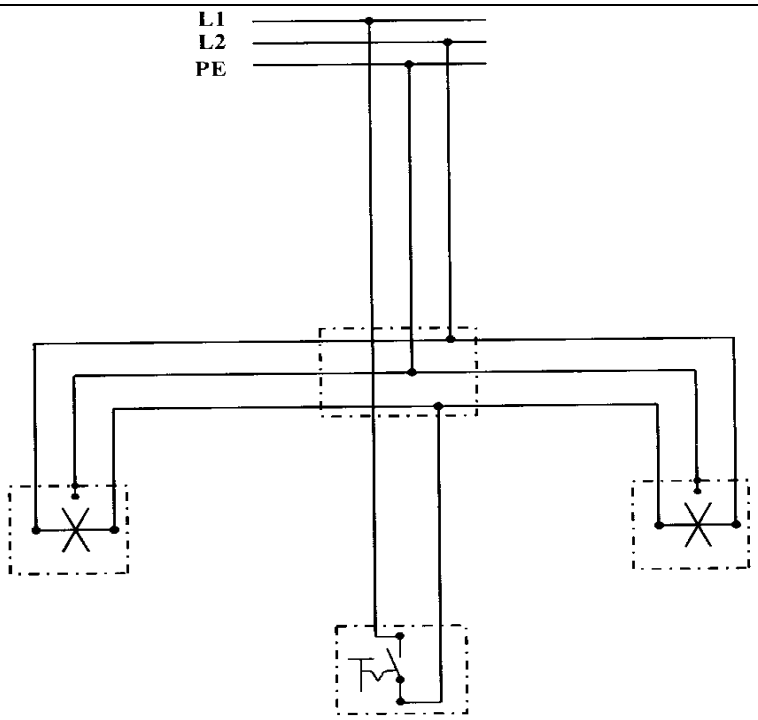
شكل (٣ -٢أ) الدائرة الخطية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مزدوج



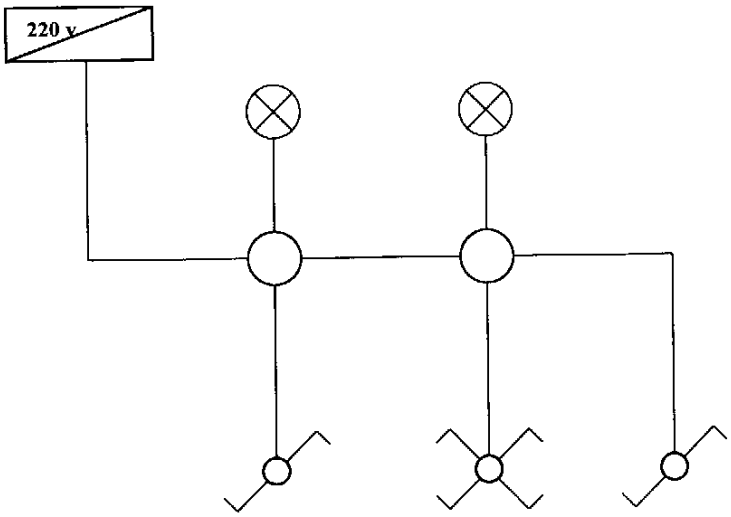
الشكل (٣ -٢ب) الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مزدوج



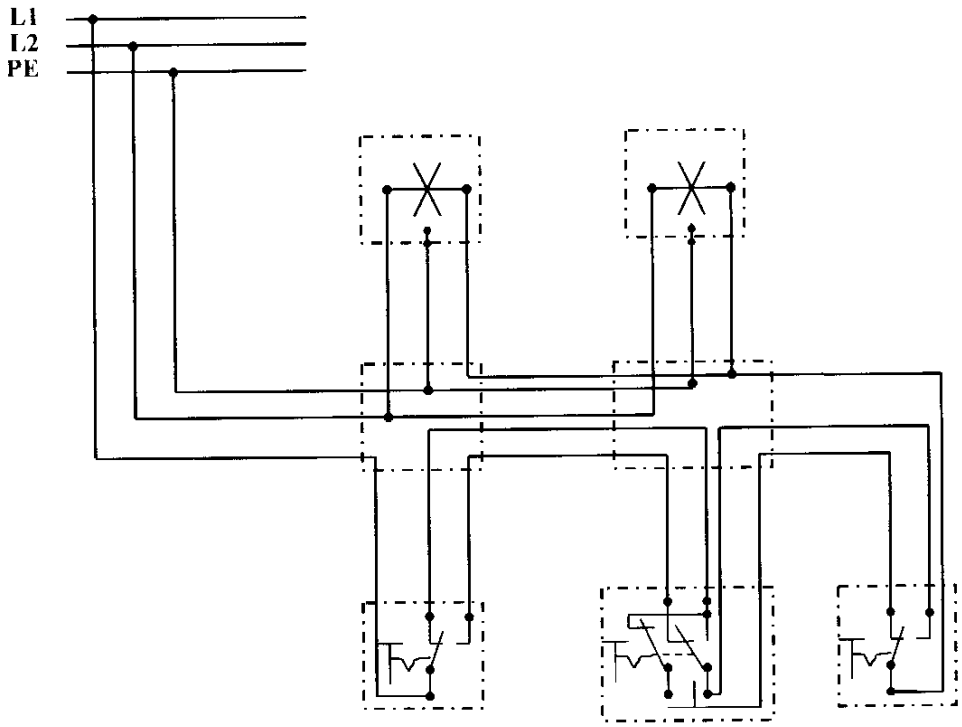
شكل (٣ -٣أ) الدائرة الخطية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد (على التوازي)



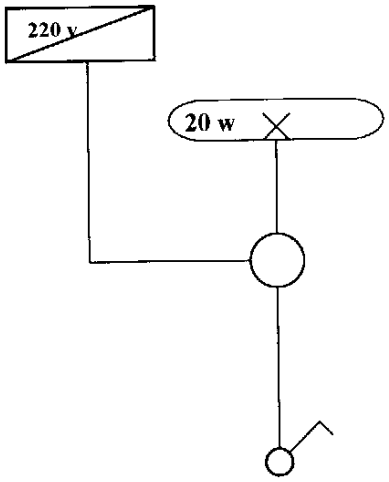
شكل (٣ -٣ب) الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد (على التوازي)



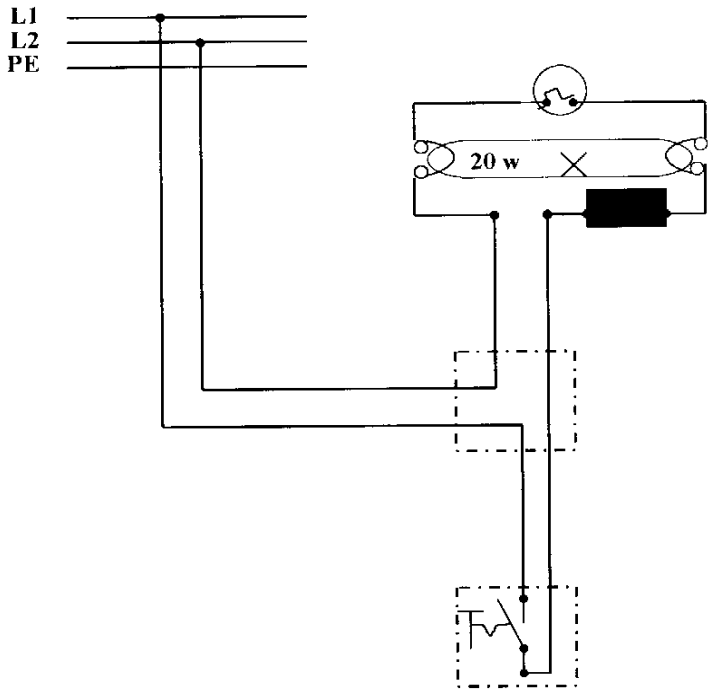
شكل (٣ -٤أ) الدائرة الخطية لتشغيل مصباحين من ثلاثة أماكن يدويا



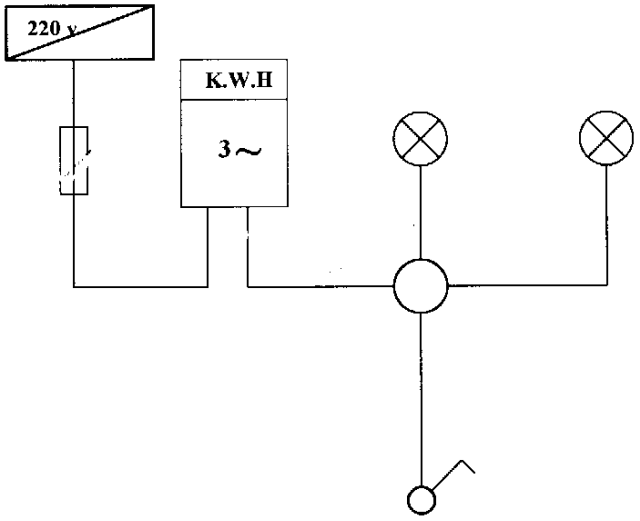
شكل (٣ -٤ب) الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباحين من ثلاثة أماكن يدويا



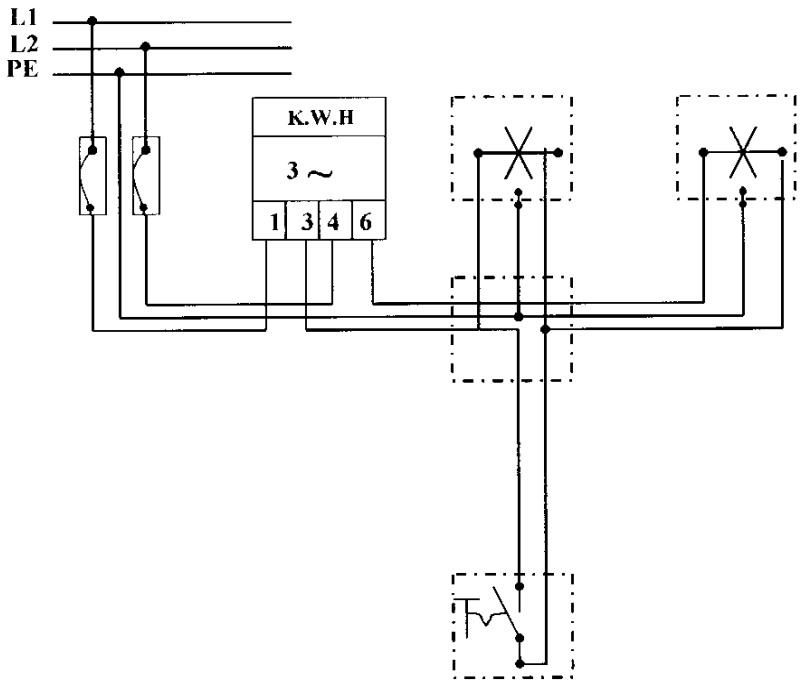
شكل (٣ -٥أ) الدائرة الخطية لتشغيل مصباح فلورسنت (٢٠ وات) عن طريق مفتاح مفرد



شكل (٣ -٥ب) الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباح فلورسنت (٢٠ وات) عن طريق مفتاح مفرد



شكل (٣ -٦أ) الدائرة الخطية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد مع عداد كهربائي.

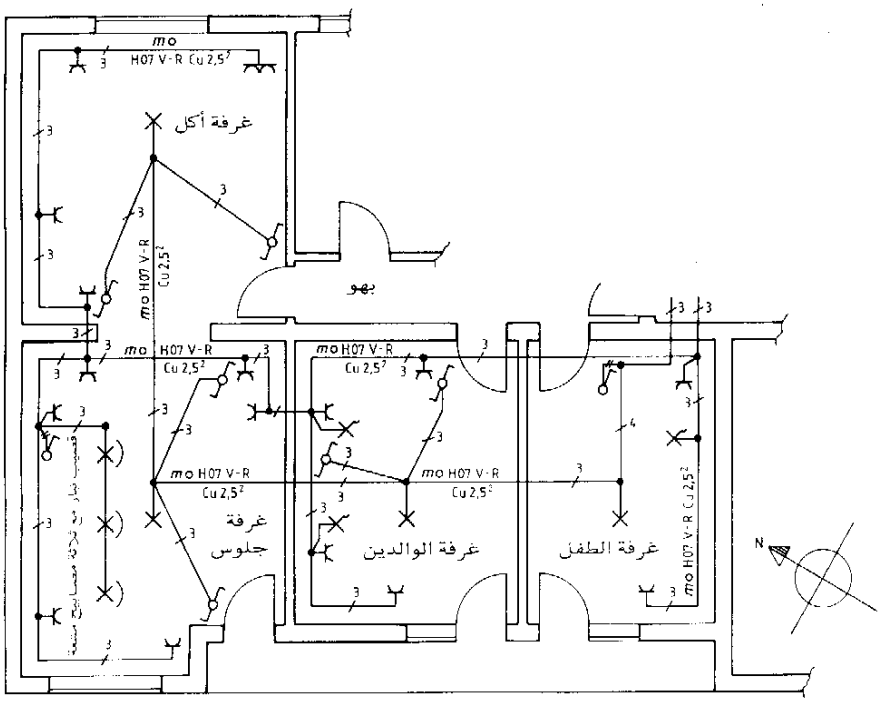


شكل (٣ -٦ب) الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد مع عداد كهربائي.

٣ -٤ لوحات التوزيع المنزلية

إن مسار الخطوط وطرق تمديدها لا تحظى عادة بأهمية كبيرة لدى المهندسين المعماريين ومقاولي البناء ، وغالبا لا ترسم في مخططات الأرضية إلا مواضع الأجهزة والمفاتيح والمقابس ومآخذ التيار في الجدران والأسقف ، لذا يجب أن يضاف إلى مخطط التركيبات مخطط يمكن أن تستخرج منه البيانات الضرورية للتنفيذ ، مثل طرق تمديد الموصلات وأنواعها والتوزيع على الدوائر الكهربائية المختلفة.

والشكل (٣ -٧) يوضح مخطط التركيبات الكهربائية في مخطط الأرضية لوحدة سكنية لأسرة صغيرة مكونة من أربع غرف ؛ غرفة جلوس وغرفة أكل وغرفة طفل وغرفة للوالدين.



شكل (٣ -٧) مخطط التركيبات لوحدة سكنية في مخطط الأرضية للمبنى

ويراعى تركيب خط رئيسي من خارج المبنى إلى داخله سواء كان الخط الرئيسي خارج المبنى سلك هوائي أو كابل مدفون تحت الأرض على أن يوزع هذا الخط الرئيسي إلى جميع الوحدات السكنية في جميع الأدوار.

ولتصميم لوحة التوزيع الخاصة بالوحدة السكنية يجب معرفة كل التجهيزات الكهربائية المطلوبة داخلها وكذلك الأجهزة الكهربائية المستخدمة ، ويتم بعد ذلك تقسيم الوحدة السكنية إلى عدد من الدوائر الكهربائية اللازمة (كل دائرة كهربائية على عدد من المصابيح والمقابس والأجهزة).

في الوحدة السكنية المبينة في شكل (٣ -٧) تم تقسيمها إلى ستة دوائر كهربائية وبياناتها كالتالي:

الدائرة الأولى : دائرة محرك ثلاثي الأوجه **٢,٢ *Kw*** ، خط نحاسي مغلف (موصل فوق الحائط أو البياض) **٢,٥ *mm*²** ، ٣ مصاهر معدلها ٢٠ أمبير.

الدائرة الثانية : دائرة مصابيح كهربائية ، موصلات نحاسية معزولة **٢,٥ mm²** في ماسورة تركيبات تحت البياض ، مفتاح وقاية موصلات معدله ١٠ أمبير.

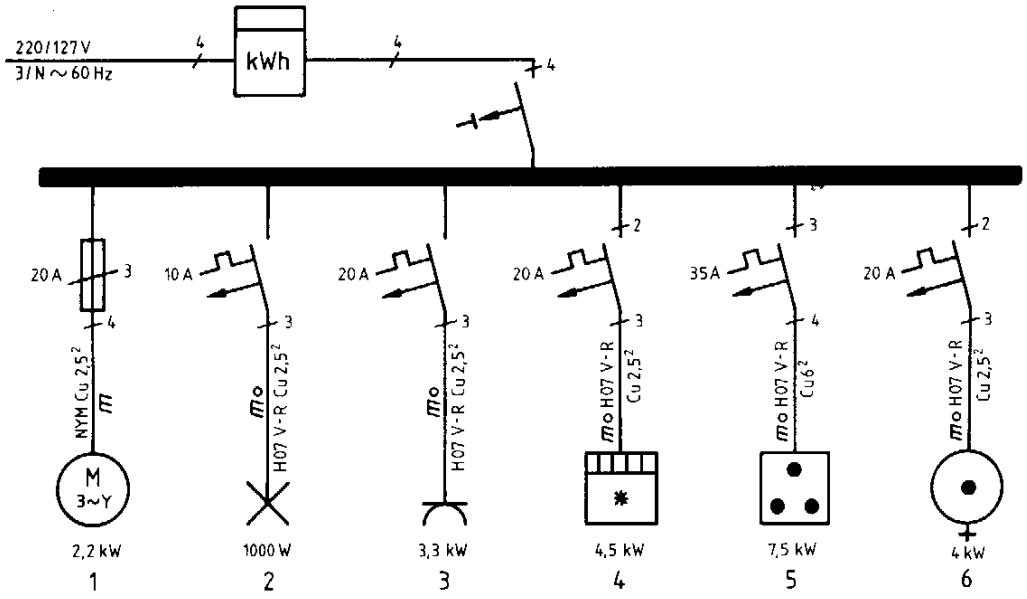
الدائرة الثالثة : دائرة مقابس كهربائية ونفس تركيبات الدائرة الثانية ، مفتاح وقاية موصلات معدله ٢٠ أمبير.

الدائرة الرابعة: دائرة جهاز تكييف للهواء **٤,٥ kW** ونفس الدائرة الثانية ، مفتاح وقاية موصلات معدله ٢٠ أمبير.

الدائرة الخامسة : دائرة فرن كهربائي قدرته الكهربائية الكلية **٧,٥ kW** ، موصلات نحاسية معزولة ٦,٥ **mm²** في ماسورة تركيبات تحت البياض (داخل الحائط) ، ثلاثة مفاتيح وقاية موصلات معدلها ٣٥ أمبير.

الدائرة السادسة : دائرة سخان كهربائي **٤ kW** ، موصلات نحاسية معزولة داخل الحائط ، ثلاثة مفاتيح وقاية موصلات معدلها ٢٠ أمبير.

ويبين شكل (٣ -٨) لوحة التوزيع الخاصة بالوحدة السكنية. ويمكن أن يحتوي مخطط التوزيع على بيانات أخرى ، مثل الأطوال الكلية للدوائر الكهربائية ، والغرف التي تتغذى من هذه الدوائر....إلخ.



شكل (٣ -٨) مخطط التوزيع (لوحة توزيع) لوحة سكنية

٣ -٥ تمارين

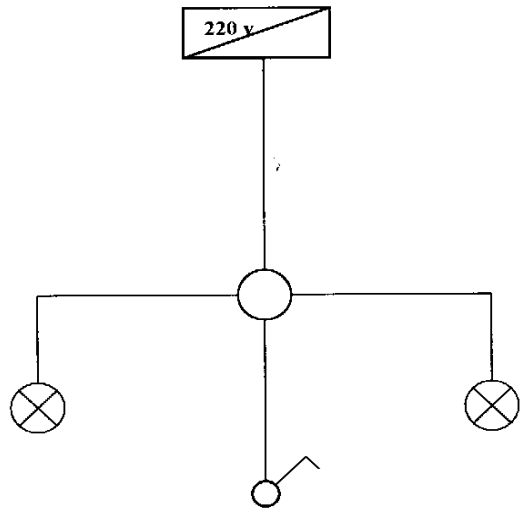
(١) المطلوب رسم الدائرة التنفيذية لدائرة تشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد (على التوالي) وعمل التوصيلات اللازمة حسب ما هو موضح في الدائرة الخطية بشكل (٣ -٩).

(٢) المطلوب رسم الدائرة التنفيذية لدائرة تشغيل مصباح من مكانين مختلفين (دائرة التحويل) يدويا وعمل التوصيلات اللازمة للدائرة الخطية المبينة في شكل (٣ -١٠).

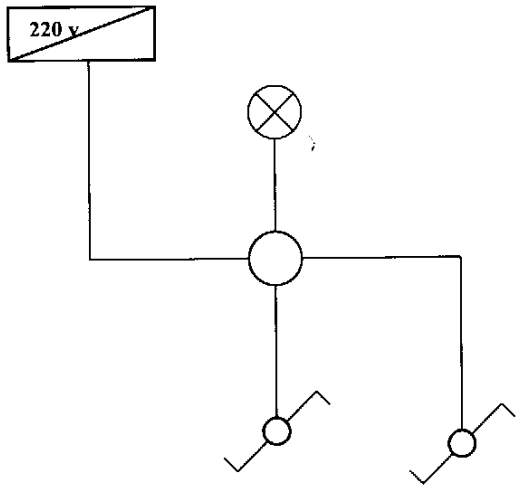
(٣) المطلوب رسم الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لتشغيل مصباحين فلورسنت (٢٠ وات) عن طريق مفتاح مفرد مع عداد كهربائي وعمل التوصيلات اللازمة.

(٤) المطلوب رسم الدائرة الخطية والتنفيذية لتشغيل جرس عن طريق ضاغط تشغيل وعمل التوصيلات اللازمة.

(٥) المطلوب رسم مخطط التركيبات الكامل للتجهيزات الكهربائية في مخطط الأرضية لمكتب مساحته ٥,٥ متر x ٨,٥ متر حيث يلزم تركيب ثلاثة مجموعات إضاءة في كل واحدة منها ثلاثة وحدات إضاءة (مشاك) ، كل وحدة إضاءة فيها مصباحان فلورسنت ٤٠ وات ، ولها مأخذ تيار في السقف ، ولكل مجموعة إضاءة مفتاح تبديل ، ويتم تجميع الثلاث مجموعات إضاءة في لوحة توزيع ويركب العداد ومفتاح الوقاية ومفتاح لوقاية الموصلات ، والتجهيزات تركب في ماسورة فوق الحائط.



شكل (٣ -٩) الدائرة الخطية لتشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد (على التوالي)



شكل (٣ -١٠) الدائرة التنفيذية لتشغيل مصباح من مكانين مختلفين (دائرة التحويل) يدويا

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الرسم الفني الكهربائي

الدوائر الخطية والتنفيذية لتغذية المصانع وشبكات التوزيع بها

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : القدرة على رسم الدوائر الخطية والتنفيذية لتوصيلات المصانع.

الأهداف : عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. معرفة مخططات التغذية للمصانع.
٢. معرفة قراءة ورسم لوحات التوزيع داخل المصانع.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة لا تقل عن ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب : ٤ساعات.

الوسائل المساعدة : لا توجد.

متطلبات الجدارة : لا توجد

الدوائر الخطية والتنفيذية لتغذية المصانع وشبكات التوزيع بها

٤ -١ مقدمة

نظرا لأن كل منشأة صناعية لها ملامحها وخصائصها ومتطلباتها الخاصة من ناحية توزيع الطاقة الكهربائية بها فإنه لا يمكن وضع قواعد قياسية عامة بهدف اتباعها في عمل مخططات التغذية داخل المصانع ومع هذا فإن عمل التصميم متشابه إلى حد كبير في القواعد والمبادئ الأساسية. يتم توزيع الطاقة الكهربائية على الأحمال للمستهلكين من خلال معدات وقاية وتحكم كما أنه يجب معرفة القدرة الكهربائية والجهد والتيار لهذه الأحمال٠ وقد جمعت أجهزة الوقاية والتحكم على لوحات تسمي لوحات التوزيع.

٤ -٢ مخططات التغذية للمصانع

تستخدم الشبكات الشعاعية في الصناعة وهي تتميز بأن أفرع الموصلات تنطلق من نقطة التغذية بشكل شعاعي ويكون على كل جزء من الموصل عدة أحمال ، وهذا النوع يستخدم في شبكات الجهد المنخفض والمتوسط ، وتتميز الشبكات الشعاعية في المصانع بأنه عند حدوث عطل في أي شعاع لا يتضرر باقي المصنع من ذلك. في العادة لا يمكن تغذية المصانع من الشبكة المحلية بل تغذى من شبكة الجهد المتوسط وفى حالات عديدة من شبكة الجهد العالي. ويجب على المصانع أن تنشأ تجهيزات تحويل وتجهيزات مفاتيح خاصة بها وأن تعتني بها. وتوزيع الطاقة يعتمد على ترتيب المجموعات المستهلكة على أرض المصنع وعلى درجة الأمان المطلوبة للإمداد. يبين شكل (٤ -١) مخطط لتوزيع الطاقة الكهربائية داخل مصنع ويحتوي على الآتي:

(أ) مفتاح قدرة أوتوماتيكي: يعمل كمفتاح وقاية للمحول ووقاية لموصل تغذية الموزع الرئيسي ووقاية للموزع الفرعي ويمكن عن طريقه فصل المنشأة بأكملها.

(ب) مفتاح قدرة أوتوماتيكي : يعمل كمفتاح وقاية لموصل تغذية الموزع الفرعي وللموزع الفرعي نفسه.

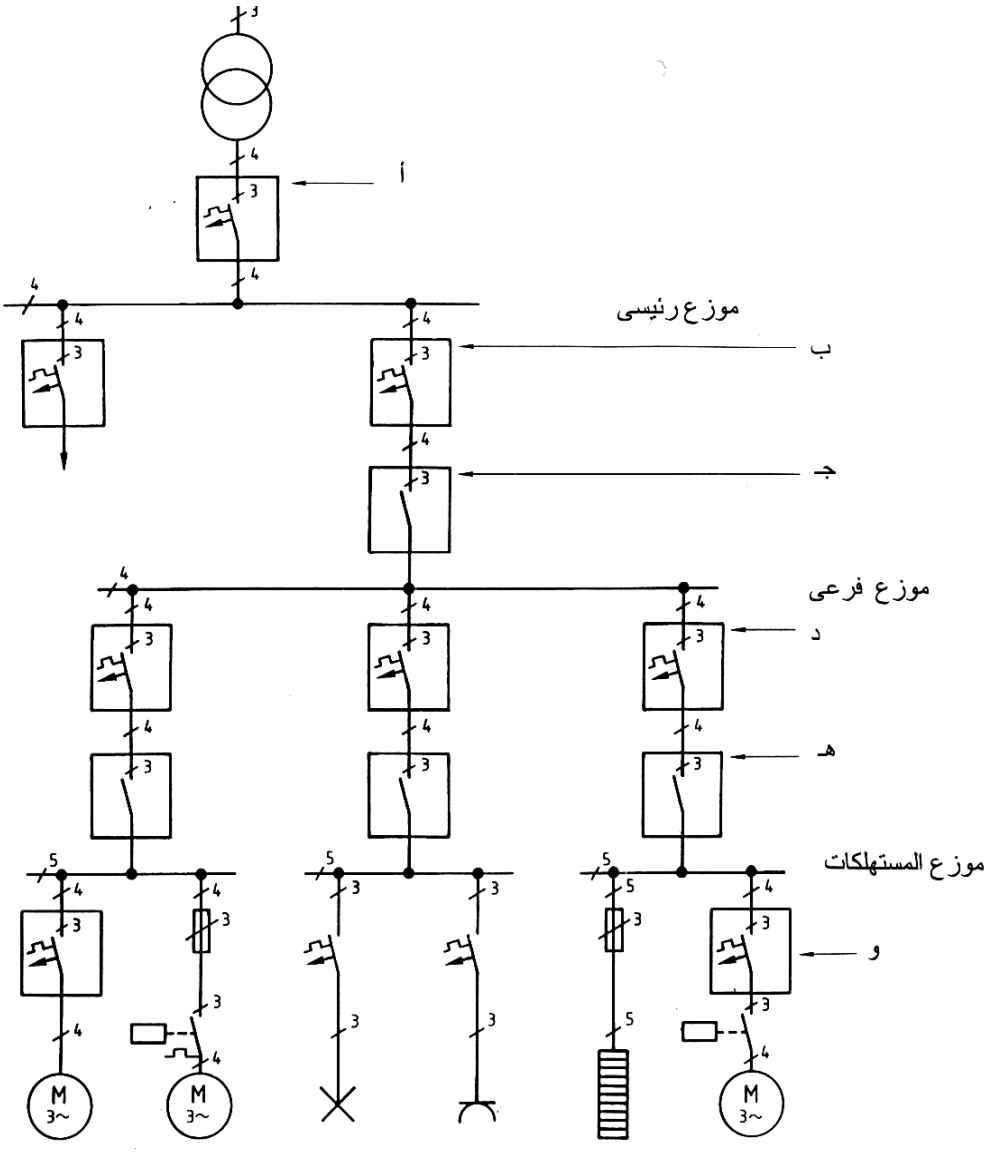
(جـ) مفتاح قدرة في مدخل الموزع الفرعي : يعمل على فصل الموزع الفرعي.

مفتاح قدرة في مدخل الموزع الفرعي : يعمل على فصل الموزع الفرعي.

(د) مفتاح قدرة أتوماتيكي : يعمل كمفتاح وقاية لموصل تغذية موزع المستهلكات و لموزع المستهلكات نفسه.

(هـ) مفتاح قدرة في مدخل موزع المستهلكات : يعمل على فصل موزع المستهلكات.

(و) تجهيزات لوقاية الموصلات والأجهزة.



شكل (٤ -١) مخطط لتوزيع الطاقة الكهربائية داخل مصنع

٤ -٣ لوحات التوزيع داخل المصانع

تختلف لوحات التوزيع داخل المصانع ، إذ يجب أن تتحمل المفاتيح وقواطع الدائرة الكهربائية أقصى حمل يحتمل استخدامه عند فترة الذروة وغالبا ما تكون ١٠٠٪ من الحمل الموجود بالموقع ، لذا يجب توفير لوحات ذات سعات كافية لتحمل تيار الأحمال الموجودة فعلا مع الأخذ في الاعتبار التوسعات المستقبلية. وبصورة عامة يكون للوحات التوزيع واجبان:

(١) عدم السماح بمرور تيار أكبر من قابلية الشبكة٠

(٢) قطع الدائرة بسرعة مع تجنب حدوث دائرة قصيرة أو تسرب تيار أكثر من الطبيعي.

هناك ناحية أخرى تتميز بها لوحات التوزيع للأحمال الكبيرة وهي تحمل التيار عند حدوث خطأ قصر الدائرة حيث إن خطأ الدائرة القصيرة ٢٥٠٠٠ ك.ف.أ تقريبا وبما أن لوحات التوزيع بما تحتويه من قواطع دورة يجب أن تكون قادرة على تحمل هذه القدرة وإزالة مثل هذه الأخطاء ، لذلك يفضل استخدام النوع المسمى بقواطع الدورة ذات سعات العزل العالية إذ يجب أن تعمل بسرعة عند حدوث الدورة القصيرة، أما إذا كان الخطأ عابرا ولفترة قصيرة فيمكن أن تتحمل التيارات العابرة الناتجة عن ذلك .

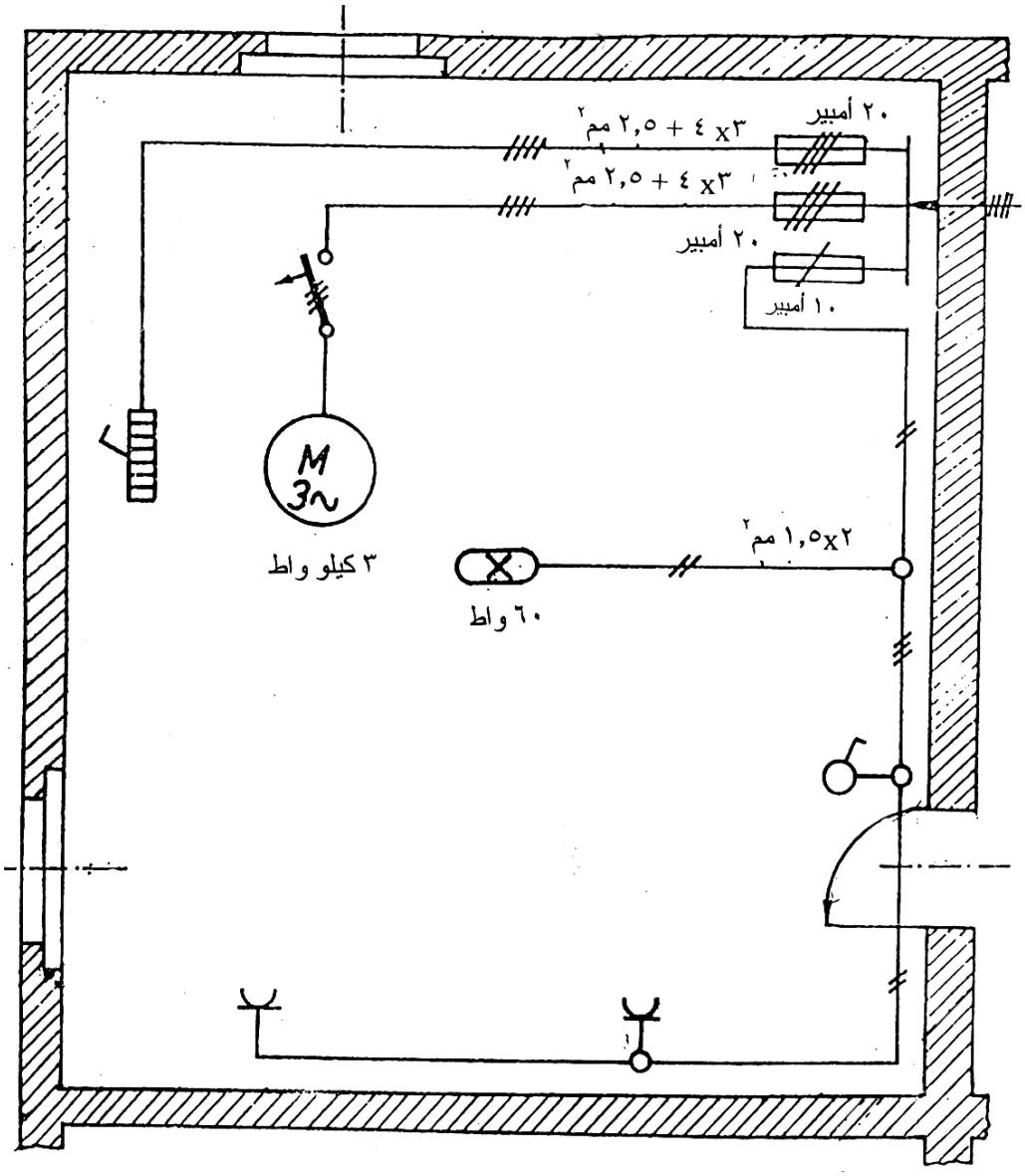
١٠٣٠٤ التوصيلات داخل المصانع والورش للقوى والإضاءة:

عندما يراد توصيل الطاقة الكهربائية داخل المصانع و الورش غالبا ما تستخدم محركات في إدارة الآلات أو معدا ت تسخين للصهر أو صناعة البلاستيك أو أي معدات أخرى تحتاج إلى الطاقة الكهربائية كقوة للتشغيل أو الإدارة. وفى هذه الحالة يحسب مقطع الكابل الذي يحمل الطاقة الكهربائية حتى آلة التشغيل عندما تعرف قدرة هذه الآلة وضغط التشغيل لها حيث يمكن حساب التيار وبالتالي يمكن معرفة مقطع هذا السلك بالمليمتر المربع. وغالبا تستخدم كابلات مدرعة توضع في باطن الأرض من أماكن لوحات التوزيع حتى المكان الموضوع فيه الآلة أو المحرك.

والشكل (٤ -٢) يبين قطاع أفقي في ورشة صغيرة بها محرك ثلاثة أوجه ٣٨٠ فولت قدرة ٣ كيلووات وسخان خاص بماكينة تشكيل بلاستيك ٣٨٠ فولت قدرة ٣ كيلووات ومصباح فلورسنت للإضاءة مع عدد ٢ مقبس.

عند عمل التوصيلات داخل المصانع و الورش يجب أن يحدد مواقع المحركات داخل المصنع والورشة وكذلك أماكن توزيع المصابيح للإضاءة ، ويجب أن تخصص لوحة للإضاءة وأخرى للقوى حتى تكون الإضاءة منفصلة تماما عن القوى ويجب أن تحدد قدرة كل محرك حتى يمكن اختيار الكابل المناسب لكل محرك وكذلك الأسلاك المناسبة للإضاءة فمثلا عند عمل التوصيلات اللازمة لمصنع صغير به ٤

محركات تيار متغير ثلاث اوجه وعدد ٢ محرك تيار متغير وجه واحد وكذلك الإضاءة لخمسة مصابيح فلورسنت فتجهز لوحة للقوى الرئيسية وكذلك لوحة للإضاءة على أن تمد الكابلات من اللوحة الرئيسية حتى أماكن المحركات وكذلك تمد الأسلاك من لوحة الإضاءة حتى مواقع المصابيح .



شكل (٤ -٢) قطاع أفقي لورشة صغيرة وبها التوصيلات الكهربائية للإدارة والإضاءة

٢٠٣٠٤ المواصفات العامة للوحات التوزيع الرئيسية بالمصانع و الورش:

يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار في تصميم لوحات التوزيع موضوع حماية النظام الكهربائي والأجهزة المربوطة به كذلك أخذ سلامة العاملين والفنيين من خطر الصدمة الكهربائية. لذلك يجب أن تتوافر المواصفات الآتية في تصميم لوحات التوزيع:

(١) تصنع اللوحة من صاج سمك ٢مم وتكون مدهونة بدهان الكتروستاتيكي.
(٢) توضع على قاعدة خرسانية بسمك ٢٠ سم.
(٣) يجب أن يتطابق المستوى المقرر لكل قاطع دائرة مع الدائرة التي يقوم بحمايتها هذا القاطع.
(٤) يجب أن تكون القواطع مناسبة من ناحية النوع والحجم مع اللوحة التي تركب فيها هذه القواطع.
(٥) يجب أن تحتوي اللوحة على أجهزة أميتر لقياس شدة التيار وفولتميتر لقياس الجهد.
(٦) يجب أن تحتوي اللوحة على لمبات إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.
(٧) يجب أن تحتوي على قضيب أرضي للوقاية.
(٨) يجب أن تحتوي على قاطع أتوماتيكي رئيسي للتحكم في الحمل الكامل مزود بملفات القطع عند زيادة التيار أو الجهد عن الحد الأقصى.

٣٠٣٠٤ مواصفات لوحة توزيع القوى الرئيسية بالورش و المصانع:

يختلف حجم لوحة التوزيع حسب حجم أجهزة التشغيل والوقاية الموجودة بها. فعلى سبيل المثال لوحة توزيع القوى لورشة تحتوى على ٤ محركات تيار متغير ثلاث أوجه وعدد ٢ محرك تيار متغير وجه واحد تكون مواصفات اللوحة كالتالي:
تصنع اللوحة من صاج سمك ٢ مم بمقياس ٢٠٠X٨٠ سم وبعرض ٤٠ سم كما موضح في الشكل (٤ -٣) ويكون الصاج ملحوما في خوص حديد كهيكل للوحة التوزيع حر، ويمكن تثبيت هذه اللوحة على قاعدة خرسانية ترتفع عن أرضية الورشة ٢٠ سم ويكون مقطع الكابل الرئيسي ٥٠X٣ مم^{٢} +٢٥مم^{٢} ألومنيوم.

ويركب على اللوحة السابقة أجهزة التشغيل والوقاية الآتية:

(١) عدد ٢ مصباح إضاءة للوحة أحدهما من الأمام والأخرى من الخلف للإنارة عند الكشف عن أجزاء اللوحة أو عمل صيانة.

(٢)عدد ٣ جهاز أميتر تيار متغير مدى ١٠٠ أمبير لقراءة التيار الرئيسي عند تشغيل المحركات.

(٣) عدد ٣ لمبة إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.

(٤) عدد ٣ مصهر سريع القطع ١٠٠ أمبير لكل مصهر.

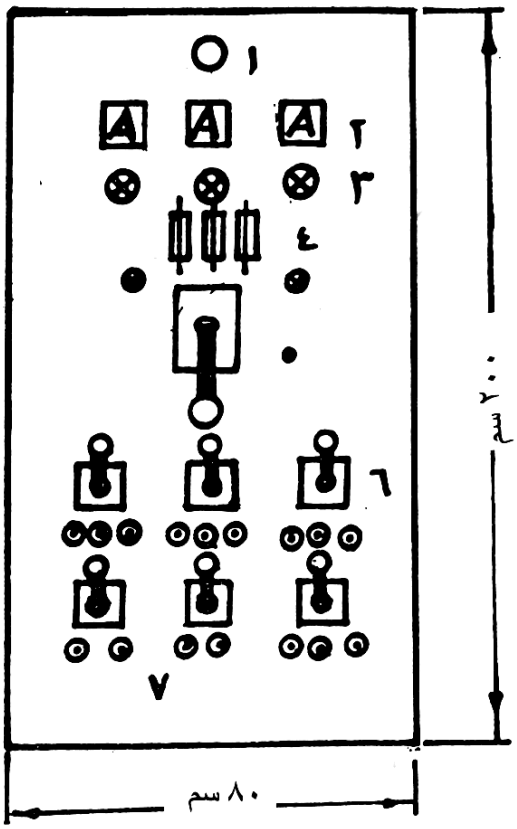
(٥) عدد واحد مفتاح أتوماتيكي للتحكم في الحمل الكامل للورشة مزود بملفات القطع عند زيادة التيار أو الضغط عن الحد الأقصى للمحركات جميعا.

(٦) عدد ٤ مفتاتيح أتوماتيكية ثلاث أوجه (باك سويتش) بقواطع أتوماتيكية عند زيادة التيار ٢٥ أمبير و٣٨٠ فولت.

(٧)عدد ٢ مفتاح أتوماتيكي وجه واحد (باك سويتش) بقواطع أتوماتيكية عند زيادة التيار ١٥أمبير و٢٢٠ فولت.

عدد ١٢ مصهر ٢٢٠ فولت ١٥ أمبير.

عدد ٤ مصهر ٢٢٠ فولت ١٠ أمبير.



شكل (٤ -٣) لوحة توزيع القوى لورشة تحتوي على ٤ محركات ثلاثية الأوجه وعدد ٢ محرك تيار متغير وجه واحد

شكل (٤ -٤) يوضح لوحة توزيع القوى لمصنع شاملة أجهزة التحكم والقياس. وتتكون لوحة التوزيع من ثلاث خلايا : خلية للدخول واثنين للخروج تتحمل اللوحة ١٠٠٠ أمبير وهي مجهزة من الداخل بالقضبان العمومية من النحاس الأحمر الكهربي ويجب ألا تزيد كثافة التيار عن ٤ أمبير/مم^2. والخلايا من النوع المغلق وتبعد عن الحائط مسافة متر للصيانة. وتزود كل خلية بلمبة إضاءة.

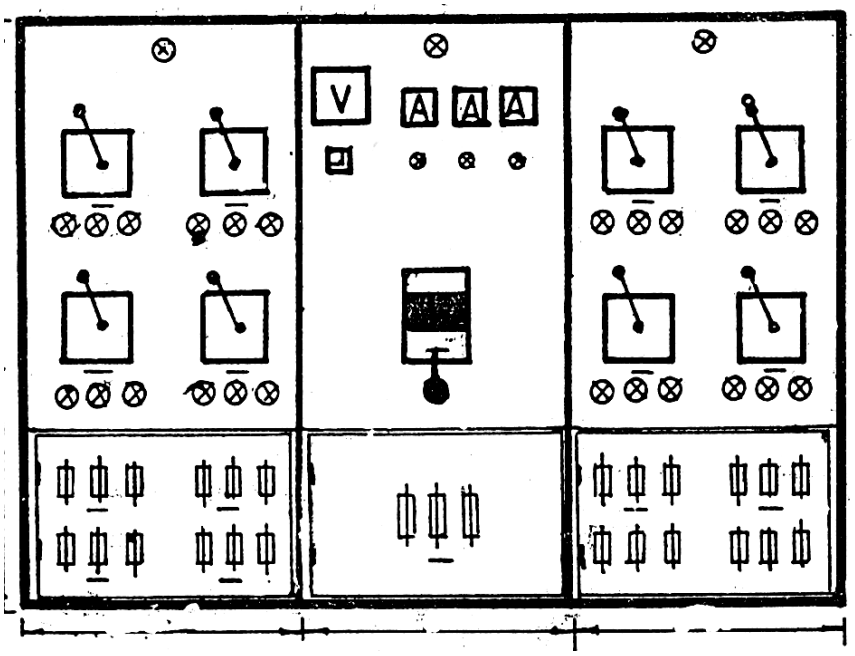
وتحتوي خلية الدخول على الآتي:

- لمبة إضاءة ـ فولتميتر سعة ٤٠٠ فولت.
- عدد ٣ أميتر سعة ٦٠٠ أمبير.
- عدد ٣ لمبة بيان تشغيل بالألوان المميزة.
- مفتاح هوائي لتشغيل يدوي مزود بالحماية ضد زيادة الحمل.
- عدد ٣ مصهر (سعة عالية).
- محولات القياس (تيار ـ جهد) ٣ أوجه.

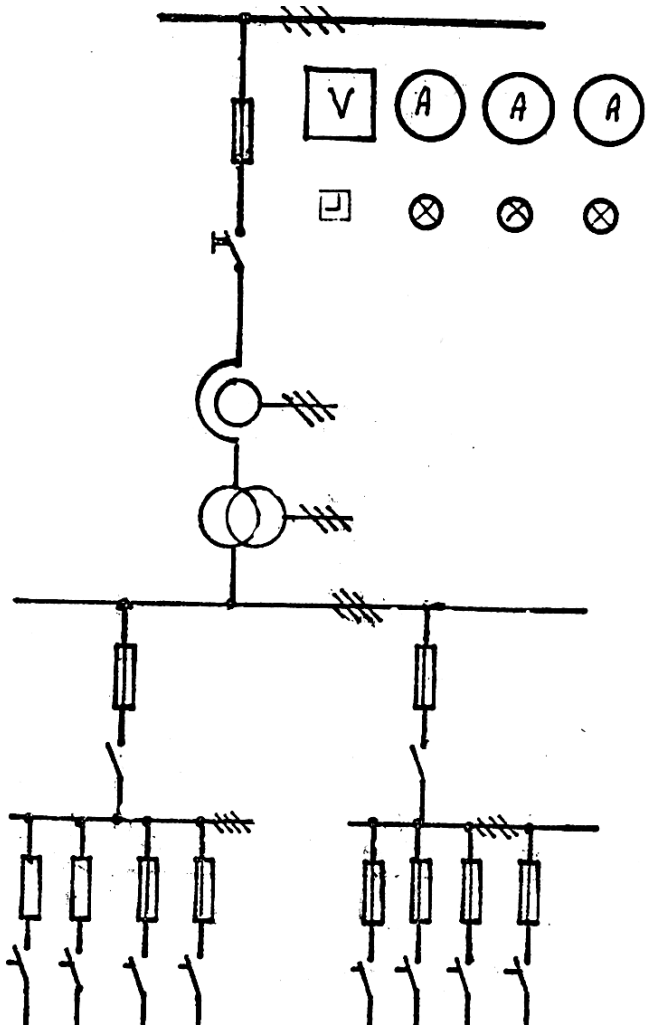
تحتوي خلية الخروج على الآتي:

- لمبة بيان.
- عدد ٤ مفتاتيح باك سويتش سعة ١٠٠ أمبير لتغذية اللوحات الفرعية.
- عدد ١٢ مصهر سعة ٣٦ أمبير.

الشكل (٤ -٤أ) يبين الواجهة الأمامية للوحة توزيع القوى. والشكل (٤ -٤ب) يبين الدائرة الخطية للوحة توزيع القوى.



شكل (٤ -٤أ) الواجهة الأمامية للوحة التوزيع الخاصة بالمصنع



الشكل (٤ -٤ب) الدائرة الخطية للوحة توزيع القوى الخاصة بالمصنع

٤٠٣٠٤ مواصفات لوحة توزيع الإضاءة الرئيسية للورش والمصانع:

يختلف حجم لوحة التوزيع حسب حجم القواطع الموجودة بها. فعلى سبيل المثال لوحة توزيع الإضاءة لورشة تحتوى على ٥ مصابيح فلورسنت تكون مواصفات اللوحة كالتالي:

تصنع اللوحة من صاج سمك ٢ مم بمقياس ٨٠X٨٠ سم وبعرض ٤٠ سم كما موضح في الشكل (٤ -٥) ويكون الصاج مدعم من الداخل بخوص حديد ، ويمكن تثبيت اللوحة في الحائط بخوص وتحتوى اللوحة على الأجهزة والمعدات الآتية:

(١) عدد واحد مصباح إضاءة للوحة من الأمام.

(٢) عدد واحد مفتاح أتوماتيكي وجه واحد ٢٠ أمبير ٢٢٠ فولت.

(٣) عدد واحد لمبة إشارة للتأكد من وجود التيار باللوحة.

(٤) عدد ٣ مصهر ٢٢٠ فولت ٥ أمبير.

(٥) عدد ٥ مفتاتيح أتوماتيكية وجه واحد ٥ أمبير ٢٢٠ فولت.

يجب توصيل سلك أرضي عام للوقاية يتصل كهربيا بالأجزاء المعدنية بجسم المحرك ثم يتصل بقضيب الأرضي في لوحة التوزيع. تستخدم الكابلات الخاصة بنقل الطاقة الكهربية ذات ٤ أسلاك ٣ منها مساحة مقطع ٦ مم^{٢} والرابع ٤ مم^{٢} يستخدم كسلك أرضي.

الشكل (٦٠٤) يبين قطاع أفقي في الورشة وعليه البينات اللازمة للقوى والإضاءة. شكل (٧٠٤) يوضح لوحة توزيع الإضاءة لمصنع شاملة أجهزة التحكم والقياس.

تتكون لوحة توزيع الإضاءة من خليتين : خلية للدخول وأخري للخروج تتحمل اللوحة ٥٠٠ أمبير وهي مجهزة من الداخل بالقضبان العمومية من النحاس الأحمر الكهربي للأوجه الثلاثة المميزة (الأحمر- الأصفر- الأزرق) بمقطع مناسب حسب الأحمال الفعلية٠ يجب ألا تزيد كثافة التيار عن ٤ أمبير/ مم^{٢}. والخلايا من النوع المغلق وتبعد عن الحائط مسافة متر للصيانة ، وتزود كل خلية بلمبة إضاءة.

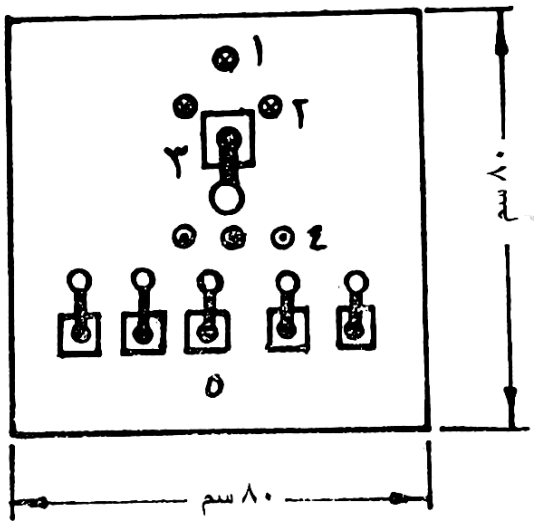
وتحتوي خلية الدخول على الآتي:

- لمبة إضاءة - جهاز فولتميتر سعة ٤٠٠ فولت.
- عدد ٣ أميتر سعة ٤٠٠ أمبير.
- عدد ٣ لمبة بيان تشغيل بالألوان المميزة.
- مفتاح هوائي لتشغيل يدوي ٣ أوجه مزود بالحماية ضد زيادة الحمل ٤٠٠ أمبير.
- محولات القياس (تيار - جهد) ٣ أوجه .

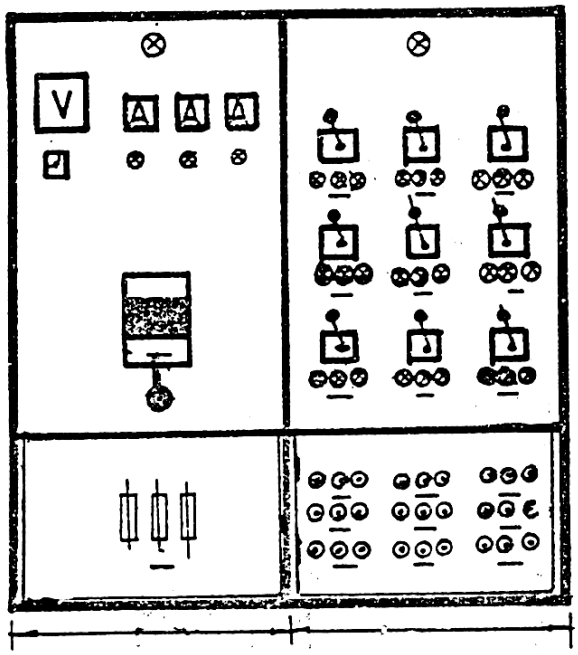
وتحتوي خلية الخروج على الأتي:

- لمبة بيان.
- عدد ٩ مفتاتيح باك سويتش سعة كل مفتاح ١٠٠ أمبير لتغذية اللوحات الفرعية.
- عدد ١٨ مصهر حراري أتوماتيكي.

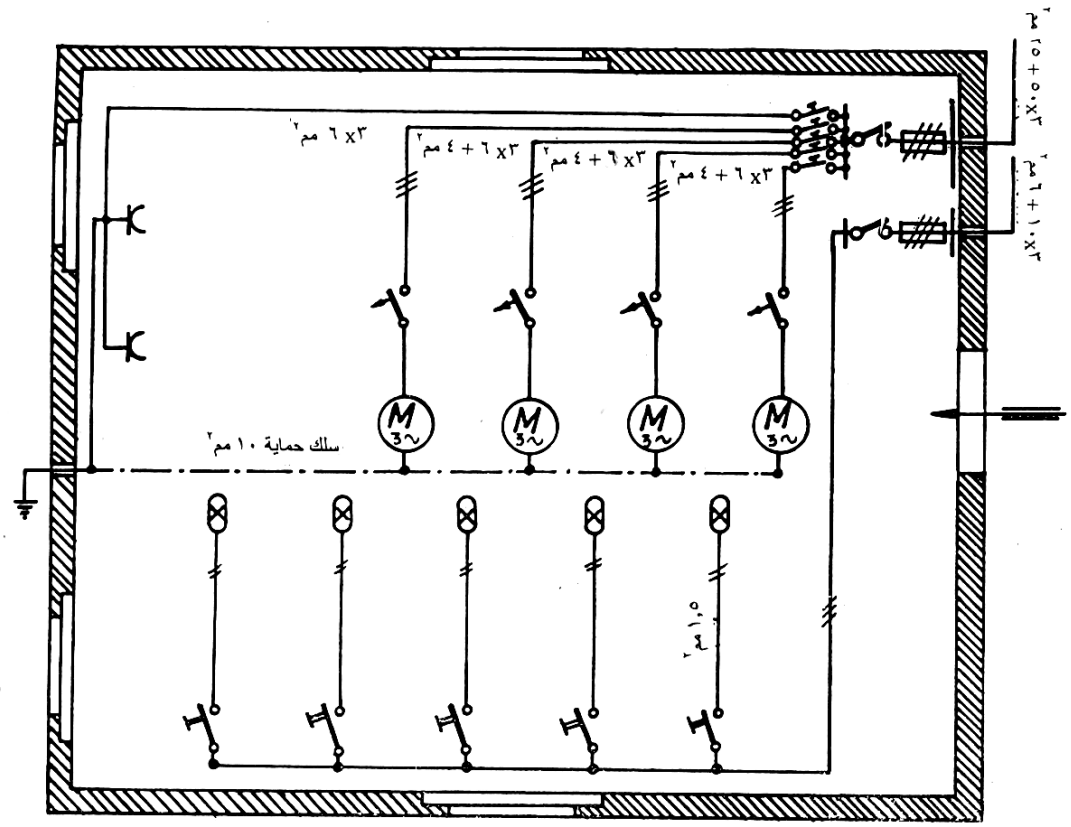
الشكل (٤ -٧أ) يبين الواجهة الأمامية للوحة التوزيع. والشكل (٤ -٧ب) يبين الدائرة الخطية للوحة التوزيع مبين عليها الأجهزة والمعدات اللازمة.



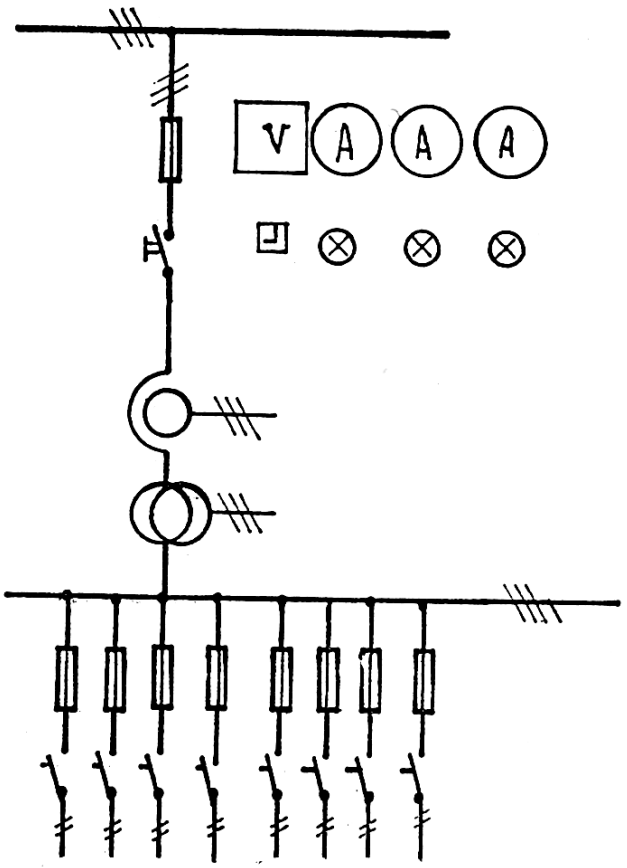
الشكل (٤ -٥) لوحة توزيع الإضاءة للورشة



الشكل (٤ -٧أ) الواجهة الأمامية للوحة توزيع الإضاءة



الشكل (٤ -٦) قطاع أفقي في مبنى الورشة وعليه التوصيلات



شكل (٤ -٧ب) الدائرة الخطية للوحة توزيع الإضاءة مبين عليها الأجهزة والمعدات اللازمة

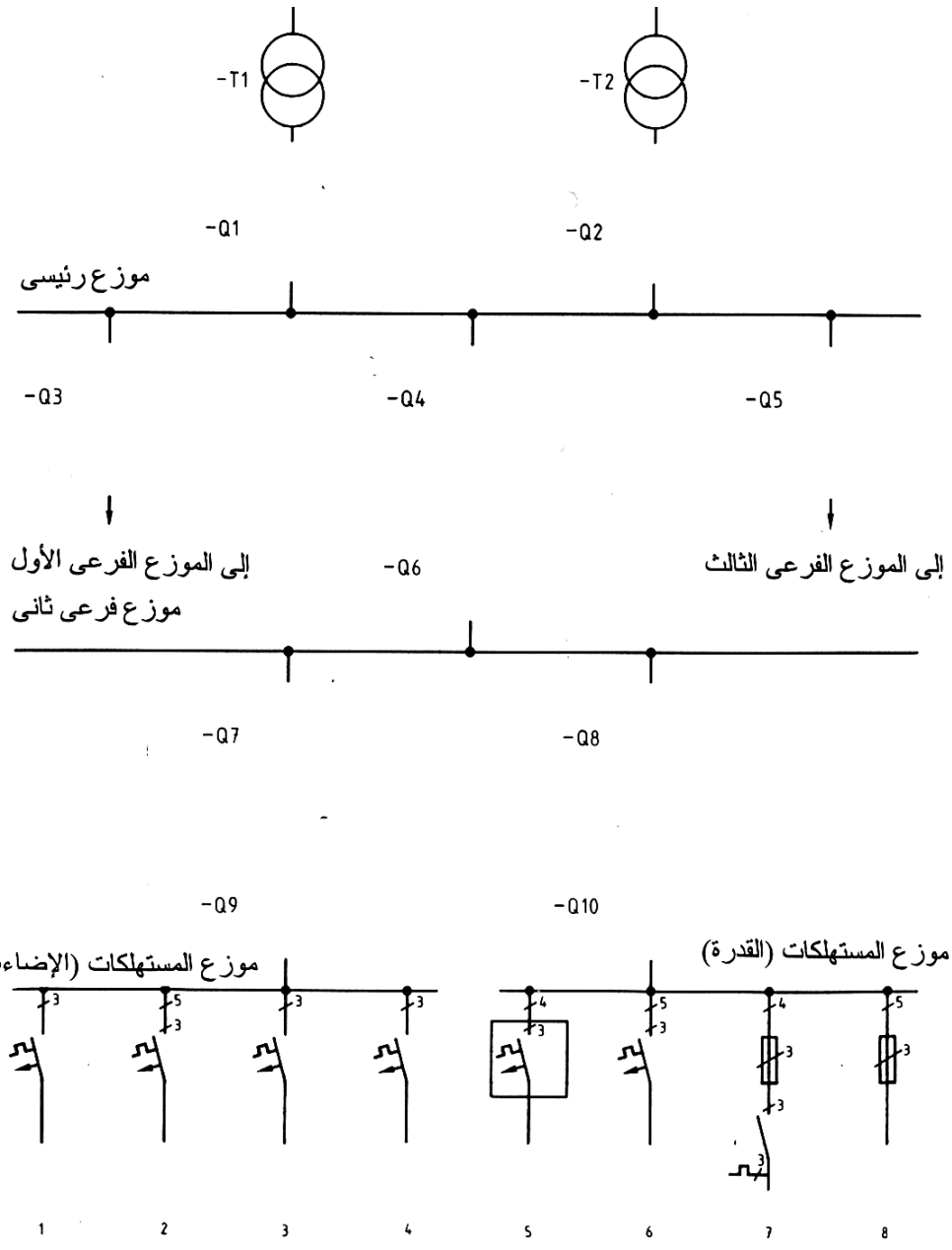
٥٠٤ تمارين:

(١) في شكل (٤ -٨) أرسم لوحات التوصيلات اللازمة لبناء شبكة شعاعية تحتوي على الأتي:

- Q١ مفتاح قدرة أتوماتيكي للمحول T١
- Q٢ مفتاح قدرة أتوماتيكي للمحول T٢
- Q٣ مفتاح قدرة أتوماتيكي للموزع الفرعي الأول
- Q٤ مفتاح قدرة أتوماتيكي للموزع الفرعي الثاني
- Q٥ مفتاح قدرة أتوماتيكي للموزع الفرعي الثالث
- Q٦ مفتاح قدرة للموزع الفرعي الثاني
- Q٧ مفتاح قدرة أتوماتيكي لموزع المستهلكات (الإضاءة)
- Q٨ مفتاح قدرة أتوماتيكي لموزع المستهلكات (القدرة)
- Q٩ مفتاح قدرة لموزع المستهلكات (الإضاءة)
- Q١٠ مفتاح قدر لموزع المستهلكات (القدرة)

مسار التيار في التوزيع للمستهلكات

١. مقابس بملامسات وقاية
٢. مصابيح تفريغ كهربائية
٣. مصابيح توهج
٤. محول جهد صغير
٥. محرك ثلاثي الأوجه
٦. مقابس ثلاثية الأوجه
٧. مروحة بمحرك ثلاثي الأوجه
٨. مقاومات تسخين



شكل (٤ -٨) توزيع الطاقة الكهربية

(٢) في شكل (٤ -٩) ارسم مسار الموصلات واكتب جميع البيانات عن طريق التمديد في مخطط التركيبات الموضح.

الدائرة الأولى: إضاءة الورشة.

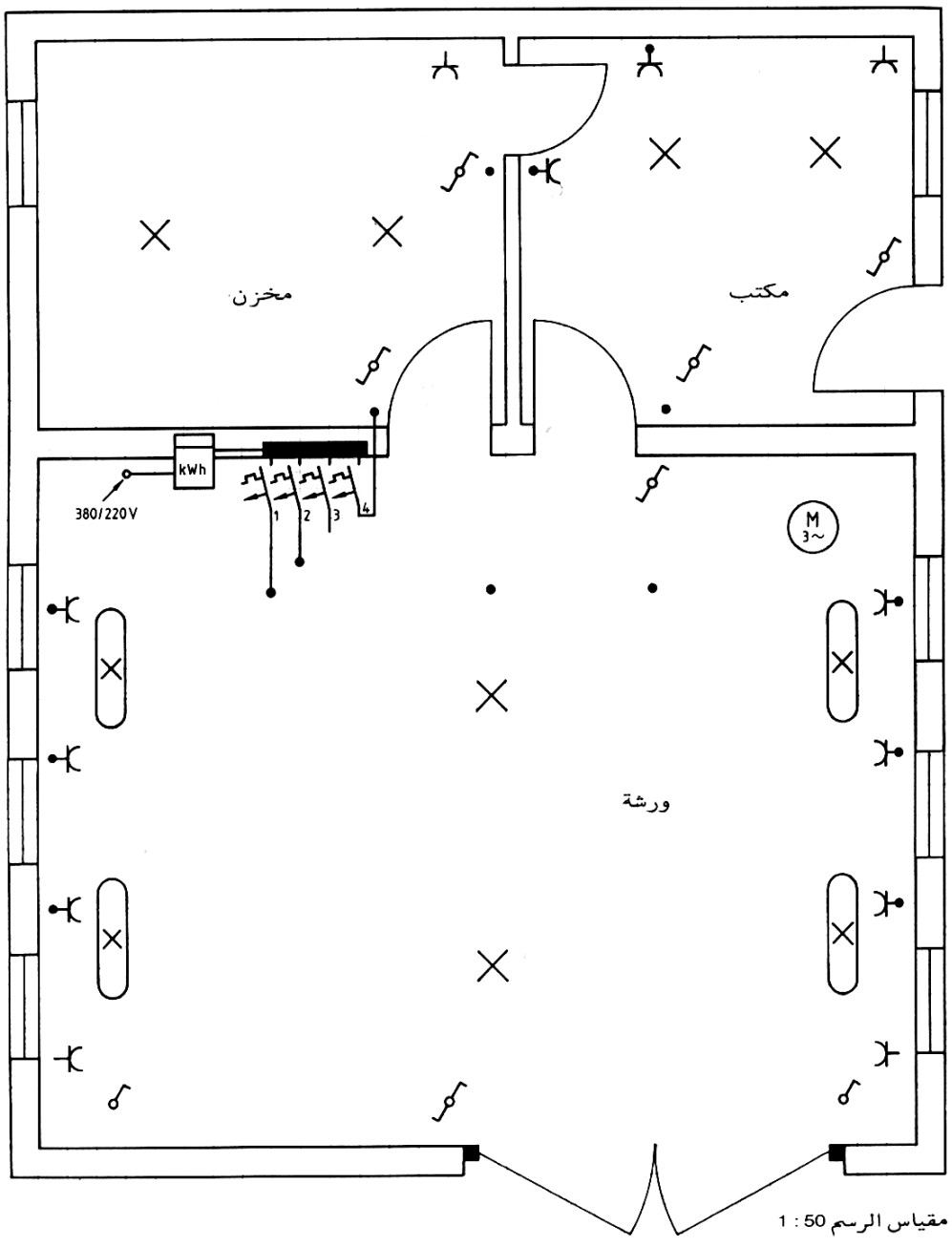
الدائرة الثانية : مقابس في الورشة.

الدائرة الثالثة : محرك ثلاثي الأوجه.

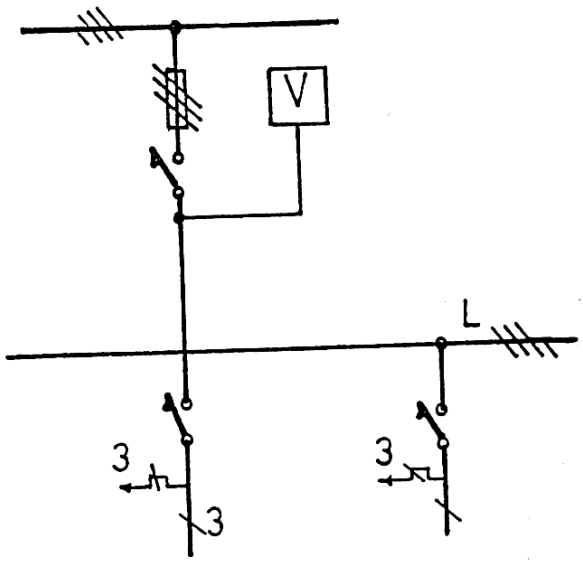
الدائرة الرابعة : إضاءة و مقابس في المكتب وفى المخزن.

(٣) ارسم الدائرة التنفيذية للدائرة الخطية الموضحة في شكل (٤ -١٠) للوحة توزيع لورشة إنتاجية يتم التحكم فيها بواسطة مفتاح أتوماتيكي بأزرار تشغيل (فتح ـ غلق) يغذي عدد ٢ قاطع مغناطيسي يغذي كل منهما مجموعة محركات ويتم التحكم بمجموعة أزرار(فتح ـ غلق) واللوحة مزودة بجهاز قياس الجهد لقياس جهد الخط.

(٤) ارسم الدائرة الخطية والتنفيذية للوحة توزيع ورشة الكهرباء داخل كليتك.



شكل (٤ -٩) قطاع أفقي في مبنى ورشة



شكل (٤ -١٠) الدائرة الخطية للوحة توزيع ورشة إنتاجية

الرسم الفني الكهربائي

مخططات دوائر توصيل الآلات الكهربائية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: معرفة مخططات دوائر توصيل آلات التيار المستمر بأنواعها والآلات ثلاثية الأوجه

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. رسم الدائرة الكهربائية الممثلة لآلات التيار المستمر بأنواعها (منفصل التغذية – توالي – توازي – مركب).
٢. رسم الدائرة الكهربائية الممثلة لآلات التيار المتردد بأنواعها (تزامني – حثي – أحادي الوجه – ثلاثي الوجه).

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ساعات.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: لا توجد.

مخططات دوائر توصيل الآلات الكهربائية

٥ -١ مقدمه :

تستخدم الآلات الكهربائية في تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية والعكس إذا كان التحويل من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية تسمى الآلة محرك و إذا كان التحويل من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية تسمى الآلة مولد. وتصنف الآلات إلى آلات تيار مستمر والآت تيار متردد وتصنف آلات التيار المتردد إلى آلات حثية والآت تزامنيه. عندما يتحرك موصل كهربائي موضوع عموديا على اتجاه المجال المغناطيسي في اتجاه عمودي على ذلك المجال فإنه يتم توليد قوة دافعة كهربائية وهذه هي فكرة عمل مولد التيار المستمر. وأيضا عندما يمر تيار مستمر خلال ذلك الموصل فإن ثمة قوة تؤثر على ذلك الموصل وهذه هي فكرة عمل محرك التيار المستمر. وتسمى هذه الأجهزة بالآت التيار المستمر. الآلات الحثية هى آلات التيار المتردد التي فيها يستقبل الملف الطاقة عند أحد الجوانب من الملف عند الجانب الآخر عن طريق الحث الكهرومغناطيسى. وهناك آلات حثية ثلاثية الوجه وهي الأكثر استخداما في الصناعة وأخرى أحادية الوجه تستخدم في آلات القدرة الصغيرة مثل الأجهزة المنزلية. أما بالنسبة للآلات التزامنية فهي الآلات لها سرعة متزامنة مع المجال المغناطيسي الدوار في الثغرة الهوائية عند ظروف التشغيل في حالة الاستقرار تعرف بسرعة التزامن. المولدات التي تعمل في محطات توليد الكهرباء هى مولدات تزامنية تدار بالسرعة التزامنية لتوليد جهد متغير بتردد ثابت. كما أن المولدات تصبح محركات تدور بالسرعة التزامنية عند التغذية بجهد متغير إلى لفائف عضو الإنتاج وعندئذ تعرف بالمحركات التزامنية.

٥ -٢ آلات التيار المستمر:

يمكن لألآت التيار المستمر العمل كمولد أو محرك. في الوقت الحاضر استخدام المولد محدود نظرا لاستخدام مولدات التيار المتردد. لكن تستخدم محركات التيار المستمر بكثرة في الصناعة. وتتميز محركات التيار المستمر بإمكانية الحصول على نطاق واسع لتغير السرعة مع العزم بتوصيلات مختلفة لملفات المجال.

تصنف آلات التيار المستمر وفقا لتوصيلات ملفات المجال إلى آلات منفصلة التغذية والآت ذاتية التغذية وتنقسم الآلات ذاتية التغذية إلى آلات توالي والآت توازي والآت مركبة. شكل (٥ -١) يبين تركيب آلات التيار المستمر.

٥ -٢ -١ مخطط توصيل آلات التيار المستمر منفصل التغذية :

في التغذية المنفصلة الطاقة التي تستعمل لتوليد المجال المغناطيسي تؤخذ من مصدر تيار يقع خارج الآلة كما أن لفيفية العضو الدوار ولفيقية التغذية (المجال) منفصلتان كهربيا.

أ) التشغيل كمحرك:

إذا دار العضو الدوار إلى اليمين فإن **A١** يكون طرف التوصيل الموجب و إذا دار العضو الدوار إلى اليسار فإن **A١** يكون طرف التوصيل السالب. شكل (٥ -٢) يبين التشغيل كمحرك.

ب) التشغيل كمولد :

شكل (٥ -٣) يبين التشغيل كمولد.

٥ -٢ -٢ مخطط توصيل آلات التيار المستمر توالى:

في توصيل آلات التيار المستمر توالى تقع دائرة المجال على التوالي مع دائرة العضو الدوار.

أ) التشغيل كمحرك:

إذا سرى التيار في لفيفة التغذية من **D١** إلى **D٢** يكون **A١** هو الطرف الموجب عند الدوران إلى اليمين وعند الدوران إلى اليسار يكون **A١** طرف التوصيل السالب. شكل (٥ -٤) يبين تشغيل محرك التوالي.
شكل (٥ -٥) يبين تشغيل محرك التوالي مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات.
شكل (٥ -٦) يبين تشغيل محرك التوالي مع مفتاح بحدبه كمفتاح تغذية.
هذه المحركات لا يسمح بتشغيلها بدون حمل حيث تتسارع هذه المحركات أي أن عدد اللفات يزداد حتى التدمير الذاتي للمحرك.

ب) التشغيل كمولد:

شكل (٥ -٧) يبين تشغيل مولد التوالي.

٥ -٢ -٣ مخطط توصيل آلات التيار المستمر توازى:

في آلات التيار المستمر الموصلة على التوازي تكون لفيفة العضو الدوار ولفيفة التغذية موصلتين على التوازي .

أ) التشغيل كمحرك:

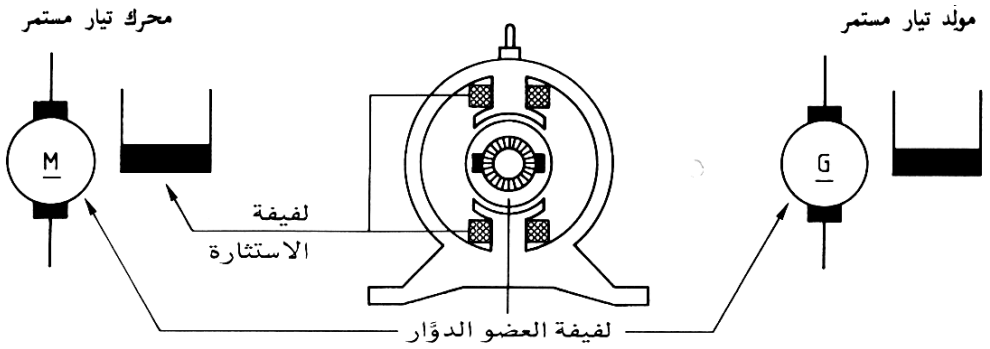
إذا سرى التيار في لفيفة التغذية من **E١** إلى **E٢** يكون **A١** هو الطرف الموجب عند الدوران إلى اليمين وعند الدوران إلى اليسار يكون **A١** طرف التوصيل السالب. شكل (٥ -٨) يبين تشغيل محرك التوازي.
شكل (٥ -٩) يبين تشغيل محرك التوازي مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات .
شكل (٥ -١٠) يبين تشغيل محرك التوازي مع مفتاح وقاية محرك.

ب) التشغيل كمولد:

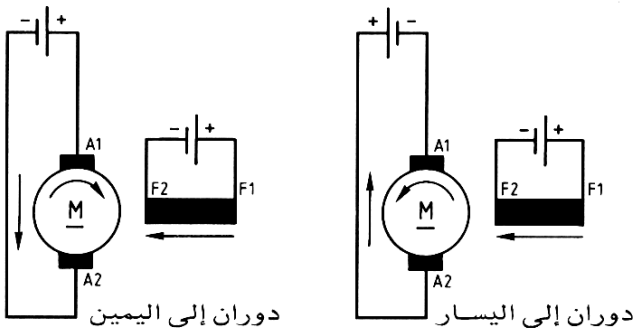
شكل (٥ -١١) يوضح التشغيل كمولد.

٥ -٢ -٤ مخطط التوصيل لالآت التيار المستمر مركب:

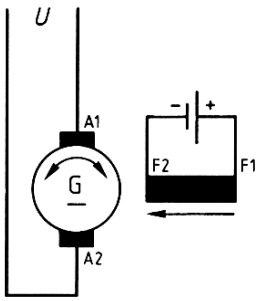
في آلات التيار المستمر المركبة يكون لها على كل قطب رئيسي نوعان من لفائف المجال لفيفة استثارة على التوازى موصلة مع دائرة عضو الإنتاج ولفيفة استثارة على التوالي موصلة مع دائرة عضو الإنتاج على التوالي. شكل (٥ -١٢) يبين تشغيل محرك مركب مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات.



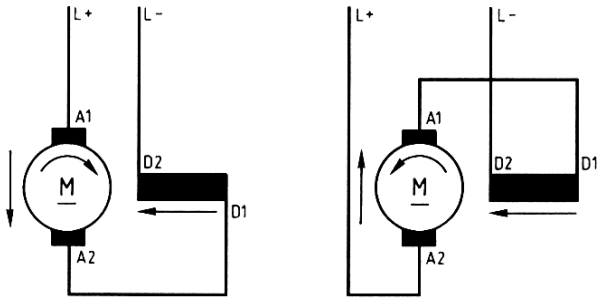
شكل (٥ -١) تركيب آلات التيار المستمر



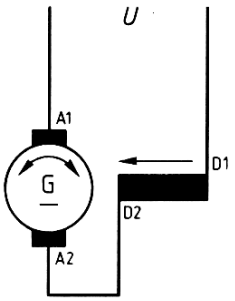
شكل (٥ -٢) محرك تيار مستمر منفصل التغذية



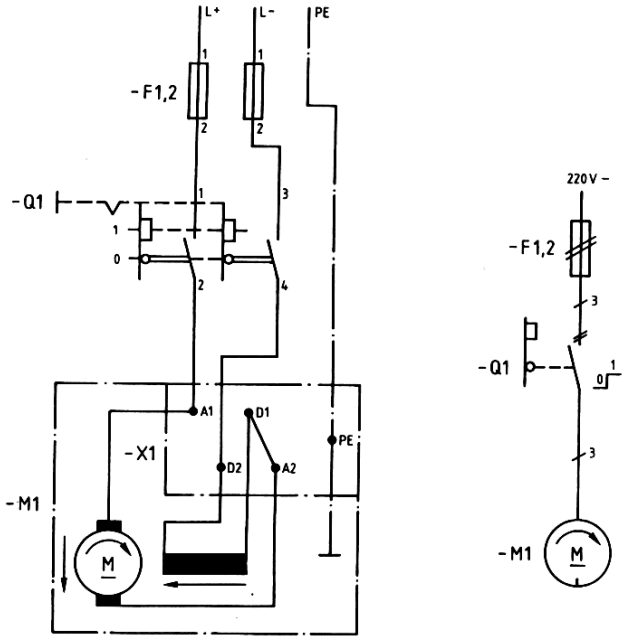
شكل (٥ -٣) مولد تيار مستمر منفصل التغذية



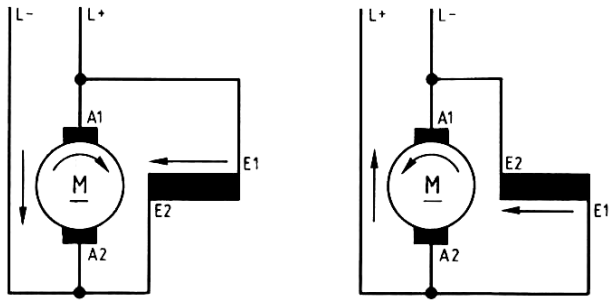
شكل (٥ -٤) محرك تيار مستمر توالي



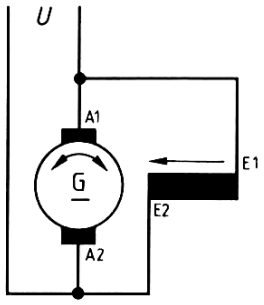
شكل (٥ -٧) مولد تيار مستمر توالي



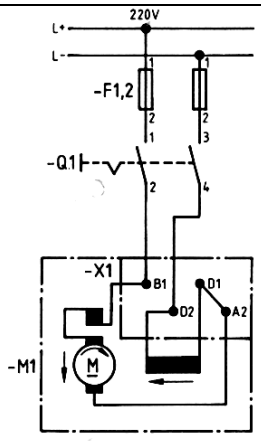
شكل (٦٠٥) تشغيل محرك توالي مفتاح بحدبة كمفتاح أجهزة



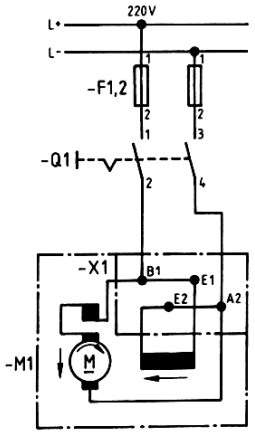
شكل (٥ -٨) محرك تيار مستمر توازي



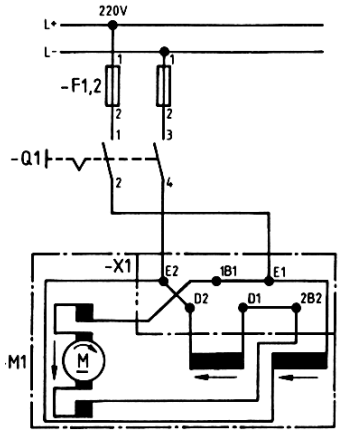
شكل (٥ -١١) مولد تيار مستمر



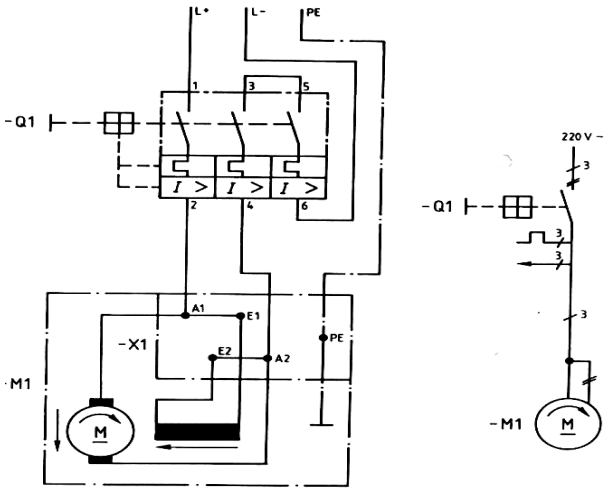
شكل (٥ -٥) محرك توالي مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات



شكل (٥ -٩) تشغيل محرك تيار مستمر توازي مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات



شكل (٥ -١٢) محرك تيار مستمر مركب مع الجمع بين مسار التيار ومخطط التوصيلات



لدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

شكل (٥ -١٠) محرك تيار مستمر توازي مع مفتاح وقاية محرك كمفتاح أجهزة

٥ -٣ آلات التيار المتردد:

٥ -٣ -١ الدائرة الكهربية الممثلة للمولدات التزامنية أحادية الوجه:

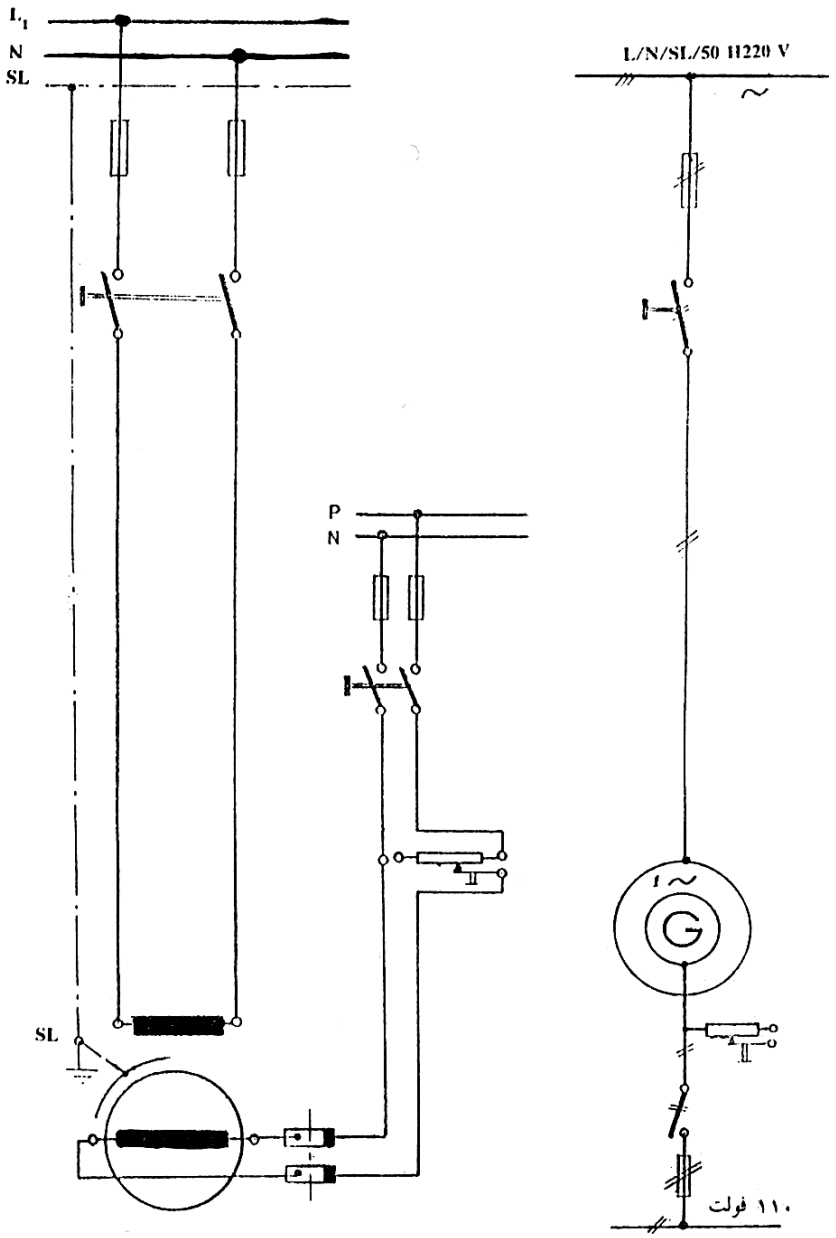
يتكون المولد التزامني من عضو ساكن وهو عضو استنتاج فقط والعضو الدوار وهو يمثل الأقطاب وهي إما بارزة وتركب في المولدات ذات السرعة المنخفضة وإما غاطسه وتركب في مولدات السرعة العالية. وتغذي ملفات أقطاب المولد بالتيار المستمر للحصول على مجال مغناطيسي ثابت في الأقطاب. مولد التيار المتغير ذو الوجه الواحد قدرته صغيرة ولا يصلح استخدامه في محطات التوليد الكبيرة. شكل (٥ -١٣) يوضح الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير وجه واحد فيه عضو الاستنتاج هو العضو الساكن والأقطاب هي العضو الدائر حيث تغذى من قضبان توزيع التيار المستمر P.N عن طريق حلقات الانزلاق والفرش كما يتم تنظيم تيار التنبيه بمقاومة تنظيم الجهد وهي مقاومة متغيرة موصلة في دائرة التيار المستمر. شكل (٥ -١٤) يوضح الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير وجه واحد ضغط منخفض موصلة بين أجهزة قياس.

٥ -٣ -٢ الدائرة الكهربية الممثلة للمولدات التزامنية ثلاثية الأوجه :

يتركب المولد التزامني ثلاثي الأوجه من هيكل خارجي وغطاءين جانبيين ، ومثبت بالمحيط الداخلي للهيكل رقائق حديدية بها فتحات المجاري التي تحمل ملفات عضو الاستنتاج حيث يكون ٣ أفرع ملفات منفصلة مرتبة بحيث تكون مزاحة □١٢٠ بالنسبة إلى بعضها بعضا يمكن أن توصل نجمة أو مثلث. تردد الجهد المتردد يعتمد على عدد أزواج الأقطاب وسرعة دوران المولد. يبين شكل (٥ -١٥) الدائرة التنفيذية لتوصيل مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه العضو الساكن هو عضو الاستنتاج الموصلة ملفاته على شكل مثلث، ويوصل الضغط المتغير المتولد في ملفات عضو الاستنتاج إلى القضبان العمومية مباشرة والقاطع الرئيسي لدائرة التيار المتغير من النوع اليدوي الهوائي أما العضو الدائر (الأقطاب) فتتغذى ملفاته من قضبان توزيع التيار المستمر عن طريق حلقات انزلاق وفرش كما يتم تنظيم تيار التنبيه بمنظم جهد (مقاومة متغيرة) موصلة في دائرة التيار المستمر. يبين شكل (٥ -١٦) الدائرة الخطية والتنفيذية لتوصيل مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه العضو الساكن هو عضو الاستنتاج توصل ملفاته على شكل نجمة وجهد ٣,٣kV تيار متغير وتغذى أقطابه عن طريق مغذى بالتيار المستمر بضغط ٢٢٠ V ويرفع الجهد المتغير المتولد من المولد باستخدام محول قدرة رفع Δ/Y إلى ٣٣ kV حيث يوصل إلى القضبان العمومية المقننة لهذا الجهد علاوة على أجهزة القياس للجهد والتيار باستخدام محولات تيار ومحول جهد ثلاثي الأوجه Y

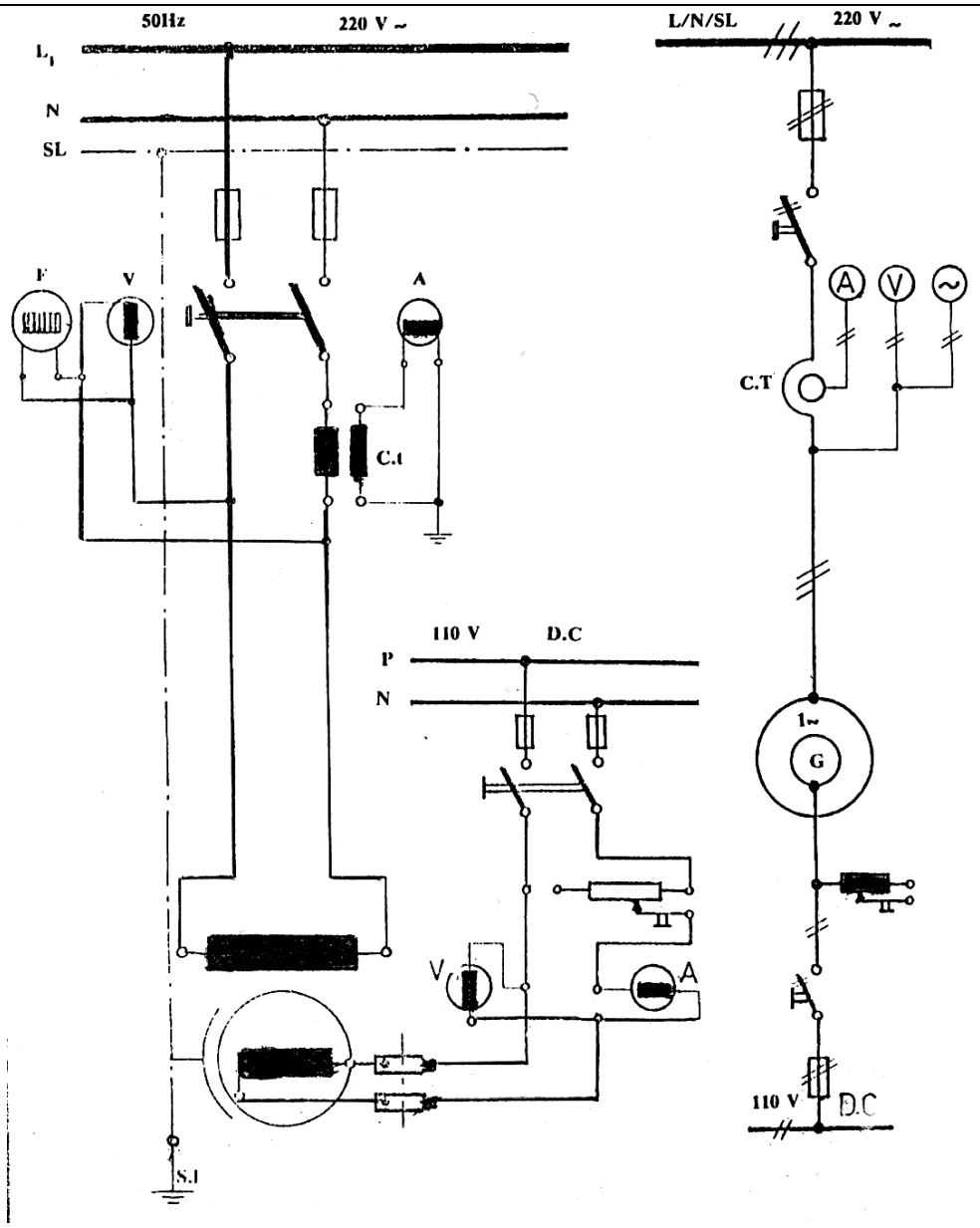
Y/ وذلك في دائرة التيار المتغير ، كذلك شدة التيار وجهد التيار المستمر المغذي للأقطاب باستخدام أميتر وفولتميتر.

شكل (٥ -١٧) يوضح الدائرة الخطية والتنفيذية لتوصيل مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه العضو الساكن هو عضو الاستنتاج توصل ملفاته على شكل مثلث وجهد٦ kV تيار متغير وتغذى أقطابه عن طريق قضبان توزيع للتيار المستمر خلال حلقات انزلاق وفرش . ويتم تنظيم ضغط المولد بتوصيل مقاومة متغيرة توالي مع ملفات التنبيه للمغذي للأقطاب. علاوة على أجهزة القياس اللازمة ومحولات القياس الموصلة بها لخفض الجهد والتيار لتشغيل هذه الأجهزة و دائرة تحكم في ملف القاطع تعمل على جهد٢٢٠V لذا استخدم محول جهد وجه واحد لخفض الجهد من ٦ kV إلى ٢٢٠ V. شكل (٥ -١٨) يوضح الدائرة الخطية والتنفيذية لتوصيل مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه العضو الساكن هو عضو الاستنتاج توصل ملفاته على شكل نجمة وجهد٣kV تيار متغير وتتغذى أقطابه بالتيار المستمر عن طريق مغذى يركب على محور دوران المولد. ويتم تنظيم جهد المولد عن طريق تنظيم جهد المغذي باستخدام مقاومة تنظيم الجهد المتصلة بالتوالي مع ملفات مجال المغذي . علاوة على أجهزة القياس اللازمة ومحولات القياس الموصلة بها لخفض الجهد والتيار لتشغيل هذه الأجهزة و دائرة تحكم في ملف القاطع تغذى من مصدر تيار مستمر.



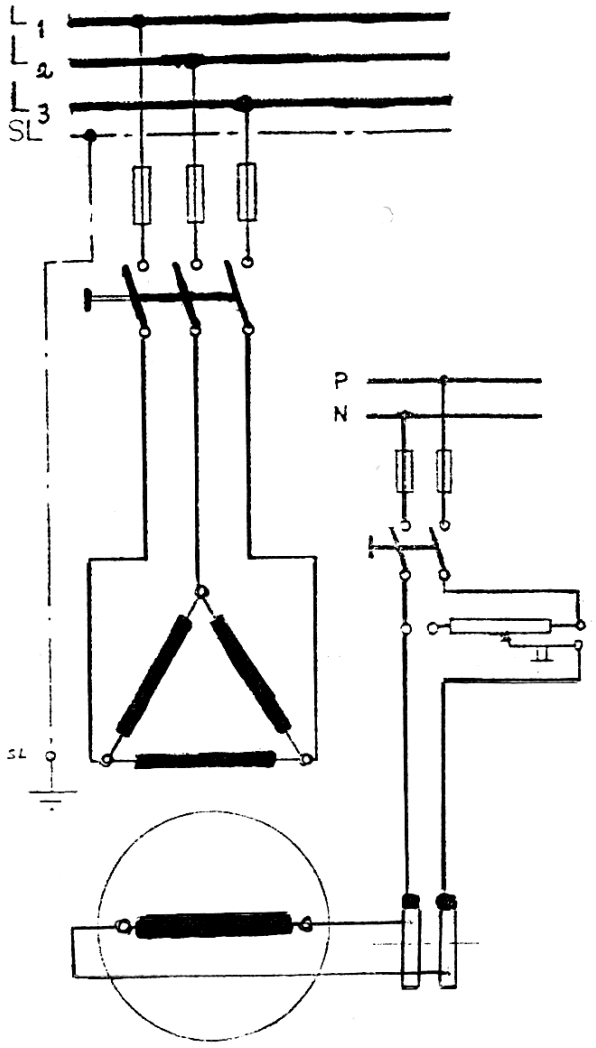
الدائرة الخطية　　الدائرة التنفيذية

شكل(٥ -١٣) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير وجه واحد

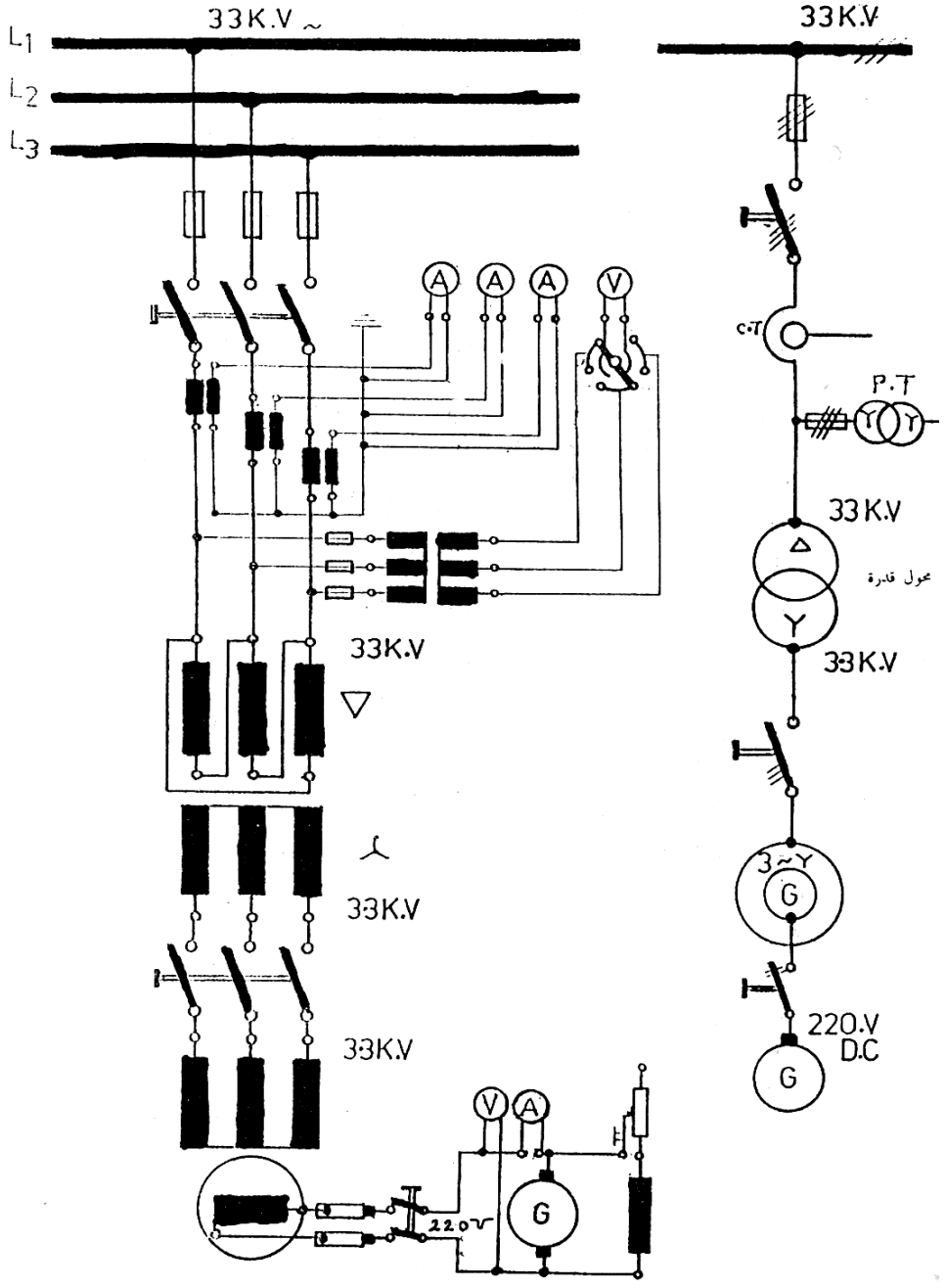


الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

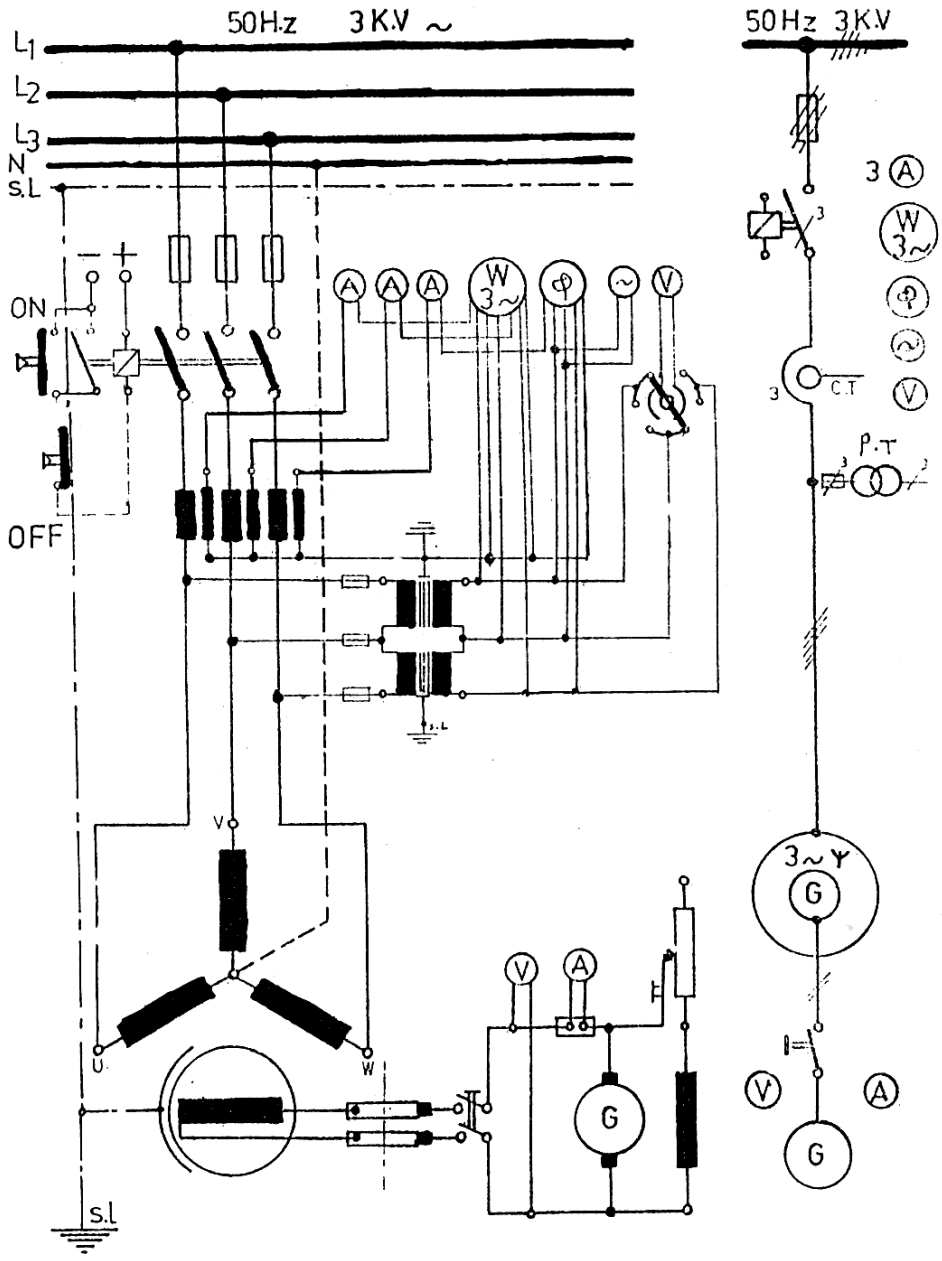
شكل(١٤٠٥) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير وجه واحد موصلة مع أجهزة القياس



شكل(٥ -١٥) الدائرة التنفيذية لتوصيل مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه

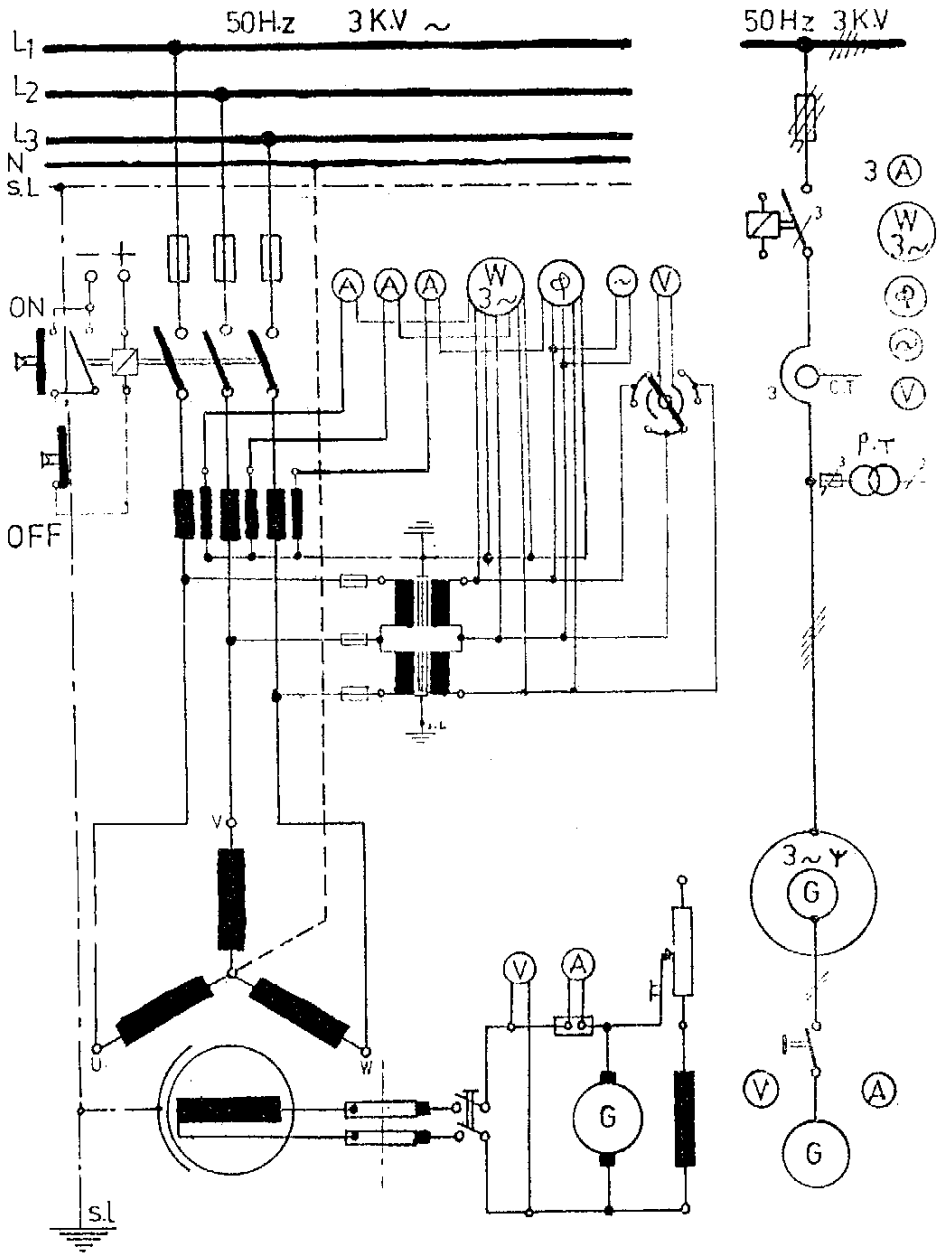


شكل(١٦٠٥) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه يرفع الجهد المتولد باستخدام محول علاوة على أجهزة القياس للجهد والتيار



الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

شكل(٥ -١٧) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه مزود بوقاية حرارية ضد زيادة التيار مع أجهزة القياس المختلفة



الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

شكل(١٨٠٥) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه يعمل بقاطع أتوماتيكي علاوة على أجهزة القياس المختلفة

٥ -٣ -٣ الدائرة الكهربية الممثلة للمحركات الحثية أحادية الوجه:

في المحرك أحادي الوجه تتكون لفيفة العضو الدوار من فرعين الفرع الرئيسي (لفيفة التشغيل) والفرع المساعد (اللفيفة المساعدة) عند لف الآلة نحصل على أفضل الظروف عندما توضع لفيفة التشغيل في ثلثي مجارى العضو الدوار الساكن واللفيفة المساعدة في ثلث هذه المجاري . العضو الدوار هو من النوع المقصر الدائرة. في المحرك ذو اللفيفة المساعدة تعتمد خصائص بدء الحركة والتشغيل على توصيل مكثف في الدائرة المساعدة.

محرك أحادي الوجه مع مكثف تشغيل مستمر:

يمتاز بمعامل قدرة جيد شكل (٥ -١٩ أ).

محرك أحادي الوجه مع مكثف بدء التشغيل:

يوصل المرحل الدائرة المساعدة عندما يكون تيار البدء عاليا فقط ويمتاز بعزم دوران بدئي جيد.

شكل (٥ -١٩ ب).

محرك أحادي الوجه ذو مكثف بدء ومكثف تشغيل:

يمتاز بمعامل قدرة جيد عند عزم دوران بدئي عالي شكل (٥ -١٩ ج).

محرك أحادي الوجه ذو القطب المشطور :

فى المحرك ذو القطب المشطور ألواح العضو الساكن لها أقطاب بارزة وقد أزيل جزء من القطب لتكوين مجرى توضع فيه حلقة نحاسية لتقصير الدائرة شكل (٥ -١٩ د). شكل(٥ -٢٠) يبين مخطط دائرة محرك تيار متغير أحادي الوجه مع مفتاح يدوي لوقاية المحرك ومخطط لمسار التيار.

٥ -٣ -٤ الدائرة الكهربية الممثلة للمحركات الحثية ثلاثية الأوجه:

تنقسم المحركات الحثية من حيث التركيب إلى نوعين النوع الأول ذو القفص السنجابي والنوع الثاني ذو حلقات انزلاق٠ يتكون العضو الدوار ذو القفص السنجابي من أسطوانة مصنوعة من شرائح من الصلب السليكوني بها قضبان من الألومنيوم ويتم توصيل نهايات القضبان مع بعضها البعض من الناحيتين بواسطة حلقتين. إما النوع الثاني ذو حلقات الانزلاق فيتكون من ملفات من النحاس المعزول ويتم توصيل الملفات للأوجه الثلاثة للعضو الدوار على شكل نجمة ويتم إكمال دائرة الملفات عبر مجموعة من ملفات الانزلاق وفرش كربونية ومقاومة متغيرة ثلاثية الأوجه على شكل نجمة. وتتميز المحركات ذات العضو

الدوار بحلقات انزلاق بأن لها عزم دوران بدئي كبير عند تيار بدء منخفض. يمكن توصيل ملفات العضو الساكن للمحركات الحثية بتوصيلة نجمة أو مثلث.

أ - توصيلة النجمة:

فى توصيلة النجمة يتم توصيل أطراف بداية الملفات أو أطراف نهاية الملفات معا في نقطة تسمى بنقطة التعادل. في هذه الحالة الجهد بين الخطوط أي بين الأوجه يسمى جهد الخط والجهد بين الخط ونقطة لتعادل يسمى جهد الوجه ويرتبط جهد الخط بجهد الوجه بالعلاقة:

جهد الخط=٣ √جهد الوجه

إما تيار الخط فيساوي تيار الوجه.

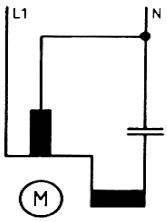
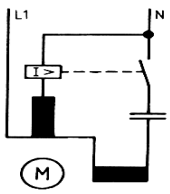
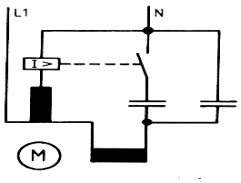
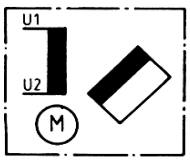
شكل (٥ -٢١) يبين توصيلة العضو الساكن توصيلة نجمة.

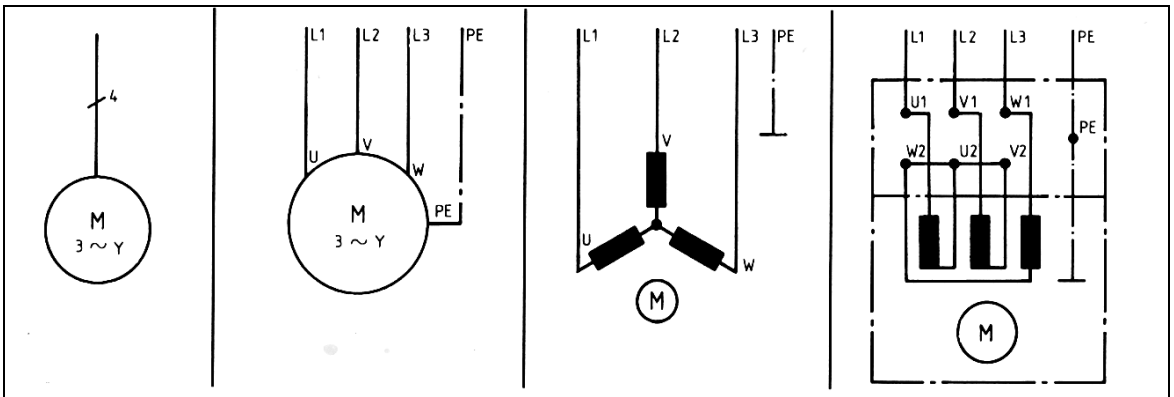
ب- توصيلة مثلث:

فى توصيلة المثلث يتم توصيل بداية الوجه الأول بنهاية الوجه الثاني وبداية الوجه الثاني بنهاية الوجه الثالث وبداية الوجه الثالث بنهاية الوجه الأول. وتكون جهود الخطوط مساوية لجهود الأوجه ويرتبط تيار الخط بتيار الوجه بالعلاقة:

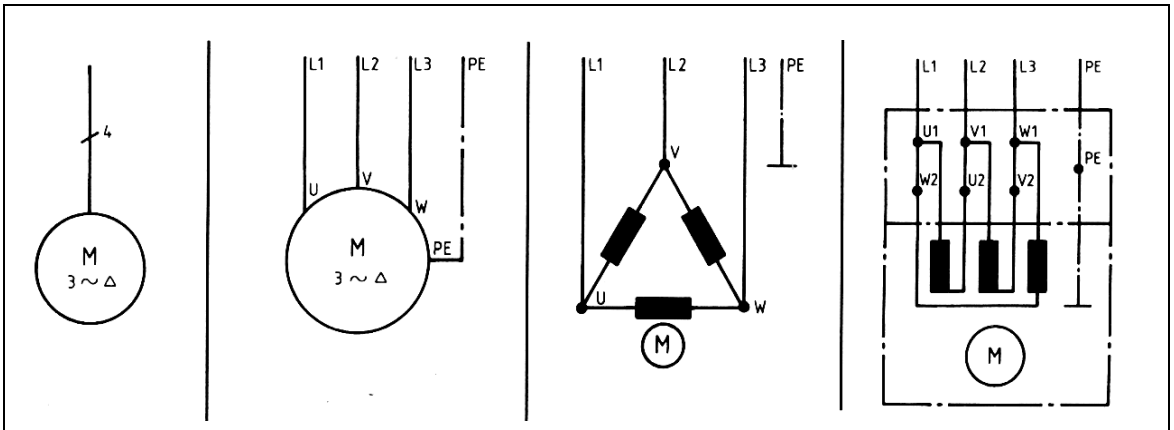
تيار الخط=٣ √تيار الوجه

شكل (٥ -٢٢) يبين توصيلة العضو الساكن توصيلة مثلث. شكل (٥ -٢٣) يبين محرك حثي ثلاثي الأوجه مع مفتاح لوقاية المحرك مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات.

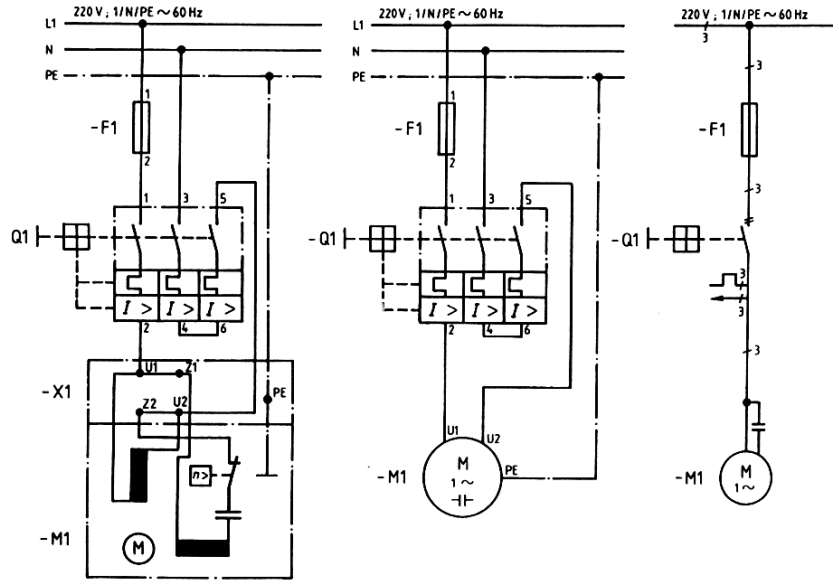
			
شكل (٥ -١٩ أ) محرك أحادي الوجه مع مكثف تشغيل مستمر	شكل (٥ -١ ب) محرك أحادي الوجه مع مكثف بدء	شكل (٥ -١٩ج) محرك أحادي الوجه مع مكثف بدء ومكثف تشغيل مستمر	شكل (٥ -١٩د) محرك أحادي الوجه ذو القطب المشطور



شكل(٥ -٢١) توصيلة العضو الساكن توصيلة نجمة للمحرك ثلاثي الأوجه

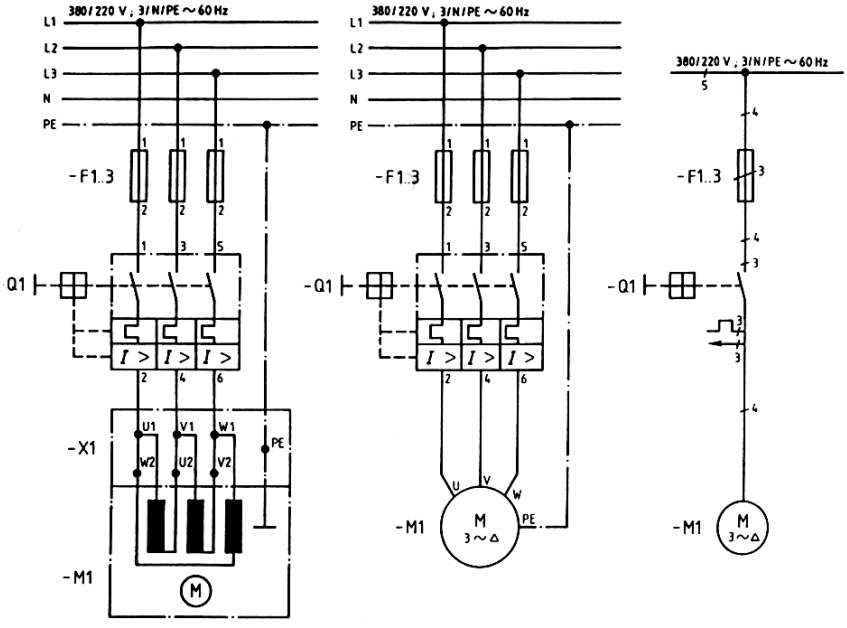


شكل(٥ -٢٢) توصيلة العضو الساكن توصيلة مثلث للمحرك ثلاثي الأوجه



الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

شكل (٥ -٢٠) محرك تيار متردد أحادي الوجه مع مفتاح يدوي لوقاية المحرك



الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

شكل (٥ -٢٣) محرك حثي ثلاثي الأوجه مع مفتاح لوقاية المحرك كمفتاح أجهزة

٥ -٤ تمارين:

(١) في شكل (٥ -٢٤) المحرك ذو الاستثارة المزدوجة فيه لفيفة استثارة على التوازي ولفيفة استثارة على التوالي ، ارسم المخطط الأساسي المعطي رسما يجمع بين مسار التيار ومخطط التوصيل.

(٢) في شكل (٥ -٢٥) ارسم تمثيلا متعدد الأقطاب للمخططات الأساسية المعطاة (فى الرسم الأول ، الجزء المميز بشكل خاص فقط).

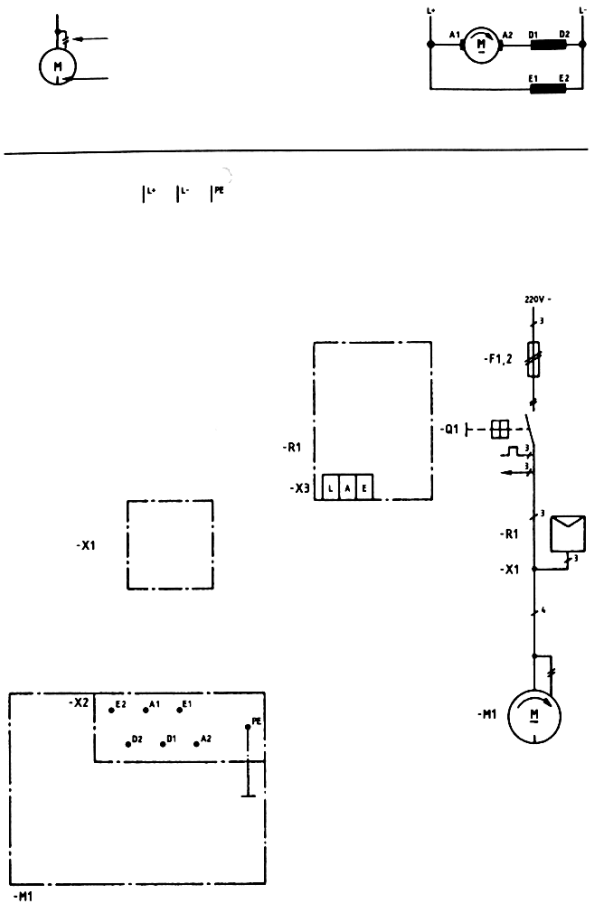
(٣) في شكل (٥ -٢٦) -أرسم في الحقول ١,٢ التوصيلات اللازمة للدوران إلى اليسار

-ارسم في الحقل ٣ مخطط مسار التيار بتمثيل مفكك.

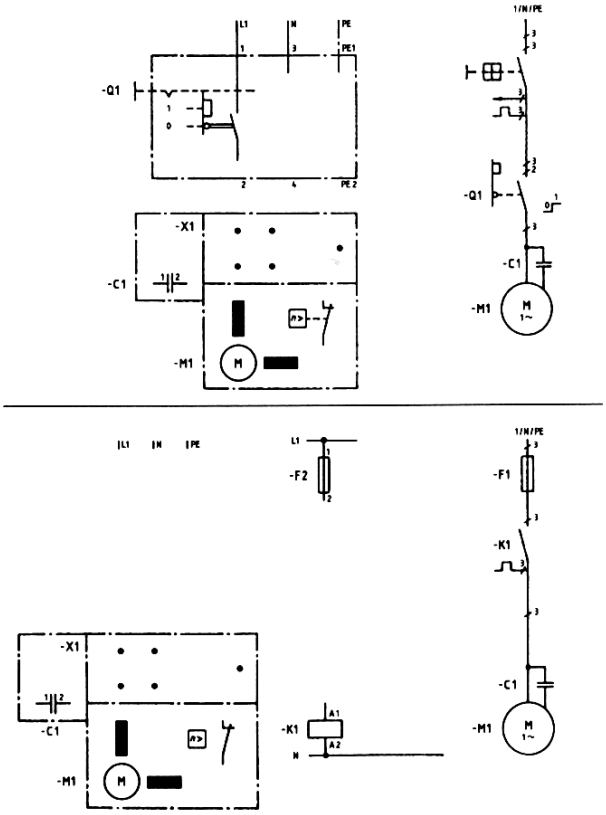
- ارسم في الحقل ٤ المخطط الرمزي.

(٤)شكل (٥ -٢٧) يوضح الرسم التنفيذي لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه موصل مثلث صغير القدرة ذو عضو استنتاج دائر وتغذي الأقطاب من قضبان توزيع التيار المستمر. المطلوب إعادة رسم الدائرة التنفيذية بعد تكملتها ثم ارسم الدائرة الخطية مع استكمال الأجهزة اللازمة.

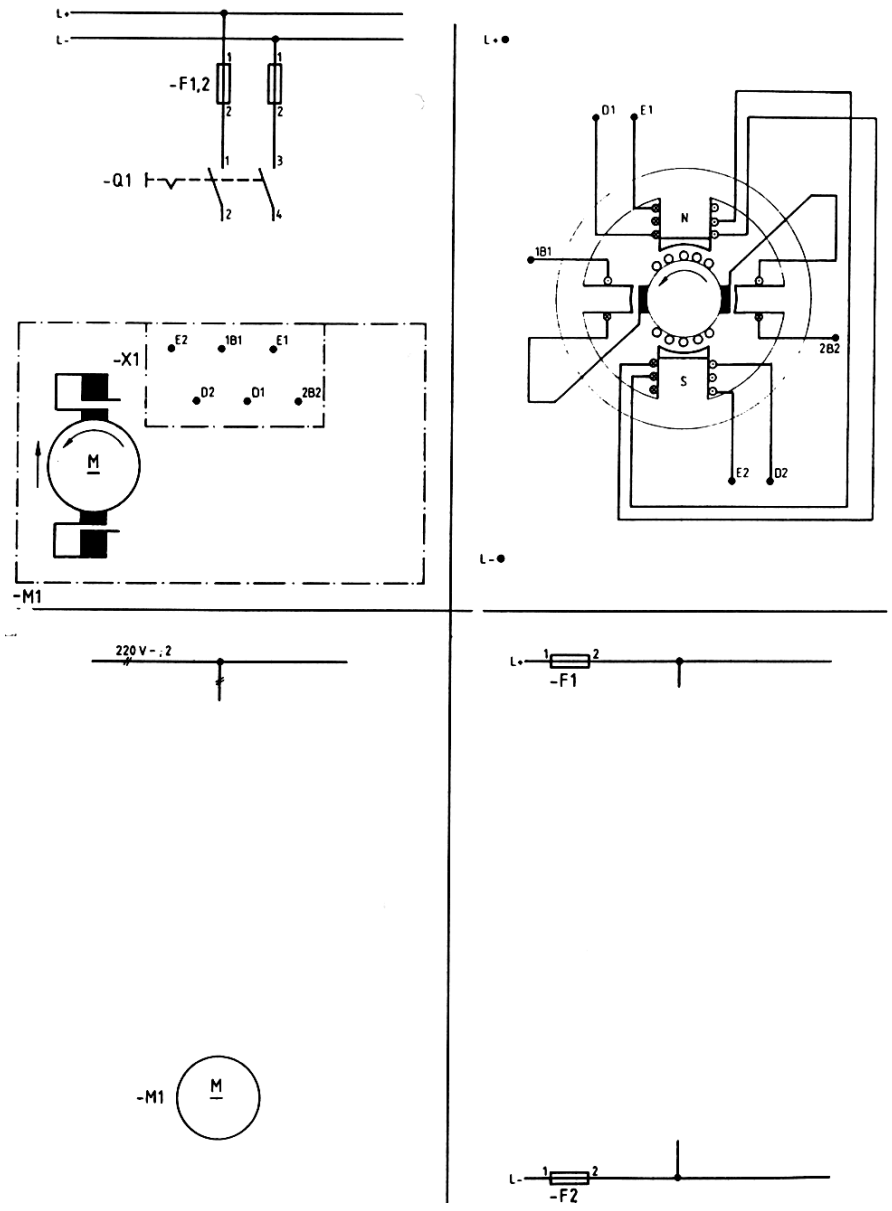
(٥) شكل (٥ -٢٨) يوضح الدائرة الخطية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه V ٣٨٠ وهذا المولد يتصل بالقضبان العمومية بقاطع أتوماتيكي ذو أزرار ضاغطة للتشغيل والإيقاف ومزود بوقاية حرارية ضد زيادة التيار ووقاية مغناطيسية ضد نقص الجهد و تغذى أقطابه بالتيار المستمر من مغذي مركب على محور الدوران. المطلوب رسم الدائرة التنفيذية مع بيان أجهزة القياس اللازمة لتشغيل المولد في كل من دائرتي تيار المولد.



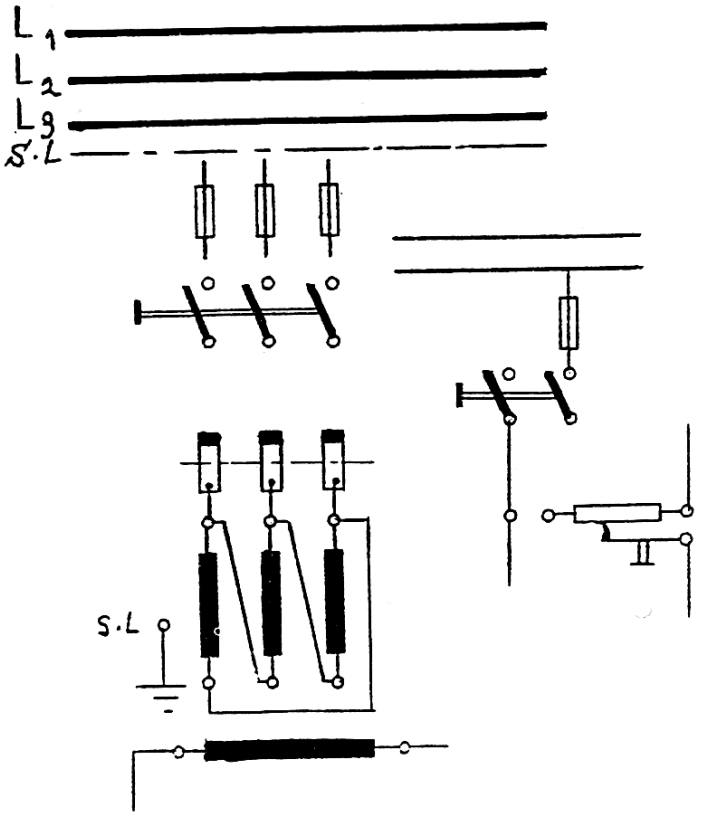
شكل (٥ -٢٤) محرك تيار مستمر مركب



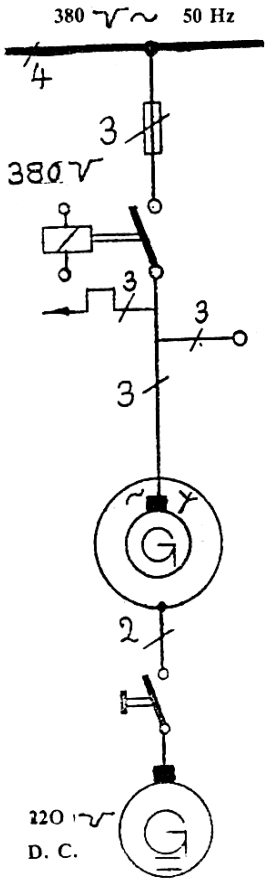
شكل (٥ -٢٥) آلات تيار مستمر



شكل (٥ -٢٦) آلات تيار مستمر



شكل (٥-٢٧) مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه



شكل (٥-٢٨) مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه

الرسم الفني الكهربائي

مخططات دوائر البدء والتحكم في سرعة المحركات الكهربائية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: معرفة مخططات دوائر بدء الحركة والتحكم في سرعة محركات التيار المستمر والمحركات الحثية ثلاثية الأوجه.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. رسم دوائر بدء الحركة للمحركات الكهربائية .
٢. رسم دوائر التحكم في سرعة المحركات الكهربائية.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة لا تقل عن ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ساعات.

الوسائل المساعدة: لا توجد.

متطلبات الجدارة: لا توجد.

مخططات دوائر البدء والتحكم في سرعة المحركات الكهربائية

٦ -١ مقدمه :

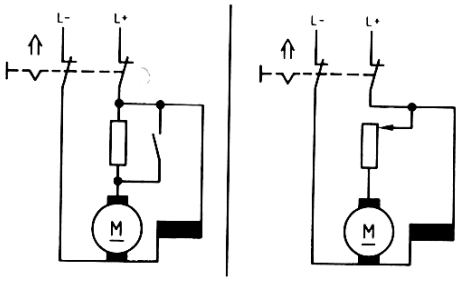
تغيير سرعة الدوران أو التحكم فيها يمكن أن يتم في جميع الآلات الكهربائية بطرق ميكانيكية أو كهربائية. يتم تغيير سرعة الدوران بطريقة ميكانيكية بتركيب مجموعة مسننات في المحرك تكون غير قابلة للضبط أو قابلة للضبط بشكل تدريجي. الشروط المطلوبة من المحرك عند ضبط سرعة الدوران بالطرق الكهربائية تتعلق بمجال سرعة الدوران التي يجب أن يغطيها المحرك و اعتماد سرعة دوران المحرك على التحميل.

٦-١ دوائر بدء الحركة والتحكم في سرعة محركات التيار المستمر :

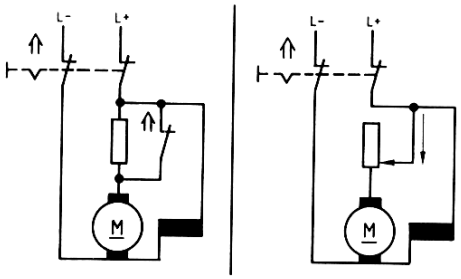
في محركات التيار المستمر تكون مقاومة ملفات عضو الإنتاج صغيرة جدا وبالتالي فإن تيار زائد من المحتمل أن يمر ويمكن أن تحترق الملفات ولمنع تلك المشكلة فإن مقاومة توصل مقدما على التوازي مع ملفات عضو الإنتاج ثم يطبق الجهد الطرفي ويتم إنقاص تلك المقاومة كلما ارتفعت سرعة الدوران وتسمى تلك المقاومة بمقاومة البدء ويسمى التيار الأقصى الذي يمر بمجرد إغلاق مفتاح القدرة للمحرك بتيار البدء. ومقاومة البدء يمكن أن تكون متغيرة أو تكون مقاومة ثابتة كما في شكل (٦ -١).
وأثناء زيادة سرعة الدوران تقلل المقاومة المتغيرة بعد زيادة سرعة الدوران تقصر مقاومة بدء التشغيل كما في شكل(٦ -٢).

يمكن تغيير سرعة دوران المحرك الموصل مباشرة بالحمل ٠ ولتغيير سرعة دوران المحرك فإنه من الضروري تغيير إما الفيض المغناطيسي أو مقاومة التوازي أو جهد عضو الإنتاج. ففي طريقة التحكم عن طريق الفيض المغناطيسي يمكن تغيير الفيض بضبط منظم المجال وفى محرك التوالي يتم التحكم في السرعة بتغيير قيمة مقاومة المجال٠ وفى طريقة التحكم بالمقاومة فإن التحكم في السرعة يتم بتوصيل مقاومة على التوازي مع دائرة عضو الإنتاج وتستخدم أساسا للتحكم في محرك التوالي. وفى طريقة التحكم في الجهد فإن التحكم في السرعة يتم بتغيير الجهد المطبق على ملف عضو الإنتاج وتوجد طرق أخرى مثل نظام وارد ليونارد المستخدم أساسا في المحركات ذات الاستثارة المنفصلة وكذلك طرق التحكم توالى/توازى المستخدمة في محركات التوالي. إذا بدلت أطراف التوصيل الخارجية لمحرك تيار مستمر فإنه يظل يدور في نفس الاتجاه القديم شكل (٦ -٣). يمكن عكس اتجاه الدوران فقط عن طريق تغيير قطبية عضو الإنتاج شكل (٦ -٤).

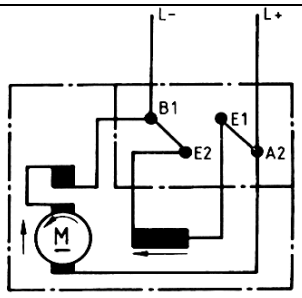
شكل (٦ -٥) يوضح زيادة سرعة الدوران عن طريق إضعاف المجال للتحكم في سرعات هي أكبر من سرعة الدوران الاسمية. شكل (٦ -٦) يوضح التحكم في سرعة محرك تيار مستمر عن طريق تقليل جهد عضو الإنتاج بتوصيل مقاومات على التوالي للتحكم في سرعات هي أقل من سرعة الدوران الاسمية.



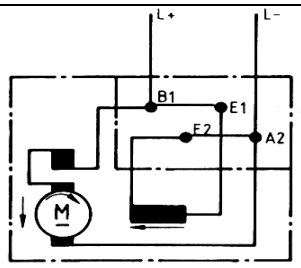
شكل (٦ -١) بدء تشغيل محركات التيار المستمر عن طريق مقاومة



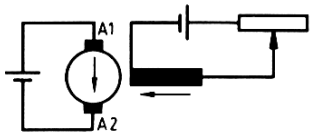
شكل (٦ -٢) تغيير المقاومة وعلاقته بسرعة الدوران



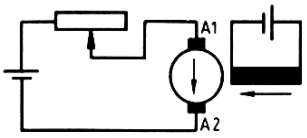
شكل (٦ -٣) تبديل الأطراف الخارجية لمحرك تيار مستمر



شكل (٦ -٤) عكس اتجاه دوران محرك تيار مستمر عن طريق تغيير قطبية عضو الإنتاج



شكل (٦ -٥) التحكم في سرعة محرك تيار مستمر عن طريق إضعاف المجال



شكل (٦ -٦) التحكم في سرعة محرك تيار مستمر عن طريق تقليل جهد عضو الإنتاج

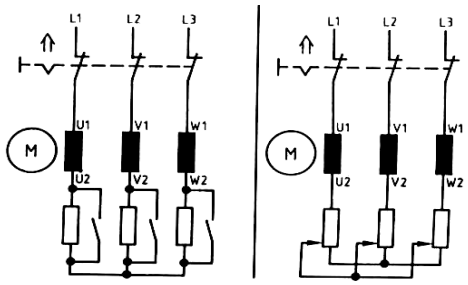
٦ -٣ دوائر بدء الحركة والتحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

عند توصيل المحرك الحثي ثلاثي الأوجه إلى مصدر الجهد مباشرة فإن التيار الذي يسحبه المحرك عند بدء الحركة مع تسليط الجهد الكامل على أطراف المحرك تكون قيمته كبيرة مما قد يؤدي إلى خفض جهد الشبكة التي يتغذى منها المحرك مما يؤثر تأثيرا سيئا على الأحمال الأخرى التي تتغذى من نفس الشبكة٠

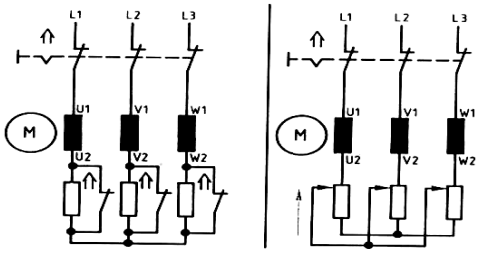
لذا فإنه يستلزم استخدام إحدى طرق بدء الحركة لتوصيل المحرك إلى المصدر والتي تؤدي إلى خفض التيار الذي يسحبه المحرك عند توصيله ومن هذه الطرق بدء التشغيل ببادئ تشغيل للعضو الساكن وفيه تستخدم إما مقاومة متغيرة أو مقاومة ثابتة عند الوصل تكون مع كل لفيفة وجه مقاومة على التوالي كما في شكل (٦ -٧) أثناء زيادة سرعة الدوران تقلل المقاومات المتغيرة ، أما في حالة المقاومات الثابتة فإنه بعد زيادة سرعة الدوران تقصر مقاومات بدء التشغيل كما في شكل (٦ -٨). يمكن أيضا بدء التشغيل بتوصيل نجمي - مثلثي وتستخدم هذه الطريقة إذا كانت توصيلة المحرك عندما يعمل عند حالة الأداء المستقر هي توصيلة المثلث أثناء بدء الحركة تكون التوصيلة نجمة وتستمر حتى تزيد سرعة المحرك وينخفض التيار إلى قيمة مناسبة عندها يوصل المحرك على شكل مثلث كما في شكل (٦ - ٩). يمكن التحكم الحثي ثلاثي تحكم نجمي مثلثي مع مفاتيح تلامس (تشغل يدويا) كما في شكل (٦ -١٠) حيث K١ مفتاح تلامس للشبكة و k٢ مفتاح تلامس نجمي و k٣ مفتاح تلامس مثلثي. يمكن التحكم في بدء المحركات ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار بحلقات انزلاق بزيادة مقاومة لفيفة العضو الدوار عند بدء الدوران٠ فتصبح شدة تيار بدء الدوران أصغر وعزم الدوران البدئي يصبح أكبر كما في

شكل (٦ -١١). يمكن عكس اتجاه الدوران بتبديل طرفي أي موصلين خارجين في المحرك شكل (٦ -١٢). يمكن التحكم في عكس حركة محرك ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح تلامس شكل (٦ -١٣).

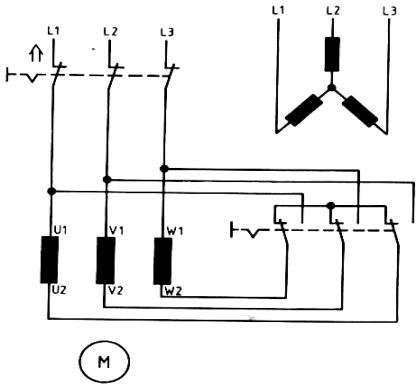
الدائرة المبينة في شكل (٦ -١٤) تبين دائرة محرك ٣ أوجه مزود بحماية حرارية يتم بدء الحركة له بواسطة مفتاح نجمة/ مثلث مغناطيسي مزود بمتابع زمني لتحويل التوصيل من الوضع نجمة بعد وصول المحرك إلى ٧٥٪ من سرعته إلى الوضع مثلث وهو وضع التشغيل ، والذي يتم التحكم في اتجاه الدوران بواسطة مفتاح مغناطيسي لعكس الحركة.



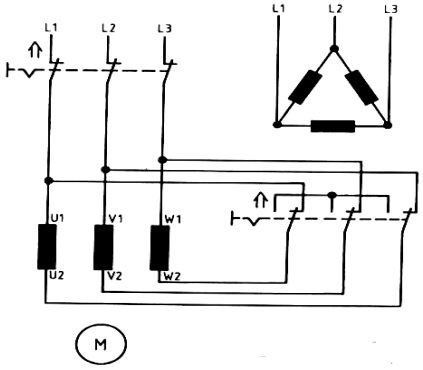
شكل (٦ -٧) بدء تشغيل المحركات الحثية ثلاثية الأوجه ببادئ تشغيل للعضو الساكن



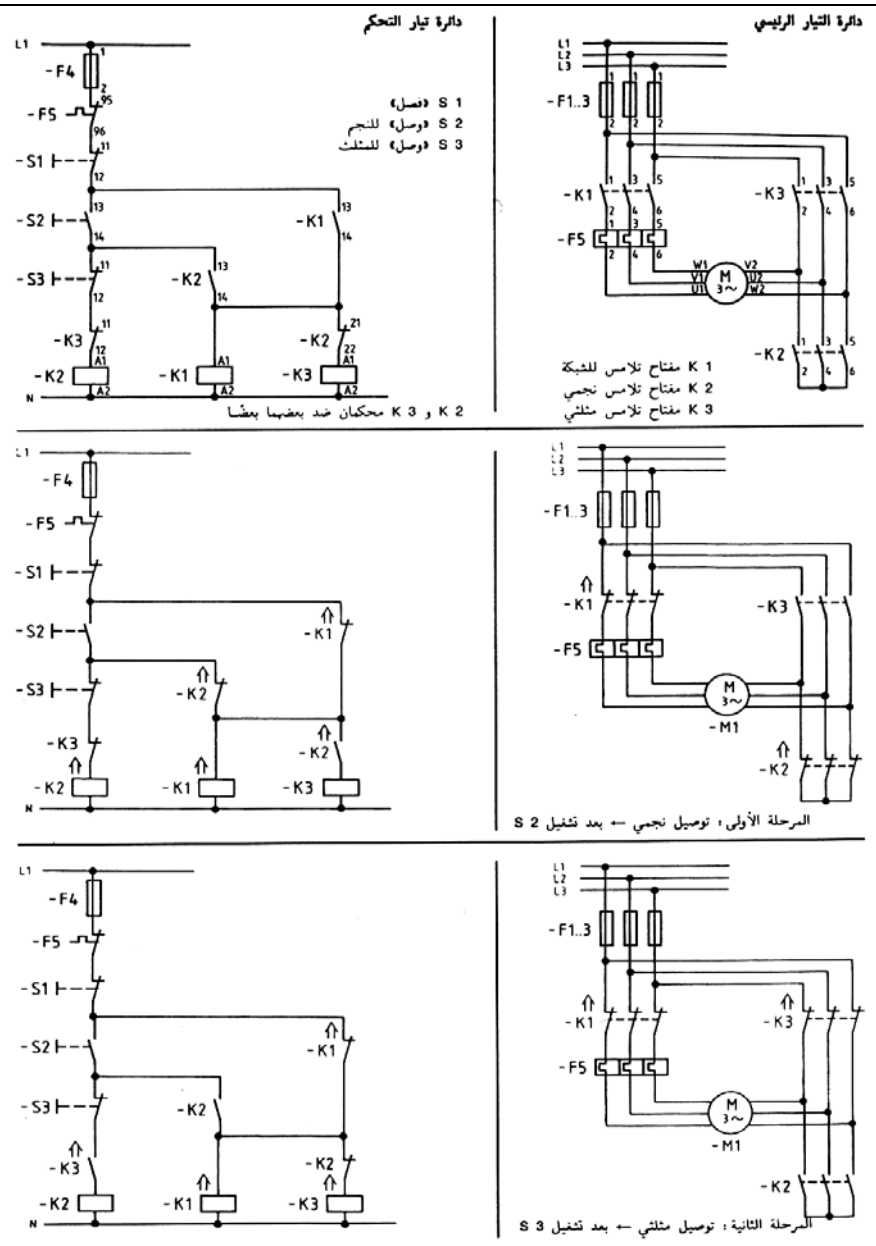
شكل (٦ -٨) تغيير المقاومة وعلاقته بسرعة الدوران



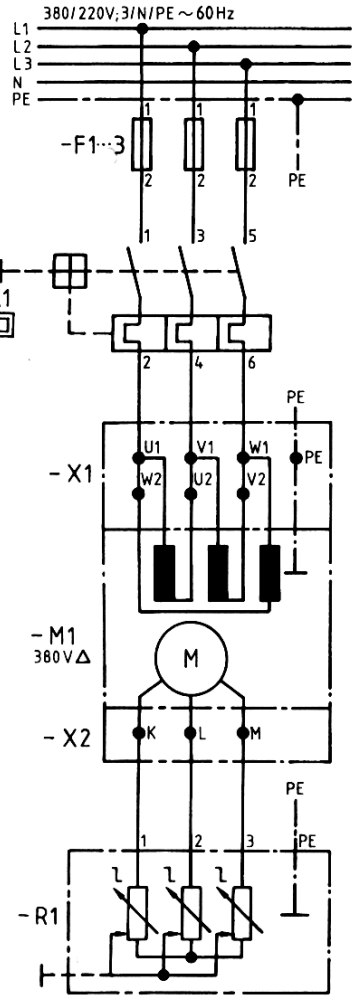
شكل (٦ -٩أ) بدء تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه بتوصيل نجمي



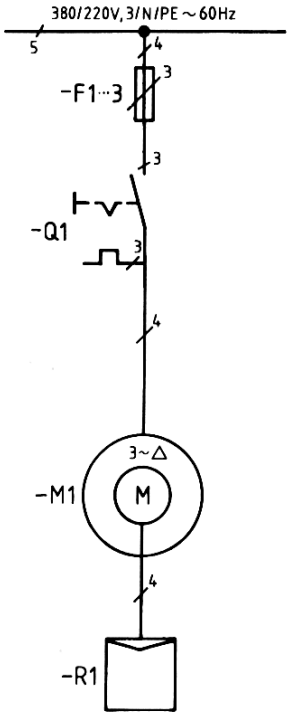
شكل (٦ -٩ب) بدء تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه بتوصيل مثلثي



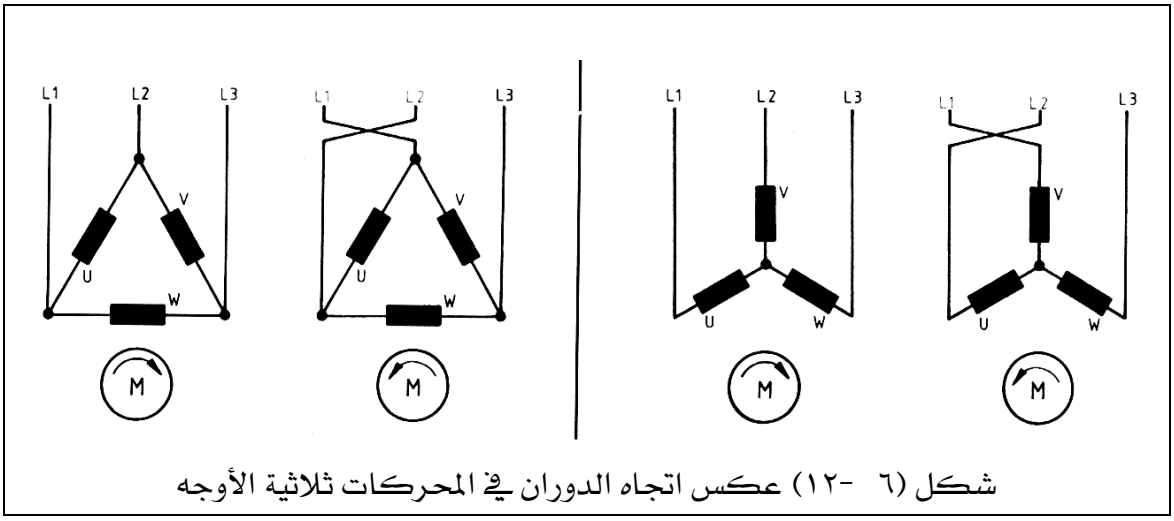
شكل (٦ -١٠) التحكم في المحركات ثلاثية الأوجه عن طريق تحكم نجمي ـ مثلثي مع مفاتيح تلامس (تشغل يدويا)



شكل (٦ -١١أ) الدائرة التنفيذية لبدء تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار بحلقات انزلاق



شكل (٦ -١١ب) الدائرة الخطية لبدء تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار بحلقات انزلاق



شكل (٦ -١٢) عكس اتجاه الدوران في المحركات ثلاثية الأوجه

دائرة التحكم:

الدائرة المبينة في شكل (٦ -١٤ أ) يبين دائرة سير التيار في دائرة التحكم ومنها نجد :

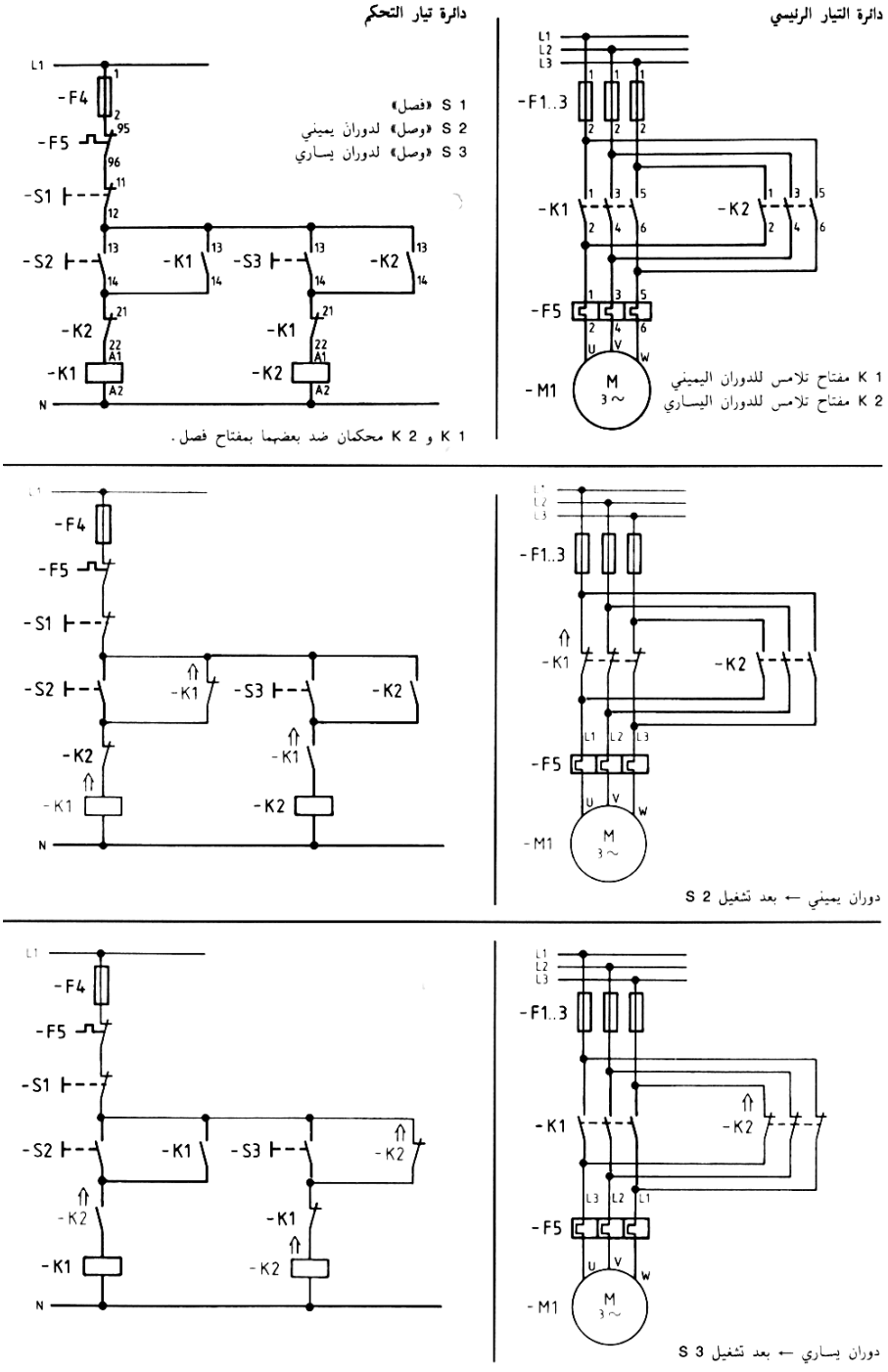
يمر التيار من الخط **L١** إلى نقطتي التلامس للمتمم الحماية الحرارية (٩٥ - ٩٦) إلى الزر **off** والذي يتصل بالتوالي مع ملفات **R, L, Y** والمتابع الزمني **T.R** إلي الخط. مع ملاحظة أن نقط التلامس المساعدة والتي تتصل بأزرار التشغيل **L, R** لها نفس الأرقام (١٣ -١٤) بينما النقط المقفلة والتي تتصل بالتوالي مع الملفات المغناطيسية تأخذ الأرقام (١٥ -١٦). بينما نقط التلامس المساعدة لمفتاح Y / Δ والمتمم الزمني تأخذ الأرقام (٧ -٨) وتكون نقطتي التلامس للمتمم الزمني مقفولة ومتصلة على التوالي مع الملف المغناطيسي للوضعY.

دائرة القوي:

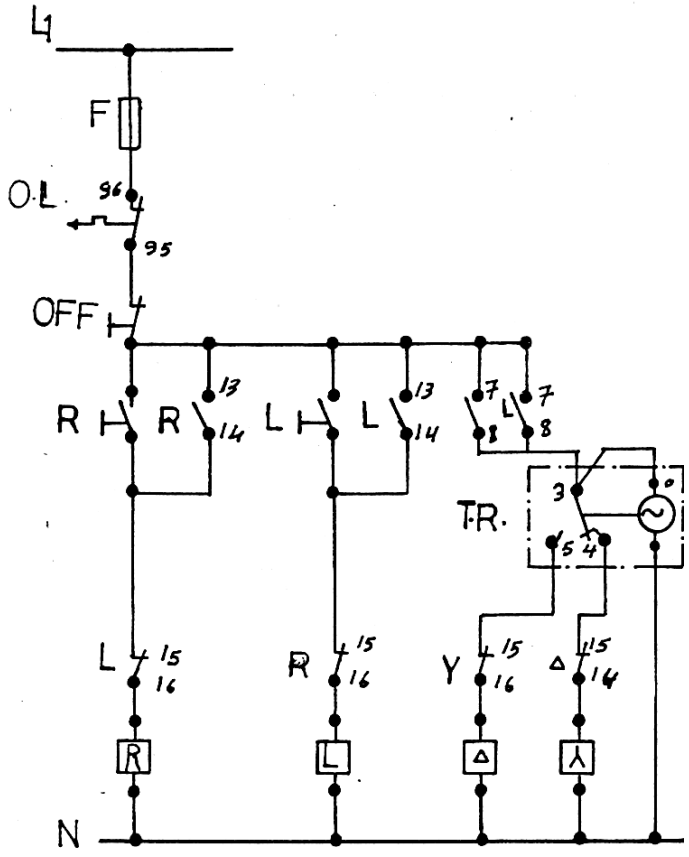
الشكل (٦ -١٤ ب) يبين دائرة القوي للمحرك الثلاثي الأوجه مع الملامسات الرئيسية لمفاتيح التحكم في عكس الحركة وكذلك التشغيل Y / Δ.

الدائرة التنفيذية:

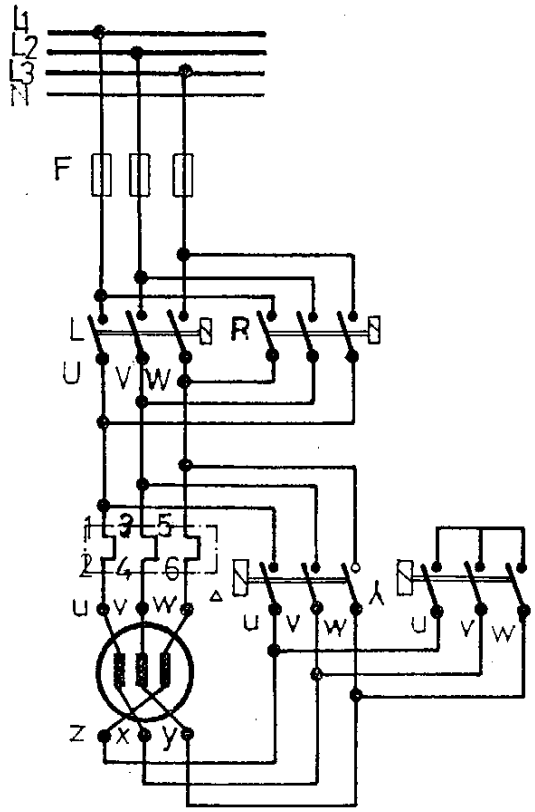
الشكل (٦ -١٤ ج) يبين الدائرة التنفيذية لدائرة التحكم مع دائرة القوي٠ مع مجموعة أزرار التشغيل والإيقاف **(Off, L , R)**.



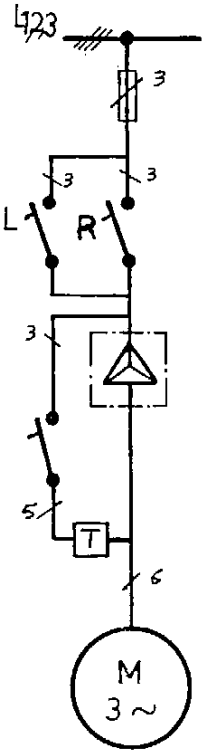
شكل (٦ -١٣) عكس حركة محرك ثلاثي الوجه بمفتاح تلامس



شكل (٦ -١٤ أ) دائرة سير التيار في دائرة التحكم



شكل (٦ -١٤ ب) دائرة القوي للمحرك ثلاثي الأوجه مع الملامسات الرئيسية لمفاتيح التحكم في عكس الحركة وكذلك التشغيل **Y/ Δ**



الدائرة الخطية

طريقة التشغيل:

بالضغط على التشغيل جهة اليمين **R** مثلا يمر التيار من الخط **L١** نقطتي التماس (٩٥ -٩٦) إلى الزر **Off** ومنه إلى الزر **R** ومنه إلى النقطة ١٤ ومنها إلى نقطتي التلامس المقفولة للقاطع **L** ومنها إلى الملف **R** إلى الخط **N** حيث تقفل نقط التلامس المفتاح **R** وتقفل نقطتي التلامس (١٣ -١٤) حيث يمر التيار من

النقطة ١٣ إلى النقطة (٧ -٨) إلى النقطة ٣ والتي يتغذى منها كل من ملف المتمم الزمني**T.R** والنقطة ٤ التي يغذي مفتاح **Y** عن طريق نقطتي التلامس المقفولة للملف Δ ومنها إلى الخط **N** وبذلك الملف المغناطيسي لكل من ملف المتمم الزمني وملف المفتاح **L** ويعمل على جعل المحرك على الوضع Y في لحظة البدء وفي اتجاه الحركة **R** وبعد فترة زمنية محددة يفصل المتابع الزمني التيار عن النقطة ٤ والتي تغذي ملف **Y** ويوصل النقطة ٥ والتي تغذي ملف المفتاح Δ عن طريق نقطتي التلامس (١٤ -١٥) المقفولتين للملف Δ بذلك يعمل الملف ويدور المحرك على وضع التشغيل. يمكن تغيير سرعة المحرك بتغيير عدد الأقطاب الموصلة.

والعضو الساكن إما أن يكون له لفيفتان منفصلتان شكل (٦ -١٥) ١w□١v□١u لسرعة دوران منخفضة

٢w□٢v□٢u لسرعة دوران عالية أو يكون له لفيفة واحدة يمكن تبديل توصيلها وتسمى دائرة دالندر شكل (٦ -١٦).

دوائر لسرعتي دوران:

(١) دائرة دالندر لعزم دوران ثابت YY/ Δ

للتحويل إلى سرعة دوران أعلى يتم كالأتي:

- توصل أطراف توصيل الشبكة بأطراف ٢w□٢v□٢u
- أطراف التوصيل ١w□١v□١u توصل مع بعضها بعضا ولهذه الدائرة ميزة خاصة :

- إذا كان المطلوب بدء دوران ناعم

ـ أو إذا لزم تخفيض التيار عند التوصيل فانه يمكن بدء التشغيل لسرعة دوران منخفضة بالتوصيل(نجمي ـ مثلثي) لكن عندها يجب توفير ٣ أطراف إضافية على لوحة أطراف التوصيل شكل (٦ -١٧).

(٢) دائرة دالندر لعزم دوران متزايد YY/ Y

عند التوصيل يزداد عزم الدوران تربيعيا مع سرعة الدوران ٠ يستخدم هذا المحرك في المضخات. شكل (٦ -١٨).

(٣) لفيفتان منفصلتان:

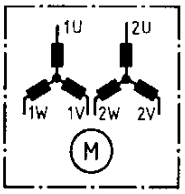
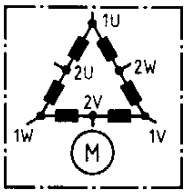
ـ اللفائف مستقلة عن بعضها كليا

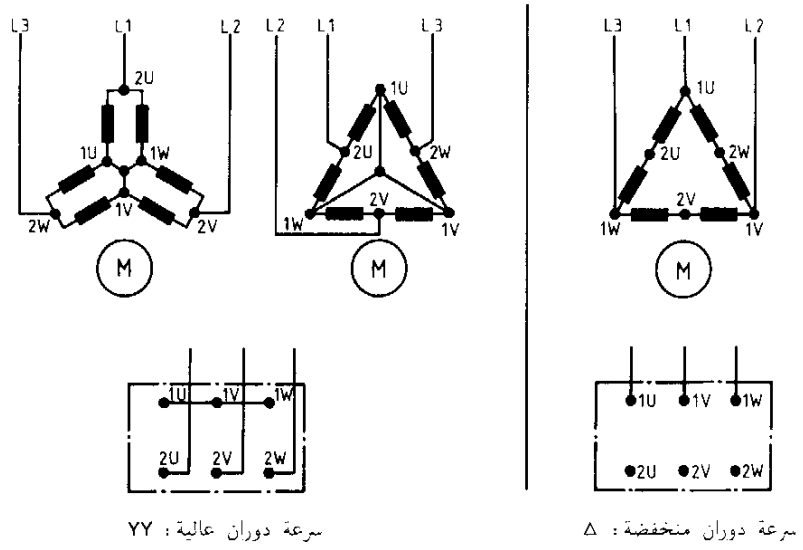
ـ نظريا إمكان الجمع بين سرعات الدوران غير محدود كما يمكن التوصل إلى أي نسبة قدرة.

ـ نسبة سرعة الدوران الشائعة الاستعمال هى١:٦ تستخدم في مصاعد الأشخاص.

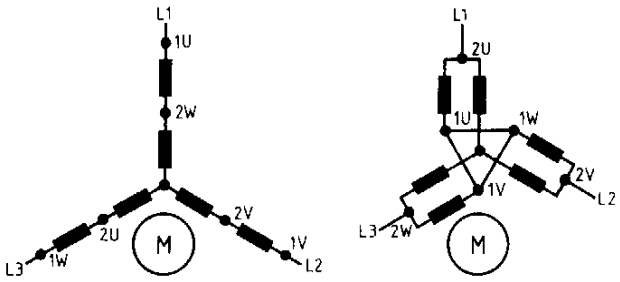
كلا اللفيفتين موصلتين دائما توصيلا نجميا لأنه عند التوصيل المثلثي يمكن في حالة المحرك يعمل تسرى تيارات حث في اللفيفة غير الموصلة كما في شكل (٦ -١٩).

يمكن توصيل ثلاث سرعات دوران سرعة دوران عالية متوسطة بفصل إحدى اللفائف وسرعة دوران منخفضة كما فيشكل (٦ -٢٠).

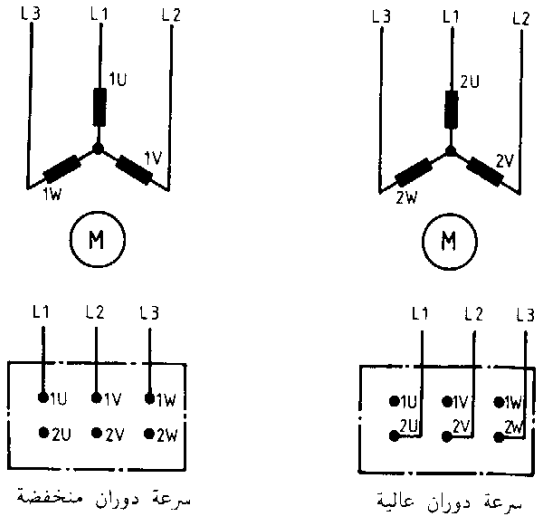
	
شكل (٦ -١٥) العضو الساكن له لفيفتان منفصلتان	شكل(٦ -١٦) العضو الساكن له لفيفة واحدة (دائرة دالندر)



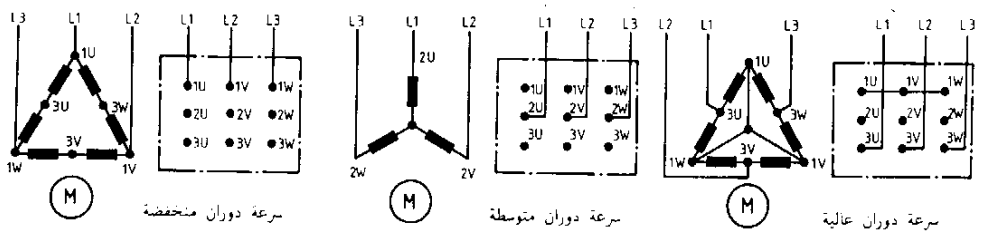
شكل (٦ -١٧) دائرة دالندر لعزم دوران ثابت YY/ Δ



شكل (٦ -١٨) دائرة دالندر لعزم دوران ثابت Y/YY



شكل(٦ -١٩) دائرة لسرعتي دوران باستخدام لفيفتان منفصلتان



شكل (٦ -٢٠) توصيل لثلاث سرعات دوران

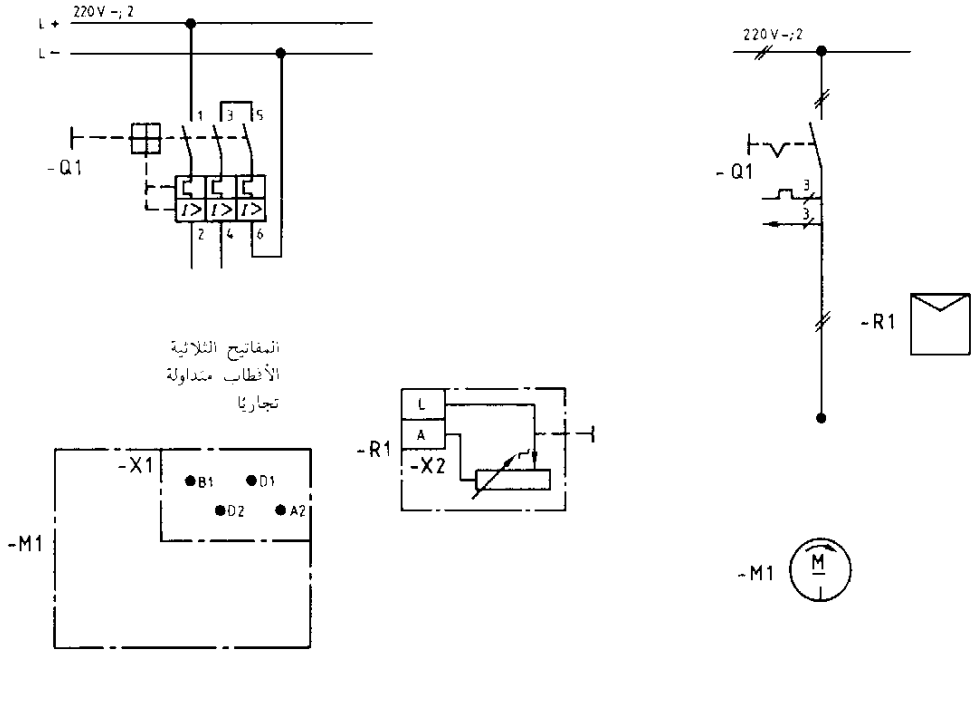
٤٠٦ تمارين:

(١) في شكل (٦ -٢١) ارسم رسما يجمع بين مخطط مسار التيار والمخطط الرمزي للدوائر الموصوفة:
المحرك: للتيار المستمر وباستثارة على التوالي V ٢٢٠ (دوران إلى اليمين)
المفتاح: مفتاح وقاية محرك بفصل مغناطيسي سريع
بادئ التشغيل: متعدد المراحل ، يشغل يدويا

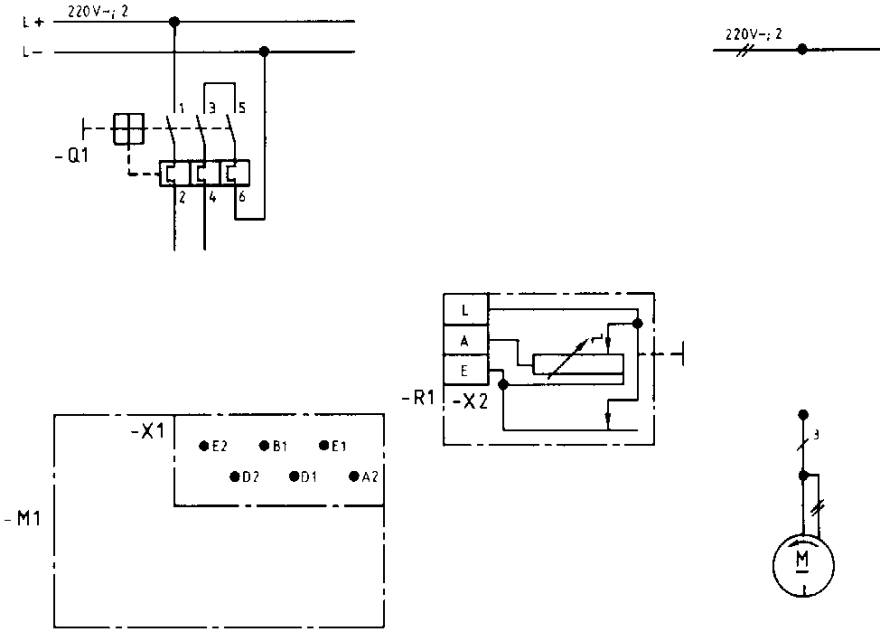
(٢) في شكل (٦ -٢٢) ارسم رسما يجمع بين مخطط مسار التيار والمخطط الرمزي للدوائر الموصوفة:
المحرك: للتيار المستمر وباستثارة مزدوجة V ٢٢٠ (دوران إلى اليسار)
المفتاح: مفتاح وقاية محرك بدون فصل مغناطيسي سريع
بادئ التشغيل: متعدد المراحل ، يشغل يدويا

(٣) في شكل (٦ -٢٣) في إدارة تيار مستمر ، يتم التحكم في سرعة دوران محرك تيار مستمر ذي استثارة مزدوجة V ٢٢٠ وذي أقطاب بينية متماثلة ببادئ تشغيل ريوستاتي (دوران إلى اليسار)
التوصيل والفصل يتمان عن طريق مفتاح وقاية محرك مع وقاية للمحرك للموصل إجراء الوقاية ، تأريض وقائي. ارسم رسما يجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات وأرسم المخطط الرمزي أيضا.

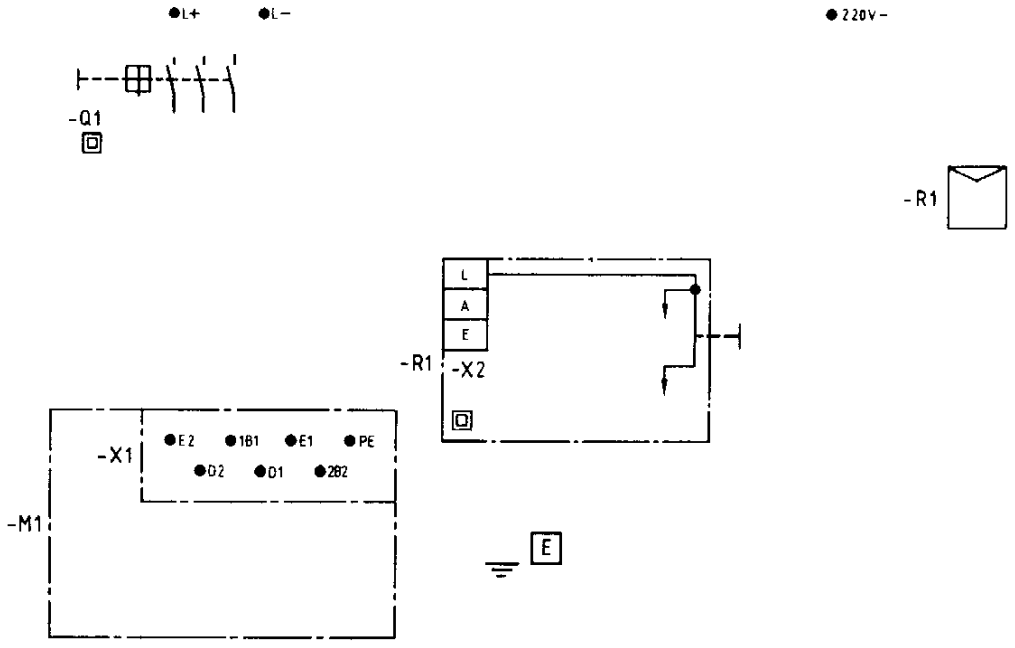
(٤) في شكل (٦ -٢٤) محرك ثلاثي بعضو دوار ذي حلقات انزلاق لجهد V ٣٨٠ يوصل مفتاح تلامس وعن طريق مفتاح مساعد S٣ على بادئ تشغيل ، يمنع توصيل الإدارة إذا لم يكن بادئ التشغيل في وضعه الأولي. ارسم في الحقول لوحات التوزيع.



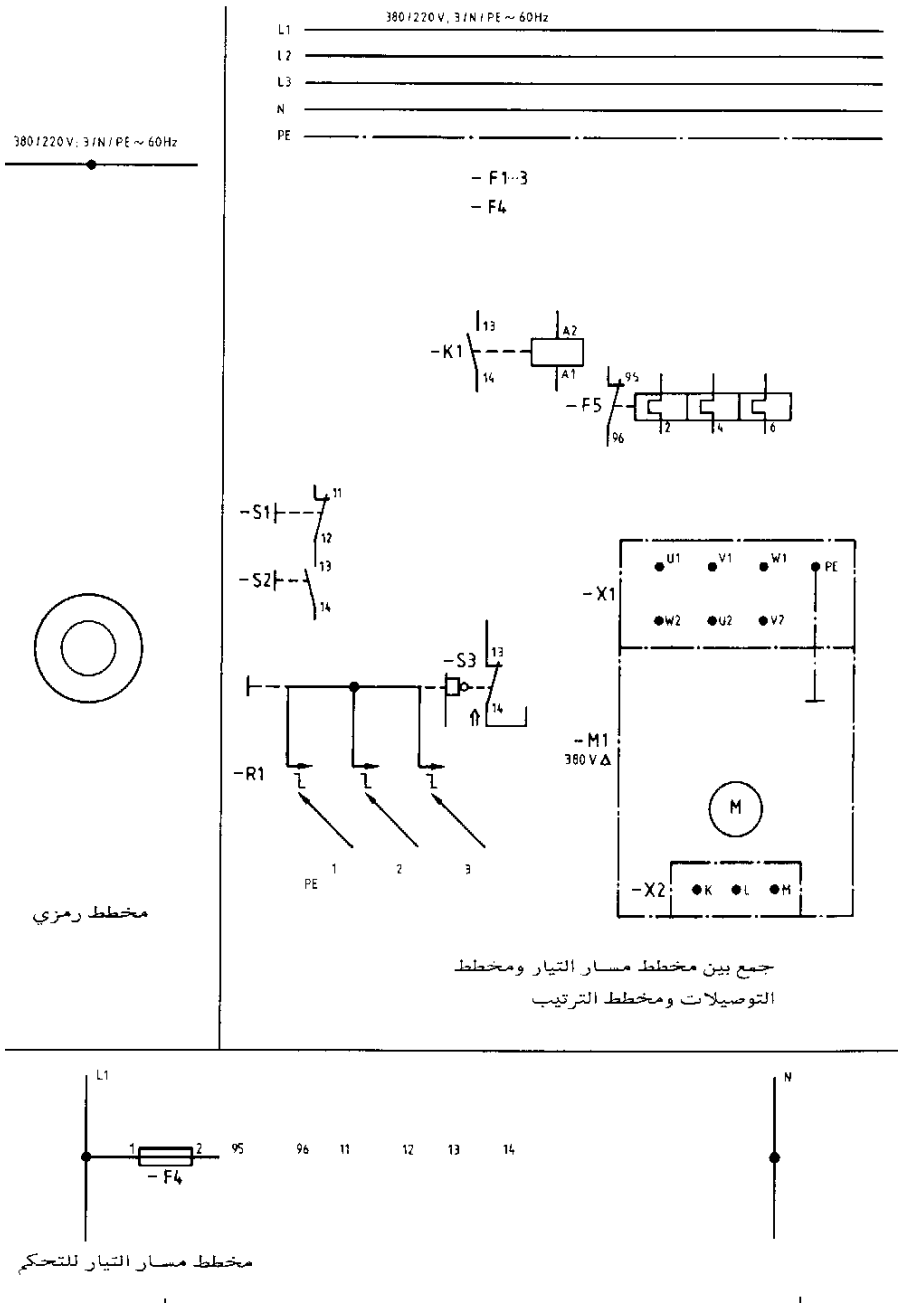
شكل (٦ -٢١) آلات التيار المستمر



شكل (٦ -٢٢) آلات التيار المستمر



شكل (٦ -٢٣) آلات التيار المستمر



شكل (٦ -٢٤) آلات التيار المستمر

الرسم الفني الكهربائي

مخططات دوائر نظم القوى الكهربائية وعناصر حمايتها

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: معرفة المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية ومعرفة دوائر الحماية.

الأهداف: عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لديك القدرة على:

١. رسم المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية.

٢. رسم دوائر الحماية لعناصر الشبكة الكهربائية.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة لا تقل عن ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب : ٤ساعات.

الوسائل المساعدة : لا توجد.

متطلبات الجدارة : لا توجد.

مخططـات دوائـر نظم القوى الكهـربائية وعنـاصر حمايتها

٧ -١ مقدمة :

في هذا الباب سيتم عرض المخططات الخطية والتنفيذية لنظم القوى الكهربائية وكذلك دوائر الحماية للمحركات والمحولات والموصلات والمولدات وخطوط النقل الكهربائية. ورسم المخطط أحادي الخط لشبكة شعاعية ومحطة محولات.

٧ -٢ المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية :

٧ -٢ -١ محطة محولات :

الشكل (٧ -١) يبين مخطط أحادي لمحطة محولات تربط بين شبكة جهد عالي وشبكة جهد منخفض وتتكون من:

١ -شبكة الجهد العالي : ٣ أوجه جهد ١٣,٨ كيلو فولت ، تردد ٦٠ هيرتز.

٢ -مفتاح فصل : يسمح بالتوصيل فقط في حالة عدم الفصل.

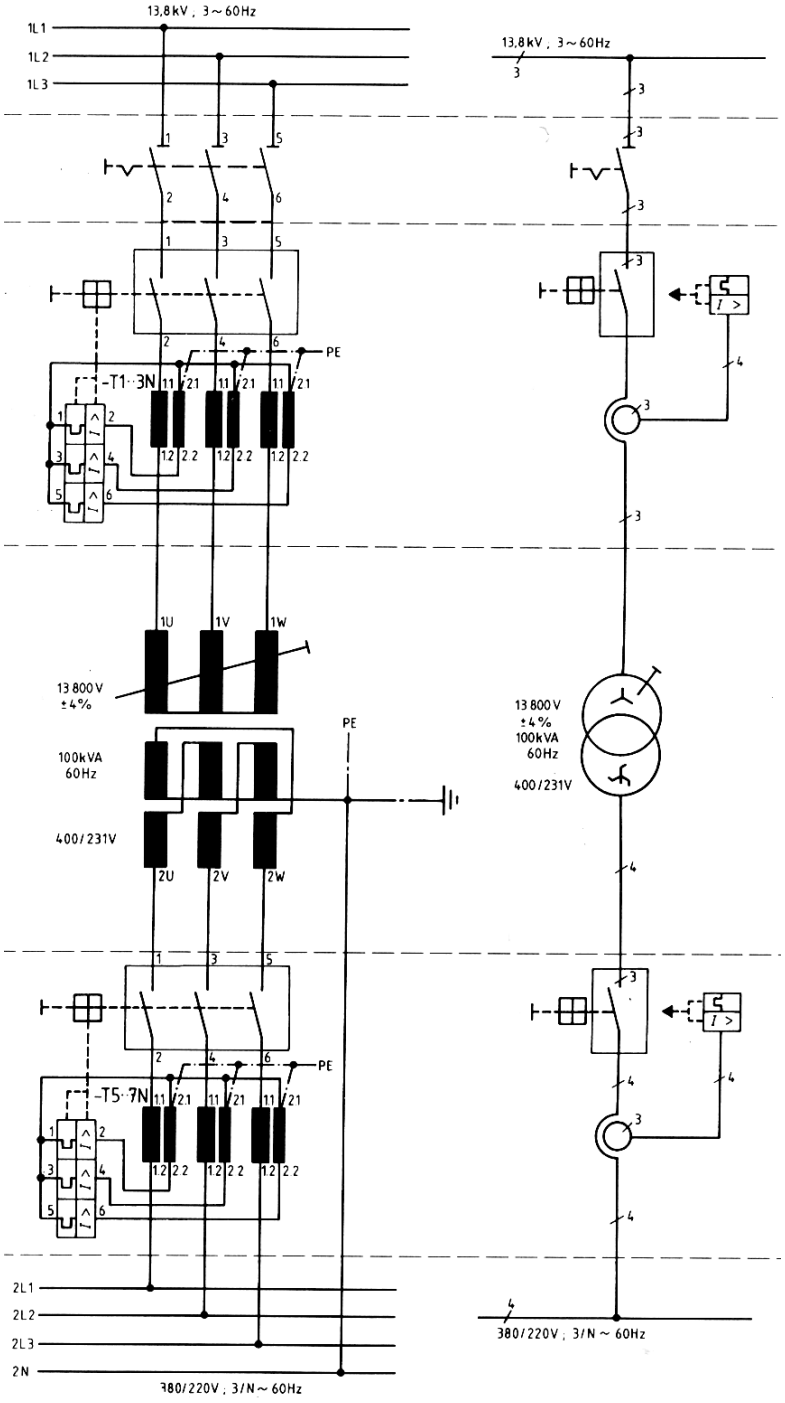
٣ -مفتاح قدرة للجهد العالي : بسبب الجهد العالي ، توصل قواطع التيار الزائد وقواطع دائرة القصر عبر محولات (محولات التيار).

٤ -محول : محول خفض ، الجهد الابتدائي ١٣,٨ كيلو فولت $\pm$ ٤٪ ، ١٠٠ كيلو فولت أمبير ، تردد ٦٠ هيرتز ، الجهد الثانوي ٢٣١/٤٠٠ فولت.

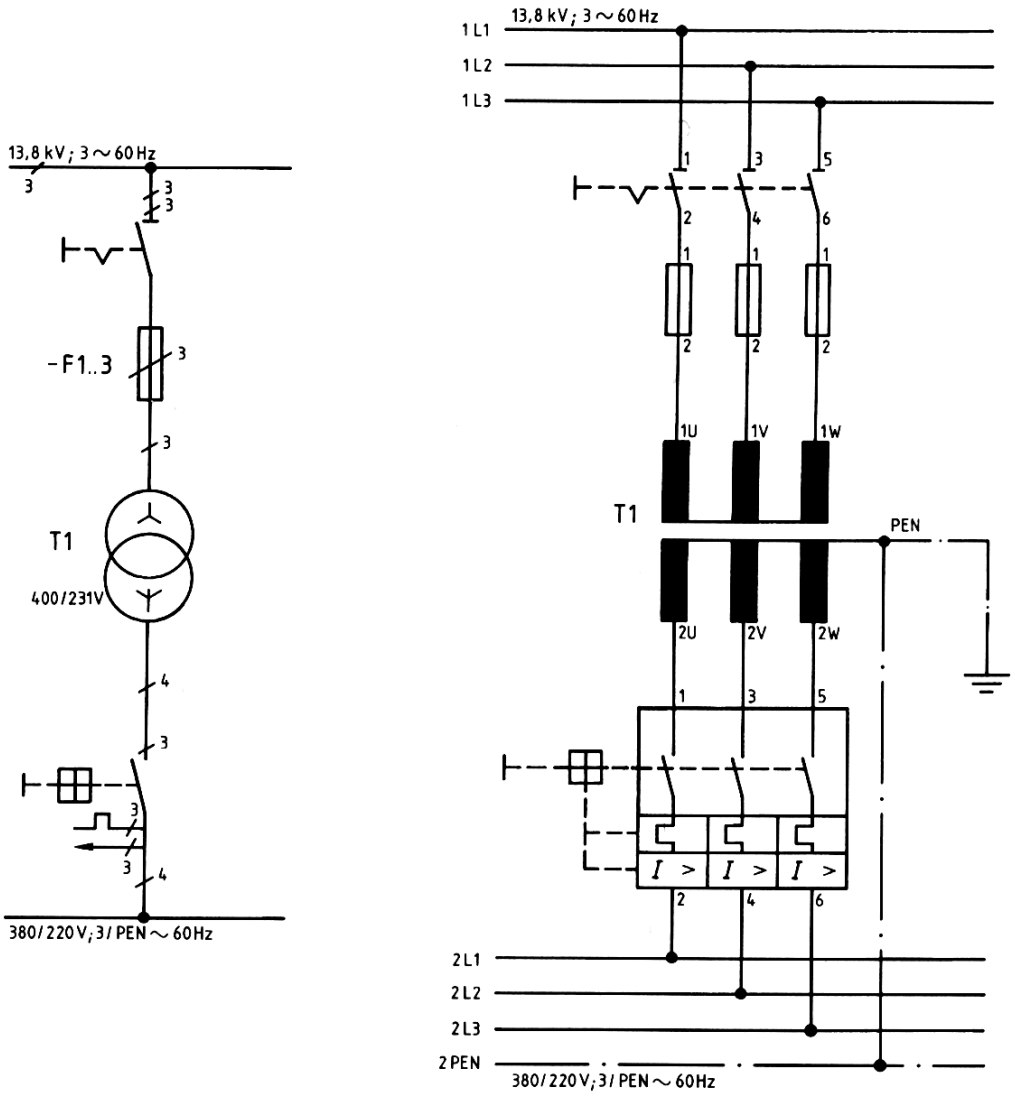
٥ -مفتاح قدرة للجهد : بسبب التيارات العالية ، توصل القواطع عبر محولات (محولات تيار).

٦ -شبكة جهد منخفض : ٣ أوجه وتحتوي على خط تعادل بجهد ٢٢٠/٣٨٠ فولت وتردد ٦٠ هيرتز.

والشكل (٧ -٢) يوضح المخطط الخطي والتنفيذي لمحول توزيع ثلاثي الأوجه.



الشكل (٧ -١) مخطط أحادي لمحطة محولات تربط بين شبكة جهد عالي وشبكة جهد منخفض



الدائرة التنفيذية الدائرة الخطية

شكل (٧ -٢) محول توزيع ثلاثي الأوجه

٧ -٢ -٢ الشبكات الكهربائية:

الشكل (٧ -٣) يوضح مخطط أحادي لشبكة شعاعية تحتوي على موزع رئيسي وموزع فرعي وموزع المستهلكات وبيانات مكونات الشبكة كالتالي:

١ - محول

٢ - مفتاح قدرة أتوماتي (١) : كمفتاح وقاية للمحول ، ومفتاح وقاية لموصل تغذية الموزع الرئيسي ووقاية للموزع الفرعي ، ويمكن بواسطته فصل التيار عن الشبكة بأكملها.

٣ - الموزع الرئيسي

٤ - مفتاح قدرة أتوماتي (٢) : وهو مفتاح وقاية لموصل تغذية الموزع الفرعي وللموزع الفرعي نفسه.

٥ - مفتاح قدرة : وهو مفتاح قدرة في مدخل الموزع الفرعي لفصل الموزع الفرعي.

٦ - الموزع الفرعي.

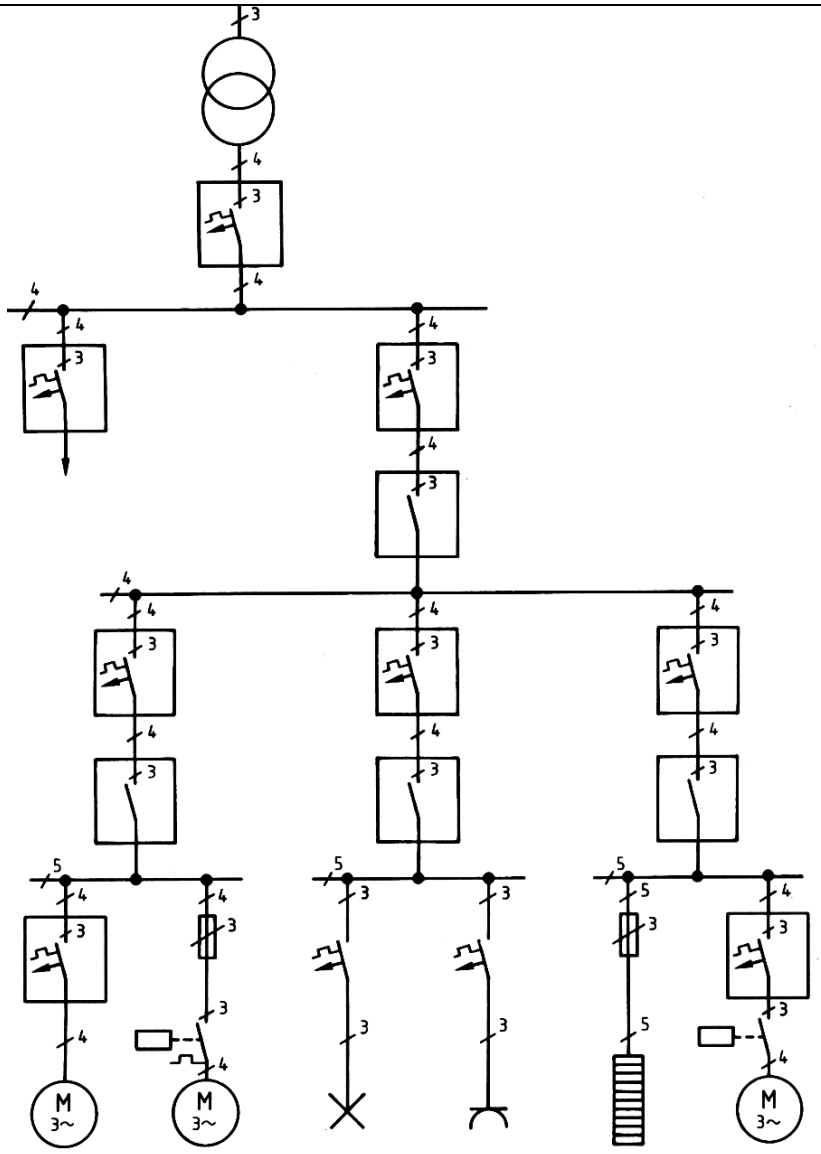
٧ - مفتاح قدرة أتوماتي (٣) : وهو مفتاح وقاية لموصل تغذية موزع المستهلكات ولموزع المستهلكات نفسه.

٨ - مفتاح قدرة : في مدخل موزع المستهلكات لفصل موزع المستهلكات.

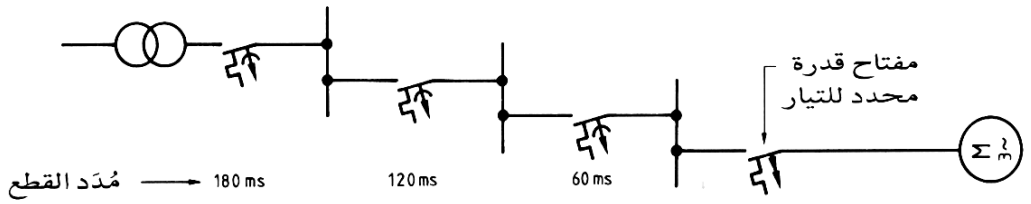
٩ - موزع المستهلكات.

١٠ - تجهيزات لوقاية الموصلات والأجهزة الكهربائية.

ويجب أن تكون الشبكة انتقائية ، بحيث يمكن فصل جزء من الشبكة الذي حدث عنده دائرة قصر وتسمى هذه المشكلة (مشكلة انتقائية) ، وللحصول على الانتقائية يجب أن تتواءم مفاتيح الفصل مع بعضها من حيث سرعة عملها ، فتكون أبطأ المفاتيح موجودة قبل المحول وأسرع المفاتيح موجودة في موصل المستهلكات. ويتم استخدام مفاتيح قدرة أتوماتية بتأخير قصير لعمل انتقائية جيدة للشبكة الشعاعية وذلك بضبط مدة التأخير ، ويمكن جعل سرعة عمل فصل المفاتيح متدرجة زمنيا . ويمكن استخدام مفاتيح قدرة أتوماتية محددة التيار حيث أنها أسرع من المفاتيح العادية. والشكل (٧ -٤) يبين مفاتيح قدرة أتوماتية مرتبة بتأخير قصير (تدرج زمني) في الزمن لعمل انتقائية جيدة للشبكة عند الفصل.



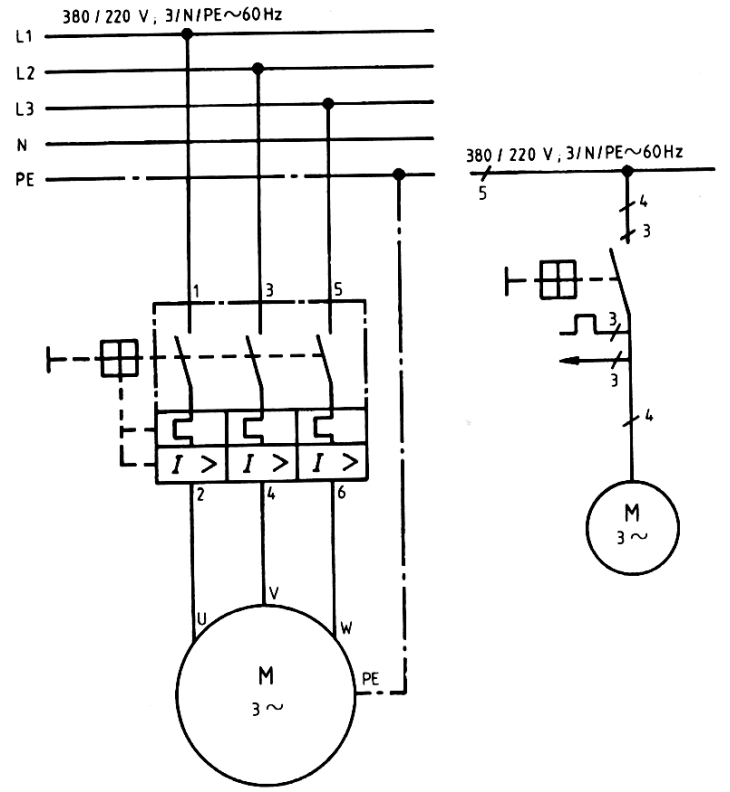
شكل (٧ -٣) مخطط أحادي لشبكة شعاعية



شكل (٧ -٤) مفاتيح قدرة أتوماتية بتدرج زمني

٧ -٣ وقاية المحركات:

نوع الوقاية المستخدمة في وقاية المحركات يعتمد على حجم المحرك وطبيعة الحمل الميكانيكي المتصل بعمود الإدارة ، وتستخدم المصهرات ومفاتيح الوقاية والمرحلات لوقاية المحرك. ومفاتيح وقاية المحركات هي مفاتيح وقاية كما أنها مفاتيح أجهزة ، ويتم ضبط القاطع على قيمة التيار الاسمي للمحرك وعندما تتجاوز شدة التيار القيمة المضبوطة ، يفصل القاطع الدائرة بعد مرور بعض الوقت. وتتولى القواطع المغناطيسية السريعة الوقاية عند نشوء دائرة قصر. والشكل (٧ -٥) يبين مفاتيح وقاية لمحرك ثلاثي الأوجه والدائرة الخطية والتنفيذية لها.

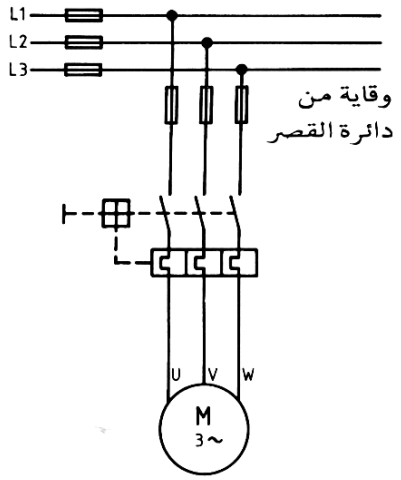


الدائرة التنفيذية الدائرة الخطية

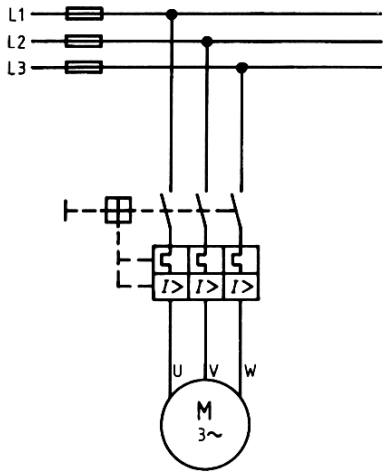
شكل (٧ -٥) الدائرة الخطية والتنفيذية لدائرة مفاتيح وقاية المحركات

وإذا تعرضت المحركات الثلاثية الأوجه إلى زيادة التحميل فإنها تسحب في هذه الحالة تيارا كبيرا جدا. ولمنع احتراق الملفات ، يتم وقاية المحركات من التحميل الزائد. ويوضح الشكل (٧ -٦) الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك بدون فصل مغناطيسي سريع ، المصهرات الموصلة على التوالي لوقاية المحرك والموصل ومفتاح وقاية المحرك من دائرة القصر. والشكل (٧ -٧) يبين الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك مع فصل مغناطيسي سريع.

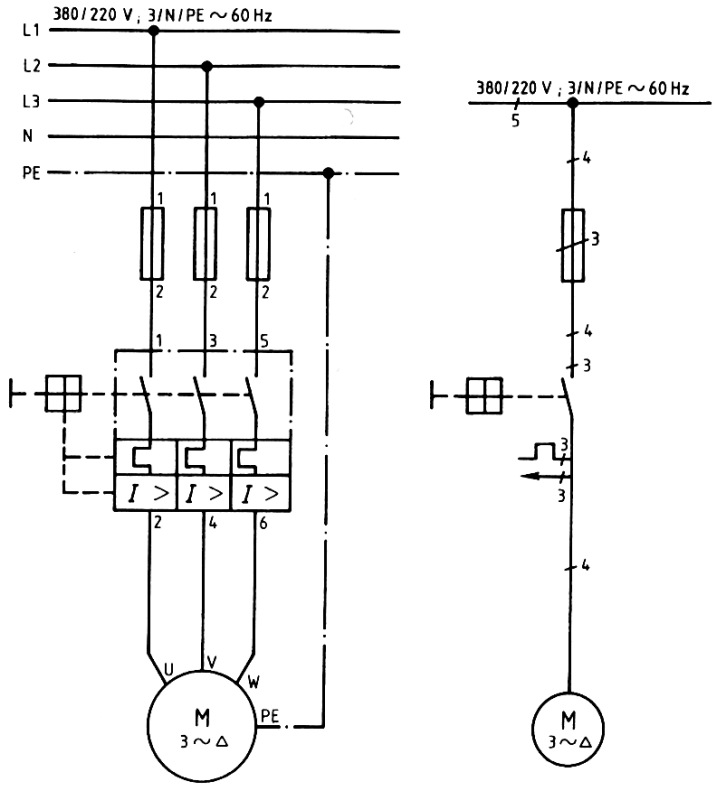
والشكل (٧ -٨) يوضح الدائرة الخطية والتنفيذية لمحرك تيار متردد ثلاثي الأوجه في توصيل مثلثي ، مع مفتاح يدوي لوقاية المحرك كمفتاح أجهزة.



شكل (٧ -٦) الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك بدون فصل مغناطيسي



شكل (٧ -٧) الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك مع فصل مغناطيسي سريع



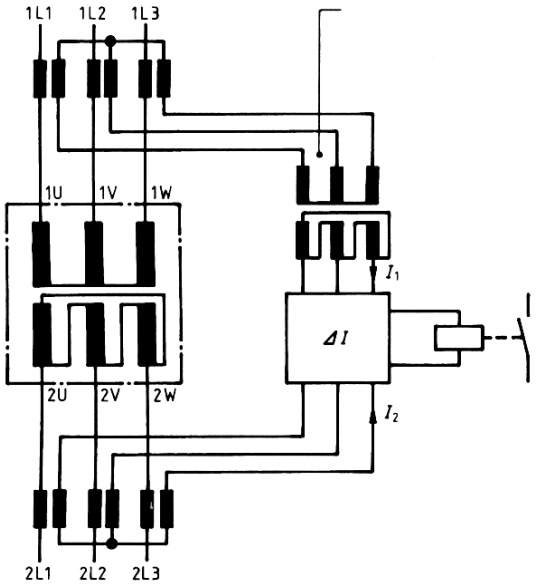
الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

شكل (٧ -٨) الدائرة الخطية والتنفيذية لمحرك ثلاثي الأوجه في توصيل مثلثي ، مع مفتاح وقاية

٧ -٤ وقاية المحولات :

٧ -٤ -١ متمم الوقاية الفرقية:

حماية المحولات الكهربائية تعتمد اعتمادا كليا على وظيفة وموقع المحول في الشبكة ، بالإضافة إلى مقنن المحول. وأهم نوع من أنواع وقاية المحولات هي الوقاية الفرقية ، وهناك علاقة ثابتة بين شدة التيار في الملفات الابتدائية (موصل التغذية) وشدة التيار في الملفات الثانوية (موصل الخروج) ، والمرحل الفرقي يعمل عندما يكون الفرق بين I_1 و I_2 لا يساوي صفر كما في شكل (٧ -٩).

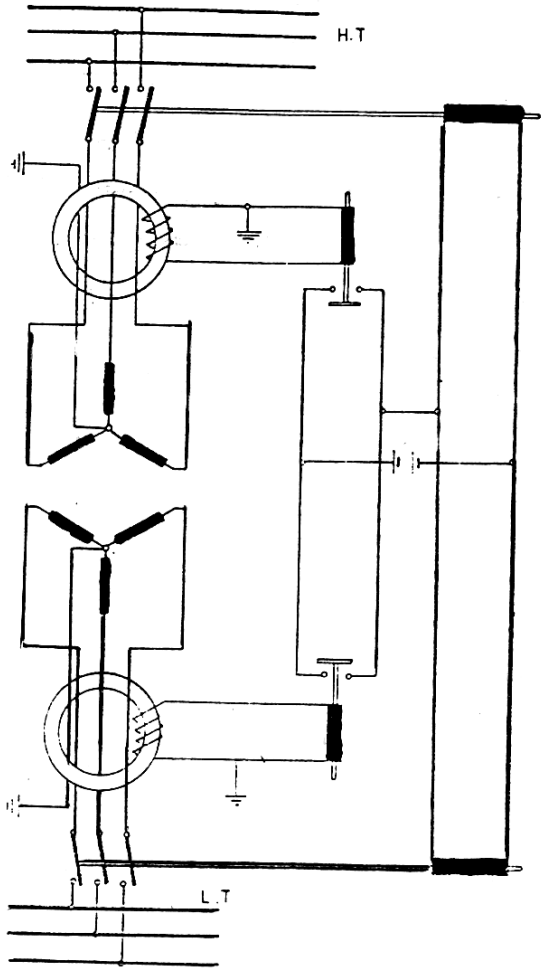


شكل (٧ -٩) الوقاية الفرقية لمحول

٧ -٤ -٢ متمم الوقاية بالاتزان:

يستعمل هذا المتمم لحماية المحولات من الأخطار التي تقع على الشبكة أو داخل المحول نفسه وأهمها اتصال أطراف المحول بالأرض. والشكل (٧ – ١٠) يبين هذه الطريقة ، ويظهر من الرسم أن أطراف المحول الابتدائية والثانوية تمر في قلب مستدير (حلقة) من الحديد بحيث تكون الدائرة المغناطيسية متزنة عندما يكون المحول يعمل في الظروف العادية. ولكن إذا اتصل أحد الأوجه بالأرض أو حدث قصر بين

وجهين فإن الاتزان المغناطيسي ويتولد تيار في دائرة الملف الثانوي الموضوع على القلب الحديدي يؤثر في ملف المتمم المتصل به فيقفل دائرة البطارية على الملفات المغناطيسية المتحكمة في ملفات المفتاح الرئيسي التي تعمل على فصل المحول من الدائرة.

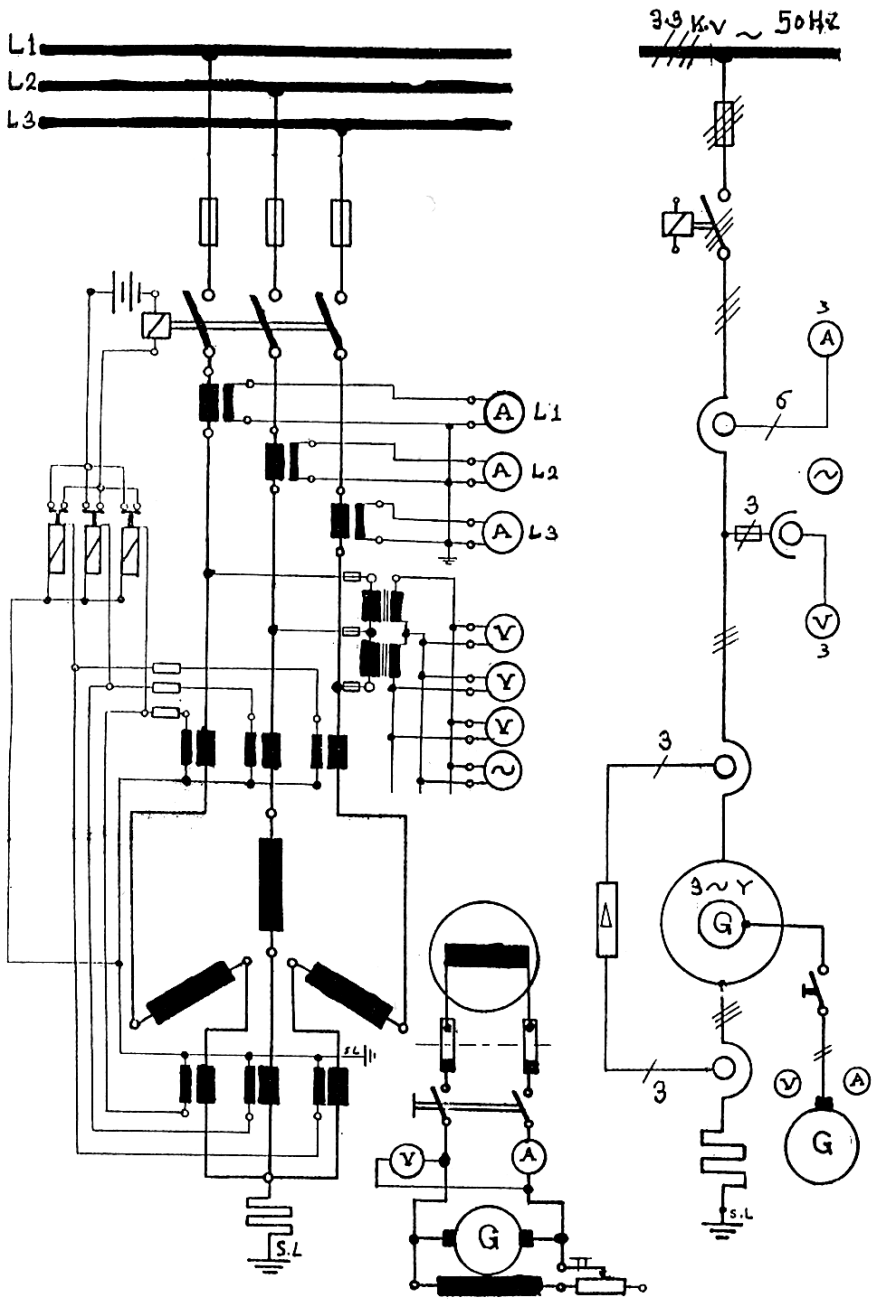


شكل (٧ – ١٠) دائرة وقاية محول ثلاثي الأوجه من خطأ الاتصال بالأرض

٧ -٥ وقاية مولدات التيار المتغير:

تنقسم الأخطاء التي تتعرض لها مولدات التيار المتغير إلى أخطاء خارجية وأخطاء داخلية. الأخطاء التي تحدث خارج المولد مثل قصر في دائرة الحمل ، وزيادة الحمل على المولد ، عدم اتزان الحمل على خطوط الأوجه أو انعكاس القدرة الكهربية. أما الأخطاء التي تحدث داخل الآلة نفسها مثل قصر بين أوجه العضو الثابت ، قصر بين ملفات العضو الواحد ، قصر بين العضو الثابت والأرضي ، ارتفاع حرارة هواء التبريد أو احتراق العضو الثابت. ولحماية المولدات يتم استخدام المتمم الفرقي ضد الأخطار الداخلية. متمم الاتزان الحلقي للوقاية ضد التسرب الأرضي أو القصر. المتمم الحراري ضد زيادة الحمل.

والشكل (٧ –١١) يوضح الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ذي منتج ثابت موصلة ملفاته على شكل نجمة ذو جهد ٦ ك . ف ويتصل بمحول قدرة رافع (Y / Δ) حيث يتم رفع الجهد المتولد عن طريق المحول إلى ٢٢ ك . ف ، ولوقاية هذه المجموعة يتم تركيب المتمم الفرقي وذلك بمحولات تيار على كل من بدايات ونهايات أوجه المولد والمحول بحيث توصل محولات التيار معا بالتضاد ، فإذا حدث خلل داخل المجموعة فإن المتمم الفرقي يعمل على فصل المجموعة كليا من الشبكة. علاوة على وقاية الخطوط ذات الضغط العالي (٢٢ ك . ف) بها لفات للصواعق لوقاية المجموعة من خطر الصواعق.

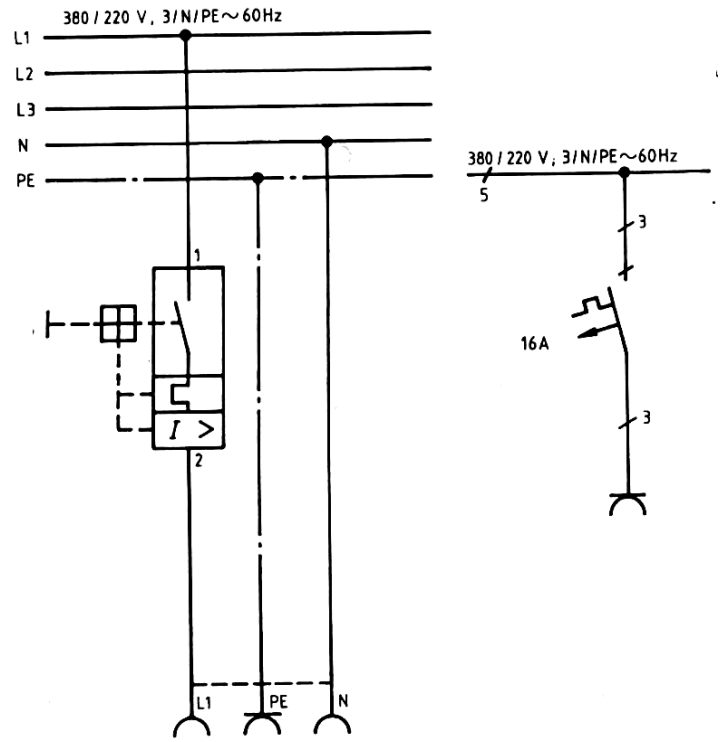


الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

الشكل (٧ – ١١) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمجموعة (مولد – محول) في محطة توليد قوى كهربية ووقاية المجموعة بالمتمم الفرقي والوقاية بمانعات للصواعق

٧ -٦ وقاية الموصلات:

تتم وقاية الموصلات باستخدام مفاتيح وقاية الموصلات ، وهي مفاتيح قابضة ذات فصل حراري وفصل كهر ومغناطيسي ، يفصل القاطع الحراري عند التحميل الزائد ، ويفصل القاطع المغناطيسي الموصل عند نشوء دائرة قصر. مفاتيح وقاية الموصلات لا تستعمل للتشغيل الاعتيادي للأجهزة عند الوصل والفصل ، أي أنها ليست مفاتيح أجهزة. والشكل (٧ -١٢) يبين الدائرة الخطية والتنفيذية لوقاية الموصلات.



الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

شكل (٧ -١٢) الدائرة الخطية والتنفيذية لمفتاح وقاية الموصلات

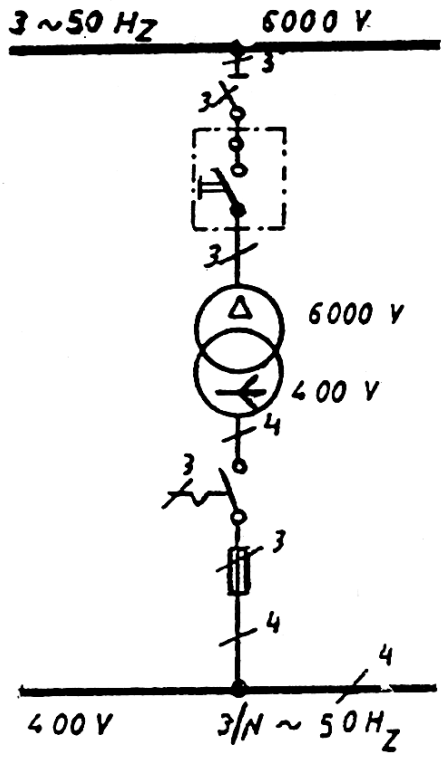
٧ -٧ تمارين:

(١) محول قدرة كهربائية ثلاثي الأوجه دلتا / دلتا (Δ /Δ) يراد حمايته من خطر التسرب الأرضي والقصر إذا علم أن جهد الملف الابتدائي ١١ ك. ف وجهد الملف الثانوي ٣,٣ ك.ف

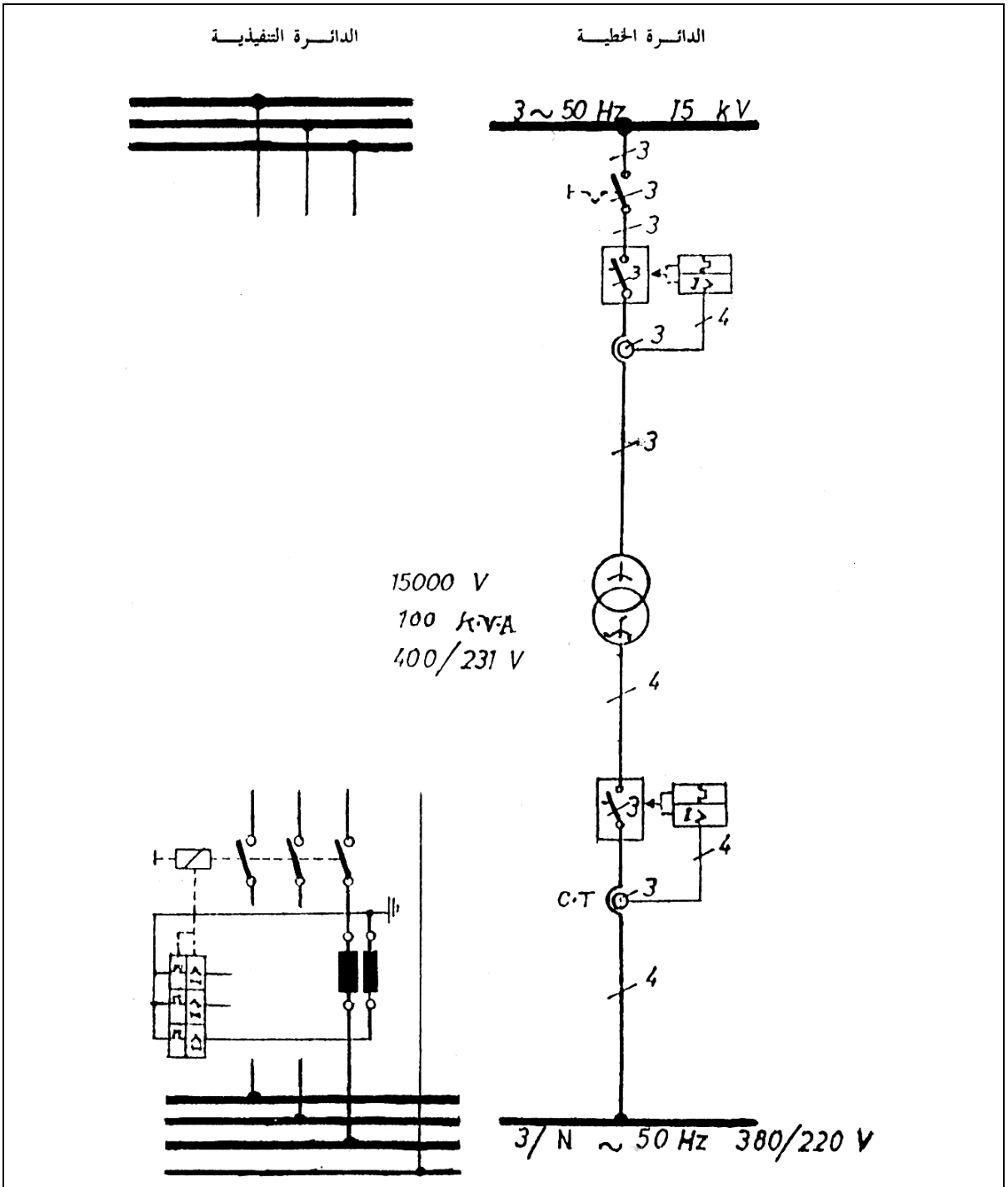
(٢) شكل (٧ -١٣) يبين الدائرة الخطية لمحول كهربائي بالرموز المختصرة والمطلوب رسم الدائرة التنفيذية مع رموز التوصيل والمصطلحات الفعلية.

(٣) شكل (٧ -١٤) يوضح الدائرة الخطية لمحول كهربائي موضح مكوناته مع أجهزة الوقاية الخاصة بالضغطين العالي والمنخفض ، والمطلوب تكملة رسم الدائرة التنفيذية وكتابة البيانات التوضيحية أمام كل من المكونات والمصطلحات الفنية المختلفة.

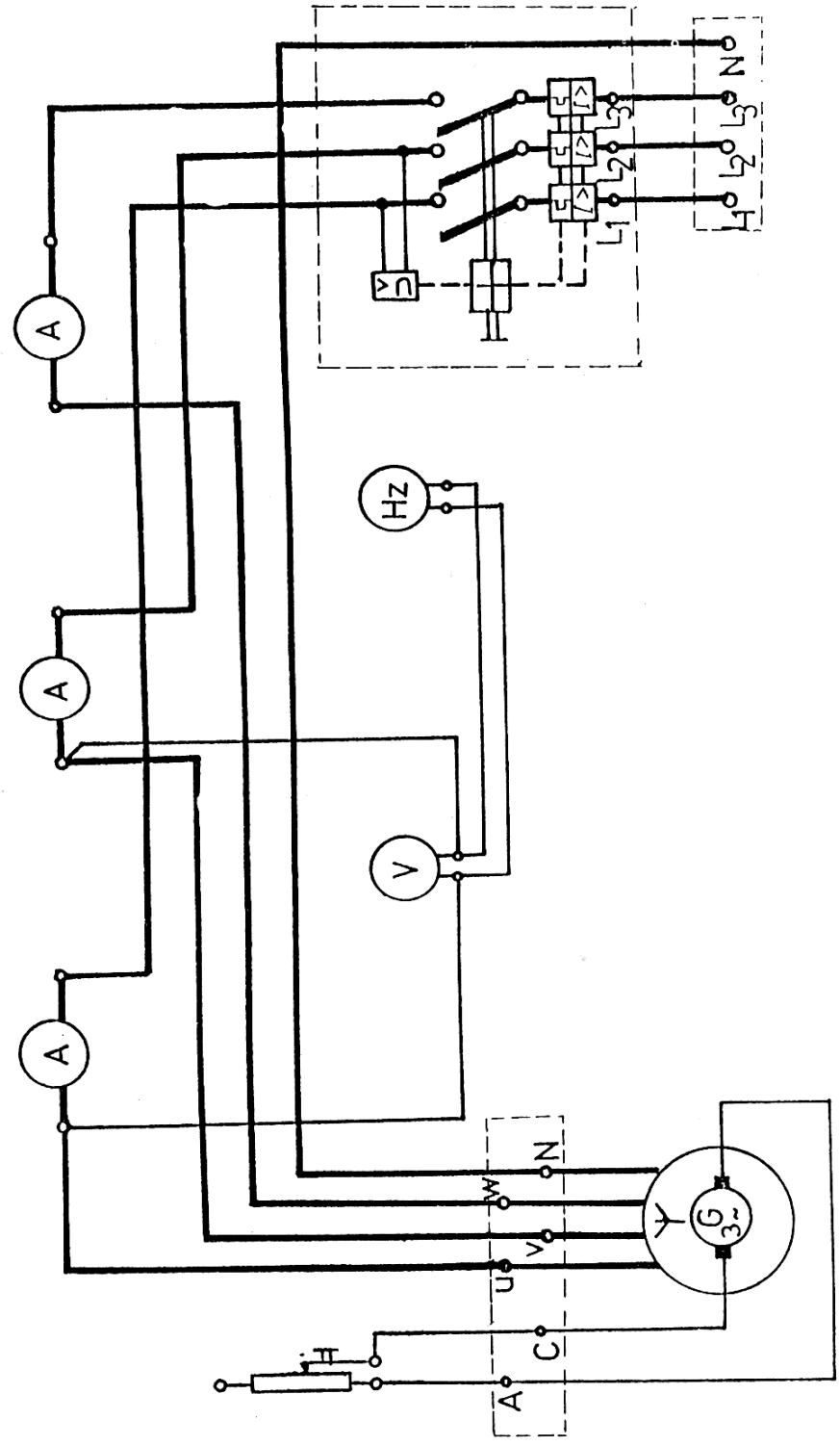
(٤) شكل (٧ -١٥) يوضح الدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه موصل نجمة Y ، وتغذى أقطابه تغذية ذاتية ، ويتم التحكم في جهد المولد المتغير بمقاومة متغيرة موصلة بالتوالي مع الأقطاب ، والمولد متصل بقاطع أتوماتيكي ثلاثي الأوجه مزود بحماية حرارية وأخرى مغناطيسية ضد زيادة الحمل ، مع متمم مغناطيسي ضد هبوط الجهد مع رسم أجهزة قياس (التيار - الجهد – التردد). والمطلوب: رسم الدائرة الخطية لهذا المولد.



شكل (٧ -١٣) الدائرة التنفيذية لمحول كهربائي



شكل (٧ -١٤) الدائرة التنفيذية والخطية لمحول كهربائي



شكل (٧ -١٥) وقاية مولد كهربائي

المراجع

(١) Technical drawing.
(Pak German Training Programme).

(٢) Engineering Drawing.
(By Prof. Michel Ghalioungui and Dr. M. A. H. El- Rakabawy)

(٣) Graphical Symbols for Electrical Power and Electronics Diagrams (I E C ٧).

(٤) Experimentier Bausteinsysteem .
(By Siemens)

(٥) الرسم الفني للكهرباء – الجزء الثاني – الجزء الثالث

تكنولوجيا الطاقة

فهـــرس الكتـــاب

الموضـوع الصفحة

مقدمة الكتاب

الوحدة الأولى

أدوات الرسم وكيفية استخدامها ١

١٠١ مقدمة ٢

٢٠١ أدوات الرسم ٢

الوحدة الثانية

عناصر الدوائر الكهربائية ورموزها ٧

١٠٢ مقدمة ٨

٢٠٢ الرموز والمصطلحات المستعملة في الدوائر الكهربائية ٨

١٠٢٠٢ رموز العناصر الأساسية للدوائر الكهربائية ٨

٢٠٢٠٢ رموز عناصر إلكترونيات القدرة ١٢

٣٠٢٠٢ رموز عناصر التحكم والحماية ١٦

٤٠٢٠٢ رموز الآلات الكهربائية ٢٢

الوحدة الثالثة

الدوائر الخطية للتوصيلات المنزلية ٢٨

١٠٣ مقدمة ٢٩

٢٠٣ الرموز التخطيطية للتركيبات الكهربائية ٢٩

١٠٢٠٣ رموز نظم الموصلات ٢٩

٢٠٢٠٣ رموز مفاتيح التركيبات ٣٣

٣٠٢٠٣ رموز المصابيح الكهربائية ٣٥

٤٠٢٠٣ رموز أجهزة الإشارة ٣٦

٥٠٢٠٣ رموز الأجهزة الكهربائية المنزلية ٣٩
٣٠٣ توصيلات الإضاءة والتجهيزات المنزلية ٤١
١٠٣٠٣ خطوات رسم مخطط بيان التوصيلات الكهربائية ٤١
٢٠٣٠٣ الدوائر الكهربائية الخطية والتنفيذية للإنارة ٤٢
٤٠٣ لوحات التوزيع المنزلية ٤٩
٥٠٣ تمارين ٥٢

الوحدة الرابعة

الدوائر الخطية والتنفيذية لتغذية المصانع..... ٥٤

١٠٤ مقدمة ٥٥
٢٠٤ مخططات التغذية للمصانع ٥٥
٣٠٤ لوحات التوزيع داخل المصانع ٥٧
١٠٣٠٤ التوصيلات داخل المصانع والورش للقوى والإنارة ٥٧
٢٠٣٠٤ المواصفات العامة للوحات التوزيع الرئيسية بالمصانع والورش ٥٩
٣٠٣٠٤ مواصفات لوحة توزيع القوى الرئيسية بالورش والمصانع ٥٩
٤٠٣٠٤ مواصفات لوحة توزيع الإضاءة الرئيسية بالورش والمصانع ٦٥
٥٠٤ تمارين ٧٠

الوحدة الخامسة

مخططات دوائر توصيل الآلات الكهربائية..... ٧٥

١٠٥ مقدمة ٧٦
٢٠٥ آلات التيار المستمر ٧٦
١٠٢٠٥ مخطط توصيل آلات التيار المستمر منفصل التغذية ٧٧
٢٠٢٠٥ مخطط توصيل آلات التيار المستمر توالي ٧٧
٣٠٢٠٥ مخطط توصيل آلات التيار المستمر توازى ٧٨
٤٠٢٠٥ مخطط توصيل آلات التيار المستمر مركب ٧٨

٣٠٥ آلات التيار المتردد ٨٢
١٠٣٠٥ الدائرة الكهربية الممثلة للمولدات التزامنية أحادية الوجه ٨٢
٢٠٣٠٥ الدائرة الكهربية الممثلة للمولدات التزامنية ثلاثية الأوجه ٨٢
٣٠٣٠٥ الدائرة الكهربية الممثلة للمحركات الحثية أحادية الوجه ٩٠
٤٠٣٠٥ الدائرة الكهربية الممثلة للمحركات الحثية ثلاثية الأوجه ٩٠
٤٠٥ تمارين ٩٤

الوحدة السادسة

مخططات دوائر البدء والتحكم في سرعة المحركات الكهربائية..... ١٠٠

١٠٦ مقدمة ١٠١
٢٠٦ دوائر بدء الحركة والتحكم في سرعة محركات التيار المستمر ١٠١
٣٠٦ دوائر بدء الحركة والتحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه ١٠٣
٤٠٦ تمارين ١١٦

الوحدة السابعة

مخططات دوائر نظم القوى الكهربائية وعناصر حمايتها.....١٢١

١٠٧ مقدمة ١٢٢
٢٠٧ المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية ١٢٢
١٠٢٠٧ محطة محولات ١٢٣
٢٠٢٠٧ الشبكات الكهربائية ١٢٥
٣٠٧ وقاية المحركات ١٢٧
٤٠٧ وقاية المحولات ١٣١
٥٠٧ وقاية المولدات ١٣٣
٦٠٧ وقاية الموصلات ١٣٥
٧٠٧ تمارين ١٣٦

المراجع المستخدمة ١٤٠

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS