المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

الكليات التقنية

الحقيبة التدريبية :

الرسم الفني الكهربائي

في تخصصات
الآلات والمعدات الكهربائية
والقوى الكهربائية ومشغل لوحة التحكم

مقدمة

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

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني 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 الله ثم 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 للتدريب التقني والمهني 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 تخصصات " الآلات والمعدات الكهربائية - القوى الكهربائية- مشغل لوحة التحكم " 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 وجلً أن تسهم بالشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، مدعم 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

الفهـــرس

الموضـــوع	رقم الصفحة
الوحدة الأولى : أساسيات الرسم الفني	٨
١- ١ مقدمة	١٠
١- ٢ أقسام الرسم الفني **الرسم بالكمبيوتر** **الرسم الفني اليدوي**	١٠
١- ٣ مبادئ وضع الابعاد	١٦
١- ٤ قواعد وضع الابعاد	١٧
١- ٥ مساقط المشغولات	١٨
١- ٦ التمثيل في ثلاثة مساقط	١٩
١- ٧ استنتاج المسقط الثالث من المسقطين الآخرين	٢١
١- ٨ الحواف المختفية	٢٦
١- ٩ خطوط المنتصف	٢٩
١- ١٠ تمثيل الزوايا وكتابة ابعادها	٣٢
١- ١١ أجسام ذات تجاويف نافذة	٣٤
١- ١٢ أجسام أسطوانية	٣٨
١- ١٣ مقاطع الأجسام(١)	٤٠
١- ١٤ مقاطع الأجسام(٢)	٤٣
الوحدة الثانية: الرموز الكهربائية والألكترونية	٤٧
٢- ١ الرموز والمصطلحات المستعملة في الدوائر الكهربائية	٤٩
٢- ٢ رموز العناصر الأساسية للدوائر الكهربائية	٤٩
٢- ٣ رموز عناصر الكترونيات القدرة	٥٣
٢- ٤ رموز عناصر التحكم والصيانة	٥٥

٢- ٥ رموز عناصر الآلات الكهربائية	٥٨
الوحدة الثالثة : الدوائر الخطية والتنفيذية للتوصيلات المنزلية	٦٢
٣- ١ مقدمة	٦٤
٣- ٢ توصيلات الإضاءة والتجهيزات المنزلية	٦٤
٣- ٣ خطوط رسم مخطط بيان التوصيلات الكهربائية	٦٥
٣- ٤ الدوائر الكهربائية الخطية والتنفيذية	٦٥
٣- ٤- ١ الدوائر الكهربائية الخطية	٦٦
٣- ٤- ٢ الدوائر الكهربائية التنفيذية	٦٦
٣- ٥ لوحات التوزيع المنزلية	٧٧
٣- ٦ تمارين	٨٠
الوحدة الرابعة : الدوائر الخطية والتنفيذية لتغذية المصانع وشبكات التوزيع	٨٢
٤- ١ مقدمة	٨٤
٤- ٢ مخططات التغذية في المصانع	٨٤
٤- ٣ لوحات التوزيع داخل المصانع	٨٦
٤- ٣- ١ التوصيلات داخل المصانع والورش للقوى والإضاءة	٨٦
٤- ٣- ٢ المواصفات العامة للوحات التوزيع الرئيسية في المصانع	٨٨
٤- ٤ تمارين	٩٧
الوحدة الخامسة :مخططات دوائر توصيل الآلات الكهربائية	١٠١
٥- ١ مقدمة	١٠٣
٥- ٢ آلات التيار المستمر	١٠٣
٥- ٢- ١ مخطط توصيل آلات التيار المستمر منفصل التغذية	١٠٤
٥- ٢- ٢ مخطط توصيل آلات التيار المستمر توال	١٠٥
٥- ٢- ٣ مخطط توصيل آلات التيار المستمر تواز	١٠٨
٥- ٢- ٤ مخطط التوصيلات لآلات التيار المستمر المركب	١١١
٥- ٣ آلات التيار المتردد	١١٢

٥- ٣- ١ الدائرة الكهربائية المثلة للمولدات التزامنية أحادية الوجه	١١٢
٥- ٣- ٢ الدائرة الكهربائية المثلة للمولدات التزامنية ثلاثية الأوجه	١١٤
٥- ٣- ٣ الدائرة الكهربائية المثلة للمحركات الحثية أحادية الوجه	١١٨
٥- ٣- ٤ الدائرة الكهربائية المثلة للمحركات الحثية ثلاثية الأوجه	١٢٠
٥- ٤ تمارين	١٢٤
الوحدة السادسة : مخططات دوائر البدء والتحكم في سرعة المحركات الكهربائية	١٢٨
٦- ١ مقدمة	١٣٠
٦- ٢ دوائر بدء الحركة والتحكم في سرعة محركات التيار المستمر	١٣٠
٦- ٣ دوائر بدء الحركة والتحكم في سرعة المحركات الحثية	١٣٤
٦- ٤ تمارين	١٣٩
الوحدة السابعة : مخططات دوائر نظم القوى الكهربائية وعناصر حمايتها	١٤٣
٧- ١ مقدمة	١٤٥
٧- ٢ المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية	١٤٥
٧- ٢- ١ محطة المحولات	١٤٥
٧- ٢- ٢ الشبكات الكهربائية	١٤٨
٧- ٣ وقاية المحركات	١٥٠
٧- ٤ وقاية المحولات	١٥٥
٧- ٤- ١ متمم الوقاية الفرقية	١٥٥
٧- ٤- ٢ متمم الوقاية بالأتزان	١٥٦
٧- ٥ وقاية مولدات التيار المتغير	١٥٧
٧- ٦ وقاية الموصلات	١٦٠
٧- ٧ تمارين	١٦١
مراجع	١٦٢

تمهيد

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 اعتماداً كلياً على الكهرباء. فبواسطتها تدار الآلات في المصانع وتضاء المنازل والشوارع ويتم تشغيل الأجهزة والآلات التي تعمل على راحة ورفاهية الإنسان وتقدمه. وتحتل التقنية الكهربائية مكاناً قيادياً في مجالات الصناعة نظراً لأهمية الدور الذي تقوم به في سبيل تحقيق هذا التقدم. ويعتبر الرسم الفني المرحلة الأولى في إنشاء أي صناعة ، وبالتالي في تقنية الكهرباء ، إذ إنه 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 أيضاً على توصيلات الإضاءة والتجهيزات المنزلية ولوحات التوزيع الرئيسة والفرعية. وكذلك يحتوى على الدوائر الخطية لتغذية المصانع وشبكات التوزيع فيها ومخططات دوائر التوصيل للآلات ومخططات دوائر البدء والتحكم في سرعة المحركات الكهربائية ومخططات دوائر نظم القوى الكهربائية وعناصر حمايتها.

وكان الهدف من ذلك إيجاد جيل واعٍ من الفنيين يستطيعون 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. وتحقيقاً للأهداف المنشودة فإننا ننصح المتدرب بحل كل التمارين الواردة في هذا الكتاب ، إذ إن ذلك يساعده على استيعاب المادة العلمية ، ويعتبر أيضاً 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.

إن الأهداف الموضوعية من دراسة هذا المقرر أن يتمكن المتدرب بإذن الله من الآتي:

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 ، ، ، ، ، ، ، ،

الوحدة الأولى

المبادئ الأساسية للرسم الفني

الهدف العام للوحدة: الإلمام بقواعد الرسم الفني

الأهداف التفصيلية:

١- أن يتعرف المتدرب على أدوات الرسم المختلفة وكيفية استخدامها.
٢- أن يتقن المتدرب كتابة الأبعاد على المشغولات
٣- أن يتقن المتدرب رسم مساقط المشغولات
٤- أن يتقن المتدرب رسم مقاطع الأجسام

الوحدة الأولى : أساسيات الرسم الفني

١- ١المقدمة

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

١- ٢ أقسام الرسم الفني:

يقسم الرسم الفني إلى قسمين:

أولا: الرسم الفني باستخدام الحاسب.

ثانيا: الرسم الفني اليدوي.

أولا: الرسم باستخدام الكمبيوتر : Drawing By Computer

الكمبيوتر وملحقاته من برامج رسم وتصميم وأجهزة مساعدة ، تعد 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 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 وما يصدرونه من أوامر.

ثانيا: الرسم الفني اليدوي:

الأدوات المستخدمة في الرسم:

لتسجيل أي معلومات أو إعداد رسم يدوي حر ، نحتاج إلى أدوات رسم مثل قلم الرصاص والممحاة ، وإذا أردنا رسم دائرة نحتاج إلى فرجار ، ورسم خط مستقيم نحتاج إلى لوحة خشبية ومسطرة حرف (T) مستقيمة برأس عمودية. وأما 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 نوعاً ، فمثلاً إذا أردنا أن ننجز رسماً فنحن نحتاج إلى قلم **2H** للخطوط الإنشائية العامة وهو خفيف الظل وسهل المسح بحيث لا يترك أثراً بعد مسحه، ونحتاج إلى قلم **HB** لتشطيب الرسم

والكتابة وهو معتدل الظل. وكذلك 2B وهو غامق ثقيل الظل يستخدم لتثبيت الرسم النهائي ويترك أثراً بعد المسح على ورقة الرسم.

٤- ورق الرسم: Drawing Paper

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

وهذه مقاسات ورق الرسم الشائع الاستعمال:

A4 مم ٢١٠ X ٢٩٧

A3 مم ٢٩٧ X ٤٢٠

A2 مم ٤٢٠ X ٥٩٤

A1 مم ٥٩٤ X ٨٤١

A0 مم ٨٤١ X ١١٨٩

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

٥- أقلام التحبير:

وهي أقلام خاصة ذات سماكات مختلفة تبدأ من ($0.1mm^2$)إلى ($1mm^2$) تعبأ بحبر خاص للرسم وغالبا تستخدم هذه الأقلام على ورق (ألكلك). والشكل يبين مجموعة من هذه الأقلام.

أقلم التحبير

ملحوظة: بعد الانتهاء من استخدام أقلام التحبير يجب أن تفرغ من الحبر وتوضع في وعاء خاص للتنظيف ضمن مادة كيميائية خاصة حتى لا يجف الحبر داخلها و المحافظة عليها واستخدامها مرة أخرى. وهي مستخدمة في جميع المكاتب الهندسية. والشكل يبين علبة التنظيف الخاصة بأقلام التحبير.

علبة تنظيف أقلام التحبير

٦- الخطوط: The Lines

الأشكال في الرسم تمثل بخطوط واضحة ، وهذه الخطوط لها أشكال سماكات مختلفة وعندما ترسم هذه الخطوط موافقة لمواصفاتها يمكننا معرفة معانيها ، وتتضح دلالتها من أنواعها. وعادة تبدأ عملية الرسم بقلم الرصاص 2H للخطوط الإنشائية للرسم ، فترسم الخطوط رفيعة وخفيفة جداً حتى يسهل تعديل الرسم أو تصحيحه. وعندما نتأكد من صحة الرسم تمحى الخطوط الزائدة و تغمق جميع الخطوط بالسمك المناسب لأنواع الخطوط.

٧- المحاة: Eraser

من الضروري أن يستعمل الرسام المحاة وعليه أن يختار المحاة المناسبة ، ويوجد نوعان منها ، نوع مطاطي 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. ثم تنظف اللوحة بفرشاة ناعمة لإزالة آثار استعمال المحاة. والنوع الآخر هش على هيئة مسحوق وتستعمل في إزالة الرصاص المتناثر على لوحة الرسم.

٨- 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.

٩- الفرجار : Compass

يستعمل الرسام فرجار الرصاص أو الحبر في رسم الدوائر والأقواس الدائرية ، وغالباً 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 ، ويراجع 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 قليلاً في اتجاه حركة رصاص الرسم. ويستعمل فرجار التقسيم ذو إبرتين معدنيتين في نقل المسافات والأبعاد الهامة في الرسم وأيضا في تقسيم المسافات.

١٠- المساطر : Scales

أحيانا تكون مقاسات الرسم مساوية تماماً 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.

١١- مقياس الرسم : Drawing Scale

أحياناً تكون الأبعاد الحقيقية للأجسام مساوية تماماً للأبعاد في الرسم ، وفي حالات أخرى تكون الأجسام صغيرة جداً وتحتاج إلى إيضاح أبعادها بدقة في الرسم ، فيرسم الجسم مكبراً ، وأيضا توجد أجسام كبيرة يتعذر إعداد رسم لها ، فيرسم الجسم مصغراً ، 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 واضحاً على لوحة الرسم.

١٢- الطبعات (الشبلونات): Templates

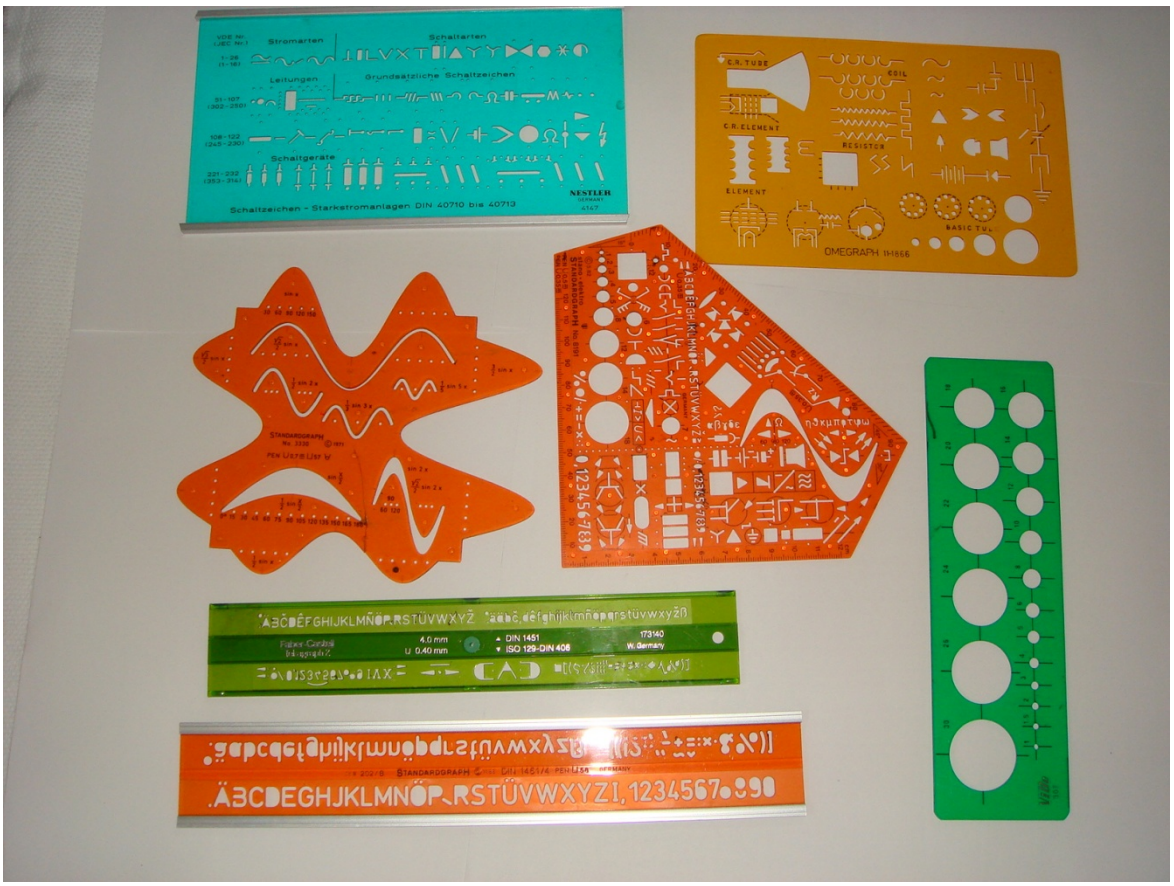
تصنع الطبعات من البلاستيك الشفاف ، وتستعمل في الرسم اختصاراً للوقت وإتقاناً للعمل. وهناك أنواع متعددة كل منها يتناسب مع الأداء المطلوب ومنها :

أ- طبعات 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.

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

ث- طبعات خاصة بالرموز مثل الرموز الكهربائية أو الإلكترونية أو الميكانيكية أو المعمارية) والشكل يبين بعض هذه الطبعات

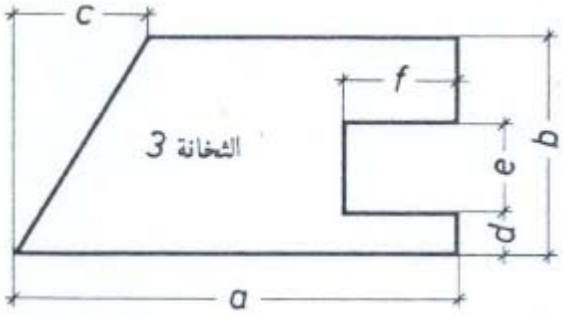


بعض أشكال الطبعات الكهربائية والإلكترونية

١- ٣ مبادئ وضع الأبعاد

يجب ان يحتوي الرسم الفني على جميع الأبعاد اللازمة لإنتاج المشغولة

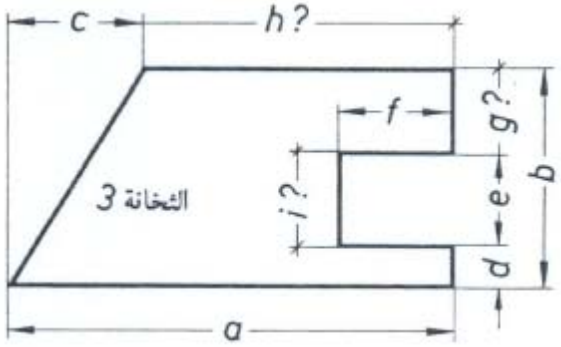
مثال: المطلوب صنع طبعة (شابلونة) كالموضحة بالشكل من خامة ثخانتها 3mm ولذا يجب أولا معرفة البعدين الخارجيين للقطعة a, b وبعد ذلك يلزم تحديد البعد c الذي يعين الحد المائل ثم الأبعاد d, e, f التي تعين مكان الجزء المقطوع ، فإذا كانت الثخانة معلومة فإن شكل القطعة يكون قد تحدد تماما.



ويراعى عدم وضع أية أبعاد غير ضرورية لتحديد شكل القطعة .

يمكن استنتاج الشكل b من البعدين a, c والبعد g من الأبعاد b, d, e كما أن البعد i يساوي البعد e.

ونظرا لأنه لا يجوز كتابة الأبعاد أكثر من مرة واحدة في الرسم فإنه ينبغي في هذه الحالة عدم وضع الأبعاد g, h, i .



١- ٤ قواعد وضع الأبعاد للمشغولات المسطحة

بعد رسم حواف القطعة بالخطوط الكاملة العريضة يتم رسم الخطوط المساعدة لتحديد الأبعاد ، وهي خطوط كاملة رفيعة تبدأ عند الحافة الظاهرة وترسم عمودية على الحافة المراد وضع بعدها. وفي حالة كتابة بعد واحد ينبغي ألا يقل طول الخطوط المساعدة لتحديد الأبعاد عن 10mm ، وتكون أطول من ذلك في حالة كتابة بعدين أو أكثر فوق بعضها. وترسم خطوط الأبعاد وهي خطوط كاملة رفيعة بين خطوط الأبعاد المساعدة وموازية للحافة المراد وضع البعد عليها ، وتنتهي بأسهم عند خطوط تحديد الأبعاد. ويجب أن تبعد خطوط الأبعاد عن حواف الشكل 8mm تقريبا. وعند وجود خطوط أبعاد متوازية ينبغي ألا تقل المسافات بينها عن 5mm . ولكتابة الأبعاد ينبغي ترك فراغ في منتصف خطوط الأبعاد ، وتسمى هذه المسافة فراغ كتابة الأبعاد.

ويمكن في حالة ضيق المكان وضع خطوط الأبعاد خارج خطوط الأبعاد المساعدة، كما يجب رسم أسهم الأبعاد مصمتة.

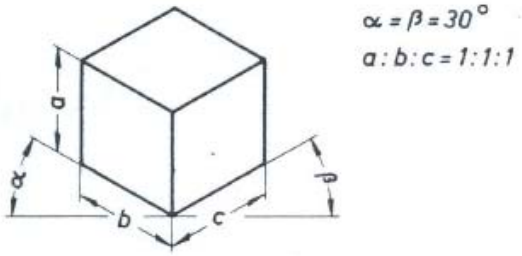
وتكتب الأبعاد في فراغ كتابة الأبعاد طبقا للكتابة القياسية (DIN 16) (يكون ارتفاع الأعداد نحو 4mm) لمجموعة الخطوط 0.5 عند كتابة بعدين أو أكثر بعضها (كما في حالة البعدين 10 ,25) يجب أن توضع الأبعاد مرحلة بالنسبة لبعضها.

ويراعى بقدر الإمكان ألا يكون هناك تقاطعات بين الخطوط المساعدة لتحديد الأبعاد.

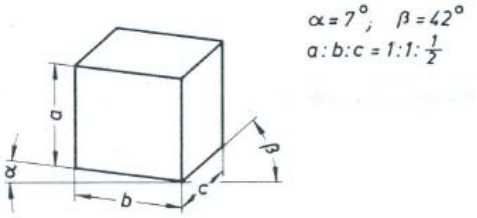
ويجب أن يمكن قراءة الأرقام والكتابة المدونة على الرسم من أسفل أو من جهة اليمين.

١- ٥ مساقط المشغولات

يمكن تمثيل جسم ما في مسقط واحد. وتحتوي المواصفات (DIN 5)على القواعد القياسية لرسم مثل هذه الرسومات التوضيحية.



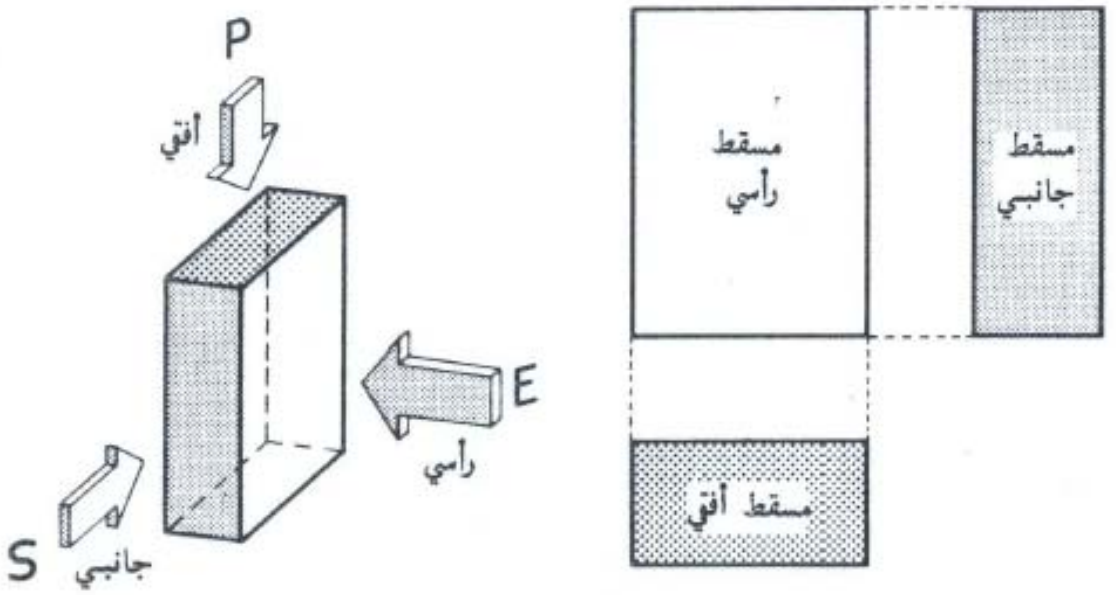
أ- منظور متساو القياس (أيزومتري)



ب- منظور ثنائي القياس (مائل) (ديمتري)

يعطي المنظور ثنائي القياس على النقيض من المنظور متساوي القياس أفضلية لإظهار أحد جوانب الجسم. وتختار هذه الطريقة إذا ما احتوى أحد جوانب الجسم على عدد كبير من التفاصيل المراد إيضاحها. إلا أنه ليس من المعتاد استخدام هذين النوعين من التمثيل كرسومات. ويستخدم أحد المنظورين الأيزومتري أو الديمتري في الرسم لإعطاء نظرة عامة على مشغولة أو جهاز ما.

أما بالنسبة للرسومات التشغيلية فتختار عامة المساقط المنفصلة كوسيلة مناسبة لتمثيل الأجسام.



وطبقا للمواصفات (DIN 6) ينبغي رسم عدد من المساقط المنفصلة تكفي لتحديد شكل القطعة تماما. وغالبا ما يكفي التمثيل بثلاثة مساقط منفصلة (مبينة مظللة في هذا المثال)لتحديد شكل القطعة. وإذا أمكن تحديد شكل القطعة تماما بمسقطين أو بمسقط واحد فإننا نكتفي بهذه المساقط فقط، على أنه رغم ذلك سيطلب في تلك الحالات أيضا رسم ثلاثة مساقط بهدف التدريب.

في هذا النوع من التمثيل ينبغي التقيد بأوضاع المساقط بالنسبة لبعضها البعض.

وبتحديد المسقط الرأسي، يرسم المسقط الجانبي (بالنظر من الجهة اليسرى) على الجانب الأيمن للمسقط الرأسي كما يرسم المسقط الأفقي (بالنظر من أعلى) أسفل المسقط الرأسي.

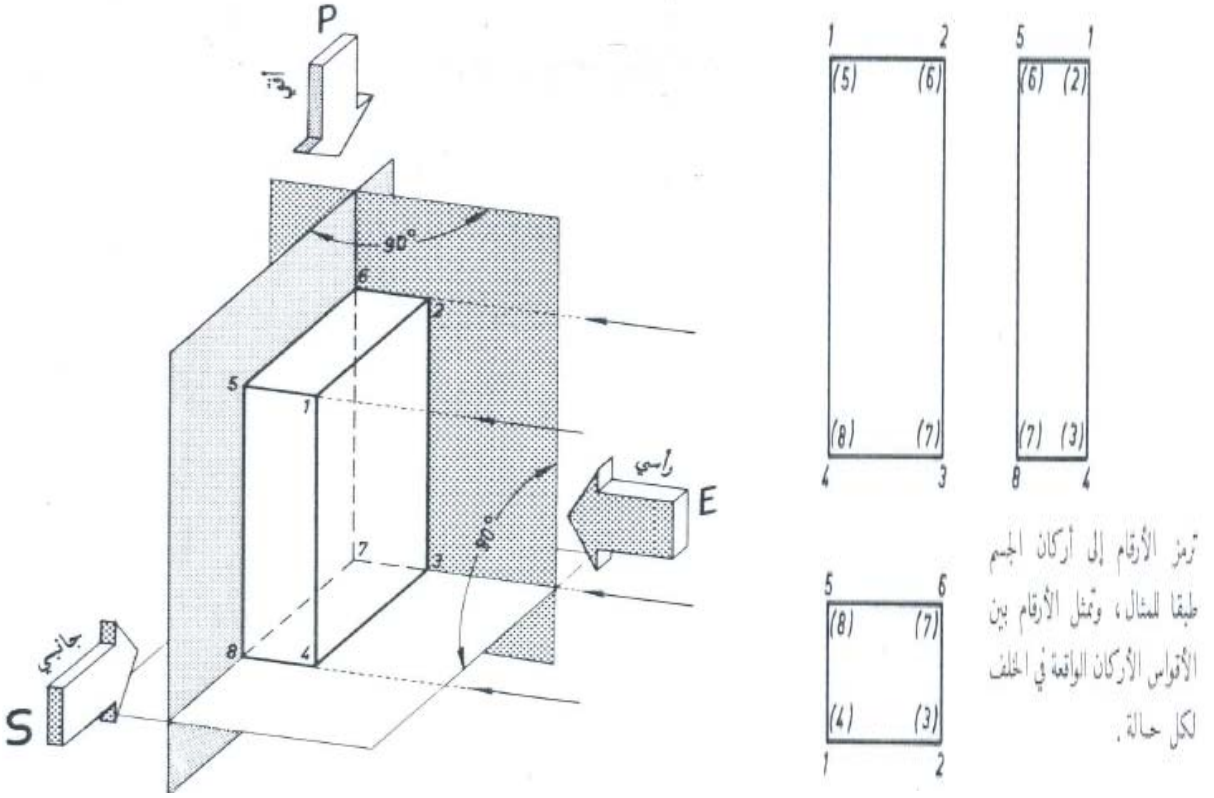
ويجب أن يكون المسقط الجانبي على نفس المستوى الأفقي للمسقط الرأسي، وأن يقع المسقط الأفقي أسفل المسقط الرأسي تماما(انظر الخطوط المنقطة).

١- ٦ التمثيل في ثلاثة مساقط

تتعامد مستويات الإسقاط (الرأسي والجانبي والأفقي) على بعضها.

وفي التمثيل بثلاثة مساقط يمثل كل مسقط كما لو نظر الإنسان إلى كل نقطة من نقط مستوى الإسقاط في اتجاه عمودي. وتبعا لذلك تقع السطوح الخلفية في الأجسام الموشورية التي

تكون سطوحها متعامدة (كعلبة الثقاب مثلا) خلف سطوح الإسقاط المناظرة الظاهرة، كما تنطبق حواف الجسم المتقابلة على بعضها.



تظهر سطوح الأجسام التي تقع موازية لمستوى الإسقاط مماثلة لشكلها الحقيقي في ذلك المسقط، وتبدو بأبعادها الحقيقية أيضا لو استخدم مقياس الرسم (1:1).

في المثال: ينطبق ذلك على السطحين (5, 6, 7, 8) و(1, 2, 3, 4) في المسقط الرأسي وعلى السطحين(5, 6, 2, 1) و(8, 7, 3, 4) في المسقط الأفقي. أما في المسقط الجانبي فلا ينطبق ذلك على أي سطح.

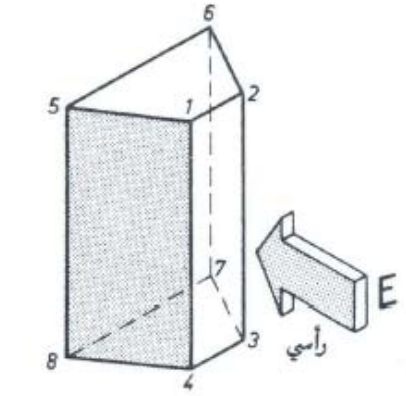
تظهر السطوح العمودية على مستوى الإسقاط في المسقط كحواف (خط مستقيم).

في المثال:ينطبق ذلك على السطحين (5, 6, 2, 1) و(8, 7, 3, 4) في كل من المسقط الرأسي والجانبي وعلى السطوح (5, 6, 7, 8) و(1, 2, 3, 4) و(5, 1, 4, 8) و(2, 6, 7, 3) في المسقط الأفقي.

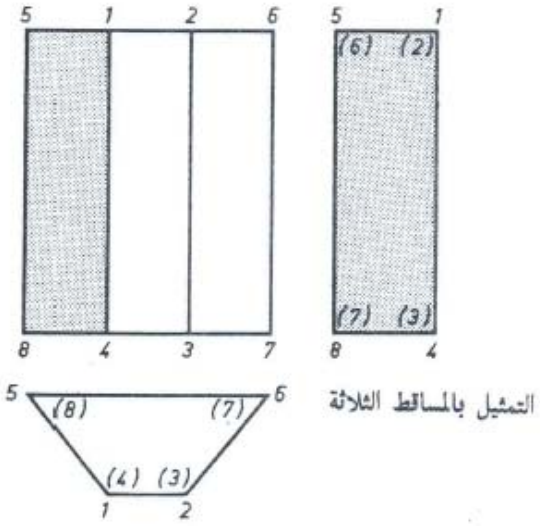
أما السطوح التي تصنع زاوية أقل أو أكبر من 90 على أحد مستويات الإسقاط فإنها لا تظهر في أي من المساقط بأبعادها الحقيقية. على أنه يمكن دائما تحديد أبعادها الحقيقية باستخدام مسقطين.

في المثال يمكن استنتاج الأبعاد الحقيقية للسطح المظلل (5, 1, 8, 4) مثلا من

المسقط الرأسي والجانبي (الأرتفاع)من المسقط الأفقي (العرض).



التمثيل بالمنظور الأيزومتري



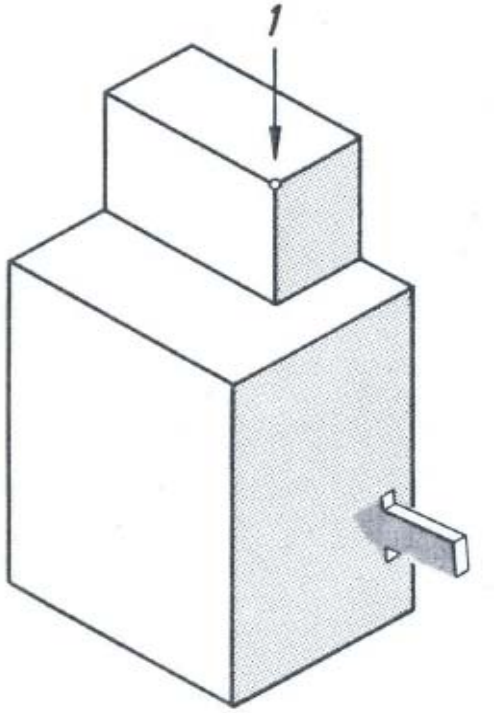
التمثيل بالمساقط الثلاثة

١- ٧ استنتاج المسقط الثالث من المسقطين الآخرين

تم إيضاح أوضاع المساقط بالنسبة لبعضها في درس سابق، وقد تحدد ذلك في المواصفات (DIN 6) بحيث يمكن عن طريق الإسقاط استنتاج المسقط الثالث من مسقطين معطيين. تبين الأشكال الثلاثة التالية التي تمثل مساقط الجسم المبين بالشكل طريقة استنتاج المسقط الناقص بالإسقاط.

ورغم أن القواعد الأساسية للإسقاط لا تتغير فإنه يمكن استخدام طرق مختلفة للإسقاط في الرسم الفني.

١- الإسقاط عن طريق نقل الحواف من المسقط الجانبي والمسقط الأفقي.
٢- الإسقاط عن طريق الانعكاس على خط مساعد يميل بزاوية 45 .
٣- الإسقاط عن طريق النقل بالفرجار.



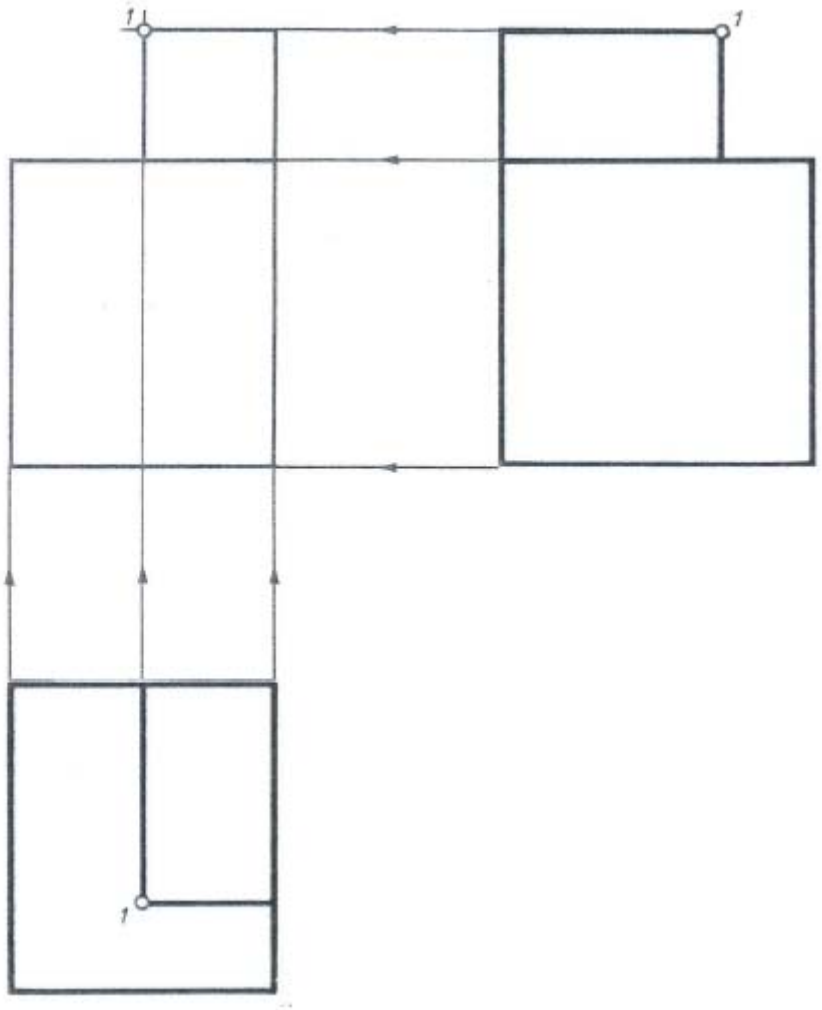
يمكن تكوين المسقط الرأسي عن طريق إسقاط الحواف من المسقط الجانبي والمسقط الأفقي.

الركن (1) في الجسم كمثال:

١- يرسم من النقطة 1 في المسقط الجانبي خط أفقي يمتد حتى المسقط الرأسي.

٢- يرسم كذلك من النقطة 1 في المسقط الأفقي خط رأسي يمتد حتى المسقط الرأسي .

يتقاطعان الخطان لإعطاء النقطة 1 في المسقط الرأسي.



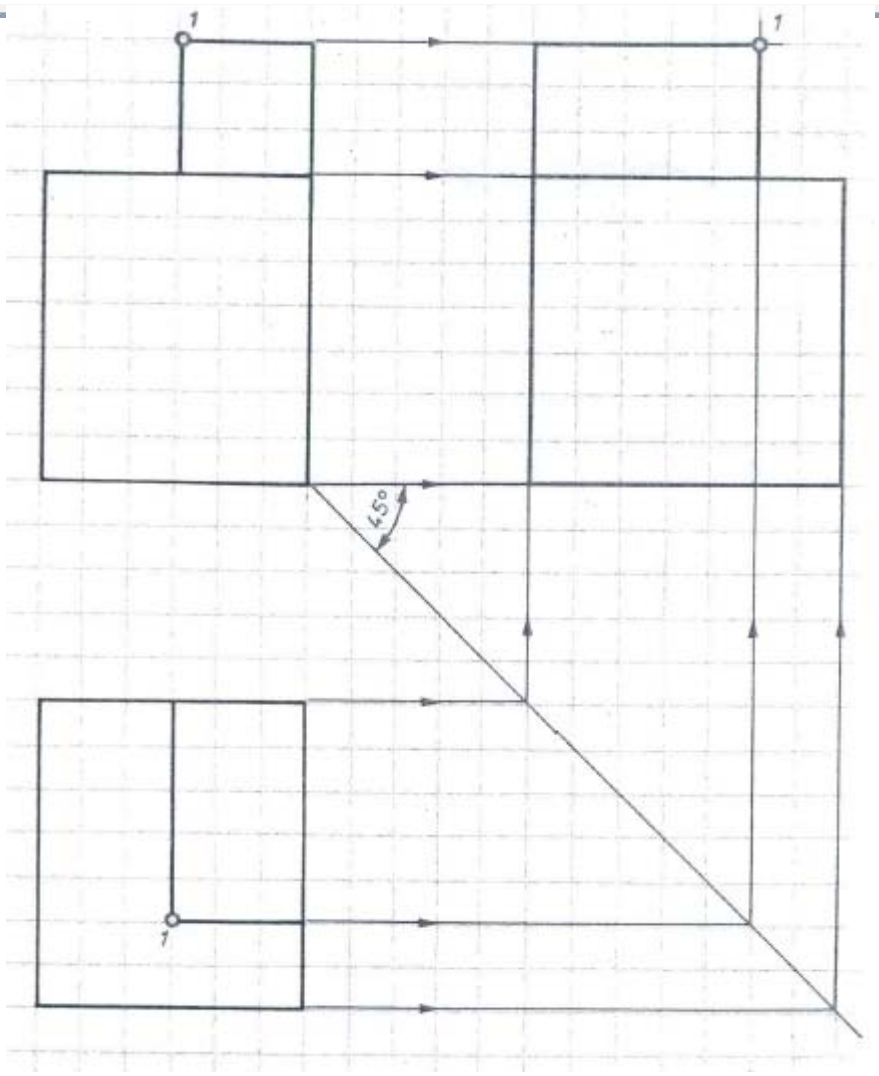
مثال على الإسقاط على خط 45 :

١- تنقل القطعة 1 من المسقط الرأسي إلى المسقط الجانبي يمد خط أفقي منها.

٢- يرسم خط مساعد يميل بزاوية 45 من الركن الأيمن السفلي للمسقط الرأسي .

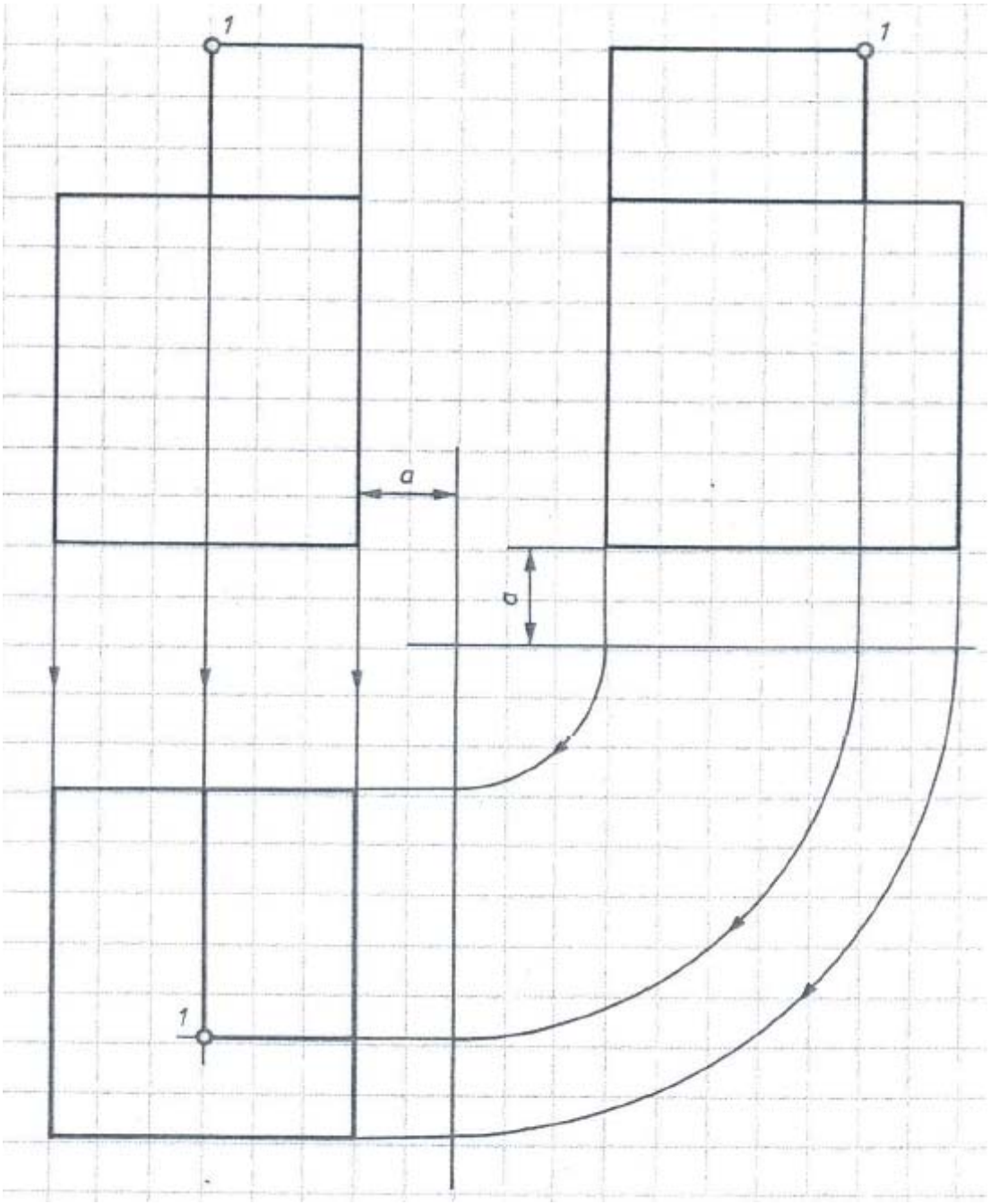
٣- تنقل النقطة 1 من المسقط الأفقي إلى الخط المساعد يمد خط أفقي منها.

٤- تنقل النقطة 1 من الخط المساعد إلى المسقط الجانبي يمد خط رأسي يتقاطع مع الخط الممتد في الفقرة الأولى(١) معطيا النقطة 1 في المسقط الجانبي.



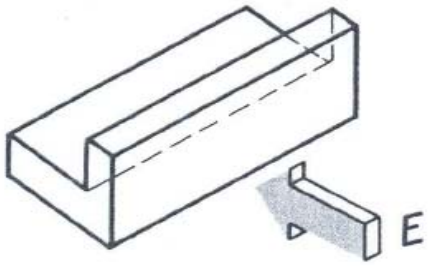
مثال على الإسقاط عن الطريق النقل بالفرجار:

١. ترسم خطوط مساعدة توازي المسقط الرأسي والمسقط الجانبي وتبعد مسافة a عنها. تستخدم نقطة تقاطع الخطوط كنقطة ارتكاز للفرجار.
٢. تنقل النقطة 1 من المسقط الرأسي إلى المسقط الأفقي برسم خط رأسي منها.
٣. تنقل النقطة 1 من المسقط الجانبي إلى الخط المساعد برسم خط رأسي منها.
٤. تنقل النقطة من الخط المساعد إلى الخط المساعد الآخر بالدوران باستخدام الفرجار.
٥. يرسم خط أفقي من نقطة التقاطع مع الخط المساعد الأخير ليقطع الخط المرسوم في ٢ في النقطة1 في المسقط الأفقي.

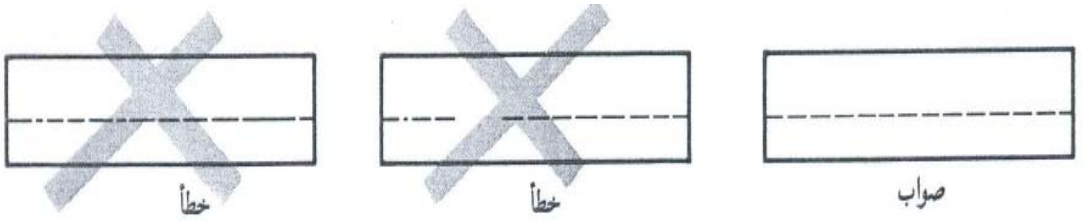

1
1
a
b
1

١- ٨ الحواف المختفية

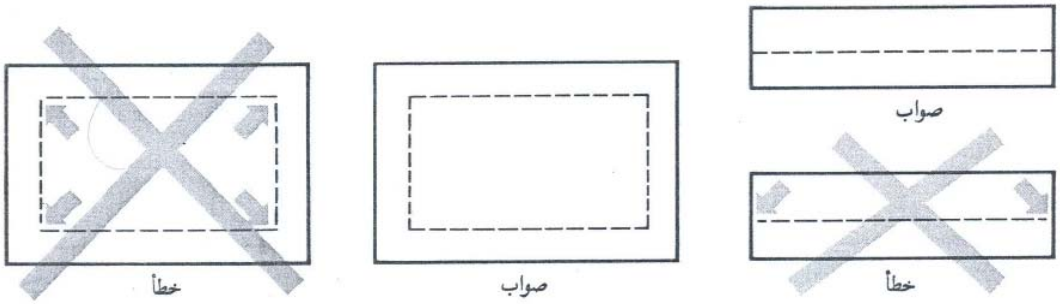
ترسم الحواف المختفية(غير المنظورة)بالإضافة إلى الحواف الظاهرة في كل رسم حتى يسهل تحديد شكل المشغولة. (تعامل الأجسام الشفافة معاملة الأجسام غير الشفافة، أي أن الحواف الواقعة خلف سطوح الإسقاط ترسم كالحواف غير المنظورة).



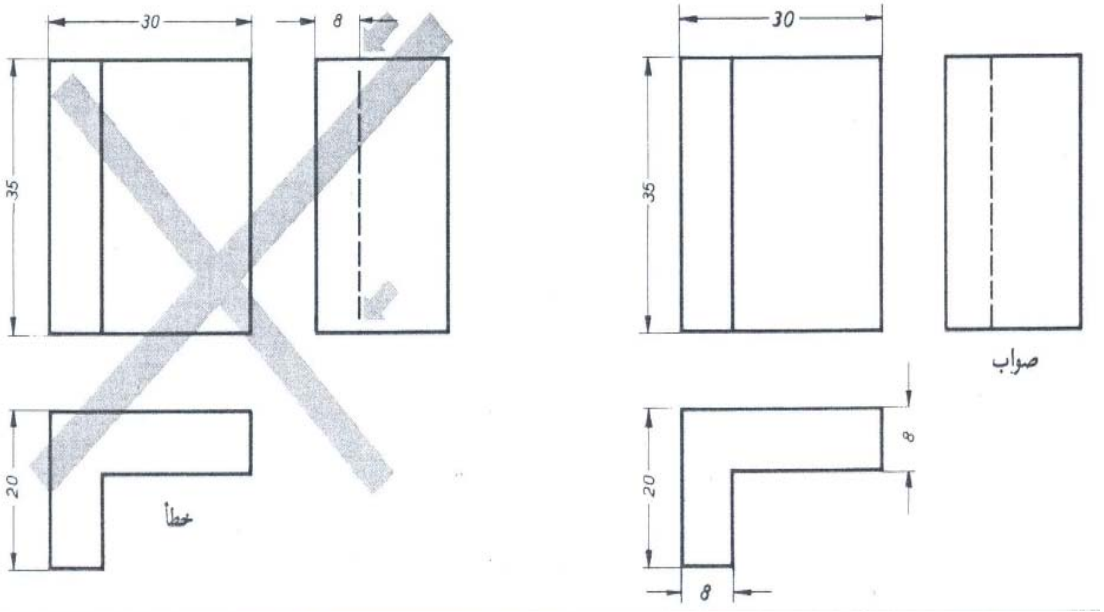
ترسم الحواف المختفية كخط متقطع، ويبين الرسم المكتوب أسفله (صواب) النسبة بين الشرط المتساوية الطول والمسافات بينها. ويرسم الخط المتقطع بنصف ثخانة الخط الكامل.



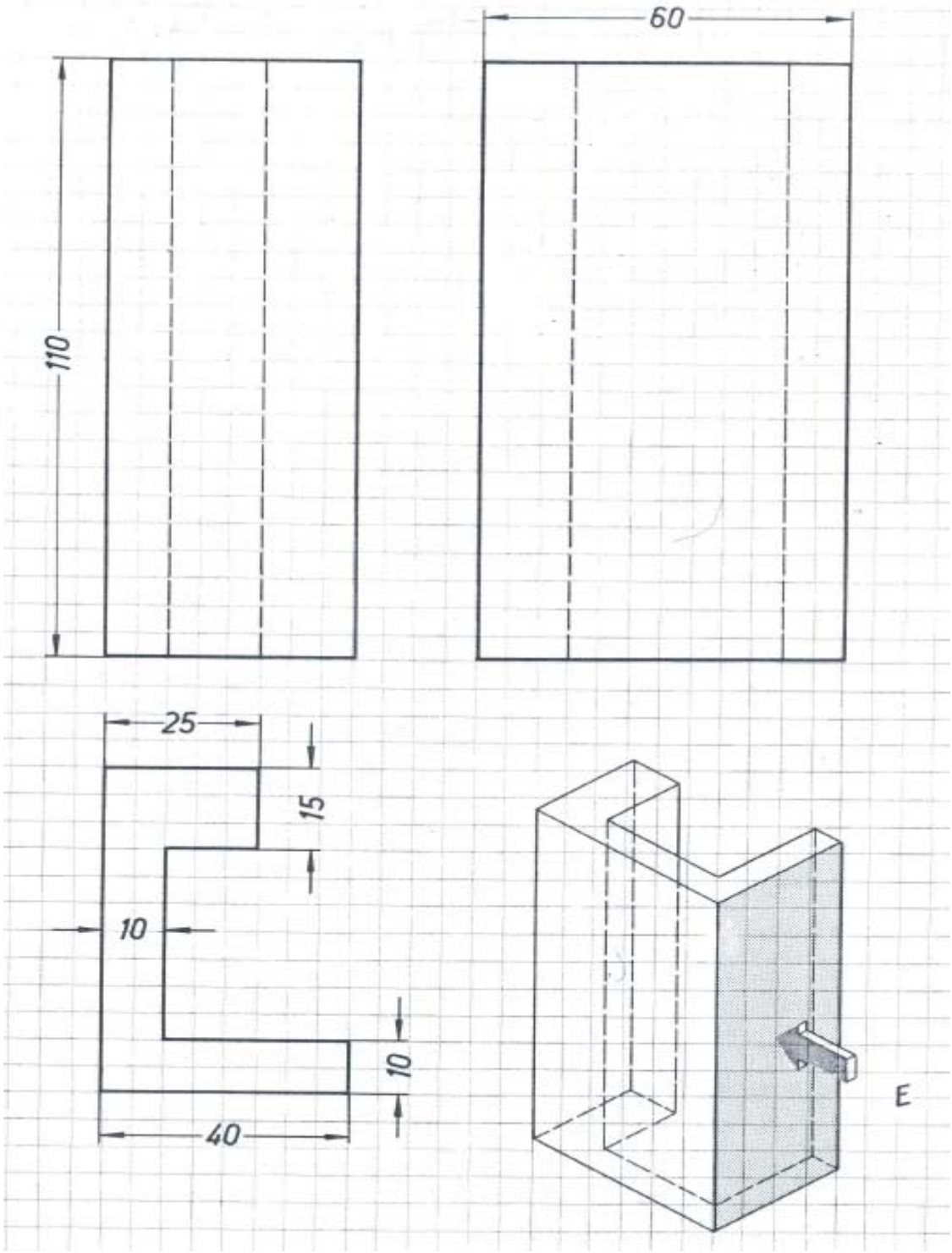
تبدأ الحواف المختفية عند إحدى الحواف المنظورة بشرطة وتنتهي أيضا بشرطة عند نهاية الحافة المنظورة. يجب كذلك أن تبدأ الحواف المختفية عند الأركان بشرطة.



يراعى عدم استخدام الحواف المختفية في كتابة الأبعاد ، أي أنه لا يجوز أن ترسم أية خطوط لتحديد الأبعاد من الحواف المختفية (يسمح بالتجاوز عن هذه القاعدة في حالة استحالة وجود خطوط أخرى لتحديد الأبعاد).

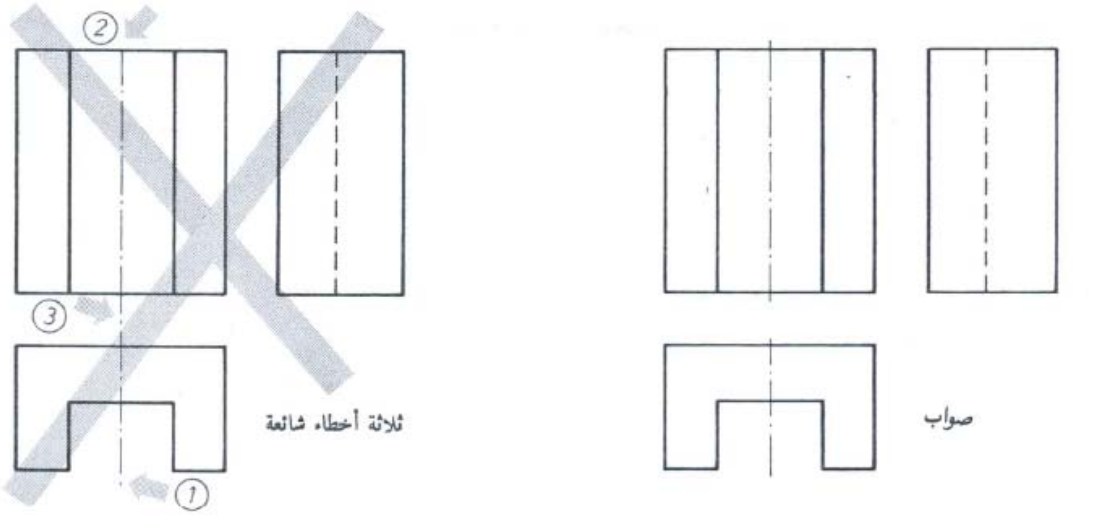


مشغولة بقطاع جانبي (بروفيلية)

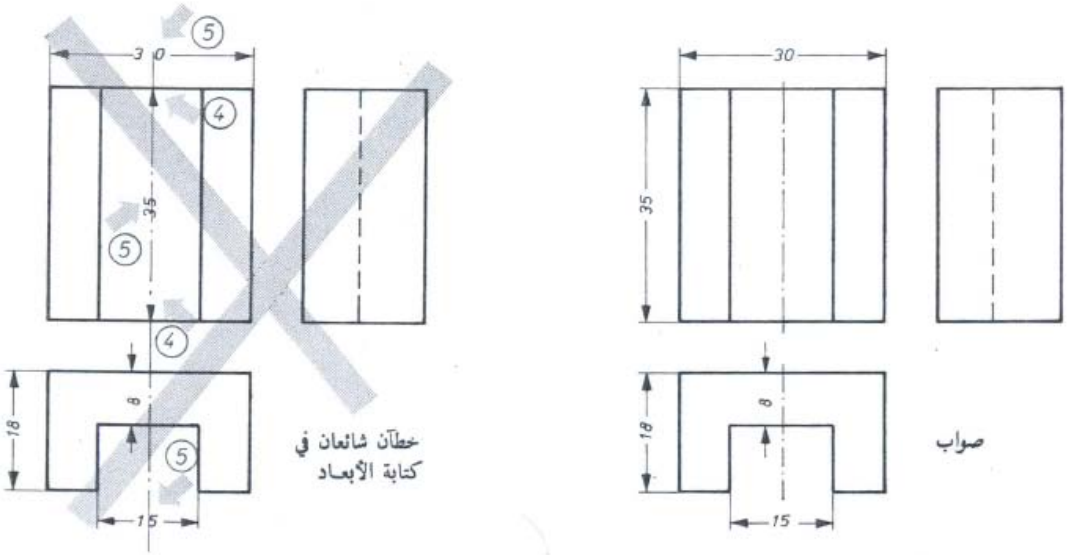


١- ٩ خطوط المنتصف

يكون الجسم متماثلا إذا أمكن تقسيمه بقطع (وهمي) إلى جزأين متساويين تماما. يرسم محور التماثل في تمثيل الأجسام المتماثلة كخط منتصف (خط محور). تبلغ ثخانة خط المنتصف نصف ثخانة خط الحواف الظاهرة.



يبدأ وينتهي خط المنتصف بشرطة(انظر الخطأ رقم 1)، على أن يقطع حافة الجسم ويتعداها (انظر الخطأ رقم 2). لا يجوز أن تمتد خطوط المنتصف من مسقط إلى آخر(انظر الخطأ رقم 3).

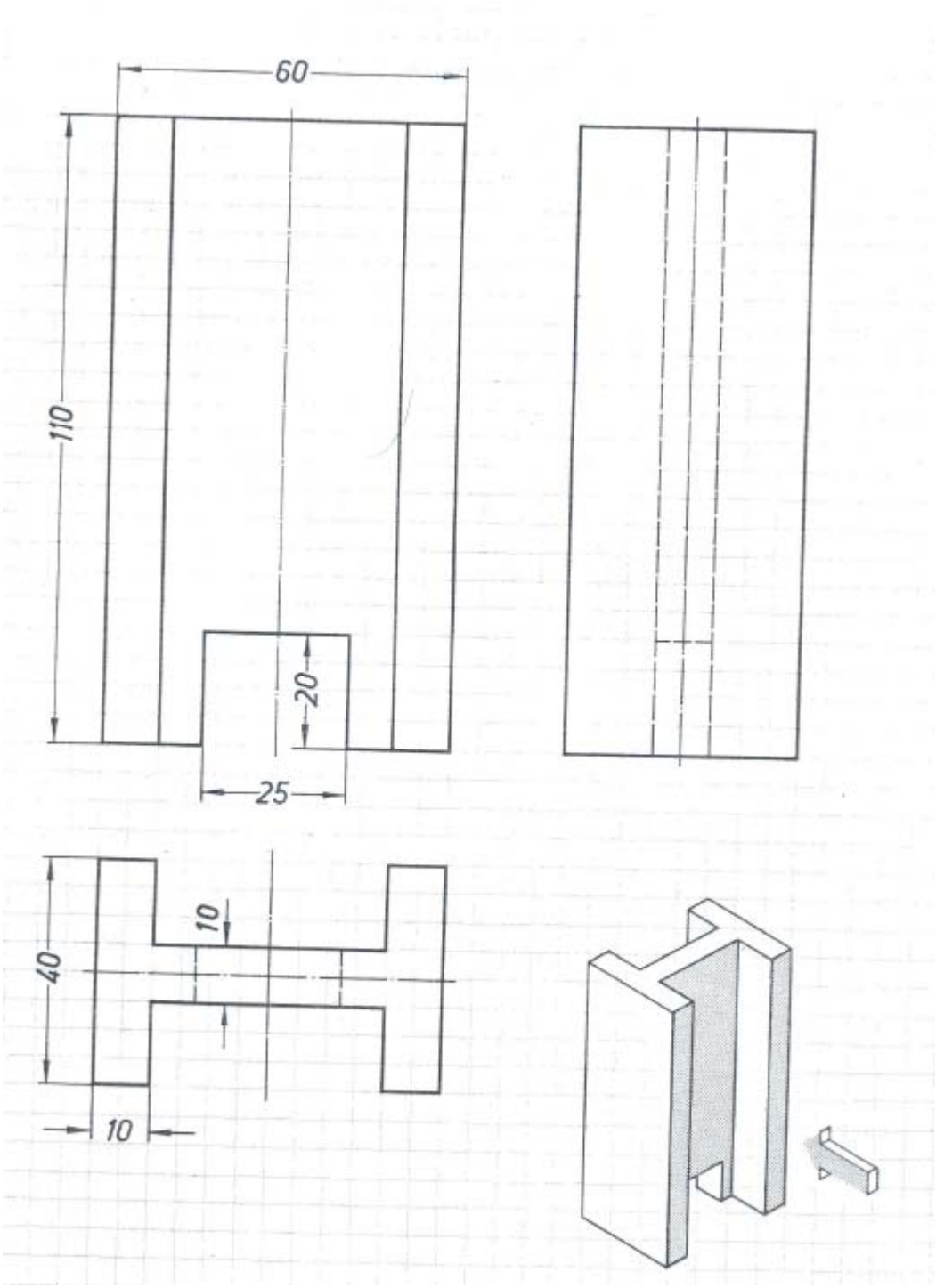


ويدل خط المنتصف على أن الجسم متماثل حوله. ولهذا يجب أن تكتب الأبعاد على الرسم منسوبة إليه . كما أن خطوط الوسط تعتبر أيضا خطوط مساعدة لتحديد الأبعاد. ولا يجوز استخدامها كخطوط أبعاد (انظر الخطأ رقم 4). لا يجوز أن ترسم

خطوط المنتصف متخللة أرقام الأبعاد(انظر الخطأ رقم 5).

في حالة التماثل المزدوج تتقاطع خطوط المنتصف. تتقاطع خطوط المنتصف فقط عند الشرط (انظر الخطأ رقم 6).

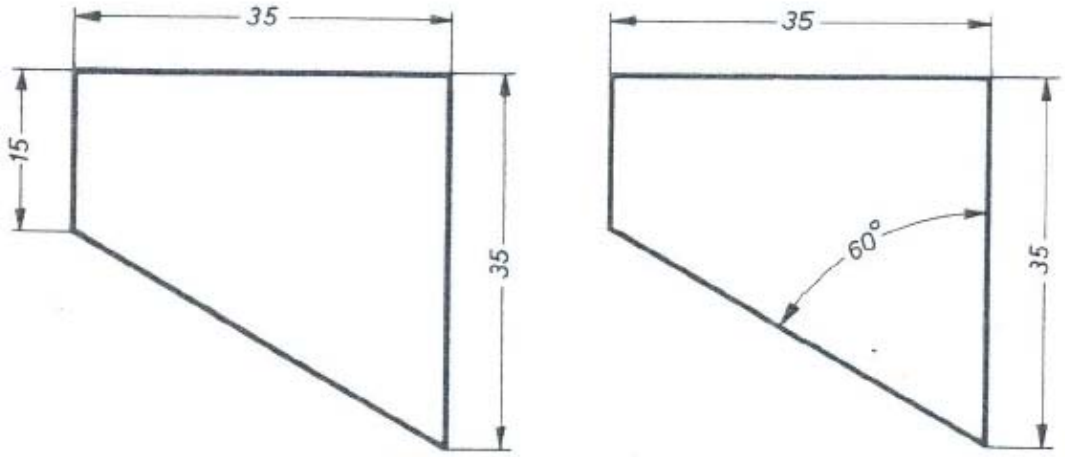
قطعة بشكل حرف I



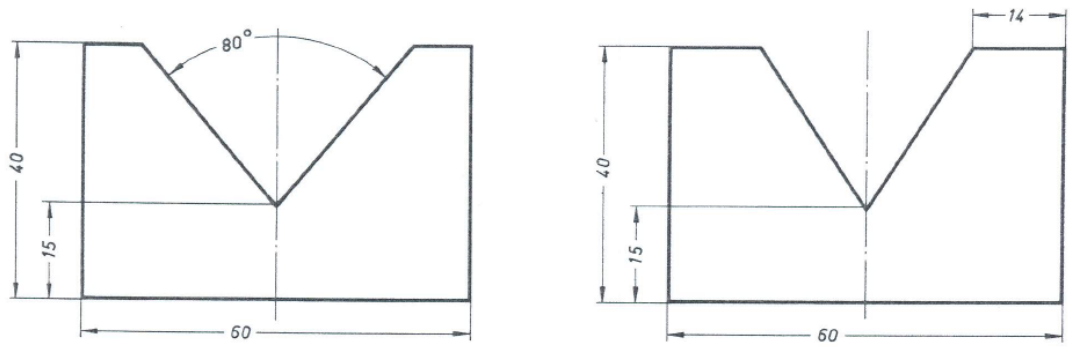
١- ١٠ تمثيل الزوايا وكتابة أبعادها

تكون الحواف المتقاربة والمتباعدة للأجسام زاوية. لا بد من تحديدها إذا اختلفت قيمتها عن 90 وذلك بوضع أبعادها على الرسم.

توضع أبعاد الأجسام ذات الزوايا غير القائمة بأسلوبين، إما بتحديد قيم الزوايا بالدرجات. وفي الحالة الأخيرة يكون خط البعد عبارة عن قوس مركزه رأس الزاوية.



لا يمكن من المقارنة المبدئية للأسلوبين السابقين التعرف على ميزة لأحدهما على الآخر. فمقادير الأبعاد الواجب وضعها متساوية في الحالتين. وعند اختيار طريقة التشغيل يصبح من الضروري تحديد القيم الواجب التقيد بها بدقة، فإما التقيد بقيم الزوايا أو بقيم أطوال الحواف، فتحديد قيم الزوايا يؤدي لأطوال حواف تختلف قيمها عن الأعداد الصحيحة وتحتوي على كسور عشرية متعددة الخانات بعد الفاصلة.أما تحديد أطوال الأضلاع فيؤدي أحيانا إلى زوايا قيمها ليست بالضرورة أن تكون أعدادا صحيحة.

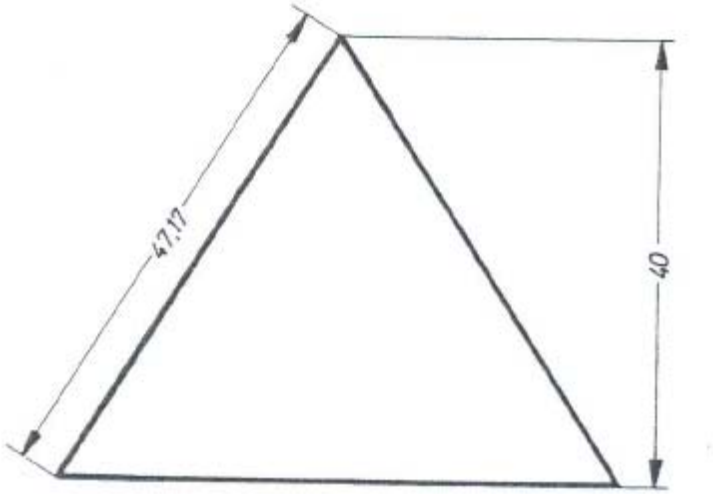


يؤكد وضع قيم الزوايا أهمية التقيد بقيمها .

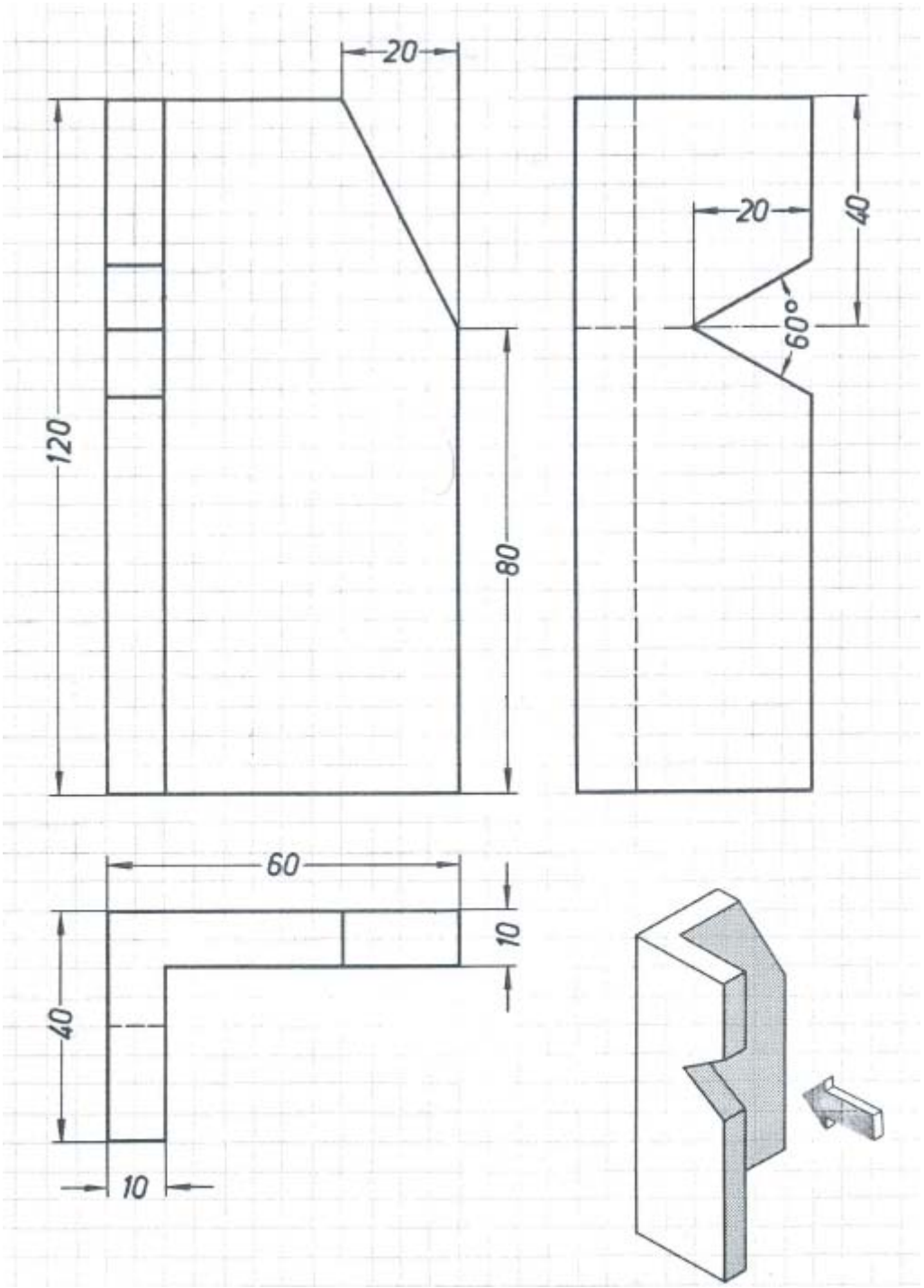
يؤكد وضع أبعاد الحواف (14) أهمية التقيد بأبعادها .

في المثلث المرسوم، إذا كان ارتفاع المثلث هو البعد الهام المطلوب فلا بد من وضع

البعد موازيا لارتفاع المثلث (h)، أما إذا كان طول ضلع المثلث هو البعد الهام فيجب وضع البعد موازيا لهذا الضلع(s).



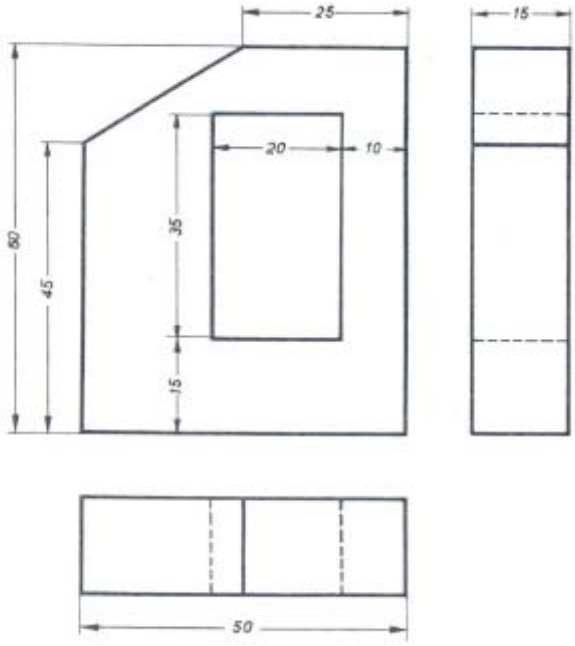
زاوية ذات أسطح مشطوبة



١- ١١ أجسام ذات تجاويف نافذة

إذا كان هناك جسم ذو تجويف نافذ، لا يؤثر على الشكل الخارجي والأبعاد الخارجية للجسم، فيطلق عليه (جسم مثقوب) ويشكل التجويف عند تشغيل الجسم إما بالسباكة أو الثقب أو بالتفريز أو بغيرها.

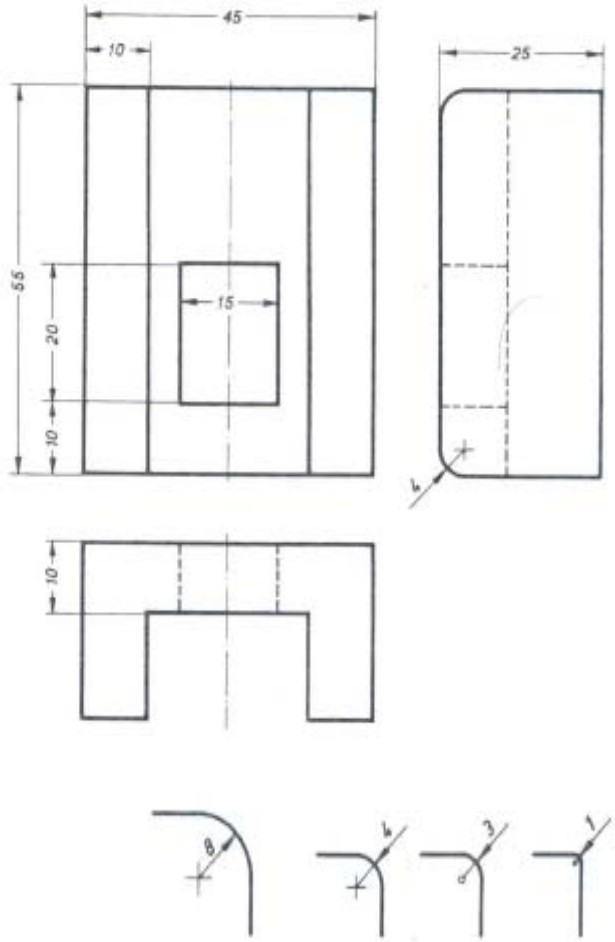
يمثل التجويف النافذ بالجسم بحواف مرئية. ولا يكفي لتحديده وضع أبعاده فقط، بل يجب أيضا وضع الأبعاد المحددة لموضعه بالنسبة لحواف الجسم الخارجية. ويمكن وضع الأبعاد داخل الجسم أو الاستعانة بخطوط أبعاد مساعدة خارجة عن الجسم



في الجسم المتماثل، إذا كان التجويف النافذ متماثلا حول خط المنتصف يجب وضع أبعاده بالنسبة للحواف الخارجية طالما لم يتحدد وضعه تماما من تماثله حول خط المنتصف.

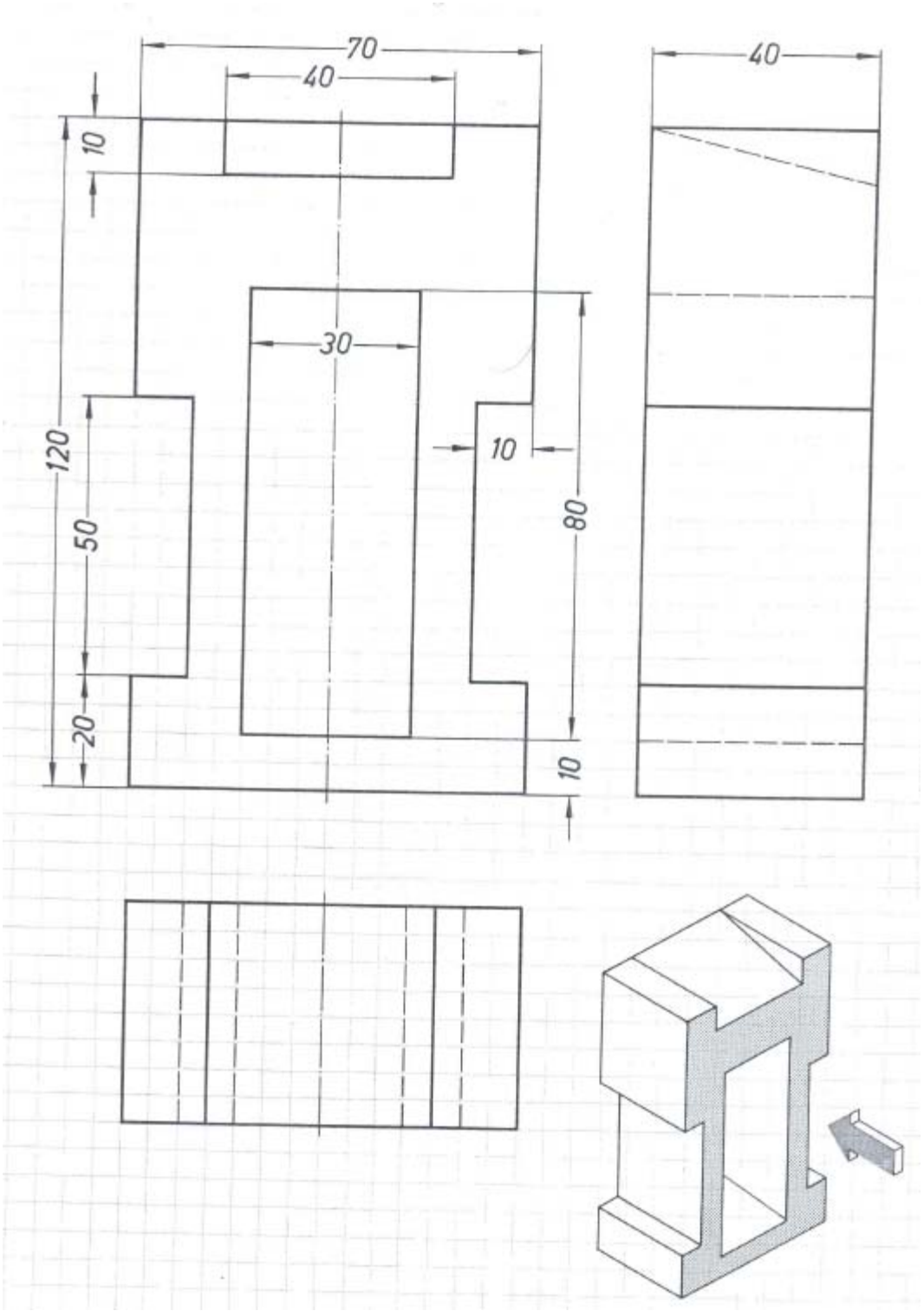
وإذا احتوت القطعة على حواف منحنية متعددة لها نفس نصف قطر الانحناء فيعطى في العادة نصف قطر انحناء إحداها فقط.

ويرسم السهم الدال على بعد نصف قطر الانحناء من الداخل كلما أمكن، أما إذا لم يسمح الحيز المتاح بذلك فمن الممكن رسمه من الخارج ليلامس رأسه قوس الانحناء. وعلى قدر الحيز المتاح يمثل مركز قوس الدائرة إما بعلامة(+) أو بدائرة صغيرة أو بنقطة.


45
10
25
55
20
15
10
4
10

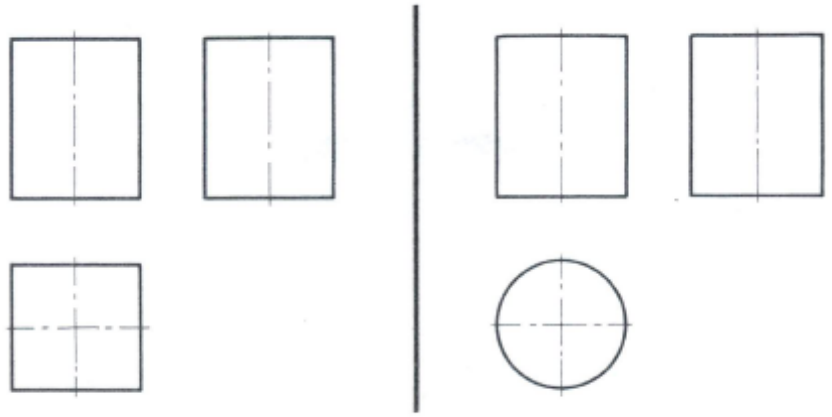
8
4
3
1

قطعة انزلاق



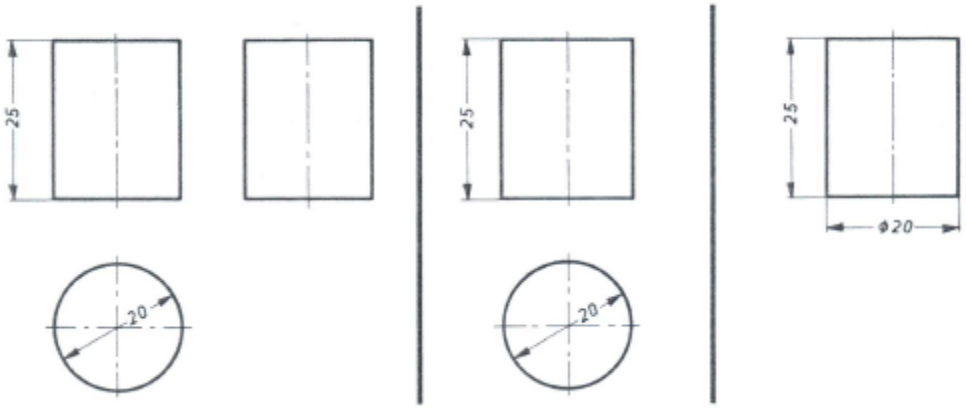
١- ١٢ أجسام أسطوانية

لا يختلف كل من المسقط الرأسي والجانبي للأسطوانة عنهما للموشور ذي القاعدة المربعة. ويكون الاختلاف فقط في المسقط الأفقي الذي يشكل قاعدة الجسم المميزة.

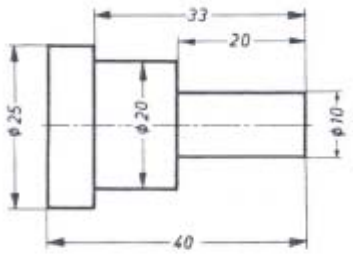


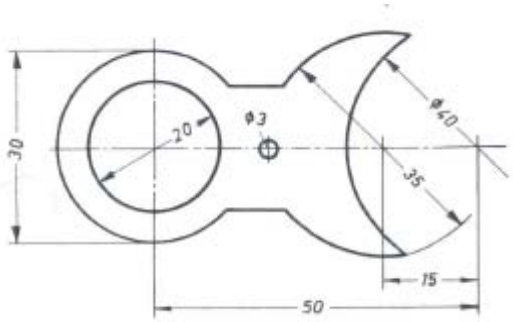
يكفي مسقطان أو مسقط واحد لتمثيل الأجسام الأسطوانية البسيطة، أما شكل القاعدة الدائري غير الممكن التعرف عليه من الرسم في هذه الحالة، فيعبر عنه بالعلامة المميزة للقطر (Φ).

والرمز المميز للقطر هو عبارة عن دائرة حجمها يعادل حرف الكتابة الصغير، أما المستقيم المائل المار بمركز الدائرة فيميل بزاوية قدرها 75 بالنسبة للأفقي، والارتفاع الكلي لرمز القطر يساوي ارتفاع الأرقام الدالة على مقدار القطر، وتكتب علامة القطر على يسار الرقم الدال عليه (DIN 406 1968).

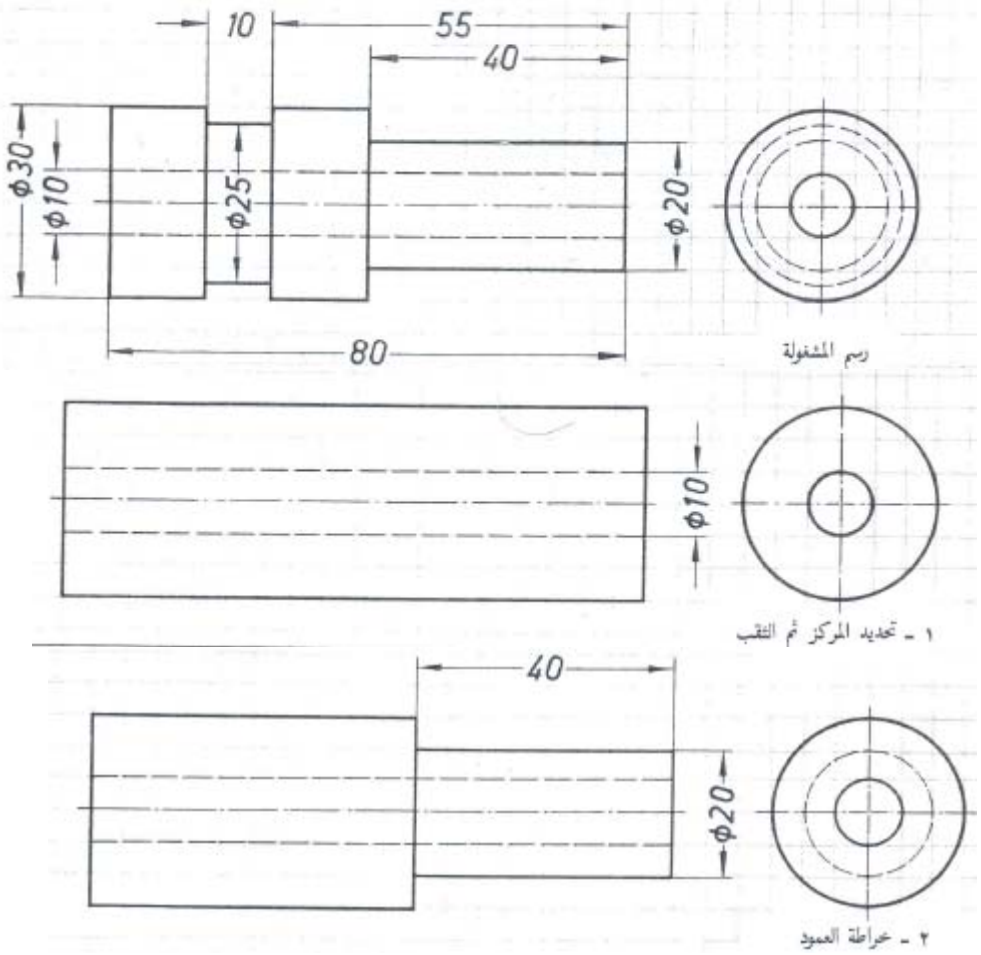


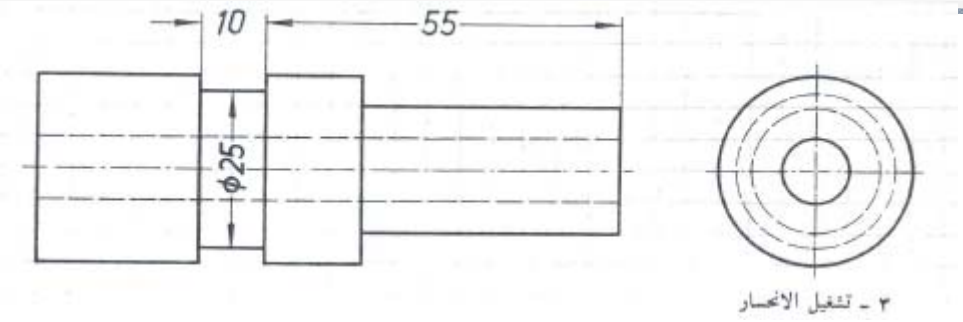
وتستعمل العلامة Φ أيضا مع أبعاد الأقطار المكتوبة على قوس والممثلة فقط بسهم بعد واحد، وكذلك مع أرقام الأبعاد المكتوبة بدون خطوط أبعاد، أو بدون خطوط أبعاد مساعدة (DIN 406; 1968).



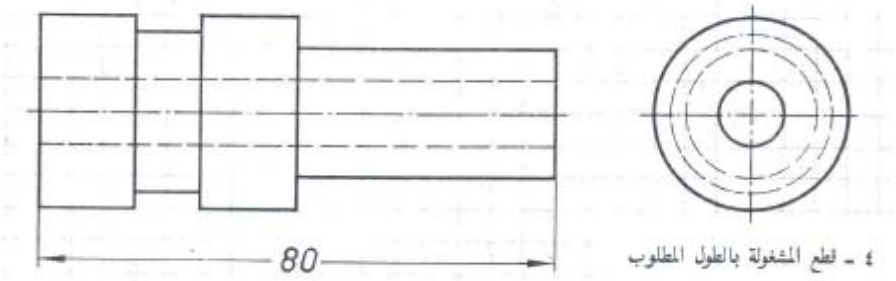


مشغولة أسطوانية (خطوات التشغيل)





٣ ـ تشغيل الانحسار

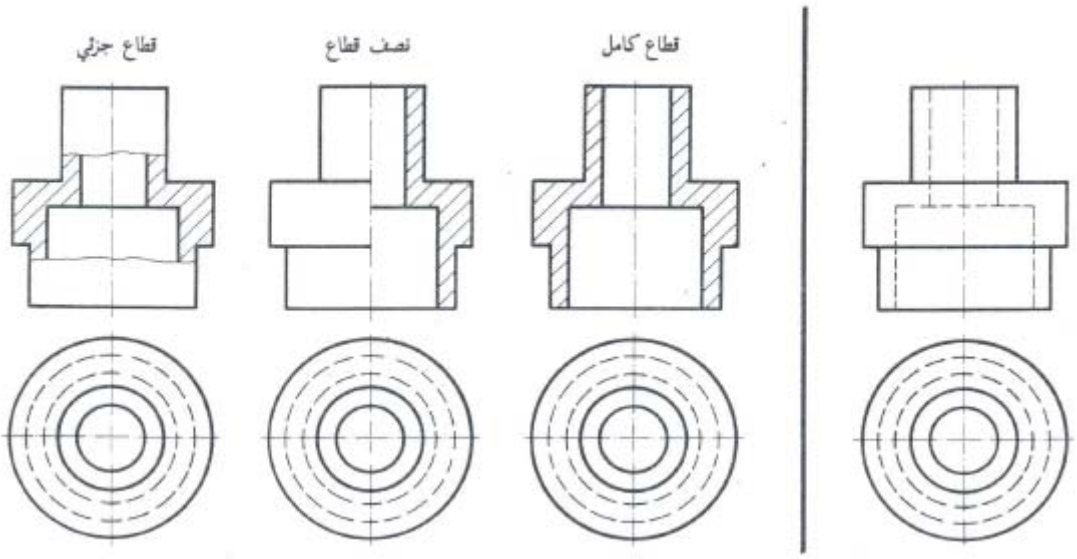


٤ ـ قطع المشغولة بالطول المطلوب

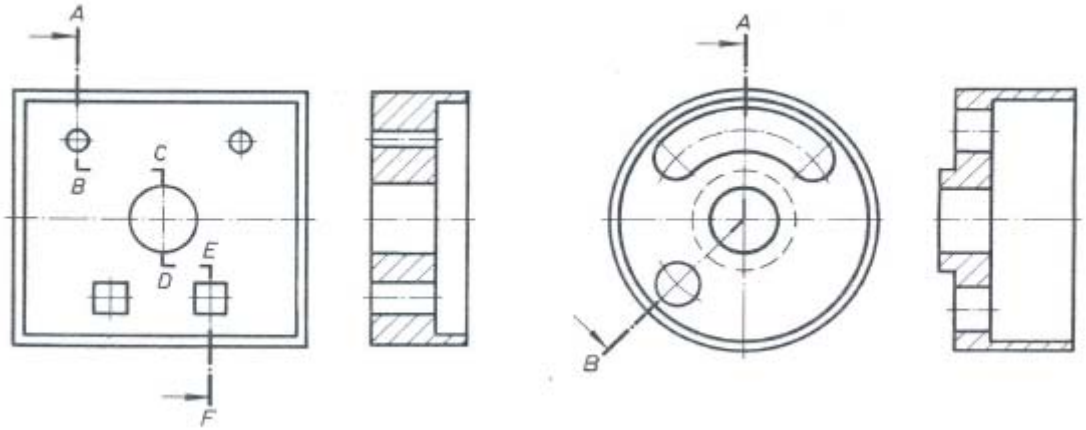
١- ١٣ مقاطع الأجسام (١)

تنتج عن التمثيل المعتاد للمشغولات بثلاثة مساقط رسومات تحتوي على العديد من الحواف المختفية، وذلك خاصة في حالة الأجسام المفرغة. إلا أن الرسم في مجموعة يصبح غير واضح وكثيرا ما تصعب قراءته.

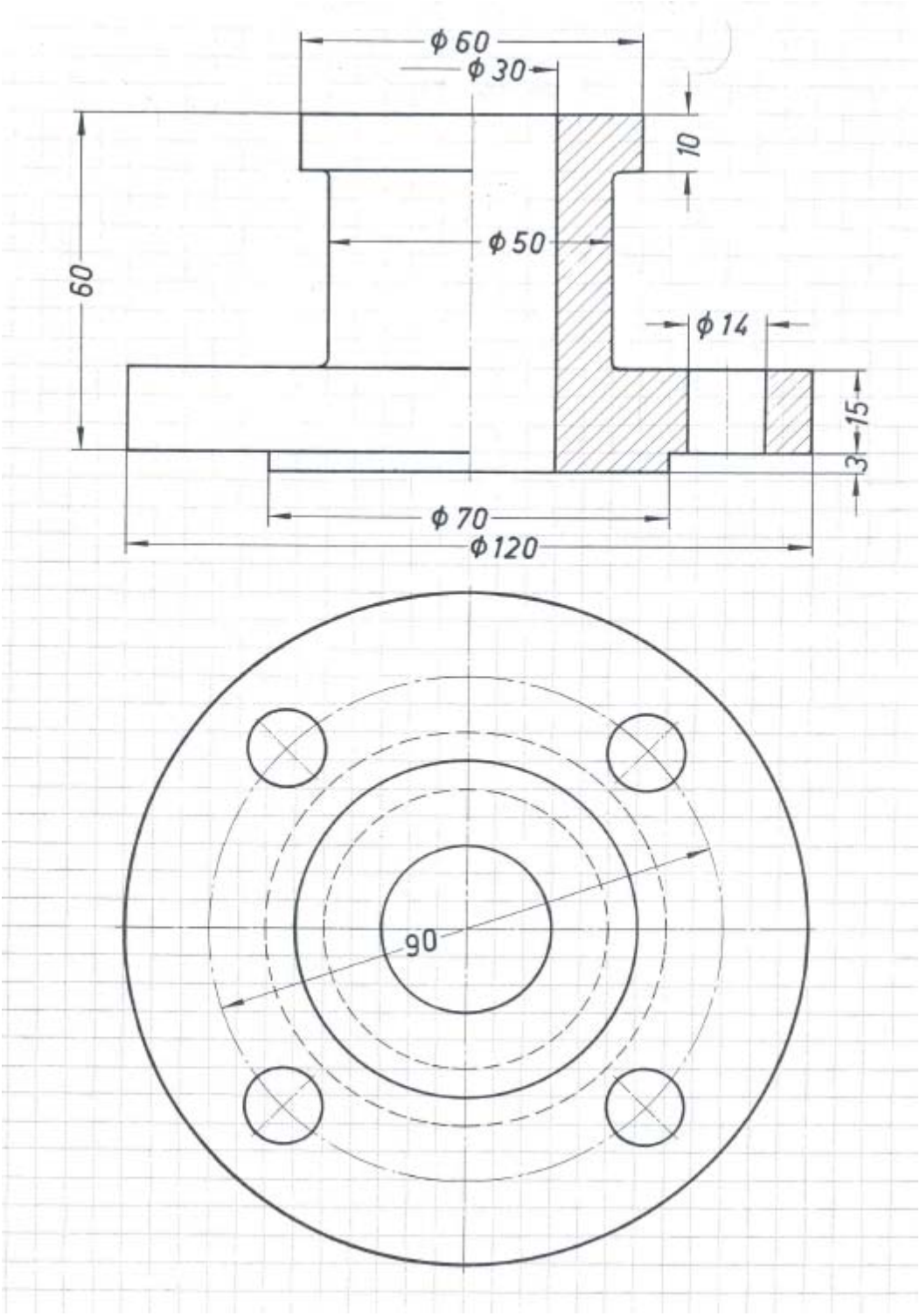
وللتغلب على هذه الصعوبة نتصور قطع المشغولات و من ثم يمكن تمثيل التفاصيل بدقة كافية و بوضوح. وقد حددت المواصفات (DIN 6) قواعد تمثيل الأجسام المقطوعة. و يمكن التفرقة بين القطاع الكامل ونصف القطاع والقطاع الجزئي تبعا لأسلوب القطع.



لا يحدد مسار القطع بشكل خاص في الرسم عند تمثيل الأجزاء البسيطة. أما إذا لزم التركيز على مسار معقد للقطع، فإنه يمثل بشرط ونقط عريضة وذلك عند نهاية و بداية خط المنتصف وعند نقط تغيير اتجاه مسار القطع. ويحدد اتجاه النظر إلى المساحة المقطوعة بواسطة أسهم. وتميز الأسهم ونقط التحول بحروف هجائية.
و إذا كون مستويا القطع فيما بينهما زاوية فيتصور دورانهما إلى مستوى واحد.

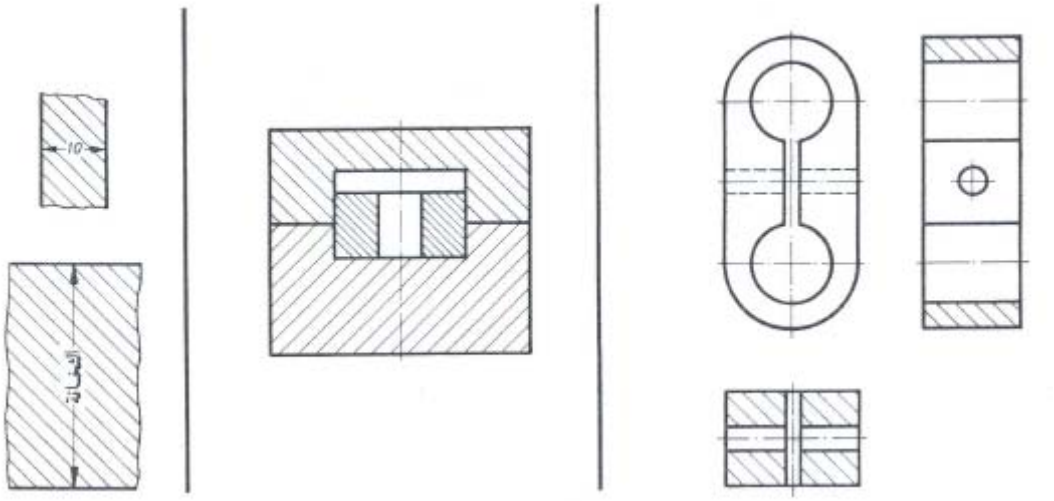


نصف قطاع لشفة (فلانشة)



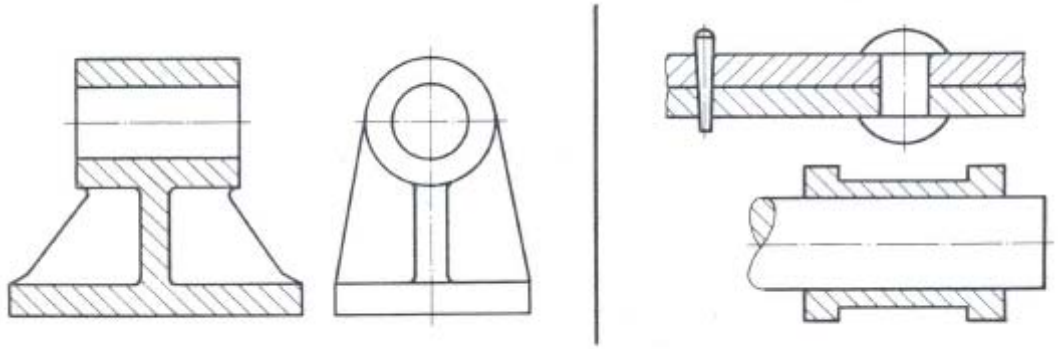
١- ١٤ مقاطع الأجسام (٢)

يقطع الجسم عادة إما في اتجاه مواز للمحور الطولي أو عموديا عليه. ويميز سطح القطاع باستخدام خطوط رقن (تهشير) كاملة رفيعة مائلة بزاوية قدرها 45. وإذا تطلب الأمر وضع قيمة البعد أو أي كتابة أخرى على السطح المرقن فتقطع خطوط الرقن. وإذا قطعت مشغولة مركبة من عدة أجزاء يرقن كل جزء بخطوط تختلف في اتجاهها أو كثافتها عن خطوط ترقين الجزء المجاور.

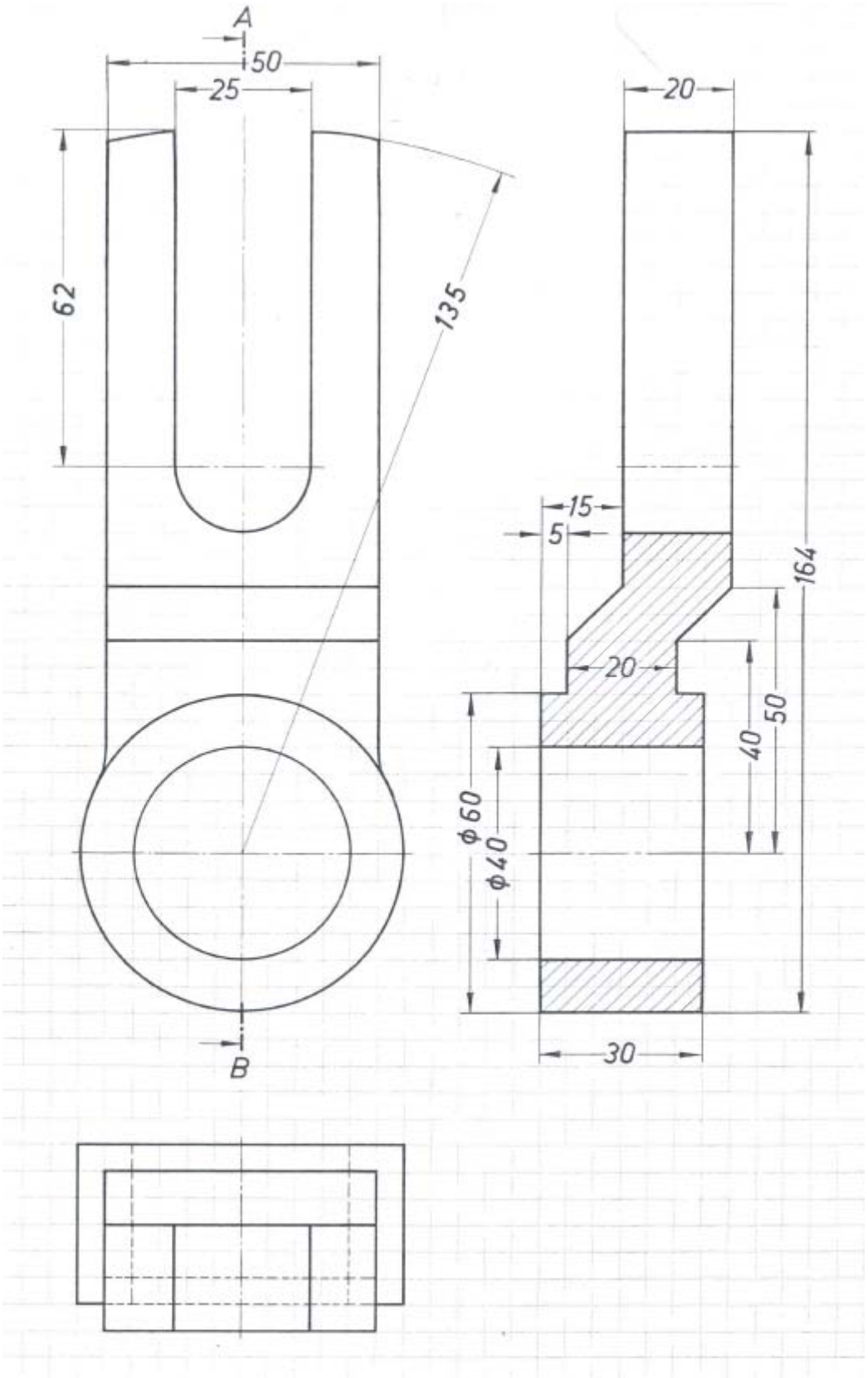


عند تمثيل الأجسام المقطوعة، لا ترسم الحواف غير المرئية بخطوطها المنقطة وذلك لضمان وضوح القطاع. إلا أن هذه الحواف ترسم فقط إذا ما تطلب وضوح الرسم ضرورة وجودها.

إذا مر مسار القطع طوليا بوترة (عصب) فتمثل الوترة كما هي دون قطع. وكذلك الحال في الأجسام البسيطة المصمتة مثل التيل، البرشام، الأعمدة، المحاور، المسامير الملولبة، الصواميلن النوابض، الخوابير وحلقات إحكام الربط والأسافين.



رافعة توجيه



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 التي لا تحتاج إليها.
- لا تستعمل مسطرة القياس في رسم الخطوط.
- لا ترسم الخطوط الرأسية مستعملاً الحافة السفلية للمسطرة حرف (T) .
- لا تستعمل حافة المسطرة حرف (T) كسكين لقطع الورق.
- لا تستعمل قلم 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.

الوحدة الثانية

الرموز الكهربائية و الإلكترونية

الهدف العام للوحدة: الإلمام ورسم مجموعات الرموز الكهربائية والإلكترونية.

الأهداف التفصيلية:

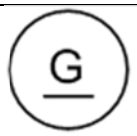
١. أن يتعرف المتدرب على رموز الدوائر الرمزية الكهربائية والإلكترونية.
٢. أن يتقن المتدرب رسم الدوائر الرمزية الكهربائية والإلكترونية.

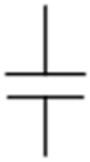
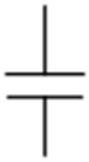
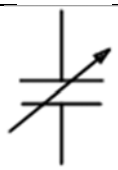
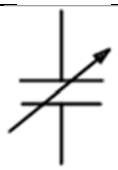
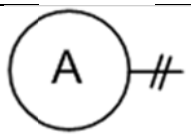
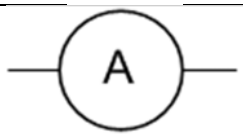
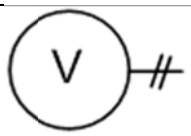
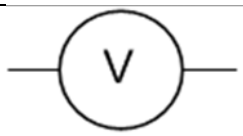
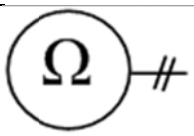
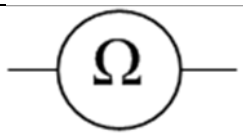
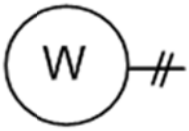
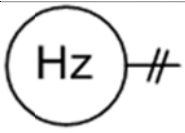
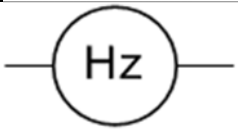
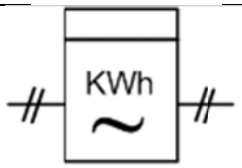
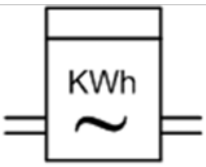
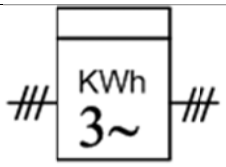
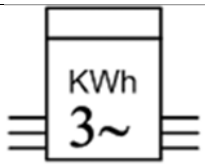
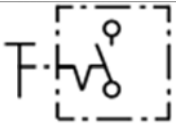
٣. أن يتعرف المتدرب على رموز الدوائر التنفيذية الكهربائية والإلكترونية.
٤. أن يتقن المتدرب رسم الدوائر التنفيذية الكهربائية والإلكترونية.

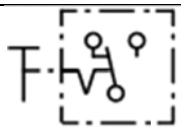
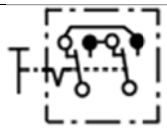
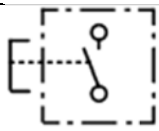
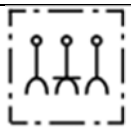
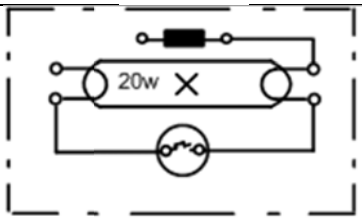
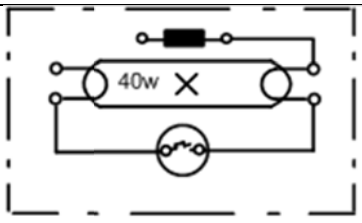
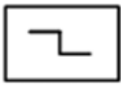
٢- ١ الرموز والمصطلحات المستعملة في الدوائر الكهربائية :

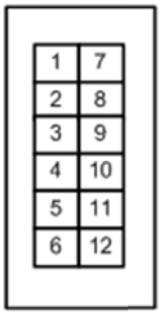
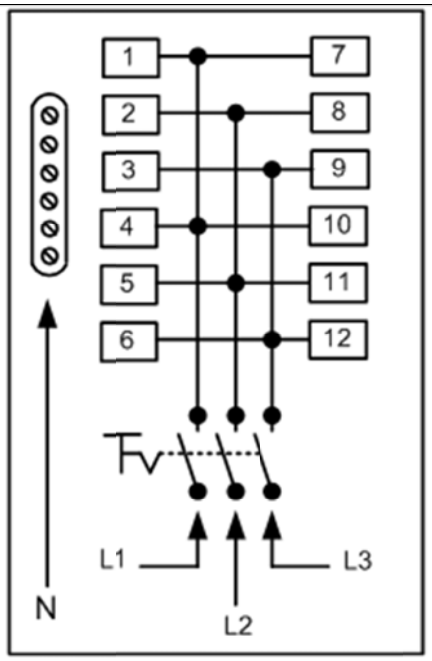
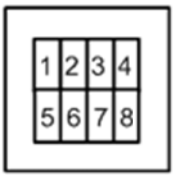
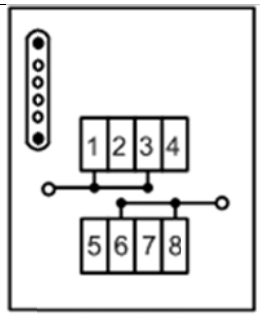
يختلف هدف رسم التوصيلات في الهندسة الكهربائية عن هدف الرسم الفني في الهندسة الميكانيكية. ففي الرسم الفني الميكانيكي يكون الاهتمام بمنظر أو شكل القطعة أو الجزء المراد رسمه. أما رسم التوصيلات الكهربائية فيهتم بتوضيح أداء الجهاز أو تركيبة دائرة مسار التيار ، أو يبين طريقة مد أسلاك التوصيل بين الأجهزة أو 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 رموز العناصر الأساسية للدوائر الكهربائية :

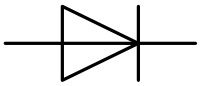
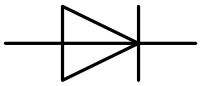
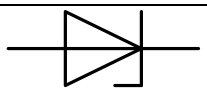
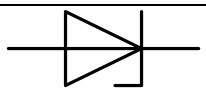
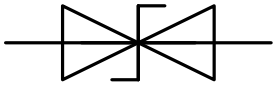
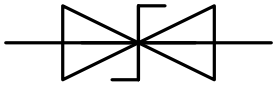
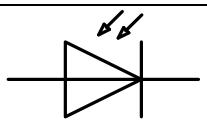
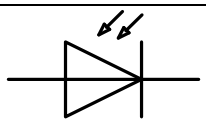
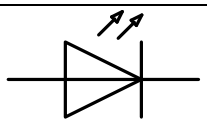
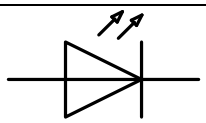
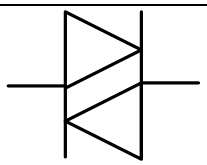
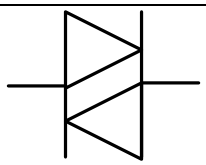
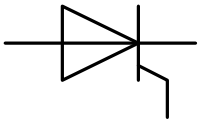
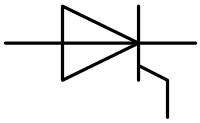
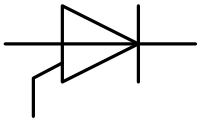
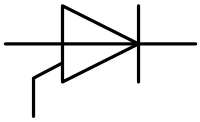
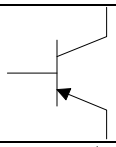
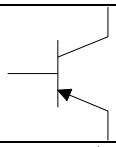
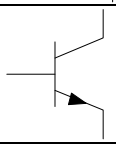
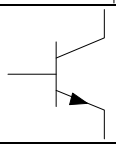
الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
مصدر تيار مستمر		
مصدر تيار متردد	~	
بطارية أو منبع قدرة تيار مستمر		
نقطة توصيل أرضي		
مقاومة		
مقاومة متغيرة القيمة		
ملف		
ملف متغير القيمة		

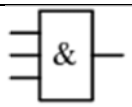
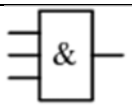
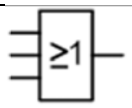
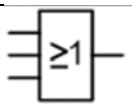
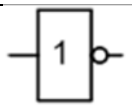
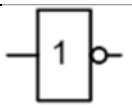
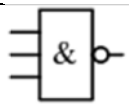
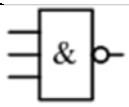
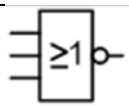
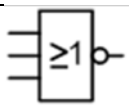
الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
مكثف		
مكثف متغير القيمة		
مقياس تيار (أمبير ميتر)		
مقياس فولت (فولت ميتر)		
مقياس أوم (أوم ميتر)		
مقياس قدرة (وات ميتر)		
مقياس تردد (هرتز)		
عداد تيار متردد (أحادي الوجه)		
عداد تيار متردد (ثلاثي الوجه)		
مفتاح مفرد		
مفتاح مزدوج		

الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
مفتاح طرف سلم		
مفتاح وسط سلم		
ضاغط		
علبة توزيع		
لمبة		
بريزة أحادية الوجه		
لمبة فلورسانت ٢٠ وات		
لمبة فلورسانت ٤٠ وات		
بادئ إضاءة (ستارتر)		
ملف خانق		
مفتاح صدمة تيار		
جرس كهربائي		

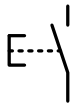
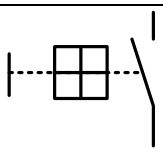
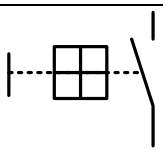
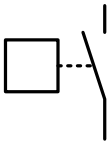
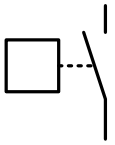
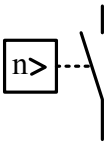
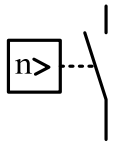
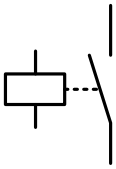
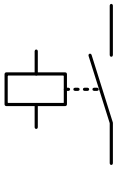
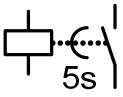
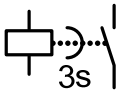
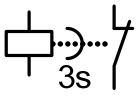
الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
نقطة قابلة للفك		
نقطة غير قابلة للفك		
طبلون ثلاثي الأوجه ١٢ قاطع فرعي مع قاطع رئيس وخط التعادل (N)		
طبلون ثنائي الخط ٨ قواطع فرعية مع خط التعادل (N)		

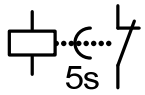
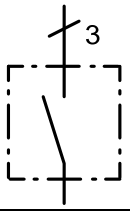
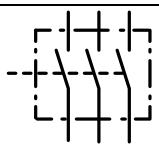
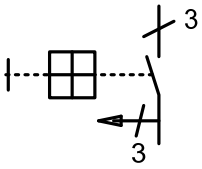
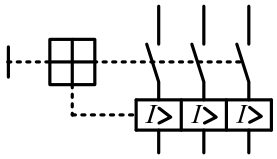
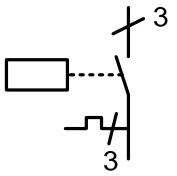
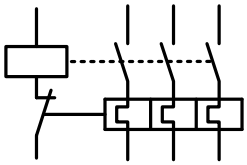
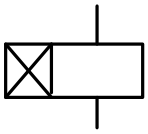
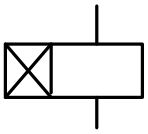
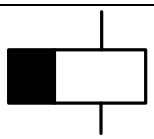
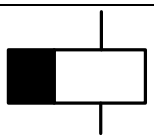
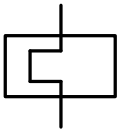
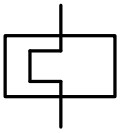
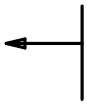
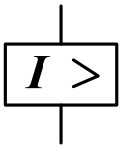
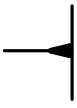
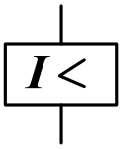
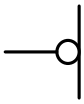
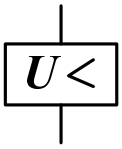
٢- ٣ رموز عناصر إلكترونيات القدرة:

الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
دايود		
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 NPN		
محول جهد مستمر		
محول (مقوم عكسي)		
جهاز إمداد بالتيار (محول)		

الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
بوابة " و " AND		
بوابة " أو " OR		
بوابة " لا " Not		
بوابة " و منفية " NAND		
بوابة " أو منفية " NOR		

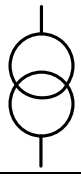
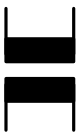
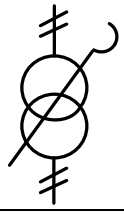
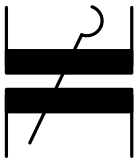
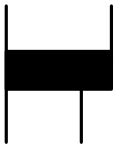
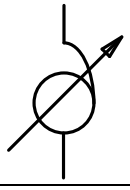
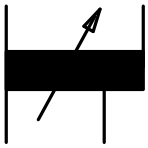
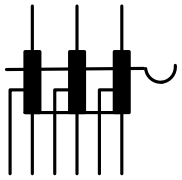
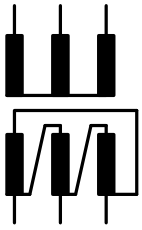
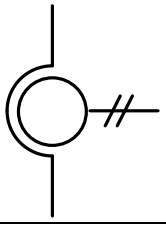
٢- ٤ رموز عناصر التحكم والحماية :

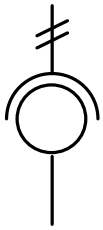
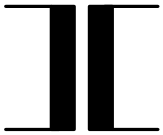
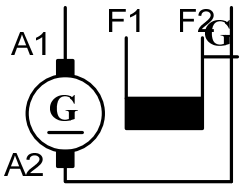
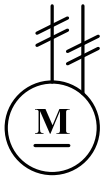
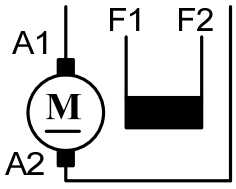
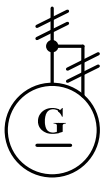
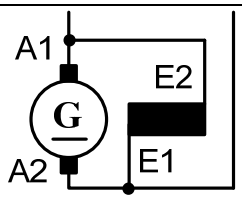
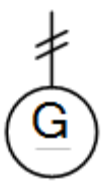
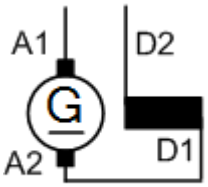
الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
مفتاح وصل برجوع تلقائي		
مفتاح فصل برجوع تلقائي		
مفتاح وصل بدون رجوع تلقائي		
مفتاح فصل بدون رجوع تلقائي		
مفتاح تشغيل يدوي (ضاغط) رجوع ذاتي		
مفتاح تشغيل يدوي مع قفل تشغيل		
مفتاح تشغيل ميكانيكي		
مفتاح تشغيل ميكانيكي يعمل بالقوة الطاردة المركزية		
مفتاح مع تشغيل كهرومغناطيسي		
مفتاح وصل تشغيل متأخر		مفتاح الوصل يغلق بعد خمس ثوانٍ من وصل التيار لملف التشغيل
مفتاح وصل لتشغيل متأخر		عند وصول التيار للملف يصل النقاط ويستمر في التوصيل ثم يفصل بعد ثلاث ثوانٍ ثم فصل الملف
مفتاح فصل تشغيل متأخر		مفتاح الفصل يفصل فوراً لكنة يوصل من جديد بعد ثلاث ثوانٍ من فصل الملف

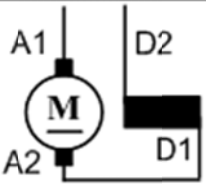
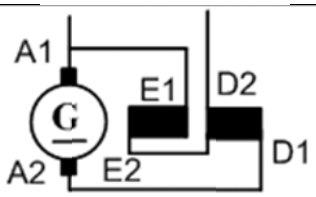
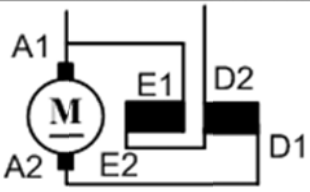
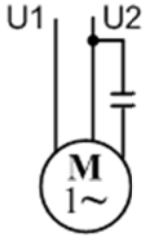
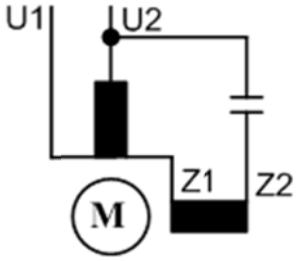
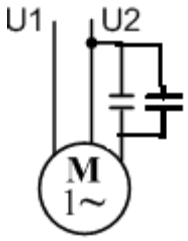
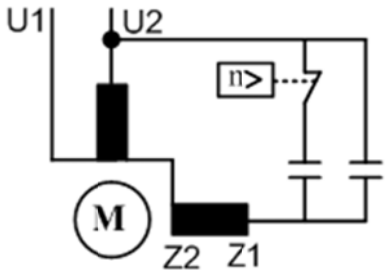
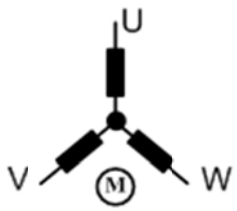
الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
مفتاح فصل تشغيل متأخر		مفتاح الفصل يفصل بعد خمس ثوانٍ من وصول التيار للملف
مفتاح قدرة ثلاثي		
مفتاح قابض مع قاطع كهرومغناطيسي بوقاية من زيادة التيار		
مفتاح تلامس مع قاطع حراري عند زيادة التيار		
مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل		
مؤقت زمني يؤخر عند الفصل		
متمم حراري يعمل عند زيادة الحمل		
قاطع كهرومغناطيسي ضد زيادة التيار الزائد		
قاطع كهرومغناطيسي ضد التيار المنخفض		
قاطع عند الجهد المنخفض		

الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
قاطع عند جهد الخلل		
مصهر		

٢- ٥ رموز عناصر الآلات الكهربائية:

الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
محول آحادي الوجه بملفين منفصلين		
محول آحادي الوجه قابل للضبط على مراحل عند التشغيل		
محول ذاتي		
محول ذاتي قابل للضبط		
محول ذاتي ثلاثي الأوجه بتوصيل نجمه قابل للضبط		
محول ثلاثي نجمة / دلتا		
محول تيار		

الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
محول جهد		
مولد تيار مستمر		
محرك تيار مستمر		
مولد تيار متردد ثلاثي الأوجه		
محرك تيار متردد ثلاثي الأوجه		
محرك تيار متردد آحادي الأوجه		
مولد تيار مستمر منفصل التغذية		
محرك تيار مستمر منفصل التغذية		
مولد تيار مستمر توازي		
مولد تيار مستمر توالي		

محرك تيار مستمر توازي		
محرك تيار مستمر توالٍ		
مولد تيار مستمر مركب		
محرك تيار مستمر مركب		
محرك تيار متردد أحادي الوجه مع مكثف تشغيل		
محرك تيار متردد أحادي الوجه مع مكثف بدء ومكثف تشغيل		
محرك تيار متردد ثلاثي الأوجه عضو دائر قفص سنجابي توصيلة نجمة		

الوصف	الرمز في الدائرة الرمزية	الرمز في الدائرة التنفيذية
محرك تيار متردد ثلاثي الأوجه عضو دائر قفص سنجابي توصيلة دلتا		

الوحدة الثالثة

الدوائر الخطية والتنفيذية للتوصيلات المنزلية

الهدف العام للوحدة : القدرة على رسم الدوائر الخطية والتنفيذية للتوصيلات المنزلية.

الأهداف التفصيلية :

١- أن يتمكن المتدرب من قراءة ورسم توصيلات الإضاءة والتجهيزات المنزلية.

٢- أن يتمكن المتدرب من قراءة ورسم لوحات التوزيع الكهربائية المنزلية.

الوحدة الثالثة : الدوائر الخطية والتنفيذية للتوصيلات المنزلية

٣- ١المقدمة:

نظراً لأن توصيل الأسلاك الخاطئ داخل المباني قد يسبب حدوث حريق أو إصابات للإنسان ، فقد وضعت تعليمات عديدة لطريقة التركيب الكهربائية بواسطة الجهات المعنية طبقاً 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، و يوضع رسم لشبكة تركيب الأسلاك داخل المبنى. ويتم إدخال ما سبق ذكره في رسم تخطيطي واحد.

٣- ٢توصيلات الإضاءة والتجهيزات المنزلية:

يمكن تقسيم التوصيلات الكهربائية داخل المنازل إلى قسمين:

أ- لغرض الإنارة

ب- لأغراض التشغيل والإدارة للأحمال الأخرى مثل أجهزة التبريد والتكييف والتدفئة والأفران الكهربائية والغسالات وأجهزة التنظيف وإعداد الطعام والحياكة وأجهزة تسخين المياه وخلافه. ولذلك عند إعداد التركيبات داخل المنازل يؤخذ في الاعتبار عمل توصيلات خاصة لمأخذ التيار (البرايز) لتشغيل أي جهاز من الأجهزة السابقة. ويراعى عند إنشاء المباني تركيب خط رئيس من خارج المبنى إلى داخله، على أن يوزع هذا الخط الرئيس إلى جميع الوحدات السكنية في جميع الأدوار.

٣- ٣خطوات رسم مخطط بيان التوصيلات الكهربائية :

يتم تجهيز مخطط بيان التوصيلات طبقاً 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 معاً.

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 تبعاً لدراسة استخدام القوابس وعدد الغرف الموجودة 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- ٤ الدوائر الكهربائية الخطية والتنفيذية للإنارة:

توجد الرموز والمصطلحات الكهربائية المستخدمة في رسم الدوائر الكهربائية في الملحق ، وهي تعطي مدلولاً واضحاً 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 كهربائياً. وسوف نقوم بتعريف كلٍ من الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية على النحو التالي:

٣- ٤- ١ الدائرة الكهربائية الخطية:

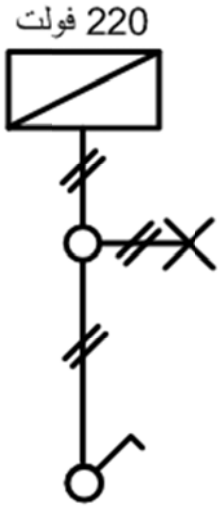
هي الدائرة التي تحتوي على المفهوم العام للدائرة الكهربائية ومكوناتها دون التعرض للتفاصيل.

٣- ٤- ٢ الدائرة الكهربائية التنفيذية:

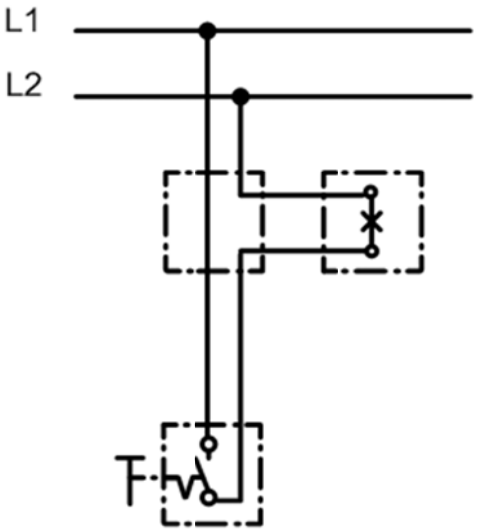
هي الدائرة التي توضح جميع التوصيلات الخاصة في الدائرة مع المصدر والمفاتيح ومصابيح الإنارة.

أمثلة على رسم الدوائر الخطية والتنفيذية للإنارة:

١. الشكل (٣ –١) يبين الدائرة الخطية والتنفيذية لتشغيل مصباح كهربائي مفتاح مفرد فولت٢٢٠.

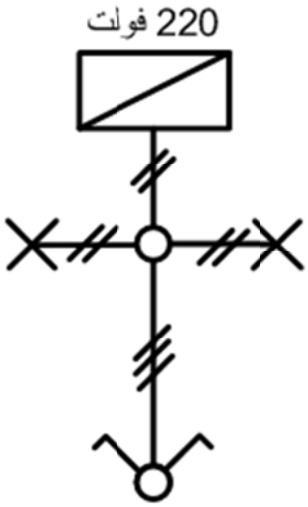


الشكل (٣- ١- أ) الدائرة الخطية.

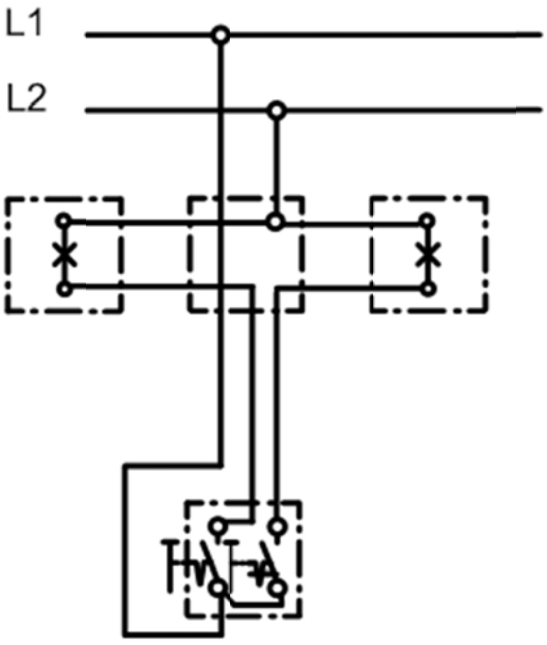


الشكل (٣- ١ - ب) الدائرة التنفيذية.

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

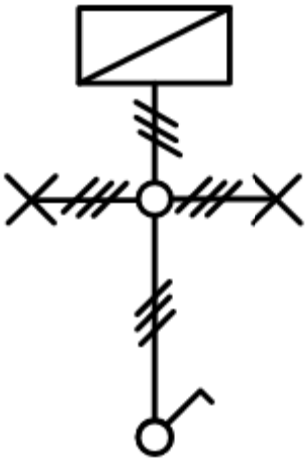


الشكل (٣- ٢- أ) الدائرة الخطية.

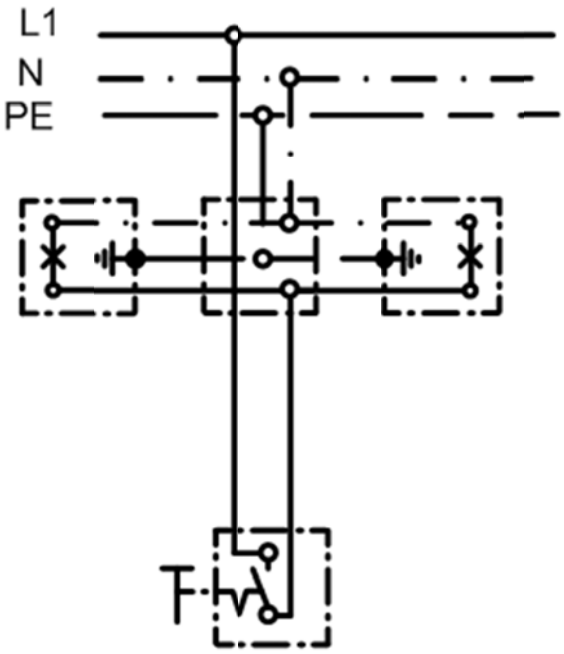


الشكل (٣- ٢- ب) الدائرة التنفيذية.

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

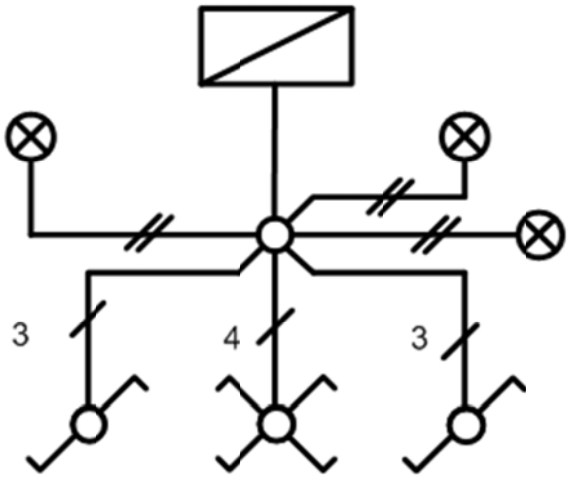


الشكل (٣- ٣- أ) الدائرة الخطية.

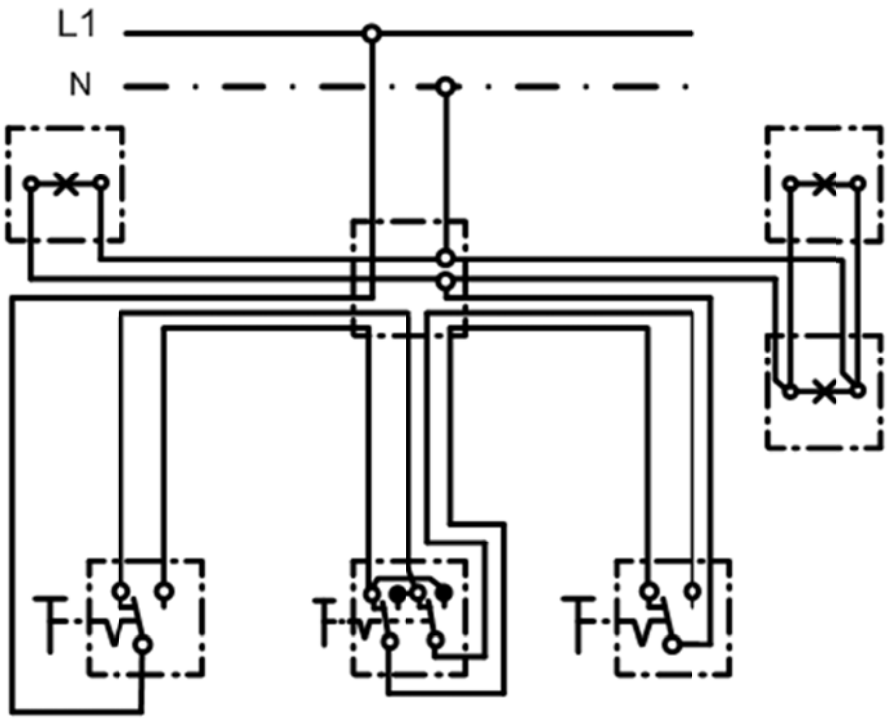


الشكل (٣- ٣- ب) الدائرة التنفيذية.

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

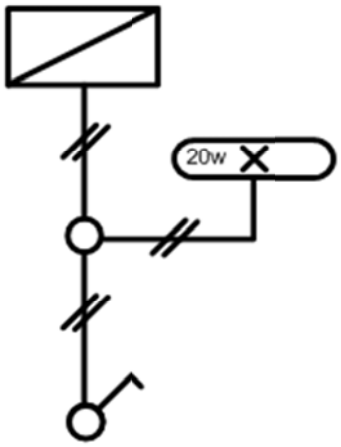


الشكل (٣- ٤- أ) الدائرة الخطية.

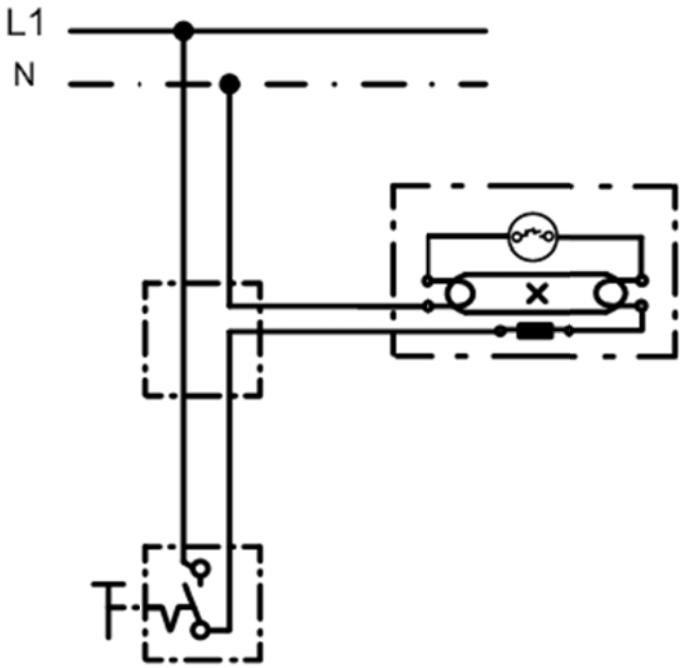


الشكل (٣- ٤- ب) الدائرة التنفيذية.

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

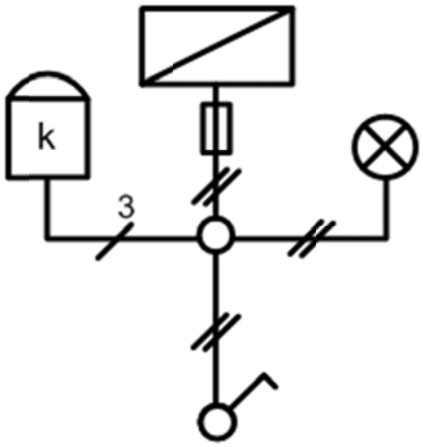


الشكل (٣- ٥ أ) الدائرة الخطية.

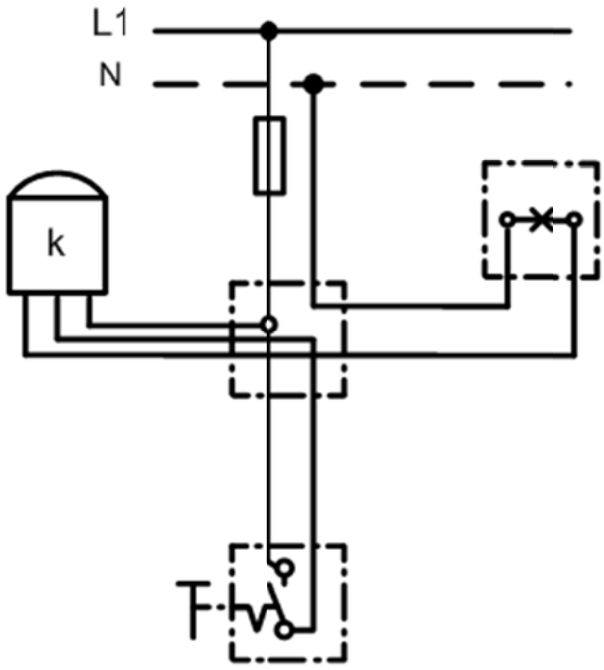


الشكل (٣- ٥ ب) الدائرة التنفيذية.

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

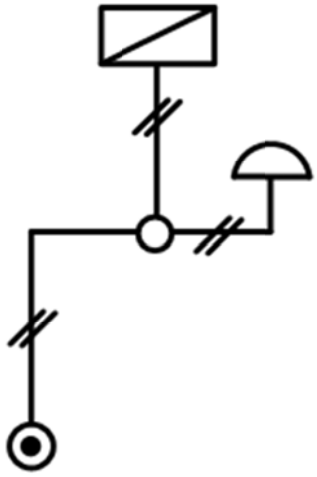


الشكل (٣- ٦- أ) الدائرة الخطية.

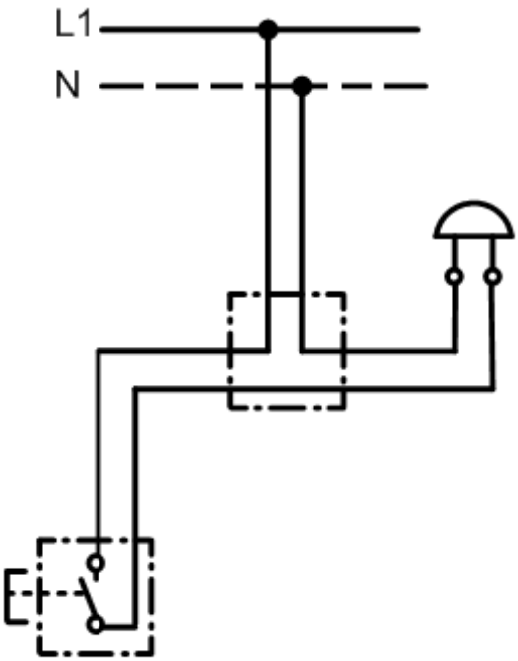


الشكل (٣- ٦- ب) الدائرة التنفيذية .

٧. الشكل (٣- ٧) يوضح الدائرة الخطية لدائرة تشغيل جرس كهربائي ١٢٧فولت.

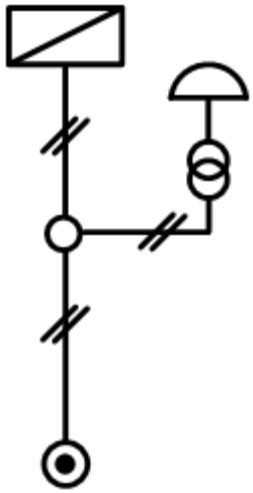


الشكل (٣- ٧ أ) الدائرة الخطية

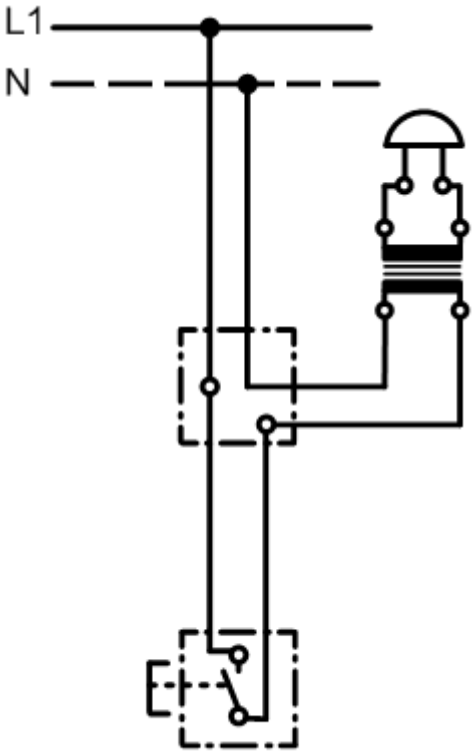


الشكل (٣- ٧ ب) الدائرة التنفيذية

٨. الشكل (٣- ٨) يوضح الدائرة الخطية لدائرة تشغيل جرس كهربائي يعمل على جهد منخفض ١٢ أو ٢٤ فولت.

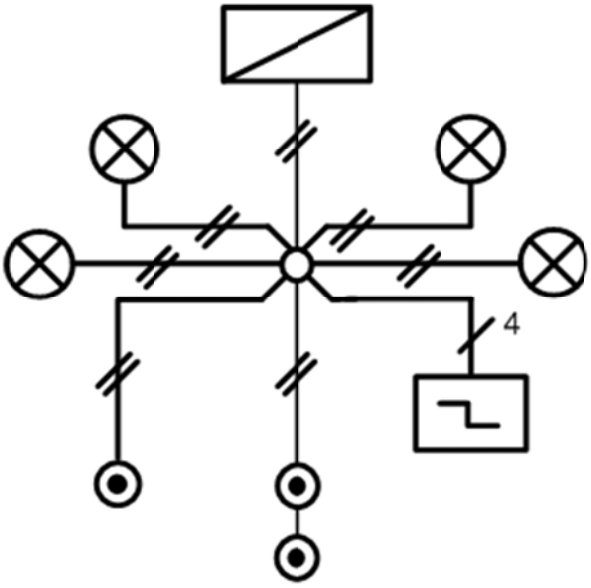


الشكل (٣- ٨- أ) الدائرة الخطية

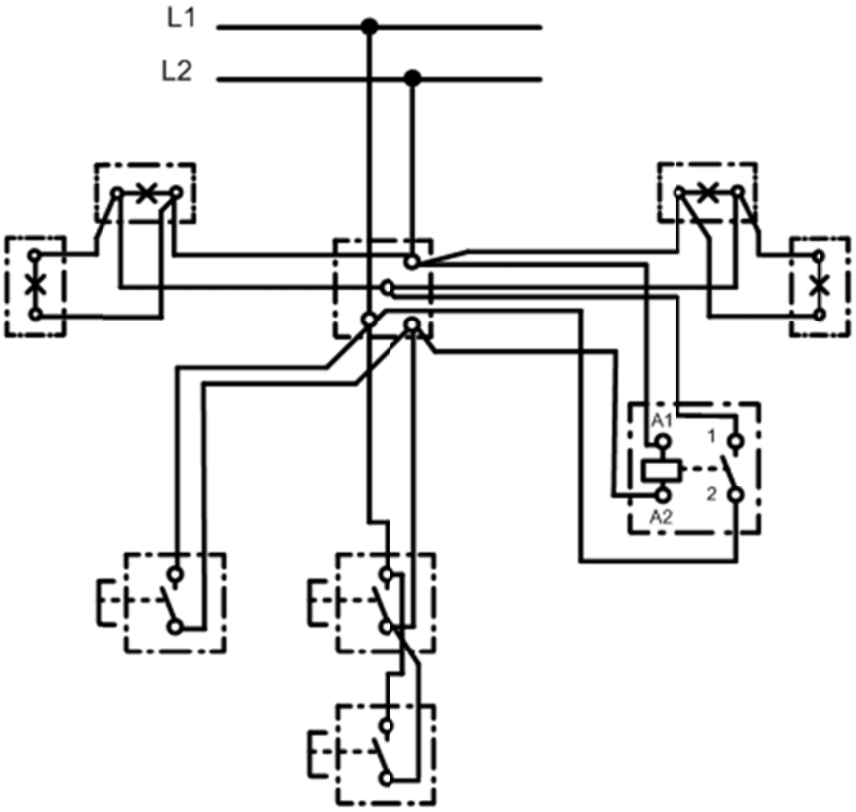


الشكل (٣- ٨- ب) الدائرة التنفيذية

٩. الشكل (٣- ٩) يوضح الدائرة الخطية لدائرة لتشغيل مفتاح صدمة تيار يشغل مجموعة إنارة لممر طويل أو مدخل عمارة يمكن التشغيل من ثلاثة أماكن بواسطة الضواغط.

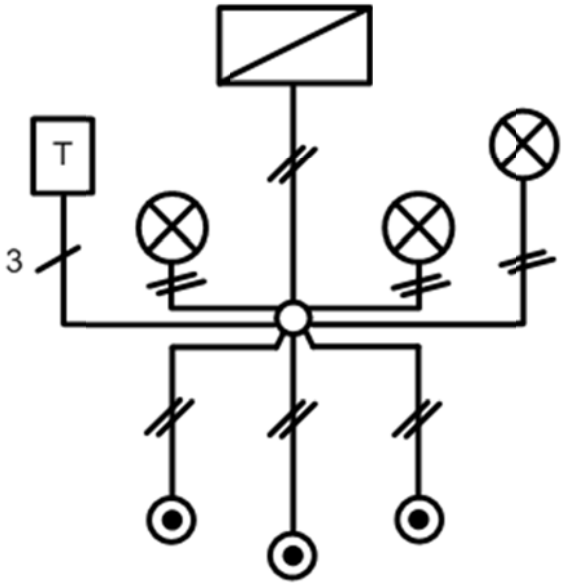


الشكل (٣- ٩- أ) يوضح الدائرة الخطية

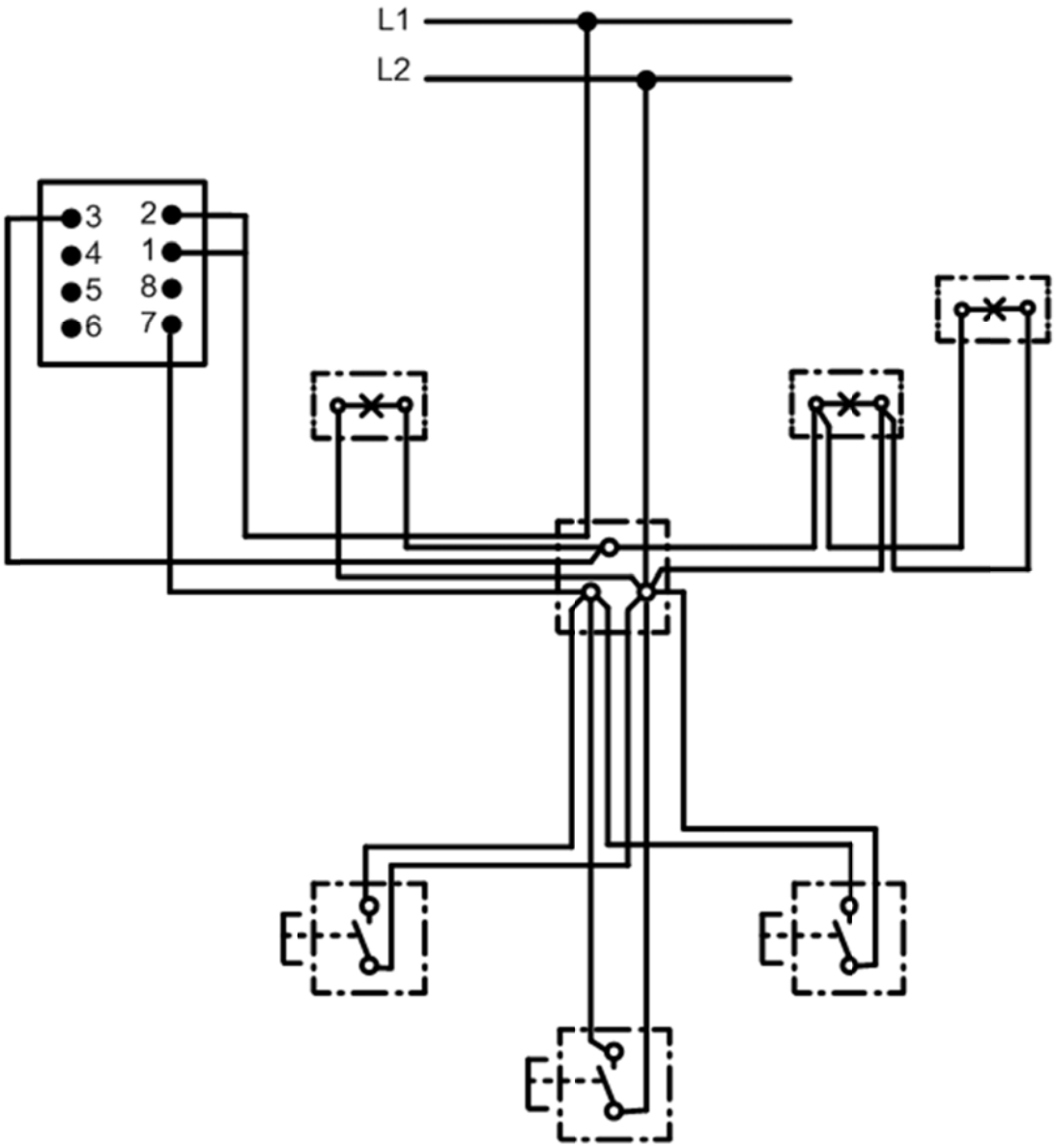


الشكل (٣- ٩- ب) يوضح الدائرة التنفيذية

١٠.الشكل (٣- ١٠) يوضح الدائرة الخطية لدائرة لتشغيل دائرة مزمن يشغل مجموعة إنارة لممر طويل أو مدخل عمارة يمكن التشغيل من أكثر من مكان بواسطة الضواغط وتطفئ الإنارة بعد وقت محدد.



الشكل (٣- ١٠- أ) يوضح الدائرة الخطية.

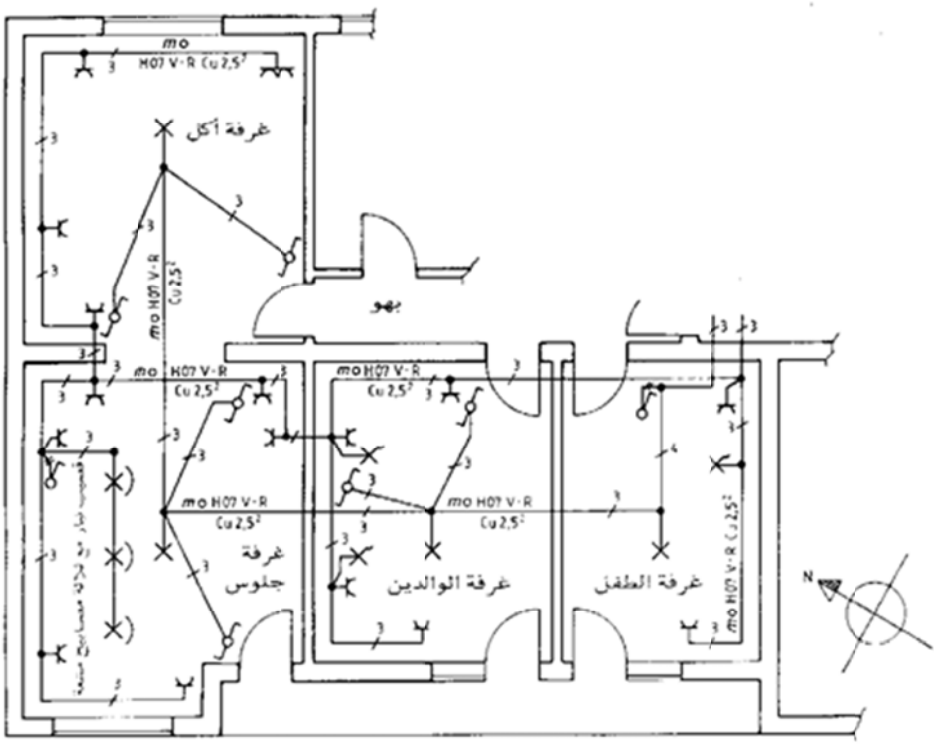


الشكل (٣- ١٠ ب) يوضح الدائرة التنفيذية.

٣- ٥ لوحات التوزيع المنزلية :

إن مسار الخطوط وطرق تمديدها لا تحظى عادة بأهمية كبيرة لدى المهندسين المعماريين ومقاولي البناء ، وغالباً 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 (٢- ٧) يوضح مخطط التركيبات الكهربائية في مخطط الأرضية لوحدة سكنية لأسرة صغيرة مكونة من أربع غرف ؛ غرفة جلوس وغرفة طعام وغرفة طفل وغرفة للوالدين.



الشكل (٣- ١١) مخطط التركيبات لوحدة سكنية في مخطط الأرضية للمبنى

ويراعى تركيب خط رئيس من خارج المبنى إلى داخله سواء أكان الخط الرئيس خارج المبنى سلكاً هوائياً أو كابلاً مدفوناً تحت الأرض على أن يوزع هذا الخط الرئيس 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- ١١) تم تقسيمها إلى ستة دوائر كهربائية وبياناتها كالتالي:

الدائرة الأولى : دائرة محرك ثلاثي الأوجه *2.2 Kw* ، خط نحاسي مغلف (موصل فوق الحائط أو البياض) *2.5 mm^2* ، ٣ مصاهر معدلها ٢٠ أمبير.

الدائرة الثانية : دائرة مصابيح كهربائية ، موصلات نحاسية معزولة **2.5 mm^2** في ماسورة تركيبات تحت البياض ، مفتاح وقاية موصلات معدله ١٠ أمبير.

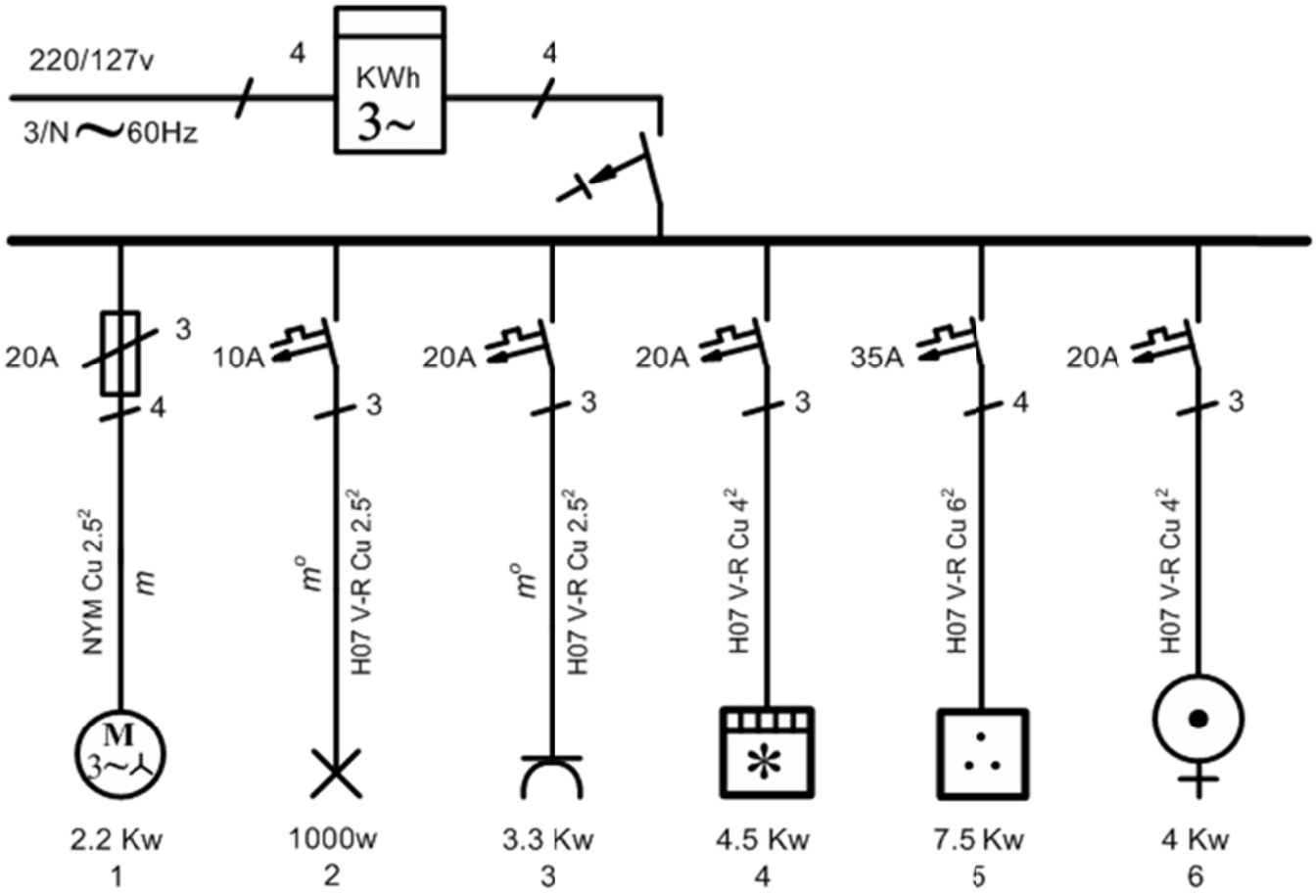
الدائرة الثالثة : دائرة مقابس كهربائية نفس تركيبات الدائرة الثانية ، مفتاح وقاية موصلات معدله ٢٠ أمبير.

الدائرة الرابعة: دائرة جهاز تكييف للهواء **4.5 kW** ونفس الدائرة الثانية ، مفتاح وقاية موصلات معدله ٢٠ أمبير.

الدائرة الخامسة : دائرة فرن كهربائي قدرته الكهربائية الكلية **7.5 kW** ، موصلات نحاسية معزولة **6.5 mm^2** في ماسورة تركيبات تحت البياض (داخل الحائط) ، ثلاثة مفاتيح وقاية موصلات معدلها ٣٥ أمبير.

الدائرة السادسة : دائرة سخان كهربائي **4 kW** ، موصلات نحاسية معزولة داخل الحائط ، ثلاثة مفاتيح وقاية موصلات معدلها ٢٠ أمبير.

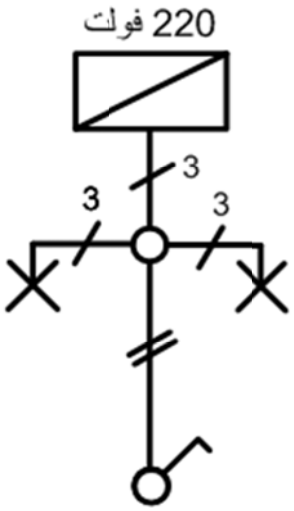
ويبين الشكل (٢- ١٢) لوحة التوزيع الخاصة بالوحدة السكنية. ويمكن أن يحتوي مخطط التوزيع على بيانات أخرى ، مثل الأطوال الكلية للدوائر الكهربائية ، والغرف التي تتغذى من هذه الدوائر....إلخ.



الشكل (٣- ١٢) مخطط التوزيع (لوحدة توزيع) لوحة سكنية

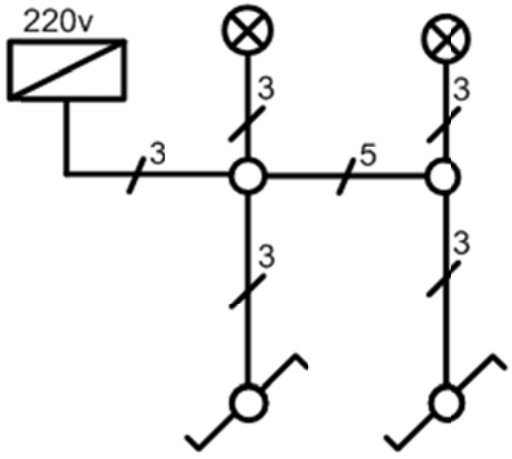
٣- ٦ تمارين:

(١) المطلوب رسم الدائرة التنفيذية لدائرة تشغيل مصباحين عن طريق مفتاح مفرد (على التوالٍ) وعمل التوصيلات اللازمة حسب ما هو موضح في الدائرة الخطية في الشكل (٣- ١٣).



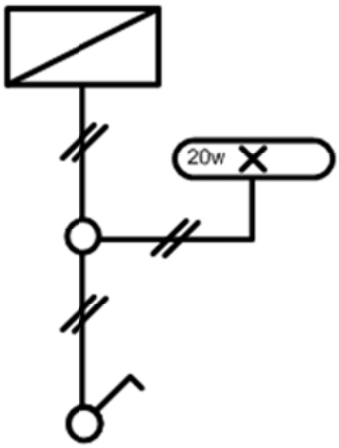
الشكل (٣- ١٣) الدائرة الخطية

(٢) المطلوب رسم الدائرة التنفيذية لدائرة تشغيل مصباح من مكانين مختلفين (دائرة طرف سلم) يدوياً وعمل التوصيلات اللازمة للدائرة الخطية المبينة في الشكل (٢- ١٤).



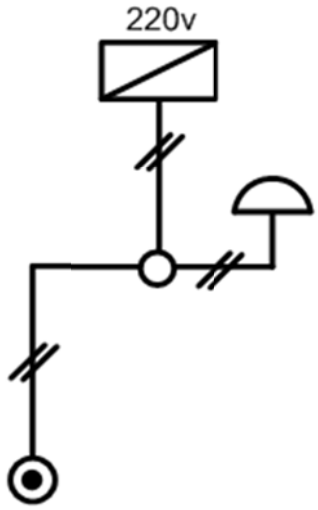
الشكل (٣- ١٤) الدائرة الخطية

(٣) المطلوب رسم الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لتشغيل مصباح فلورسانت (٢٠ وات) عن طريق مفتاح مفرد وعمل التوصيلات اللازمة للدائرة الخطية المبينة في الشكل (٢- ١٥).



الشكل (٣- ١٥) الدائرة الخطية

(٤) المطلوب رسم الدائرة الخطية والتنفيذية لتشغيل جرس عن طريق ضاغط تشغيل وعمل التوصيلات اللازمة للدائرة الخطية المبينة في الشكل (٣- ١٦).



الشكل (٣- ١٦) الدائرة الخطية

الوحدة الرابعة

الدوائر الخطية والتنفيذية لتغذية المصانع وشبكات التوزيع

الهدف العام للوحدة : القدرة على رسم الدوائر الخطية والتنفيذية لتوصيلات المصانع.

الأهداف التفصيلية :

١. أن يتمكن المتدرب من رسم مخططات التغذية للمصانع.
٢. أن يتمكن المتدرب من رسم لوحات التوزيع داخل المصانع.

الوحدة الرابعة : الدوائر الخطية والتنفيذية لتغذية المصانع

٤- ١المقدمة :

نظراً لأن كل منشأة صناعية لها ملامحها وخصائصها ومتطلباتها الخاصة من ناحية توزيع الطاقة الكهربائية فيها 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 حسب توزيعها داخل المنشآت " المصانع " وبالتالي يجب معرفة القدرة الكهربائية والجهد والتيار لهذه الأحمال. وقد جُمعت أجهزة الوقاية والتحكم على لوحات تسمي لوحات التوزيع.

٤- ٢مخططات التغذية في المصانع :

تستخدم الشبكات الكهربائية 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. وفي 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 تنشئ تجهيزات تحويل وتجهيزات مفاتيح خاصة بها وأن تعتني بها. وتوزيع الطاقة يعتمد على ترتيب الأحمال على أرض المصنع وعلى درجة الأمان المطلوبة للإمداد. الشكل (٤- ١) يبين مخططاً لتوزيع الطاقة الكهربائية داخل مصنع ويحتوي على الآتي:

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

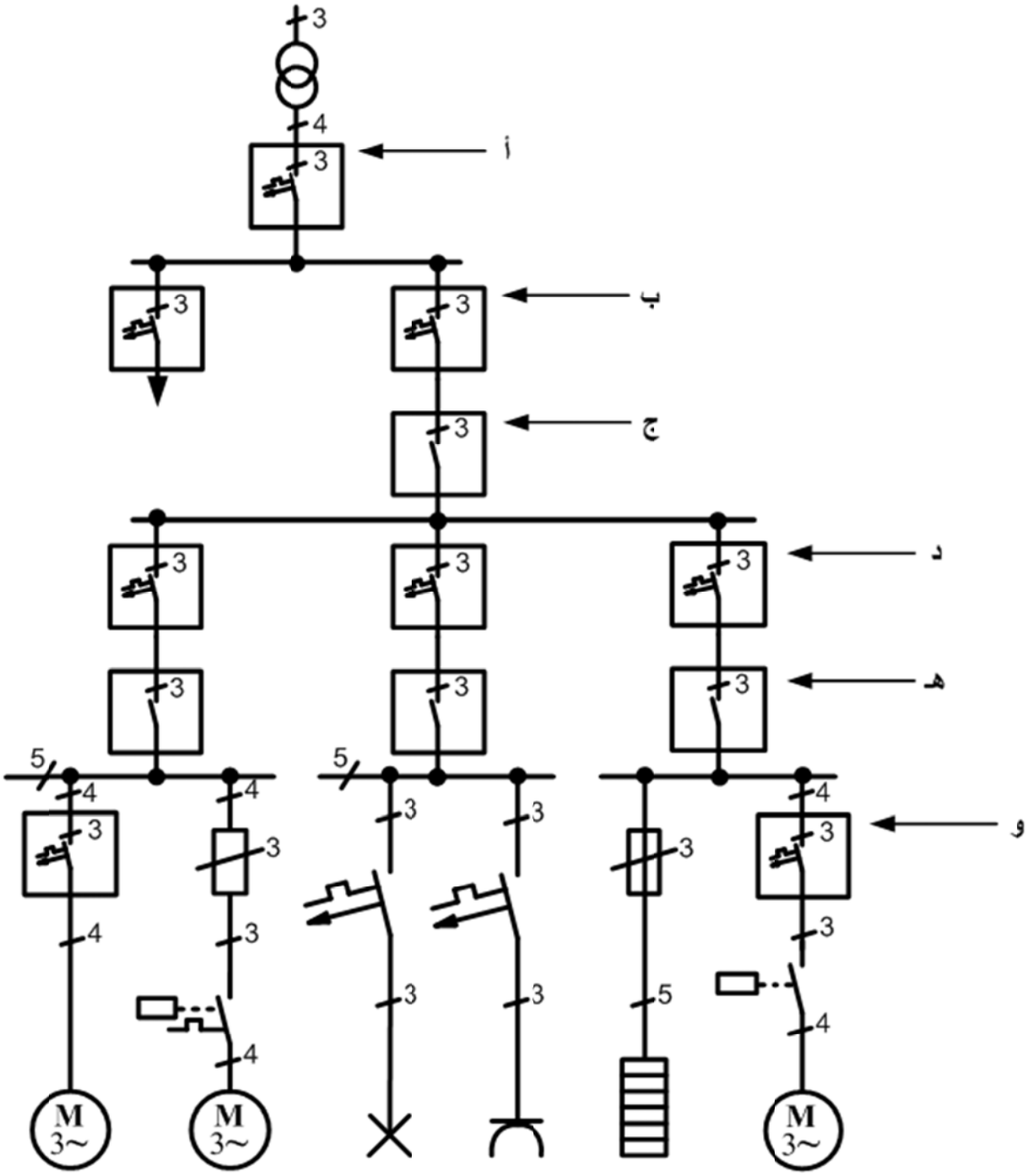
(ب) مفتاح قدرة أوتوماتيكي : يعمل كمفتاح وقاية لموصل تغذية الموزع الفرعي وللموزع الفرعي نفسه.

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

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

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

(و) تجهيزات لوقاية الموصلات والأجهزة.



الشكل (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 في الموقع ، لذا يجب توفير لوحات ذات سعات كافية لتحمل تيار الأحمال الموجودة فعلاً مع الأخذ في الاعتبار التوسعات المستقبلية. وبصورة عامة يكون للوحات التوزيع واجبان:

(١) عدم السماح بمرور تيار أكبر من قابلية الشبكة.

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

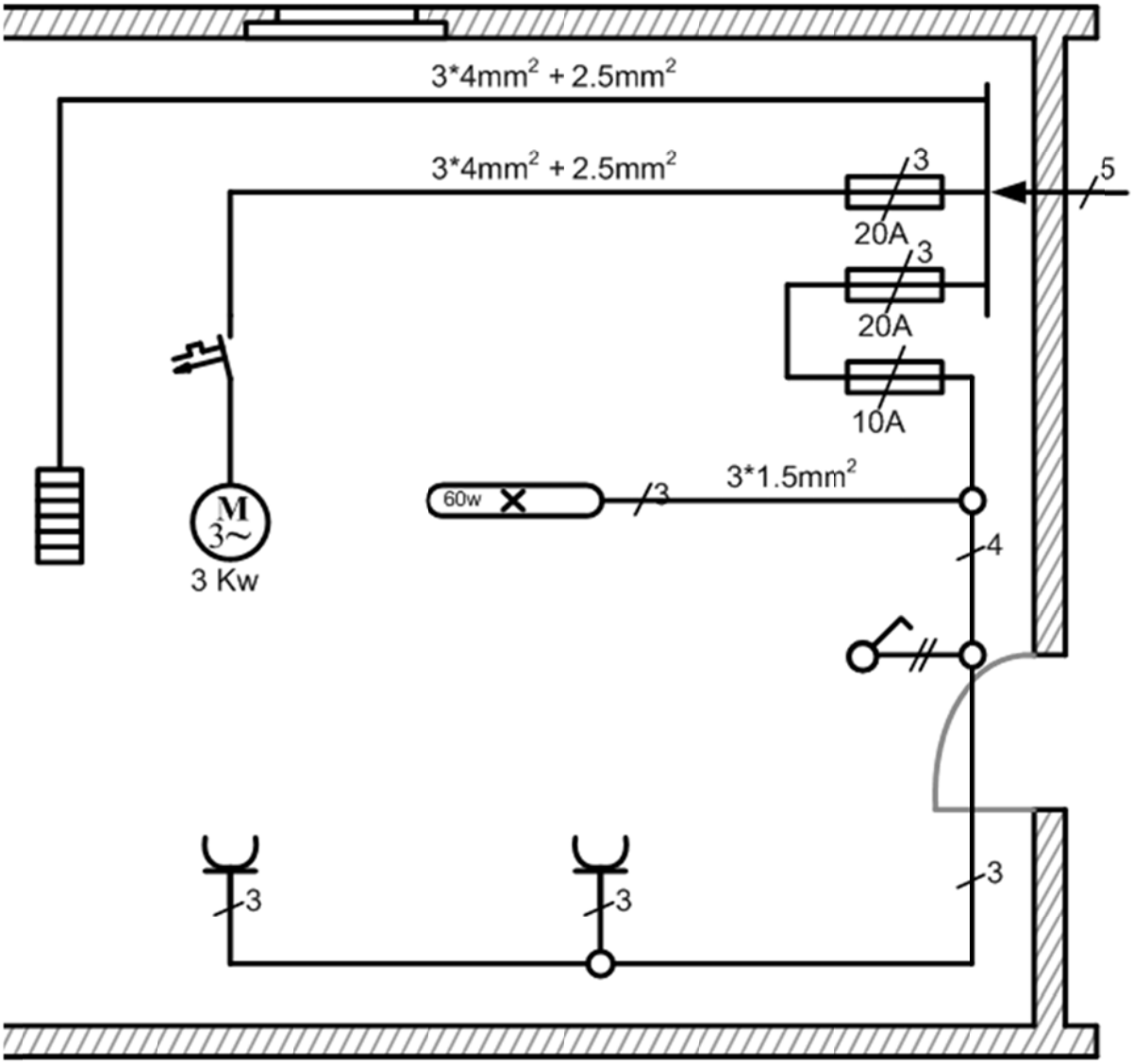
هناك ناحية أخرى تتميز بها لوحات التوزيع للأحمال الكبيرة وهي تحمل التيار عند حدوث خطأ قصر الدائرة حيث إن خطأ الدائرة القصيرة ٢٥٠٠٠ ك.ف.أ تقريباً وبما أن لوحات التوزيع بما تحتويه من قواطع دورة يجب أن تكون قادرة على تحمل هذه القدرة وإزالة مثل هذه الأخطاء ، لذلك يفضل استخدام النوع المسمى بقواطع الدورة ذات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

ملاحظة: جميع الأمثلة على هذا الباب تختلف من مصنع إلى آخر ومن موقع إلى آخر. لذلك يتم تصميم لوحات التوزيع في المصانع بحسب المساحات والأحمال حسب التجهيزات والمسافات بينها.

٤- ٣- ١ التوصيلات داخل المصانع والورش للقوى والإضاءة:

عندما يراد توصيل الطاقة الكهربائية داخل المصانع و الورش غالباً 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 من علبة التوزيع " المصدر " حتى آلة التشغيل عندما تعرف قدرة هذه الآلة وضغط تشغيلها حيث يمكن حساب التيار وبالتالي يمكن معرفة مقطع هذا السلك بالمليمتر المربع. وغالباً تستخدم كابلات معزولة توضع في باطن الأرض من أماكن لوحات التوزيع حتى المكان الموضوع فيه الآلة أو المحرك.

والشكل (٤- ٢) يبين قطاعاً أفقياً لورشة صغيرة بها محرك ثلاثي الأوجه ٣٨٠ فولت قدرة ٣ كيلووات وسخان خاص بماكينة تشكيل بلاستيك ٣٨٠ فولت قدرة ٣ كيلووات ومصباح فلورسانت للإضاءة مع (٢) مقبسين.



الشكل (٤- ٢) قطاع أفقي لورشة صغيرة فيها التوصيلات الكهربائية للإدارة والإضاءة

ملاحظة: عند عمل التوصيلات داخل المصانع و الورش يجب أن تحدد مواقع المحركات داخل المصنع والورشة وكذلك أماكن توزيع المصابيح للإضاءة ، ويجب أن تخصص لوحة للإضاءة وأخرى للقوى حتى تكون الإضاءة منفصلة تماماً عن القوى ويجب أن تحدد قدرة كل محرك حتى يمكن اختيار الكابل المناسب لكل محرك وكذلك الأسلاك المناسبة للإضاءة.

فمثلاً عند عمل التوصيلات اللازمة لمصنع صغير به ٤ محركات تيار متغير ثلاثي الأوجه و محركا تيارا متغيرا وجها واحد وكذلك الإضاءة لخمسة مصابيح فلورسانت فتجهز لوحة للقوى الرئيسة وكذلك لوحة للإضاءة على أن تمد الكابلات من اللوحة الرئيسة حتى أماكن المحركات وكذلك تمد الأسلاك من لوحة الإضاءة حتى مواقع المصابيح .

٤- ٣- ٢ المواصفات العامة للوحات التوزيع الرئيسة في المصانع والورش:

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

(١) أن تصنع اللوحة من صاج سمك ٢مم وتكون مدهونة بدهان الكتروستاتيكي.

(٢) أن توضع على قاعدة خرسانية بسمك ٢٠ سم.

(٣) أن يتطابق المستوى المقرر لكل قاطع دائرة مع الدائرة التي يقوم بحمايتها هذا القاطع.

(٤) أن تكون القواطع مناسبة من ناحية النوع والحجم مع اللوحة التي تركب فيها هذه القواطع.

(٥) أن تحتوي اللوحة على أجهزة أميتر لقياس شدة التيار وفولت ميتر لقياس الجهد.

(٦) أن تحتوي اللوحة على لمبات إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.

(٧) أن تحتوي على قضيب أرضي للوقاية.

(٨) أن تحتوي على قاطع أوتوماتيكي رئيس للتحكم في الحمل الكامل مزود بملفات القطع

عند زيادة التيار أو الجهد عن الحد الأقصى.

١- مواصفات لوحة توزيع القوى الرئيسة في الورش 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 ثلاثي الأوجه وعدد ٢ محركا تيار متغيرا 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 الحر، ويمكن تثبيت هذه اللوحة على قاعدة خرسانية ترتفع عن أرضية الورشة ٢٠ سم ويكون مقطع الكابل الرئيس ٣X٥٠ مم^{٢} +٢٥مم^{٢} ألمينيوم.

ويركب على اللوحة السابقة أجهزة التشغيل والوقاية الآتية:

(٢) مصباحا إضاءة للوحة أحدهما من الأمام والآخر من الخلف للإنارة عند الكشف عن أجزاء اللوحة أو عمل صيانة ثلاثة أجهزة أميتر تيار متغير مدى ١٠٠ أمبير لقراءة التيار الرئيس عند تشغيل المحركات.

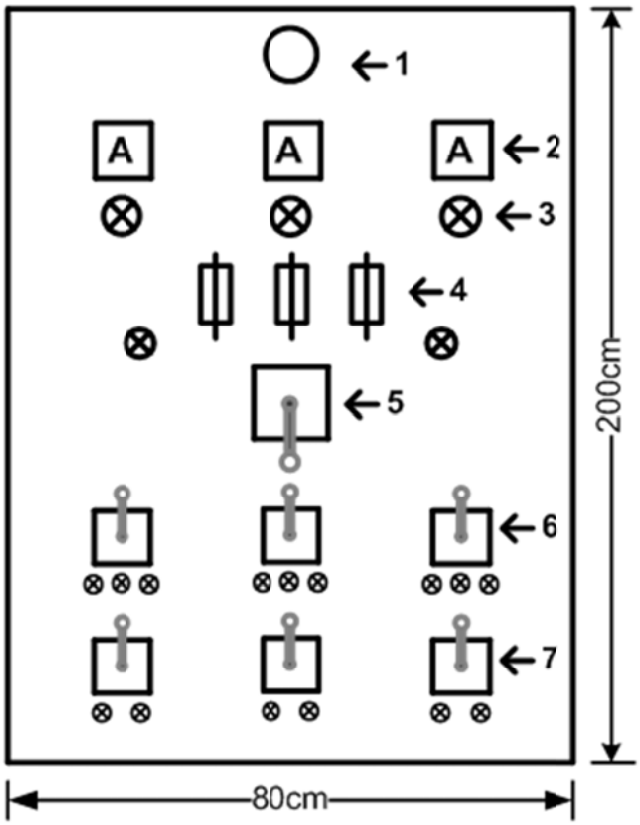
(٣) ثلاثة لمبات إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.

(٤) ثلاثة مصاهر سريعة القطع ١٠٠ أمبير لكل مصهر.

(٥) مفتاح أوتوماتيكي للتحكم في الحمل الكامل للورشة مزود بملفات القطع عند زيادة التيار أو الضغط عن الحد الأقصى للمحركات جميعاً.

(٦) ثلاثة مفاتيح أوتوماتيكية ثلاثية الأوجه (باك سويتش) بقواطع أوتوماتيكية عند زيادة التيار إلى ٢٥ أمبير و٣٨٠ فولت.

(٧) ثلاثة مفاتيح أوتوماتيكية وجه واحد (باك سويتش) بقواطع أوتوماتيكية عند زيادة التيار إلى ١٥ أمبير
و٢٢٠ فولت.



الشكل (٤- ٣) لوحة توزيع القوى لورشة

أما الطبلون الخاص بالإنارة فتحتوي التالي:

(١) عدد ١٢ مصهراً ٢٢٠ فولتاً ١٥ أمبيراً.

(٢) عدد ٤ مصاهر ٢٢٠ فولتاً ١٠ أمبيرات.

مثال: شكل (٤- ٤) يوضح لوحة توزيع القوى لمصنع شاملة أجهزة التحكم والقياس. وتتكون لوحة التوزيع من ثلاث خلاياً : خلية للدخول واثنتين للخروج تتحمل اللوحة ١٠٠٠ أمبير وهي مجهزة من الداخل بالقضبان العمومية من النحاس الأحمر الكهربي ويجب ألا تزيد كثافة التيار عن ٤ أمبير/مم^{٢}. والخلايا من النوع المغلق وتبعد عن الحائط مسافة متر للصيانة. وتزود كل خلية بلمبة إضاءة.

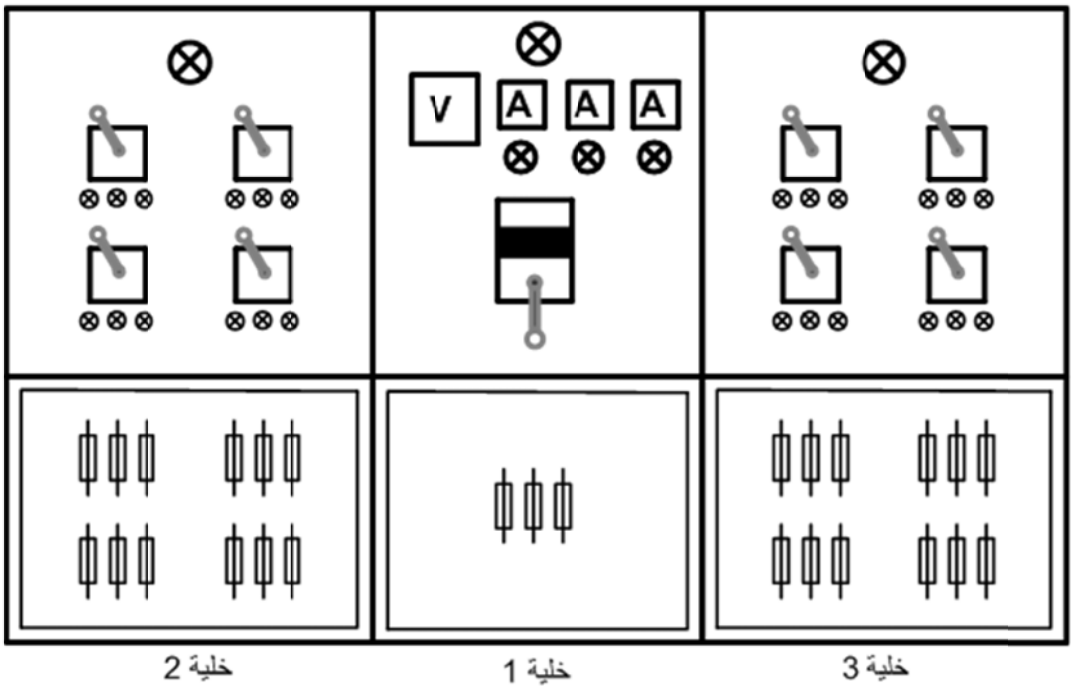
وتحتوي خلية الدخول على الآتي:

- لمبة إضاءة ـ فولت ميتر سعة ٤٠٠ فولت.
- ثلاثة أميترات سعة ٦٠٠ أمبير.
- ثلاث لمبات بيان تشغيل بالألوان المميزة.
- مفتاحاً هوائياً لتشغيل يدوي مزود بالحماية ضد زيادة الحمل.
- ثلاثة مصاهر (سعة عالية).
- محولات القياس (تيار ـ جهد) ثلاثة أوجه.

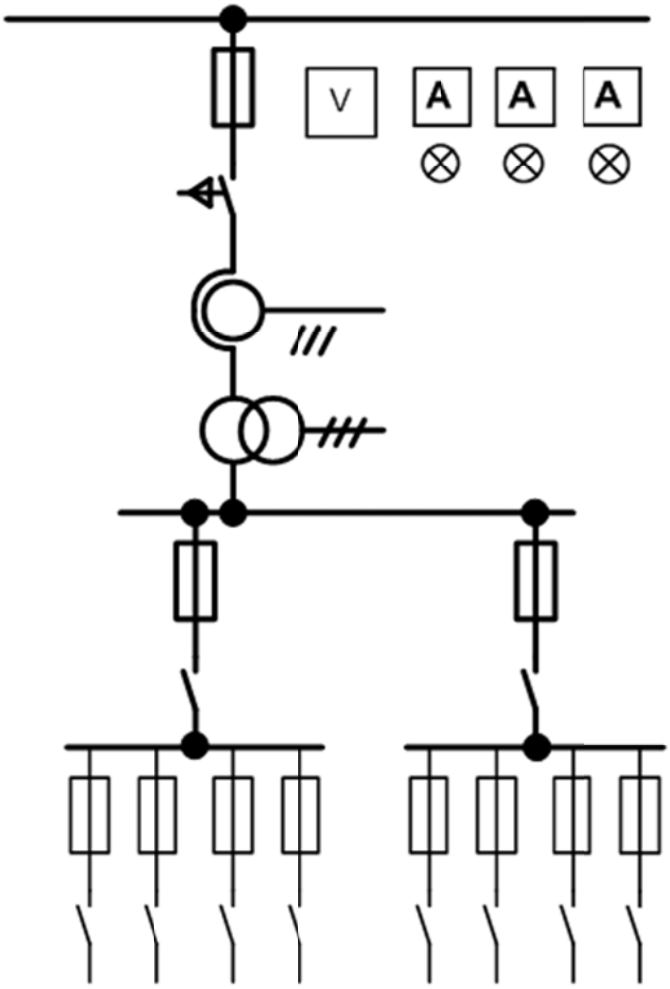
تحتوي خلية الخروج على الآتي:

- لمبة بيان.
- أربعة مفاتيح باك سويتش سعة ١٠٠ أمبير لتغذية اللوحات الفرعية.
- اثنا عشر مصهراً سعة ٣٦ أمبير.

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



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



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

٢- مواصفات لوحة توزيع الإضاءة الرئيسة للورش والمصانع:

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

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

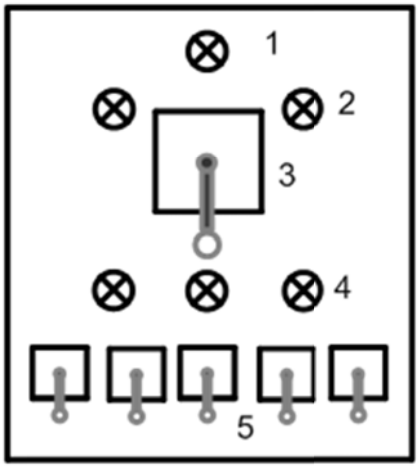
(١) مصباحاً واحداً لإضاءة اللوحة من الأمام.

(٢) مفتاحاً واحداًأوتوماتيكياً وجه واحد ٢٠ أمبير ٢٢٠ فولت.

(٣) لمبة إشارة واحدة للتأكد من وجود التيار في اللوحة.

(٤) ثلاثة مصاهر ٢٢٠ فولت ٥ أمبير.

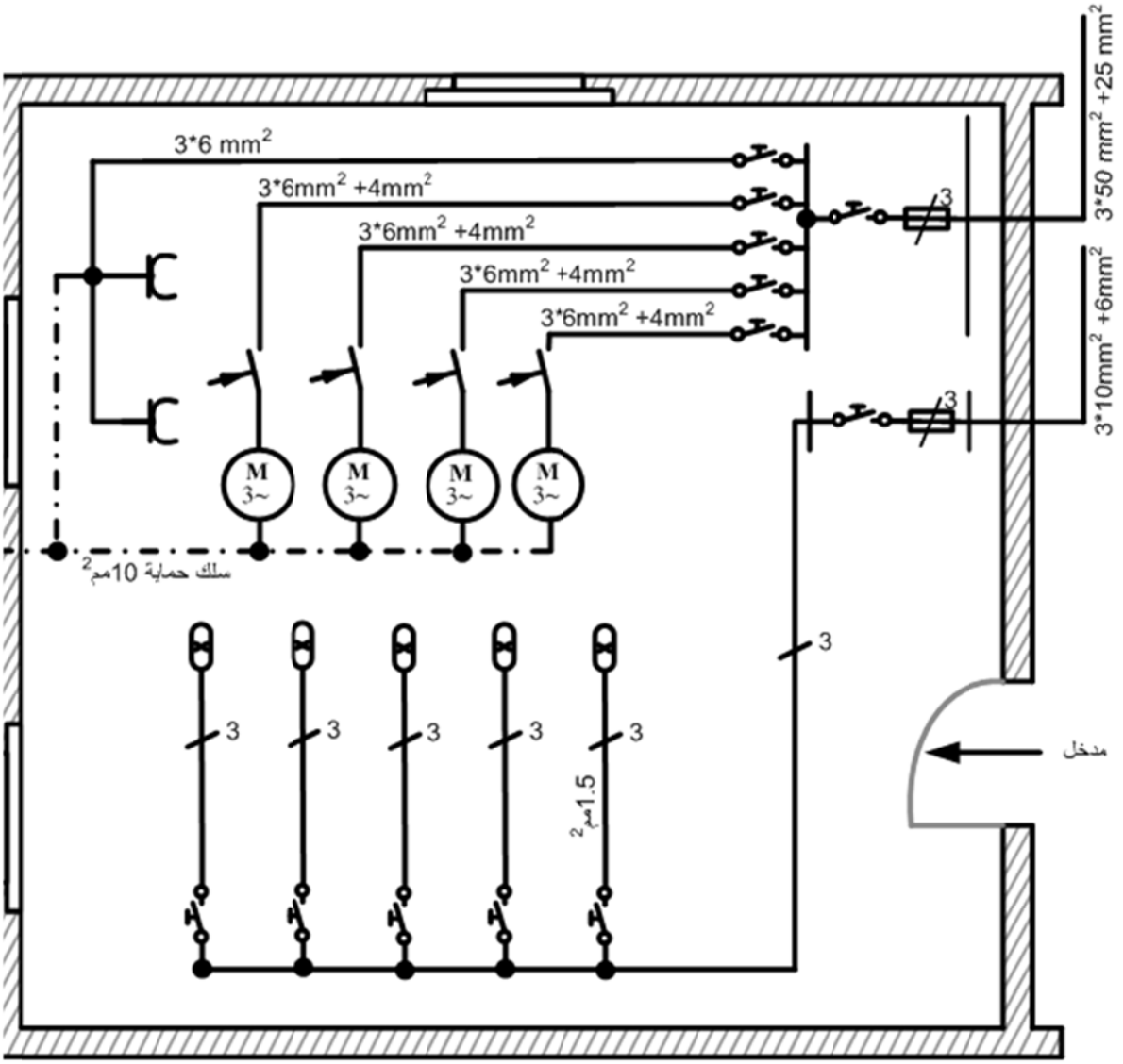
(٥) خمسة مفاتيح أوتوماتيكية وجه واحد ٥ أمبير ٢٢٠ فولت.



الشكل (٤- ٥) لوحة توزيع الإضاءة لورشة

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

الشكل (٤- ٦) يبين قطاعاً أفقياً في الورشة وعليه البيانات اللازمة للقوى والإضاءة.



الشكل (٤- ٦) يبين قطاعاً أفقياً في الورشة وعليه البيانات اللازمة للقوى والإضاءة

الشكل (٤- ٧) 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/ مم٢. والخلايا من النوع المغلق وتبعد عن الحائط مسافة متر للصيانة ، وتزود كل خلية بلمبة إضاءة.

وتحتوي خلية الدخول على الآتي:

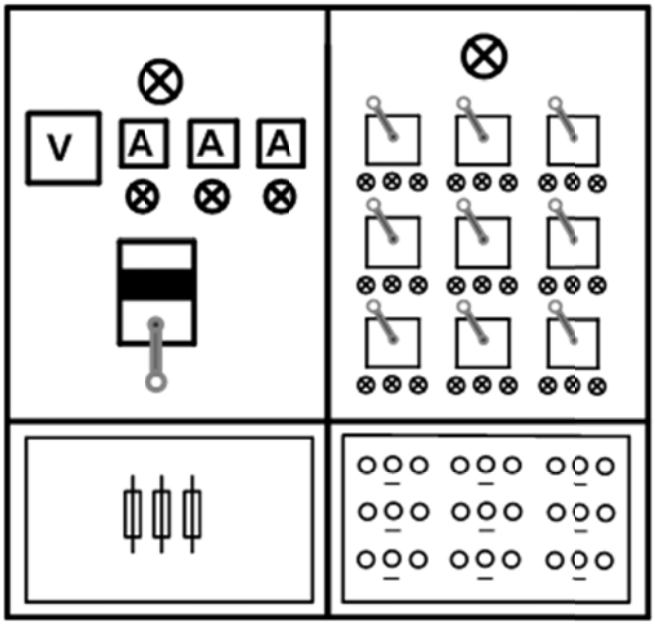
- لمبة إضاءة - جهاز فولت ميتر سعة ٤٠٠ فولت.

- ثلاثة (٣) أميترات سعة ٤٠٠ أمبير.
- ثلاثة (٣) لمبات بيان تشغيل بالألوان المميزة.
- مفتاحاً هوائياً لتشغيل يدوي ثلاثة (٣) أوجه مزود بالحماية ضد زيادة الحمل ٤٠٠ أمبير.
- محولات القياس (تيار ـ جهد) ثلاثة(٣) أوجه .

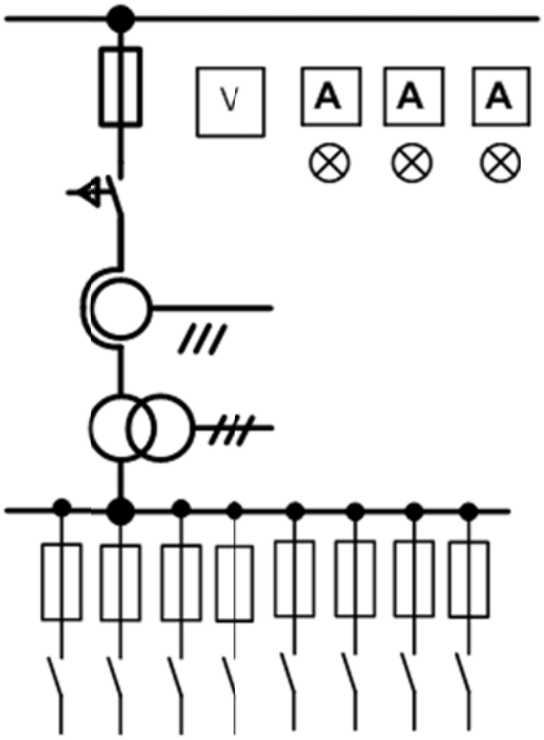
وتحتوي خلية الخروج على الآتي:

- *لمبة بيان.*
- تسعة (٩) مفاتيح باك سويتش سعة كل مفتاح ١٠٠ أمبير لتغذية اللوحات الفرعية.
- ثمانية عشر مصهراً أحادياً أوتوماتيكياً.

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



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



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

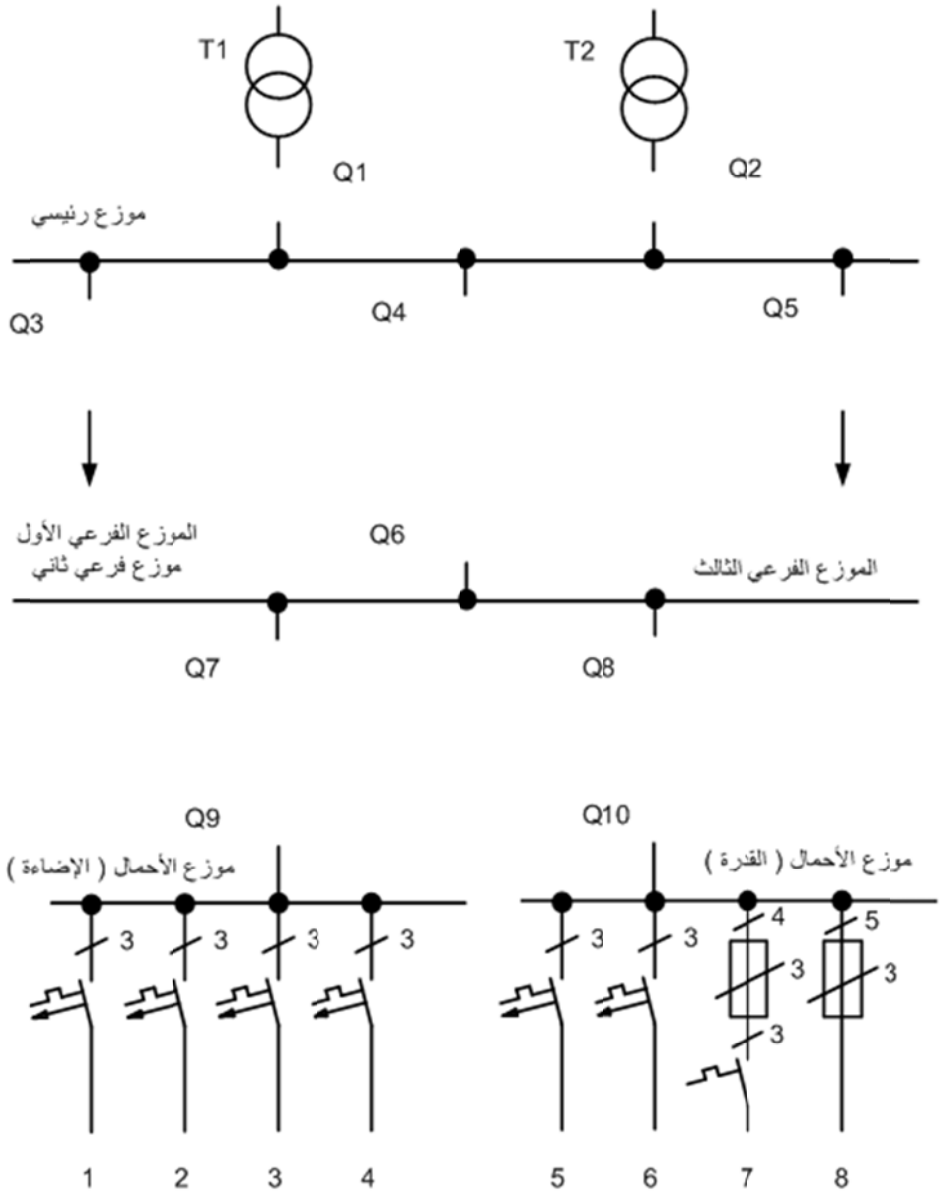
٤- ٤ تمارين:

(١) في شكل (٣- ٨) ارسم لوحة التوصيلات اللازمة لبناء شبكة شعاعية تحتوي على الآتي:

- Q1 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للمحول T1
- Q2 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للمحول T2
- *Q3 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الأول*
- *Q4 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الثاني*
- *Q5 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الثالث*
- *Q6 مفتاح قدرة للموزع الفرعي الثاني*
- *Q7 مفتاح قدرة أوتوماتيكي لموزع المستهلك (الإضاءة)*
- *Q8 مفتاح قدرة أوتوماتيكي لموزع المستهلك (القدرة)*
- *Q9 مفتاح قدرة لموزع المستهلك (الإضاءة)*
- *Q10 مفتاح قدر لموزع المستهلك (القدرة)*

مسار التيار في التوزيع للمستهلكات

1. مقابس بملامسات وقاية
2. مصابيح تفريغ كهربائية
3. مصابيح توهج
4. محول جهد صغير
5. محرك ثلاثي الأوجه
6. مقابس ثلاثية الأوجه
7. مروحة بمحرك ثلاثي الأوجه
8. مقاومات تسخين



الشكل (٤- ٨) توزيع الطاقة الكهربية

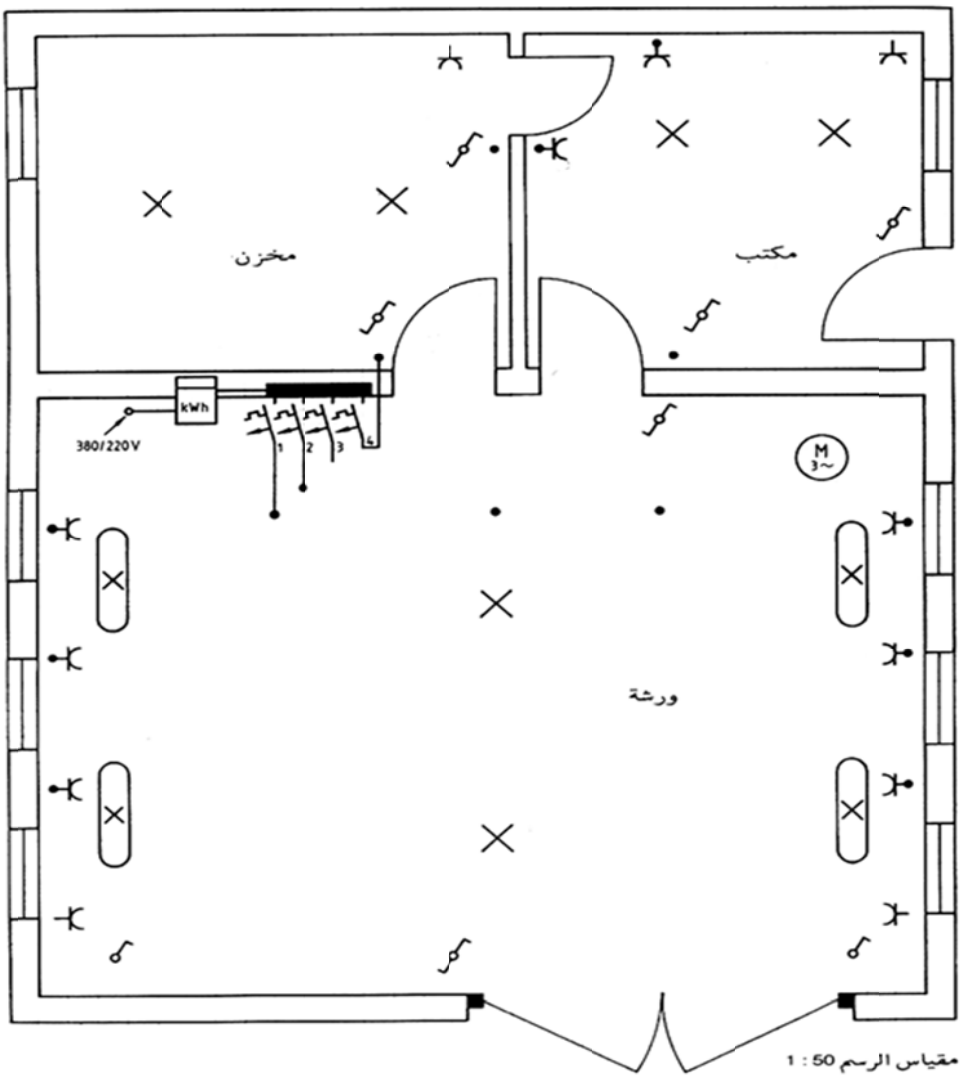
(٢) في شكل (٤- ٩) ارسم مسار الموصلات واكتب جميع البيانات عن طريق التمديد في مخطط التركيبات الموضح:

الدائرة الأولى: إضاءة الورشة.

الدائرة الثانية : مقابس في الورشة.

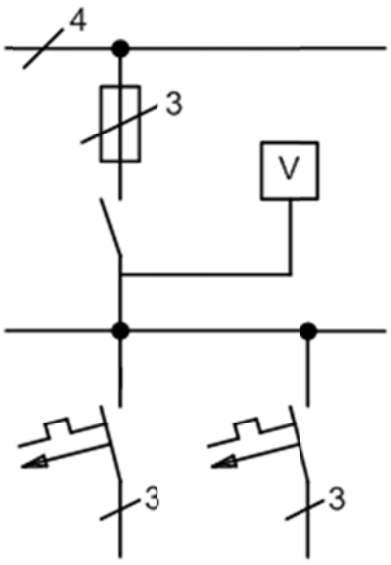
الدائرة الثالثة : محرك ثلاثي الأوجه.

الدائرة الرابعة : إضاءة و مقابس في المكتب وفى المخزن.



الشكل (٤- ٩) قطاع أفقي في مبنى ورشة

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



الشكل (٤- ١٠) للوحة توزيع لورشة إنتاجية

واجب: *ارسم الدائرة الخطية والتنفيذية للوحة توزيع ورشة الكهرباء* داخل كليتك.

الوحدة الخامسة

مخططات دوائر توصيل الآلات الكهربائية

الهدف العام للوحدة: معرفة مخططات دوائر توصيل آلات التيار المستمر بأنواعها وآلات التيار المتردد ثلاثية الأوجه

الأهداف التفصيلية:

١- أن يتمكن المتدرب من رسم الدائرة الكهربائية الممثلة لآلات التيار المستمر بأنواعها (منفصل التغذية – توالٍ – توازٍ – مركب).

٢- أن يتمكن المتدرب من رسم الدائرة الكهربائية الممثلة لآلات التيار المتردد بأنواعها (تزامني – وحثي – وأحادي الوجه – وثلاثي الوجه).

الوحدة الخامسة : مخططات دوائر توصيل الآلات الكهربائية

٥- ١ المقدمه :

تستخدم الآلات الكهربائية في تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية والعكس إذا كان التحويل من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية تسمى الآلة محركاً و إذا كان التحويل من الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية تسمى الآلة مولداً. وتصنف الآلات إلى آلات تيار مستمر وآلات تيار متردد وتصنف آلات التيار المتردد إلى آلات حثيه وآلات تزامنيه. عندما يتحرك موصل كهربائي موضوع عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي في اتجاه عمودي على ذلك المجال فإنه يتم توليد قوة دافعة كهربائية وهذه هي فكرة عمل مولد التيار المستمر. وأيضاً عندما يمر تيار مستمر خلال ذلك الموصل فإن ثمة قوة تؤثر على ذلك الموصل وهذه هي فكرة عمل محرك التيار المستمر. وتسمى هذه الأجهزة بآلات التيار المستمر.

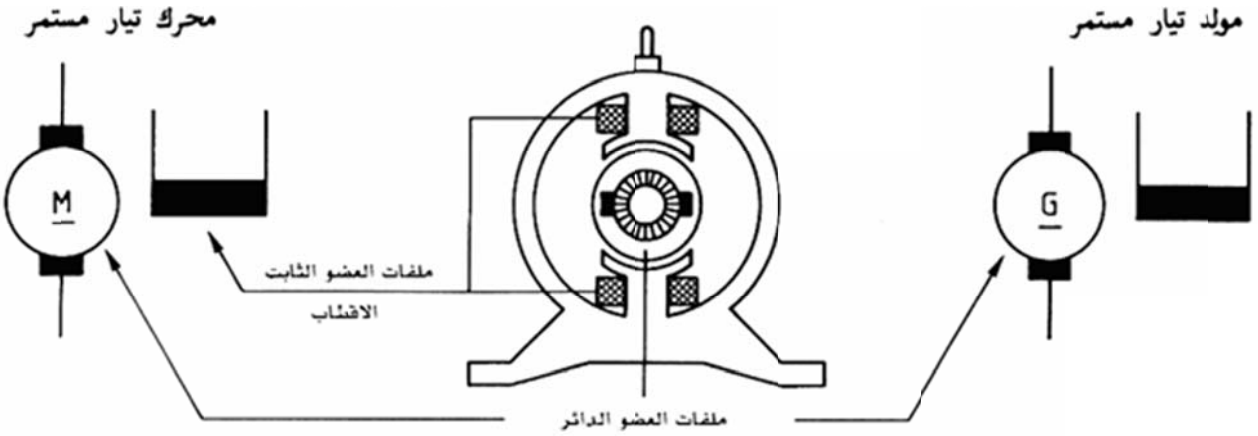
الآلات الحثية هي آلات التيار المتردد التي فيها يستقبل الملف الطاقة عند أحد الجوانب من الملف عند الجانب الآخر عن طريق الحث الكهرومغناطيسي. وهناك آلات حثيه ثلاثية الوجه وهي الأكثر استخداماً في الصناعة وأخرى أحادية الوجه تستخدم في آلات القدرة الصغيرة مثل الأجهزة المنزلية.

أما بالنسبة للآلات التزامنية فهي آلات 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 هي مولدات تزامنيه 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 لآلات التيار المستمر العمل كمولد أو محرك. في الوقت الحاضر استخدام المولد محدود نظراً 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 وفقاً

لتوصيلات ملفات المجال إلى آلات منفصلة التغذية وآلات ذاتية التغذية وتنقسم الآلات ذاتية التغذية إلى آلات توالٍ وآلات توازٍ وآلات مركبة. الشكل (٥- ١) يبين تركيب آلات التيار المستمر.



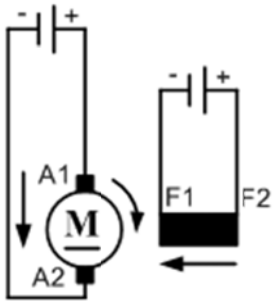
الشكل (٥- ١) تركيب آلات التيار المستمر

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

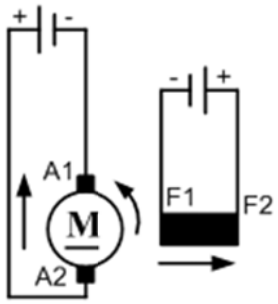
في التغذية المنفصلة الطاقة التي تستعمل لتوليد المجال المغناطيسي تؤخذ من مصدر تيار يقع خارج الآلة كما أن ملف العضو الدوار وملفات التغذية (المجال) منفصلة كهربياً.

أ) التشغيل كمحرك:

إذا دار العضو الدوار إلى اليمين فإن **A1** يكون طرف التوصيل الموجب و إذا دار العضو الدوار إلى اليسار فإن **A1** يكون طرف التوصيل السالب. الشكل (٤- ٢) يبين التشغيل كمحرك.



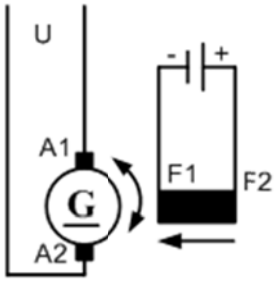
الشكل (٥- ٢ – أ) محرك تيار مستمر منفصل التغذية دوران العضو إلى اليمين



الشكل (٥- ٢ – ب) محرك تيار مستمر منفصل التغذية دوران إلى اليسار

ب) التشغيل كمولد :

الشكل (٥- ٣) يبين التشغيل كمولد.



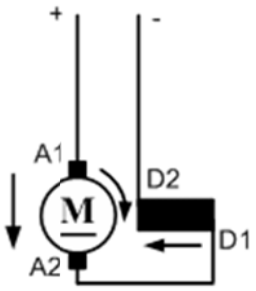
الشكل (٥- ٣) مولد تيار مستمر منفصل التغذية

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

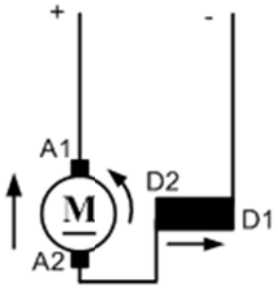
في توصيل آلات التيار المستمر توالٍ تقع دائرة المجال على التوالٍ مع دائرة العضو الدوار.

أ) التشغيل كمحرك:

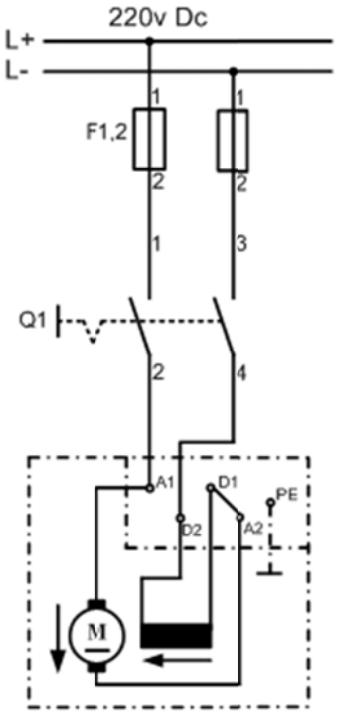
إذا سرى التيار في ملفات التغذية من **D1** إلى **D2** يكون **A1** هو الطرف الموجب عند الدوران إلى اليمين وعند الدوران إلى اليسار يكون **A1** طرف التوصيل السالب. شكل (٥- ٤) يبين تشغيل محرك التوالٍ. الشكل (٥- ٥) يبين تشغيل محرك التوالٍ مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات. الشكل (٥- ٦) يبين تشغيل محرك التوالٍ مع مفتاح يدوي كمفتاح تغذية. هذه المحركات لا يسمح بتشغيلها بدون حمل حيث تتسارع هذه المحركات أي أن عدد اللفات يزداد حتى التدمير الذاتي للمحرك.



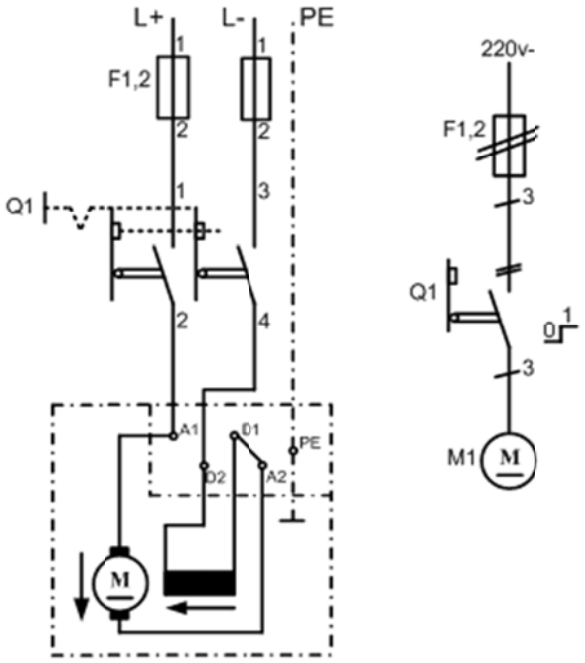
الشكل (٥- ٤ – أ) محرك تيار مستمر توالٍ دوران إلى اليمين



الشكل (٥- ٤ – ب) محرك تيار مستمر توالٍ دوران إلى اليسار



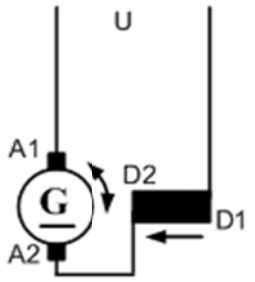
الشكل (٥- ٥) محرك توالٍ مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات



الشكل (٥- ٦) تشغيل محرك توالٍ مفتاح يدوي كمفتاح أجهزة

ب) التشغيل كمولد :

الشكل (٥- ٧) يبين تشغيل مولد التوالٍ.



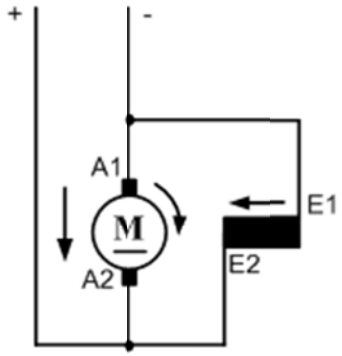
الشكل (٥- ٧) مولد تيار مستمر توالٍ

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

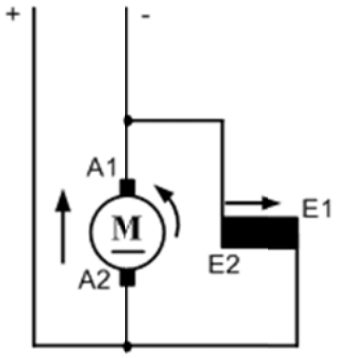
في آلات التيار المستمر الموصلة على التوازي تكون ملفات العضو الدوار وملفات التغذية موصلة على التوازي .

أ) التشغيل كمحرك:

إذا سرى التيار في ملفات التغذية من **E1** إلى **E2** يكون **A1** هو الطرف الموجب عند الدوران إلى اليمين وعند الدوران إلى اليسار يكون **A1** طرف التوصيل السالب. الشكل (٥- ٨) يبين تشغيل محرك التوازي.

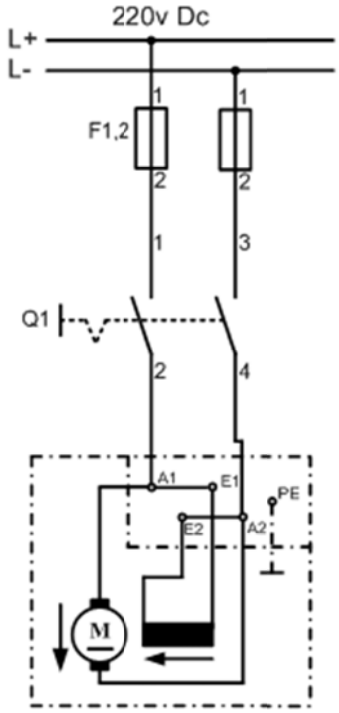


الشكل (٥- ٨- أ) محرك تيار مستمر توازٍ دوران إلى اليمين



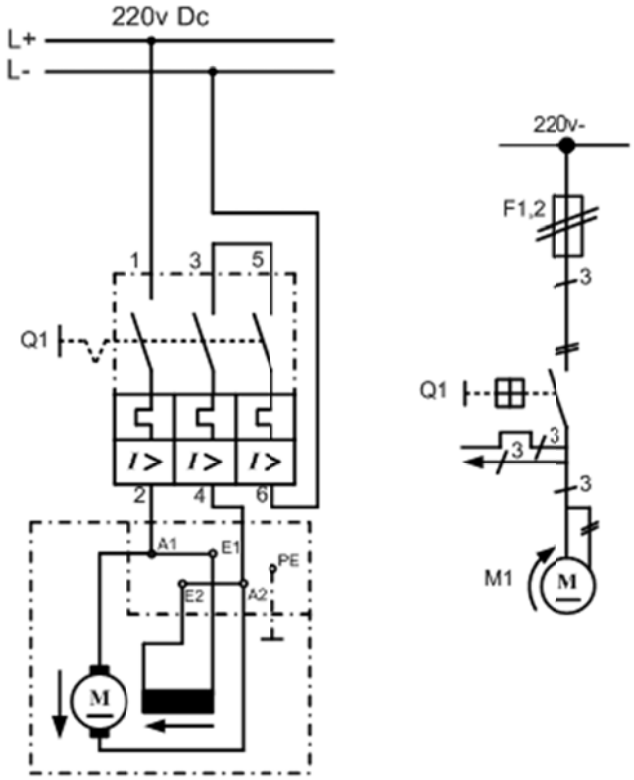
الشكل (٥- ٨- ب) محرك تيار مستمر توازٍ دوران إلى اليسار

و الشكل (٥- ٩) يبين تشغيل محرك التوازي مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات .



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

شكل (٥- ١٠) يبين تشغيل محرك التوازي مع مفتاح وقاية محرك.

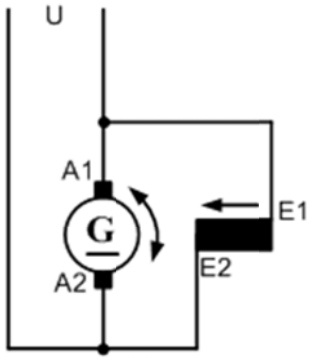


الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

الشكل (٥- ١٠) محرك تيار مستمر توازٍ مع مفتاح يدوي مع وقاية مغناطيسية

ب) التشغيل كمولد :

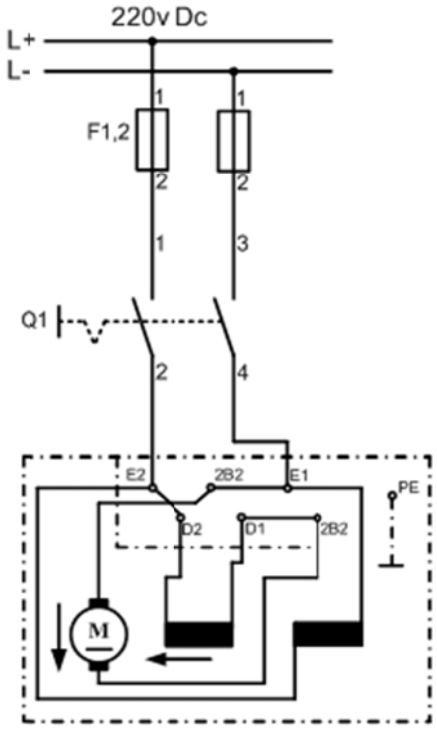
الشكل (٥- ١١) يوضح التشغيل كمولد.



الشكل (٤- ١١) مولد تيار مستمر

٥- ٢- ٤ مخطط التوصيل لآلات التيار المستمر المركب :

في آلات التيار المستمر المركبة يكون على كل قطب رئيس نوعان من لفائف المجال ملفات استثارة على التوازي موصلة مع دائرة عضو الإنتاج وملفات استثارة على التوالٍ موصلة مع دائرة عضو الإنتاج على التوالٍ. الشكل (٥- ١٢) يبين تشغيل محرك مركب مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات.

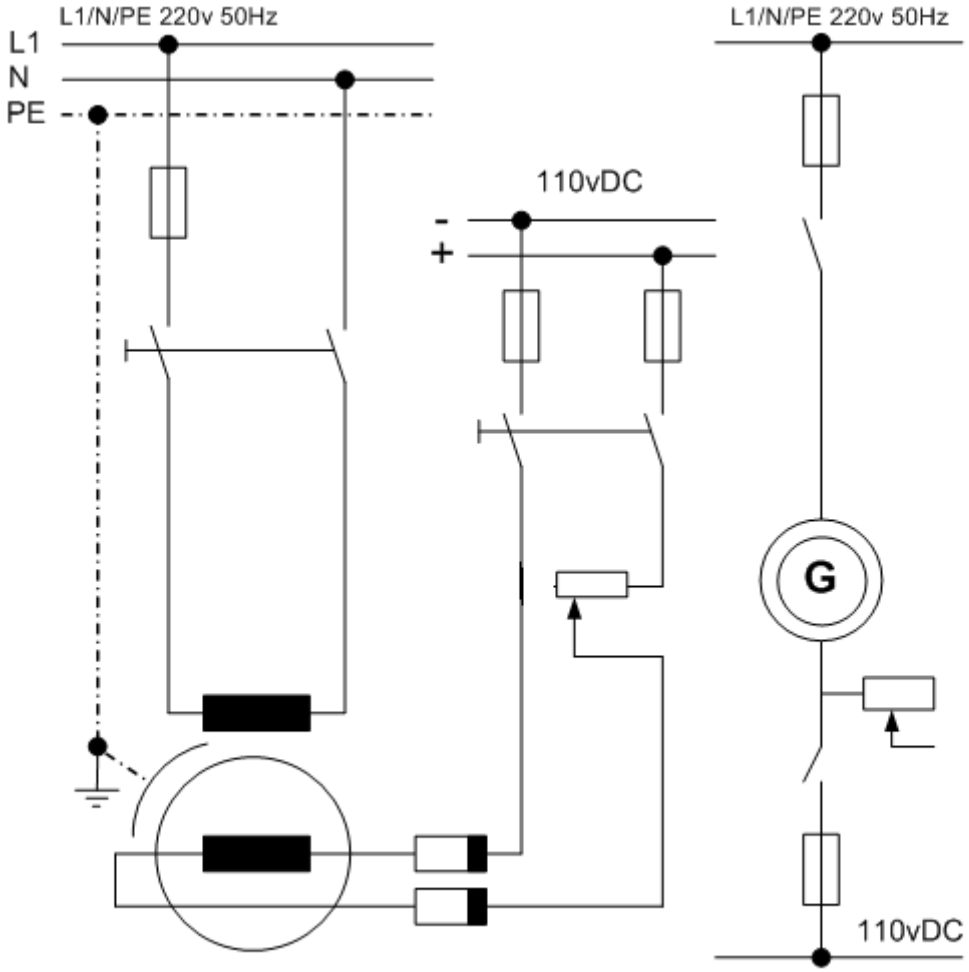


الشكل (٥- ١٢) لمحرك تيار مستمر مركب مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات

٥- ٣ آلات التيار المتردد:

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

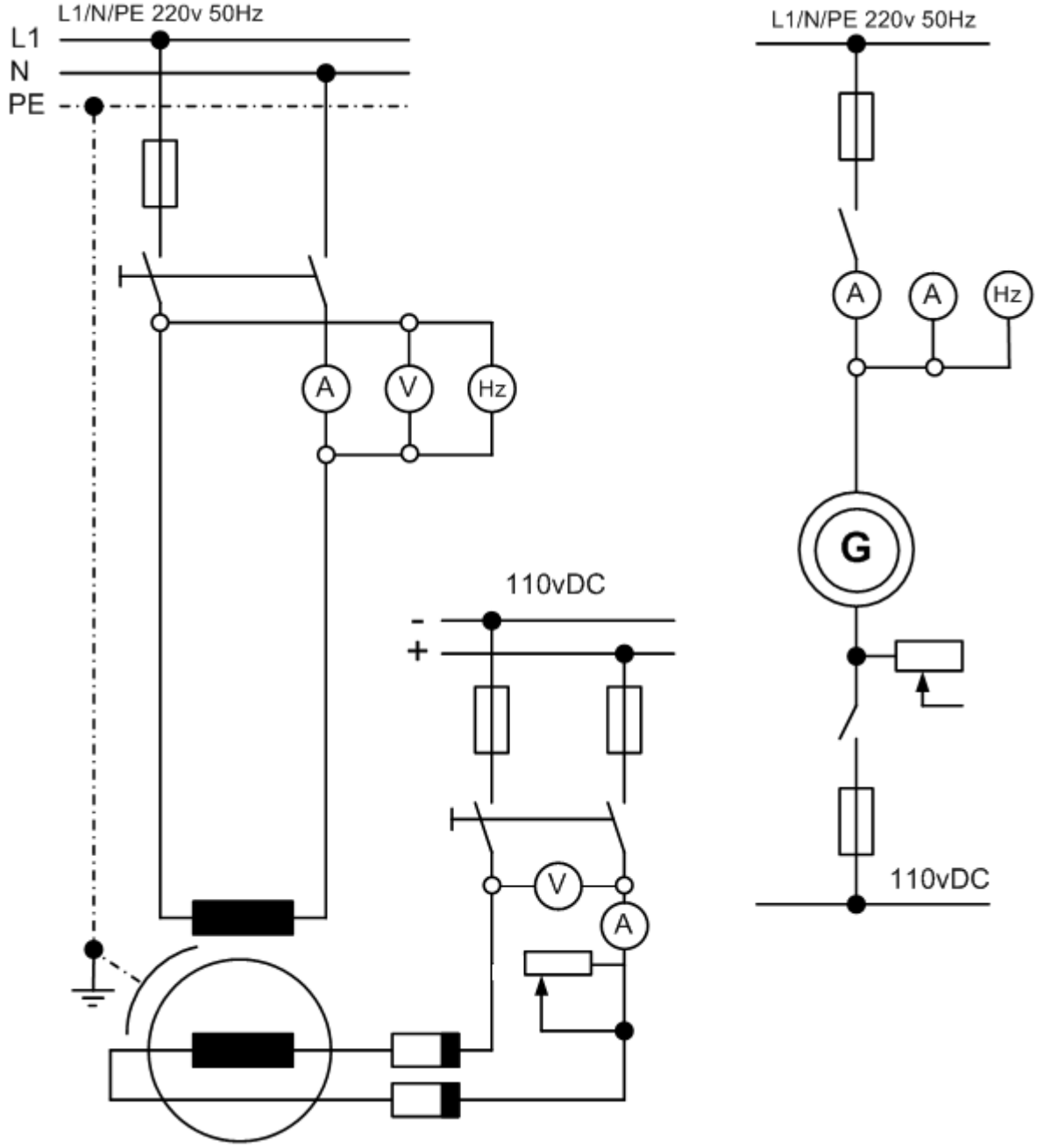
يتكون المولد التزامني من عضو ساكن وهو عضو استنتاج فقط والعضو الدوار وهو يمثل الأقطاب وهي إما بارزة وتركب في المولدات ذات السرعة المنخفضة وإما غاطسه وتركب في مولدات السرعة العالية. وتغذي ملفات أقطاب المولد بالتيار المستمر للحصول على مجال مغناطيسي ثابت في الأقطاب. مولد التيار المتغير ذو الوجه الواحد قدرته 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.



الدائرة التنفيذية الدائرة الخطية

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

الشكل (٥- ١٤) يوضح الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير وجه واحد ضغط منخفض موصلة بين أجهزة قياس.

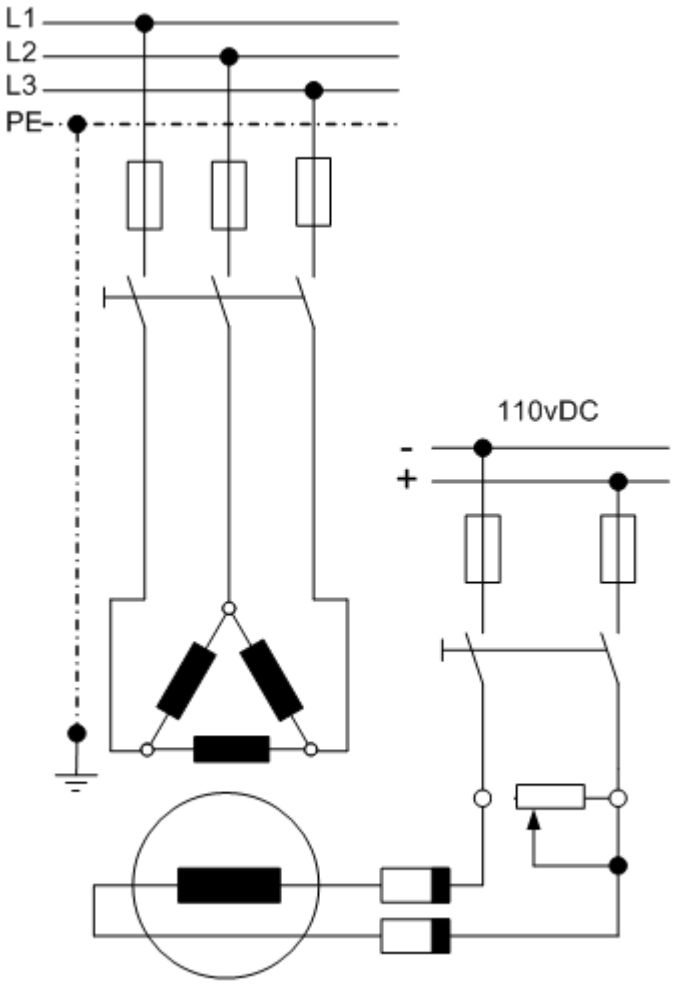


الدائرة التنفيذية الدائرة الخطية

شكل(٥- ١٤) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير وجه واحد موصلة مع أجهزة القياس

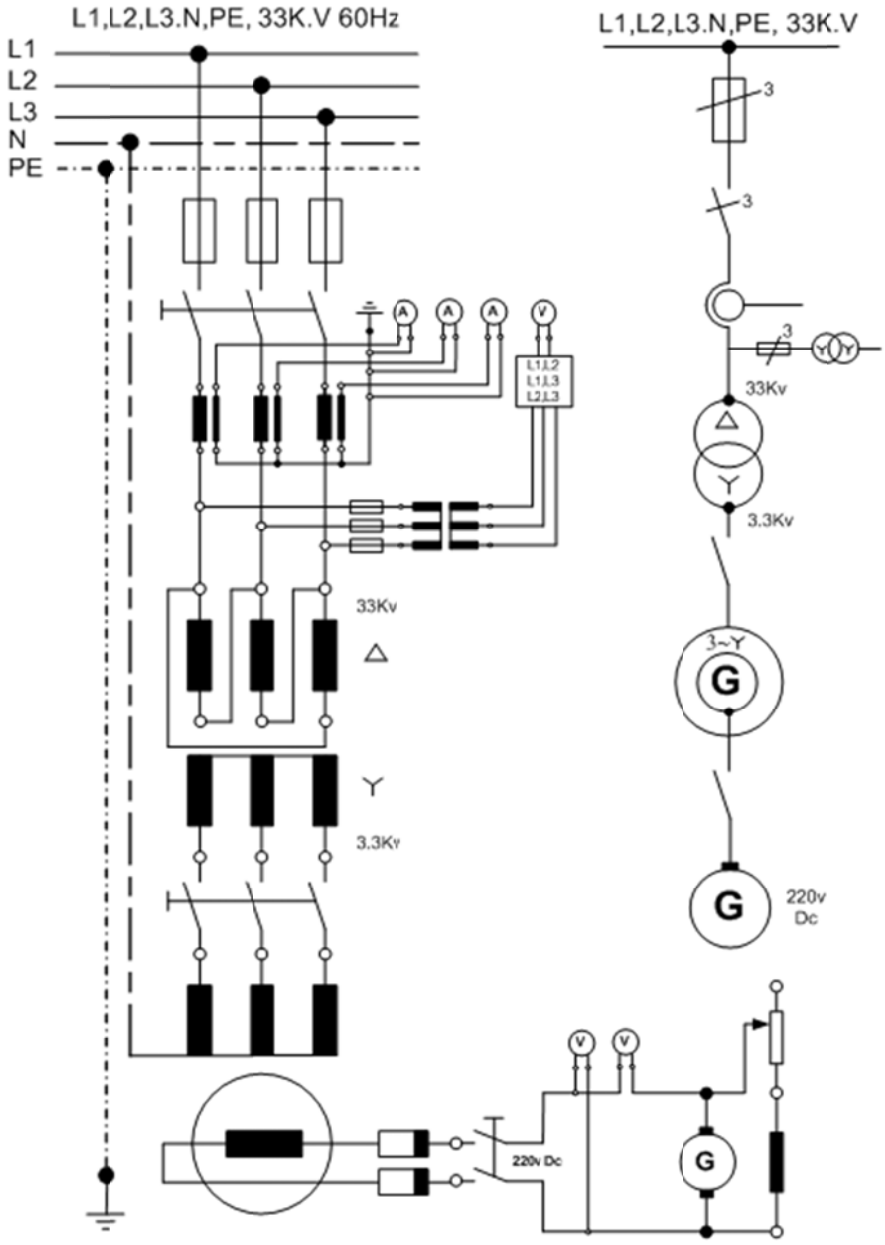
٥- ٣- ٢ الدائرة الكهربية المثلة للمولدات التزامنية ثلاثية الأوجه :

يتركب المولد التزامني ثلاثي الأوجه من هيكل خارجي وغطاءين جانبيين ، في المحيط الداخلي للهيكل رقائق حديدية مثبتة فيها فتحات المجاري التي تحمل ملفات عضو الاستنتاج حيث يكون ٣ أفرع ملفات منفصلة مرتبة بحيث تكون مزاحة 120° بالنسبة إلى بعضها البعض يمكن أن توصل نجمة أو مثلث. تردد الجهد المتردد يعتمد على عدد أزواج الأقطاب وسرعة دوران المولد. والشكل (٥- ١٥) يبين 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 الرئيس 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.



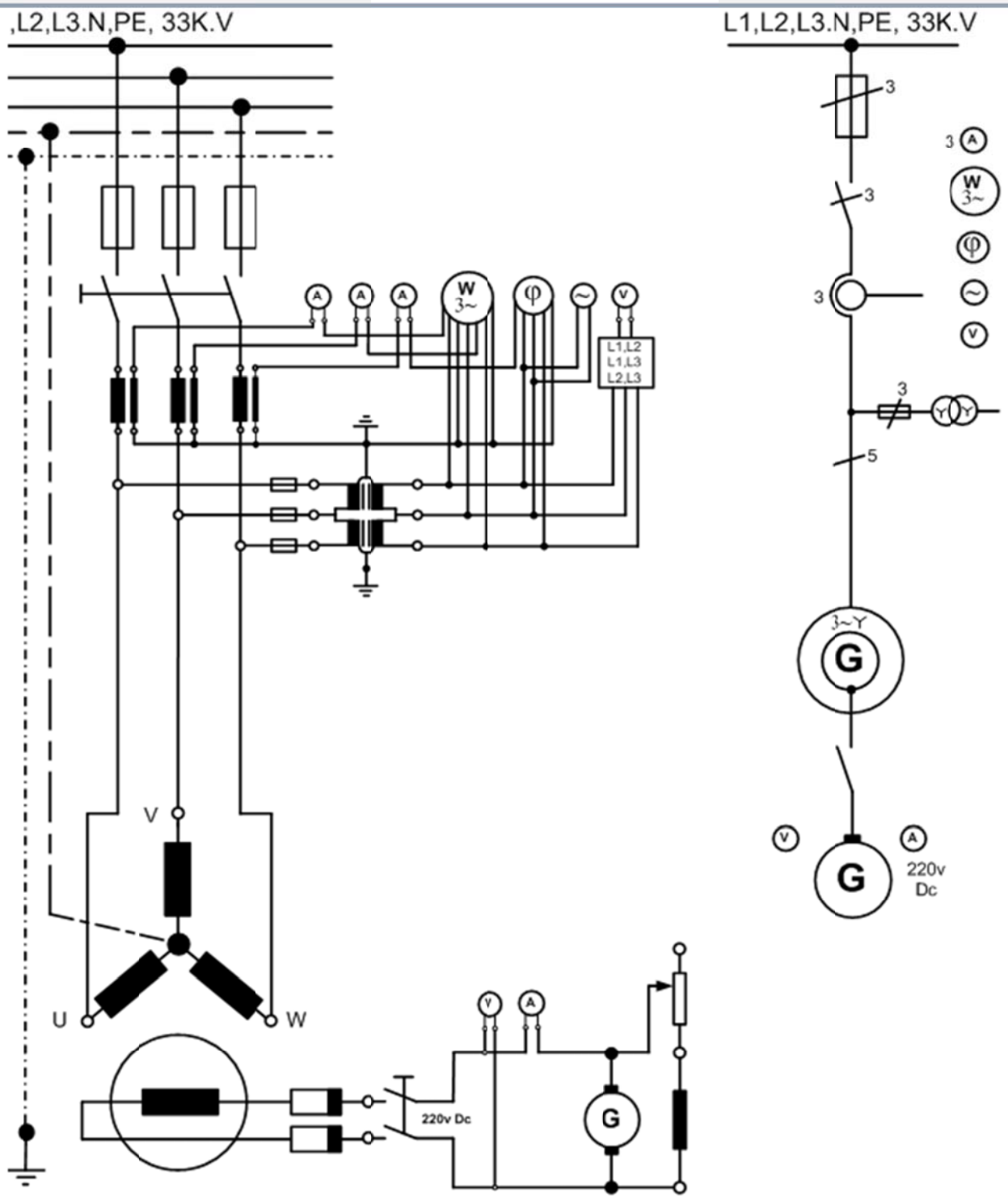
الشكل(٥- ١٥) الدائرة التنفيذية لتوصيل مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه

الشكل (٥- ١٦) يبين الدائرة الخطية والتنفيذية لتوصيل مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه العضو الساكن هو عضو الاستنتاج توصل ملفاته على شكل نجمة وجهد3.3kV تيار متغير وتغذى أقطابه عن طريق مغذٍ بالتيار المستمر بضغط 220 Vويرفع الجهد المتغير المتولد من المولد باستخدام محول قدرة رفع Δ/Y إلى 33 kV حيث يصل إلى القضبان العمومية المقننة لهذا الجهد علاوة على أجهزة قياس الجهد 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 وفولت ميتر.



الشكل(٥- ١٦) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه يرفع الجهد المتولد باستخدام محول مع أجهزة قياس الجهد والتيار

الشكل (٥- ١٧) يوضح الدائرة الخطية والتنفيذية لتوصيل مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه العضو الساكن هو عضو الاستنتاج توصل ملفاته على شكل نجمة وجهد 33 kV تيار متغير وتغذى أقطابه عن طريق قضبان توزيع للتيار المستمر خلال حلقات انزلاق وفرش . ويتم تنظيم ضغط المولد بتوصيل مقاومة متغيرة توالٍ مع ملفات التنبيه لمغذي الأقطاب. علاوة على أجهزة القياس اللازمة ومحولات القياس الموصلة بها لخفض الجهد والتيار لتشغيل هذه الأجهزة .



الدائرة التنفيذية الدائرة الخطية

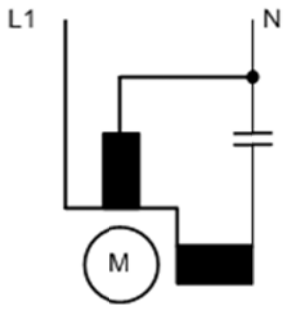
الشكل(٥- ١٧) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه مزود بوقاية حرارية ضد زيادة التيار مع أجهزة القياس المختلفة

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

في المحرك الحثي أحادي الوجه تتكون ملفات العضو الثابت من فرعين الفرع الرئيس (ملفات التشغيل) والفرع المساعد (الملفات المساعدة) وعند لف الآلة نحصل على أفضل الظروف عندما توضع ملفات التشغيل في ثلثي مجارى العضو الدوار الساكن والملفات المساعدة في ثلث هذه المجاري . والعضو الدوار هو من النوع المقصر الدائرة. في المحرك ذي الملفات المساعدة تعتمد خصائص بدء الحركة والتشغيل على توصيل مكثف في الدائرة المساعدة لبعض أنواع المحركات.

المحرك الأحادي الوجه مع مكثف التشغيل المستمر:

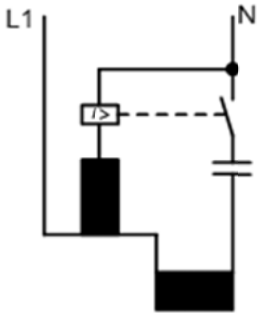
يمتاز بمعامل قدرة جيد الشكل (٥- ١٨ - أ).



الشكل (٥- ١٨ - أ) المحرك الأحادي الوجه مع مكثف التشغيل المستمر

المحرك الأحادي الوجه مع مكثف بدء التشغيل:

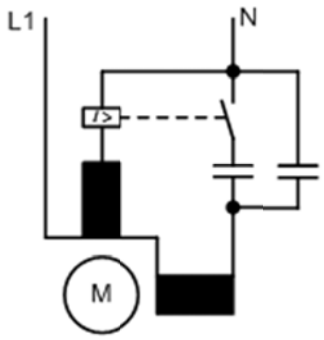
يوصل المرحل الدائرة المساعدة عندما يكون تيار البدء عالياً فقط ويمتاز بعزم دوران بدئي جيد الشكل (٥- ١٨- ب).



الشكل (٥- ١٨- ب) محرك أحادي الوجه مع مكثف بدء

المحرك الأحادي الوجه ذو مكثف البدء ومكثف التشغيل:

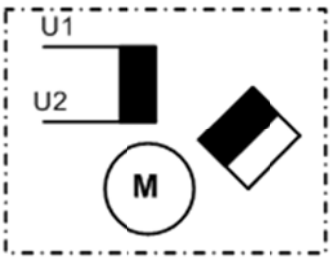
يمتاز بمعامل قدرة جيد عند عزم دوران بدئي عالٍ الشكل (٥- ١٨- ج).



الشكل (٥- ١٨- ج)محرك أحادي الوجه مع مكثف البدء ومكثف التشغيل المستمر

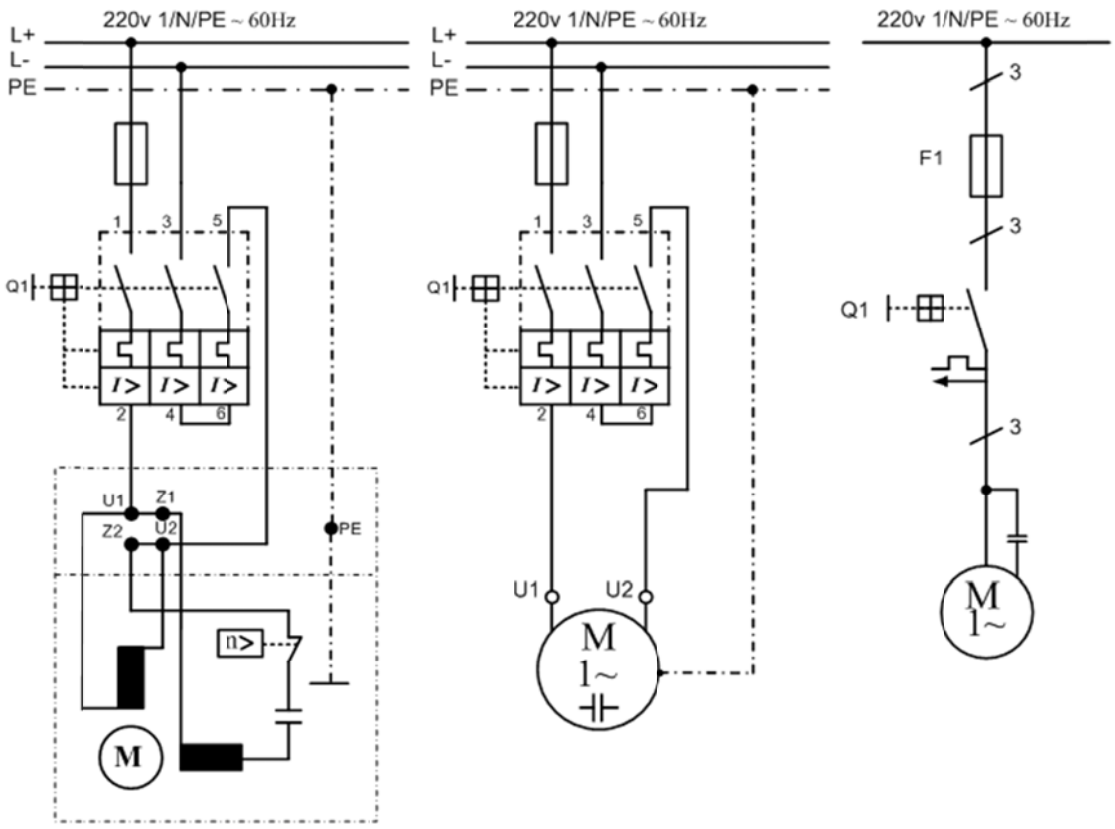
محرك أحادي الوجه ذو القطب المظلل :

في المحرك ذي القطب المظلل "المشطور" ألواح العضو الساكن لها أقطاب بارزة وقد أزيل جزء من القطب لتكوين مجرى توضع فيه حلقة نحاسية لتقصير الدائرة الشكل (٥- ١٨ - د).



الشكل (٥- ١٨ -د) المحرك الأحادي الوجه ذو القطب/لمشطور

الشكل(٥- ١٩) يبين مخطط دائرة محرك تيار متغير أحادي الوجه مع مفتاح يدوي لوقاية المحرك ومخطط لمسار التيار.



الدائرة التنفيذية الدائرة الخطية

شكل (٥- ١٩) محرك التيار المتردد أحادي الوجه مع مفتاح يدوي لوقاية المحرك

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

تنقسم المحركات الحثية من حيث التركيب إلى نوعين النوع الأول ذو القفص السنجابي والنوع الثاني ذو العضو الدائر الملفوف حلقات الانزلاق.

يتكون العضو الدوار ذو القفص السنجابي من أسطوانة مصنوعة من شرائح من الصلب السليكوني فيها قضبان من الألمنيوم ويتم توصيل نهايات القضبان مع بعضها البعض من الناحيتين بواسطة حلقتين.

أما النوع الثاني ذو العضو الدائر الملفوف "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 حلقات الانزلاق وفرش كربونية ومقاومة متغيرة ثلاثية الأوجه على

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

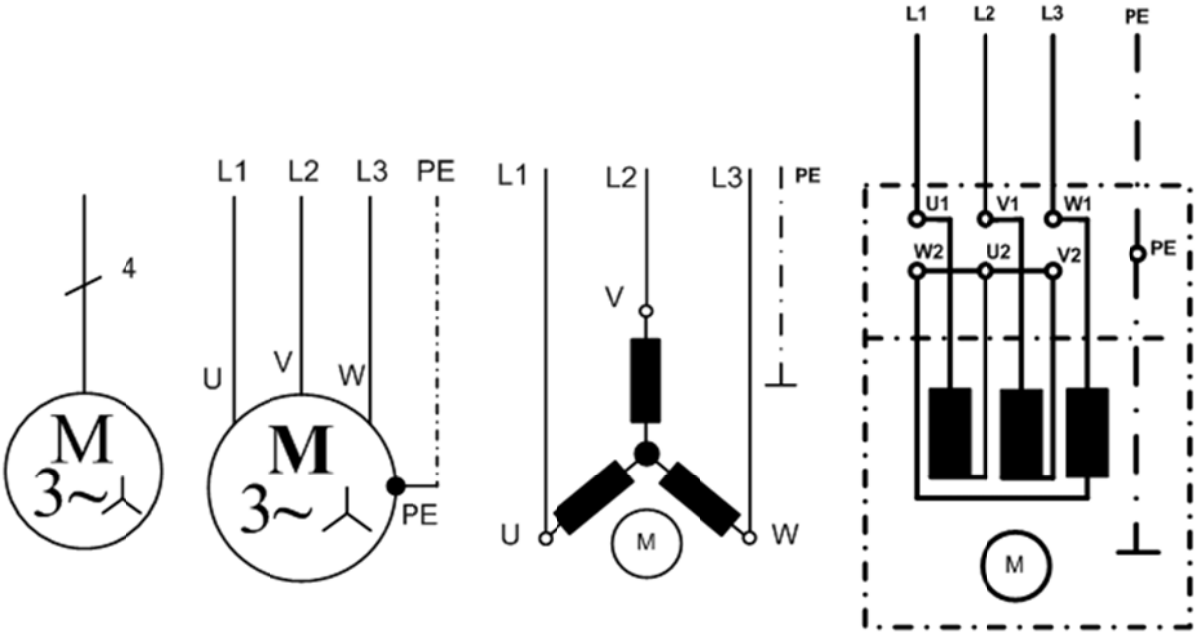
أ - توصيلة النجمة:

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

جهد الخط= $\sqrt{3}$ جهد الوجه

أما تيار الخط فيساوي تيار الوجه.

الشكل (٥- ٢٠) يبين توصيلة العضو الساكن توصيلة نجمة.



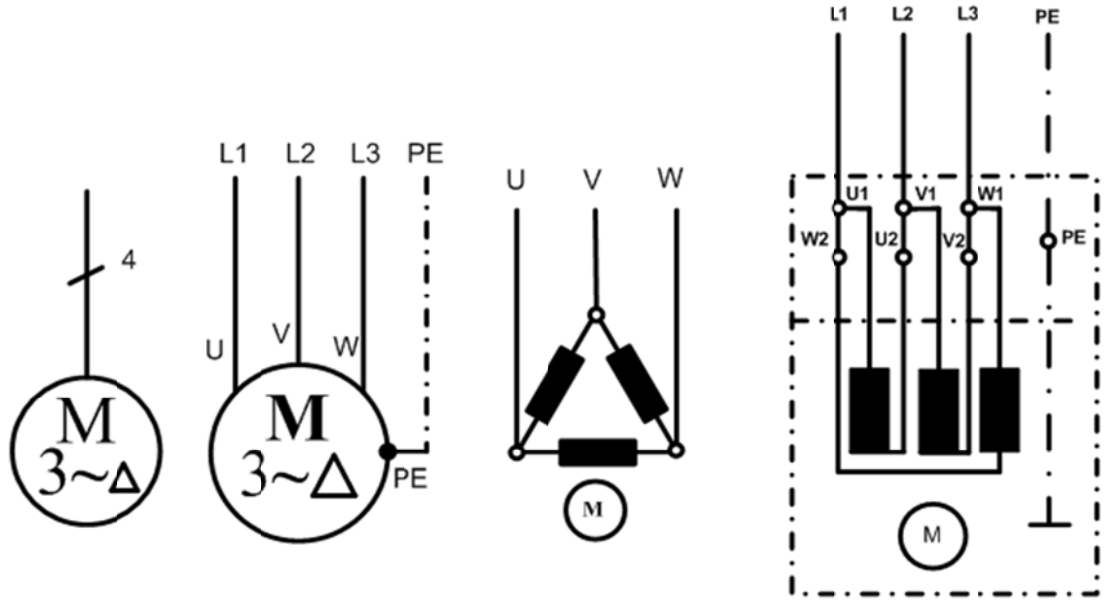
الشكل(٥- ٢٠) توصيلة العضو الساكن توصيلة نجمة للمحرك ثلاثي الأوجه

ب- توصيلة المثلث:

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

تيار الخط= $\sqrt{3}$ تيار الوجه

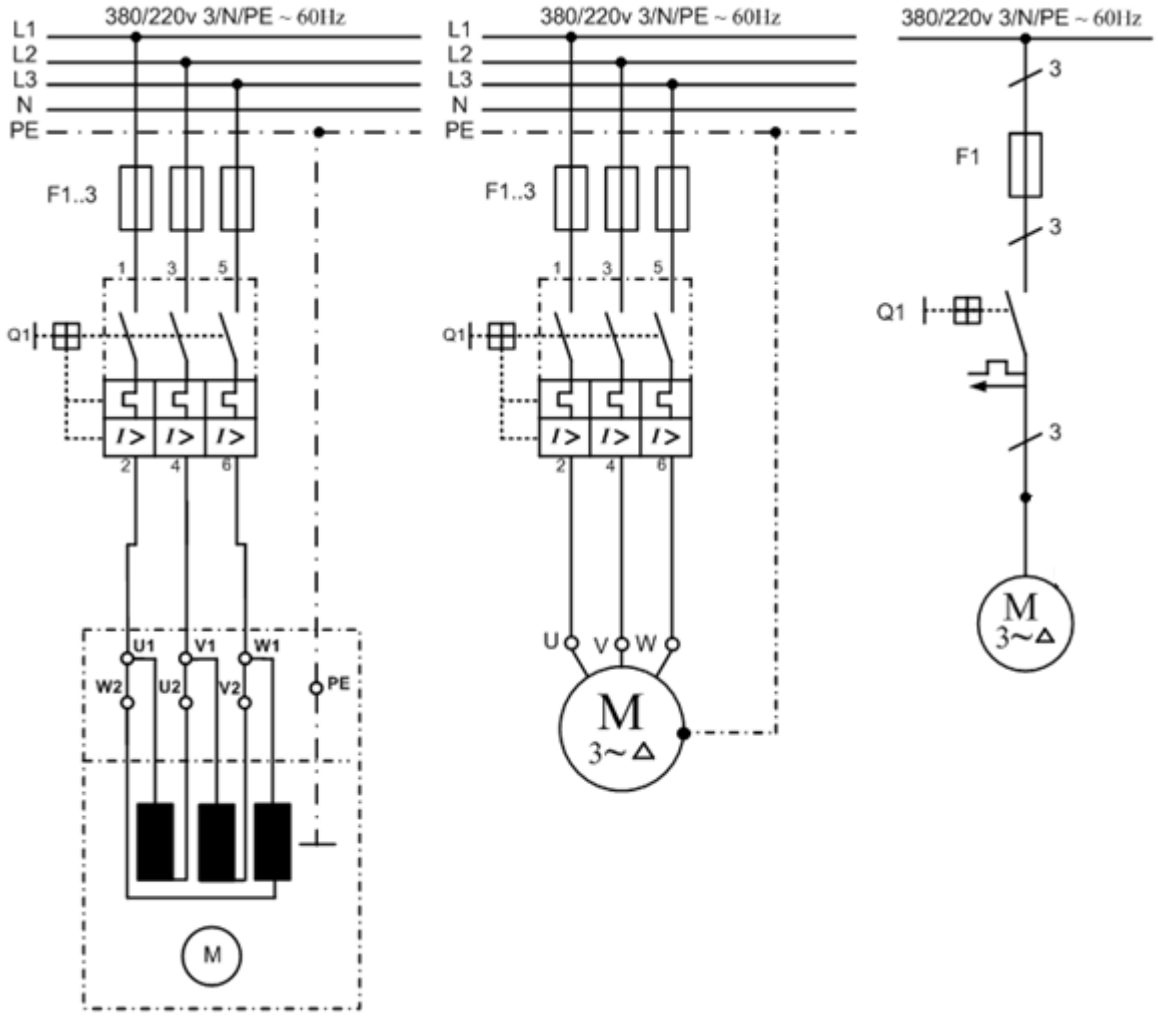
الشكل (٥- ٢١) يبين توصيلة العضو الساكن توصيلة المثلث.



الدائرة الرمزية الدائرة التنفيذية

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

الشكل (٥- ٢٢) يبين محركاً حثياً ثلاثي الأوجه مع مفتاح لوقاية المحرك مع الجمع بين مخطط مسار التيار ومخطط التوصيلات.

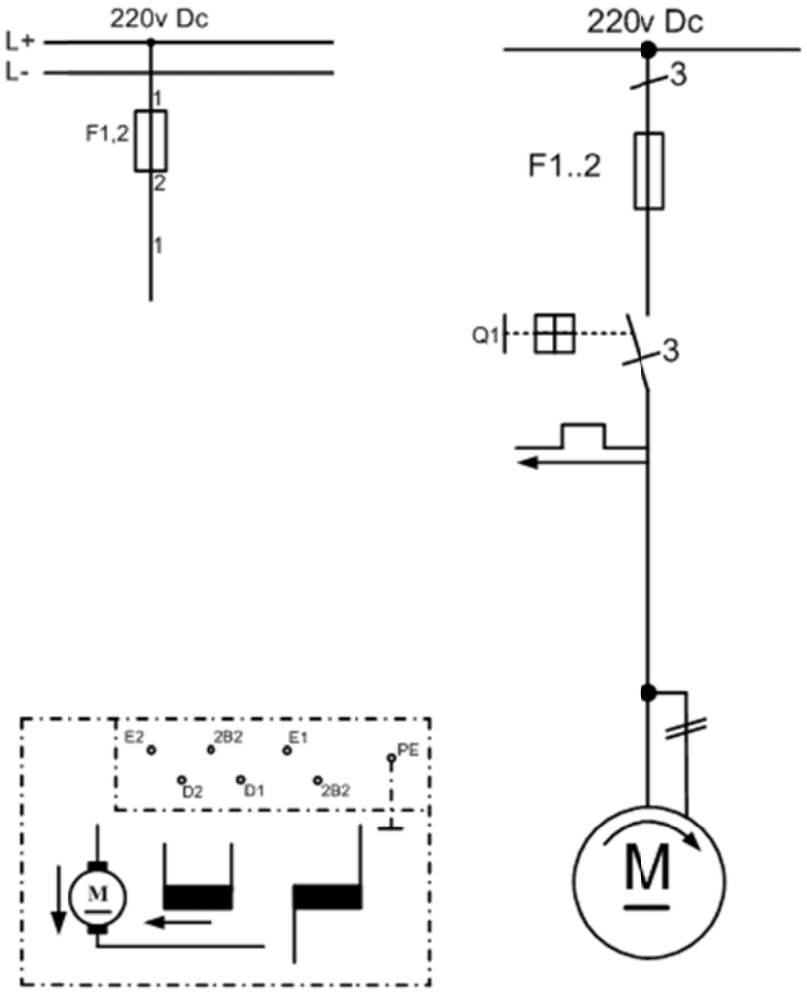


الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

الشكل (٥- ٢٢) المحرك الحثي ثلاثي الأوجه مع مفتاح لوقاية المحرك كمفتاح أجهزة

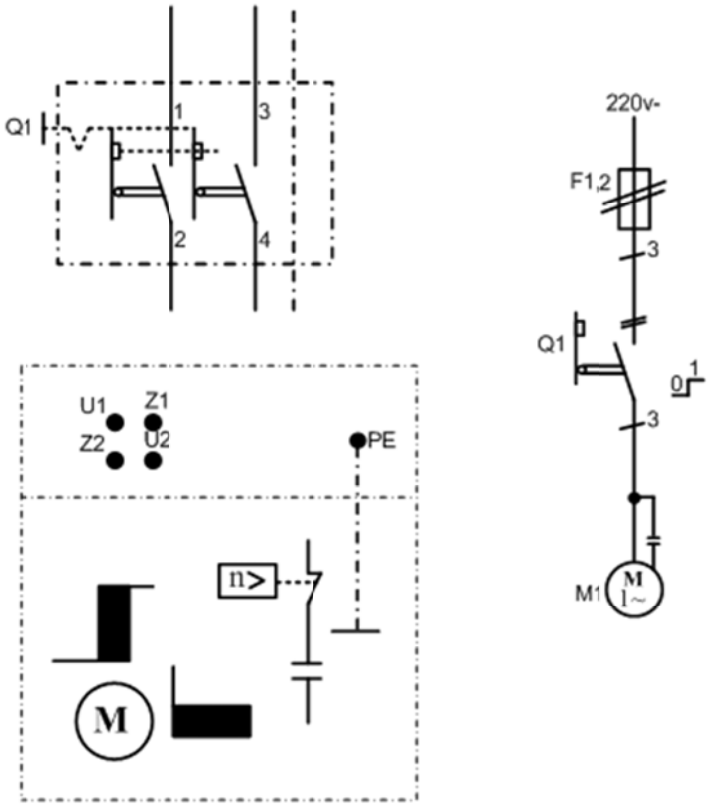
٥- ٤ تمارين :

(١) في شكل (٥- ٢٣) المحرك ذو الاستثارة " أقطاب "المزدوجة فيه ملفات استثارة " أقطاب " على التوازي وملفات استثارة " أقطاب "على التوالي ، ارسم المخطط الأساسي المعطي رسماً يجمع بين مسار التيار ومخطط التوصيل.



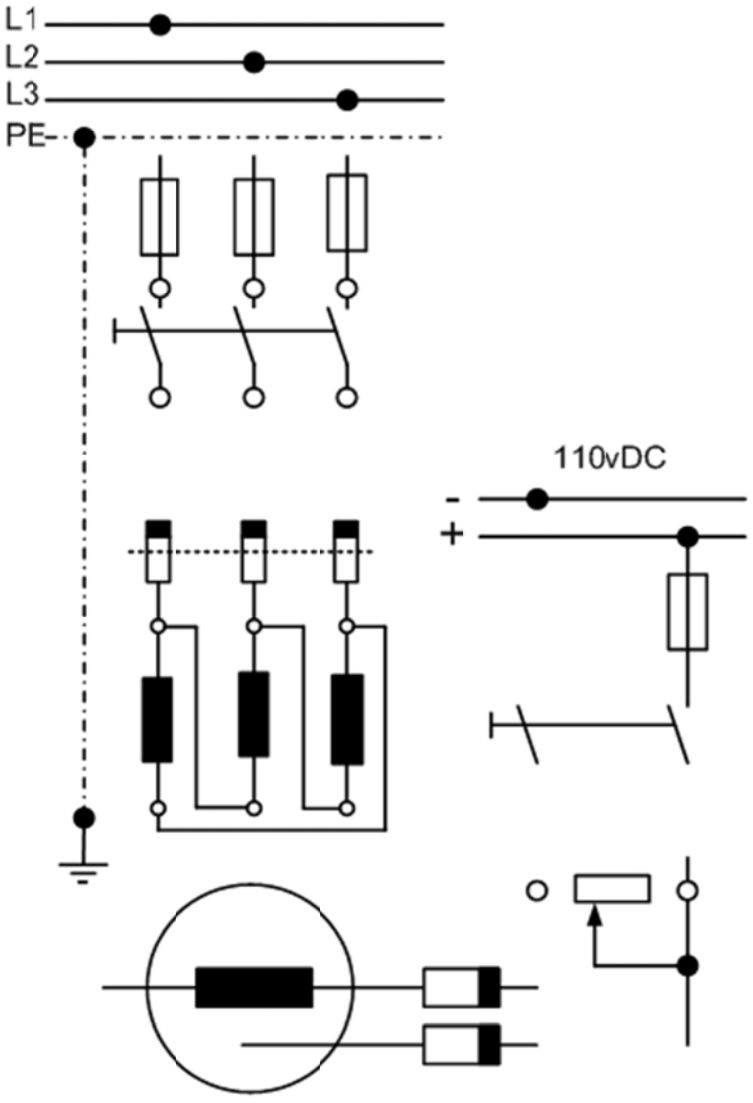
الشكل (٥- ٢٣) محرك تيار مستمر مركب

(٢)في شكل (٥- ٢٤) ارسم تمثيلاً متعدد الأقطاب للمخططات الأساسية المعطاة (في الرسم الأول ، الجزء المميز بشكل خاص فقط).



الشكل (٥- ٢٤) آلات تيار متردد أحادي الوجه بمكثف ومفتاح طرد مركزي

(٣)شكل (٥- ٢٥) يوضح الرسم التنفيذي لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه موصل دلتا صغير القدرة ذا 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.



الشكل (٥- ٢٥) مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه

شكل (٥- ٢٦) يوضح الدائرة الخطية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه 380 V وهذا المولد يتصل بالقضبان العمومية بقاطع أوتوماتيكي ذي أزرار ضاغطة للتشغيل والإيقاف ومزود بوقاية حرارية ضد زيادة التيار ووقاية مغناطيسية ضد نقص الجهد و تغذى أقطابه بالتيار المستمر من مغذٍ مركب على محور الدوران. المطلوب رسم الدائرة التنفيذية مع بيان أجهزة القياس اللازمة لتشغيل المولد في كل من دائرتي تيار المولد.

الشكل (٥- ٢٦) مولد تيار متغير ثلاثي الأوجه

الوحدة السادسة

مخططات دوائر البدء والتحكم في سرعة المحركات الكهربائية

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

الأهداف التفصيلية:

١- أن يتمكن المتدرب من رسم دوائر بدء الحركة للمحركات الكهربائية .

٢- أن يتمكن المتدرب من رسم دوائر التحكم في سرعة المحركات الكهربائية.

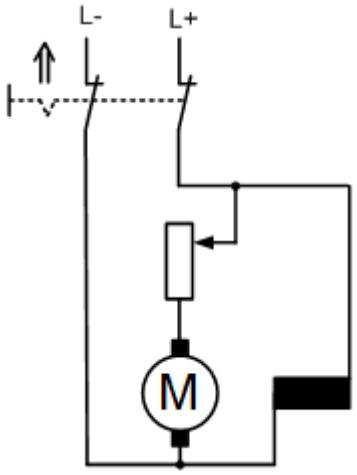
الوحدة السادسة : مخططات دوائر البدء والتحكم في سرعة المحركات الكهربائية

٦- ١ مقدمه :

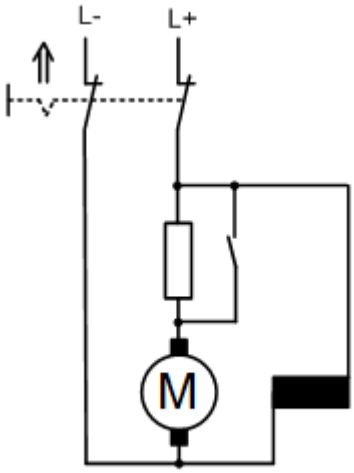
تغيير سرعة الدوران أو التحكم فيها يمكن أن يتم في جميع الآلات الكهربائية بطرق ميكانيكية أو كهربائية. يتم تغيير سرعة الدوران بطريقة ميكانيكية بتركيب مجموعة مسننات في المحرك تكون غير قابلة للضبط أو قابلة للضبط بشكل تدريجي. الشروط المطلوبة من المحرك عند ضبط سرعة الدوران بالطرق الكهربائية تتعلق بمجال سرعة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

٦-٢ دوائر بدء الحركة والتحكم في سرعة محركات التيار المستمر :

في محركات التيار المستمر تكون مقاومة ملفات عضو الاستنتاج صغيرة جداً وبالتالي فإن تياراً زائداً من المحتمل أن يمر ويمكن أن تحترق الملفات ولمنع تلك المشكلة فإنه توصل مقاومة على التوالٍ مع ملفات عضو الاستنتاج 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 كما في الشكل (٦- ١- أ) أو تكون مقاومة ثابتة كما في الشكل (٦- ١- ب).

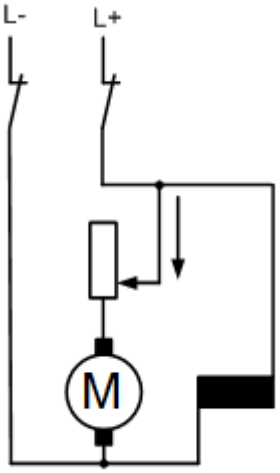


الشكل (٦- ١- أ) بدء تشغيل محركات التيار المستمر عن طريق مقاومة متغيرة

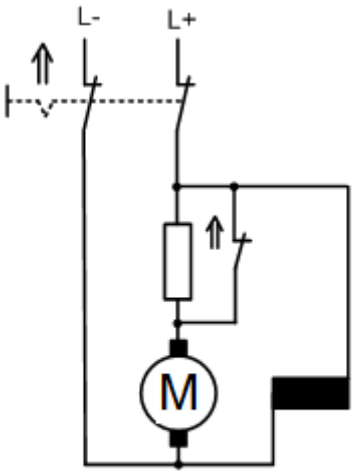


الشكل (٦- ١- ب) بدء تشغيل محركات التيار المستمر عن طريق مقاومة ثابتة

وأثناء زيادة سرعة الدوران تقلل المقاومة المتغيرة بعد زيادة سرعة الدوران تقصر مقاومة بدء التشغيل كما في الشكل(٦- ٢- أ و ب).



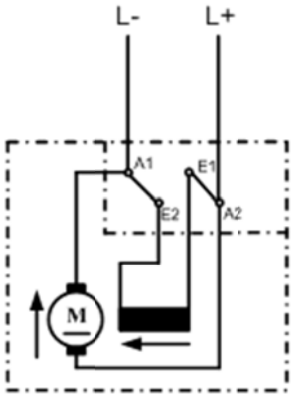
الشكل (٦- ٢- أ) تغيير المقاومة وعلاقته بسرعة الدوران



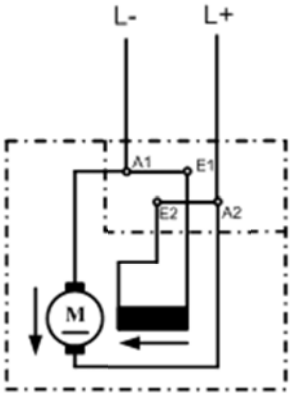
الشكل (٦- ٢- ب) تغيير المقاومة وعلاقته بسرعة الدوران

يمكن تغيير سرعة دوران المحرك الموصل مباشرة بالحمل. ولتغيير سرعة دوران المحرك فإنه من الضروري تغيير الفيض المغناطيسي أو مقاومة التوالي مع العضو الدائر أو جهد عضو الإنتاج. ففي طريقة التحكم عن طريق الفيض المغناطيسي يمكن تغيير الفيض بضبط منظم المجال وفى محرك التوالٍ يتم التحكم في السرعة بتغيير قيمة مقاومة المجال. وفى طريقة التحكم بالمقاومة فإن التحكم في السرعة يتم بتوصيل مقاومة على التوالي مع دائرة عضو الاستنتاج وتستخدم أساساً للتحكم في محرك التوالٍ. وفى طريقة التحكم في الجهد فإن التحكم في السرعة يتم بتغيير الجهد المطبق على ملف عضو الاستنتاج وتوجد طرق أخرى مثل نظام "وارد ليونارد" المستخدم أساساً في المحركات ذات الاستثارة المنفصلة وكذلك طرق التحكم توالي/توازي المستخدمة في محركات التوالي.

إذا بدلت أطراف التوصيل الخارجية لمحرك تيار مستمر فإنه يظل يدور في نفس الاتجاه السابق كما في الشكل (٦- ٣). يمكن عكس اتجاه الدوران فقط عن طريق تغيير قطبية عضو الإنتاج الشكل (٦- ٤).

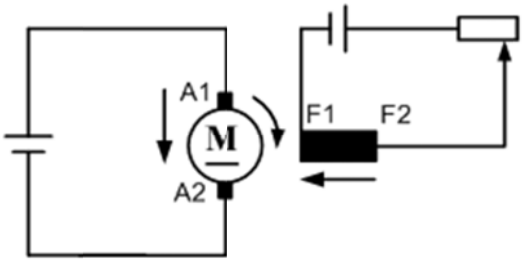


الشكل (٦- ٣) تبديل الأطراف الخارجية لمحرك تيار مستمر



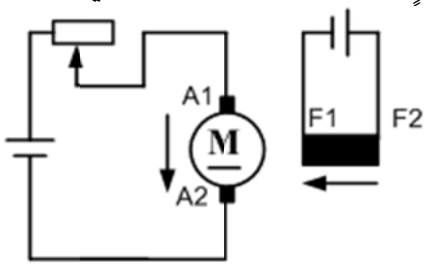
الشكل (٦- ٤) عكس اتجاه دوران محرك تيار مستمر عن طريق تغيير قطبية عضو الإنتاج

الشكل (٦- ٥) يوضح زيادة سرعة الدوران عن طريق إضعاف المجال للتحكم في سرعات هي أكبر من سرعة الدوران الاسمية.



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

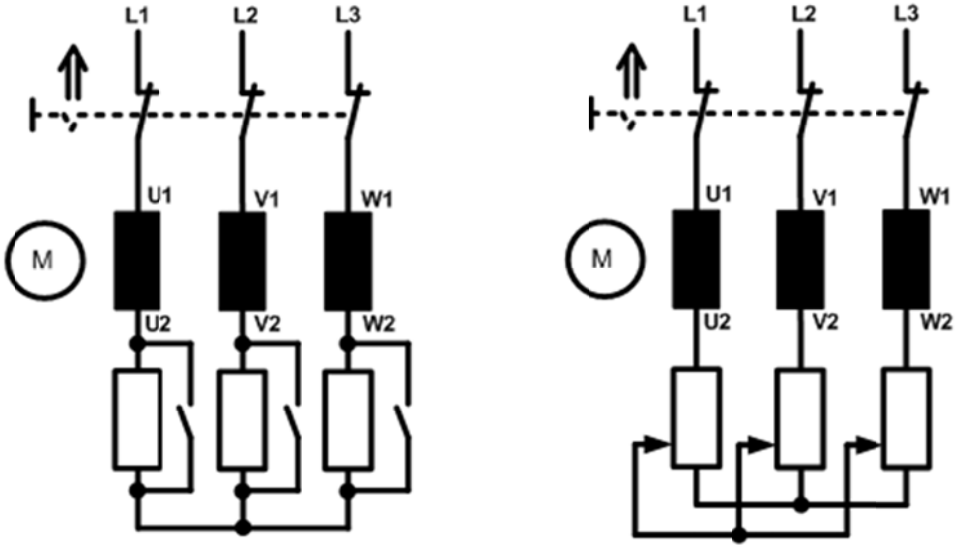
الشكل (٦- ٦) يوضح التحكم في سرعة محرك تيار مستمر عن طريق تقليل جهد عضو الإنتاج بتوصيل مقاومات على التوالٍ للتحكم في سرعات هي أقل من سرعة الدوران الاسمية.



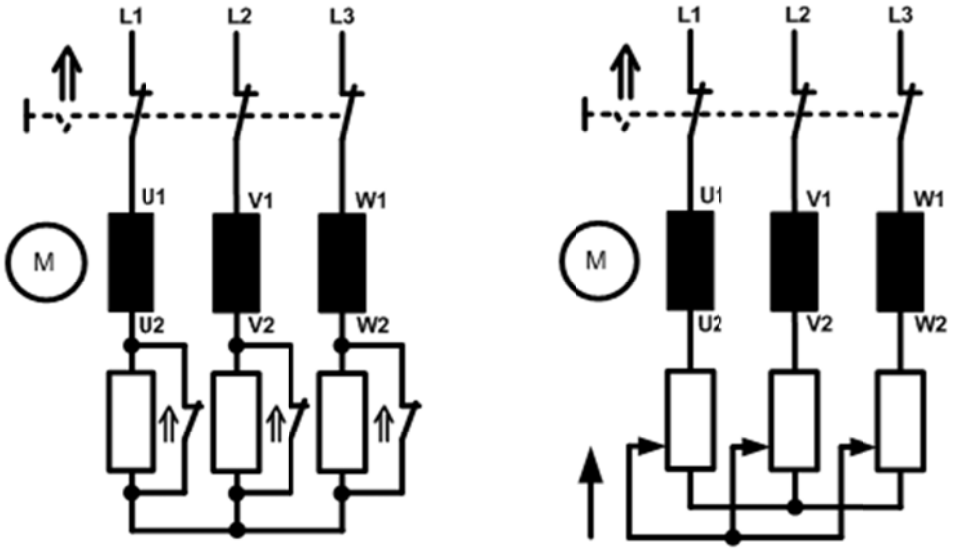
الشكل (٦- ٦) التحكم في سرعة محرك تيار مستمر عن طريق تقليل جهد عضو الإنتاج

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، 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 ملفات وجه مقاومة على التوالي كما في الشكل (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 الشكل (٦- ٨).

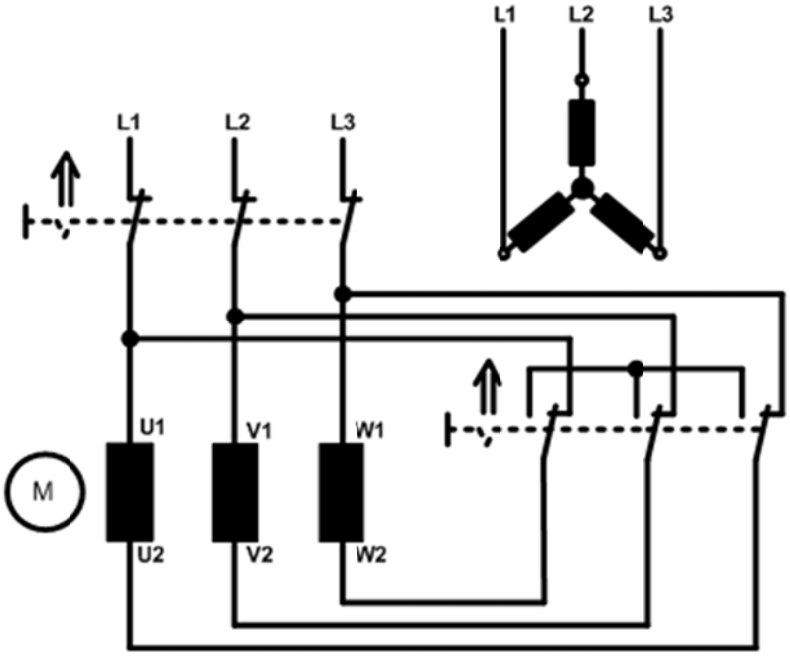


الشكل (٦- ٧) بدء تشغيل المحركات الحثية ثلاثية الأوجه ببادئ تشغيل للعضو الساكن

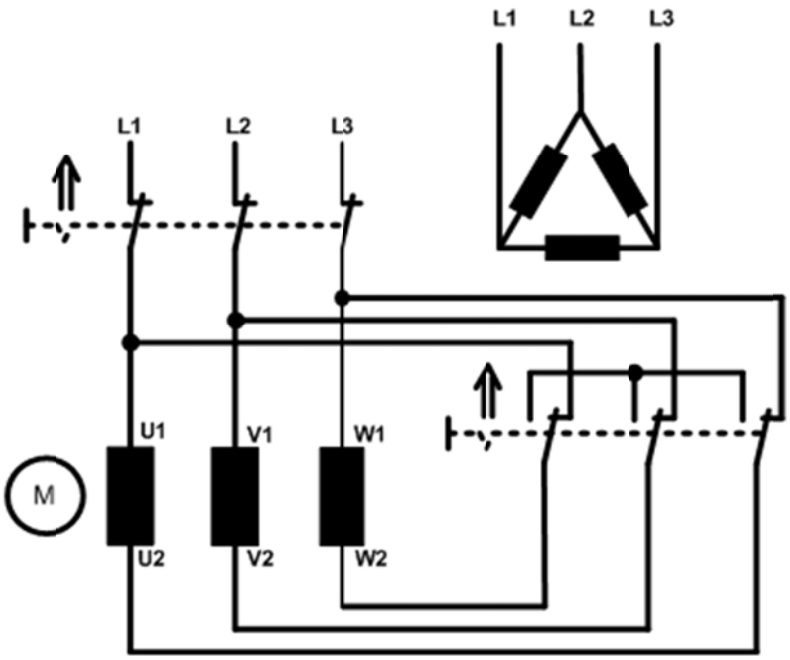


الشكل (٦- ٨) تغيير المقاومة وعلاقته بسرعة الدوران

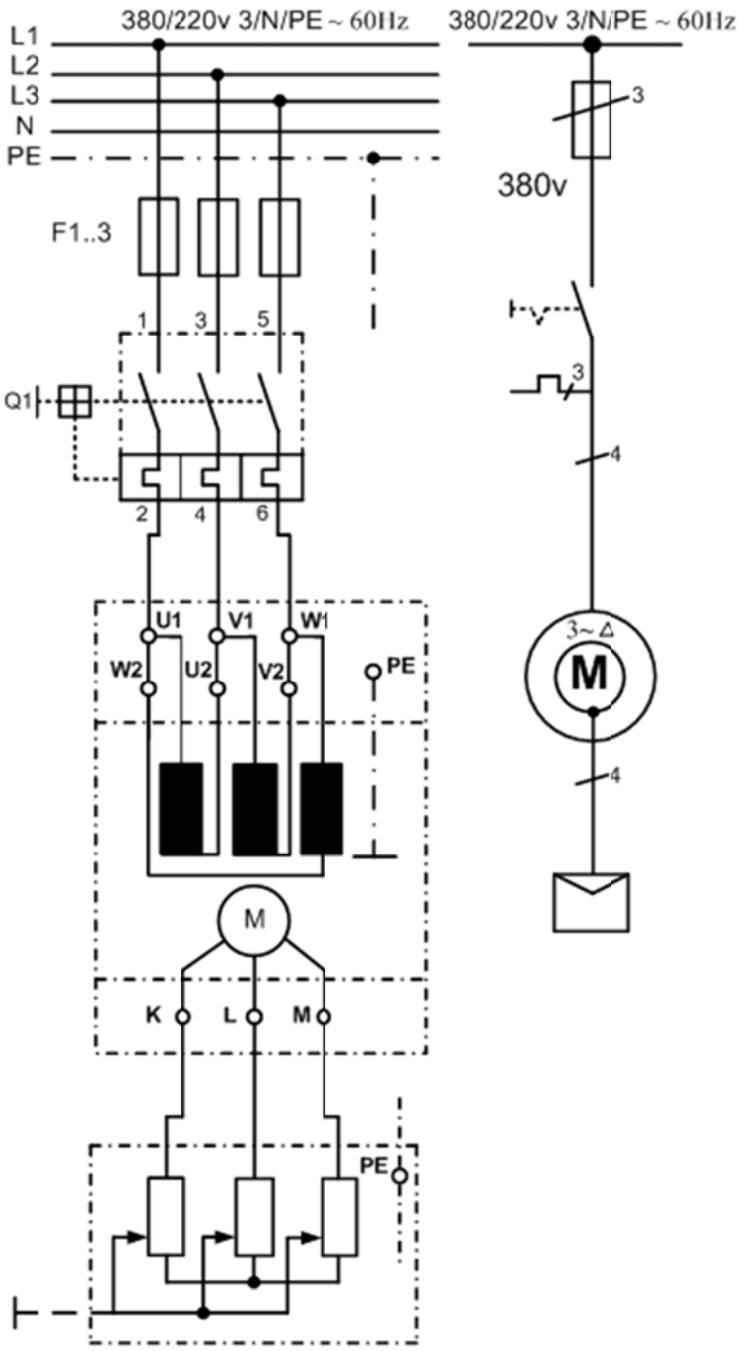
يمكن أيضا بدء التشغيل بتوصيل نجمي- مثلثي وتستخدم هذه الطريقة إذا كانت توصيلة المحرك عندما يعمل عند حالة الأداء المستقر هي توصيلة المثلث أثناء بدء الحركة حيث تكون التوصيلة نجمة وتستمر حتى تزيد سرعة المحرك وينخفض التيار إلى قيمة مناسبة عندها يوصل المحرك على شكل مثلث كما في الشكل (٦- ٩ – أ و ب).



الشكل (٦- ٩- أ) بدء تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه بتوصيل نجمي عن طريق مفتاح



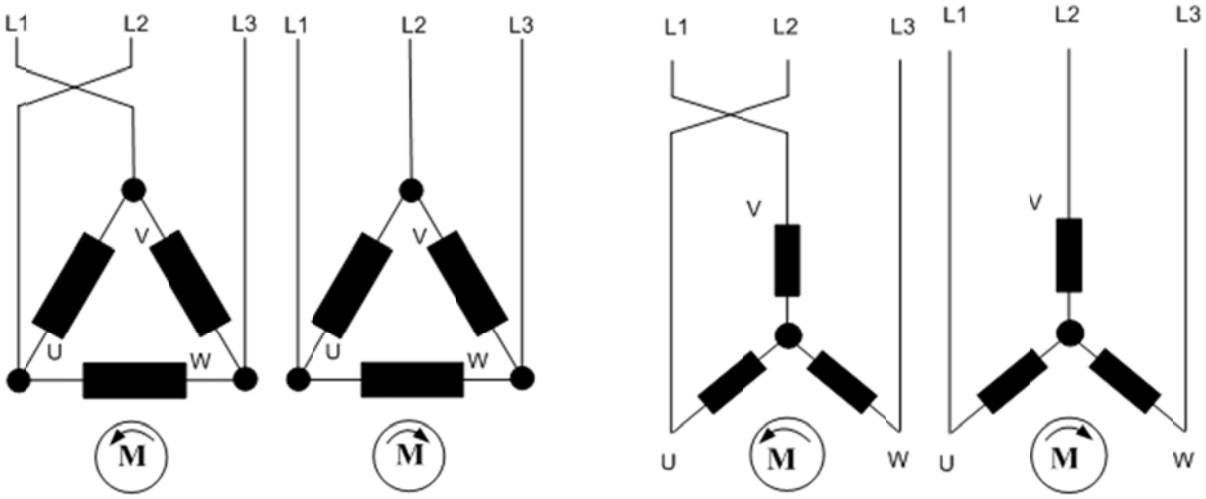
الشكل (٦- ٩- ب) بدء تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه بتوصيل مثلثي عن طريق مفتاح يمكن التحكم في بدء المحركات ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار الملفوف ذي حلقات الانزلاق بإضافة مقاومة على ملفات العضو الدوار عند بدء الدوران. فتصبح شدة تيار بدء الدوران أصغر وعزم دوران البدء يصبح أكبر كما في الشكل (٦- ١٠).



الدائرة الرمزية الدائرة التنفيذية

الشكل (٦- ١٠) الدائرة الرمزية و التنفيذية لبدء تشغيل المحركات ثلاثية الأوجه ذات العضو الدوار الملفوف ذي حلقات الانزلاق

يمكن عكس اتجاه الدوران في حالة المحركات الثلاثية الأوجه بتبديل طرفي أي موصلين خارجين في المحرك الشكل (٦- ١١).



الشكل (٦- ١١) عكس اتجاه الدوران في المحركات ثلاثية الأوجه

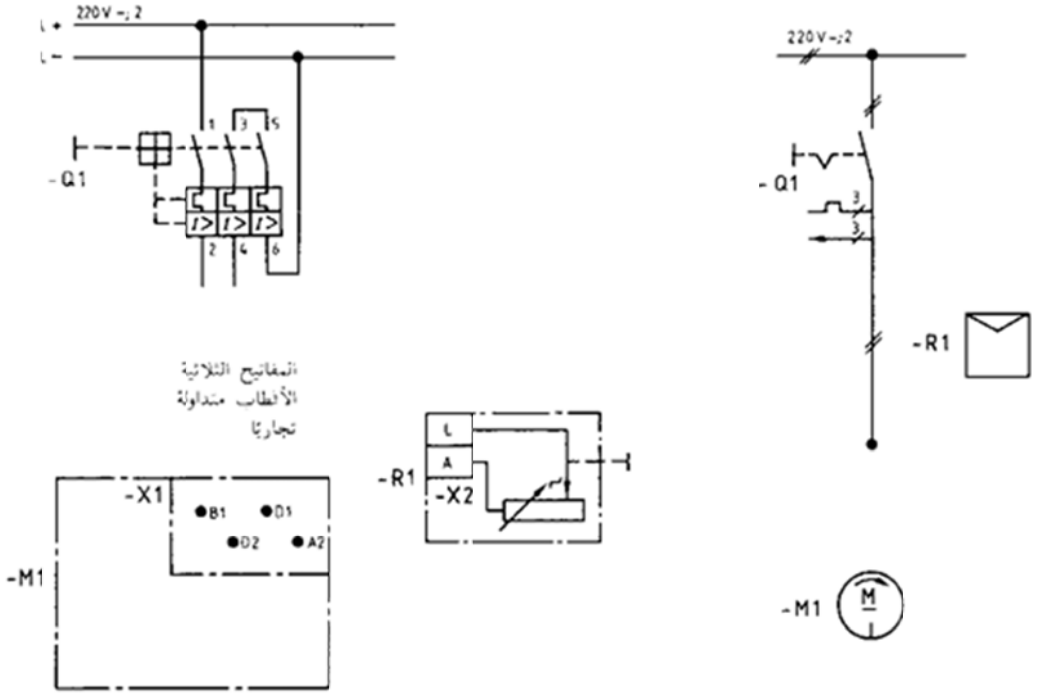
٦- ٤ تمارين:

(١) في الشكل (٦- ١٢) ارسم رسماً يجمع بين مخطط مسار التيار والمخطط الرمزي للدوائر الموصوفة:

المحرك: للتيار المستمر وباستثارة على التوالٍ 220 V (دوران إلى اليمين)

المفتاح: مفتاح وقاية محرك بفصل مغناطيسي سريع

بادئ التشغيل: متعدد المراحل ، يشغل يدوياً



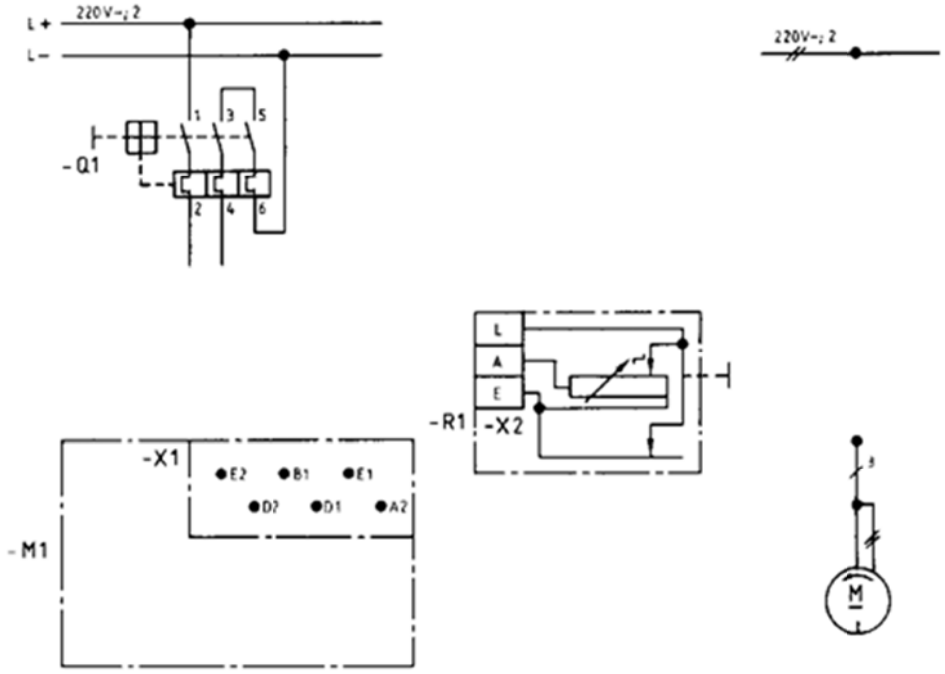
الشكل (٦- ١٢) آلات التيار المستمر

(٢) في الشكل (٦- ١٣) ارسم رسماً يجمع بين مخطط مسار التيار والمخطط الرمزي للدوائر الموصوفة:

المحرك: للتيار المستمر وباستثارة مزدوجة 220 V (دوران إلى اليسار)

المفتاح: مفتاح وقاية محرك بدون فصل مغناطيسي سريع

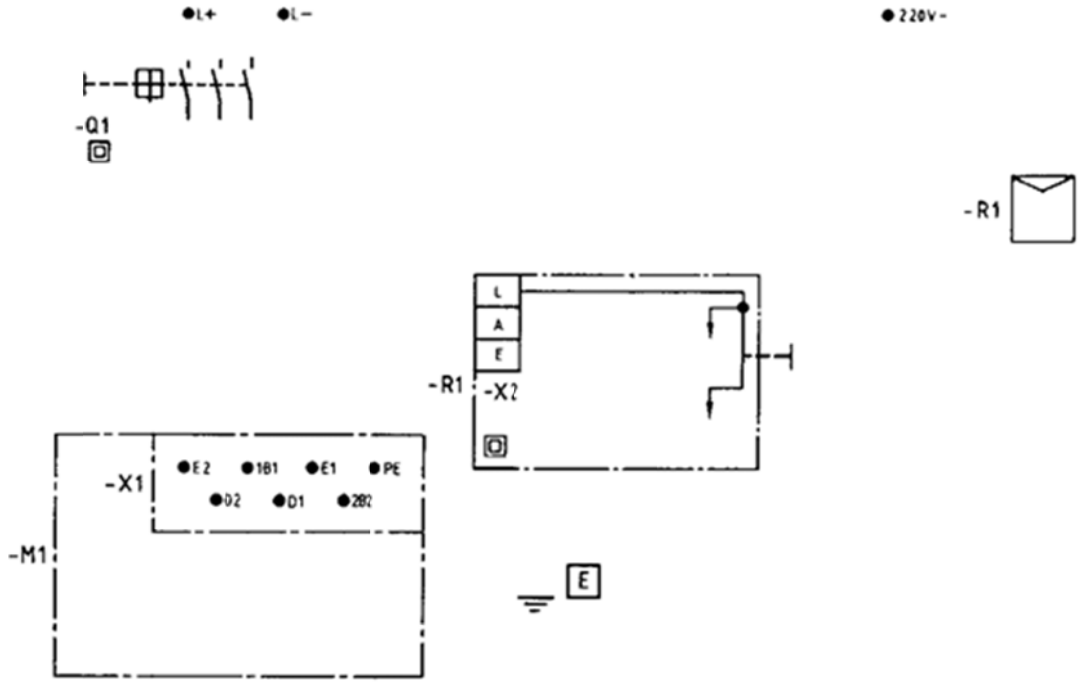
بادئ التشغيل: متعدد المراحل ، يشغل يدوياً



الشكل (٦- ١٣) آلات التيار المستمر

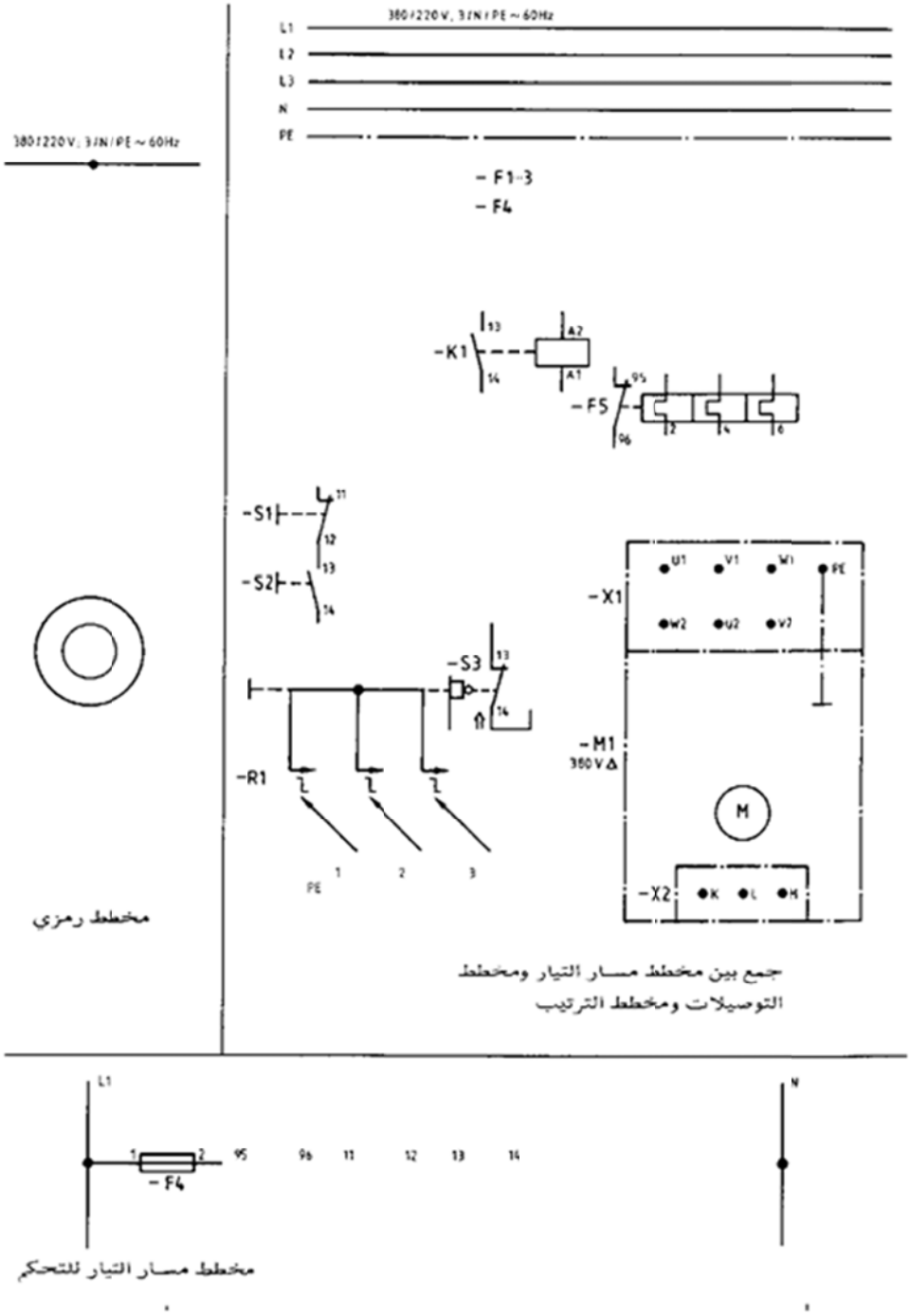
(٣) في الشكل (٦- ١٤) في إدارة تيار مستمر ، يتم التحكم في سرعة دوران محرك تيار مستمر ذي استثارة مزدوجة 220 V وذي أقطاب بينية متماثلة ببادئ تشغيل مقاومة متغيرة "ريوستاتي" (دوران إلى اليسار)

التوصيل والفصل يتمان عن طريق مفتاح وقاية محرك مع وقاية للمحرك للموصل إجراء الوقاية ، تأريض وقائي. ارسم رسماً يجمع بين مخطط الدائرة التنفيذية "التوصيلات" ومخطط الدائرة الرمزي.



الشكل (٦- ١٤) آلات التيار المستمر

(٤) في الشكل (٦- ١٥) محرك ثلاثي بعضو دوار ذي حلقات انزلاق لجهد 380 V يوصل مفتاح تلامس وعن طريق مفتاح مساعد S3 على بادئ تشغيل ، يمنع توصيل الإدارة إذا لم يكن بادئ التشغيل في وضعه الأولي. ارسم في الحقول لوحات التوزيع.



الشكل (٦- ١٥) محرك ثلاثي الأوجه

الوحدة السابعة

مخططات دوائر نظم القوى الكهربائية وعناصر حمايتها

الهدف العام للوحدة: معرفة المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية ومعرفة دوائر الحماية.

الأهداف التفصيلية:

١- أن يتمكن المتدرب من رسم المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية.

٢- أن يتمكن المتدرب من رسم دوائر الحماية لعناصر الشبكة الكهربائية.

الوحدة السابعة : مخططات دوائر نظم القوى الكهربائية وعناصر حمايتها

٧- ١ المقدمة :

في هذا الباب سيتم عرض المخططات الخطية (الرمزية) 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 المحولات :

الشكل (٧- ١) يبين المخطط الأحادي لمحطة محولات تربط بين شبكة جهد عالٍ وشبكة جهد منخفض وتتكون من:

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

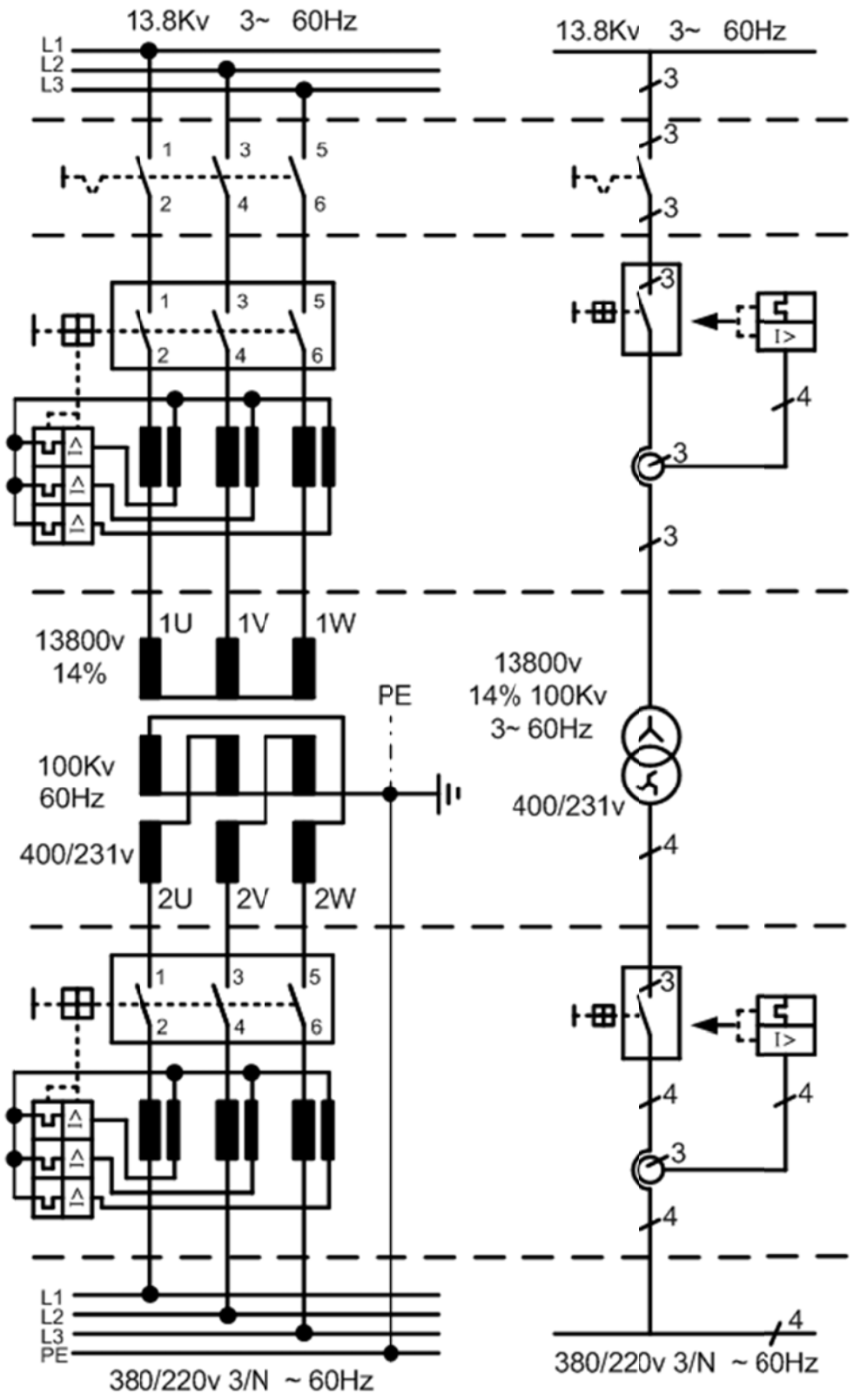
٢- مفتاح الفصل : يسمح بالتوصيل فقط في حالة عدم التشغيل أي انه عادة موصل ويفصل عند التشغيل.

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

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

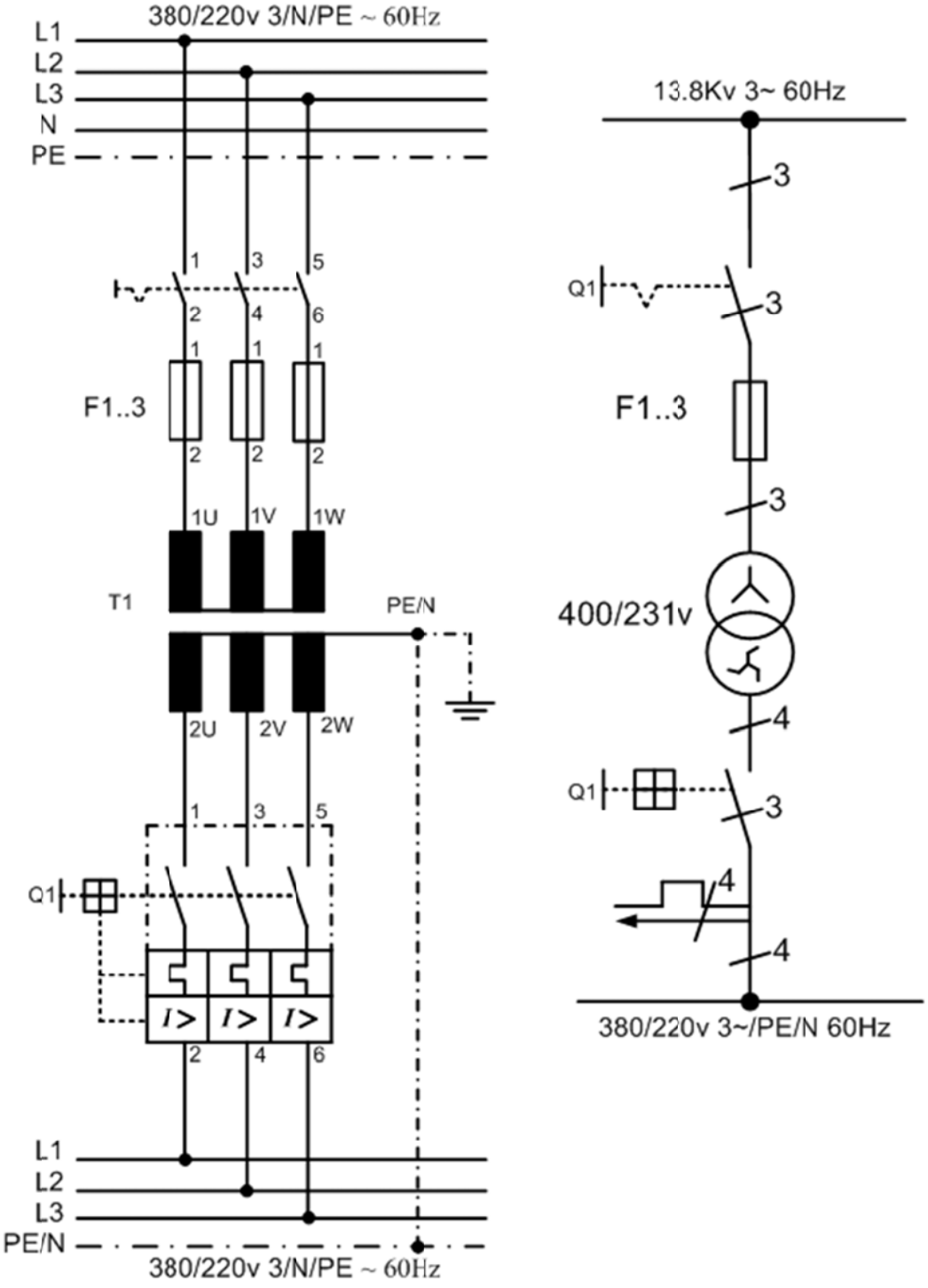
٥- مفتاح قدرة الجهد : بسبب التيارات العالية ، توصل القواطع عبر محولات (محولات التيار).

٦- شبكة الجهد المنخفض : ثلاثة (٣) أوجه وتحتوي على خط تعادل بجهد ٢٢٠/٣٨٠ فولت وتردد ٦٠ هيرتز.



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

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



الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

الشكل (٧- ٢) محول توزيع ثلاثي الأوجه

٧- ٢- ٢ الشبكات الكهربائية:

الشكل (٧- ٣) يوضح مخططاً أحادياً لشبكة شعاعيه تحتوي على موزع رئيس وموزع فرعي وموزع المستهلك وبيانات مكونات الشبكة كالتالي:

١- المحول

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

٣- الموزع الرئيس

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

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

٦- الموزع الفرعي.

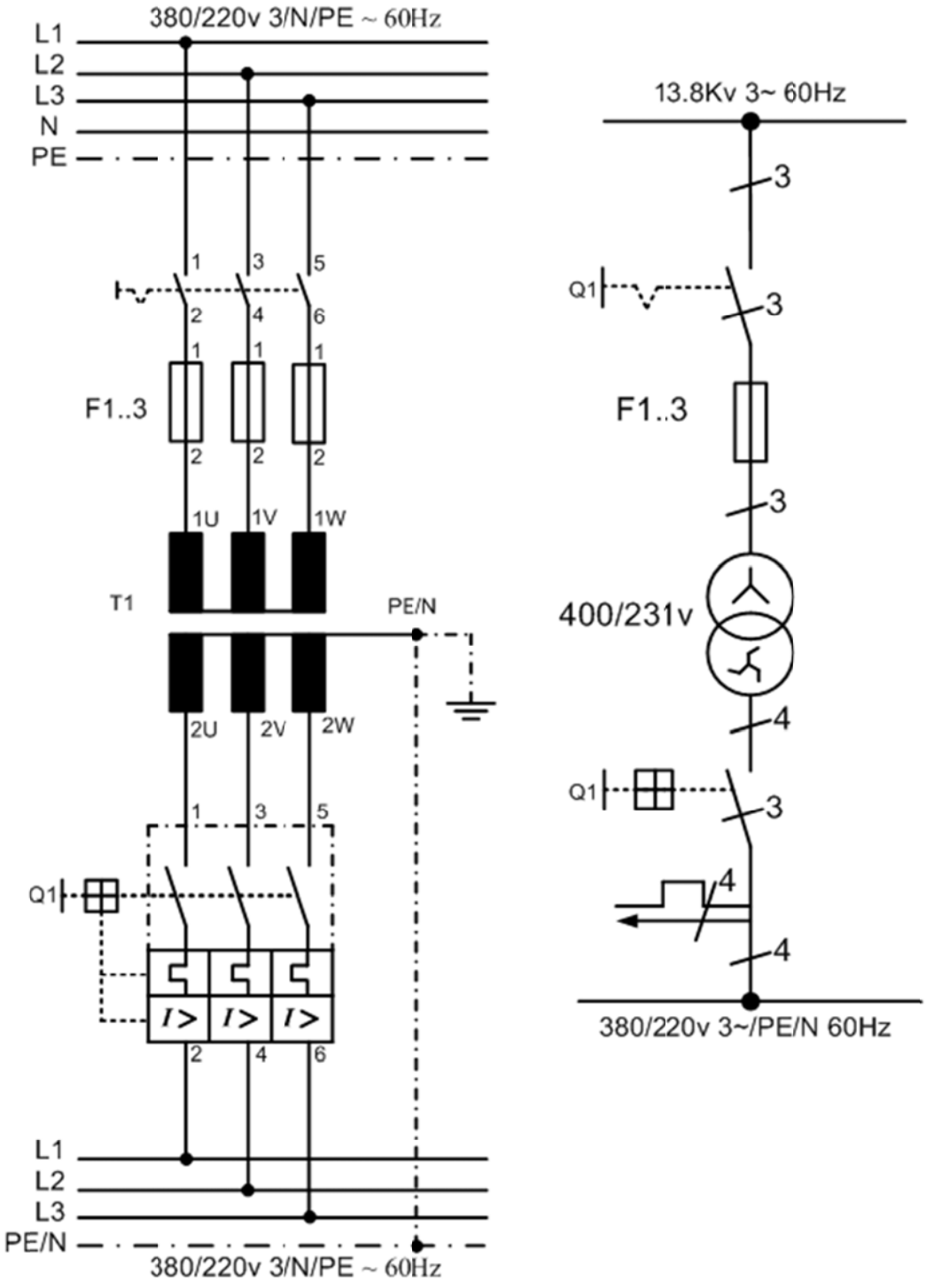
٧- مفتاح القدرة الأوتوماتيكي (٣) : وهو مفتاح وقاية لموصل تغذية موزع المستهلك ولموزع المستهلك نفسه.

٨- مفتاح القدرة : في مدخل موزع المستهلك لفصل موزع المستهلك.

٩- موزع المستهلك.

١٠- تجهيزات لوقاية الموصلات والأجهزة الكهربائية.

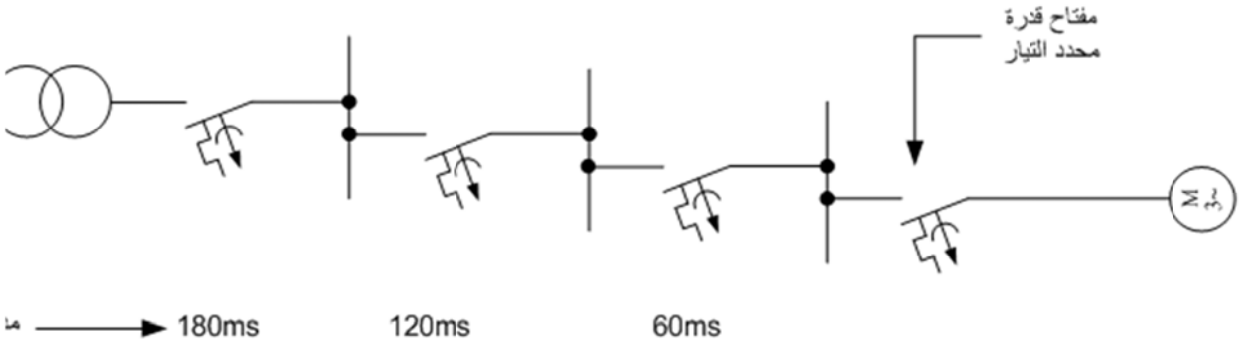
ويجب أن تكون الشبكة انتقائية ، بحيث يمكن فصل جزء من الشبكة الذي حدث عنده دائرة قصر وتسمى هذه المشكلة (مشكلة انتقائية) ، وللحصول على الانتقائية يجب أن تتواءم مفاتيح الفصل مع بعضها البعض من حيث سرعة عملها ، فتكون أبطأ المفاتيح موجودة قبل المحول وأسرع المفاتيح موجودة في موصل المستهلك.



الشكل (٧- ٣) مخطط أحادي لشبكة شعاعية

ويتم استخدام مفاتيح القدرة الأوتوماتيكية بتأخير قصير لعمل انتقائية جيدة للشبكة الشعاعية وذلك بضبط مدة التأخير ، ويمكن جعل سرعة عمل فصل المفاتيح متدرجة زمنياً . ويمكن استخدام مفاتيح

القدرة الأوتوماتيكية محددة التيار حيث إنها أسرع من المفاتيح العادية. والشكل (٧- ٤) يبين مفاتيح قدرة لاأوتوماتكية مرتبة بتأخير قصير (تدرج زمني) في الزمن لعمل انتقائية جيدة للشبكة عند الفصل.

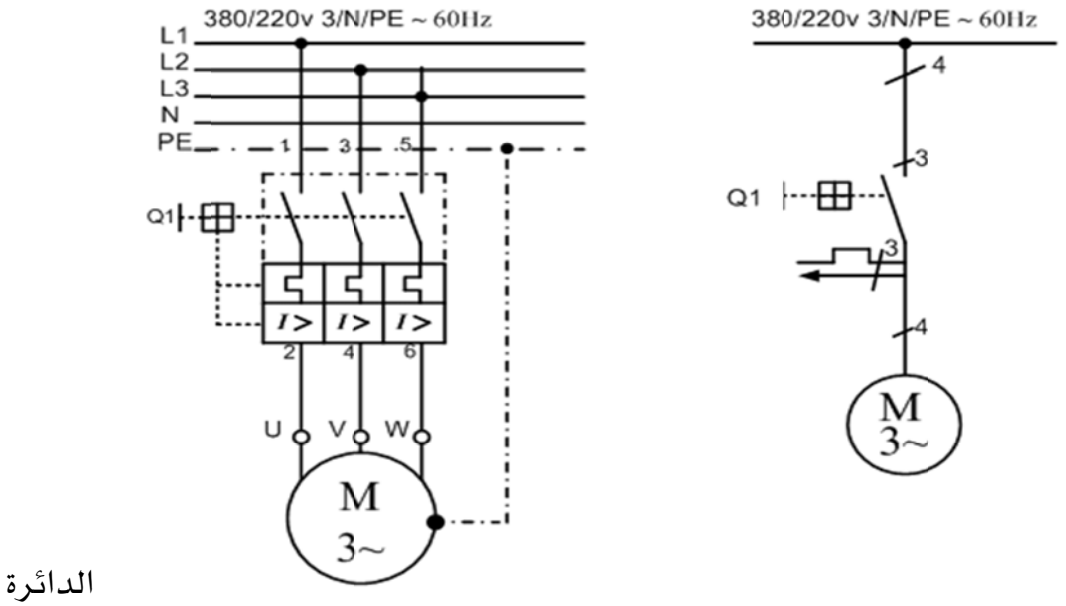


الشكل (٧- ٤) المفاتيح القدرة لاأوتوماتيكية بتدرج زمني

٧- ٣ وقاية المحركات:

يعتمد نوع الوقاية المستخدمة في حماية المحركات 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.

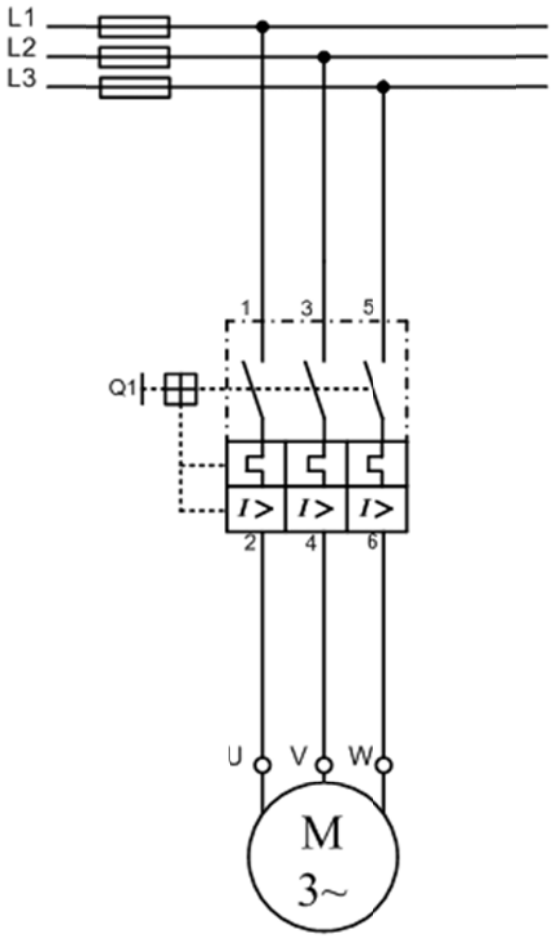


الدائرة

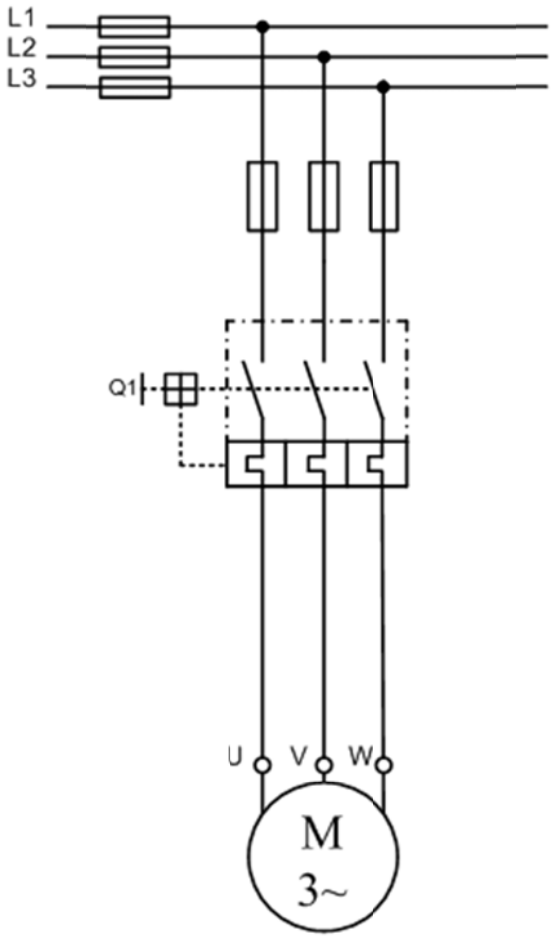
الدائرة التنفيذية الخطية

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

وإذا تعرضت المحركات الثلاثية الأوجه إلى زيادة التحميل فإنها تسحب في هذه الحالة تياراً كبيراً جداً. 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 التوالٍ لوقاية المحرك والموصل ومفتاح وقاية المحرك من دائرة القصر. والشكل (٧- ٧) يبين الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك مع فصل مغناطيسي سريع.

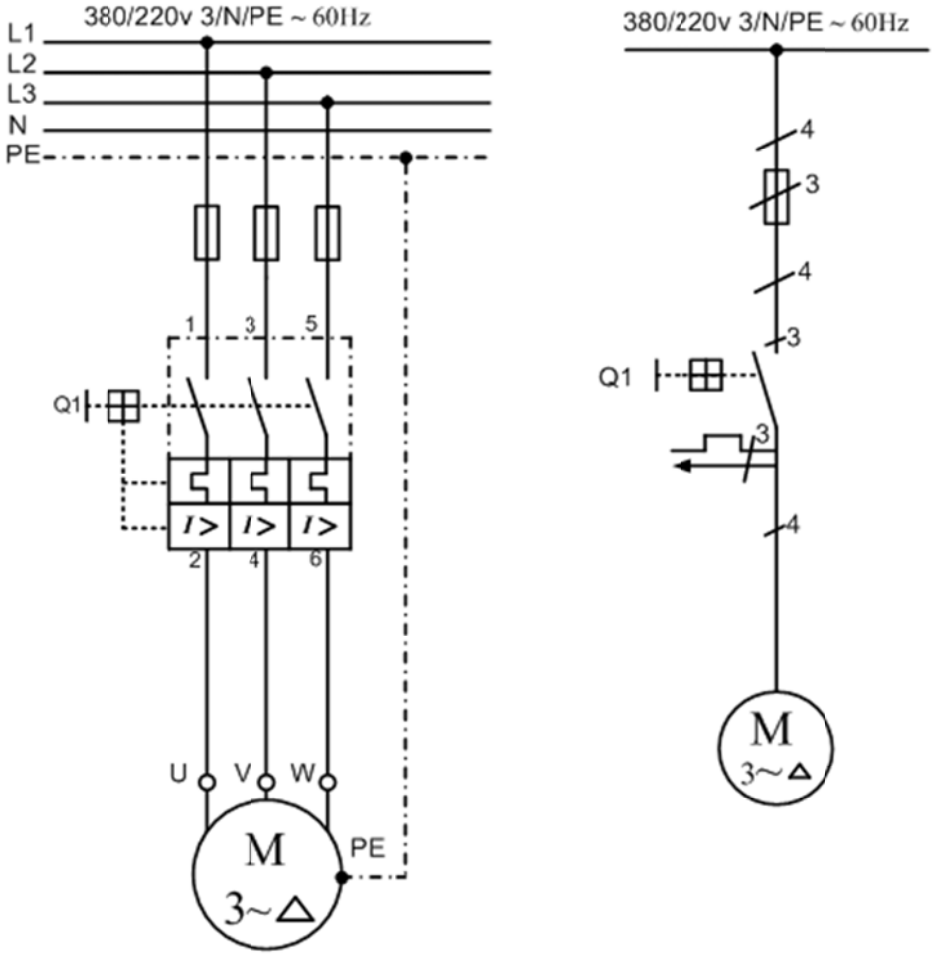


الشكل (٧- ٦) الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك



الشكل (٧- ٧) 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.



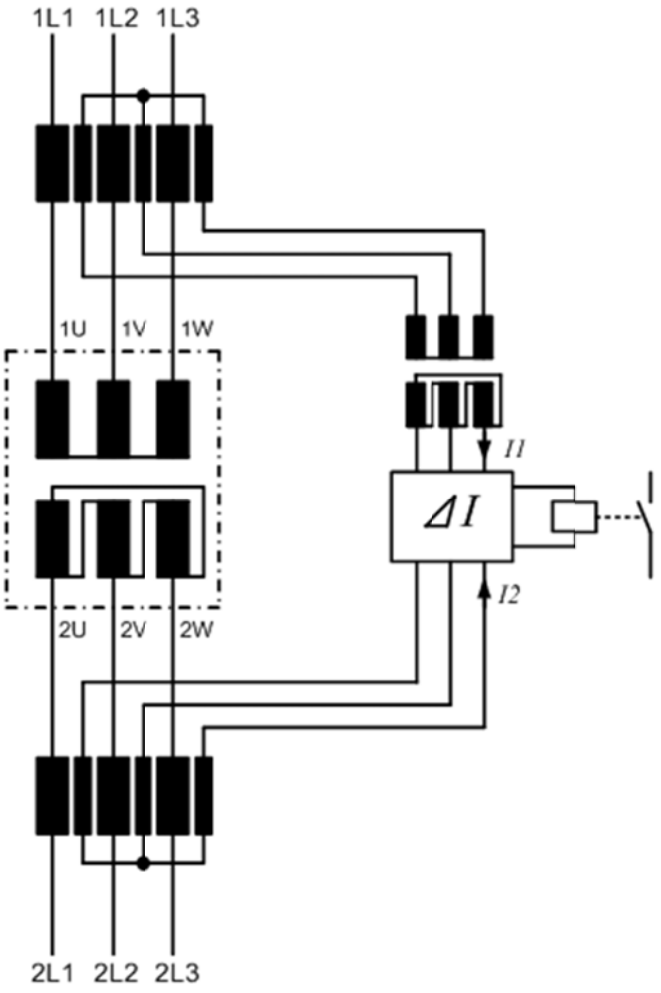
الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

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

٧- ٤ وقاية المحولات :

٧- ٤- ١ متمم الوقاية الفرقية :

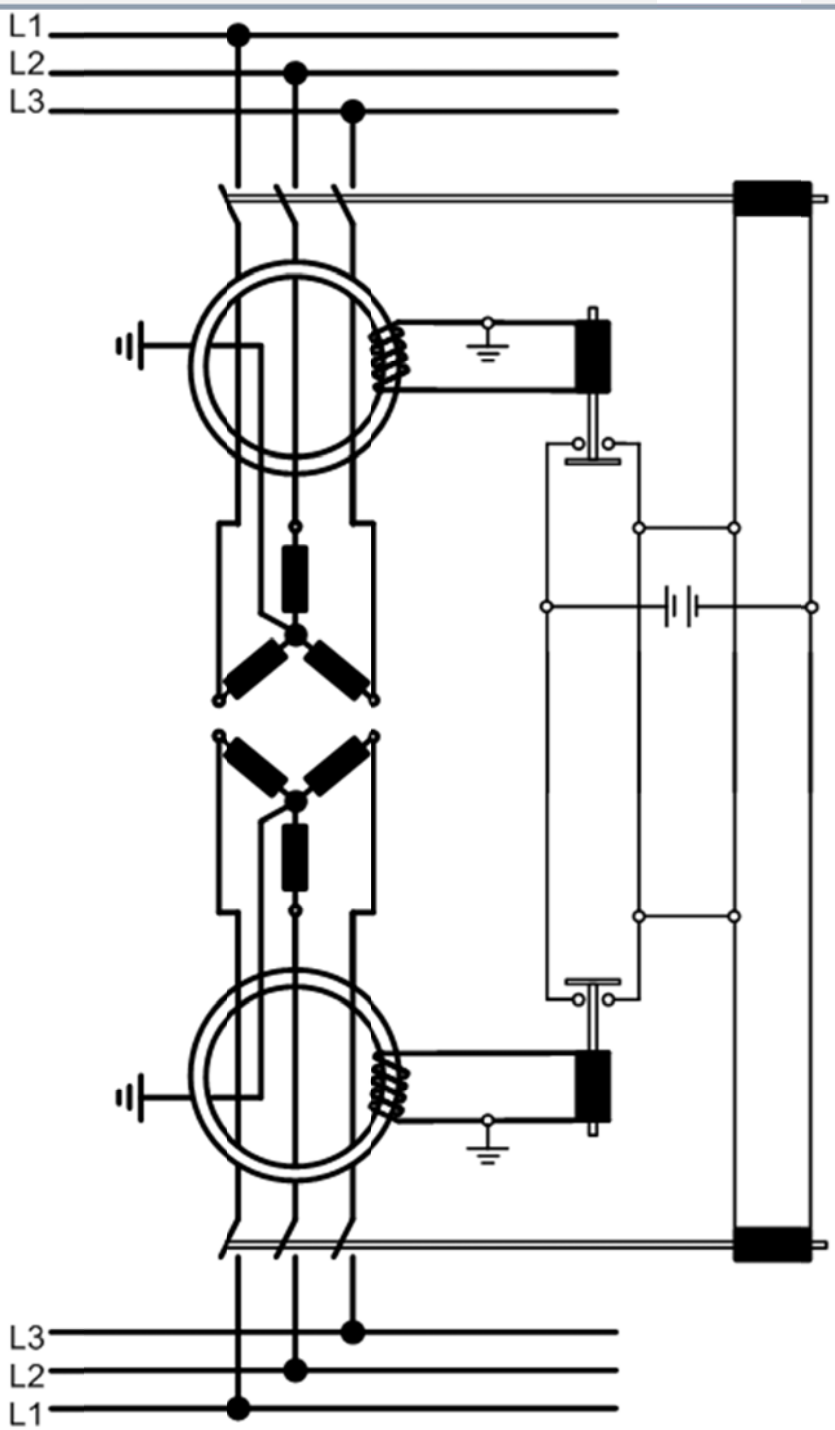
حماية المحولات الكهربائية تعتمد اعتماداً كلياً على وظيفة وموقع المحول في الشبكة ، بالإضافة إلى مقنن المحول. وأهم نوع من أنواع وقاية المحولات هي الوقاية الفرقية ، وهناك علاقة ثابتة بين شدة التيار في الملفات الابتدائية (موصل الدخل "التغذية") وشدة التيار في الملفات الثانوية (موصل الخروج) ، والمرحل الفرقي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



الشكل (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 (٦ – 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 ويولد تياراً في دائرة الملف الثانوي الموضوع على القلب الحديدي يؤثر في ملف المتمم المتصل به فيقفل دائرة البطارية على الملفات المغناطيسية المتحكمة في ملفات المفتاح الرئيس التي تعمل على فصل المحول من الدائرة.



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

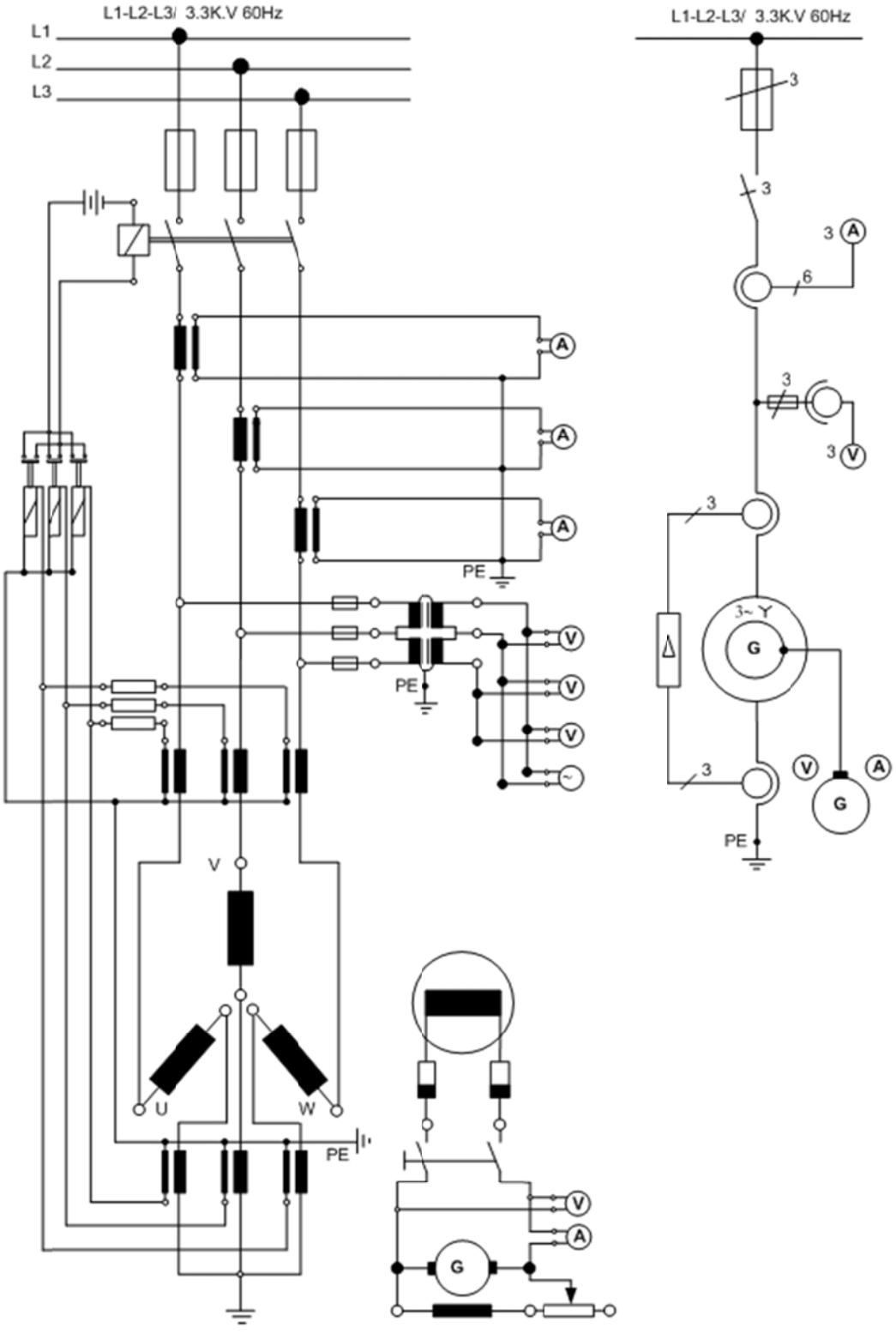
٧- ٥ وقاية مولدات التيار المتغير:

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 أو قصر بين ملفات الوجه الواحد أو تماس بين العضو الثابت والأرضي أو 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 الشكل 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 معاً بالتضاد ، فإذا حدث خلل داخل المجموعة فإن المتمم الفرقي يعمل على فصل المجموعة كلياً من الشبكة. علاوة على وقاية الخطوط ذات الضغط العالي (٢٢ ك . ف) بها لفات للصواعق لوقاية المجموعة من خطر الصواعق.

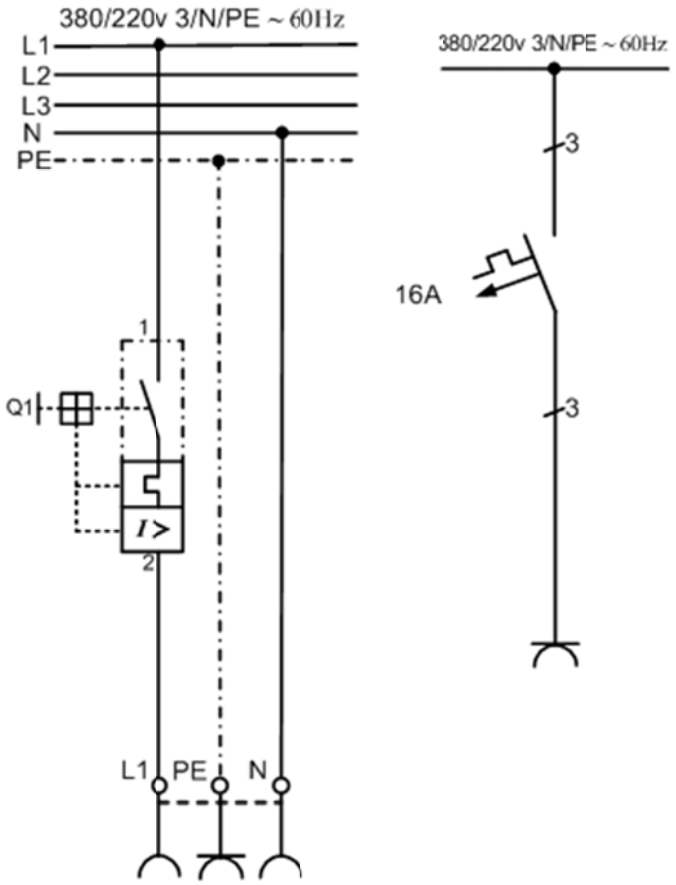


الدائرة الخطية الدائرة التنفيذية

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.



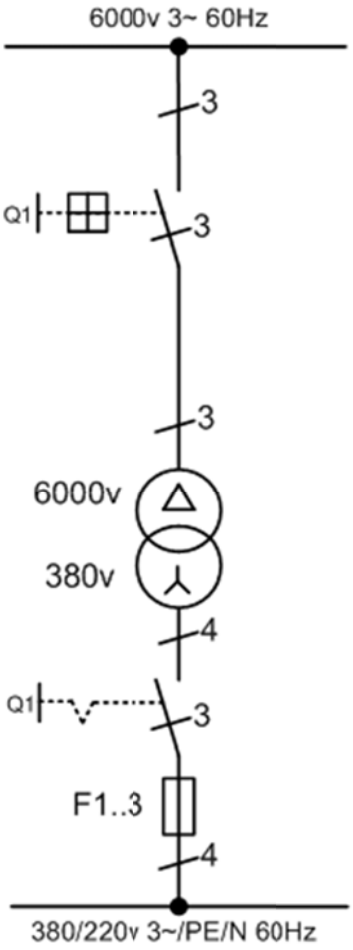
الدائرة التنفيذية الدائرة الخطية

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

٧- ٧ تمارين:

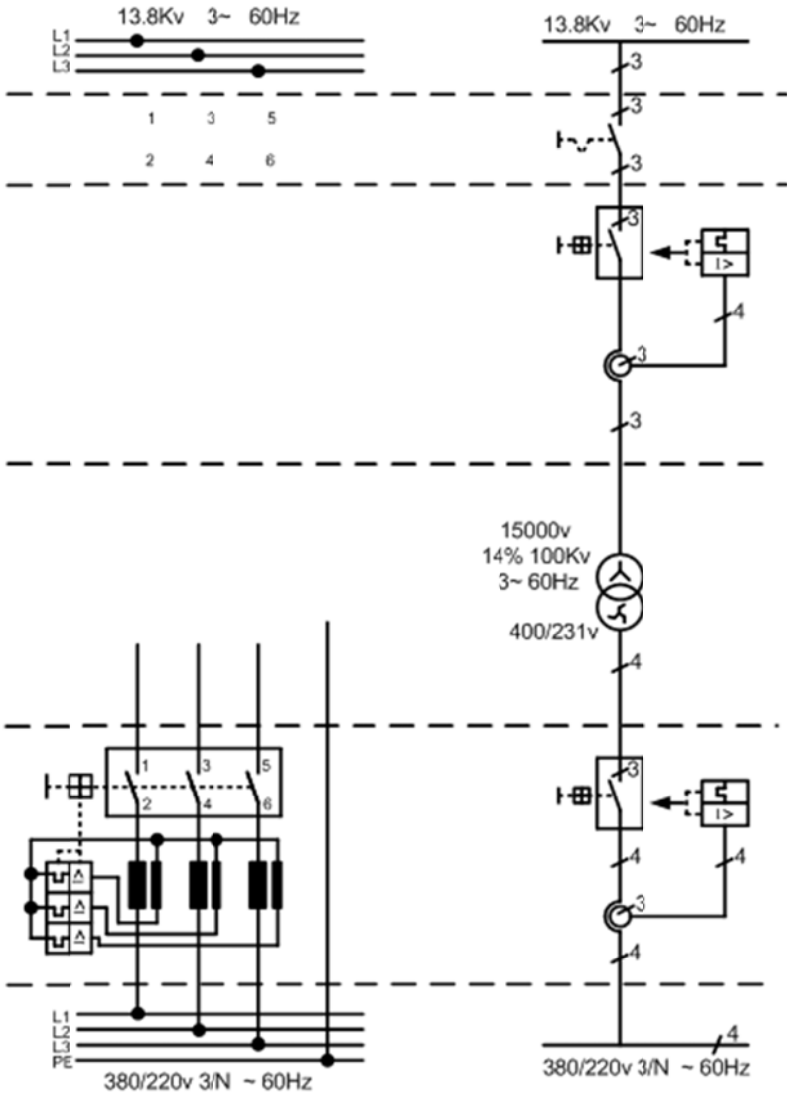
(١) محول القدرة الكهربائية ثلاثي الأوجه دلتا / دلتا (Δ /Y) يراد حمايته من خطر التسرب الأرضي والقصر إذا علم أن جهد الملف الابتدائي ١١ ك. ف وجهد الملف الثانوي ٣,٣ ك.ف

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



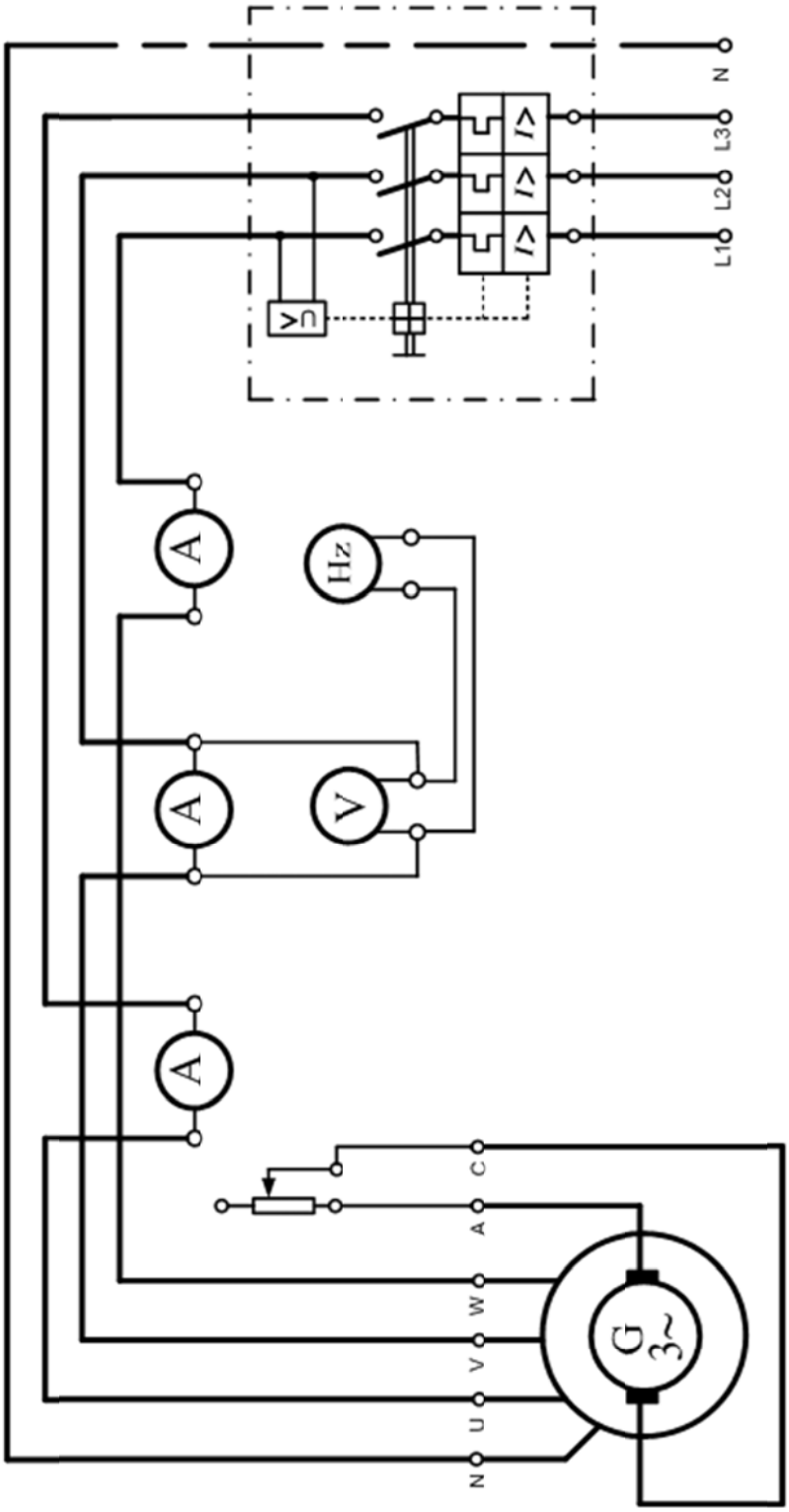
الشكل (٧- ١٣) الدائرة التنفيذية لمحول كهربائي

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



الشكل (٧- ١٤) الدائرة التنفيذية والخطية لمحول كهربائي

(٤) الشكل (٧- ١٥) يوضح الدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه موصل نجمة Y، ويتم التحكم في جهد المولد المتغير بمقاومة متغيرة موصلة بالتوالٍ مع الأقطاب ، والمولد متصل بقاطع أوتوماتيكي 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.



الشكل (٧- ١٥) وقاية مولد كهربائي

المراجـع

اسم المرجع	المؤلف
Technical drawing.	(Pak German Training Programme).
Engineering Drawing.	Prof. Michel Ghalioungui and Dr. M. A. H. El- Rakabawy
Graphical Symbols for Electrical Power and Electronics Diagrams	(I E C 7).
Experimentier Bausteinsysteem .	Siemens
الرسم الفني للكهرباء – الجزء الثاني – الجزء الثالث- تكنولوجيا الطاقة	المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الرسم الفني للكهرباء	ج .ادولف- هـ. هازي- هـ.ناجل- ك. فيوزنا