

## الرسم الفني الكهربائي

مخططات دوائر نظم القوى الكهربائية  
وعناصر حمايتها



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

**الأهداف:** عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لدى المتدرب القدرة بإذن الله على:

١. رسم المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية.
٢. رسم دوائر الحماية لعناصر الشبكة الكهربائية.

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

**الوقت المتوقع للتدريب:** ٦ ساعات.

**الوسائل المساعدة:** لا توجد.

**متطلبات الجدارة:** لا توجد.

## الوحدة السادسة : مخططات دوائر نظم القوى الكهربائية وعناصر حمايتها

### ٦- ١ مقدمة :

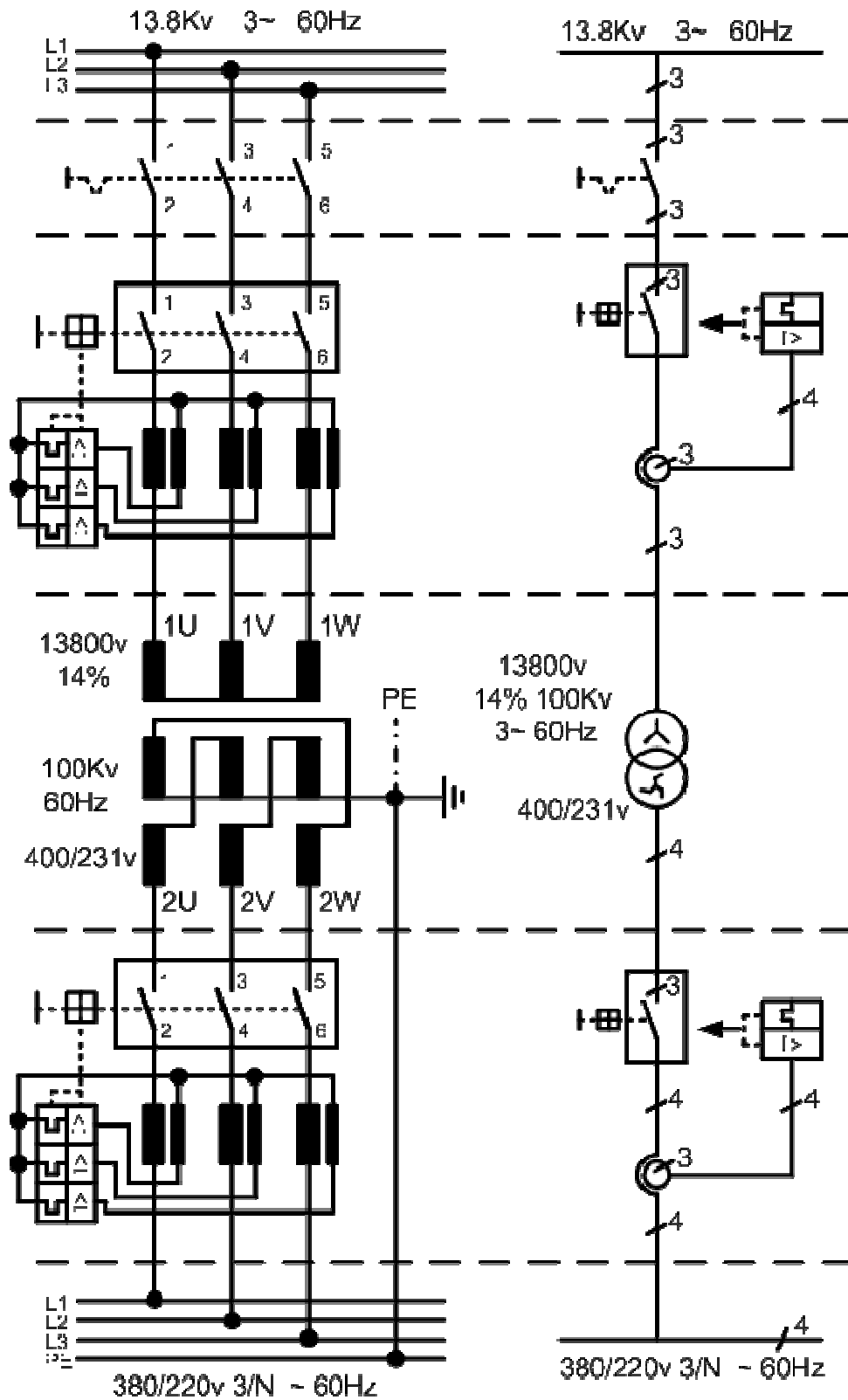
في هذا الباب سيتم عرض المخططات الخطية ( الرمزية ) والتنفيذية لنظم القوى الكهربائية وكذلك دوائر الحماية للمحركات والمحولات والموصلات والمولدات وخطوط النقل الكهربائية. ورسم المخطط أحادي الخط لشبكة شعاعية ومحطة محولات.

### ٦- ٢ المخطط أحادي الخط لشبكة كهربائية :

#### ٦- ٢- ١ محطة المحولات :

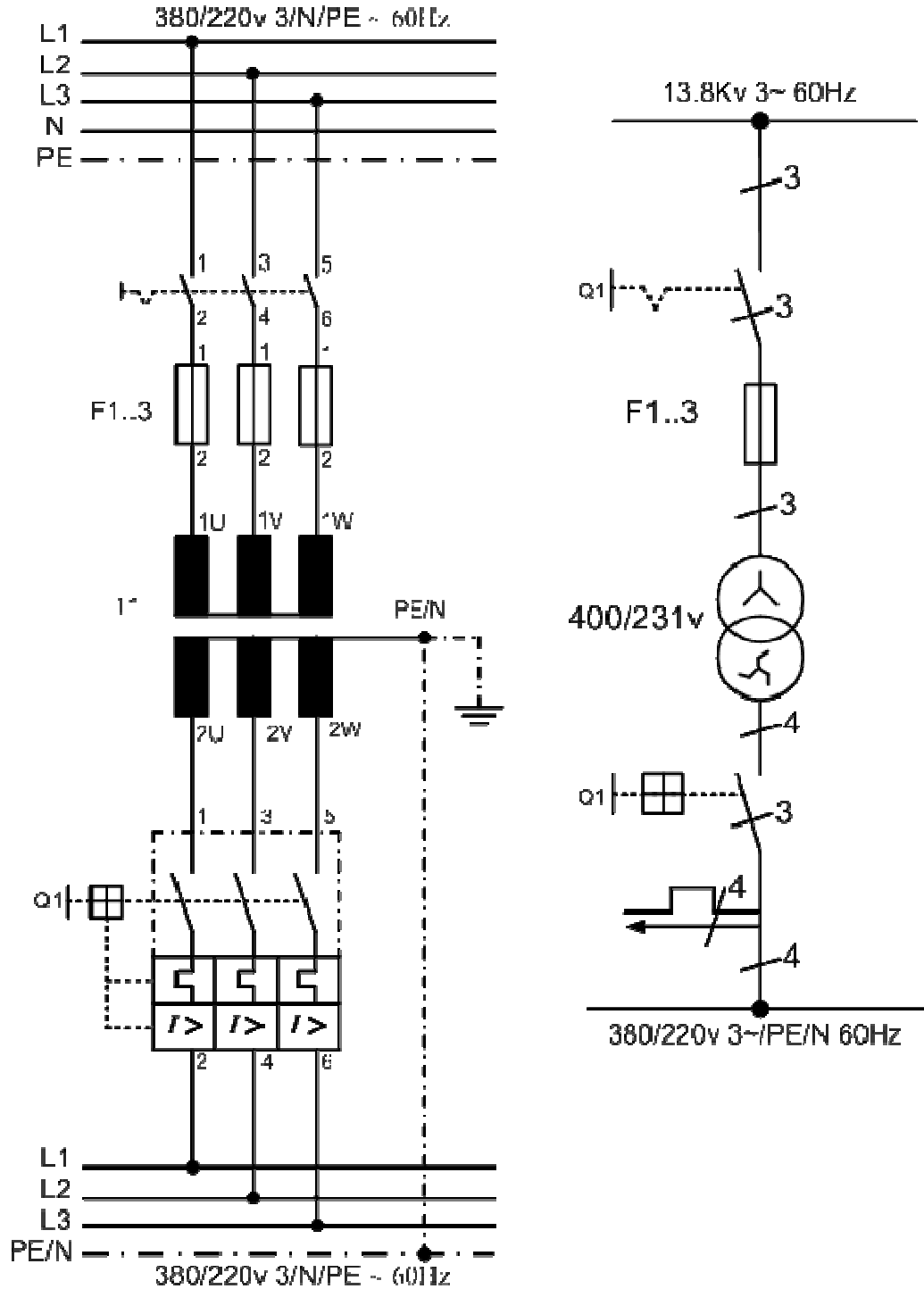
الشكل (٦- ١) يبين المخطط الأحادي لمحطة محولات تربط بين شبكة جهد عالٍ وشبكة جهد منخفض وتتكون من:

- ١- شبكة الجهد العالي : ثلاثة (٣) أوجه جهد ١٣,٨ كيلو فولت ، تردد ٦٠ هيرتز.
- ٢- مفتاح الفصل : يسمح بالتوصيل فقط في حالة عدم الفصل.
- ٣- مفتاح قدرة الجهد العالي : بسبب الجهد العالي ، توصل قواطع التيار الزائد وقواطع دائرة القصر عبر محولات (محولات التيار).
- ٤- محول : محول خفض ، الجهد الابتدائي ١٣,٨ كيلو فولت  $\pm ٤\%$  ، ١٠٠ كيلو فولت أمبير ، تردد ٦٠ هيرتز ، الجهد الثانوي ٢٣١/٤٠٠ فولت.
- ٥- مفتاح قدرة 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 (٦- ١) مخطط أحادي لمحطة محولات تربط بين شبكة جهد عالٍ وشبكة جهد منخفض

والشكل (٦- ٢) يوضح المخطط الخطي والتنفيذي لمحول توزيع ثلاثي الأوجه.



الدائرة الخطية

الدائرة التنفيذية

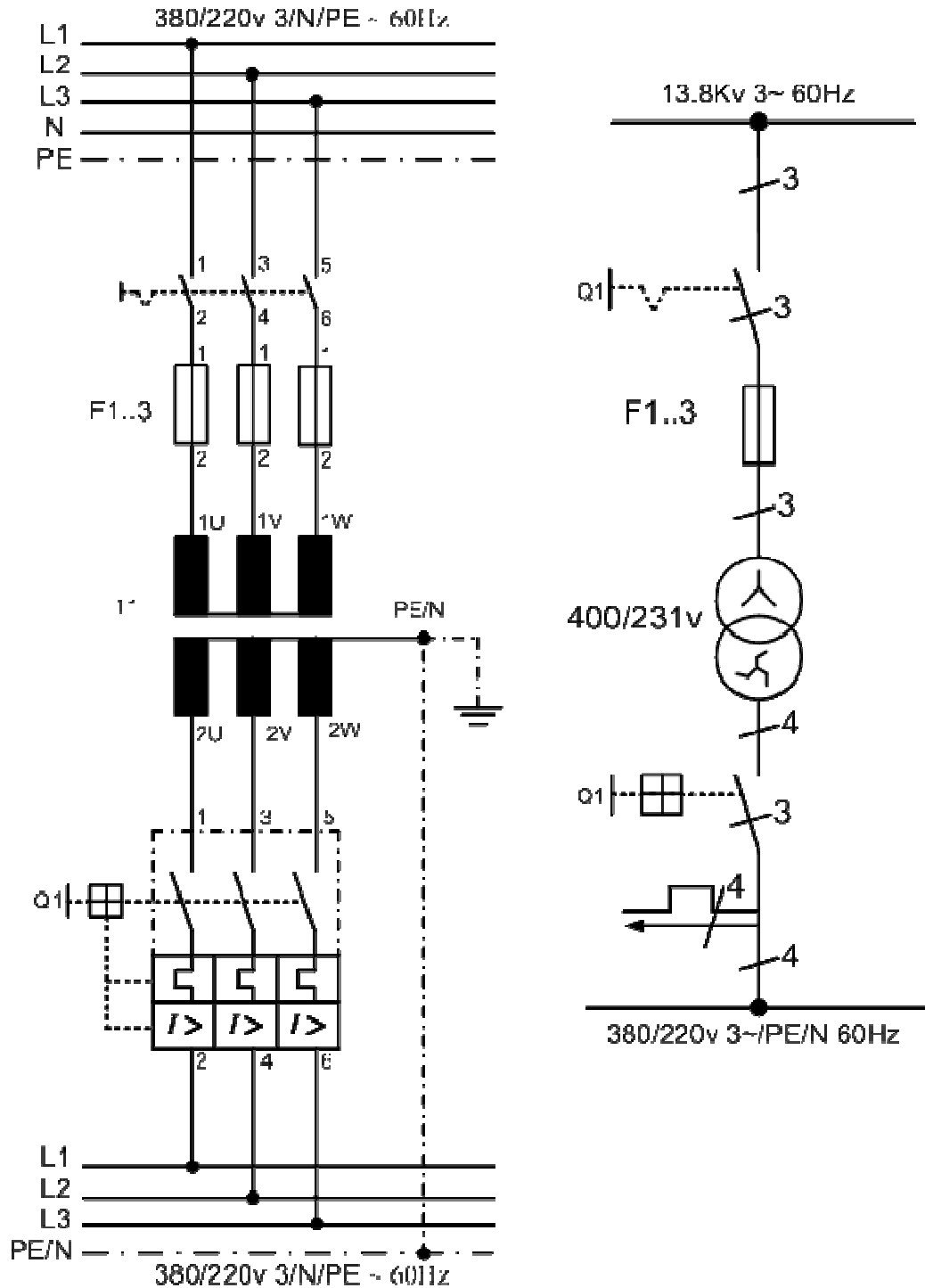
الشكل (٦- ٢) محول توزيع ثلاثي الأوجه

## ٦-٢-٢ الشبكات الكهربائية:

الشكل (٦-٣) يوضح مخططاً أحادياً لشبكة شعاعية 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 وللموزع 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.

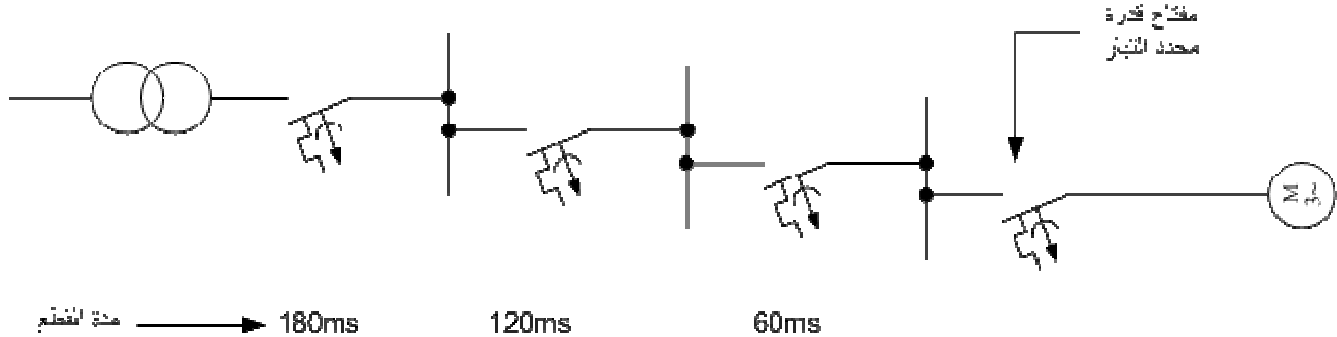


الشكل (٦ - ٣) مخطط أحادي لشبكة شعاعية

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



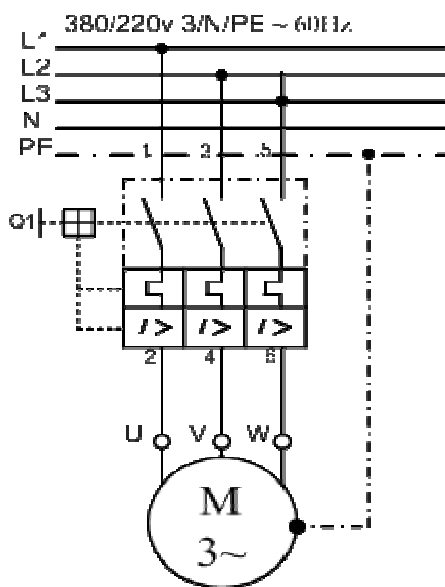
القدرة الأوتوماتيكية محددة التيار حيث إنها أسرع من المفاتيح العادية. والشكل (٦ - ٤) يبين مفاتيح قدرة لأوتوماتيكية مرتبة بتأخير قصير (تدرج زمني) في الزمن لعمل انتقائية جيدة للشبكة عند الفصل.



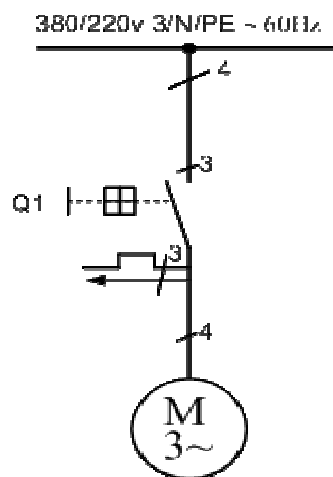
الشكل (٦ - ٤) المفاتيح القدرة لأوتوماتيكية بتدرج زمني

### ٦ - 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 (٦ - ٥) يبين مفاتيح وقاية لمحرك ثلاثي الأوجه والدائرة الخطية والتنفيذية لها.



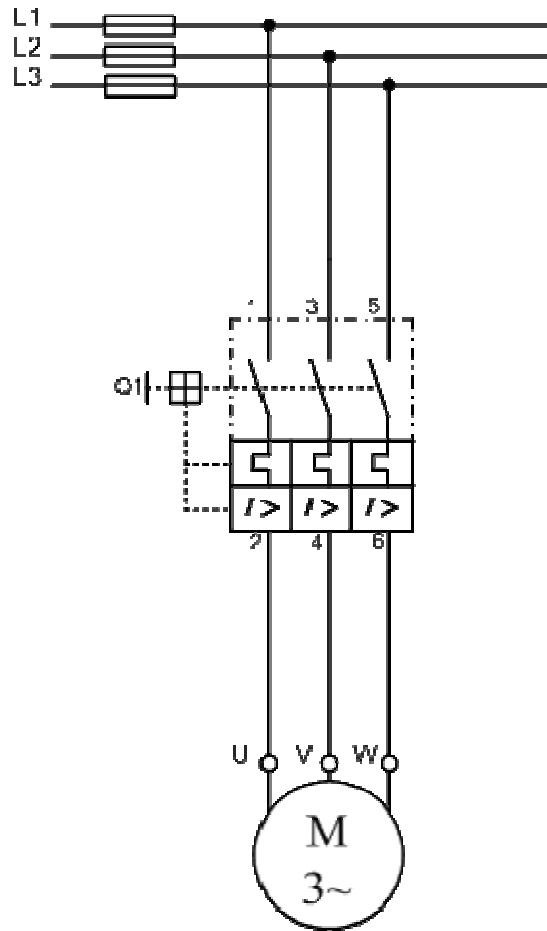
الدائرة التنفيذية



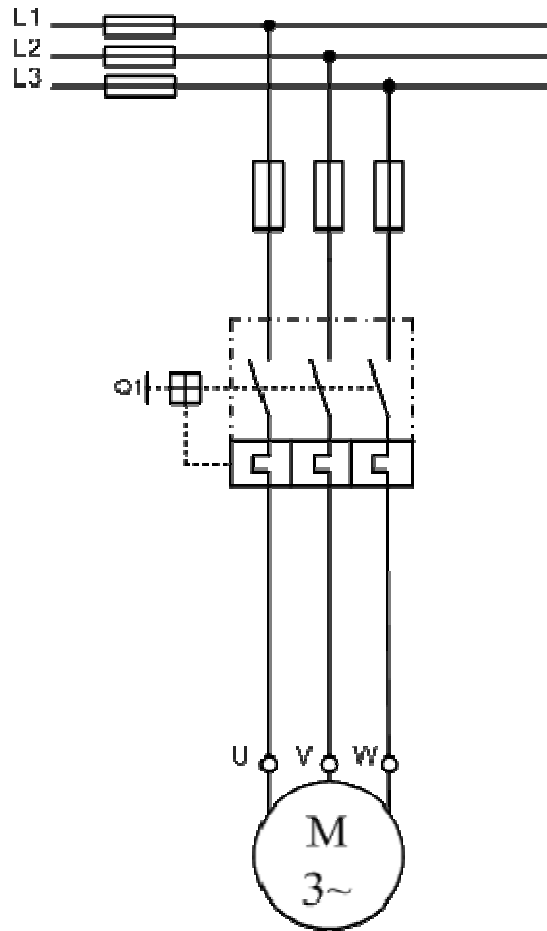
الدائرة الخطية

الشكل (٦ - 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 (٦ - ٦) الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك بدون فصل مغناطيسي سريع ، المصهرات الموصلة على التوالي لوقاية المحرك والموصل ومفتاح وقاية المحرك من دائرة القصر. والشكل (٦ - ٧) يبين الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك مع فصل مغناطيسي سريع.

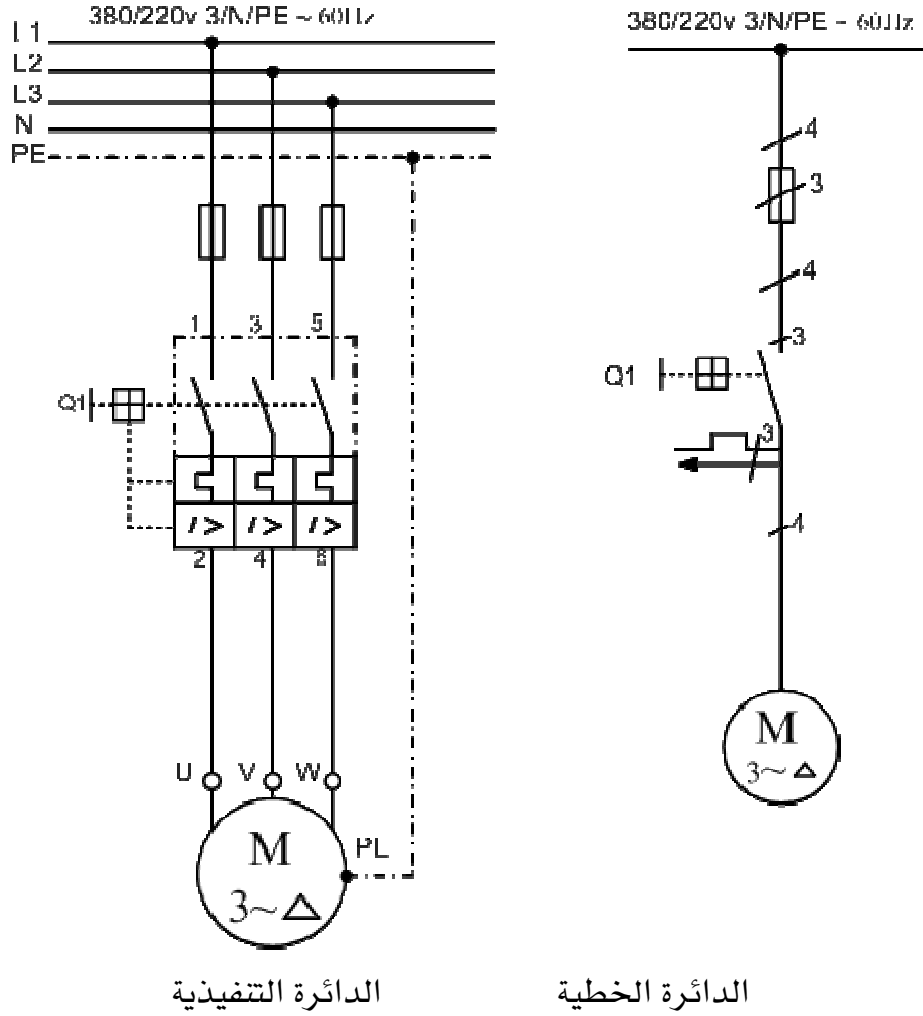


الشكل (٦ - ٦) الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك بدون فصل مغناطيسي



الشكل (٦ - ٧) الدائرة التنفيذية لمفتاح وقاية محرك مع فصل مغناطيسي سريع

والشكل (٦ - ٨) يوضح الدائرة الخطية والتنفيذية لمحرك تيار متردد ثلاثي الأوجه في توصيل مثلثي ، مع مفتاح يدوي لوقاية المحرك كمفتاح أجهزة.

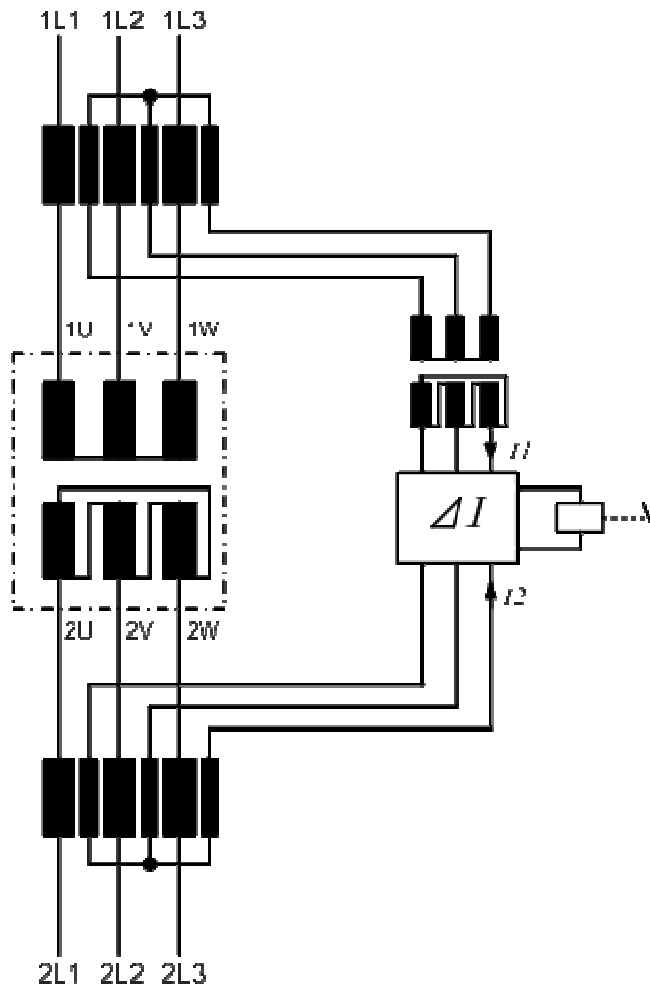


الشكل (٦ - ٨) الدائرة الخطية والتنفيذية لمحرك ثلاثي الأوجه في توصيل مثلثي ، مع مفتاح وقاية

## ٦ - ٤ وقاية المحولات :

## ٦ - ٤ - ١ متمم الوقاية الفرقية :

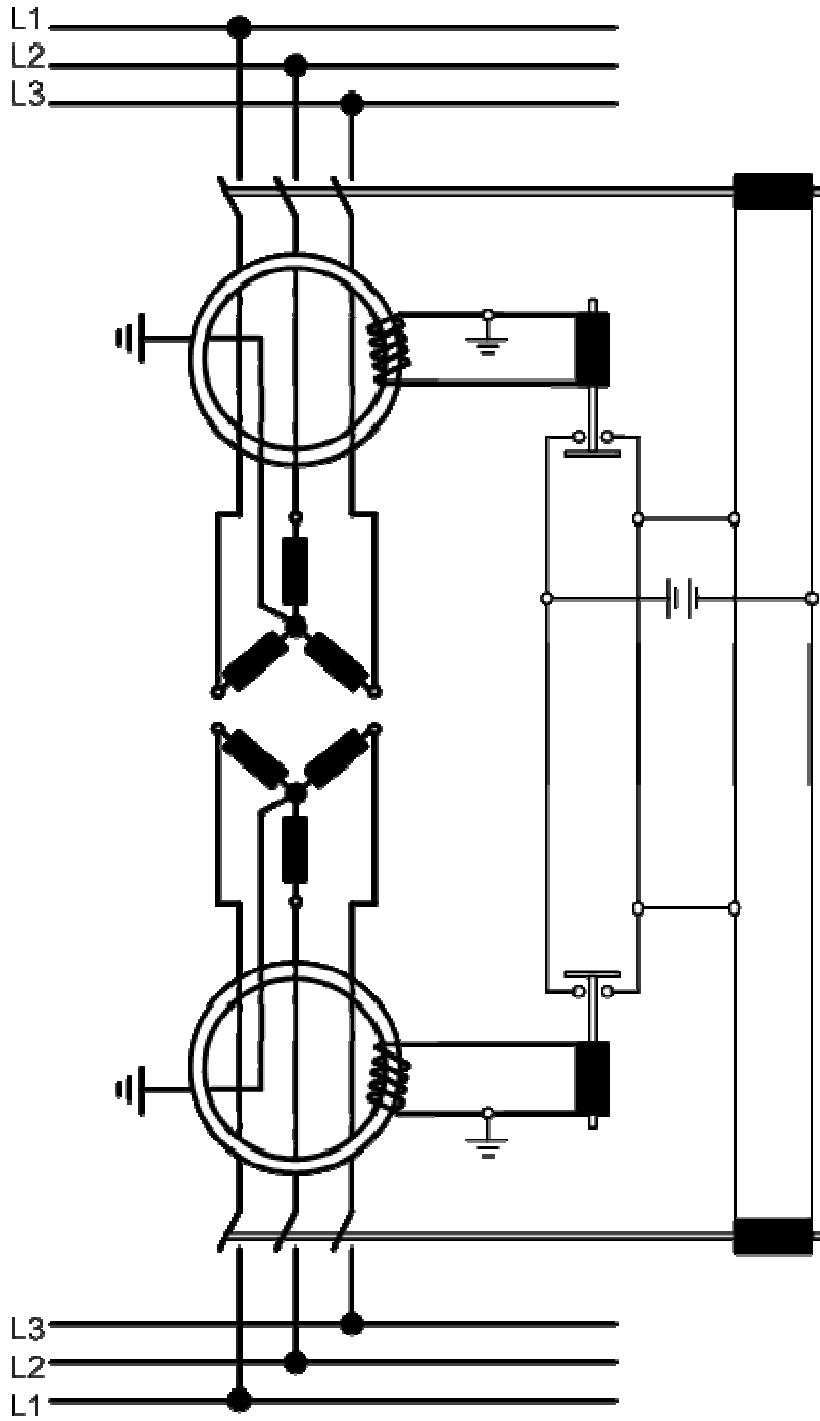
حماية المحولات الكهربائية تعتمد اعتماداً كلياً على وظيفة وموقع المحول في الشبكة ، بالإضافة إلى مقنن المحول. وأهم نوع من أنواع وقاية المحولات هي الوقاية الفرقية ، وهناك علاقة ثابتة بين شدة التيار في الملفات الابتدائية (موصل الدخل "التغذية" ) وشدة التيار في الملفات الثانوية (موصل الخروج) ، والمرحل الفرقي يعمل عندما يكون الفرق بين  $I_1$  و  $I_2$  لا يساوي صفراً كما في الشكل (٦ - ٩).



الشكل (٦ - ٩) الوقاية الفرقية لمحول

## ٦ - 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 المتحركة في ملفات المفتاح الرئيس التي تعمل على فصل المحول من الدائرة.



الشكل (٦ - ١٠) دائرة وقاية محول ثلاثي الأوجه من خطأ الاتصال بالأرض

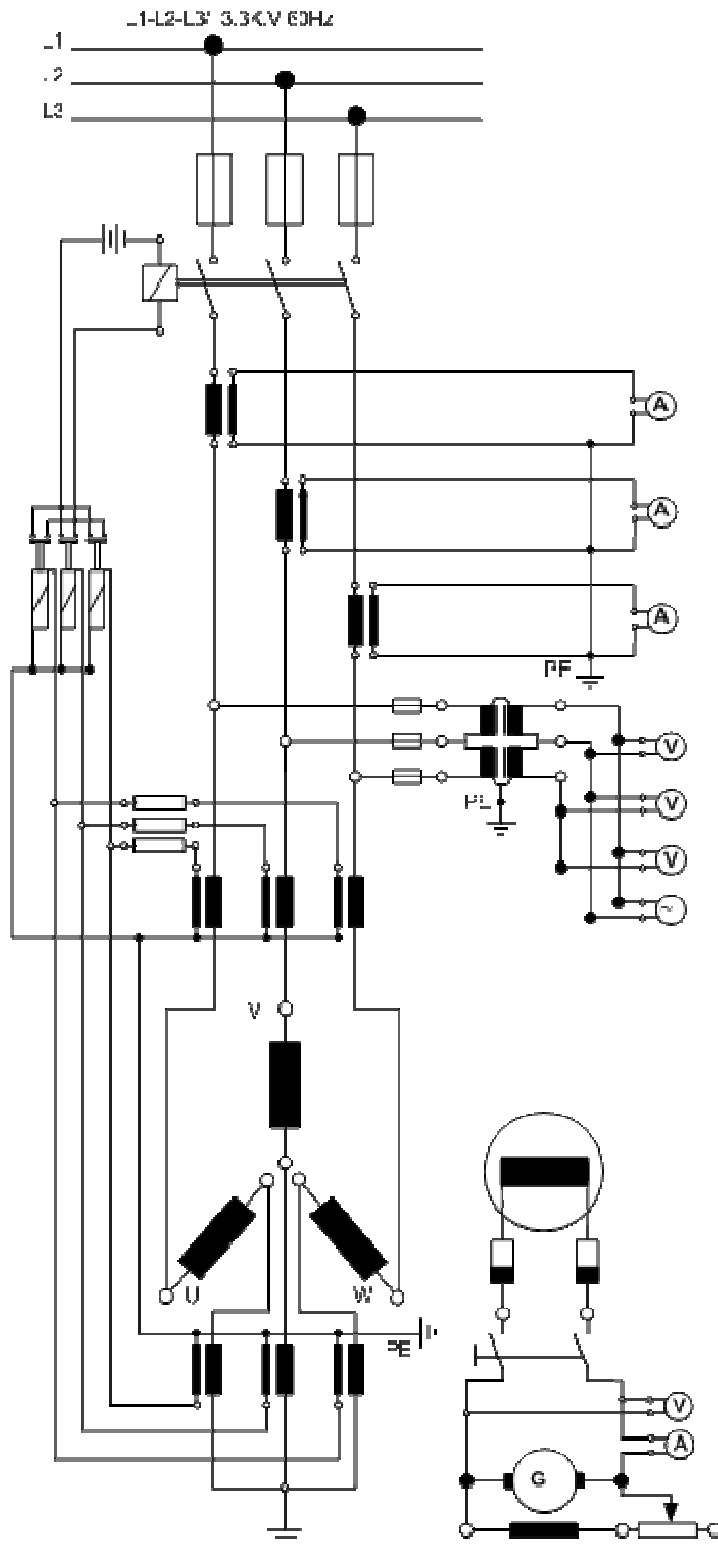
#### ٦ - ٥ وقاية مولدات التيار المتغير:

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 الكهربائية. أما الأخطاء التي تحدث داخل الآلة نفسها مثل قصر بين أوجه

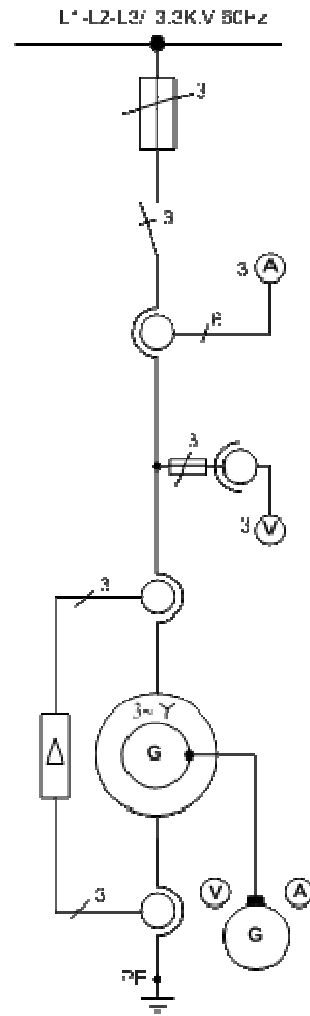
العضو الثابت أو قصر بين ملفات العضو الواحد أو قصر بين العضو الثابت والأرضي أو ارتفاع حرارة هواء التبريد أو احتراق العضو الثابت. ولحماية المولدات يتم استخدام المتمم الفرقي ضد الأخطار الداخلية. متمم الاتزان الحلقي للوقاية ضد التسرب الأرضي أو القصر. المتمم الحراري ضد زيادة الحمل.

والشكل (٦-١١) يوضح الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ذي منتج ثابت موصلة لملفاته على الشكل نجمة ذو جهد ٦ ك . ف ويتصل بمحول قدرة رافع  $(Y / \Delta)$  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 التنفيذية



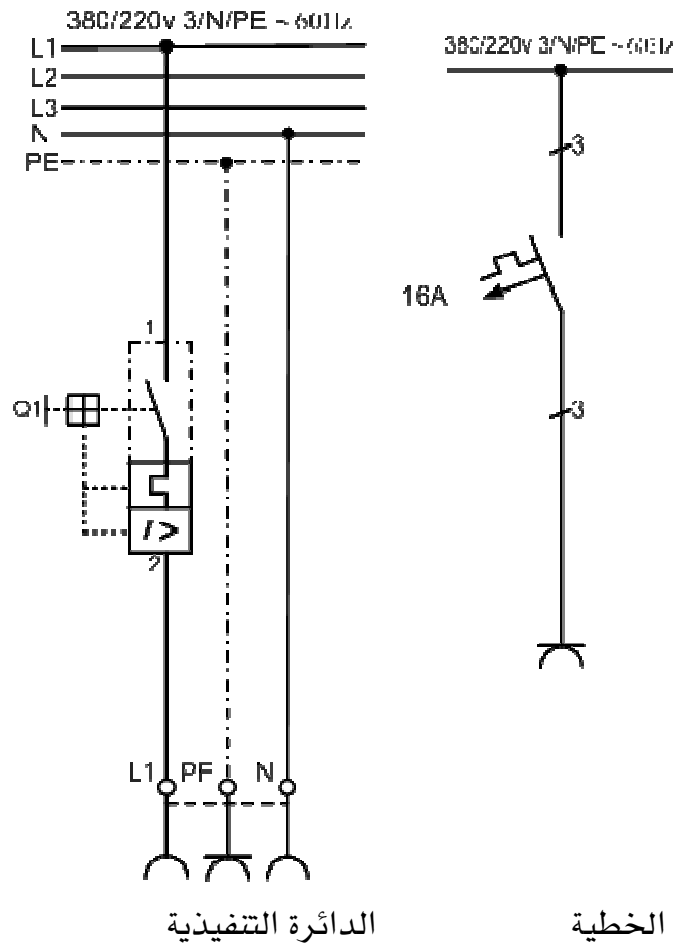
الدائرة الخطية

الشكل (٦ - ١١) الدائرة الخطية والدائرة التنفيذية لمجموعة (مولد - محول) في محطة توليد

قوى كهربائية ووقاية المجموعة بالمتنم الفرقي والوقاية بمانعات للصواعق

## ٦ - ٦ وقاية الموصلات:

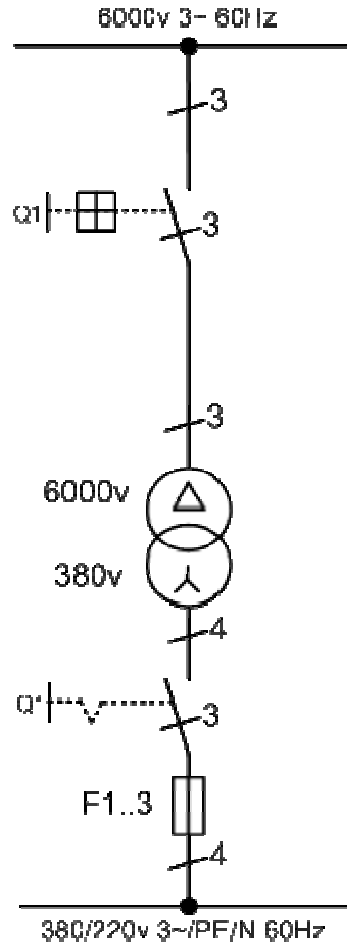
تتم وقاية الموصلات باستخدام مفاتيح وقاية الموصلات ، وهي مفاتيح قابضة ذات فصل حراري وفصل كهر ومغناطيسي ، يفصل القاطع الحراري عند التحميل الزائد ، ويفصل القاطع المغناطيسي الموصل عند نشوء دائرة قصر. مفاتيح وقاية الموصلات لا تستعمل للتشغيل الاعتيادي للأجهزة عند الوصل والفصل ، أي أنها ليست مفاتيح أجهزة. والشكل (٦ - ١٢) يبين الدائرة الخطية والتنفيذية لوقاية الموصلات.



الشكل (٦ - ١٢) الدائرة الخطية والتنفيذية لمفتاح وقاية الموصلات

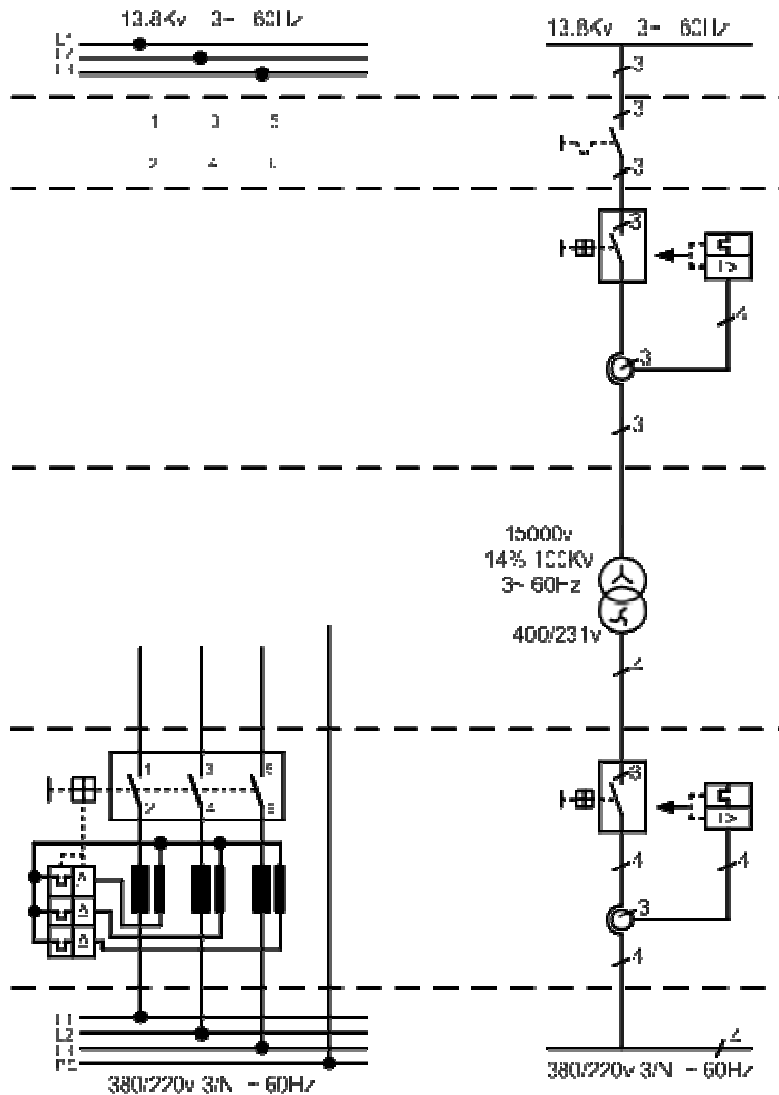
## ٦ - ٧ تمارين:

- (١) محول القدرة الكهربائية ثلاثي الأوجه دلتا / دلتا ( $\Delta/\Delta$ ) 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 (٦- ١٣) يبين الدائرة الخطية لمحول كهربائي بالرموز المختصرة والمطلوب رسم الدائرة التنفيذية مع رموز التوصيل والمصطلحات الفعلية.



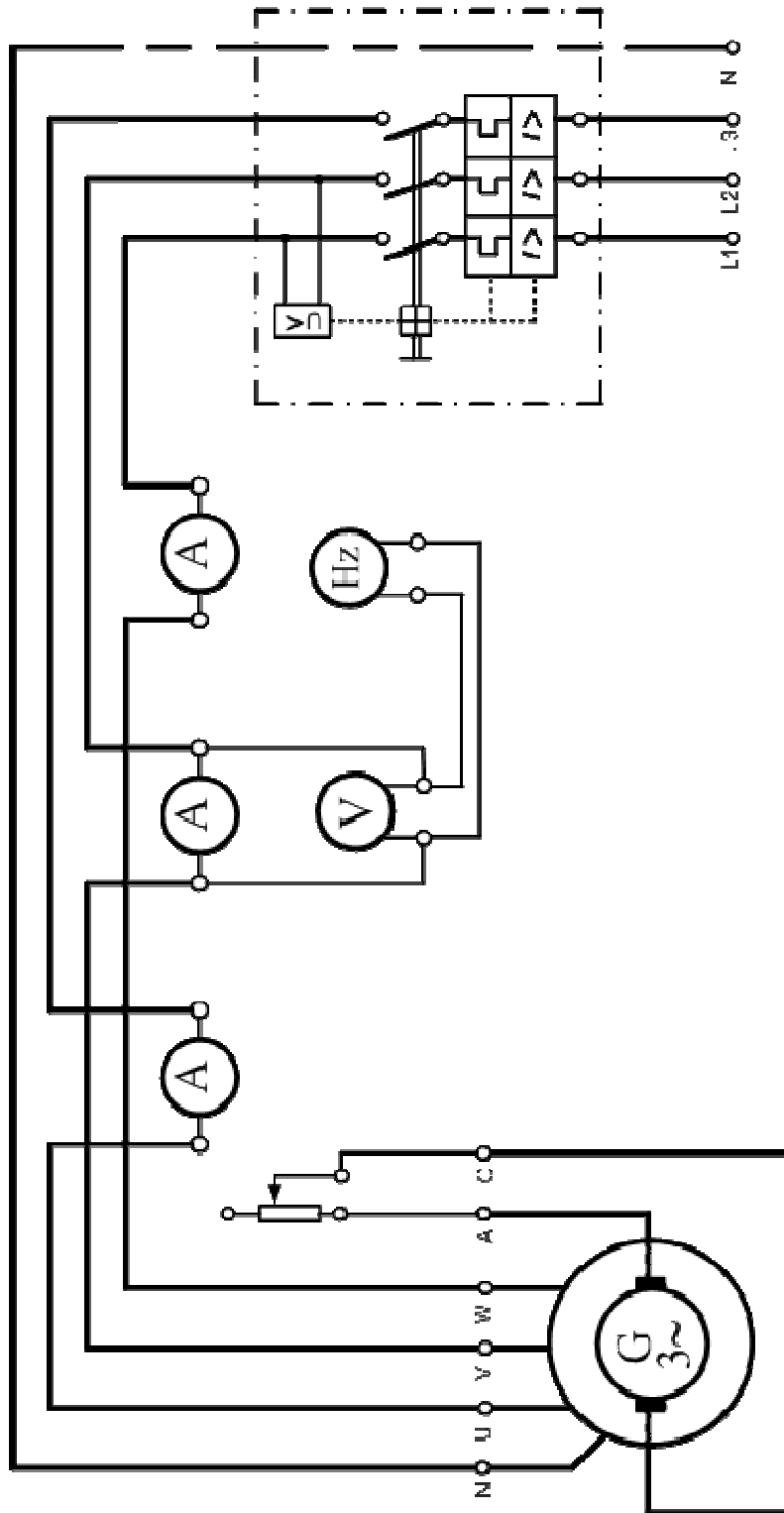
الشكل (٦- ١٣) الدائرة التنفيذية لمحول كهربائي

(٣) الشكل (٦- 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 (٦- ١٤) الدائرة التنفيذية والخطية لمحول كهربائي

(٤) الشكل (٦- ١٥) يوضح الدائرة التنفيذية لمولد تيار متغير ثلاثي الأوجه موصل نجمة Y ، وتغذى أقطابه تغذية ذاتية ، ويتم التحكم في جهد المولد المتغير بمقاومة متغيرة موصلة بالتوالي مع الأقطاب ، والمولد متصل بقاطع 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 (٦- ١٥) وقاية مولد كهربائي