



١١

الجزء الثاني

كهرباء استعمال



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

كهرباء إستعمال

التدريبات العملية

الجزء الثاني

للمصف الأول الثانوي

(الصناعي)

المؤلفون

د. عبد الكريم داود
لافي منصور

مازن ذيب (منسقاً)
زياد القواسمي

روان خليل حنيح «مركز المناهج»



قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين

تدريس كتاب كهرباء استعمال للصف الأول الثانوي في مدارسها للعام الدراسي ٢٠٠٥ / ٢٠٠٦ م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج: د. نعيم أبو الحمص
مدير عام مركز المناهج: د. صلاح ياسين

مركز المناهج

إشراف تربوي: د. عمر أبو الحمص

الدائرة الفنية

إشراف إداري: أحمد سياعرة
تصميم: فادي سميح نافع، موفق طلال حماد
الإعداد المحوسب للطباعة: حمدان بحبوح
تصميم الغلاف: كمال فحماوي
تحرير لغوي: أحمد الخطيب

الفريق الوطني لمنهاج كهرباء استعمال للمرحلة الثانوية

م. محمود اسماعيل م. جمال مصاروة م. زياد القواسمي

الطبعة الأولى التجريبية

٢٠٠٦ م / ١٤٢٧ هـ

© جميع حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم العالي / مركز المناهج
مركز المناهج - حي المصيون - شارع المعاهد - أول شارع على اليمين من جهة مركز المدينة
ص. ب. ٧١٩ - رام الله - فلسطين
تلفون ٢٩٦٦٩٣٥٠ - ٢ - ٩٧٠ + ، فاكس ٢٩٦٦٩٣٧٧ - ٢ - ٩٧٠ +
الصفحة الإلكترونية: www.pcdc.edu.ps - العنوان الإلكتروني: pcdc@palnet.com

رأت وزارة التربية والتعليم العالي ضرورة وضع منهاج يراعي الخصوصية الفلسطينية؛ لتحقيق طموحات الشعب الفلسطيني حتى يأخذ مكانه بين الشعوب. إن بناء منهاج فلسطيني يعد أساساً مهماً لبناء السيادة الوطنية للشعب الفلسطيني، وأساساً لترسيخ القيم والديمقراطية، وهو حق إنساني، وأداة تنمية للموارد البشرية المستدامة التي رسختها مبادئ الخطة الخمسية للوزارة.

وتكمن أهمية المنهاج في أنه الوسيلة الرئيسة للتعليم، التي من خلالها تتحقق أهداف المجتمع؛ لذا تولي الوزارة عناية خاصة بالكتاب المدرسي، أحد عناصر المنهاج؛ لأنه المصدر الوسيط للتعلم، والأداة الأولى بيد المعلم والطالب، إضافة إلى غيره من وسائل التعلم: الإنترنت، والحاسوب، والثقافة المحلية، والتعلم الأسري، وغيرها من الوسائط المساعدة.

أقرت الوزارة هذا العام (٢٠٠٥/٢٠٠٦)م تطبيق المرحلة السادسة من خطتها للمنهاج الفلسطيني، لكتب الصف الأول الثانوي (١١) بفروعه: العلمي، والعلوم الإنسانية، والمهني، والتقني، بالإضافة إلى تطوير بعض كتب المرحلة الأساسية (١-١٠)، وسيتبعها كتب منهاج الصف الثاني الثانوي (١٢) في العام القادم، وبها تكون وزارة التربية والتعليم العالي قد أكملت إعداد جميع الكتب المدرسية للتعليم العام للصفوف (١-١٢)، وتعمل الوزارة حالياً على توسيع البنية التحتية في مجال الشبكات والتعليم الإلكتروني، وعمل دراسات تقويمية وتحليلية لمناهج المراحل الثلاث، في جميع المباحث (أفقياً وعمودياً)؛ لمواصلة التطوير التربوي، وتحسين نوعية التعليم الفلسطيني. وتعد الكتب المدرسية وأدلة المعلم التي أنجزت للصفوف الأحد عشر حتى الآن، وعددها يقارب ٣٥٠ كتاباً، ركيزة أساسية في عملية التعليم والتعلم، بما تشتمل عليه من معارف ومعلومات عُرضت بأسلوب سهل ومنطقي؛ لتوفير خبرات متنوعة، تتضمن مؤشرات واضحة، تتصل بطرائق التدريس، والوسائل والأنشطة وأساليب التقويم، وتتلاءم مع مبادئ الخطة الخمسية المذكورة أعلاه.

وتتم مراجعة الكتب وتنقيحها وإثراؤها سنوياً بمشاركة التربويين والمعلمين والمعلمات الذين يقومون بتدريسها، وترى الوزارة الطباعات من الأولى إلى الرابعة طباعات تجريبية قابلة للتعديل والتطوير؛ كي تتلاءم مع التغيرات في التقدم العلمي والتكنولوجي ومهارات الحياة. إن قيمة الكتاب المدرسي الفلسطيني تزداد بمقدار ما يبذل فيه من جهود، ومن مشاركة أكبر عدد ممكن من المتخصصين في مجال إعداد الكتب المدرسية، الذين يحدثون تغييراً جوهرياً في التعليم، من خلال العمليات الواسعة من المراجعة، بمنهجية رسخها مركز المناهج في مجالي التأليف والإخراج في طرفي الوطن الذي يعمل على توحده.

إن وزارة التربية والتعليم العالي لايسعها إلا أن تتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى المؤسسات والمنظمات الدولية، والدول العربية والصديقة وبخاصة حكومة بلجيكا؛ لدعمها المالي لمشروع المناهج.

كما أن الوزارة لتفخر بالكفاءات التربوية الوطنية، التي شاركت في إنجاز هذا العمل الوطني التاريخي من خلال اللجان التربوية، التي تقوم بإعداد الكتب المدرسية، وتشكرهم على مشاركتهم بجهودهم المميزة، كل حسب موقعه، وتشمل لجان المناهج الوزارية، ومركز المناهج، والإقرار، والمؤلفين، والمحررين، والمشاركين بورشات العمل، والمصممين، والرسمين، والمراجعين، والطابعين، والمشاركين في إثراء الكتب المدرسية من الميدان أثناء التطبيق.

وزارة التربية والتعليم العالي

مركز المناهج

كانون الثاني ٢٠٠٦ م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمة

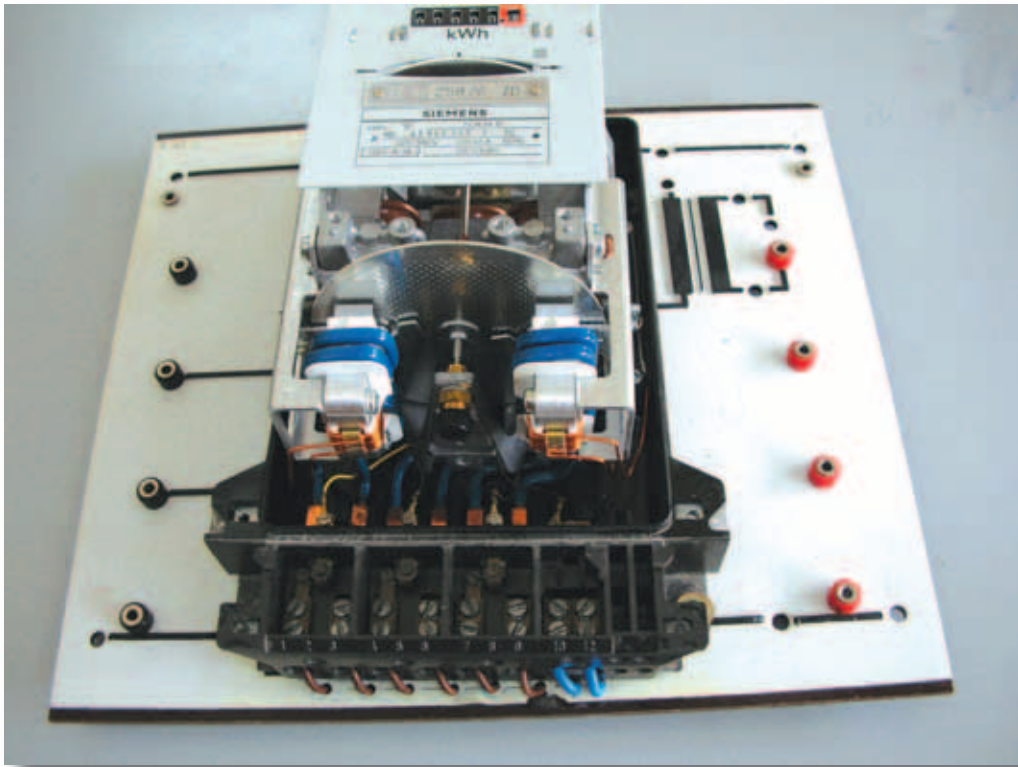
بسم الله والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين ، وبعد ،
جاء هذا الكتاب (علوم صناعية-عملي) ليحقق التكاملية مع المادة النظرية في مبحث كهرباء استعمال
للصف الحادي عشر ، وقد راعينا فيه التدرج في طرح الأنشطة والتمارين ، لإكساب الطلبة المهارات العملية
اللازمة ، ولترسيخ المفاهيم النظرية المطروحة .
يتناول الكتاب الاستخدام السليم للأجهزة الكهربائية سواءً أكانت أجهزة فحص أم قياس ، وبناء دارات
التيار الثابت والتيار المتغير ، بالإضافة إلى بناء جميع الدارات الكهربائية الخاصة بالتمديدات المنزلية مع
ضرورة التقيد بكافة إرشادات السلامة والأمن الصناعي قبل البدء بتنفيذ أي تمرين .
حاولنا ما استطعنا تقديم الأفضل لطلبتنا الأعزاء ، وكلنا أمل ألا تبخلوا علينا باقتراحاتكم وتوصياتكم
لإثراء هذه الطبعة التجريبية .

والله ولي التوفيق

المؤلفون

رقم الصفحة	اسم التمرين	رقم التمرين
٥	استخدام جهاز القياس ذي الملقط (clamp - on ammeter):	التمرين الاول
٧	قياس القدرة الكهربائية الفعالة لحمل موصول مع مصدر أحادي الطور:	التمرين الثاني
١٠	قياس التردد باستخدام جهاز قياس التردد:	التمرين الثالث
١٢	قياس القدرة غير الفعالة والظاهرية لحمل أحادي الطور:	التمرين الرابع
١٥	قياس معامل القدرة لحمل أحادي الطور:	التمرين الخامس
١٩	تحسين معامل القدرة لحمل أحادي الطور:	التمرين السادس
٢٢	قياس الطاقة المستهلكة في حمل أحادي الطور:	التمرين السابع
٢٥	قياس الطاقة المستهلكة في حمل ثلاثي الطور:	التمرين الثامن
٢٨	قياس القدرة الكهربائية في دوائر ثلاثية الطور باستخدام ثلاث اطميترات:	التمرين التاسع
٣٠	قياس القدرة الكهربائية في دوائر ثلاثية الطور باستخدام طريقة الواطميترين:	التمرين العاشر
٣٢	تحسين معامل القدرة لمحرك حثي ثلاثي الطور:	التمرين الحادي عشر
٣٦	توصيل قاطع التسرب الأرضي ثلاثي الطور مع حمل ثلاثي الطور:	التمرين الثاني عشر
٣٩	عناصر لوحة توزيع كهربائية لمنشأة صناعية	التمرين الثالث عشر
٤٤	خطوات تجميع لوحة كهربائية لمنشأة صناعية	التمرين الرابع عشر
٤٩	توصيل قاطع مغناطيسي مع حمل ثلاثي الطور (محرك)	التمرين الخامس عشر
٥٣	توصيل مفتاح يدوي (on/off) ثلاثي الأقطاب مزود بقاطع حراري لتشغيل محرك ثلاثي الطور	التمرين السادس عشر
٥٣	توصيل مفتاح يدوي (on/off) ثلاثي الأقطاب مزود بقاطع حراري لتشغيل محرك ثلاثي الطور	التمرين السادس عشر
٥٨	توصيل المؤقت الزمني مع دائرة تحكم بسيطة لحمل أحادي الطور	التمرين السابع عشر
٦٠	توصيل وسائل حماية وتحكم لحمل حثي ثلاثي الطور (محرك)	التمرين الثامن عشر
٦٣	توصيل محول تيار ومحول جهد مع دائرة كهربائية	التمرين التاسع عشر
٦٦	توصيل دائرة تحكم بسيطة لتشغيل محرك حثي ثلاثي الطور وعكس اتجاه دورانه باستخدام قواطع مغناطيسية وضواغط	التمرين العشرون
٦٩	توصيل جهاز تحديد اتجاه دوران الاطوار:	الحادي والعشرون

الوحدة



قبل البدء بتنفيذ التمارين المذكورة لاحقاً يجب اتباع الإرشادات التالية :

- ١ ارتد الملابس المناسبة للعمل داخل المشغل .
- ٢ خذ الإذن ببدء العمل من المشرف في المشغل .
- ٣ التأكد من فصل التيار الكهربائي قبل البدء بتنفيذ التمرين .
- ٤ تأكد من سلامة التوصيلات والأسلاك .
- ٥ تأكد من توصيل خط الأرضي .
- ٦ تأكد من احكام تثبيت الأسلاك الكهربائية .
- ٧ استعمل عدداً يدوية معزولة كهربائياً .
- ٨ تأكد من استخدام الأداة المناسبة وبالطريقة الصحيحة .
- ٩ تأكد من عمل أجهزة الحماية من الصدمة الكهربائية .
- ١٠ تأكد من عمل أجهزة الإطفاء والحريق .
- ١١ احذر الأجزاء الميكانيكية المتحركة .
- ١٢ اتبع التعليمات الخاصة بكل تمرين مستعيناً بالمدرّب .
- ١٣ افصل التيار الكهربائي نهائياً عن الجهاز المراد إصلاحه أو فحص العطل فيه .
- ١٤ لا تلمس الأطراف الحية الحاملة للتيار الكهربائي .
- ١٥ بلغ عن أي خلل أو عطل في التجهيزات أو الأسلاك للإسراع في إصلاحها من المسؤول في مشغلك .
- ١٦ استعمل المواد المناسبة لنوع المكان ونوع الحمل .
- ١٧ تأكد من طريقة توصيل جهاز القياس قبل استخدامه .
- ١٨ اضبط أجهزة القياس على القيمة المقاسة ونوعها قبل استخدامها .
- ١٩ تأكد من القيمة المقاسة قبل تسجيلها .
- ٢٠ راعِ وضعية الجهاز الصحيحة (أفقي/ عمودي) أثناء استخدامه .
- ٢١ تأكد من صحة القطبية للجهاز في حالة التيار المستمر (+/-) .
- ٢٢ اختر مدى (مجال القياس) للحصول على قراءة صحيحة حسب القيمة المتوقعة للقراءة .
- ٢٣ افحص صلاحية البطارية لجهاز القياس الرقمي دورياً .
- ٢٤ عندما تذكر مصطلحات أجهزة القياس يقصد بها الرقمية (وليس ذات المؤشر) .

التمرين الاول: استخدام جهاز القياس ذي الملقط (clamp - on ammeter):

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- ١ تتعرف على جهاز القياس ذي الملقط .
- ٢ توصل جهاز القياس مع حمل موصول بمصدر أحادي الطور .
- ٣ تقيس التيار المار في الحمل باستخدام الجهاز .
- ٤ تقيس الجهد بين طرفي الحمل باستخدام الجهاز .

الأجهزة /الأدوات:

- ١ مصدر جهد متردد أحادي الطور .
- ٢ جهاز القياس ذو الملقط .
- ٣ حمل كهربائي (محرك أحادي أو ثلاثي الطور) .
- ٤ أسلاك التوصيل .
- ٥ وسائل حماية مناسبة لطبيعة الحمل .

المعلومات الأساسية:

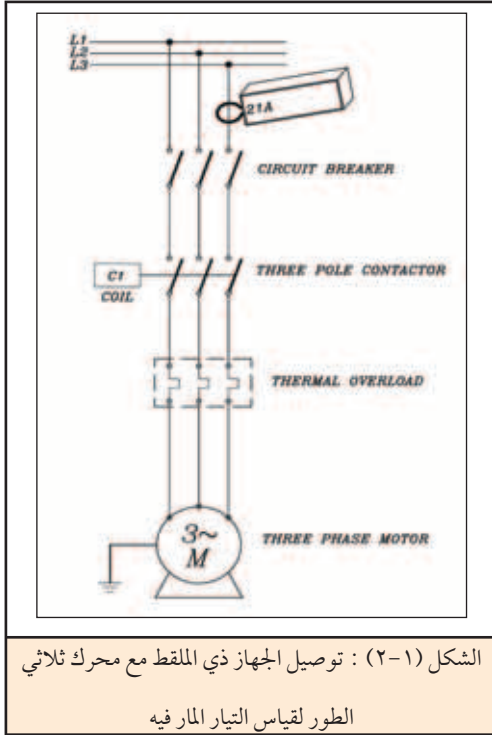
يبين الشكل (١-١) جهاز القياس ذا الملقط أو ما يسمى (Clamp-on ammeter) ويمكن لهذا الجهاز كغيره أن يقيس الجهود والتيارات الثابتة والمتغيرة (ac/dc) بالإضافة لأمكانية قياس كل من قيم المقاومات وفحص استمرارية التوصيل وغيرها من القياسات المختلفة . إلا أنه يتميز بسهولة استخدامه لقياس التيار (أي كجهاز اميتر) على وجه الخصوص دون الحاجة لفصل الحمل عن الدارة الكهربائية، كما هو الحال في غيره من أجهزة القياس الأخرى . ولما كان هذا الحال فانه يستخدم بكثرة في أعمال الفحص والصيانة لكشف الأعطال الكهربائية المختلفة وخاصة في الأحمال الصناعية التي تحتاج إلى سرعة وسهولة في العمل على تحديد مكان العطل .

وعادة ما تجد أنواعاً وأشكالاً كثيرة من هذا الجهاز في السوق المحلي مما يتطلب قراءة الدليل المرفق به لاستخدامه بالطريقة الصحيحة والمناسبة .



الشكل (١-١) : جهاز القياس ذو الملقط Clamp-on ammeter

خطوات العمل:



- ١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية الميينة في الشكل (٢-١).
- ٢ أغلق المفتاح الكهربائي ليمر التيار في الحمل الكهربائي .
- ٣ قم بتوصيل جهاز القياس ذي الملقط لقياس التيار المار في أحد الخطوط الرئيسة الميينة في الشكل (٤-١).
- ٤ سجل قيمة قراءة الجهاز .
- ٥ قم بتبديل الحمل بآخر أحادي الطور (محرك أحادي الطور مثلاً).
- ٦ سجل قيمة قراءة الجهاز .
- ٧ قم بقياس الجهد على أطراف الحمل باستخدام الجهاز كما تعلمت سابقاً وسجل القراءة .

التقييم:

- ١ أين يمكن أن يستخدم جهاز القياس ذو الملقط بكثرة؟ ولماذا؟
- ٢ هل يمكن تثبيت مؤشر الجهاز على قراءة معينة؟ بين كيف يتم ذلك .
- ٣ ما هو برأيك مبدأ عمل جهاز القياس؟ اشرح ذلك .
- ٤ بين كيف يمكن التأكد من صلاحية كيبيل ما باستخدام هذا الجهاز؟
- ٥ اذكر المدى الذي يمكن أن يقيسه الجهاز إذا استعمل لقياس تيار متناوب؟
- ٦ أيهما يستعمل أكثر جهاز القياس ذو المؤشر أم جهاز القياس الرقمي لهذا النوع من أجهزة القياس؟ لماذا؟
- ٧ ماذا يحدث إذا حاولت قياس التيار المار في خطين معا باستخدام الجهاز؟ ما هي قراءة الجهاز في هذه الحالة؟

التمرين الثاني: قياس القدرة الكهربائية الفعالة لحمل موصول مع مصدر أحادي الطور:

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- ١ توصيل جهاز الواطميتر مع حمل موصول بمصدر أحادي الطور .
- ٢ تقيس القدرة الفعالة للحمل .
- ٣ تقيس الجهد والتيار للحمل .
- ٤ تقارن القيمة المقیسة بالقيمة المحسوبة للقدرة .

الأجهزة / الأدوات:

- ١ مصدر جهد متردد أحادي الطور متغير القيمة (0 - 220V) .
- ٣ جهاز الفولتميتر لقياس التيار المتردد .
- ٤ مقاومة وملف تمثل الحمل (L=10 mH ، R=1000 Ω) .
- ٥ أسلاك التوصيل .

المعلومات الأساسية:

يتكون جهاز الواطميتر الممين في الشكل (٢-١) من ملفين هما: ملف التيار، الذي يوصل على التوالي مع الحمل، وملف الجهد الذي يوصل على التوازي مع الحمل (Z)، كما هو موضح في الشكل (٢-٢). ويستخدم الجهاز لقياس القدرة في دوائر أحادية الطور. ويمكن حساب هذه القدرة (P) ووحدتها (W أو KW) لمقارنتها مع القيمة المقاسة (P1) في حالة توصيل المقاومة على التوالي مع الملف على النحو الآتي:

$$X = \omega L = 2\pi f L \quad \text{تردد المصدر (f) \quad مفاعلة الملف}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \text{ممانعة الحمل}$$

$$\theta = \tan^{-1}(X/R) \quad \text{زاوية الوجه}$$

$$I = V / Z$$

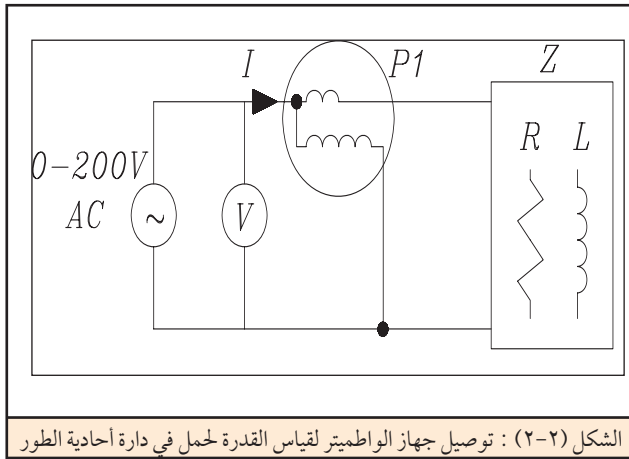
وبذلك يمكن حساب القدرة الفعالة بطرق عديدة كما يلي:

$$P = V I \cos\theta = I^2 R = V^2 / R$$



الشكل (٢-١) : جهاز قياس القدرة

خطوات العمل:



الشكل (٢-٢) : توصيل جهاز الواطميتر لقياس القدرة لحمل في دارة أحادية الطور

- ١) قم بتوصيل الدارة المبينة في الشكل (٢-٢).
- ٢) اضبط أجهزة القياس (الفولتميتر والواطميتر) على الوضع المتردد، وعلى أعلى قيمة تدريج.
- ٣) قم بزيادة جهد المصدر تصاعدياً حسب الجدول (٢-١)، وسجل قيم الجهد والقدرة (P1) في الجدول.

V (v)	40	50	60	70	80
PI (w)					
I (A)					
P (w)					
e (%)					

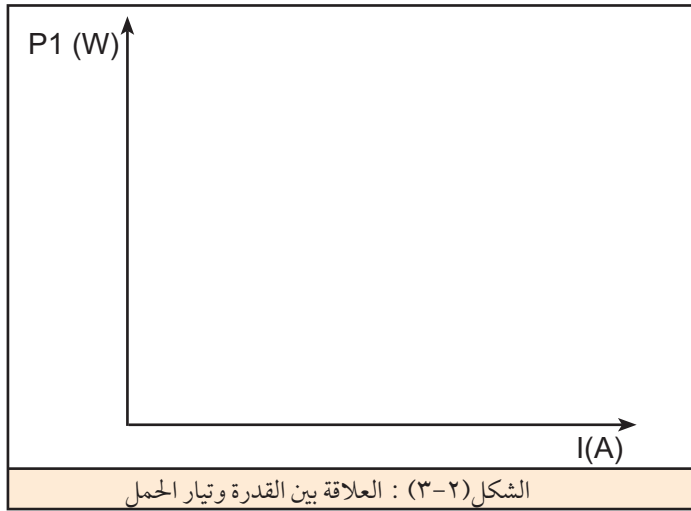
جدول (٢-١) : نتائج قياس القدرة لحمل في دارة فيها المصدر أحادي الطور

تحليل النتائج:

- ١ احسب قيم تيار الحمل للجهود المختلفة (I) وسجلها في الجدول .
- ٢ احسب قيم القدرة للجهود المختلفة (P) حسب المعادلات المذكورة سابقا .
- ٣ احسب نسبة الخطأ (e) حسب المعادلة :

$$100\% e = (P1 \div P) / P$$

ثم سجل النتائج في الجدول (١-٢) . وارسم العلاقة بين القدرة (P1) والتيار (I) في الشكل (٢-٣) .



التقييم:

- ١ علل وجود فرق بين قيمة القدرة المحسوبة والمقاسة .
- ٢ إذا تم تبديل الملف في التجربة بمكثف له نفس الممانعة ، فما هي قراءة الواطميتر المتوقعة؟ ولماذا؟
- ٣ ما هي قراءة الواطميتر المتوقعة إذا كان الحمل حثياً أو سعوياً فقط؟ ولماذا؟
- ٤ ما هو تأثير تغير تردد المصدر على قراءة الواطميتر لنفس الحمل؟
- ٥ اذكر العلاقة التي تربط ما بين القدرة الفعالة وغير الفعالة والظاهرية؟
- ٦ وحدة قياس القدرة الفعالة هي أما وحدة قياس القدرة غير الفعالة فهي
بينما وحدة قياس القدرة الظاهرية هي ؟

التمرين الثالث: قياس التردد باستخدام جهاز قياس التردد:

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن:

- ١ تتعرف على جهاز قياس التردد (Hz).
- ٢ توصل جهاز القياس مع حمل موصول بمصدر أحادي الطور.
- ٣ تقيس التردد لحمل أحادي الطور.

الأجهزة / الأدوات:

- ١ مصدر جهد متردد أحادي الطور متغير القيمة (0 - 220 V).
- ٢ جهاز قياس التردد
- ٣ حمل أحادي الطور (محرك أحادي الطور).
- ٤ أسلاك التوصيل
- ٥ وسائل حماية مناسبة لطبيعة الحمل (قاطع آلي ١٦ امبير) و (إرث ليكيج / 40A 0.03A)

المعلومات الأساسية:

يبين الشكل (١-٣) جهاز قياس التردد والمخطط الرمزي له (أسفل الصورة) ويستخدم لقياس التردد لمصدر تيار متردد (سواء أكان أحادي الطور أم ثلاثي الطور) ووحدة قياسه الهيرتز (Hz). ومن المعلوم أن مقدار تردد مصدر التغذية في بلادنا وفي معظم دول العالم هو (٥٠) هيرتزاً وجهود التوليد فيها ٢٢٠ / ٣٨٠ فولتاً وكما تلاحظ من الشكل (١-٣) فإن مدى قياس الجهاز يتراوح ما بين (٤٥ - ٥٥) هيرتزاً إلا أنه هناك دولاً أخرى أن يكون فيها التردد (٦٠) هيرتزاً كامريكا، وتختلف فيها أيضاً جهود التوليد. ويتم توصيل هذا الجهاز على التوازي مع المصدر الكهربائي المراد قياس تردده وتعود أهمية معرفة تردد مصدر التغذية لمراقبة أي تغيير قد يطرأ على تردد مولدات الكهرباء لما له من أثر كبير على عمل الأجهزة الكهربائية المتصلة به بشكل عام وسلامتها.

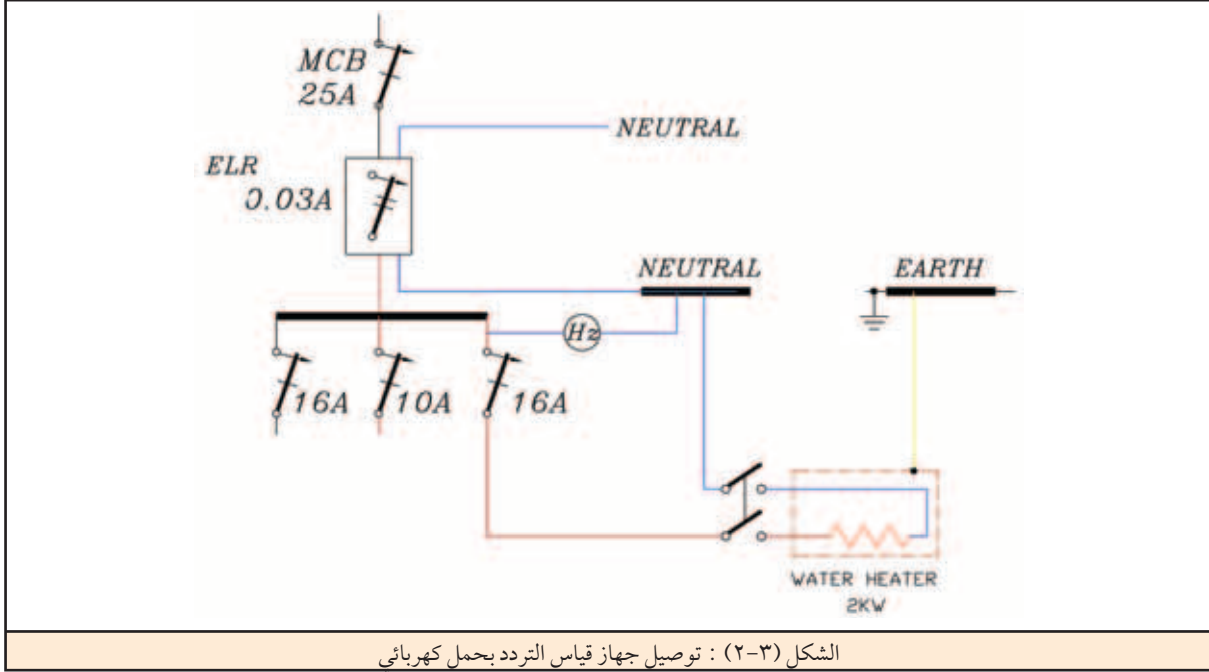


الشكل (١-٣): جهاز قياس التردد

خطوات العمل:

- ١ قم بتوصيل الدارة المبينة في الشكل (٢-٣).
- ٢ أغلق المفتاح ثنائي القطب.
- ٣ قم بتوصيل جهاز قياس التردد على أطراف مصدر التغذية (على التوازي مع المصدر).

- ٤ أغلق القاطع الآلي (MCB).
- ٥ صل مخرج التغذية (الإبريز) بمكواة كهربائية .
- ٦ سجل قيمة قراءة الجهاز .
- ٧ قم بتغيير الحمل بأخر (مدفأة مثلا) ثم سجل قراءة الجهاز .



التقييم :

- ١ ماذا تتوقع أن يحدث لقراءة الجهاز إذا تم وصله بمصدر تيار مستمر؟
- ٢ ما هي أهمية معرفة تردد مصادر التغذية بشكل عام؟
- ٣ أكمل يوصل جهاز قياس التردد على مع المصدر المراد قياس التردد له .
- ٤ اذكر أين يمكن أن يركب هذا الجهاز بشكل دائم؟
- ٥ هل يمكن أن يؤثر الحمل على قراءة الجهاز؟ لماذا؟

التمرين الرابع: قياس القدرة غير الفعالة والظاهريّة لحمل أحادي الطور:

الأهداف:

- ١ بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن:
توصل جهاز معامل القدرة مع الحمل موصولاً بمصدر أحادي الطور .
- ٢ توصل جهاز الواطميتر / فاروميتر (kW / kVar) مع الحمل المتصل بمصدر أحادي الطور .
- ٣ تقيس القدرة الفعالة وغير الفعالة للحمل .
- ٤ تقيس معامل القدرة للحمل .

الأجهزة و الأدوات:

- ١ مصدر جهد متردد أحادي الطور متغير القيمة (0 - 220 V) .
- ٢ جهاز الواطميتر / فاروميتر .
- ٣ جهاز الفولتميتر لقياس الجهد المتردد .
- ٤ جهاز أميتر لقياس التيار المتردد .
- ٥ حمل أحادي الطور يتكون من (R=1KΩ , C=4.75F , L 10mH) .
- ٦ أسلاك التوصيل .

المعلومات الأساسية:

يمكن استخدام جهاز واحد لقياس القدرة الفعالة وغير الفعالة بطريقة مباشرة عن طريق تغيير وضع مفتاح التعيير إما على وضع P (kW) أو Q (kVar) كما يظهر في الشكل (٤-١) . أما القدرة الظاهريّة فيتم قياسها بطريقة غير مباشرة عن طريق قياس الجهد الساقط على الحمل و التيار المار فيه ، ومن ثم يتم حساب القدرة الظاهريّة من خلال ضرب قيمة الجهد بقيمة التيار . ويمكن حساب هذه القدرات الثلاثة وكذلك معامل القدرة في حالة توصيل المقاومة على التوالي مع كل من الملف والمكثف على النحو الآتي :

$$X_L = \omega L = 2\pi f L \quad \text{ممانعة الملف (تردد المصدر (f)).}$$

$$X_C = 1/(\omega C) = 1/(2\pi f C) \quad \text{ممانعة المكثف (تردد المصدر (f)).}$$

$$X = X_L + X_C$$

$$Z = \sqrt{(R^2 + X^2)} \quad \text{مفاعلة الحمل .}$$

$$\theta = \tan^{-1}(X/R) \quad \text{زاوية الوجه .}$$

$$I = V / Z$$



الشكل (١-٤): توصيل جهاز القدرة الفعالة وغير الفعالة .

وبذلك يمكن حساب القدرة الفعالة P بعدة طرق
كما يلي :

$$P = V I \cos\theta = I^2 R = V^2 / R$$

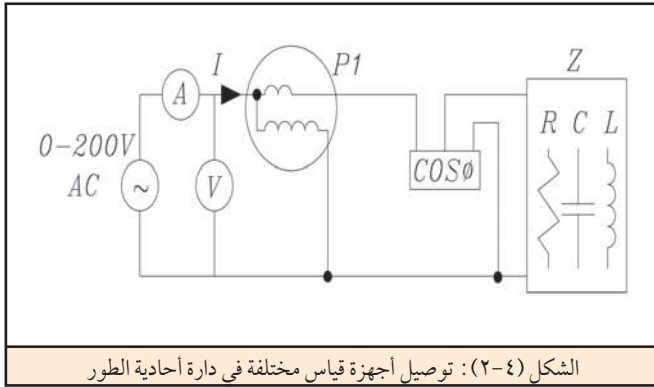
وكذلك يمكن حساب القدرة غير الفعالة Q بعدة
طرق كما يلي :

$$Q = V I \sin\theta = I^2 X = V^2 / X$$

أما القدرة الظاهرية S فيمكن حسابها كما يلي :

$$S = V I = I^2 Z = V^2 / Z$$

خطوات العمل:



الشكل (٢-٤): توصيل أجهزة قياس مختلفة في دائرة أحادية الطور

١ قم بتوصيل الدارة الميئة في
الشكل (٢-٤) .

٢ اضبط الحمل بحيث توصل عناصره
المختلفة (R, L, C) على التوالي .

٣ قم بزيادة جهد المصدر يدويا طبقا
لقيم التيار حسب الجدول (١-٤) ،
وسجل قيم الجهد والقدرة والتيار
ومعامل القدرة في الجدول .

٤ سجل النتائج في الجدول (١-٤) .

القيم المقاسة					القيم المحسوبة		
I (A)	V (V)	P (W)	Q (VAR)	Cosθ	S (VA)	P(W)	Q (Var)
0.5							
1							
1.5							
2							
2.5							
3							

جدول (١-٤) : قياس معامل القدرة والقدرات الثلاثة (P، Q، S) في دائرة أحادية الطور مع حمل

تحليل النتائج:

- ١ احسب معامل القدرة من الحمل .
- ٢ احسب قيم القدرات المختلفة P، Q، S للحمل .
- ٣ قارن هذه القيم المحسوبة مع القيم المقاسة .
- ٤ سجل النتائج في الجدول (٤-١) .

التقييم :

- ١ ما هي أهمية قياس معامل القدرة؟
- ٢ كيف يمكن تحسين معامل القدرة للحمل؟
- ٣ هل هناك طريقة أخرى لتحسين معامل القدرة غير استخدام المكثفات؟ اذكرها؟
- ٤ القدرة الفعالة هي القدرة في الحمل المادي في حين أن القدرة غير الفعالة هي القدرة في المكثف أو في؟
- ٥ هل يجب تثبيت التردد عند قياس القدرة المراكسة (غير الفعالة) لحمل ما؟ لماذا؟
- ٦ هل يؤثر نوع الحمل على معامل القدرة؟
- ٧ ماذا تستنتج من التجربة؟

التمرين الخامس: قياس معامل القدرة لحمل أحادي الطور:

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

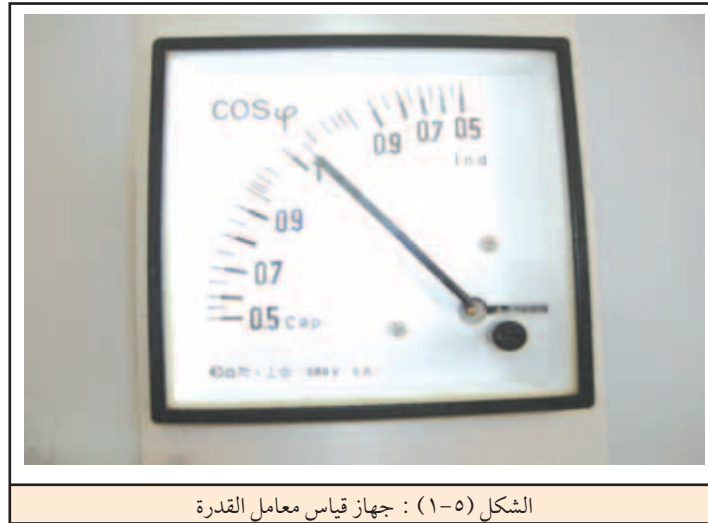
- ١ توصيل جهاز قياس معامل القدرة مع الحمل وبمصدر أحادي الطور .
- ٢ توصيل جهاز الواطميتر مع الحمل وبمصدر أحادي الطور .
- ٣ تقيس القدرة الفعالة للحمل .
- ٤ تقيس معامل القدرة للحمل .

الأجهزة و الأدوات:

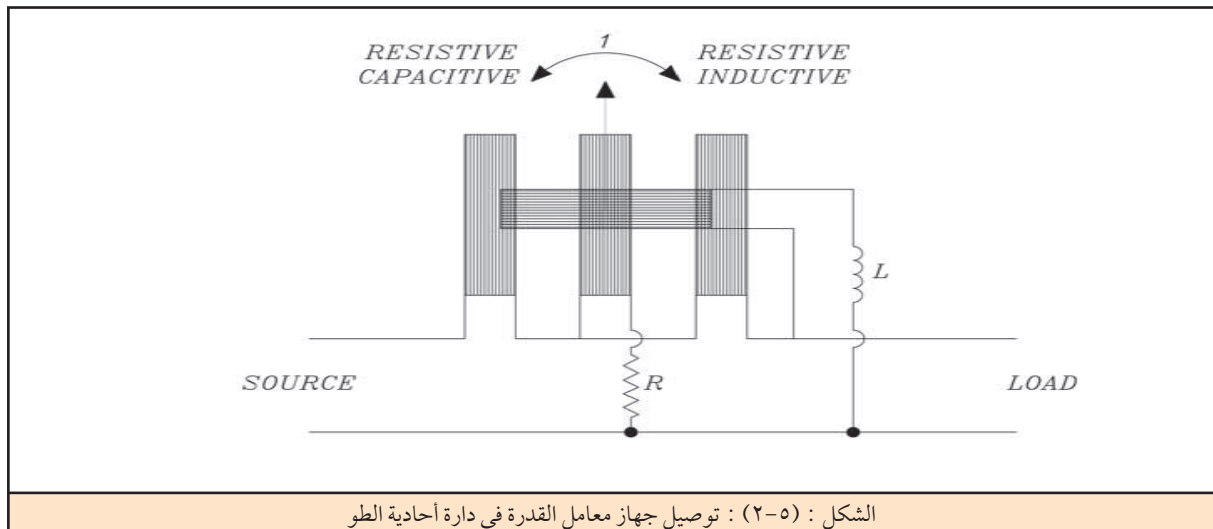
- ١ مصدر جهد متردد أحادي الطور متغير القيمة (0 - 220V) .
- ٢ جهاز الواطميتر .
- ٣ جهاز الفولتميتر لقياس الجهد المتردد .
- ٤ جهاز أميتر لقياس التيار المتردد .
- ٥ حمل أحادي الطور يتكون من (L=10mH . C=4.7F . R=1000) .
- ٦ أسلاك التوصيل .
- ٧ وسائل حماية مناسبة .

المعلومات الأساسية:

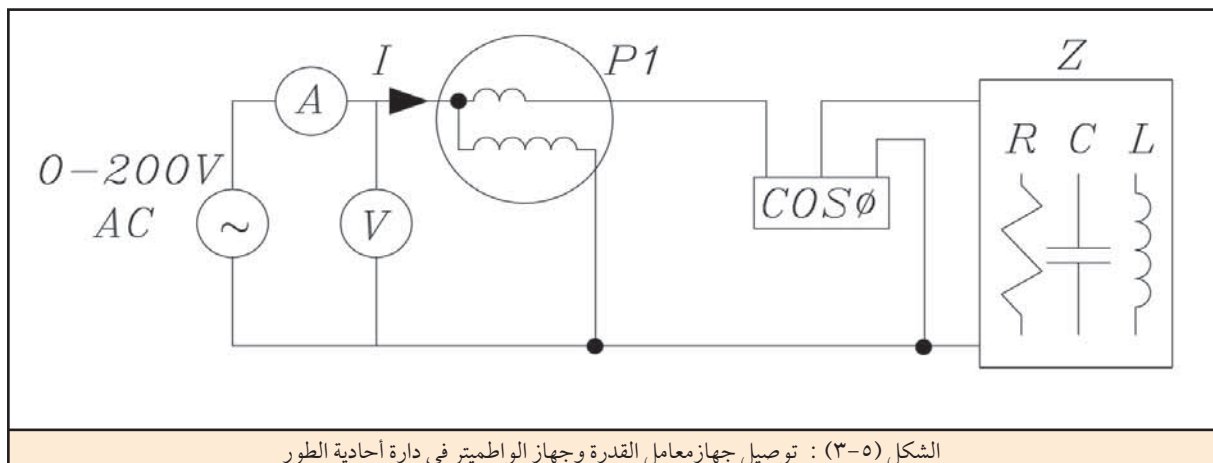
يقيس جهاز معامل القدرة المبين في الشكل (٥-١) النسبة بين القدرة الفعالة والقدرة الظاهرية، ولأنها لا تقيس كمية معينة فإن درجة دقتها ليست عالية . ويتكون هذا الجهاز كما هو الحال بالنسبة لجهاز الواطميتر من ملفين : ملف الجهد الذي يوصل على التوازي مع الحمل ، وملف التيار الذي يوصل على التوالي مع الحمل . وغالبا ما يكون تدرج القياس بحيث تكون قراءة معامل القدرة (الواحد صحيح) في منتصف المقياس ، بينما ينحرف المؤشر إلى اليمين في حالة حمل ذي ممانعة حثية (Inductive) وتكون في هذه الحالة معظم الأحمال الكهربائية هي محركات حثية (كما هو الحال في الأحمال الصناعية)، وينحرف إلى اليسار في حالة حمل ذي ممانعة سعوية (Capacitive)(انظر الشكل ٥-٢) . بينما يبين الشكل (٥-٣) طريقة توصيل الجهاز مع الحمل والمصدر . ويكون معامل القدرة في أحسن حالاته واحدا صحيحا للأحمال المادية ، وغالبا ما يكون أقل من ذلك .



الشكل (١-٥) : جهاز قياس معامل القدرة



الشكل : (٢-٥) : توصيل جهاز معامل القدرة في دائرة أحادية الطور



الشكل (٣-٥) : توصيل جهاز معامل القدرة وجهاز الواطميتر في دائرة أحادية الطور

خطوات العمل:

- ١ قم بتوصيل الدارة المبينة في الشكل (٣-٥) .
- ٢ اضبط الحمل على وضع مقاومة مادية (R) . (القيم كما في الجداول) .
- ٣ قم بزيادة جهد المصدر يدويا طبقا لقيم التيار حسب الجدول (١-٥) ، وسجل قيم الجهد والقدرة والتيار ومعامل القدرة في الجدول .
- ٤ أعد الخطوات السابقة وذلك مع تغيير الحمل إلى حثي (X_L) ثم إلى سعوي (X_C) .
- ٥ سجل النتائج للأحمال الثلاث في الجدول المخصص لكل نوع من الأحمال (جدول (٢-٥) وجدول (٣-٥) .

المقاسة		القيم		المحسوبة	
I (A)	V (V)	P (W)	$\cos\theta$	$P=VI$	$\cos\theta=P/VI$
0.5					
1					
1.5					
2					
2.5					
3					

الجدول (١-٥) : قياس معامل القدرة والقدرة في دارة أحادية الطور مع حمل مادي ($R=1000$)

القيم المقاسة				القيم المحسوبة	
I (A)	V (V)	P (W)	$\cos\theta$	$P=VI$	$\cos\theta=P/VI$
0.5					
1					
1.5					
2					
2.5					
3					

الجدول (٢-٥) : قياس معامل القدرة والقدرة في دارة أحادية الطور مع حمل حثي ($L=10\text{ mH}$)

القيم المقاسة				القيم المحسوبة	
I (A)	V (V)	P (W)	$\cos\theta$	$P=VI$	$\cos\theta=P/VI$
0.5					
1					
1.5					
2					
2.5					
3					

الجدول (٣-٥) : قياس معامل القدرة والقدرة في دارة أحادية الطور مع حمل سعوي ($C=470\text{ F}$)

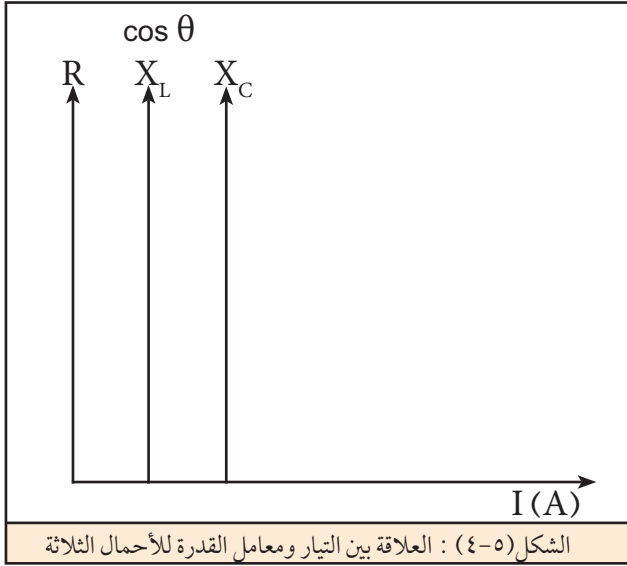
تحليل النتائج:

١ احسب معامل القدرة من القيم المقاسة للعناصر P ، V ، I للأحمال الثلاثة .

٢ قارن هذه القيم المحسوبة مع القيم المقاسة لمعامل القدرة .

٣ سجل النتائج في الجداول الثلاثة السابقة .

٤ أرسم العلاقة (كما في الشكل (٥-٤)) التي توضح تغير التيار مع قيم معامل القدرة المسجلة وذلك عند الأحمال المختلفة الثلاث (R ، X_L ، X_C) .



التقييم:

١ كيف ينحرف مؤشر الجهاز في حالة كل نوع من الأنواع الثلاثة للأحمال؟

٢ الأحمال الصناعية هي عبارة عن أحمال لذلك من المستحسن أن يقترب معامل القدرة لها من ؟

٣ في حالة الأحمال الحثية يكون فيها التيار عن الجهد أما في حالة الأحمال السعوية فإن التيار يكون عن الجهد؟

٤ ماذا تستنتج من التجربة السابقة؟ وهل من الضروري تحسين معامل القدرة للأحمال الحثية؟ لماذا؟

التمرين السادس: تحسين معامل القدرة لحمل أحادي الطور:

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- ١ توصيل جهاز معامل القدرة مع الحمل المتصل بمصدر أحادي الطور .
- ٢ توصيل جهاز الواطميتر مع الحمل المتصل بمصدر أحادي الطور .
- ٣ تقيس القدرة الفعالة للحمل .
- ٤ تقيس معامل القدرة للحمل .
- ٥ تحسن معامل القدرة إلى قيمة أفضل .

الأجهزة والأدوات:

- ١ مصدر جهد متردد أحادي الطور متغير القيمة (0 - 220V) .
- ٢ جهاز الواطميتر .
- ٣ جهاز الفولتميتر لقياس الجهد المتردد .
- ٤ جهاز اميتر لقياس التيار المتردد .
- ٥ حمل أحادي الطور يتكون من (L= 10mH , R=1000 Ω , C= 4.7F , 0.47 F) .
- ٦ مكثفات لتحسين معامل القدرة 15 F / 300v ac .
- ٧ أسلاك توصيل مناسبة .

المعلومات الأساسية:

يمكن حساب القدرات الثلاثة وكذلك معامل القدرة في حالة توصيل المقاومة على التوالي مع الملف و المكثف على النحو الآتي :

تردد المصدر (f) ممانعة الملف	$X_L = \omega L = 2 \pi f L$
تردد المصدر (f) ممانعة المكثف	$X_C = 1/(\omega C) = 1/(2 \pi f C)$
الممانعة الكلية	$X = X_L - X_C$
مفاعلة الحمل قبل تحسين معامل القدرة	$Z_1 = \sqrt{(R^2 + X_L^2)}$
مفاعلة الحمل بعد تحسين معامل القدرة	$Z_2 = \sqrt{(R^2 + X^2)}$
زاوية الوجه لمعامل القدرة قبل التحسين	$\theta_1 = \tan^{-1}(X_L / R)$
زاوية الوجه لمعامل القدرة بعد التحسين	$\theta_2 = \tan^{-1}(X / R)$

ويكون معامل القدرة ($\cos \theta$) في أحسن حالاته واحداً صحيحاً للأحمال المادية ، وغالباً ما يكون أقل من ذلك .
ولتحسين معامل القدرة يتم توصيل مكثفات مع الحمل لتوليد قدرة غير فعالة متقدمة (QC) حسب المعادلة التالية :

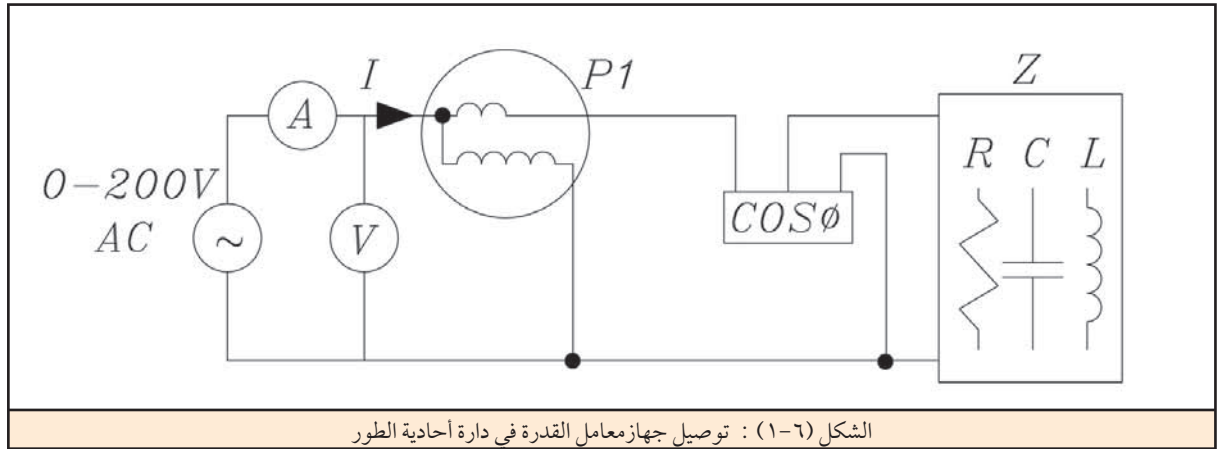
$$QC = P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2)$$

حيث إن :

θ_1 : زاوية معامل القدرة المراد تحسينه .

θ_2 : زاوية معامل القدرة المطلوب بعد إضافة المكثفات مع الحمل .

P : القدرة الفعالة الثابتة القيمة قبل تحسين معامل القدرة وبعدها .



خطوات العمل:

- ١ قم بتوصيل الدارة المبينة في الشكل (٦-١) .
- ٢ اضبط الحمل على وضع مقاومة (R) وملف (L) موصلين على التوالي .
- ٣ قم بتعبير جهد المصدر يدوياً طبقاً لقيم التيار حسب الجدول (٦-١) ، وسجل قيم الجهد والقدرة والتيار ومعامل القدرة في الجدول (٦-١) .
- ٤ أضف للحمل مكثفاً (C1) وسجل قراءات الأجهزة في الجدول .
- ٥ استخدم مكثفاً ذا قيمة أكبر (C2) من السابق ، وسجل قراءات الأجهزة في الجدول .

نوع الحمل	القيم المقيسه				القيم المحسوبة	
	I (A)	V (V)	P (W)	Cosθ	QC (Var)	Cosθ
R-L	1.5					
R-L-C1	1.5					
R-L-C2	1.5					

جدول (٦-١) : قياس معامل القدرة والقدرة في دارة أحادية الطور مع حمل

تحليل النتائج:

- ١ احسب معامل القدرة من قيم الأحمال المختلفة في الجدول .
- ٢ احسب القدرة غير الفعالة المتقدمة لهذه الأحمال .
- ٣ سجل النتائج في الجدول .
- ٤ قارن هذه القيم مع القيم المقيسة لمعامل القدرة .

التقييم:

- ١ هل يختلف معامل القدرة في حالة الحمل الحثي عنه في حالة الحمل السعوي؟ كيف؟
- ٢ هل هناك حالة يمكن أن تتساوي فيها الممانعة الحثية والممانعة السعوية في دائرة (RLC)؟ ماذا تسمى هذه الحالة؟ وماذا يصبح عندها الحمل؟ وماذا تتساوي زاوية الطور عندها؟
- ٣ هل تؤثر قيمة المواسع على قيمة معامل القدرة؟ كيف؟ ماذا تستنتج من التجربة؟

التمرين السابع: قياس الطاقة المستهلكة في حمل أحادي الطور:

الأهداف:

- ١ بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن:
تتعرف على أجزاء عداد الطاقة الكهربائية.
- ٢ تتعرف على طريقة توصيل عداد الطاقة أحادي الطور.
- ٣ تركيب عداد طاقة كهربائياً أحادي الطور.
- ٤ تقيس الطاقة الكهربائية المستهلكة في حمل أحادي الطور.

الأجهزة / الأدوات:

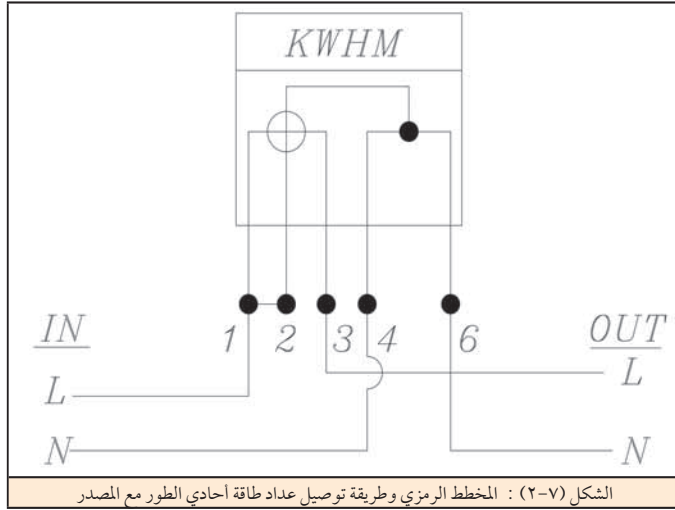
- ١ جهاز قياس الطاقة أحادي الطور (العداد) ٢٢٠ فولتاً ٣٠ أمبيراً.
- ٢ قاطع حماية آلي ١٦ أمبيراً.
- ٣ قاطع ثنائي القطبية (ON /OFF) – 220 v / (A16) two pole switch.
- ٤ وسائل حماية أخرى مناسبة (تختارها بمساعدة مشرفك).
- ٥ مصدر أحادي الطور.
- ٦ مخرج قدرة أحادي الطور (إبريز).
- ٧ حمل أحادي الطور (مدفأة كهربائية أو محرك أحادي الطور).
- ٨ أسلاك توصيل مناسبة للحمل (٢ مم², ٥x٣).
- ٩ صندوق عدة.

المعلومات الأساسية:



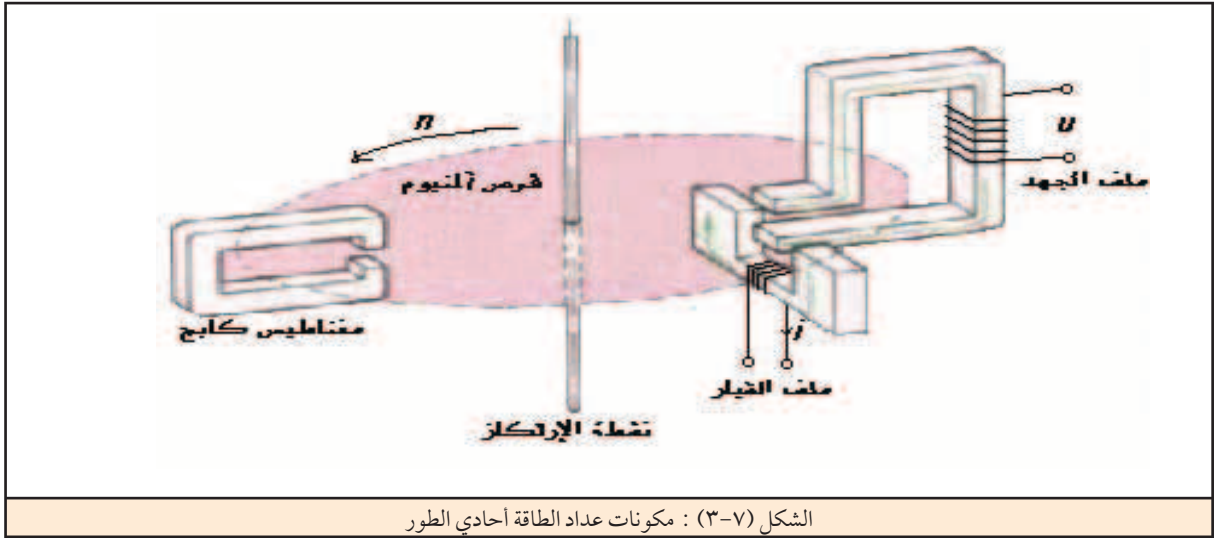
الشكل (٧-١): عداد طاقة أحادي الطور

يستخدم عداد الطاقة الكهربائية لقياس الطاقة الكهربائية المستهلكة في الأحمال الكهربائية المختلفة، ويركب هذا العداد عادة في المنازل من الشركة المزودة للتيار الكهربائي، ويزود العداد بختم خاص من الشركة تفادياً للعبث به، ويبين الشكل (٧-١) منظرًا عامًا لعداد أحادي الطور.



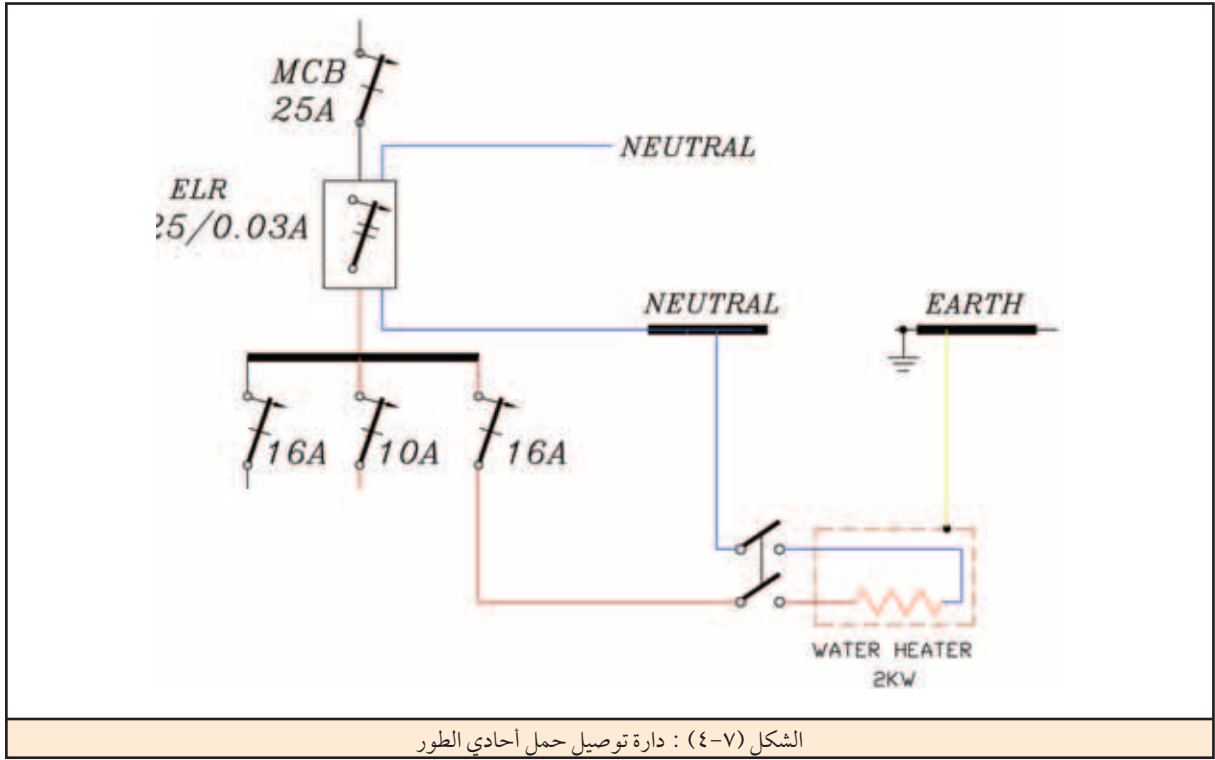
ويبين الشكل (٢-٧) المخطط الرمزي لعداد الطاقة وطريقة توصيلة من جهة المصدر، وكذلك من جهة الحمل، حيث توصل أطراف المصدر بالأرقام (١ و٤)، ويوصل الحمل بالأطراف (٣ و٦)، كما هو مبين في الشكل (٢-٧)، ويجب أن يلاحظ اتجاه دوران قرص الألمنيوم أثناء التوصيل؛ لكي يعطي الجهاز قراءة صحيحة. ويبين الشكل (٣-٧) مكونات عداد الطاقة أحادي الطور، كما

وتركب الشركة أيضاً قاطعاً رئيسياً لأغراض الحماية، وفصل التيار الكهربائي عن المنزل. وتقاس كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة بوحدة الكيلوواط . ساعة (KW.h) .



خطوات العمل:

- ١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة كما في الشكل (٤-٧) .
- ٢ اضبط زمن التشغيل لمدة ١٠ دقائق .
- ٣ راقب اتجاه دوران قرص الألمنيوم .
- ٤ استبدل المحرك أحادي الطور بمدفأة كهربائية، ثم أعد إجراء التمرين، وسجل قراءة الجهاز .



التقييم:

- ١ ما هي المواصفات الأساسية لعداد الطاقة أحادي الطور؟ اين تكتب؟
- ٢ مم يتكون عداد الطاقة أحادي الطور؟ وكيف يعمل؟
- ٣ ما هي وظيفة المغناطيس الكابح المبين في الشكل (٧-٣)؟
- ٤ كيف يتم توصيل عداد الطاقة أحادي الطور؟ وهل يمكن أن يدور القرص بالاتجاه العكسي؟ لماذا؟
- ٥ بين كيف يمكن أن تحسب الطاقة الكهربائية المستهلكة في الأحمال الكهربائية في منزلك؟ فسر محتويات فاتورة الكهرباء الشهرية لمنزلك؟
- ٦ هل يمكنك معرفة قدرة حمل كهربائي باستخدام جهاز قياس الطاقة الكهربائية؟ وكيف يتم ذلك؟
- ٧ اذكر العلاقة الرياضية التي تربط الطاقة الكهربائية المستهلكة بالقدرة لحمل أحادي الطور؟
- ٨ أكمل: يحتوي جهاز قياس الطاقة الكهربائية أحادي الطور على كل من ملف وآخر حيث يتم توصيل ملف على التوازي بينما يوصل ملف على التوالي .

التمرين الثامن: قياس الطاقة المستهلكة في حمل ثلاثي الطور:

الأهداف :

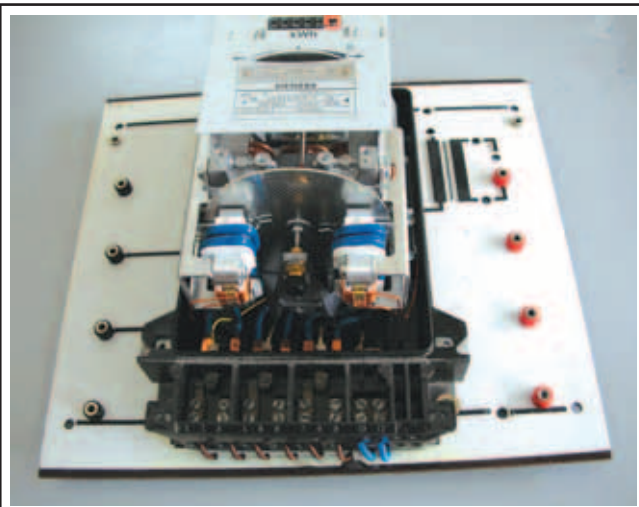
بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- ١ تتعرف على أجزاء عداد الطاقة الكهربائية المستخدم في المصانع .
- ٢ تتعرف على طريقة توصيل عداد الطاقة ثلاثي الطور .
- ٣ تركيب عداد طاقة كهربائية ثلاثي الطور .
- ٤ تقيس الطاقة الكهربائية المستهلكة في حمل ثلاثي الطور .

الأجهزة / الأدوات:

- ١ جهاز قياس الطاقة ثلاثي الطور (العداد ثلاثي الطور).
- ٢ مفتاح كهربائي ثلاثي الأقطاب (on/off) ١٦ أمبير ٥٠٠ فولت .
- ٣ وسائل حماية مناسبة (تختارها بمساعدة مشرفك حسب قدرة الحمل) .
- ٤ مصدر ثلاثي الطور .
- ٥ حمل ثلاثي الطور (محرك كهربائي ثلاثي الطور).
- ٦ أسلاك توصيل مناسبة للحمل (٤x٥ مم ٢) .
- ٧ صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

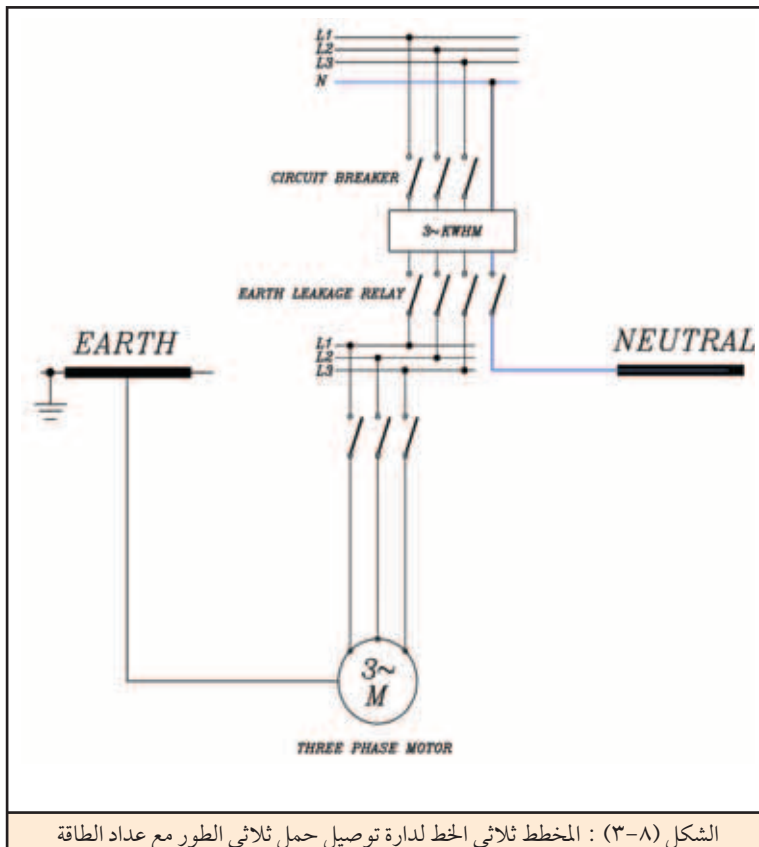
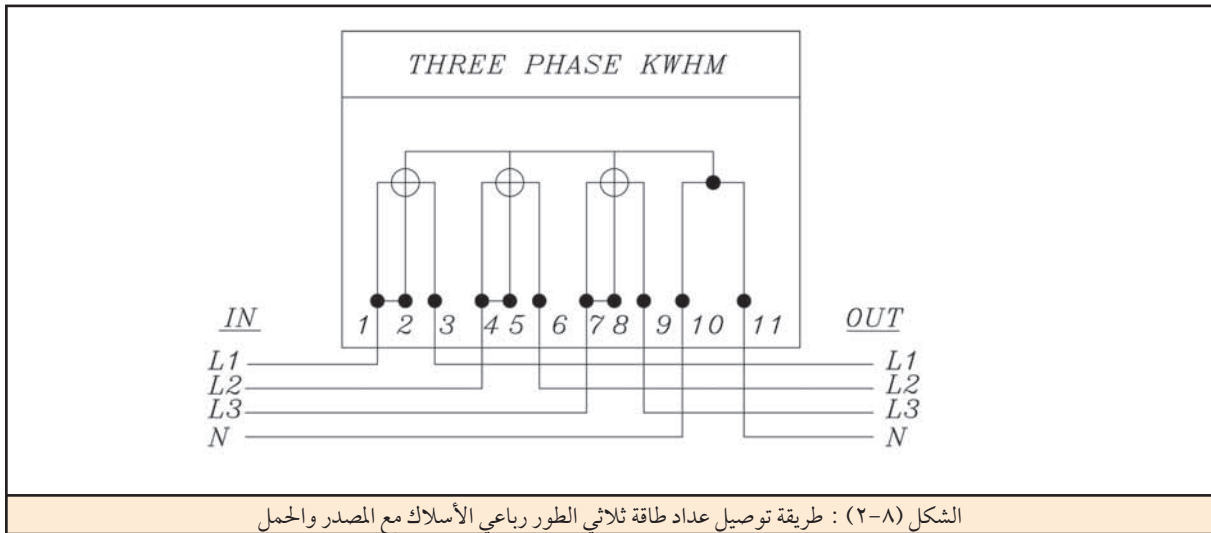


الشكل (٨-١) : عداد الطاقة ثلاثي الأطوار

يبين الشكل (٨-١) جهاز قياس الطاقة ثلاثي الطور رباعي الأسلاك، حيث يتصل هذا العداد بأربعة أطراف (ثلاثة أطوار وخط التعادل) من جهة المصدر، وكذلك أربعة أطراف من جهة الحمل، كما هو مبين في الشكل (٨-١) ويحتوي جهاز قياس الطاقة ثلاثي الطور على ثلاث مجموعات من الملفات أحادية الطور (بدل مجموعة واحدة، كما هو الحال بالنسبة لعداد الطاقة أحادي الطور) حيث تحتوي كل مجموعة على ملف للجهد، وملف للتيار يتغذيان من

جهد وتيار أحد الأطوار الثلاثة، وتشارك تلك المجموعات بمحور دوران، والذي يدور بسرعة تتناسب مع مقدار القدرة المستهلكة في الحمل ثلاثي الأطوار .

وتقاس الطاقة الكهربائية عادة بوحدة (الكيلوواط . ساعة KW.h). ويتم تركيب عداد الطاقة ثلاثي الطور في الورش والمنشآت الصناعية، والشكل (٢-٨) يوضح طريقة توصيله مع كل من الحمل والمصدر ثلاثي الطور (له أربعة مداخل وأربعة مخارج كما هو موضح في الشكل).



خطوات العمل :

- ١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية الميينة في الشكل (٣-٨).
- ٢ راقب دوران القرص المصنوع من الألمنيوم (اتجاه دورانه).
- ٣ شغل الدارة لفترة من الزمن.
- ٤ سجل القراءة التي يعطيها الجهاز.
- ٥ استبدل المحرك ثلاثي الطور بأخر له قدرة مختلفة، ثم سجل قراءة الجهاز.

- ١ يتكون عداد الطاقة ثلاثي الطور رباعي الأسلاك من حيث تحتوي كل على ملفين أحدهما والآخر ويغذيان بجهد وتيار الأطوار الثلاثة .
- ٢ بين مع الرسم طريقة توصيل عداد الطاقة ثلاثي الأطوار ذا المجموعتين من الملفات ، واذكر أين يستخدم غالباً .
- ٣ ماذا يحدث إذا تم عكس أحد أطراف طور المصدر مع طرف الحمل .
- ٤ ما هي المواصفات التي تكتب على جهاز قياس الطاقة ثلاثي الأطوار ، والتي تختلف عن تلك المدونة على جهاز قياس الطاقة أحادي الطور ؟ اذكرها .
- ٥ برأيك ما الذي يؤدي إلى احداث عزم دوران في قرص الألمنيوم في عداد الطاقة بشكل عام .
- ٦ هل يتواجد في السوق المحلي الآن أنواع أخرى من عدادات الطاقة ؟ بين كيف تتم القراءة فيها ؟ وكيف تعمل ؟
- ٧ هل تعتمد سرعة دوران القرص على مقدار الحمل ؟ كيف ؟

التمرين التاسع: قياس القدرة الكهربائية في دوائر ثلاثية الطور باستخدام ثلاث واطميترات:

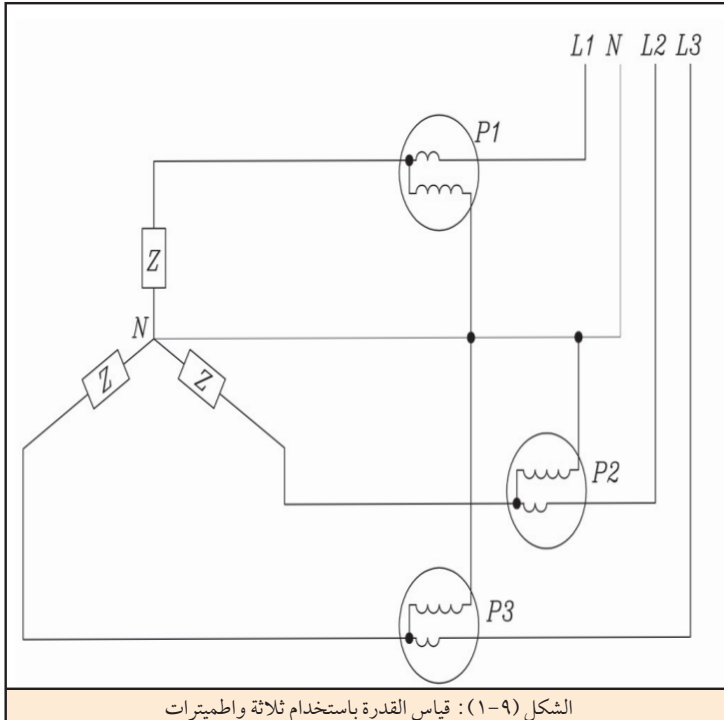
الأهداف:

- ١) توصيل جهاز الواطميتر في دائرة ثلاثية الطور .
- ٢) تقيس القدرة الكهربائية في دائرة ثلاثية الطور .
- ٣) تميز بين الحمل المتزن وغير المتزن .
- ٤) توصيل دائرة توصيل نجمة مع الخط الحيادي .

الأجهزة /الأدوات:

- ١) مصدر جهد ثلاثي الطور متغير القيمة .
- ٢) ثلاث أجهزة واطميتر .
- ٣) مفتاح ثلاثي الأقطاب .
- ٤) حمل كهربائي يحتوي على مقاومات $R1=47\Omega$, $R2=100\Omega$, $R3=220\Omega$.
- ملفات حثية $L1=10mH$, $L2=10mH$, $L3=10mH$.
- مكثفات $C1=0.47\mu f$, $C2=4.7\mu f$, $C3=470\mu f$.
- ٥) لوحة توصيل وأسلاك توصيل .
- ٦) وسائل حماية مناسبة أخرى .

المعلومات الأساسية :



تستخدم طريقة الثلاث واطميترات المبينة في الشكل (٩-١) لقياس القدرة في دوائر ثلاثية الطور للأحمال المتزنة وغير المتزنة بغض النظر عن نوع التوصيلة نجمة أو دلتا. والشكل (٩-١) يوضح توصيلة النجمة لحمل ثلاثي الطور مع الخط الحيادي (N). وفي هذه الحالة فإن القدرة الكلية (P_T) للحمل هي مجموع قراءات أجهزة قياس القدرة الثلاثة:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

خطوات العمل:

- ١ قم بتوصيل الدارة المبينة في الشكل (٩-١) اختر القيم لـ (Z) حسب (X) و (R) المتوفرة أعلاه .
- ٢ حدد جهداً مناسباً حسب توصيل الدارة (بمساعدة مشرفك) .
- ٣ سجل قراءات أجهزة الواطميتر الثلاثة .

تحليل النتائج:

- ١ احسب القدرة الفعالة الكلية من القيم المقيسة حسب المعادلة $P_T = P_1 + P_2 + P_3$
- ٢ احسب القدرة الفعالة الكلية من جهد الطور والمقاومة حسب المعادلة $P_T = 3 V_{ph}^2 / R$
- ٣ قارن بين القيمتين ، واحسب نسبة الخطأ .

التقييم:

- ١ احسب القدرة غير الفعالة (Q) في التمرين ؟
- ٢ احسب القدرة الظاهرية (S) في التمرين ؟
- ٣ ارسم دائرة توضح كيفية توصيل طريقة الثلاث واطميترات لقياس القدرة لحمل ثلاثي الطور موصول توصيلة مثلث . واحسب القدرة الكلية للحمل ؟
- ٤ ما الفرق بين قيمة القدرة الكلية في كلتا التوصيلتين (نجمة و مثلث) لنفس الحمل ؟
- ٥ ما هو المقصود بالأحمال المتزنة والأحمال غير المتزنة ؟ أعط أمثلة عليها ؟
- ٦ هل يمكن استخدام طريقة الثلاث واطميترات في الأحمال غير المتزنة ؟

التمرين العاشر: قياس القدرة الكهربائية في دوائر ثلاثية الطور باستخدام طريقة الواطميترين:

الأهداف:

- ١ بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن:
- ٢ توصيل جهاز الواطميتر في دارة ثلاثية الطور .
- ٣ تقيس القدرة الكهربائية في دارة ثلاثية الطور .
- ٤ تميز بين الحمل المتزن وغير المتزن .
- ٥ توصيل دارة توصيل دلتا .

الأجهزة / الأدوات:

- ١ مصدر جهد ثلاثي الطور متغير القيمة .
- ٢ جهازان واطميتران .
- ٣ مفتاح ثلاثي الأقطاب .
- ٤ حمل كهربائي يحتوي على مقاومات $R_1=47\Omega$, $R_2=100\Omega$, $R_3=220\Omega$
- ملفات حثية $L_1=10mH$, $L_2=10mH$, $L_3=10mH$
- مكثفات $C_1=4.7F$, $C_2=0.47F$, $C_3=470F$
- ٥ لوحة توصيل وأسلاك توصيل .
- ٦ وسائل حماية مناسبة أخرى .

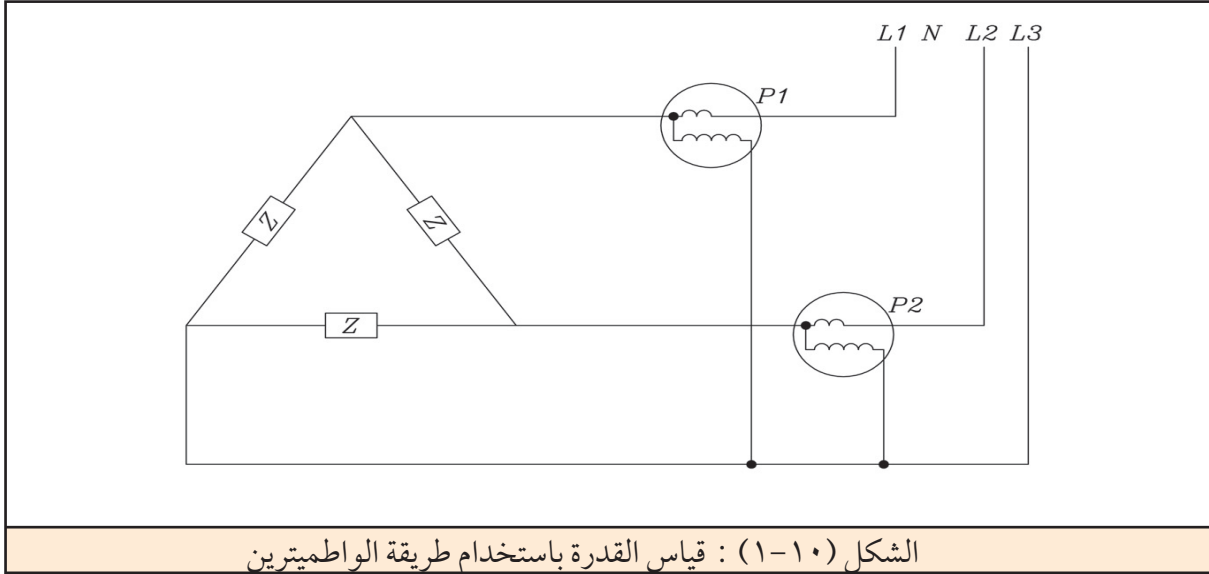
المعلومات الأساسية:

تستعمل غالباً طريقة الواطميترين المبينة في الشكل (١٠-١) في نظام ذي ثلاثة أسلاك، والتي تصلح سواء أكان الحمل بتوصيلة نجمة أم دلتا وسواء أكان متزناً أم لا، وفي هذه الطريقة نوصّل ملف تيار الواطميتر الأول على التوالي مع الطور الأول وملف تيار الواطميتر الثاني على التوالي مع الطور الثالث مثلاً، أما ملفا الجهد للجهازين فإنها تقيس جهدي الخط بين الطورين الأول والثاني وجهد الخط بين الطورين الثالث والثاني. والشكل (١٠-١) يوضح توصيلة دلتا لحمل ثلاثي الطور لقياس القدرة الفعالة باستخدام طريقة الواطميترين. وفي هذه الحالة فإن القدرة الكلية (Pt) للحمل هي مجموع قراءتي الجهازين:

$$P_T = P_1 + P_2$$

خطوات العمل:

- ١ نفذ الدارة المبينة في الشكل (١٠-١).
- ٢ حدد جهداً مناسباً حسب توصيل الدارة.
- ٣ سجل قراءات جهازي الواطميترين.



الشكل (١٠-١): قياس القدرة باستخدام طريقة الواطميترين

تحليل النتائج:

- ١ احسب القدرة الفعالة الكلية من القيم المقیسة حسب المعادلة $P_T = P_1 + P_2$
- ٢ احسب القدرة الفعالة الكلية من جهد الطور والمقاومة حسب المعادلة $P_T = 3 V_{ph}^2 / R$
- ٣ قارن بين القيمتين، واحسب نسبة الخطأ.

التقييم:

- ١ احسب القدرة غير الفعالة (Q) في التمرين؟
- ٢ احسب القدرة الظاهرية (S) في التمرين؟
- ٣ ارسم دائرة توضح كيفية توصيل طريقة الواطميترين لقياس القدرة لحمل ثلاثي الطور موصول توصيلة نجمة. واحسب القدرة الكلية للحمل؟
- ٤ ما الفرق بين قيمة القدرة الكلية في كلتا التوصيلتين (نجمة و مثلث) لنفس الحمل؟
- ٥ هل هناك فرق في استخدام طريقة الواطميترين أو الثلاثة واطميترات في قياس القدرة للأحمال ثلاثية الطور؟ وضح ذلك؟

التمرين الحادي عشر: تحسين معامل القدرة لمحرك حثي ثلاثي الطور:

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن:

- ١ توصيل جهاز معامل القدرة مع حمل موصول بمصدر ثلاثي الطور.
- ٢ توصيل جهاز الواطميتر مع حمل موصول بمصدر ثلاثي الطور .
- ٣ تقيس القدرة الفعالة للحمل .
- ٤ تقيس معامل القدرة للحمل .
- ٥ تحسن معامل القدرة إلى قيمة أفضل .

الأجهزة و الأدوات:

- ١ مصدر جهد متردد ثلاثي الطور متغير القيمة (0 - 380V) .
- ٢ واطميتران .
- ٣ جهاز الفولتميتر لقياس الجهد المتردد .
- ٤ جهاز أميتر لقياس التيار المتردد .
- ٥ محرك حثي ثلاثي الطور حسب المتوفر .
- ٦ ثلاثة مكثفات لتحسين معامل القدرة $20\text{F} / 15\text{F}$ (٥٠٠ فولت) .
- ٧ أسلاك توصيل تناسب الحمل .

المعلومات الأساسية:

يتم تحسين معامل القدرة لحمل ثلاثي الطور عن طريق توصيل المكثفات (صندوق المكثفات) (capacitor bank) إما توصيلة نجمة أو مثلث ، وحيث إن سعة المكثف الواحد في توصيلة النجمة أكبر منها في حالة توصيلة المثلث لإنتاج نفس الكمية من القدرة غير الفعالة المتقدمة ، فإن التكلفة الإجمالية تكون في حالة التوصية نجمة أعلى منها في توصيلة مثلث ، لذلك توصل مكثفات تحسين معامل القدرة في دوائر ثلاثية الطور دائما توصيلة مثلث (دلتا) .

ويمكن حساب القدرة غير الفعالة المتقدمة (Q_C) حسب المعادلة التالية :

$$Q_C = P (\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$$

حيث إن :

θ_1 : زاوية معامل القدرة المراد تحسينها .

θ_2 : زاوية معامل القدرة المطلوب بعد إضافة المكثفات مع الحمل .

P : القدرة الفعالة الثابتة القيمة قبل تحسين معامل القدرة وبعدها .

أما القدرة غير الفعالة للطور الواحد فإنها تساوي :

$$Q_{c,ph} = Q_c / 3$$

بناء على قيمة القدرة غير الفعالة المتقدمة لكل طور ، يمكن حساب سعة المكثف لكل طور حسب نوع التوصيلة كما يلي :

توصيلة مثلث (دلتا):

الجهد على المكثف الواحد هي جهد الخط $V_c = V_L$

وبذلك فإن :

$$Q_{c,ph} = I_c V_c = V_c^2 / X_c = V_c^2 \omega C$$

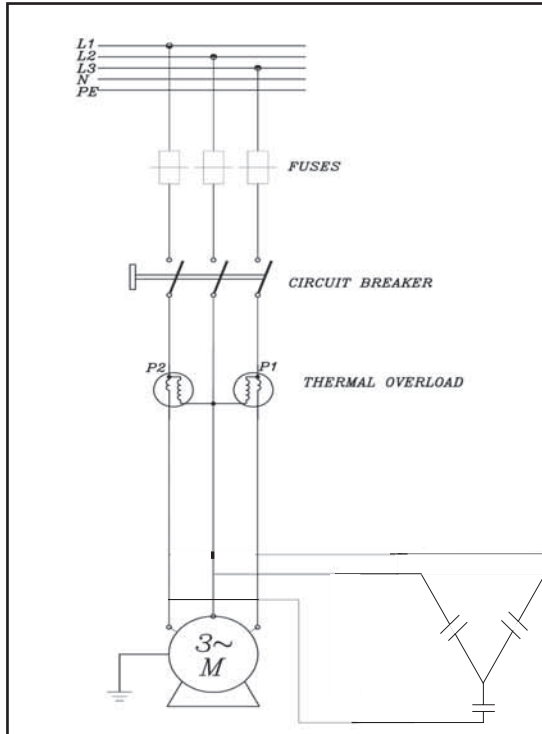
$$C = Q_{c,ph} / (V_L^2 \omega)$$

توصيلة نجمة (ستار):

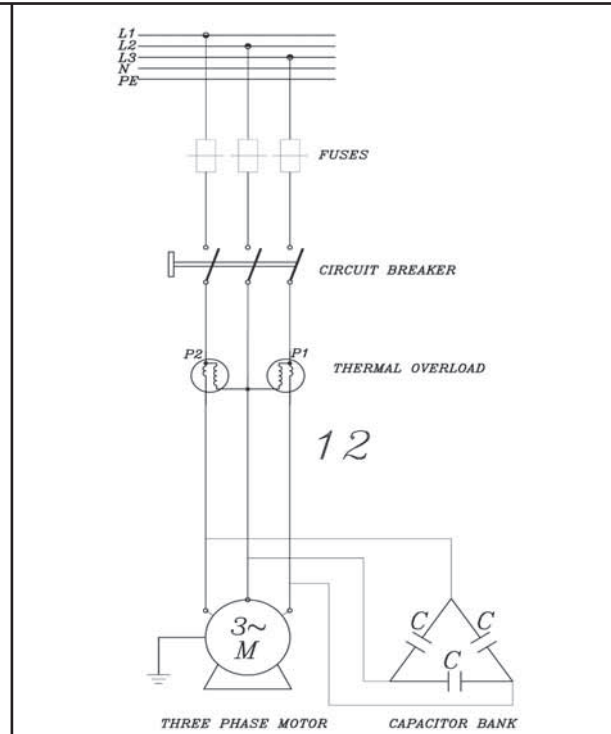
الجهد على المكثف الواحد هي جهد الطور

$$V_c = V_L / \sqrt{3}$$

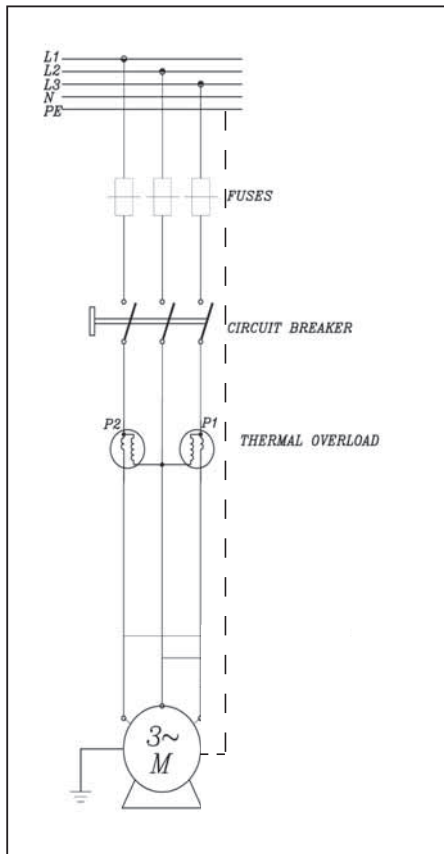
$$C = 3 Q_{c,ph} / (V_L^2 \omega)$$



الشكل (١١-٢) : مكثفات متصله بشكل نجمة



الشكل (١١-١) : مكثفات متصله بشكل مثلث



الشكل (١١-٣) : دائرة توصيل لتحسين معامل القدرة
لمحرك حثي ثلاثي الطور

خطوات العمل:

- ١ قم بتوصيل الدارة المبينة في الشكل (١١-٣).
- ٢ سجل قيم الجهد والقدرة والتيار ومعامل القدرة في الجدول (١١-١) دون توصيل المكثفات.
- ٣ أضف المكثفات كما في الشكل (١١-٢) والمتصلة بتوصيلة نجمة مع المحرك، وسجل قراءات الأجهزة في الجدول.
- ٤ استبدل المكثفات المتصلة بتوصيلة النجمة بتلك المتصلة بتوصيلة دلتا كما في الشكل (١١-١) مع المحرك وسجل قراءات الأجهزة في الجدول.

	القيم المقیسة					القيم المحسوبة	
	I (A)	V (V)	P1(W)	P2 (W)	Cosθ	QC (Var)	Cosθ
الحمل							
محرك حثي							
محرك و مكثفات توصيلة نجمة							
محرك و مكثفات توصيلة دلنا							

جدول (١١-١): قياس معامل القدرة والقدرة لمحرك حثي ثلاثي الطور في دائرة ثلاثية الطور

تحليل النتائج:

- ١ احسب معامل القدرة من قيم الأحمال المختلفة في الجدول .
- ٢ احسب القدرة غير الفعالة المتقدمة لهذه الأحمال .
- ٣ سجل النتائج في الجدول .
- ٤ قارن هذه القيم مع القيم المقیسة لمعامل القدرة .

التقييم:

- ١ أي من التوصيلتين تسحب تياراً أعلى من المصدر (النجمه أم مثلث)؟ ولماذا؟
- ٢ ماذا يحدث للجهد في كلا الحالتين؟
- ٣ هل تختلف قراءة الواطميترين في التوصيلتين؟ لماذا؟
- ٤ ماذا يحدث لمعامل القدرة في الحالتين؟
- ٥ ماذا يحدث للقدرة غير الفعالة في الحالتين؟
- ٦ ماذا تستنتج من التجربة؟

التمرين الثاني عشر: توصيل قاطع التسرب الأرضي ثلاثي الطور مع حمل ثلاثي الطور:

الأهداف :

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- ١ تتعرف على قاطع التسرب الأرضي أحادي الطور وثلاثي الطور .
- ٢ توصيل قاطع التسرب الأرضي حمل ثلاثي الطور .

الأجهزة /الأدوات:

- ١ أسلاك توصيل مناسبة للحمل .
- ٢ مصدر ثلاثي الطور .
- ٣ قاطع تسرب أرضي ثلاثي الطور .
- ٤ مفتاح كهربائي يدوي ثلاثي الأقطاب (on/off) .
- ٥ حمل ثلاثي الطور(محرك ثلاثي الطور) .
- ٦ قطاعة\ عراية ذات نوعية جيدة .
- ٧ مفكات عادية ومصلبة .

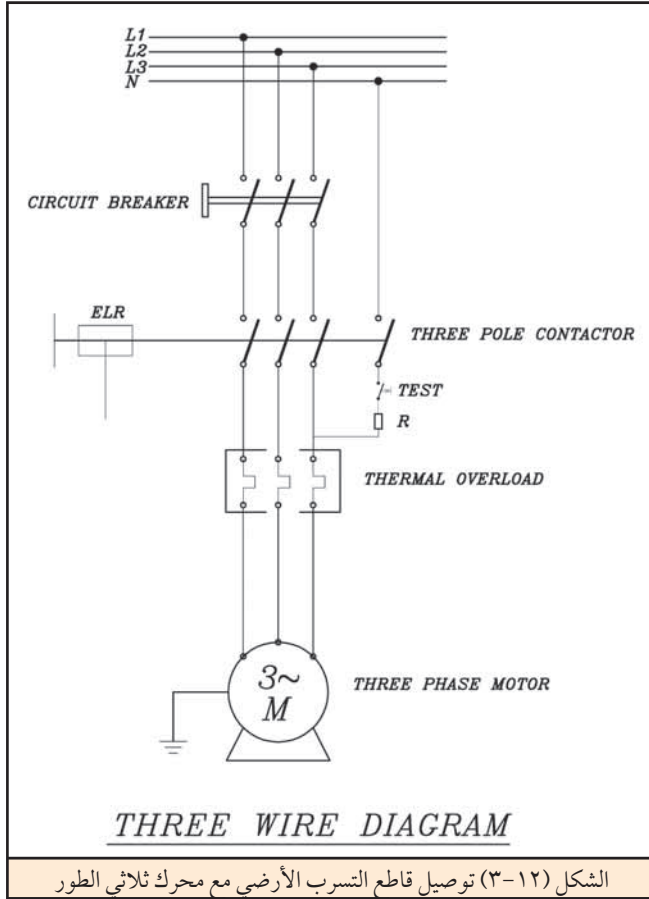
المعلومات الأساسية:



الشكل (١٢-١) قاطع التسرب الأرضي

تستخدم قواطع التسرب الأرضي (ELCB) المبنية في الشكل (١٢-١) بشكل رئيسي في حماية التركيبات الكهربائية، حيث لا تستطيع القواطع أو المصهرات الكشف عن التيارات الصغيرة التي قد تسري خلال جسم الإنسان عند ملامسة جسمه لموصل حي أو سلك معطوب . وتحدث الأعطال التي تؤدي إلى عمل قاطع التسرب الأرضي (أو كما تسمى حالياً بقواطع دائرة التيار المتبقي (RCCBs Residual Current Circuit Breakers) عندما يتم عمل تعديلات غير مسموحة على التركيبات الكهربائية مما يؤدي الي تدهور حالة الكوابل والأجهزة ومدى عزلها للتيار الكهربائي؛ مما يزيد من خطر الإصابة بالصدمة الكهربائية .

خطوات العمل:



- ١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (١٢-٤).
- ٢ أغلق المفتاح الكهربائي ثلاثي الأقطاب ليمر التيار في الحمل.
- ٣ اضغط على الضاغط (T) لتتأكد من صلاحية عمل القاطع . سجل ماذا يحدث؟ فسر ذلك؟
- ٤ قم بقياس التيار المار في الحمل . ثم سجله .

التقييم:

- ١ أكمل: يكون التيار الخارج من قاطع التسرب الأرضي أحادي الطور للتيار الراجع من خط النيوترال، وذلك في حالة حدوث الخلل.
- ٢ ما هي المواصفات التي تحدد طريقة اختيار قاطع التسرب الأرضي عند الشراء (أحادي الطور وثلاثي الطور)؟
- ٣ أكمل: يستعمل ضاغط اختبار (T) لفحص الأجزاء الميكانيكية في قاطع التسرب الأرضي؛ وذلك للتأكد من بصور جيدة.
- ٤ أكمل: يتم فصل قاطع التسرب الأرضي عند قيمة تيار تسرب يساوي في حالة حدوث خلل؟
- ٥ هل يمكن أن يحدث احتراق لقاطع التسرب الأرضي في حالة عدم تثبيت أطراف الأسلاك بطريقة محكمة؟ علل؟
- ٦ هل يحمي قاطع التسرب الأرضي من الصدمة الكهربائية؟ كيف؟
- ٧ هل يمكن أن يعمل ضاغط (T) إذا لم يمر التيار من خلال القاطع؟ لماذا؟

التمرين الثالث عشر: عناصر لوحة توزيع كهربائية لمنشأة صناعية

الأهداف :

- بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :
- ١ تتعرف على لوحات التوزيع الكهربائية للمصانع والورشات .
 - ٢ تتعرف على أحجام لوحات التوزيع الكهربائية وأشكالها .
 - ٣ تتعرف على عناصر لوحة توزيع كهربائية .

الأجهزة / الأدوات :

- ١ لوحة توزيع كهربائية لمدرستك .

المعلومات الأساسية :



الشكل (١٣-١) : لوحة توزيع كهربائية مثبتة لمنشأة صناعية

تعد لوحات التوزيع الكهربائية المبنية في الشكل (١٣-١) حلقة الوصل ما بين محولات الخفض و الأحمال الكهربائية داخل المنشأة الصناعية، وتضمن توزيع الطاقة الكهربائية بين الدارات الكهربائية المختلفة بدرجة عالية من الكفاءة، إذا خضعت للشروط والمعايير المحلية أو العالمية الخاصة بحماية الأشخاص والمعدات داخل تلك المنشأة .

وتصنع لوحات التوزيع الكهربائية ثلاثية الأطوار من الحديد المجلفن عادة إلا أنها قد تصنع من البلاستيك المقوى، إذا كانت ذات سعة صغيرة، ولأحمال قليلة، وتكون بأحجام وأبعاد وسعات مختلفة والجدول (١٣-١) يبين بعض تلك الأبعاد (بالمليمتر) للوحات التوزيع الحديدية .



الشكل (١٣-٢) : بعض أبعاد اللوحات الكهربائية الصناعية

وتركب تلك اللوحات الكهربائية في أماكن تضمن أن يقوم المختص بالصيانة فقط بالوصول إليها، وتكون عادة قريبة من الأحمال الكهربائية أو من مصدر التغذية الرئيسية (أو المولد الاحتياطي) وتثبت حرة أو على الحائط كما هو مبين في الشكل (١٣-١) أو بداخل توسعة خاصة في الجدران تناسب حجمها .
وتحتوي لوحات التوزيع الكهربائية على

عناصر ومكونات رئيسية، وهي :

١ هيكل من الحديد (بسمك لا يقل عن ٢

ملم وذو دهان كهروستاتيكي) يحتوي على حجرة خاصة بدخول التيار، ويركب بها عدادات الطاقة أحادية الطور وثلاثية الطور.

٢ وتحتوي اللوحة على حجرات لخروج التيار إلى الأحمال، وتركب بها وسائل الحماية للأحمال المختلفة.

٣ أبواب معدنية ذات إقفال .

٤ قاطع دائرة رئيسي واحد للمصنع، مزود بحماية ضد زيادة التيار عن الحد المسموح كما في الشكل (١٣-٤).

٥ قضبان توزيع عمومية مصنوعة من النحاس الأحمر، وبسعة تيارية مناسبة لأحمال المصنع كما في الشكل (١٣-٥)

٦ قواطع أحادية الطور وثلاثية الأطوار كما هو مبين في الشكل (١٣-١).

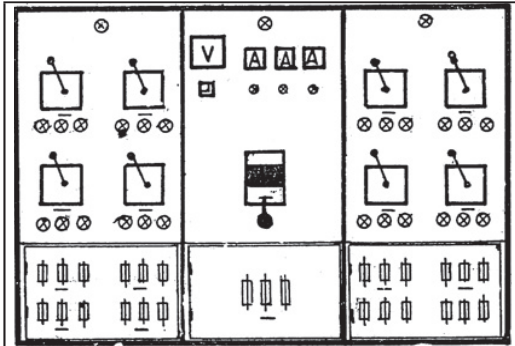
٧ مصهرات سريعة الفصل كما في الشكل (١٣-٦) (مصهرات سكينية).

٨ محولات تيار وجهد .

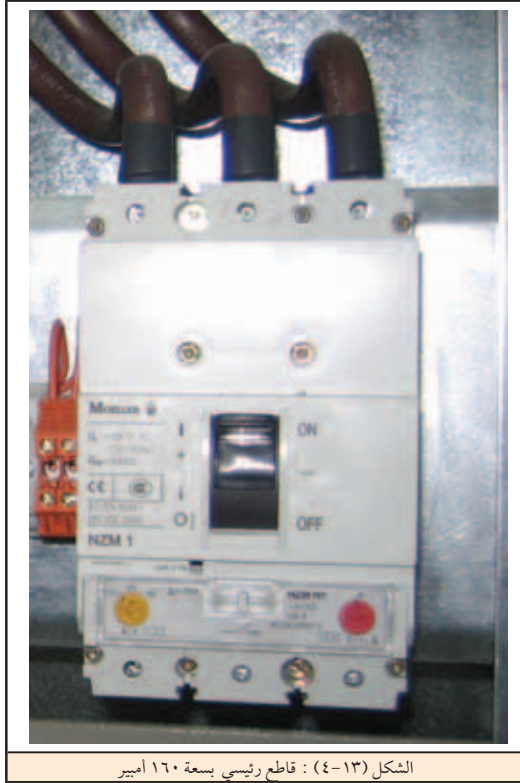
٩ أجهزة قياس (فولتميتر وأميترو وغيرها) مناسبة لطبيعة الأحمال كما في الشكل (١٣-٧) .

١٠ مفاتيح تلامس .

١١ مرحلات مختلفة .



الشكل (١٣-٣) : منظر عام (أمامي) للوحة توزيع تبين الأجزاء الرئيسية فيها (قواطع، أجهزة قياس، مصهرات، مفاتيح، لمبات بيان)



الشكل (١٣-٤) : قاطع رئيسي بسعة ١٦٠ أمبير

١٢ أطراف توصيل (terminals) للأسلاك

(وصلات) بأحجام مختلفة .

١٣ فتحات سفلية أو جانبية لدخول

الأسلاك .

١٤ جلب لتثبيت الأسلاك المارة بداخلها .

١٥ ثقب لتثبيت اللوحة باستخدام براغي

تثبيت خاصة (إن لزم) .

١٦ قضبان أو ميغا لتثبيت القواطع عليها

١٧ أغطيه أمامية بها فتحات تناسب بروز القواطع .

١٨ أغطية بلاستيكية مناسبة للفتحات غير

المستخدمة (لم يوضع بها قواطع) .

١٩ مجار عمودية لتثبيت قضبان أو ميغا عليها

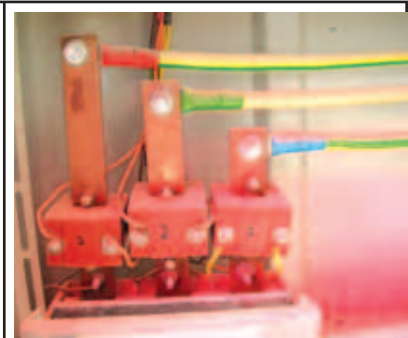
بشكل أفقي .

٢٠ أماكن تثبيت خط الأرضي لجسم اللوحة

المعدني، وكذلك قضيب عمومي للآلات .

٢١ أغطية من البلاستيك المقوى تتركب على واجهة القضبان العمومية الأمامية (عليها إشارة تحذير) .

٢٢ لمبات بيان (إشارة) وعددها ثلاثة لكل طور، ولها ألوان مختلفة تمثل الأطوار (R، S، T) .



الشكل (١٣-٦) : مصهرات خرطوشية ومصهرات سكنينية بسعة ٢٠٠ أمبير (محمية بعازل بلاستيكي) سريعة الفصل ضد تيار القصر

الشكل (١٣-٥) : قضبان التوزيع العمومية وكذلك محولات التيار الثلاثة



الشكل (١٣-٨) : تثبيت خط الأرضي بجسم لوحة التوزيع



الشكل (١٣-٧) : أجهزة قياس التيار والجهد للوحة توزيع رئيسية مع مفتاح اختيار متعدد (٧-خيارات) ولمبات إشارة

خطوات العمل :

- ١ قم بتفحص لوحة التوزيع الكهربائية الرئيسية لمدرستك بمرافقة مشرفك ؟
- ٢ حدد أبعاد هذه اللوحة .
- ٣ تفحص الأجزاء الرئيسية للهيكل .
- ٤ حدد مساحة مقطع السلك الرئيسي والأسلاك الفرعية .
- ٥ حاول أن تحدد مكونات هذه اللوحة .
- ٦ سجل الأجزاء الرئيسية في جدول محدد مواصفات كل منها .
- ٧ اكتب تقريراً مفصلاً عما شاهدته .

- ١ ما هي الأبعاد للوحات الكهربائية المصنعة محلياً في السوق ؟
- ٢ كيف يتم تحديد مكونات اللوحة الكهربائية ومتى ؟
- ٣ كيف يتم تقسيم الأجزاء المعدنية الخاصة باللوحة الكهربائية ؟ ولماذا ؟
- ٤ هل تحتاج كل لوحة كهربائية إلى قاطع رئيسي ؟ كيف يتم تحديد سعته ؟ وكيف يتم تحديد مواصفاته ؟
- ٥ ما هي وظيفة مفتاح الاختيار ذي السبعة أوضاع ؟ وكيف يعمل ؟
- ٦ ما هي أهمية أجهزة القياس المثبتة على الواجهة الأمامية للوحة ؟
- ٧ ما هي أهمية وجود لمبات إشارة (بيان) على جسم اللوحة الأمامي ؟
- ٨ أين يمكن أن تثبت القضبان العمومية في اللوحة ؟ وما هو عددها ؟ كيف يتم تحديد سعته الأمبيرية ؟
- ٩ يجب أن يتم حماية القضبان العمومية بحاجز مصنوع من ----- وذلك لتفادي ملامستها أثناء أعمال الصيانة العامة للوحة ؟
- ١٠ كيف يتم تثبيت أطراف الكوابل الكهربائية في جسم اللوحة ؟ ماذا تسمى نهايات الثبيت تلك ؟
- ١١ ما هي الأوضاع التي يمكن أن تثبت فيها اللوحة الكهربائية ؟ وكيف يتم الاختيار بينها ؟
- ١٢ اختر مجموعة من القواطع المختلفة ثم حدد أبعادها (الطول والعرض والعمق) ؟ ماذا تلاحظ ؟

التمرين الرابع عشر: خطوات تجميع لوحة كهربائية لمنشأة صناعية

الأهداف :

- ١ بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :
- ٢ تتعرف على تقسيم حجرات لوحات التوزيع الكهربائية للمصانع والورشات .
- ٣ تتعرف على أبعاد لوحات التوزيع الكهربائية .
- ٤ تتعرف على عناصر لوحة توزيع كهربائية .
- ٥ تجمع لوحة توزيع كهربائية لورشة .

الأجهزة / الأدوات :

- ١ قاطع رئيسي ثلاثي الأطوار (حسب المتوفر)
- ٢ قضبان توزيع عمومية (BUS ، PAR)
- ٣ جسر (RST)
- ٤ وصلات مناسبة .
- ٥ قطاعة / زردية / مكبس كوابل .
- ٦ سلك شوز بأبعاد مختلفة .
- ٧ ترنكات مفتوحة بأبعاد مناسبة .
- ٨ جسر أوميغا وبأطوال مناسبة .
- ٩ صندوق عدة مناسب .
- ١٠ أسلاك توصيل مناسبة .
- ١١ قواطع آلية .
- ١٢ مصهرات خرطوشية وسكينية .
- ١٣ قواطع مغناطيسية .
- ١٤ وصلات بأرقام مناسبة للحمل .
- ١٥ جسر (نيوترال) وجسر (إرث)

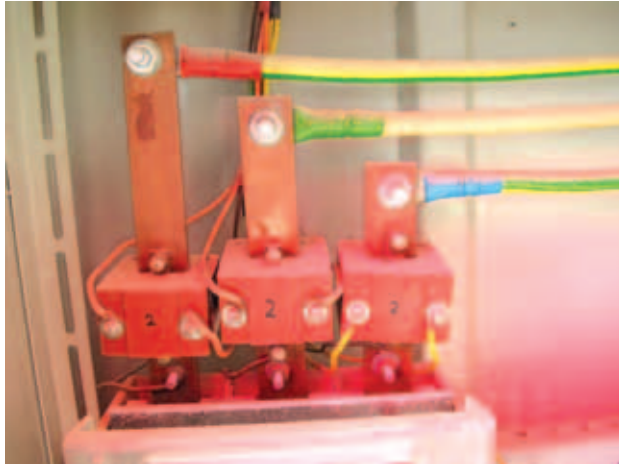
المعلومات الأساسية :

إن عملية تصميم لوحة توزيع كهربائية تحتاج إلى كثير من الجهد والتعب والخبرة العملية . حيث تمر العملية بمراحل كثيرة تحتاج إلى كثير من التدقيق والمتابعة والاطلاع على المواصفات العالمية لوسائل الحماية المختلفة ابتداء من أبعاد تلك القطع ، وانتهاء من مقرراتها الأمبيرية وخواصها التصنيعية وغيرها من الأمور المهمة .

لذلك سوف يقتصر هذا التمرين على خطوات تجميع عناصر لوحة كهربائية افتراضية دون التطرق إلى المقررات الأمبيرية لتلك القطع أو مواصفاتها الكهربائية لإكسابك المهارة اللازمة لفك لوحات كهربائية صناعية وتجميعها . وسوف يتم التطرق فقط إلى عناصر اللوحة الكهربائية وطريقة تركيبها وتثبيتها داخل اللوحة ، وكذلك إلى طريقة توصيلها لتؤدي الوظيفة المطلوبه منها . وسيتم التطرق لاحقاً إلى طريقة تحديد مواصفات وسائل الحماية اللازمة ومقرراتها الأمبيرية والتشغيلية في تمرين لاحق ، ويمكن أن تعود كذلك إلى المادة النظرية في كتاب علم الصناعة للحسابات اللازمة لذلك .

خطوات العمل :

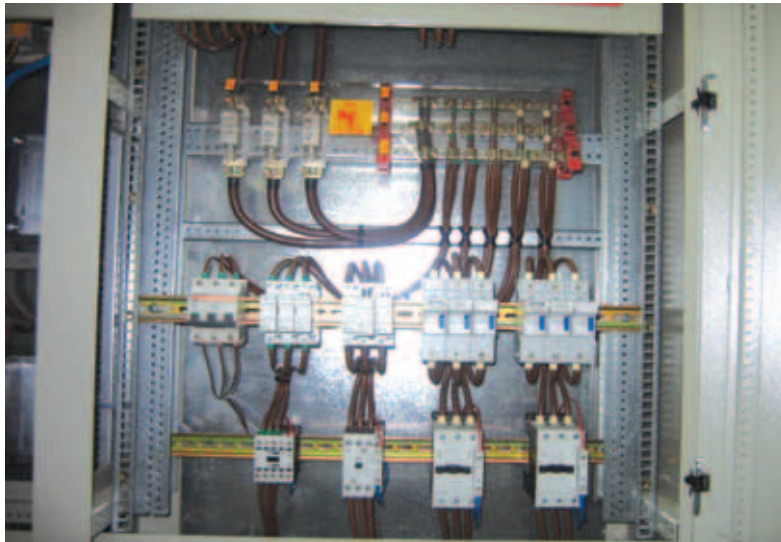
- ١ اختر لوحة كهربائية ذات أبعاد مناسبة :
(ارتفاع X عرض X سمك) (٨٠٠ X ٦٠٠ X ٢٥٠) مل متر مثلا الشكل (١٤-١)
- ٢ اختر لوحة كهربائية تحتوي على ما يلي : (وذلك بناء على طبيعة الأحمال وقدراتها)
- قضبان تجميع عمومية كما في الشكل (١٤-٢)



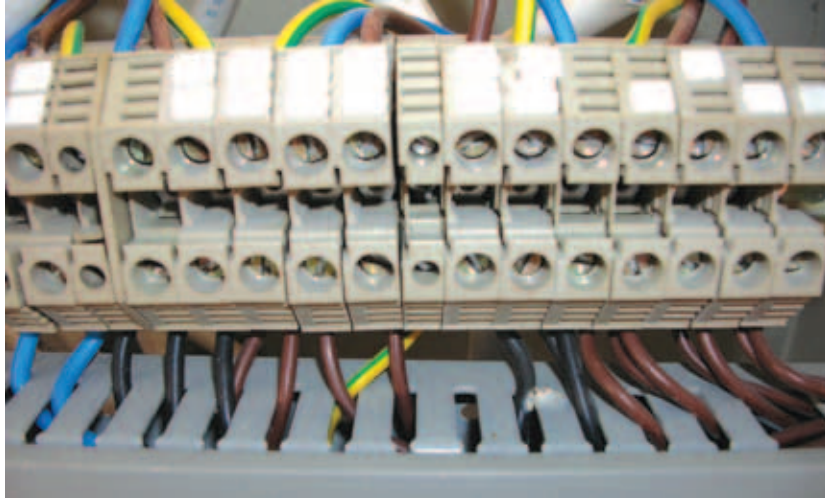
الشكل (١٤-٢) : قضبان توزيع عمومية لتوصيل مصدر التغذية بها

الشكل (١٤-١) : لوحة تجميع كهربائية صناعية أثناء التجميع

- أو جسر (RST) كما هو مبين في الشكل (١٤-٣)



الشكل (١٤-٣) : جسر (RST) لتوصيل مصدر التغذية



الشكل (٤-١٤) : نقاط توصيل (كلمنت) لتثبيت أطراف الأحمال والمصدر عليها

- نقاط توصيل تركيب على جسر أوميغا (تسمى كلمنت) كما هو مبين في الشكل (٤-١٤)

٣ اختر أسلاكاً وكوابل توصيل مناسبة لطبيعة الحمل

(٥, ٢ مل متر مثلاً) وقم بتعريف أطرافها كما هو مبين

في الشكل (٥-١٤)



الشكل (٥-١٤) : تربة نهايات الأسلاك والكوابل لتركيب الجلب عليها

قم بكبس نهايات أطراف الأسلاك والكوابل بالجلب

(Cable-Shoes) باستخدام المكبس المناسب لها كما

هو مبين في الشكل (٦-١٤)

٤ اختر مجاري بلاستيكية مناسبة كما هو مبين في الشكل (٧-١٤) وثبتها داخل الأماكن المخصصة لها في لوحة التجميع وبأبعاد تناسب أماكن تركيب وسائل الحماية وعددها.

٥ اربط نهايات الأسلاك، وشد البراغي بشكل محكم على أطراف القطع الكهربائية (وسائل الحماية) بعد تمديدتها داخل الترنكات (المجاري المفتوحة) بشكل مستقيم، كما هو مبين في الشكل (٨-١٤)



الشكل (٧-١٤) : مجاري بلاستيكية مفتوحة من الجوانب لوضع أسلاك التوصيل بداخلها بشكل مستقيم



الشكل (٦-١٤) : كوابل مثبت على أطرافها الجلب (كيبيل شوز) المناسبة لها

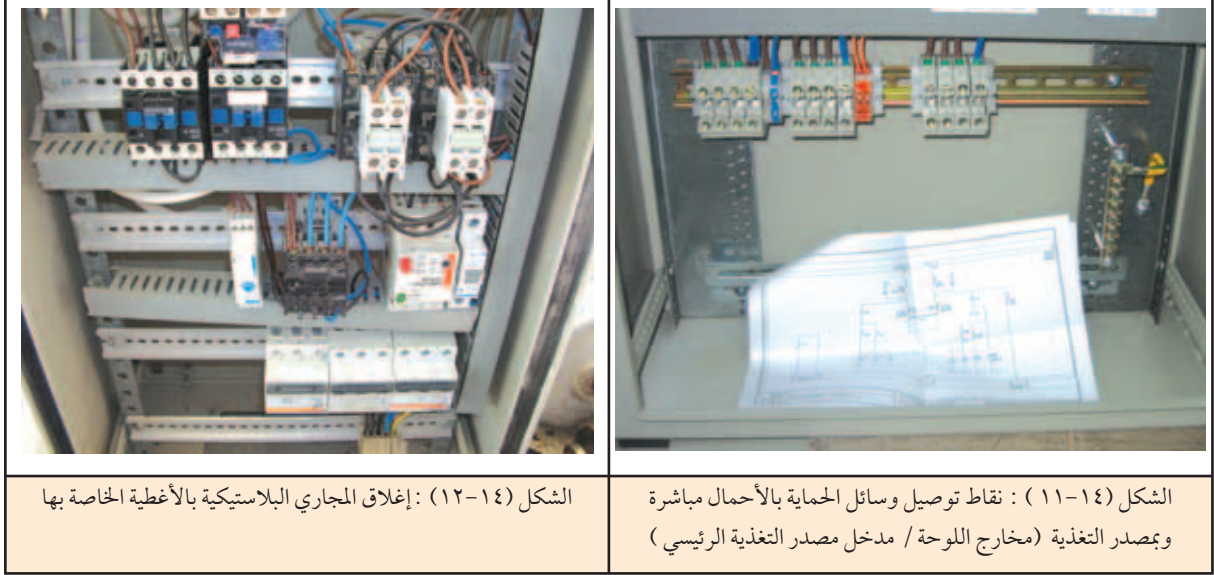


الشكل (٩-١٤) : تثبيت نهايات أطراف الكوابل على أطراف وسائل الحماية



الشكل (٨-١٤) : تمديد الأسلاك والكوابل داخل الترنكات المفتوحة بشكل مستقيم (داخل المجاري البلاستيكية)

- ٦ تثبيت نهايات الأسلاك والكوابل في الأماكن المخصصة لها (كلمنت) وعلى أطراف مداخل وسائل الحماية، وقم بشدها بإحكام، كما هو مبين في الشكل (٩-١٤)
- ٧ ثبت أطراف الأسلاك التي ستوصل على نقاط التوصيل (كلمنت) والتي تمثل مخارج وسائل الحماية والتي سيتم توصيلها بالأحمال الكهربائية كما هو مبين في الشكل (١٠-١٤)



- ٨ قم بإغلاق المجاري البلاستيكية المفتوحة بالأغطية المخصصة لها بعد الانتهاء من تجميع لوحة التوزيع الكهربائية، كما هو مبين في الشكل (١٢-١٤)

التقييم :

- ١ ما هو الغرض من تركيب لوحات توزيع كهربائية داخل المصانع والورش؟
- ٢ لماذا تختلف اللوحات الكهربائية بعضها عن بعض؟
- ٣ كيف يتم اختيار عدد وسائل الحماية ومواصفاتها داخل لوحات التوزيع الكهربائية؟
- ٤ هل من الضروري استخدام المقاييس المختلفة على الواجهات الأمامية للوحات التوزيع الكهربائية؟ عددها.
- ٥ ما هي السعات المختلفة لقضبان التوزيع العمومية المتوفرة في السوق المحلي؟
- ٦ كيف يتم طلاء الهيكل الخارجي للوحات التوزيع الكهربائية؟
- ٧ هل هناك فرق ما بين لوحات التوزيع ولوحات المفاتيح الكهربائية؟ قارن بينها؟

التمرين الخامس عشر: توصيل قاطع مغناطيسي مع حمل ثلاثي الطور (محرك)

الأهداف :

- ١ بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :
- ٢ تتعرف على تركيب القواطع المغناطيسية المختلفة .
- ٣ تتعرف على كيفية عمل القاطع المغناطيسي .
- ٤ تتعرف على طريقة توصيلها مع أحمال أحادية وثلاثية الطور .
- ٥ تتركب دائرة تحكم بسيطة أحادية الطور للتحكم بها بواسطة القواطع المغناطيسية .
- ٦ تتركب دائرة تحكم بسيطة ثلاثية الطور للتحكم بها بواسطة القواطع المغناطيسية .

الأجهزة / الأدوات :

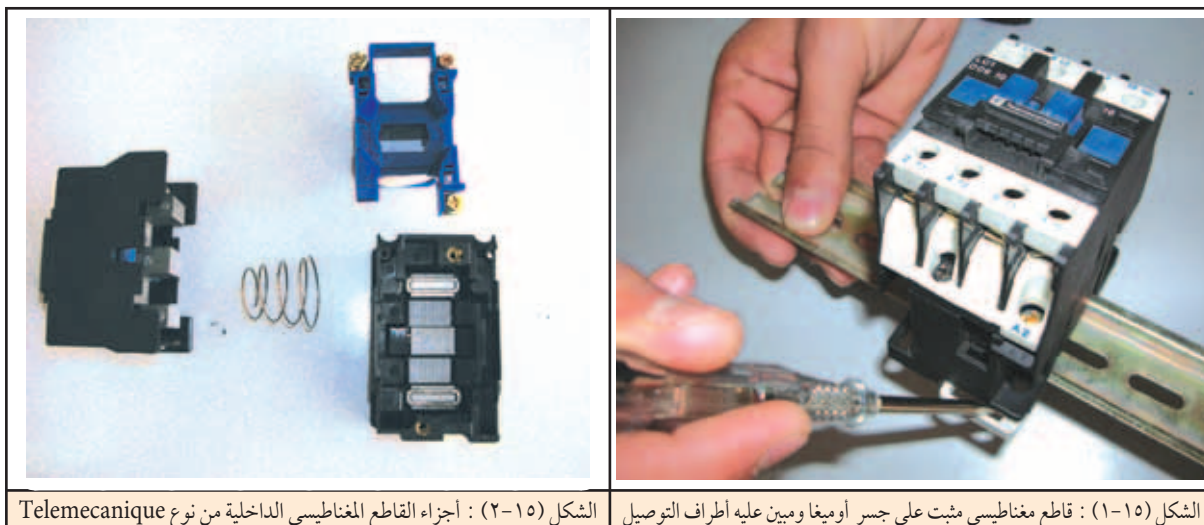
- ١ مفتاح كهربائي .
- ٢ ضواغط تشغيل وضواغط إيقاف .
- ٣ قواطع مغناطيسية .
- ٤ مصدر ثلاثي الطور .
- ٥ حمل أحادي الطور (محرك أحادي الطور) .
- ٦ حمل ثلاثي الطور (محرك ثلاثي الطور) .
- ٧ أسلاك توصيل مناسبة للحمل .

المعلومات الأساسية :

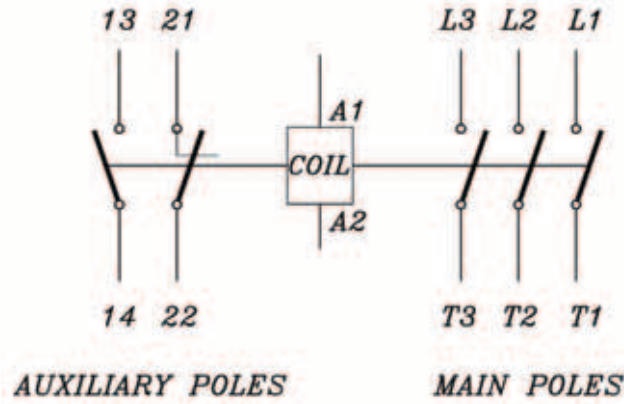
يعدّ القاطع المغناطيسي (الكتناكتور الكهرومغناطيسي) المبين في الشكل (١٥-١) عبارة عن جهاز تبديل ميكانيكي يتم التحكم به عن طريق مغناطيس كهربائي (ملف ضمن قلب يغذى بالكهرباء) . ويتألف الكنتاكتور (كما يسمى عادة) من الأجزاء المبينة في الشكل (١٥-٢) ويحتوي على ما يلي :

- هيكل بلاستيكي حامل للأقطاب الرئيسية والفرعية الثابتة والمتحركة وللقلب المتحرك .
- هيكل بلاستيكي حامل للمغناطيس الثابت (على شكل حرف E) ويعدّ القالب الأساسي للكنتاكتور
- الملف الذي يغذى بالكهرباء، ويعمل على جهود منها (٢٤، ٤٨، ١١٠، ٢٢٠، ٣٨٠) فولت وعادة ما يسمى طرفاه بالأحرف (A١، A٢)
- زنبرك إرجاع (ليعيد الكنتاكتور إلى وضعه الأصلي بعد فصل التغذية عن ملفه)

- مشبك تثبيت (على جسر أوميغا)
 - أغطية تثبيت براغي الموصلات (للحماية من الجهد المرتفع)
 - ملامسات مساعدة (Auxiliary) وهي كالملامسات الرئيسي على وضعيتين (إما NO أو NC).
- عندما يوصل ملف المغناطيس الكهربائي إلى التغذية فإن الكنتاكتور يغلق أقطابه الرئيسية مؤمناً بذلك وصل الدارة الكهربائية بين منبع التغذية والحمل الخاضع للتحكم . وحالما تفصل التغذية عن ملف المغناطيس فهذا سيسبب بدوره فتح الأقطاب الرئيسية واللامسات المساعدة (بمساعدة الزنبرك) بحيث تتغير وضعية الملامسات المغلقة (NC) إلى مفتوحة (NO) (والعكس صحيح أيضاً) . وتتميز الكنتاكتورات بموثوقية عالية، وعمر تشغيل طويل، وكذلك فهي تعد من وسائل الحماية والتحكم المستعملة في تشغيل الآلات البسيطة والمعقدة . ونظراً لكثرة تواجدها في لوحات التحكم الكهربائية، فعادة ما يتم إعطاء كل منها حرفاً وأرقاماً خاصة لتمييزها بعضها عن بعض داخل اللوحات (KM ١١ مثلاً) من الشركة الصانعة (أوحسب المخطط الكهربائي) لها لتسهيل عملية صيانته وتحديد الأعطال لاحقاً .
- هذا ويتم وصل الأحمال الكهربائية كالمحركات مثلاً على الأطراف التالية للكنتاكتور :
- T₁ ، T₂ ، T₃ (أطراف توصل من جهة الحمل)
- أما تلك الأطراف المتصلة من جهة المصدر فيتم توصيلها بالنقاط التالية للكنتاكتور :
- L₁ ، L₂ ، L₃ (أطراف توصل من جهة مصدر التغذية)



- وهناك أمور يجب التنبه لها عند اختيار القاطع المغناطيسي من أهمها :
- اختيار القاطع المناسب لقدرة الحمل وعدد مرات التشغيل .
 - أن يتناسب القاطع المغناطيسي مع الحمل المتصل به .
 - أن يتحمل تيار البدء العالي للحمل المتصل به دون فصل الحمل .
 - أن يتم اختيار عدد الملامسات المساعدة حسب المطلوب .
 - يفضل ألا يزيد جهد التشغيل لملف التحكم عن ٢٢٠ فولتاً وذلك لأسباب تتعلق بالأمان .



الشكل (١٥-٣) : أطراف التلامس الرئيسية (١،٢،٣،٤،٥،٦) والمساعدة لكتناكتور والملف (K) خطوات العمل :

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (١٥-٤) .

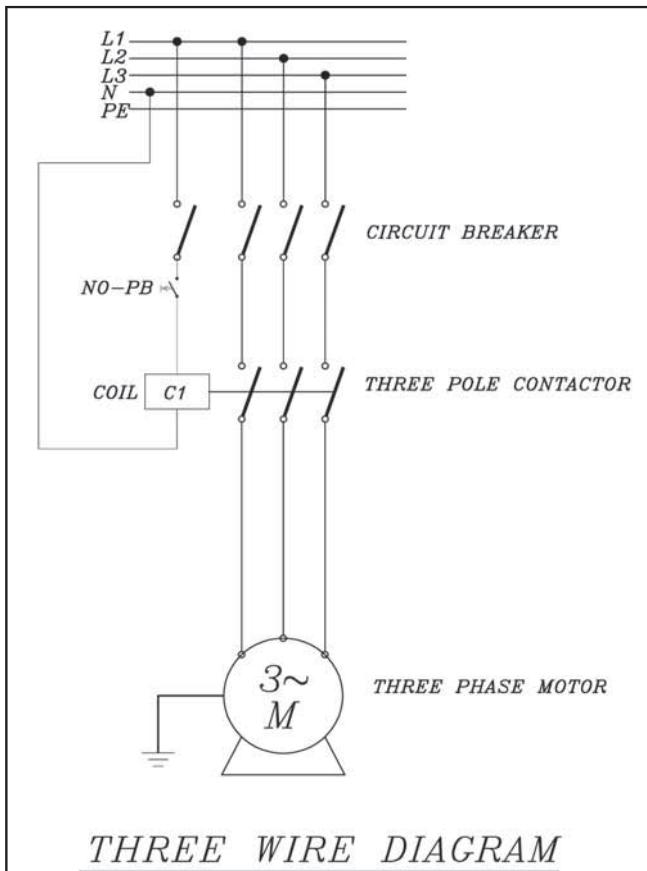
٢ سجل ماذا يحدث للمحرك ؟

٣ استبدل الضاغظ بمفتاح مفرد مناسب (يتحمل تيار المحرك) ، ثم قم بتشغيل الدارة الكهربائية؟

٤ ماذا تلاحظ على عمل المحرك ؟ سجل ملاحظاتك ؟

٥ قم بقياس التيار المار في أحد أسلاك المحرك باستخدام جهاز القياس ذي الملقط وسجل قيمته؟

٦ قم بقياس القدرة المستهلكة في المحرك، وسجلها .



THREE WIRE DIAGRAM

الشكل (١٥-٤) : تشغيل محرك ثلاثي الطور باستخدام قاطع مغناطيسي وضاغظ

تشغيل (الدائرة الرئيسية مع دائرة التحكم خاصة)

تحليل النتائج :

- قارن قيمة التيار الذي تم قياسه بالقيمة المكتوبة على اللوحة الاسمية للمحرك الخاصة بقيمة التيار (A) ؟
- سجل البيانات المكتوبة على اللوحة الاسمية للمحرك وحاول أن تفسرها ؟
- هل يؤثر نوع جهاز الوصل والفصل على عمل المحرك ؟ كيف ؟
- هل هناك علاقة بين قيمة القدرة المكتوبة على اللوحة الاسمية للمحرك والقيمة التي قستها ؟

التقييم :

- ١ هل يمكن تشغيل المحرك باستخدام ضاغط تشغيل (push-button) وحده ؟ هل نحتاج إلى ملامس مساعد ؟ ما هو نوعه ؟ كيف يمكن توصيله ؟ هل تحتاج إلى ضاغط إيقاف ؟
- ٢ كيف يمكن تعديل الشكل (١٥-٤) السابق بحيث يعمل المحرك باستمرار ؟ ارسم الدارة الكهربائية المعدلة ؟
- ٣ هل يمكن تشغيل محرك باستخدام مفتاح مفرد ؟ وهل يوجد شروط لتشغيل المحركات باستخدام المفاتيح المفردة بشكل عام ؟ اذكرها ؟
- ٤ ما هو الفرق بين استخدام كل من المفتاح المفرد وضاغط التشغيل في دارة تشغيل محرك ما ؟
- ٥ أكمل : يمتاز لون ضاغط التشغيل عادة باللون أو في حين يمتاز لون ضاغط الإيقاف باللون فقط .
- ٦ أكمل : ليتم تشغيل محرك ثلاثي الطور يجب أن يتوفر كهرومغناطيسي مناسب و تشغيل بالإضافة لـ إيقاف كما يجب أن يتوفر ملامس مساعد نوع
- ٧ أكمل : تحتوي بعض القواطع المغناطيسية على ملامسات وعددها ثلاثة وكذلك على ملامسات مساعده أو أو كليها .
- ٨ أكمل : لكي يتم تشغيل محرك وإيقافه من مكانين نحتاج إلى ضاغط عدد وإلى ضاغط عدد ؟
- ٩ ما هو الفرق بين دارة التحكم ودارة القوى (الرئيسية) في دوائر تشغيل المحركات ؟ على أي جهود يفضل أن تعمل كل منها ؟
- ١٠ ارسم دائرة التحكم ودائرة القوى لتشغيل وإيقاف محرك ثلاثي الأطوار من مكانين باستخدام ضواغط .
- ١١ سجل البيانات المكتوبة على جانب الكنتاكتور المستخدم لتشغيل المحرك، ثم حاول أن تفسرها .
- ١٢ هل نستطيع تشغيل محرك ثلاثي الطور له قدرة (٥) حصان على كنتاكتور خصص (مكتوب على جانبه) لتشغيل محرك ذي قدرة (٣) حصان (HP3) ؟ لماذا ؟

التمرين السادس عشر: توصيل مفتاح يدوي (on/off) ثلاثي الأقطاب مزود بقاطع حراري لتشغيل محرك ثلاثي الطور

الأهداف :

- ١ بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :
- ٢ تتعرف على القاطع الحراري .
- ٣ تتعرف على طريقة توصيله مع أحمال ثلاثية الطور .
- ٤ تركيب دائرة تحكم بسيطة ثلاثية الطور للتحكم بها بواسطة القواطع الحرارية .
- ٥ تشغيل القاطع الحراري بناء على تيار الحمل .
- ٦ تشغيل دائرة كهربائية ذات حماية مغناطيسية وحرارية بسيطة .

الأجهزة / الأدوات :

- ١ مفتاح ثلاثي الأقطاب يدوي لتشغيل محرك ثلاثي الأطوار (ON /OFF) .
- ٢ قاطع مغناطيسي مناسب للحمل .
- ٣ قاطع حراري مناسب للحمل (overload) .
- ٤ مصدر ثلاثي الطور .
- ٥ محرك ثلاثي الطور .
- ٦ لمبات إشارة مناسبة .
- ٧ أسلاك توصيل مناسبة للحمل .

المعلومات الأساسية :

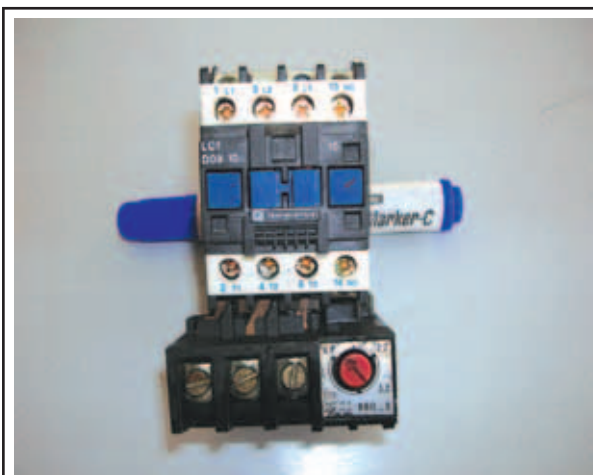
لكي يتم التحكم بعمل محرك ثلاثي الأطوار يوصل قاطع كهر ومغناطيسي (كتتاتور) ليتم التحكم في وصل الحمل وفصله عن المصدر في الظروف العادية ، ولكن عندما يحدث خلل ما في عمل المحرك نتيجة حصول زيادة المفرطة في التيار أو نتيجة خلل ميكانيكي في المحرك يوصل القاطع الحراري (الأوفرلود) المبين في الشكل (١٦-١) ليعمل على فصل المحرك عن مصدر التغذية من خلال فصل الدارة الرئيسية (دارة القوى) عن طريق فصل دائرة التحكم عندما ترتفع درجة الحرارة الناتجة عن الزيادة المفرطة في التيار .

يوصل القاطع الحراري مباشرة بعد القاطع المغناطيسي وقبل المحرك كما هو مبين في الشكل (١٦-٤)

حيث تمثل الاطراف (١L١ ، ٣L٢ ، ٥L٣) الأطراف التي توصل مع الكنتاكتور من جهة المصدر في حين تمثل الاطراف (٦T٣ ، ٤T٢ ، ٢T١) نقاط التوصيل من جهة الحمل . وتمثل النقاط (٩٥ و ٩٦) ملامساً مساعداً مغلقاً (NC) أما النقاط (٩٧ و ٩٨) فتمثل ملامساً مساعداً مفتوحاً (NO) كما هو مبين في الشكل (١٦-١) . أما الرمز الكهربائي للقاطع الحراري فيظهر في الشكل (١٦-٢) .

ويمكن معايرة القاطع الحراري (المعيار الأزرق المبين في الشكل (١٦-١) بواسطة مفك التستر على القيمة المسموح بها لأقصى تيار يمر إلى المحرك لئتم فصل التيار عندها (في حالة زيادة التيار) والتي تتراوح ما بين (١١٥-١٤٥)٪ من التيار المقرر للحمل (بمعدل ١٢٠٪ من تيار الحمل الكلي) وتعتمد هذه القيمة بشكل أساسي على نوع الحمل وظروف تشغيله .

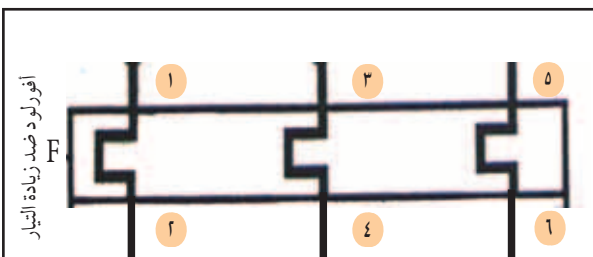
وهناك أحجام وأشكال مختلفة من هذا القاطع الحراري ، ويمكن أن تركيب منفصلة أو متصلة مع الكنتاكتور الرئيسي ، وتركب عادة قبل الحمل مباشرة ، كما هو مبين في الشكل (١٦-٥) .



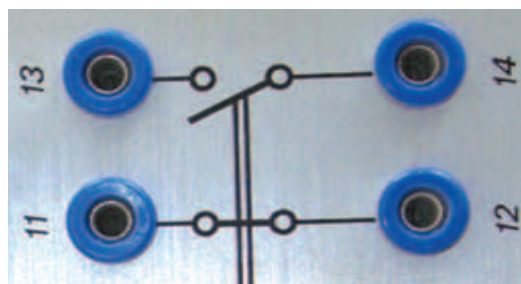
الشكل (١٦-٢) : قاطع مغناطيسي مثبت أسفله أفرلود (متمم) حراري يعمل عند زيادة التيار عن الحد المسموح



الشكل (١٦-١) : قاطع حراري ضد زيادة التيار يركب أسفل الكنتاكتور من جهة الحمل (تركيب منفصل)

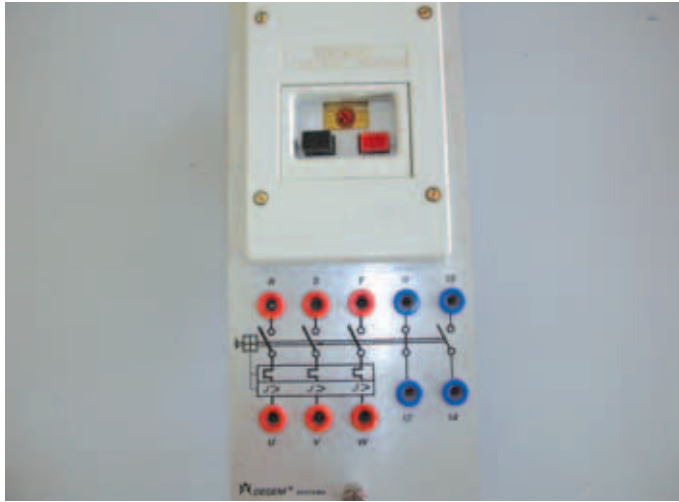


الأقطاب الرئيسية (توصل مع دائرة القوى)

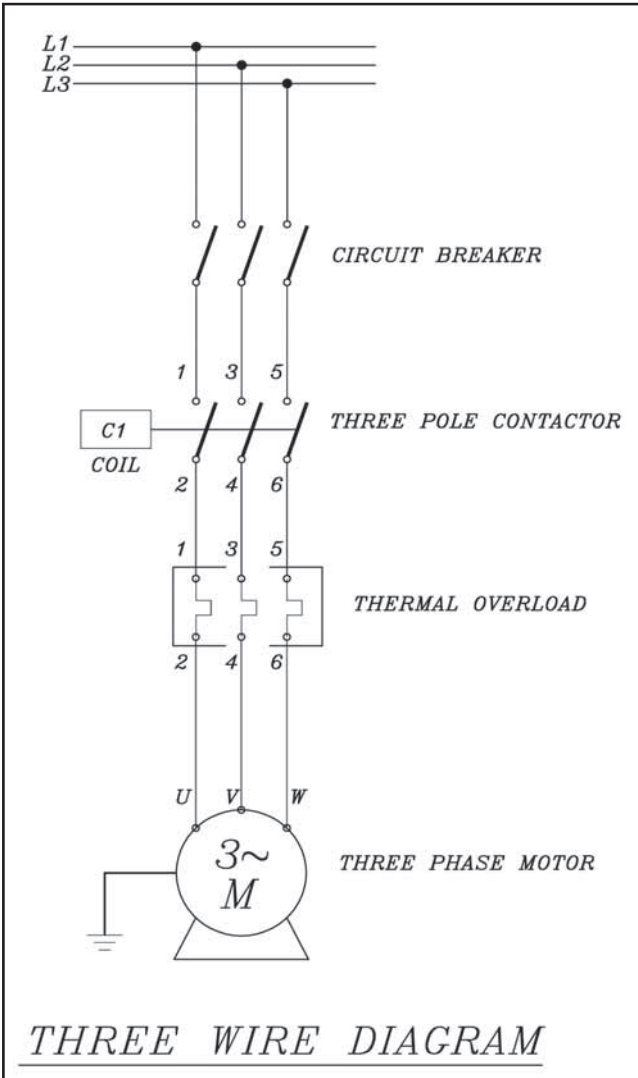


الأقطاب المساعدة (توصل مع دائرة التحكم)

الشكل (١٦-٣) : الرمز الكهربائي للقاطع الحراري



الشكل (١٦ - ٤) : مفتاح تشغيل محرك ثلاثي الطور يدوي (ثلاثي الأقطاب) start / stop مزود بحماية ضد زيادة التيار



الشكل (١٦ - ٥) : توصيل وتشغيل محرك ثلاثي الطور مع مفتاح ثلاثي الأقطاب مزود

بأفورلود (شكل (١٦ - ٤)) حماية ضد زيادة التيار وفيوزات حماية ضد دارة القصر

خطوات العمل :

- ١ اختر محركاً ثلاثي الطور ذا قدرة مناسبة بمساعدة مشرفك .
- ٢ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (١٦ - ٥) .
- ٣ أغلق المفتاح الكهربائي ثلاثي الأقطاب .
- ٤ قس التيار المار بالمحرك ثم سجل القيمة .
- ٥ قس القدرة الكهربائية المسحوبة من المحرك كما تعلمت سابقاً، ثم سجلها .
- ٦ قارن بين القيمة المقاسة للقدرة والقيمة المكتوبة على اللوحة الاسمية للمحرك .

التقييم :

- ١ بماذا يختلف المفتاح الكهربائي ثلاثي الأقطاب عن القاطع المغناطيسي في تشغيل المحركات ؟
- ٢ ما هي فائدة استخدام القاطع المغناطيسي ؟
- ٣ ما هي فائدة استخدام القاطع الحراري ؟
- ٤ ما هي فائدة استخدام المصهرات (الفيوزات) ؟
- ٥ ما هي فائدة تأريض جسم المحرك ؟
- ٦ هل استخدام مفتاح كهربائي ثلاثي الأقطاب مزود بحماية حرارية أرخص من استخدام قاطع مغناطيسي وقاطع حراري منفصلين لتشغيل محرك ثلاثي الأطوار أم لا ؟ وهل تؤثر طبيعة الاستخدام في الاختيار أم لا ؟ كيف ؟
- ٧ ما هو الفرق بين استخدام قاطع حراري منفصل وقاطع حراري متصل مع قاطع مغناطيسي ؟
- ٨ أكمل : يتم اختيار كل من القاطع ----- والقاطع ----- بناء على -----
المحرك .
- ٩ ارسم دائرة القوى لتشغيل المحرك في الشكل (١٦-٤) بواسطة قاطع مغناطيسي مزود بقاطع حراري وبحماية ضد دائرة القصر . ارسم كذلك دائرة التحكم اللازمة لذلك .

التمرين السابع عشر: توصيل المؤقت الزمني مع دائرة تحكم بسيطة لحمل أحادي الطور

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

الأهداف :

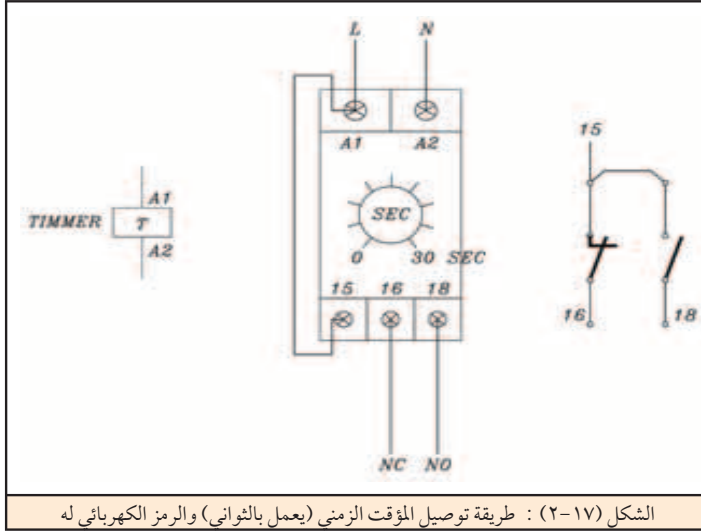
- ١ تتعرف على المؤقت الزمني وطريقة عمله .
- ٢ تعبر المؤقت الزمني على قيمة محددة .
- ٣ تتعرف على المفتاح ثنائي القطب .
- ٤ توصل محركاً أحادي الطور مع مصدر أحادي الطور .
- ٥ تبني دائرة تحكم للمحرك باستخدام المؤقت الزمني .
- ٦ تشغل المحرك بواسطة المؤقت الزمني .

الأجهزة /الأدوات:

- ١ مصدر أحادي الطور .
- ٢ محرك أحادي الطور ذو مواسع حسب المتوفر .
- ٣ قاطع آلي حراري ١٦ أمبيراً ٢٢٠ فولتاً .
- ٤ مفتاح ثنائي القطب ١٦ أمبيراً ٢٢٠ فولتاً .
- ٥ مؤقت زمني (ذو فترة تعطى بالثنائي) يعمل على جهد ٢٢٠ فولتاً / ١٠ أمبيرات .
- ٦ أسلاك توصيل مناسبة .

المعلومات الأساسية:

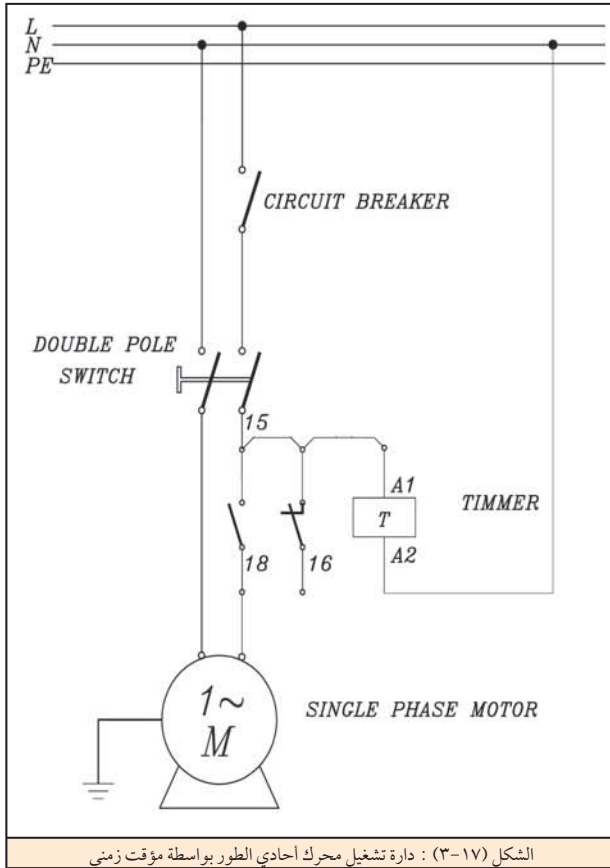
يتكون المؤقت الزمني المبين في الشكل (١٧-١) من ملف رئيسي له طرفان يرمز لهما بالرمزين (A1، A2) وملاسمان أحدهما مغلق (NC) ويرمز لأطرافه بالأرقام (١٦، ١٥) والآخر ملامس مفتوح (NO) ويرمز لطرفيه بالأرقام (١٨، ١٥) ، (لاحظ أن النقطة ١٥ مشتركة ما بين الملامسين) ويعتمد مبدأ عمل المؤقت الزمني على مرور تيار في ملفه، مما يؤدي إلى تغير وضع ملاسماته من حالة إلى أخرى (من مغلق إلى مفتوح وبالعكس) بعد فترة من الزمن والتي يتم التحكم فيها من خلال مفتاح تحكم يدوي قبل البدء بالعمل (٢٥ ثانية مثلاً) كما هو موضح في الشكل (١٧-٢) ، ومن الجدير ذكره هنا أن الأرقام المستعملة في المؤقت الزمني تعتمد على الشركة الصانعة للمؤقت (Timer) وليست ثابتة .



ويستعمل المؤقت الزمني في كثير من دوائر التحكم العملية ، فيستعمل مثلاً في دارة التحكم نجمة / مثلث للمحركات الكهربائية وفي التحكم الآلي المبرمج (PLC) وفي القيام بعدد من العمليات التي تحتاج إلى تسلسل في القيام بها، ويبين الشكل (١٧-٣) إحدى الدوائر التي تستخدم فيها المؤقت الزمني .

خطوات العمل :

- ١ قم بتوصيل الدارة الرئيسية في الشكل (١٧-٣) .
- ٢ غير المؤقت الزمني ليعمل فترة من الزمن .
- ٣ أغلق القاطع الآلي (F١) .
- ٤ أغلق المفتاح الكهربائي ثنائي القطب (Q١)
- ٥ قم بقياس التيار المار في المحرك أحادي الطور ثم سجله .



التقييم :

- ١ كيف يتم توصيل المؤقت الزمني في دارة التحكم ؟
- ٢ ما هي عدد الملامسات الموجودة في المؤقت الزمني ؟ وما هو استخدام كل منها ؟
- ٣ كيف يتم تعيين المؤقت الزمني ؟
- ٤ ما هي المواصفات الأساسية للمؤقت الزمني ؟
- ٥ اذكر تطبيقاً عملياً يستخدم فيها المؤقت الزمني في دوائر التحكم للمحركات .

التمرين الثامن عشر: توصيل وسائل حماية وتحكم لحمل حثي ثلاثي الطور (محرك)

الأهداف :

- ١ بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :
تتعرف على وسائل حماية المحركات الحثية .
- ٢ تتعرف على ضواغط التشغيل والإيقاف .
- ٣ توصل ضواغط تشغيل وإيقاف في دائرة تحكم .
- ٤ توصل لمبات بيان في دائرة تحكم .
- ٥ توصل قاطعاً حرارياً مع محرك حثي ثلاثي الطور .
- ٦ توصل قاطعاً مغناطيسياً مع محرك حثي ثلاثي الطور .

الأجهزة /الأدوات:

- ١ مصدر ثلاثي الطور ٢٢٠ / ٣٨٠ فولت .
- ٢ محرك ثلاثي الطور حسب المتوفر .
- ٣ ضاغط تشغيل يعمل على جهد ٢٢٠ فولتاً .
- ٤ ضاغط إيقاف يعمل على جهد ٢٢٠ فولتاً .
- ٥ قاطع حراري مناسب للمحرك (أفورلود) .
- ٦ فيوزات حماية مناسبة للدائرة ٣٨٠ فولتاً (أمبيراً) .
- ٧ لمبات بيان تعمل على جهد ٢٢٠ فولتاً .
- ٨ قاطع مغناطيسي مناسب للمحرك .
- ٩ أسلاك توصيل مناسبة وكافيه .

المعلومات الأساسية:

إن عملية توصيل وسائل حماية مناسبة لحماية المحركات الكهربائية الحثية تحتاج إلى معرفة ما يسمى تيار الحمل الكلي ، ويمثل التيار الذي يستهلكه المحرك عند تشغيله بقدرته المقررة عندما يكون الجهد على أطرافه مساوياً للجهد المقرر له (المبين على لوحته الاسمية) . ويمكن حساب تيار الحمل الكلي للمحرك من المعادلة :

$$I = \frac{P}{V \cos\theta} \quad \text{حيث أن :}$$

و : فاعلية المحرك (تكتب على اللوحة الاسمية للمحرك)

P : قدرة المحرك بالواط (القدرة الخارجة)

V : الجهد المقرر للمحرك (٣٨٠) فولتاً .

$\cos\theta$: معامل القدرة للمحرك .

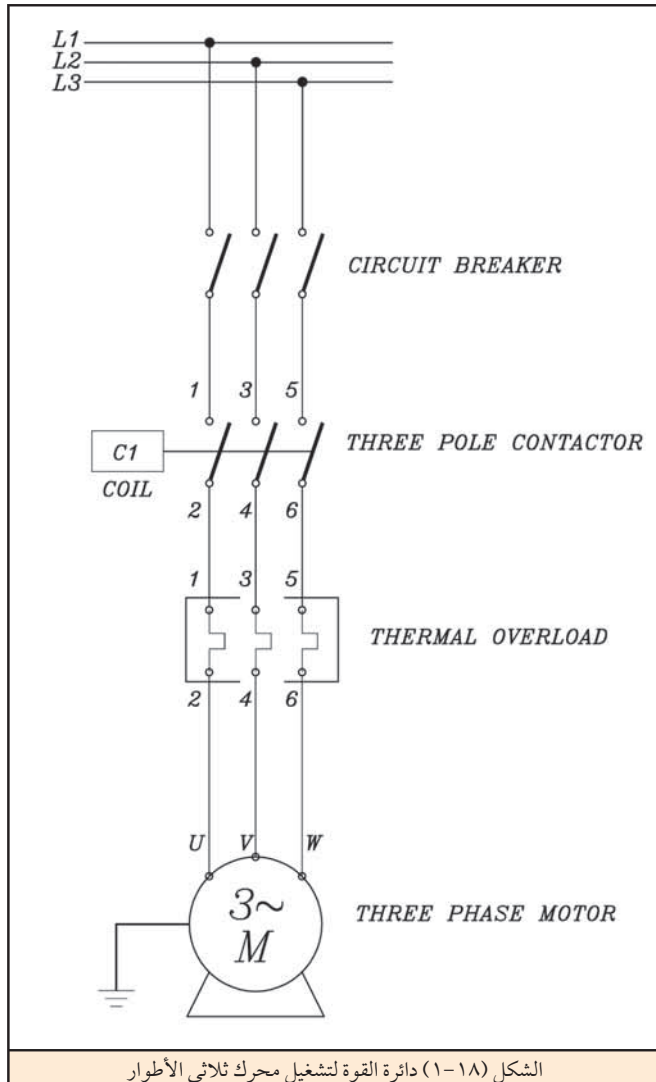
يبين الشكل (١٨-١) عناصر دارة الحماية الرئيسية لمحرك ثلاثي الطور وتحتوي على ما يلي :

١ قواطع آلية للحماية ضد تيار القصر في دارة تغذية المحرك لحماية الموصلات والمفاتيح و أجهزة التحكم والمحرك .

٢ قاطع مغناطيسي (كتناكتور) يعمل على جهد المحرك المقرر وبقدرة أعلى قليلاً من قدرة المحرك (K١) .

٣ قاطع حراري (F) وبمقرر جهد يعمل على جهد المحرك، ويعمل ضد الزيادة في التيار المفرط للمحرك نفسه، وبمقرر (١٢٠٪) من تيار الحمل الكلي .

٤ موصلات الدارة الرئيسية وبمقرر (١٢٥٪) من تيار الحمل الكلي على الأقل .



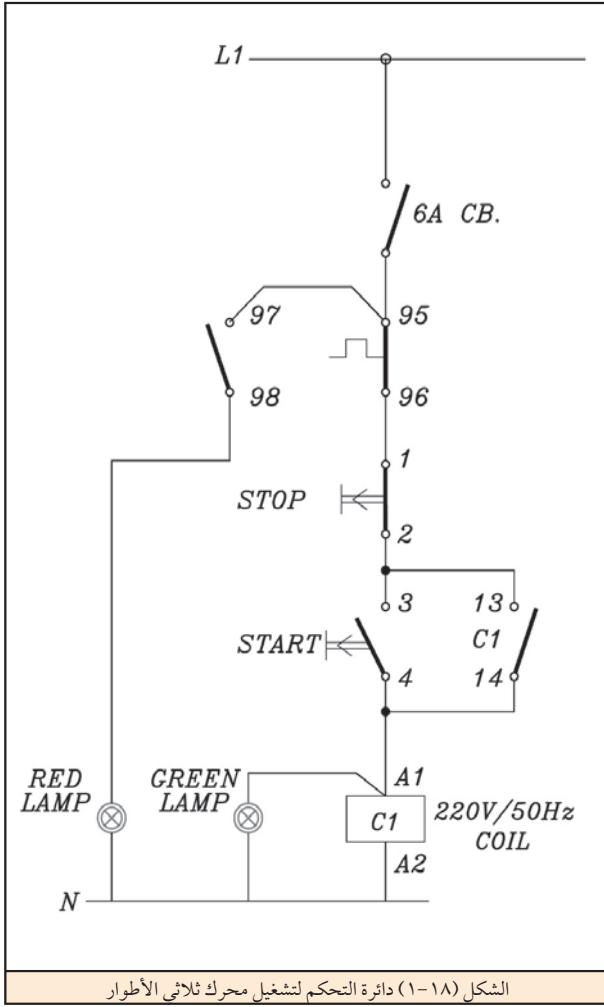
الشكل (١٨-١) دائرة القوة لتشغيل محرك ثلاثي الأطوار

هذا ويجب أن تتحمل وسائل الحماية للمحرك تيار بدء التشغيل دون أن تفتح الدارة الرئيسية لحماية المحرك، ويجب الإشارة هنا إلى أن عملية اختيار وسائل الحماية تعتمد أيضاً على طريقة إقلاع المحرك، نوعه والتي سيرد شرحها العام المقبل في الوحدة التي تتعلق بالمحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار .

أما فيما يتعلق بدارة التحكم للمحرك المبينة في الشكل (١٨-٤) فتستعمل لمبات بيان ذات ألوان خاصة لتدل على حالة المحرك أثناء العمل ، وتستعمل أيضاً ضواغط تشغيل من نوع (NO) وضواغط إيقاف من نوع (NC) تلامس لحظي (BUSH-BUTTON) تعمل على الجهد الذي تعمل عليه ملفات القواطع المغناطيسية والحرارية (جهد التحكم) وغيرها من وسائل الحماية الأخرى .

خطوات العمل :

- ١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية الرئيسية لتشغيل المحرك في شكل (١٨-٣).
- ٢ قم بتوصيل دارة التحكم في الشكل (١٨-٤).
- ٣ قم بإغلاق ضاغط التشغيل.
- ٤ قم بتوصيل جهاز أميتر لقياس التيار المار في المحرك، ثم سجلها.



الشكل (١٨-١) دائرة التحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأطوار

التقييم :

- ١ ما هي أهمية استخدام لمبات الإشارة (البيان) في دوائر التحكم؟ وما هي الألوان المستخدمة؟
- ٢ هل تعد أسلاك التوصيل من وسائل الحماية في الدارات الكهربائية؟ بين ذلك. هل يعد خط الأرضي من ضمنها؟
- ٣ هل يجب أن تؤخذ قدرة المحرك بالحسبان لاختيار وسائل الحماية عند تشغيله؟ وضح ذلك.
- ٤ ارسم دائرة التحكم للمحرك السابق لتشغيله من مكانين مع توصيل وسائل الحماية اللازمة لذلك. ارسم دائرة التحكم للمحرك السابق لتشغيله وعكس اتجاه دورانه مع توصيل وسائل الحماية اللازمة.

التمرين التاسع عشر: توصيل محول تيار ومحول جهد مع دائرة كهربائية

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن:

الأهداف:

- ١ تتعرف على محول التيار كجهاز لقياس التيار .
- ٢ تتعرف على محول الجهد كجهاز لقياس الجهد .
- ٣ تتعرف على أهمية كل من محول التيار ومحول الجهد كأدوات قياس .
- ٤ توصل محول التيار ومحول الجهد في دائرة كهربائية ثلاثية القدرة .
- ٥ تقم بقياس التيار والجهد في دائرة كهربائية باستخدام محولات القياس .

الأجهزة / الأدوات:

- ١ مصدر ثلاثي الأطوار .
- ٢ محول تيار .
- ٣ محول جهد .
- ٤ حمل ثلاثي الأطوار (مدفأة كهربائية عدد ثلاث).
- ٥ وسائل حماية مناسبة
- ٦ أسلاك توصيل مناسبة .

المعلومات الأساسية:

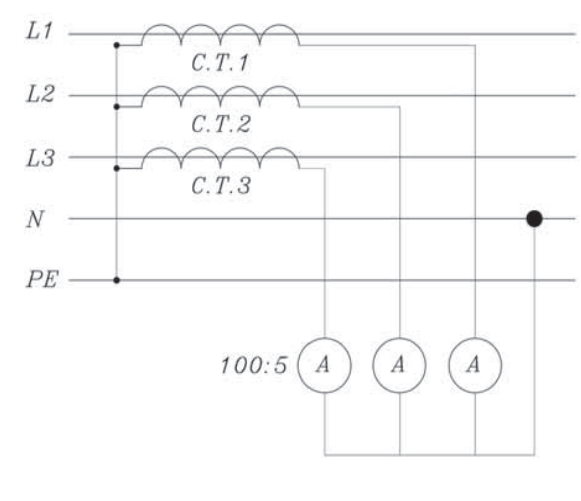
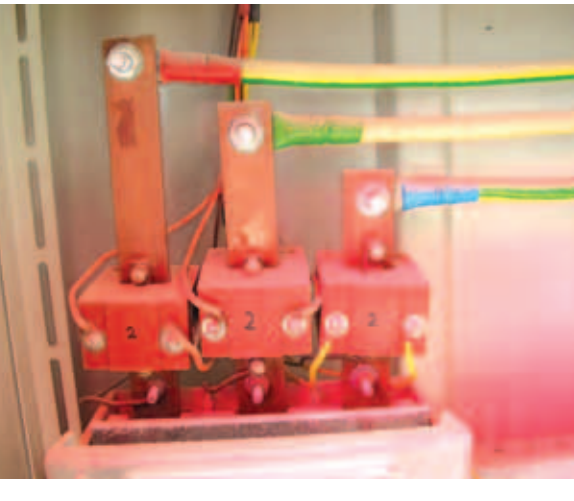
تستخدم محولات التيار ومحولات الجهد الميئة في الشكل (١٩-١) في عملية القياس ليتم بواسطتها قياس جهود وتيارات ذات قيم كبيرة لا يمكن قياسها مباشرة بأجهزة قياس صممت لقياس جهود وتيارات صغيرة وكذلك لمراقبة الأحمال الكهربائية المختلفة في كثير من الأحيان ، بالإضافة للتحكم في فصل ووصل أحمال أخرى (وسائل تحكم خاصة) عن طريق إمرار إشارة كهربائية بقيمة مناسبة خاصة عندما تكون مقررات الجهد والتيار ذات قيم عالية جداً كما هو الحال في محطات التوليد أو محطات التحويل .

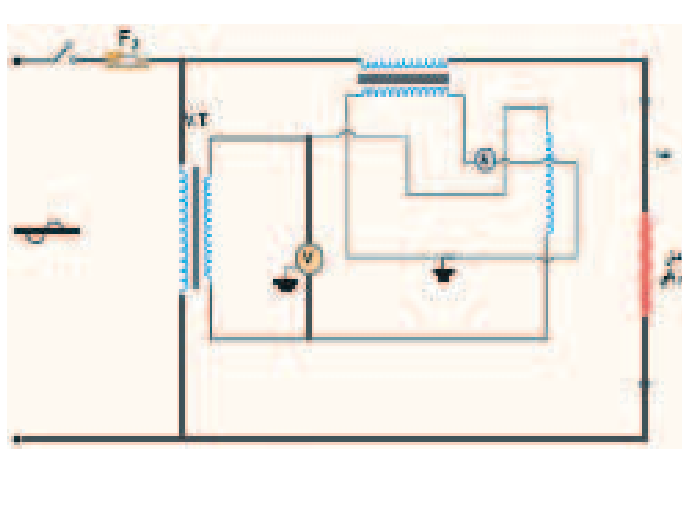
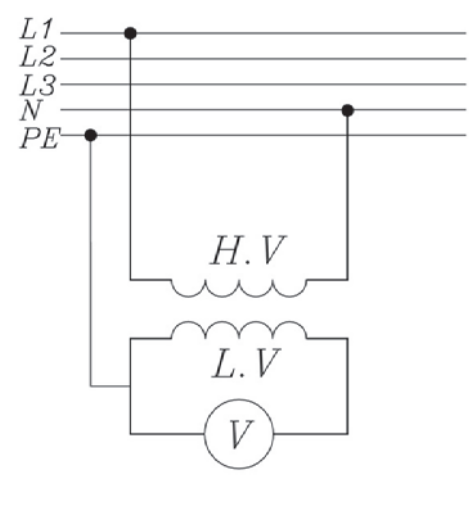
وتستخدم محولات التيار كذلك عند الحاجة لمعرفة قيمة التيار المسحوب من المصادر ثلاثية الأطوار (ذات القدرات العالية) والتي تربط مع القضبان العمومية التي تتصل مع أحمال ذات مقررات تيارية عالية نسبياً فيتم عندها تركيبها ضمن لوحات التوزيع الكهربائية لتسهيل عملية القياس وكذلك الحال لمحولات الجهد .

فمحول التيار (C.T) عبارة عن محول ثنائي الملفات يوصل ملفه الابتدائي على التوالي مع الخط المراد قياس تياره (الحمل) ويقيس ملفه الثانوي تياراً صغيراً بنسبة (١٠٠ : ٥) مثلاً يتناسب مع جهاز قياس التيار كما هو موضح في الشكل (١٩-٢) الذي يبين طريقة توصيلها مع الحمل ، ويعتمد عددها على عدد الأطوار المراد قياس التيار لها خاصة إذا كانت الأحمال غير متماثلة . ويجب بعد الانتهاء من القياس إغلاق ملفات الثانوي ، وذلك

لأنه يتولد فيها جهد عالٍ جدا مما يشكل خطورة على الملفات والمستخدم على حد سواء . لذلك يراعى توصيل ملفه الثانوي بالأرضي .

أما محول الجهد (V . T) عبارة عن محول ثنائي الملفات خافض للجهد يوصل ملفه الابتدائي مع مصدر التغذية العالي (على التوازي) في حين يوصل ملفه الثانوي مع جهاز القياس ذي القراءة الصغيرة، والشكل (١٩-٣) يبين طريقة توصيله مع الحمل المراد قياس جهده . ويراعى توصيل ملفه الثانوي مع الأرضي لسلامة العاملين .

	
<p>الشكل (١٩-٢) : طريقة توصيل محولات التيار مع القضبان العمومية في لوحات التوزيع لقياس التيار</p>	<p>الشكل (١٩-١) : محولات التيار (C.T.) لقياس تيار القضبان العمومية</p>

	
<p>الشكل (١٩-٤) : دائرة قياس التيار والجهد لحمل أحادي الطور باستخدام محولات التيار والجهد</p>	<p>الشكل (١٩-٣) : طريقة توصيل محول الجهد مع قضبان التوزيع العمومية لقياس الجهد في لوحات التوزيع</p>

خطوات العمل :

١) قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (١٩-٤) حسب اللوحة الاسمية للمحول

التقييم :

١) ما هي أهمية استخدام محولات القياس كأجهزة قياس للتيار والجهد؟

٢) كيف يتم قياس التيار باستخدام محولات التيار؟

٣) ما هي نسب التحويل المستخدمة في محولات التيار؟

٤) لماذا يتم تأريض الملف الثانوي لمحولات

التمرين العشرون: توصيل دائرة تحكم بسيطة لتشغيل محرك حثي ثلاثي الطور وعكس اتجاه دورانه باستخدام قواطع مغناطيسية وضواغط

الاهداف :

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

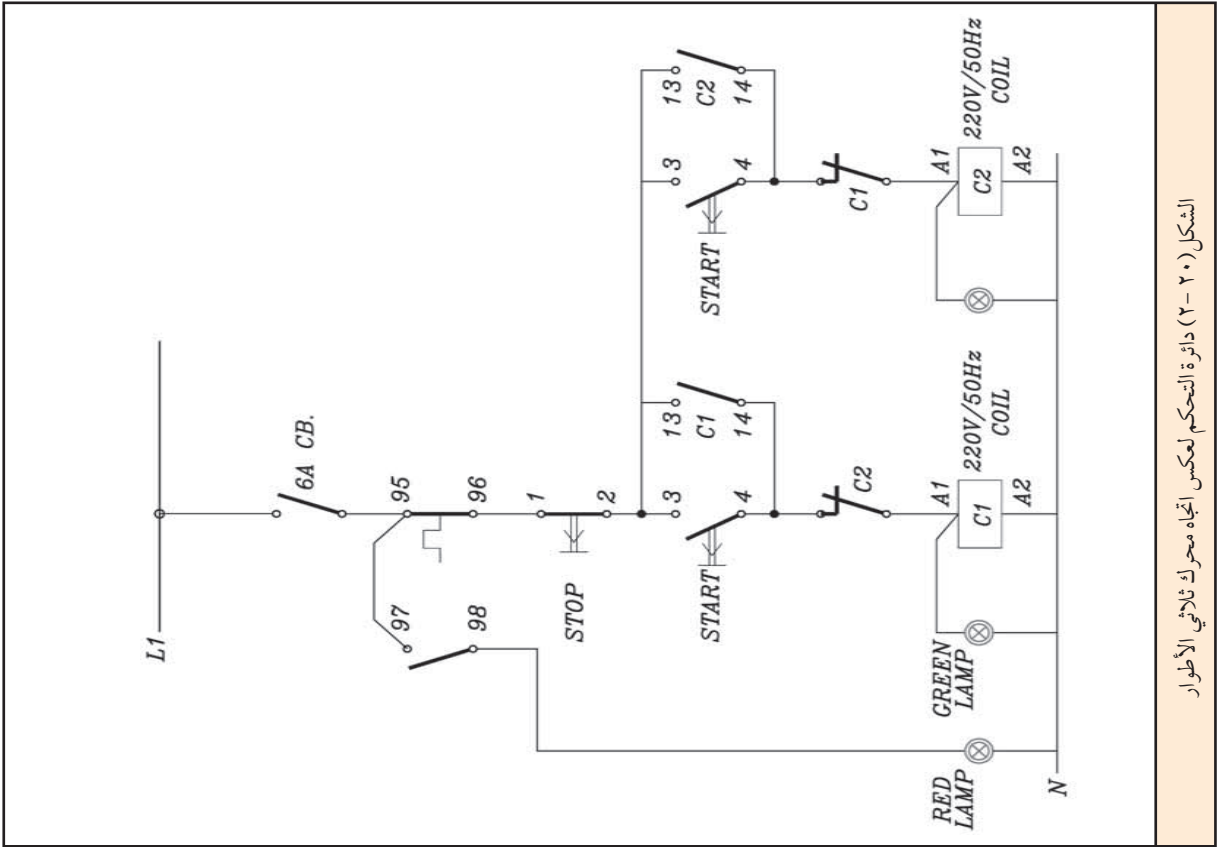
- ١ تتعرف على دائرة القوى (الرئيسية) لتشغيل وعكس اتجاه دوران محرك حثي ثلاثي الطور
- ٢ تتعرف على دائرة التحكم لتشغيل وعكس اتجاه دوران المحرك
- ٣ تركيب دائرة القوى لعكس اتجاه المحرك
- ٤ تركيب دائرة التحكم لعكس اتجاه المحرك
- ٥ تشغيل المحرك ليعمل في اتجاهين عن طريق قاطعين مغناطيسين وضواغط .

الأجهزة /الأدوات:

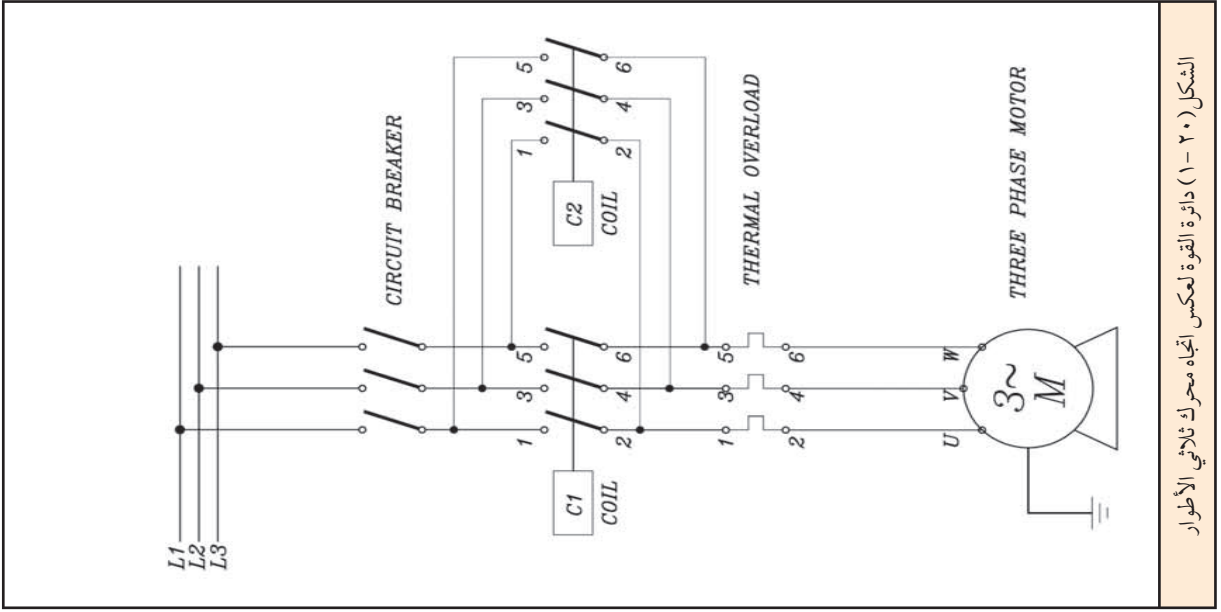
- ١ مصدر ثلاثي الطور .
- ٢ محرك حثي ثلاثي الطور .
- ٣ ضاغط تشغيل يعمل على جهد التحكم .
- ٤ ضاغط إيقاف يعمل على جهد التحكم .
- ٥ قاطع حراري مناسب للحمل .
- ٦ فيوزات حماية تناسب قدرة المحرك .
- ٧ لمبات بيان تعمل على جهد التحكم .
- ٨ قاطع مغناطيسي مناسب للحمل .
- ٩ ملامسات مساعدة بنوعيتها .
- ١٠ أسلاك توصيل مناسبة .

المعلومات الأساسية:

يتم عكس اتجاه دوران المحرك ثلاثي الطور بتبديل طور مكان آخر(كما هو موضح في دائرة القوى المبينة في الشكل (٢٠-١) بصورة يدوية في حين أنه يستخدم قاطعين مغناطيسيين، (K٢ K١) لها ملامسات مساعدة (مفتوحة ومغلقة) لتؤدي هذا العمل بصورة كهروميكانيكية بمساعدة ضاغطي تشغيل (S١-NO S٢) (وضاغط إيقاف (S٠) (NC) ، ويتم توصيل لمبتي بيان خضراء، لتدل كل منها على اتجاه دوران معين، وتستعمل لمبة بيان بلون أحمر، لتدل على حصول عطل ما (في حالة زيادة التيار، ويحقق هذه الحالة الملامس المغلق التابع للأوفرلود المتصل على التوالي مع ضاغط الايقاف) . ويجب في هذه الحالة أن تستعمل ملامسات مغلقة لتمنع الحالة التي يمكن فيها الضغط على ضاغطي التشغيل في آن واحد معاً لمنع تلف المحرك في هذه الحالة، ويوصل الملامس المغلق (NC) التابع للكتناكتور (K١) على التوالي مع ملف تشغيل الكنتاكتور (K٢) والعكس صحيح . والشكل (٢٠-٢) يبين دائرة التحكم (التي تعمل على جهد ٢٢٠ فولتاً) اللازمة لتشغيل المحرك .



الشكل (٢٠-٢) دائرة التحكم لعكس اتجاه محرك ثلاثي الأطوار



الشكل (٢٠-١) دائرة الفتره لعكس اتجاه محرك ثلاثي الأطوار

خطوات العمل :

- ١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٢٠-١).
- ٢ قم بتوصيل دارة التحكم المبينة في الشكل (٢٠-٢).
- ٣ اضغط على الضاغط (S١). وسجل ماذا يحدث للمحرك؟
- ٤ اضغط على ضاغط الإيقاف (S٠).
- ٥ اضغط على الضاغط (S٢)؟ وسجل ماذا يحدث للمحرك.
- ٦ اضغط على الضاغط (S١)؟ وسجل ماذا يحدث للمحرك.
- ٧ قم بتوصيل جهاز أميتر لقياس التيار المار في المحرك، ثم سجل قيمته.

التقييم :

- ١ هل هناك طرق أخرى لعكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور غير استخدام القواطع المغناطيسية. اذكرها .
- ٢ كيف يتم التفريق ما بين دارة القوى ودارة التحكم في تشغيل المحركات؟
- ٣ لماذا يفضل اختيار جهد منخفض لتشغيل دارات التحكم؟
- ٤ أكمل: يعتمد اختيار جهد ضواغط التشغيل وضواغط الإيقاف ولمبات البيان وجهد ملفات القواطع على ----- الجهد الذي تعمل عليه ----- التحكم للمحرك.
- ٥ ما هي أهمية عكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور؟ وأين تستخدم؟

الحادي والعشرون: توصيل جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار:

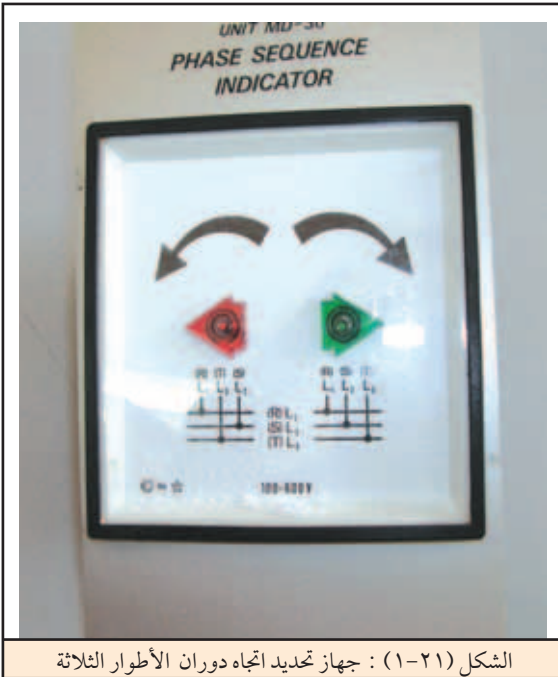
الاهداف:

- ١) تتعرف على أهمية تحديد اتجاه دوران الأطوار .
- ٢) تتعرف على تركيب جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار .
- ٣) تتعرف على جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار .
- ٤) تستخدم جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار في الدارات الكهربائية .

الأجهزة /الأدوات:

- ١) جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار .
- ٢) محرك كهربائي حثي ثلاثي الأطوار .
- ٣) آلة تحتوي على محركات ثلاثية الأطوار .
- ٤) صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:



الشكل (١-٢١) : جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار الثلاثة

يبين الشكل (١-٢١) جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار (phase- sequence) الذي يستخدم لتحديد ترتيب الأطوار الثلاثة في دوائر التيار المتناوب ثلاثية الأطوار، حيث إنه من الضروري معرفة ترتيب الأطوار الثلاثة اي (L1-L2-L3 أو L1-L3-L2) حيث تعطى الأطوار الثلاثة الأحرف التالية (R-S-T) ولها ألوان خاصة). ونحتاج إلى معرفة ترتيب هذه الأطوار الثلاثة في تحديد كيفية ربط المولدات بقضبان التوزيع الرئيسية داخل لوحات التوزيع الرئيسية، والتي تؤثر بشكل أساسي على اتجاه دوران المحركات الكهربائية المتصلة بهذه القضبان (من خلال وسائل حماية)،

ويؤثر اتجاه دوران المحركات الكهربائية على عمل الآلات والمعدات التي لا يجوز أن تدور إلا باتجاه واحد فقط ، لذلك تحدد الشركات الصانعة للآلات طريقة ربط السلك الرئيسي المغذي للمصنع في حالات خاصة

(كمصانع الورق والبلاستيك وغيرها) لوجود عدد كبير من المحركات تتشابه في اتجاه دورانها .
والشكل (٢١-١) يبين طريقة توصيل جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار والذي يوصل مع السلك الرئيسي ليتم التعرف على ترتيب دخول الأطوار الثلاثة لمصنع ما (أو لمحرك ثلاثي الأطوار مثلاً) وتربط الأطوار الثلاثة للمغذي بأي ترتيب مع أطراف الجهاز الثلاثة لتدل على ترتيبها (من خلال لمبة بيان) كما هو موضح على الجهاز .

خطوات العمل:



الشكل (٢١-٢) : محرك حثي ثلاثي الأطوار متصل بشكل نجمة

- ١ قم بفك غطاء لوحة توصيل محرك حثي ثلاثي الطور المبين في الشكل (٢٢-٢) .
- ٢ صل الأطراف الثلاثة للجهاز بأطراف المحرك الثلاثة المتصل بشكل نجمة .
- ٣ أغلق المفتاح ثلاثي الأقطاب ليمر التيار الكهربائي للمحرك .
- ٤ لاحظ اتجاه دوران المحرك، ثم سجل ملاحظاتك .
- ٥ كرر الخطوات السابقة مع أحمال ثلاثية (الآلات) مختلفة ؟ لاحظ اتجاه دوران الأطوار فيها .

التقييم:

- ١ ما هي أهمية استخدام جهاز تحديد اتجاه دوران الأطوار؟ وأين يستخدم؟
- ٢ كيف يتم توصيل الجهاز لتحديد ترتيب الأطوار الثلاثة؟
- ٣ أكمل: عند وصل مولد إضافي على شبكات التوزيع الرئيسية يستخدم جهاز ليتم التأكد من أن المولد الإضافي الذي تمت إضافته على الشبكة له ترتيب الأطوار الثلاثة التي للمولد الأصلي .
- ٤ ما هي الألوان الثلاثة التي تستخدمها شركة الكهرباء المحلية في منطقتك لتمثل الأطوار الثلاثة (R-S-T) لتدل على طريقة توصيلها مع الأحمال ثلاثية الأطوار ليتم معرفة اتجاه دوران الأطوار الثلاثة من خلالها؟

