دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

١٢

كهرباء استعمال

بسم الله الرحمن الرحيم

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

كهرباء استعمال

(عملـــي)

للصـف الثاني الثانوي

الفرع الصناعي

المؤلفون

م. مازن ذيب «منسقاً»
د. عبد الكريم داود
م. لافي منصور
م. زياد القواسمي
م. روان حنيحن «مركز المناهج»

قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين

تدريس كتاب كهرباء استعمال (عملي) للصف الثاني الثانوي الصناعي في مدارسها للعام الدراسي ٢٠٠٦ / ٢٠٠٧م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج: د. نعيم أبو الحمص

مدير عام مركز المناهج: د. صلاح ياسين

مركز المناهج

إشراف تربوي : د.عمر أبوالحمص

الدائرة الفنية

- **إشراف إداري:** أحمد سياعرة
- **تصميم:** كمال محمود فحماوي
- **الإعداد المحوسب للطباعة:** حمدان بحبوح
- **تحرير لغوي:** تحسين يقين

الطبعة الأولى التجريبية

٢٠٠٦م/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 ٢٩٦٩٣٥٠–٢–٩٧٠+ فاكس ٢٩٦٩٣٧٧–٢–٩٧٠+

الصفحة الالكترونية: www.pcdc.edu.ps – العنوان الالكتروني: pcdc@palnet.com

تمهيد

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 مهمّاً لبناء السيادة الوطنية للشعب الفلسطيني ، وأساساً لترسيخ القيم والديمقراطية ، وهوحق 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 .

لقد قامت وزارة التربية والتعليم العالي بإتمام مرحلة تأليف جميع الكتب المدرسية (١ -١٢) ، التي تُوِّجَت بتطبيق كتب الصف الثاني الثانوي (١٢) بجميع فروعه : العلمي ، والعلوم الإنسانية ، والمهني ، والتقني ، مع بداية العام الدراسي(٢٠٠٦ / ٢٠٠٧) . وتعمل الوزارة حالياً على تنفيذ خطة تطوير شاملة في السنوات الثلاث القادمة ، تغطي أربعة مجالات ، وهي : أنشطة تطويرية (مراجعة جميع الكتب للصفوف(١ -١٢) ، وأنشطة استكمالية (أدلة المعلم والوسائل المعينة) ، وأنشطة مستقبلية (دراسات تقويمية وتحليلية لمناهج المراحل الثلاث في جميع المباحث أفقياً وعمودياً) ، وأنشطة موازية (توسيع البنية التحتية في مجال الشبكات والتعليم الإلكتروني ، وتحسين آلية امتحان الثانوية العامة) .

وتعد الكتب المدرسية وأدلة المعلم التي أنجزت للصفوف الاثني عشر ، وعددها يقارب ٤٥٠ 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 سنويّاً بمشاركة التربويين والمعلمين والمعلمات الذين يقومون بتدريسها ، وترى الوزارة الطبعات من الأولى إلى الرابعة طبعات 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 جوهريّاً في التعليم ، من خلال العمليات الواسعة من المراجعة ، بمنهجية رسخها مركز المناهج في مجالي التأليف والإخراج في طرفي الوطن الذي يعمل على توحيده .

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 ، كلٌّ حسب موقعه ، وتشمل لجان المناهج الوزارية ، ومركزالمناهج ، والإقرار ، والمؤلفين ، والمحررين ، والمشاركين بورشات العمل ، والمصممين ، والرسامين ، والمراجعين ، والطابعين ، والمشاركين في إثراء الكتب المدرسية من الميدان أثناء التطبيق .

وزارة التربية والتعليم العالي
مركز المناهج
أيلول ٢٠٠٦ م

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الصلاة والسلام على سيد الأنبياء والمرسلين وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد . . .

جاء هذا الكتاب ليحقق التكاملية مع المادة النظرية في مبحث الكهرباء استعمال، وقد راعينا فيه التدرج في طرح الأنشطة والتمارين لإكساب الطلبة المهارات العلمية اللازمة، ولترسيخ المفاهيم النظرية المطروحة، مع التقيد التام بكافة ارشادات السلامة والأمن الصناعي.

يتضمن الكتاب خمس وحدات وهي المحولات الكهربائية، والكترونيات القدرة، وآلات التيار المستمر، وآلات التيار المتناوب، وأدوات التحكم، أما بالنسبة لموضوع المتحكمات المنطقية المبرمجة لم يتم تناوله على شكل تطبيق مباشرة داخل المشغل.

حاولنا ما استطعنا تقديم الأفضل لطلبتنا الأعزاء وكلنا أمل بأن لا تبخلوا علينا بإقتراحاتكم وتوصياتكم لاثراء هذه الطبعة التجريبية.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

المحتويات

الوحدة الأولى — المحولات الكهربائية

التمرين الأول : قراءة وتحليل عناصر المحول الكهربائي ٣
التمرين الثاني : فك وتجميع محول كهربائي أحادي الطور ذي تبريد هوائي ٦
التمرين الثالث : إعادة لف محول أحادي الطور ٩
التمرين الرابع : تصميم محول أحادي الطور ١٣
التمرين الخامس : توصيل محول ذاتي مع حمل كهربائي ٢٠
التمرين السادس : طرق توصيل محولين من أحادي الطور ٢٣
التمرين السابع : طرق توصيل المحولات ثلاثية الطور ٢٨

الوحدة الثانية — إلكترونيات القدرة

التمرين الأول : الترانزستور كمفتاح إلكتروني ٣٣
التمرين الثاني : الثايرستور كمفتاح ٣٧
التمرين الثالث : التحكم بالقدرة الكهربائية ٤١
التمرين الرابع : مقوم نصف موجة أحادي الطور ٤٥
التمرين الخامس : مقوم موجة كاملة أحادي الطور ٤٩
التمرين السادس : مقوم القنطرة أحادي الطور ٥٢
التمرين السابع : مقوم نصف موجة ثلاثي الطور ٥٥
التمرين الثامن : مقوم موجة كاملة ثلاثي الطور ٥٧

الوحدة الثالثة — آلات التيار المستمر

التمرين الأول : قراءة وتحليل عناصر اللوحة الاسمية لمحرك تيار مستمر ٦٠
التمرين الثاني : فك وتجميع محرك تيار مستمر ٦٣
التمرين الثالث : فحص منتج آلة تيار مستمر ٦٦
التمرين الرابع : تشغيل المحرك من مصدري تغذيه منفصلين وعكس اتجاه الدوران ٧٠
التمرين الخامس : تشغيل محرك تيار مستمر ذي إثارة ذاتية من نوع توالٍ وعكس اتجاه الدوران ٧٣
التمرين السادس : تشغيل محرك تيار مستمر ذي إثارة ذاتية نوع توازٍ من مصدرٍ تغذية مستمر وعكس اتجاه الدوران ٧٦
التمرين السابع : توصيل محرك ذي إثارة منفصلة مع أحمال مختلفة ٨١
التمرين الثامن : توصيل محرك ذي إثارة توالٍ مع أحمال مختلفة ٨٤
التمرين التاسع : فك وتركيب الفحمات وتنظيفُ الموحد الميكانيكي *(COMUTATOR)* لمحرك تيار مستمر ٨٧
التمرين العاشر : فك وتركيب كراسي التحميل (حلقات الببأتيا) في المحرك ٩٠

الوحدة الرابعة — آلات التيار المتردد

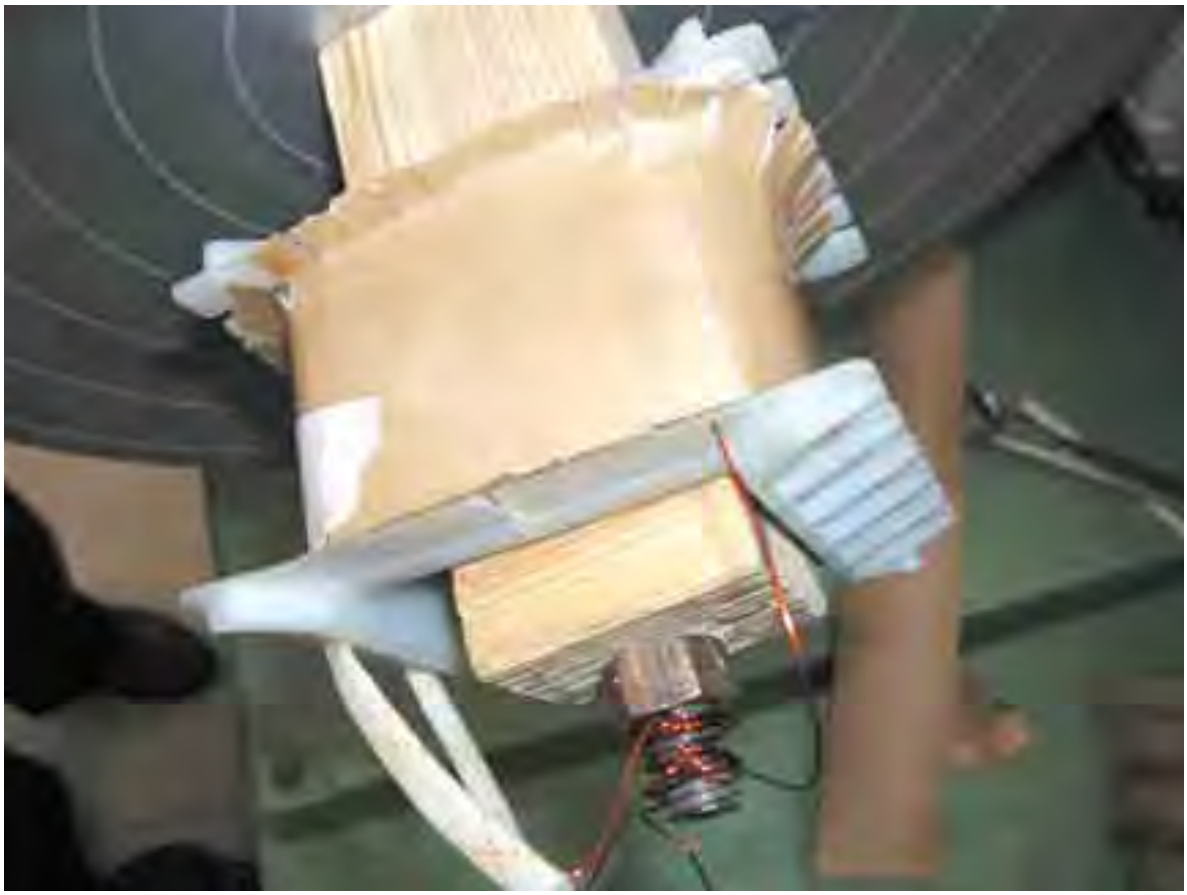
التمرين الأول : فك محرك كهربائي أحادي الطور ذي مواسع وإعادة تجميعه ٩٤
التمرين الثاني : إعادة لف محرك كهربائي أحادي الطور ذي مواسع ٩٨
التمرين الثالث : فك محرك كهربائي ثلاثي الطور وإعادة تجميعه ١١٤
التمرين الرابع : إعادة لف محرك ثلاثي الطور ذي طبقة واحدة ١١٨
التمرين الخامس : إعادة لف محرك ثلاثي الطور ذي أقطاب تأثيرية ١٣٢
التمرين السادس : إعادة لف محرك ثلاثي الطور ذي سرعتين بطريقة دالندر ١٤٠
التمرين السابع : تقويم محرك ثلاثي الطور بوساطة ملفات ١٤٧
التمرين الثامن : تقويم محرك ثلاثي الطور بوساطة محول ذاتي ١٤٩
التمرين التاسع : تشغيل محرك ثلاثي الطور ذي عضو دوار ملفوف باستخدام مقاومات متغيرة ١٥١

الوحدة الخامسة — دوائر التحكم

التمرين الأول : تشغيل محرك أحادي الطور وعكس اتجاة دورانه بوساطة مفتاح أسطواني ١٥٥
التمرين الثاني : تشغيل محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح أسطواني ١٥٩
التمرين الثالث : عكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح أسطواني (2-0-1) ١٦٣
التمرين الرابع : تشغيل محرك ثلاثي الطور (نجمي-مثلثي) بوساطة مفتاح أسطواني ١٦٦
التمرين الخامس : تشغيل محرك ثلاثي الطور ذي سرعتين(محرك دالندر) بوساطة مفتاح أسطواني (2-1-0) ١٧٠
التمرين السادس : تشغيل محرك ثلاثي الطور من مصدر أحادي الطور بوساطة مفتاح أسطواني (ON/OFF) ١٧٤
التمرين السابع : تشغيل محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح مغناطيسي (الدائرة التنفيذية) ١٧٦
التمرين الثامن : تشغيل محرك ثلاثي الطور (ستار/دلتا) يدوياً بوساطة مفاتيح مغناطيسية ١٨١
التمرين التاسع : تشغيل محرك ثلاثي الطور (ستار/دلتا) آليا بوساطة مفاتيح مغناطيسية ومرحل زمني ١٨٤
التمرين العاشر : توصيل مرحل الحماية من انقطاع أحد الأطوار في دارة محرك ثلاثي الطور ١٨٧
التمرين الحادي عشر: توصيل جهاز التحكم بمنسوب السوائل وتشغيله ١٩٠

الوحـــدة

١ المحــولات الكهربائيــة



التمرين الأول: قراءة وتحليل عناصر المحول الكهربائي

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على اللوحة الاسمية لمحول أحادي الطور .
- تفسر عناصر ومكونات اللوحة الاسمية للمحول .
- تعبىء الجدول (١-١) بالبيانات الخاصة بمحول وتفسرها .

الأجهزة /الأدوات:

- محولات كهربائية أحادية الطور مختلفة السعة .
- أجهزة قياس الجهد والتيار .
- حمل كهربائي أحادي الطور مادي- سعوي - حثي .
- أسلاك توصيل مناسبة للحمل .
- وسائل حماية مناسبة
- مفتاح *ON-OFF* .

المعلومات الأساسية:

تعتمد المحولات الكهربائية على مبدأ الحث المتبادل *(Mutual-Inductance)* ما بين كل من الملف الابتدائي والملف الثانوي للمحول، ويبين الشكل (١-١) المظهر العام لمحول كهربائي أحادي الطور في أبسط أنواعة حيث يتكون من ملف رئيس (ابتدائي) وملف ثانوي ليس بينهما أي اتصال فيزيائي، وعادة ما يكون لكل منهما جهد مختلف (وأحياناً متساوٍ)، ويسمى الجهد الخاص بالملف الابتدائي بجهد الابتدائي *(Primary-voltage)* أما الجهد الخاص بالملف الثانوي فيسمى بجهد الثانوي *(Secondary-voltage)*، وتعطى لكل محول سعه ووحدتها الفولت . أمبير أو مضاعفاتها *(VA-KVA-MVA)* لتمثل مقدار أقصى حمل يتم تشغيله بوساطة هذا المحول (حاصل ضرب التيار في الجهد) . وتختلف المحولات بعضها عن بعض في مقدار جهد الابتدائي والثانوي وكذلك باختلاف سعتها وطريقة عزلها ووسائل تبريدها وحمايتها وطريقة صنعها وتركيبها وعدد مخارجها والجهود التي تزودها للأحمال وطريقة توصيلها . وتثبت على جسم المحول قطعة تسمى (اللوحة الاسمية) *Name-plate* يكتب عليها المواصفات الأساسية للمحول حسب الشركة الصانعه له، ويبين الشكل (١-٢) إحدى تلك اللوحات .

عندما يوصل حمل أحادي الطور مع محول فإن تياراً يسري في كل من الملف الابتدائي والملف الثانوي، ويسمى التيار عندها نسبة لذلك الملف، ويسمى تيار الملف الثانوي عندها بتيار الحمل، ويعتمد مقدار ذلك التيار على الحمل المتصل بأطراف الملف الثانوي وعلى الجهد المقرر للملف الثانوي .

الشكل (١-١): المظهر العام لمحول أحادي الطور

الشكل (١-٢): اللوحة الاسمية لمحول أحادي الطور

خطوات العمل:

١ صل الدارة الكهربائية المبينه في الشكل (١-٣).

٢ أغلق المفتاح الكهربائي بعد توصيل الدارة بمصدر أحادي الطور.

٣ سجل قراءات كل من جهاز الأميتر *(Ip, Is)* والفولتميتر *(Vp, Vs)* على أطراف الملفين في الجدول (١-١) في حالة اللاحمل *(R= ∞)*.

٤ ضع المفتاح *(S1)* في وضع *OFF*.

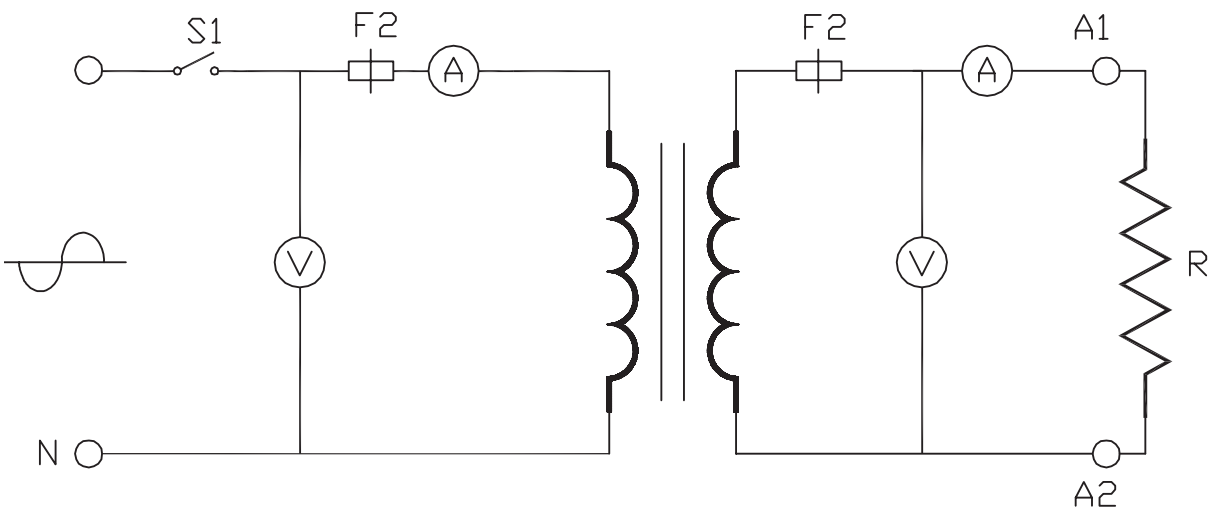
٥ قم بتوصيل حمل أحادي الطور*(R)* مع أطراف الملف الثانوي، ثم أغلق المفتاح *(S1)*.

٦ سجل قراءات أجهزة القياس المبينه في الشكل (١-٣) في الجدول (١-١).

٧ ارسم العلاقة ما بين الجهد والتيار على أطراف الحمل كما في الشكل (١-٤).

٨ غير الحمل الكهربائي *(R)* بآخر، ثم أعد الخطوة السابقة. ثم سجل القراءات.

٩ ضع أحمالاً مختلفة القدرات كما في الجدول (١-١) وسجل القراءات من جديد.



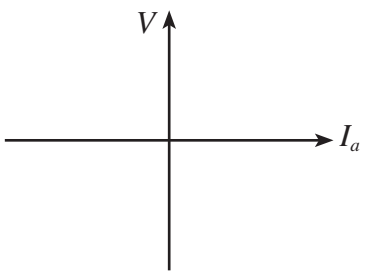
الشكل (١-٣): توصيل أطراف المحول مع أجهزة قياس ومع أحمال مختلفة

الحمل الكهربائي	Vp(V)	Vs(V)	Ip(A)	Is(A)
في حالة اللاحمل				
$R1 = 10K\Omega$				
$R2 = 100K\Omega$				
$L = 10\ mH$				
$R1, C = 4.7\ Mf$				

جدول (١-١): قراءات أجهزة القياس

التقويم:

- ما هي الأنواع المختلفة لتصنيفات المحولات أحادية الطور حسب طبيعة الجهد؟
- ما هي أهم استخدامات المحولات أحادية الطور؟
- قارن بين حالتي الحمل واللاحمل للمحول الكهربائي أحادي الطور اعتماداً على الجدول (١-١)؟
- كيف يؤثر نوع الحمل الكهربائي (مادي - سعوي - حثي) على كل من تيار الملف الابتدائي والملف الثانوي؟ ارسم الحالات الثلاث للأحمال المختلفة المتصلة مع أطراف الملف الثانوي للمحول في حالة التشغيل.
- ما هو المقصود بتيار اللاحمل للمحول؟ وما هي قيمته؟



الشكل (١-٤): العلاقة ما بين الجهد والتيار على أطراف الحمل الكهربائي

التمرين الثاني: فك وتجميع محول كهربائي أحادي الطور ذي تبريد هوائي

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على الأجزاء المكونة لمحول أحادي الطور .
- تفك الأجزاء الرئيسة لمحول كهربائي أحادي الطور .
- تفحص الملف الابتدائي والملف الثانوي للمحول باستخدام الأوميتر .
- تميز ما بين أطراف الملف الابتدائي وأطراف الملف الثانوي للمحول .
- تعيد تجميع أجزاء المحول .

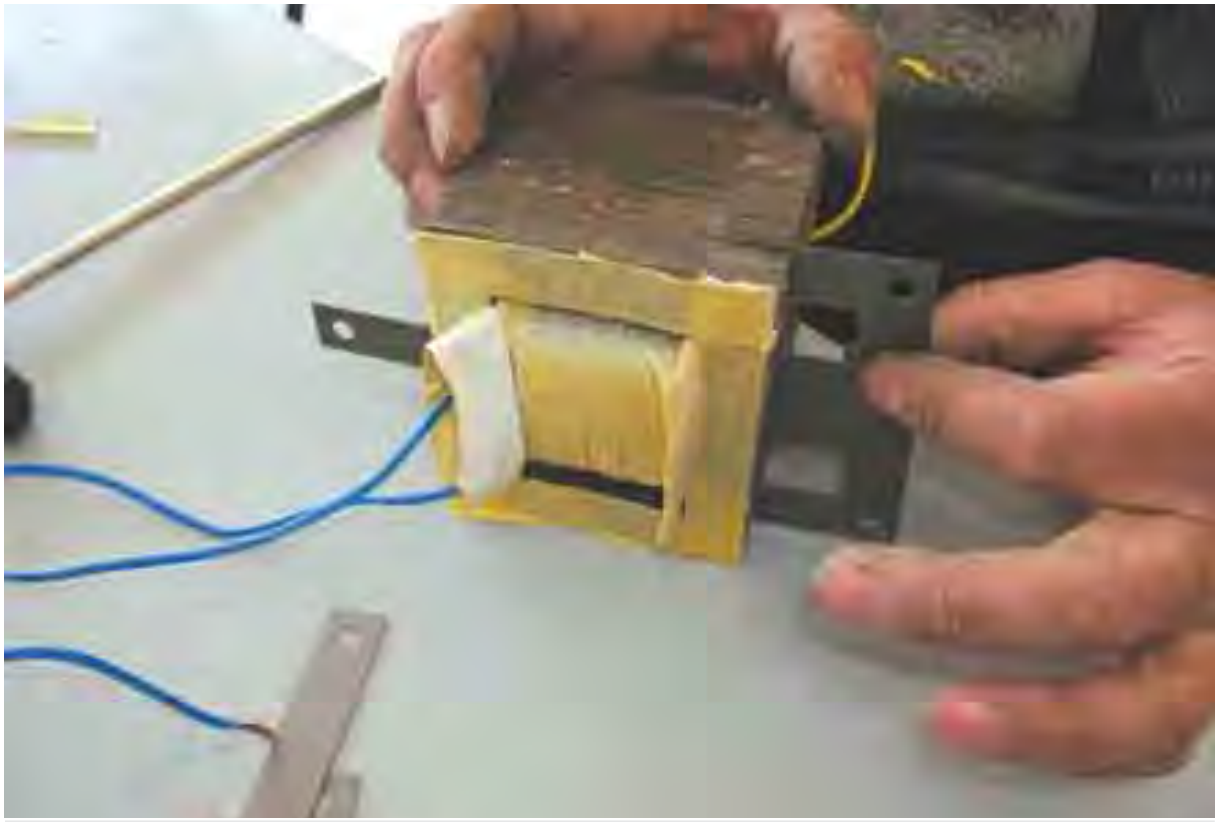
الأجهزة /الأدوات:

- محول كهربائي أحادي الطور .
- طقم مفكات مختلفة .
- طقم مفاتيح مختلفة .
- مطرقة بلاستيكية بحجم مناسب .
- قطاعة وزرا دية .

المعلومات الأساسية:

يعدّ المحول الكهربائي من العناصر الأساسية في تصنيع دوائر التغذية لمعظم الأجهزة الكهربائية المستخدمة بشكل واسع في الصناعة ، ويتكون المحول الكهربائي من القلب الحديدي والملفات المصنوعه من النحاس أو الألمنيوم المعزولة ، والتي تشكل كلاً من الملف الابتدائي والملف الثانوي المعزولين كهربائياً بعضهما عن بعض ، وعادة ما تثبت تلك الملفات داخل القلب الحديدي المكون من شرائح معزولة من الحديد وبسماكة تتراوح ما بين *(0.35-0.5)* ملم (التي تشكل مساراً لخطوط المجال المغناطيسي) على حامل من البلاستيك المقوى (قالب على شكل حرف *E*) أو من الكرتون المقوى ، وتعزل الملفات بعضها عن بعض بمادة عازلة لفصل الملف الابتدائي عن الملف الثانوي للمحول ، وقد تثبت الشرائح جميعها ضمن هيكل خارجي يجمعها بعضها مع بعض أو عن طريق براغٍ تثبيت على أطراف المحول الأربعة أو هيكل حديدي خارجي حامل للشرائح .

وتتحدد أبعاد القالب للمحول بسعة المحول التي تكتب على اللوحة الاسمية المثبته على الهيكل الحامل للمحول كما مر معك سابقاً ، ويرتبط بأبعاد المحول مباشرة أبعاد الفتحات الداخلية للمحول ، وكذلك أبعاد الشرائح الحديدية كما سيمر معك لاحقاً . ويبين الشكل (٢-١) طريقة فك محول أحادي الطور والأجزاء الرئيسة له .



الشكل (٢-١): طريقة فك محول كهربائي أحادي الطور

خطوات العمل:

- فك أطراف الملفات المثبتة في مجمع التثبيت (كلمنت).
- قم بفك براغي الغطاء(الهيكل) الخارجي للمحول (أن وجد) باستخدام الاداه المناسبة كما هو مبين في الشكل (٢-١).
- ضع البراغي في مكان مناسب لحين التجميع.
- قم بفك البراغي المثبتة للصفائح الحديدية وإزالة الصواميل عنها كما هو مبين في الشكل(٢-٢).
- اسحب البراغي المثبتة للهيكل من مكانها داخل الصفائح الحديدية.
- ابدأ بسحب الصفائح الحديدية المحيطة بالملفات مستخدماً المطرقة البلاستيكية والمفك (كما هو مبين في الشكل (٢-١).
- بعد الانتهاء منها ضعها في مكان مناسب كما هو مبين في الشكل (٢-٣).
- انزع الورق العازل الذي يغطي الملفات الابتدائية والثانوية.
- عاين الملفات من حيث القطر والعدد.
- أعد تركيب الصفائح جميعها داخل الهيكل الحامل لها كما هو مبين الشكل (٢-٤).
- ثبت الصفائح بوساطة براغي التثبيت.

- أعد توصيل أطراف الملفات مكانها بعد إضافة المعكرونة العازلة لها .
- افحص أطراف الملف الابتدائي والملف الثانوي باستخدام جهاز الأوميتر وسجل ملاحظاتك عن القيم المقيسه .

الشكل (٢-٢): فك براغي تثبيت هيكل المحول وسحب الصفائح

الشكل (٢-٣): وضع شرائح المحول في مكان مناسب لحين التجميع

الشكل (٢-٤): إعادة تركيب صفائح الحديد

التقويم:

- لماذا يتم عزل الملف الابتدائي عن ملفات الملف الثانوي؟ وما هي وسيلة العزل؟
- ما هي وظيفة الهيكل الخارجي الحامل لجسم المحول؟
- هل هناك علاقة برأيك ما بين أبعاد القالب وسعة المحول الكهربائي؟
- كيف يتم فحص صلاحية ملفات المحول الكهربائي؟ وما هي الوسيلة لذلك؟
- تكون قراءة جهاز الأوميتر في حالة انهيار عزل الملف الابتدائي ------ أوم، أما إذا كان هناك قطع في لفات الملف الثانوي فعندها تكون قراءة الجهاز مساوية ل ------- أوم .
- كيف يمكن التأكد من عدم وجود قطع في لفات كل من الملف الابتدائي أو الملف الثانوي؟
- كيف يتم انتقال الطاقة الكهربائية ما بين ملفات الابتدائي وملفات الملف الثانوي مع إنه لا يوجد اتصال كهربائي بينهما؟
- لماذا يتم عزل شرائح قلب المحول بعضها عن بعض؟
- هل هناك علاقة ما بين أبعاد المحول الكهربائي وعدد لفات كل من الملف الابتدائي والملف الثانوي للمحول؟ حاول أن تفسر ذلك .
- اذكر بعض الأعطال المختلفة التي قد تحدث نتيجة ارتفاع حرارة المحول الكهربائي؟ ما هو السبب في رأيك لصدور ضجيج عن بعض المحولات؟

التمرين الثالث: إعادة لف محول أحادي الطور

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة إعادة لف محول أحادي الطور .
- تتعرف على آلة لف محول أحادي الطور .
- تعيد لف محول أحادي الطور .
- تفحص الملف الابتدائي والملف الثانوي للمحول باستخدام الأوميتر .

الأجهزة /الأدوات:

- محول كهربائي أحادي الطور تالف .
- ماكنة لف المحولات (المحركات مع بعض التعديل) .
- قطعة خشبية مستطيلة الشكل لتثبيت قالب المحول عليها مناسبة لأبعاد المحول التالف .
- طقم مفكات مختلفة .
- طقم مفاتيح مختلفة .
- مطرقة بلاستيكية بحجم مناسب .
- قطاعة وزرادية .
- أجهزة قياس مناسبة .
- ورنيش لعزل الملفات .
- سليف (معكرونة) .
- قصدير لحام ذو قطر مناسب .
- كاوي لحام .
- كرتون مقوى لعزل الملف الابتدائي عن الملف الثانوي .

المعلومات الأساسية:

تتعرض المحولات في كثير من الأحيان إلى التلف نتيجة خلل ما وهذا بالآتية يؤدي إلى حرق ملفات المحول الابتدائية أو الثانوية أو الاثنين معاً، ولإعادة لف محول أحادي الطور، ويجب معرفة البيانات الآتية :

١ عدد لفات الملف الابتدائي .

٢ عدد لفات الملف الثانوي .

٣ قطر السلك للملف الابتدائي (أو مساحة مقطعه) .

٤ قطر السلك للملف الثانوي أو (مساحة مقطعه) .

٥ عدد أسلاك التوازي (إن وجدت) لكل من الملفين الابتدائي والثانوي .

٦ أبعاد قالب المحول (لتشكيل القطعة الخشبية داخلها) .

٧ تعديل ماكنة لف المحركات كما هو موضح في الشكل (٣-١) .

الشكل (٣-١) : تعديل ماكنة لف المحركات لتصبح جاهزة للف المحولات الكهربائية

خطوات العمل:

١ فك المحول الكهربائي باستخدام الأدوات المناسبة لذلك كما تعلمت سابقاً .

٢ انزع الغلاف الخارجي العازل عن كل من الملف الابتدائي والملف الثانوي .

٣ ابدأ بحل لفات الملف الابتدائي حتى تنتهي منها جميعاً .

٤ سجل عدد لفات الملف الابتدائي كما هو موضح في الجدول (٣-١)

٥ استخدم جهاز الميكروميتر المبين في الشكل (٣-٢) لقياس قطر سلك الملف الابتدائي بعد إزالة العازل عنه بالحرق أو بالسكين كما هو مبين في الشكل(٣-٣) .

٦ سجل قيمة قطر سلك الملف الابتدائي في الجدول (٣- ١) .

٧ أعد الخطوات السابقة من (٢) إلى (٦) ولكن بالنسبة للملف الثانوي، ثم سجل البيانات في الجدول (٣-١) .

٨ اصنع قالباً من الخشب بقياسات تناسب أبعاد قالب المحول المراد إعادة لفة، كما في الشكل (٣-٤) .

٩ أدخل القالب الخشبي في القالب الذي تم نزعه عن المحول؛ ذلك لتهيئتة لإعادة لفة .

١٠ ثبت القالب وبداخلة قطعة الخشب على جسم ماكنة اللف بالطريقة المبينه في الشكل (٣-٥) .

١١ قم بتعيير الماكنة على السرعه المناسبة (لها سرعتان عادة بطيئة/ سريعة) حسب عدد لفات الملف الابتدائي (أدخل عدد اللفات إلى العداد حسب تعليمات المنتج للآلة اللف إن وجد) . اختر السلك المناسب حسب الجدول الخاص بقطر سلك الملف الابتدائي .

١٢ قم بتشغيل ماكنة اللف واستمر بالعمل حتى تصل إلى عدد اللفات المطلوبه . (تقف وحدها أتوماتيكيا حسب نوع آلة اللف) .

١٣ اعزل أسلاك الملف الابتدائي بطبقة من ورق العزل المناسب، ثم عري الأطراف من العازل كما في الشكل (٣-٦) .

١٤ قم بإعادة لف الملف الثانوي بنفس الطريقة السابقة .

١٥ أجر عملية لحام الأطراف لكل من الملف الابتدائي والملف الثانوي بسلك مفرد معزول ومجدول يناسب قطر سلك الملف الابتدائي والملف الثانوي كما في الشكل (٣-٧) .

١٦ اعزل أطراف توصيل الملف الابتدائي والثانوي بالمعكرونة حسب قطر سلك التوصيل المناسب كما في الشكل (٣-٨) .

١٧ أعد تجميع الغلاف الخارجي العازل للمحول بعد وضع الشرائح في مكانها وترتيبها كما كانت سابقاً .

١٨ افحص أطراف الملف الابتدائي والملف الثانوي باستخدام جهاز الأوميتر .

١٩ ادهن المحول بمادة الورنيش واتركة حتى يجف .

٢٠ قم بتوصيل المحول مع حمل مناسب، وقس كلاً من الجهد الابتدائي والجهد الثانوي، وتأكد من مطابقتها للقيم المسجله على اللوحة الاسمية للمحول في الشكل (٣-٩) .

	عدد اللفات(لفة)	قطر السلك(ملم)	عدد أسلاك التوازي	قيمة الجهد (V)
الملف الابتدائي				
الملف الثانوي				

جدول (٣-١) : البيانات اللازمة لإعادة لف محول أحادي الطور

الشكل (٣-٢) : جهاز الميكروميتر لقياس قطر سلك اللف

الشكل (٣-٣) : إزالة العازل عن أسلاك الملفات بالسكين قبل قياس قطره

الشكل (٣-٤) : قالب خشبي لتثبيت قالب المحول حوله قبل تركيبه على ماكينة اللف

الشكل (٣-٥) : تثبيت القالب على ماكينة اللف

الشكل(٣-٦): عزل ملفات الملف الابتدائي بورق العزل (أ، ب)

الشكل(٣-٧): لحام أطراف ملفات المحول بالقصدير

الشكل (٣-٨): عزل أطراف الملفات بالمعكرونة

الشكل (٣-٩): البيانات المكتوبة على اللوحة الاسمية لمحول أحادي الطور تم إعادة لفة

التقويم:

١ ما هي الأسباب التي يمكن أن تؤدي إلى حرق ملفات المحول الكهربائي أحادي الطور؟

٢ لماذا يتم دهان ملفات المحول بالورنيش بعد الانتهاء من إعادة لفة؟

٣ بين كيف يتم التأكد من جودة عزل المحول الكهربائي؟ وما هي الأداة المستخدمة لذلك؟

٤ ما هي الأداة التي يمكن أن تقيس بها قطر أسلاك الملفات؟ اشرح كيف تستخدم؟

٥ بين كيف يتم التأكد من صحة لف محول تالف بعد إعادة لفة؟ اذكر خطوات الفحص اللازمة لذلك؟

٦ هل كل المحولات المراد تصنيعها لها قوالب بلاستيكية جاهزة؟ ماذا لو لم يكن للمحول الذي تمت إعادة لفة قالب بلاستيكي عازل جاهز؟ هل تستطيع أن تصمم قالباً كرتونياً لمحول ليس له قالب جاهز؟

التمرين الرابع: تصميم محول أحادي الطور وخطوات لفة وتجميعه وفحصه وتشغيله

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تصنيع قالب كرتوني لمحول أحادي الطور .
- تتعرف على الحسابات اللازمة للف محول أحادي الطور .
- تصمم محولاً أحادي الطور ذا سعة صغيرة .
- تفحص الملف الابتدائي والملف الثانوي للمحول باستخدام أجهزة الفحص المناسبة .

الأجهزة /الأدوات:

- ماكينة لف المحولات (ماكينة لف المحركات مع بعض التعديل) .
- قطعة خشبية مستطيلة الشكل لتثبيت قالب المحول عليها مناسبة لأبعاد المحول التالف .
- طقم مفكات مختلفة .
- طقم مفاتيح مختلفة .
- مطرقة بلاستيكية بحجم مناسب .
- قطاعة وزرادية .
- أجهزة قياس مناسبة .
- ورنيش لعزل الملفات .
- سليف (معكرونة) .
- قصدير لحام ذو قطر مناسب .
- كاوي لحام .
- كرتون مقوى لعزل الملف الابتدائي عن الملف الثانوي .

المعلومات الأساسية:

تحتاج في بعض الأحيان لتصميم محول أحادي الطور لتشغيل أجهزة كهربائية تعمل على جهود ليست متوفرة في السوق المحلي ، ولتصميم محول من هذا النوع لا بد من إجراء الحسابات اللازمة لذلك حسب قانون القوة الدافعة الكهربائية الذي يعتمد على قانون فارادي .

$$e = - N \, d\phi/dt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (١-١)$$

حيث إن :

N : عدد اللفات

ϕ : التدفق المغناطيسي المتولد ووحدته ويبر (Wb)

e : القوة الدافعة الكهربائية بالفولت .

واعتماداً على المعادلة السابقة ، يمكن اثبات أن :

$$E = 4.44\, f\, N\, \phi_{max} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (١-٢)$$

حيث إن :

E : القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية بالفولت لأي من الملفين الابتدائي أو الثانوي .

f : التردد (ويساوي عادة $50\ Hz$) .

وبما أن التدفق المغناطيسي يتناسب مع كل من مساحة المحول (القالب) ومع الكثافة المغناطيسية أي إن :

ϕ_{max} = الكثافة المغناطيسية للحديد (B_{max}) x مساحة قالب المحول (A)

حيث إن الكثافة المغناطيسية للحديد (B_{max}) تتراوح ما بين (١ – ٢١) . (من منحنى التمغنط) .

وبشيء من التقريب يمكن اعتبار أن :

$B_{max} = 1$ صحيح

ولذلك تصبح العلاقة السابقة كما يأتي :

ϕ_{max} = مساحة قالب المحول (A) تقريبا

والمعادلة الآتية تبين طريقة حساب عدد اللفات لكل من الملف الابتدائي والملف الثانوي كما يأتي :

١ للملف الابتدائي (N_p) :

$$E_p = 4.44\, f\, N_p\, \phi_{max} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (١-٣)$$

أي إن : يمكن حساب عدد لفات الملف الابتدائي (N_p) لمحول أحادي الطور من المعادلة الآتية :

$$N_p = (E_p)/\ 4.44 f\, A \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (١-٤)$$

٢ للملف الثانوي (N_S) :

$$E_s = 4.44\, f\, N_S\, \phi_{max} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (١-٥)$$

أي إنه يمكن حساب عدد لفات الملف الثانوي (N_S) لمحول أحادي الطور من المعادلة الآتية :

$$N_s = (E_s)/\ 4.44f\ A \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (١-٦)$$

وقد وجد أن السعة للمحول *(S)* ترتبط مع مساحة قالب المحول *(A)* في التصميم للمحولات حسب العلاقة الآتية :

أي إن :

$$\text{مساحة قالب المحول } (A) = \sqrt{\text{سعة المحول}} \times ٧ \quad (١-٧)$$

ويتوفر شرائح حديدية(في السوق المحلي) يتراوح سمكها غالباً ما بين *(0.35 – 0.5)mm* .

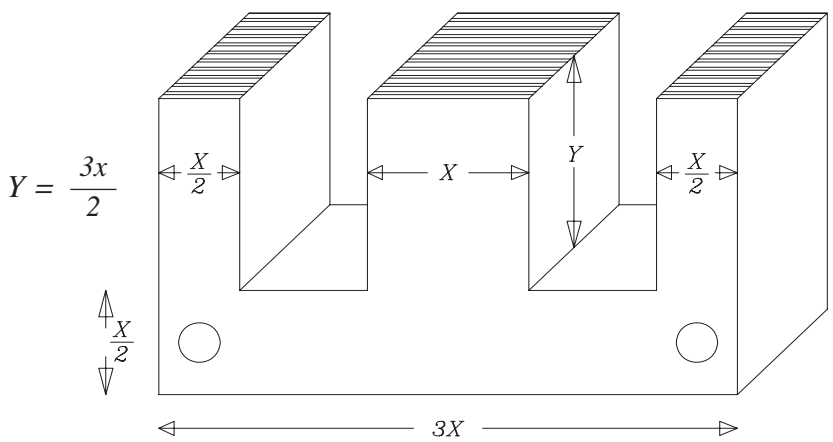
في حين يتراوح عرض تلك الشرائح *(mm)* والمبينة في الشكل (٤-١) حسب القياسات في الجدول الآتية :

عرض الشريحة *(x)(mm)*	22	28	32	45	50	55	60	80

جدول (٤-١): أبعاد الشرائح المتوفرة في السوق المحلي .

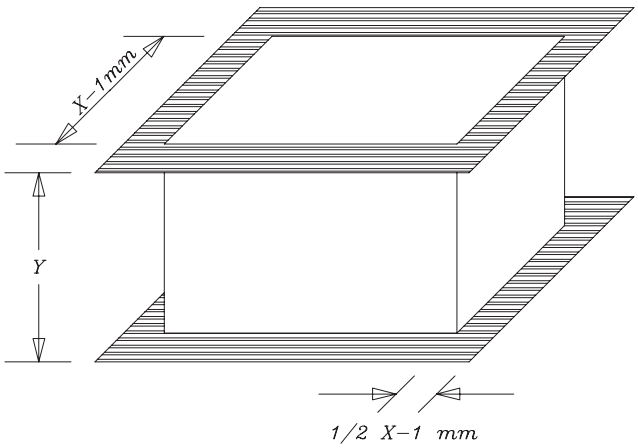
الشكل (٤-١): أبعاد شرائح الحديد المتوفرة في السوق المحلي

واعتماداً على العلاقة التي تربط ما بين مساحة قالب المحول (عرض الشرائح مضروباً في عمق المحول) وسعتة وعرض الشرائح المتوفرة في السوق المحلي يمكن أن يتم تحديد عمق المحول المطلوب*(z)* (أي عدد الشرائح الكلية المطلوبة للمحول) كما هو موضح في الشكل (٤-٢) .



الشكل (٤-٢): عمق الشرائح لمحول أحادي الطور

كما ويمكن بالآتية تحديد أبعاد القالب الكرتوني (أو البلاستيكي الجاهز) بناء على اختيار عرض الشرائح مسبقاً كما في الشكل (٤-٣).



الشكل (٤-٣): قالب محول أحادي الطور

وبما أن سعة المحول (S) أحادي الطور تعطى بالعلاقة الآتية:

$$S = I \; X \; V \qquad (VA), KVA$$

حيث إن :

I : التيار المار في ملفات المحول الابتدائية (I_p) أو الثانوية (Is).

$V_\phi (V_p)$: جهد الطور على أطراف ملفات المحول الابتدائية (V_p) أو الثانوية (V_s).

لذا يمكن حساب مقدار التيار المار في كل من الملف الابتدائي والملف الثانوي لمحول أحادي الطور (جهد الملف الابتدائي وجهد الملف الثانوي له محددان سابقاً) اعتماداً على سعة المحول المعروفة (S) المراد تصميمة كما يأتي:

$$I = S / V_{ph} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (٨-١)$$

ولحساب مساحة مقطع الموصل نأخذ العلاقة الآتية:

$$\text{شدة التيار الكهربائي} = \frac{\text{كثافة التيار}}{\text{مساحة مقطع الموصل}}$$

ويمكن اختيار مساحة مقطع سلك اللف (لأغراض التصميم) على فرض أن:

كثافة التيار المار لكل أمبير لكل مليمتر مربع (A/mm^2) كالآتية:

كل واحد (mm^2) يتحمل حتى $A\ 10$

ملاحظه: يتم اختيار مقدار تحمل الموصل للتيار (10) أمبير بناء على الظروف التشغيلية للمحول (تشغيل متقطع أم مستمر للمحول مثلاً)، فقد تتراوح القيمة ما بين $A(10\text{-}6)$ أو أقل؟

ويمكن حساب شدة التيار الكهربائي المار في كل من الملف الابتدائي والملف الثانوي بناء على المعادلة رقم (١-٧).

ويمكن حساب قطر سلك اللف بوحدة (mm^2) لكل من الملف الابتدائي والملف الثانوي (على اعتبار أن سلك اللف المستخدم غالباً له مساحة مقطع دائري الشكل) من العلاقة الرياضية المعروفة:

$$I = S / V_{ph} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (١-٩)$$

مساحة مقطع الموصل الدائري = $\pi \times$ (نق)^{٢}

وبالآتية يكون قطر سلك اللف المطلوب (حسب العلاقة السابقة) = $2 \times$ (نصف القطر).

خطوات العمل:

وكمثال على تصميم محول أحادي الطور خافض للجهد $(220 / 12)$ فولتاً وسعته (S) مقدارها $VA(110)$، مستخدماً عرض الشريحة بالسنتميتر مقدارها (2.2) نتبع الخطوات الآتية:

١ قم بإجراء الحسابات اللازمة لتصميم المحول اعتماداً على المعادلات السابقة، وهي:

٢ تيار الملف الابتدائي والثانوي وذلك من المعادلة (١-٨).

٣ قم بحساب مساحة قالب المحول (A) وذلك من العلاقة (١-٧).

٤ عدد لفات الملف الابتدائي والثانوي وذلك من المعادلة (١-٤) و (١-٦).

٥ قطر سلك للملف الابتدائي والثانوي وذلك من العلاقة (١-٩).

٦ عمق قالب المحول اعتماداً على خطوة رقم (٢) سابقاً.

٧ ثم قم بتعبئة الجدول (٤-٢) بالبيانات السابقة.

محول أحادي الطور سعته $VA\ (110)$	قيمة الجهد (V)	التيار (A) بالحساب	عدد اللفات (لفة) بالحساب	قطر السلك (ملم) بالحساب	المساحة = عرض الشريحة $cm \times$ عمق المحول cm
الملف الابتدائي	220	0.5	953	0.25	$10.4cm^2 = 4.7 \times 2.2$
الملف الثانوي	12	9.16	52	1.06	

جدول (٤-٢): الحسابات اللازمة لتصميم محول أحادي الطور $V\ (220 / 12)$، سعته $VA\ (110)$

٨ قم بصنع القالب الكرتوني المبين في الشكل (٤-٣) (إن لم يتوفر قالب بلاستيكي جهاز بالمساحة (الأبعاد) المطلوبة وهي في هذا المثال $cm^2\ (10.4)$ (الجذر التربيعي لسعة المحول)، وذلك بالطريقة الآتية حسب الشكل (٤-٣) (أ) و (ب).

(أ)طريقة قص الإطار الخارجي للقالب المصنوع يدوياً

(ب) الغلاف العلوي والسفلي لقالب المحول المصنوع يدوياً

الشكل (٤-٣): طريقة عمل القالب الكرتوني اللازم لتركيب الملفات والشرائح بداخلة

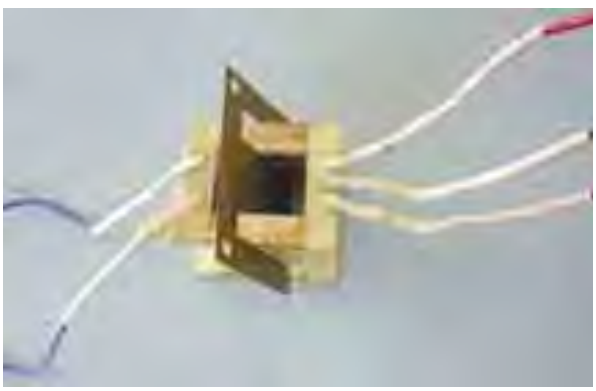
ويمكن حساب عمق قالب اللف من العلاقة الآتية :

$$\text{مساحة القالب } cm^2 = cm\ 2.2 \times \text{العمق } cm = cm^2\ 10.4$$

وبالآتية فإن العمق يساوي :

العمق $cm = 4.7$ سم (وهو يمثل عدد الشرائح داخل القالب بالسنتميتر) كما هو مبين في الشكل (٤-٤).

(أ)



(ب)

الشكل (٤-٤): عمق الشرائح مقاساً بعدد الشرائح داخل الفتحه المخصصه لها (داخل القالب البلاستيكي)

٩ قم بإجراء عملية لف المحول المطلوب بالخطوات السابقة التي تعلمتها في التمارين السابقة .

١٠ تاكد من صحة التركيب والتجميع لأجزاء المحول المصمم بالطرق التي تعلمتها سابقاً .

١١ قم بإجراء الفحوصات اللازمة لعملية التشغيل .

التقويم:

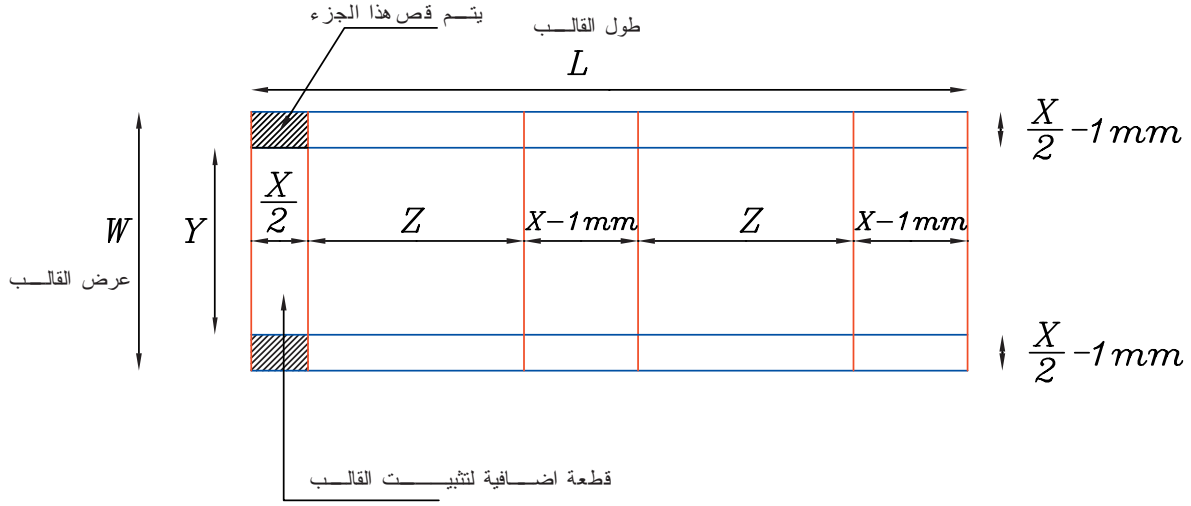
١ قم بإجراء الحسابات اللازمة لتصميم محول خفض أحادي الطور يعمل جهد مقداره *V(24 /220)*، وسعته *VA(100)*، مستخدماً عرض شريحة *cm (3.2)*، وعلى فرض أن كل واحد mm^2 من موصل النحاس يتحمل *A(7)*؟

٢ كيف تتأكد من سلامة المحول الكهربائي الذي تم تصميمه؟ اكتب تقريرا مفصلا عن ذلك .

٣ ما هو الاختلاف، برأيك، بين تصميم محول أحادي الطور وتصميم محول ثلاثي الطور؟ حاول أن تبحث في مواقع الإنترنت عن طريقة تصنيع المحولات ثلاثية الطور، ثم اكتب تقريرا عن ذلك .

٤ حاول أن تثبت أن المعادلات الآتية صحيحة لصناعة القالب الكرتوني (الشكل (٤-٣)) .

أ طول القالب = ٢(*X* – ١ ملم) + (العرض ٢ *X*) + $\frac{1}{3}X$



الشكل (٤-٣)

ب طول القالب = [(*Y* – ٢ ملم) + (*X* – ٢ ملم)]

١ عرض القالب	$W = [(Y - 2mm) + (X - 2mm)]$
٢ طول القالب	$l = [2(X - 1mm) + (2Z) + \frac{1}{2}X]$
٣ ارتفاع القالب	$Y = \frac{3}{2}X$ .....
٤ عمق المحول	تمثل عدد الشرائح المطلوبة للمحول = *Z*

التمرين الخامس: توصيل محول ذاتي مع حمل كهربائي

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على تركيب المحول الذاتي أحادي الطور .
- تميز ما بين المحول الذاتي والمحول العادي .
- تتعرف على أنواع المحول الذاتي أحادي الطور .
- توصل محول ذاتي مع حمل أحادي الطور .
- تقيس الجهد والتيار على أطراف المحول الذاتي بوجود حمل كهربائي .

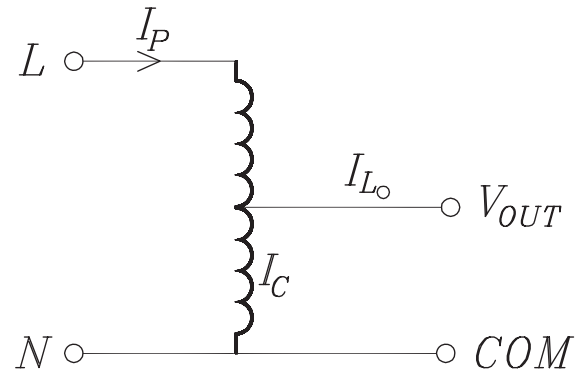
الأجهزة /الأدوات:

- محول ذاتي أحادي الطور ذو سعة صغيرة .
- مصدر كهربائي أحادي الطور .
- حمل كهربائي أحادي الطور .
- أجهزة قياس جهد وتيار .
- مفتاح كهربائي *on / off* .

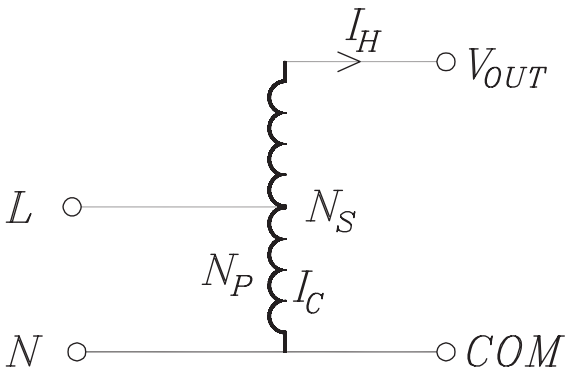
المعلومات الأساسية:

يختلف المحول الذاتي عن المحول العادي أحادي الطور بان ملفيه الابتدائي والثانوي يتصلان كهربائياً ومغناطيسيا ، ويكون كل من المدخل والمخرج للمحول متصلين بعضهما مع بعض (نقطة مشتركة) بوساطة ملفاته كما هو مبين في الشكل (٥-١) . ويمكن أن يصنع المحول الذاتي (كالمحول العادي) كمحول رفع أو محول خفض وذلك حسب طريقة توصيل ملفاته من جهة المصدر أو من جهة الحمل كما هو موضح في الشكل (٥-١) والشكل (٥-٢)، ويستخدم المحول الذاتي في كثير من التطبيقات الكهربائية من أهمها التحكم بجهد التغذية لبعض الأحمال الكهربائية ، مثل السخانات الكهربائية ، في إقلاع المحركات الكهربائية الحثية وفي شبكات الضغط العالي .

ويعاني المحول الذاتي من سيئة رئيسة تتمثل في انعدام العزل الكهربائي بين كل من ملفيه الابتدائي والثانوي مما يشكل خطورة على دارة الملف الثانوي وعلى المستخدم وذلك في حالة حدوث خلل في أطراف ملفه الابتدائي حيث ينتقل جهد الابتدائي إلى أطراف الملف الثانوي .



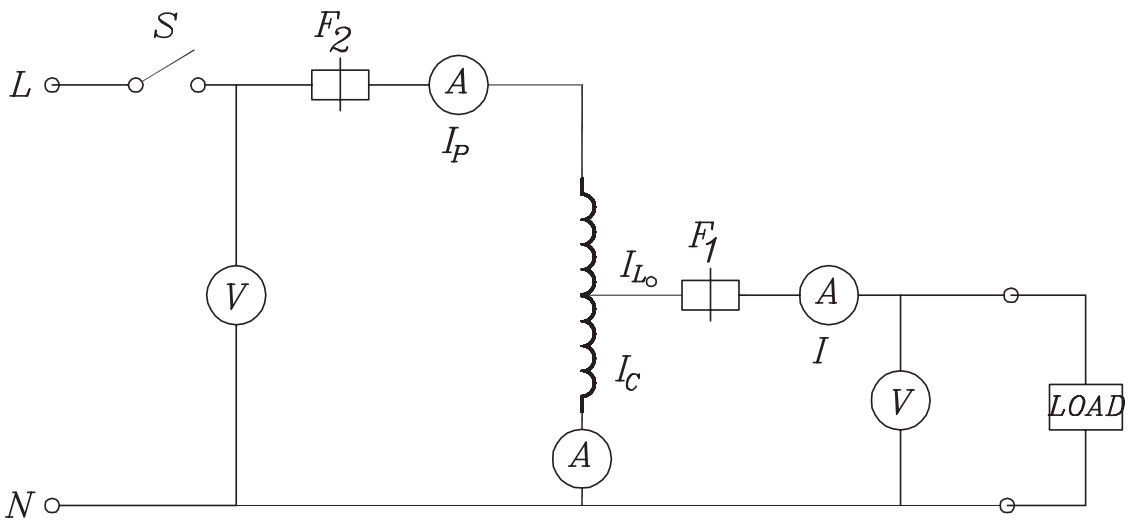
الشكل (٥-١): محول ذاتي خافض للجهد أحادي الطور



الشكل (٥-٢): محول ذاتي رافع للجهد

خطوات العمل:

- قم بتوصيل الدارة الكهربائية ألمبينه في الشكل (٥-٣).
- قم بتوصيل حمل كهربائي (مقاومة مادية) على أطراف المخرج.
- أغلق المفتاح الكهربائي. ثم سجل قراءات أجهزة القياس في الجدول (٥-١).
- غير قيمة الحمل الكهربائي كما في الجدول، ثم سجل قراءات أجهزة القياس في الجدول (٥-١).



الشكل (٥-٣): توصيل محول ذاتي مع حمل كهربائي مادي

الحمل الكهربائي	Vp(V)	Vs(V)	Ip(A)	Is(A)
R1= 10KΩ				
R2=100KΩ				

جدول (٥-١): قراءات أجهزة القياس لحمل مادي موصول مع محول ذاتي

التقويم:

- بماذا يختلف المحول الذاتي عن المحول العادي؟
- هل يمكن الحصول على سعه أعلى في حالة إعادة توصيل محول عادي كمحول ذاتي؟ حاول أن تفسر ذلك؟
- ما هي الأنواع المختلفة بالنسبة للمحول الذاتي أحادي الطور؟
- أين يستخدم المحول الذاتي؟ وما هي أهميته؟
- هل يمكن توصيل محول ذاتي خافض للجهد كمحول ذاتي رافع للجهد؟ هل هناك شروط لذلك لتشغيل كل منهما؟
- قارن ما بين المحول الكهربائي أحادي الطور العادي والمحول الذاتي أحادي الطور من حيث :

١- التركيب ٢- معامل التحويل ٣- الاستخدام ٤- الميزات والعيوب

التمرين السادس: طرق توصيل محولين من أحادي الطور

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريق توصيل محولين من أحادي الطور .
- تتعرف على شروط توصيل محولين من أحادي الطور .
- توصل محولين من أحادي الطور ذي سعة صغيرة على التوالي من جهة المصدر .
- توصل محولين من أحادي الطور ذي سعة صغيرة على التوالي من جهة الحمل .
- توصل محولين من أحادي الطور ذي سعة صغيرة على التوازي من جهة المصدر .
- توصل محولين من أحادي الطور ذي سعة صغيرة على التوازي من جهة الحمل .

الأجهزة /الأدوات:

- محول أحادي الطور *(12/220)* فولت عدد 2 .
- مصدر أحادي الطور .
- حمل مادي بقدرات عالية .
- طقم مفكات مختلفة .
- قطاعة وزرادية .
- أجهزة قياس مناسبة .
- سليف (معكرونة) .
- قصدير لحام ذو قطر مناسب .
- كاوي لحام .

المعلومات الأساسية:

تظهر الحاجة أحياناً لتوصيل المحولات أحادية الطور بعضها مع بعض لتشغيل أحمال كهربائية ذات سعات متزايدة، وكذلك عند عدم توفر الجهود المناسبة لتشغيلها أو التيارات اللازمة لتشغيل تلك الأحمال لكي يتشارك كل منهما في تيار الحمل بما لا يزيد عن مقررة التياري . وعند توصيل المحولات الكهربائية يراعى أن يكون المجال المغناطيسي المتولد لكل منهما في نفس الاتجاه (تطابق القطبية لهما)؛ لكي يدعم كل منهما الآخر ولا يلغيه، وكذلك يفضل أن يحمل كل من المحولين نفس الخواص(لهما نفس المعاوقة ونفس نسبة التحويل) .

لذلك فإن توصيل تلك المحولات يتم بناء على شروط معينه تحددها الامور الآتية :

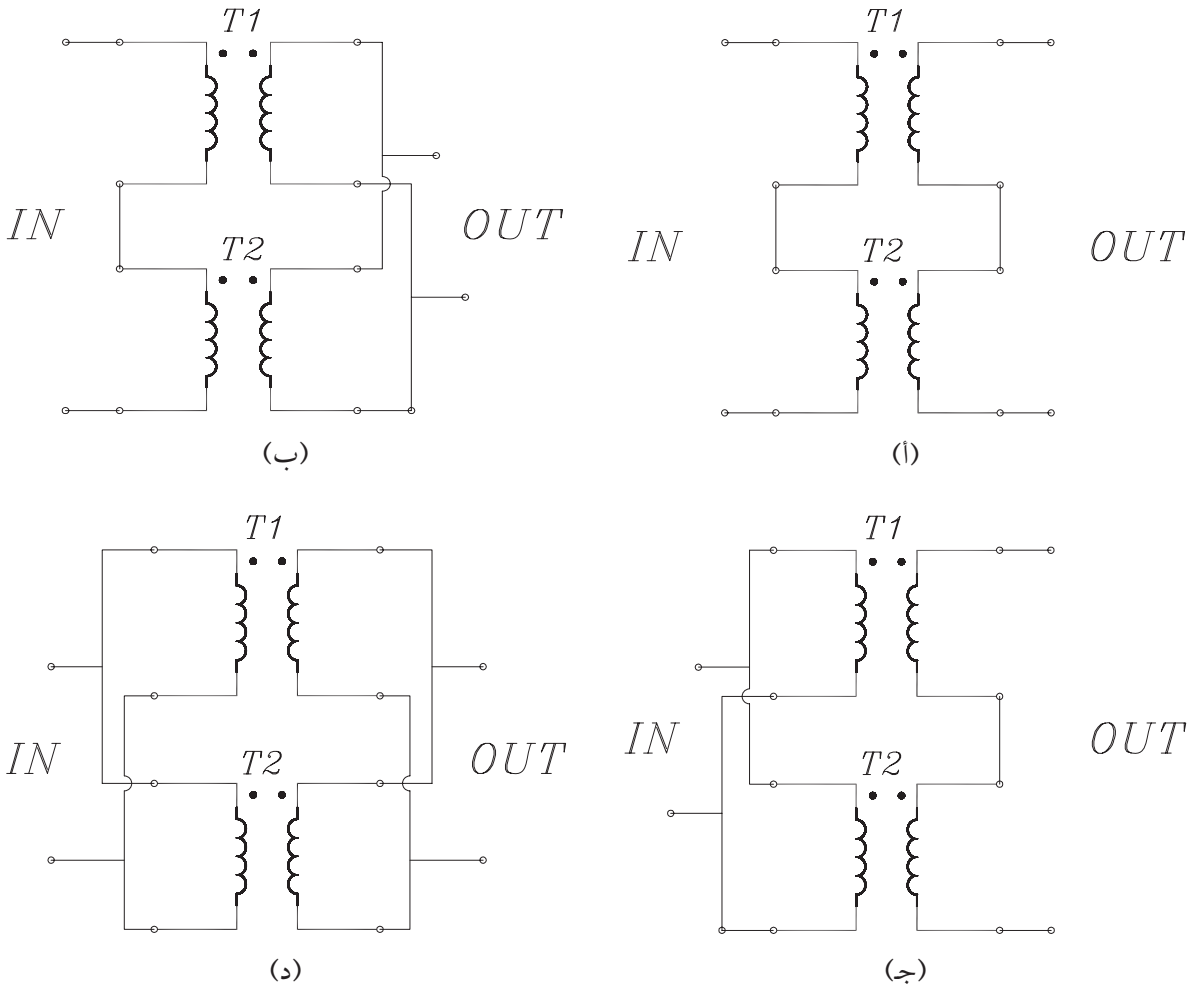
- جهد مصدر التغذية المتوفر .
- جهد الحمل المراد تغذيتة من هذه الأحمال وكذلك تياره .
- الجهد التي صممت على أساسها تلك المحولات .

ويمكن توصيل محولي أحادي الطور بأربعة طرق، هي :

١	توالٍ – توالٍ	شكل (٦–١– أ)
٢	توالٍ – توازٍ	شكل (٦–١– ب)
٣	توازٍ – توالٍ	شكل (٦–١– جـ)
٤	توازٍ – توازٍ	شكل (٦–١– د)

ويحدد جهد المصدر الطريقة التي يجب عندها توصيل المحولين معاً من جهة المصدر، فمثلاً عند توفر مصدر أحادي الطور يعمل على جهد *(220)* فولتاً، يجب عندها توصيل كل من الملفين الابتدائيين لكل محول على التوازي إذا ما تم تصميم جهود الملفين الابتدائيين لهما ليعملا على جهد *(220)* فولتاً . أما إذا ما صمم الملف الابتدائي لهما ليعمل على جهد *(110)* فولتات، عندها يجب توصيل الملفين الابتدائيين لهما على التوالي من جهة المصدر لكلي يتحملا جهداً مقداره *(220)* فولتاً .

وفي حالة توصيل حمل يعمل على جهد *(24)* فولتاً فإن ملفي المحولين الثانويين (والذي يعطي كل منهما جهداً مقدارة *12* فولت) يوصلا على التوالي من جهة الحمل لتغذية هذا الحمل ... . وهكذا .



الشكل (٦-١): طرق توصيل محولين أحادي الطور مع بعضهما من جهة المصدر ومن جهة الحمل

خطوات العمل:

لديك حمل أحادي الطور يعمل على جهد *(12)* فولتاً تيار متناوب، ويسحب تياراً مقدارة *(1)* أمبير، ويتوفر محولان يعملان على جهد *(12/220)* وتيار الحمل الكامل لكل منهما *(0.5)* أمبير. والمطلوب تشغيل هذا الحمل.

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينه في الشكل (٦-٢).

٢ قم بتوصيل حمل كهربائي (مقاومة *R1= 10 KΩ*) على كل من الطرفين *(A,B)*.

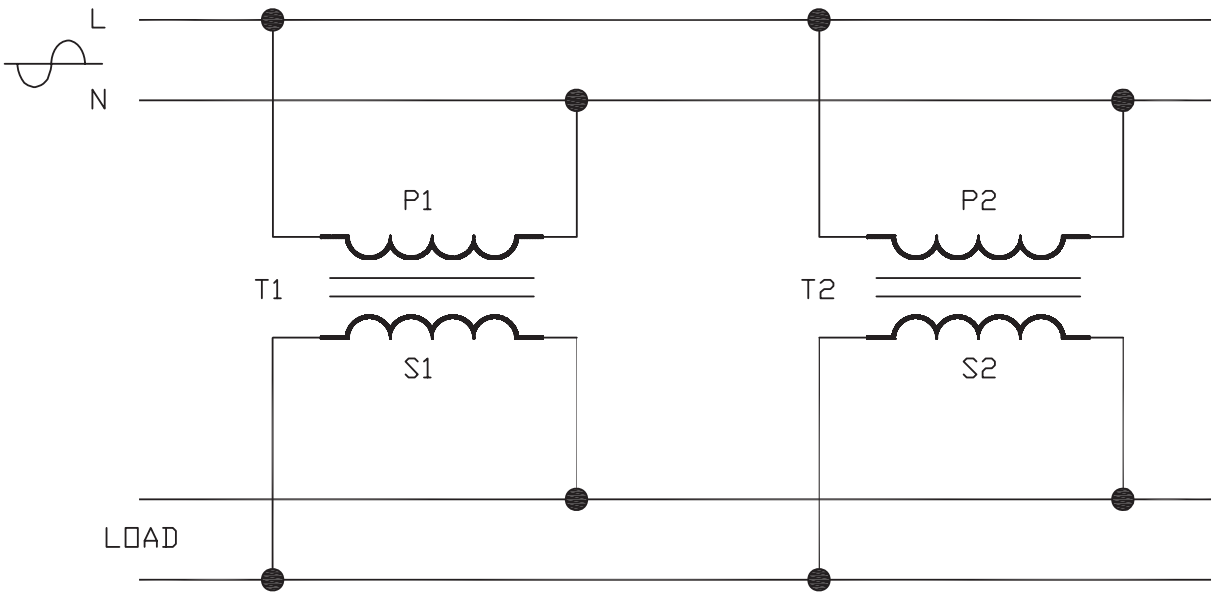
٣ أغلق المفتاح الكهربائي.

٤ قم بقياس الجهد على طرفي المقاومة، ثم سجل القيمة في الجدول (٦-١).

٥ قم بقياس التيار المار في المقاومة، ثم سجل القيمة في الجدول (٦-١).

٦ استبدل المقاومة *(R1)* بقيمة اخرى *(R1= 1 KΩ)*.

٧ أعد الخطوات (٤) و (٥). سجل القيم في الجدول (٦-١).



الشكل (٦-٢): توصيل محولين(لهما نفس الخواص كل منهما أحادي الطور) على التوازي من جهة المصدر، وعلى التوازي من جهة الحمل (لتشغيل حمل يحتاج إلى ضعف التيار)

جهد المصدر(V)	جهد الحمل (V)	تيار المصدر(A)	تيار الحمل (A)	قيمة مقاومة الحمل
				$R1=10K\Omega$
				$R2=1K\Omega$

جدول (٦-١): قياسات أجهزة القياس (توصيل محولين متوازيين)

٨ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٦-٣).

٩ قم بتوصيل حمل كهربائي *(R1)* على كل من الطرفين *(A,B)*.

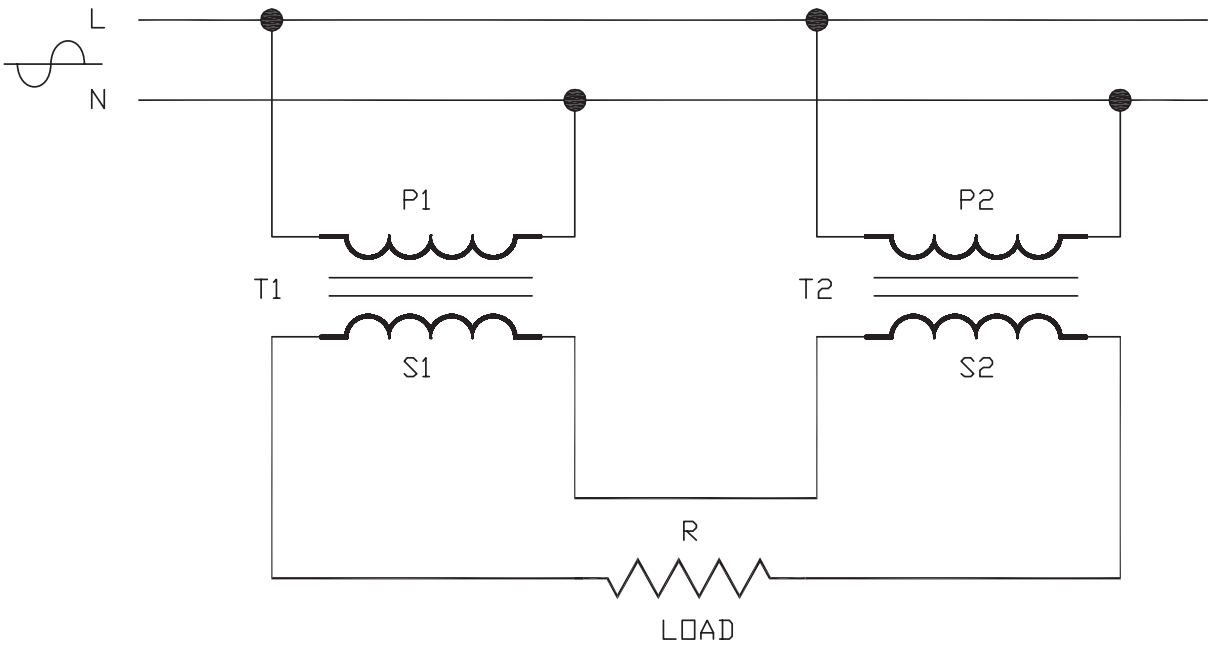
١٠ أغلق المفتاح الكهربائي.

١١ قم بقياس الجهد على طرفي المقاومة، ثم سجل القيمة في الجدول (٦-٢).

١٢ قم بقياس التيار المار في المقاومة، ثم سجل القيمة في الجدول (٦-٢).

١٣ استبدل المقاومة *(R1)* بقيمة أخرى *(R2)*.

١٤ أعد الخطوات (٤) و (٥). سجل القيم في الجدول (٦-٢).



الشكل (٦-٣): توصيل محولين (لهما نفس الخواص، وكل منهما أحادي الطور) على التوازي من جهة المصدر وعلى التوالي من جهة الحمل (لتشغيل حمل يعمل على ضعف جهد كل منهما)

جهد المصدر(V)	جهد الحمل (V)	تيار المصدر(A)	تيار الحمل (A)	قيمة مقاومة الحمل
				$R1=10K\Omega$
				$R2=1K\Omega$

جدول (٦-٢): قياسات أجهزة القياس (توصيل محولين بشكل: توازٍ – توالٍ)

التقويم:

١ ما هو الداعي لتوصيل محولين من أحادي الطور بعضهما مع بعض؟

٢ لماذا يتم توصيل محولين من أحادي الطور على التوالي من جهة الحمل؟

٣ لماذا يتم توصيل محولين من أحادي الطورعلى التوازي من جهة الحمل؟

٤ ما هي شروط توصيل محولين على التوازي من جهة الحمل؟

٥ ماذا يحدث للقدرة المبذولة للحمل في حال توصيل محولين على التوالي من جهة الحمل؟ لماذا؟

٦ هل من الممكن أن تقل الفولتية المغذية لحمل ما بشكل كبير في حالة توصيل محولين على التوازي لهما نفس الجهد من جهة الحمل؟ ما هو السبب في ذلك؟ ما هو تأثير ذلك على ملفات كل منهما؟ وكيف يمكن حل المشكلة؟

التمرين السابع: طرق توصيل المحولات ثلاثية الطور

الاهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على المحول الكهربائي ثلاثي الطور .
- تتعرف على طرق توصيل المحولات ثلاثية الطور .
- توصل محولاً ثلاثي الطور بطريقة ستار / دلتا .
- توصل محولاً ثلاثي الطور بطريقة ستار / ستار .
- توصل محولاً ثلاثي الطور بطريقة دلتا / ستار .
- توصل محولاً ثلاثي الطور بطريقة دلتا / دلتا .

الأجهزة والأدوات:

- محول ثلاثي الطور ستار / دلتا *(5KVA)* .
- محرك كهربائي ثلاثي الطور *400V*، دلتا *(HP4)* .
- مصدر جهد ثلاثي الطور .
- أجهزة قياس جهد وتيار .
- وسائل حماية مناسبة للمحرك والمحول .
- كيبل *(5×2.5)* ملم^{2} وبطول مناسب .

المعلومات الأساسية:

تختلف الملفات المستخدمة في المحولات ثلاثية الطور في التصميم وطريقة اللف وتوصيل الأطراف عن تلك المستخدمة في المحولات أحادية الطور، ويتم عادة توصيل المحولات بعدة طرق .

وتعتمد طريقة توصيل أطراف الملفات في المحولات ثلاثية الطور على عدة عوامل، منها :

- طبيعة الشبكة الكهربائية وخواصها .
- موقع المحول في الشبكة والفولتية المقررة التي سيعمل عليها المحول وعدد لفاته .
- طبيعة الحمل الذي سيوصل مع أطراف المحول .

وبما أن مجموع أطراف الملف الابتدائي لمحول ثلاثي الطور هي (٦) أطراف، وكذلك الحال بالنسبة لعدد أطراف الملف الثانوي، لذلك يمكن الحصول على عدد من التوصيلات المختلفة للمحول ثلاثي الطور، ومن أهمها وأكثرها شيوعاً ما يأتي :

١ توصيلة (نجمة – نجمة): *(Y-Y)* كما هو مبين في الشكل (٧–١).

٢ توصيلة (مثلث – مثلث): *(Δ-Δ)* كما هو مبين في الشكل (٧–٢).

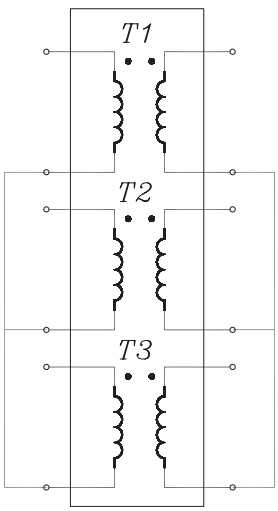
٣ توصيلة (نجمة – مثلث): *(Y-Δ)* كما هو مبين في الشكل (٧–٣).

٤ توصيلة (مثلث – نجمة): *(Δ-Y)* كما هو مبين في الشكل (٧–٤).

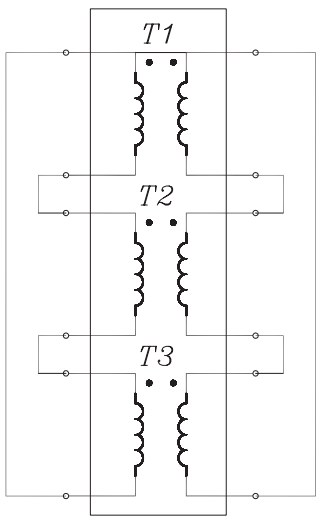
وهناك علاقات رياضية تربط ما بين جهود V_{ϕ} وتيارات الوجه I_{ϕ} (الطور) وما بين جهود V_L وتيارات الخط I_L لكل من توصيلة Y، وتوصيلة Δ.

ويبين الشكل (٧–٥) العلاقة التي تربط ما بين جهد الخط وجهد الطور، وكذلك تيار الخط وتيار الطور في حالة توصيلة Y للمحول.

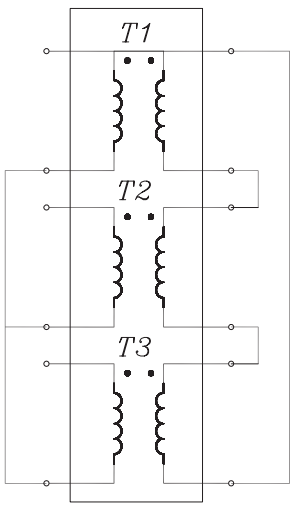
أما الشكل (٧–٦) فيبين توصيلة Δ، وكل من جهد الخط وجهد الطور وكذلك تيار الطور وتيار الخط.



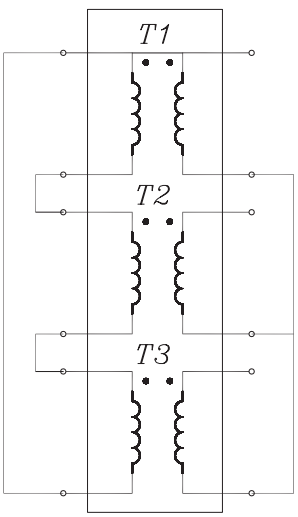
الشكل (٧–١): Y-Y



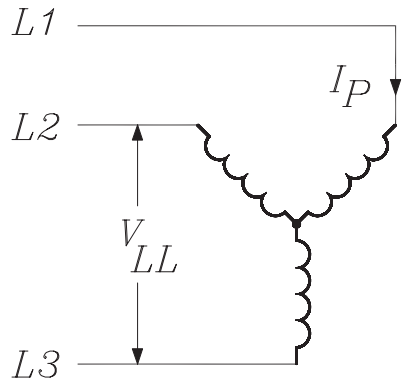
الشكل (٧–٢): Δ-Δ



الشكل (٧– ٣): Y- Δ



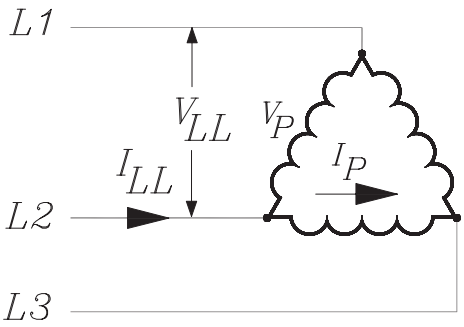
الشكل (٧– ٤): Δ- Y



$$I_{L_1-L_2} = I_{LL} = \sqrt{3}\, I_P$$

$$V_{L_1-L_2} = V_{LL} = V_P$$

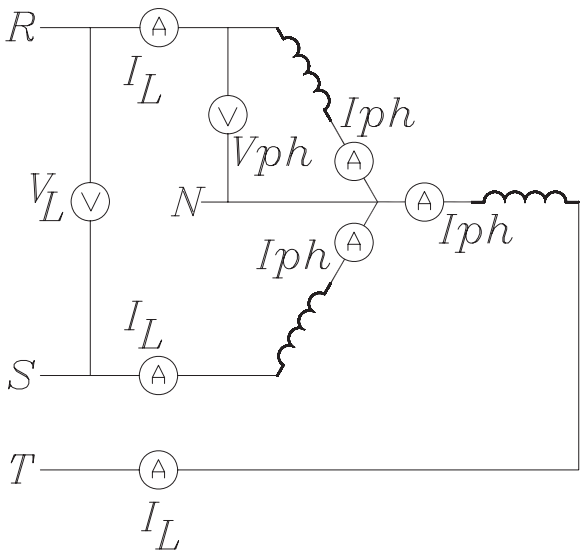
الشكل(٧-٥): علاقات الجهد والتيار لتوصيلة Y



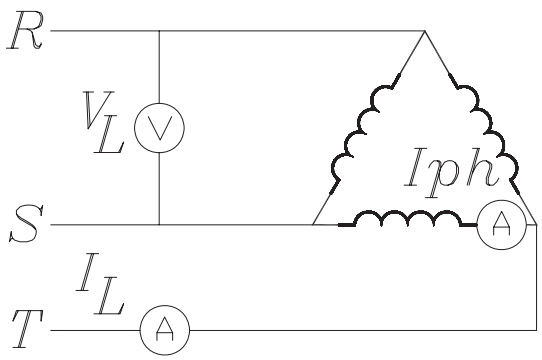
$$I_{L_1-L_2} = I_{LL} = \sqrt{3}\, I_P$$

$$V_{L_1-L_2} = V_{LL} = V_P$$

الشكل (٧- ٦): علاقات الجهد والتيار لتوصيلة Δ



الشكل (٧-٧): علاقة جهد الخط والطور وتيار الخط وتيار الطور في حالة توصيلة Y



الشكل (٧-٨): توصيلة Δ ، وعلاقة جهد الخط وجهد الطور وكذلك تيار الخط وتيار الطور

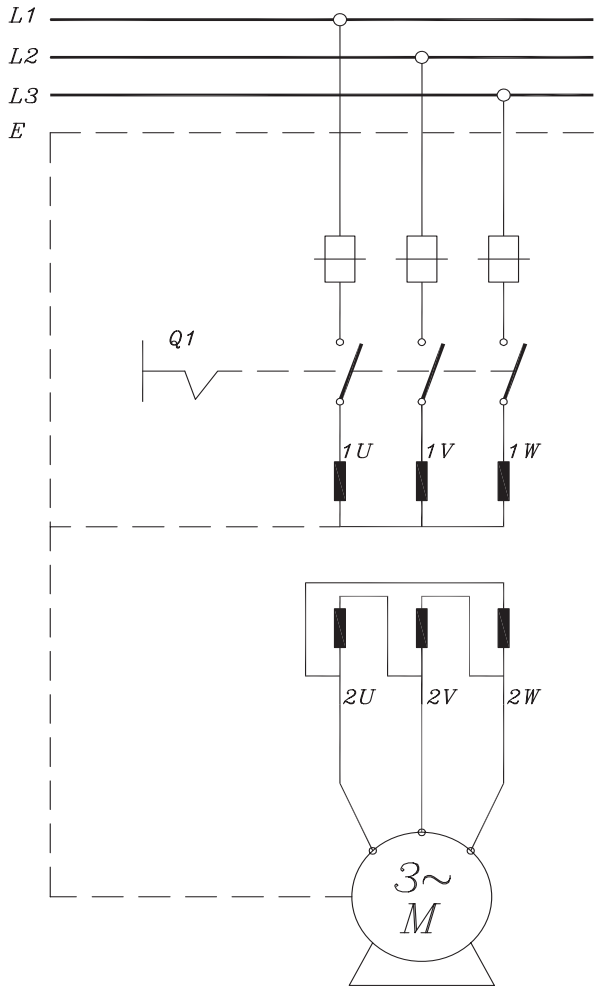
خطوات العمل:

١ قم بتوصيل محرك كهربائي ثلاثي الطور مع محول كهربائي ثلاثي الطور كما هو مبين في الشكل (٧-٩).

٢ أغلق المفتاح الكهربائي ثلاثي الأقطاب (Q_1) (ON/OFF).

٣ قم بقياس كل من تيار الخط وتيار الطور وجهد الخط وجهد الطور على أطراف المحول ثلاثي الطور من جهة الملفات الابتدائية، وكذلك من جهة الملفات الثانوية.

٤ سجل القيم التي حصلت عليها من توصيل أجهزة القياس لكل من التيار والجهد في الجدول (٧-١).



الشكل (٧-٩): توصيل محرك ثلاثي الطور بشكل (ستار / دلتا) عن طريق محول ثلاثي الطور

المحول ثلاثي الطور	جهد الخط (V)	جهد الطور (V)	تيار الخط (A)	تيار الطور (A)
الملف الابتدائي				
الملف الثانوي				

جدول (٧-١): قراءات أجهزة القياس لدارة توصيل المحرك عبر محول ثلاثي الطور

التقويم:

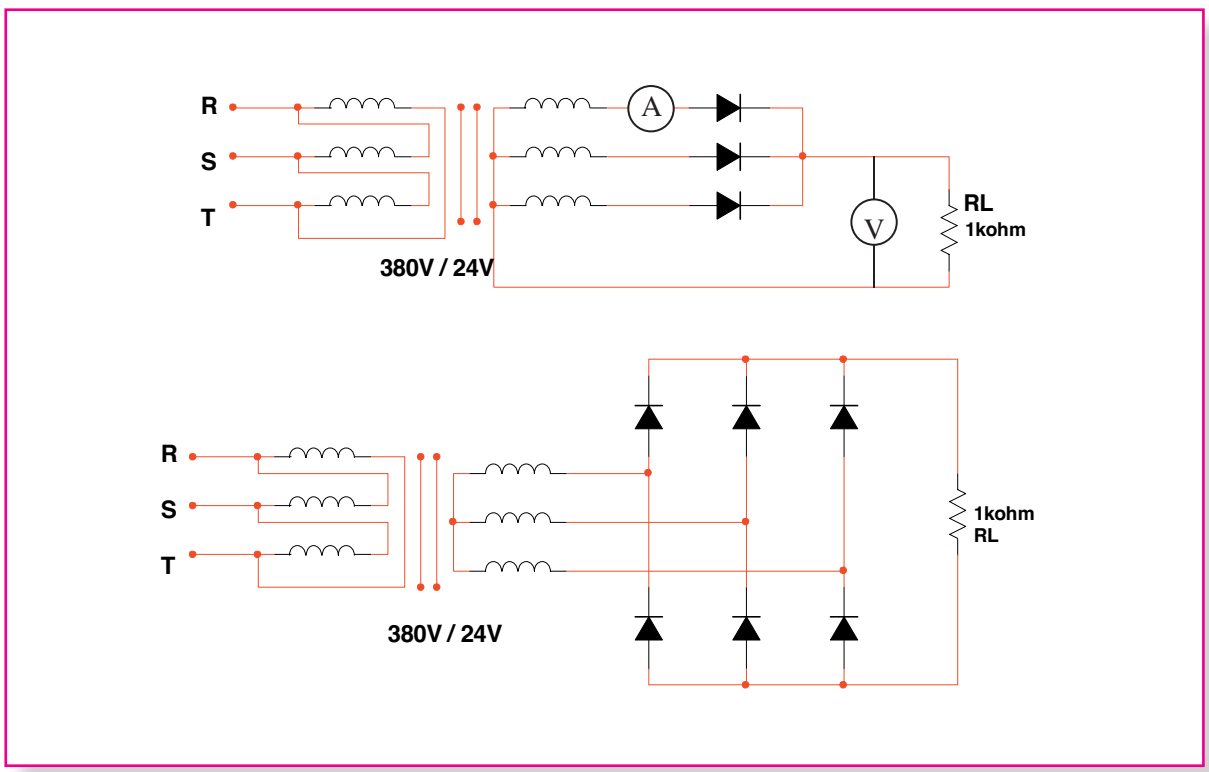
- ما هي أهمية توصيل المحولات الكهربائية ثلاثية الطور بالطرق المختلفة؟ أين تستخدم هذة التوصيلات؟
- هل يمكن توصيل ثلاثية محولات أحادية الطور لتشكل محول ثلاثي الطور بالتوصيلات المعروفة للمحول ثلاثي الطور؟ وضح ذلك بالرسم.
- ما فائدة توصيل محول ثلاثي الطور مع محرك ثلاثي الطور؟
- في أية حالة يسحب المحرك تياراً أعلى عند توصيله بطريقة ستار أم بطريقة دلتا؟ ولماذا؟
- ما هي وسائل العزل والتبريد المستخدمة في المحولات ثلاثية الطور؟

الوحـــدة

٢

إلـكـتـرونـيـات الـقـدرة

Power Electronics



التمرين الأول: الترانزستور كمفتاح إلكتروني *Transistor as a switch*

الأهداف:

- استخدام الترانزستور كمفتاح .
- تركيب دارة إلكترونية تحتوي على ترانزستور يعمل كمفتاح .
- وصف عملية الفتح والإغلاق في الترانزستور .

الأجهزة / الأدوات:

- مقاومة كربونية *3.3KΩ, 1KΩ (1W)*
- ترانزستور ثنائي القطبية *BC140*
- ديود *1N4007*
- ملف *200mH*
- لامبة *15V*
- مفتاح ميكانيكي *On /Off*
- جهاز راسم الإشارة *(Oscilloscope)*
- جهاز متعدد القراءات الرقمي *DMM*
- مولد إشارة *Function Generator*

معلومات أساسية:

يقع الترانزستور ضمن مجموعة القطع الإلكترونية التي يمكن استخدامها كبديل عن المفاتيح الميكانيكية حيث إن المسار بين المجمع والباعث في الترانزستور يحل محل تلامسات المفتاح .

يتميز المفتاح الترانزستوري عن المفتاح الميكانيكي بما يأتي : سرعة الفتح والإغلاق بحيث يمكن أن يعمل في تطبيقات الترددات العالية ، لا يحدث شرارة كهربائية خلال عمليتي الفتح والإغلاق ، وهذا يجعله يخدم لفترة أطول ، استهلاكه للطاقة الكهربائية أقل ، سهولة التوصيل وقلة التكلفة .

من أجل تشغيل الترانزستور في وضع التوصيل يجب تطبيق كمية كافية من تيار القاعدة حتى يعمل الترانزستور في منطقة الإشباع ، وحتى يتم وضع الترانزستور في حالة القطع لا بد من تخفيض تيار القاعدة إلى الصفر .

عندما يكون الترانزستور في وضع التوصيل فإن جهد القاعدة–الباعث يساوي *0.7V* ، وجهد المجمع– الباعث يساوي حوالي *2V* . أما في حالة القطع فإن جهد القاعدة–الباعث يساوي تقريباً *0V* ، وجهد المجمع– الباعث يساوي جهد مصدر التغذية .

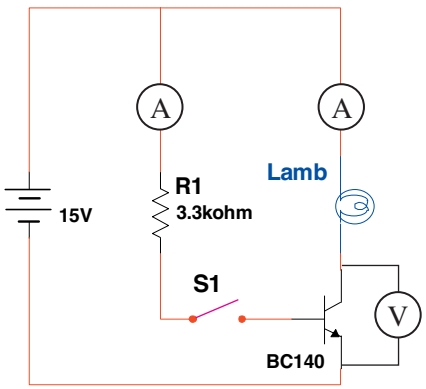
خطوات العمل:

١ افحص الترانزستور بوساطة *DMM* وسجل القيم في الجدول (٢-١) :

الوضع	الطرف الموجب للجهاز (الأحمر)	الطرف السالب للجهاز (الأسود)	قراءة *DMM* (*V*)
١	المصعد	المهبط	
٢	المصعد	البوابة	
٣	المهبط	المصعد	
٤	المهبط	البوابة	
٥	البوابة	المصعد	
٦	البوابة	المهبط	

الجدول (٢-١)

٢ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-١) .



الشكل (٢-١)

افتح المفتاح *S1* وباستخدام جهاز *DMM* قم بقياس القيم الآتية :
تيار القاعدة، تيار المجمع، جهد القاعدة-الباعث، وجهد المجمع-الباعث. سجل القيم في الجدول ٢-٢ .

٣ أغلق المفتاح *S1*، ومرة أخرى قم بقياس القيم السابقة، ثم سجل النتائج في الجدول ٢-٢ .
ما هو وضع اللامبة عند إغلاق المفتاح؟ علل .

. . . . . .

. . . . . .

S1	I_B	I_C	V_{BE}	V_{CE}
OPEN				
CLOSE				

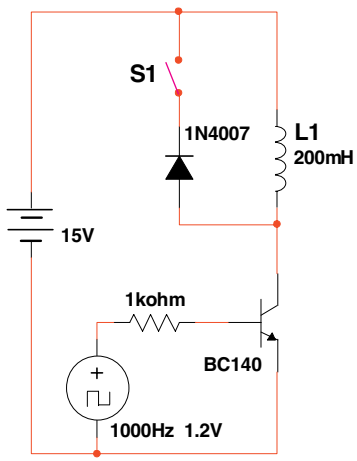
الجدول (٢-٢)

٤ اشرح كيف تحدث عمليتا الفتح والإغلاق داخل الترانزستور.

. . . . . .

. . . . . .

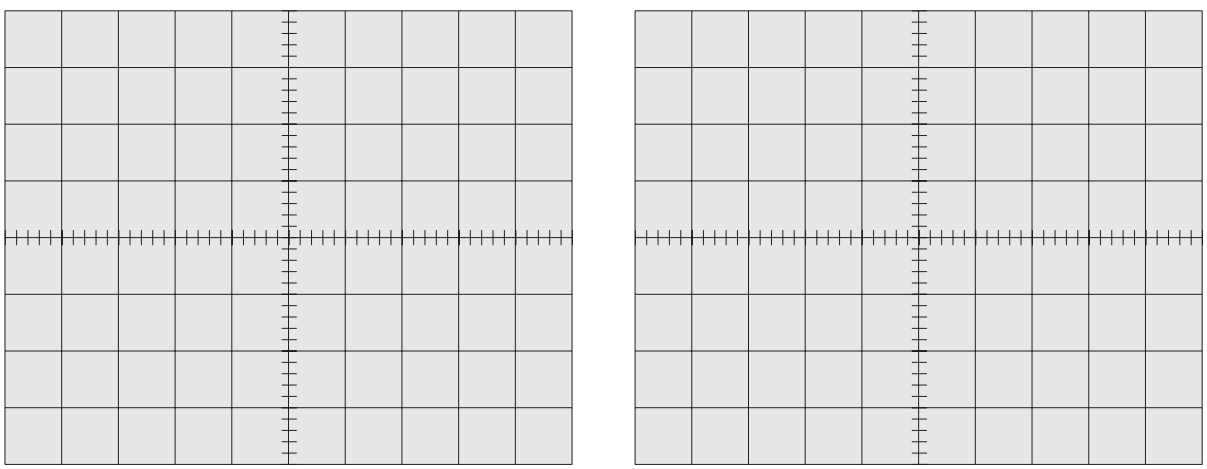
٥ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢)

٦ استعرض إشارة جهد المجمع-الباعث وإشارة الخرج لمولد الإشارة على جهاز راسم الإشارة عندما يكون المفتاح *S1* مفتوحاً، ثم ارسم الإشارتين معاً.

٧ أغلق المفتاح *S1* ثم أعد الخطوة رقم ٦.



الشكل (٢-١)

٨ علق على نتائج الخطوتين ٦ و ٧ من حيث :

- قيمة الجهد على طرف المجمع للترانزستور بالنسبة إلى جهد التغذية وتاثيره على الترانزستور .
- فائدة استخدام الديود بالتوازي مع الملف .
- سبب تولد الجهد اللحظي المرتفع على طرف المجمع للترانزستور .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

التقويم:

- ما هو الفرق بين الترانزستور المثالي والحقيقي؟

. . . . . .

. . . . . .

- هل يلزم استخدام ديود بالتوازي مع حمل مادي موصول مع مفتاح ترانزستوري؟ ولماذا؟

. . . . . .

. . . . . .

- ما هي وظيفة المقاومة R_1 في الدارة ٢-١؟

. . . . . .

التمرين الثاني: الثايرستور كمفتاح *Thyristor as a switch*

الأهداف:

- تركيب دارات إلكترونية تستخدم الثايرستور كمفتاح .
- التحكم بكمية الطاقة الواصلة إلى حمل كهربائي بوساطة الثايرستور .
- استخدام الثايرستور للتحكم بأحمال تعمل بالتيار الثابت .

الأجهزة / الأدوات:

- مقاومة كربونية *1KΩ (1W), 4.7KΩ (1W)*
- مقاومة متغيرة *10KΩ*
- مكثف كيميائي *0.1μF*
- ديود *1N4007*
- ثايرستور *200V / 1A*
- لامبة إشارة لون أحمر *15V*
- مفتاح *ON /OFF*

معلومات أساسية:

يمكن استخدام الثايرستور كمفتاح إلكتروني في دارات التيار الثابت والمتردد .

في دارات التيار الثابت ، عند قدح الثايرستور فإنه يبقى في حالة التوصيل ما بقي التيار المار عبر الثايرستور أعلى من قيمة معينة تسمى تيار الإمساك .

في دارات التيار المتردد ، بعد قدح الثايرستور يبقى في حالة توصيل إلى حين عبور موجة الجهد نقطة الصفر (عند بداية النصف السالب للموجة) ؛ مما يؤدي إلى إطفاء الثايرستور بسبب نقصان التيار المار عبره عن تيار الإمساك .

في دارات التيار المستمر يمكن قدح الثايرستور عن طريق :

١ تطبيق جهد ثابت على طرف البوابة للثايرستور .

٢ تطبيق جهد متناوب على طرف البوابة للثايرستور .

٣ تطبيق نبضة أو عدة نبضات من الجهد على بوابة الثايرستور .

عند تطبيق جهد ثابت على طرف البوابة للثايرستور كجهد قدح ، يجب أن يكون جهد المصعد موجب بالنسبة للمهبط ، وهذا يحدث خلال النصف الموجب لموجة الجهد .

عند قدح الثايرستور بوساطة تيار متردد فإن قيمة تيار القدح تزيد مع زيادة إشارة الجهد المطبقة على طرفي الثايرستور حتى تصل إلى نقطة القدح .

لعملية القدح بوساطة نبضات الجهد، يتم وصل بوابة الثايرستور مع دارة مولد نبضات، ويمكن استخدام ترانزستور أحادي الوصلة *UJT* لتوليد نبضات الجهد الضرورية لعملية القدح.

ميزة استخدام الثايرستور كمفتاح هو أننا نحتاج إلى تيار قدح صغير لتشغيل الثايرستور، وبالآتي التحكم بتيار حمل كبير.

من مساوئ الثايرستور أنه يولد حرارة عالية في حال قدحه مرات متعددة وبسرعة عالية؛ مما يؤدي إلى زيادة متسارعة في التيار المار عبره. ومن المساوئ أيضا أن الثايرستور يتم قدحه بشكل غير مرغوب فيه إذا تعرض إلى تغير سريع في الجهد المطبق على طرفيه.

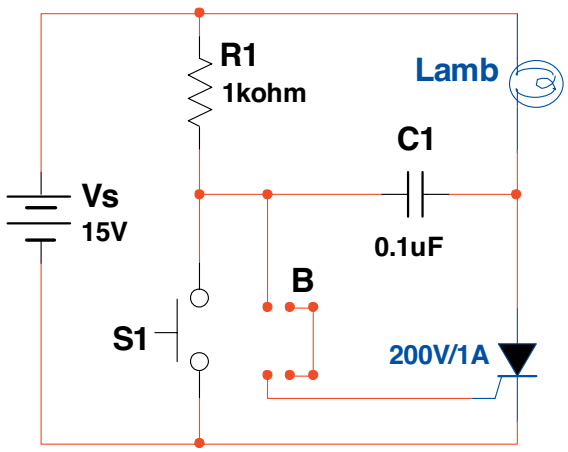
خطوات العمل:

١ افحص الثايرستور بوساطة *DMM* وسجل القيم في الجدول ٢-٣:

الوضع	الطرف الموجب للجهاز (الأحمر)	الطرف السالب للجهاز (الأسود)	قراءة *DMM* *(V)*
١	المصعد	المهبط	
٢	المصعد	البوابة	
٣	المهبط	المصعد	
٤	المهبط	البوابة	
٥	البوابة	المصعد	
٦	البوابة	المهبط	

جدول ٢-٣: فحص الثايرستور وتحديد أطرافه

٢ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٣).



الشكل (٢-٣)

الوصلة B مفصولة والمفتاح S_1 مفتوح .

كيف يستجيب الثايرستور؟ وفي أي وضع يعمل؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

٣ وصل الوصلة B . مإذا يحصل؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

٤ افصل الوصلة B . كيف يستجيب الثايرستور؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

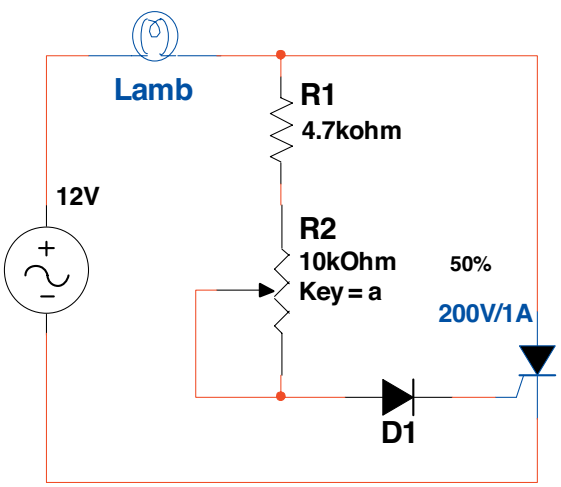
٥ أغلق المفتاح S_1 لفترة قصيرة . ما هي النتيجة؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

٦ وصل الدارة كما هو موضح في الشكل (٢-٤) .



الشكل (٢-٤)

لماذا يقوم الثايرستور بالتوصيل؟

كيف يمكن قطع تيار القدح؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

٧ ما هو تأثير تغيير قيمة المقاومة R_2؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

التقويم:

- اذكر طرق إطفاء الثايرستور؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

- ما هو الاسم الذي يطلق على الدارة في الشكل (٢-٤)؟

. . . . . .

. . . . . .

عند زيادة قيمة المقاومة R_2 . . . . . زاوية القدح، و . . . . . شدة إشعاع اللامبة.

- أقصى زاوية قدح يمكن تطبيقها في الدارة (٢-٤) تساوي . . . . . .
- كيف يمكن زيادة زاوية القدح عن قيمتها القصوى الحالية؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

- وظيفة الديود في الدارة (٢-٤) هي . . . . . .
- كيف يمكن التحكم بنصفي موجة الجهد؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

التمرين الثالث: التحكم بالقدرة الكهربائية *Power Control*

الأهداف:

- تركيب وتشغيل دارة تحكم بالقدرة الكهربائية بوساطة الدياك والترياك .
- تحديد قيمة نبضة القدح اللازمة لقدح الترياك .
- تحديد أصغر وأكبر زاوية قدح .
- استعراض إشارة جهد الحمل بوساطة جهاز راسم الإشارة عند قيم مختلفة لزاوية القدح .

الأجهزة / الأدوات:

- مقاومة كربونية *10KΩ (1W)*، *4.7KΩ*، مقاومة متغيرة *10KΩ*
- مكثفات *0.1μF* عدد *2*
- ترياك *200V/1A*، دياك *A9903 (33V)*
- ملف *200mH*
- لامبة *48V*
- مفتاح ميكانيكي *On /Off*
- جهاز راسم الإشارة *(Oscilloscope)*
- جهاز متعدد القراءات الرقمي *DMM*
- مصدر جهد متردد .

معلومات أساسية:

حاكم الجهد عبارة عن جهاز يتحكم بكمية القدرة الكهربائية الموصلة من المصدر إلى حمل معين ، ويكثر استخدام الترياك والدياك معاً في مثل هذه الدارات .

الترياك يقوم بتمرير التيار الكهربائي من خلاله في كلاً الاتجاهين ، وبالآتي فهو مناسب للاستخدام في دارات التيار المتناوب ، ويمكن قدحه خلال النصف الموجب أو السالب لموجة المصدر .

من أجل زيادة زاوية القدح عن *90* درجة لا بد من استخدام دارات إزاحة للطور ، يتم توصيلها مع الدياك ، وتتكون هذه الدارات عادة من مقاومة ومكثف على التوالي .

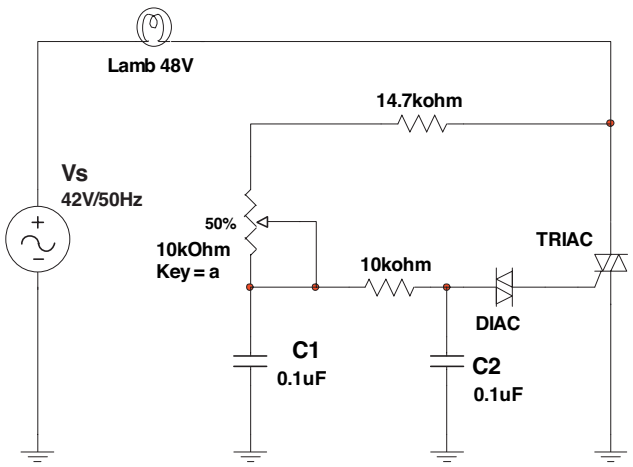
جهد الانهيار الأمامي للدياك المستخدم في التجربة هو *33V* ، لذلك لا بد من تطبيق جهد أكبر من *±33V* على طرفي الدياك حتى يقوم بالتوصيل .

لهذا السبب فإن عملية القدح لا يمكن أن تحصل عند زاوية قدح تساوي الصفر ، ويمكن حساب أصغر زاوية قدح من خلال المعادلة الآتية :

$$Sin\alpha = \frac{diac\ breakdown\ voltage}{peak\ value\ of\ input\ voltage} = \frac{\text{جهد الانهيار للترياك}}{\text{جهد القمة لإشارة التغذية}}$$

خطوات العمل:

١ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٥).



الشكل (٢-٥)

وصل راسم الإشارة عل طرفي التريك، ثم قم بتعديل قيمة المقاومة المتغيرة حتى تحصل على أصغر زاوية توصيل (أكبر زاوية قدح). عندها قم بقراءة جهد القدح للترياك كما يظهر على شاشة راسم الإشارة.

Von = ...

ما هو وضع اللامبة؟

. . . . . .

٢ اذكر اثنين من العوامل التي تؤثر على جهد القدح؟

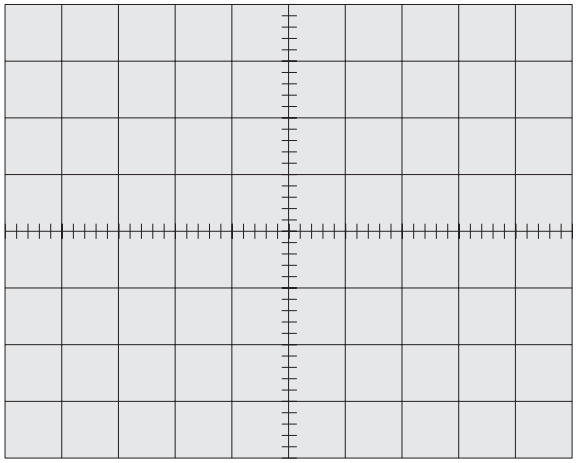
. . . . . .

. . . . . .

٣ احسب زاوية القدح للترياك كما يأتي:

$$\alpha = \frac{Off\text{-}periode \times 180}{Half\text{-}cycle\ period} = ...$$

٤ ارسم إشارة الجهد الساقط على طرفي الترياك كما تراها على شاشة راسم الإشارة.



٥ قم بتعديل قيمة المقاومة المتغيرة حتى تحصل على أصغر زاوية قدح (أكبر زاوية توصيل). عندها قم بقراءة جهد الإطفاء للترياك كما يظهر على شاشة راسم الإشارة.

Von = ...

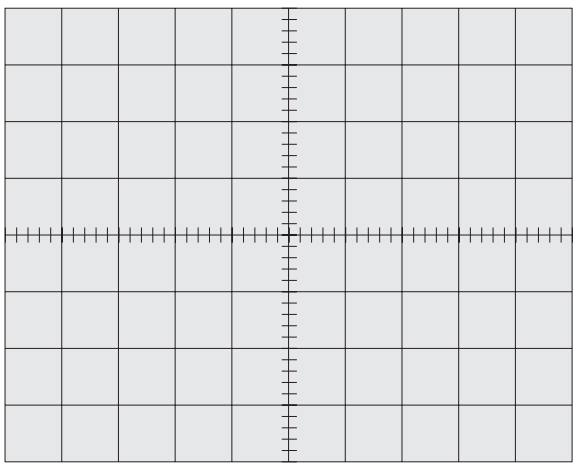
٦ لماذا يكون جهد القدح في الترياك أعلى من جهد الإطفاء.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

٧ ارسم إشارة الجهد الساقط على طرف البوابة للترياك كما تظهر على شاشة راسم الإشارة عندما تكون إعدادات المقاومة المتغيرة كما هي في الخطوة رقم ٥.

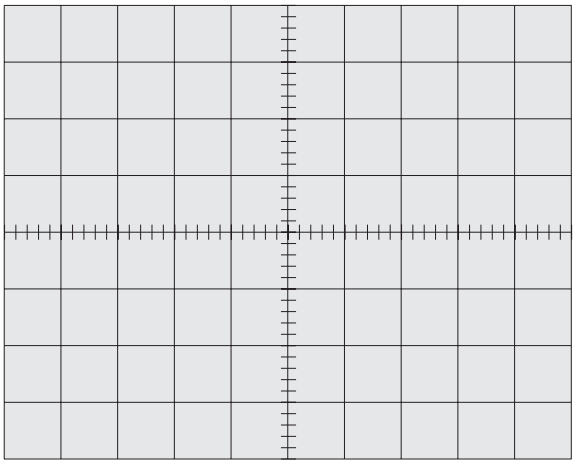


٨ لماذا تختلف قيمة جهد القمة عن قيمة جهد القاع في إشارة جهد البوابة للترياك؟

. . . . . .

. . . . . .

٩ اضبط المقاومة بحيث تحصل على أصغر زاوية قدح للترياك . ثم ارسم إشارة الجهد الساقط على الترياك كما تراها على شاشة راسم الإشارة .



١٠ احسب قيمة زاوية القدح في الخطوة ٩

$$\alpha = \frac{Off\text{-}periode \times 180}{Half\text{-}cycle\ period} = \frac{\qquad\qquad}{\qquad\qquad} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

ما هو تأثير تقليل زاوية القدح إلى أصغر قيمة على شدة إشعاع اللامبة؟

. . . . . .

التقويم:

ما هو سبب استخدام الدياك وتوصيله مع بوابة الترياك في دارة حاكم الجهد؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

- كلما قلت قيمة المقاومة المتغيرة . . . . . زاوية القدح للترياك
- كلما زادت زاوية القدح للترياك . . . . . شدة إشعاع اللامبة .
- متى نستعمل الثايرستورات في دارة حاكم الجهد بدل الترياك؟

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

التمرين الرابع:مقوم نصف موجة أحادي الطور *Single-phase Half-wave Rectifier*

الأهداف:

- تركيب دارة مقوم نصف موجة أحادي الطور غير محكوم
- قياس قيم الجهد والتيار عند نقاط مختلفة من دارة المقوم بوساطة جهاز *DMM* .
- استعراض ورسم إشارات الجهد عند نقاط مختلفه من دارة المقوم بوساطة جهاز راسم الإشارة
- توضيح العلاقة بين جهد الخرج وجهد الدخل في حالة عدم وجود مكثف ترشيح
- توضيح العلاقة بين جهد الخرج وجهد الدخل في حالة وجود مكثف الترشيح وعدم وجود مقاومة حمل .
- إثبات أن جهد التموج يعتمد على تيار الحمل وسعة مكثف الترشيح .

الأجهزة / الأدوات:

- مقاومة كربونية *470Ω (2W)* .
- مقاومة متغيرة *1KΩ* .
- مكثفات كيميائية *10μF, 47μF, 100μF, 470μF* .
- ديود *1N4007*.
- محول *220V / 12V*.
- جهاز راسم الإشارة *(Oscilloscope)* .
- جهاز متعدد القراءات الرقمي *DMM* .

معلومات أساسية:

مقوم نصف الموجة يقوم فقط بتمرير النصف الموجب أو السالب من إشارة جهد الدخل المتناوبة، وذلك حسب طريقة توصيل الديود في الدارة . بدون استخدام مرشح يمكن توضيح العلاقة بين القيمة الفعالة لجهد الدخل $V_{S(rms)}$ والقيمة المتوسطة لجهد الخرج V_{dc} حسب المعادلة الآتية :

$$\frac{V_{S(rms)}}{V_{dc}} = 2.22 \quad or \quad V_{dc} = 0.45\ V_{S(rms)}$$

في الحالة المثالية (بدون خسائر) وعدم وجود حمل فإن جهد القمة لإشارة الخرج يساوي جهد القمة لإشارة الدخل $V_{S(pk)}$:

$$V_{L(pk)} = 1.414 \times V_{S(rms)}$$

عند استخدام المكثف كدارة ترشيح فإن زيادة سعة المكثف يؤدي إلى زيادة تنعيم إشارة الجهد الواصلة إلى الحمل وتقليل التموج فيها . إذا تم زيادة تيار الحمل I_L (تيار التفريغ من المكثف) فإن ذلك يؤدي إلى زيادة اتساع إشارة الجهد

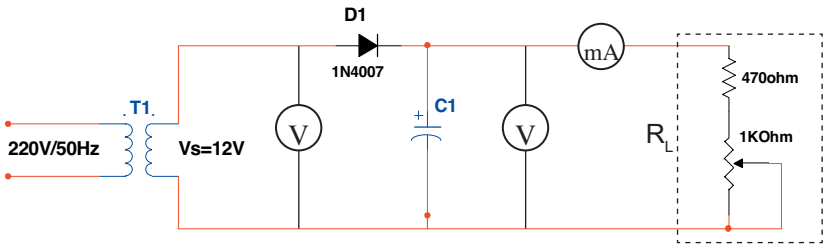
المتموج . يمكن حساب جهد القمة إلى القمة لإشارة التموج (والتي تشبه موجة سن المنشار) حسب المعادلة الآتية :

$$V_{r\,(p\text{-}p)} = \frac{0.75 \times I_L}{f_r \times C}$$

حيث إن f_r تعني تردد إشارة التموج ، والتي يمكن قياسها بوساطة جهاز راسم الإشارة .

خطوات العمل:

١ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٦) باستثناء المكثف ومقاومة الحمل .



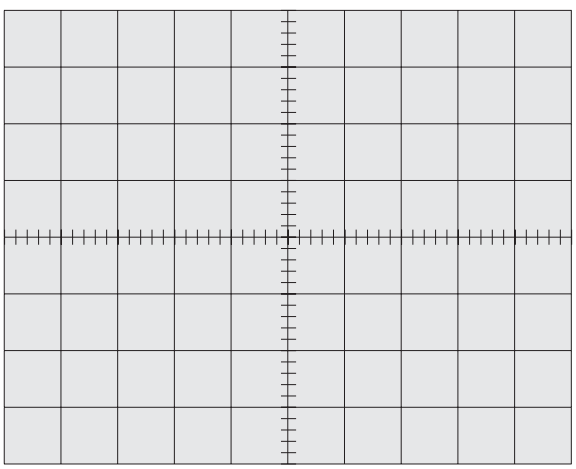
الشكل (٢-٦)

بوساطة جهاز *DMM* قم بقياس القيمة المتوسطة لجهد الدخل (جهد الملف الثانوي للمحول) $V_{S(rms)}$ ، والقيمة المتوسطة لجهد الحمل V_{dc} ، وقارن بين القراءتين .

قم بتوصيل مقاومة الحمل مع الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٦)

$$V_{S(rms)} = \ldots\ldots\ldots V \quad , \quad V_{dc} = \ldots\ldots\ldots V \quad , \quad \frac{V_{S(rms)}}{V_{dc}} = \ldots\ldots\ldots$$

٢ قم بتوصيل مقاومة الحمل مع الدارة كما هو موضح في الشكل (٢-٦)، ثم استعرض كلاً من إشارتي جهد الدخل V_S وجهد الخرج V_L على شاشة راسم الإشارة، حدد قيمة جهد القمة لإشارتي الدخل والخرج ثم ارسم V_L .



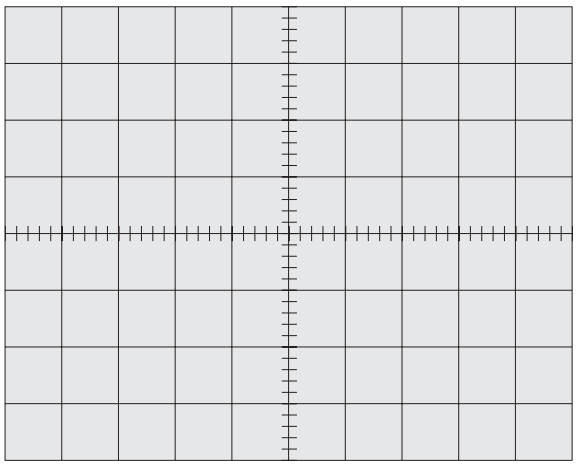
إشارة الخرج بدون وجود مكثف

$V_{S(rms)} = \ldots\ldots\ldots V$

$V_{L(pk)} = \ldots\ldots\ldots V$

٣ وصل المكثف $10\mu F$ في الدارة كما هو موضح في الشكل (٢-٦) ثم ارسم إشارة V_L كما تظهر على شاشة راسم الإشارة.

٤ استبدل المكثف بآخر قيمته $470\mu F$ ثم ارسم إشارة V_L كما تظهر على شاشة راسم الإشارة.



إشارة الخرج في حالة وجود مكثف لترشيح الإشارة

(أ) $C = 10\mu F$

(ب) $C = 470\mu F$

٥ قم بقياس طول إشارة التموج *(ripple)*، ثم احسب ترددها

T_r=.....ms $\Rightarrow$ f_r=.....Hz

٦ قم بإزالة مقاومة الحمل، وباستخدام *DMM* قم بقياس جهد الخرج، ثم قارن هذه القيمة بالقيمة الفعالة لجهد الدخل.

V_{dc}=.....V $\Rightarrow$ $\frac{V_{S(rms)}}{V_{dc}}$ = ...

٧ أعد توصيل مقاومة الحمل، ثم عدل المقاومة المتغيرة بحيث تحصل على تيار حمل I_L=*10mA*، وتأكد أن تبقى هذه القيمة ثابتة خلال عمليه القياس. باستخدام راسم الإشارة قم بقياس اتساع إشارة التموج عند استخدام قيم مختلفة لمكثف الترشيح كما هو مبين في الجدول (٢-٤):

I_L *(mA)*	*10*	*10*	*10*	*10*	*10*
C *(μF)*	*10*	*47*	*100*	*470*	*2X470*
$V_{r\,(p\text{-}p)}$ *(V)*					

جدول (٢-٤)

٨ قم بقياس اتساع إشارة التموج، عند استخدام مكثف $470\mu F$ سعته وتيار حمل كما هو موضح في الجدول (٢-٥):

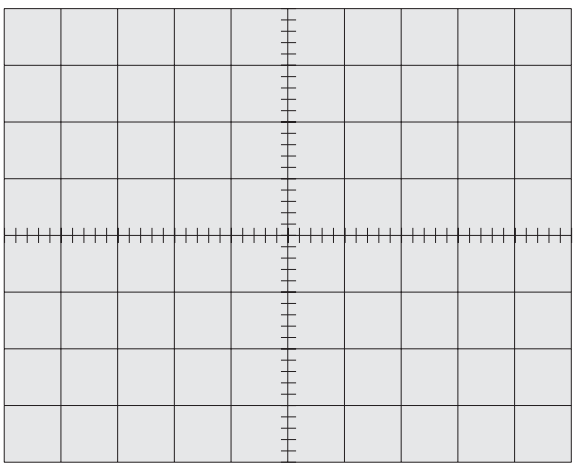
I_L (mA)	10	20	30
C (μF)	470	470	470
$V_{r\,(p\text{-}p)}$ (V)			

جدول (٢-٥)

٩ بالرجوع إلى الدارة في الشكل (٢-٦)، استخدم المعادلات من ٢-٥ إلى ٢-٩ من الوحدة الثانية لحساب كل من القيمة المتوسطة لجهد الحمل V_{dc}، القيمة الفعالة لجهد الحمل V_L، القيمة الفعالة لتيار الحمل I_L، جهد القمة العكسي للديود PIV، وتردد إشارة جهد الحمل f_{out} عند مقاومة حمل $R=1K\Omega$؟

التقويم:

- المقوم في الشكل (٢-٦) يقوم بتمرير نصف الموجة الـ. . . . . ويمنع مرور النصف الـ. . . . . .
- عند إضافة مكثف ترشيح فإن جهد الخرج للمقوم. . . . . .
- زيادة سعة المكثف تؤدي إلى زيادة جهد . . . . . وتقليل جهد. . . . . .
- يمكن زيادة تيار الحمل عن طريق. . . . . مقاومة الحمل.
- زيادة تيار الحمل يؤدي إلى زيادة اتساع. . . . . وتقليل جهد. . . . . .
- إذا تم عكس الديود في الدارة (٢-٦) ارسم إشارة الخرج المتوقعة بدون وجود مكثف.
- ارسم مقوم نصف موجة يحتوي على مرشح بحيث يعطي جهد خرج ثابتاً وسالباً.



التمرين الخامس: مقوم موجة كاملة أحادي الطور *Single-phase Full-wave Rectifier*

الأهداف:

- تركيب دارة مقوم موجة كاملة أحادي الطور .
- رسم الأشكال الموجية لجهد الخرج في حالة وجود مكثف ترشيح وعدمه .
- توضيح العلاقة بين القيمة المتوسطة لجهد الخرج والقيمة الفعالة لجهد الدخل في حالة عدم وجود مكثف ترشيح .
- توضيح العلاقة بين القيمة المتوسطة لجهد الخرج والقيمة الفعالة للجهد الساقط على نصف الملف الثانوي للمحول في حالة عدم وجود حمل .
- توضيح الفرق الرئيس بين مقوم الموجة الكاملة ومقوم نصف الموجة .

الأجهزة / الأدوات:

- مقاومة كربونية *(2W) 10Ω ,(2W) 470Ω* .
- مكثفات كيميائية *47µF, 100µF, 470µF* .
- ديود *1N4007 × 2*.
- محول *220V / 2X12V*.
- جهاز راسم الإشارة *(Oscilloscope)* .
- جهاز متعدد القراءات الرقمي *DMM* .

معلومات أساسية:

مقوم الموجة الكاملة يحتاج إلى ديودين ومحول ذي ملف ثانوي يحتوي على نقطة منتصف ، وبهذه الطريقة يمكن تقويم نصفي موجة المصدر . بدون استخدام مرشح يمكن توضيح العلاقة بين القيمة الفعالة لجهد الدخل $V_{S(rms)}$ والقيمة المتوسطة لجهد الخرج V_{dc} حسب المعادلة الآتية :

$$\frac{V_{S(rms)}}{V_{dc}} = 1.11 \quad or \quad V_{dc} = 0.9\, V_{S(rms)}$$

عند تشغيل الدارة بدون حمل فإن قيمة جهد الخرج الثابت تساوي قيمة جهد القمة لإشارة الدخل ناقص جهد الانهيار الأمامي للديود :

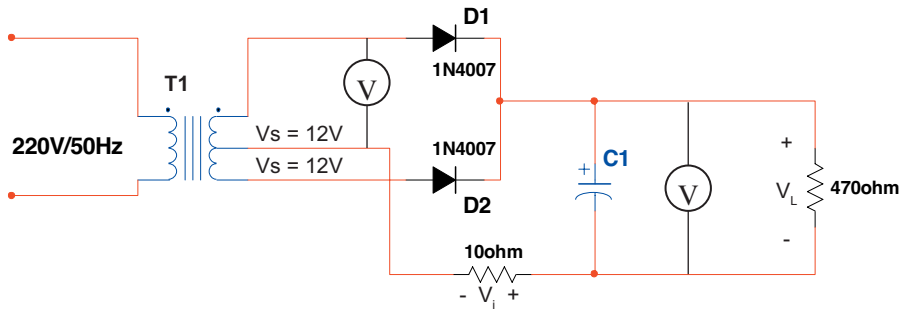
$$V_{dc} = V_{S(pk)} - V_{diode}$$

عند استخدام المكثف كمرشح فإن زيادة سعته تؤدي إلى زيادة تنعيم إشارة الجهد الواصلة إلى الحمل وتقليل اتساع التموج فيها ، لذلك فإن نبضات تيار شحن المكثف المارعبر الديودات تصبح أضيق وقيمتها أعلى ، ومن أجل رؤية هذه النبضات على شاشة راسم الإشارة يتم توصيل مقاومة صغيرة بالتوالي مع مسار التيار الرئيس .

تردد إشارة التموج في مقوم الموجة الكاملة يساوي ضعف تردد إشارة الدخل .

خطوات العمل:

١ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٧) باستثناء المكثف والمقاومة 10Ω (دارة قصر)، مستخدم ديود واحد فقط.



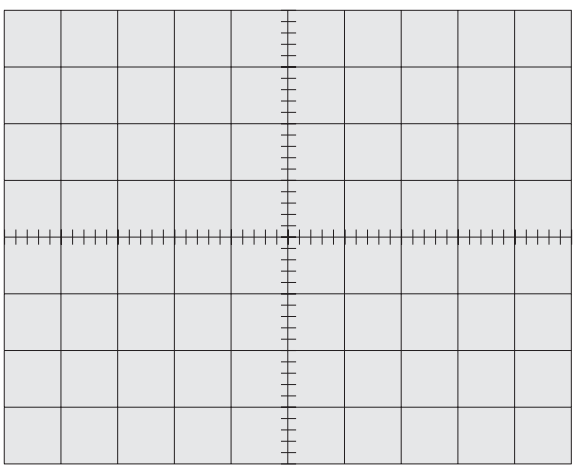
الشكل (٢-٧)

استعرض إشارتي الدخل V_S والخرج V_L على شاشة راسم الإشارة.

ما هو نوع المقوم الذي تمثله الدارة في حالة استخدام ديود واحد فقط؟.

. . . . . .

٢ أكمل الدارة وذلك بإضافة مقاومة الحمل ومكثف الترشيح والديود كما هو موضح في الشكل (٢-٧)، ثم استعرض كلاً من إشارتي جهد الدخل V_S وجهد الخرج V_L على شاشة راسم الإشارة، مستخدما مكثفاً سعته $10\mu F$ في الحالة الأولى ومكثفاً سعته $470\mu F$ في الحالة الثانية، ثم ارسم الأشكال الموجية لإشارة الخرج في الحالتين.



إشارة الخرج في حالة وجود مكثف لترشيح الإشارة

$C = 10\mu F$ (أ)

$C = 470\mu F$ (ب)

$Coupling = DC$

$Y = 5V / div$

$X = 5mS / div$

٣ بوجود مكثف سعته $470\mu F$ في الدارة، استخدم راسم الإشارة لقياس اتساع (جهد القمة إلى القمة) لإشارة التموج *(ripple)* وترددها.

$V_{r\,(p\text{-}p)} = \ldots\ldots\ldots V$ ، $T_r = \ldots\ldots\ldots ms$ ، $f_r = \ldots\ldots\ldots Hz$

٤ قم بإزالة ديود واحد من الدارة وأعد الخطوة رقم ٣

$V_{r\,(p\text{-}p)} = \ldots\ldots\ldots\ V$ ، $T_r = \ldots\ldots\ldots\ ms$ ، $f_r = \ldots\ldots\ldots\ Hz$

٥ بوجود الديودين في الدارة قم بإزالة مقاومة الحمل وباستخدام *DMM* قم بقياس جهد الخرج، ثم قارن هذه القيمة بالقيمة الفعالة لجهد الدخل، آخذاً بعين الاعتبار جهد الانهيار الأمامي للديود.

$V_{dc} = \ldots\ldots\ldots\ V$ ، $\dfrac{V_{dc} + V_{diode}}{V_{S(rms)}} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ ، $V_{diode} = 0.5V$

٦ وصل مقاومة الحمل ثم قم بقياس تيار الحمل

$I_L = \ldots\ldots\ldots\ mA$

٧ قم بإزالة مكثف الترشيح. استخدم *DMM* لقياس القيمة المتوسطة لجهد الخرج في حالة تقويم موجة كاملة وفي حالة تقويم نصف موجة (وجود ديود واحد فقط)، وقارن قيم الجهد المقاسة بالقيمة الفعالة لجهد الدخل في كلاً الحالتين.

a) Full-wave $V_{dc} = \ldots\ldots\ldots\ V$ ، $\dfrac{V_{dc}}{V_{S(rms)}} = \ldots\ldots\ldots$

b) Half-wave $V_{dc} = \ldots\ldots\ldots\ V$ ، $\dfrac{V_{dc}}{V_{S(rms)}} = \ldots\ldots\ldots$

٨ قم بإضافة المقاومة 10Ω إلى الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٧)، كي تتمكن من مشاهدة نبضات التيار خلال عملية الشحن للمكثف.

قم بقياس جهد القمة لإشارة الجهد الساقط على المقاومة 10Ω في الحالتين :

أ) $470\mu F$ - ب) $47\mu F$.

باستخدام قانون أوم احسب قيمة تيار القمة *peak current*

قارن بين تيار القمة المار عبر الديود خلال عملية الشحن مع تيار الحمل في كلاً الحالتين.

a) $C = 470\mu F$

$v_i = \ldots\ldots\ldots\ldots$ ، $i = \dfrac{v_i}{10\Omega} = \ldots\ldots\ldots mA$ ، $\dfrac{i}{I_L} = \ldots\ldots\ldots\ldots$

b) $C = 47\mu F$

$v_i = \ldots\ldots\ldots\ldots$ ، $i = \dfrac{v_i}{10\Omega} = \ldots\ldots\ldots mA$ ، $\dfrac{i}{I_L} = \ldots\ldots\ldots\ldots$

التقويم:

- المقوم في الشكل (٢-٧) يقوم بتمرير . . . . . الموجة.
- مقوم الموجة الكاملة يتكون من مقومين . . . . . موجة.
- استخدام المكثف كمرشح يؤدي إلى تولد نبضات . . . . . عالية خلال شحن المكثف
- إذا تم عكس الديودين في الدارة (٢-٧) ارسم إشارة الخرج المتوقعة بدون وجود مكثف.
- ارسم مقوم نصف موجة يحتوي على مرشح بحيث يعطي جهد خرج ثابتاً وسالباً.

التمرين السادس: مقوم القنطرة أحادي الطور *Single-phase Bridge Rectifier*

الأهداف:

- تركيب دارة مقوم قنطرة أحادي الطور .
- رسم الأشكال الموجية لجهد الخرج في حالة وجود مكثف ترشيح وعدمه .
- توضيح العلاقة بين القيمة المتوسطة لجهد الخرج والقيمة الفعالة لجهد الدخل في حالة عدم وجود مكثف ترشيح .
- توضيح العلاقة بين القيمة المتوسطة لجهد الخرج والقيمة الفعالة لجهد الخرج في حالة عدم وجود حمل .
- تحديد قيمة التيار المار عبر الديودات .
- توضيح الفرق الرئيس بين مقوم القنطرة، مقوم الموجة الكاملة، ومقوم نصف الموجة .

الأجهزة / الأدوات:

- مقاومة كربونية *470Ω (2W), 10Ω (2W)* .
- مكثفات كيميائية *47μF, 100μF, 470μF* .
- ديود *4 × 1N4007*.
- محول *220V / 12V*.
- جهاز راسم الإشارة *(Oscilloscope)* .
- جهاز متعدد القراءات الرقمي *DMM* .

معلومات أساسية :

مقوم القنطرة عبارة عن مقوم موجة كاملة، يستخدم أربعة ديودات مرتبة على شكل قنطرة . يقوم كل ديودين بتوصيل أحد نصفي موجة الدخل، بحيث يمر التيار خلال مقاومة الحمل في اتجاه واحد خلال نصفي الموجة الموجب والسالب . بدون استخدام مرشح يمكن توضيح العلاقة بين القيمة الفعالة لجهد الدخل $V_{S(rms)}$ والقيمة المتوسطة لجهد الخرج V_{dc} حسب المعادلة الآتية :

$$\frac{V_{S(rms)}}{V_{dc}} = 1.11 \quad or \quad V_{dc} = 0.9\, V_{S(rms)}$$

عند تشغيل الدارة بدون حمل فإن قيمة جهد الخرج الثابت تساوي قيمة جهد القمة لإشارة الدخل ناقص جهد الانهيار الأمامي للديودين :

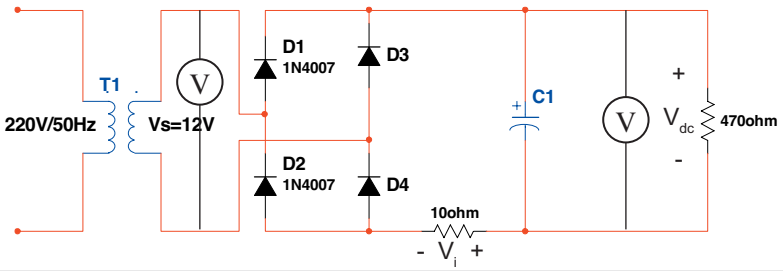
$$V_{dc} = V_{S(pk)} - 2V_{diode}$$

عند استخدام المكثف كمرشح فإن زيادة سعته تؤدي إلى زيادة تنعيم إشارة الجهد الواصلة إلى الحمل وتقليل اتساع التموج فيها، لذلك فإن نبضات تيار شحن المكثف المار عبر الديودات تصبح أضيق وقيمتها أعلى، ومن أجل رؤية هذه النبضات على شاشة راسم الإشارة يتم توصيل مقاومة صغيرة بالتوالي مع مسار التيار الرئيس .

تردد إشارة التموج في مقوم القنطرة يساوي ضعف تردد إشارة الدخل .

خطوات العمل:

١ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٨) باستثناء المكثف والمقاومة 10Ω (دارة قصر).



الشكل (٢-٨)

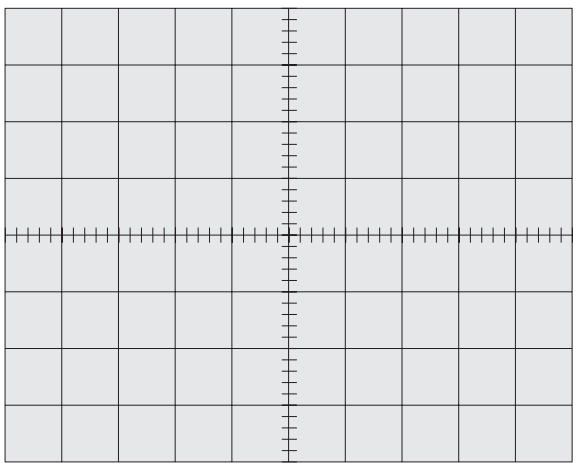
استعرض إشارة جهد الخرج V_L على شاشة راسم الإشارة.

ما هو نوع المقوم الذي تمثله الدارة في حالة إزالة أحد الديودات من الدارة؟

في حالة إزالة أي ديود من ديودات القنطرة الأربعة فإن الدارة تتصرف كمقوم. . . . . .

. . . . . .

٢ أعد الديود مكانه، ثم استعرض كلاً من إشارتي جهد الدخل V_S وجهد الخرج V_L على شاشة راسم الإشارة، مستخدماً مكثفاً سعته $10\mu F$ في الحالة الأولى ومكثفاً سعته $470\mu F$ في الحالة الثانية، ثم ارسم الأشكال الموجية لإشارة الخرج في الحالتين.



إشارة الخرج في حالة وجود مكثف لترشيح الإشارة

$C = 10\mu F$ (أ)

$C = 470\mu F$ (ب)

DC

$Y = 5V / div$

$X = 5mS / div$

٣ بوجود مكثف سعته $470\mu F$ في الدارة، استخدم راسم الإشارة لقياس اتساع (جهد القمة إلى القمة) لإشارة التموج *(ripple)* وترددها.

$V_{r\,(p\text{-}p)} = \ldots\ldots\ldots V \quad , \quad T_r = \ldots\ldots\ldots ms \quad \Rightarrow \quad f_r = \ldots\ldots\ldots Hz$

٤ قم بإزالة أي ديود من الدارة وأعد الخطة رقم ٣

$V_{r\,(p\text{-}p)} = \ldots\ldots\ldots V \quad , \quad T_r = \ldots\ldots\ldots ms \quad \Rightarrow \quad f_r = \ldots\ldots\ldots Hz$

٥ بوجود الأربعة ديودات في الدارة قم بإزالة مقاومة الحمل وباستخدام *DMM* قم بقياس جهد الخرج، ثم قارن هذه القيمة بالقيمة الفعالة لجهد الدخل، آخذاً بعين الاعتبار جهد الانهيار الأمامي للديودات.

$V_{dc} = \ldots\ldots\ldots\ldots V$ ، $\frac{V_{dc} + 2V_{diode}}{V_{S(rms)}} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ ، $V_{diode} = 0.5V$

٦ صل مقاومة الحمل (470Ω)، ثم قم بقياس تيار الحمل. $I_L = \ldots\ldots\ldots mA$

٧ قم بإزالة مكثف الترشيح. استخدم *DMM* لقياس القيمة المتوسطة لجهد الخرج في حالة تقويم موجة كاملة، وفي حالة تقويم نصف موجة (عند إزالة أحد الديودات)، وقارن قيم الجهد المقاسة بالقيمة الفعالة لجهد الدخل في كلاً الحالتين.

a) Full-wave $V_{dc} = \ldots\ldots\ldots V$ ، $\frac{V_{dc}}{V_{S(rms)}} = \ldots\ldots\ldots$

b) Half-wave $V_{dc} = \ldots\ldots\ldots V$ ، $\frac{V_{dc}}{V_{S(rms)}} = \ldots\ldots\ldots$

٨ قم بإضافة المقاومة 10Ω إلى الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٨)؛ كي تتمكن من مشاهدة نبضات التيار خلال عملية الشحن للمكثف.

قم بقياس جهد القمة لإشارة الجهد الساقط على المقاومة 10Ω في الحالتين :

أ) $470\mu F$ ب) $47\mu F$.

باستخدام قانون أوم احسب قيمة تيار القمة *peak current*

قارن بين تيار القمة المار عبر الديود خلال عملية الشحن مع تيار الحمل في كلاً الحالتين.

a) $C = 470\mu F$

$v_i = \ldots\ldots\ldots\ldots$ ، $i = \frac{v_i}{10\Omega} = \ldots\ldots\ldots mA$ ، $\frac{i}{I_L} = \ldots\ldots\ldots\ldots$

b) $C = 47\mu F$

$v_i = \ldots\ldots\ldots\ldots$ ، $i = \frac{v_i}{10\Omega} = \ldots\ldots\ldots mA$ ، $\frac{i}{I_L} = \ldots\ldots\ldots\ldots$

التقويم:

المقوم في الشكل (٢-٨) يقوم بتمرير . . . . . الموجة.

- اذكر فرقين بين مقوم القنطرة ومقوم الموجة الكاملة السابق من حيث نوع المحول وعدد الديودات المستخدمة.

. . . . . .

. . . . . .

- بماذا يتميز مقوم القنطرة عن مقوم الموجة الكاملة في التجربة السابقة؟

. . . . . .

نشاط: **قم بتصميم مقوم قنطرة له مخرجان احدهما يعطي جهداً ثابتاً موجباً والآخر يعطي جهداً ثابتاً سالباً في نفس الوقت، وحاول تجربته في المختبر تحت إشراف مدرس المساق.**

التمرين السابع: مقوم نصف موجة ثلاثي الطور *Three-phase Half-wave Rectifier*

الأهداف:

- تركيب دارة مقوم نصف موجة ثلاثي الطور غير محكوم
- قياس قيم الجهد والتيار عند نقاط مختلفة من دارة المقوم بوساطة جهاز *DMM* .
- استعراض ورسم إشارة جهد الحمل في دارة المقوم .

الأجهزة / الأدوات:

- مقاومة كربونية *1KΩ* .
- ديود *1N4007* عدد *3*.
- محول *380V / 24V*.
- جهاز راسم الإشارة *(Oscilloscope)* .
- جهاز متعدد القراءات الرقمي *DMM* .

معلومات أساسية:

يطلق على مقوم نصف الموجة ثلاثي الطور بالمقوّم النجمي وهو يكافئ ثلاثة مقومات أحادية الطور .

يمكن حساب القيمة المتوسطة والفعالة لجهد الخرج ، حسب المعادلات الآتية :

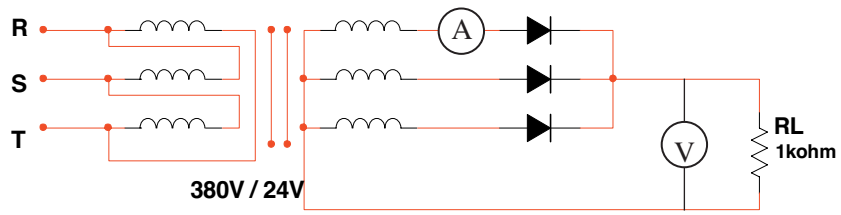
$$V_{dc}=0.827V_m \quad , \quad V_L=0.84V_m$$

وكذلك يمكن حساب جهد القمة العكسي والقيمة الفعالة للتيار المار في كل ملف من ملفات المحول الثانوية كما يأتي :

$$I_s=\frac{0.485V_m}{R_L} \quad , \quad PIV=1.73V_m$$

خطوات العمل:

١ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-٩)

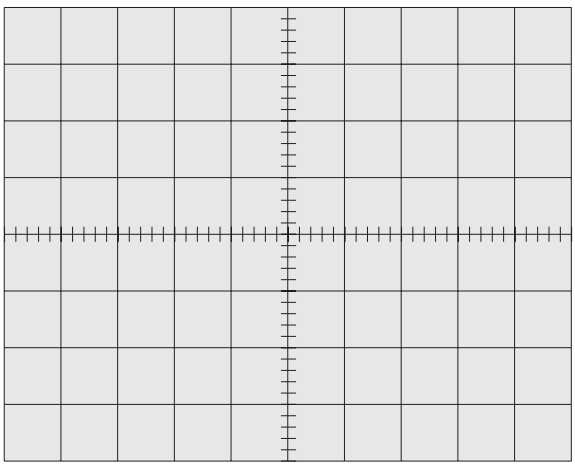


الشكل (٢-٩)

٢ بوساطة جهاز *DMM* قم بقياس القيمة المتوسطة والفعالة لجهد الحمل، والتيار المار في كل واحد من ملفات المحول الثانوية.

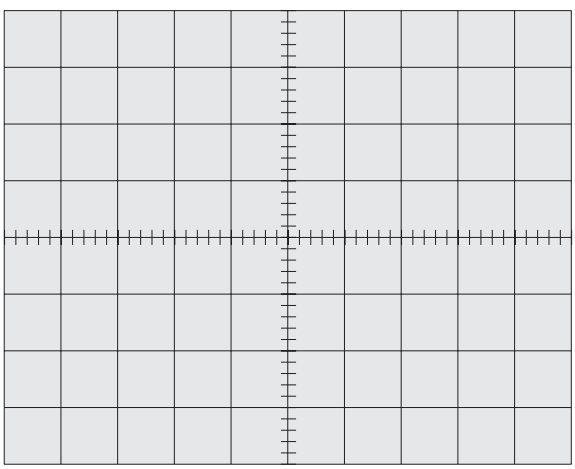
V_{dc} = ... , V_L = ... , I_s = ...

٣ استعرض إشارة جهد الحمل على شاشة راسم الإشارة، ثم قم برسمها.



التقويم :

- المقوم في الشكل (٢-٩) يقوم بتمرير نصف الموجة الـ..... ويمنع مرور النصف الـ.....
- إذا تم عكس الديودات في الدارة (٢-٩) ارسم إشارة الخرج المتوقعة.



- اذكر سيئات المقوم النجمي.

.....

.....

.....

التمرين الثامن: مقوم موجة كاملة ثلاثي الطور *Three-phase Full-wave Rectifier*

الأهداف:

- تركيب دارة مقوم موجة كاملة ثلاثي الطور غير محكوم
- قياس قيم الجهد والتيار عند نقاط مختلفة من دارة المقوم بوساطة جهاز *DMM* .
- استعراض ورسم إشارة جهد الحمل في دارة المقوم .

الأجهزة / الأدوات:

- مقاومة كربونية *1KΩ* .
- ديود *1N4007* عدد *6*.
- محول *380V / 24V*.
- جهاز راسم الإشارة *(Oscilloscope)*.
- جهاز متعدد القراءات الرقمي *DMM* .

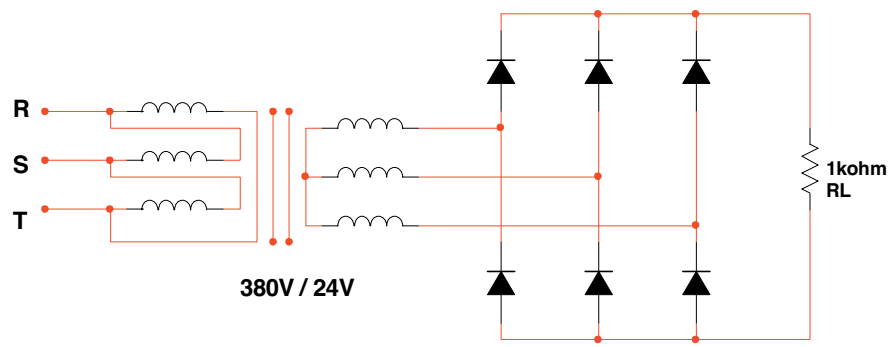
معلومات أساسية:

يطلق على مقوم نصف الموجة ثلاثي الطور مقوم جريتز . وهو شائع الاستخدام وخاصة في تطبيقات القدرة العالية .
يمكن حساب القيمة المتوسطة والفعالة لجهد الخرج ، حسب المعادلات الآتية :

$$V_{dc} = 1.654V_m \quad , \quad V_L = 1.655V_m$$

خطوات العمل:

١ وصل الدارة كما هو مبين في الشكل (٢-١٠)

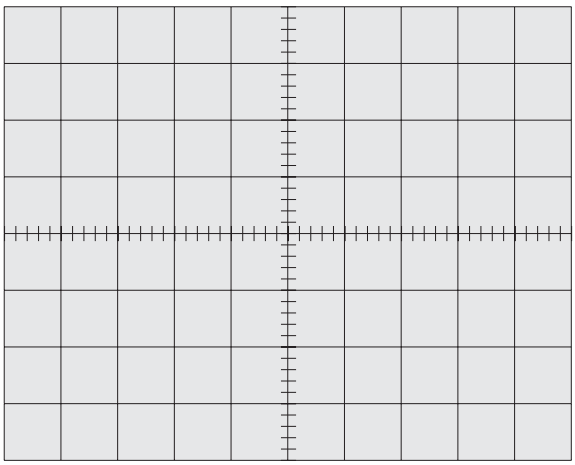


الشكل (٢-١٠)

٢ بوساطة جهاز *DMM* قم بقياس القيمة المتوسطة والفعالة لجهد الحمل، وكذلك القيمة الفعالة لتيار الحمل

V_{dc}=..... , V_L=..... , I_L=.....

٣ استعرض إشارة جهد الحمل على شاشة راسم الإشارة، ثم قم برسمها.



التقويم :

- المقوم في الشكل (٢-١٠) يقوم بتمرير ..... الموجة

- اذكر ثلاثة فروق بين مقوم النجمة ومقوم جريتز.

.....

.....

.....

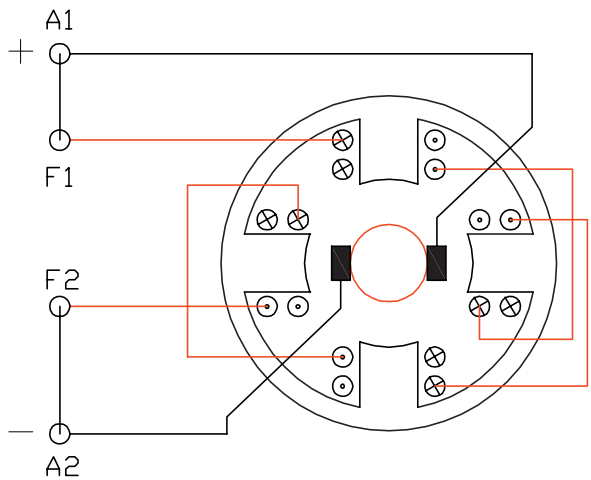
- ما هي ميزات مقوم جريتز؟

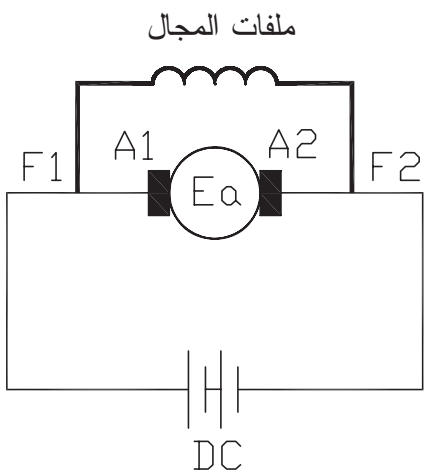
.....

.....

الوحـــدة

٣ آلات التيـــار المســـتمر





التمرين الأول: قراءة وتحليل عناصر اللوحة الاسمية لمحرك تيار مستمر

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على اللوحة الاسميه لمحرك التيار المستمر .
- تتعرف على عناصر اللوحة الاسمية لمحرك تيار مستمر .
- تفسر عناصر اللوحة الاسمية لمحرك تيار مستمر .

الأجهزة /الأدوات:

- آلة تيار مستمر

المعلومات الأساسية:

تستخدم الآلات التيار المستمر بشكل واسع في كثير من المجالات ، وتحتوي كل آلة تياراً مستمراً على لوحة تثبت بشكل واضح على جسم الآلة ، ويكتب عليها بيانات من الشركة الصانعه ، تحدد مواصفات تلك الآلة ، ويبين الشكل (١-١) اللوحة الاسميه لآلة تيار مستمر . وتكمن أهمية اللوحة الاسمية لآلة التيار المستمر في أنها تساعد الفني على التعرف على مواصفات اللآلة ليقوم بتوصيلها وتشغيلها ضمن الشروط التي حددتها الشركة الصانعه لها وضمن الظروف التشغبأتيله الملائمة ، ولكي يختار وسائل الحماية المناسبه لها ، وليقوم بأعمال الصيانة اللازمة في حالة تعطلها .

وعادة ما تحتوي تلك اللوحة على ما يأتي :

١ نوع الجهد الذي يعمل عليه المحرك ومقداره . (بالفولت *V*)

٢ شدة التيار المار بالمحرك عند الحمل الكامل . (*A*)

٣ سرعة المحرك . (*RPM*) (دورة / دقيقة) .

٤ قدرة المحرك . (بالكيلوواط) (*KW*) أو/ وبالحصان الميكانيكي (*HP*) .

٥ نوع وطراز المحرك . (توالٍ- توازٍ - مركب) .

٦ درجة الحرارة التي يتحملها المحرك .

٧ الرقم المتسلسل (الموديل- *TYPE*) للشركه الصانعة .

٨ الرقم المتسلسل (وتاريخ الصنع) للمحرك .

٩ نوع الحماية ودرجتها (*IP*) . (تتكون عادة من رقمين : الأول يدل على الحماية ضد تغلغل الاجسام الصلب ، والثاني يدل على الحماية ضد تغلغل السوائل) .

١٠ درجة العزل (*CLASS– A–H*) . (إن وجدت)

١١ نوع الخدمة (مستمرة أم متقطعه) . (مثلا *S1*) .

١٢ الوزن للمحرك . (*WEIGHT*) .

١٣ معامل القدرة (أن وجد) . (*COS Ø*) .

١٤ التردد الذي يعمل عليه المحرك (*Hz*) . (أن وجد) .

١٥ أعلى درجات الحرارة المسموح بها . (*TEMP*) .

LEYBOLD DIDACTIC GMBH		
TYP 73121		
Motor		*Nr. 200 26 957*
220 V		*0.63 A*
0.1	*S1*	*∞ s Ø.....*
2000 min^{-1}		*..... Hz*
Exc. Field 220 V		*0.08 A*
I.K.L. B	*IP 23*	
VDE 0530		

الشكل (١–١) : اللوحة الاسمية لآلة تيار مستمر

خطوات العمل:

١ اختر آلة تيار مستمر بمساعدة مشرفك .

٢ حدد نوع الآلة المستعمله (محرك أم مولد)

٣ انقل البيانات المسجله على اللوحة الاسمية لآلة وسجلها في الجدول (١–١) .

٤ فسر بمساعدة مشرفك جميع الرموز الكهربائية والمصطلحات المبينه على اللوحة الاسمية .

٥ اختر آلة تيار مستمر أخرى ثم أعد الخطوات السابقة من (٢) – (٤) .

LEYBOLD DIDACTIC GMBH		

الجدول (١-١): تسجيل بيانات اللوحة الاسمية لآلة تيار مستمر

التقويم:

١ أين تثبت اللوحة الاسمية لمحرك تيار مستمر؟

٢ حدد البيانات التي تكتب عليها . فسر تلك البيانات .

٣ ما هي أهمية وجود اللوحة الاسمية على جسم الآلة؟

٤ ما هي أهمية توفر اللوحة الاسمية لمحرك يراد إعادة لفه من جديد؟

٥ ما هي البيانات التي قد يختلف فيها محرك التيار المستمر عن محركات التيار المتناوب فيما يخص اللوحة الاسمية للمحرك؟

التمرين الثاني: فك وتجميع محرك تيار مستمر

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على الأجزاء الرئيسة المكونة لمحرك تيار مستمر .
- تتعرف على طريقة فك محرك تيار مستمر .
- تتعرف على طريقة تجميع محرك تيار مستمر .
- تفك محرك تيار مستمرحسب تعليمات المشرف .
- تقوم بإعادة تجميع أجزاء محرك تيار مستمرحسب تعليمات المشرف .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك تيار مستمر .
- مفكات عادية ومصلبة .
- سنبك .
- مطرقة بلاستيكية .
- بريصة بثلاث أرجل .
- مطرقة حديد مناسبة .
- ملزمة حديدية .
- مفاتيح شق رنج مناسبة ومختلفة الأحجام .
- مفاتيح الن (مفاتيح سداسية الشكل) .

المعلومات الأساسية:

تتكون آلة التيار المستمر من جزأين رئيسين هما، العضو الساكن (*stator*)، والعضو الـدوار(*rotor*)، إضافة إلى أجزاء تكميلية أخرى في الآلة . وتكون وظيفة الجزء الساكن في الآلة والذي يحتوي على ملفات الأقطاب(المجال) إعطاء التدفق المغناطيسي اللازم لدوران الآلة، ويحدد عدد تلك الملفات بعدد أقطاب الآلة، أما بالنسبة للعضو الدوار فيحتوي على ملفات المنتج، والتي يتم غرسها داخل فتحات خاصة في العضو الدوار حيث تربط نهايات تلك الملفات على حلقات الموحد النحاسية المعزولة بعضها عن بعض بمادة الميكا، وتبعاً لنوع الآلة، وتربط أطراف كل من ملفات الأقطاب وملفات المنتج بعضها مع بعض من خلال الفرش الكربونية لتشكل مع حلقات الموحد الدارة الكهربائية لآلة . وتضم الآلة أيضا الغطاءين الجانبيين لتحمل عمود الدوران من خلال كراسي التحميل على كل جانب من جانبي الآلة بالإضافة لمروحة التبريد وحوامل الفرش الكربونية .

خطوات العمل:

١ حضر العدد والأدوات اللازمة لعملية الفك .

٢ قم بوضع علامة باستخدام السنبك ومطرقة البلاستيك على جسم المحرك وعلى الغطاءين لمساعدتك في عملية التركيب لاحقاً .

٣ باستخدام الأداة المناسبة فك البراغي على جانبي المحرك كما هو مبين في الشكل (١-٢) .

٤ قم بإزالة الفرش الكربونية من حواملها برفع الزنبرك الضاغط عليها باستخدام مفك .

٥ ضع البراغي في مكان مناسب .

٦ قم بإزالة أي دسره(قطعة حديد مستطيلة الشكل) تعيق خروج غطاء المحرك .

٧ قم بإزالة غطاء المحرك من الجهة الحرة .

٨ قم بإزالة أي قفل محيط بكراسي التحميل .

٩ قم بالطرق على محور الدوران بوساطة مطرقة بلاستيك وذلك لإخراج العضو الدوار .

١٠ تفقد ملفات العضو الدوار وملفات المجال للتعرف عليها ، وكذلك الفرش الكربونية . ويبين الشكل(٢-٢) أجزاء محرك تيار مستمر مرتبة بعد الفك .

١١ قم بتجميع المحرك بالخطوات العكسية المبينه في الشكل (٢-٣) الآتية :

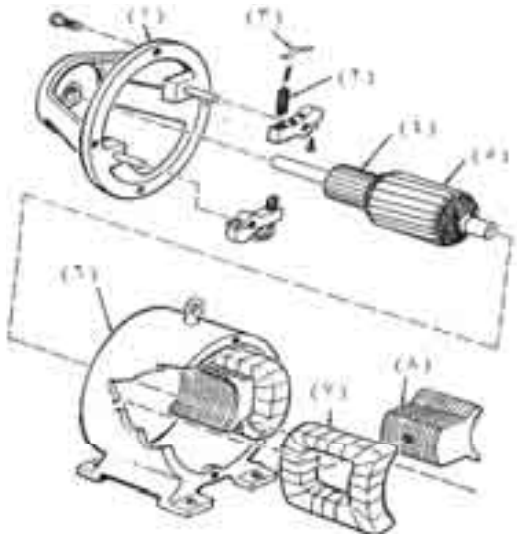
أ أدخل العضو الدوار في العضو الثابت حتى يرتكز في وضعه الأصيل .

ب ركب الأغطية الجانبية للآله مع مراعاة تطابق العلامات بعضها مع بعض .

جـ أعد تركيب الفرش الكربونية في مكانها وثبت الزنبرك الضاغط على الفرش .

د أتم عمليات الشد والمعا يره النهائية .

الشكل (٢-١) : فك براغي تثبيت محرك تيار مستمر



(١) غطاءين جانبيان (٢) فحمات
(٣) زنبرك ضاغط (٤) موحد
(٥) عضو الإنتاج (٦) الهيكل
(٧) ملفات الأقطاب (٨) قطب مجال

الشكل (٢-٢): أجزاء محرك تيار مستمر مرتبة بعد الفك

الشكل (٢-٣): فك وتجميع آلة تيار مستمر

التقويم:

- ما هي الأجزاء الرئيسة التي تتكون منها آلة التيار المستمر؟
- ما هي الأجزاء التي تمثل الدارة الكهربائية والأجزاء التي تمثل الدارة المغناطيسية لآلة التيار المستمر؟
- ما هي وظيفة الموحد في آلة التيار المستمر؟
- ما هي وظيفة الفرش الكربونية؟ وممّ تصنع؟ ولماذا؟
- ما هي وظيفة الهيكل في العضو الساكن لآلة التيار المستمر؟ ممّ يصنع؟ ولماذا؟
- كيف يمكن التأكد من صلاحية منتج آلة تيار مستمر للعمل بالنظر؟
- ما هو السبب في سرعة اهتراء الفرش الكربونية وكذلك اهتراء الحلقات النحاسية المشكلة للموحد؟
- كيف يمكن التأكد من لزوم تغيير كراسي التحميل لمحرك آلة تيار مستمر؟ وما هي طريقة تحديد مواصفاتها؟
- ما هي أهمية وضع علامة على كل من الجزء الساكن وأغطية المحرك الجانبية عند فك وإعادة تجميع آلة تيار مستمر؟

التمرين الثالث: فحص منتج آلة تيار مستمر

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على جهاز فحص الزوام الكهربائي لفحص دارات القصر بين ملفات المنتج .
- تفحص دارات القصر في منتج آلة تيار مستمر .
- تفحص الدارات المفتوحة في لمنتج آلة تيار مستمر .

الأجهزة /الأدوات:

- جهاز الزوام الكهربائي .
- جهاز الأوميتر .
- جهاز الفولتميتر .
- مصدر تيار مستمر (٠-٣٠) فولت .
- مصباح كهربائي يعمل على جهد مستمر .
- مصدر تيار متناوب .
- صندوق عدة .
- مفكات ومفاتيح مختلفة .

المعلومات الأساسية:

لقد تعرفت في التجربة السابقة على الأجزاء المختلفة لآلة التيار المستمر، وتعرفت على أنها تحتوي على مجموعتين من الملفات تسمى إحداها ملفات الأقطاب أما الأخرى فتسمى ملفات المنتج . وتتصل عادة ملفات الأقطاب مع ملفات المنتج بعدة طرق مختلفة تبعاً لطبيعة الآلة، وإذا ما أردنا أن نفحص منتج آلة تيار مستمر وصلاحيته للعمل أو ما إذا قد حصل به عطل ما فلا بد من فصل ملفات الأقطاب عن ملفات المنتج بعد فك الآلة حتى يتسنى لنا اجراء هذا الفحص . وكذلك الحال إذا ما أردنا أن نتأكد من سلامة العضو الدوار الذي يحتوي على ملفات المنتج من أن جميع ملفاتة تتصل بحلقات الموحد أو إذا ما قد حصل قصر لأحد ملفاته نتيجة لحدوث شرارة كهربائية ادت إلى ذوبان إحدى حلقات الموحد أو إلى حدوث قصر بين حلقتين من حلقاتة، أو إذا ما قد حصل تماس ما بين عمود دوران الآلة مع إحدى حلقات الموحد .

حيث يبين الشكل (٣-١) جهاز الزوام الكهربائي الذي يتكون من قلب مصنوع من شرائح معزولة ومضغوطة بعضها فوق بعض على شكل حرف (*H*) مقصوص الجزء الأعلى منه لوضع المنتج بداخلة، ويلف على قلبه ملف تغذى أطرافه بالتيار المتناوب . ويستخدام جهاز الزوام الكهربائي لفحص دارة القصر بين ملفات المنتج نفسها .

الشكل (٣-١): جهاز الزوام الكهربائي

خطوات العمل:

إن أهم الفحوصات اللازمة لفحص منتج آلة تيار مستمر وخطوات إجرائها، تشمل:

فحص دارة القصر لمنتج آلة التيار المستمر:

١ اختر منتج آلة تيار مستمر.

٢ ضع منتج آلة التيار المستمر داخل جهاز الزوام الكهربائي كما في الشكل (٣-٢).

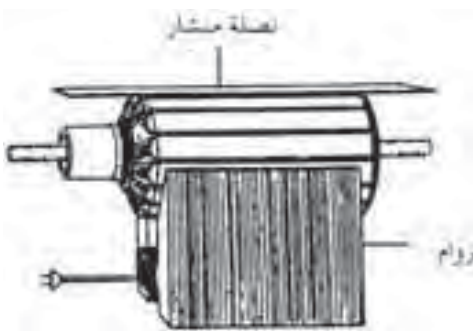
٣ ضع نصلة منشار يدوي على المجرى العلوي.

٤ صل جهاز الزوام الكهربائي بمصدر أحادي الطور.

٥ لاحظ ماذا يحدث لنصلة المنشار.

٦ دوّر المنتج لتصبح النصلة على مجرى آخر، ثم سجل ماذا يحدث لها.

٧ أعد الخطوة السابقة لتختبر جميع مجاري المنتج بنفس الطريقة، ثم سجل ماذا يحدث للنصلة.



الشكل (٣-٢): فحص دارة القصر بين ملفات المنتج

فحص التماس بين حلقات الموحد لآلة تيار مستمر :

ويستخدم لهذا الفحص مصباح كهربائي يعمل على جهد مستمر . حيث يوصل أحد أطراف مصدر تيار مستمر مع إحدى حلقات الموحد في حين يوصل الطرف الآخر عبر مصباح كهربائي على التوالي مع حلقات الموحد الأخرى على الترتيب لفحص أي تماس كهربائي بينها من خلال اضاءة المصباح .

والخطوات هي :

١ استخدم منتج آلة التيار المستمر السابق في الخطوات الآتية .

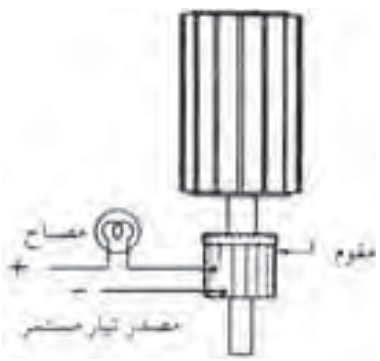
٢ ثبت أحد أطراف مصدر تيار مستمر على حلقة منتج آلة التيار المستمر .

٣ صل مصباحاً كهربائياً يعمل بالتيار المستمر مع الطرف الآخر لمصدر التيار المستمر ، كما هو مبين في الشكل (٣-٣) .

٤ أغلق المفتاح الكهربائي ليسري التيار الكهربائي .

٥ سجل ماذا يحدث للمصباح الكهربائي .

٦ أكمل فحص باقي حلقات الموحد بنفس الطريقة السابقة ، ثم سجل ماذا يحدث للمصباح في كل مرة تدير فيها الطرف الحر المتصل مع المصباح وحلقات المنتج .



الشكل (٣-٣) : فحص التماس بين حلقات الموحد

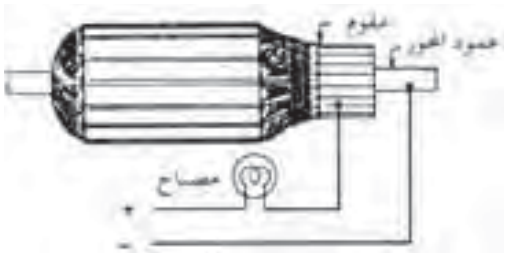
فحص التماس بين حلقات الموحد ومحور الدوران :

١ ثبت أحد أطراف المصدر الكهربائي مع عمود الدوران مباشرة .

٢ صل الطرف الآخر لمصدر التيار المستمر مع مصباح كهربائي على التوالي ومن ثم مع إحدى حلقات الموحد كما في الشكل (٣-٤) .

٣ أغلق المفتاح الكهربائي ليسري التيار الكهربائي ، ثم سجل ماذا يحدث للمصباح الكهربائي .

٤ أكمل فحص باقي حلقات الموحد جميعها ، ثم سجل ملاحظاتك عن اضاءة المصباح .



الشكل (٣-٤) : فحص التماس ما بين حلقات الموحد وعمود الدوران

فحص استمرارية التوصيل لملفات المنتج :

١ اختر منتج آلة تيار مستمر لاجراء هذا الفحص .

٢ قم بتوصيل أحد أطراف جهاز الأوميتر مع إحدى حلقات الموحد .

٣ صل الطرف الآخر لجهاز الأوميتر مع حلقات الموحد الواحدة تلو الأخرى ، ثم افحص قراءة الجهاز ، وسجل القيم التي تحصل عليها .

٤ غير الطرف الثابت لجهاز الأوميتر والمتصل بحلقة الموحد بأخرى ، ثم قم بتوصيل الطرف الحر للجهاز بحلقات الموحد الواحدة تلو الأخرى ، واستمر بهذة العملية حتى تنتهي من جميع حلقات الموحد ، ثم سجل النتائج .

٥ أعط رأيك فيما يتعلق بصلاحية المنتج بعد الانتهاء من فحص جميع ملفات المنتج .

التقويم:

١ عدد الفحوصات الضرورية اللازمة لفحص منتج آلة تيار مستمر للتأكد من صلاحيتة للعمل .

٢ كيف يمكن التأكد من عدم وجود دارة قصر في منتج آلة تيار مستمر؟

٣ كيف يمكن التأكد من عدم وجود دارة مفتوحة في منتج آلة تيار مستمر؟

٤ كيف يمكن التأكد من عدم وجود اتصال بين المنتج لآلة تيار مستمر والأرضي؟

٥ لماذا لا يتم إعادة لف منتج آلة تيار مستمر في كثير من الأحيان في حصول عطل ما فيه ، ويتم استبدالة بآخر جديد غالباً؟

التمرين الرابع: تشغيل المحرك من مصدري تغذيه منفصلين وعكس اتجاه الدوران

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على محرك تيار مستمر ذي إثارة منفصلة .
- توصل مقاومة متغيرة مع دارة المجال (الأقطاب) .
- تشغل المحرك ، وتغير قيمة المقاومة بالتدريج للتحكم بسرعة دوران المحرك .
- تعكس اتجاه دوران المحرك ذي الإثارة المنفصلة .

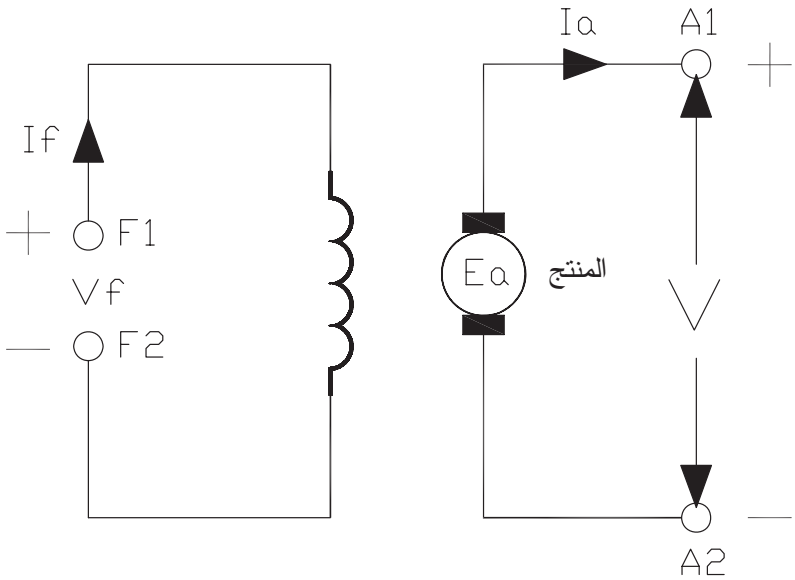
الأجهزة /الأدوات:

- مصدرا تغذية تيار مستمر متغيرا القيم .
- محرك تيار مستمر ذو إثارة منفصلة .
- مقاومه متغيرة .
- وسائل حماية ماسبة للأحمال .
- جهاز أميتر عدد ٢ .
- جهاز فولتميتر عدد ٢ .
- مفتاح تشغيل أحادي القطب .

المعلومات الأساسية:

يحتاج محرك التيار المستمر ذو الإثارة المنفصلة المبين في الشكل (٤-١) إلى مصدري تغذية لدورانه ، حيث يوصل مصدر تغذية مع ملفات الأقطاب (المجال) ، في حين يوصل مصدر تغذية آخر مع ملفات المنتج ، ويمكن التحكم بالتدفق المغناطيسي المتولد من ملفات الأقطاب من خلال إضافة مقاومة متغيرة على التوالي مع ملفات الأقطاب ، وتوصل وسائل حماية مناسبة مع كل من ملفات الأقطاب وملفات المنتج لحماية المحرك ، ويراعى أن يتم توصيل ملف المجال بالمصدر قبل توصيل دارة المنتج ، وعند الإيقاف يتم فصل دارة المنتج أولاً ثم فصل دارة الإثارة .

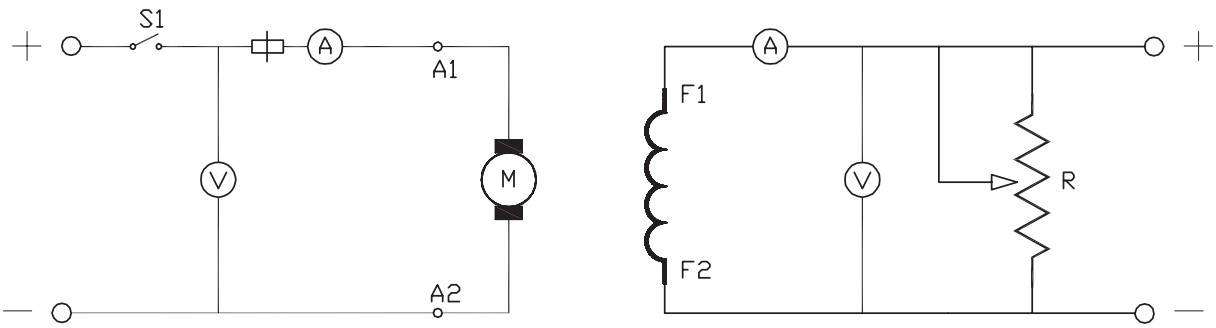
ويتم عكس اتجاة دوران المحرك عن طريق عكس توصيل أطراف ملفات المجال مع المصدر مع تثبيت أطراف ملفات المنتج أو العكس .



الشكل (٤-١): محرك تيار مستمر ذو إثارة منفصلة

خطوات العمل:

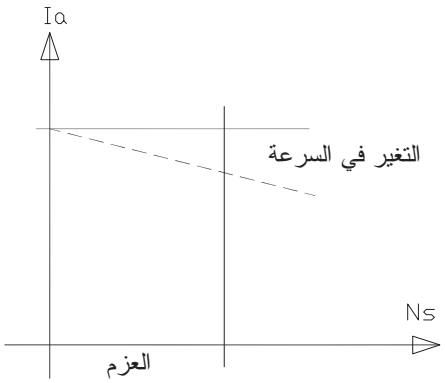
- قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينه في الشكل (٤-٢).
- أغلق المفتاح أحادي القطب *(S1)* أولاً المتعلق بجهد الإثارة.
- أغلق المفتاح الكهربائي رقم (٢) المرتبط بملفات المنتج.
- شغل المحرك مع تغيير قيمة المقاومة المتغيرة، ثم سجل قيم كل من تيار الأقطاب وتيار المنتج للمحرك مع تغيير قيمة المقاومة المتغيرة، ثم سجل قيم كل من تيار الأقطاب وتيار المنتج وجهد الأقطاب في الجدول (٤-١).
- سجل قيم سرعة المحرك في الجدول (٤-١) وذلك باستخدام جهاز التاكوميتر كما هو موضح في الجدول للقيم المختلفة للمقاومة.
- حاول أن ترسم العلاقة مابين تيار المنتج وسرعة المحرك كما في الشكل (٤-٣).



الشكل (٤-٢): تشغيل محرك تيار مستمر ذي إثارة منفصلة وعكس اتجاة دورانه

قيمة المقاومة المتغيرة (Ω)	جهد الأقطاب (V1)	جهد المنتج (V2)	تيار الأقطاب (A)	تيار المنتج (A)	سرعة الدوران (RPM)

الجدول (٤-١): قراءات أجهزة القياس



الشكل (٤-٣): العلاقة ما بين السرعة وتيار المنتج لمحرك تيار مستمر ذي إثارة منفصلة

التقويم:

- ما هي أهمية وجود ملفات الإثارة في محركات التيار المستمر عامة؟
- لماذا سمى هذا النوع من محركات التيار المستمر بمحرك الإثارة المنفصلة؟
- لماذا يحتاج محرك الإثارة المنفصلة إلى مصدري جهد مستمرين وليس إلى مصدر واحد فقط؟
- ما هي أهمية وجود مقاومة متغيرة متصلة على التوالي مع ملفات الأقطاب (المجال) في محرك الإثارة المنفصلة؟
- بماذا يختلف محرك الإثارة المنفصلة عن مولد الإثارة المنفصلة لآلات التيار المستمر؟
- اذكر بعض التطبيقات التي يستخدم فيها محرك الإثارة المنفصلة في الحياة العملية .
- كيف يمكن الحصول على مصدر جهد مستمر لتشغيل هذا المحرك إذا توفر فقط مصدر جهد أحادي الطور؟ ارسم الدارة اللازمة لذلك مع طريقة توصيل المحرك بها .
- كيف يتم عكس اتجاه دوران المحرك ذي الإثارة المنفصلة؟

التمرين الخامس: تشغيل محرك تيار مستمر ذي إثارة ذاتية من نوع توالٍ وعكس اتجاه الدوران

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

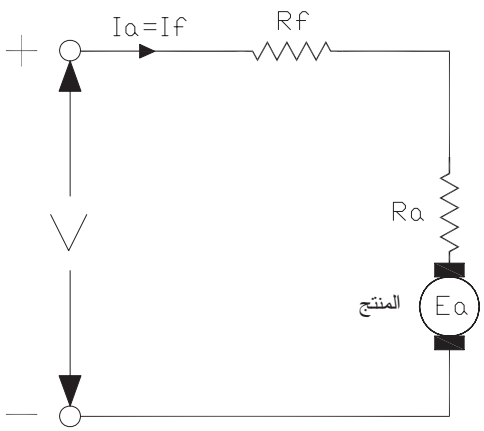
- تتعرف على محرك التيار المستمر نوع توالٍ .
- تشغل محرك التيار المستمر نوع توالٍ .
- تعكس اتجاة دوران المحرك .

الأجهزة /الأدوات:

- مصدر تغذية تيار مستمر ومتغير القيم .
- محرك تيار مستمر ذو إثارة ذاتية نوع توالٍ يعمل على جهد *220V* .
- وسائل حماية مناسبة .
- مفتاح تشغيل أحادي القطب .
- أجهزة قياس تيار وجهد .

المعلومات الأساسية:

يعدّ محرك التيار المستمر نوع توالٍ المبين في الشكل (٥-١) من محركات التيار المستمر ذي الإثارة الذاتية، حيث توصل ملفات الأقطاب على التوالي مع ملفات دارة المنتج، وهذا ما يجعل المحرك يعتمد بشكل أساسي على التيار المسحوب من الحمل، وبالآتي يجعلة مناسباً للأحمال التي تحتاج إلى عزم بدء كبير، حيث يكون التيار كبيراً جداً عند بدء حركته . إلا أن عزم المحرك يعتمد بشكل كبير على قدرة الحمل المتصل به . ويستعمل هذا المحرك في السيارات كمحرك بدء الحركة، وفي القطارات وغيرها من التطبيقات العملية . وتتميز محركات التيار المستمر بشكل عام بسهولة التحكم بسرعتها كما سترى لاحقاً .



الشكل (٥-١): محرك تيار مستمر نوع توالٍ

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينه في الشكل (٥-٢).

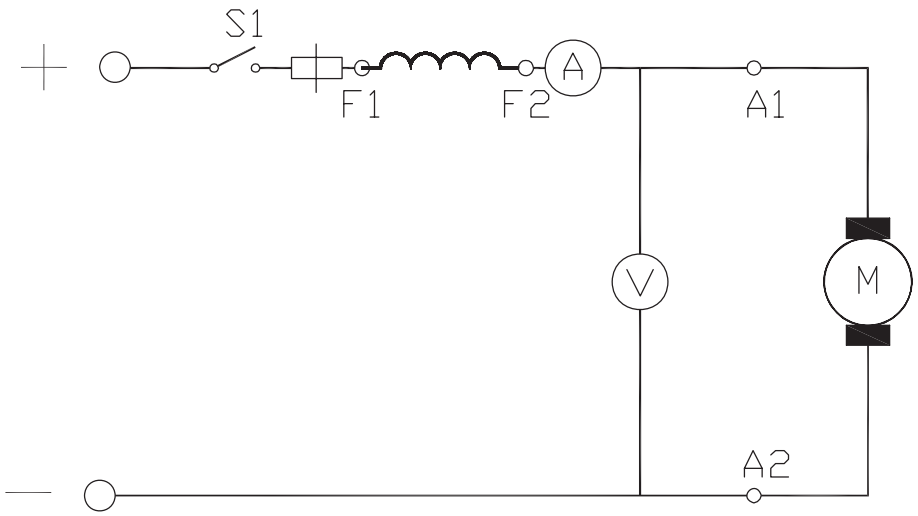
٢ قم بإغلاق المفتاح الكهربائي أحادي القطب *(S1)*.

٣ قم بتغيير جهد المنبع تدريجياً (عن طريق زيادة قيمة المقاومة المتغيرة) كما في الجدول (٥-١). ثم سجل مقدار التيار المسحوب من المحرك في كل حالة تقوم بها بتغير قيمة الجهد.

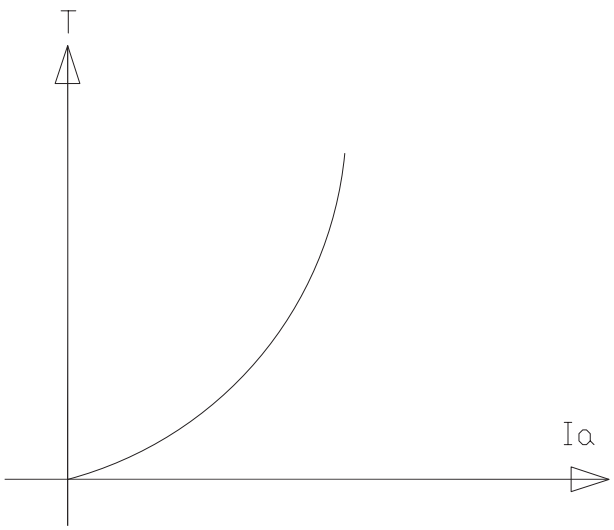
٤ استخدم جهاز التاكوميتر لتسجيل مقدار السرعة للمحرك عند كل قيمة للجهد. سجل هذة القيم في الجدول (٥-١).

٥ اعكس اتجاه دوران المحرك عن طريق عكس توصيل ملفات الأقطاب أو ملفات المنتج.

٦ ارسم شكل العلاقة ما بين السرعة وتيار المنتج كما هو الحال في الشكل (٥-٣)، والتي تمثل العلاقة ما بين العزم وتيار المنتج.



الشكل (٥-٢): توصيل وتشغيل محرك تيار مستمر نوع توالٍ مع مصدر تيار مستمر متغير القيم



الشكل (٥-٣): العلاقة مابين السرعة وتيار المنتج لمحرك توالٍ

قيمة المقاومة المتغيرة *(Ω)*	جهد التشغيل *(V1)*	جهد المنتج*(V2)*	تيار الأقطاب(المنتج) *(A)*	سرعة الدوران *(RPM)*
	100			
	110			
	120			
	130			

الجدول (٥-١): قراءات أجهزة القياس

التقويم:

- ماذا يمثل التيار المسحوب من المحرك بالنسبة لتيار المنتج وتيار الأقطاب لمحرك التوالي؟
- على ماذا يعتمد تيار الحمل في محرك التوالي؟
- كيف يمكن تغير سرعة محرك التوالي؟
- على ماذا تحتوي الدارة الإلكترونية التي تتحكم بجهد المنبع لمحرك التوالي؟ اذكر أهم عناصرها .
- ما الذي يجعل محرك التوالي مناسباً للتطبيقات التي تحتاج لعزم بدء حركة كبير نسبيا؟ اذكر بعض من هذة التطبيقات .
- ما هي العلاقة التي تربط سرعة محرك التوالي بالعزم؟
- كيف يتم عكس اتجاه دوران محرك التوالي؟

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

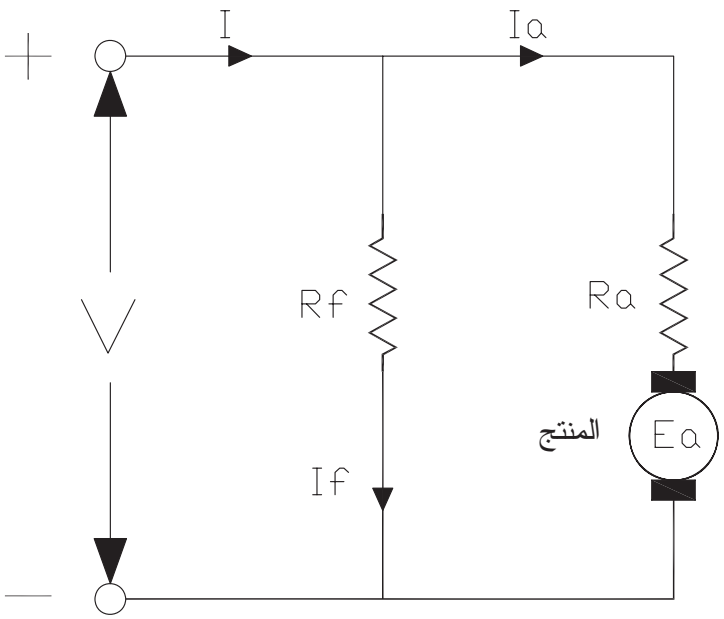
- تتعرف على محرك التيار المستمر من نوع التوازي .
- تشغل محرك التيار المستمر من نوع التوازي .
- تغير سرعة محرك التوازي باستخدام الطرق المتبعة لذلك .
- تعكس اتجاة دوران المحرك .

الأجهزة /الأدوات:

- مصدر تغذية تيار مستمر ومتغير القيم .
- محرك تيار مستمر ذي إثارة ذاتية نوع توازٍ .
- مقاومه متغيرة .
- وسائل حماية مناسبة .
- مفتاح تشغيل أحادي القطب .
- أجهزة قياس تيار وجهد .

المعلومات الأساسية:

يشبه محرك التيار المستمر نوع التوازي محرك الإثارة المنفصلة لآلة التيار المستمر من ناحية خواص كل منهما ، لذلك يمكن استعمال أي منهما لتطبيقات الآخر ، إلا أنه يتميز عن المحرك ذي الإثارة المنفصلة في أن ملفات المجال (الأقطاب) لا تحتاج إلى مصدر خارجي لتغذيتها وإنما يستعاض عن ذلك بما يسمى بالمغناطيسية المتبقية في الآلة ، وبالمقابل فإن تيار الحمل للمحرك يأخذ نصيبا من تيار المصدر في حين يذهب النصيب الآخر إلى ملفات الأقطاب . وكما يظهر في الشكل (٦-١) ، فانه يمكن التحكم بسرعة محرك التوازي بوساطة التحكم بمقاومة ملفات المنتج وذلك بإضافة مقاومة على التوالي مع ملفات الأقطاب (المجال) أو عن طريق التحكم بالجهد المطبق على أطراف ملفات المنتج ، وخاصة في المحركات صغيرة الحجم . ويعدّ كل من محرك التوازي ومحرك الإثارة المنفصلة من أفضل محركات التيار المستمر التي يمكن اختيارها والتي تحتاج إلى مدى واسع من التحكم بسرعة المحرك إما باستخدام إحدى الطرق السابقة أو كليهما معاً .



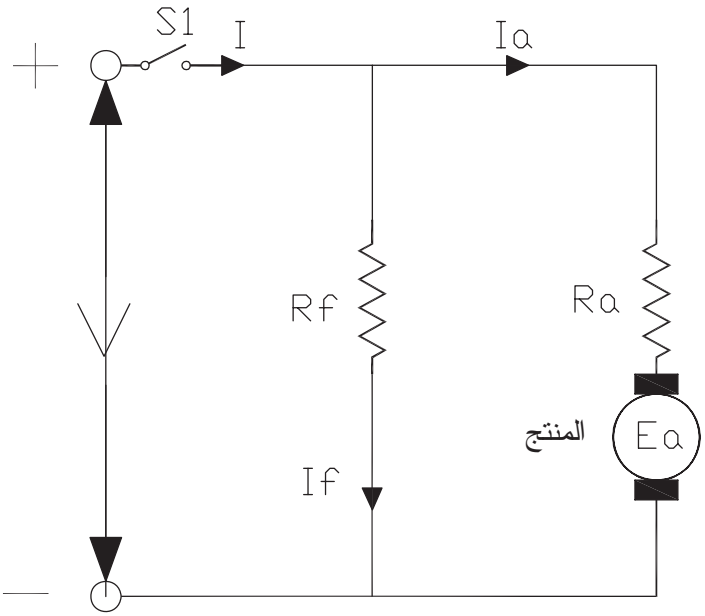
الشكل (٦-١): محرك تيار مستمر نوع توازٍ

خطوات العمل :

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٦-٢) أو كما في الشكل (٦-٥).

٢ أغلق المفتاح أحادي القطب.

٣ قم بقياس سرعة دوران المحرك باستخدام جهاز قياس السرعة (التاكوميتر) المبين في الشكل (٦-٣)، ثم سجلها.



الشكل (٦-٢): تشغيل محرك تيار مستمر نوع توازٍ

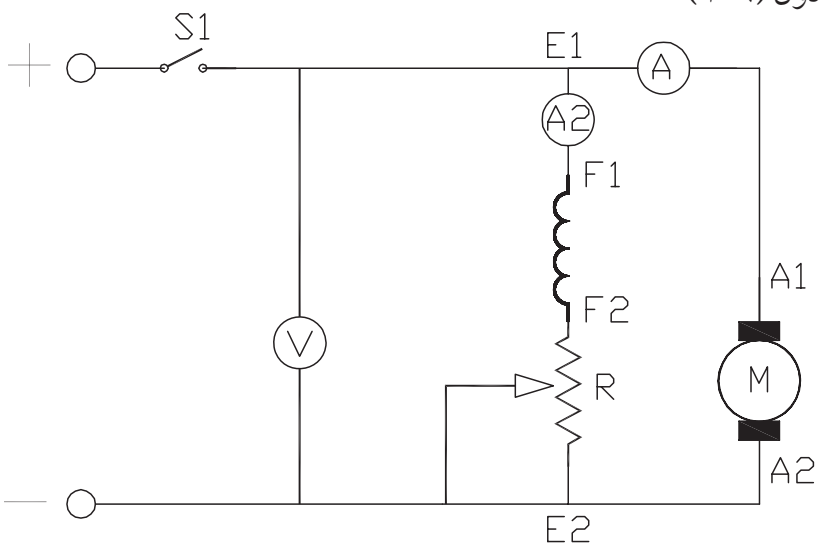
الشكل (٦-٣): جهاز قياس السرعة (التاكوميتر)

٤ قم بتوصيل أجهزة أميتر على التوالي مع المقاومة المتغيرة، ومع ملفات المنتج لتسجيل تيار الأقطاب وتيار المنتج، وكذلك جهاز فولتميتر كما هو موضح في الشكل (٦-٤).

٥ قم بزيادة قيمة المقاومة المتغيرة المتصلة مع ملفات الأقطاب تدريجياً مسجلاً كل القيم كما في الجدول (٦-١)، ومن ثم سجل سرعة المحرك باستخدام التاكوميتر كما هو مبين في الجدول.

٦ اعكس اتجاه دوران المحرك كما هو الحال في المحرك التوالي سابقاً.

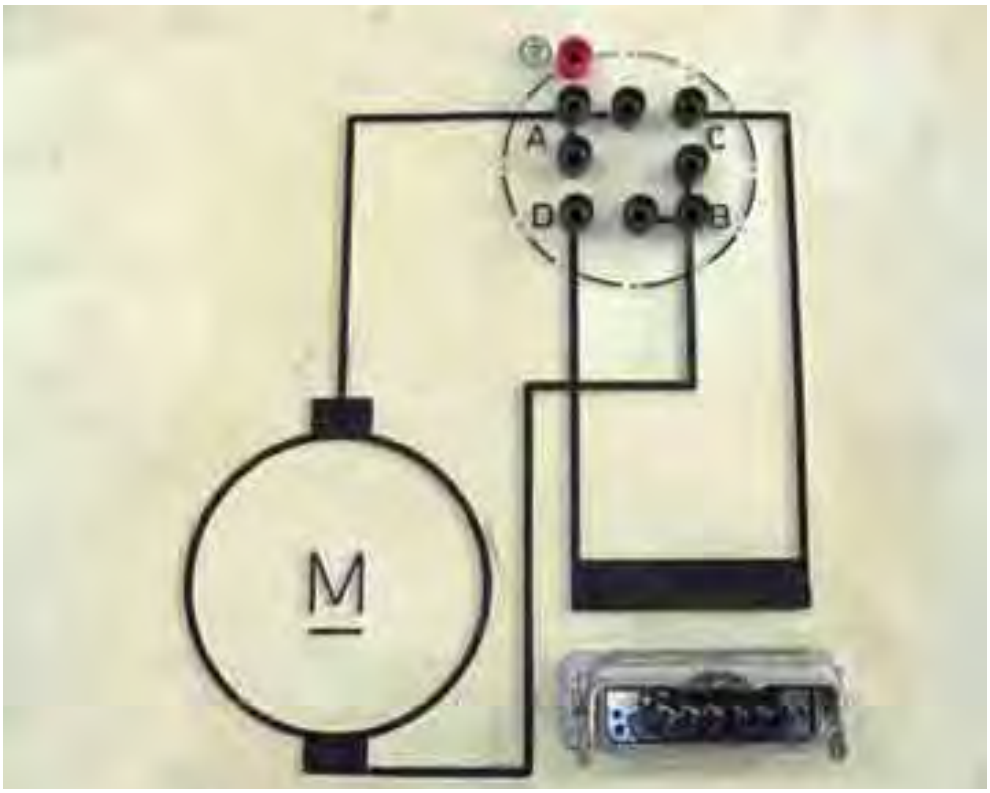
٧ حاول أن ترسم العلاقة ما بين سرعة المحرك وتيار الأقطاب كما في الشكل (٦-٦)، من خلال القيم في الجدول (٦-١)



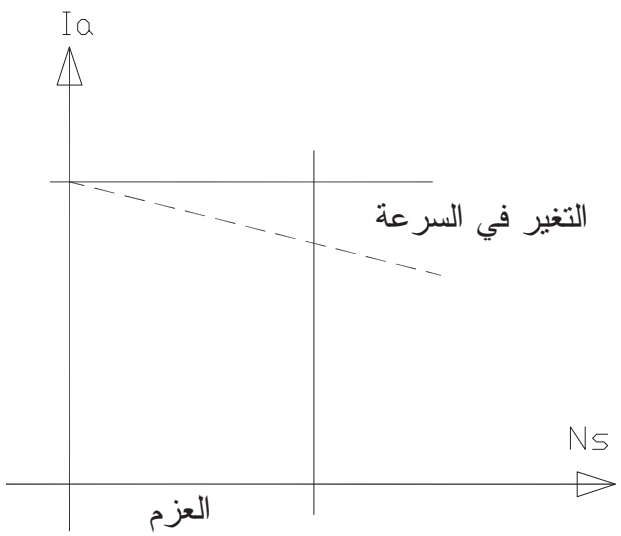
الشكل (٦-٤): توصيل أجهزة قياس مع محرك التوازي ومقاومة متغيرة مع ملفات الأقطاب

قيمة المقاومة المتغيرة *(Ω)*	جهد التشغيل *(V1)*	جهد المنتج*(V2)*	تيار الأقطاب(المنتج) *(A)*	سرعة الدوران *(RPM)*

الجدول (٦-١): قراءات أجهزة القياس



الشكل (٦-٥): لوحة توصيل محرك التوازي مع مصدر جهد تيار مستمر



الشكل (٦-٦): العلاقة بين السرعة والعزم لمحرك توازٍ

التقويم:

- بماذا يختلف محرك التوازي عن محرك الإثارة المنفصلة؟
- ما هي العلاقة التي تربط السرعة بالعزم لمحرك التوازي؟
- كيف يمكن التحكم بسرعة محرك التوازي؟ ما هي أهم الطرق لذلك؟
- ما هي الميزة الأساسية التي يتميز بها محرك التوازي عن محرك التوالي؟
- ما هي التطبيقات التي تناسب استخدام محرك التوازي؟
- عند إضافة مقاومة على التوالي مع ملفات الأقطاب لمحرك ما، ماذا تتوقع أن يحدث للخسائر الحديدية لهذا المحرك؟ هل يؤثر هذا على درجة حرارة الملفات؟
- ما هو تأثير زيادة مقاومة ملفات الأقطاب على كل من :

١- تيار الأقطاب ٢- التدفق المغناطيسي ٣- القوة الدافعة الكهربائية العكسية

٤- تيار المنتج ٥ - العزم

التمرين السابع: توصيل محرك ذي إثارة منفصلة مع أحمال مختلفة

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على محرك تيار مستمر ذي إثارة منفصلة .
- تشغل محرك تيار مستمر ذي إثارة منفصلة .
- تغير سرعة المحرك باستخدام الطرق المتبعة لذلك .

الأجهزة /الأدوات:

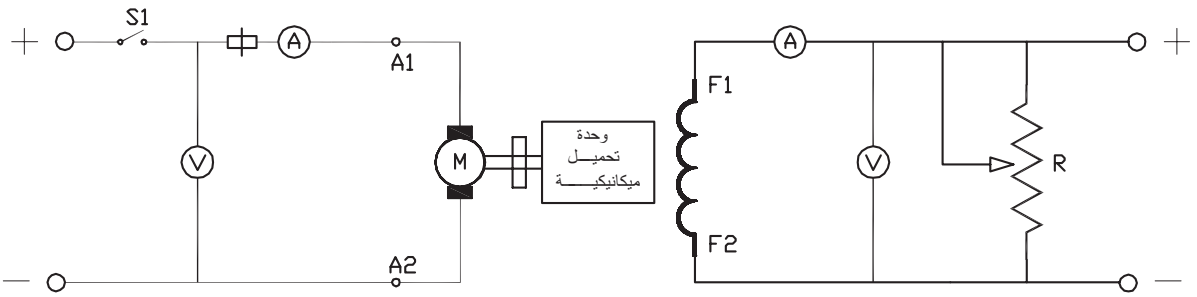
- مصدر تغذية تيار مستمر ومتغير القيم .
- مصدر تغذية ثابت القيمة .
- محرك تيار مستمر ذو إثارة منفصلة .
- مقاومه متغيرة .
- وسائل حماية مناسبة .
- مفتاح تشغيل أحادي القطب .
- أجهزة قياس تيار وجهد .
- حملان ميكانيكيان .

المعلومات الأساسية:

كما مر معك سابقا، فإن سرعة محرك التيار المستمر تتناسب تناسباً طردياً مع جهد المصدر وعكسياً مع التدفق المغناطيسي، إلا أن التدفق المغناطيسي في حالة محرك التيار المستمر ذي الإثارة المنفصلة يبقى تقريباً ثابتا ما دام جهد المنبع كذلك . ويتم التحكم بسرعة محرك التيار المستمر عادة بإحدى الطرق الآتية :

- زيادة جهد المصدر تؤدي إلى زيادة سرعة دوران محرك التيار المستمر والعكس صحيح .
- تغير تيار التغذية (عن طريق تغيير التدفق المغناطيسي باستعمال مقاومة متغيرة على التوازي مع دارة ملفات الأقطاب) كما هو مبين في الشكل (٧-١)، والعلاقة عكسية .
- توصيل مقاومة متغيرة على التوالي مع ملفات المنتج لتغير سرعة دوران المحرك .

ويجب عدم السماح لتيار التغذية في هذه الحالة من الانقطاع أو الهبوط لقيمة صغيرة لما في ذلك من خطورة . كما ويجب أن يتم توصيل ملفات الأقطاب في حالة محرك الإثارة المنفصلة بمصدر الجهد قبل توصيل ملفات المنتج عند التشغيل، أما عند الإيقاف فيتم فصل المنتج أولاً (لماذا؟) . وتشبة الخواص التشغبأتية لمحرك التيار المستمر ذي الإثارة المنفصلة الخواص التشغبأتية لمحرك التيار المستمر نوع التوازي .



الشكل(٧-١): توصيل مقاومة متغيرة على التوازي مع ملفات الأقطاب للتحكم بسرعة المحرك

خطوات العمل :

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٧-١). قم بتوصيل أجهزة قياس التيار والجهد كما مبين.

٢ قم بتوصيل مصدري جهد مناسبين لطبيعة المحرك (وحسب اللوحة الاسمية له) مراعياً توصيل ملفات الأقطاب بالمصدر قبل توصيل ملفات المنتج مع توصيل أجهزة الحماية المناسبة لذلك، ثم ثبت الجهد على أطراف المنتج.

٣ أغلق المفتاح الكهربائي *(S1)* المبين في الشكل(٧-١).

٤ سجل قيم كل من تيار المنتج وتيار الأقطاب وجهد كل منهما في الجدول مبيناً قيمة المقاومة المتغيرة عند تلك القيم، سجل هذه القيم في الجدول (٧-١).

٥ استخدم جهاز التاكوميتر لقياس سرعة المحرك عند القيمة التي اخترتها للمقاومة المتغيرة ثم سجلها في الجدول (٧-١).

٦ ابدأ بتغير قيم المقاومة المتغيرة بانتظام، وسجل قيمها في كل حالة، وكذلك سجل قيم كل من التيار والجهد لكل من ملفات الأقطاب وملفات المنتج في الجدول (٧-١).

٧ قم بفصل الجهد على أطراف المنتج أولاً، وبعدها افصل الجهد على أطراف ملفات الأقطاب.

٨ سجل ملاحظاتك عن علاقة سرعة دوران المحرك وقيم المقاومة التي دونتها في الجدول (٧-١).

٩ ارسم العلاقة التي تربط مابين قيمة جهد المصدر على أطراف ملفات الأقطاب وسرعة دوران الآلة.

١٠ اعكس اتجاه دوران الآلة عن طريق عكس توصيل ملفات الأقطاب بالنسبة لمصدر التغذية المرتبط بها.

قيمة المقاومة المتغيرة *(Ω)*	جهد التشغيل *(V1)*		جهد المنتج *(V2)*	تيار الأقطاب *(A)*	تيار (المنتج) *(A)*	سرعة الدوران *(RPM)*
	الجهد على أطراف المنتج	الجهد على أطراف الأقطاب				

الجدول (٧-١): قراءات أجهزة القياس

التقويم:

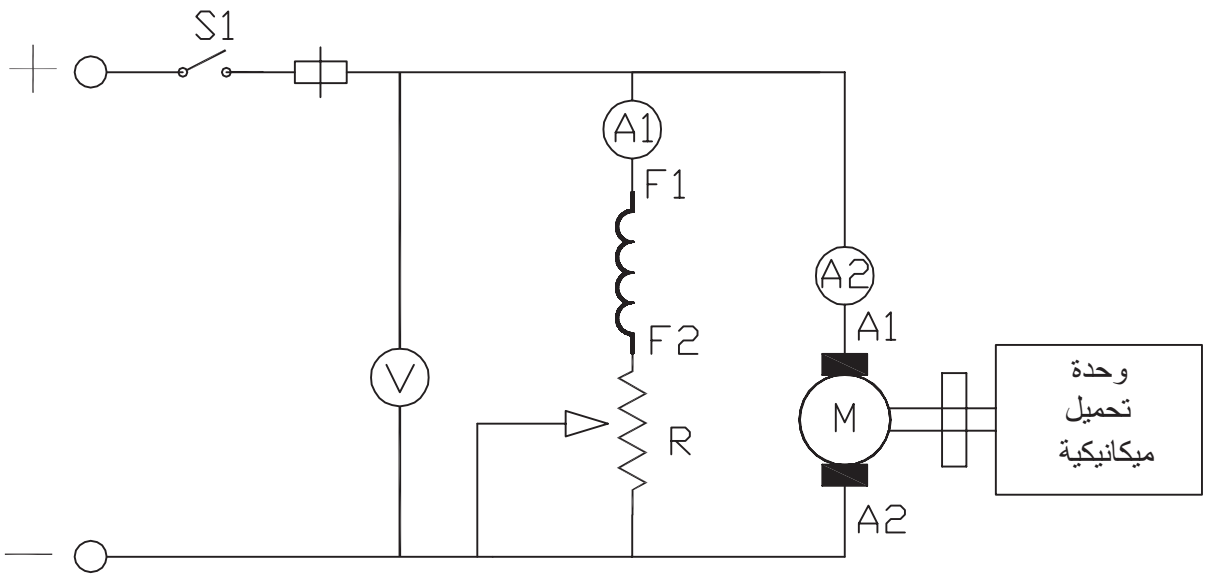
١ كيف يمكن التحكم بسرعة محركات التيار المستمر؟ اذكر الطرق المختلفة لذلك .

٢ ما هي وظيفة المقاومة المتغيرة في الشكل (٧-١)؟

٣ لماذا يجب تثبيت الجهد على أطراف ملفات المنتج في هذه الحالة؟ وهل من الممكن تغير الجهد على أطراف كل من ملفات الأقطاب وملفات المنتج معاً؟ حاول أن تفسر ماذا يحدث في هذه الحالة .

٤ ما هي المميزات التي يتمتع بها محرك الإثارة المنفصلة؟ وهل بشبه محرك التوازي من حيث الخواص؟

٥ قم بتوصيل الشكل (٧-٢) مراعياً توصيل وسائل الحماية المناسبة وجهد التشغيل للمحرك، وقم بتغير قيمة المقاومة المتغيرة المبينة في الشكل وسجل قراءات أجهزة القياس في جدول مشابه للجدول (٧-١)، ثم حاول أن تستنتج خواص هذا المحرك . اكتب ملاحظاتك .



الشكل(٧-٢): محرك تيار مستمر نوع توازٍ واستنتاج خواصه

التمرين الثامن: توصيل محرك ذي إثارة توالٍ مع أحمال مختلفة

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- توصل محركاً للتيار المستمر نوع توالٍ مع حملين ميكانيكيين .
- تشغل المحرك نوع التوالي متصلاً بحملين ميكانيكيين .
- تتعرف على خواص محرك التوالي في حالة الحمل .
- ترسم علاقة السرعة بالعزم لمحرك التوالي عند أحمال مختلفة .

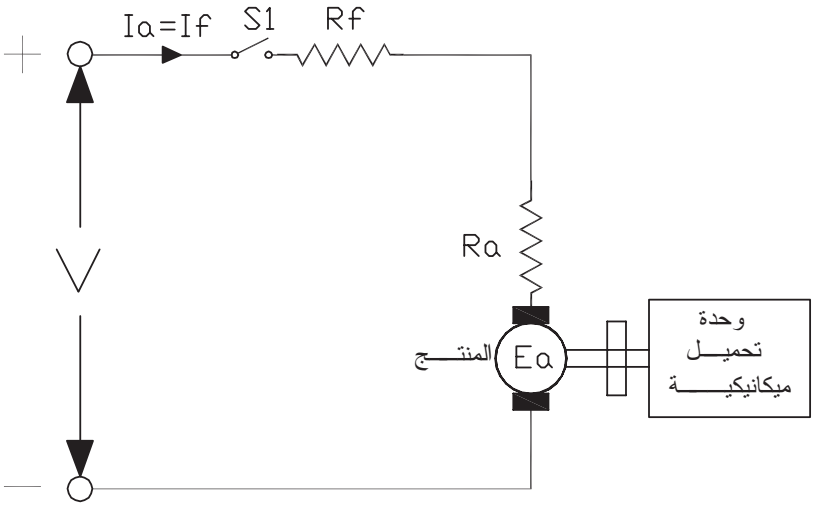
الأجهزة /الأدوات:

- مصدر تغذية تيار مستمر ومتغير القيم .
- محرك تيار مستمر ذو إثارة ذاتية نوع توالٍ يعمل على جهد $٢٢٠V$.
- وسائل حماية مناسبة .
- مفتاح تشغيل أحادي القطب .
- أجهزة قياس تيار وجهد .
- حملان ميكانيكيان .

المعلومات الأساسية:

في حالة محرك التوالي تعتمد قيمة التدفق المغناطيسي على قيمة تيار المنتج حيث إنه كلما زاد التيار زادت قيمة التدفق المغناطيسي، وبالآتي فإن سرعة المحرك تنخفض تبعاً لذلك، ويعتمد تيار المنتج في هذه الحالة على مقدار الحمل الميكانيكي المتصل بالمحرك وبالآتي فإن السرعة تتغير نتيجة تغير الحمل .

وكذلك فإن العزم الميكانيكي الذي يتمتع به الحمل يعتمد إعتماداً كلياً على قيمة التيار المسحوب من المصدر ويتناسب مع مربع تيار المحرك بصورة عامة (قبل مرحلة التشبع المغناطيسي)، لذلك يصلح محرك التوالي لتشغيل الأحمال التي تتطلب عزم بدء عالياً نسبياً كما هو الحال في محرك بدء تشغيل السيارة والقطار الكهربائي والرافعة وغير ذلك من الأحمال الثقيلة . إلا أنه عند انخفاض الحمل على محرك التوالي فإن ذلك يتسبب في انخفاض التيار المسحوب من المصدر مما قد يؤدي إلى زيادة كبيرة في سرعة المحرك إلى الحد الذي قد يشكل خطورة على كل من المحرك والحمل المتصل به ؛ مما يتطلب أن يعمل هذا المحرك دائما مع الحمل باستمرار وينصح بان يكون اتصال عمود محرك التوالي بالحمل الميكانيكي ليس عن طريق اقشطة ناقلة وإنما عن طريق ربط ميكانيكي محكم . والشكل (٨-١) يبين دارة محرك تيار مستمر نوع توالٍ .



الشكل(٨-١): دارة توصيل محرك تيار مستمر نوع توالٍ مع أجهزة قياس

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٨-١). قم بتوصيل أجهزة قياس التيار والجهد كما هو مبين. صل حملين ميكانيكيين مناسبين مع المحرك بشكل جيد.

٢ قم بتوصيل مصدر جهد مناسب لطبيعة المحرك (وحسب اللوحة الاسمية له) مع توصيل أجهزة الحماية المناسبة لذلك.

٣ أغلق المفتاح الكهربائي *(S1)* المبين في الشكل(٨-١).

٤ سجل قيم كل من تيار المنتج وتيار الأقطاب(نفسه في هذه الحالة) وجهد كل منهما في الجدول (٨-١).

٥ قم بتوصيل مقاومة متغيرة على التوالي مع ملفات الأقطاب وسجل القراءات في الجدول (٨-١).

٦ استخدم جهاز التاكوميتر لقياس سرعة المحرك عند القيمة التي اخترتها للمقاومة المتغيرة، ثم سجلها في الجدول (٨-١).

٧ ابدأ بتغير قيم المقاومة المتغيرة بانتظام وسجل قيمها في كل حالة، وكذلك سجل قيم كل من التيار والجهد لكل من ملفات الأقطاب وملفات المنتج في الجدول (٨-١).

٨ سجل ملاحظاتك عن علاقة سرعة دوران المحرك وقيم المقاومة التي دونتها في الجدول (٨-١).

٩ ارسم العلاقة التي تربط مابين قيمة التيار وسرعة دوران الآلة كما تعلمت سابقاً.

١٠ اعكس اتجاه دوران الآلة عن طريق عكس توصيل ملفات الأقطاب بالنسبة لمصدر التغذية المرتبط بها.

قيمة المقاومة المتغيرة (Ω)	جهد التشغيل ($V1$)	جهد المنتج ($V2$)	تيار الأقطاب (A)	تيار المنتج (A)	سرعة الدوران (RPM)

الجدول(٨-١) : قراءات أجهزة القياس لمحرك من نوع توالٍ

التقويم:

- على ماذا تعتمد سرعة محرك تيار مستمر نوع توالٍ؟
- ما هي أهم التطبيقات العملية التي يتم فيها استخدام محرك التوالي؟
- لماذا لا ينصح بتشغيل محرك التوالي بدون حمل؟
- ما أسلم طريقة لتوصيل عمود دوران محرك تيار مستمر نوع توالٍ مع حمل ميكانيكي؟
- كيف يمكن التحكم بسرعة محرك تيار مستمر نوع توالٍ؟
- اذكر أنواع أخرى لمحركات التيار المستمر .
- ارسم العلاقة التي تربط كل من السرعة والعزم بتيار المنتج لمحرك تيار مستمر نوع توالٍ؟
- كيف يتم عكس اتجاه دوران محرك تيار مستمر نوع توالٍ؟

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على الفرش الكربونية .
- تتعرف على طريقة فك وإعادة تركيب الفرش الكربونية .
- تفك فحمات تالفة .
- تستبدل الفحمات التالفة بأخرى جديدة حسب تعليمات ومواصفات الشركة الصانعة .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك تيار مستمر ذو فحمات تالفة .
- فحمات جديدة لها نفس المواصفات التالفة .
- صندوق عدة مناسب .
- مفاتيح مختلفة شق – رنج .
- مفاتيح سداسية الشكل .
- مفكات مختلفة .

المعلومات الأساسية:

تعدّ الفحمة الكهربائية المبينه في الشكل (٩-١) العنصر الضعيف في آلة التيار المستمر حيث تتآكل مع مرور الزمن مما يؤدي إلى توليد قوس ناري حول الموحد، ويجعله يتآكل بصور سريعه ويتلف . وفي هذه الحالة يجب تفقد وتغير الفحمات بشكل دوري حسب مواصفات الشركة الصانعة للمحرك . وللحيلولة دون حدوث تأكل سريع للفحمات يجب ألا تكون تلك الفحمات ملتصقة بقوة على الحلقات (مضغوطة بقوة) النحاسية، وكذلك ألا تكون مرتخية أو ضعيفة الاتصال بالحلقات لكي لا تزيد من شدة الشرارة وبالآتي تآكل حلقات الموحد بسرعة، كما ويجب تفقد حالة الموحد للتأكد من خلو خلوصة (الفتحات التي تحتوي على ملفات المنتج) من أية شوائب عالقة لكي لا تؤدي إلى حدوث دارات قصر بين تلك الملفات مما يستدعي تنظيفها باستمرار . وقد يلجأ أحياناً كثيرة إلى خرط حلقات الموحد من جديد إذا تأكلت بعض الحلقات النحاسية بشكل يتم فيها ازالة طبقة رقيقة جدا (بالملي متر) للمحافظة على الأداء السليم للموحد . أما إذا كان الضرر الذي لحق بحلقات الموحد النحاسية كبيراً فلا بد من تغيرها أو استبدال العضو الدوار بآخر جديد .

الشكل (٩-١): مكان تركيب فحمات آلة تيار مستمر

خطوات العمل:

يتطلب تغير الفحمات اتباع الخطوات الآتية :

- في حالة المحركات التي تسمح طبيعتها بتغير الفحمات مباشرة (ظاهره) يمكن إجراء آلاتي :
- يتم نزع الغطاء الظاهر للفحمات بالأداة المناسبة .
- يتم فك التوصيل الكهربائي بين الفحمة وحاملها .
- يتم سحب الفحمة بتأنٍ وانتباه .
- يتم قراءة الرقم المكتوب على جسم الفحمة .
- تستبدل الفحمة التالفة بأخرى لها نفس الرقم .
- تثبت الفحمة في مكانها وبإحكام، ويعاد البرغي الضاغط عليها إلى مكانه .
- قبل إعادة الغطاء الحامي للفحمة يتم تفقد سطح الموحد الميكانيكي من ناحية تأكله وتراكم طبقه عازلة عليه نتيجة التآكل .
- يتم تنظيف الموحد بوساطة ورق السنفره .
- يتم التأكد من خلو المجاري بين نحاسات الموحد من آية أوساخ أو أجسام غريبة .
- في حالة المحركات التي تحتاج إلى فك الأغطية الجانبية للمحرك بهدف الوصول إلى الفحمات فيجب إجراء الآتي :

أ يتم وضع علامات على كل من جسم المحرك والأغطية .

ب يتم فك الأغطية للوصول إلى مكان الفحمات .

جـ تكرر الخطوات المذكورة في البند السابق والخاصة بعملية استبدال الفحمات وتنظيف الموحد .

د بعد الانتهاء من ذلك يعاد تركيب للأغطية الخارجية في مكانها مع مراعاة العلامات .

التقويم:

١ ما هو السبب في سرعة تأكل الفرش الكربونية في آلة تيار مستمر؟

٢ ما هي أهمية الفرش الكربونية لآلة تيار مستمر؟ وكيف يتم تثبيتها على عمود الدوران؟

٣ كيف تستدل على نوع وأبعاد الفرش الكربونية لآلة تيار مستمر؟

٤ كيف يمكن معالجة الأوساخ التي تعلق بموحد آلة تيار مستمر؟

٥ ما هو السبب في حدوث قصر بين حلقات الموحد النحاسية؟

٦ بين كيف يتم الاستدلال على تأكل وبالآتي استبدال الموحد الميكانيكي لآلة تيار مستمر؟

التمرين العاشر: فك وتركيب كراسي التحميل (حلقات البيأتيا) في المحرك

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تفك محرك تيار مستمر .
- تتفحص كراسي التحميل لمحرك تيار مستمر .
- تغير كراسي التحميل التالفة لمحرك تيار مستمر حسب مواصفات الشركة الصانعة .
- تعيد تجميع الأجزاء المختلفة لمحرك تيار مستمر .
- تشغل المحرك وتتأكد من صلاحية كراسي التحميل بعد تبديلها .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك تيار مستمر له كراسي تحميل تالفة .
- صندوق عدة .
- بريصة مناسبة لطبيعة المحرك .
- مفاتيح شق مختلفة .
- مطرقة بلاستيكية .
- مطرقة حديدية .
- سنبك .
- ملزمة .
- مفاتيح سداسية الشكل .
- كراسي تحميل جديدة .

المعلومات الأساسية:

يصدر عن المحرك أحيانا ضجيج كبير نتيجة عدم الاتزان في الحركة لعمود الدوران ، هذا يدل بشكل قاطع على أن كراسي التحميل(المبينه في الشكل (١٠-١)) التي توازن حركة عمود دوران المحرك أصبحت تالفة مما يتطلب تغيرها ، ويمكن فحص مدى صلاحيتها بتحريك عمود الدوران باليد إلى أعلى وإلى أسفل وملاحظة النتيجة ، وتعدّ كراسي التحميل (أو كما تسمى في سوق العمل – البيل) من العناصر التي تساعد على تثبيت محور دوران المحرك مع الغطاءين الجانبيين للمحرك ، ومع الهيكل التابع للجزء الساكن ، هذا وتتطلب عملية تغييرها فك المحرك وإعادة تجميعه(بالطريقة التي ذكرت في تمرين سابق) بعد تبديلها بأخرى من نفس الشركة الصانعة .

وتصنع كراسي التحميل من الحديد، ويكون لها قطر داخلي يتناسب مع قطر عمود الدوان للمحرك والقطر الخارجي لها يتناسب مع الفتحات الخاصة لها في غطاءي المحرك الجانبيين، ومع بكرات نقل الحركة المركبة على المحور. وتعطى لكراسي التحميل أرقام خاصة من الشركة الصانعه لتدل على الأقطار والأبعاد الخاصة بها، وكذلك لتساعد فني الصيانة على توصيفها عند الشراء لاستبدالها. وتستعمل البريصة لنزعها واستبدالها بالطريقة المبينه في الشكل (١٠-٢).

الشكل (١٠-١): كراسي التحميل لمحرك تيار مستمر

الشكل (١٠-٢): طريقة نزع كراسي التحميل التالفة لاستبدالها بأخرى صالحة باستخدام البريصة

خطوات العمل:

١ حضر العدد والأدوات اللازمة لعملية الفك.

٢ قم بوضع علامة باستخدام السنبك ومطرقة بلاستيكية على جسم المحرك وعلى الغطاءين لمساعدتك في عملية التركيب لاحقاً.

٣ باستخدام الأداة المناسبة فك البراغي على جانبي المحرك.

٤ قم بإزالة الفرش الكربونية من حواملها برفع الزنبرك الضاغط عليها باستخدام مفك.

٥ ضع البراغي في مكان مناسب.

٦ قم بإزالة أي دسرة تعيق من خروج غطاء المحرك.

٧ قم بإزالة غطاء المحرك من الجهة الحرة.

٨ قم بالطرق على محور الدوران بوساطة مطرقة بلاستيك وذلك لإخراج العضو الدوار.

٩ قم بإزالة أي قفل محيط بكراسي التحميل.

١٠ ثبت عمود الدوران على الملزمة بإحكام وبوضع عمودي.

١١ تفحص كراسي التحميل للتأكد من البيله التالفة لملاحظة التأكل أو الاهتزازات.

١٢ سجل رقم البيأتيه المراد تغيرها .

١٣ باستخدام البريصه قم بسحب البيله من مكانها على عمود الدوران وبمساعدة مطرقة البلاستيك للطرق عليها أثناء عملية السحب .

١٤ قم بتركيب بيله لها نفس الرقم والمواصفات على عمود الدوران ، وفي مكان البيلة التالفة وذلك بالطرق على حافتيها بالتناوب للإدخالها في مكانها الأصيل .

١٥ قم بإعادة تركيب أجزاء المحرك كما هو وارد في التمرين الثاني سابقاً .

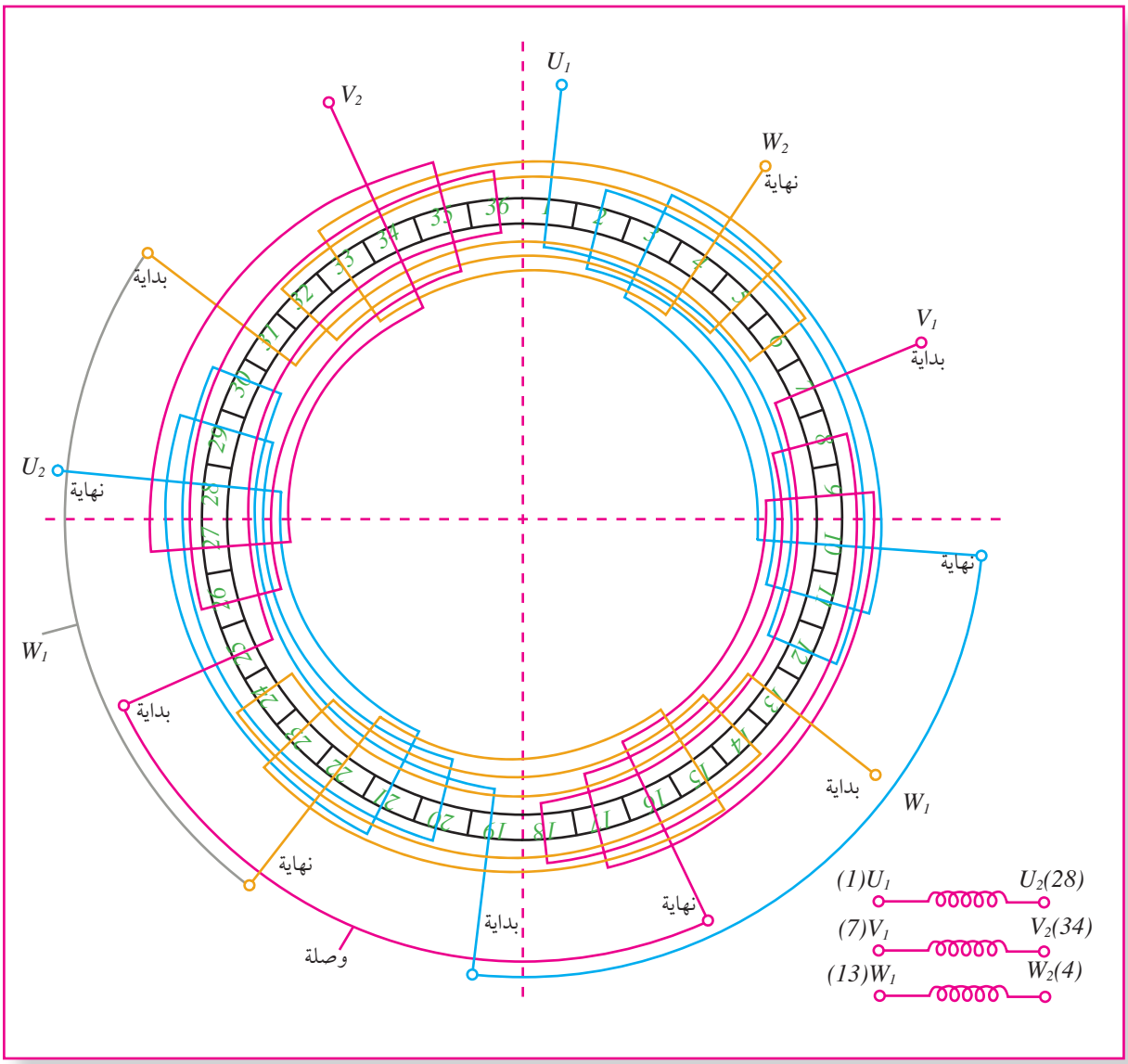
التقويم:

- كيف يمكنك التأكد من أن كراسي التحميل تالفة لمحرك ما؟
- اين يمكن أن تكتب مواصفات كراسي التحميل المراد تغييرها؟
- ما هي الأسباب التي تدعوك إلى الالتزام بنفس نوع كراسي التحميل عند تبديل التالف منها؟
- ما هي الآلة التي تستخدم لنزع كراسي التحميل؟ وما هي الأنواع المختلفة منها من حيث الشكل؟
- لماذا يستحب الضرب بمطرقة بلاستيكية أثناء استخدام البريصة لنزع البيل؟
- ما هي فائدة إضافة الشحمه بين أجزاء البيلة الجديدة بعد تركيبها؟ هل يؤثر ذلك على عمرها الافتراضي؟ ما نوع تلك الشحمة؟

الوحـــدة

٤

آلات التيار المتردد



التمرين الأول: فك محرك كهربائي أحادي الطور ذي مواسع وإعادة تجميعه

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة فك محرك كهربائي أحادي الطور .
- تتعرف على العدد والأدوات الأساسية اللازمة لعملية الفك والتجميع .
- تتعرف على الأجزاء الرئيسة لمحرك أحادي الطور ذي مواسع .
- تفك محركاً أحادي الطور ذا مواسع .
- تتعرف على مفتاح الطرد المركزي .
- تميز ما بين ملفات الحركه وملفات البدء للمحرك ذي المواسع عن طريق قياس المقاومة لكل منها باستخدام الأوميتر .
- تعيد تجميع المحرك بعد أخذ البيانات اللازمة منه لاستخدامها لعملية اللف لاحقاً .

الأجهزة /الأدوات:

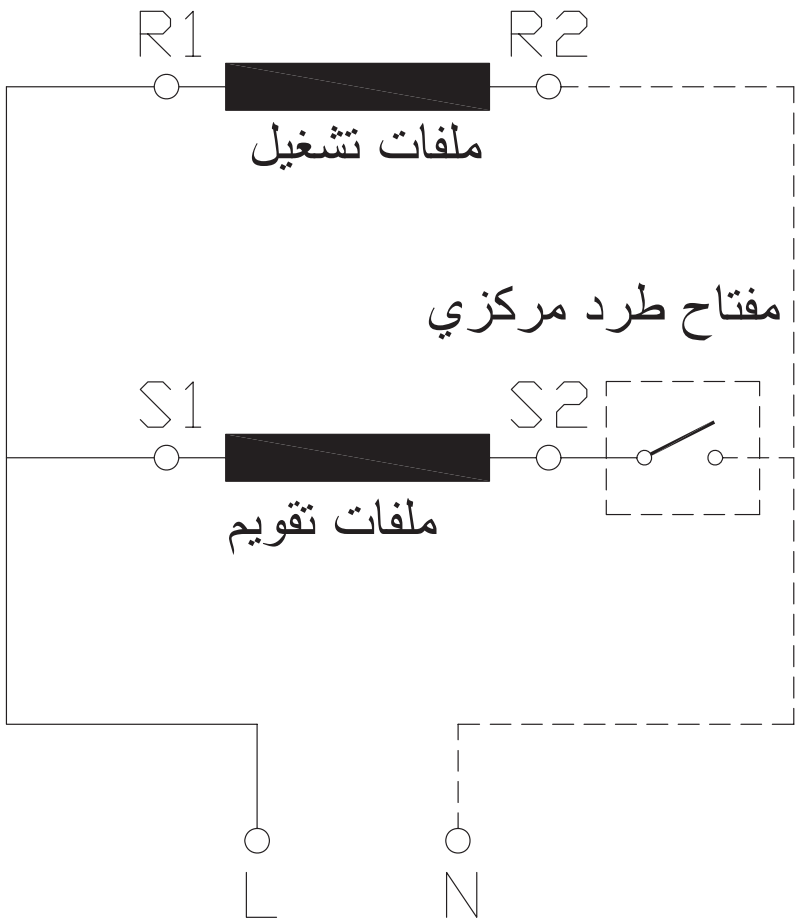
- مطرقة حديدية .
- مطرقة بلاستيكية .
- سنبك .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- طقم مفاتيح سداسية .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- بريصة مناسبة .

المعلومات الأساسية:

تعدّ محركات التيار المتردد أحادية الطور من المحركات الشائعة الاستعمال بكثرة وخاصة في الاستخدامات المنزلية والصناعية كالمضخات وغيرها ، وتتكون تلك المحركات من ملفين ، أحدهما يسمى ملف البدء (التقويم) *start (S)* ، ويرمز لأطرافه بالمرموز *(U1-U2)* أما الملف الآخر فيسمى ملف الحركة (التشغيل) *(R)run* ويرمز لأطرافه بالرموز *(Z1-Z2)* ، وكما هو معلوم فإن محركات التيار المتردد أحادية الطور لا تستطيع بدء الحركه من دون مساعدة خارجية حيث إن المجال المغناطيسي المتولد فيها ليس مجالاً مغناطيسياً دوراً كما هو الحال في المحركات ثلاثية الطور ، لذا يتم استخدام وسيلة مساعدة كالمكثف (في هذه الحالة) ليساعد في بدء حركتها

وقد يوصل هذا المواسع عن طريق مفتاح طرد مركزي يتم فصله عن ملفات البدء بعد أن يدور المحرك وذلك في النوع الذي يسمى المحرك ذا المواسع القابل للفصل (المؤقت) كما هو مبين في الشكل (٤-١) (حيث إن هناك نوعاً آخر من المحركات أحادية الطور التي يبقى فيها المكثف متصلاً على التوالي مع ملفات البدء خلال فترة عمله- ويسمى المحرك عندها بالمحرك ذي المواسع الدائم).

وقد تتعرض تلك المحركات بأنواعها للتلف نتيجة عطل كهربائي أو ميكانيكي؛ مما يتطلب فحصها وفكها وتجميعها والتمرين الآتي يبين طريقة فك وتجميع هذا النوع من المحركات.



الشكل (٤-١): ملفات محرك أحادي الطور ومفتاح طرد مركزي

خطوات العمل:

١ جهز العدد والأدوات اللازمة لعملية الفك والتجميع.

٢ ضع علامات فارقة على كل من غطاءي المحرك الجانبيين، وعلى جسم المحرك بوساطة السنبك لتساعدك في عملية التجميع لاحقاً.

٣ إذا وجد على عمود المحرك بكرة يجب إزالتها عن العمود أولاً باستخدام البريصة كما تعلمت سابقاً. ضعها في العلبة المخصصة لذلك.

٤ أزل الغطاء الواقي لمروحة التبريد .

٥ ابدأ بفك البراغي عن غطاء المحرك الجانبي المغطي لمروحة التبريد أولاً باستخدام الأداة المناسبة لذلك .

٦ اضرب على عمود الدوران من الجهة المقابلة بمطرقة بلاستيكية بلطف ليبتعد الغطاء الجانبي عن جسم المحرك ، ثم استخدم مفك من كل جهة لنزع الغطاء الجانبي بتحريك المفكين إلى الداخل كما هو مبين في الشكل (٤-٢) .

بعد نزع الغطاء الجانبي الأول أزل براغي الجانب الآخر ، وضعهما في المكان المخصص لذلك .

الشكل (٤-٢) : طريقة نزع أغطية المحرك أثناء عملية الفك

٧ اسحب عمود الدوران بلطف خارج جسم المحرك وضعه جانباً .

٨ استخدم المطرقة من جهة العصا لطرد الغطاء الآخر المتبقي ، وذلك بالضرب عليه بلطف من الجهة المقابلة .

٩ تفحص الأجزاء جميعها بالاضافة للعضو الساكن ، ثم سجل البيانات على اللوحة الاسمية للمحرك ، وقارن عدد أقطاب العضو الساكن مع ما هو مسجل على لوحته الاسمية .

١٠ أعد تركيب الأجزاء بالطريقة العكسية لعملية الفك .

١١ افحص أطراف ملفات البدء وملفات التشغيل وسجل قيمة مقاومتها ، ثم سجل ملاحظاتك .

التقويم:

- ما هي الأعطال التي تتطلب فك وتجميع المحرك أحادي الطور ذي المواسع؟
- كيف تتأكد من صلاحية كراسي التحميل للمحرك؟
- ما هي أهمية وجود المواسع في المحرك أحادي الطور؟ وما هي قيمته لمحرك قدرتة حصان ميكانيكي واحد؟
- ماذا يحدث لملفات البدء إذا تم زيادة قيمة المواسع المتصل معها بشكل كبير؟
- ما هو تأثير تلف مفتاح الطرد المركزي على عمل المحرك؟
- كيف يتم فحص أطراف المحرك للتأكد من صلاحيتة للعمل؟

- أكمل ما يأتي :

تتميز ملفات التشغيل بأن سماكة سلك اللف لها . . . . . نوعاً ما في حين أن عدد لفاتها . . . . . أما مقاومة ملفاتها فتكون . . . . . والعكس صحيح بالنسبة لملفات البدء .

- لماذا يجب وضع علامات فارقة على جانبي غطاءي المحرك وجسم المحرك قبل البدء بفك المحرك؟
- ما هي الأجزاء الكهربائية والميكانيكية التي يتكون منها المحرك ذو المواسع؟
- لماذا يتم عزل ملفات المحرك بالورنيش؟

التمرين الثاني: إعادة لف محرك كهربائي أحادي الطور ذي مواسع

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تقوم بالعمليات الحسابية اللازمة لإعادة لف مضخة ماء أحادية الطور (*24* مجرى/ *4* أقطاب/ لف متداخل) – *1400rpm* .
- ترسم رسماً انفرادياً لملفات المضخه بطريقة اللف المتداخل .
- ترسم رسماً دائرياً لملفات المضخه بطريقة اللف المتداخل .
- تقيس أقطار أسلاك المحرك باستخدام الميكروميتر .
- تقيس طول العضو الدوار لتجهيز ورق العزل البلاستيكي .
- تتعرف على طريقة استخدام ماكينة لف المحركات الكهربائية .
- تعبئ بطاقة لفّ المحركات اللازمة لعملية اللف .
- تعيد لفّ ملفات المضخة التالفة .
- تأخذ القياسات اللازمة للمضخه في حالة اللاحمل ، وتشمل (قياس السرعه – الأمبير – القدرة) .
- تشغل المضخه في حالة الحمل وتأخذ القياسات اللازمة لذلك .

الأجهزة /الأدوات:

- مضخة ماء أحادية الطور *(1400rpm)* .
- مطرقة حديدية .
- مطرقة بلاستيكية .
- سنبك .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- طقم مفاتيح سداسية .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- أجهزة قياس مناسبة .
- ماكينة لف المحركات الكهربائية .
- كاوي لحام كهربائي .
- أسلاك توصيل مفردة بقطر *(2.5)* ملم .
- سليف– *sleeve* (معكرونة) بأحجام مناسبة .

- قصدير .
- بكرات سلك معزول بأقطار مختلفة .
- ورق كرتون عازل بسموك مناسبة .
- مقص ورق مناسب .
- ميكروميتر .
- شبلونة لف متداخل .
- مصدر كهربائي أحادي الطور .
- ورنيش .
- فرشاة دهان .
- جهاز تسخين كهربائي (سشوار) .

المعلومات الأساسية:

تتكون ملفات العضو الساكن للمحرك أحادي الطور من ملفات الحركه وملفات البدء، وتحتوي كل منها على عدد متساوٍ من الأقطاب تحدد سرعة دوران المحرك . ويتشكل كل قطب من أقطاب المحرك من مجموعة من الملفات موزعة داخل مجاري المحرك، وقد تحتوي كل مجموعة على ملف واحد أو أكثر، وتتصل ملفات المجموعة الواحدة فيما بينها على التوالي وبالاتجاه نفسه ليخرج من كل مجموعة طرفان . وبعدها يتم توصيل المجموعات لملفات الحركه بعضها مع بعض(بناء على عدد أقطاب المحرك)، وكذلك الحال بالنسبة لملفات البدء ليخرج من المحرك أحادي الطور في النهاية (٤) أطراف تمثل طرفي ملفات الحركه وطرفي ملفات البدء . ويتم توصيل المواسع على التوالي مع ملفات البدء في لوحة توصيل المحرك الخارجية *connection (box)* . (أحياناً يخرج (٣) أطراف فقط للمحرك، لماذا؟) .

ونحتاج في كثير من الأحيان إلى إعادة لف محرك أحادي الطور ذي المواسع المبين في الشكل (٢-١) عند تلف ملفاته نتيجة عطل ما، وللقيام بهذه العملية لا بد من معرفة الطرق التي تتم فيها هذه العملية والتي تجري بخطوات مرتبة كالآتي :

- أخذ البيانات المكتوبة على اللوحة الاسمية للمحرك لاستخدامها لاحقاً .
- فك المحرك (بالخطوات التي تعلمتها في التمرين السابق) .
- معرفة طريقة اللف، وهي على نوعين، هما :

  إما لف متداخل (خطوة متغيرة) أو لف متسلسل (خطوة ثابتة) كما يظهر في الشكل (٢- ٢ أ و ب) .
- معرفة ما إذا كان المحرك يحتوي على طبقة واحدة (ملف واحد في المجرى) أو يحتوي على طبقتين (ملفين في المجرى الواحد) .
- معرفة طريقة التوصيل ما بين أقطاب ملفات الحركه فيما بينها، وكذلك الحال لأقطاب ملفات البدء .

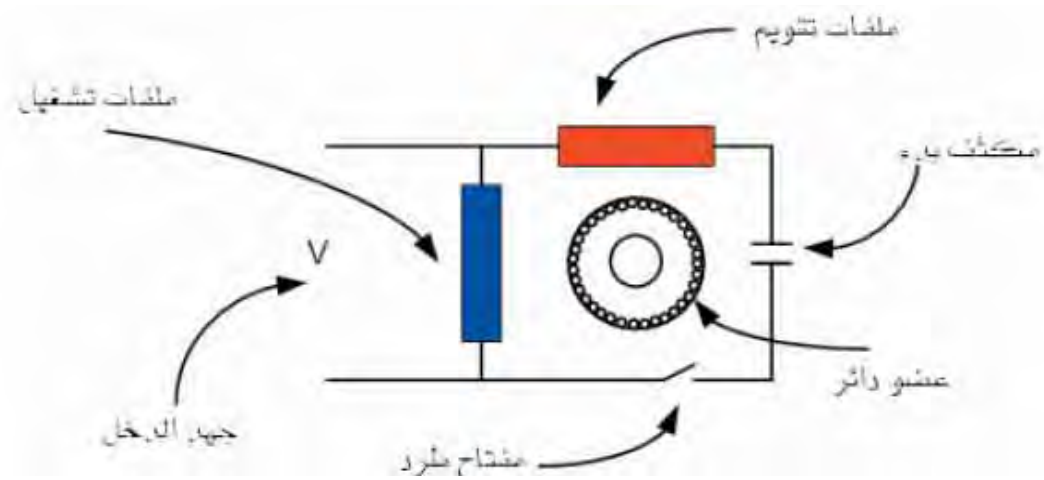
حيث تحتوي المجموعة لقطب معين على ملف أو أكثر (في كل من ملفات البدء أو ملفات التشغيل) ويتم التوصيل للطور الواحد (ملفات البدء أو ملفات الحركة) عادة بإحدى طريقتين، هما :

١ توصيل نهاية مجموعة تابعة للقطب الأول مع نهاية المجموعة للقطب الآخر إذا ما احتوى المحرك على (مجموعتين متجاورتين للطور نفسه).

٢ توصيل نهاية مجموعة تابعة لقطب ما مع بداية مجموعة لقطب آخر (في مجموعتين غير متجاورتين للطور نفسه) وهكذا بالنسبة لباقي المجموعات الأخرى. وبشكل عام :

يجب أن يكون كل قطبين متجاورين مختلفي القطبية مهما كان عدد الأقطاب (لتشكل أقطاباً متعاقبة) لملفات البدء أو لملفات الحركه ويتحدد ذلك باتجاه مرور التيار للقطبين المتجاورين بحيث يعاكس كل منهما الآخر.

- معرفة عدد الأسلاك المستخدمة لكل ملف (مفردة / توازٍ) (يتم عدها يدوياً).
- قياس أقطار الأسلاك المستخدمة في ملفات العضو الساكن وتسجيلها في البطاقة.
- تعبئة البطاقة الخاصة بعملية اللف (سيتم تبيانها لاحقاً).
- إعادة لف الملفات باستخدام القطر والعدد في الخطوات السابقة.
- فحص أطراف الملفات باستخدام جهاز الأوميتر وجهاز الميجر (فحص عزل الملفات).
- توصيل وتشغيل المحرك في حالة اللاحمل وأخذ القياسات اللازمة.
- تشغيل المحرك في حالة الحمل وأخذ القراءات اللازمة (إن أمكن).



الشكل (٢-١) : محرك كهربائي أحادي الطور ذو مواسع

(أ)

(ب)

الشكل (٢-٢): طريقة لف المحركات: (أ) شبلونة لف متسلسل. (ب) شبلونة لف متداخل.

إجراء العمليات الحسابية اللازمة لإعادة لف المحرك أحادي الطور في المراحل الآتية:

من الضروري للفني المبتدىء وقبل البدء في إعادة لف المحرك أن يكون ملماً بالعمليات الحسابية التي يتم على أساسها لف المحركات أحادية الطور لتساعده في فهم طريقة توزيع وتوصيل الملفات داخل المحرك قبل البدء في أخذ البيانات اللازمة لإعادة اللف.

ولتبيان ذلك نأخذ المضخه السابقة كمثال على إعادة لف محرك أحادي الطور ذي مواسع، له (٢٤) مجرى و(٤) أقطاب وطريقة اللف خطوة متغيرة (لف متداخل).

١ حساب عدد الأقطاب للمحرك أحادي الطور:

عدد الأقطاب = $\frac{\text{التردد} \times 120}{\text{السرعة}}$ = عدد زوجي (العلاقة عكسية بين السرعة وعدد الأقطاب).

وللمحرك السابق: عدد الأقطاب = ٤ أقطاب، (تقريباً *(1400rpm)*).

والجدول (٢-١) يبين العلاقة ما بين عدد الأقطاب وسرعة دوران المحرك:

عدد الأقطاب	2	4	6	8	10
سرعة الدوران *(RPM)*	*3000*	*1500*	*1000*	*750*	*600*

جدول (٢-١): علاقة سرعة المحرك بعدد الأقطاب للمحرك

٢ عدد مجاري القطب الواحد = $\frac{\text{عدد المجاري الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}}$

عدد مجاري القطب الواحد = $\frac{24}{4}$ = $\frac{6 \text{ مجاري}}{\text{قطب}}$ وتسمى أيضاً:

خطوة أكبر ملف = (١ - ٦) أو (الخطوة الخارجية)

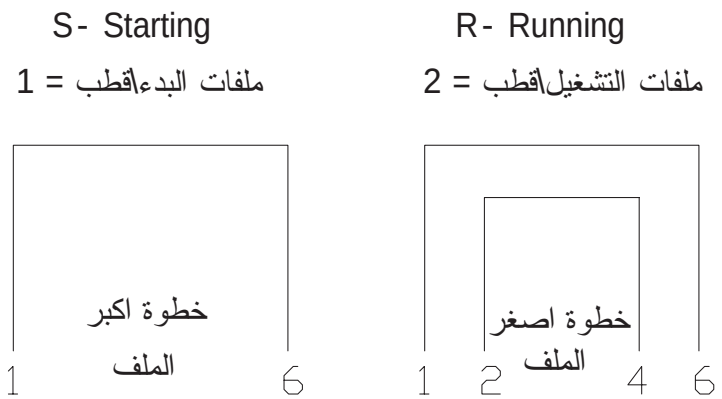
٣ عدد الملفات الكلية للمحرك = $\frac{1}{2}$ × عدد المجاري = $\frac{1}{2}$ × 24 = 12 ملفاً،
حيث انه في حالة اللف بطبقة واحدة يكون هناك (ملف/ مجرى) أما في حالة اللف بطبقتين فيكون عدد الملفات = عدد المجاري الكلية للمحرك .

٤ عدد مجاري التشغيل للقطب الواحد = عدد مجاري القطب الواحد × $\frac{2}{3}$ = $\frac{2}{3}$ × 6 = 4 مجار .
وبالآتي : عدد ملفات التشغيل = $\frac{2}{3}$ × عدد الملفات الكلية = $\frac{2}{3}$ × 12 = 8 ملفات تشغيل

٥ عدد مجاري التقويم لكل قطب = $\frac{\text{عدد المجاري}}{\text{القطب}}$ × $\frac{1}{3}$ = $\frac{1}{3}$ × 6 = 2 مجرى، وبالآتي :
عدد ملفات البدء = $\frac{1}{3}$ × عدد الملفات الكلية = $\frac{1}{3}$ × 12 = 4 ملفات بدء .

٦ $\frac{\text{عدد ملفات التشغيل}}{\text{قطب}}$ = $\frac{\text{عدد ملفات التشغيل}}{\text{عدد الأقطاب}}$ = $\frac{8}{4}$ = $\frac{\text{2 ملف تشغيل}}{\text{قطب}}$ كما هو مبين في الشكل (٢-٣-أ) .

٧ $\frac{\text{عدد ملفات البدء}}{\text{قطب}}$ = $\frac{\text{عدد ملفات البدء}}{\text{عدد الأقطاب}}$ = $\frac{4}{4}$ = $\frac{\text{1 ملف بدء}}{\text{قطب}}$ كما هو مبين في الشكل (٢-٣-ب) .



لف متداخل طبقة واحدة (أ)

لف متداخل طبقة واحدة (ب)

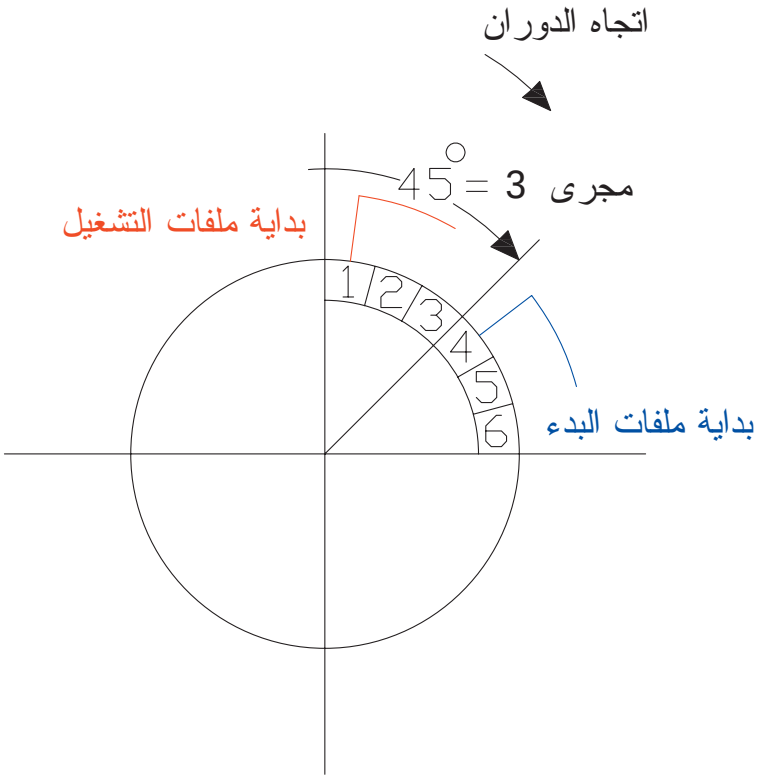
الشكل (٢-٣): (أ) عدد ملفات البدء لكل قطب= (٢) - (ب) عدد ملفات التشغيل لكل قطب=(١)

٨ الزاوية المحصوره بين كل مجريين متجاورين = $\frac{\text{الزاوية بين القطب والآخر}}{\text{عدد مجاري القطب الواحد}}$ = $\frac{180}{6}$ = 30^o درجه كهربائية .

٩ المسافه(بعدد المجاري) بين بداية ملف التشغيل وملف التقويم

= $\frac{\text{الزاوية بين ملفات التشغيل والتقويم}(90^o)}{\text{الزاوية بين كل مجريين متجاورين}}$ = $\frac{90^o}{30^o}$ = 3 مجرى كما هو مبين في الشكل (٢-٤) . وبالآتي :
بداية ملف التشغيل هو مجرى رقم (1)، وبداية ملف البدء هو مجرى رقم (3+1) = (4) كما هو موضح في الشكل (٢-٤) .

ملاحظه: ليس مهما من أين تكون البداية للعد، ولكن عند تحديد نقطة البداية نأخذ اتجاه دوران محدداً، ونلتزم به .

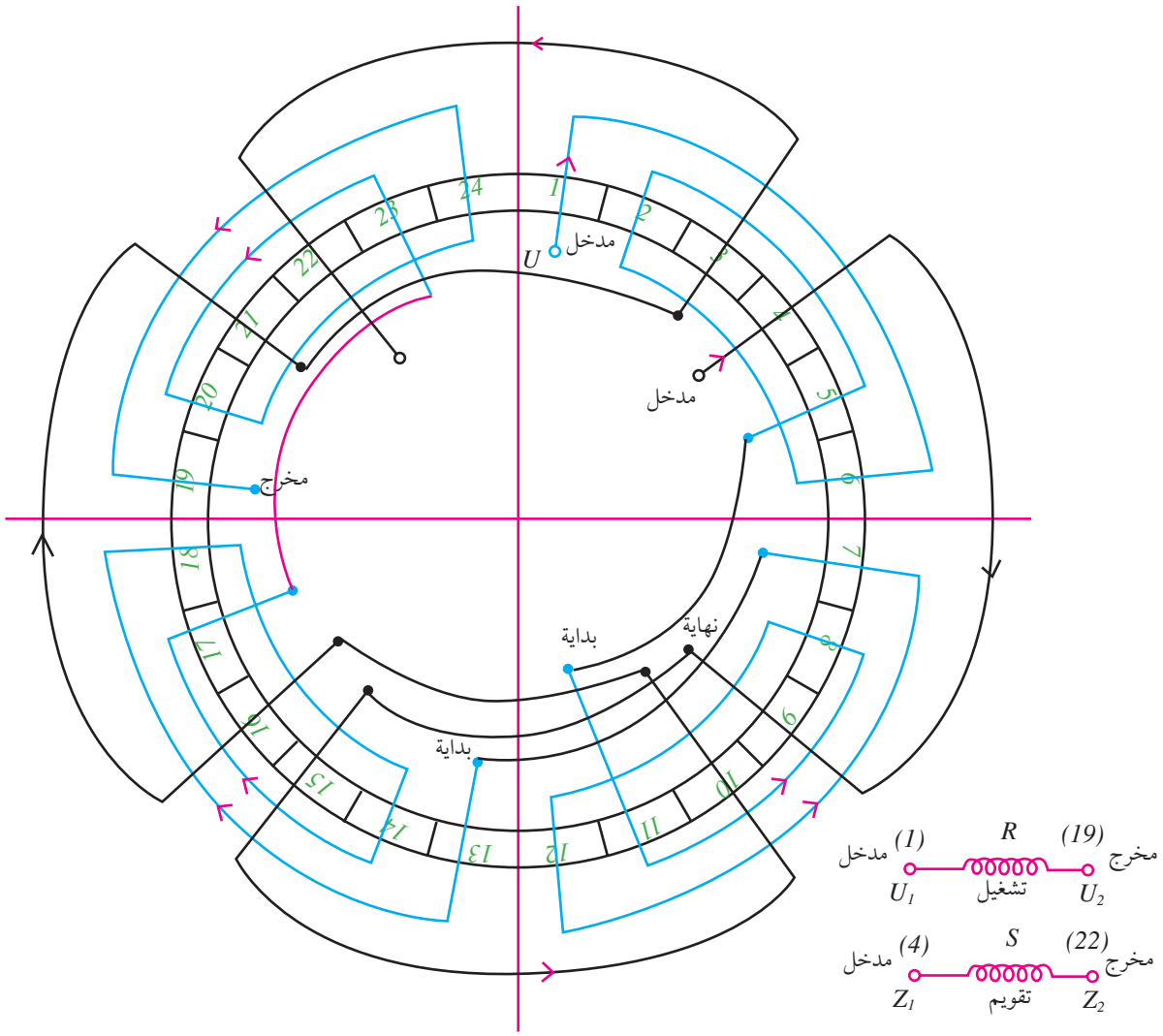


الشكل (٢-٤): الزاوية ما بين بداية ملفات البدء وبداية ملفات التشغيل

١٠ رسم طريقة لف المحرك بطريقة الرسم الدائري كما في الشكل (٢-٥) أو بطريقة الرسم الانفرادي كما في الشكل (٢-٦).

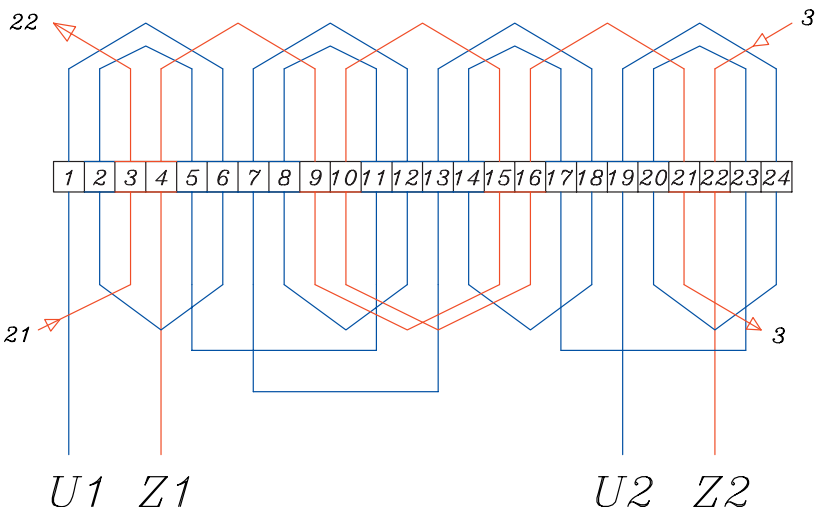
١١ المحرك الملفوف بسلك من ألمنيوم يمكن إعادة لفه بسلك من النحاس، وبنفس عدد اللفات حسب العلاقة الآتية:

قطر سلك النحاس = قطر سلك الألمنيوم × 0.76



الشكل (٢-٥): لف محرك أحادي الطور بطريقة الرسم الدائري للملفات

لف متداخل لمحرك احادي الطور



الشكل (٢-٦): لف محرك أحادي الطور بطريقة الرسم الانفرادي للملفات

خطوات العمل:

١ خذ البيانات اللازمة لإعادة اللف (والمبينة على اللوحة الاسمية للمحرك) وسجلها في الجدول المبين (جدول (٢-٢)).

٢ قم بتعبئة بطاقة اللف بالبيانات المطلوبة تباعاً لاستخدامها في عملية اللف لاحقاً.

٣ فك الغطاءين الجانبيين للمحرك المراد إعادة لفه بالطريقة التي تعلمتها سابقاً بعد وضع العلامات عليها.

٤ حدد عدد المجاري للمحرك (وهي في هذه الحالة (٢٤) مجرى)، ثم سجل عدد المجاري الكلية للمحرك في الجدول (٢-٢).

٥ حدد بعدها نوع اللف (متداخل في هذه الحالة كما هو مبين في الشكل (٢-٦)) وطريقة اللف المستخدمة في لف ملفات العضو الساكن (طبقة واحدة هنا)، ثم سجلها في الجدول (٢-٢).

٦ حدد عدد ملفات البدء(وهي ٤ في هذه الحالة) وعدد ملفات الحركة(وهي ٨ في هذه الحالة) بالنظر إليها ثم سجلها في الجدول (٢-٢).

٧ حدد عدد الأسلاك المستخدمة (إذا ما كانت سلكي توازٍ مثلاً) وسجلها في الجدول (٢-٢).

٨ أزل العازل(السليف أولاً) عن كل من أطراف ملف البدء وملف الحركة، ثم باستخدام سكين (أو بحرق أطراف ملفي التشغيل والبدء) لإزالة طبقة الورنيش العازله للسلك.

٩ قس قطر سلك ملف البدء وملف الحركة باستخدام الميكروميتر المبين في الشكل (٢-٧) وسجلها في الجدول (٢-٢).

١٠ اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات ملف البدء والتشغيل باستخدام الازميل والمطرقة، ومن الداخل إلى الخارج وبشكل مائل مراعياً عدم إصابة شرائح المحرك حتى لا تتلف أثناء عملية القطع كما هو مبين في الشكل (٢-٨) حتى تنتهي منها جميعاً (من جهه واحدة).

١١ باستخدام سنبك الطرد والمطرقة، ومن الجهة المقابلة اطرد الملفات تدريجياً مع محأولة سحبها بمساعدة زرادية دون إلحاق الأذى بأطراف جسم العضو الساكن وذلك وبالضغط عليها أثناء عملية سحب الملفات (ويمكن استخدام سشوار (تسخين الملفات تدريجياً) للمساعدة في طرد الملفات المحروقة) كما هو مبين في الشكل (٢-٩) أو استخدم آلة نزع الملفات (إن وجدة).

١٢ سجل خطوة أكبر ملف لكل من ملفات البدء وملفات التشغيل أثناء إزالة الملفات، وكذلك تأكد من طريقة توصيل ملفات البدء وملفات التشغيل (توالٍ أم توازٍ أم مركب).

١٣ قم بعد لفات ملف التشغيل وملف البدء في كل مرة تزيل احدها للتأكد من عددها وسجلها في بطاقة اللف الخاصة.

١٤ نظف المجاري من ورق العزل المتبقي والورنيش باستخدام نصلة منشار حديد جيداً.

١٥ خذ قياس طول مجرى المحرك بالمسطرة أو بالكليبر المبين في الشكل (٢-١٠) مع مراعاة عمق المجرى

وعرض عازل البلاستيك لاحقاً. أضف ما مقداره 3 ملم بالطول للورق العازل من الجانبين ليبرز الورق العازل من الجانبين ثم اثني الورق بما يتناسب مع شكل المجرى كما هو مبين في الشكل (٢-١١). حضر أغطية من نفس الورق.

١٦ اعزل المجاري من جديد بعد تنظيفها بورق عزل بلاستيكي، أدخل الورق العازل في المجاري لتبرز الثنية من الخارج كما هو موضح في الشكل (٢-١٢).

١٧ حضر ماكينة اللف المبينة في الشكل (٢-١٣) لتكون جاهزة للف ملفات البدء وملفات التشغيل مع اختيار الشبلونات حسب طريقة اللف (اللف المتداخل - والتي تظهر في الشكل (٢-١٤)) مع تحضير بكرة اللف الخاصة بكل من ملفي البدء والتشغيل ومعايرة الماكينة بالعدد اللازم (بمساعدة مشرفك إن وجد بها عداد إلكتروني *COUNTER* - حسب عدد لفات كل ملف).

١٨ اقطع سلك لف بطول معين، ثم عين الطول المناسب والمسافة الفصلة ما بين عدد المجاري لملف التشغيل بادئاً من الملف الأصغر (خطوة أصغر ملف) بحيث تزيد عليها من الجهتين طولاً مناسباً لكي تأخذ بالحسبان عملية التربيط للملفات لاحقاً، وذلك لإزاحة الشبلونات الخاصة بماكينة اللف حسب عدد المجاري(تلك المسافه) للمحرك المراد لفه.

١٩ ثبت الشبلونات حسب السلك (العينه) مراعياً المسافة التي أخذتها في الخطوة السابقه (خطوة أصغر ملف)، ثم حضر بكرة السلك حسب قطر سلك ملف التشغيل المسجل لديك سابقاً كما في الشكل (٢-١٥).

٢٠ ابدأ بتشغيل ماكينة اللف(بالسرعه المناسبة)حسب عدد اللفات والقطر المحددة سابقاً، وذلك لحين الانتهاء من لف جميع ملفات القطب الواحد (المجموعة) مراعياً أن يكون اتجاه اللف بحيث يحافظ على أن تكون ملفات القطب الواحد متصلة على التوالي وبالاتجاه نفسه كما في الشكل (٢-٦).

٢١ استمر بهذه العملية حتى تنتهي من ملفات باقي الأقطاب لملفات التشغيل، وكذلك الحال بالنسبة لملفات البدء، ثم ضعها في مكان مناسب للحفاظ عليها.

٢٢ ابدأ بإسقاط ملفات التشغيل للقطب الأول بادئاً من الملف ذي الخطوة الصغرى داخل المجريين المعزولين حسب خطوة اللف.

٢٣ كرر العملية لباقي ملفات التشغيل للأقطاب الأخرى حتى تنتهي منها جميعاً كما في الشكل (٢-١٧).

٢٤ أسقط ملفات الأقطاب لملفات البدء بنفس الطريقة السابقة حتى تنتهي منها جميعاً.

٢٥ أدخل ورق العزل فوق كل مجرى من مجاري المحرك جميعها لتغطيتها من الجهة الخارجية كما في الشكل (٢-١٨).

٢٦ صل أطراف أقطاب ملفات التشغيل ببعضها ببعض لتشكل أقطاباً متعاقبة كما في الشكل (٢-١٩) وذلك بعد تعرية أطرافها كما تعلمت سابقاً. ثم قم بلحامها بالقصدير بعد جدل السلكين معاً.

٢٧ صل أطراف أقطاب ملفات البدء ببعضها ببعض لتشكل أقطاباً متعاقبة كما في الشكل (٢-٢٠) وذلك بعد تعرية أطرافها كما تعلمت سابقاً. ثم قم بلحامها بالقصدير بعد جدل السلكين معاً.

٢٨ أدخل قطعة معكرونة (سليف) في كل وصلة وبأطوال مناسبة لتغطيتها جميعها .

٢٩ قم بلحام سلك مفرد مجدول وبقطر وطول مناسب مع كل طرف من طرفي ملفات البدء وملفات التشغيل(استخدم ألواناً مختلفة لكل نوع من الملفات) ثم اعزلهما بالسليف الذي تم إدخاله مسبقاً كما في الشكل (٢-٢١) .

٣٠ اعزل ما بين ملفات البدء وملفات التشغيل بورق عزل مقوي كرتوني ومن الجهتين الداخلية والخارجية كما في الشكل (٢-٢٢) .

٣١ قم بتربيط كل من ملفات البدء وملفات التشغيل بخيط التربيط (شبرتربيط أو خيط قنب) مراعياً خروج الأطراف الأربعة من الفتحة المخصصة لها من لوحة توصيل المحرك الخارجية كما هو موضح في الشكل (٢-٢٣) .

٣٢ رتب شكل الملفات جميعها لتظهر بمظهر منتظم ما أمكن ومراعياً عدم ملامستها لجسم المحرك عند دوران العضو الدوار مستخدماً مطرقة بلاستيكية للطرق على الملفات بلطف من خلال قطعة خشبيه فاصلة ما بين الملفات والمطرقة كما في الشكل (٢-٢٤) .

٣٣ افحص طرفي ملفات البدء وطرفي ملفات التشغيل بجهاز الأوميتر ليكون هناك اتصال فقط ما بين طرفي ملف البدء (يعطي الأوميتر قيمة مقاومة معينة) وكذلك الحال بالنسبة لطرفي ملفات التشغيل .

٣٤ افحص ما بين كل من طرف ملفات البدء وجسم المحرك وكذلك الحال ما بين طرف ملف التشغيل وجسم المحرك حيث لا يجب أن يكون هناك أي اتصال بين الملفات وجسم المحرك في الحالتين .

٣٥ ركب الأغطية الجانبيه وثبتها جيداً بالبراغي المخصصه لها ليصبح العضو الدوار حرَّ الحركة (ليدوربالليد بسهولة) .

٣٦ اعزل الملفات جميعها بالورنيش ثم اترك المحرك يجف .

٣٧ قم بتوصيل طرفي ملفات البدء بالمواسع على التوالي ثم صلها جميعها على التوازي مع طرفي ملفات التشغيل كما هو موضح في الشكل (٢-٢٥) .

٣٨ قم بتشغيل المحرك في حالة اللاحمل وقس التيار المار فيه بوساطة جهاز قياس التيار (*clamp-on-meter*) للتأكد من قيمته ومقارنته باللوحة الاسمية للمحرك (تيار الحمل الكامل)، ثم قس سرعة دوران المحرك بوساطة جهاز التاكوميتر، وسجل القيم جميعها في الجدول (٢-٣) .

محرك أحادي الطور *RPM(1400)*	عدد الملفات الكلية	عدد الأقطاب	عدد المجاري الكلية/ قطب	عدد اللفات	عدد الملفات لكل قطب	قطر سلك اللف(ملم)	طريقة اللف متداخل	طريقة اللف متسلسل
ملفات الحركة *(R)*	*8*	*4*	*4*	*55*	*2*	*0.50*	متداخل *1-4-6*	متسلسل *1-5* *2-6*
ملفات البدء *(S)*	*4*	*4*	*2*	*75*	*1*	*0.40*	متداخل *1-6*	متسلسل *1-6*

جدول (٢-٢): جدول المعلومات اللازمة لعملية إعادة لف محرك أحادي الطور ذي مواسع (طبقة واحدة)

الشكل (٢-٧): جهاز الميكروميتر لقياس قطر سلك اللف(بمساعدة مشرفك)

الشكل (٢-٨): طريقة قطع وإزالة ملفات محرك تالفة بالازميل والمطرقة

الشكل (٢-٩): طريقة التسخين لإزالة الملفات المحروقة باستخدام السشوار

الشكل (٢-١٠): استخدام الكليبر(أو المسطرة) لقياس طول مجرى المحرك مع إضافة ٣ ملم من كل جانب (لقص ورق العزل البلاستيكي للمجاري)

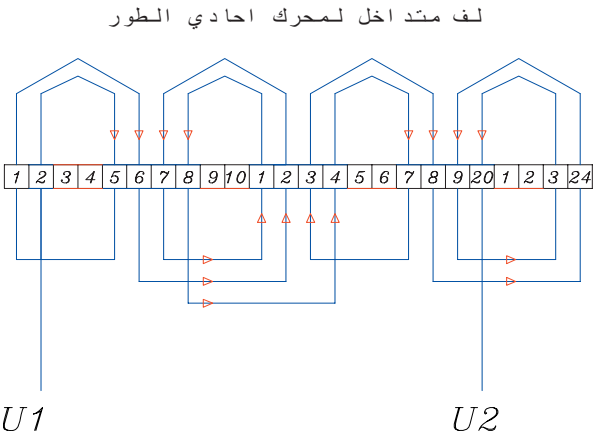
الشكل (٢-١١): طريقة تشكيل وثني ورق العزل البلاستيكي لعزل مجاري المحرك

الشكل (٢-١٢): عزل مجاري المحرك بالورق البلاستيكي العازل لإسقاط الملفات

الشكل (٢-١٣) : ماكينة لف المحركات

الشكل (٢-١٤) : بكرة أسلاك لف المحركات(موضح عليها قطر السلك)

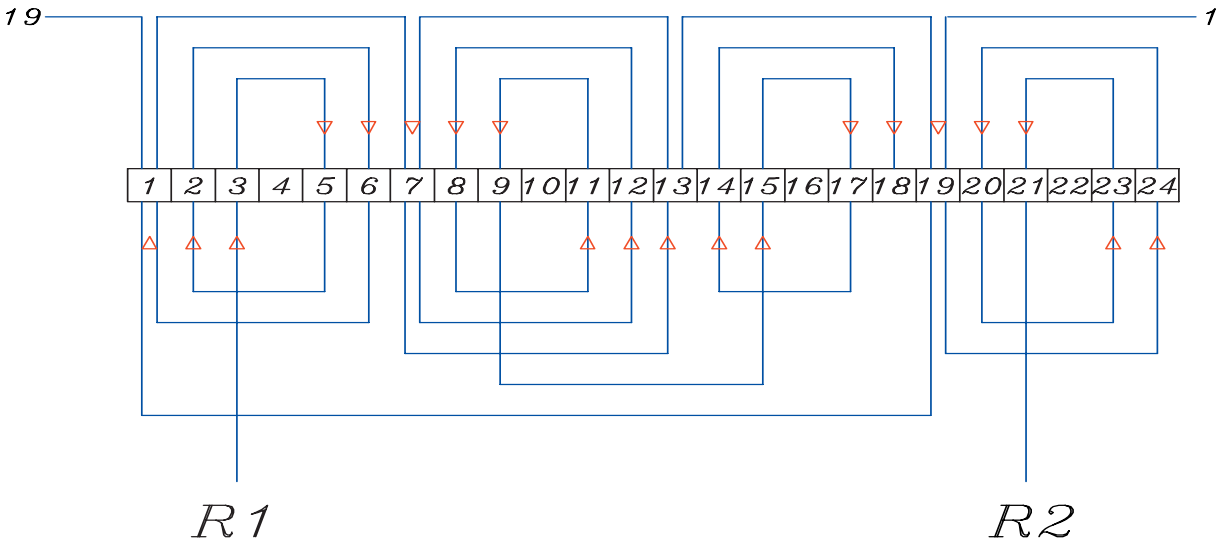
الشكل (٢-١٥) : قياس المسافة بين شبلونات لف الملفات (العينه) أو خطوة أصغر ملف



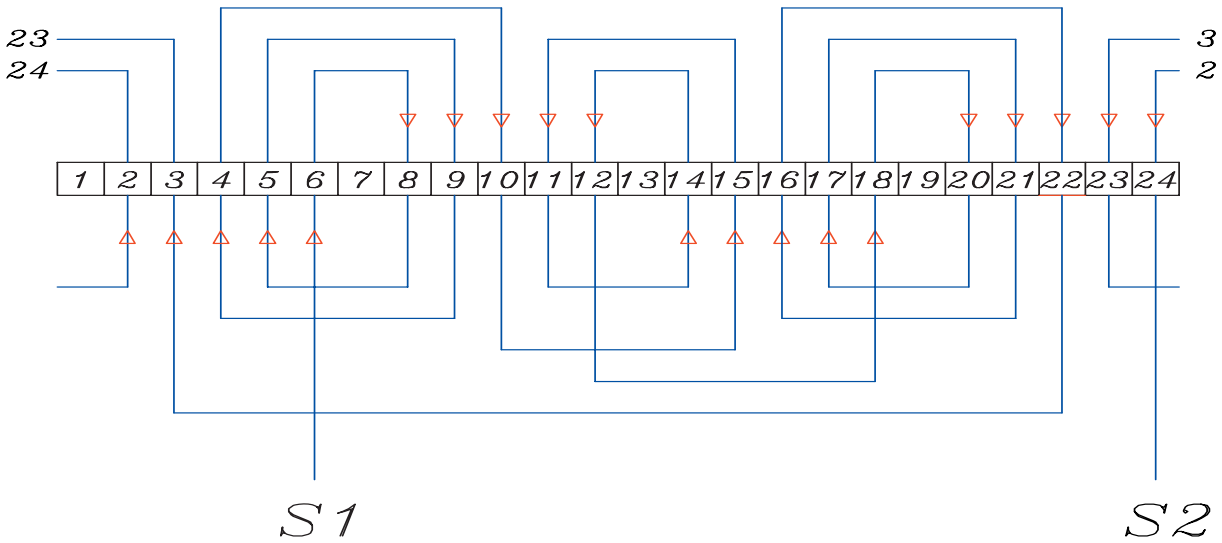
الشكل (٢-١٦) : توصيل ملفات القطب الواحد على التوالي للمحافظة على اتجاه التيار للقطب الواحد

الشكل (٢-١٧) : إسقاط ملفات التشغيل داخل مجاري المحرك

الشكل(٢-١٨) : تغطية ملفات المحرك جميعها بالورق البلاستيكي العازل



الشكل (٢-١٩): توصيل أطراف ملفات التشغيل ببعضها ببعض لاخراج طرفي ملفات التشغيل



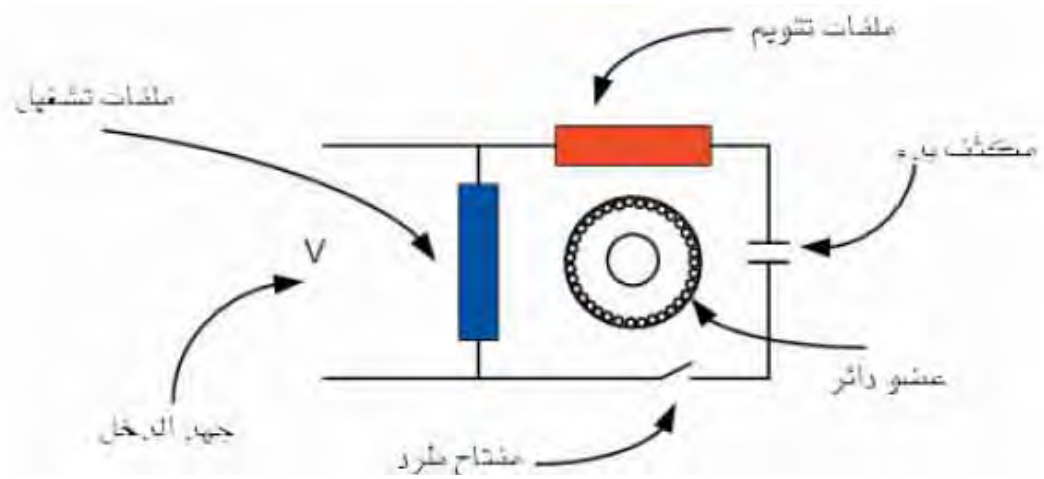
الشكل (٢-٢٠): توصيل أطراف ملفات البدء ببعضها ببعض لاخراج طرفي ملفات البدء

الشكل (٢-٢١): لحام أطراف ملفات المحرك الأربعة مع سلك مفرد مجدول وتغطيتها بالسليف

الشكل(٢-٢٢): عزل ملفات البدء عن ملفات التشغيل بورق كرتوني عازل

الشكل(٢-٢٣): تربيط كل من ملفات البدء وملفات التشغيل بشبر التربيط لعزلها وترتيبها داخل المحرك

الشكل(٢-٢٤): ترتيب ملفات المحرك بالضغط عليها والطرق باستخدام مطرقة بلاستيكية وقطعة خشب



الشكل (٢-٢٥): توصيل ملفات البدء (التقويم) بالمواسع على التوالي وتوصيلها جميعاً بملفات التشغيل على التوازي ومع جهد المصدر

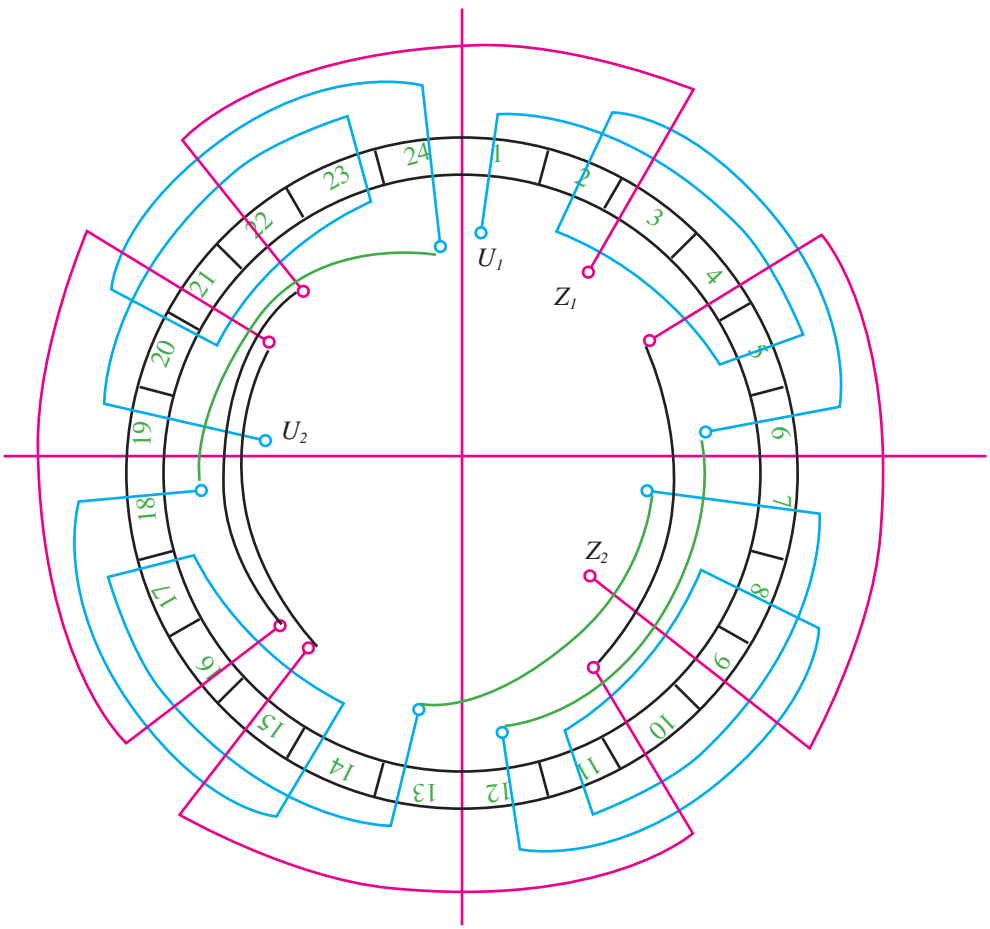
نوع المحرك	القدرة بالواط (w)	السرعه (د/ د)	التيار (A)	مقاومة ملفات الحركه (Ω)	مقاومة ملفات البدء (Ω)
محرك أحادي الطور(مضخه) 24 مجرى/ 4 أقطاب / لف متداخل					

جدول (٢-٣): القياسات اللازمة للمحرك بعد إتمام اللف

التقويم:

- ما الطرق التي يتم فيها لف المحركات الكهربائية بشكل عام؟
- كيف تستدل على أن المحرك أحادي الطور يلزمه إعادة لف؟ وكيف يتم فحص المواسع؟
- هل من الممكن أن تحترق ملفات البدء وحدها دون ملفات الحركة؟ ما هو العمل عندها؟
- ما هي المعلومات الأساسية المكتوبة على اللوحة الاسمية، التي تساعد الفني في إعادة لف المحرك أحادي الطور؟

- ما هي المعلومات التي تلزم الفني لإعادة لف محرك أحادي الطور؟ سجلها في جدول .
- اذكر الخطوات اللازمة لإعادة لف محرك كهربائي أحادي اللف بالترتيب؟
- ما هو الغرض من تربيط ملفات المحرك بشبر التربيط؟
- كيف يتم توصيل المجموعات المختلف ببعضها ببعض؟
- ما هي القياسات الكهربائية اللازم إجراؤها بعد إتمام عملية اللف لمحرك كهربائي، والتي تستدل من خلالها على صحة لف المحرك أحادي الطور؟
- أيّ من ملفات المحرك أحادي الطور له مقاومة أكبر من الآخر؟ لماذا؟
- كيف يتم عكس اتجاه دوران المحرك أحادي الطور ذي المواسع؟
- من الشكل (٢-٢٦) وكذلك من العمود الأخير في الجدول (٢-٢)، هل يوجد فرق من الناحية الكهربائية لمحرك تم لفه بطريقة اللف المتداخل وآخر تم لفه بطريقة اللف المتسلسل والمحركان من نفس الشركة الصانعه ولهما نفس الخواص؟
- قم بإجراء الحسابات اللازمة لإعادة لف المحرك السابق بطريقة اللف المتسلسل . ماذا تلاحظ من العمود الأخير من الجدول (٢-٢) بالنسبة لتوزيع الملفات حسب طريقة اللف؟



الشكل (٢-٢٦): لف محرك أحادي الطور(دائري) (٢٤) مجرى، (٤) أقطاب، لف متسلسل .

- محرك كهربائي أحادي الطور له (٢٤) مجرى يدور بسرعة دوران مقدارها *(1400rpm)* له قطبان تالفان، قم بإجراء الحسابات اللازمة لإعادة لفه بطريقة اللف المتسلسل؟ ثم ارسم طريقة لفه بطريقة (ا) اللف الانفرادي (ب) بطريقة اللف الدائري؟

نشاط: إعادة لف محرك أحادي الطور مزدوج الفولتية

- محرك أحادي الطور له *(24)* مجرى، يدور بسرعه دوران مقدارها *(1400rpm)* تالف، يراد لفه ليعمل المحرك على جهد *(110)* فولتات، وعلى جهد *(220)*، (نفس المثال في التمرين السابق)، قم بإجراء الحسابات اللازمة لإعادة لفه من جديد ليعمل على الجهدين المطلوبين مع مراعاة أن عدد لفات البدء وقطر السلك نفسها، أما بالنسبة لملفات الحركة، فيقسم كل ملف إلى قسمين (بنصف عدد اللفات) وبنفس مساحة مقطع السلك، ويتم إسقاط الملفين في نفس المجرى، وتوصل أطراف ملفات الحركه بنفس الطريقة المبينة في التمرين السابق. ويخرج بالآتي من المحرك *(6)* أطراف بدل *(4)*. ويرمز لأطراف ملفات البدء *(Z1,Z2)* أما أطراف ملفات الحركة الأربعة فيرمز لها بالرموز *(U1,U2)* وأيضاً *(V1,V2)*، ارسم طريقة لفه بطريقة اللف الدائري.

ملاحظه: إذا وصلت أطراف ملفات الحركة في السؤال السابق على التوالي فيمكن تشغيل المحرك على جهد *(220)* فولتاً، أما إذا وصلت أطراف ملفات الحركة على التوازي فيتم تشغيل المحرك على جهد *(110)* فولتات.

التمرين الثالث: فك محرك كهربائي ثلاثي الطور وإعادة تجميعه

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة فك محرك كهربائي ثلاثي الطور .
- تتعرف على العدد والأدوات الأساسية اللازمة لعملية الفك والتجميع .
- تتعرف على الأجزاء الرئيسة لمحرك ثلاثي الطور .
- تفك محرك ثلاثي الطور .
- تتعرف على طريقة فحص محرك ثلاثي الطور .
- تعيد تجميع المحرك بعد أخذ البيانات اللازمة منه لإعادة اللف .

الأجهزة /الأدوات:

- مطرقة حديدية .
- مطرقة بلاستيكية .
- سنبك .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- طقم مفاتيح سداسية .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- بريصة مناسبة .

المعلومات الأساسية:

تتكون المحركات الكهربائية ثلاثية الطور من جزأين رئيسين ، هما العضو الساكن والذي يحتوي على ثلاثة ملفات (لها ستة أطراف) متصلة بعضها ببعض بإحدى طريقتين ، هما ستار أو دلتا ، وتعطى تلك الأطراف (وهي نقاط التوصيل الخارجية في لوحة توصيل المحرك كما هو مبين في الشكل (٣-١)) رموز لتدل على بدايات الملفات وهي *(U1, V1, W1)* ، وأما النهايات الأخرى فتعطى الرموز الآتية *(U2, V2, W2)* وأيضاً تعطى البدايات الرموز *(U, V, W)* والنهايات الرموز *(X, Y, Z)* . ويحتوى المحرك كذلك على العضو الدوار ، والذي يمكن أن يكون على نوعين ، هما العضو الدوار ذو القفص السنجابي وهو الأكثر شيوعاً أو العضو الدوار من النوع الملفوف .

ويحتوي المحرك ثلاثي الطور كما هو الحال بالنسبة للمحركات الأخرى على لوحه تثبت على جسم المحرك، وتعرف باللوحة الاسمية للمحرك كما هو مبين في الشكل (٣-٢) توضع من قبل الشركة الصانعه وتحتوي على البيانات الضرورية لتشغيله، ومنها :

- رقم المحرك ونوعه *(TYPE)*.
- الشركة الصانعة له.
- نوع التوصيل (ستار/ دلتا).
- سرعة المحرك *(RPM)*
- التيار الذي يسحبه المحرك بالأمبير(يمثل تيار الحمل الكامل)*(A)*.
- معامل القدرة للمحرك ($\cos \Phi = 0.8$ مثلاً).
- التردد الذي يعمل عليه المحرك (*50* أو *60*) *Hz*.
- جهد التشغيل للمحرك بالفولت*(V)*.
- قدرة المحرك بالحصان *(HP)* أو بالكيلو واط *(KW)*.
- نوع الخدمة (*SERVICE S1*) مثلاً).
- نوع المحرك (١ فاز أو ٣ فاز).
- درجة الحماية له. *IP 44* مثلاً.

وتتعرض المحركات الكهربائية ثلاثية الطور في بعض الأحيان للأعطال سواء الكهربائية أو الميكانيكية مما يتطلب من الفني فك المحرك إما لفحصه أو لتغير كراسي التحميل له أو لإعادة لفه، ومن ثم إعادة تجميعه من جديد.

الشكل(٣-١): لوحة توصيل محرك ثلاثي الطور

الشكل(٣-٢): اللوحة الاسمية لمحرك ثلاثي الطور

خطوات العمل:

تشبه طريقة فك وتجميع المحرك ثلاثي الطور طريقة فك وتجميع المحرك أحادي الطور، وتمر تقريباً في نفس الخطوات الآتية، لذلك لن يتم إدراج كثير من الصور المتشابه تلافياً للتكرار.

١ حضر العدد والأدوات اللازمة لعملية الفك.

٢ قم بوضع علامة باستخدام السنبك ومطرقة البلاستيكية على جسم المحرك وعلى البوساطةن لمساعدتك في عملية التركيب لاحقاً.

٣ قم بإزالة أطراف توصيل ملفات المحرك من لوحة توصيل المحرك باستخدام مفاتيح شق مناسبة.

٤ باستخدام الأداة المناسبة لفك البراغي على جانبي المحرك.

٥ ضع البراغي في مكان مناسب.

٦ قم بإزالة أية دسرة (قطعة حديد مستطيلة الشكل) تعيق خروج غطاء المحرك.

٧ قم بإزالة غطاء المحرك من الجهة الحرة.

٨ قم بإزالة أي قفل محيط بكراسي التحميل.

٩ قم بالطرق على محور الدوران بوساطة مطرقة بلاستيك وذلك لإخراج العضو الدوار.

١٠ تفقد ملفات العضو الساكن للتعرف عليها وكذلك على طريقة توصيلها بعضها ببعض.

ويبين الشكل(٣-٣) أجزاء محرك ثلاثي الطور بعد عملية الفك.

الشكل (٣-٣): أجزاء محرك ثلاثي الطور بعد الفك

١١ قم بتجميع المحرك بالخطوات العكسية الآتية :

- أدخل العضو الدوار في العضو الثابت حتى يرتكز في وضعه الأصيل .
- ركب الأغطيه الجانبية للآله مع مراعاة تطابق العلامات بعضها على بعض .
- أعد تركيب أطراف الملفات في لوحة توصيل المحرك وثبتها جيداً في مكانها .
- أتم عمليات الشد والمعايرة النهائية .

التقويم :

- ما هي الأجزاء الرئيسة التي يتكون منها المحرك الحثي ثلاثي الطور؟
- كيف يتم فحص أطراف محرك ثلاثي الطور للتأكد من صلاحيته للعمل؟
- ما هي أنواع العضو الدوار للمحركات ثلاثية الطور؟ وما هو نوع العضو الدوار الذي قمت بفكه؟
- ما هي الأعطال الكهربائية والأعطال الميكانيكية التي قد تحدث للمحركات ثلاثية الطور؟
- ما هي وظيفة مروحة التبريد الخاصة بالمحركات، وما هي علاقتها بدرجة الحماية المكتوبة على اللوحة الاسمية للمحركات؟

التمرين الرابع: إعادة لف محرك ثلاثي الطور ذي طبقة واحدة

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تجري العمليات الحسابية اللازمة لإعادة لف محرك ثلاثي الطور بالمواصفات الآتية : (٢٤ مجرى / ٢ قطب / لف متسلسل) .
- ترسم رسماً انفرادياً لملفات المحرك بطريقة اللف المتسلسل .
- ترسم رسماً دائرياً لملفات المحرك بطريقة اللف المتسلسل .
- تعيد لف المحرك التالف .
- تجري الفحوصات اللازمة للمحرك في حالة اللاحمل ، وتشمل (قياس السرعة – الأمبير – القدرة) .
- تشغل المحرك في حالة الحمل وتأخذ القياسات اللازمة لذلك .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور *(2800rpm)*.
- مطرقة حديدية .
- مطرقة بلاستيكية .
- سنبك .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- طقم مفاتيح سداسية .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- أجهزة قياس مناسبة .
- ماكينة لف المحركات الكهربائية .
- كاوي لحام كهربائي .
- أسلاك توصيل مفردة بمساحة مقطع *(2.5)* ملم^{٢} .
- سليف (معكرونة) بأحجام مناسبة .
- قصدير .
- بكرات سلك معزول بأقطار مختلفة .
- ورق كرتون عازل بسموك مناسبة .
- مقص ورق مناسب .

- ميكروميتر .
- شبلونة لف متسلسل .
- مصدر كهربائي ثلاثي الطور .
- ورنيش .
- فرشاة دهان .
- جهاز تسخين كهربائي (سشوار) .

المعلومات الأساسية:

إن عملية إعادة لف محرك ثلاثي الطور تالف تمر تقريباً في نفس الخطوات التي تمر فيها عملية إعادة لف محرك أحادي الطور مع اختلاف في العمليات الحسابية التي تم على أساسها لف المحرك .

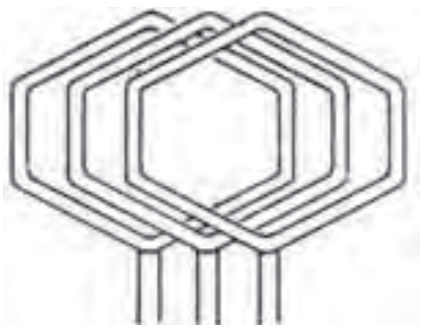
ويعتمد دوران المحرك الحثي ثلاثي الطور على ما يسمى المجال المغناطيسي الدوار المتولد أصلاً من المصدر ثلاثي الطور ، والذي تكون فيه الملفات الثلاثة المشكلة للمحرك مزاحة بمقدار *(120)* درجة كهربائية (خلافاً لإزاحة ملفات الحركه عن ملفات البدء ب *(90^{o})* في حالة المحرك أحادي الطور) بعضها عن بعض ؛ مما يساعد في إنتاج المجال المغناطيسي الدوار والذي بدوره يساعد المحرك على الدوران من تلقاء نفسه دون الحاجة إلى وسيلة مساعدة أخرى (كالمواسع أو غيره من الأنواع الأخرى للمحركات أحادية الطور) .

وهناك طريقتان يتم فيها لف المحركات ثلاثية الطور (كما هو الحال في المحركات الحثية أحادية الطور)، هما :

١ اللف بطريقة اللف المتداخل كما هو مبين في الشكل (٤-١) .

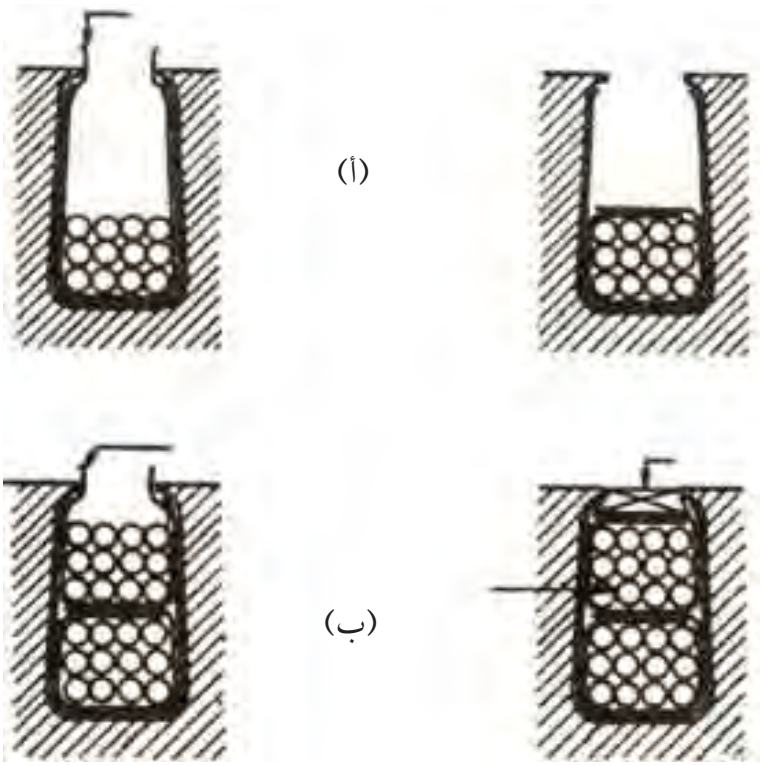
٢ اللف بطريقة اللف المتسلسل كما هو مبين في الشكل (٤-٢) .

الشكل (٤-١) : اللف بطريقة اللف المتداخل (خطوة متغيرة)



الشكل (٤-٢) : اللف بطريقة اللف المتسلسل (خطوة ثابتة)

وإما أن يلف المحرك بطبقة واحدة (جانب واحد في المجرى) أو بطبقتين (جانبين) كما هو مبين في الشكل (٤-٣) (أيضاً كما هو الحال في المحرك أحادي الطور) .



الشكل (٤-٣) : (أ) لف بطبقة واحدة (جانب واحد في كل مجرى) . (ب) لف بطبقتين (جانبان في المجرى الواحد)

ويعتمد شكل الملفات داخل المحرك بشكل أساسي على :

١ عدد الأقطاب للمحرك .

٢ عدد الأطوار للمحرك .

٣ طريقة اللف .

٤ عدد الطبقات .

وللقيام بهذه العملية لا بد من معرفة الطرق التي تتم فيها هذه العملية والتي تجري بخطوات مرتبة كالآتي :

- أخذ البيانات المكتوبة على اللوحة الاسمية للمحرك .
- فك المحرك وتعبئة البطاقة الخاصة بعملية اللف .
- معرفة طريقة اللف : متداخل أم متسلسل .
- معرفة عدد الطبقات إن كانت أكثر من واحدة .
- معرفة عدد الأقطاب للمحرك .
- معرفة عدد الملفات للمجموعة الواحدة في القطب الواحد، ويمكن حساب عدد المجموعات للمحرك ثلاثي الطور من العلاقة الآتية :

(عدد المجموعات = عدد الأقطاب × عدد الأطوار)،

أما $\frac{\text{عدد الملفات}}{\text{مجموعة}}$ فيمكن معرفته من العلاقة الآتية :

$$\text{عدد الملفات لكل مجموعة} = \frac{\text{عدد الملفات كلها}}{\text{عدد المجموعات}}$$

مثلاً في المحرك ثلاثي الطور الذي يحتوي على *(12)* ملفاً وله *(2)* قطب يكون

عدد المجموعات= (*2* قطب × *3* أطوار) = *6* مجموعات .

$$\text{أما عدد ملفات كل مجموعة} = \frac{12 \text{ ملف}}{6 \text{ مجموعات}} = \frac{2 \text{ ملف}}{\text{مجموعة}}$$

- معرفة عدد لفات كل ملف في المجموعة و قياس قطر السلك المستخدم .
- معرفة طريقة التوصيل لمجموعات القطب .
- معرفةعدد الأسلاك المستخدمة لكل ملف (مفردة/ توازٍ) .
- إعادة لف الملفات باستخدام القطر والعدد اللازم .
- فحص أطراف الملفات باستخدام جهاز الأوميتر وجهاز الميجر .
- تشغيل المحرك في حالة اللاحمل وأخذ القياسات اللازمة .

ولتبيان كيفية القيام بذلك نأخذ المحرك الآتي كمثال على إعادة لف محرك ثلاثي الطور *(24)* مجرى و *(2)* قطب، وطريقة اللف خطوة ثابتة (متسلسل) .

وتمر عملية إجراء العمليات الحسابية اللازمة لإعادة لف المحرك ثلاثي الطور في المراحل الآتية :

١ حساب عدد الأقطاب للمحرك ثلاثي الطور :

$$\text{عدد الأقطاب} = \frac{\text{التردد} \times 120}{\text{السرعة}}$$

وللمحرك السابق : عدد الأقطاب = *2* قطب (تقريباً *2800* د \ د) .

٢ عدد الملفات الكلية للمحرك = $\frac{1}{2}$ × عدد المجاري = $\frac{1}{2} \times 24 = 12$ ملفاً (طبقة واحدة)

٣ خطوة أكبر ملف = $\frac{\text{عدد المجاري الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{24}{2} = \frac{12 \text{ مجرى}}{\text{قطب}}$.

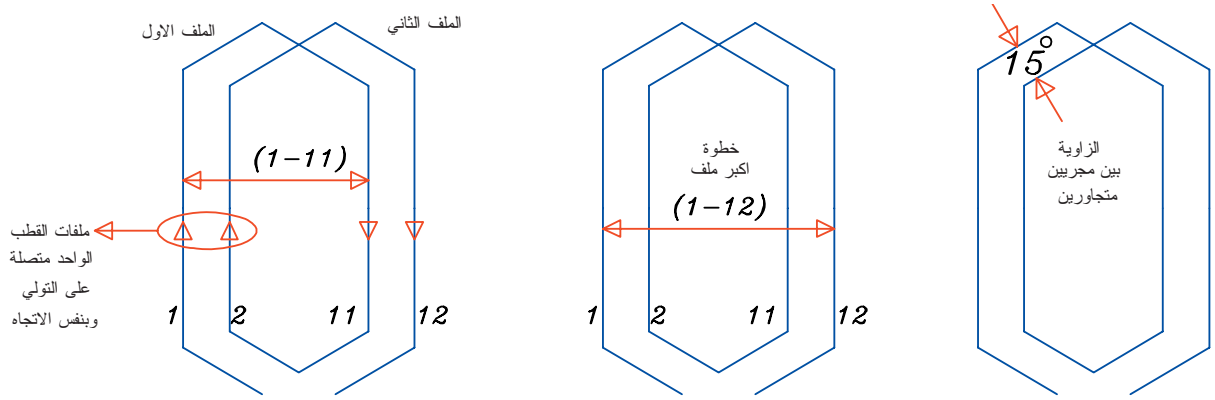
أي إن خطوة أكبر ملف= (١-١٢) أو الخطوة الخارجية

٤ $\frac{\text{عدد الملفات}}{\text{قطب}} = \frac{12}{2} = 6$ ملف / قطب .

٥ $\frac{\text{عدد الملفات}}{\text{قطب}} = \frac{\text{عدد الملفات}}{\text{فاز}} = \frac{\text{عدد الأقطاب}}{3 \text{ فاز}} = \frac{6}{3} = \frac{2 \text{ ملف}}{\text{قطب}}$. أي إن توزيع الملفين يكون : (١-١١)، (٢-١٢)

لأن اللف متسلسل لتكون الخطوة الخارجية :

(١-١٢) . كما هو مبين في الشكل (٤-٤) .

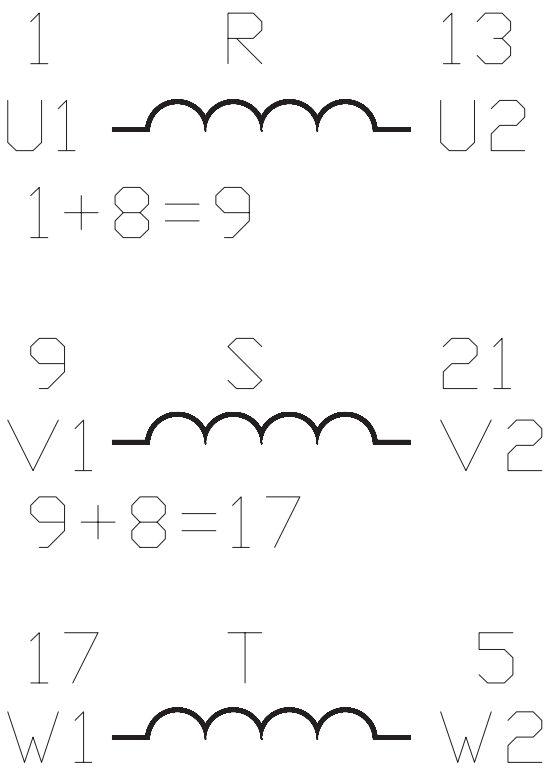


الشكل (٤-٤): عدد الملفات لكل قطب لكل طور(*R - S - T*)

٦ الزاوية المحصورة بين كل مجريين متجاورين = $\frac{\text{الزاوية بين القطب والآخر}}{\text{عدد مجاري القطب الواحد}} = \frac{180}{12} = 15^o$ درجه كهربائية.

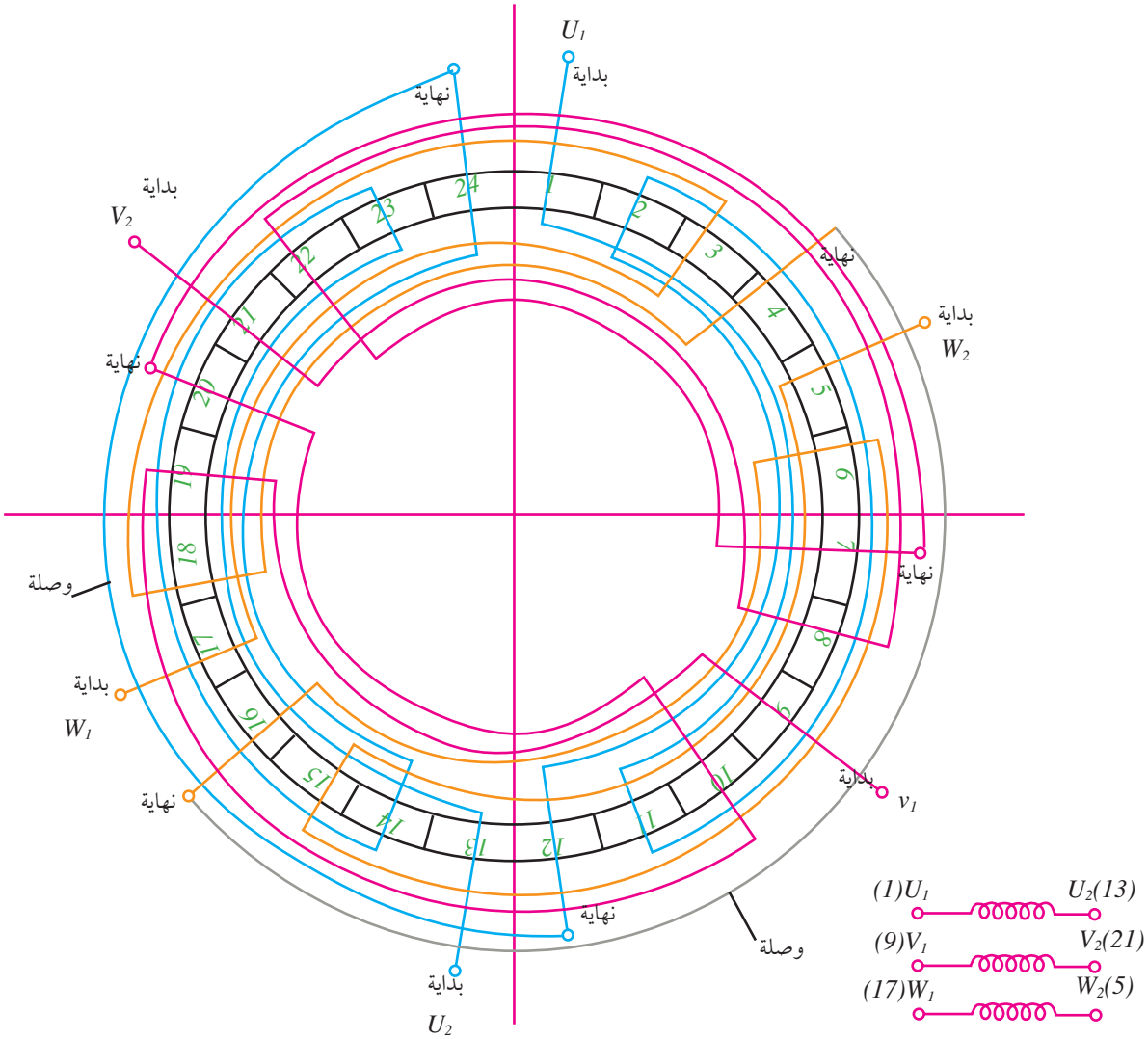
٧ المسافة(بعدد المجاري) بين بداية الطورالأول والذي يأتيه = $\frac{\text{الزاوية } 120^o}{\text{الزاوية بين كل مجريين متجاورين}} = \frac{120^o}{15^o} =$ 8 مجارٍ كما هو مبين في الشكل (٤-٥).

٨ واعتمادا على الخطوه السابقة: بداية الطور الأول (*U1*) هو مجرى رقم (*1*)، وبداية الطور الثاني (*V1*) هو مجرى رقم (*1+8*) = (*9*) وبداية الطور الثالث (*W1*) هو مجرى رقم (*8+9*) = (*17*) كما هو موضح في الشكل (٤-٥).



الشكل (٤-٥): المسافة بين مجرى وآخر وتحديد بدايات كل طور من الأطوار الثلاثة

٩ رسم طريقة لف المحرك بطريقة الرسم الدائري كما في الشكل (٤-٦).



الشكل (٤-٦): رسم طريقة اللف المتسلسل لمحرك ثلاثي الطور بطريقة اللف الدائري.

خطوات العمل:

١ خذ البيانات اللازمة لإعادة اللف (والمبينة على اللوحة الاسمية للمحرك) وسجلها في الجدول المبين (جدول (٤-٢)).

٢ قم بتعبئة بطاقة اللف بالبيانات المطلوبة تباعاً لاستخدامها في عملية اللف لاحقاً.

٣ فك الغطاءين الجانبيين للمحرك المراد إعادة لفه بالطريقة التي تعلمتها سابقاً بعد وضع العلامات عليها.

٤ حدد عدد المجارى للمحرك (وهي في هذه الحالة (٢٤) مجرى)، ثم سجل عدد المجاري الكلية للمحرك في الجدول (٤-٢).

٥ حدد بعدها نوع اللف (متسلسل في هذه الحالة كما هو مبين في الشكل (٤-٦)) وطريقة اللف المستخدمة في لف ملفات العضو الساكن (طبقة واحدة هنا)، ثم سجلها في الجدول (٤-٢).

٦ حدد عدد ملفات الكلي(وهي ١٢ في هذه الحالة) بالنظر إليها ثم سجلها في الجدول (٤-٢).

٧ حدد عدد الأسلاك المستخدمة (ما إذا كانت سلكي توازٍ مثلاً) وسجلها في الجدول (٤-٢).

٨ أزل العازل(السليف أولاً) عن كل من طرفي الملف الأول والملف الثاني والثالث، ثم باستخدام سكين أو بحرق أطراف الملفات؛ لإزالة طبقة الورنيش العازلة للسلك.

٩ قس قطر سلك الملف باستخدام الميكروميتر المبين في الشكل (٤-٨) وسجلها في الجدول (٤-٢).

الشكل (٤-٨): قياس قطر سلك اللف بوساطة الميكروميتر

محرك ثلاثي الطور الخطوة الخارجية (١-١٢)	عدد المجاري الكلية	عدد الملفات الكلية	عدد الأقطاب	عدد المجاري الكلية / قطب	نوع اللف طبقة واحدة/ طبقتان	عدد الملفات لكل قطب لكل طور	قطر سلك اللف (ملم)	عدد اللفات لكل ملف في المجموعة	طريقة اللف متداخل/ متسلسل
(RPM(2800 (٦) مجموعات: (٢) ملف / مجموعة	٢٤	١٢	٢	١٢	طبقة واحدة	٢	٠,٨٠	٦٣ لفه	(ملفان): متسلسل ١-١١ ٢-١٢ متداخل ١-١٢ ٢-١١

جدول (٤-٢): جدول المعلومات اللازمة لعملية إعادة اللف لمحرك ثلاثي الطور

١٠ اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات الملفات باستخدام الإزميل والمطرقة، ومن الداخل إلى الخارج وبشكل مائل مراعياً عدم إصابة شرائح المحرك حتى لا تتلف أثناء عملية القطع كما هو مبين في الشكل (٤-٩) حتى تنتهي منها جميعاً (من جهة واحدة).

الشكل (٤-٩): طريقة قطع الملفات لإزالتها من المجاري

١١ باستخدام سنبك الطرد والمطرقة، ومن الجهة المقابلة اطرد الملفات تدريجياً مع محاولة سحبها بمساعدة زرا دية دون إلحاق الأذى بأطراف جسم العضو الساكن وذلك وبالضغط عليها أثناء عملية سحب الملفات (ويمكن استخدام سشوار (تسخين الملفات تدريجياً) للمساعدة في طرد الملفات المحروقة) كما هو مبين في الشكل (٤-١٠) أو استخدم آلة نزع الملفات (إن وجدت).

الشكل (٤-١٠): طريقة نزع الملفات من داخل المجاري

١٢ سجل خطوة أكبر ملف لكل من ملفات المحرك أثناء إزالة الملفات، وكذلك تأكد من طريقة توصيل ملفات كل طور وملفات الأطوار جميعها (توالٍ أم توازٍ أم مركب).

١٣ قم بعد لفات كل ملف في كل مرة تزيل إحداها للتأكد من عددها، وسجلها في بطاقة اللف الخاصة.

١٤ نظف المجاري من ورق العزل المتبقي والورنيش باستخدام نصله منشار حديد جيداً.

١٥ خذ قياس طول مجرى المحرك بالمسطرة أو بالكليبر المبين في الشكل (٤-١١) مع مراعاة عمق المجرى وعرض عازل البلاستيك لاحقاً. أضف ما مقداره ٣ ملم بالطول للورق العزل من الجانبين ليبرز الورق العازل من الجانبين ثم اثني الورق بما يتناسب مع شكل المجرى. ثم حضر أغطية من نفس الورق.

الشكل (٤-١١): أخذ قياس طول المجرى لقص ورق العزل البلاستيكي

١٦ اعزل المجاري من جديد (بعد تنظيفها) بورق عزل بلاستيكي، ثم أدخل الورق العازل في المجاري لتبرز الثنية من الخارج كما هو موضح في الشكل (٤-١٢).

الشكل (٤-١٢): عزل المجاري بورق العزل البلاستيكي للتحضير لإسقاط الملفات

١٧ حضر ماكينة اللف لتكون جاهزة للف ملفات الأطوار الثلاثة مع اختيار الشبلونات حسب طريقة اللف (اللف المتسلسل – والتي تظهر في الشكل (٤-١٣)) مع تحضير بكرة اللف الخاصة بكل من الملفات ومعايرتها (إن وجد بها عداد *COUNTER* حسب عدد لفات كل ملف منهم).

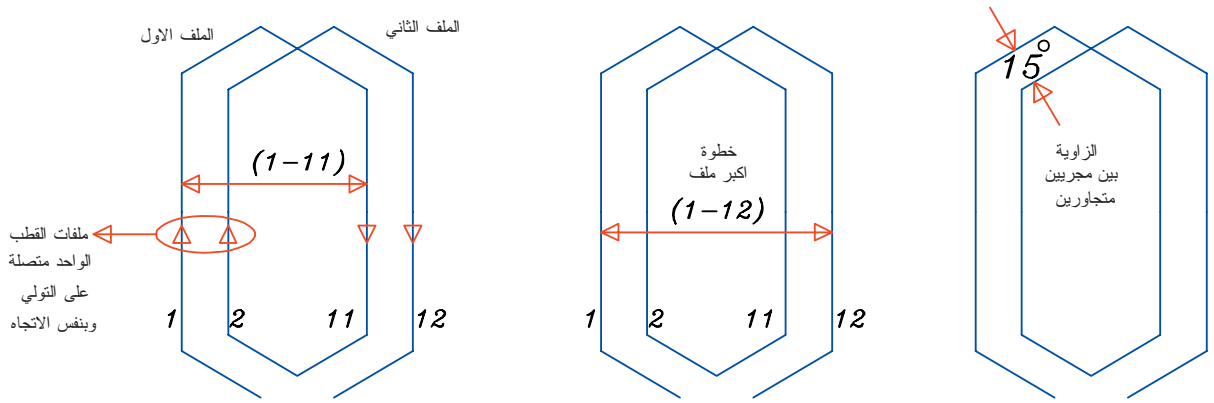
الشكل (٤-١٣): تحضير ماكينة اللف (لف متسلسل)

١٨ اقطع سلك لف بطول معين، ثم عين الطول المناسب والمسافة الفاصلة ما بين عدد المجاري لملف التشغيل بادئاً من الملف الأصغر (خطوة أصغر ملف) بحيث تزيد عليها من الجهتين طولاً مناسباً لكي تأخذ بالحسبان عملية التربيط للملفات لاحقاً، وذلك لإزاحة الشبلونات الخاصة بماكينة اللف حسب عدد المجاري(تلك المسافة) للمحرك المراد لفه.

١٩ ثبت الشبلونات حسب السلك (العينة) مراعياً المسافة التي أخذتها في الخطوة السابقة، ثم حضر بكرة السلك حسب قطر سلك الملف المسجل لديك سابقاً كما في الشكل (٤-١٤).

الشكل (٤-١٤): أخذ عينه (مقياس لف الملفات) على شبلونة اللف

٢٠ ابدأ بتشغيل ماكينة اللف(بالسرعة المناسبة)حسب عدد اللفات والقطر المحددة سابقاً، وذلك لحين الانتهاء من لف جميع ملفات القطب الواحد (ألمجموعة الواحدة) مراعياً أن يكون اتجاه اللف بحيث يحافظ على أن تكون ملفات القطب الواحد متصلة على التوالي وبالاتجاه نفسه كما في الشكل (٤-١٥).



الشكل (٤-١٥): ملفات القطب الواحد متصلة على التوالي وبالاتجاه نفسه

٢١ استمر بهذه العملية حتى تنتهي من ملفات باقي الأقطاب الأخرى للطور الأول، ثم ضعها في مكان مناسب للحفاظ عليها.

٢٢ ابدأ بإسقاط ملفات القطب الأول بادئاً من الملف ذي الخطوة الصغرى داخل المجريين المعزولين حسب خطوة اللف.

٢٣ كرر العملية لباقي ملفات الأطوار الأخرى حتى تنتهي منها جميعاً.

٢٤ أسقط ملفات الطور الثاني بنفس الطريقة السابقة حتى تنتهي منها جميعاً كما هو مبين في الشكل (٤-١٦).

الشكل (٤-١٦): إسقاط جميع ملفات الأقطاب للأطوار والانتهاء منها جميعاً

٢٥ أدخل ورق العزل فوق كل مجرى من مجاري المحرك جميعها لتغطيتها من الجهة الخارجية كما في الشكل (٤-١٧).

الشكل (٤-١٧): عزل مجاري المحرك بعد إسقاط الملفات فيها بورق العزل البلاستيكي

٢٦ أدخل قطعة معكرونة (سليف) في كل وصلة وبأطوال مناسبة لتغطيتها جميعها.

٢٧ قم بلحام سلك مفرد مجدول وبقطر وطول مناسب مع كل طرف من طرفي الملفات الثلاثة ثم اعزلهما بالسليف الذي تم إدخاله مسبقاً كما تعلمت سابقاً.

٢٨ اعزل ما بين ملفات الأطوار الثلاثة بورق عزل مقوي كرتوني، ومن الجهتين الداخلية والخارجية لكل ملف كما في الشكل (٤-١٨).

الشكل (٤-١٨): عزل ملفات الأطوار جميعها بورق العزل الكرتوني من الجهتين

٢٩ قم بتربيط كل من ملفات الطور الواحد وحدها بخيط التربيط (شبر تربيط أو خيط قنب) مراعياً خروج الأطراف لكل طور من الفتحة المخصصة لها من لوحة توصيل المحرك الخارجية كما هو موضح في الشكل (٤-١٩).

الشكل (٤-١٩): تربيط ملفات المحرك جميعها بشبر التربيط الخاص

٣٠ رتب شكل الملفات جميعها لتظهر بمظهر منتظم ما أمكن ومراعياً عدم ملامستها جسم المحرك عند دوران العضو الدوار مستخدماً مطرقة بلاستيكية للطرق على الملفات بلطف من خلال قطعة خشبية فاصلة ما بين الملفات والمطرقة كما في الشكل (٤-٢٠).

الشكل (٤-٢٠): ترتيب ملفات المحرك قبل تثبيت الأغطية الجانبية وأثناء التربيط

٣١ افحص طرفي كل ملف بجهاز الأوميتر ليكون هناك اتصال ما بين طرفي الملف (يعطي الأوميتر قيمة مقاومة معينة) فقط .

٣٢ افحص ما بين كل من طرف الملفات وجسم المحرك بحيث لا يجب أن يكون هناك أي اتصال بين الملفات وجسم المحرك .

٣٣ ركب الأغطية الجانبية وثبتها جيداً بالبراغي المخصصة لها ليصبح العضو الدوار حرَّ الحركة (ليدور باليد بسهولة) .

٣٤ اعزل الملفات جميعها بالورنيش ثم اترك المحرك يجف .

٣٥ قم بتوصيل وتشغيل المحرك في حالة اللاحمل حسب اللوحة الاسمية له ، وقس التيار المار فيه بوساطة جهاز قياس التيار (*clamp– on meter*) للتأكد من قيمته ، ثم قس سرعة دوران المحرك بوساطة جهاز التاكوميتر وسجل القيم جميعها في الجدول (٤–٣) .

جهد التشغيل (V)	تيار اللاحمل (A)	سرعة الدوران (RPM)	قدرة المحرك (KW)	مقاومة طرفي كل ملف(Ω)		

جدول (٤–٣) : جدول فحص المحرك بعد إعادة لفه من جديد للتأكد من صلاحيته

التقويم:

- هل يوجد فرق من الناحية الكهربائية لمحرك تم لفه بطريقة اللف المتداخل ، وآخر تم لفه بطريقة اللف المتسلسل ، والمحركان من نفس الشركة الصانعه ، ولهما نفس الخواص؟
- قم بإجراء الحسابات اللازمة لإعادة لف المحرك السابق بطريقة اللف المتداخل؟ ماذا تلاحظ؟
- ماذا تفعل إذا لم تجد لديك(في المشغل) قطر السلك الملائم لإعادة لف محرك ما؟ هل يمكن استخدام سلكين على التوازي؟ كيف؟ احصل على جدول خاص (بمساعدة مشرفك) لأقطار مختلفة للأسلاك اللف ومساحة مقطعها لتساعدك في اختيار أسلاك التوازي– بدل السلك المفرد غير المتوفر) .
- محرك ثلاثي الطور يحتوي على (٢٤) مجرى ، وله (٤) أقطاب ، قم بإجراء الحسابات اللازمة لإعادة لفه بطريقة اللف المتداخل . ثم ارسم طريقة لفه؟
- هل تختلف طريقة توصيل المجموعات تحت القطب في حالة المحرك ثلاثي الطور عنها للمحرك أحادي الطور؟
- ما الإجراءات اللازم اتباعها للتأكد من سلامة لف محرك ثلاثي الطور بعد إتمام لفه؟
- ما هو الاختلاف الأساسي ما بين طريقة لف محرك أحادي الطور ومحرك ثلاثي الطور؟
- قم بتوصيل ملفات المحرك على شكل نجمي ، ثم شغله ، وقس تيارات كل طور وقارن بينها .

التمرين الخامس: إعادة لف محرك ثلاثي الطور ذي أقطاب تأثيرية

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تجري العمليات الحسابية اللازمة لإعادة لف محرك ثلاثي الطور بالطريقة التأثيرية .
- ترسم رسماً انفرادياً لملفات المحرك بطريقة اللف المتسلسل .
- ترسم رسماً دائرياً لملفات المحرك بطريقة اللف المتسلسل .
- تعيد لف المحرك التالف .
- تأخذ القياسات اللازمة للمحرك في حالة اللاحمل وتشمل (قياس السرعة – الأمبير – القدرة) .
- تشغل المحرك في حالة الحمل وتأخذ القياسات اللازمة لذلك .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور *(2800rpm)* .
- مطرقة حديدية .
- مطرقة بلاستيكية .
- سنبك .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- طقم مفاتيح سداسية .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- أجهزة قياس مناسبة .
- ماكينة لف المحركات الكهربائية .
- كاوي لحام كهربائي .
- أسلاك توصيل مفردة بمساحة مقطع *(2.5)* ملم^{2} .
- سليف (معكرونة) بأحجام مناسبة .
- قصدير .
- بكرات سلك معزول بأقطار مختلفة .
- ورق كرتون عازل بسموك مناسبة .
- مقص ورق مناسب .
- ميكروميتر .

- شبلونة لف متسلسل .
- مصدر كهربائي ثلاثي الطور .
- ورنيش .
- فرشاة دهان .
- جهاز تسخين كهربائي (سشوار) .

المعلومات الأساسية:

يتم أحياناً إعادة لف المحركات ثلاثية الطور بطريقة اللف ذات الأقطاب التأثيرية، وغالباً ما تكون هذه المحركات من ذات الطبقة الواحدة . وبشكل عام يكون عدد الأقطاب التأثيرية مساويا لنصف عدد الأقطاب الكلية للمحرك ثلاثي الطور . فالمحرك ذو الأربعة أقطاب يكون عدد أقطابة التأثيرية اثنين وهكذا بالنسبة للمحركات الأخرى .

ولتوضيح طريقة اللف هذه لناخذ المثال الآتي :

محرك ثلاثي الطور يحتوي على (٣٦) مجرى، وله (٤) أقطاب، ونوع اللف متداخل (طبقة واحدة) .

يتم اتباع الخطوات الآتية لإعادة لف هذا المحرك بطريقة الأقطاب التأثيرية كما يأتي :

الحسابات اللازمة لإعادة لف المحرك ثلاثي الطور بالطريقة التأثيرية :

١ خطوة أكبر ملف = $\frac{1}{3}$ × عدد المجاري = $\frac{1}{3} \times 36 = 12$ مجرى (خطوة المجموعة)

٢ عدد الملفات الكلية للمحرك = $\frac{1}{2}$ × عدد المجاري = $\frac{1}{2} \times 36 = 18$ ملف .

٣ $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{طور}} = \frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأطوار}} = \frac{18}{3} = 6$ ملفات / أطوار

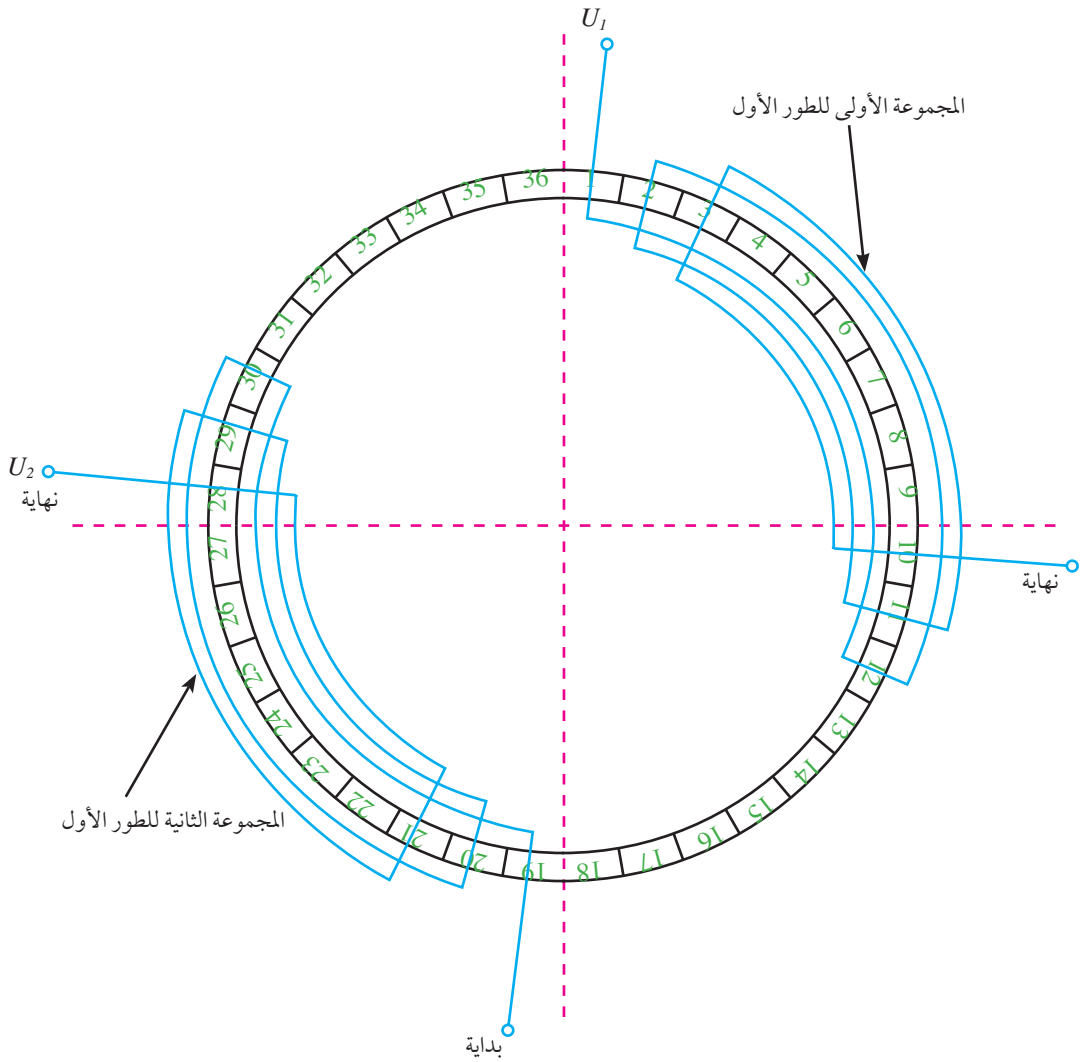
٤ عدد المجموعات = عدد الأقطاب × عدد الأطوار = $2 \times 3 = 6$ مجموعة .

٥ $\frac{\text{عدد المجموعات}}{\text{عدد الأطوار}} = \frac{18}{3} = 6$ مجموعات / أطوار .

٦ $\frac{\text{عدد الملفات لكل مجموعة}}{\text{طور}} = \frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد المجموعات}} = \frac{18}{3} = 3$ ملفات/ مجموعات / أطوار .

وبالآتي : وبما أن اللف متداخل توزع الثلاثة ملفات كما يأتي :

٧ (١-١٢)، (٢-١١)، (٣-١٠) تظهر هذه الملفات الثلاثة كما في الشكل (٥-١) اللف : متداخل .

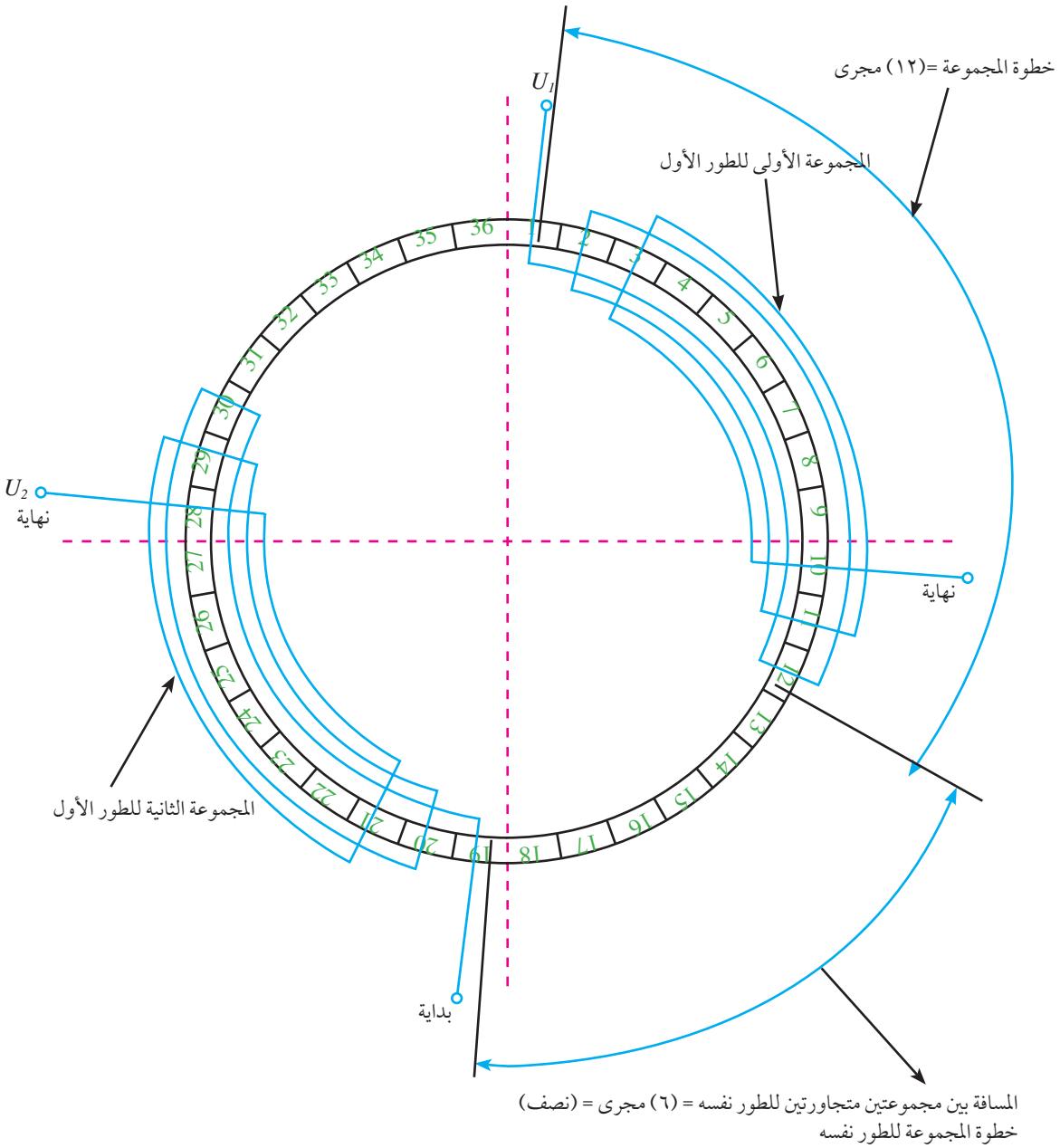


الشكل (٥-١): توزيع الملفات الثلاثة داخل المجاري وخطوة (مدى) اللف للمجموعة (متداخل)

٨ المسافة بين مجموعتين متجاورتين للطور نفسه = $\frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب التأثيرية}}$ − خطوة المجموعة

$= \frac{36}{2} - 12$ مجرى $= 6$ مجارٍ.

(أي أن المسافة ما بين ملفات المجموعة الأولى والثانية (للطور نفسه) هي نصف خطوة المجموعة (٦) كما يظهر في الشكل (٥-٢).



الشكل (٥-٢): المسافه بين مجموعتين متجاورتين للطور نفسه

٩ المسافه ما بين كل مجرى والذي يأتيه = $\frac{180 \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجاري}} = \frac{4 \times 180}{36} = 20^o$.
(كما هو الحال في المحركات بطريقة اللف العادية).

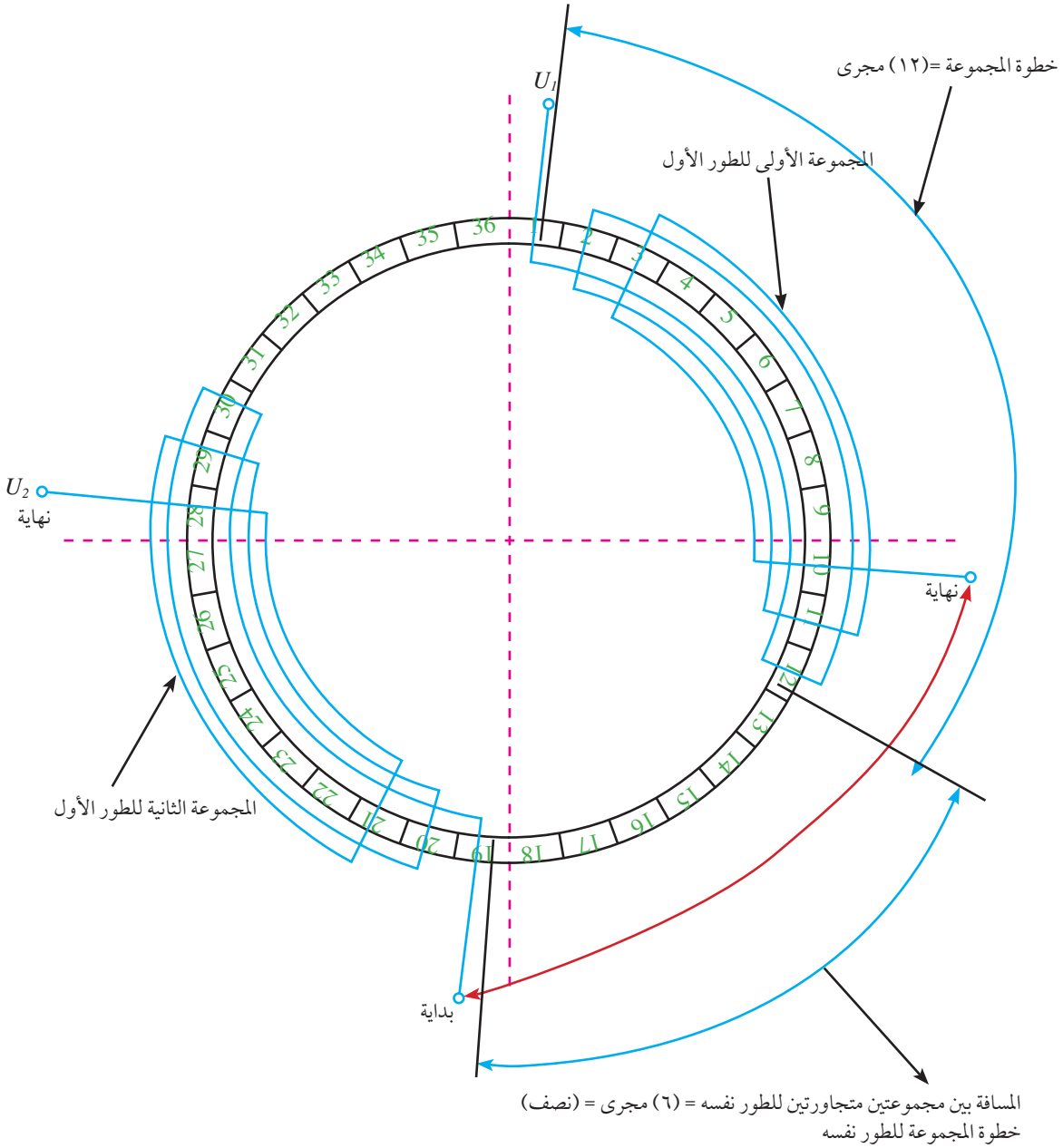
١٠ المسافة ما بين كل طور وآخر = $\frac{120^o}{20^o} = 6$ مجارٍ.

١١ بداية الطور الأول *(U1)* تكون في المجرى رقم (١).

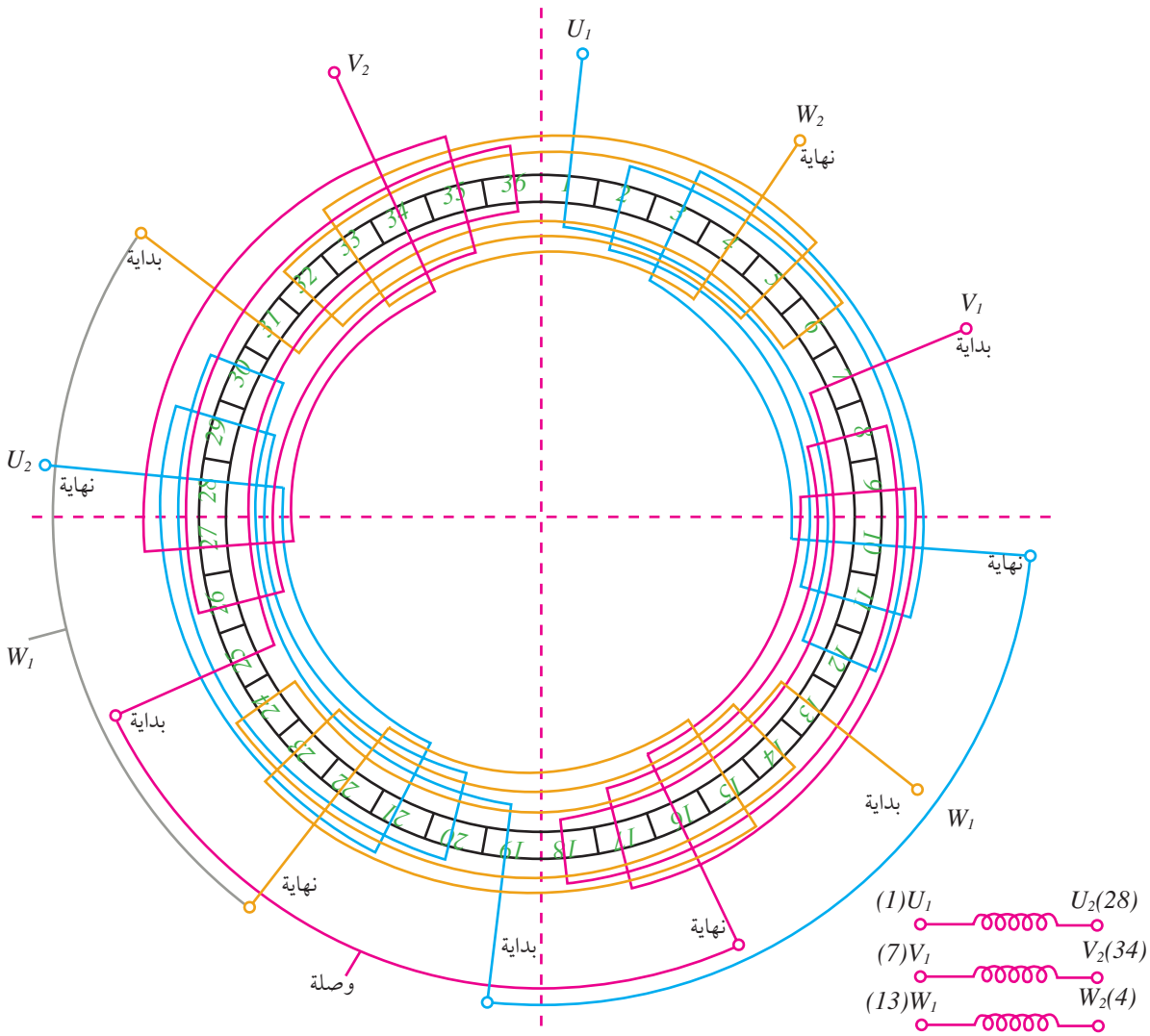
١٢ بادية الطور الثاني *(V1)* تكون في المجرى رقم *(1 + 6) =(7)*.

١٣ بداية الطور الثالث *(W1)* تكون في المجرى رقم *(7+6) = (13)*.

١٤ طريقة التوصيل للمجموعات : بداية مع نهاية كما يظهر في الشكل (٥-٣) .



الشكل (٥-٣) : محرك ثلاثي الطور (٣٦) مجرى ، (٤) أقطاب ، لف متداخل بطريقة الأقطاب التأثيرية .



الشكل (٥-٤): محرك ثلاثي الطور (٣٦) مجرى، (٤) أقطاب، لف متداخل بطريقة الأقطاب التأثيرية.

خطوات العمل:

١ اقطع ملفات المحرك مراعياً عدم إصابة شرائح العضو الساكن، ثم اخرج ملفاً منها، وقم بعدّ لفاته وقس قطر السلك بالميكروميتر، وسجل هذه البيانات في بطاقة اللف في الجدول (٥-١).

٢ نظف مجاري المحرك من الأوساخ، ومن ورق العزل جيداً باستخدام نصلة منشار، ثم خذ قياسها وقص ورق العزل المناسب لها.

٣ خذ قياس طول أكبر ملف (حسب نوع اللف)، وحدد عدد اللفات وقطر السلك، وعدد ملفات كل مجموعة (عددها ثلاثة في هذه الحالة)، ثم ركب شبلونة اللف المتسلسل على ماكينة اللف.

٤ ابدأ بلف الملفات الثلاثة على ماكينة اللف حتى تنتهي من الملفات الثلاثة (المجموعة الأولى).

٥ كرر العملية ذاتها حتى تنتهي من الجموعات الخمس المتبقية، ثم ضعها جانباً لحين تسقيطها في المجاري لاحقاً.

٦ أسقط ملفات المجموعة الأولى الثلاثة في المجاري المخصصة لها حسب الحسابات السابقة حتى تنتهي منها جميعها.

٧ كرر العملية ذاتها لباقي المجموعات حتى تنتهي منها جميعاً.

٨ اعزل ملفات كل طور عن الآخر بورق العزل الكرتوني، ثم راعِ خروج أطراف ملفات المحرك السته من المكان المخصص في فتحة لوحة توصيل المحرك الخارجية.

٩ اربط ملفات المحرك جميعها بشبر التربيط، ونظمها ورتبها جيداً حتى لا تلامس العضو الدوار.

١٠ عري أطراف المجموعات، ثم صل مجموعتي كل طور على التوالي وبالاتجاه نفسه، ثم أدخل السليف (المعكرونة) في أطراف المحرك الستة.

١١ صل أطراف المحرك بأسلاك توصيل مجدولة وبقطر مناسب (كل طور بلون مختلف) ثم الحم الأطراف جيداً وراع خروجها من الفتحة المخصصة لها.

١٢ اعزل ملفات المحرك بالورنيش جيداً.

١٣ ركب أغطية المحرك مكانها وثبتها جيداً مراعياً عدم ملامسة الملفات لجسم المحرك أو للعضو الدوار.

١٤ افحص أطراف كل ملف باستخدام جهاز الأوميتر وتأكد من مطابقة قيمها لباقي الملفين،

١٥ قم بتوصيل وتشغيل المحرك في حالة اللاحمل حسب اللوحة الاسمية له، وقس التيار المار فيه بوساطة جهاز قياس التيار (*clamp– on meter*) للتأكد من قيمته، ثم قس سرعة دوران المحرك بوساطة جهاز التاكوميتر، وسجل القيم جميعها في الجدول (٥–٢).

محرك ثلاثي الطور خطوة أكبر ملف (١–١٢)	عدد المجاري الكلية	عدد الملفات الكلية	عدد الأقطاب للمحرك	عدد الأقطاب التأثيرية	عدد المجموعات/ طور	عدد الملفات لكل قطب لكل طور	عدد اللفات لكل ملف	طريقة اللف متداخل/ متسلسل
1400RPM (٦) مجموعات (٣) ملفات/ مجموعات	*36*	*18*	*4*	*2*	*2*	*3*	*80* لفه	متداخل *1-10* *2-11* *3-12*

جدول (٥–١): جدول المعلومات اللازمة لعملية إعادة اللف لمحرك ثلاثي الطور

جهد التشغيل (V)	تيار اللاحمل (A)	سرعة الدوران (RPM)	قدرة المحرك (KW)	مقاومة طرفي كل ملف(Ω)		

جدول (٥–٢): جدول فحص المحرك بعد إعادة لفه من جديد للتأكد من صلاحيته

التقويم:

١ لماذا يفضل دائماً اخراج ستة أطراف من المحرك الذي تم إعادة لفه من جديد؟

٢ قارن بين محركات الأقطاب التأثيرية والمحركات ذات الأقطاب العادية؟

٣ أكمل ما يأتي :

- يتم بشكل عام إسقاط الملفات في المجاري باتجاه الدوران -------- للأطوار جميعها .
- يتشكل القطب في المحركات ثلاثية الطور من -------- الأطوار الثلاثة جميعها .
- يستخدم عادة أسلاك ذات ---------- مختلفة لبدايات الأطوار الثلاثة ونهاياتها .
- تعتمد خطوة القطب على كل من : ---------- و ---------- .
- يراعى عند إتمام لف المحركات أن ----- يكون هناك اتصال بين أطراف الملفات الثلاثة ، وكذلك أن -------- يكون اتصال بين ---------كل ملف وجسم المحرك ، بينما ------ أن يكون هناك اتصال بين بداية ونهاية كل ملف من الملفات الثلاثة .
- يتم عكس اتجاه دوران المحرك ثلاثي الطور -------- توصيل طور مكان آخر بالنسبة للمصدر .
- يجب أن تشكل الأقطاب المتجاورة في المحركات الكهربائية أقطاباً ---------- بينما يجب أن تكون الأقطاب غير المتجاورة -------- في القطبية عند لف المحركات .
- عند إتمام لف المحرك ثلاثي الطور وتوصيله بالمصدر ، يجب أن تكون ----- المسحوبة من كل طور متساوية القيمة ؛ مما يدل على تساوي قيمة المقاومة لكل طور مع الآخر ، ويدل كذلك على ---- اللف .
- يتم أحياناً توصيل مصدر تيار مستمر مع ملفات أحد الأطوار للتأكد من اتجاه القطبية في مجموعات الطور الواحد ، وتستخدم لذلك ---------- للتأكد من تعاقب الأقطاب للطور الواحد .

التمرين السادس: إعادة لف محرك ثلاثي الطور ذي سرعتين بطريقة دالندر

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تجري العمليات الحسابية اللازمة لإعادة لف محرك ثلاثي الطور بالمواصفات الآتية :
  (36 مجرى وسرعتان($\frac{2}{4}$ أقطاب) / لف متسلسل) .
- ترسم رسماً انفرادياً لملفات المحرك بطريقة اللف المتسلسل .
- ترسم رسماً دائرياً لملفات المحرك بطريقة اللف المتسلسل .
- تعيد لف المحرك التالف .
- تجري الفحوصات اللازمة للمحرك في حالة اللاحمل وتشمل (قياس السرعة – الأمبير – القدرة) .
- تشغل المحرك في حالة الحمل ، وتأخذ القياسات اللازمة لذلك .

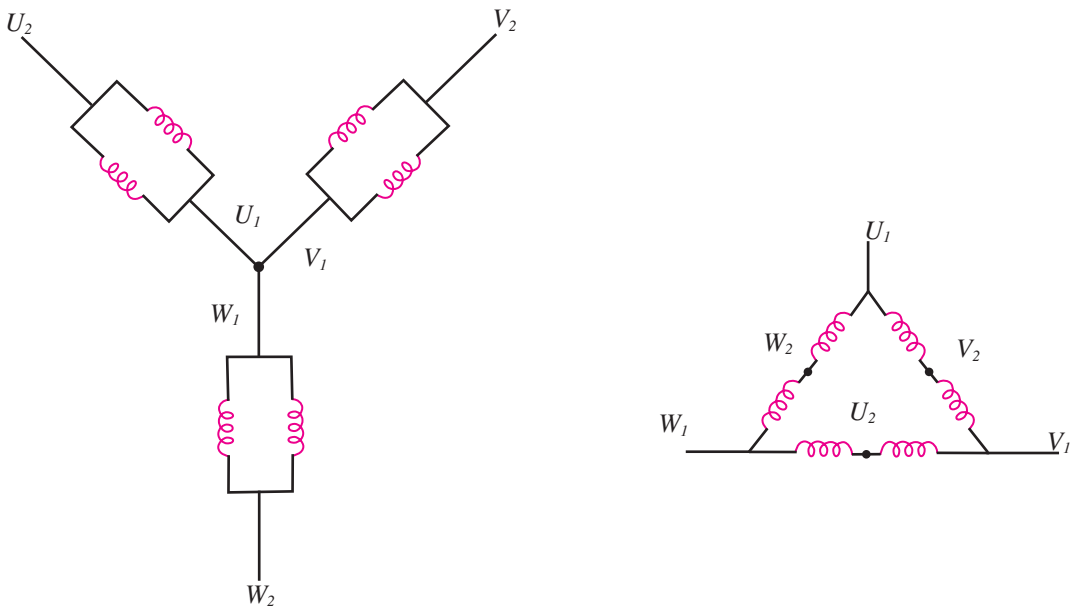
الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور(1400/2800rpm) .
- مطرقة حديدية .
- مطرقة بلاستيكية .
- سنبك .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- طقم مفاتيح سداسية .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- أجهزة قياس مناسبة .
- ماكينة لف المحركات الكهربائية .
- كاوي لحام كهربائي .
- أسلاك توصيل مفردة بمساحة مقطع (2.5) ملم^2 .
- سليف (معكرونة) بأحجام مناسبة .
- قصدير .
- بكرات سلك معزول بأقطار مختلفة .
- ورق كرتون عازل بسموك مناسبة .
- مقص ورق مناسب .

- ميكروميتر .
- شبلونة لف متسلسل .
- مصدر كهربائي ثلاثي الطور .
- ورنيش .
- فرشاة دهان .
- جهاز تسخين كهربائي (سشوار) .

المعلومات الأساسية:

في كثير من الأحوال تدعو الحاجة إلى تشغيل المحركات الكهربائية ثلاثية الطور على سرعتين تكون إحداها ضعف الأخرى ، فمثلاً تعمل بعض المحركات بسرعة دورا نية مقدارها *(1400)* دورة في الدقيقة أو بسرعة دورانية مقدارها *(2800)* دورة في الدقيقة ، ويتم لف هذه المحركات لتعمل على السرعتين المنخفضه أو العالية كما هو الحال في الروافع الخاصة بنقل الأحمال الثقيلة داخل المصانع أو مقالع الحجر . ويتم توصيل المجموعات على التوازي لهذه المحركات بطريقة النجمة *(star)* لتعمل على السرعة العالية أو على التوالي بطريقة المثلث *(delta)* لتعمل على السرعة المنخفضة . كما هو مبين في الشكل (٦-١) .



الشكل (٦-١) : طريقة توصيل المجموعات للمحرك ذي السرعتين بطريقة دالندر
(أ) توصيلة الدلتا ذات السرعه المنخفضه (ب) النجمه ذات السرعه العالية

والمثال الآتي يبين طريقة لف هذا النوع من المحركات .

محرك ثلاثي الطور يحتوي على *(36)* مجرى ، وله $\frac{4}{2}$ أقطاب ، ونوع اللف متداخل (طبقتان) .
يتم اتباع الخطوات الآتية لإعادة لف هذا المحرك سرعتين بطريقة دالندر كما يأتي :

الحسابات اللازمة لإعادة لف المحرك ثلاثي الطورسرعتين بطريقة دالندر :

خطوة أكبر ملف = $\frac{1}{3}$ × عدد المجاري = $\frac{1}{3} \times 36 = 12$ مجرى (طبقة واحدة) .

١ عدد الملفات الكلية للمحرك = عدد المجاري = *36* ملفاً .

٢ $\frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{طور}} = \frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأطوار}} = \frac{36}{3} = 12$ ملفاً / طوراً

٣ $\frac{\text{عدد الملفات لكل مجموعة}}{\text{طور}} = \frac{\text{عدد الملفات لكل طور}}{\text{عدد الأقطاب الأقل}} = \frac{12}{2} = 6$ ملفات / مجموعات .

اذن كل طور له مجموعتان ، يتم توصيل كل مجموعتين للطور نفسه على التوالي (دلتا) للسرعة المنخفضة أو على التوازي للسرعة العالية .

٤ المسافة بين مجموعتين متجاورتين للطور نفسه = $\frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب الأقل}}$ – خطوة المجموعة

= $\frac{36}{2} - 12$ مجرى = *6* مجرى طبقة واحدة .

(الا أن المسافة ما بين ملفات المجموعة الأولى والثانية (للطور نفسه) هي (نصف المسافة لمحرك تأثيري) أي : (٣) مجاري طبقتين كما يظهر في الشكل (٦-٢) .

٥ خطوة المجموعة = *18 – 3 = 15* . *15-1* . ولأن عدد ملفات المجموعة هو (٦) ملفات ، وحسب اللف المتداخل تكون خطوات ملفات المجموعة الواحدة موزعة كما يأتي :

٦ *(1-15), (2-14), (3-13) - (4-12), (5-11), (6-10)* تظهر هذه الملفات السته كما في الشكل (٦-٢) .

٧ المسافة(بعدد المجاري) ما بين بداية الطور الأول والثاني

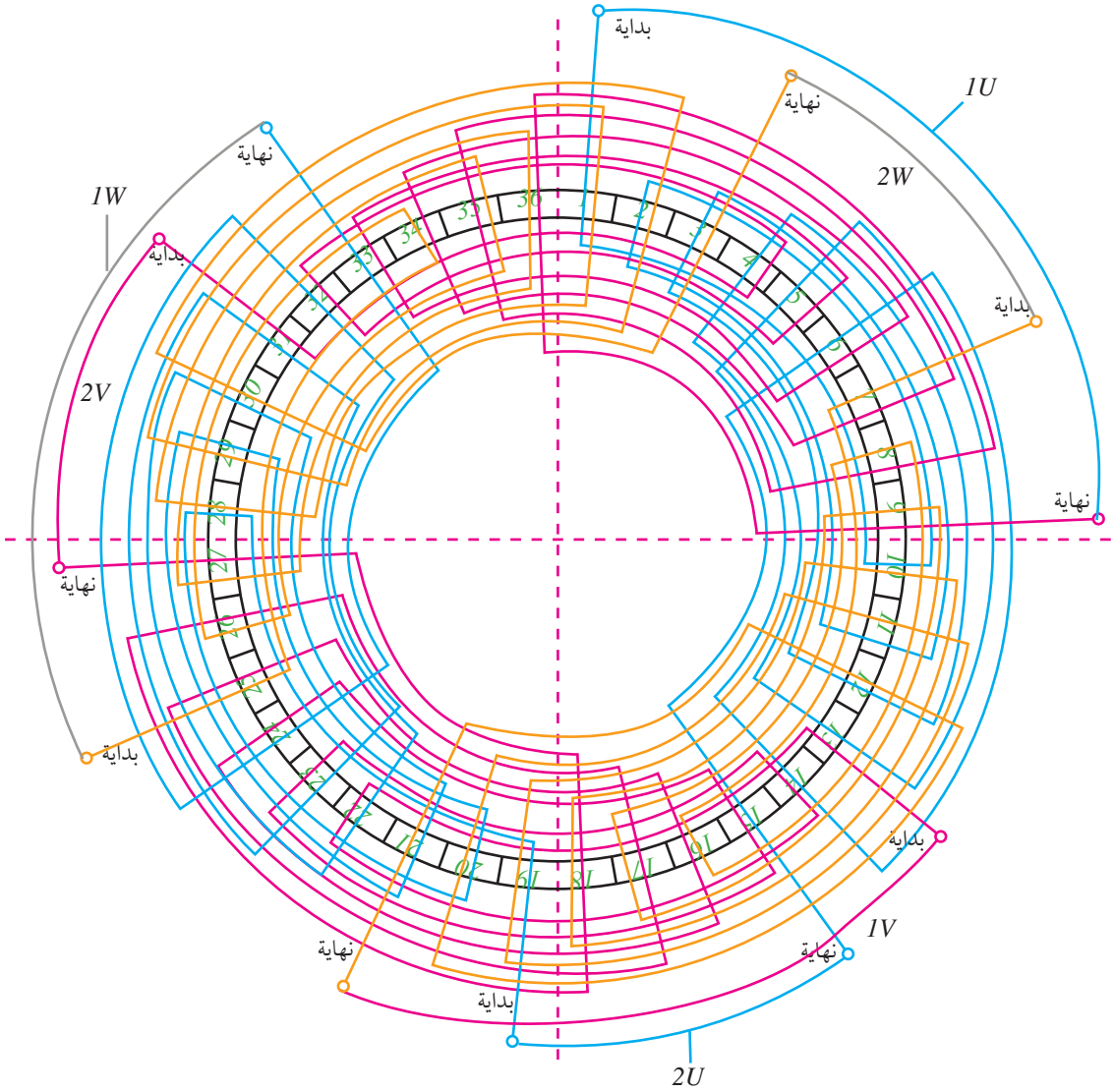
= $\frac{180 \times \text{عدد الأقطاب الأقل}}{\text{عدد المجاري}} = \frac{2 \times 180}{36} = 10^o$.

لذلك : $\frac{120}{10} = 12$ مجرى بين كل طور وآخر .

٨ وعليه تكون بداية الطور الأول*(U1)* في المجرى رقم (١)

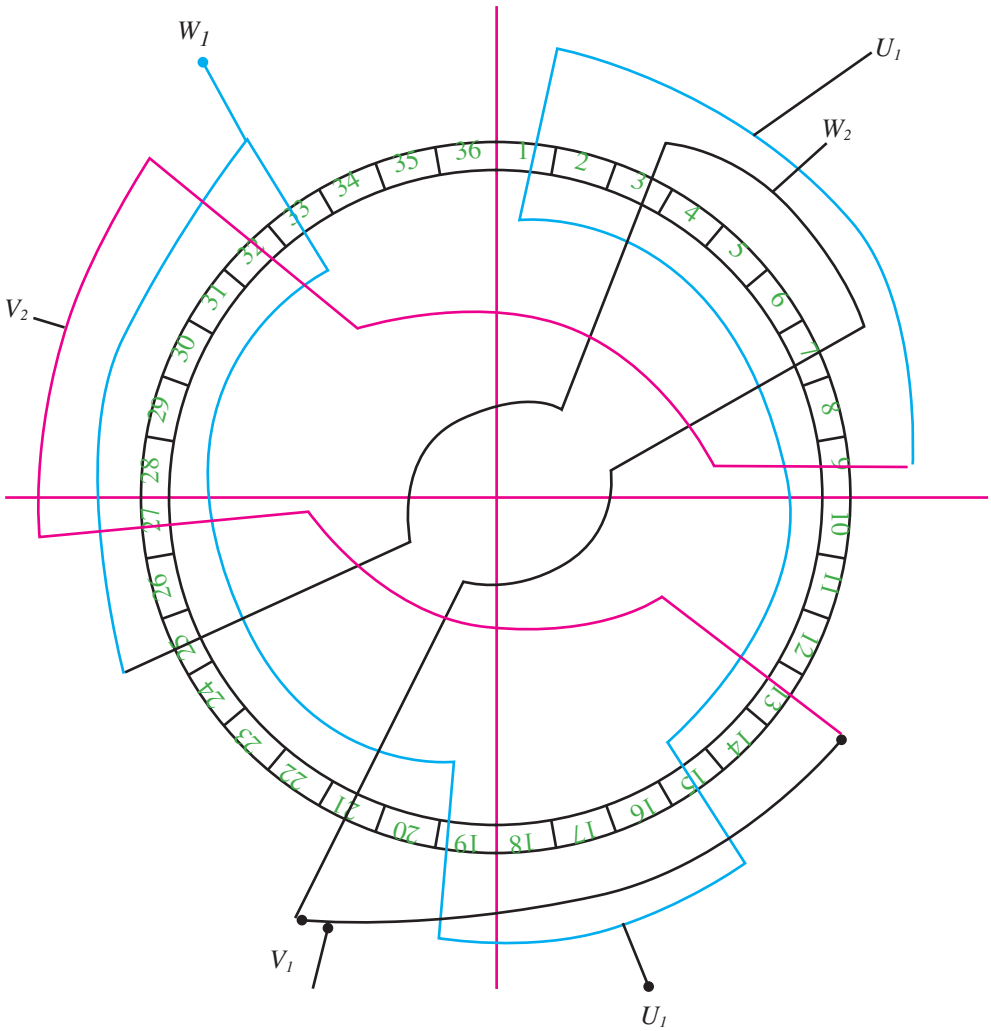
وبداية الطور الثاني *(V1)* في المجرى رقم *(12+1) = 13*

وبداية الطور الثالث *(W1)* في المجرى رقم *(12+13) = (25)*.



الشكل (٦-٢): الملفات التابعة للمجموعة الأولى

٩ طريقة التوصيل للمجموعات: بداية مع نهاية كما يظهر في الشكل (٦-٣).



الشكل (٦-٣): طريقة توصيل المجموعات ألتابعة لنفس الطور

خطوات العمل:

١ اقطع ملفات المحرك مراعياً عدم إصابة شرائح العضو الساكن، ثم اخرج ملفاً منها، وقم بعدّ لفاته، وقس قطر السلك بالميكروميتر، وسجل هذه البيانات في بطاقة اللف في الجدول (٦-١).

٢ نظف مجاري المحرك من الأوساخ ومن ورق العزل جيداً باستخدام نصلة منشار، ثم خذ قياسها وقص ورق العزل المناسب لها.

٣ خذ قياس طول أكبر ملف (حسب نوع اللف)، وحدد عدد اللفات وقطر السلك، وعدد ملفات كل مجموعة (عددها ثلاثة في هذه الحالة)، ثم ركب شبلونة اللف المتسلسل على ماكينة اللف.

٤ ابدأ بلف الملفات الستة (ألمجموعة الأولى للطور الأول) على ماكينة اللف حتى تنتهي من الملفات.

٥ كرر العملية ذاتها حتى تنتهي من المجموعات المتبقية، ثم ضعها جانباً لحين تسقيطها في المجاري لاحقاً.

٦ أسقط ملفات المجموعة الأولى في المجاري المخصصة لها حسب الحسابات السابقة حتى تنتهي منها جميعها .

٧ كرر العملية ذاتها لباقي المجموعات حتى تنتهي منها جميعاً .

٨ اعزل ملفات كل طور عن الأخر بورق العزل الكرتوني ، ثم راعِ خروج أطراف ملفات المحرك الستة من المكان المخصص في فتحة لوحة توصيل المحرك الخارجية .

٩ اربط ملفات المحرك جميعها بشبر التربيط ، ونظمها ورتبها جيداً حتى لا تلامس العضو الدوار .

١٠ عرِّ أطراف المجموعات ، ثم صل مجموعتي كل طور على التوالي وبالاتجاه نفسه ، ثم أدخل السليف (المعكرونة) في أطراف المحرك الستة *(1U, 1V, 1W, 2U, 2V, 2W)* كما هو مبين في الشكل (٦-٤) .

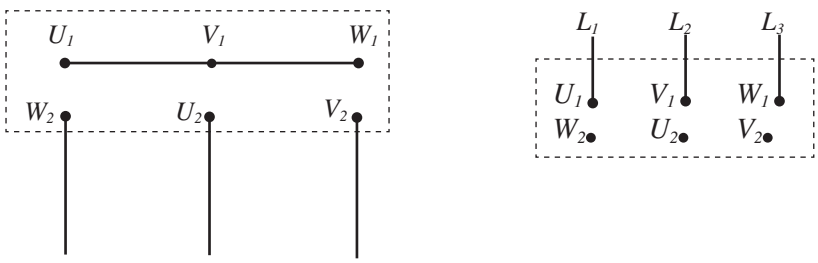
١١ صل أطراف المحرك بأسلاك توصيل مجدولة وبقطر مناسب (كل طور بلون مختلف) ثم الحم الأطراف جيداً وراع خروجها من الفتحة المخصصة لها .

١٢ اعزل ملفات المحرك بالورنيش جيداً .

١٣ ركب أغطية المحرك مكانها وثبتها جيداً مراعياً عدم ملامسة الملفات لجسم المحرك أو للعضو الدوار .

١٤ افحص أطراف كل ملف باستخدام جهاز الأوميتر ، وتأكد من مطابقة قيمها لباقي الملفات حسب الشكل (٦-١) للسرعة العالية أو البطيئة .

١٥ قم بتوصيل وتشغيل المحرك حسب اللوحة الاسمية له ، وقس التيار المار فيه بوساطة جهاز قياس التيار *(clamp-on meter)* للتأكد من قيمته ، ثم قس سرعة دوران المحرك بوساطة جهاز التاكوميتر ، وسجل القيم جميعها في الجدول (٦-٢) .



الشكل (٦-٤) : طريقة توصيل أطراف المحرك بطريقة دالندر

محرك ثلاثي الطور خطوة أكبر ملف (١-١٢)	عدد المجاري الكلية	عدد الملفات الكلية	عدد الأقطاب للمحرك	عدد الأقطاب التأثيرية	عدد المجموعات/ طور	عدد الملفات لكل قطب لكل طور	عدد اللفات لكل ملف	طريقة اللف متداخل/ متسلسل
1400RPM (٦) مجموعات (٦) ملفات/ مجموعات	*36*	*36*	*4*	*2*	*2*	*6*	*40* لفه	**متداخل** 15-1 14-2 13-3 12-4 11-5 10-6

جدول (٦-١): جدول البيانات اللازمة لإعادة لف محرك ثلاثي الطور سرعتين بطريقة دالندر

جهد التشغيل (V)	تيار اللاحمل (A)	سرعة الدوران (RPM)	قدرة المحرك (KW)	مقاومة طرفي كل ملف(Ω)			طريقة التوصيل- توالي/ توازٍ
							توالي
							توازٍ

جدول (٦-٢)جدول فحص المحرك بعد إعادة لفه من جديد للتأكد من صلاحيته

التقويم:

١ اذكر بعض التطبيقات التي يحتاج فيها لتشغيل محرك ثلاثي الطور بسرعتين.

٢ قم بإجراء الحسابات اللازمة لإعادة لف محرك ثلاثي الطور له *(24)* مجرى بسرعتين *(1400/2800)* موضحاً طريقة لفه باستخدام اللف المتسلسل. ارسم طريقة توزيع الملفات بطريقة اللف الدائري للملفات.

التمرين السابع: تقويم محرك ثلاثي الطور بوساطة ملفات

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تقويم محرك كهربائي ثلاثي الطور باستخدام ملفات .
- تتعرف على طريقة توصيل ملفات مع محرك ثلاثي الطور لبدء حركتة .
- توصل ثلاثة ملفات على التوالي مع ملفات محرك ثلاثي الطور لتقلل تيار البدء له .
- تقيس التيار المار في المحرك عند بدء تشغيله بوجود الملفات وبعدمها .
- تقارن بين تيار البدء المسحوب للمحرك بوجود الملفات وعند فصلها(تشغيل مباشرللمحرك) .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور *7.5* حصان *(400)* فولت- ستار .
- أجهزة قياس التيار .
- صندوق ملفات مناسبة للمحرك .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مفتاح ثلاثي الأقطاب مزود بحماية حرارية مناسب للمحرك .
- وسائل حماية أخرى مناسبة .
- مفكات مختلفة

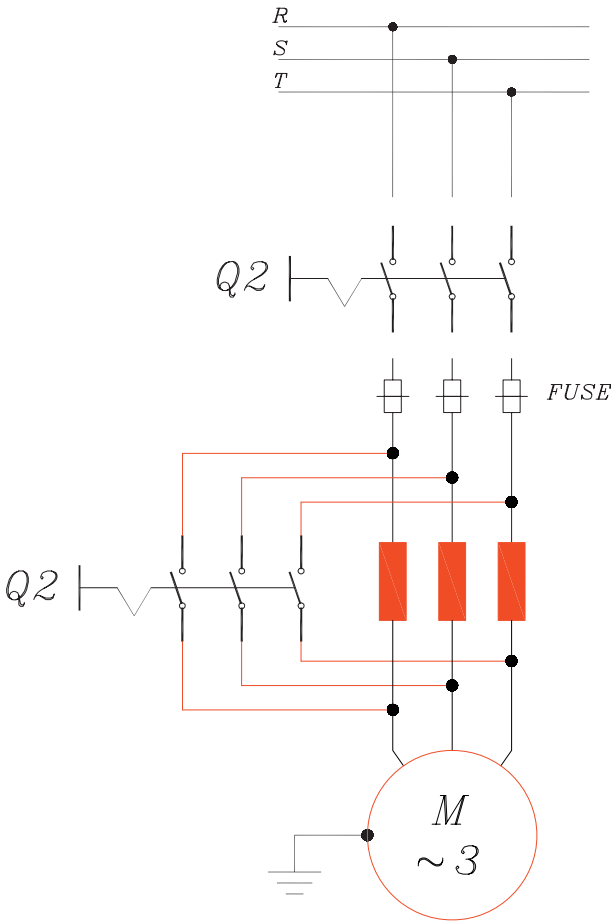
المعلومات الأساسية:

نحتاج في المحركات الكهربائية الكبيرة (كالمراوح والمضخات والمخارط وآلات النجارة وغيرها) إلى طرق لإقلاع هذه المحركات إذ إن توصيلها بالمصدر مباشرة *(Direct on line)* يؤدي إلى أن يسحب المحرك تيارا عاليا وخاصة عند بدء حركة المحرك (إذ يسحب المحرك تيار بدء يساوي عدة مرات (٨-٦ أضعاف) تيار الحمل الكامل له)، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة ملفات العضو الدوار أو العضو الساكن، وبالآتي يؤثر عليها بصورة خطيرة .

وتستخدم طريقة الإقلاع باستخدام الملفات الحثية كطريقة لتقليل تيار البدء في المحركات الكبيرة ذات القفص السنجابي عن طريق التحكم بالجهد المزود لملفات المحرك (إلى حوالي *80%*) وذلك بتوصيل ثلاثة ملفات تتصل كل منها مع كل طور من الأطوار الثلاثة على التوالي كما هو مبين في الشكل (٧-١)، ويتم فصل تلك الملفات باستخدام مفتاح ثلاثي الأقطاب بعد بدء دوران المحرك بفترة وجيزة .

وتمتاز هذه الطريقة في الإقلاع بما يأتي :

- تقليل تيار البدء بنسبة تخفيض الجهد .
- إعطاء تسارع ناعم لحركة المحرك بدل التسارع العابر عند التشغيل المباشر للمحرك .
- إعطاء عزم بدء معقول مقارنة بنسبة تخفيض جهد البدء .
- إن نسبة تخفيض تيار التشغيل أعلى من نسبة تخفيض عزم التشغيل .
- تقليل الصدمات على الشبكة العامة والحمل على حد سواء .



الشكل (٧-١) : بدء حركة محرك ثلاثي الطور باستخدام ملفات حثية

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٧-١) .

٢ أغلق المفتاح ثلاثي الأقطاب *(Q2)*، مع بقاء المفتاح *(Q1)* مفتوحاً .

٣ قم بقياس تيار البدء المار في المحرك، ثم سجله .

٤ أغلق المفتاح الكهربائي *(Q1)*، ثم قس التيار المار في المحرك في هذه الحاله وسجله .

التقويم:

١ لماذا لا يفضل تحميل المحرك عند بدء التشغيل له؟

٢ ما هي مميزات هذه الطريقة في إقلاع المحركات الكبيرة؟

٣ قارن بين التشغيل المباشر للمحرك *(Q2)* مفتوح والتشغيل باستخدام الملفات من حيث :

(أ) تيار البدء (ب) عزم البدء (ج) التكلفة

(د) قيمة الجهد المطبق على أطراف المحرك . (هـ) معامل القدرة

التمرين الثامن: تقويم محرك ثلاثي الطور بوساطة محول ذاتي

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تقويم محرك كهربائي ثلاثي الطور باستخدام محول ذاتي ثلاثي الطور .
- تتعرف على طريقة توصيل محول ذاتي ثلاثي الطور مع محرك ثلاثي الطور لبدء حركتة .
- توصل محولاً ذاتياً ثلاثي الطور مع ملفات محرك ثلاثي الطور لتقلل تيار البدء للمحرك .
- تقيس التيار المار في المحرك عند بدء تشغيله بوجود ملفات المحول وعند فصلها .
- تقارن بين التيار المسحوب للمحرك بوجود المحول وعند فصله في بداية تشغيل المحرك .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور *7.5* حصان *(400)* فولت ستار .
- أجهزة قياس التيار .
- محول ذاتي ثلاثي الطور ذو سعه *(10kva)* *(400 - 200)* فولت .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مفتاح ثلاثي الأقطاب مزود بحماية حرارية .
- وسائل حماية أخرى مناسبة .
- مفكات مختلفة .

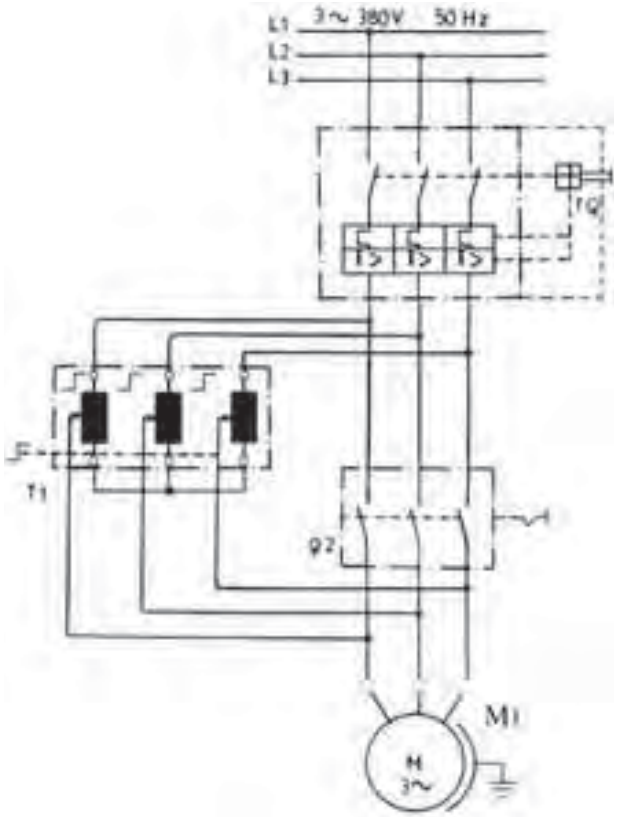
المعلومات الأساسية:

يمكن تقليل تيار البدء بصورة فعالة للمحركات الكبيرة ذات الجهود العالية باستخدام المحول الذاتي ثلاثي الطور، وتعطي هذه الطريقة عزم بدء أعلى من استخدام الملفات في إقلاع المحركات الكبيرة إلا أنها أكثر تكلفه منها .

ويتم توصيل أطراف المحول المنخفضه مع ملفات العضو الساكن المتصله بشكل ستار أو دلتا عند بدء تشغيل المحرك بوساطة مفتاح ثلاثي الأقطاب *(Q_2)* كما هو مبين في الشكل (٨-١)، وعندما يصل المحرك إلى السرعه القصوى يتم فصل المحول الذاتي عن المحرك باستخدام المفتاح ثلاثي الأقطاب ليصبح المحرك متصلاً مباشرة مع مصدر التغذية .

وتستخدم هذه الطريقة بشكل كبير في التطبيقات التي

- تلزم تخفيض كبير في تيار البدء (تيارات التشغيل الدفعية) خاصة في المحركات ذات جهود التشغيل العالية .
- في الأحمال الكهربائية صعبة التشغيل (مثل الضاغطات الترددية والمطاحن والجراشات) . - تحتاج إلى فاعلية عالية للعزوم (حيث تعطي عزم بدء عالياً بالمقارنة مع التشغيل بالملفات) .



الشكل (٨-١): بدء تشغيل محرك ثلاثي الطور باستخدام محول ذاتي ثلاثي الطور

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٨-١).

٢ ابق المفتاح *(Q2)* المبين في الشكل مفتوحا.

٣ حرك ذراع المحول الذاتي عند أقل قيمة للجهد.

٤ أغلق المفتاح *(Q1)* المبين في الشكل.

٥ ابدأ بزيادة الجهد تدريجياً ولاحظ ماذا يحدث للمحرك.

٦ قم بقياس جهد المصدر وتيار البدء وذلك بتوصيل جهازي أميتر وفولتميتر خلال تحريك ذراع المحول الذاتي. سجل ماذا تلاحظ.

٧ أغلق المفتاح *(Q2)* بعد أن يدور المحرك على السرعه القصوى له.

التقويم:

١ قارن بين تقويم المحرك بطريقة التوصيل المباشر والتشغيل بملف التشغيل بمحول ذاتي من حيث:

(أ) تيار البدء (ب) عزم البدء (جـ) جهد التشغيل (د) الاستخدام

٢ اين تستخدم هذه الطريقة بشكل كبير جداً؟

التمرين التاسع: تشغيل محرك ثلاثي الطور ذي عضو دوار ملفوف باستخدام مقاومات متغيرة

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تقويم محرك كهربائي ثلاثي الطور ذي عضو دوار ملفوف .
- توصل ثلاث مقاومات متغيرة مع العضو الدوار لمحرك ثلاثي الطور ذي عضو دوار ملفوف .
- تستخدم ثلاث مقاومات متغيرة لبدء دوران محرك ثلاثي الطور ذو عضو دوار ملفوف .
- تقيس التيار المار في ملفات المحرك بوجود المقاومات عند بدء التشغيل وعند قيم مختلفة للمقاومة .
- تقيس التيار المار في ملفات المحرك في قصر حلقات الانزلاق عند بدء التشغيل .
- تقارن بين قيم التيار المار في ملفات المحرك بوجود المقاومات وعند قصر الحلقات(بعدم وجودها) .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور ذو حلقات انزلاق (عضو دوار ملفوف) .
- أجهزة قياس التيار .
- صندوق مقاومات متغيرة .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مفتاح ثلاثي الأقطاب مزود بحماية حرارية .
- وسائل حماية أخرى مناسبة .
- مفكات مختلفة .

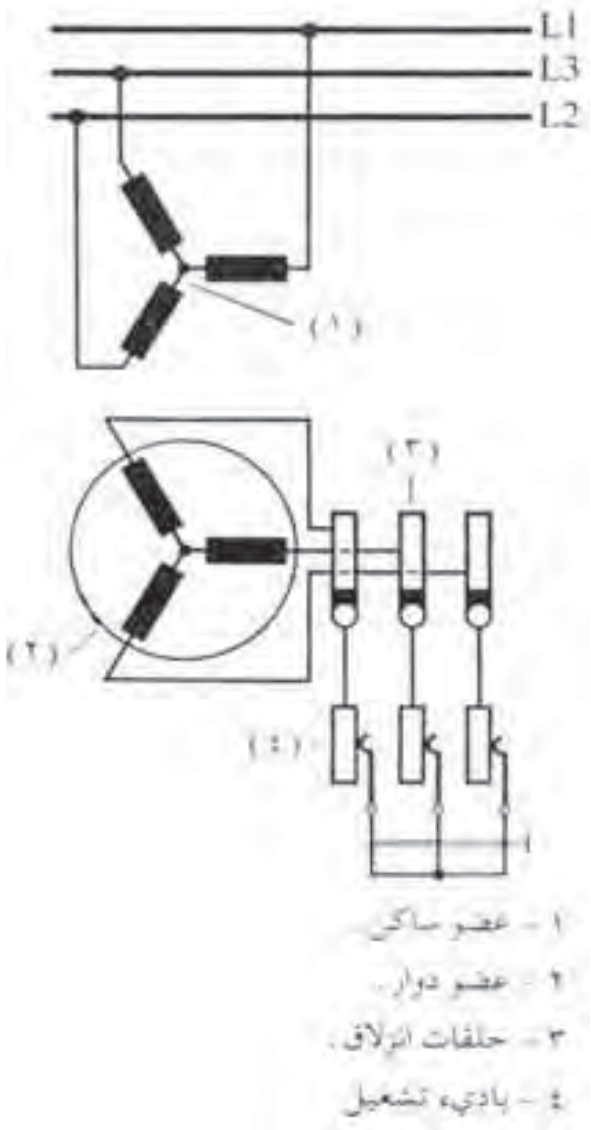
المعلومات الأساسية:

تحتاج في كثير من التطبيقات الصناعية(كمحركات السلالم الكهربائية المتحركة وآلات النسيج وغيرها) إلى بدء تشغيل المحركات الكهربائية في حالة الحمل ؛ مما يتطلب عزم بدء عالياً ، وحيث أن استخدام بادئات التشغيل بالطرق الأخرى تؤدي إلى تقليل تيار البدء ، وبالآتي تقليل عزم البدء أيضاً ، لذلك يستخدم المحرك الكهربائي ثلاثي الطور ذو العضو الملفوف في هذه التطبيقات التي يوصل بها الحمل مباشرة ؛ لأنها تعطي عزم بدء كبيراً مقارنة بغيرها من الطرق وذلك بتوصيل ثلاث مقاومات متغيرة على التوالي مع ملفات العضو الدوار كما هو مبين في الشكل(٩-١) .
ويتم اخراج المقاومات الثلاث من دارة ملفات العضو الدوار عندما تزداد سرعة المحرك تدريجياً .

وتمتاز هذه الطريقة بما يأتي :

- تحد من تيار البدء المسحوب من المصدر .
- ترفع المقاومة من معامل القدرة عند البدء .

- تعطي عزم بدء يكون أكبر للتيار المنخفض نفسه .
- تعطي نعومة تسارع للمحرك عند البدء .



الشكل (٩-١) : بدء حركة محرك ثلاثي الطور ذي عضو دوار ملفوف(ذو حلقات انزلاق)

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل المقاومات الكهربائية المتغيرة مع ملفات العضو الدوارعن طريق حلقات الانزلاق كما في الشكل (٩-١) .

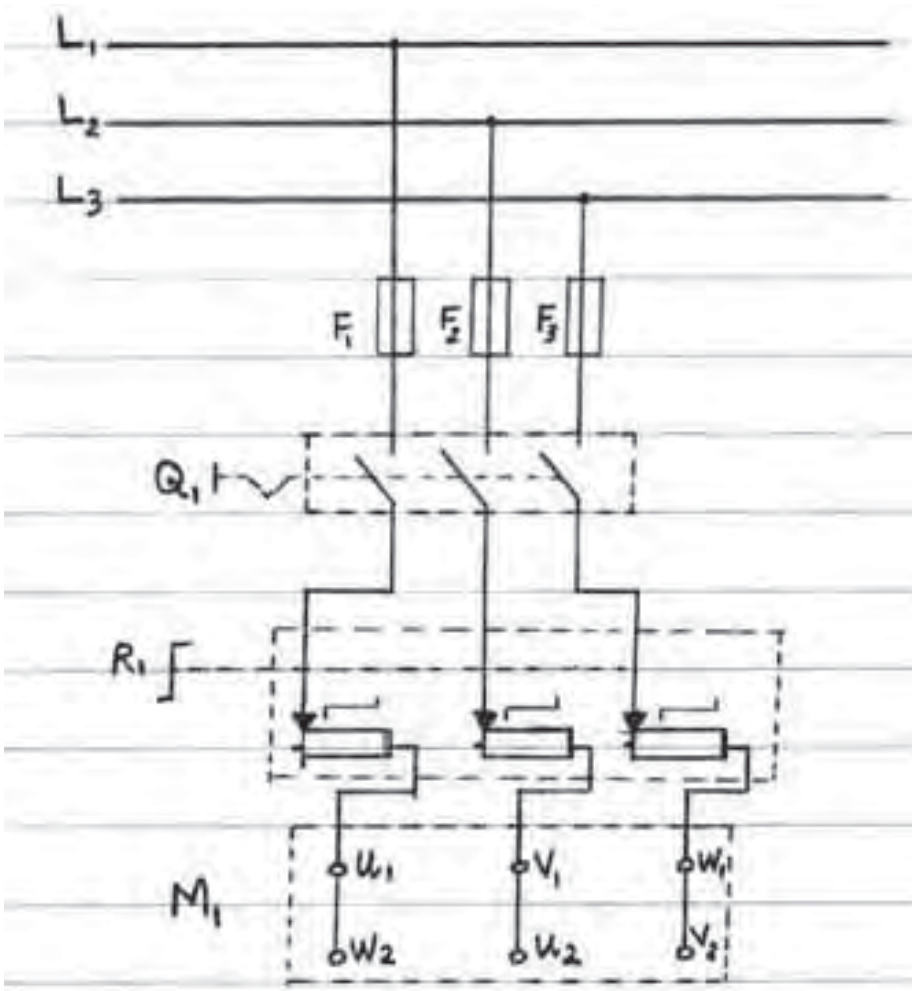
٢ صل أطراف ملفات العضو الساكن للمحرك إلى المصدر من خلال القاطع الحراري (Q_1) والمصهرات $(F_1 \ldots F_3)$ كما هو مبين في الشكل (٩-٢) .

٣ أغلق المفتاح الكهربائي ذا القاطع الحراري .

٤ ابدأ بتحريك ذراع المقاومات المتغيرة تدريجياً حتى يدور المحرك، ويصل إلى سرعته القصوى.

٥ قم بتوصيل جهازي أميتر وفولتميتر عند بداية تشغيل المحرك، وسجل قيم الجهد والتيار عند قيم ثلاثة مختلفة للمقاومات، وسجلها.

٦ قم بقصر حلقات الانزلاق، ثم شغل المحرك وسجل قيم التيار والجهد.



الشكل (٩-٢): دارة تقويم محرك ثلاثي الطور ذو حلقات انزلاق باستخدام مقاومات متغيرة مبينا عليها وسائل الحماية الكهربائية

التقويم:

١ اذكر أهم التطبيقات العملية لطريقة تقويم المحرك ذي حلقات الانزلاق باستخدام المقاومات المتغيرة.

٢ قارن بين قراءات أجهزة القياس قبل وبعد قصر حلقات الانزلاق.

٣ قارن بين الطرق السابقة وبين هذه الطريقة لبدء تشغيل المحركات الكهربائية.

٤ قارن بين المحركات التأثيرية ذات القفص السنجابي والمحركات التأثيرية ذات حلقات الانزلاق من حيث:

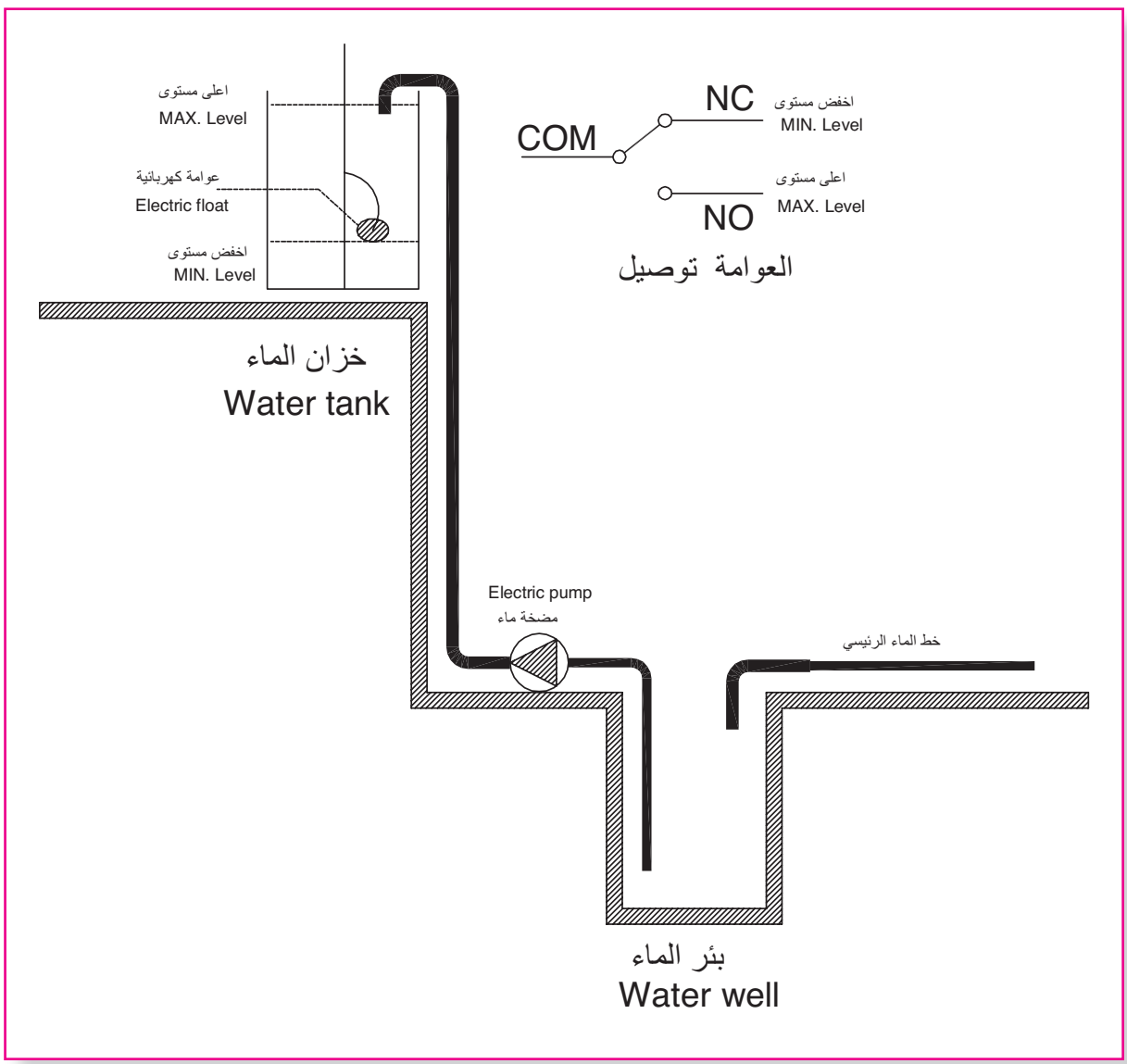
(أ) مبدأ العمل (ب) التركيب (ج) التكلفة (د) جودة المحرك (هـ)الأعطال

الوحـــدة

٥

دوائـــــر الـتـحـكـم

Relay Sequential control



التمرين الأول: تشغيل محرك أحادي الطور وعكس اتجاة دورانه بوساطة مفتاح أسطواني

الأهـداف:

- بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :
- تتعرف على تركيب المفتاح الأسطواني ثنائي القطب *(ON/OFF)* .
- تتعرف على طريقة توصيل مفتاح أسطواني *(ON/OFF)* مع محرك أحادي الطور ذي مواسع .
- تتعرف على طريقة تشغيل محرك كهربائي أحادي الطور ذي مواسع بوساطة مفتاح أسطواني *(ON/OFF)* .
- تميز ما بين ملفات الحركه وملفات البدء للمحرك ذي المواسع عن طريق قياس المقاومة لكل منها باستخدام الأوميتر .
- تتعرف على تركيب المفتاح الأسطواني *(1–0–2)* الخاص بعكس اتجاه المحرك أحادي الطور .
- تستخدم مفتاحاً أسطوانياً *(1–0–2)* لتشغيل وعكس اتجاه دوران محرك أحادي الطور ذي مواسع .

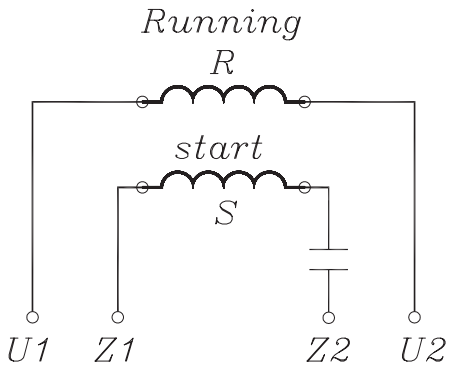
الأجهزة /الأدوات:

- محرك أحادي الطور ذي مواسع .
- كيبل *(3×4)* ملم^{2} .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- مفتاح أسطواني ثنائي القطب *(ON/OFF)* .
- مفتاح أسطواني *(1-0-2)* مناسب للحمل .
- مصهرات حماية مناسبة .
- صندوق عدة .

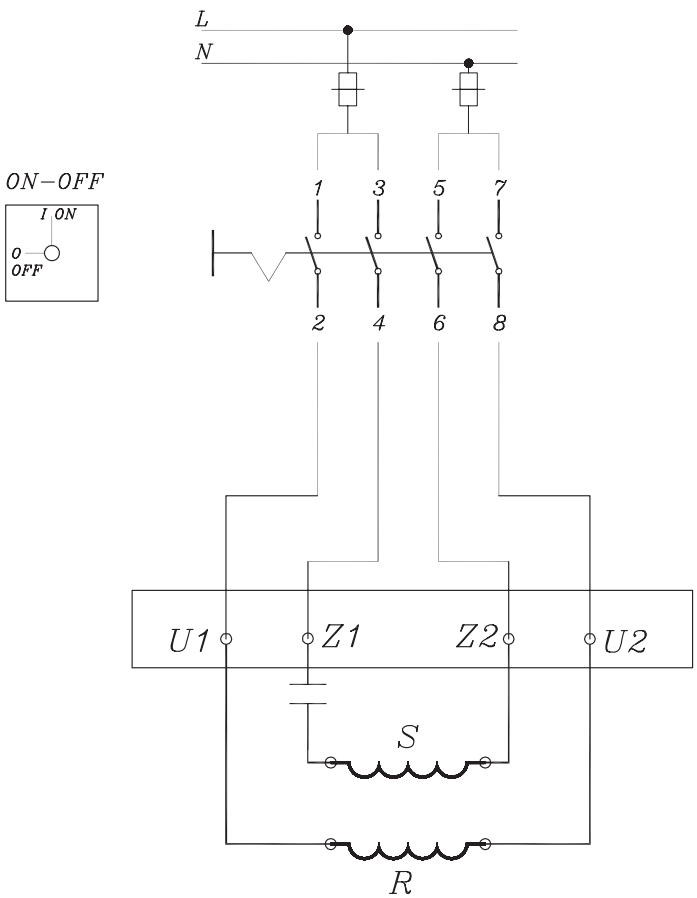
المعلومات الأساسية:

مر معك سابقاً أن المحرك الكهربائي أحادي الطور يتكون من ملفين أحدهما للبدء *(Starting)*، ويرمز له بالرموز *(Z1, Z2)*، والآخر للحركة *(Running)* ويرمز له بالرمز *(U1, U2)*، تحتاج المحركات أحادية الطور إلى طريقة لمساعدتها لبدء الحركة، هي في هذه الحالة (المواسع) كما هو مبين في الشكل (١–١) . ويمكن تشغيل هذا المحرك باستخدام المفتاح الأسطواني ذي القطبين والمبين في الشكل (١–٢) .

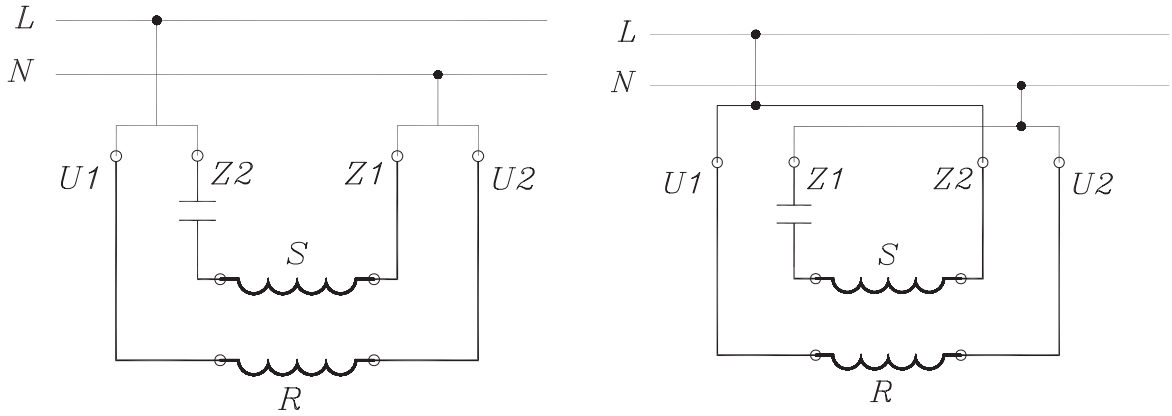
ومن المعلوم أن المحركات أحادية الطور يتم عكس اتجاه دورانها عن طريق عكس توصيل ملفات البدء أو ملفات الحركة، ويبين الشكل (١-٣-أ) محركاً أحادي الطور ذا مواسع يدور في اتجاه اليمين، ويبين الشكل(١-٣-ب) محرك يدور في اتجاه اليسار. ويبين الشكل (١-٤) مفتاحاً أسطوانياً رباعي الأقطاب لتشغيل وعكس اتجاه دوران محرك أحادي الطور ذي مواسع.



الشكل(١-١): الدائرة المكافئة لمحرك أحادي الطور ذي مواسع

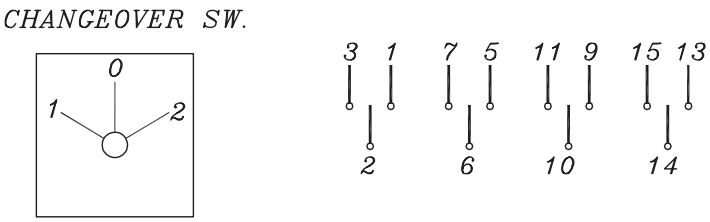


الشكل (١-٢): تشغيل محرك أحادي الطور ذي مواسع بوساطة مفتاح أسطواني ثنائي القطب مفتاح (*1-0*) أو (*ON/OFF*)



(أ) يدور في اتجاه اليمين (ب)يدور في اتجاه اليسار

الشكل (١-٣) : محرك أحادي الطور



الشكل (١-٤) مفتاح أسطواني لتشغيل وعكس اتجاه دوران محرك أحادي الطور ذي مواسع(مفتاح *2-0-1*).

خطوات العمل:

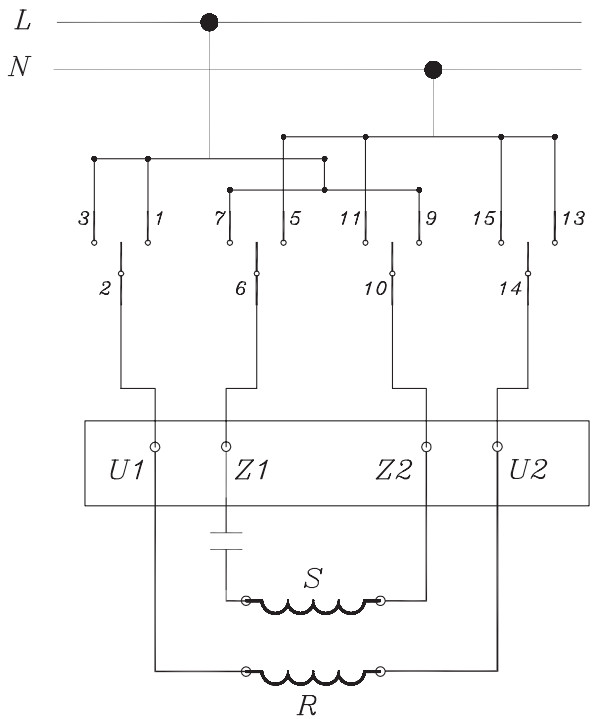
١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينه في الشكل (١-٥).

٢ صل أطراف المفتاح الأسطواني بالمصدر كما هو مبين في الشكل.

٣ ضع ذراع التشغيل على الوضع (*1*) للمفتاح الأسطواني. وسجل ماذا يحدث للمحرك.

٤ ضع ذراع التشغيل على الوضع (*0*) للمفتاح الأسطواني(وضع الاطفاء). وسجل ماذا يحدث للمحرك.

٥ ضع ذراع التشغيل على الوضع (*2*) للمفتاح الأسطواني. وسجل ماذا يحدث للمحرك.



الشكل(١-٥): دارة تشغيل وعكس اتجاه دوران محرك أحادي الطور بوساطة مفتاح أسطواني

التقويم:

١ ماذا يحدث للمحرك في حالة حدوث عطل لملامسات المفتاح الأسطواني؟

٢ اختر نوعاً آخر من المفتاح الأسطواني بنفس المواصفات ومن شركة أخرى، ثم نفذ التمرين مرة أخرى.

٣ هل يوجد اختلاف ما بين المفاتيح الأسطوانية المصنعة من شركات مختلفة ؟ كيف ذلك؟

التمرين الثاني تشغيل محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح أسطواني

الأهـداف:

- بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :
- تتعرف على تركيب المفتاح الأسطواني ثلاثي القطب *(ON/OFF)* .
- تتعرف على طريقة توصيل المفتاح الأسطواني *(ON/OFF)* مع المحرك ثلاثي الطور .
- تتعرف على طريقة تشغيل محرك كهربائي ثلاثي الطور متصل بشكل ستار بوساطة المفتاح الأسطواني *(ON/OFF)* .
- تتعرف على طريقة تشغيل محرك كهربائي ثلاثي الطور متصل بشكل دلتا بوساطة المفتاح الأسطواني *(ON/OFF)* .

الأجهزة /الأدوات:

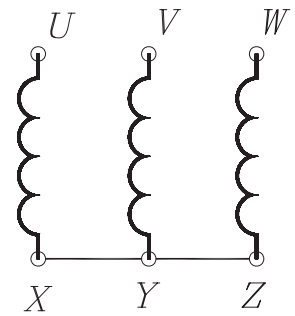
- محرك ثلاثي الطور .
- كيبل *(5×4)* ملم^2 .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- مفتاح أسطواني ثلاثي الاقطاب *(ON/OFF)* .
- مصهرات حماية مناسبة .
- صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

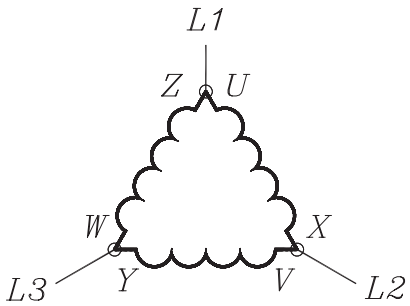
كما تعلمت سابقاً، تتكون المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار من ثلاثة ملفات، ويرمز لطرفي كل ملف بالرموز الآتية *(U1, U2)* للملف الأول، و*(V1,V2)* للملف الثاني، و*(W1,W2)* للملف الثالث، وعادة ما تحتوي لوحة توصيل المحرك ثلاثي الطور على الأطراف السته للمحرك، حيث يتم تغيير تسلسل أطراف العضو الساكن للمحرك الكهربائي ثلاثي الطورلأغراض تسهيل توصيلتي المحرك المعروفتين، وهما :

- توصيلة ستار *(Y)* حيث يتم توصيل نهايات الأطراف *(U1, V1, W1)* في نقطة مشتركه (أو النهايات *X, Y, Z*) كما هو مبين في الشكل (٢-١) .
- توصيلة دلتا *(Δ)* حيث يتم توصيل نهاية الملف الأول مع بداية الملف الثاني وتوصيل نهاية الملف الثاني مع بداية الملف الثالث وتوصيل نهاية الملف الثالث مع بداية الملف الأول كما هو مبين في الشكل (٢-٢) .

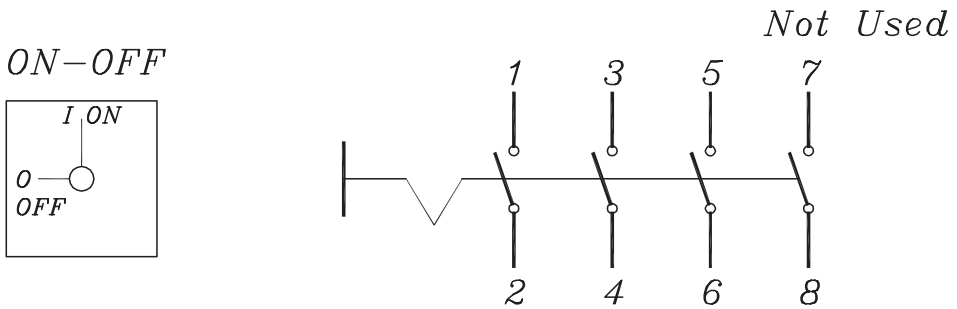
■ ويمكن أن يستخدم المفتاح الأسطواني ثلاثي الأقطاب المبين في الشكل (٢-٣) لتشغيل المحرك ثلاثي الأطوار .



الشكل (٢-١) : طريقة توصيل أطراف المحرك ثلاثي الأطوار بشكل(ستار)



الشكل (٢-٢) : طريقة توصيل أطراف المحرك ثلاثي الأطوار بشكل(دلتا)



الشكل (٢-٣) : ملامسات المفتاح الأسطواني ثلاثي الأقطاب لتشغيل محرك ثلاثي الأطوار (*ON/OFF*)

خطوات العمل:

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

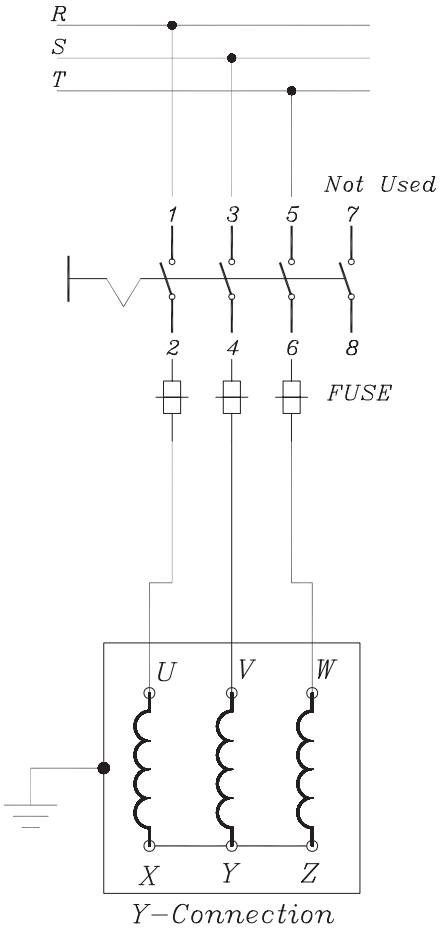
٢ نفذ الدارة الكهربائية المبينة في الشكل .

٣ اكتب ملاحظاتك عن طريقة التشغيل هذه .

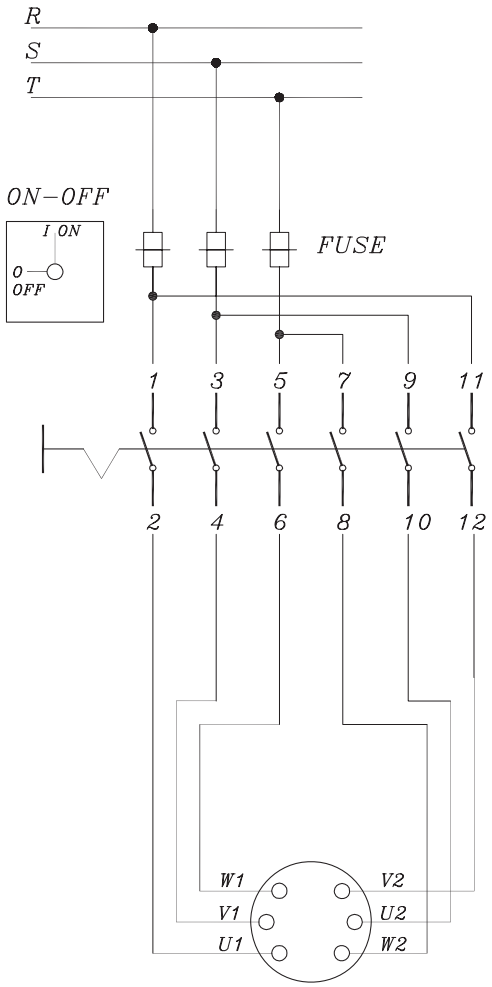
٤ قم بتوصيل المحرك كما هو مبين في الشكل(٢-٥) .

٥ قم بتنفيذ التمرين .

٦ اكتب تقريراً عن استخدام المفتاح الأسطواني في تشغيل المحركات ثلاثية الطور .



الشكل (٢-٤): تشغيل محرك ثلاثي الطور (متصل بشكل ستار) بوساطة مفتاح أسطواني *(on /off)*



الشكل (٢-٥): تشغيل محرك ثلاثي الطور (متصل بشكل دلتا) بوساطة مفتاح أسطواني *(on/off)*

التقويم:

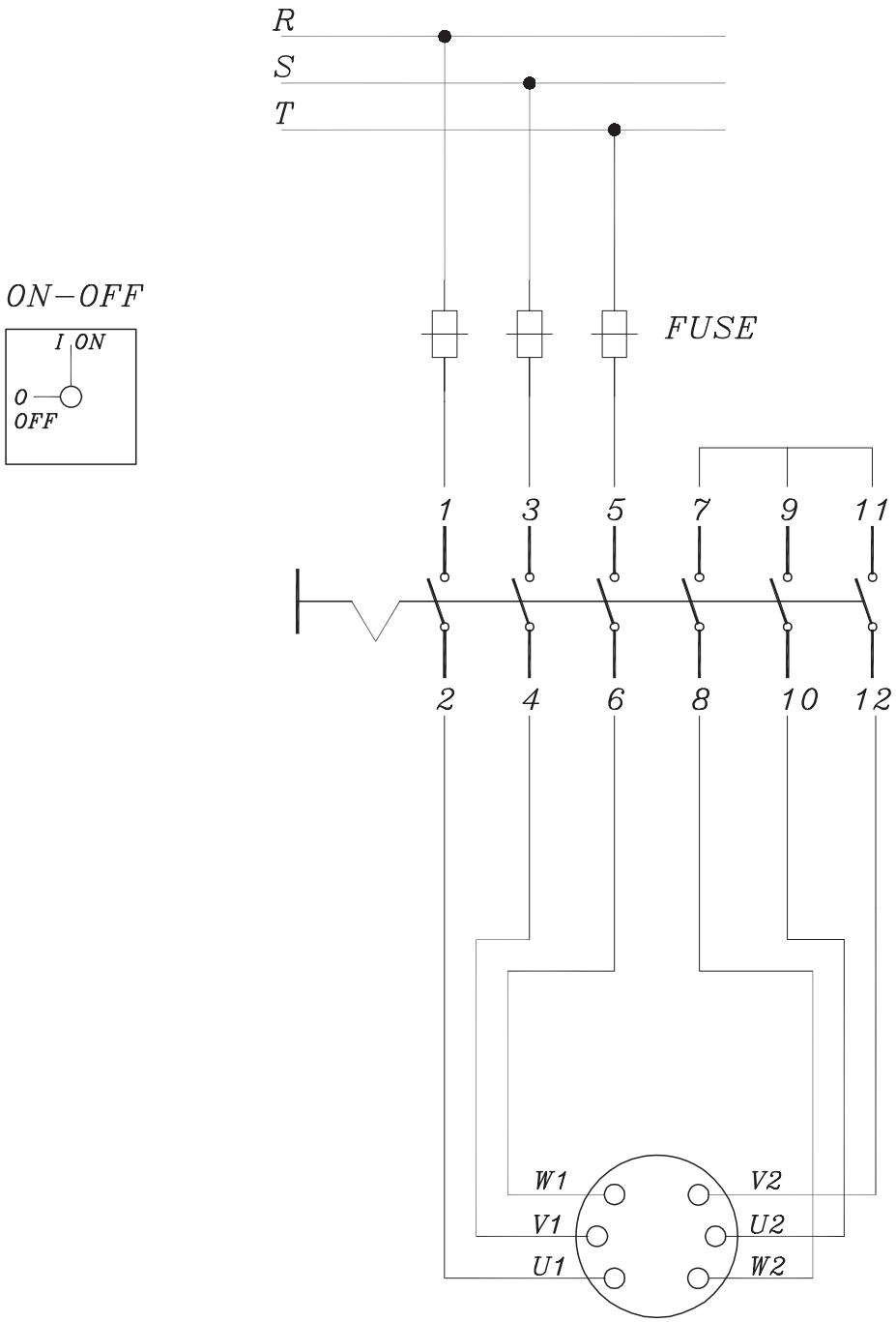
١ استخدم جهاز الأوميتر للتعرف على أطراف المفتاح الأسطواني *(on/off)* أو *(1-0)*؟

٢ هل يمكن استخدام المفتاح الأسطواني *(2-0-1)* المستخدم لتشغيل محرك أحادي الطور لتشغيل محرك ثلاثي الطور؟ بين ذلك مع الرسم.

٣ هل هناك اختلاف كبير ما بين المفاتيح الأسطوانية المصنعة من شركات مختلفة في السوق المحلي؟ حاول أن تحصل على أنواع مختلفة للمفاتيح الأسطوانية من السوق المحلي، ثم قارن بينها من حيث السعر واختلاف طريقة التركيب (إن وجد).

٤ ما هي تكلفة تشغيل المحرك ثلاثي الطور بهذه الطريقة في السوق المحلي؟ وهل يمكن توصيل وسائل حماية مناسبة باستخدام هذه الطريقة في التشغيل؟

٥ ما هو الاختلاف ما بين المفتاح المبين في الشكل(٢-٦) عن المفتاح المبين في الشكل(٢-٤) في تشغيل المحركات ثلاثية الأطوار بشكل ستار؟



الشكل (٢-٦): تشغيل محرك ثلاثي الطور متصل بشكل ستار بوساطة مفتاح أسطواني

التمرين الثالث: عكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح أسطواني *(2-0-1)*

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

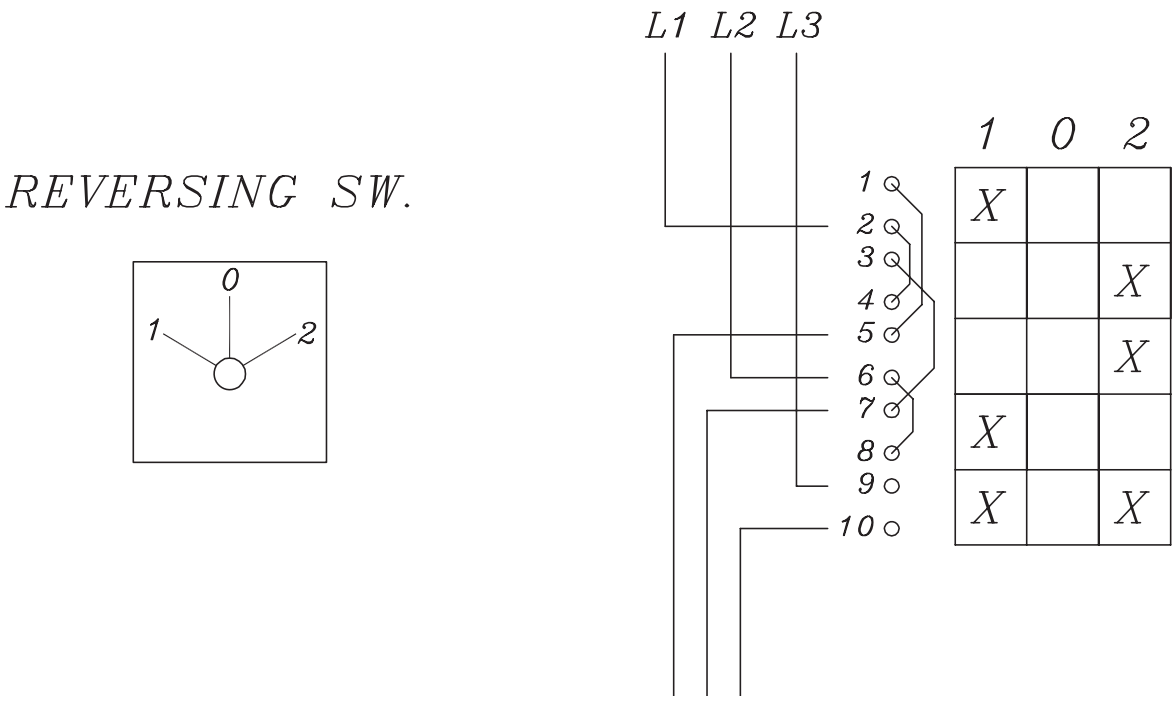
- تتعرف على تركيب المفتاح الأسطواني *(2-0-1)* .
- تتعرف على طريقة توصيل المفتاح الأسطواني *(2-0-1)* مع المحرك ثلاثي الطور .
- تتعرف على طريقة تشغيل محرك كهربائي ثلاثي الطور متصل بشكل ستار بوساطة المفتاح الأسطواني *(2-0-1)* .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور يعمل بتوصيلة ستار .
- كيبل *(5×4)* ملم^{2} .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- المفتاح الأسطواني *(2-0-1)* .
- مصهرات حماية مناسبة .
- صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

تدعو الحاجة في كثير من التطبيقات العملية إلى عكس اتجاه حركة محرك ثلاثي الطور كما هو الحال في المضخات الكهربائية وغيرها من التطبيقات . ويستعمل لهذه الحالة المفتاح أسطواني ذي الثلاث طبقات والذي يتوفر في السوق المحلي بكثرة . ويتكون المفتاح الأسطواني *(2-0-1)* والمبين في الشكل(٣-١) من عدد من الملامسات المفتوحة وعددها في هذه الحالة *(10)* ملامسات . ويحتوي المفتاح على حالات ثلاث تتمثل في حالة الإيقاف وحالة التشغيل باتجاه اليمين أو حالة التشغيل باتجاه اليسار . ويبين الشكل(٣-١) طريقة توصيل هذه الملامسات ليعمل المحرك بإحدى الحالات الثلاث .



الشكل(٣-١): طريقة توصيل ملامسات المفتاح الأسطواني الثلاثة *(2-0-1)*

خطوات العمل:

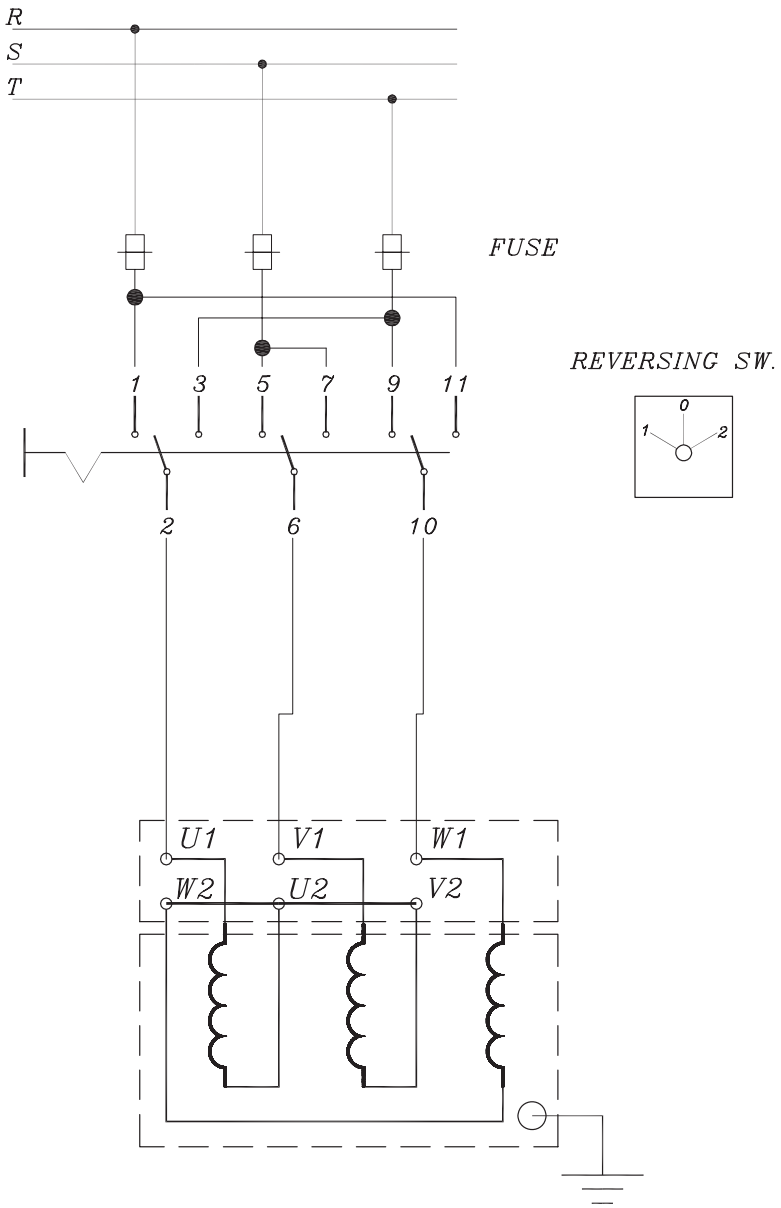
١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٣-٢).

٢ صل أطراف المفتاح الأسطواني بالمصدر كما هو مبين في الشكل.

٣ ضع ذراع التشغيل على الوضع (*1*) للمفتاح الأسطواني. وسجل ماذا يحدث للمحرك.

٤ ضع ذراع التشغيل على الوضع (*0*) للمفتاح الأسطواني(وضع الإطفاء). وسجل ماذا يحدث للمحرك.

٥ ضع ذراع التشغيل على الوضع (*2*) للمفتاح الأسطواني. وسجل ماذا يحدث للمحرك.



الشكل(٣-٢) : تشغيل محرك ثلاثي الطور وعكس اتجاه دورانه بوساطة مفتاح أسطواني

التقويم:

- ما هو عدد الملامسات المستخدمة في المفتاح الأسطواني اللازم لعكس إتجاه دوران المحرك ثلاثي الطور .
- على ماذا يدل كبل من المربع الفارغ والمربع ذي إشارة X في الشكل (٣-١)؟
- أرسم المخطط التفصيلي لدارة تشغيل المحرك ثلاثي الطور المتصل بشكل Δ وعكس إتجاهه .

التمرين الرابع: تشغيل محرك ثلاثي الطور (نجمي-مثلثي) بوساطة مفتاح أسطواني

الأهـداف:

- بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :
- تتعرف على تركيب المفتاح الأسطواني *(Δ/Y)* .
- تتعرف على طريقة توصيل المفتاح الأسطواني *(Δ/Y)* مع المحرك ثلاثي الطور .
- تشغل محركاً كهربائياً ثلاثي الطور بوساطة المفتاح الأسطواني *(Δ/Y)* .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور يعمل بتوصيلة *(400Δ)* فولت .
- كيبل *(5×4)* ملم^{2} عدد (٢) .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- مفتاح أسطواني ثلاثي الطور *(Δ/Y)* .
- مصهرات حماية مناسبة .
- صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

في كثير من التطبيقات الكهربائية وخاصة في المحركات الكهربائية ذات القدرات العالية يتم استخدام توصيلة النجمة – مثلث في تشغيل المحركات الكهربائية (مثل ضاغطات الهواء في المصانع الكبيرة) والتي لا يتم ربط الأحمال الكهربائية عليها عند بدء التشغيل، وتمتاز هذه الطريقة لإقلاع المحركات الكهربائية التي تزيد قدراتها عن حوالي *(5.5) kw* بما يأتي :

١ تقليل تيار البدء عند التشغيل بتوصيلة النجمة بنسبة الثلث عنها في توصيلة المثلث مباشرة .

٢ مناسبة للتطبيقات التي لا يتم ربط الأحمال الكهربائية معها عند بدء التشغيل (في حالة اللاحمل عند البدء) .

٣ تقلل من التيارات الدفعيه التي تؤثر على الشبكة العامة للكهرباء .

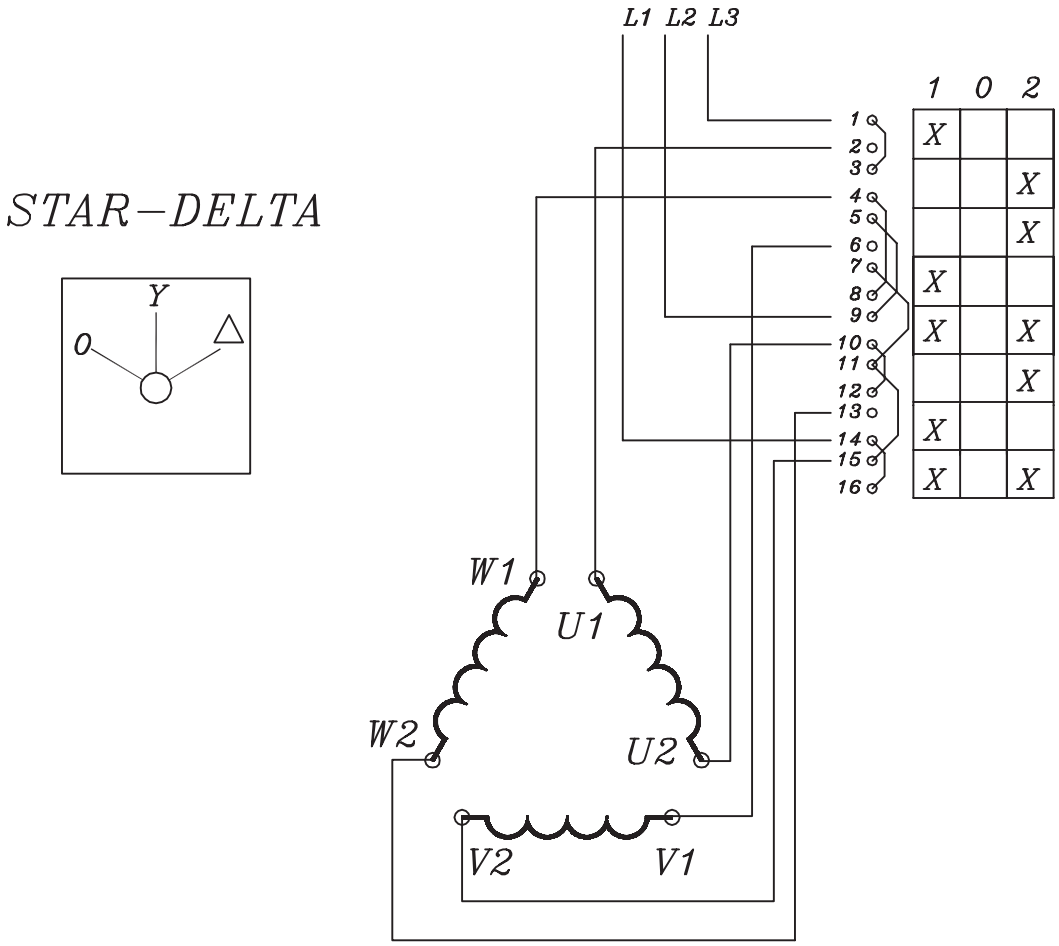
٤ تعطي العزم المطلوب للحمل بعد أن يتم التحويل من توصيلة النجمة إلى توصيلة المثلث بعد فترة قصيرة من الزمن (٣– ١٠) ثانية عندما تصل سرعة الدوران إلى حوالي *(95%)* من السرعة القصوى

٥ تقلل من الاهتراء الميكانيكي الزائد بسبب عزم التشغيل العالي على توصيلة المثلث مباشرة دون المرور بعملية التحويل من توصلية النجمة أولاً (نتيجة تقليل تيار البدء من (٦) أضعاف إلى حوالي ضعفي

تيار الحمل الكلي فقط) .

٦ تقلل من هبوط الجهد والذي يؤدي إلى رفع درجة حرارة المحرك وكوابل التغذية الكهربائية .

ويبين الشكل(٤-١) المفتاح الأسطواني الذي يستخدم في تشغيل المحركات بطريقة ستار- دلتا .



الشكل(٤-١): تشغيل محرك ثلاثي الطور بتوصيلة ستار- دلتا

خطوات العمل:

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

٢ صل أطراف المفتاح الأسطواني بالمصدر كما هو مبين في الشكل .

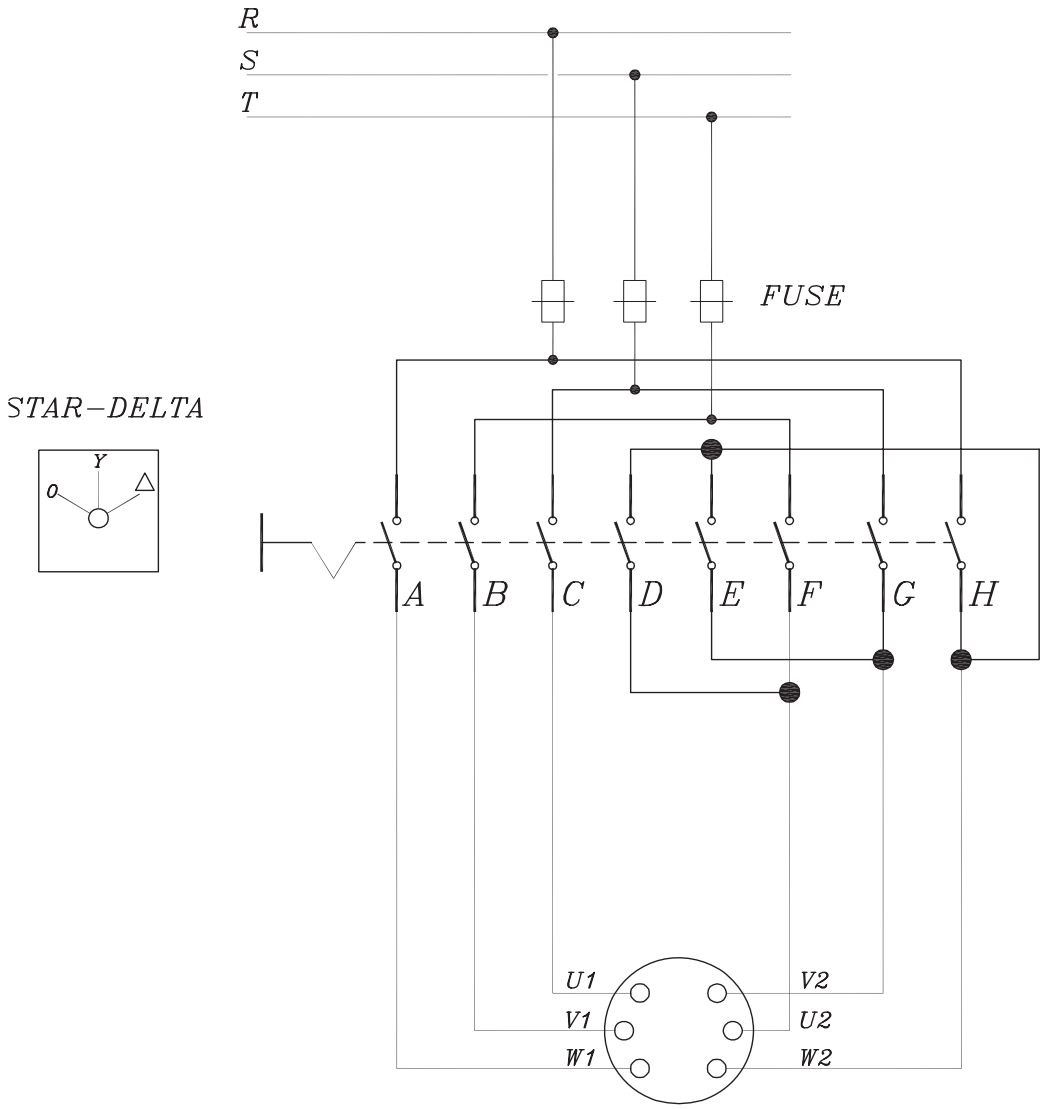
٣ ضع ذراع التشغيل على الوضع (٠) للمفتاح الأسطواني(وضع الإطفاء) . وسجل ماذا يحدث للمحرك .

٤ ضع ذراع التشغيل على الوضع (ستار) للمفتاح الأسطواني . وسجل ماذا يحدث للمحرك .

٥ قم بقياس كل من تيار وجهد المحرك في هذه الحالة ثم سجلها .

٦ ضع ذراع التشغيل على الوضع (دلتا) للمفتاح الأسطواني . وسجل ماذا يحدث للمحرك .

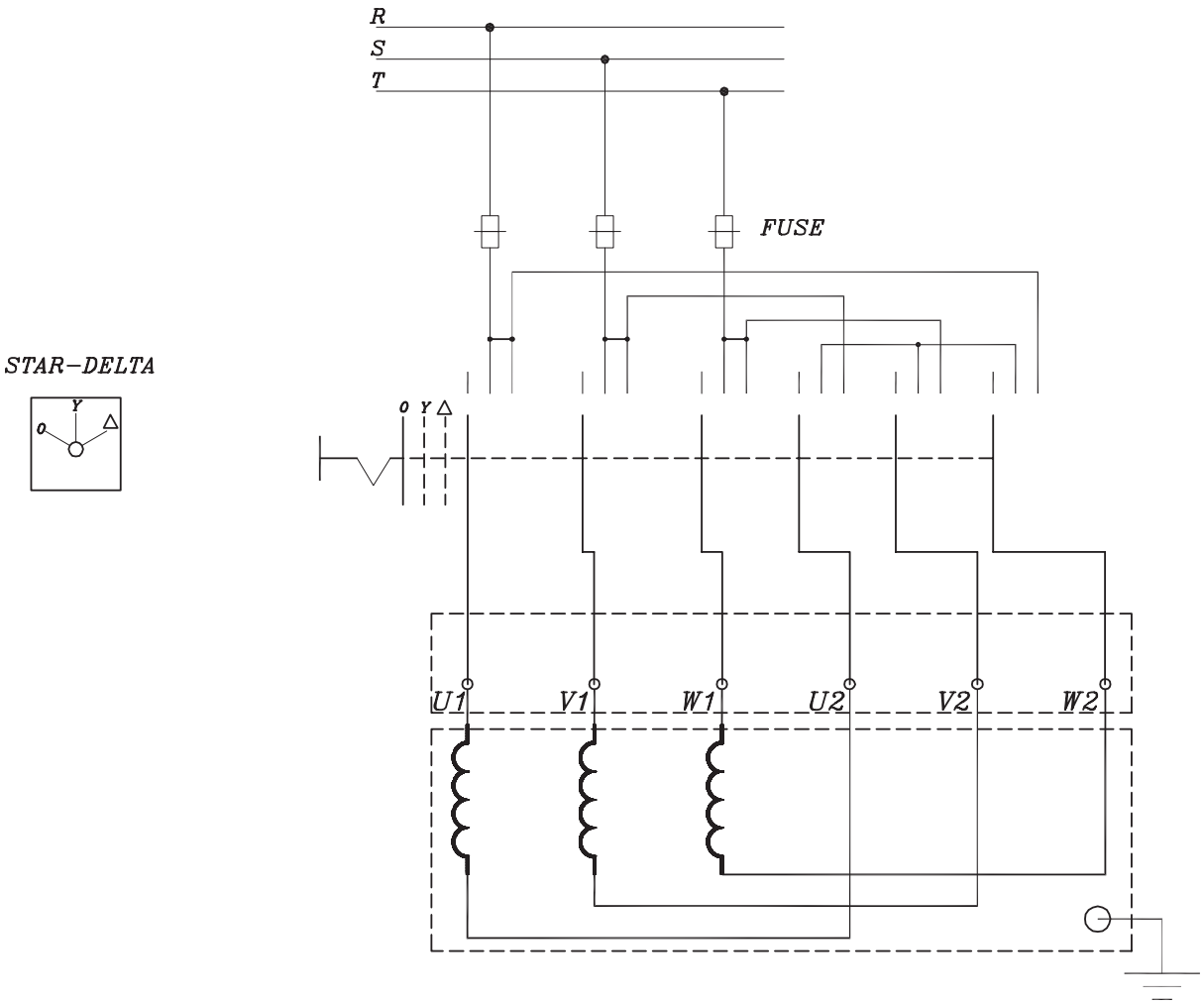
٧ قم بقياس كل من تيار وجهد المحرك في هذه الحالة ، ثم سجلها .



الشكل(٤-٢): تشغيل محرك ثلاثي الطور بتوصيلة ستار – دلتا بوساطة مفتاح أسطواني

التقويم:

- ماذا تسمى هذه الطريقة في التشغيل من ناحية بدء تشغيل المحركات ثلاثية الطور؟ اذكر الطرق الأخرى لإقلاع المحركات الكهربائية ثلاثية الطور .
- ما هي العلاقة ما بين تيار الخط وتيار الطور في كل من توصيلة ستار وتوصيلة دلتا؟
- ما هي الشروط التي يجب أن تتوفر في المحرك الذي سوف يعمل بهذه الطريقة؟
- ما فائدة استخدام هذه الطريقة في بدء حركة المحركات ثلاثية الطور؟
- هل هناك فرق ما بين الشكل(٤-٣) والشكل (٤-٢) من ناحية التوصيل للمحرك؟



الشكل(٤-٣): المخطط التفصيلي لدارة تشغيل المحرك ثلاثي الطور بطريقة (Δ/Y)

التمرين الخامس: تشغيل محرك ثلاثي الطور ذي سرعتين(محرك دالندر) بوساطة مفتاح أسطواني *(2-1-0)*

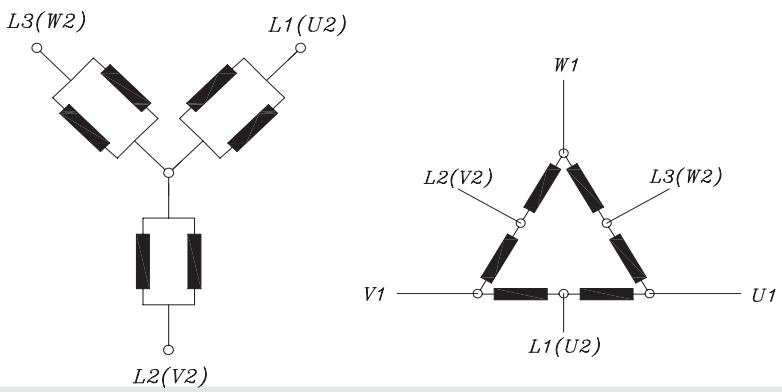
الأهـداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على تركيب المفتاح الأسطواني *(2-1-0)* الخاص بالسرعتين لمحرك ثلاثي الطور ذي سرعتين .
- تستخدم مفتاحاً أسطوانياً *(2-1-0)* لتشغيل محرك ثلاثي الطور ذي سرعتين .
- الأجهزة / الأدوات :
- محرك ثلاثي الطور(دالندر) ذي سرعتين *(1400/2800)* .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- كيبل *(4×5)* ملم^2 عدد (٢) بطول مناسب .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- مفتاح أسطواني سرعتين*(2-1-0)* مناسب لقدرة المحرك ثلاثي الطور .
- مصهرات حماية مناسبة .
- صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

يمكن تغير سرعة دوران المحركات ثلاثية الطور بتغير عدد الأقطاب للضعف في حالة محركات دالندر ، وبالآتي الحصول على سرعتين للمحرك *(1400/2800)* مثلاً . ويتم التحكم باختيار سرعة دوران المحرك عن طريق استخدام مفتاح أسطواني ذي سرعتين (ثنائي الاختيار) *(2-1-0)* . وكما مر معك سابقاً في لف المحركات الكهربائية ثلاثية الطور بسرعتين ، يرمز لأطراف المحرك السته بالرموز الآتية *(1U,1V,1W)* و *(2U,2V,2W)* ويمكن أن توصل المجموعات الستة للمحرك على التوالي كما في الشكل(٥-١أ) أو على التوازي كما هو مبين في الشكل (٥-١ب) .



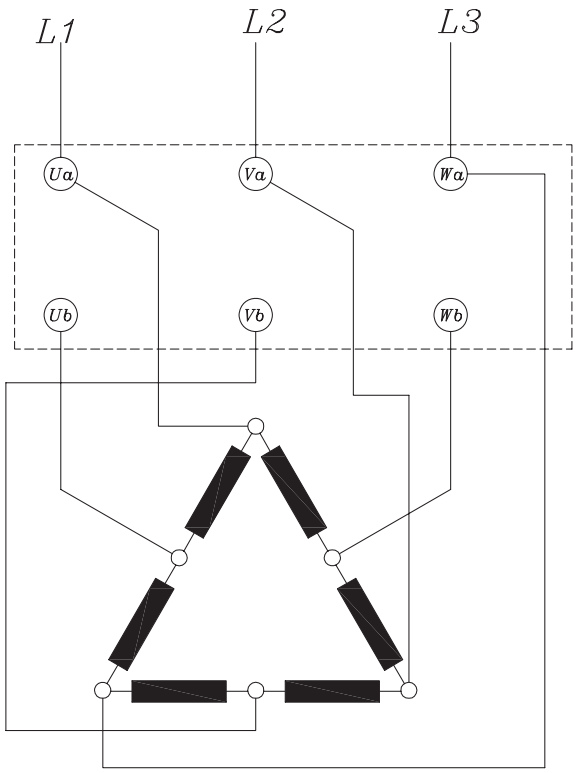
(أ) على التوالي للسرعة المنخفضة(مثلث) (ب) على التوازي للسرعة العالية(النجمة النائية)

الشكل(٥-١) : طريقة التوصيل الملفات لمحرك دالندر سرعتين

ويبين الشكل (٥-٢) طريقة توصيل أطراف المحرك في حالة السرعة المنخفضة(توصيلة دلتا) حيث يتم توصيل المصدر ثلاثي الأطوار كما يأتي :

- *L1* مع *Ua* .
- *L2* مع *Va* .
- *L3* مع *Wa* .

وتبقى أطراف المحرك *(Ub ,Vb ,Wb)* بدون اتصال .

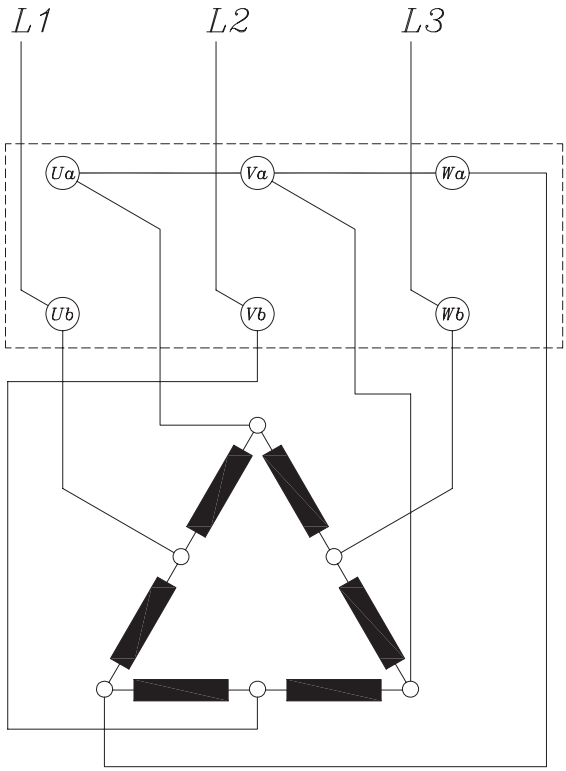


الشكل(٥-٢): توصيل أطراف محرك دالندر ليعمل على السرعة المنخفضة(مقاومة عالية)

أما الشكل (٥-٣) فيبين طريقة توصيل أطراف المحرك في حالة السرعة العالية (توصيلة النجمة الثنائية) حيث يتم توصيل المصدر ثلاثي الأطوار كما يأتي :

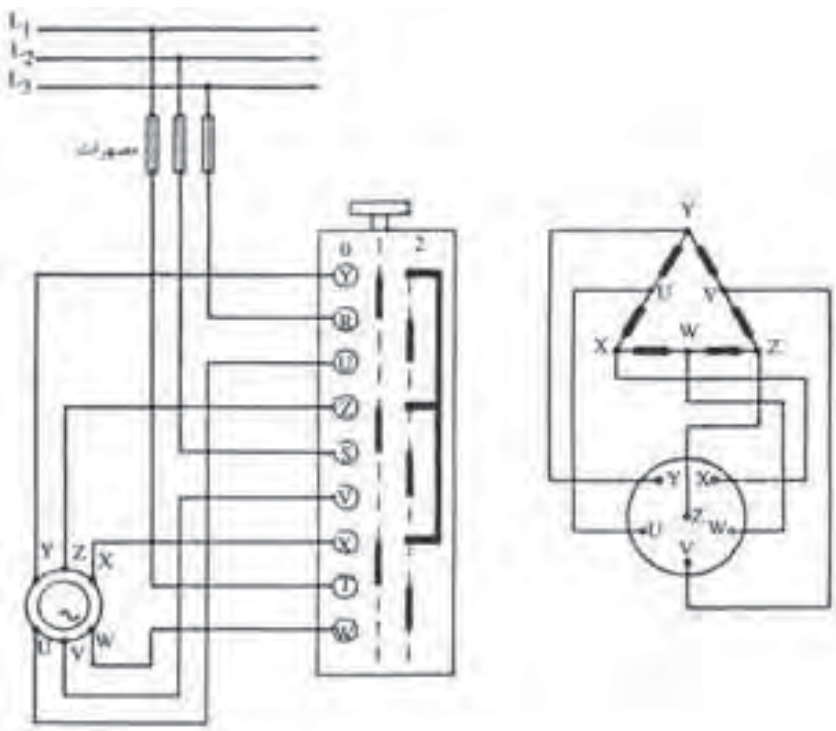
- *L1* مع *Ub* .
- *L2* مع *Vb* .
- *L3* مع *Wb* .

وتصل أطراف المحرك *(Ua,Va ,Wa)* بعضها ببعض .



الشكل(٥-٣): توصيل أطراف محرك دالندر ليعمل على السرعة العالية(مقاومة منخفضة)

ويبين الشكل (٥-٤) الدارة الكهربائية اللازمة لتوصيل محرك دالندر بالمصدر بوساطة مفتاح أسطواني ذي وضعين.



الشكل(٥-٤): مفتاح أسطواني ذو سرعتين لمحرك ثلاثي الطور (محرك دالندر)

خطوات العمل:

١ قم بفحص أطراف الملامسات للمفتاح الكهربائي ذي السرعتين المبين في الشكل (٥-٥) بوساطة جهاز الأوميتر، ثم سجل ملاحظاتك في جدول طريقة للتعرف على المفتاح الأسطواني ذي السرعتين.

٢ قم بتوصيل الدارة الكهربائية كما هو مبين في الشكل (٥-١أ) للسرعة المنخفضة.

٣ حرك المفتاح الأسطواني على الوضع (١) ليعمل المحرك على السرعة المنخفضة.

٤ قم بقياس سرعة دوران المحرك بوساطة جهاز التاكوميتر وسجل القيمة في الجدول (٥-١).

٥ قم بقياس التيار المار في المحرك، وسجل قيمة قراءة جهاز الأميتر في الجدول (٥-١).

٦ قم بتوصيل الدارة الكهربائية كما هو مبين في الشكل (٥-١ب) للسرعة العالية.

٧ حرك المفتاح الأسطواني على الوضع (٢) ليعمل المحرك على السرعة العالية.

٨ قم بقياس سرعة دوران المحرك بوساطة جهاز التاكوميتر، وسجل القيمة في الجدول (٥-١).

٩ قم بقياس التيار المار في المحرك، وسجل قيمة قراءة جهاز الأميتر في الجدول (٥-١).

سرعة المحرك	قراءة جهاز التاكوميتر (*RPM*)	قراءة الأميتر (*A*)	جهد التشغيل (*V*)	قدرة المحرك (*KW*)
المنخفضة				
العالية				

الجدول(٥-١): جدول بيانات تشغيل المحرك ثلاثي الطور بسرعتين

التقويم:

١ اختر نوعاً من المفاتيح الأسطوانية المناسبة والمتوفرة في مشغلك، ثم افحص أطرافه باستخدام جهاز الأوميتر، وتعرف عليها ثم عدله لتشغيل محرك دالندر ثلاثي الطور ذي سرعتين ؟

٢ هل يمكن إجراء أي تعديل على المفتاح الأسطواني المتوفر لديك في المشغل لاستخدامه في تطبيقات أخرى للمحركات ثلاثية الطور؟ بين ذلك؟

التمرين السادس: تشغيل محرك ثلاثي الطور من مصدر أحادي الطور بوساطة مفتاح أسطواني *(ON/OFF)*

الأهـداف:

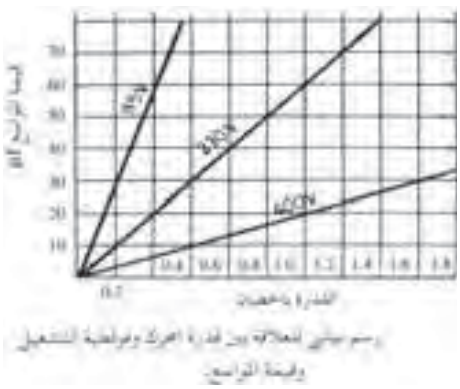
بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تشغيل محرك ثلاثي الطور بجهد أحادي الطور .
- تشغل محركاً كهربائياً ثلاثي الطور من مصدر أحادي الطور بوساطة المفتاح الأسطواني *(on/off)* .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور بقدرة *(0.5HP)* يعمل بتوصيلة Δ(٤٠٠) فولت .
- كيبل *(5×4)* ملم^{٢} .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- صندوق مواسعات مختلفة السعة .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مفتاح أسطواني *(on/off)* .
- مصهرات حماية مناسبة .
- صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

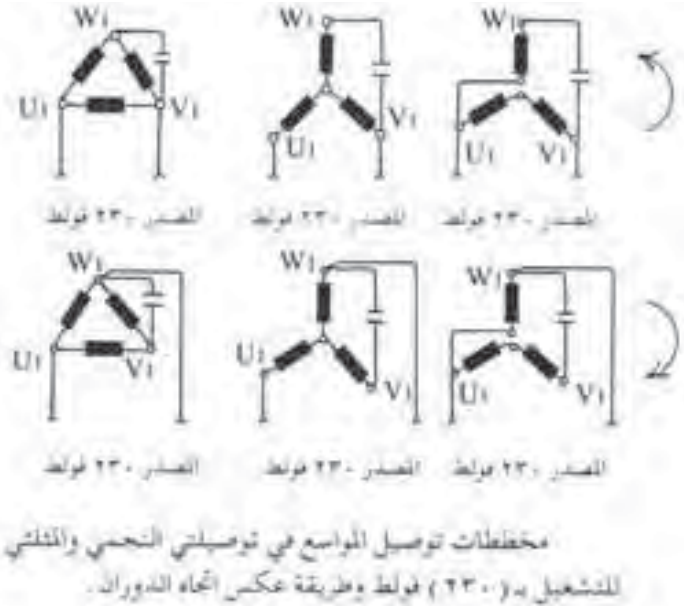


الشكل(٦-١) : علاقة بين قدرة المحرك جهد تشغيله واختيار قيمة سعة المواسع لتحويله

يمكن تحويل المحركات الكهربائية ثلاثية الطور ذات القدرات الصغيرة والتي تعمل على جهد ثلاثي الطور لكي تعمل على جهد أحادي الطور، ولكي يتم ذلك يجب توصيل مواسع يعمل على نفس الجهد الذي سيعمل عليه المحرك . ويوضح الشكل (٦-١) العلاقة ما بين قدرة المحرك وجهد التشغيل، وكذلك قيمة المواسع الذي يجب اختياره، ونلاحظ من الشكل (٦-١) أن قيمة سعة المواسع ترتفع كلما قل جهد تشغيل المحرك .

وبصورة عامه يحتاج كل محرك قدرته *(1HP)* إلى مواسع قيمته *(50μF)* ليعمل على جهد تشغيل مقداره *(230)* فولتاً . ويمكن أن يستخدم مفتاح أسطواني *(2-0-1)* لتشغيل وعكس اتجاه المحرك كما مر معك سابقاً .

وتبين الأشكال الموضحة في الشكل(٦-٢) طريقة توصيل المواسع في كل من توصيلتي النجمي والمثلثي لجهد التشغيل *(230)* فولتاً وكذلك طريقة عكس اتجاه دوران المحرك .



الشكل(٦-٢): طريقة توصيل المواسع في كل من توصيلة النجمة والمثلث لمحرك ثلاثي الطور يعمل على جهد أحادي الطور

خطوات العمل:

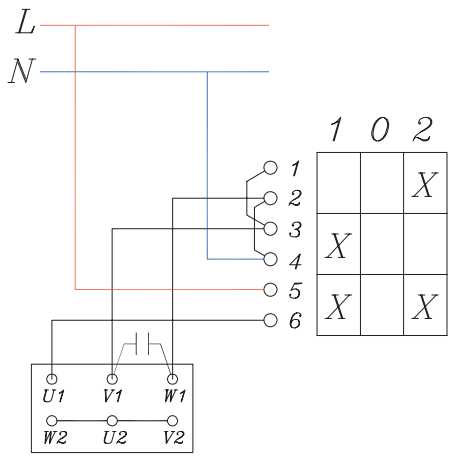
١ قم بتوصيل الدار ه الكهربائية المبينة في الشكل(٦-٣).

٢ صل جهد المصدر على أطراف المحرك مراعياً نوع توصيل المحرك (نجمي - مثلثي).

٣ ضع ذراع التشغيل على الوضع (1) للمفتاح الأسطواني. وسجل ماذا يحدث للمحرك.

٤ ضع ذراع التشغيل على الوضع (0) للمفتاح الأسطواني (وضع الإطفاء)، وسجل ماذا يحدث للمحرك.

٥ ضع ذراع التشغيل على الوضع (2) للمفتاح الأسطواني. وسجل ماذا يحدث للمحرك.



الشكل (٦-٣): طريقة تشغيل محرك ثلاثي الطور بجهد أحادي الطور وعكس اتجاه دورانه بوساطة مفتاح أسطواني

التقويم:

قارن بين تشغيل المحرك في حالتي الطور الواحد والثلاثة أطوار من ناحية:

أ قيمة التيار.

ب قيمة القدرة.

ج سرعة الدوران.

التمرين السابع: تشغيل محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح مغناطيسي(الدائرة التنفيذية)

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تشغيل محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح مغناطيسي .
- توصل وسائل حماية مناسبة لتشغيل المحرك .
- ترسم مخططاً ثلاثي الطور(مخطط قدرة) لتشغيل محرك ثلاثي الطور مع وسائل الحماية المناسبة .
- ترسم دارة التشغيل لمحرك ثلاثي الطور يعمل عن طريق مفتاح مغناطيسي مع وسائل حماية .
- ترسم الدائرة التنفيذية لتشغيل المحرك ضمن لوحة كهربائية مع وسائل حماية .

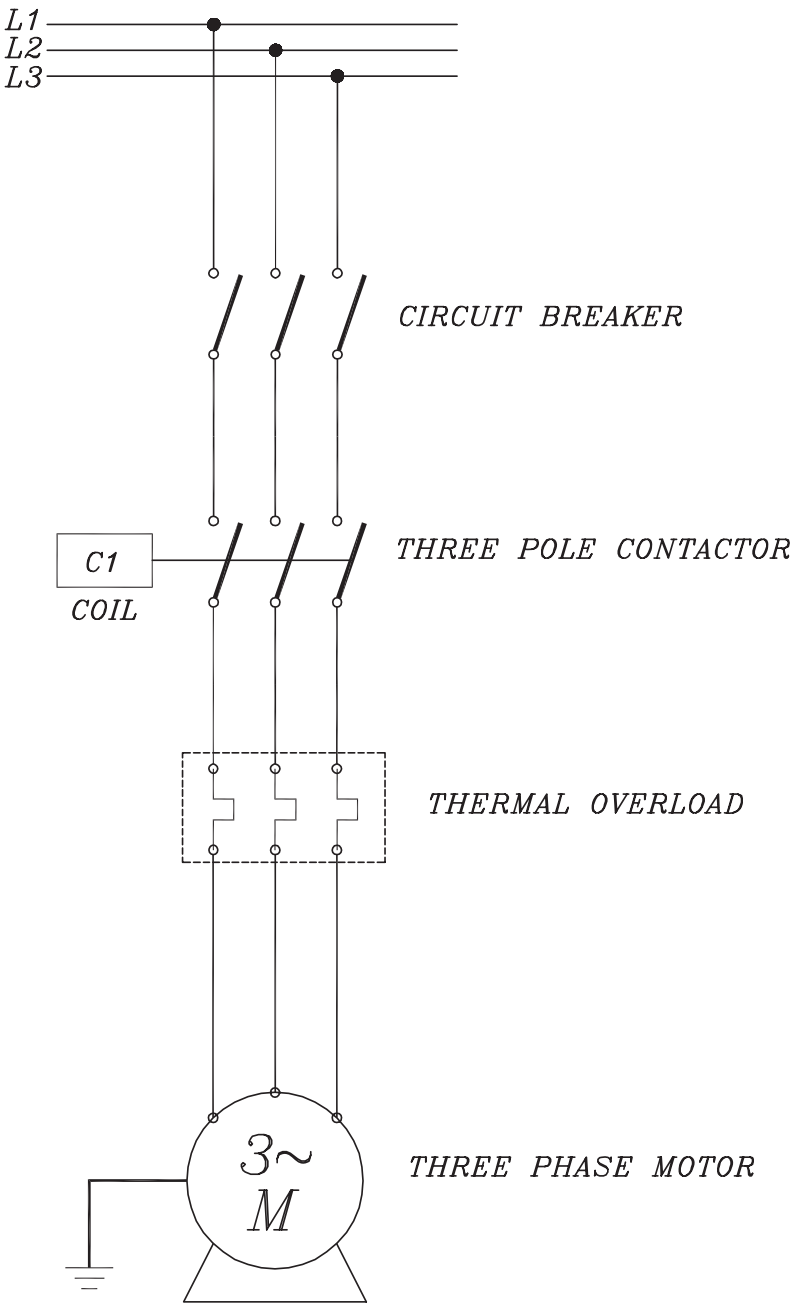
الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور يعمل بتوصيلة (400Δ) فولت .
- كيبل (5×4) ملم^2 .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- مفكات مختلفة .
- علب لتجميع البراغي .
- ضواغط تشغيل وإيقاف .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مفتاح مغناطيسي مناسب لقدرة المحرك .
- قاطع حماية ضد زيادة التيار .
- لوحة كهربائية (خزانة كهرباء) .
- مصهرات حماية مناسبة .
- صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

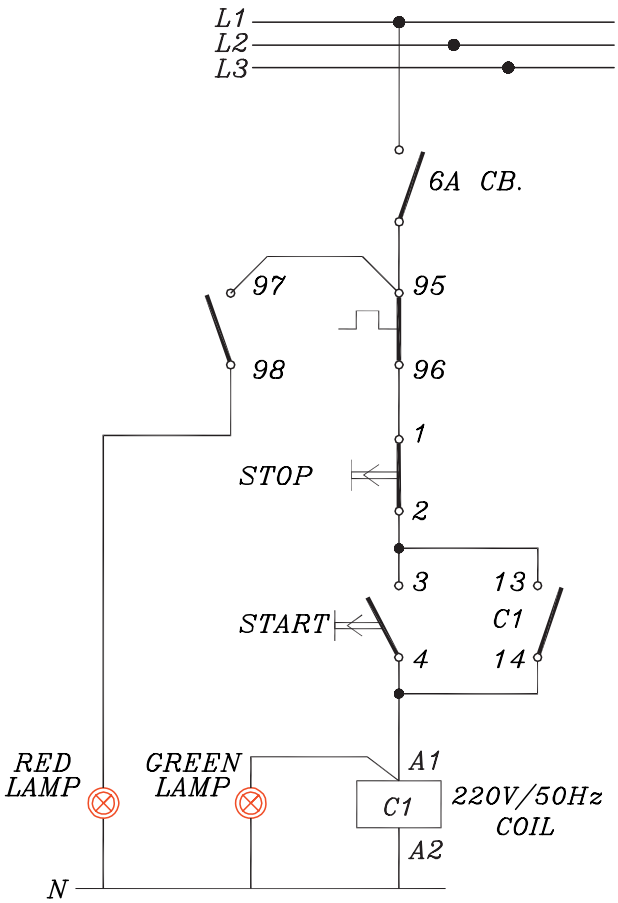
يمكن تشغيل المحركات الكهربائية عن طريق المفاتيح المغناطيسية (الكنتاكتورات) بالإضافة إلى استخدام المفتاح الأسطواني كما مر معك سابقاً . ويختلف المفتاح المغناطيسي عن المفتاح الأسطواني بشكل أساسي من حيث طبيعة الاستخدام حيث يمكن تشغيل المحرك أتوماتيكياً وليس يدوياً كما هو الحال في حالة استخدام المفتاح الأسطواني ، حيث يتم ذلك بمساعدة الضواغط والملامسات المساعدة (*auxiliary contacts*) وبالآتي يمنح هذا المفتاح إمكانية أكبر في التحكم بالمحركات الكهربائية نتيجة لهذه الخاصية التي يتمتع بها هذا المفتاح .

ويبين الشكل(٧-١) مخططاً ثلاثياً لدارة القدرة لتشغيل محرك ثلاثي الطور باستخدام المفتاح المغناطيسي مع وسائل حماية مناسبة، أما الشكل(٧-٢) فيبين مخططاً أحادي الخط لدارة التحكم في تشغيل محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح مغناطيسي مبين عليه ضاغط التشغيل والإيقاف ولمبات الإشارة والملامسات المغلقة والمفتوحة بالإضافة إلى ملامس الحماية من زيادة التيار.



THREE WIRE DIAGRAM

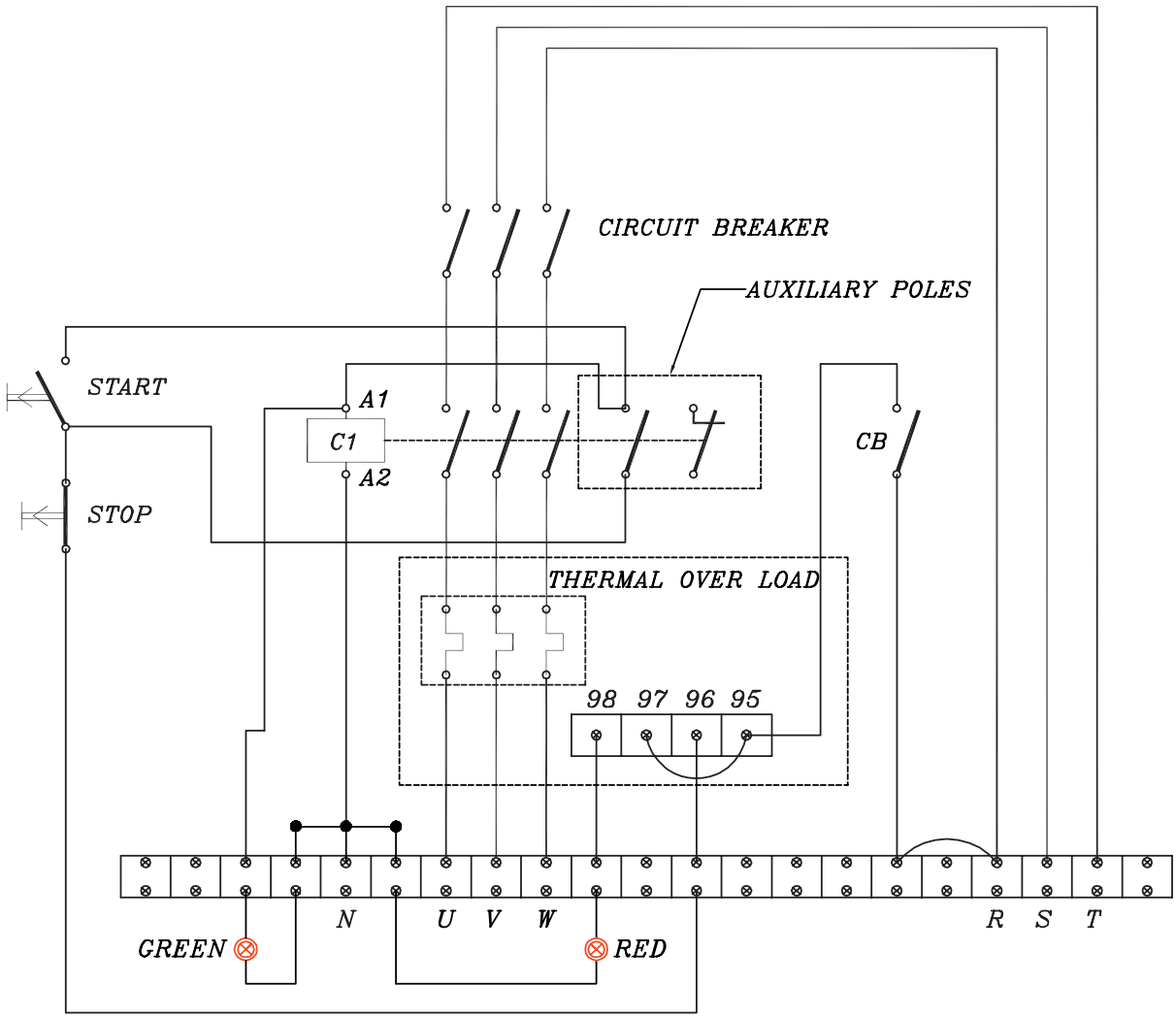
الشكل(٧-١): مخطط ثلاثي الخط لدارة تشغيل محرك ثلاثي الطور باستخدام مفتاح مغناطيسي (مخطط القدرة)



SINGLE WIRE DIAGRAM

الشكل(٧-٢): مخطط دارة التحكم في تشغيل محرك ثلاثي الطور باستخدام مفتاح مغناطيسي

وعادة ما يتم بناء دارة تشغيل المحركات عن طريق لوحة كهربائية يثبت بها ضواغط التشغيل والإيقاف ووضع المفاتيح المغناطيسية بداخلها بالإضافة لوسائل الحماية المناسبة كما هو موضح في الشكل(٧-٣) والتي تبين الدارة التنفيذية لتشغيل محرك ثلاثي الطور موضحاً عليها طريقة التوصيل داخل لوحة كهربائية مناسبة .



الشكل(٧-٣) : المخطط التنفيذي لدارة تشغيل محرك ثلاثي الطور داخل لوحة كهر بائية

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٧-٣) .

٢ صل مصدر الطاقة ثلاثي الأطوار بالنقاط المبينة في المخطط (*R-S-T*) .

٣ قم بتشغيل الدارة، ثم اكتب ملاحظاتك عن التمرين .

التقويم:

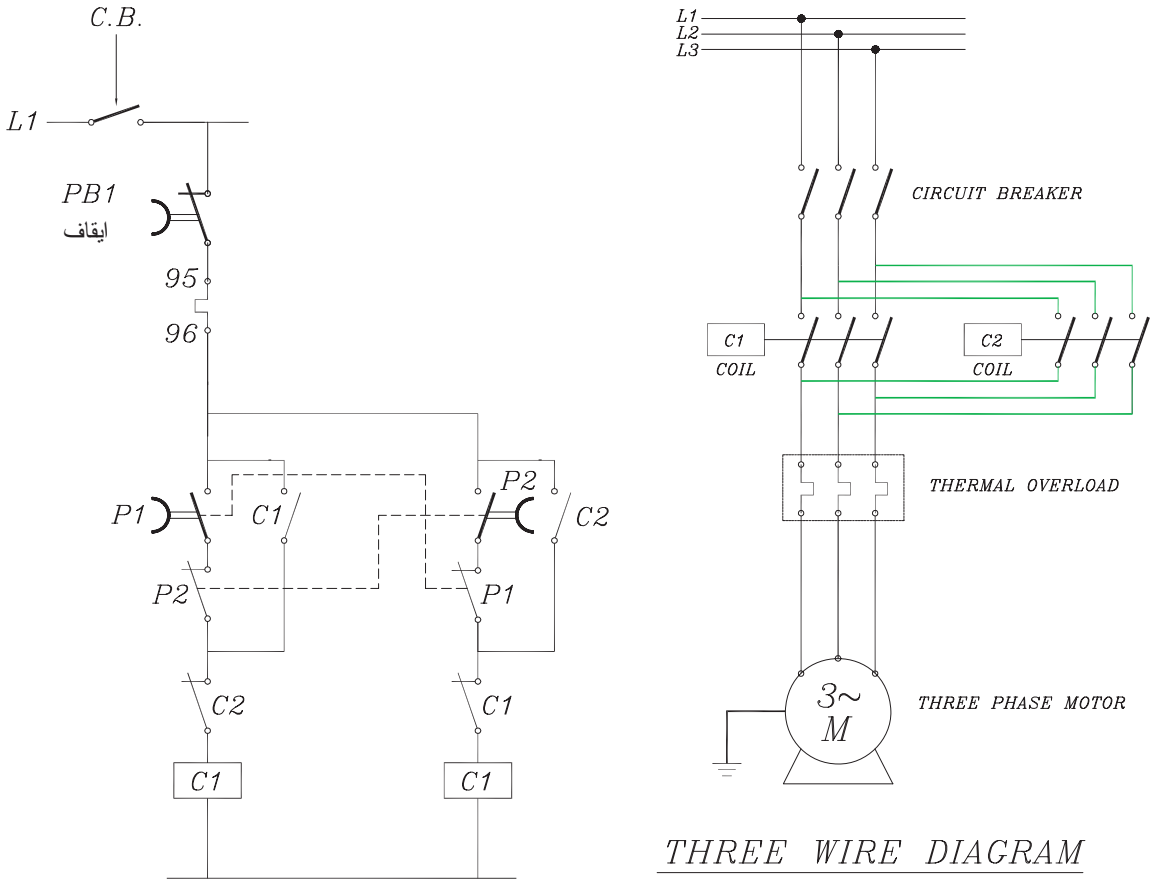
١ عدد الأخطاء التي يمكن أن تحدث عند تشغيل المحرك في الشكل (٧-٣) .

٢ أين يتم توصيل أطراف المحرك في الشكل (٧-٣) ؟

٣ كيف يؤثر اختلاف ترتيب الأطوار الثلاثة على عمل المحرك؟

٤ ما هي تكلفة تشغيل المحرك بهذه الطريقة؟

٥ يبين الشكل (٧-٤) مخطط دارة القوى ومخطط دارة التحكم، حاول أن ترسم المخطط التنفيذي لدارة تشغيل وعكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور.



الشكل(٧-٤): دارة تشغيل وعكس اتجاه دوران محرك ثلاثي الطور (مخطط القدرة)

التمرين الثامن: تشغيل محرك ثلاثي الطور (ستار/دلتا) يدوياً بوساطة مفاتيح مغناطيسية

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تشغيل محرك ثلاثي الطور(ستار/ دلتا) يدوياً بوساطة مفتاح مغناطيسي .
- توصل وسائل حماية مناسبة لتشغيل المحرك .
- ترسم مخططاً ثلاثي الطور(مخطط قدرة) لتشغيل محرك ثلاثي الطور (ستار/ دلتا) يدوياً مع وسائل الحماية المناسبة .
- ترسم دارة التشغيل لمحرك ثلاثي الطور(ستار/ دلتا) يدوياً يعمل عن طريق مفتاح مغناطيسي مع وسائل حماية .

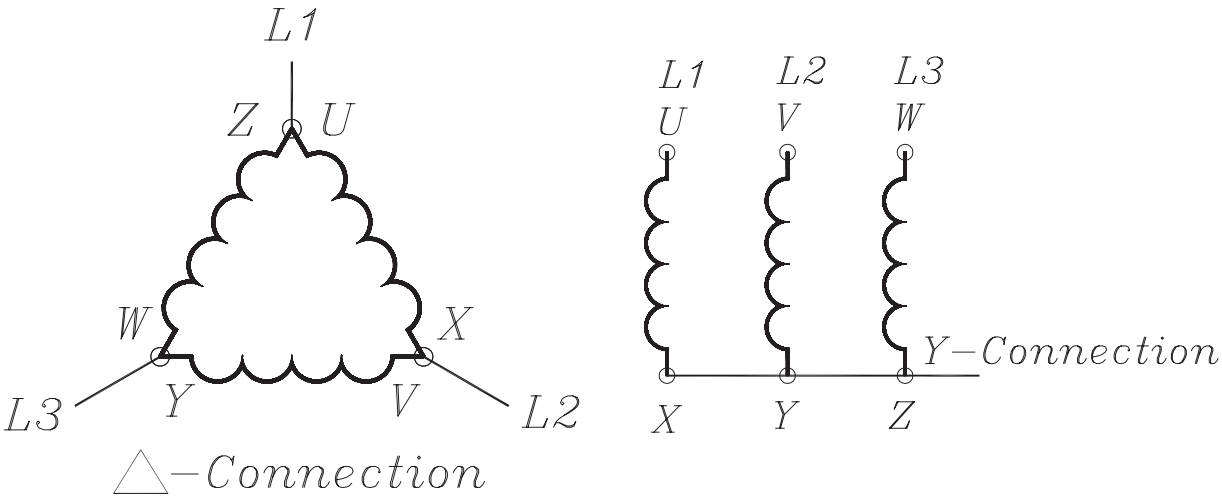
الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور يعمل بتوصيلة *(400Δ)* فولت .
- كيبل *(5X4)* ملم^{2} .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- مفكات مختلفة .
- ضواغط تشغيل وإيقاف .
- علب لتجميع البراغي .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مفاتيح مغناطيسية مناسبة لقدرة المحرك .
- مصهرات حماية مناسبة .
- قاطع حماية ضد زيادة التيار .
- صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

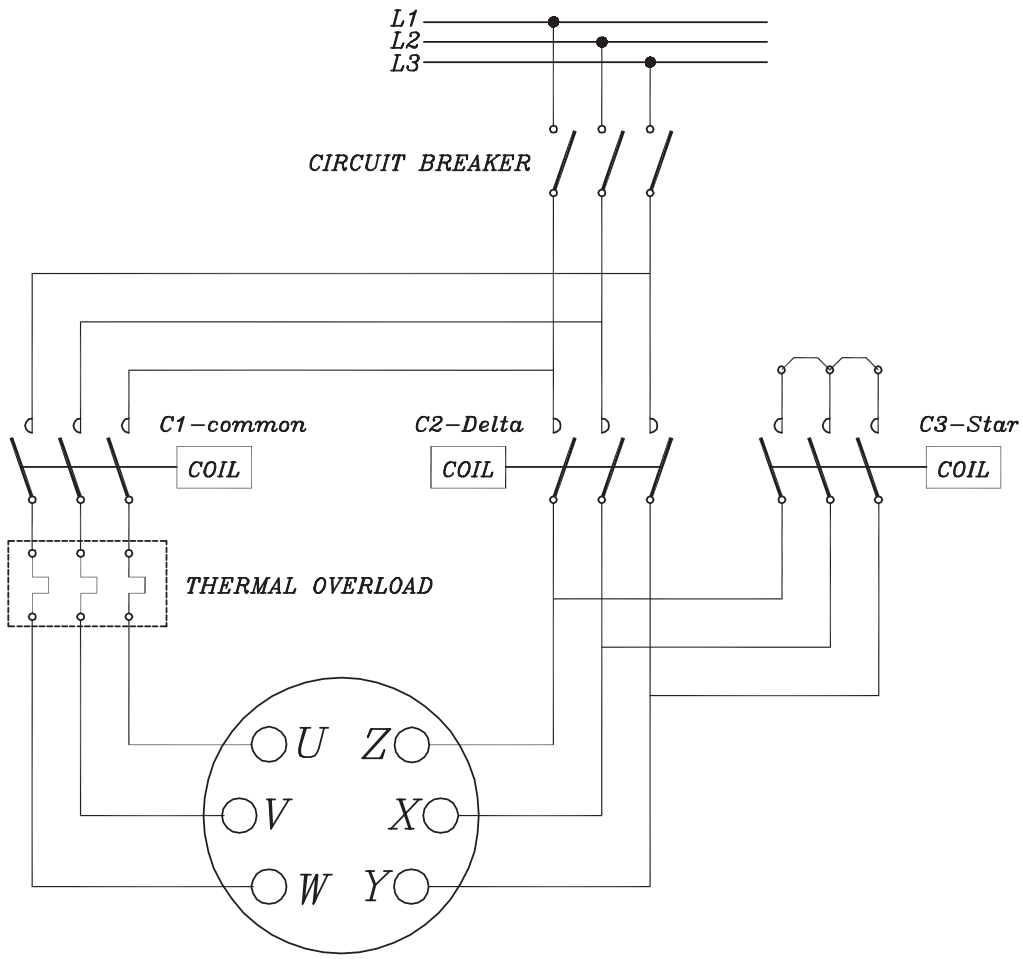
من الطرق المتبعة لتقليل تيار البدء بنسبة (١ : $\sqrt{٣}$) في حالة تشغيل المحركات الحثيه ثلاثية الطور ذات القدرات العالية والتي تتراوح ما بين *(5-14) KW* طريقة الإقلاع باستخدام توصيلة ستار/ دلتا، وبهذه الطريقة يتم تخفيض جهد الخط في توصيلة النجمة بمقدار*(0.57)* من القيمة المعتادة إلى أن تصل سرعة المحرك ما بين *(90-95) %* من سرعته العادية .

ويمكن تشغيل المحرك ثلاثي الطور يدوياً أو آلياً بهذه الطريقة ، ويبين الشكل(٨-١) طريقتي توصيل أطراف المحرك في حالتي ستار ودلتا .

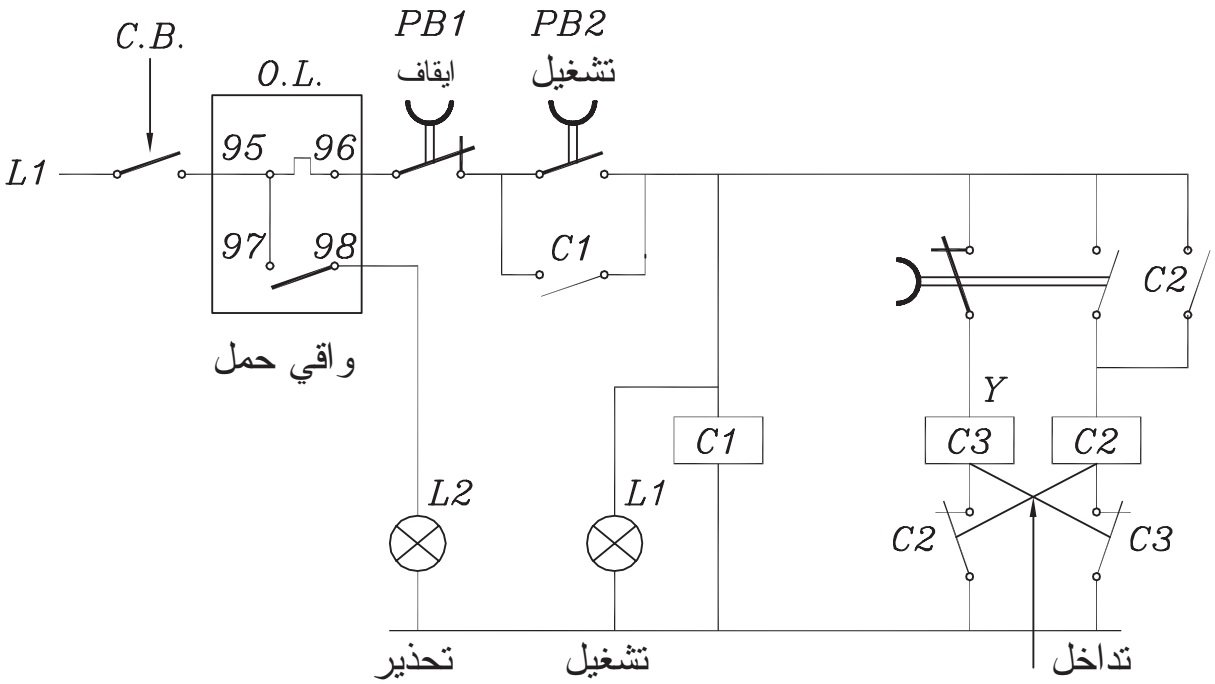


الشكل(٨-١): طريقة توصيل أطراف المحرك (أ) توصيلة ستار (ب) توصيلة دلتا

أما الشكل(٨-٢) فيبين دارة القدرة لدارة توصيل المحرك ثلاثي الطور بتوصيلة (Y/Δ) يدوياً. في حين يبين الشكل(٨-٣) دارة التحكم الخاصة بتشغيل المحرك بهذه الطريقة.



الشكل(٨-٢): طريقة تشغيل المحرك ثلاثي الطور يدوياً بتوصيلة (Y/Δ) - دارة القدرة.



الشكل(٨-٣) : طريقة تشغيل المحرك ثلاثي الطور يدوياً بتوصيلة (Y/Δ) - دارة التحكم .

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٨-٢) والشكل (٨-٣) .

٢ صل مصدر الطاقة ثلاثي الأطوار تحت إشراف المعلم .

٣ اضغط على ضاغط التشغيل(ضغطه أولى) في دارة التحكم (الشكل(٨-٣)) ليعمل المحرك لفترة وجيزة (3-10) ثوانٍ ، ثم اضغط بعدها بقوة على نفس الضاغط(PB2) لينتقل المحرك إلى توصيلة ستار .

٤ قم بالضغط على الضاغط (PB1) ليقف المحرك ، ثم اكتب ملاحظاتك عن التمرين .

التقويم:

١ ما هو نوع ضاغط التشغيل المستخدم في دارة التحكم ؟

٢ ما هي وظيفة كل من الملامس (C2) و (C3) في دارة التحكم ؟

٣ ماذا تسمى طريقة التشغيل المتبعه هنا؟ وهل هناك طرق أخرى لتشغيل المحرك بهذه الطريقة ؟

٤ قم بقياس التيار المسحوب من المحرك في حالة توصيلة ستار .

التمرين التاسع: تشغيل محرك ثلاثي الطور (ستار/دلتا) ألياً بوساطة مفاتيح مغناطيسية ومرحل زمني

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تشغيل محرك ثلاثي الطور(ستار/ دلتا) آلياً بوساطة مفتاح مغناطيسي ومرحل زمني .
- توصل وسائل حماية مناسبة لتشغيل المحرك .
- ترسم مخططاً ثلاثي الطور(مخطط قدرة) لتشغيل محرك ثلاثي الطور (ستار/ دلتا) آلياً مع وسائل الحماية المناسبة .
- ترسم دارة التشغيل لمحرك ثلاثي الطور(ستار/ دلتا) آلياً يعمل عن طريق مفتاح مغناطيسي مع مرحل ووسائل حماية .

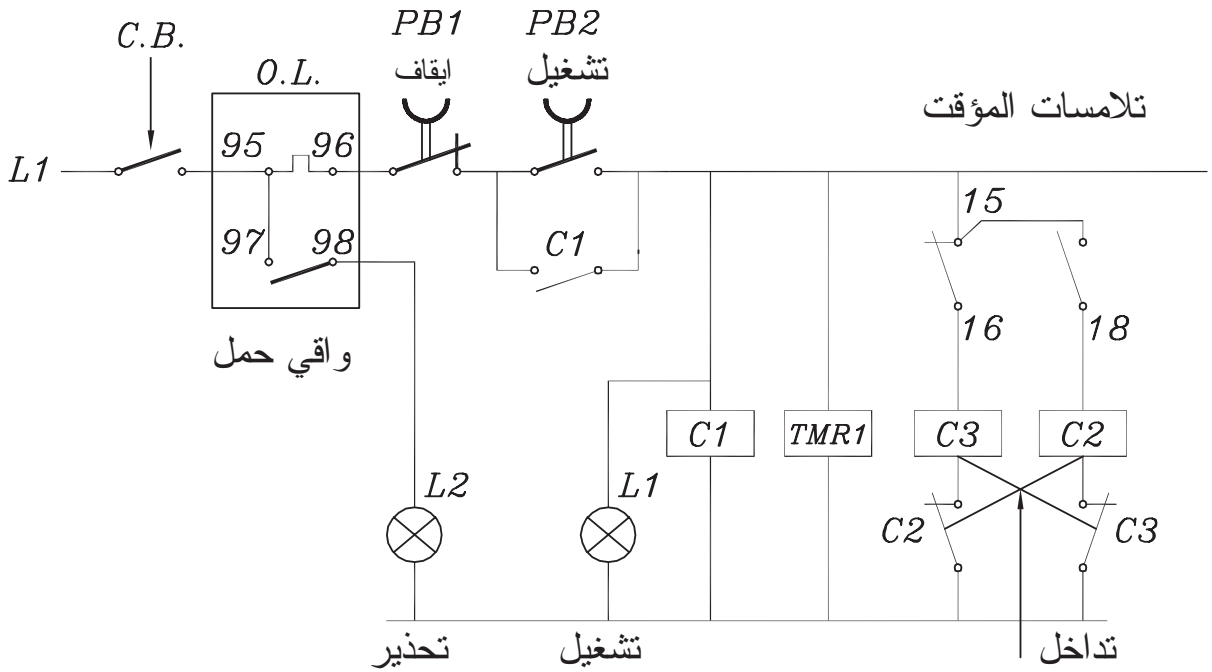
الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور يعمل بتوصيلة *(400Δ)* فولت .
- كيبل *(4×5)* ملم^{2} .
- طقم مفاتيح شق بأحجام مناسبة .
- مفكات مختلفة .
- ضواغط تشغيل وإيقاف .
- مرحل زمني(تيمر) .
- علب لتجميع البراغي .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مفاتيح مغناطيسية مناسبة لقدرة المحرك .
- مصهرات حماية مناسبة .
- قاطع حماية ضد زيادة التيار .
- صندوق عدة .

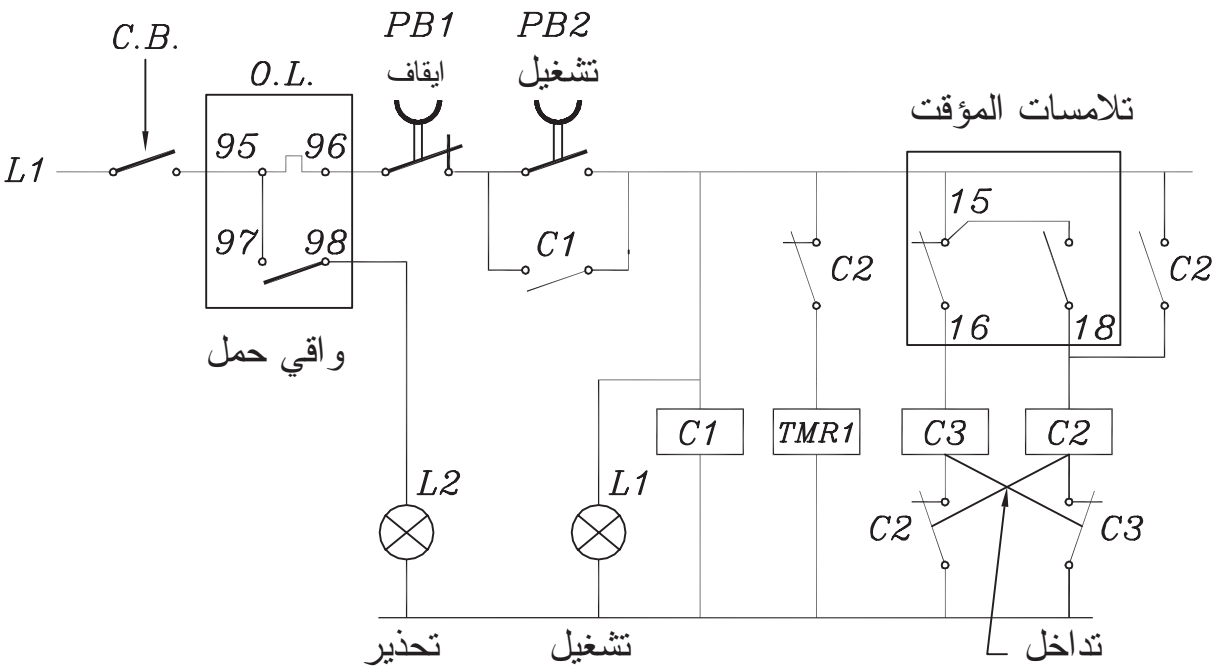
المعلومات الأساسية:

يمكن كذلك تشغيل المحرك ثلاثي الطور بتوصيلة (ستار/ دلتا) بشكل آلي باستخدام مفاتيح مغناطيسية وضواغط تشغيل وإيقاف مع مرحل زمني ليعمل المحرك آلياً بعد فترة من الزمن كما هو مبين في الشكل(٩-١) ويبقى المؤقت الزمني (يحتوي على ملامسين أحدهما مغلق *(15-16)* والآخر مفتوح*(15-18)*) في الدارة أثناء

فترة تشغيل المحرك، ويبين الشكل (٩-٢) دارة التحكم لتشغيل المحرك آلياً حيث يخرج المؤقت الزمني من الدارة بعد تحويل المحرك إلى توصيلة ستار آلياً. أما بالنسبة لدارة القوى لتشغيل المحرك فهي كما تظهر في الشكل (٨-٢) في التمرين السابق.



الشكل(٩-١): دارة التحكم لتشغيل محرك ثلاثي الطور بتوصيلة (ستار/ دلتا) آلياً مع بقاء المرحل الزمني أثناء فترة التشغيل



الشكل(٩-٢): دارة التحكم لتشغيل محرك ثلاثي الطور بتوصيلة (ستار/ دلتا) آلياً مع خروج المرحل الزمني

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (٨-٢)، والتي تمثل دارة القوى كما في التمرين السابق.

٢ صل مصدر الطاقة ثلاثي الأطوار تحت إشراف المعلم.

٣ قم بتوصيل دارة التحكم المبينة في الشكل(٩-١) مع توصيل وسائل الحماية المناسبة.

٤ اضغط على ضاغط التشغيل(*PB1*) في دارة التحكم (الشكل(٩-١)) ليعمل المحرك لفترة وجيزة (٣-١٠) ثوانٍ لينتقل المحرك إلى ما بعدها إلى توصيلة ستار آلياً.

٥ قم بالضغط على الضاغط (*PB2*) لكي يقف المحرك، ثم اكتب ملاحظاتك عن التمرين.

٦ أعد الخطوات السابقة للشكل(٩-٢).

٧ ثم سجل ملاحظاتك.

التقويم:

١ ما هي وظيفة المرحل الزمني في الدارة شكل(٩-١) ؟

٢ ما هو الفرق بين وظيفة المرحل في الشكل(٩-١) والشكل(٩-٢)؟

٣ أين تستخدم هذه التوصيلة؟وما هي أهميتها في تشغيل المحركات الكهربائية؟

٤ اكتب تقريراً عن الأعطال التي يمكن أن تحدث في كل من الشكل(٩-١) و الشكل(٩-٢)؟

التمرين العاشر: توصيل مرحل الحماية من انقطاع أحد الأطوار في دارة محرك ثلاثي الطور

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

- تتعرف على طريقة تشغيل محرك ثلاثي الطور بوساطة مفتاح مغناطيسي ومرحل الحماية من انقطاع أحد الأطوار(مرحل متكامل بوحدة واحدة) .
- توصل وسائل حماية مناسبة لتشغيل المحرك .

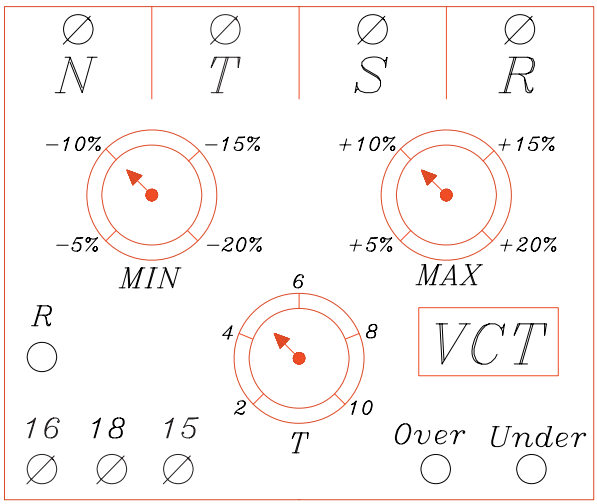
الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور يعمل بتوصيلة Δ(٤٠٠) فولت .
- كيبل *(4×5)* ملم ^{2} .
- مفكات مختلفة .
- ضواغط تشغيل وإيقاف .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مرحل الحماية من انقطاع أحد الأطوار(*phase-failure*) .
- مفاتيح مغناطيسية مناسبة لقدرة المحرك .
- مصهرات حماية مناسبة .
- قاطع حماية ضد زيادة التيار .
- صندوق عدة .

المعلومات الأساسية:

صنعت حالياً مرحلات متكاملة بوحدة واحدة بحيث تعمل في حالة انخفاض الجهد (*under voltage*) أو ارتفاع الجهد(*over voltage*) وذلك ضمن مدى معين(*range*) (كما هو مبين في الشكل(١٠-١))أو في حالة انقطاع أحد الأطوار أو عدم الاتزان بينها أو اختلاف تعاقب الأطوار (*phase-sequence*) .

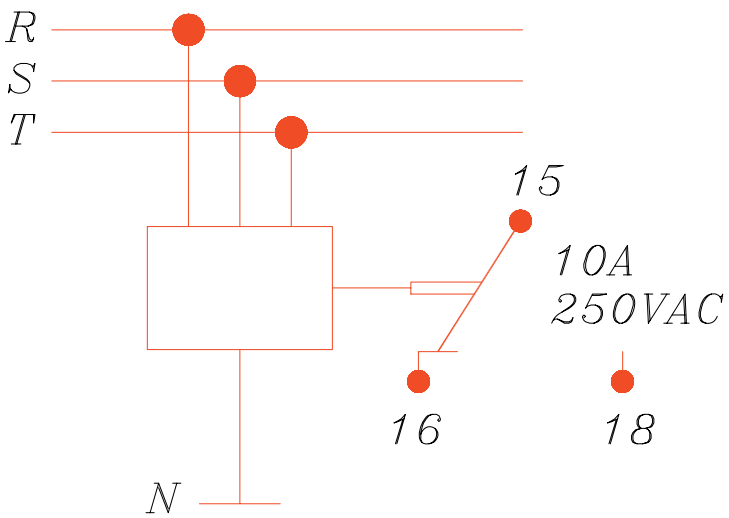
وتستخدم هذه المرحلات في الشبكات التي تغذي محركات كهربائية حيث تقوم بفصل المحرك عن المصدر عند أي تعدٍ عن حالة معينة تم معايرتها مسبقاً سواء في حالة ارتفاع أو انخفاض الجهد أو اختلاف تتابع الأطوار من (*RST*) إلى (*RTS*) مثلاً أو في حالة انقطاع أحد أطوار المصدر . ويبين الشكل (١٠-٢) طريقة توصيل مرحل الحماية مع شبكه ثلاثية الطور والملامسات التابعة له .



$$UNDER \quad V_{MIN} = (\ 80-95\%\ )\ V_{IN}$$

$$OVER \quad V_{MAX} = (\ 105-120\%\ )\ V_{IN}$$

الشكل(١٠-١): مرحل حماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد(مدى المعايرة)



الشكل(١٠-٢): توصيل مرحل الحماية من انقطاع أحد الأطوار

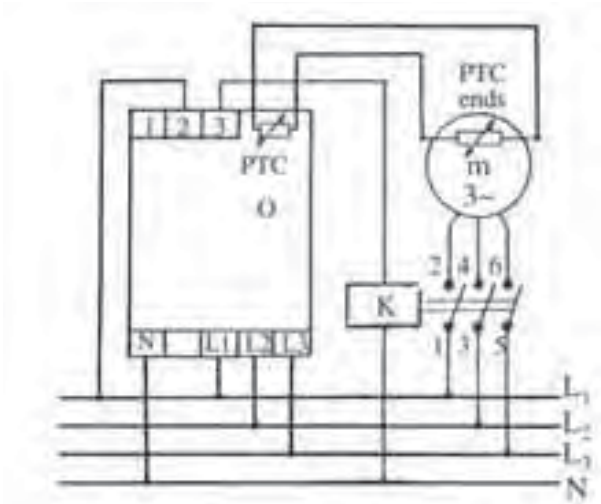
خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (١٠-٣).

٢ قم بتنفيذ الدارة تحت إشراف المعلم.

٣ افصل أحد الأطوار بإشراف المعلم، ولاحظ ماذا يحدث.

٤ اكتب تقريراً عما قمت به.



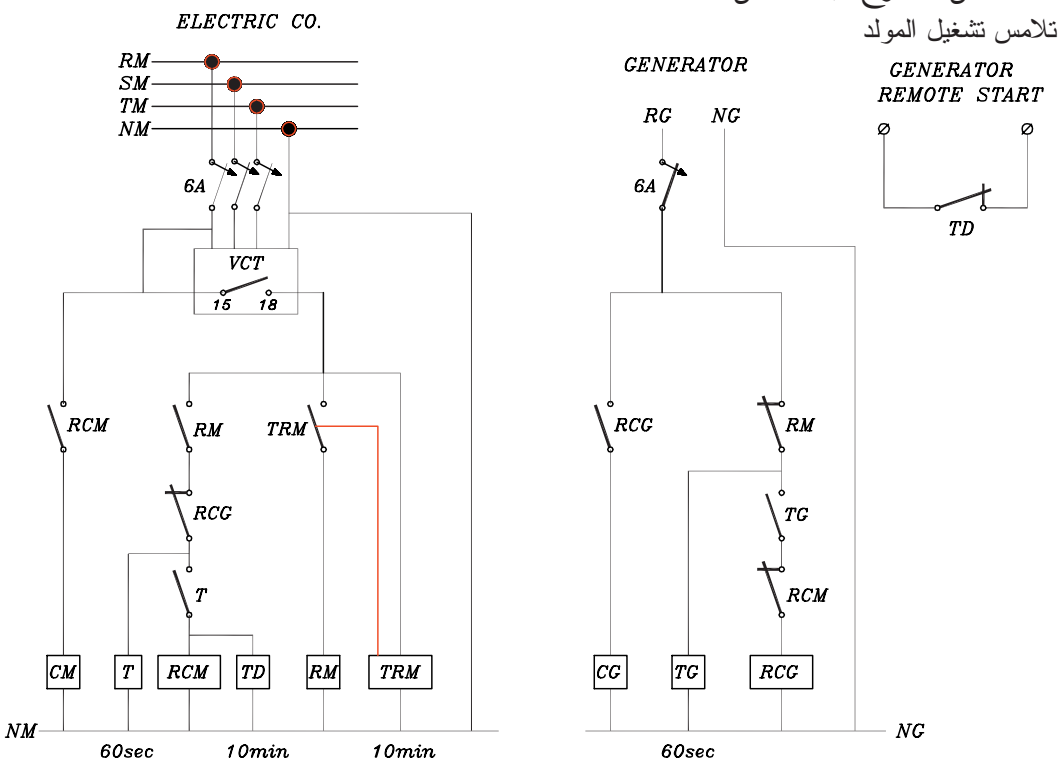
الشكل(١٠-٣): توصيل مرحل الحماية من انقطاع أحد الأطوار في دارة محرك ثلاثي الطور

التقويم :

١ ما ذا يحدث لمحرك إذا انقطع أحد الأطوار وبقي المحرك متصلاً بالمصدر لفترة كبيرة؟

٢ بين كيف تعمل مرحلات الحماية من زيادة التيار ؟ هل تختلف عن مرحلات الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد؟هل تغنى عنها؟

٣ الشكل (١٠-٤)، يمثل دارة التحويل ما بين المولد وشركة الكهرباء، وقد تم استخدام مرحل حماية متكامل، اشرح كيف تعمل هذه الدارة.



الشكل (١٠-٤): دارة تحويل مولد/ شركة كهرباء

التمرين الحادي عشر: توصيل جهاز التحكم بمنسوب السوائل وتشغيله

الأهداف:

بعد الانتهاء من تنفيذ هذا التمرين يتوقع منك أن :

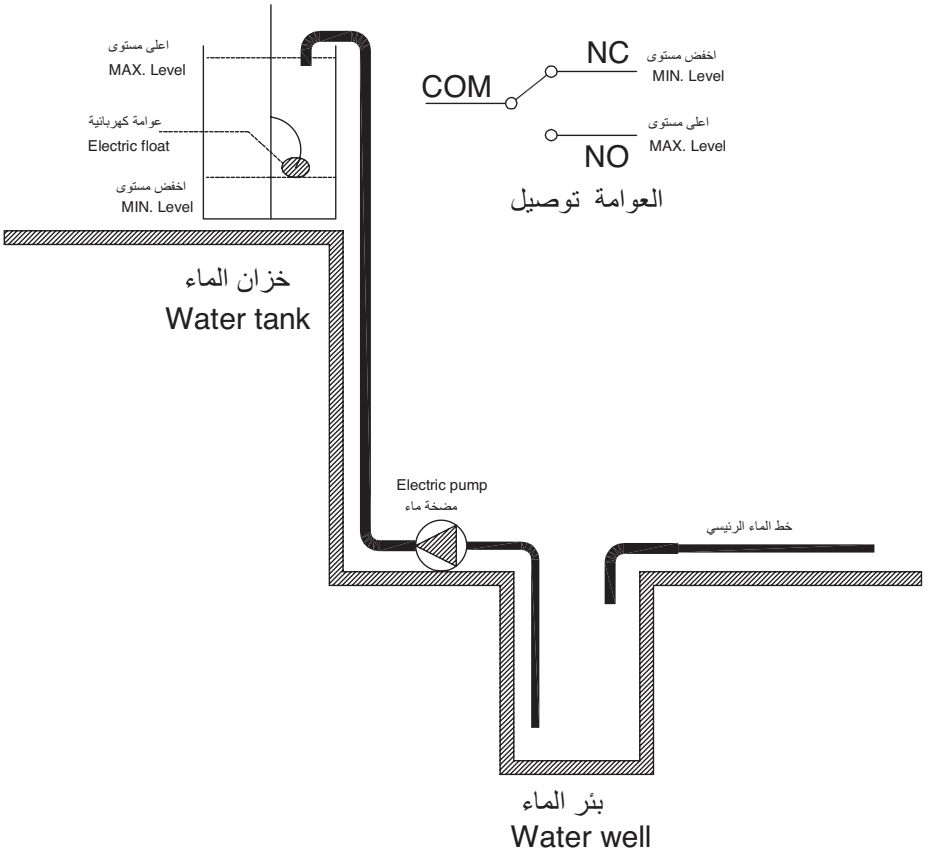
- تتعرف على عملية التحكم بمستوى الماء في الخزانات ومستوى الوقود في صهاريج الوقود الخاصة بالتدفئة المركزية .
- تتعرف على أجهزة التحكم بمنسوب السوائل كالعوامة الكهربائية .
- توصل وتشغل نظام التحكم بمنسوب الماء في خزان الماء .
- توصل وسائل حماية مناسبة للتشغيل .

الأجهزة /الأدوات:

- محرك ثلاثي الطور *400* فولت .
- كيبل *(5×4)* ملم^{2} .
- مفكات مختلفة .
- عوامة كهربائية *220* فولت .
- محول كهربائي أحادي الطور *(220/24)* فولتاً .
- ضواغط تشغيل وإيقاف .
- لمبات بيان مختلفة الألوان .
- مضخة مياه .
- مرحل زمني *24* فولتاً .
- أسلاك توصيل مناسبة .
- مفاتيح مغناطيسية مناسبة لقدرة المحرك .
- مصهرات حماية مناسبة .
- قاطع حماية ضد زيادة التيار .
- صندوق عدة .

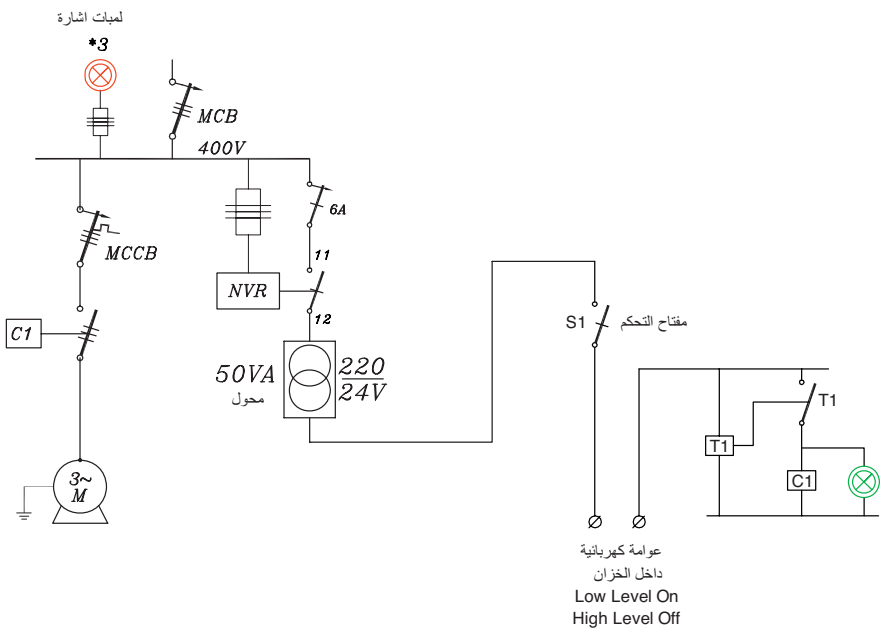
المعلومات الأساسية:

يتم التحكم بمستوى الماء في خزان المياه على أسطح العمارات السكنية (أو في مستوى الوقود في الخزانات الخاصة بالتدفئة المركزية) عن طريق جهاز التحكم بمنسوب السوائل ، هو في أبسط أنواعه العوامة الكهربائية والتي تتكون من كرة تطفو على سطح السائل ، وتكون مفرغه من الهواء وتصنع من النحاس أو البلاستيك وترتبط بنظام أذرع تتحكم في فتح دارة كهربائية أو إغلاقها . ويبين الشكل (١١-١) نظام التحكم بمستوى الماء في عمارة سكنية .



الشكل(١١-١): نظام التحكم بمستوى الماء بين البئر وخزان المياه على السطح

ويبين الشكل(١١-٢) المخطط أحادي الخط للتحكم بمستوى المياه الأجهزة ووسائل الحماية المستخدمة فيها .



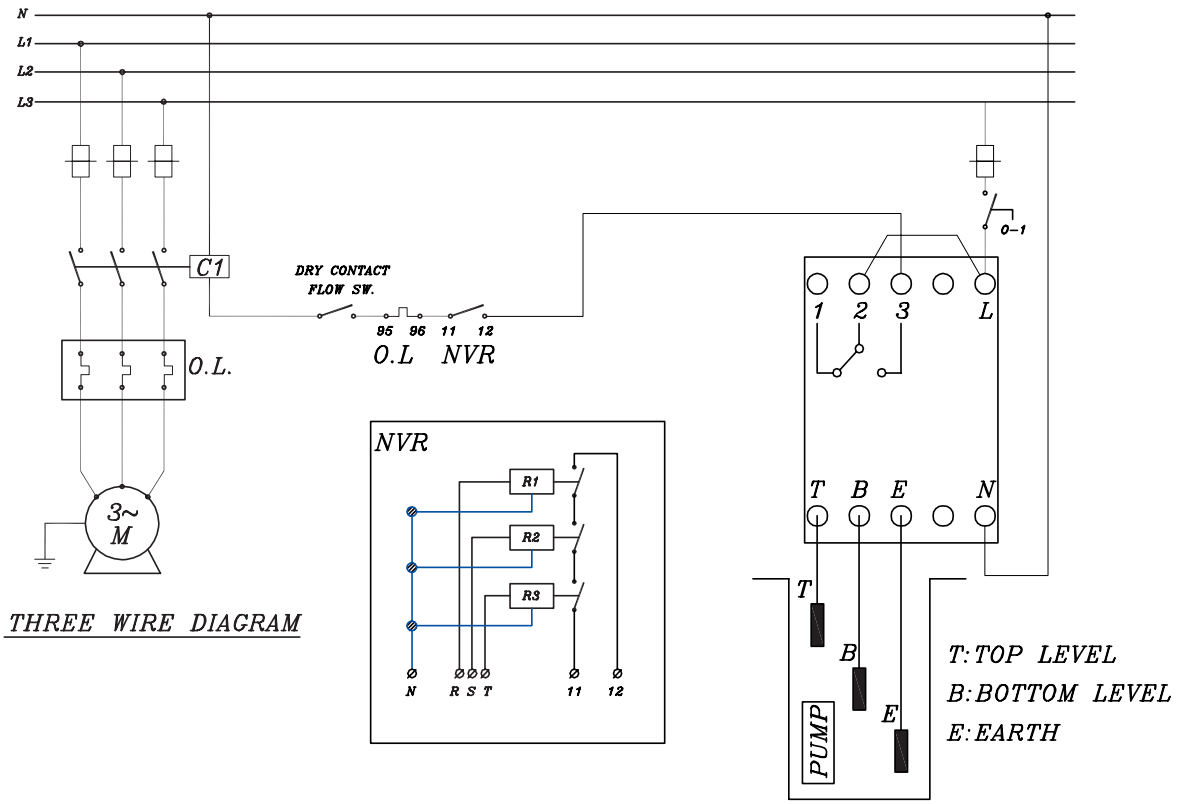
الشكل(١١-٢): مخطط أحادي الخط للتحكم بمستوى المياه

خطوات العمل:

١ قم بتوصيل الدارة الكهربائية المبينة في الشكل(١١-٣).

٢ نفذ الدارة الكهربائية تحت إشراف معلمك.

٣ اكتب تقريراً عما قمت به.



الشكل(١١-٣): المخطط ثلاثي الخط لدارة التحكم بمستوى المياه في خزان الماء

التقويم:

١ ماذا يحدث إذا لم يخرج الماء من الخزان السفلي إلى الخزان العلوي أثناء عملية التشغيل للمضخة؟

٢ ما هي مكونات (NVR)؟ وما هي وظيفتها؟

٣ ما هي وظيفة المؤقت الزمني في الدارة؟

٤ كيف يتم تشغيل دارة التحكم؟