مهنة الكهرباء الصناعية

الوحدة الثانية

آلات التيار المتردد ثلاثي الأوجه

الصف الثاني

العام التدريبي (٢٠١٩ / ٢٠٢٠)

تم الإعداد والتطوير بواسطة شركة يات لحلول التعليم
تليفون: 27498297 (202+) - **محمول:** 01001726642 (2+)
Website: www.YATLearning.com - **E-Mail:** info@yat.com.eg

الفهرس

المعارف النظرية للوحدة..... ٣

المحركات الحثية ثلاثية الأوجه (3 Phase Induction Motor)..... ٤
القلب (العضو الثابت)..... ٤
العضو الدوار..... ٥
شرح مبدأ عمل المحرك ثلاثي الأوجه..... ٦
طرق توصيل المحركات الحثية ثلاثية الأوجه..... ٦
قراءه لوحه بيانات المحرك الحثي وأنواع العزل..... ٩
أنواع العزل..... ١٠
العدد اللازمة للورشة الآلات الكهربائية ولف المحركات..... ١١
لخامات المستخدمة في لف المحركات الكهربية..... ١٨
إعادة لف محركات التيار المتغير الثلاثية الأوجه..... ٢٠
القواعد الحسابية للف المحركات..... ٢٤
إعادة لف المحرك الاستنتاجي (الحثي) ذي الثلاثة أوجه..... ٢٥
تشخيص الأعطال للمحركات الحثي ثلاثية الأوجه وإصلاحها..... ٢٨

التدريبات العملية للوحدة..... ٣٣

١- قراءة لوحة بيانات المحرك الثلاثي..... ٣٧
٢- فك وتركيب المحرك الحثي ثلاثي الأوجه (القفص السنجابي) واستخدام الأدوات اللازمة لعمليات الفك والتركيب..... ٤١
٣- اختبار اللا حمل (No-Load) للمحرك الحثي ثلاثي الأوجه..... ٤٨
٤- اختبار الإعاقة (Block Rotor) للمحرك الحثي ثلاثي الأوجه..... ٥٢
٥- اختبار الحمل (Load) لمحرك حثي ثلاثي الأوجه..... ٥٦
٦- تمييز العدد الأدوات المستخدمة في لف المحركات..... ٦٠
٧- استخدام الميكروميتر..... ٦٨
٨- إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ١٨ مجري قطبان..... ٧٣
٩- إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجري قطبان..... ٧٩
١٠- إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجري رباعي الأقطاب لف ثابت..... ٨٥
١١- إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجري رباعي الأقطاب لف متداخل..... ٩٣
١٢- إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٣٦ مجري ٦ أقطاب لف متداخل..... ٩٩
١٣- إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٣٦ مجري السرعة ١٥٠٠ لفة في الدقيقة - لف متداخل..... ١٠٥
١٤- إعادة لف محرك ثلاثي الأوجه ١٢ مجرى – ٤ قطب بطريقة (الملفات الكاملة)جانبين بالمجرى..... ١١٢
١٥- اختبار المحرك ثلاثي الأوجه بعد اللف..... ١١٨

المقدمة

تهدف هذه الوحدة إلى تنمية المعارف النظرية والمهارات العملية للمتدرب وإكسابه الخبرات اللازمة للتعامل مع المحركات الكهربائية ثلاثية الأوجه من حيث معرفة أنواعها وطرق توصيلها وقراءة لوحة بيانات كل منها.

بالانتهاء من القسم النظري نقدم لك التدريبات العملية الخاصة بكل جزء والتي تغطي المعارف النظرية وتؤيدها بالخبرة العملية ونسبقها بتعليمات السلامة والأمان للتعامل مع العدد والأدوات والمكونات المختلفة للدوائر الكهربائية المتقدمة.

ولقد راعينا في تصميم هذه الوحدة عدة اعتبارات هامة أولها: أن يستطيع الطالب الاعتماد على ذاته أكثر من الاعتماد على المدرب بإتباع الخطوات والتعليمات في التدريبات العملية بدقة حيث جعلنا الخطوات في كل تدريب أكثر تفصيلا لتناسب المرحلة العمرية والمستوى العلمي للمتدرب.

لقد تم تصميم الوحدة بحيث يتبع كل تدريب عملي تقييم للطالب حسب معايير التقييم الخاصة بكل مهارة بالإضافة إلى اختبار عملي يبين مدى اكتساب الطالب للمهارة لتحقيق هدف التدريب في زمن قياسي محدد بالاختبار العملي.

في نهاية كل وحدة قمنا بإضافة ملخص خاص بالمصطلحات الإنجليزية الهامة المستخدمة بالوحدة وذلك لتنمية مهارات اللغة الإنجليزية التي سيحتاجها المتدرب أثناء عملة في قراءة كتالوجات الشركات المنتجة الأجنبية وتعليمات التشغيل الهامة.

أخيرا، نقدم لك عزيزي المتدرب هذه الوحدة متمنيين لك كل النجاح والتوفيق في حياتك العملية المستقبلية.

فريق التأليف والإعداد لشركة

يات لحلول التعليم

المعارف النظرية للوحدة

المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

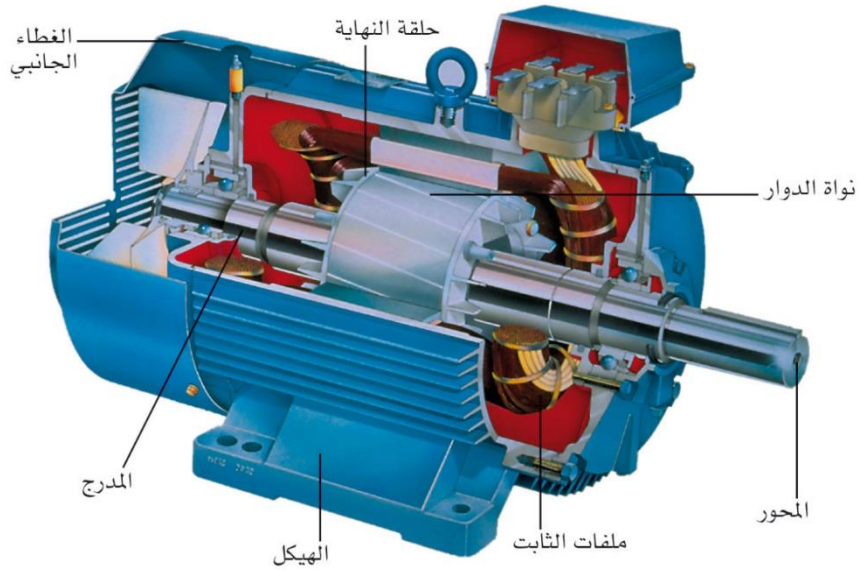
المحركات الحثية ثلاثية الأوجه (3 Phase Induction Motor)

يوجد نوعان من المحركات الحثية ثلاثية الأوجه وهما:

١. محرك حثي ثلاثي الأوجه قفص سنجابي
٢. محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو حلقات انزلاق

المحركات الحثية ذات الدائر المقصور أو القفص السنجابي squirrel cage rotor - من أكثر أنواع المحركات الكهربائية انتشارا على الإطلاق لبساطة بنيتها وسهولة استثمارها وقلة أعطالها ورخص ثمنها وعمرها الطويل.

أما النوع الآخر من المحركات الحثية وهو المحركات ذات الدائر الملفوف wound rotor فهي أقل انتشارا بكثير نظرا لبنيتها الأكثر تعقيدا وأعطالها الفنية المتكررة وخاصة في جهة الدائر. وبغض النظر عن ذلك تصنع المحركات الحثية حاليا بنوعيها ضمن مجال واسع من القدرات المختلفة



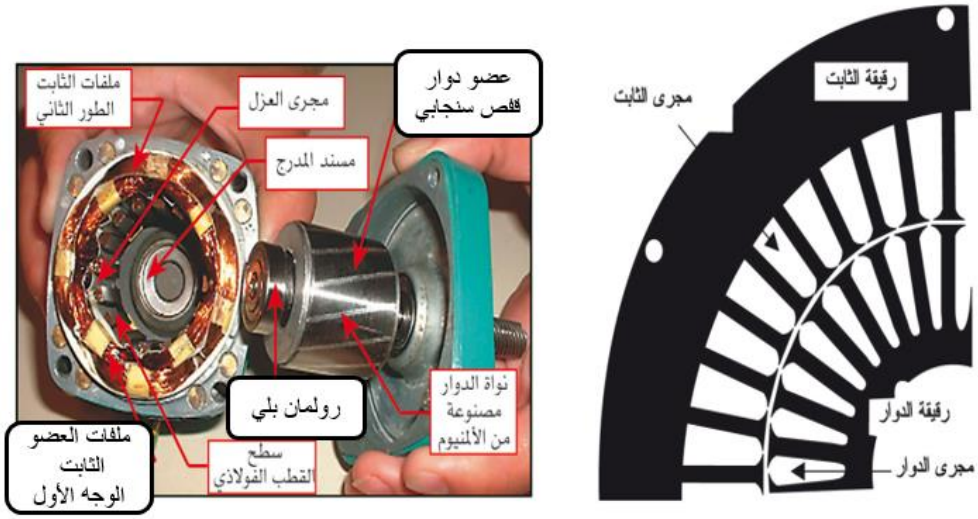
شكل رقم ١: قطاع من محرك حثي ثلاثي الأوجه – قفص سنجابي

القلب (العضو الثابت)

ويتكون القلب في المحرك ذو العضو الدوار الملفوف من مجموعة من صفائح معدنية معزولة لتعمل على تقليل المفاقيد الهستيرية (Hysteresis Losses)، حيث أن هذه المفاقيد تنتج عن مجالات مغناطيسية تتغير حسب تردد المصدر، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة القلب المعدني، الأمر الذي يؤدي إلى فقدان جزء من الطاقة على شكل حرارة. وتعمل الصفائح المعدنية المعزولة على تقليل مناقيد التيارات الدوامية (Eddy Current) التي تنتج بسبب التغير في المجال المغناطيسي في القلب المعدني. وهذه القوة الدافعة

المغناطيسية مسئولة عن تولد تيارات تسري على شكل حلقات على سطح القلب المعدني. هذه الحلقات الدوامية تتقطع بسبب الصفائح المعزولة ونتيجة لذلك تقل المفاقيد الحرارية في العضو الدوار.

يحتوي العضو الساكن على ثلاثة ملفات متماثلة موزعة توزيعا منتظما ومتساويا في مجاري المحرك، بحيث يخصص لكل طور من الأطوار عدد متساو من الملفات والمجاري. ويكون ملف كل طور مزاحا عن ملف الطور الآخر بمقدار ١٢٠ درجة كهربائية وذلك من أجل ضمان عمل متوازن للمحرك. ويوزع ملف كل طور ضمن الحيز المخصص له في العضو الساكن وفق ما يسمى بخطوة اللف وهي البعد بين طرفي اللفة الواحدة في الملف الواحد وتوصل ملفات العضو الساكن بتوصل النجمة (ستار) أو المثلث (دلتا).

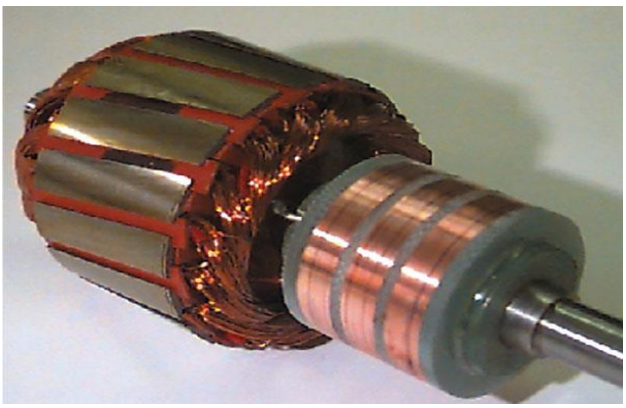


شكل رقم ٢: أجزاء المحرك الحثي ثلاثي الأوجه (القفص السنجابي)

العضو الدوار

يتكون العضو الدوار من مجموعة من صفائح الصلب السيلكوني وتحتوي على محيطها الخارجي على مجاري يتم تقسيمها لعدد من الأقطاب يكون متساوي مع أقطاب العضو الساكن. ويتم توزيع ملفات الأوجه الثلاثة بحيث يكون بين كل ملفات وجه وملفات الوجه الأخر زاوية مقدارها ١٢٠ درجة كهربائية وتوصل نهايات أطراف الملفات بتوصيل النجمة.

حيث تقصر أطراف بداية الملفات في العضو الساكن أما نهايات هذه الملفات فيتم توصيل هذه الأطراف على ثلاثة حلقات انزلاقية مركبة على عمود إدارة المحرك نفسه بحيث تدور معه. ومن هنا جاءت تسمية هذا النوع من المحركات بالمحركات ذات الحلقات الانزلاقية. (Slip-Rings Motors) ويتم توصيل الأطراف إلى حلقات الانزلاق بواسطة الفرش الكربونية التي تركب على قواعد خاصة بها مزودة بنوابض لتامين توصيل جيد مع حلقات الانزلاق. (والفكرة شبيها بفكرة المحرك العام) والشكل التالي يوضح حلقات الانزلاق والفرش الكربونية وقواعد الفرش.



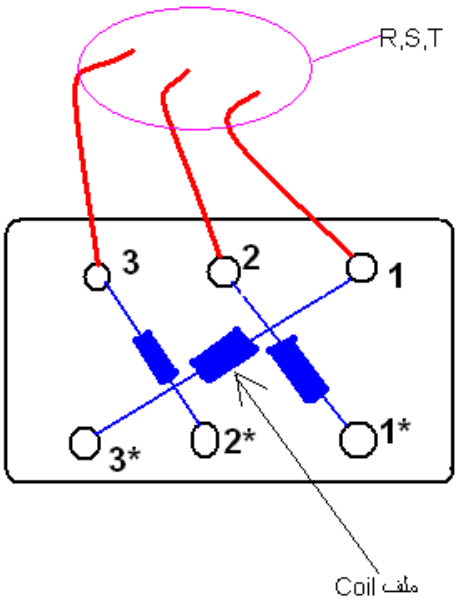
شكل رقم ٣: العضو الدوار للمحرك

شرح مبدأ عمل المحرك ثلاثي الأوجه

من المعروف أن المحركات الثلاثية الأوجه توصل ملفاتها التي تشكل ملفات الأطوار الثلاثة أما على شكل نجمة star أو على شكل مثلث delta وحيث أن هذه الملفات وهي ملفات العضو الساكن يوجد بين كل ملف وأخر زاوية فراغية قدرها ١٢٠ درجة فإنه سيمر في هذه الملفات تيارات متزنة بين كل تيار وآخر ١٢٠ درجة، ونتيجة لمرور هذه التيار بهذه الصفة في تلك الملفات التي يفصل بين كل ملف وآخر زاوية فراغية قدرها ١٢٠ درجة فإنه سينشأ في الثغرة الهوائية مجال مغناطيسي دوار منتظم، هذا المجال المغناطيسي يدور بسرعة تسمى السرعة التزامنية Synchronous speed حيث أن شدة هذا المجال المغناطيسي تتناسب طرديا مع تيار الوجه المار في العضو الثابت وعدد اللفات في العضو الثابت تحت كل قطب

طرق توصيل المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

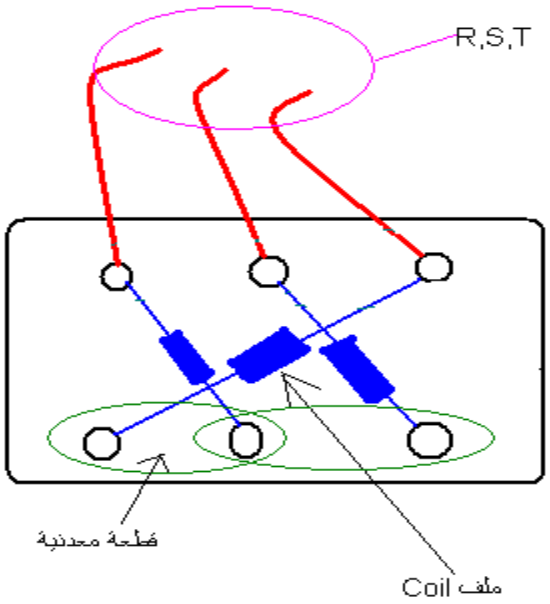
عند فتح علبة المحرك، سوف تجد بداخلها الشكل التالي:



شكل رقم ٤: الشكل الداخلي لنقاط التوصيل للمحرك

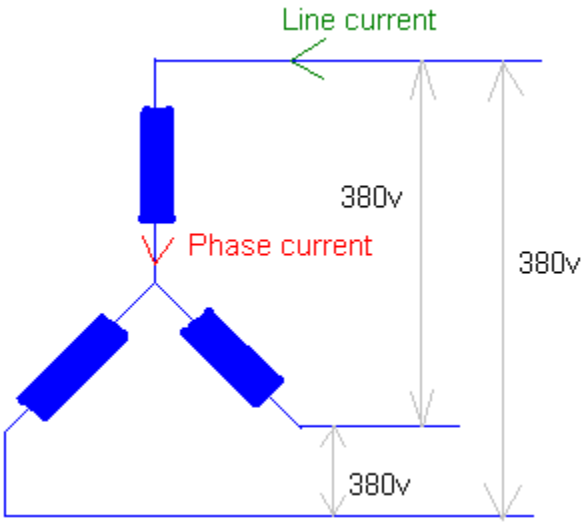
نلاحظ نقاط توصيل، ٣ يؤخذ منهم أسلاك لمحرك1,2,3 ، والباقي لا يخرج منه أي أسلاك*1,*2,*3

وعند توصيل المحرك نجمه (STAR)، نقوم بعمل قصر (short circuit) كالتالي:



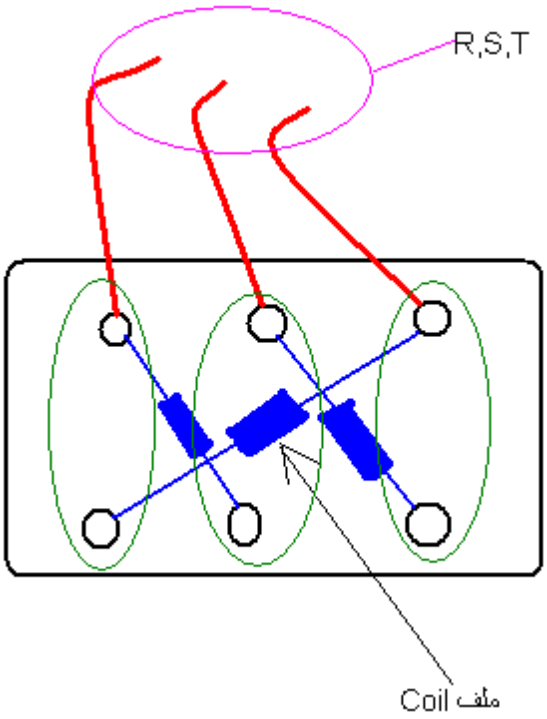
شكل رقم ٥: الشكل الداخلي لتوصيل المحرك نجمة

فبهذا الشكل تصبح ملفات المحرك متصلة نجمه (star)



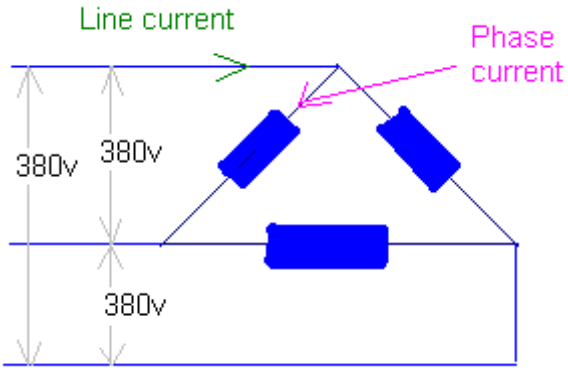
شكل رقم ٦: التوصيل النجمي للمحرك

وعند توصيل لمحرك " دلتا " (DELTA)، فإننا نوصل الأطراف كما يلي:



شكل رقم ٧:توصيل المحرك دلتا

وبهذا الشكل تصبح ملفات لمحرك متصلة دلتا (DELTA)



شكل رقم ٨: توصيل المحرك دلتا

قراءه لوحه بيانات المحرك الحثي وأنواع العزل

AC Induction Motor					
HIGH EFFICIENT					
ORD. NO.	1LA0264SE41	E NO.			
TYPE	RGZESD	FRAME	286T		
H.P.	30.0	SERVICE FACTOR	1.15	3 PH	
AMPS.	35.0	VOLTS	460		
R.P.M	1765	HERTZ	60		
DUTY	CONT 40°C AMB	DATE CODE			
CLASS INSUL	F NEMA DESIGN B	KVA CODE	G	NEMA NOM. EFF	93.0
SH END BRG	50RU03K30	OPP END BRG	50BC03JPP3		
Made in Mexico					

Fig. 1.1C – AC Induction Motor Nameplate

شكل رقم ٩: لوحة بيانات محرك حثي ثلاثي الأوجه

شرح دلالة كل رقم على Name Plate

١. يدل على عدد أقطاب المحرك number of poles
٢. قدرة المحرك بالحصان ومعروف أن الواحد حصان ميكانيكي يساوى تقريبا ٧٤٦ وات وهنا المحرك قدرته ١ حصان
٣. القدرة بالكيلو وات (Kw)
٤. التردد (f) الذي يعمل عنده المحرك والذي يوازى السرعة الاسمية للمحرك (Hz)
٥. سرعة المحرك rated speed ويعمل عندها المحرك عند تطبيق التردد المقنن (هنا ٥٠ هرتز) والجهد المقنن

٦. Insulation Class وهو حرف يدل على درجة تحمل عزل ملفات المحرك لدرجات الحرارة
٧. درجة حرارة الوسط الذي يعمل عندها المحرك بكفاءة
٨. طبيعة عمل المحرك وتنقسم إلى الكثير من الأنواع مثل:
- Continues: أي يعمل بكفاءة لمدة كبيره
- Intermediate : أي يعمل لفترة و يفصل لفتره
- Short time duty : أي يعمل لمدة قصيرة و يجب أن يقف بعدها (و تكون هذه المدة مكتوبة بجانب نوع المحرك) و غيرها من الأنواع.

٩. رقم يدل على نوع ومواصفات الرولمان بلى bearing الذي يتم تركيبه في المحرك.
١٠. serial number وهذا رقم يخص المصنع للمساعدة على التعرف على خواص المنتج.
١١. من اهم المعلومات حيث تحدد الجهد والتيار الذي يجب أن يعمل عندها المحرك عند العمل star وعند العمل delta وإذا لم يتم الالتزام بهذه القيم من الجهود. يمكن أن يحترق المحرك
١٢. IP Code و هو كود يحدد درجة حماية المحرك عند دخول الأتربة أو المياه إليه
١٣. تاريخ تصنيع المحرك
١٤. وزن المحرك.
١٥. رقم يدل على أبعاد المحرك. وتوجد جداول خاصة توضح دلالة هذا الرقم.

أنواع العزل

الجدول التالي يوضح درجة تحمل عزل الملفات لدرجة الحرارة حسب كل حرف

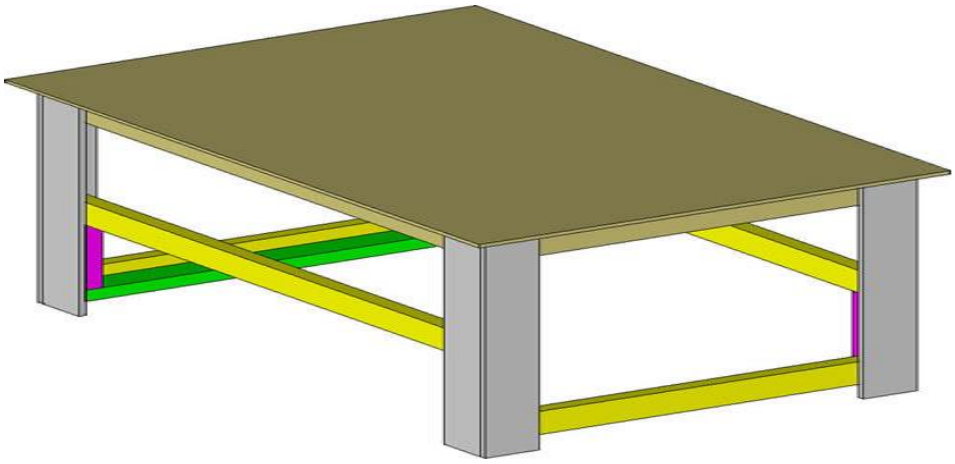
نوع المادة	اقصى درجة حرارة
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
G	BIGER THAN 180

شكل رقم ١٠: درجة تحمل عزل الملفات لدرجة الحرارة

العدد اللازمة للورشة الآلات الكهربائية ولف المحركات

التزجه (بنك الشغل):

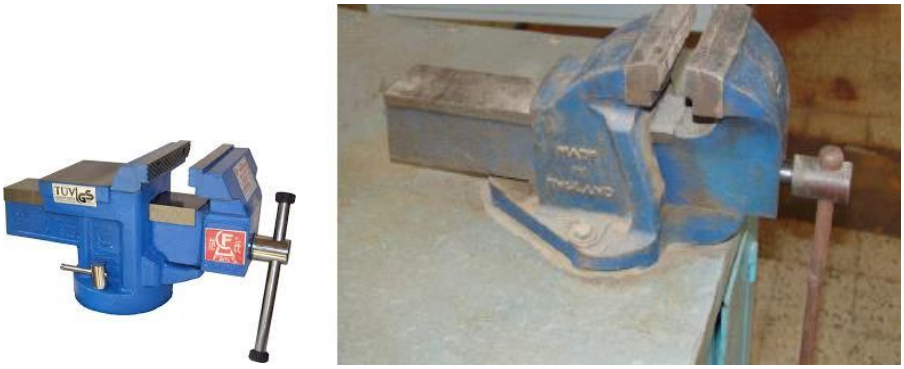
تتركب التزجه من قرصة من الخشب محملة على قاعدة من الحديد ومثبتة عليها بمسامير، والقاعدة بها أدراج تستخدم لحفظ العدد اليدوية الصغيرة والتي يحتاج إليها الفني أثناء إجراء العمليات الصناعية. ويجب أن تكون التزجه متينة الصنع أبعادها مناسبة (الطول – العرض – الارتفاع) لكي يتم إنجاز العمل بسهولة ويسر.



شكل رقم ١١: التزجة

المنجلة:

وهي وسيلة تستخدم لتثبيت المشغولات لسهولة إجراء العمليات الصناعية عليها. وتتركب من فك ثابت وفك متحرك، الفك الثابت يثبت في التزجه والفك المتحرك يتحرك بواسطة يد متصلة بعامود مقلوظ يسمى الفتيل يتحرك داخل جشمة ثابتة في الفك الثابت. تصنع المنجلة من الحديد الزهر.



شكل رقم ١٢: المنجلة

الشنيور الكهربى

وهو مثقاب يدار بالكهرباء وله ظرف يتراوح بين ١٠مم إلى ١٣مم وقد يصل في بعض الأحيان إلى ٢٠مم. ويوجد منه أنواع ذات قدرات مختلفة (تتراوح من ٣٥٠ وات إلى ١٥٠٠ وات أو أكثر). والشنيور الكهربي إما أن يكون سرعة واحدة أو سرعتين أو عدة سرعات، واتجاه واحد أو اتجاهين.

أدوات الثقب: "البنط"

البنطة أداة تركب في أجهزة الثقب ليتم عمل الثقوب بها؛ وتعرف البنطة بقطرها ودرجة صلادتها والغرض المستخدمة من أجله.

شكل رقم ١٣: الشنيور الكهربي

المبارد:

تنقسم المبارد من حيث الشكل والاستخدام إلي:

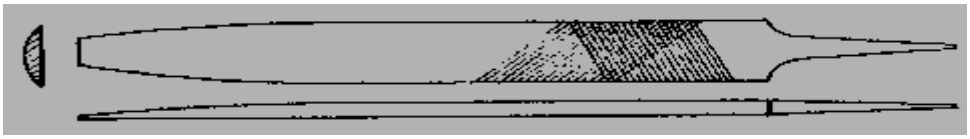
١- المبرد المبطط:

يستخدم المبرد المبطط في تسوية الأسطح المستوية وهو ذو مقطع مستطيل.

شكل رقم ١٤ : المبرد المبطط

٢- المبرد نصف دائرة:

يستخدم في برد المنحنيات وعمل الأقواس.



شكل رقم ١٥: المبرد الدائري

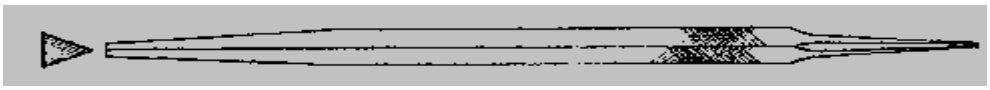
٣- المبرد المربع:

قطاعه مربع الشكل ومسلوبا من الأمام ويستخدم في برد الفتحات المربعة أو المستطيلة.

شكل رقم ١٦: المبرد المربع

٤- المبرد المثلث:

قطاعة مثلث وهو يستخدم ليبرد الأسطح التي تصنع مع بعضها زوايا غير قائمة وفي برد المشقبيات المثلثة الشكل.



شكل رقم ١٧ : المبرد المثلث

٥- المبرد الملفوف: "زيل الفار"

قطاعه دائري ويستخدم في تشكيل الفتحات الدائرية وتوسيع الثقوب.

شكل رقم ١٨ : المبرد الملفوف

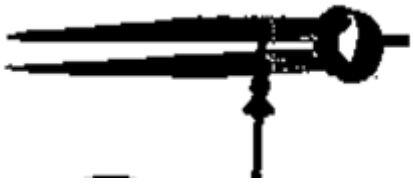
٦- المبرد السكينة:

يستخدم في عمل المشقبيات والفتحات الضيقة.

شكل رقم ١٩ : المبرد السكينة

البرجل العدل

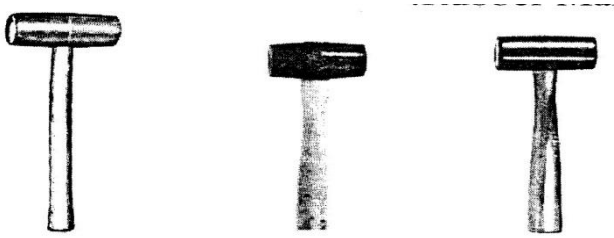
يستعمل في رسم الدوائر والأقواس وهو عبارة عن جناحين مدببي الطرف ونهاتيهما الأخرى مثبتة ببعضهم بمسمار يسمح لهما بالانفراج والاقتراب عن بعضهما



شكل رقم ٢٠ : البرجل

الدقماق

يستخدم الدقماق في عمليات ثني واستعدال الصاج ويصنع من الخشب أو الكاوتشوك شكل (٢ – ٢٥) الذي يستخدم في عمليات لف المحركات.



شكل رقم ٢١ : الدقماق

مقص

ويستخدم في الأعمال الكهربية لقص ورق البرسبان وشريط القطن العازل، شكل يبن نوع من مقصات القماش.

شكل رقم ٢٢: المقص

المنشار

يتكون المنشار من إطار خارجي يصنع من الحديد المطاوع ذو مقبض ومن سلاح القطع الذي يصنع من الصلب الكربوني شكل يبين صورة للمنشار اليدوي واتجاه أسنان القطع في سلاح المنشار.

شكل رقم ٢٣ : المنشار

المفكات

تستعمل المفكات في فك وربط المسامير وتصنع من الصلب ولها يد قد تكون من الخشب أو البلاستك أو البكاليت ويوجد منها أشكال وأنواع مختلفة في الطول والنوع، بالنسبة إلى طولها منها ٤ ، ٦ ، ٨ ، ١٠ ، ١٢ أما بالنسبة لنوعها فيوجد منها المفك العادي والمفك الصليبة ومفك * وشكل يبين بعض هذه المفكات

المفاتيح البلدي

ويسمى أيضا بالمفتاح العادي أو المبطط ويصنع من الصلب المقسى وله مقاسات مختلفة يلائم كل منا مقاس أو اثنين لرأس مسمار أو صامولة، هي تكون على شكل أطقم ويستعمل المفتاح البلدي في فك وربط

المسامير المسدسة والمربعة ولا يستعمل المفتاح إلا للمقاس المناسب له. شكل بين بعض مقاسات المتاح البلدي.

شكل رقم ٢٤ : المفاتيح البلدي

الزرديات

تصنع من الصلب وتتركب من فكين، ويختلف شكل الفك باختلاف نوع وشكل الزرادية ويوجد.

منها المعزول وغير المعزول، وهي ذات أنواع كثيرة ومتعددة، ويستخدم المعزول منها في صناعة الكهرباء وذلك في ثنى أو قطع أو تقشير الأسلاك وهي ذات أشكال ومقاسات مختلفة.

شكل رقم ٢٥ : الزرديات

الزرجينه

تستخدم الزرجينه لإخراج الرومان بلي التالف وأيضا لإخراج البكرات من على عمود الإدارة وهي عده أنواع منها ثنائيه الساقين ومنها ثلاثية السيقان ومنها أحجام مختلفة حسب حجم الرومان بلي.

شكل رقم ٢٦: الزرجينه

القشارة

تستخدم لتعريه الأسلاك ذات أقطار من 0.5 مم فأكثر.

شكل رقم ٢٧: القشارة

كاوية اللحام الكهربية:

وتتكون من ثلاثة أجزاء، الجزء الأول هو الرأس ويصنع من النحاس الأحمر، والجزء الثاني عبارة عن ماسورة معدنية مجوفة مثبت بطرفها العلوي الرأس وبداخل هذه الماسورة الجزء الثالث وهو ملف التسخين الكهربي ويصنع من سلك النيكل كروم لتسخين الرأس، أما الطرف الآخر للماسورة يوجد بها يد الكاوية والمصنوعة من المادة العازلة ويخرج منها سلك التوصيل المزود بالفيش. شكل يبين كاوية لحام كهربية.

شكل رقم ٢٨: كاوية اللحام

ماكينة قص العوازل

تقوم بقص البرسبان ثم ثنيه على الماكينة قبل إنزاله في المجاري

شكل رقم ٢٩: ماكينة قص العازل

ماكينة اللف

تكون ماكينة اللف يدوية أو كهربائية ومنها أنواع حديثه أتوماتيكية أو نصف أتوماتيك

شكل رقم ٣٠: ماكينة اللف

التاكوميتر

ويوجد نوعين من التاكوميتر لقياس سرعه المحرك النوع الأول تلامسي والنوع الثاني بعمل بالليزر

شكل رقم ٣١: التاكوميتر

داد الدوران أو تاكوميتر Tachometer جهاز لقياس السرعة عدد لفات الدوران، منه الميكانيكي والإلكتروني، تناظريا أو رقميا. التاكوميتر تستخدم لقياس سرعة دوران العمود (Axe)، ويكون عادة بحساب عدد الدورات لكل دقيقة .(RPM) وتستخدم الماكروميترات عادة لقياس عدد الدورات لكل دقيقة لماكينات السيارات والسفن والطائرات وجميع الآلات والمحركات. وتوضح التاكوميترات قوة الماكينة وكفاءتها في تحويل الطاقة الكهربائية إلى حركة ميكانيكية.

يقيس التاكوميتر الرقمي عدد الدورات في الدقيقة عن طريق نبض مصاحب لكل دورة للعمود المرفقي. ويوجد عداد يحسب عدد الذبذبات في الدقيقة والتي تساوي عدد الدورات في الدقيقة. ويتوفر من أجهزة التاكوميتر الرقمي "المستخدم في قياس سرعة دوران الموتور" أنواع عديدة من حيث أسلوب القياس من أكثرها شيوعا:

عداد يعمل بأشعة الليزر

ويستخدم هذا النوع شعاع ليزر لقياس عدد اللفات عن طريق تثبيت لاصقة (ذات لون فضي في أغلب الأحيان) على محور الدوران ويتم توجيه شعاع الليزر على محور الدوران وعند دوران محور دواران الموتور، تدور معها اللاصقة وتقطع شعاع الليزر مع كل لفه ويتم عرض عدد اللفات على شاشه رقميه لجهاز التاكوميتر.

الميكروميتر

يعتبر المايكرومتر من أدوات القياس لتي تسبق القدمة في درجة القياس (درجة دقة أعلى) وسهولة ووضوح القراءة به، ويجب ملاحظة أن استعمال أجهزة القياس الدقيقة يتطلب عناية فائقة، كما أن تقدير القياس يعتمد بدرجة كبيرة على دقة وحساسية الشخص الذي يقوم بالقياس.

ويستخدم الميكروميتر في قياس أقطار الأسلاك وأقطار الأسطوانات الملفوفة وسمك الألواح والشكل التالي يوضح أحد أنواع الميكرومترات.

شكل رقم ٣٢ : ميكروميتر

لخامات المستخدمة في لف المحركات الكهربية

السلك:

هو سلك نحاسي معزول بطبقة من الورنيش وجودته تكون في درجة نقاوة النحاس فكلما زادت نقاوته زادت مرونته فيتحمل شدة تيار أعلى ويزيد من سهولة إعادة اللف به. وتوجد الأسلاك بأقطار مختلفة تبدأ من ٠,٥ ديزيم وتتدرج في الارتفاع حتى تصل إلى ٢ مم تقريبا (١ مليمتر = ١٠ ديزيم) وتعزل الأسلاك

بعازل مفرد (L) أي بطبقة ورنيش واحدة أو تعزل بعازل دوبل (L٢) أي معزول بطبقتين من الورنيش. وهذا العازل مع أنه يتحمل درجات حرارة مرتفعة تصل إلى ١٨٠ درجة إلا أنه يعزل لفة عن لفة أخرى وليس السلك عن الحديد ولذلك يوضع ورق برسبان داخل المجاري قبل تسقيط الملفات فلا يجب أبدا لأي سلك أن يلامس جسم المحرك. ويتم التعامل لقياس أو شراء السلك على أساس النحاس الصافي بدون ورنيش. ولذلك عند قياس قطر السلك يتم إزالة طبقة الورنيش بأي أسلوب بالحرق أو بالتقشير دون أن تحدث تآكل في النحاس نفسه. أو يقاس السلك بالورنيش وتحذف طبقة الورنيش وهي حوالي: من ٠,٠١ إلى ٠,٠٤ ملم تقريبا إذا كان العازل مفرد ومن ٠,٠٥ إلى ٠,٠٨ ملم تقريبا إذا كان العازل دوبل.

الورنيش السائل:

ويوضع فوق الملفات بعد الانتهاء من عملية اللف بالكامل والغرض الأساسي منه أن يجعل من الملفات جميعها كتلة واحدة فلا يمكن لأي سلك أن يجد مجالا للحركة. كما أنه يزيد من قيمة العزل.

الأوراق العازلة (البرسبان):

ويوجد على عدة مقاسات وأنواعه (برسبان عادى) ـ (برسبان مسلفن) وهذا النوع الأخير هو الأكثر استخداما حيث أن درجة عزله مقبولة بالنسبة لسعره. كما يوجد ورق يسمى (نيومكس) وهو أعلى سعرا ولكن قيمة عزله جيدة إضافة لسهولة العمل به حيث أنه لا ينثني بسهولة وهذا يساعد دخوله بسهولة داخل المجرى.

المكرونة العازلة:

وتوجد بمقاسات مختلفة فمنها الحرارية ومنها العادية وتستخدم لعزل لحامات الأطراف الداخلية للمحرك.

خيط الرباط:

وأنواعه (حرير ـ قطن) ويستخدم في تحزيم الملفات بعد الانتهاء من تسقيطها ولحامها وذلك للقدرات الصغيرة.

شريط القطن:

ويوجد على عدة مقاسات مختلفة ويستخدم في تحزيم الملفات بعد الانتهاء من تسقيطها ولحامها وذلك للقدرات الكبيرة ويتم شراؤه من السوق المحلى باللفة.

أطراف التوصيل:

وتصنع من سلك النحاس الشعر المعزول بلاستيك ويتم اختيار المقاس المناسب حسب قدرة المحرك المراد لفه.

قصدير اللحام المحشو قلفونية:

ويستخدم للحام الأطراف الداخلية للمحرك لزيادة متانة وجودة وصلات اللحام ويستخدم معه مساعد لحام (فلكس أو قلفونية).

إعادة لف محركات التيار المتغير الثلاثية الأوجه

عند إعادة لف المحركات الكهربية يجب أن يكون معلوما لدينا أن تصميم ملفات أي محرك يتم وفقا لقواعد وحسابات وضعت بمعرفة الشركة المنتجة للوصول إلى أفضل أداء للمحرك وبأقل التكاليف الممكنة، لذا يجب لف ملفات المحرك المطلوب إعادة لفه طبقا لما كان عليه قبل تلف ملفاته دون أي تغيير. وفيما يلي المعلومات والخطوات التي يجب معرفتها قبل البدء في إجراء عمليات للف

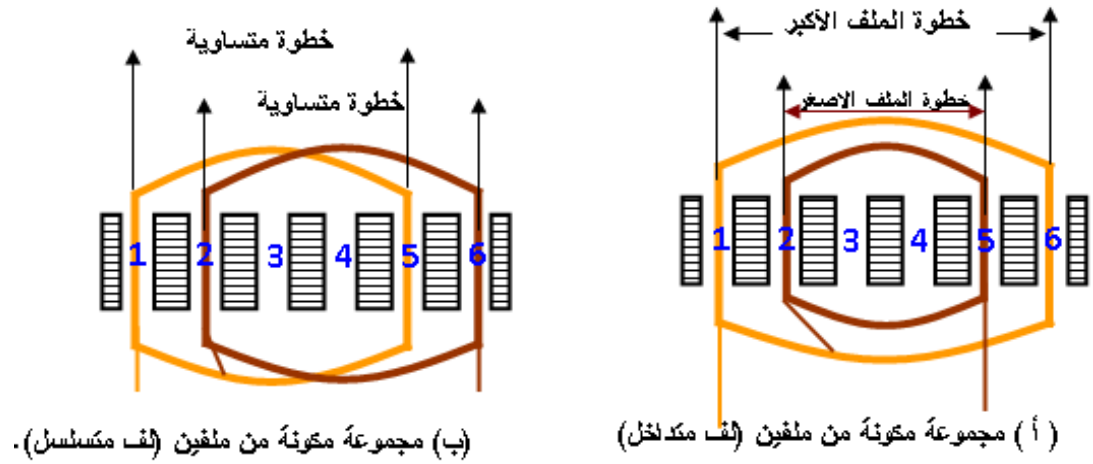
تعريف الملف:

وهو عبارة عن مجموعة من لفات السلك المعزول بطبقة من الورنيش تلف في اتجاه واحد، ويكون للملف الواحد جنب يوضع كل جانب منها في مجرى، وتسمى الخطوة بين جنبي الملف بخطوة اللف.

شكل رقم ٣٣: ملف

مجموعة الملفات وتسمى المجموعة:

وهي مجموعة من الملفات توصل معا بالتوالي بحيث يكون اتجاه التيار واحدا في جميع ملفات المجموعة، وتتكون المجموعة من ملف واحد أو ملفين أو أكثر من ذلك وتوصل بشكل متداخل (تكون ملفات المجموعة بداخل بعضها البعض) أو بشكل متسلسل (تكون ملفات المجموعة متساوية بخطوة اللف). وتسمى النهاية بين بداية الملف ونهايته بخطوة اللف القطبية. كمثال الشكل التالي:



شكل رقم ٣٤: مجموعة ملفات

كيفية توصيل ملفات المجموعات:

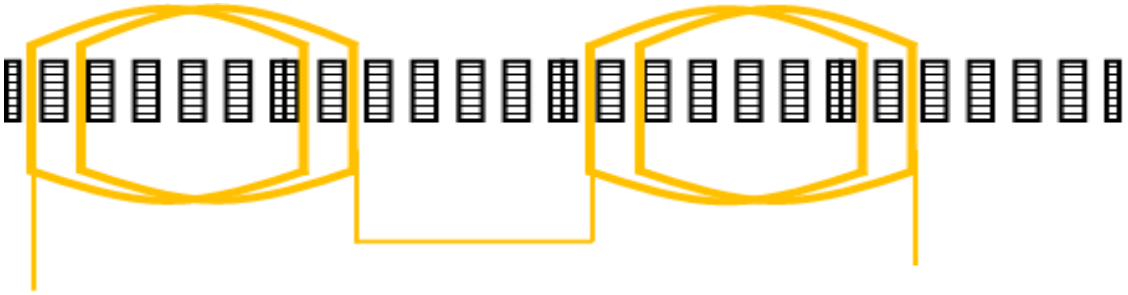
توصيل التوالي:

نهاية بنهاية - وبداية ببداية، حيث يتم استخدام هذه الطريقة عندما يكون عدد الأقطاب مساويا لعدد المجموعات الشكل التالي.

شكل رقم ٣٥: عدد المجموعات مساو لعدد الأقطاب = أربعة

توصيل التوازي:

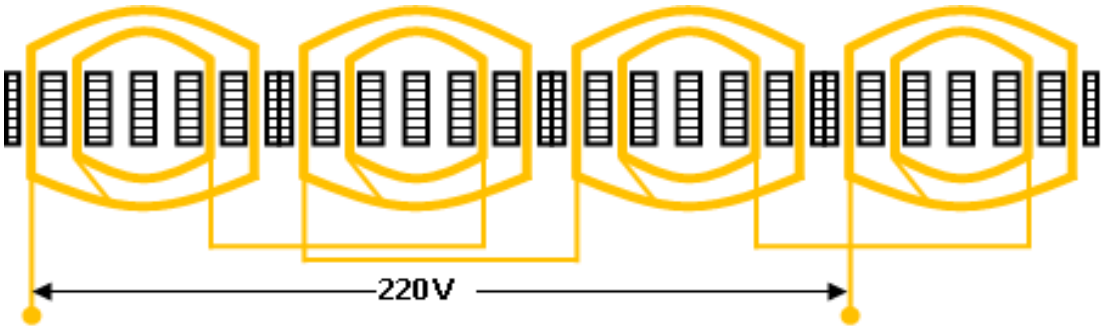
نهاية ببداية - وبداية بنهاية وتستعمل عندما يكون عدد مجموعات الملفات مساو لعدد الأقطاب.



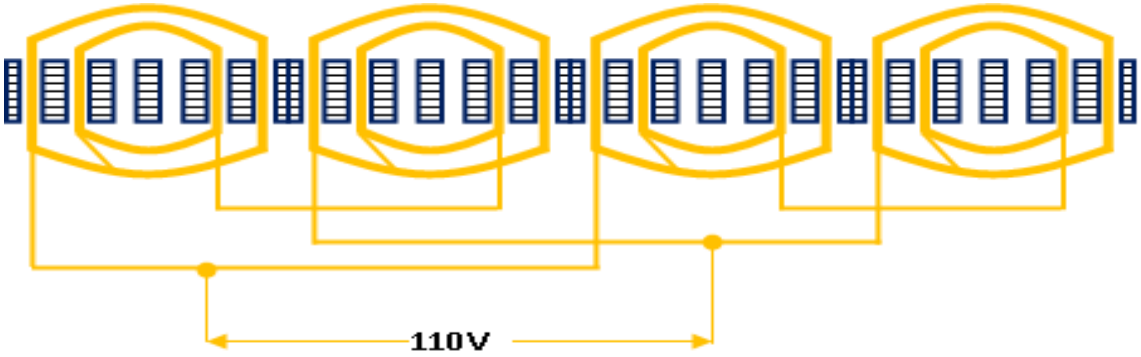
شكل رقم ٣٦: عدد المجموعات يساوي نصف عدد الأقطاب

التوصيل بالتوالي والتوازي:

التوصيل للعمل على ١١٠ فولت توالي و٢٢٠ توالي وتوازي بحسب عدد المجموعات

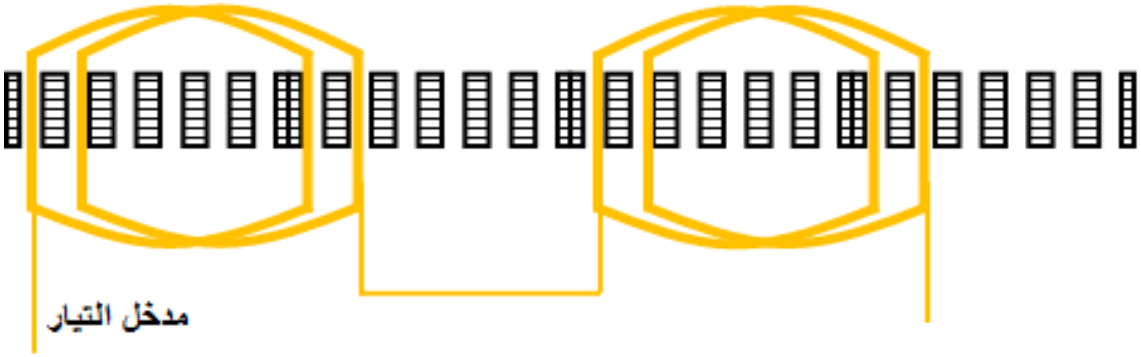


شكل رقم ٣٧: توصيل الملفات على الجهد الأعلى ٢٢٠

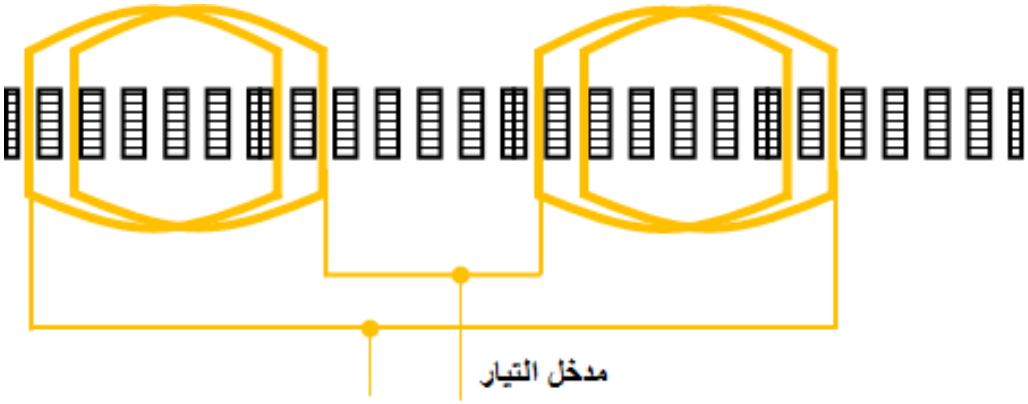


شكل رقم ٣٨: توصيل الملفات للجهد الأقل ١١٠

التوصيل بالتوالي أو التوازي للعمل على سرعتين متناصفتين أحدهما ضعف الأخرى



شكل رقم ٣٩: التوصيل للسرعة الأقل (أربعة أقطاب)



شكل رقم ٤٠: التوصيل للسرعة الأعلى (قطبين)

نوعية اللف:

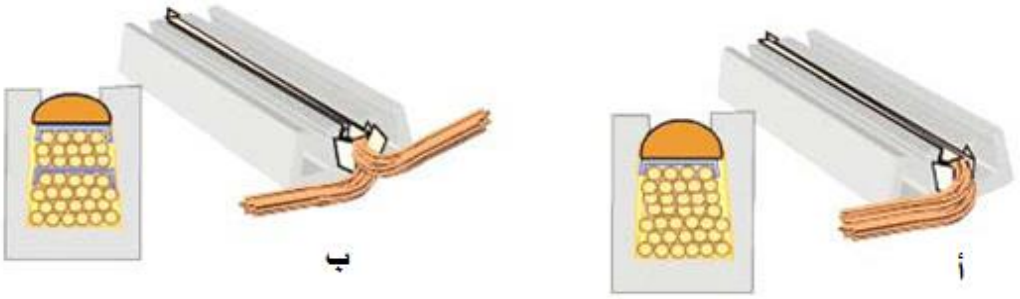
من المعلوم أن لكل ملف جنبان حيث يقصد بنوعية اللف عدد الملفات التي توضع في كل مجرى من مجاري المحرك، وتقسم إلى طريقتين رئيستين:

طريقة الطبقة الواحدة:

وفيها يتم وضع جنب واحد في المجرى وبهذه الحالة يكون عدد الملفات مساو لنصف عدد المجاري كما يوضح الشكل (أ).

طريقة الطبقتين:

وفيها يتم وضع جنبين في كل مجرى وبهذه الحالة يكون عدد الملفات مساو لعدد المجاري كما يوضح الشكل (ب).



شكل رقم ٤١: طبقة واحده وطبقتين

خطوة اللف:

لكل ملف من ملفات المحرك جنبان يوضع كل جنب في المجرى المناسب له والمسافة بين بداية الجنب الأول للملف والجنب الثاني للملف تسمى بخطوة اللف.

وتحسب خطوة اللف بعدة طرق:

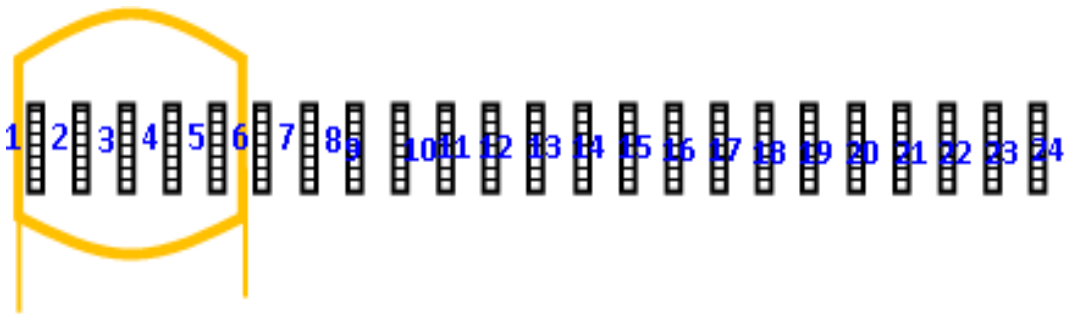
الطريقة الأولى:

$$\text{خطوة اللف القطبية} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

بالنسبة لمحرك له 24 مجرى وعدد أقطابه 4 فإن خطوة اللف تساوي:

$$\text{خطوة اللف القطبية} = \frac{24}{4} = 6$$

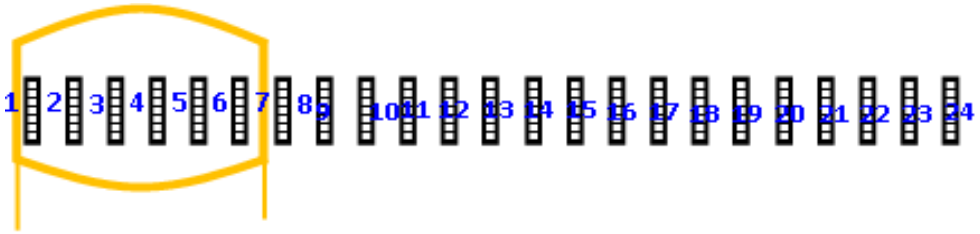
أي أن خطوة اللف = (١-٦) والشكل التالي يوضح ذلك.



شكل رقم ٤٢: خطوة اللف

الطريقة الثانية:

خطوة اللف القطبية + ١ فتصبح ٦+١ = ٧.



الطريقة الثالثة:

خطوة اللف القطبية - ١ فتصبح ٦-١ = ٥.

القواعد الحسابية للف المحركات

١. إذا كان اللف جانب واحد بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times \text{عدد المجاري}$$

إذا كان اللف جانبين واحد بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \text{عدد المجاري}$$

٢. لتحديد السرعة (وتقاس بعدد اللفات في الدقيقة "RPM"):

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times 2 \times 60}{\text{عدد الأقطاب}}$$

٣. لتحديد عدد الأقطاب:

$$\text{عدد الاقطاب} = \frac{\text{التردد} \times 2 \times 60}{\text{السرعة}}$$

٤. لتحديد عدد المجاري لكل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

٥. لتحديد عدد المجاري لكل وجه:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأوجه}}$$

٦. لتحديد عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$$

٧. خطوة اللف:

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

٨. لتحديد عدد المجموعات:

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الاوجه}}{2}$$

٩. لتحديد الدرجة الكهربائية:

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times 180}{\text{عدد المجاري}}$$

١٠. لتحديد الزاوية الكهربائية:

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{\text{الدرجة الكهربائية}}$$

إعادة لف المحرك الاستنتاجي (الحثي) ذي الثلاثة أوجه

أولا: خطوات فك المحرك

إن إعادة لف محرك استنتاجي ثلاثي الوجه يتطلب فك ذلك المحرك حتى يتم أخذ البيانات المطلوبة منه والبدء لإعادة لفه وهذه العملية لها خطوات يجب إتباعها بشكل متسلسل حتى نخرج بصورة واضحة عن المحرك الاستنتاجي وإعادة لفه.

ثانيا: تدوين البيانات

إن لكل محرك مطلوب إعادة لفه بطاقة تعريف بها معلومات كاملة عنه وتوجد في مكانين:

بيانات خارجية

هو لوحة المحرك (لوحة التسمية) وهذه اللوحة تشمل المعلومات الخارجية والتي تتعلق بالتوصيل الخارجي أو بنتائج ذلك التوصيل وهذه المعلومات تختلف من محرك إلى أخر ومن شركة إلى أخرى وقد تم الاتفاق على معلومات شبه موحدة في أغلب المحركات والشركات وتشمل هذه المعلومات على:

- الجهد (V)
- شدة التيار عند الحمل الكامل (I_L)
- عدد الفازات
- السرعة
- القدرة (P)
- التردد (f)
- نوع وطراز المحرك
- معامل القدرة ($cos\emptyset$)
- الرقم المسلسل للشركة الصانعة.

مثال:

- SIEMENS
- S N 0109516535 3 PH
- 5.5 A / 3.0 220 V / 380
- COS 0.95 1.5 KW
- 50 HZ Cycle 1450 R. P. M / Umin
- Siemens Energy & Automation, Inc. Little Rock, AR MADE IN U.S.A
- MODEL – TYPE 0999gdr

وقد تقل هذه المعلومات أو تزيد في لوحة التسمية (Name Plate) حسب تصميم وسياسة الشركة المصنعة، كما يجب أن يتم تسجيل تلك المعلومات قبل البدء في فك المحرك.

بيانات داخلية

وهو من داخل المحرك وقبل فكه يجب تعليم جوانب المحرك (وضع علامات على جسم المحرك وعلى الغطاءين الجانبيين) بالزنبة أو شوكة علام وبعد فكه تؤخذ المعلومات لأن تلك المعلومات هي التي تساعدنا في رسم انفراد اللف بشكل صحيح ويتم أخذها سواء عن طريق العضو الثابت أو الملفات الموضوعة داخل المجاري وهذه المعلومات هي:

- عدد المجاري
- عدد الملفات
- عدد اللفات
- عدد الأقطاب (عدد المجموعات)
- قطر السلك بالعازل – وبدون عازل
- نوعية اللف
- خطوة اللف

ثالثا: حل الملفات (نزع الملفات)

يتم نزع الملفات بقطعها من أحد جوانبها وسحبها من الجانب الأخر وذلك باستخدام أجنة مستوية، ويراعى في هذه الحالة أن تكون الأجنة مائلة في حال استخدامها ثم تدق بالشاكوش بلطف وعدم استخدامها بشكل رأسي لأنها قد تؤدى إلى إتلاف شرائح العضو الثابت. ويتم رفع الخوابير باستخدام صفيحة منشار وشاكوش وذلك بالدق على سلاح المنشار حتى تنغرس أسنانه في الخابور ثم يدفع بالشاكوش إلى الخارج. وبواسطة الدفع بالملفات بالدق عليها داخل المجاري باستخدام سيخ معدني صلب قطره أقل من فتحة المجرى يتم خروج الملفات وسحبها من الناحية الأخرى.

رابعا: عزل المجاري

يجب عزل المجاري بعازل مناسب وبالأطوال المحددة لنفس المجرى وذلك العازل يحمى الأسلاك من أي احتكاك بالعضو الثابت وحماية الأسلاك من الزوايا الحادة والتي تزيل عزل الأسلاك الخاصة باللف.

خامسا: لف الملفات

لف الملفات يتم بعد أخذ المعلومات المطلوبة بعد حل الملفات حسب عدد المجموعات واللفات ونوع اللف وقطر السلك ثم تصنع الفورمة المناسبة بالمقاس الخاص بخطوة اللف. وتبدأ العملية بمعرفة نوع اللف فإذا كان اللف متداخل تشكل قطعة من السلك الغليظ على شكل اللفة الداخلية للملف الأول الصغير مع زيادة الطول حوالي واحد ونصف سنتيمتر خارج المجرى من كل جهة ويزاد كلما زادت قدرة المحرك ثم تكرر العملية للملف الذي يليه على أن يمتد خارج المجرى من الجهتين بحيث تصبح المسافة بينه وبين الملف الأول واحد سنتيمتر تقريبا ويمكن الحصول على أكثر من ملف بهذه الطريقة وتسمى هذه العملية بأخذ لقطة الخطوة.

سادسا: تسقيط الملفات في المجاري

قبل أن نبدأ عملية تسقيط الملفات يجب مراعاة أن تكون أطراف الملفات من الجهة التي بها فتحة الروزتة، بعد ذلك يتم مسك الملف باليدين من جهتي العضو الثابت ويتم تقسيم لفات الجانب الأول للملف إلى مجموعات ثم يتم دفع كل مجموعة تليها الأخرى حتى تستقر في قاع المجرى وتتبع نفس الطريقة عند تسقيط الجانب الثاني للملف وبعد الانتهاء من تسقيط لفات الملف جميعها يوضع فوقها غطاء من ورق البرسبان وذلك للحفاظ على عدم خروج الأسلاك من المجرى. وتتبع نفس الطريقة مع باقي ملفات المجموعة وجميع ملفات المحرك. مع التأكد من عدم وجود أي أسلاك خلف عزل المجاري، مع مراعاة المحافظة على الأسلاك من أي خدش أو احتكاك بحديد المجاري.

سابعا: توصيل الملفات

وهذا التوصيل يرجع إلى عدد الأقطاب وطريقة التوصيل بالنسبة للمجموعات ويجب معرفة أنواع التوصيلات الموجودة والتي يوصل بها المحركات بشكل عام.

ثامنا: توصيل الملفات وتحزيمها

بعد الانتهاء من وضع الملفات في المجاري وتحزيمها من الخلف يتم ضبط وضع الملفات على محيط العضو الثابت بواسطة دقماق خشب أو كاوتش لتكون الملفات على شكل حلقة كاملة الاستدارة لتسهيل دخول العضو الدائر وعدم احتكاكه بها أثناء دورانه ثم نقوم بتوصيل ملفات كل وجه على حدا حسب القطبية بطريقة تجعل كل قطبين متجاورين مختلفي القطبية مع مراعاة العلاقة بين عدد الأقطاب وعدد المجموعات، ثم تلحم جميع الوصلات وتزود أسلاك توصيل لأطراف كل وجه مع خط القدرة بسلك توصيل مرن ويستحسن أن يكونا ذي ألوان مختلفة للبدايات والنهايات . ثم يتم تحزيم الملفات من الأمام بالدوبارة

أو شريط القطن مع العناية بربط أطراف التوصيل مع الملفات وذلك حتى لا تنقطع من الملفات إذا حدث وتعرضت للشد لأي سبب من الأسباب

تاسعا: اختبار الملفات

بعد إتمام عملية اللف وعمل التوصيلات يصبح من اللازم اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود قصر أو دوائر مفتوحة أو تماس أرضي أو توصيلات غير صحيحة.

عاشرا: تشبيع الملفات بالورنيش

تشبيع الملفات بالورنيش الهوائي يؤدى إلى تماسكها وزيادة كفاءة عزلها ويتم ذلك بوضع العضو الثابت في إناء بوضع تكون المجاري رأسية ثم يصب فوقها الورنيش ببطء إلى أن يتخلل الورنيش جميع أجزاء الملفات مع مراعاة إزالة الورنيش الذي يمكن أن يكون قد تساقط على محيط العضو الثابت أو على الأجناب.

الحادي عشر: التجميع النهائي والتوصيل والتجربة وأخذ القياسات

يتم تجميع المحرك بعد جفاف الورنيش ويوصل بالمنبع المناسب مع قياس شدة التيار لكل وجه بواسطة بنسه الأمبير والتأكد من أنه مناسب للتيار المسجل على لوحة التسمية، وأيضا قياس سرعته التاكوميتر.

تشخيص الأعطال للمحركات الحثي ثلاثية الأوجه وإصلاحها

أولا: محركات القفص السنجابي

العطل	الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
المحرك لا يتحرك	المحرك يعمل بوجهين فقط	تأكد من وصول التغذية المناسبة.
	تلف قواعد المحور	استبدل الفيوزات التالفة إن وجدت.
	تفكك في قضبان العضو الدوار.	قم بلحام القضبان بالحلقات الجانبية أو استبدل العضو الدوار
	انحناء في عمود العضو الدوار.	قم بعلاج الانحناء بواسطة المخرطة.
	خطأ في التوصيل	قم بالتوصيل بشكل سليم.
	قصر في الملفات.	اعزل القصر
	ملفات المحرك محترقة.	أعد لف ملفات المحرك.
	عدم توصيل المحرك نجمة أو دلتا.	قم بالتوصيل السليم (نجمة – دلتا).
	الغطاء الجانبي غير مثبت.	تأكد من أحكام تثبيت الغطاء الجانبي.
المحرك يدور أبطأ من سرعته المعتادة	تآكل قواعد المحور	استبدل قواعد المحور
	وجود قصر بين ملفات الأطوار المختلفة	اعزل ملفات الأوجه المختلفة عن بعضها.
	التوصيل الخاطئ للمجموعات	أعد وصل أطراف الملف أو المجموعة بشكل صحيح.

العطل	الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
	تفكك في قضبان العضو الدوار.	أصلح التلف إن أمكن أو استبدل العضو الدوار
	زيادة الحمل	اخفض الحمل
ارتفاع درجة حرارة المحرك	المحرك يعمل بدون تبريد.	ينبغي استخدام وسيلة تبريد مناسبة.
	ارتفاع الجهد عن المحدد	تأكد من مصدر الجهد
	زيادة الحمل	خفض الحمل
	وجود تآكل في قواعد المحور	استبدل قواعد المحور
	انحناء في عمود محور العضو الدوار	يتم العلاج بواسطة المخرطة
	قصر في الملفات	أعزل القصر
	فصل أحد الأوجه أثناء التشغيل	ينبغي استخدام وسيلة حماية مناسبة
ارتفاع صوت المحرك أثناء العمل	تآكل قواعد المحور	استبدل قواعد العضو الدوار
	تفكك قضبان العضو الدوار	قم بلحام القضبان بالحلقات الجانبية أو استبدل العضو الدوار
	انحناء في عمود العضو الدوار	يتم استخدام المخرطة
	خطأ في التوصيل	قم بتوصيل الأطراف بالشكل السليم

جدول رقم ١: أعطال المحرك الحثي – القفص السنجابي

أعطال المحركات الحثية ذات العضو الملفوف

أ. المحرك يعجز عن الحركة:

العطل	الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
المحرك يعجز عن الحركة	عدم وصول التغذية للمحرك	تأكد من وصول التغذية المناسبة
	فتح في دائرة أحد ملفات أطوار العضو الساكن	قم بتوصيل الملفات المفتوحة بالشكل السليم
	انحناء في عمود العضو الدوار	يتم العلاج عن طريق المخرطة
	زيادة الحمل	خفض الحمل
	فتح في دائرة مقاومة البدء المتغيرة	غلق الدائرة المفتوحة
	تلف في سوسته ضغط الفرش الكربونية	استبدال السوستة
	الفرش الكربونية لا تلامس حلقات الانزلاق	استبدال الفرش الكربونية
	فتح في ملفات العضو الساكن	قم بتوصيل الملفات بالشكل السليم
	فتح في ملفات العضو الدوار	اعد لف العضو الدوار
المحرك يدور بسرعة اقل	زيادة الحمل	خفض الحمل
	انخفاض الجهد	فحص مصدر الجهد
	تلف مقاومة تنظيم السرعة	استبدال المقاومة

العطل	الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
من سرعته المعتادة	ملفات العضو الدوار مفتوحة	توصيل الملفات بطريقة سليمة
	قصر في ملفات العضو الدوار	عزل القصر أو إعادة لف الملفات
	عدم وصول التيار من المصدر لأحد الأطوار	استبدال الفيوزات والتأكد من وصول التيار
	فتح في دائرة أحد الأوجه	التوصيل بشكل سليم
	قصر في ملفات العضو الساكن	عزل القصر أو إعادة لف الملفات
ارتفاع درجة حرارة المحرك أثناء العمل	المحرك يعمل بدون تبريد	تركيب وسيلة تبريد مناسبة
	انخفاض أو ارتفاع الجهد	التوصيل بمصدر الجهد المناسب
	ملفات العضو الساكن بها قصر أو مفتوحة	عزل القصر أو إعادة لف الملفات
	فتح في دائرة أحد الأطوار	إعادة توصيل الدائرة بشكل سليم
	فصل أحد الأطوار أثنا التشغيل	تركيب وسيلة حماية مناسبة
	وجود تسريب أرضي في أحد ملفات العضو الساكن	عزل الأرضي
	تآكل قواعد المحور	تبديل القواعد

جدول رقم ٢: أعطال المحرك ذو العضو الملفوف

أسئلة للمراجعة

١. ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات التالية.

رقم	السؤال	صح أم خطأ
١	يتكون القلب في المحرك ذو العضو الدوار الملفوف من مجموعة من صفائح معدنية معزولة لتعمل على تقليل المفاقيد	
٢	يتكون العضو الدوار من مجموعة من صفائح الصلب السيلكوني وتحتوي على محيطها الخارجي على مجاري يتم تقسيمها لعدد من الأقطاب	
٣	المحركات الحثية ذات الدائر المقصور أو القفص السنجابي squirrel cage rotor - من أكثر أنواع المحركات الكهربائية انتشارا على الإطلاق لبساطة بنيتها	
٤	المحركات ذات الدائر الملفوف wound rotor فهي أكثر انتشارا بكثير نظرا لبنيتها الأكثر تعقيدا وأعطالها الفنية المتكررة	
٥	لواحد حصان ميكانيكي يساوى تقريبا 1800 وات	

٢. اختر الإجابة الصحيحة أو الإجابات الصحيحة مما يلي.

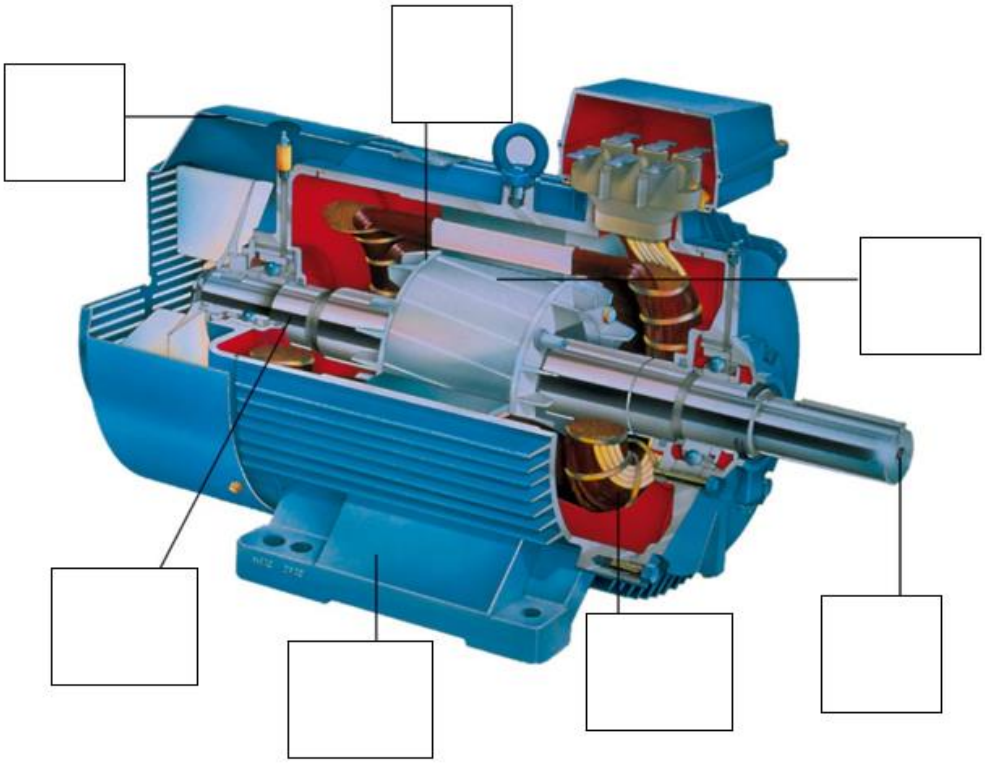
رقم	السؤال			
١	المحركات الحثية ثلاثية الأوجه نوعان			
	(أ) محرك حثي ثلاثي الأوجه قفص سنجابي	(ب) محرك حثي ثلاثي الأوجه ذو حلقات انزلاق	(ج) محرك عام	(د) محرك خطوة
٢	يتكون .... في المحرك ذو العضو الدوار الملفوف من مجموعة من صفائح معدنية معزولة لتعمل على تقليل المفاقيد			
	(أ) القلب	(ب) العضو الدوار	(ج) الصفائح	(د) جسم المحرك
٣	يتكون .... من مجموعة من صفائح الصلب السيلكوني وتحتوي على محيطها الخارجي على مجاري يتم تقسيمها لعدد من الأقطاب			
	(أ) القلب	(ب) العضو الدوار	(ج) الصفائح	(د) جسم المحرك
٤	يمكن توصيل محركات التيار المتردد الثلاثي الأوجه			
	(أ) نجمة	(ب) دلتا	(ج) توالي	(د) توازي
٥	الواحد حصان ميكانيكي يساوى تقريبا .... وات			
	(أ) ١٤٢٠	(ب) ٤٢٣	(ج) ٢٥٠	(د) ٧٤٦

٣. أذكر أنواع المحركات الحثية ثلاثية الأوجه.

٤. اشرح "قلب المحرك" العضو الثابت

٥. اشرح العضو الدوار.

٦. أكمل البيانات الناقصة على الرسم التالي.



٧. اشرح مبدأ عمل المحرك ثلاثي الأوجه.

التدريبات العملية للوحدة

تعليمات السلامة العامة

١. يجب توعية جميع المتدربين بمخاطر الكهرباء، وطرق الوقاية منها، وأهمية التزامهم بقواعد وتعليمات السلامة، واستخدام معدات الوقاية الشخصية.
٢. يجب أن تكون جميع الأجهزة والمعدات الكهربائية مطابقة لمواصفات السلامة والصحة المهنية ويجب أن تكون العلامات المثبتة عليها واضحة وسهلة القراءة.
٣. يجب فصل التيار عن أي معدة أو جهاز قبل إجراء أعمال صيانة به مع وضع لافتة عند مكان الفصل حتى ولا يتم إعادة التيار إلا بواسطة المختصين
٤. يجب التحقق من أن جميع المقابس مدخلة بشكل صحيح لضمان عدم سخونتها وتسببها لحريق.
٥. يجب تجنب وضع منافذ كهربائية قريبة من مصادر المياه كالمغاسل ودورات المياه.
٦. يجب ترقيم جميع الفيوزات والقواطع الكهربائية في لوحة الكهرباء حتى يسهل التعرف على كل فيوز أو قاطع بكل.
٧. يجب التأكد دائما من سلامة المنفذ الكهربائي والاهتمام بإبدال وإصلاح كل ما هو متضرر.
٨. يجب عمل الاختبار الدوري لوسائل الحماية للتأكد من صلاحيتها وخلوها من الأعطال مثل تمزق العوازل – لفائف المحركات... وغيرها.
٩. لا يجب تحمل مصدر التيار بأكثر من طاقته حيث يؤدى ذلك لحدوث حريق.
١٠. لا يجب تمرير أسلاك الكهرباء عبر النوافذ أو الأبواب أو تحت السجاد وكذلك لا يجب أن تعلق على مسامير أو بالقرب من مصدر حرارة. .
١١. يجب عدم زيادة طول التوصيلة الكهربائية بإيصالها بتوصيلة أخرى.
١٢. يجب عدم استخدام السلالم المعدنية أو العدد اليدوية غير المعزولة عند العمل في الأجهزة الكهربائية .
١٣. يجب تدريب العاملون في مجال الكهرباء على استخدام الطفايات المناسبة للاستعمال في حرائق الكهرباء
١٤. يجب أن تتوفر أجهزة القياس اللازمة لإجراء الفحوص والاختبارات الهامة مثل التيار، الجهد، مقاومة العزل، ومقاومة التأريض.
١٥. يجب إيقاف تشغيل المعدات والأجهزة الكهربائية المعيبة وإصلاحها بأسرع وقت ممكن.
١٦. يجب التأكد من وجود المواد العازلة على الأجهزة والعدد الكهربائية وكسوتها بغلاف واقي في حالة عدم وجوده عليها.
١٧. لا يجب لمس الشخص المصاب بالصدمة الكهربائية إذا كان لا يزال ممسكا للتيار الكهربائي فيجب محاولة قطع. التيار أولا؛ وإذا لم تتمكن من فصل التيار الكهربائي فاسحب أو ادفع المصاب بعيدا

عن التيار بواسطة قطعة منNon-conducting material مثل الخشب – حبل جاف – قطعة قماش أو أي مادة غير موصلة للتيار الكهربائي.

١٨. يجب إبعاد المواد سريعة الاشتعال (الغازات – الكيماويات... وغيرها) عن مواقع الأجهزة الكهربائية خوفا من حدوث الحرائق.

١٩. يجب تبريد بعض الأجهزة الكهربائية (المحولات) بالسوائل المناسبة لخفض درجة حرارتها، وعدم تعرض الأجهزة الكهربائية ومكوناتها للرطوبة والغبار والغازات.

٢٠. يجب توفير أجهزة ومعدات إطفاء الحريق المناسبة وتوزيعها بشكل يغطي جميع أماكن العمل وخاصة الخطرة منها.

تعليمات السلامة عند استعمال العدد اليدوية في ورشة الكهرباء:

١. لا يجب أبدا استعمال عدة غير ملائمة للعمل أو عدة بديلة مؤقتة، يجب الحصول على العدة الملائمة والتأكد أن المعدة ذات الحجم المناسب الصحيح لأداء العمل بأمان.

٢. يجب إبعاد أية عدد أو معدات تالفة أو غير سليمة وعدم استعمالها مطلقا ووضع لافتة عليها تفيد بذلك حتى لا يستعملها شخص آخر عن طريق الخطأ وتتسبب في إصابته.

٣. يجب فحص العدد اليدوية قبل استخدامها والتأكد من أنها سليمة.

٤. لا يجب استعمال مفاتيح الربط التي تكون فكوكها مشوهة أو بالية.

٥. لا يجب استعمال الأدوات ذات المقابض الخشبية المتشققة.

٦. يجب حفظ العدد في حالة نظيفة وحال الانتهاء من العمل بها يجب تنظيفها ووضعها في مكانها المعد لها (صندوق العدة) أو تثبيتها على لوحة بالحائط.

٧. يجب تثبيت القطعة المراد العمل عليها على طاولة ذات سطح مستو ولا تمسكها في يدك وتعمل عليها.

٨. يجب استعمال العدد ذات المقابض المعزولة (Insulated Handles). وذلك للعمل في الأجهزة الكهربائية

٩. يجب تجنب استعمال وصلات لإطالة يد مفاتيح الربط حتى لا تتعرض للإصابة.

١٠. يجب عدم حفظ العدد في جيبك أثناء العمل ويفضل وضعها في حقيبة خاصة مع تغطية أطراف العدد ذات الأطراف الحادة حتى لا تتسبب في حدوث جروح.

١١. يجب التأكد من أن جميع العدد الكهربائية اليدوية موصولة بالأرض (Grounded) وأن المادة العازلة على الأسلاك الكهربائية الخاصة بها سليمة.

١٢. يجب عدم قذف العدد إلي أعلي أو إلى أسفل ويفضل استخدام حقيبة خاصة وحبل لرفع العدد أو إنزالها في حالة العمل بأماكن عالية.

١٣. يجب ألا تستخدم الأدوات الكهربائية اليدوية في الأماكن الخطرة (الأماكن الموجود بها أبخرة للمواد القابلة للاشتعال) ما لم تكن هذه المعدات مصممة للعمل في هذه الأماكن.

١٤. يجب التأكد من وجود أغطية الحماية على جميع العدد التي بها أجزاء دوارة قبل استعمالها.

١٥. يجب تبليغ رئيسك المباشر أو المشرف فورا عن أية تلفيات أو تشوهات في العدد اليدوية حتى يتم إبعادها حتى لا تتسبب في حدوث إصابات.

١٦. يجب وضع ملصق خاص على العدد والأدوات غير الصالحة ولا يتم استعمالها، وإذا كان بالإمكان إصلاحها يتم هذا الإصلاح وبعدها يتم إزالة الملصق أما إذا لم يكن من الممكن إصلاحها يتم إبعادها نهائيا من العمل.

قراءة لوحة بيانات المحرك الثلاثي

تدريب رقم	١	الزمن	ساعتين

أهداف

أن يجيد المتدرب قراءة لوحة بيانات المحرك واستخراج المعلومات الأساسية.

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات
محرك حثي ثلاثي الأوجه (القفص السنجابي)
مفكات ومفاتيح بأشكال مختلفة

جدول رقم ٣: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

كما ذكرنا في المعارف النظرية، فلوحة بيانات المحرك تحتوي على ١٥ معلومة أساسية كما هو موضح بالشكل التالي، وما عليك في هذا التدريب إلا قراءة لوحة بيانات المحرك المتاح بالورشة وتسجيل كل عنصر منهم في جدول النتائج الموضح.

شكل رقم ٤٣: لوحة بيانات محرك حثي ثلاثي الأوجه

شرح دلالة كل رقم على Name Plate

١. يدل على عدد أقطاب المحرك number of poles

٢. قدرة المحرك بالحصان (HP)
٣. القدرة بالكيلو وات (Kw)
٤. التردد الذي يعمل عنده المحرك (f)
٥. سرعة المحرك القصوى rated speed
٦. Insulation Class وهو حرف يدل على درجة تحمل عزل ومدلولاتها موضحة بالمعارف النظرية.
٧. درجة حرارة الوسط الذي يعمل عندها المحرك بكفاءة
٨. طبيعة عمل المحرك ومدلولاتها موضحة بالمعارف النظرية.
٩. رقم يدل على نوع ومواصفات الرولمان بلى bearing الذي يتم تركيبه في المحرك.
١٠. serial number وهذا رقم يخص المصنع للمساعدة على التعرف على خواص المنتج.
١١. من اهم المعلومات حيث تحدد الجهد والتيار الذي يجب أن يعمل عندها المحرك عند العمل star وعند العمل delta وإذا لم يتم الالتزام بهذه القيم من الجهود. يمكن أن يحترق المحرك
١٢. IP Code و هو كود يحدد درجة حماية المحرك عند دخول الأتربة أو المياه إليه
١٣. تاريخ تصنيع المحرك
١٤. وزن المحرك.
١٥. رقم يدل على أبعاد المحرك.

خطوات تنفيذ التجربة

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير محرك حثي ثلاثي الأوجه.
٣. قراءة لوحة بيانات المحرك وتسجيلها في جدول البيانات التالي.

م	البيان	المدلول
١		
٢		
٣		
٤		
٥		
٦		
٧		

م	البيان	المدلول
٨		
٩		
١٠		
١١		
١٢		
١٣		
١٤		
١٥		

جدول رقم ٤: بيانات المحرك

٤. تسجيل أي مشاهدة أخرى في خانة المشاهدات.

٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يقرأ لوحة بيانات المحرك واستخراج المعلومات الأساسية			
٣	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٥: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه.

ينبغي على المتدرب أن يكون قادرا على أن يقرأ لوحة بيانات المحرك ويميز دلالاتها في زمن ١٥ دقيقة.

فك وتركيب المحرك الحثي ثلاثي الأوجه (القفص السنجابي) واستخدام الأدوات اللازمة لعمليات الفك والتركيب

تدريب رقم	٢	الزمن	٤ ساعات

أهداف

- التعرف على الأدوات اللازمة لعمليه الفك والتركيب واستخدامها الاستخدام السليم.
- التعرف على أجزاء المحرك الحثي ثلاثي الأوجه (القفص السنجابي)
- اكتساب مهاره الفك والتركيب

متطلبات التدريب

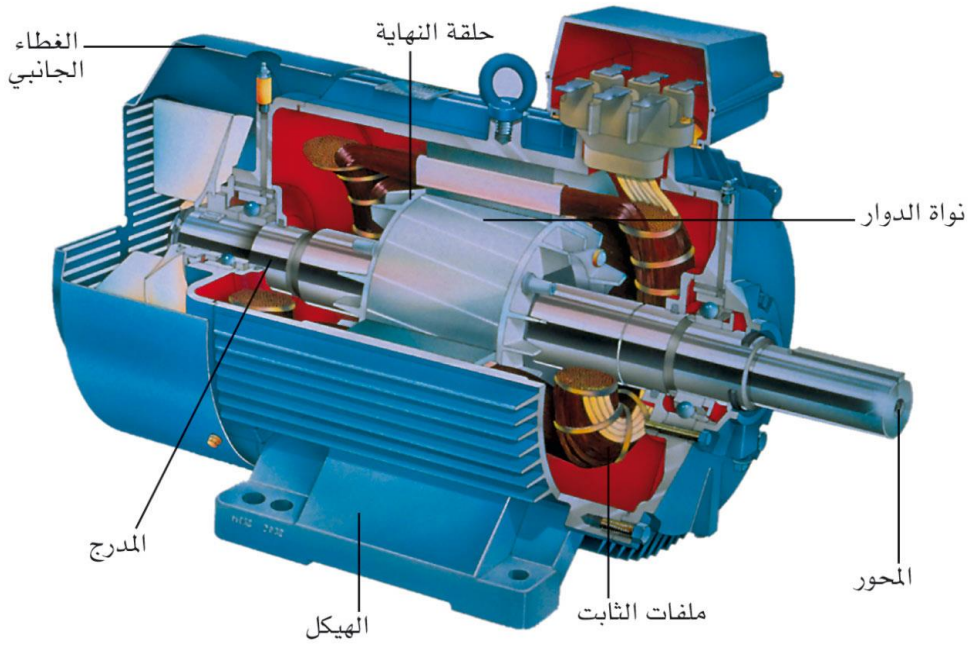
الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	أسلاك توصيل
مصدر جهد متردد متغير القيمة(0:380V) 10 A لتغذيه المحرك	
مفكات ومفاتيح بأشكال مختلفة	
محرك حثي ثلاثي الأوجه (القفص السنجابي)	
زرجينه - مكبس هيدروليكي.	

جدول رقم ٦: جدول متطلبات التدريب

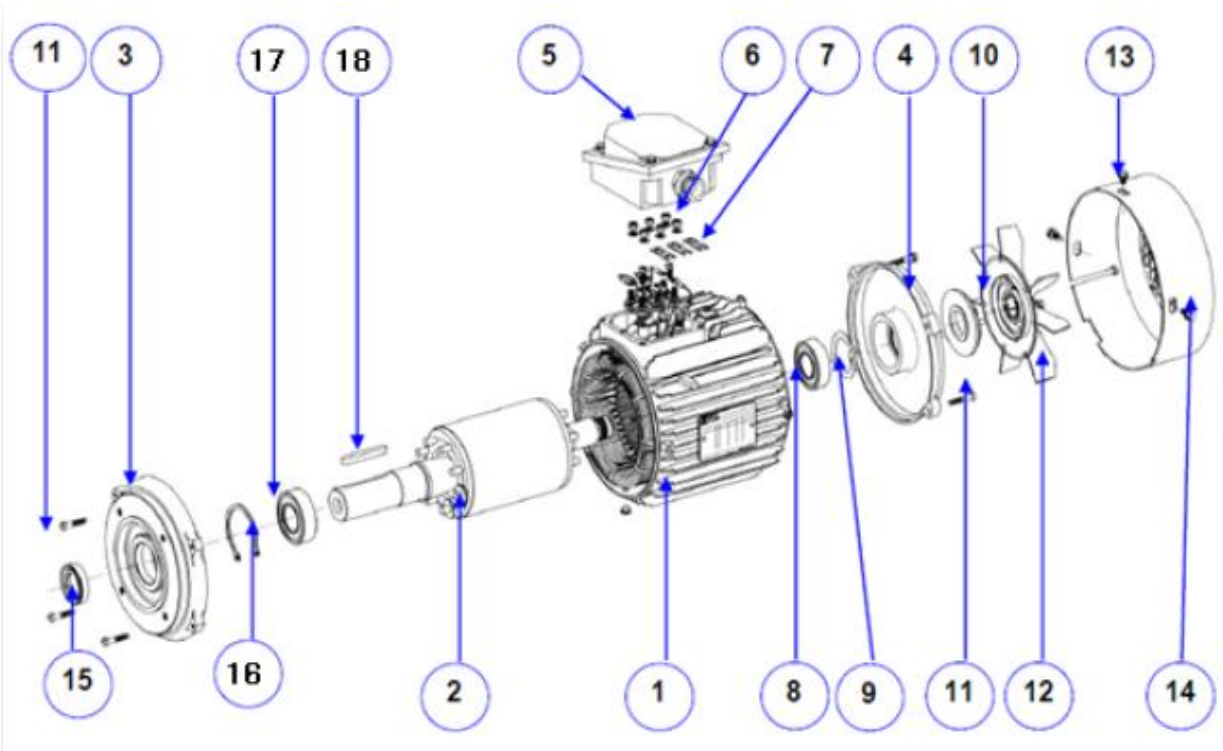
المعارف المرتبطة بالتدريب

الشكل التالي يوضح تركيب المحرك الحثي (القفص السنجابي) ثلاثي الأوجه، وكما هو موضح بالشكل فهو يتكون بشكل أساسي من العناصر التالي:

- الملف الثابت
- المحور
- الهيكل الخارجي
- الغطاء الجانبي
- حلقة النهاية
- المدرج



شكل رقم ٤٤: تركيب المحرك الحثي ثلاثي الأوجه العام



شكل رقم ٤٥: الشكل التفصيلي للمحرك الحثي ثلاثي الأوجه

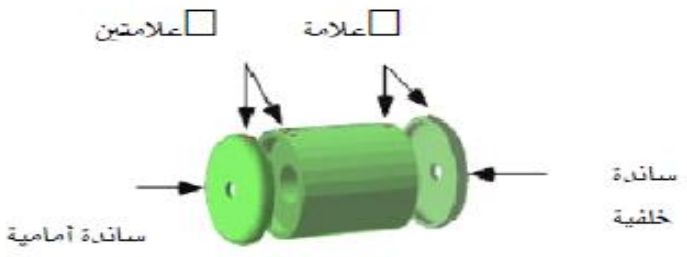
م	اسم العنصر
١	عضو ثابت ملفوف
٢	عضو دوار
٣	غطاء أمامي
٤	غطاء خلفي
٥	علبة توصيل

م	اسم العنصر
٦	نقاط التوصيل
٧	قاعدة توصيل
٨	رمان خلفي
٩	حلقة تثبيت
١٠	فاصلة
١١	مسامير تثبيت
١٢	مروحة تهوية
١٣	فتحة الغطاء الخلفي
١٤	غطاء خلفي
١٥	طوق أمامي
١٦	كلبس
١٧	رمان أمامي
١٨	سكة الربط

جدول رقم ٧: تركيب المحرك الحثي ثلاثي الأوجه

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزه الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٤. حدد علامات باستخدام الزنبه والمطرقة لوضع علامات على المحرك حتى تتمكن من ربط المحرك على ما كان عليه.



شكل رقم ٤٦: وضع علامات على

٥. فك مسامير الغطاء المامي والخلفي.
٦. اسحب واجهه البكرة الأمامية باستخدام الزرجينه

شكل رقم ٤٧: سحب البكرة باستخدام الزرجينة

٧. إخراج سكه الربط باستخدام مفكا عاديا وشاكوشا.

شكل رقم ٤٨: اخرج السكة

٨. فك المسامير باستخدام المفتاح المناسب للقيام بإخراج الغطاء الأمامي

شكل رقم ٤٩: إخراج الغطاء الأمامي

٩. فك المسامير بالمفتاح المناسب للإخراج غطاء المروحة

شكل رقم ٥٠: فك مسامير غطاء المروحة

١٠. اسحب خابور التثبيت بالزردية

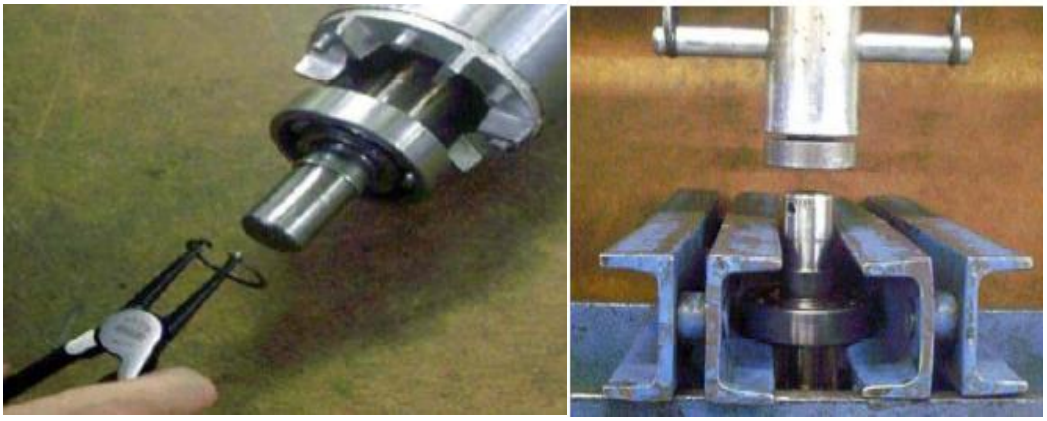
شكل رقم ٥١: سحب خابور التثبيت

١١. فك المروحة بالزرجينه

شكل رقم ٥٢: فك المروحة بالزرجينة

شكل رقم ٥٣: سحب العضو الدوار

١٢. فك الكلبسات بالزرادية ثم قم بنزع رمان البلي الأمامي والخلفي باستخدام مكبس هيدروليكي.



شكل رقم ٥٤: فك الكلبسات ونزع رمان البلي

١٣. اخرج العضو الدوار.

شكل رقم ٥٥

١٤. اعد تجميع المحرك.

١٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يستخدم الأدوات المناسبة لفك وتجميع المحرك			
٣	يفك ويجمع المحرك			
٤	يميز أجزاء المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.			
٥	يلاحظ شكل العضو الدوار			
٦	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٨: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه.
- شنطة عدة متكاملة
- تزجة وزرجينه

ينبغي على المتدرب أن يكون قادرا على أن يقوم بفك وتجميع المحرك في زمن ٦٠ دقيقة.

اختبار اللا حمل (No-Load) للمحرك الحثي ثلاثي الأوجه			
تدريب رقم	٣	الزمن	٤ ساعات

أهداف

- أن يستطيع المتدرب تعيين وتيار اللا حمل للمحرك الحثي ثلاثي الأوجه.
- أن يستطيع المتدرب تعيين المفاقيد الحديدية للمحرك (المفاقيد الثابتة).

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- لقياس الجهد.	أسلاك توصيل.
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- لقياس التيار	
مصدر جهد متردد	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	
جهازي واتميتر	

جدول رقم ٩: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

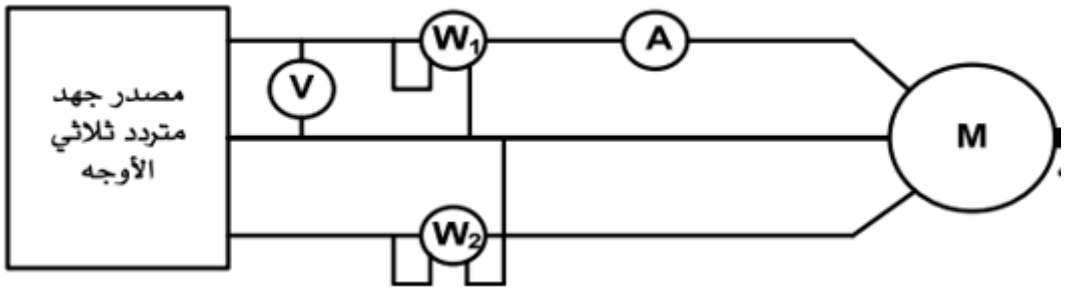
في هذا التدريب يوصل المحرك كما هو موضح بالشكل التالي، ثم يطبق الجهد المقنن على أطراف المحرك (Rated Voltage) حسب المذكور في لوحة بيانات المحرك. يترك العضو الدوار يدور بدون حمل ومنه نعين ثلاثة قيم هامة:

- جهد الخط (Line Voltage).
- تيار اللا حمل (No-Load Current) وهو للخط أيضا.
- القدرة الكلية:

$$P=W1+W2$$

حيث:

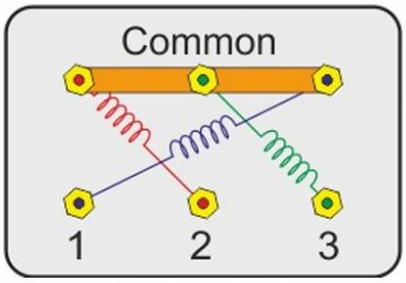
- **P:** القدرة الكلية وفي هذه الحالة تمثل المفاقيد الثابتة (دون أحمال) "المفاقيد الحديدية"
- **W1, W2:** قراءة أجهزة الواتميتر



شكل رقم ٥٦: اختبار اللا حمل للمحرك

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزه الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. ضبط أحد أجهزة القياس المتعدد الأغراض (أفو AVO) على وضع قياس التيار المتردد والأخر علي وضع الجهد المتردد.
٤. قم بتوصيل الدائرة الكهربية كما هو موضح في الشكل السابق.
٥. قم بتحديد قيمة الجهد المقنن (Rated Voltage) من لوحة بيانات المحرك.
٦. يوصل المحرك على شكل نجمه.



شكل رقم ٥٧: التوصيل على شكل نجمة

٧. يوصل أطرف المحرك الحثي بمصدر الجهد المتردد ثلاثي الأوجه وتوصل أجهزه القياس المناسبة لقياس الجهد والتيار والقدرة إلى منبع جهد متردد متغير القيمة
٨. غير الجهد تدريجيا حتى تصل إلى ١٠٠% من الجهد المقنن وسجل قراءات الأجهزة في الجدول المبين.
٩. احسب الفقد في الحديد للمحرك الحثي (مجموع قراءتي الواتميتر).
١٠. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

تسجيل النواتج

V (v)	20%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
I (A)								
W1								
W2								

جدول رقم ١٠: جدول النتائج

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يوصل المحرك توصيل نجمة			
٤	يقرأ لوحة بيانات المحرك			
٥	يحدد قيمه الفقد في الحديد في المحرك الحثي			
٦	يقيس تيار اللا حمل للمحرك			
٧	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١١: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب ولكن بمحرك حثي آخر.

ينبغي على المتدرب أن يكون قادرا على قياس تيار اللا حمل للمحرك عند الجهد المقنن باستخدام أجهزة القياس المناسبة في زمن ٤٥ دقيقة.

اختبار الإعاقة (Block Rotor) للمحرك الحثي ثلاثي الأوجه			
تدريب رقم	٤	الزمن	٤ ساعات

أهداف

أن يستطيع المتدرب تعيين المفاقيد النحاسية (المتغيرة) بالوصول إلى التيار المقنن مع إعاقة العضو الدوار (Rotor).

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- لقياس الجهد.	أسلاك توصيل.
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- لقياس التيار	
مصدر جهد متردد	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	
جهازي واتميتر	

جدول رقم ١٢: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

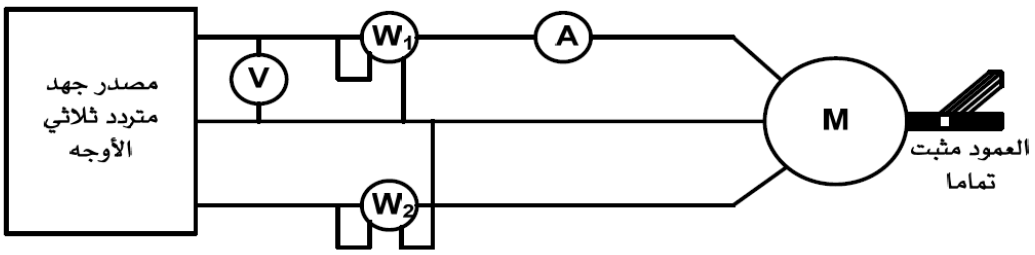
في هذا التدريب يوصل المحرك كما هو موضح بالشكل التالي، ولكن العضو الدوار يمنع من الحركة بوسيلة مناسبة، ويتم زيادة الجهد المطبق على الخط حتى الوصول للتيار المقنن ومنه نعين ثلاثة قيم هامة:

- جهد الخط (Line Voltage).
- تيار الحمل (Load Current) وهو للخط أيضا.
- القدرة الكلية:

$$P=W1+W2$$

حيث:

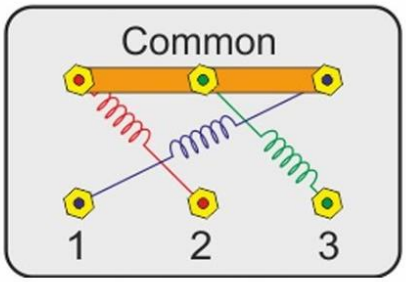
- **P:** القدرة الكلية وفي هذه الحالة تمثل المفاقيد المتغيرة (مع أحمال) "المفاقيد النحاسية"
- **W1, W2:** قراءة أجهزة الواتميتر



شكل رقم ٥٨: تدريب الحمل الأقصى على المحرك

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزه الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. ضبط أحد أجهزة القياس المتعدد الأغراض (أفو AVO) على وضع قياس التيار المتردد والأخر علي وضع الجهد المتردد.
٤. قم بتوصيل الدائرة الكهربية كما هو موضح في الشكل السابق.
٥. قم بقراءة لوحة بيانات المحرك وتحديد قيمة التيار المقنن (Rated Current)
٦. يتم إعاقة دوران العضو الدائر بإعاقة خارجيه.
٧. يتم توصيل المحرك في وضع نجمه.



شكل رقم ٥٩: التوصيل على شكل نجمة

٨. يوصل أجهزه لقياس الجهد والتيار والقدرة إلى منبع الجهد المتردد المتغير القيمة
٩. غير الجهد تدريجيا حتى تصل للتيار المقنن، وسجل القراءات في الجدول المبين
١٠. احسب الفقد في النحاس للمحرك (مجموع قياسي الواتميتر)
١١. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

تسجيل النواتج

I (A)	20% I_{rated}	25%	30%	35%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
V (v)										
W1										
W2										

جدول رقم ١٣: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يوصل المحرك توصيل نجمة			
٤	يقرأ لوحة بيانات المحرك			
٥	حساب الفقد في النحاس (المفاقيد المتغيرة)			
٦	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٤: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب ولكن بمحرك حثي آخر.

ينبغي على المتدرب أن يكون قادرا على تحديد قيمة المفاقيد المتغيرة عند معاوقة المحرك التامة في زمن ٤٥ دقيقة.

اختبار الحمل (Load) لمحرك حثي ثلاثي الأوجه

تدريب رقم	٥	الزمن	٤ ساعات

أهداف

- أن يجيد المتدرب قياس وحساب (العلاقة بين تيار الحمل وجهد الحمل) عند الأحمال المختلفة.
- أن يجيد المتدرب قياس وحساب القدرة الداخلة والقدرة الخارجة والكفاءة والسرعة

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- لقياس الجهد.	أسلاك توصيل.
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- لقياس التيار	
مصدر جهد متردد (0:380 V)	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	
جهازي واتميتر	
حمل ميكانيكي أو فرمله مغناطسيه	
جهاز قياس معامل القدرة (PF)	
جهاز قياس العزم	
جهاز قياس السرعة (تاكو ميتر) 3000 RPM	

جدول رقم ١٥: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

أن قدرة الدخل يمثلها القانون التالي:

$$Pin = 3\,V_{ph} I_{ph} \cos\emptyset$$

$$Pin = \sqrt{3}\,V_L I_L \cos\emptyset$$

حيث:

- **Vph:** جهد الوجه
- **Iph:** تيار الوجه
- **VL:** جهد الخط
- **IL:** تيار الخط

- معامل القدرة: $cos\emptyset$

غير أن هذه القدرة الداخلة سيفقد جزء منها في ملفات العضو الثابت وتسمى مفاقيد نحاسية وكذلك سيفقد جزء منها في القلب الحديدي للعضو الثابت وتسمى المفاقيد الحديدية، مجموع المفاقيد النحاسية والحديدية للعضو الثابت تسمى مفاقيد (العضو الثابت)، المتبقي من القدرة الداخلة سيفقد جزء منه أيضا في الملفات النحاسية للعضو الدوار، ثم تتحول القدرة الكهربية المتبقية إلى قدرة ميكانيكية، والتي بدورها يفقد جزء منها نتيجة الاحتكاك والمتبقي هو القدرة الميكانيكية الخارجة (Po) وتحسب كالتالي:

$$P_o = \frac{T \times n}{9.55}$$

حيث:

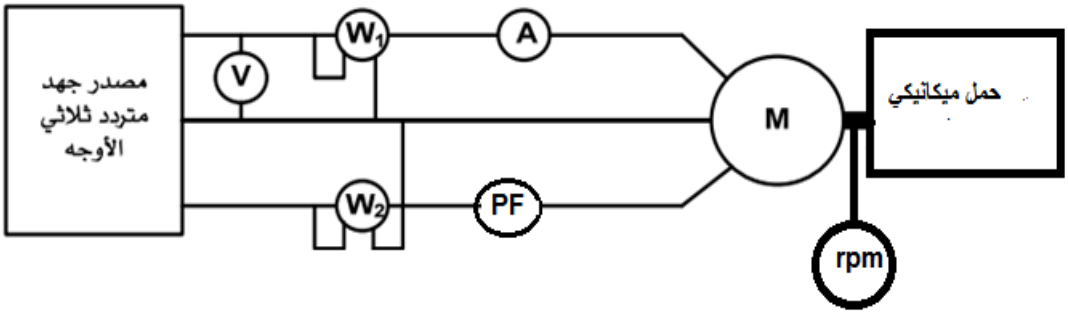
- **Po:** قدرة الخرج
- **T:** العزم ويقاس بالنيوتن لكل متر (N.m)
- **n:** السرعة (وتقاس بالدورات في الدقيقة RPM)

وبمعرفة قدرة الدخل وقياس وحساب قدرة الخرج يمكننا تعيين كفاءة المحرك وهو النسبة المئوية بين قدرة الخرج على قدرة الدخل، وتحسب كالتالي:

$$\eta = \frac{P_0}{P_{in}} \times 100\ \%$$

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزه الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. ضبط أحد أجهزة القياس المتعدد الأغراض (أفو AVO) على وضع قياس التيار المتردد والأخر علي وضع الجهد المتردد
٤. ضبط جهازي قياس القدرة. وكذلك جهاز معامل القدرة
٥. ضبط جهاز التاكوميتر.
٦. قم بقراءة لوحة بيانات المحرك، وتحديد السرعة القصوى (المقننة)
٧. قم بتوصيل الدائرة الكهربية كما هو موضح في الشكل التالي.



شكل رقم ٦٠: تحميل المحرك

٨. يدار المحرك وتزداد سرعته تصل قيمتها إلى السرعة المقننة للمحرك المسجلة.

٩. يتم تحميل المحرك تدريجيا (تحميل ميكانيكي) مع تسجيل القراءات في جدول النتائج

١٠. احسب القدرة الخارجة، حسب المعادلة المذكورة في المعارف المرتبطة بالتدريب.

١١. احسب الكفاءة عند كل سرعة.

١٢. إيقاف المحرك من خلال تقليل الجهد المسلط عليه تدريجيا إلى الصفر.

١٣. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

تسجيل النواتج

العزم Nm (T)								
السرعة rpm (n)								
التيار A (I)								
معامل القدرة PF								
القدرة الداخلة (P_{In})								
القدرة الخارجة (P_O)								
الكفاءة %								

جدول رقم ١٦: النتائج

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط أجهزة القياس حسب القيم المراد قياسها بشكل سليم.			
٣	يقيس الجهد والتيار			
٤	يقيس السرعة			
٥	يقيس العزم			
٦	يحسب قدره الدخل والخرج			
٧	يحسب كفاءة المحرك			
٨	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٧: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب ولكن بمحرك حثي آخر.

ينبغي على المتدرب أن يكون قادرا على تحديد قيمة كفاءة المحرك عند أكثر من تحميل في زمن ٤٥ دقيقة.

تمييز العدد الأدوات المستخدمة في لف المحركات			
تدريب رقم	٦	الزمن	٤ ساعات

أهداف

أن يميز المتدرب العدد الأدوات المستخدمة في لف المحركات.

متطلبات التدريب

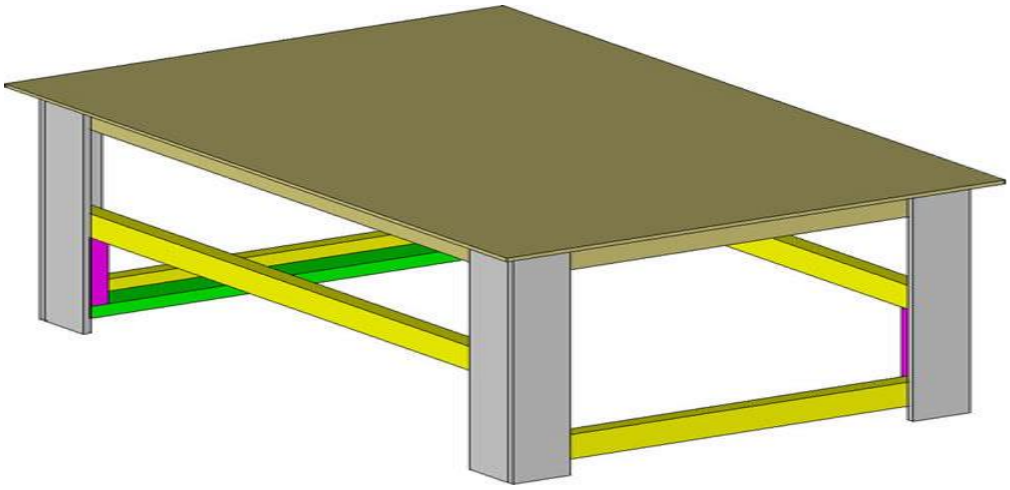
العدد والأدوات	المواد والخامات
التزجه (بنك الشغل)	السلك
المنجلة	الورنيش السائل
الشنيور الكهربي والبنط	الأوراق العازلة (البرسبان)
المبارد	المكرونة العازلة
المنشار	خيط الرباط
التاكوميتر	أطراف التوصيل
البرجل	شريط القطن
دقماق	قصدير اللحام المحشو قلفونية
مقص	
ماكينة لف المحركات + الفورم الخاصة بها	
المفكات، المفاتيح	
الزرديات	
قشارة سلك	
كاوية لحام	
ماكينة قص العازل	

جدول رقم ١٨: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

العدد اللازمة للورشة الآلات الكهربائية

- التزجه (بنك الشغل)



شكل رقم ٦١: التزجة

- المنجلة

شكل رقم ٦٢: المنجلة

- الشنيور الكهربي
- أدوات الثقب: "البنط"

شكل رقم ٦٣: الشنيور الكهربي

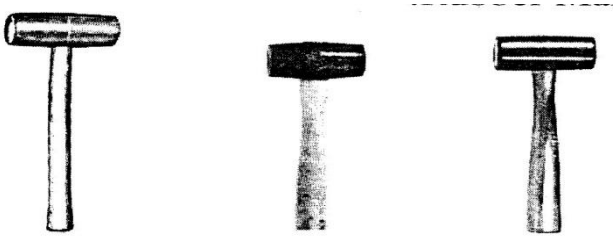
- المبارد
- الميكروميتر

شكل رقم ٦٤ : ميكروميتر

- البرجل العدل

شكل رقم ٦٥ : البرجل

- الدقماق



شكل رقم ٦٦ : الدقماق

- مقص

شكل رقم ٦٧: المقص

المنشار

شكل رقم ٦٨ : المنشار

المفكات

المفاتيح البلدي

شكل رقم ٦٩ : المفاتيح البلدي

الزرديات

شكل رقم ٧٠ : الزرديات

الزرجينه

شكل رقم ٧١: الزرجينه

القشارة

شكل رقم ٧٢: القشارة

كاوية اللحام الكهربية

شكل رقم ٧٣: كاوية اللحام

ماكينة قص العوازل

شكل رقم ٧٤: ماكينة قص العازل

ماكينة اللف

شكل رقم ٧٥: ماكينة اللف

التاكوميتر

شكل رقم ٧٦: التاكوميتر

الخامات المستخدمة فى لف المحركات الكهربية

- السلك
- الورنيش السائل
- الأوراق العازلة (البرسبان)
- المكرونة العازلة
- خيط الرباط
- شريط القطن
- أطراف التوصيل
- قصدير اللحام المحشو قلفونية

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. يتم عرض العدد والأدوات والخامات المستخدمة في عمليات لف المحركات.
٣. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يميز العدد والأدوات والخامات المستخدمة في عمليات لف المحركات			
٣	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٩: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- بعض من الأدوات والمعدات والخامات المستخدمة في عمليات لف المحركات.

ينبغي على المتدرب أن يكون قادرا على تمييز العدد والأدوات والخامات المعطاة له في زمن ١٥ دقيقة

.

استخدام الميكروميتر			
تدريب رقم	٧	الزمن	٤ ساعات

أهداف

أن يجيد المتدرب استخدام الميكروميتر لقياس قطر السلك.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز ميكروميتر.	أسلاك توصيل بأقطار مختلفة.
قصافة أسلاك	

جدول رقم ٢٠: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

الميكروميتر

يعتبر المايكرومتر من أدوات القياس لتي تسبق القدمة في درجة القياس (درجة دقة أعلى) وسهولة ووضوح القراءة به، ويجب ملاحظة أن استعمال أجهزة القياس الدقيقة يتطلب عناية فائقة، كما أن تقدير القياس يعتمد بدرجة كبيرة على دقة وحساسية الشخص الذي يقوم بالقياس.

ويستخدم الميكروميتر في قياس أقطار الأسلاك وأقطار الأسطوانات الملفوفة وسمك الألواح، ويوجد ميكروميتر عادي ونوع حديث رقمي كما هو موضح بالشكل التالي.

شكل رقم ٧٧ : ميكروميتر عادي

شكل رقم ٧٨ : ميكروميتر رقمي

مكونات جهاز المايكرومتر:

يتكون جهاز مايكرومتر القياس الخارجي من جزئيين أساسين:

شكل رقم ٧٩: تركيب الميكروميتر

الجزء الثابت:

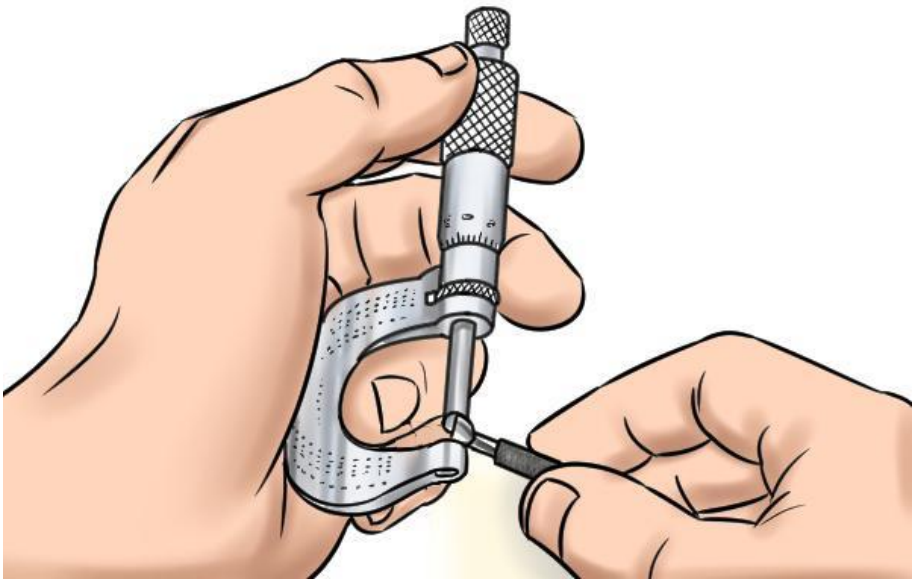
ويحتوي على إطار أو هيكل الجهاز (Frame) على شكل حرف (U) لحمل بقية مكونات الجهاز الثابتة والمتحركة منها. يسند الإطار كل من العمود الساند (Anvil) وعمود القياس (SpindleMeasuring rod) الذين يستعملان لتثبيت الشغلة المراد قياس أبعادها. كذلك يحمل إطار الجهاز التدرج الرئيسي للقياس أو أسطوانة التدرج الطولي ويكون التدرج الرئيسي للقياس مدرج بالمليمتر (1 mm) من جهة وبـ (0.5 mm) من الأسفل.

الجزء المتحرك:

الجزء الأساسي المتحرك هو جلبة القياس التي إذا قمنا بتحريكها حركة دورانية عن طريق المسمار فيتحرك عمود القياس لتثبيت الشغلة (السلك في تدريبنا) المراد قياسها. عادة ما تكون محيط جلبة القياس مقسم إلى ٥٠ تدرج ويسمح تحريكها دورة كاملة بالتقدم بمقدار ٢/١ مم = ٠,٥ مم. من هنا يمكن استخلاص حساسية الجهاز بأنه ٠,٠١ مم.

الطريقة الصحيحة للقياس بالمايكرومتر:

الطريقة الصحيحة لاستعمال مايكرومتر القياس الخارجي. نقوم بمسك المايكرومتر باليد اليسرى حيث يكون الإطار في راحة اليد والخنصر داخل الإطار. يستخدم الإبهام والسبابة لتدوير الجلبة قصد تحديد مقاس الشغلة التي نمسكها باليد اليمنى.



شكل رقم ٨٠: الطريقة الصحيحة للقياس بالمايكرومتر

طريقة القياس بالمايكرومتر:

إن المايكرومتر جهاز حساس يستعمل في القياسات الدقيقة ولأغراض خاصة في المجال الصناعي، لذلك فإن على مستخدمه مراعاة بعض القواعد الأساسية التي تسمح بإجراء القياس الدقيق على الجهاز. تتم قراءة قياس المايكرومتر على النحو التالي:

- **قراءة القياس الرئيسي:**

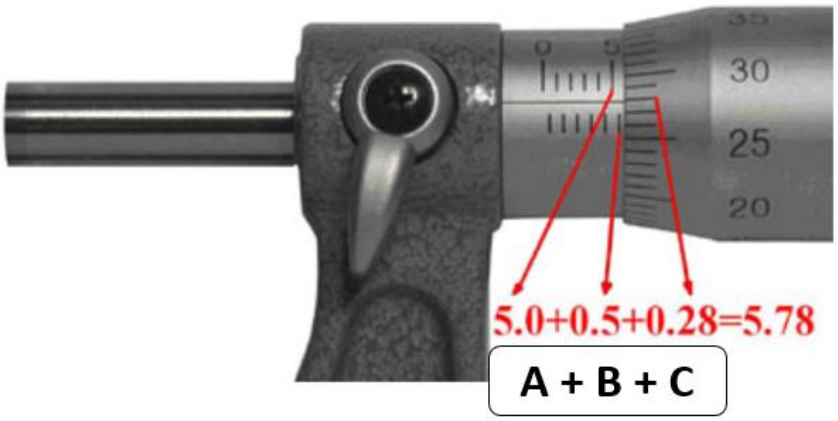
يكون نظرنا على حافة جلبة القياس ونقرأ قيمة التدرج المسجل على أسطوانة التدرج الطولي بالمليمتر ونسجل قيمة (A).

لاحظ وجود (أو عدمه) أي تدرج ٠,٥ مم على أسطوانة التدرج الطولي بعد قيمة (A) في حالة وجود هذا التدرج أضف قيمة B = 0.5 mm إلى القياس، في حالة عدم وجود التدرج نأخذ قيمة B = 0.0 mm

- **قراءة القياس على الجلبة:**

نقوم بتحديد التطابق بين تدرج جلبة القياس والخط الرئيسي على أسطوانة التدرج الطولي. نضرب قيمة التدرج المسجل على الجلبة بدقة الجهاز (٠,١*) وتكون النتيجة هي قيمة القراءة على جلبة القياس ونرمز لها (C)

نتيجة القياس على المايكرومتر هي حاصل جمع (A+B+C)



شكل رقم ٨١: القياس بالميكروميتر

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير المايكرومتر وتنظيفه وإعداده للقياس.
٣. إعداد مجموعة من الأسلاك ذات الأقطار المختلفة.
٤. قياس قطر الأسلاك حسب الخطوات المذكورة في المعارف المرتبطة بالتدريب وتسجيل النواتج في خانة المشاهدات.
٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....
.....
.....
.....
.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يستخدم الميكروميتر لقياس قطر السلك			
٣	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢١: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- مايكروميتر
- مجموعة من الأسلاك ذات الأقطار المختلفة

ينبغي على المتدرب أن يكون قادرا على تحديد قطر كل سلك معطى له في زمن ١٠ دقائق.

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ١٨ مجري قطبان			
تدريب رقم	٨	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهارات لف المحرك والخطوات الحسابية للف
- اكتساب مهارة الرسم الانفرادي

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	سلك نحاس معزول بالورنيش
جهاز تاكوميتر رقمي لقياس سرعه المحرك	عازل برسبان بلاستك سمك 0.2 mm, 0.35 mm
مقص ورق كبير وصغير	مكرونة عازله سمك 1mm, 3mm لونين
جهاز مايكرومتر لقياس قطر السلك	أسلاك شعيرات 1.5 mm – قصدير خيط دوباره
قدمه لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	

جدول رقم ٢٢: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

ملفات العضو الساكن لمحرك كهربائي ثلاثي الأوجه (الأطوار) عدد مجاريه ١٨ مجرى، وعدد أقطابه (٢)، والمحرك ملفوف جانب واحد والتردد ٥٠ هرتز، المطلوب:

تنفيذ الخطوات الحسابية لعملية اللف.

- الرسم الانفرادي
- إعادة لف المحرك

العمليات الحسابية للف:

١. بما أن اللف جانب واحد بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times \text{عدد المجاري}$$

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times 18 = 9$$

٢. لتحديد السرعة (وتقاس بعدد اللفات في الدقيقة "RPM"):

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times 2 \times 60}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{السرعة} = \frac{50 \times 2 \times 60}{2}$$

$$\text{السرعة} = 3000 \text{ لفة في الدقيقة}$$

٣. لتحديد عدد الأقطاب = ٢ قطب

٤. لتحديد عدد المجاري لكل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{18}{2} = 9$$

٥. لتحديد عدد المجاري لكل وجه:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{18}{3} = 6$$

٦. لتحديد عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{18}{3 \times 2} = 3$$

٧. خطوة اللف:

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{خطوة اللف} = \frac{18}{2} = 9$$

٨. لتحديد عدد المجموعات:

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الاوجه}}{2}$$

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{3 \times 2}{2} = 3$$

٩. لتحديد الدرجة الكهربائية:

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times 180}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times 2}{18} = 20$$

١٠. لتحديد الزاوية الكهربائية:

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{\text{الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{20} = 6$$

خطوات تنفيذ التدريب

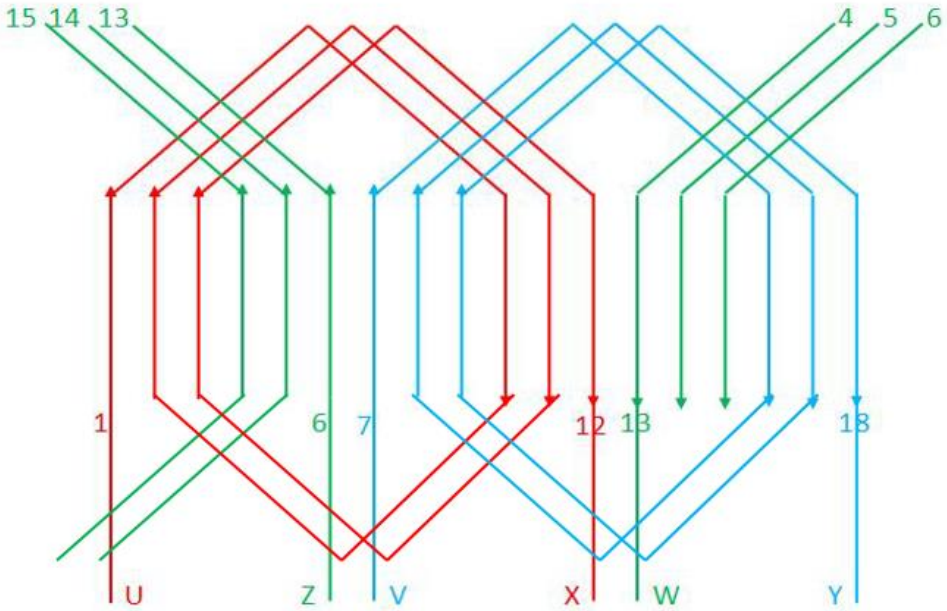
١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٣. فك المحرك حسب ما تدربت في التدريب رقم ٢.
٤. ودون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك).
٥. اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات أطراف المحرك باستخدام الإزميل والمطرقة مراعيا عدم إتلاف صفائح العضو الساكن للمحرك.
٦. دون المعلومات التالية من الملفات أثناء عملية تنظيف المحرك من بقايا الملفات والورق العازل:
   - طريقة اللف.
   - طريقة توصيل الأطوار ستار أو دلتا أو ستار دلتا.
   - عدد الطبقات.
   - عدد الملفات الكلية.
   - عدد الملفات لكل طور.
   - عدد المجموعات.
   - طول وعرض وسماكة الورق العازل.
   - عدد الأقطاب.
   - قطر السلك.

٧. نظف المجاري من الأسلاك وذلك بطرد الملفات من المجاري بوساطة سنبك طرد وشاكوش الحديد مع سحبها بالزرادية

٨. قس قطر سلك اللف المستخدم في لف المحرك القديم بالميكروميتر.

٩. ارسم الرسم الانفرادي لملفات المحرك كاملا، الشكل التالي يبين الرسم الانفرادي لملفات الطور الأول.

الرسم الانفرادي للملفات



شكل رقم ٨٢: الثلاثة أوجه

١٠. نظف المجاري من الورق العزل القديم وبقايا الورنيش بوساطة نصله منشار.

١١. قص الورق العازل لعزل مجاري المحرك بواسطة مقص الورق بحسب عدد مجاري المحرك.

١٢. قص ورق عزل الأغطية من الورق نفسه بطول المجاري وبعرض مناسب لتغطية الملفات بعد إسقاطها في المجاري.

١٣. أعمل شبلونة اللف من سلك لف مورنش يحدد بوساطتها مقاسات الملفات.

١٤. لف ملفات الأطوار الثلاث حسب عدد وقطر السلك ونوع اللف متداخل.

١٥. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٦. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٧. أسقط ملفات مجموعات الطور الثاني والثالث.

١٨. أعزل ما بين ملفات الأطوار وأربطها بوساطة خيط تربيط من الجهة المخالفة لجهة خروج الأسلاك.

١٩. اعزل ما بين ملفات الأطوار من جهة خروج الأسلاك وصل أسلاك المجموعات كما في الرسم الانفرادي للملفات.

٢٠. وصل مجموعات الطور الثاني والطور الثالث وأربطها بخيط التربيط. مستخرجا منها ستة أطراف توصل على لوحة توصيل أسلاك المحرك.

٢١. مستخدما جهاز الأوميتر قم بما يلي:

- افحص الاتصال ما بين بداية ونهاية كل طور
- افحص وجود أو عدم وجود اتصال بين ملفات الأطوار المختلفة الثلاثة

٢٢. تركيب المحرك.

٢٣. صل أطراف المحرك على بتوصيل ستار(نجمة). وشغله وقس تياره وسرعته وقارن القيم التي حصلت عليها بالقيم المدونة على لوحة بيانات المحرك.

٢٤. قياس التيار المسحوب من المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك.

٢٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يفك ويجمع المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.			
٣	إعادة لف محرك ١٨ مجرى قطبان			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف وكيفية لفه.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٣: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه ١٨ مجرى قطبان يحتاج إلى إعادة لف.

ينبغي على المتدرب عمل التالي في زمن قدرة ٢ ساعة:

- فك المحرك
- أخذ البيانات الخارجية للمحرك
- أخذ البيانات الداخلية للمحرك
- إعادة لف الملفات
- إعادة تجميع المحرك
- اختبار المحرك بعد التجميع

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجري قطبان			
تدريب رقم	٩	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهارات لف المحرك والخطوات الحسابية للف
- اكتساب مهارة الرسم الانفرادي

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	سلك نحاس معزول بالورنيش
جهاز تاكوميتر رقمي لقياس سرعه المحرك	عازل برسبان بلاستك سمك 0.2 mm, 0.35 mm
مقص ورق كبير وصغير	مكرونة عازله سمك 1mm, 3mm لونين
جهاز مايكرومتر لقياس قطر السلك	أسلاك شعيرات 1.5 mm – قصدير خيط دوباره
قدمه لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	

جدول رقم ٢٤: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

ملفات العضو الساكن لمحرك كهربائي ثلاثي الأوجه (الأطوار) عدد مجاريه ٢٤ مجرى، وعدد أقطابه (٢)، والمحرك ملفوف جانب واحد والتردد ٥٠ هرتز، المطلوب:

تنفيذ الخطوات الحسابية لعملية اللف.

- الرسم الانفرادي
- إعادة لف المحرك

العمليات الحسابية للف:

١. بما أن اللف جانب واحد بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times \text{عدد المجاري}$$

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times 24 = 12$$

٢. لتحديد السرعة (وتقاس بعدد اللفات في الدقيقة "RPM"):

$$\text{السرعة} = \frac{60 \times 2 \times \text{التردد}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{السرعة} = \frac{60 \times 2 \times 50}{2}$$

$$\text{السرعة} = 3000 \text{ لفة في الدقيقة}$$

٣. لتحديد عدد الأقطاب = ٢ قطب

٤. لتحديد عدد المجاري لكل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{24}{2} = 12$$

٥. لتحديد عدد المجاري لكل وجه:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{24}{3} = 8$$

٦. لتحديد عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{24}{3 \times 2} = 4$$

٧. خطوة اللف:

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{خطوة اللف} = \frac{24}{2} = 12$$

٨. لتحديد عدد المجموعات:

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الاوجه}}{2}$$

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{3 \times 2}{2} = 3$$

٩. لتحديد الدرجة الكهربائية:

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times 180}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times 2}{24} = 15$$

١٠. لتحديد الزاوية الكهربائية:

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{\text{الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{15} = 8$$

خطوات تنفيذ التدريب

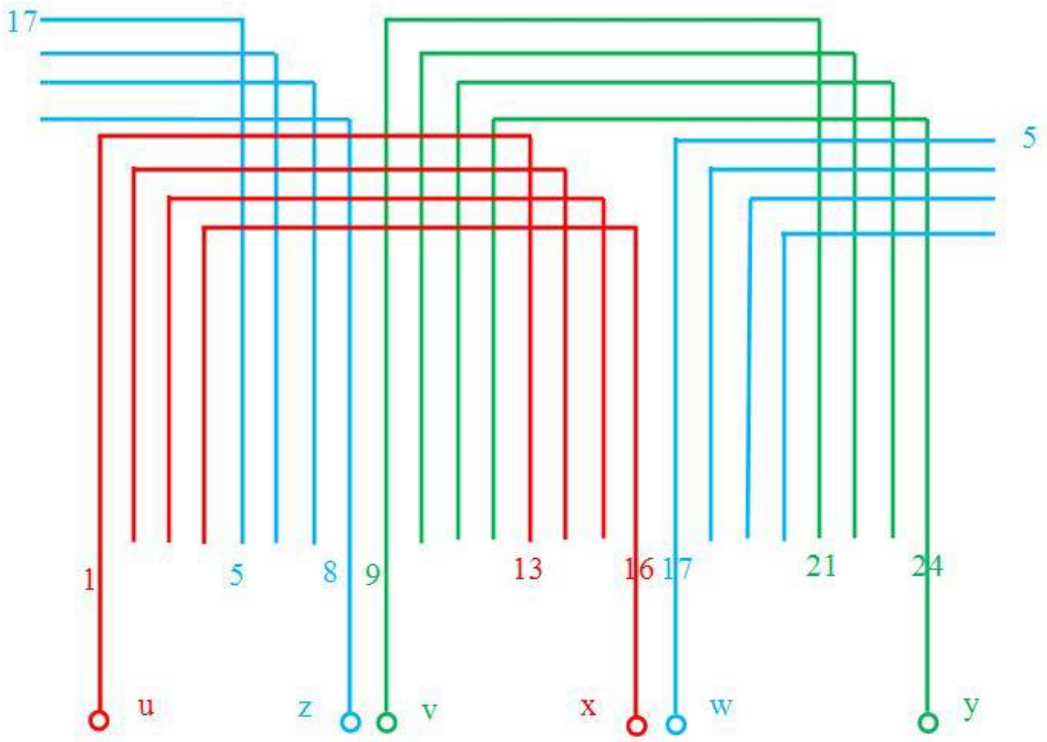
١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٣. فك المحرك حسب ما تدربت في التدريب رقم ٢.
٤. ودون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك).
٥. اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات أطراف المحرك باستخدام الإزميل والمطرقة مراعيا عدم إتلاف صفائح العضو الساكن للمحرك.
٦. دون المعلومات التالية من الملفات أثناء عملية تنظيف المحرك من بقايا الملفات والورق العازل:
   - طريقة اللف.
   - طريقة توصيل الأطوار ستار أو دلتا أو ستار دلتا.
   - عدد الطبقات.
   - عدد الملفات الكلية.
   - عدد الملفات لكل طور.
   - عدد المجموعات.
   - طول وعرض وسماكة الورق العازل.
   - عدد الأقطاب.
   - قطر السلك.

٧. نظف المجاري من الأسلاك وذلك بطرد الملفات من المجاري بوساطة سنبك طرد وشاكوش الحديد مع سحبها بالزرادية

٨. قس قطر سلك اللف المستخدم في لف المحرك القديم بالميكروميتر.

٩. ارسم الرسم الانفرادي لملفات المحرك كاملا، الشكل التالي يبين الرسم الانفرادي لملفات الطور الأول.

الرسم الانفرادي للملفات



شكل رقم ٨٣: الرسم الانفرادي

١٠. نظف المجاري من الورق العزل القديم وبقايا الورنيش بوساطة نصله منشار.

١١. قص الورق العازل لعزل مجاري المحرك بواسطة مقص الورق بحسب عدد مجاري المحرك.

١٢. قص ورق عزل الأغطية من الورق نفسه بطول المجاري وبعرض مناسب لتغطية الملفات بعد إسقاطها في المجاري.

١٣. أعمل شبلونة اللف من سلك لف مورنش يحدد بوساطتها مقاسات الملفات.

١٤. لف ملفات الأطوار الثلاث حسب عدد وقطر السلك ونوع اللف متداخل.

١٥. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٦. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٧. أسقط ملفات مجموعات الطور الثاني والثالث.

١٨. أعزل ما بين ملفات الأطوار وأربطها بوساطة خيط تربيط من الجهة المخالفة لجهة خروج الأسلاك.

١٩. اعزل ما بين ملفات الأطوار من جهة خروج الأسلاك وصل أسلاك المجموعات كما في الرسم الانفرادي للملفات.

٢٠. وصل مجموعات الطور الثاني والطور الثالث وأربطها بخيط التربيط. مستخرجا منها ستة أطراف توصل على لوحة توصيل أسلاك المحرك.

٢١. مستخدما جهاز الأوميتر قم بما يلي:

- افحص الاتصال ما بين بداية ونهاية كل طور
- افحص وجود أو عدم وجود اتصال بين ملفات الأطوار المختلفة الثلاثة

٢٢. تركيب المحرك.

٢٣. صل أطراف المحرك على بتوصيل ستار(نجمة). وشغله وقس تياره وسرعته وقارن القيم التي حصلت عليها بالقيم المدونة على لوحة بيانات المحرك.

٢٤. قياس التيار المسحوب من المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك.

٢٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يفك ويجمع المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.			
٣	إعادة لف محرك ٢٤ مجرى قطبان			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف وكيفية لفه.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٥: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجرى قطبان يحتاج إلى إعادة لف.

ينبغي على المتدرب عمل التالي في زمن قدرة ٢ ساعة:

- فك المحرك
- أخذ البيانات الخارجية للمحرك
- أخذ البيانات الداخلية للمحرك
- إعادة لف الملفات
- إعادة تجميع المحرك
- اختبار المحرك بعد التجميع

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجري رباعي الأقطاب لف ثابت

تدريب رقم	١٠	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهارات لف المحرك والخطوات الحسابية للف
- اكتساب مهارة الرسم الانفرادي

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	سلك نحاس معزول بالورنيش
جهاز تاكوميتر رقمي لقياس سرعه المحرك	عازل برسبان بلاستك سمك 0.2 mm, 0.35 mm
مقص ورق كبير وصغير	مكرونة عازله سمك 1mm, 3mm لونين
جهاز مايكرومتر لقياس قطر السلك	أسلاك شعيرات 1.5 mm – قصدير خيط دوباره
قدمه لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	

جدول رقم ٢٦: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

ملفات العضو الساكن لمحرك كهربائي ثلاثي الأوجه عدد مجاريه ٢٤ مجرى، وعدد الأقطاب (٤)، ملفوف بشكل متسلسل بطبقة واحدة. والتردد ٥٠ هرتز، المطلوب:

تنفيذ الخطوات الحسابية لعملية اللف:

- الرسم الانفرادي
- إعادة لف المحرك

العمليات الحسابية للف:

١. بما أن اللف جانب واحد بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times \text{عدد المجاري}$$

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times 24 = 12$$

٢. لتحديد السرعة (وتقاس بعدد اللفات في الدقيقة "RPM"):

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times 2 \times 60}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{السرعة} = \frac{50 \times 2 \times 60}{4}$$

$$\text{السرعة} = 1500 \text{ لفة في الدقيقة}$$

٣. لتحديد عدد الأقطاب = ٤ قطب

٤. لتحديد عدد المجاري لكل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{24}{4} = 6$$

٥. لتحديد عدد المجاري لكل وجه:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{24}{3} = 8$$

٦. لتحديد عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{24}{3 \times 4} = 2$$

٧. خطوة اللف:

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{خطوة اللف} = \frac{24}{4} = 6$$

٨. لتحديد عدد المجموعات:

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الاوجه}}{2}$$

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{3 \times 4}{2} = 6$$

٩. لتحديد الدرجة الكهربائية:

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times 180}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times 4}{24} = 30$$

١٠. لتحديد الزاوية الكهربائية:

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{\text{الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{30} = 4$$

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٣. فك المحرك حسب ما تدربت في التدريب رقم ٢.
٤. ودون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك).
٥. اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات أطراف المحرك باستخدام الإزميل والمطرقة مراعيا عدم إتلاف صفائح العضو الساكن للمحرك.
٦. دون المعلومات التالية من الملفات أثناء عملية تنظيف المحرك من بقايا الملفات والورق العازل:
   - طريقة اللف.
   - طريقة توصيل الأطوار ستار أو دلتا أو ستار دلتا.
   - عدد الطبقات.
   - عدد الملفات الكلية.
   - عدد الملفات لكل طور.
   - عدد المجموعات.
   - طول وعرض وسماكة الورق العازل.
   - عدد الأقطاب.
   - قطر السلك.

٧. نظف المجاري من الأسلاك وذلك بطرد الملفات من المجاري بوساطة سنبك طرد وشاكوش الحديد مع سحبها بالزرادية

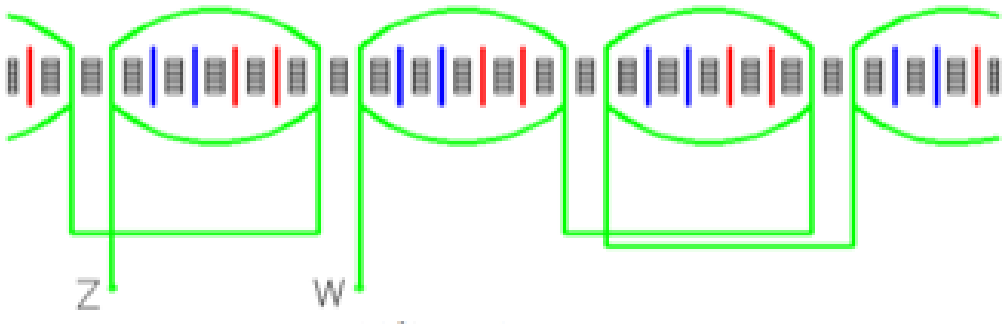
٨. قس قطر سلك اللف المستخدم في لف المحرك القديم بالميكروميتر.

٩. ارسم الرسم الانفرادي لملفات المحرك كاملا، الشكل التالي يبين الرسم الانفرادي لملفات الطور الأول.

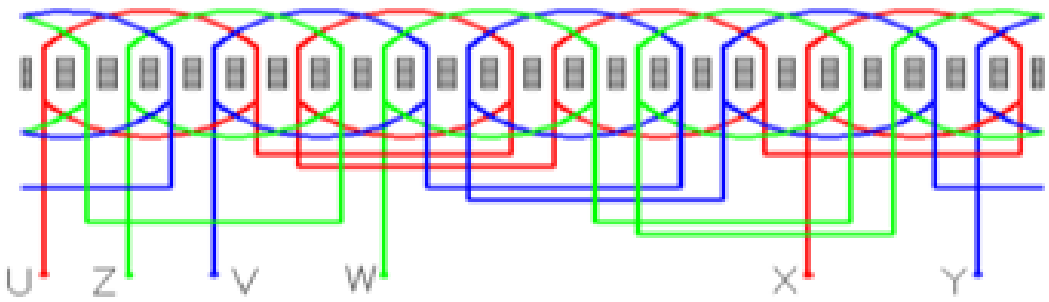
الرسم الانفرادي للملفات

شكل رقم ٨٤: الوجه الأول

شكل رقم ٨٥: الوجه الثاني



شكل رقم ٨٦: الوجه الثالث



شكل رقم ٨٧: الثلاثة أوجه

١٠. نظف المجاري من الورق العزل القديم وبقايا الورنيش بوساطة نصله منشار.

١١. قص الورق العازل لعزل مجاري المحرك بواسطة مقص الورق بحسب عدد مجاري المحرك.

١٢. قص ورق عزل الأغطية من الورق نفسه بطول المجاري وبعرض مناسب لتغطية الملفات بعد إسقاطها في المجاري.

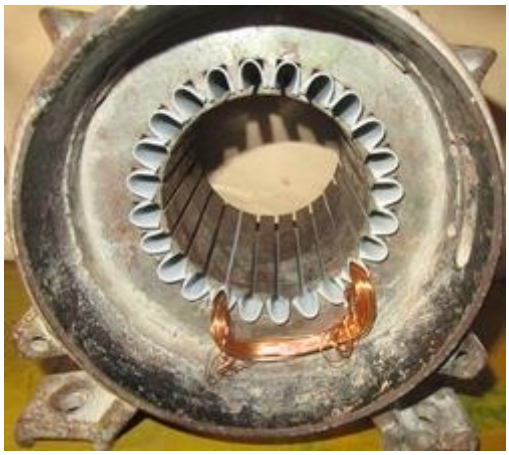
١٣. أعمل شبلونة اللف من سلك لف مورنش يحدد بوساطتها مقاسات الملفات.

١٤. لف ملفات الأطوار الثلاث حسب عدد وقطر السلك ونوع اللف متداخل.

١٥. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٦. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

- المجموعة (١) (١-٦). الشكل التالي



شكل رقم ٨٨: المجوعة ١

- المجموعة (٢) (٧-١٢). التالي

شكل رقم ٨٩: المجوعة ٢

- المجموعة (٣) (١٣-١٨). التالي

شكل رقم ٩٠: المجوعة ٣

- المجموعة (٤) (١٩-٢٤). التالي

شكل رقم ٩١: المجوعة ٤

١٧. أسقط ملفات مجموعات الطور الثاني والثالث.

١٨. أعزل ما بين ملفات الأطوار وأربطها بوساطة خيط تربيط من الجهة المخالفة لجهة خروج الأسلاك.

١٩. اعزل ما بين ملفات الأطوار من جهة خروج الأسلاك وصل أسلاك المجموعات كما في الرسم الانفرادي للملفات.

٢٠. وصل مجموعات الطور الثاني والطور الثالث وأربطها بخيط التربيط. مستخرجا منها ستة أطراف توصل على لوحة توصيل أسلاك المحرك.

٢١. مستخدما جهاز الأوميتر قم بما يلي:

- افحص الاتصال ما بين بداية ونهاية كل طور
- افحص وجود أو عدم وجود اتصال بين ملفات الأطوار المختلفة الثلاثة

٢٢. تركيب المحرك.

٢٣. صل أطراف المحرك على بتوصيل ستار(نجمة). وشغله وقس تياره وسرعته وقارن القيم التي حصلت عليها بالقيم المدونة على لوحة بيانات المحرك.

٢٤. قياس التيار المسحوب من المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك.

٢٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يفك ويجمع المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.			
٣	إعادة لف محرك ٢٤ مجرى ٤ أقطاب			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف وكيفية لفه.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٧: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجرى ٤ أقطاب يحتاج إلى إعادة لف.

ينبغي على المتدرب عمل التالي في زمن قدرة ٢ ساعة:

- فك المحرك
- أخذ البيانات الخارجية للمحرك
- أخذ البيانات الداخلية للمحرك
- إعادة لف الملفات
- إعادة تجميع المحرك
- اختبار المحرك بعد التجميع

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجري رباعي الأقطاب لف متداخل

تدريب رقم	١١	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهارات لف المحرك والخطوات الحسابية للف
- اكتساب مهارة الرسم الانفرادي

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	سلك نحاس معزول بالورنيش
جهاز تاكوميتر رقمي لقياس سرعه المحرك	عازل برسبان بلاستك سمك 0.2 mm, 0.35 mm
مقص ورق كبير وصغير	مكرونة عازله سمك 1mm, 3mm لونين
جهاز مايكرومتر لقياس قطر السلك	أسلاك شعيرات 1.5 mm – قصدير خيط دوباره
قدمه لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	

جدول رقم ٢٨: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

ملفات العضو الساكن لمحرك كهربائي ثلاثي الأوجه (الأطوار) عدد مجاريه ٢٤ مجرى، وعدد أقطابه (٤)، لف متداخل. طبقة واحدة، المطلوب:

تنفيذ الخطوات الحسابية لعملية اللف.

- الرسم الانفرادي
- إعادة لف المحرك

العمليات الحسابية للف:

١. بما أن اللف جانب واحد بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times \text{عدد المجاري}$$

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times 24 = 12$$

٢. لتحديد السرعة (وتقاس بعدد اللفات في الدقيقة "RPM"):

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times 2 \times 60}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{السرعة} = \frac{50 \times 2 \times 60}{4}$$

$$\text{السرعة} = 1500 \text{ لفة في الدقيقة}$$

٣. لتحديد عدد الأقطاب = ٤ قطب

٤. لتحديد عدد المجاري لكل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{24}{4} = 6$$

٥. لتحديد عدد المجاري لكل وجه:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{24}{3} = 8$$

٦. لتحديد عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{24}{3 \times 4} = 2$$

٧. خطوة اللف:

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{خطوة اللف} = \frac{24}{4} = 6$$

٨. لتحديد عدد المجموعات:

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الاوجه}}{2}$$

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{4 \times 3}{2} = 6$$

٩. لتحديد الدرجة الكهربائية:

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times 4}{24} = 30$$

١٠. لتحديد الزاوية الكهربائية:

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{\text{الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{30} = 4$$

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٣. فك المحرك حسب ما تدربت في التدريب رقم ٢.
٤. ودون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك).
٥. اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات أطراف المحرك باستخدام الإزميل والمطرقة مراعيا عدم إتلاف صفائح العضو الساكن للمحرك.
٦. دون المعلومات التالية من الملفات أثناء عملية تنظيف المحرك من بقايا الملفات والورق العازل:
   - طريقة اللف.
   - طريقة توصيل الأطوار ستار أو دلتا أو ستار دلتا.
   - عدد الطبقات.
   - عدد الملفات الكلية.
   - عدد الملفات لكل طور.
   - عدد المجموعات.
   - طول وعرض وسماكة الورق العازل.

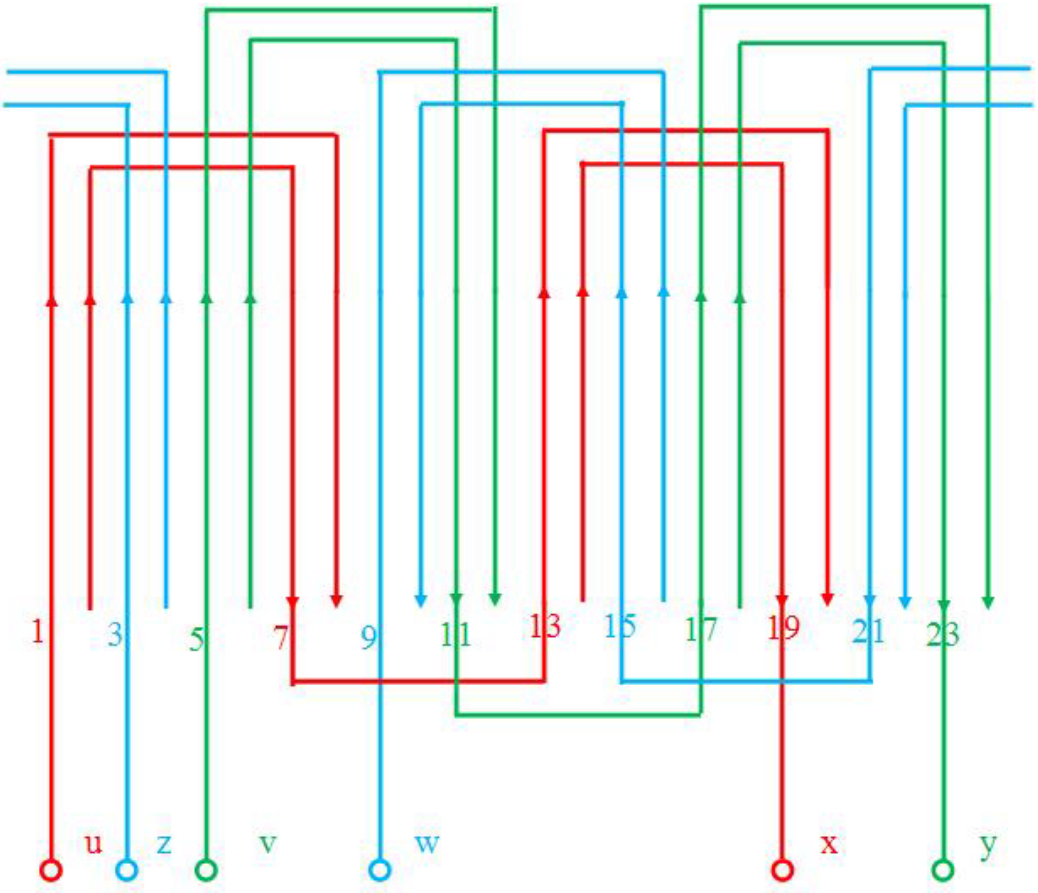
- عدد الأقطاب.
- قطر السلك.

٧. نظف المجاري من الأسلاك وذلك بطرد الملفات من المجاري بوساطة سنبك طرد وشاكوش الحديد مع سحبها بالزرادية

٨. قس قطر سلك اللف المستخدم في لف المحرك القديم بالميكروميتر.

٩. ارسم الرسم الانفرادي لملفات المحرك كاملا، الشكل التالي يبين الرسم الانفرادي لملفات الطور الأول.

الرسم الانفرادي للملفات



شكل رقم ٩٢: الرسم الانفرادي

١٠. نظف المجاري من الورق العزل القديم وبقايا الورنيش بوساطة نصله منشار.

١١. قص الورق العازل لعزل مجاري المحرك بواسطة مقص الورق بحسب عدد مجاري المحرك.

١٢. قص ورق عزل الأغطية من الورق نفسه بطول المجاري وبعرض مناسب لتغطية الملفات بعد إسقاطها في المجاري.

١٣. أعمل شبلونة اللف من سلك لف مورنش يحدد بوساطتها مقاسات الملفات.

١٤. لف ملفات الأطوار الثلاث حسب عدد وقطر السلك ونوع اللف متداخل.

١٥. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٦. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٧. أسقط ملفات مجموعات الطور الثاني والثالث.

١٨. أعزل ما بين ملفات الأطوار وأربطها بوساطة خيط تربيط من الجهة المخالفة لجهة خروج الأسلاك.

١٩. اعزل ما بين ملفات الأطوار من جهة خروج الأسلاك وصل أسلاك المجموعات كما في الرسم الانفرادي للملفات.

٢٠. وصل مجموعات الطور الثاني والطور الثالث وأربطها بخيط التربيط. مستخرجا منها ستة أطراف توصل على لوحة توصيل أسلاك المحرك.

٢١. مستخدما جهاز الأوميتر قم بما يلي:

- افحص الاتصال ما بين بداية ونهاية كل طور
- افحص وجود أو عدم وجود اتصال بين ملفات الأطوار المختلفة الثلاثة

٢٢. تركيب المحرك.

٢٣. صل أطراف المحرك على بتوصيل ستار(نجمة). وشغله وقس تياره وسرعته وقارن القيم التي حصلت عليها بالقيم المدونة على لوحة بيانات المحرك.

٢٤. قياس التيار المسحوب من المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك.

٢٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يفك ويجمع المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.			
٣	إعادة لف محرك ٢٤ مجرى ٤ أقطاب لف متداخل			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف وكيفية لفه.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٩: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه ٢٤ مجرى أربعة أقطاب متداخل يحتاج إلى إعادة لف.

ينبغي على المتدرب عمل التالي في زمن قدرة ٢ ساعة:

- فك المحرك
- أخذ البيانات الخارجية للمحرك
- أخذ البيانات الداخلية للمحرك
- إعادة لف الملفات
- إعادة تجميع المحرك
- اختبار المحرك بعد التجميع

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٣٦ مجري ٦ أقطاب لف متداخل

تدريب رقم	١٢	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهارات لف المحرك والخطوات الحسابية للف
- اكتساب مهارة الرسم الانفرادي

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	سلك نحاس معزول بالورنيش
جهاز تاكوميتر رقمي لقياس سرعه المحرك	عازل برسبان بلاستك سمك 0.2 mm, 0.35 mm
مقص ورق كبير وصغير	مكرونة عازله سمك 1mm, 3mm لونين
جهاز مايكرومتر لقياس قطر السلك	أسلاك شعيرات 1.5 mm – قصدير خيط دوباره
قدمه لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	

جدول رقم ٣٠: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

ملفات العضو الساكن لمحرك كهربائي ثلاثي الأوجه (الأطوار) عدد مجاريه ٣٦ مجرى، وعدد أقطابه (٦)، لف متداخل، والمحرك ملفوف طبقة واحدة، المطلوب:

تنفيذ الخطوات الحسابية لعملية اللف.

- الرسم الانفرادي
- إعادة لف المحرك

العمليات الحسابية للف:

١. بما أن اللف جانب واحد بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times \text{عدد المجاري}$$

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times 36 = 18$$

٢. لتحديد السرعة (وتقاس بعدد اللفات في الدقيقة "RPM"):

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times 2 \times 60}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{السرعة} = \frac{50 \times 2 \times 60}{6}$$

$$\text{السرعة} = 1000 \text{ لفة في الدقيقة}$$

٣. لتحديد عدد الأقطاب = ٦ قطب

٤. لتحديد عدد المجاري لكل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{36}{6} = 6$$

٥. لتحديد عدد المجاري لكل وجه:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{36}{3} = 12$$

٦. لتحديد عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{36}{3 \times 6} = 2$$

٧. خطوة اللف:

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{خطوة اللف} = \frac{36}{6} = 6$$

٨. لتحديد عدد المجموعات:

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الاوجه}}{2}$$

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{6 \times 3}{2} = 9$$

٩. لتحديد الدرجة الكهربائية:

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times 180}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{6 \times 180}{36} = 30$$

١٠. لتحديد الزاوية الكهربائية:

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{\text{الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{30} = 4$$

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٣. فك المحرك حسب ما تدربت في التدريب رقم ٢.
٤. ودون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك).
٥. اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات أطراف المحرك باستخدام الإزميل والمطرقة مراعيا عدم إتلاف صفائح العضو الساكن للمحرك.
٦. دون المعلومات التالية من الملفات أثناء عملية تنظيف المحرك من بقايا الملفات والورق العازل:
   - طريقة اللف.
   - طريقة توصيل الأطوار ستار أو دلتا أو ستار دلتا.
   - عدد الطبقات.
   - عدد الملفات الكلية.
   - عدد الملفات لكل طور.
   - عدد المجموعات.
   - طول وعرض وسماكة الورق العازل.

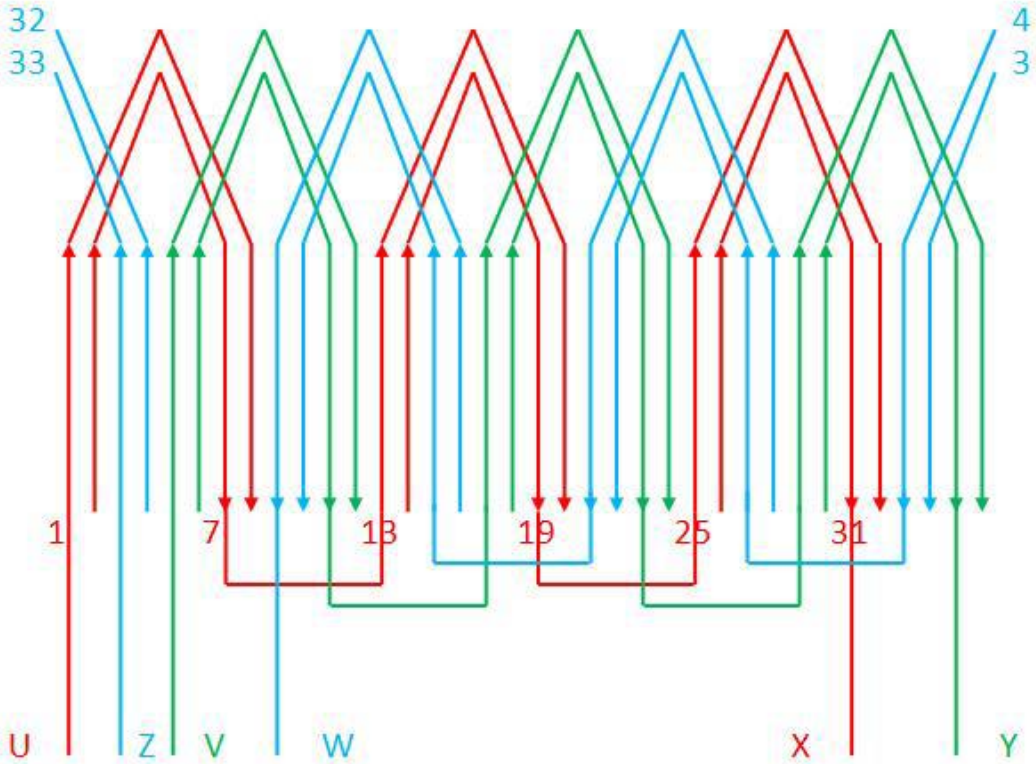
- عدد الأقطاب.
- قطر السلك.

٧. نظف المجاري من الأسلاك وذلك بطرد الملفات من المجاري بوساطة سنبك طرد وشاكوش الحديد مع سحبها بالزرادية

٨. قس قطر سلك اللف المستخدم في لف المحرك القديم بالميكروميتر.

٩. ارسم الرسم الانفرادي لملفات المحرك كاملا، الشكل التالي يبين الرسم الانفرادي لملفات الطور الأول.

الرسم الانفرادي للملفات



شكل رقم ٩٣: الرسم الانفرادي

١٠. نظف المجاري من الورق العزل القديم وبقايا الورنيش بوساطة نصله منشار.

١١. قص الورق العازل لعزل مجاري المحرك بواسطة مقص الورق بحسب عدد مجاري المحرك.

١٢. قص ورق عزل الأغطية من الورق نفسه بطول المجاري وبعرض مناسب لتغطية الملفات بعد إسقاطها في المجاري.

١٣. أعمل شبلونة اللف من سلك لف مورنش يحدد بوساطتها مقاسات الملفات.

١٤. لف ملفات الأطوار الثلاث حسب عدد وقطر السلك ونوع اللف متداخل.

١٥. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٦. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٧. أسقط ملفات مجموعات الطور الثاني والثالث.

١٨. أعزل ما بين ملفات الأطوار وأربطها بوساطة خيط تربيط من الجهة المخالفة لجهة خروج الأسلاك.

١٩. اعزل ما بين ملفات الأطوار من جهة خروج الأسلاك وصل أسلاك المجموعات كما في الرسم الانفرادي للملفات.

٢٠. وصل مجموعات الطور الثاني والطور الثالث وأربطها بخيط التربيط. مستخرجا منها ستة أطراف توصل على لوحة توصيل أسلاك المحرك.

٢١. مستخدما جهاز الأوميتر قم بما يلي:

- افحص الاتصال ما بين بداية ونهاية كل طور
- افحص وجود أو عدم وجود اتصال بين ملفات الأطوار المختلفة الثلاثة

٢٢. تركيب المحرك.

٢٣. صل أطراف المحرك على بتوصيل ستار(نجمة). وشغله وقس تياره وسرعته وقارن القيم التي حصلت عليها بالقيم المدونة على لوحة بيانات المحرك.

٢٤. قياس التيار المسحوب من المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك.

٢٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يفك ويجمع المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.			
٣	إعادة لف محرك ٣٦ مجرى ٦ أقطاب			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف وكيفية لفه.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣١: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه ٣٦ مجرى ٦ أقطاب يحتاج إلى إعادة لف.

ينبغي على المتدرب عمل التالي في زمن قدرة ٢ ساعة:

- فك المحرك
- أخذ البيانات الخارجية للمحرك
- أخذ البيانات الداخلية للمحرك
- إعادة لف الملفات
- إعادة تجميع المحرك
- اختبار المحرك بعد التجميع

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٣٦ مجري السرعة ١٥٠٠ لفة في الدقيقة - لف متداخل

تدريب رقم	١٣	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهارات لف المحرك والخطوات الحسابية للف
- اكتساب مهارة الرسم الانفرادي

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	سلك نحاس معزول بالورنيش
جهاز تاكوميتر رقمي لقياس سرعه المحرك	عازل برسبان بلاستك سمك 0.2 mm, 0.35 mm
مقص ورق كبير وصغير	مكرونة عازله سمك 1mm, 3mm لونين
جهاز مايكرومتر لقياس قطر السلك	أسلاك شعيرات 1.5 mm – قصدير خيط دوباره
قدمه لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	

جدول رقم ٣٢: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

ملفات العضو الساكن لمحرك كهربائي ثلاثي الأوجه (الأطوار) عدد مجاريه ٣٦ مجرى، سرعته ١٥٠٠ لفة في الدقيقة، والمحرك ملفوف بشكل متداخل، المطلوب:

تنفيذ الخطوات الحسابية لعملية اللف.

- الرسم الانفرادي
- إعادة لف المحرك

العمليات الحسابية للف:

١. بما أن اللف جانب واحد بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times \text{عدد المجاري}$$

$$\text{عدد الملفات} = \frac{1}{2} \times 36 = 18$$

٢. لتحديد عدد الأقطاب:

$$\text{عدد الأقطاب} = \frac{\text{التردد} \times 2 \times 60}{\text{السرعة}}$$

$$\text{عدد الأقطاب} = \frac{50 \times 2 \times 60}{1500}$$

$$\text{عدد الاقطاب} = 4 \text{ قطب}$$

٣. لتحديد عدد المجاري لكل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{36}{4} = 9$$

٤. لتحديد عدد المجاري لكل وجه:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{36}{3} = 12$$

٥. لتحديد عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{36}{3 \times 4} = 4$$

٦. خطوة اللف:

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{خطوة اللف} = \frac{36}{4} = 9$$

٧. لتحديد عدد المجموعات:

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الاوجه}}{2}$$

$$\text{عدد المجموعات} = \frac{4 \times 3}{2} = 6$$

٨. لتحديد الدرجة الكهربائية:

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times 4}{36} = 20$$

٩. لتحديد الزاوية الكهربائية:

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{\text{الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{20} = 6$$

أي أن خطوة اللف القطبية ١-٩

١٠. توزيع ملفات الأطوار لمجاري المحرك:

توزيع ملفات الوجه (الطور) الأول

- (م١) ١-٩ ، ٢-٨ ، ٣-٧
- (م٢) ١٠-١٨ ، ١١-١٧ ، ١٢-١٦
- (م٣) ١٩-٢٧ ، ٢٠-٢٦ ، ٢١-٢٥
- (م٤) ٢٨-٣٦ ، ٢٩-٣٥ ، ٣٠-٣٤

توزيع ملفات الوجه (الطور) الثاني

- (م١) ٧-١٥، ٨-١٤ ، ٩-١٣
- (م٢) ١٦-٢٤ ، ١٧-٢٣ ، ١٨-٢٢
- (م٣) ٢٥-٣٣ ، ٢٦-٣٢ ، ٢٧-٣١
- (م٤) ٣٤-٦ ، ٣٥-٥ ، ٣٦-٤

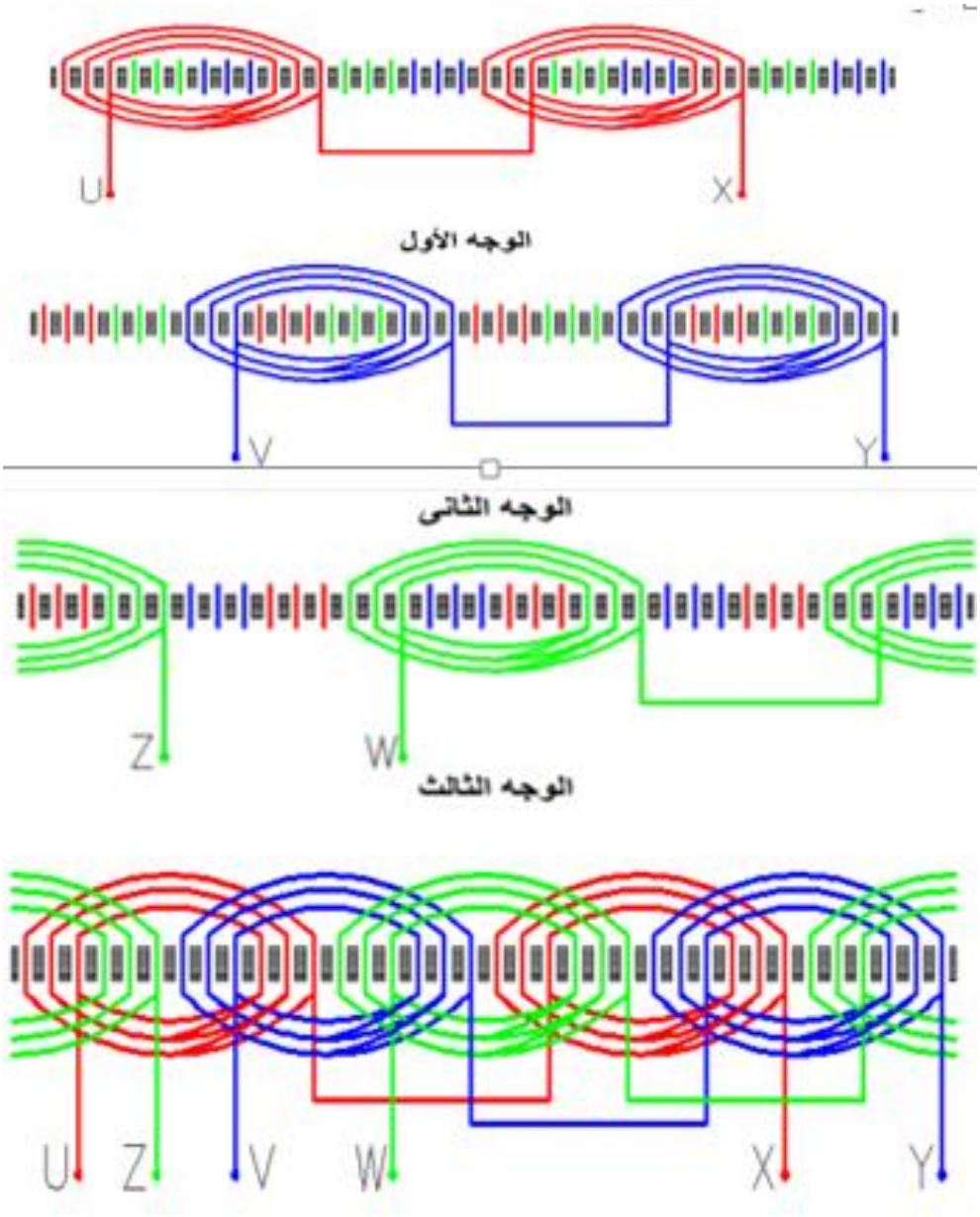
توزيع ملفات الوجه (الطور) الثالث

- (م١) ١٣-٢١ ، ١٤-٢٠ ، ١٥-١٩
- (م٢) ٢٢-٣٠ ، ٢٣-٢٩ ، ٢٤-٢٨
- (م٣) ٣١-٣ ، ٣٢-٢ ، ٣٣-١
- (م٤) ٤-١٢ ، ٥-١١ ، ٦-١٠

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٣. فك المحرك حسب ما تدربت في التدريب رقم ٢.
٤. ودون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك).
٥. اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات أطراف المحرك باستخدام الإزميل والمطرقة مراعيا عدم إتلاف صفائح العضو الساكن للمحرك.
٦. دون المعلومات التالية من الملفات أثناء عملية تنظيف المحرك من بقايا الملفات والورق العازل:
   - طريقة اللف.
   - طريقة توصيل الأطوار ستار أو دلتا أو ستار دلتا.
   - عدد الطبقات.
   - عدد الملفات الكلية.
   - عدد الملفات لكل طور.
   - عدد المجموعات.
   - طول وعرض وسماكة الورق العازل.
   - عدد الأقطاب.
   - قطر السلك.
٧. نظف المجاري من الأسلاك وذلك بطرد الملفات من المجاري بوساطة سنبك طرد وشاكوش الحديد مع سحبها بالزرادية
٨. قس قطر سلك اللف المستخدم في لف المحرك القديم بالميكروميتر.
٩. ارسم الرسم الانفرادي لملفات المحرك كاملا، الشكل التالي يبين الرسم الانفرادي لملفات الطور الأول.

الرسم الانفرادي للملفات



شكل رقم ٩٤: الثلاثة أوجه

١٠. نظف المجاري من الورق العزل القديم وبقايا الورنيش بوساطة نصله منشار.

١١. قص الورق العازل لعزل مجاري المحرك بواسطة مقص الورق بحسب عدد مجاري المحرك.

١٢. قص ورق عزل الأغطية من الورق نفسه بطول المجاري وبعرض مناسب لتغطية الملفات بعد إسقاطها في المجاري.

١٣. أعمل شبلونة اللف من سلك لف مورنش يحدد بوساطتها مقاسات الملفات.

١٤. لف ملفات الأطوار الثلاث حسب عدد وقطر السلك ونوع اللف متداخل.

١٥. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٦. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٧. أسقط ملفات مجموعات الطور الثاني والثالث.

١٨. أعزل ما بين ملفات الأطوار وأربطها بوساطة خيط تربيط من الجهة المخالفة لجهة خروج الأسلاك.

١٩. اعزل ما بين ملفات الأطوار من جهة خروج الأسلاك وصل أسلاك المجموعات كما في الرسم الانفرادي للملفات.

٢٠. وصل مجموعات الطور الثاني والطور الثالث وأربطها بخيط التربيط. مستخرجا منها ستة أطراف توصل على لوحة توصيل أسلاك المحرك.

٢١. مستخدما جهاز الأوميتر قم بما يلي:

- افحص الاتصال ما بين بداية ونهاية كل طور
- افحص وجود أو عدم وجود اتصال بين ملفات الأطوار المختلفة الثلاثة

٢٢. تركيب المحرك.

٢٣. صل أطراف المحرك على بتوصيل ستار(نجمة). وشغله وقس تياره وسرعته وقارن القيم التي حصلت عليها بالقيم المدونة على لوحة بيانات المحرك.

٢٤. قياس التيار المسحوب من المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك.

٢٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يفك ويجمع المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.			
٣	إعادة لف محرك ٣٦ مجرى ٤ أقطاب			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف وكيفية لفه.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣٣: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه ٣٦ مجرى ٤ أقطاب يحتاج إلى إعادة لف.

ينبغي على المتدرب عمل التالي في زمن قدرة ٢ ساعة:

- فك المحرك
- أخذ البيانات الخارجية للمحرك
- أخذ البيانات الداخلية للمحرك
- إعادة لف الملفات
- إعادة تجميع المحرك
- اختبار المحرك بعد التجميع

إعادة لف محرك ثلاثي الأوجه ١٢ مجرى – ٤ قطب بطريقة (الملفات الكاملة)جانبين بالمجرى

تدريب رقم	١٤	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهارات لف المحرك والخطوات الحسابية للف
- اكتساب مهارة الرسم الانفرادي

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	سلك نحاس معزول بالورنيش
جهاز تاكوميتر رقمي لقياس سرعه المحرك	عازل برسبان بلاستك سمك 0.2 mm, 0.35 mm
مقص ورق كبير وصغير	مكرونة عازله سمك 1mm, 3mm لونين
جهاز مايكرومتر لقياس قطر السلك	أسلاك شعيرات 1.5 mm – قصدير خيط دوباره
قدمه لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	

جدول رقم ٣٤: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

محرك تيار متغير ثلاثي الأوجه يحتوي عضوه الثابت على ١٢ مجرى – ٤ قطب المطلوب رسم انفراد للف لهذا المحرك بطريقة (الملفات الكاملة) جانبين بالمجرى، المطلوب:

تنفيذ الخطوات الحسابية لعملية اللف.

- الرسم الانفرادي
- إعادة لف المحرك

العمليات الحسابية للف:

١. بما أن اللف جانبين بالمجرى

$$\text{عدد الملفات} = \text{عدد المجاري}$$

$$\text{عدد الملفات} = 12$$

٢. لتحديد السرعة (وتقاس بعدد اللفات في الدقيقة "RPM"):

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times 2 \times 60}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{السرعة} = \frac{50 \times 2 \times 60}{4}$$

$$\text{السرعة} = 1500 \text{ لفة في الدقيقة}$$

٣. لتحديد عدد الأقطاب = ٤ قطب

٤. لتحديد عدد المجاري لكل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{12}{4} = 3$$

٥. لتحديد عدد المجاري لكل وجه:

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل قطب} = \frac{12}{3} = 4$$

٦. لتحديد عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب:

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}}$$

$$\text{عدد المجاري لكل وجه تحت كل قطب} = \frac{12}{3 \times 4} = 1$$

٧. خطوة اللف:

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{خطوة اللف} = \frac{12}{4} = 3$$

٨. لتحديد عدد المجموعات:

$$\text{عدد المجموعات} = \text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الاوجه}$$

$$\text{عدد المجموعات} = 4 \times 3 = 12$$

٩. لتحديد الدرجة الكهربائية:

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times \text{عدد الأقطاب}}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{الدرجة الكهربائية} = \frac{180 \times 4}{12} = 60$$

١٠. لتحديد الزاوية الكهربائية:

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{\text{الدرجة الكهربائية}}$$

$$\text{الزاوية الكهربائية} = \frac{120}{60} = 2$$

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٣. فك المحرك حسب ما تدربت في التدريب رقم ٢.
٤. ودون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك).
٥. اقطع الملفات من الجهة المعاكسة لخروج نهايات أطراف المحرك باستخدام الإزميل والمطرقة مراعيا عدم إتلاف صفائح العضو الساكن للمحرك.
٦. دون المعلومات التالية من الملفات أثناء عملية تنظيف المحرك من بقايا الملفات والورق العازل:
   - طريقة اللف.
   - طريقة توصيل الأطوار ستار أو دلتا أو ستار دلتا.
   - عدد الطبقات.
   - عدد الملفات الكلية.
   - عدد الملفات لكل طور.
   - عدد المجموعات.
   - طول وعرض وسماكة الورق العازل.
   - عدد الأقطاب.

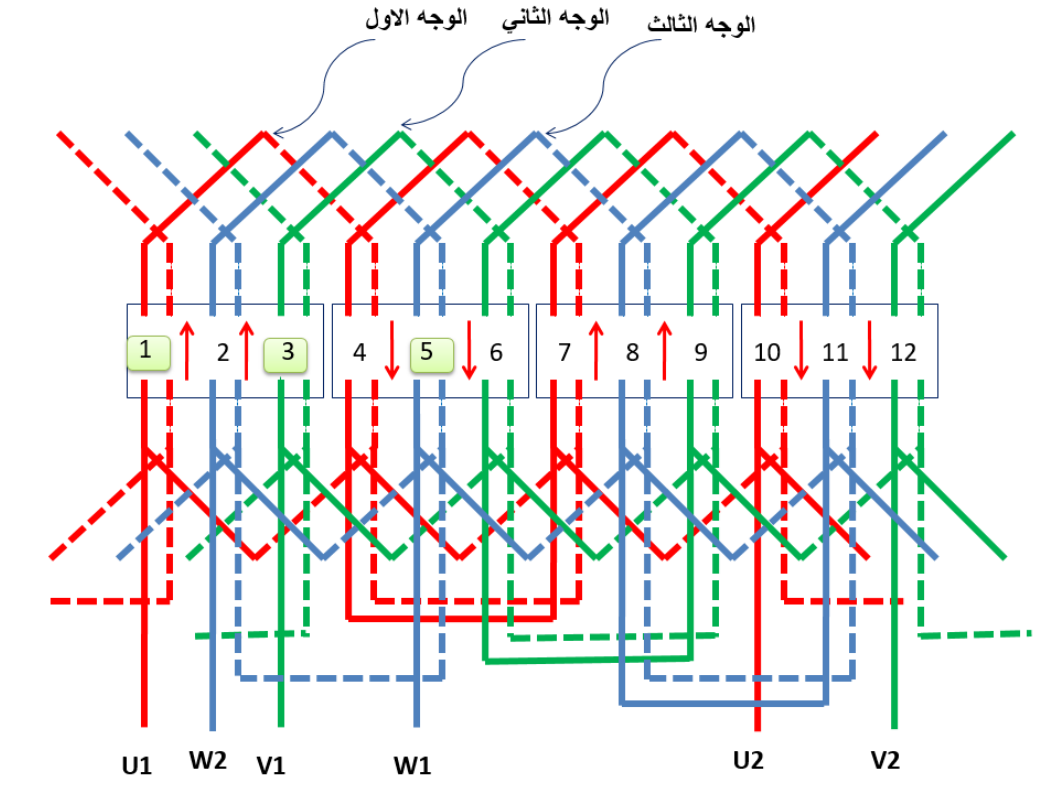
- قطر السلك.

٧. نظف المجاري من الأسلاك وذلك بطرد الملفات من المجاري بوساطة سنبك طرد وشاكوش الحديد مع سحبها بالزرادية

٨. قس قطر سلك اللف المستخدم في لف المحرك القديم بالميكروميتر.

٩. ارسم الرسم الانفرادي لملفات المحرك كاملا، الشكل التالي يبين الرسم الانفرادي لملفات الطور الأول.

الرسم الانفرادي للملفات



شكل رقم ٩٥: الثلاثة أوجه

١٠. نظف المجاري من الورق العزل القديم وبقايا الورنيش بوساطة نصله منشار.

١١. قص الورق العازل لعزل مجاري المحرك بواسطة مقص الورق بحسب عدد مجاري المحرك.

١٢. قص ورق عزل الأغطية من الورق نفسه بطول المجاري وبعرض مناسب لتغطية الملفات بعد إسقاطها في المجاري.

١٣. أعمل شبلونة اللف من سلك لف مورنش يحدد بوساطتها مقاسات الملفات.

١٤. لف ملفات الأطوار الثلاث حسب عدد وقطر السلك ونوع اللف متداخل.

١٥. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٦. ابدأ بإسقاط ملفات مجموعات الطور الأول واعزلها بورق العزل.

١٧. أسقط ملفات مجموعات الطور الثاني والثالث.

١٨. أعزل ما بين ملفات الأطوار وأربطها بوساطة خيط تربيط من الجهة المخالفة لجهة خروج الأسلاك.

١٩. اعزل ما بين ملفات الأطوار من جهة خروج الأسلاك وصل أسلاك المجموعات كما في الرسم الانفرادي للملفات.

٢٠. وصل مجموعات الطور الثاني والطور الثالث وأربطها بخيط التربيط. مستخرجا منها ستة أطراف توصل على لوحة توصيل أسلاك المحرك.

٢١. مستخدما جهاز الأوميتر قم بما يلي:

- افحص الاتصال ما بين بداية ونهاية كل طور
- افحص وجود أو عدم وجود اتصال بين ملفات الأطوار المختلفة الثلاثة

٢٢. تركيب المحرك.

٢٣. صل أطراف المحرك على بتوصيل ستار(نجمة). وشغله وقس تياره وسرعته وقارن القيم التي حصلت عليها بالقيم المدونة على لوحة بيانات المحرك.

٢٤. قياس التيار المسحوب من المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك.

٢٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يفك ويجمع المحرك الحثي ثلاثي الأوجه.			
٣	إعادة لف محرك ١٢ مجرى ٤ أقطاب جانبين			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف وكيفية لفه.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣٥: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك حثي ثلاثي الأوجه ١٢ مجرى ٤ أقطاب - جانبين يحتاج إلى إعادة لف.

ينبغي على المتدرب عمل التالي في زمن قدرة ٢ ساعة:

- فك المحرك
- أخذ البيانات الخارجية للمحرك
- أخذ البيانات الداخلية للمحرك
- إعادة لف الملفات
- إعادة تجميع المحرك
- اختبار المحرك بعد التجميع

اختبار المحرك ثلاثي الأوجه بعد اللف			
تدريب رقم	١٥	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- التعرف على الأدوات اللازمة لعمليه الاختبار.
- اكتساب المتدرب مهاره اختبار المحرك بعد اللف.

متطلبات التدريب

الأجهزة	المعدات والخامات
جهاز قياس جهد وتيار متردد	سلك نحاس معزول بالورنيش
جهاز تاكوميتر رقمي لقياس سرعه المحرك	
مصدر تيار مستمر	
بوصله مغناطيسيه	
محرك حثي ثلاثي الأوجه	

جدول رقم ٣٦: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

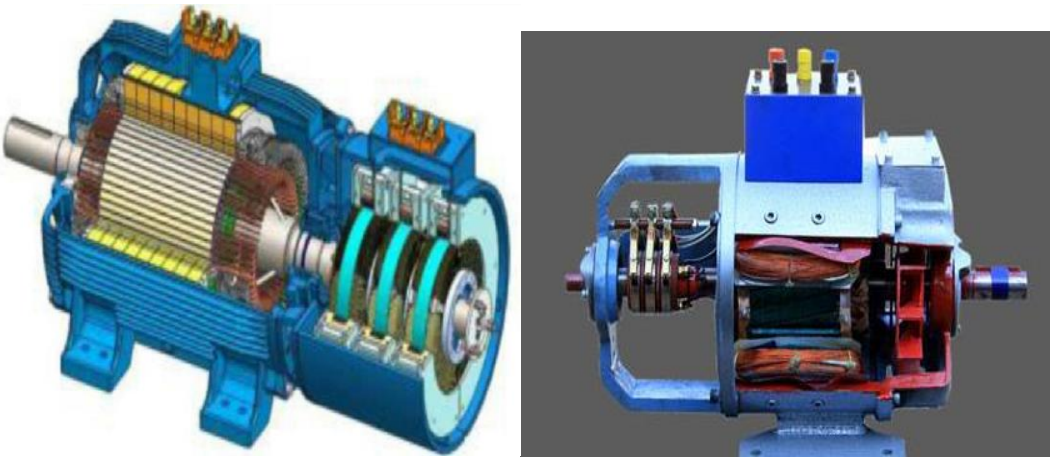
تعد عملية اختبار المحرك بعد اللف من العمليات الأساسية وتتكون من:

١. اختبار التماس الأرضي.
٢. اختبار تماس ملفات الأوجه المختلفة مع بعضها البعض.
٣. اختبار الدائرة المفتوحة.
٤. اختبار عكس توصيل المجموعات.
٥. اختبار عكس توصيل ملف من ملفات المجموعة للمجموعات الأطوار الثلاثة.
٦. اختبار قصور الدائرة.
٧. اختبار سرعة المحرك.

خطوات تنفيذ التجربة

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزه الأفوميتر (AVO) وجهاز التاكوميتر وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.

٣. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).



شكل رقم ٩٦: محرك بعد اللف

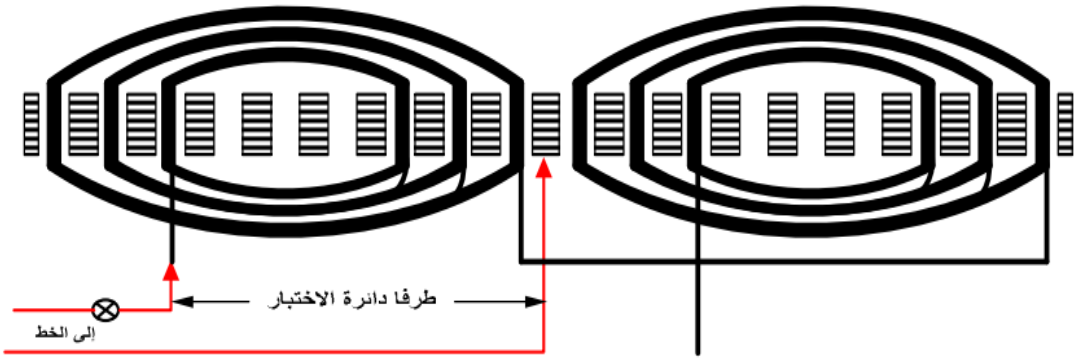
٤. اختبار التماس الأرضي:

أ. باستخدام المفاتيح المناسبة تأكد من فك جسور (Jumpers) ربط نهايات ملفات المحرك على لوحة توصيل المحرك.

ب. افحص مستخدما جهاز الأوميتر وجود قصر (Short Circuit) ارضي بين بدايات ونهايات الملفات وجسم المحرك، عن طريق وضع أحد أطراف جهاز القياس إلى جسم المحرك والطرف الأخر إلى الطرف الأول U1 وتأكد من عدم وجود اتصال ثم انتقل إلى الطرف الثاني V1 ثم إلى الطرف الثالـــث W1 ودون القيم التي حصلت عليها.

ج. افصل وصلات مجموعة الملف المتماس لتحديد المجموعة التي يوجد بها التماس.

د. حدد الملف المتماس واعمل على عزله عن جسم المحرك أن أمكن ذلك أو تعاد عملية اللف في حال فشل العزل.



طريقة اختبار التماس الأرضى

شكل رقم ٩٧: اختبار التماس مع الأرضي

٥. اختبار تماس ملفات الأوجه المختلفة مع بعضها البعض:

أ. ضع تدريج قياس جهاز الأوميتر على قيمة عالية وافحص بين الأوجه المختلفة وتأكد من عدم إعطاء قراءة للتأكد من وجود أو عدم وجود تماس.

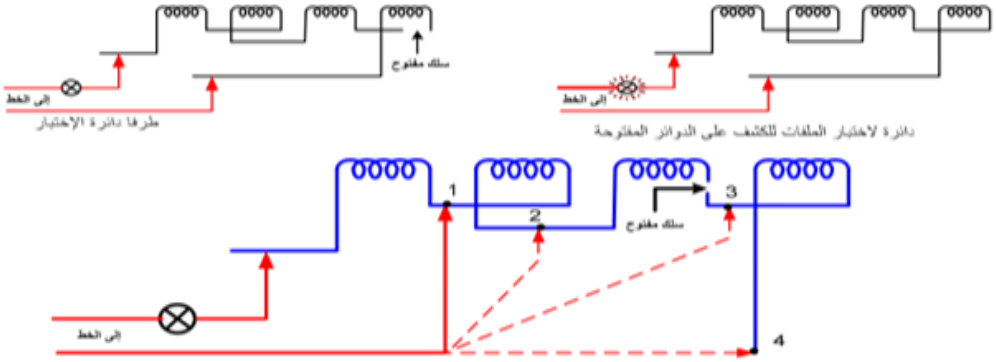
ب. حدد الأوجه المتماسة واعمل على فصلها.

٦. اختبار الدائرة المفتوحة.

أ. افحص الدوائر المفتوحة باستخدام جهاز الأوميتر افحص بداية ونهاية ملفات الطور الأول (U1-U2)، وبداية ونهاية الطور الثاني (V1-V2)، وبداية ونهاية الطور الثالث (W1-W2) لتحديد الملفات المفتوحة الشكل التالي.

ب. افصل وصلات مجموعات الطور لتحديد المجموعة التي يوجد بها فتح في الدائرة

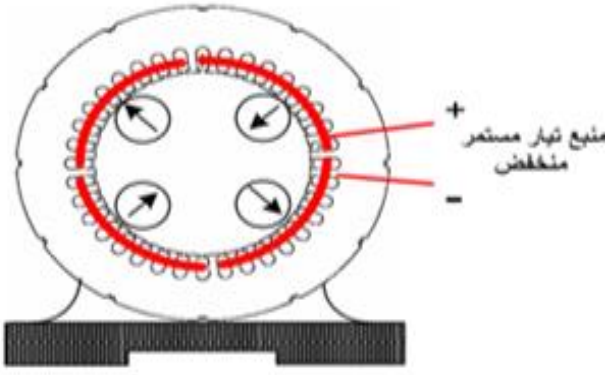
ج. حدد الملف الذي يوجد به فتح واعد توصيله بالشكل المناسب



شكل رقم ٩٨: اختبار الدائرة المفتوحة

٧. اختبار عكس توصيل المجموعات:

أ. صل أحد أطراف مصدر جهد التيار المستمر إلى نقطة توصيل النجمة - بعد وصل أطراف المحرك بطريقة النجمة - ثم صل الطرف الثاني ببداية ملفات الطور الأول U1 الشكل (١) ثم وباستخدام بوصلة نحركها داخل العضو الثابت بين مجموعات ملفات الطور لتحديد قطبية كل مجموعة وتأكد من حركة البوصلة حسب طريقة توصيل الملفات للتأكد من القطبية.



شكل رقم ٩٩: اختبار عكس المجموعات

ب. كرر العملية بوصل الطرف الثاني من مصدر جهد التيار المستمر إلى بداية ملفات الطور الثاني وافحص قطبية مجموعات الطور باستخدام البوصلة، ثم كرر العملية مع الطور الثالث.

ج. اعد توصيل المجموعة المعكوسة بالطريقة الصحيحة.

٨. اختبار عكس توصيل ملف من ملفات المجموعة للمجموعات الأطوار الثلاثة.

أ. صل أحد أطراف مصدر الفولطية التيار المستمر إلى نقطة توصيل النجمة - بعد وصل أطراف المحرك بطريقة النجمة- ثم صل الطرف الثاني ببداية ملفات الطور الأول U1 وباستخدام بوصلة نحركها داخل العضو الساكن بين المجموعة الأولى للتأكد من أنها تعطي اتجاه وحركة واضحة ثم ننقل إلى مجموعات الطور الأخرى.

ب. كرر العملية مع مجموعات الطور الثاني ومع مجموعات الطور الثالث.

ج. فك وصلات الملف المعكوس واعد توصيله بالطريقة الصحيحة.

٩. اختبار قصور الدائرة.

أ. قم بتشغيل المحرك لفترة قصيرة من الزمن .

ب. باستخدام جهاز قياس التيار ذي الفكين قم بقياس شدة التيار الذي يسري في الأطوار المختلفة وتأكد من أنها متساوية وأنها اقل من قيمة التيار المسجلة على لوحة بيانات المحرك (كون المحرك يعمل بدون حمل).

١٠. قياس سرعة المحرك:

باستخدام جهاز التاكوميتر قم بقياس سرعة المحرك وتأكد من أنها اعلى من القيمة المسجلة على لوحة البيانات (كون المحرك يعمل بدون حمل) الشكل التالي.

١١. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	استخدام الأدوات المناسبة للاختبار			
٣	معرفه طرق اختبار المحركات بعد عمليه اللف			
٤	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣٧: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك كهربائي حثي ثلاثي الأوجه – تم إعادة لفه.

ينبغي على المتدرب اختبار المحرك الاختبارات التالية في زمن قدرة ٦٠ دقيقة:

- اختبار التماس الأرضي.
- اختبار تماس ملفات الأوجه المختلفة مع بعضها البعض.
- اختبار الدائرة المفتوحة.
- اختبار عكس توصيل المجموعات.
- اختبار عكس توصيل ملف من ملفات المجموعة للمجموعات الأطوار الثلاثة.
- اختبار قصور الدائرة.
- اختبار سرعة المحرك.

المصطلحات العلمية

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
آلات التيار المباشر (المستمر)	D.C machines
المنتج	Armature
رد فعل المنتج	Armature reaction
ملفات المنتج	Armature winding
اللف الإنطباقي	Lap winding
اللف التموجي	Wave winding
كراسي التحميل (البيل)	Bearings
فرشة كربونية (فحمة)	Carbon brush
هيكل	Yoke
رقائق أو صفائح	Laminations
مروحة	Fan
المبدل - موحد – عاكس	Commutator
أقطاب التعويض	Compensated type
محور التعادل المغناطيسي	Magnetic neutral axis
محرك التوالي	Series motor
محرك التوازي	Shunt motor
المحرك المركب	Compound motor
المحرك المركب التراكمي	Cumulative motor
المحرك المركب الفرقي	Differential motor
بادئ تشغيل محركات التوازي	D.C shunt motor starter
مولد التوالي	D.C series generator
مولد التوازي	D.C shunt generator
المولد المركب	D.C compound generator
مولد مركب طويل	Long compound generator
مولد مركب قصير	Short compound motor
مولدات الإثارة الذاتية	Self excited generator

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
مولدات ذات تغذية منفصلة	Separately excited generator
المفاقيد النحاسية	Copper losses
المفاقيد في آلات التيار المباشر	D.C machine losses
القوة الدافعة الكهربائية	Electrical force
المفاقيد الهستيرية	Hysteresis losses
المفاقيد الحديدية	Iron losses
المفاقيد الميكانيكية	Mechanical losses
الخاصية الميكانيكية	Mechanical characteristic
زيادة التيار	Over current
زيادة الجهد	Over voltage
المفاقيد الشاردة	Stray losses

قائمة المراجع

1. Giorgio Rizzoni. (2014) Principles and Applications of Electrical Engineering.
2. Augie Hand, Electric Motor Maintenance and Troubleshooting, 2nd Edition, 2011.
3. Jeffrey J. Keljik, Electricity 4: AC/DC Motors, Controls, and Maintenance 9th Edition, 2015.