مهنة الكهرباء الصناعية

الوحدة الرابعة

آلات التيار المستمر

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 ٢

تركيب آلات التيار المستمر ٤
أنواع مولدات التيار المستمر ٦
محركات التيار المستمر ٧
لوحة بيانات آلات التيار المستمر (المولدات والمحركات) Name Plate ٨
فك وتجميع واصلاح وصيانة آلات التيار المستمر (محركات ومولدات) ١٠
العدد اللازمة للورشة الآلات الكهربائية ولف المحركات ١٥
الخامات المستخدمة في لف المحركات الكهربية ٢٢
لف عضو الاستنتاج Armature Winding ٢٣
قواعد اللف - Rules of Winding ٢٤
ترتيب الملفات بمجاري عضو الاستنتاج ٢٥
تشخيص الأعطال لمولدات ومحركات التيار المستمر ٣٣

التدريبات العملية للوحدة ٣٦

١- قراءة لوحة بيانات آلات التيار المستمر ٤٢
٢- فك وتركيب آلات التيار المستمر واستخدام الأدوات اللازمة لعمليات الفك والتركيب ٤٥
٣- اختبار العضو الدوار ٥٠
٤- اعاده لف محرك تيار مستمر - أربعة أقطاب يحتوى عضو استنتاجه على ٨ مجرى وعضو التوحيد على عدد ٨ قطعة نحاسية ٥٤
٥- اعاده لف محرك تيار مستمر ذات أربعة أقطاب يحتوى عضو استنتاجه على ١٣ مجرى وعضو التوحيد على عدد ١٣ قطعة نحاسية ملفوف لفا تموجي بسيط ٥٩
٦- إختبار اللا حمل لمولدات التيار المستمر No-Load Test ٦٤
٧- منحني خواص الحمل للمولد منفصل التغذية Load Characteristics ٦٨
٨- منحني خواص السرعة مع العزم للمحرك منفصل التغذية Speed-Torque Characteristics ٧٢

المقدمة

تهدف هذه الوحدة إلى تنمية المعارف النظرية والمهارات العملية للمتدرب وإكسابه الخبرات اللازمة للتعامل مع محركات التيار المستمر 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

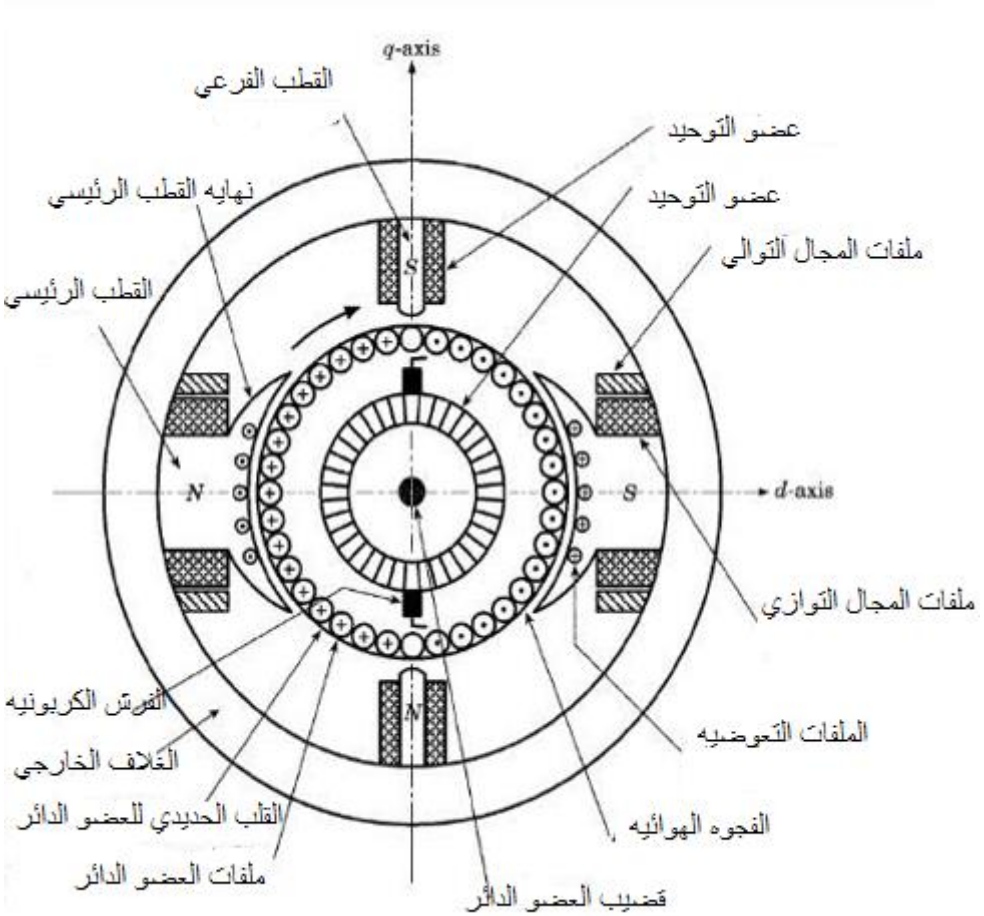
يات لحلول التعليم

المعارف النظرية للوحدة

آلات التيار المستمر

تركيب آلات التيار المستمر

آلة التيار المستمر هي آلة عاكسة أي أنها تستخدم كمولد أو كمحرك ولذلك فإن تركيب المولد أو المحرك واحد (متشابه) في آلات التيار المستمر.



شكل رقم ١: تركيب آلة التيار المستمر.

يوضح شكل السابق قطاع يبين تركيب آلة تيار مستمر وتتركب من:

١. **الهيكل الخارجي:** يصنع من الصلب المسبوك حيث يفضل عن الحديد الزهر لكبر معامل نفاذة المغناطيسي مما يجعل حجم الهيكل صغير عما إذا كان من الحديد الصلب كما أنه يمتاز عنه بخواصه الميكانيكية وفائدة الهيكل هي: حمل الأقطاب المغناطيسية التي تثبت به بواسطة مسامير رباط.

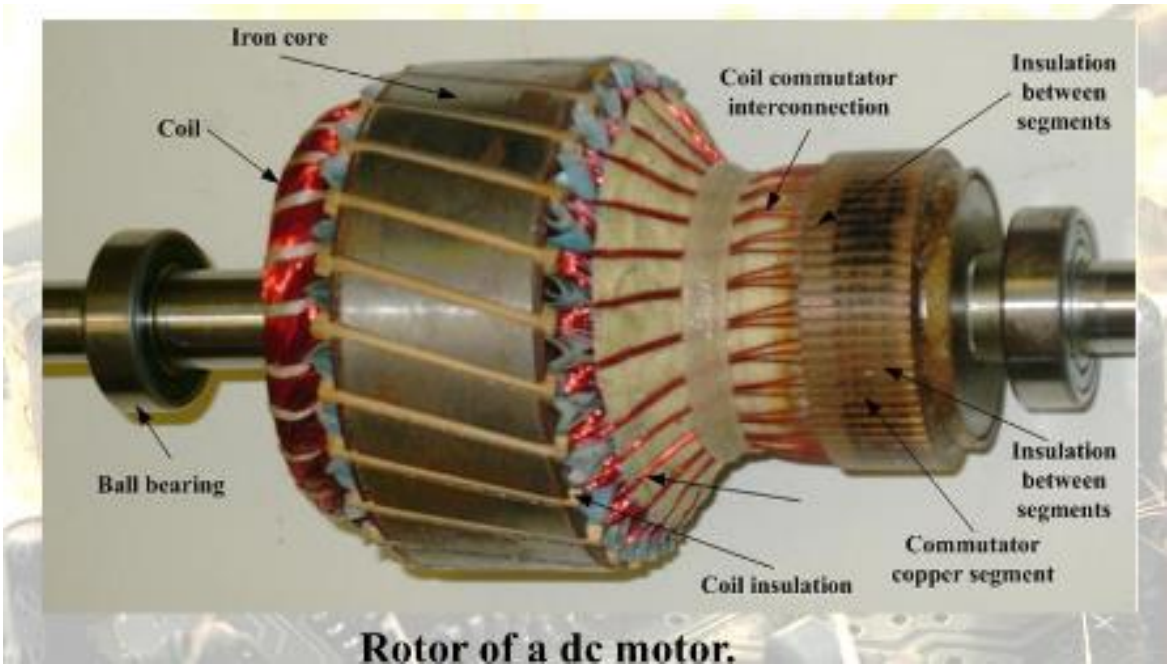
٢. **الأقطاب المغناطيسية:** وهي عبارة عن أقطاب مغناطيسية كهربية تتركب من القلب الحديدي الذي يصنع من **سبيكة** من الصلب السيلكوني وعلى هيئة رقائق معزولة عن بعضها لتقليل التيارات الإعصارية والتعويق المغناطيسي الناشئ عن تيار المنتج، ثم تجمع وتربط مع بعضها ثم تنتهي بحذاء القطب لتسهيل مرور وانتظام المجال المغناطيسي خلال الثغرة الهوائية، ثم تلف عليها ملفات

نحاسية معزولة عزلا جيدا ثم توصل هذه الملفات بالتوالي مع بعضها بحيث تعطي مجالا مغناطيسيا متعاقبا أي شمالي ثم جنوبي.

٣. **العضو الدوار ويتكون من:**

- **المنتج (عضو الاستنتاج):** ويصنع من رقائق من صلب المولدات على هيئة شرائح من الصلب السيلكوني معزولة عن بعضها (لتقليل التيارات الإعصارية والتخلف المغناطيسي) ويشكل بمحيطها الخارجي مجاري لوضع الموصلات النحاسية بعد عزلها ويتولد التيار الكهربي بالموصلات نتيجة حركة المنتج أما الأقطاب المغناطيسية ويكون التيار الناتج متردد نتجه لتبادل الأقطاب المغناطيسية. وشكل ٢ يوضح شكل عضو الاستنتاج.
- **عضو التوحيد:** ويتكون من أسطوانة نحاسية مكونة من قطاعات نحاسية معزولة عن بعضها وعن محور الدوران وتتصل هذه القطاعات مع أطراف ملفات المنتج. وفائدة عضو التوحيد هو توحيد التيار المتغير المستنتج في ملفات المنتج إلى تيار مستمر في المولد بينما يعكس اتجاه التيار في ملفات المنتج في المحرك.

٤. **الفرش الكربونية:** تصنع من الكربون المضغوط أو من النحاس الأحمر وتثبت على عضو التوحيد بواسطة بيت الفرشة المثبت على حامل الفرش بوجه المولد وبحيث تكون دائمة الاتصال بعضو التوحيد ولذلك يلزم أن يضغط عليها بواسطة ياى وأن يكون سطح التماس للفرش متماسكا جيدا بسطح عضو التوحيد لتجنب الشرارة التي تنتج نتيجة لعدم الاتصال الجيد مع عضو التوحيد وفائدة الفرش الكربونية هي توصيل التيار الناتج من المنتج وعضو التوحيد إلى الدائرة الخارجية (دائرة الحمل) ويكون عددها زوجيا.



شكل رقم ٢: العضو الدائر في آلات التيار المستمر.

أنواع مولدات التيار المستمر

١. المولد ذو المغناطيس الدائم

تكون أقطاب هذا المولد عبارة عن مغناطيس دائم مصنوع من الصلب الذي يحتفظ بمغناطيسيته زمنا طويلا. ويستعمل هذا النوع في بعض أجهزة القياس وفي السيارات لإحداث الشرارة اللازمة لآلات الاحتراق الداخلي وفي التليفونات والدراجات (دينامو الدراجة).

٢. المولدات ذات الأقطاب المغناطيسية الكهربية

وتنقسم إلى نوعين:

أ. المولدات ذات التغذية المستقلة (Separately excited generators)

وفيها يتم تغذية الأقطاب من مصدر كهربائي خارجي كبطارية أو مولد تيار مستمر آخر كما في شكل ٣ وتستخدم هذه الطريقة في المعامل الدراسية وفى تغذية مغذى مولدات التيار المتغير في محطات القوى الكهربية ويجب ألا ينقطع تيار التنبيه فجأة لأن ملفات التنبيه تتمتع بمحاثة كبيرة (L Value) مما قد يؤدى إلى ظهور قوة دافعة كهربية كبيرة مستنتجة بالحث الذاتي عن فصل دائرة التنبيه وتشكل هذه القوة الدافعة الكهربية خطرا كبيرا على سلامة العزل لملفات التنبيه كما أنها تؤدى إلى حدوث شرر كهربي شديد بين الملامسات الجاري فصلها.

ب. المولدات ذات التغذية النفسية (الذاتية) (Self-excited generators)

تتغذى أقطاب هذه المولدات من نفس التيار المستمر من المنتج وتعتمد هذه الطريقة في تغذية ملفات الأقطاب على المغناطيسية المتبقية الموجودة في الأقطاب نفسها نظرا لأن هذه الأقطاب تصنع من معادن مغناطيسية تحتفظ بالمغناطيسية لمدة طويلة. فعندما تدور الآلة المحركة ويدور معها المنتج تقطع موصلات المنتج خطوط المغناطيسية المتبقية وعلى هذا يستنتج جهد ضعيف يتناسب مع عدد الخطوط المغناطيسية الموجودة يعمل على مرور تيار صغير في ملفات الأقطاب فيعمل على توليد خطوط قوى مغناطيسية جديدة تضاف إلى الخطوط التي كانت متبقية فتزداد قيمة الجهد المستنتج وبالتالي تزداد قيمة التيار المار بملفات الأقطاب وتزداد شدة المجال حتى يصل تيار ملفات الأقطاب إلى القيمة اللازمة لإيجاد حالة التشبع المغناطيسي .ويتم التغذية بثلاث طرق:

- **المولد التوالي (Series excited generator):** توصيل ملفات الأقطاب بالتوالي مع المنتج ويسمى في هذه الحالة بمولد التوالي.
- **المولد التوازي (Shunt excited generator):** توصيل ملفات الأقطاب بالتوازي مع المنتج ويسمى في هذه الحالة بمولد التوازي.
- **المولد المركب (Compound excited generator):** توصيل جزء من ملفات الأقطاب بالتوالي مع المنتج والجزء الأخر بالتوازي ويسمى في هذه الحالة بالمولد المركب.

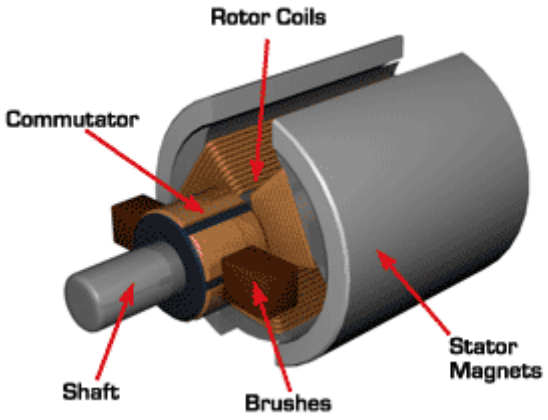
محركات التيار المستمر

نظرية عمل محركات التيار المستمر

هي التطبيق العملي لنظرية فاراداى بحيث أنه إذا تم تغذية موصل كهربي بتيار موضوع في مجال مغناطيسي، فيتولد قوة محركة لهذا الموصل ويتم تغذية ملفات المجال بالتيار المستمر فينشأ مجال مغناطيسي. في نفس الوقت يتم تغذية ملفات الاستنتاج بالتيار المستمر عن طريق الفرش فينشأ مجال مغناطيسي آخر .ينشأ من وجود مجالين مغناطيسيين عزم دوران يؤدى إلى دوران العضو الدوار وتحتاج محركات التيار المستمر إلى مبادل كهربائي يقوم بعكس اتجاه التيار.

محركات التيار المستمر كالمولدات الكهربية من حيث التقسيم والتركيب وتنقسم إلى نوعين أساسيين:

١. محرك تيار مستمر منفصل الإثارة



شكل رقم ٣: محرك تيار مستمر.

٢. محرك تيار مستمر ذاتي الإثارة

وهناك ثلاثة أنواع رئيسية من محركات التيار المستمر ذاتية الإثارة وهي:

١. المحركات التوالي
٢. المحركات التوازي
٣. المحركات المركبة.

والاختلاف الرئيسي فيما بينها هو في ترتيب الدائرة بين العضو الدوار وبين العضو الثابت.

المحركات التوالي

يتصل كل من العضو الدوار وملفات المجال التوالي. ويسري التيار خلال ملفات المجال ثم في ملفات العضو الدوار. ويجب أن يدور المحرك محملا. لذا يستخدم المحرك التوالي في آلات الجر الكهربي.

المحركات التوازي

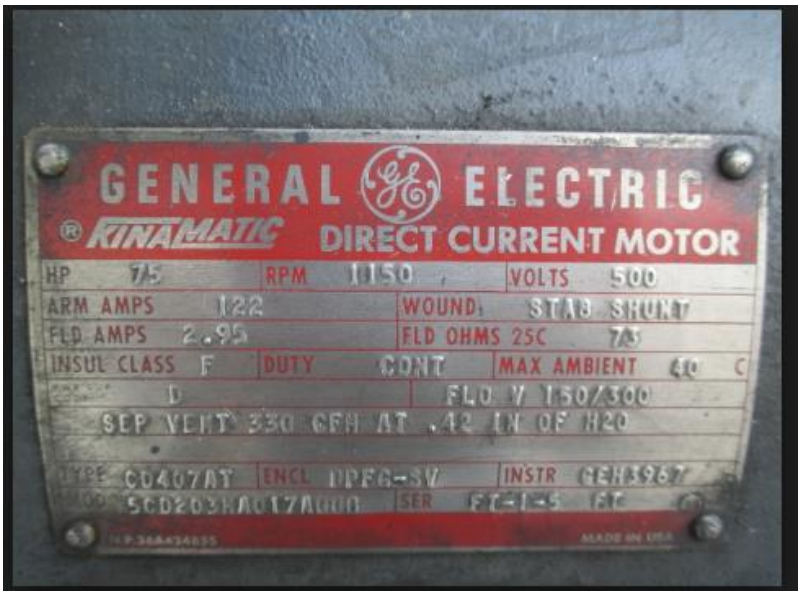
يتصل كل من ملفات المجال والعضو الدوار على التوازي. ويسري جزء من التيار خلال ملفات المجال التوازي بينما يسري الجزء الآخر خلال ملف العضو الدوار.

المحركات المركبة

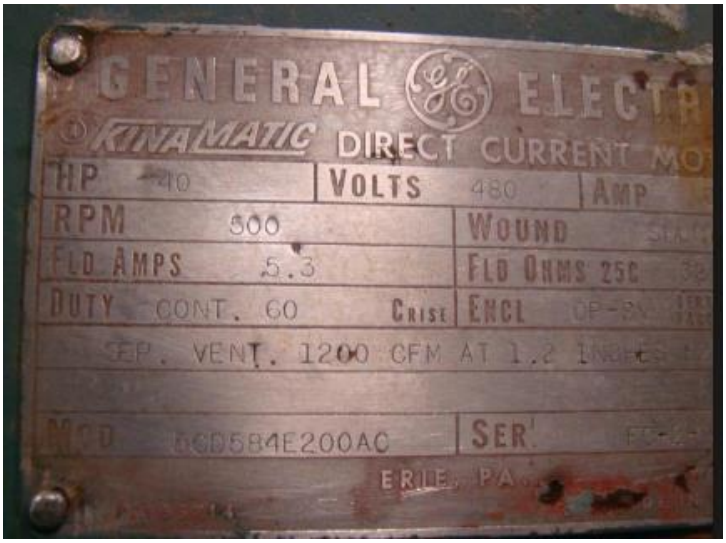
ملفات المجال التوالي والتوازي متصلان بالعضو الدوار، أحدهما على التوالي والآخر على التوازي. وللمحركات المركبة مميزات كلا من المحرك التوالي والمحرك التوازي، إذ يسهل بدء تشغيلها مع حمل كبير، وتحافظ على سرعة ثابتة نسبيا حتى ولو زاد الحمل فجأة.

لوحة بيانات آلات التيار المستمر (المولدات والمحركات) Name Plate

أنظر للأشكال التالية



شكل رقم ٤: لوحة بيانات محرك تيار مستمر



شكل رقم ٥: لوحة بيانات محرك تيار مستمر

شكل رقم ٦: لوحة بيانات محرك تيار مستمر

شرح دلالة كل رقم على الـ Name Plate:

١. عدد أقطاب المحرك "number of poles".
٢. قدرة المحرك بالحصان ومعروف أن الواحد حصان ميكانيكي يساوى تقريبا ٧٤٦ وات.
٣. سرعة دوران المولد أو المحرك "rated speed" التي يعمل عندها عند الجهد المقنن 500 V.
٤. نوع المحرك أو المولد من حيث الإثارة ونوعها على سبيل المثال شكل محرك إثاره منفصلة توازي
٥. "Insulation Class" وهو حرف يدل على درجة تحمل عزل ملفات المحرك لدرجات الحرارة. أنظر جدول ٢ الذي يوضح درجة تحمل عزل الملفات لدرجة الحرارة لكل حرف.

درجات عزل ملفات المحركات وخصائصها		
المواد المستخدمة	**أقصى درجة حرارة**	**الرمز**
ألياف طبيعية، قطن، حرير، ورق	90°C	Y
ألياف طبيعية، أوراق معزولة بورنيش	105°C	A
بولي إيثلين، قطن، أسبستوس معزول بورنيش	120°C	E
بولي إيثلين، قطن، أسبستوس معزول بورنيش، ميكا	130°C	B
ميكا، مركب صوف زجاجي، أسبستوس	155°C	F
صيني، خزف، زجاج	180°C	H

جدول رقم ١: أنواع العازل

٦. درجة حرارة الوسط التي يعمل عندها المحرك بكفاءة.
٧. طبيعة عمل المحرك وتنقسم إلى الكثير من الأنواع مثل
   - "continues" أي يعمل بكفاءة لمدة كبيرة
   - "intermediate" أي يعمل لفترة ويفصل لفترة

- "short time duty" أي يعمل لمدة قصيرة ويجب أن يقف بعدها (وتكون هذه المدة مكتوبة بجانب نوع المحرك)

٨. رقم يدل على نوع ومواصفات الرولمان بلى "bearing" الذي يتم تركيبه في المحرك.

٩. "serial number" وهو رقم يخص المصنع للمساعدة على التعرف على خواص المنتج.

١٠. "IP Code" وهو كود يحدد درجة حماية المحرك من حيث دخول الأتربة أو المياه إليه.

١١. تاريخ تصنيع المحرك أو المولد.

١٢. وزن المحرك وهو يفيد جدا عند الرغبة في نقله أو رفعه بالونش.

فك وتجميع وإصلاح وصيانة آلات التيار المستمر (محركات ومولدات)

قائمة أعمال الصيانة للآلات الكهربائية

- تنظيف الآلة
- اختبار مسامير التثبيت
- اختبار الكبلنج (Coupling)
- اختبار صوت الآلة
- اختبار مستوى تشحيم رولمان البلى
- سماع صوت رولمان البلى
- زيادة ربط حامل الفرش
- اختبار مسافة وضغط الفرش
- اختبار لوحة التوصيل والعزل
- اختبار درجة حرارة الآلة
- تنعيم وتنظيف وتفليج عضو التوحيد
- اختبار عضو التوحيد

قواعد الوقاية الخمس للحماية عند عمل الصيانة

- التأكد من عمل جميع إجراءات الوقاية والأمان من الجهد الكهربائي قبل البدء في العمل (أي التأكد من أن منبع الكهرباء مفصول).
- التأكد من عدم إعادة توصيل الكهرباء إلا بمعرفة القائم بالعمل.
- التأكد من أمان التيار الكهربي (أي خلو الموصلات من الشحنة الكهربائية).
- التأكد من وصلة التأريض، وعدم وجود أي قصر.
- الخطوات المتبعة لفك آلات التيار المستمر.

- كتابة المعلومات الفنية والبيانات الموجودة على لوحة الآلة (Name Plate) في مذكرة المعلومات لسهولة الاستعانة بها والرجوع إليها في الصيانة.
- التأكد من وجود العدد اللازمة لفك الآلة بالطريقة الفنية المتخصصة.
- فك الكابل الموصل للمحرك، ولف شريط لحام على الأطراف العارية لعزلها، وتجنب الخطر.
- فك الآلة وذلك بحل مسامير التثبيت، وفك الكبلنج (Coupling)
- نقل الآلة إلى ورشة الكهرباء، مع وضع لوحة إرشادية لوجود إصلاح تعلق على مكان الآلة.
- تنظيف جسم المحرك من الخارج، وتنظيف المسامير من الصدأ والأتربة بواسطة فرشاة سلك وفوطة.
- فك غطاء الروزتة، وفك الكباري من الأطراف، ويجب تلامس أطراف الآلة ببعضها وبجسم الآلة لتخليصها من أية شحنات كهربائية استاتيكيه.
- يتم فك غطاء علبة التوصيل على الإطار الخارجي.
- تحديد وضع غطائي الآلة، بوضع علامة (بقلم تعليم أو زنبة علام) على الغطاء وجسم الآلة، كل غطاء بعلامة مختلفة حتى يسهل بعد ذلك تركيب الآلة.
- فك غطائي الآلة والمروحة، وغسل الغطاءين بالبنزين جيدا لنظافتهما من الشحم القديم.
- سحب العضو الدوار (Rotor) بعناية وحرص لعدم إصابة الملفات واستقباله بكلتا اليدين مع المحافظة على الملفات.
- فك الفرش الكربونية وبيت الفرش.
- التعرف على أجزاء الآلة.

التدريب على تطبيع الفرش على عضو التوحيد

إذا احتاج الأمر إلى تغيير الفرش فيجب عمل تطبيع لها لتأخذ شكل دوران عضو التوحيد ويتم ذلك بوضع شريط من الصنفرة الناعمة على سطح عضو التوحيد بحيث يكون وجهها الخشن للخارج، وتمسك الفرشة في مكانها على عضو التوحيد وتحرك الصنفرة للأمام والخلف مع الضغط على الفرشة حتى تأخذ الفرشة شكل انحناء عضو التوحيد، ثم يدار عضو التوحيد باليد فتعمل الصنفرة على تشكيل الفرش، ثم ترفع الصنفرة ويتم تنظيف عضو التوحيد من جزيئات الكربون المتواجدة عليه مع ملاحظة أن عدم انطباق سطح الفرش المرتكز على عضو التوحيد يؤدى إلى إنتاج شرر أثناء تشغيل الآلة.

التدريب على تغيير رولمان البلى التالف

يعرف رولمان البلى الذي به عيوب من صوت الدوران الغير عادى ويجب تغييره بآخر جديد. ويجب عدم استخدام بنزين أو مواد حمضية لتنظيف الرولمان بلى المغلق من الجانبين، ويستخدم شحم الناترون (Natron) للآلات التي توجد في الغرف الجافة أما الآلات التي توجد في أماكن رطبة أو في العراء

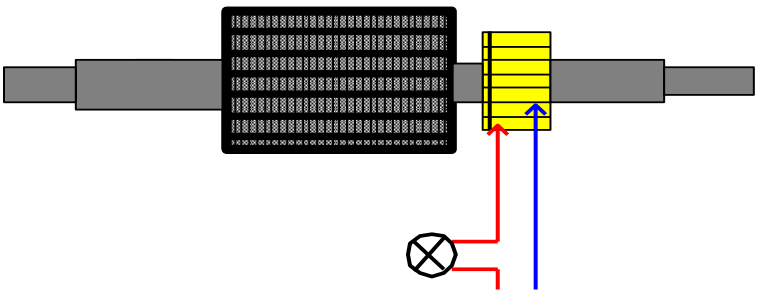
فيستخدم شحم الليثيوم (Lithium) وهذه الشحوم لا تذوب في الماء كما إنها تناسب الآلات التي تدور بسرعة عالية. أما إذا احتاج الأمر تغيير رولمان البلى فيتم سحبه من العمود وقبل السحب ينظف العمود Shaft بالبنزين ويشحم لسهولة سحب الرولمان بلى، ثم يتم نزع تيلة لزنق، ثم تستخدم الزرجينه المناسبة حسب مقاس الرولمان بلى، ويجب إبعاد فكي الزرجينه عن العمود، ويفضل وضع نقط زيت ساخن لتسهيل سحب الرولمان، ويمكن استخدام لهب (بشبوري) خفيف جدا إذا استحال خروج الرولمان بلى (يستخدم اللهب مع الرولمان بلى المفتوح من الجهتين).

التدريب على اختبار عضو التوحيد:

اختبار القصر بين القطاعات

أولا: في حالة عضو الاستنتاج الغير ملفوف:

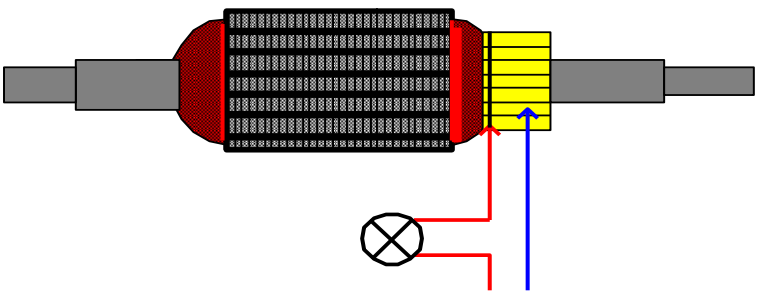
يتم توصيل طرفي جهاز الأفوميتر بعد وضعه على قياس المقاومة Ω XI أو طرفي مصباح الاختبار على كل قطعة من قطاعات عضو التوحيد والمجاورة لها فإذا انحرف المؤشر ليقرأ صفرا دل ذلك على وجود قصر بين هاتين القطعتين الموصلين إلى طرفي جهاز الأفوميتر وإذا كان المستخدم مصباح الاختبار سيضيئ المصباح ويمكن إزالة هذا القصر بعد تفليج عضو التوحيد، وبعد عملية التفليج يعاد الاختبار مرة أخرى للتأكد من إزالة القصر.



شكل رقم ٧: طريقة اختبار عضو التوحيد

ثانيا: الاختبار في حالة وجود ملفات ملحومة بعضو التوحيد:

في هذه الحالة يتم حصر القطعتين المقصورتين ويستدل على ذلك بأنه سوف تكون إضاءة المصباح طبيعية لأن الجهد الواقع عليه سيكون الجهد الكلى للمنبع بسبب القصر أو ستكون قراءة جهاز الأفوميتر في حالة وضعه لقياس الأوم ومدى Ω XI = صفر

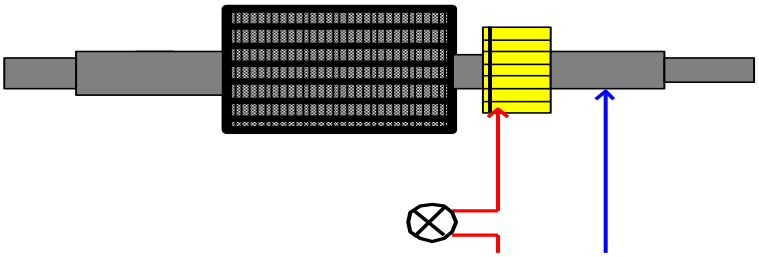


شكل رقم ٨: اختبار عضو التوحيد في حالة وجود ملفات

ثالثا: الاختبار للكشف عن وجود قصر في قطعة أو أكثر من قطاعات عضو التوحيد مع عمود الإدارة بعضو استنتاج غير ملفوف:

يتم توصيل وتثبيت أحد طرفي مصباح الاختبار على عمود الدوران أو قلب عضو الاستنتاج، ثم يمرر الطرف الآخر مع التوصيل الجيد على كل من قطاعات عضو التوحيد واحدة بعد الأخرى.

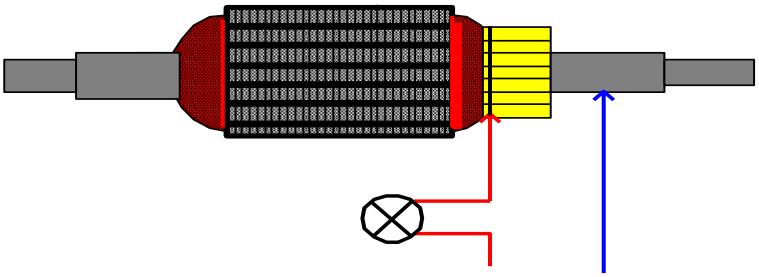
في حالة إضاءة المصباح على أي قطعة من قطاعات عضو التوحيد يدل ذلك على أن القصر بين هذه القطعة وبين عمود الإدارة.



شكل رقم ٩: طريقة اختبار قصر عضو التوحيد مع عمود الإدارة

رابعا: الاختبار للكشف عن القصر مع عمود الإدارة لعضو استنتاج ملفوف

يتم تحديد قطعة أو أكثر من قطاعات عضو التوحيد التي يكون بها قصر مع عمود الإدارة وتوصل دائرة الاختبار كما في العملية السابقة على أنه في حالة عدم وجود قصر بين القطاعات وعمود الإدارة سوف يضيء المصباح ولكن ليس بإضاءته الكاملة لوجود الملفات موصلة على التوالي بدائرة الاختبار، أما في حالة إضاءة المصباح بإضاءته الكاملة فيكون هذا مكان القصر ويتم فك لحام الأطراف للملفات المتصلة بالقطاعات المقصورة لحصر القصر ثم يعاد توصيل طرف مصباح الاختبار إلى هاتين القطعتين واحدة بعد الأخرى مع عمود الإدارة فإذا أضاء المصباح دل ذلك على أن القصر في القطعة التي أضاء عندها المصباح، أما إذا انطفئ المصباح يكون القصر بين الملفات وعمود الإدارة ويتم العزل أو إعادة لف عضو الاستنتاج بالكامل .



شكل رقم ١٠: طريقة اختبار قصر عضو التوحيد مع عمود الإدارة لعضو استنتاج ملفوف

يمكن استخدام جهاز الميجر بدلا من مصباح الاختبار وجهاز الآفوميتر وذلك بتدوير ذراع الجهاز بعد وضع طرفيه على المكان المراد اختباره فإذا تحرك مؤشر الجهاز في أي وضع من أوضاع التوصيل دل ذلك على وجود اتصال بين الملفات وحديد عضو الاستنتاج .

يمكن استخدام جهاز الميجر بدلا من مصباح الاختبار وجهاز الآفوميتر وذلك بتدوير ذراع الجهاز بعد وضع طرفيه على المكان المراد اختباره فإذا تحرك مؤشر الجهاز في أي وضع من أوضاع التوصيل دل ذلك على وجود اتصال بين الملفات وحديد عضو الاستنتاج.

الاختبار بواسطة الزوام (الجرولر)

يستخدم جهاز الجرولر (Growler) للتأكد من عدم وجود قصر بين لفات الملف قبل أو بعد إعادة اللف ويتم الاختبار بوضع عضو الاستنتاج على الجرولر بعد توصيله بالمنبع وباستخدام شريحة معدنية أو سلاح منشار توضع فوق كل مجرى من مجارى عضو الاستنتاج بحيث يكون سلاح المنشار فوق المجرى مباشرة وعلى امتداد طوله فإذا كان الملف الوجود بهذه المجرى مقصورا فسوف يهتز سلاح المنشار بسرعة وينجذب إلى عضو الاستنتاج ويصدر طنين وإذا ظل ساكنا فهذا دليل على أنه لا يوجد أي قصر في الملف الذي تحت الاختبار ويتم اختبار باقي المجاري بنفس الطريقة .

إعادة التجميع

يتم تجميع الآلة بعكس تسلسل عملية الفك بحيث يكون آخر جزء تم فكه هو أول جزء يتم تجميعه مع الاسترشاد بالعلامات التي تم عملها قبل الفك.

يوضع العضو الدوار (ROTOR) بعناية وحرص، ويلاحظ صحة التركيب خاصة في آلات التيار المستمر (D. C) حيث تكون أقطاب المغناطيس مطابقة للجزء الثابت.

يركب غطائي الآلة، ثم المروحة، ثم غطاء المروحة.

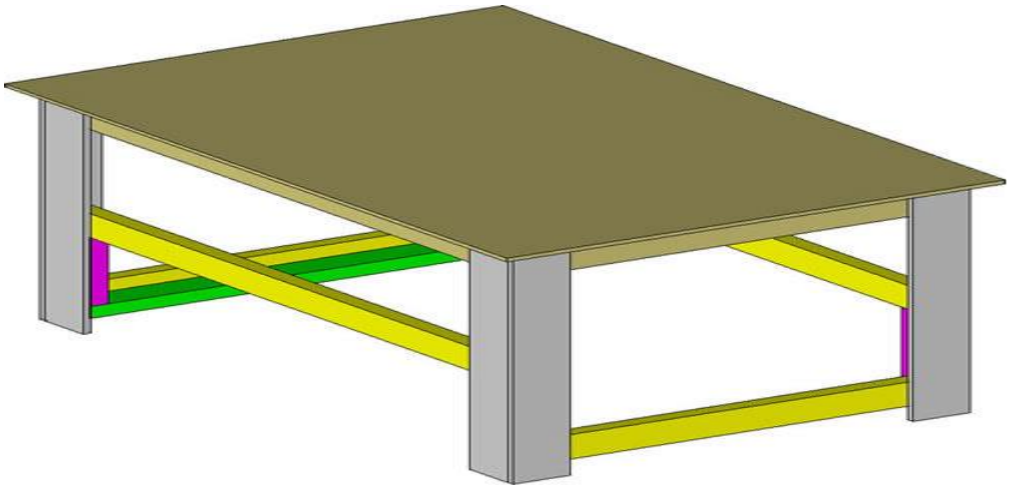
تختبر الآلة بتحريك العمود باليد، ويجب أن يكون دوران العضو الدوار ناعما، ولا يوجد صوت غير طبيعي للرولمان بلى. وبذلك يكون قد تم تجميع الآلة. ثم يتم توصيل الآلة بعد عمل الوصلات داخل الروزتة بالمنبع بدون حمل (No-load)، ثم قياس سرعته بواسطة جهاز قياس السرعة، ثم قياس التيار الكهربائي (باستخدام جهاز بنسه الأمبير) في كل الوصلات، ويجب أن تكون قيمة التيار في الوصلات متساوية.

لف آلات التيار المستمر الوجه

العدد اللازمة للورشة الآلات الكهربائية ولف المحركات

التزجه (بنك الشغل):

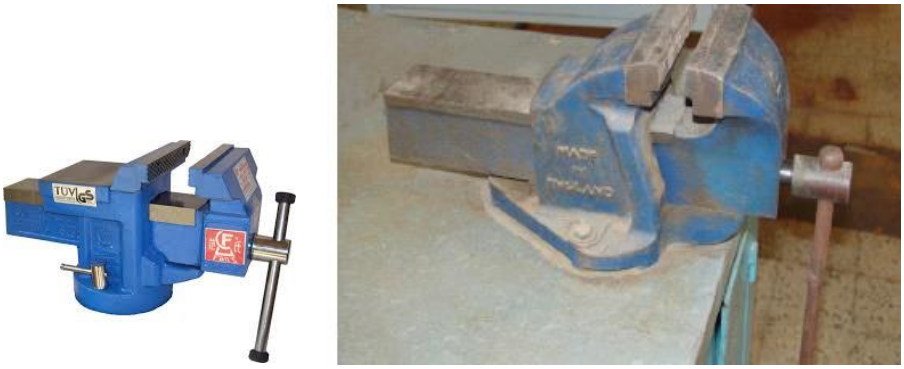
تتركب التزجه من قرصة من الخشب محملة على قاعدة من الحديد ومثبتة عليها بمسامير، والقاعدة بها أدراج تستخدم لحفظ العدد اليدوية الصغيرة والتي يحتاج إليها الفني أثناء إجراء العمليات الصناعية. ويجب أن تكون التزجه متينة الصنع أبعادها مناسبة (الطول – العرض – الارتفاع) لكي يتم إنجاز العمل بسهولة ويسر.



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.

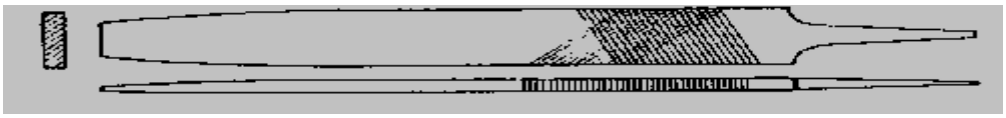
شكل رقم ١٣: الشنيور الكهربي

المبارد:

تنقسم المبارد من حيث الشكل والاستخدام إلي:

١- المبرد المبطط:

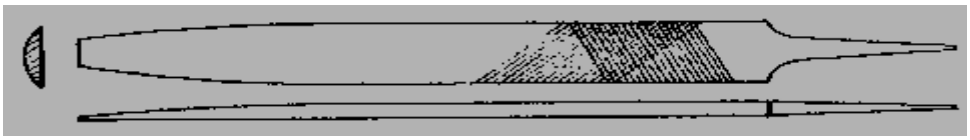
يستخدم المبرد المبطط في تسوية الأسطح المستوية وهو ذو مقطع مستطيل.



شكل رقم ١٤ : المبرد المبطط

٢- المبرد نصف دائرة:

يستخدم في برد المنحنيات وعمل الأقواس.



شكل رقم ١٥: المبرد الدائري

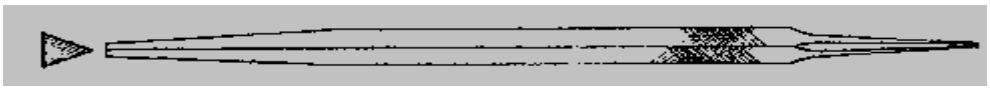
٣- المبرد المربع:

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

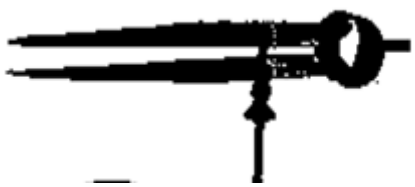
٦- المبرد السكينة:

يستخدم في عمل المشقبيات والفتحات الضيقة.

شكل رقم ١٩ : المبرد السكينة

البرجل العدل

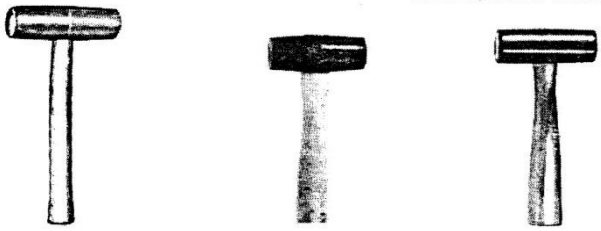
يستعمل في رسم الدوائر والأقواس وهو عبارة عن جناحين مدببي الطرف ونهاتيهما الأخرى مثبتة ببعضهم بمسمار يسمح لهما بالانفراج والاقتراب عن بعضهما



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

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

الخامات 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).

لف عضو الاستنتاج Armature Winding

المقدمة - Introduction

عند لف عضو الاستنتاج توضع الملفات في المجاري وتوصل هذه الملفات ببعضها وتكون دائرة كهربية، وتكون هذه الدائرة مفتوحة أو دائرة مقفولة. فإذا لم تصل نهاية الدائرة ببدايتها كانت الدائرة مفتوحة، أما إذا اتصلت بداية اللف بنهايته كانت الدائرة مقفولة. وتستعمل طريقة الدائرة المفتوحة في آلات التيار المتغير، أما في آلات التيار المستمر فتستعمل طريقة اللف ذو الدائرة المقفولة.

والجزء من الملفات الواقع داخل المجاري هو الجزء النشط، أما أطراف الاتصال التي تقع خارج القطب فهي تستعمل لتوصيل الأجزاء النشطة بين الملفات وبعضها.

ويلاحظ دائما أن (ق . د . ك) المتولدة في أحد الملفات تكون أكبر ما يمكن إذا كان عرض الملف مساويا لخطوة القطب. وهذا النوع من اللف يسمى لفا كامل الخطوة.

وفى هذه الحالة إذا كان مستوى الملف عموديا على محور القطب فإن فيض القطب كله يمر داخل الملف.

أما إذا كان عرض الملف أصغر أو أكبر من خطوة القطب يسمى هذا النوع من اللف غير كامل الخطوة نجد أن الملف.

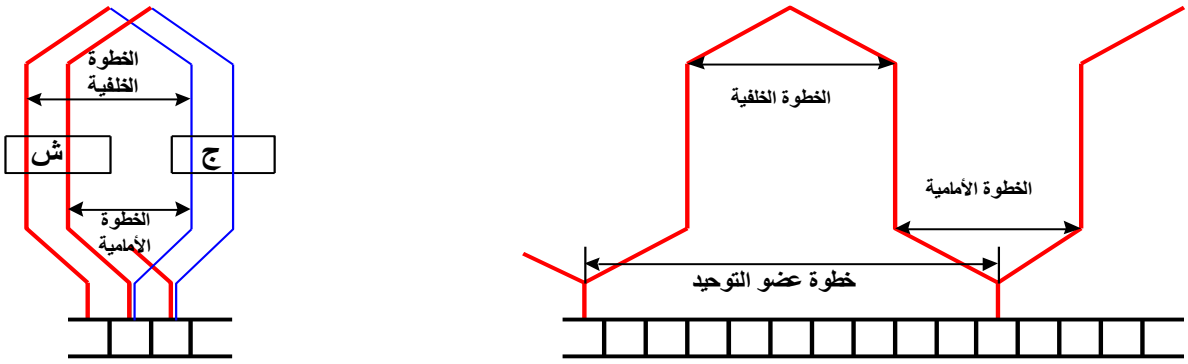
إذا كان عرض الملف أقل من خطوة القطب فهو بديهي لا يستوعب كل فيض القطب بل يستوعب جزء منه. أما إذا كان عرض الملف أكبر من خطوة القطب نجد أن الملف يستوعب الفيض للقطب جميعه مضافا إليه جزاءان من كل من القطبين المجاورين وهما مخالفان في القطبية للقطب الأصلي، ولهذا السبب يراعى في اللف الأسطواني أن يكون عرض الملف مساويا أو قريبا من خطوة القطب. وعلاوة على ذلك يجب توصيل الملفات بعضها أن تساعد (ق.د.ك) للملفات بعضها، لذلك توضع إحدى جوانب الملفات تحت القطب الشمالي والأخرى تحت القطب الجنوبي. أي أن المسافة بين جانبي ملف تحتوي على ١٨٠ كهربية

تقريبا. وحيث أنه في الملف الأسطواني كل ملف يتكون من موصلين (جانبين) على الأقل نجد أن عدد الموصلات (جوانب الملفات) زوجي دائما.

ويوجد نوعان من اللف المستعمل في حياتنا العملية.

١. اللف الإنطباقي - Lap winding

٢. اللف التموجي - Wave Winding



اللف الإنطباقى　　اللف التموجى

شكل رقم ٣٣

قواعد اللف - Rules of Winding

حساب طريقة لف عضو الاستنتاج يجب معرفة المبادئ الأساسية الآتية:

الخطوة القطبية: هي الخطوة الأساسية في اللف وتقدر بعدد المجاري بين جانبي الملف ويجب أن تكون عددا صحيحا

الخطوة الخلفية: وتسمى خطوة اللف وهي المسافة بين جانبي الملف (عرض الملف) مقاسه بعدد المجاري أو بعدد جوانب الملفات (بعدد الموصلات) المحصورة بين البداية والنهاية وتكون فردية.

الخطوة الأمامية: وتسمى خطوة اللحام وهي المسافة بين جانبي ملفين متصلين بقطعة توحيد واحدة ومقاسه بعدد جوانب الملفات أو بعدد الموصلات المحصورة بين البداية والنهاية وتكون فردية.

ونلاحظ أن الخطوة الخلفية والأمامية يجب أن يكونا دائما عددا فرديا لكي يمكن أن يحتوي اللف على جميع جوانب الملفات الفردية والزوجية كما يلاحظ أنه لا يجوز أن تتساوى الخطوتان الخلفية والأمامية في الملف الإنطباقي حتى لا يقصر الملف على نفسه. ويمكن أن تتساوى الخطوتان في اللف التموجي.

خطوة عضو التوحيد: هي المسافة بين بداية ملف ملحوم في قطعة نحاسية ونهاية الملف الملحومة في قطعة نحاسية أخرى وتقدر بعدد قطع نحاس عضو التوزيع ويكون عددها صحيحا.

حساب الخطوة الخاصة بالملف وتسمى بالخطوة العملية والتي تحدد المسافة بين جانبي كل ملف بصرف النظر عن عدد الموصلات التي يتكون منها الملف وتحسب هذه الخطوة بقسمة عدد مجاري عضو الاستنتاج

على عدد الأقطاب وإذا كان ناتج القسمة رقم صحيح وكسر كما يحدث في بعض الحالات علينا إما أن نجبر هذا الكسر إلى الواحد الصحيح أو يحذف أيهما أفضل لوضع جانبي الملف تحت القطب

ترتيب الملفات بمجاري عضو الاستنتاج

نظرا لأن كل مجرى من مجاري عضو الاستنتاج تحتوي غالبا على جانبين أو أكثر يكون اللف من طبقتين أحدهما فوق الأخرى ومن ثم ترقم جوانب الملفات بحيث تكون الأرقام الفردية كلها في الطبقة العليا وهي تمثل بداية الملفات والأرقام الزوجية تمثل النهايات وكلها في الطبقة السفلى ثم تلحم البدايات والنهايات مع بعضها بقطع عضو التوحيد حسب نوع اللف.

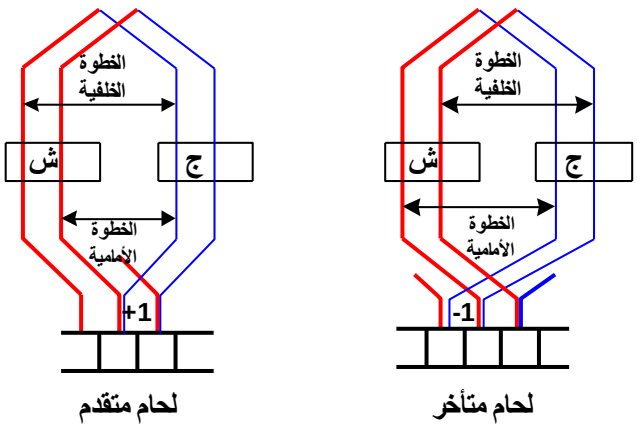
شكل رقم ٣٤

أولا: اللف الإنطباقي

يعتبر أهم أنواع اللف ويسمى باللف المتوازي. وفيه يتم تقسيم ملفات عضو الاستنتاج بحيث تتكون فيه ممرات لسير التيار عددها مساو لعدد الأقطاب. ويستعمل بكثرة في لف مولدات الإنارة والقدرة ويصلح للآلات ذات التيار الأكبر والجهد المتوسط وتتلخص طريقة اللف في هذا النوع بأن نبدأ بأحد الموصلات تحت القطب الشمالي مثلا ليتصل بالتوالي بالموصل المناظر له تحت القطب الجنوبي ثم نعود إلى بداية الموصل الذي يلي الموصل الأول تحت القطب الشمالي الذي بدأنا منه ثم إلى قطعة التوحيد المجاورة لقطعة الابتداء وهكذا حتى يتم لف عضو الاستنتاج.

ويكون اللف إما متقدم أي يتم لحام طرف الموصل في القطعة التالية للقطعة الأولى.

أو يكون اللف متأخرا بأن يتم لحام طرف الموصل في القطعة الأولى ونادرا ما يستعمل اللف المتأخر لأنه يحتاج إلى كمية كبيرة من النحاس.



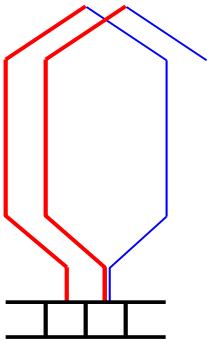
شكل رقم ٣٥

الارتباط بين الأقطاب والفرش:

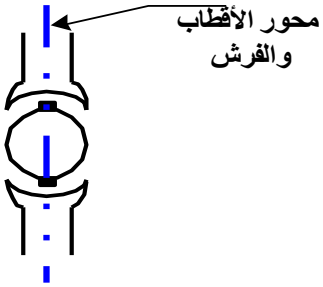
ارتباط عددي: فإذا كانت الآلة قطبين كانت لها فرشتين وإذا كانت لها أربعة أقطاب كانت لها أربعة فرش

ارتباط موضعي: بالنسبة لمحور كل من الأقطاب والفرش لتحديد لحام أطراف ملفات عضو الاستنتاج في قطع عضو التوحيد.

فإذا كان محور الفرش موازي محور الأقطاب كان اللحام في منتصف خطوة اللف.



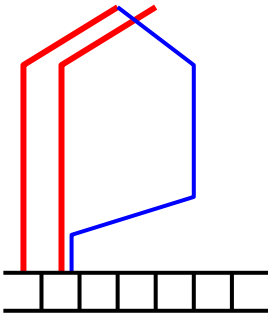
اللحام منتصف الخطوة



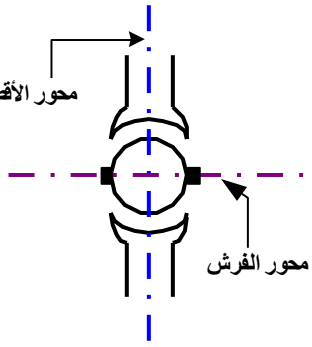
محور الفرش موازى محور الأقطاب

شكل رقم ٣٦

وإما أن يكون محور الفرش عمودي على محور الأقطاب فيكون اللحام أمام مجرى البداية.



اللحام أمام المجرى



محور الفرش عمودى على محور الأقطاب

شكل رقم ٣٧

قوانين اللف الإنطباقي:

تحديد الخطوة الخلفية والأمامية طبقا للقوانين

عدد الملفات = عدد قطاعات عضو التوحيد

الخطوة القطبية = عدد المجاري ÷ عدد الأقطاب = مجرى عدد صحيح (ويحذف الكسر إن وجد)

عدد الموصلات الكلية = عدد قطاعات عضو التوحيد × ٢ = موصل

$$\text{عدد الموصلات (جوانب الملفات) بالمجرى} = \frac{2 \times \text{عدد قطاعات التوحيد}}{\text{عدد المجاري}}$$

الخطوة الخلفية = الخطوة القطبية × عدد جوانب الملفات بالمجرى + ١ عدد فردى صحيح

أو

$$\text{عدد الموصلات الكلية} = \frac{\text{عدد الموصلات الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}} + 1$$

-أو= (الرقم الصحيح للخطوة القطبية × عدد موصلات المجرى) + ١

الخطوة الأمامية = الخطوة الخلفية ± 2

خطوة عضو التوحيد =±1

الخطوة العملية للف = عدد المجاري ÷ عدد الأقطاب + 1

عند استعمال علامة (-) في حساب الخطوة الأمامية: تكون خطوة عضو التوحيد (+ ١) ويكون اللف متقدم.

أما إذا استعملت العلامة (+) في حساب الخطوة الأمامية: تكون خطوة عضو التوحيد (- ١) ويكون اللف متأخرا.

هناك حالات تكون فيها الخطوة الخلفية زوجية العدد فهذا الرقم الزوجي يجب تعديله إلى رقم فردى بزائد واحد أو ناقص واحد. فمتى يكون الزائد ومتى يكون الناقص؟

إذا كان الملف ملفوف من سلك واحد تحسب الخطوة الخلفية على أساس:

عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب = فإذا كان الناتج زوجي تحسب بناقص واحد

إذا كان الملف ملفوف بأكثر من سلك تحسب الخطوة الخلفية على أساس:

عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب = فإذا كان الناتج زوجي تحسب بزائد واحد أو عن طريق: (الخطوة القطبية الصحيحة × عدد موصلات المجرى) + ١.

لذا يجب أن تكونا الخطوة الخلفية والأمامية عدد فردى لذلك يمكن أن يضاف إلى الناتج واحد أو يحذف واحد ويجبر الكسر أو يحذف هذا إذا لم يكن الناتج عدد فردى ويجب أن يكون الفرق بينهما (2) ويكون هذا في اللف المتقدم (Progressive) أما في اللف العكسي أو المتقهقر فتستبدل الإشارات بين الخطوة الأمامية والخلفية بالنسبة لـ (+١) أو (- ١)

ثانيا: اللف التموجي - Wave Winding

في هذا النوع من اللف توصل كل الملفات الحاملة للتيار في اتجاه واحد على التوالي، فالملفات ذات التيار المتجه مع عقارب الساعة توصل مع بعضها على التوالي، والملفات ذات التيار المتجه ضد عقارب الساعة توصل هي الأخرى مع بعضها على التوالي. وفى النهاية نحصل على دائرة توازى يتكون منها ملف المنتج بغض النظر عن عدد الأقطاب.

كما يطلق عليه اسم اللف ذو الدائرتين حيث يوجد لعضو الاستنتاج ممران لسير التيار مهما تعددت أقطاب الآلة. ويستعمل هذا النوع من اللف في آلات الجهد العالي مثل محركات الترام ويندر استعماله في مولدات الإنارة أو القوة.

وسمى باللف التموجي لأننا لو تتبعنا اللف نراه في اتجاه واحد عند كل من النهاية الأمامية والخلفية لعضو الاستنتاج على هيئة تموجيه.

طريقة اللف:

نضع أحد جوانب الملف تحت القطب الشمالي مثلا والآخر تحت القطب الجنوبي المجاور ثم بعد ذلك لا نرجع للخلف كما كنا نفعل في الملف الإنطباقي وإنما نصل الجانب الأخير للملف بجانب ملف آخر في مكان مناظر تحت القطب الشمالي التالي ونستمر كذلك إلى أن تنتهي الدورة الأولى، فنلاحظ أن بداية الدورة الثانية تكون من جانب ملف يقع في المجرى التالية للمجرى التي بها جانب الملف الذي بدأنا منه الدورة الأولى ويستمر اللف حتى يتم لف جميع المجاري.

قواعد اللف:

يشبه اللف التموجي اللف الإنطباقي في حساب الخطوة القطبية والخطوة الخلفية وعدد جوانب الملفات بالمجرى ويختلفان في لحام أطراف الملفات أي في حساب خطوة عضو التوحيد والخطوة الأمامية. وفى اللف الإنطباقي لا تتساوى الخطوة الخلفية والأمامية ولكن في اللف التموجي يمكن أن تتساوى الخطوتان

ولحساب خطوات اللف التموجي نتبع الآتي:

الخطوة القطبية = عدد المجاري ÷ عدد الأقطاب = مجرى = عدد صحيح (يحذف الكسر إن وجد)

$$\text{عدد الموصلات (جوانب الملفات) بالمجرى} = \frac{\text{عدد قطاعات التوحيد} \times 2}{\text{عدد المجاري}}$$

الخطوة الخلفية = الخطوة القطبية × عدد جوانب الملفات بالمجرى + ١ = موصل

$$\text{عدد الموصلات (جوانب الملفات) خطوة عضو التوحيد(خطوة اللحام)} = \frac{\text{عدد قطاعات التوحيد} \pm 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

الخطوة الأمامية = ٢ × خطوة اللحام - الخطوة الخلفية = موصل

إذا استعملت العلامة (+) في حساب خطوة عضو التوحيد كان اللف متقدما. أما إذا استعملت العلامة (-) في حساب خطوة عضو التوحيد كان اللف متأخرا. واللف المتأخر هو أكثر استعمالا في اللف التموجي.

إعادة لف عضو استنتاج لمحرك تيار مستمر قدرة صغيرة مع إجراء الاختبارات اللازمة بعد إعادة اللف

عملية إعادة لف الآلات الكهربية بصفة عامة هي عملية يقصد بها إزالة الملفات التالفة أو المحترقة بعد إجراء الاختبارات وتحديد الأسباب التي أدت إلى هذا التلف مثل الخطأ في الاستخدام أو التوصيل أو عدم إجراء الصيانة الدورية لهذه الآلات.

على أن يتم معالجة هذه الأسباب قبل إعادة اللف أو التشغيل وكذلك عمل الاختبارات المختلفة للتأكد من أن كل الأجزاء تعمل بصورة جيدة مع العلم أن نجاح عملية اللف يتوقف بالدرجة الأولى على الدقة في أخذ البيانات لاستخدامها في إعادة اللف وتسجيل هذه البيانات في سجل خاص حتى يمكن المتابعة ومعالجة الأخطاء وأيضا تستخدم هذه البيانات في إعادة لف آلة أخرى مماثلة مما يوفر الجهد والوقت.

ومن الجدير بالذكر أن عملية إعادة اللف ليست عملية تصميمية أو ابتكارية ودور الفني المتمرس وحرفيته تتمثل في دقة أخذ البيانات وإعادة اللف بنفس الصورة التي كانت عليها الملفات قبل تلفها أو احتراقها.

ويمكن تقسيم إعادة اللف إلى العمليات الآتية:

عملية أخذ البيانات والمعلومات اللازمة لإعادة لف عضو الاستنتاج التالف وتشتمل على:

١. بيانات خارجية يتم تسجيلها من على لوحة التسمية الخاصة بالآلة والموجودة على الإطار.
٢. بيانات داخلية يتم تسجيلها من عضو الاستنتاج.
٣. تجهيز عضو الاستنتاج لعملية اللف.

أولا: أخذ البيانات

البيانات والمعلومات التي تؤخذ من على لوحة التسمية هي:

- القدرة بالكيلووات أو الحصان أو كسورهما kw - HP Power.
- شدة التيار عند الحمل الكامل بالأمبير Amp Current
- ضغط التشغيل بالفولت Volt
- السرعة لفة / الدقيقة R.P.M Speed.
- بلد الصنع Made in.

البيانات الداخلية لعضو الاستنتاج المطلوب إعادة لفه هي:

- عدد المجاري
- طول المجرى
- عدد قطاعات عضو التوحيد
- طول وقطر عضو الاستنتاج
- خطوة اللف.
- طول وقطر عضو التوحيد
- عدد جوانب الملفات بالمجرى
- نوع اللحام (انطباقي – تموجي)
- عدد لفات الملف.

ثانيا: تجهيز عضو الاستنتاج لعملية اللف

بعد التأكد من تلف ملفات عضو الاستنتاج وبعد أخذ البيانات يتم إزالتها بقطعها من على جانبي المجاري باستخدام آداه حادة، ويتم الدق عليها لإخراجها من المجاري.

وفى حالة ما إذا كان اللف بسلكين يقسم عدد لفات الملف على اثنين لنحصل على عدد لفات الملف، ويتم اختيار قطعة من العازل القديم للمجاري لتحديد أبعاد ونوع وسمك عازل المجاري بعد إزالة الملفات، وكذلك قياس قطر السلك بواسطة جهاز الميكروميتر، ويتم تنظيف المجاري جيدا من بقايا العازل القديم

١. **تنظيف واختبار عضو التوحيد**

تنظف أماكن لحام الأطراف بعضو التوحيد من بقايا الأسلاك وقصدير اللحام تنظيفا جيدا، وينظف أيضا من بقايا الزيوت والشحوم والأتربة وحبيبات الكربون العالقة بين فواصل قطاعاته، ثم يتم إجراء اختبارات قطاعات عضو التوحيد للتأكد من عدم وجود قصر بين بعضها البعض أو بين أي منها والجسم، وإذا وجد أي من هذه الأعطال يتم إصلاحها أو استبدال عضو التوحيد بآخر جديد بنفس المواصفات قبل إجراء عملية اللف.

٢. **عزل مجاري عضو الاستنتاج**

يتم عزل المجاري بورق البرسبان وبنفس مواصفات العازل القديم من حيث الطول والسمك مع مراعاة ترك بروز بالعازل على جانبي المجاري لمسافة ٣ مم تقريبا.

٣. **لف الملفات**

توجد طريقتان للف الملفات

- **اللف اليدوي:** وتستخدم هذه الطريقة في حالة أعضاء الاستنتاج الصغيرة الحجم، وفيها تلف اللفات في المجاري واحدة فواحدة.
- **اللف على فورمه:** وتستخدم هذه الطريقة في حالة أعضاء الاستنتاج الكبيرة والمتوسطة الحجم، وفيها تلف الملفات على فورمه خشبية مجهزة وبأبعاد تتناسب مع خطوة اللف وبعد لف جميع الملفات يتم إسقاطها بالمجاري واحد تلو الآخر.

ويجب الأخذ في الاعتبار النقاط التالية عند إعادة اللف

- يجب أن يكون عدد لفات الملف طبقا لعدد لفات الملف الأصلي وكذلك بالنسبة لقطر السلك وسمك العازل ونوعه.
- يجب أن يكون اللف ذو شكل دقيق ومنتظم ومماثل للف الأصلي.
- يجب وضع بداية ونهاية الملفات بالقرب من قطاعات عضو التوحيد أو التوزيع وبأطوال تسمح بعملية اللحام والتحزيم على عمود الدوران لهذه الأطراف.

٤. **لحام الأطراف بقطاعات عضو التوحيد أو التوزيع**

توجد طريقتان للحام هذه الأطراف:

- **الطريقة الأولى:** لحام هذه الأطراف بالجزء الذي على شكل حرف U والموجود على قطاعات عضو التوزيع، ويتم ذلك بإزالة العازل من بداية ونهاية الملف وتوضع في أماكنها المحددة حسب خطوة اللحام ولا يستخدم القصدير في هذه الحالة.
- **الطريقة الثانية:** لحام هذه الأطراف بالقصدير وتستخدم لذلك كاوية لحام كهربية في حالة أعضاء الاستنتاج الصغيرة أما في حالة أعضاء الاستنتاج الكبيرة تستخدم كاوية اللحام العادية والتي تسخن بواسطة لهب من مصدر غازي، ويجب أن يتناسب حجم الكاوية مع حجم عضو التوزيع تناسب طردي. ويتم اللحام بعد إزالة العازل من أطراف الملفات وتوضع في أماكنها المحددة حسب خطوة اللحام ونوعه ويستدل على ذلك من المعلومات التي تم تسجيلها من الملف القديم وبعد تسخين كاوية اللحام نضع طرفها على القطعة التي سيتم لحام طرف الملف بها وتترك الكاوية حتى تنتقل الحرارة إلي قطعة عضو التوزيع ونضع سلك القصدير على طرف الملف، وإذا كانت الحرارة كافية سوف ينصهر القصدير ويغطى الفتحة التي بها طرفي الملف، وحتى لا يتساقط القصدير المنصهر داخل المجاري وعلى الملفات يجب وضع عضو الاستنتاج مائل من جهة الموحد، وتكرر هذه العملية على جميع قطاعات عضو التوزيع حتى يتم لحام جميع الأطراف .

٥. **ربط الملفات واختبارها**

يستخدم خيط الدوبار لربط الملفات في المسافة بين المجاري وعضو التوزيع، ويتم اختبار الملفات والأطراف للتأكد من عدم وجود قصر بين الملفات وبعضها أو اتصال بالأرض ويجب أن تتم هذه العملية قبل الدهان بالورنيش حتى يمكن إصلاح الخطأ إن وجد.

٦. **التحميص والدهان بالورنيش**

بعد أن يتم لف عضو الاستنتاج ولحامه وربطه واختباره تكون العملية التالية هي الدهان بالورنيش، ودهان الملفات بالورنيش يمنع اهتزازها أثناء الدوران بفعل القوة الطاردة المركزية وقد يؤدى هذا الاهتزاز إلى تجريح العزل على السلك ويسبب قصر أو تماس أرضى.

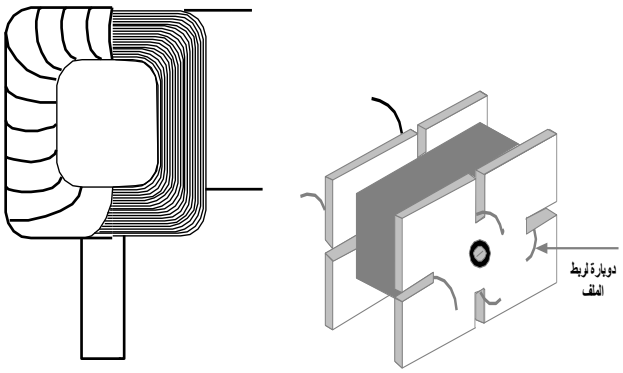
ويتم تجفيف الورنيش إما بالهواء الطبيعي أو التحميص، وفى حالة التحميص مع الدهان بالورنيش يوضع عضو الاستنتاج في فرن تحميص كهربي عند درجة حرارة مناسبة لمدة ثلاث ساعات للتخلص من الرطوبة ثم يصب عليه الورنيش حتى يتخلل إلى جميع الملفات ثم يتم تنظيف عضو الاستنتاج والتوزيع والعمود من بقايا الورنيش ويفضل لف العمود وعضو التوزيع والمجاري بشريط لاصق قبل صب الورنيش ثم نضعه بالفرن عند نفس درجة الحرارة لمدة ثلاث ساعات حتى يجف الورنيش.

إعادة لف ملفات الأقطاب

في الجزء التالي نوضح طريقة إعادة لف ملفات الأقطاب وعمل نهايات لها من الوصلات المعزولة ذات الشعيرات ولحامها وعزلها بشريط القطن وغمسها بالورنيش

خطوات التنفيذ

١. يتم رفع الملفات القديمة من على القلب يتم فك شريط القطن من فوق الملفات
٢. ابسط الملف على شكل مستطيل وذلك لعمل ضبعه للملف الجديد، مع الأخذ في الاعتبار أن تكون الضبعة (الفورمة) بنفس مقاس الملف القديم لأنها لو كانت صغيرة سنجد مشقة في وضع الملف على القلب، ولو كانت كبيرة فقد يشغل حيزا أكثر من اللازم وربما يمنع ربط الغطاء الجانبي على الإطار.
٣. يتم تسجيل مقاس السلك وعدد اللفات في كل ملف.
٤. اقطع قطعة خشب موسكى واضبطها حسب المقاس الداخلي للملف وسوف تكون هذه هي الضبعة (الفورمة) التي سيلف عليها الملف الجديد. ولكى يسهل رفع الملف الجديد بعد لفه ، اجعل جوانب قطعة الخشب مسلوبة قليلا ، وضع عليها لفة واحدة من ورق البرسبان العازل .
٥. يتم عمل قطعتين جانبيتين من خشب الأبلكاش وذلك لحفظ الملف في مكانه.



شكل رقم ٣٨: لف الأقطاب

٦. ضع الفورمة على آلة اللف ويلف العدد المطلوب من اللفات ثم نربط الملف قبل رفعه مستعملا الشقوق الموجودة في القطعتين الجانبيتين كدليل.
٧. يتم لحام طرفين سلك من الشعيرات قطره مناسب بطرفي الملف بالقصدير ويعزلان ويربطان مع الملف لمنع شدهما.
٨. يلف الملف بطبقة من شريط القطن ويتم تشكيله بحيث يشبه الملف الأصلي، ثم نضعها في مكانها بنفس الطريقة الأصلية.
٩. يتم عمل الاختبارات اللازمة للتأكد من عدم وجود تماسات أرضية وأيضا عدم احتكاك الملفات بالغطاءين الجانبيان.
١٠. يتم دهان الملفات بعد ذلك بالورنيش وتترك لتجف.

تشخيص الأعطال لمولدات ومحركات التيار المستمر

شكل رقم ٣٩:أعطال المحركات

العطل: المحرك لا يبدأ دورانه

الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
احتراق المصهر	بدل المصهر
اتساخ الفرش أو ارتخاء نابض الفرش	نظفه وتأكد من حرية حركتها وتبديل النابض عند اللزوم
فتح في ملفات الأقطاب	صل دائرة الملف المفتوح
قصر في ملفات الأقطاب	استبدل الملف التالف
تآكل في كراسي المحور	استبدل كراسي محور المحرك
تلامس حامل الفرش مع جسم الآلة	افصل التلامس وإذا تعذر يبدل الحامل
زيادة الحمل	صل المحرك مع حمل مناسب أو استبدله بآخر مناسب للحمل
قصر في المبدل (الموحد)	قم بالتنظيف بين نحاسيات المبدل المقصورة

جدول رقم ٢: أعطال آلات التيار المستمر

العطل: حدوث شرارة أثناء الدوران

الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
عدم التلامس الجيد بين الفرش والمبدل	ضبط التلامس
اتساخ المبدل	ينظف جيدا وبالطريقة المناسبة
فتح في بعض ملفات المبدل	أعد لف المنتج
خطأ في قطبية أقطاب التوحيد	مراجعة التوصيل وإعادته للتوصيل الصحيح
قصر في الملفات	صل الأقطاب بالطريقة المناسبة
قصر مع جسم الآلة	يفصل القصر وإذا تعذر تبدل الملفات
عكس توصيل طرفي ملفات المنتج	ضبط التوصيل
عدم وجود الفرش في الوضع السليم	ضبط وضع الفرش الكربونية
وجود قضبان عالية أو منخفضة	ضبط الوضع السليم
خطأ في توصيل الأطراف	التوصيل الصحيح

جدول رقم ٣: أعطال آلات التيار المستمر

العطل: الآلة تدور وتصدر ضجيج عال أثناء الدوران

الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
تآكل كراسي المحور	بدل كراسي المحور
وجود قضبان عالية أو منخفضة	ضبط الوضع السليم
خشونة سطح المبدل	ينظف بحرص بورق الصنفرة

جدول رقم ٤: أعطال آلات التيار المستمر

العطل: الآلة تدور ببطء

الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
قصر ملفات الأقطاب	بدل الملفات
قصر في المبدل	يزال القصر
تآكل كراسي المحور	بدل كراسي المحور
فتح في ملفات المنتج	صل الملفات بالطريقة المناسبة
الفرش الكربونية ليست في الوضع السليم	قم بضبط وضع الفرش
زيادة الحمل	قلل الحمل أو أعد ضبط شد السيور إن وجدت
خطأ في قيمة فولتية المنبع	التحري عن سبب خطأ الفولتية وإصلاحه

جدول رقم ٥: أعطال آلات التيار المستمر

العطل: زيادة سرعة الآلة عن السرعة الأسمية لها

الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
فتح في دائرة ملفات التوازي	صل الملفات بالطريقة الصحيحة
دوران آلة التوالي بدون حمل	يجب التحميل قبل التشغيل
قصر في ملفات المجال	بدل الملفات
تلامس بين الملفات وجسم المحرك	يفصل التلامس وإذا تعذر ذلك تبدل الملفات

دول رقم ٦: أعطال آلات التيار المستمر

العطل: زيادة حرارة المحرك أثناء الدوران

الأسباب المحتملة	إجراءات الإصلاح
زيادة الحمل	قلل الحمل أو قم بضبط شد قشاط نقل الحركة إن وجد
تآكل كراسي المحور	بدل كراسي المحور
قصر في الملفات	بدل الملفات
زيادة ضغط الفرش أكثر من اللازم	ضبط وضع الفرش

جدول رقم ٧: أعطال آلات التيار المستمر

أسئلة للمراجعة

١. ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات التالية.

رقم	السؤال	صح أم خطأ
١	آلة التيار المستمر هي آلة عاكسة أي أنها تستخدم كمولد أو كمحرك ولذلك فإن تركيب المولد أو المحرك واحد (متشابه) في آلات التيار المستمر	
٢	الهيكل الخارجي لمحركات التيار المستمر يصنع من الصلب المسبوك	
٣	الأقطاب المغناطيسية تصنع من سبيكة من الصلب السيلكوني كقطعة واحدة	
٤	المنتج (عضو الاستنتاج): ويصنع من رقائق من صلب المولدات على هيئة شرائح	
٥	عضو التوحيد: ويتكون من أسطوانة نحاسية مكونة من قطاعات نحاسية معزولة عن بعضها وعن محور الدوران	

٢. اختر الإجابة الصحيحة أو الإجابات الصحيحة مما يلي.

رقم	السؤال			
١	يتصل كل من العضو الدوار وملفات المجال التوالي. ويسري التيار خلال ملفات المجال ثم في ملفات العضو الدوار. ويجب أن يدور المحرك محملا			
	(أ) المحركات التوالي	(ب) المحركات التوازي	(ج) المحركات المركبة	(د) محركات تيار متردد
٢	يتصل كل من ملفات المجال والعضو الدوار على التوازي. ويسري جزء من التيار خلال ملفات المجال التوازي بينما يسري الجزء الآخر خلال ملف العضو الدوار			
	(أ) المحركات التوالي	(ب) المحركات التوازي	(ج) المحركات المركبة	(د) محركات تيار متردد
٣	ملفات المجال التوالي والتوازي متصلان بالعضو الدوار، أحدهما على التوالي والآخر على التوازي.			
	(أ) المحركات التوالي	(ب) المحركات التوازي	(ج) المحركات المركبة	(د) محركات تيار متردد
٤	ويصنع من رقائق من صلب المولدات على هيئة شرائح من الصلب السيلكوني معزولة عن بعضها (لتقليل التيارات الإعصارية والتخلف المغناطيسي) ويشكل بمحيطها الخارجي مجاري لوضع الموصلات النحاسية			
	(أ) المنتج	(ب) العضو الثابت	(ج) العضو الدوار	(د) الهيكل الخارجي
٥	الواحد حصان ميكانيكي يساوى تقريبا .... وات			
	(أ) ١٤٢٠	(ب) ٤٢٣	(ج) ٢٥٠	(د) ٧٤٦

٣. اشرح تركيب آلات التيار المستمر

٤. صف الهيكل الخارجي لمحرك التيار المستمر.
٥. صف الأقطاب المغناطيسية لمحرك التيار المستمر.
٦. صف العضو الدوار لمحرك التيار المستمر.
٧. صف الفرش الكربونية لمحرك التيار المستمر.
٨. عدد أنواع مولدات التيار المستمر
٩. اشرح نظرية عمل محركات التيار المستمر.
١٠. أذكر قوانين اللف الإنطباقي.

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 آلات التيار المستمر			
تدريب رقم	١	الزمن	٤ ساعات

أهداف

أن يجيد المتدرب قراءة لوحة بيانات المحرك واستخراج المعلومات الأساسية.

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات
محرك أو مولد تيار مستمر
مفكات ومفاتيح بأشكال مختلفة

جدول رقم ٨: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

كما ذكرنا في المعارف النظرية، فلوحة بيانات المحرك تحتوي على عدة معلومات 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 ٤٠: لوحة بيانات محرك تيار مستمر

شرح دلالة كل رقم على الـ Name Plate:

١. عدد أقطاب المحرك "number of poles".
٢. قدرة المحرك بالحصان.
٣. سرعة دوران المولد أو المحرك.
٤. نوع المحرك أو المولد من حيث الإثارة
٥. وهو حرف يدل على درجة تحمل عزل ملفات المحرك لدرجات الحرارة

٦. درجة حرارة الوسط التي يعمل عندها المحرك بكفاءة.
٧. طبيعة عمل المحرك، حسب المذكور بالمعارف النظرية
٨. رقم يدل على نوع ومواصفات الرولمان بلى.
٩. "serial number" وهو رقم يخص المصنع.
١٠. "IP Code" وهو كود يحدد درجة حماية المحرك.
١١. تاريخ تصنيع المحرك أو المولد.
١٢. وزن المحرك وهو يفيد جدا عند الرغبة في نقله أو رفعه بالونش.

خطوات تنفيذ التجربة

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

م	البيان	المدلول
١		
٢		
٣		
٤		
٥		
٦		
٧		
٨		
٩		
١٠		
١١		

جدول رقم ٩: 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 ١٠: تقييم الأداء

توقيع المدرب

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

الإختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- محرك أو مولد تيار مستمر الوجه.

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

فك وتركيب آلات التيار المستمر واستخدام الأدوات اللازمة لعمليات الفك والتركيب			
تدريب رقم	٢	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- التعرف على الأدوات اللازمة لعمليه الفك والتركيب واستخدامها الاستخدام السليم.
- التعرف على أجزاء محرك التيار المستمر
- اكتساب مهاره الفك والتركيب

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار مستمر	أسلاك توصيل
مصدر جهد مستمر	
مفكات ومفاتيح بأشكال مختلفة	
محرك تيار مستمر	
زرجينه - مكبس هيدروليكي.	

جدول رقم ١١: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

كما ذكرنا في المعارف النظري فأن آلة التيار المستمر هي آلة عاكسة أي أنها تستخدم كمولد أو كمحرك ولذلك فإن تركيب المولد أو المحرك واحد (متشابه) في آلات التيار المستمر. **وتتركب من:**

١. الهيكل الخارجي
٢. الأقطاب المغناطيسية.
٣. العضو الدوار ويتكون من:
- المنتج (عضو الاستنتاج.
- عضو التوحيد.

٤. الفرش الكربونية.

شكل رقم ٤١: مكونات محرك.

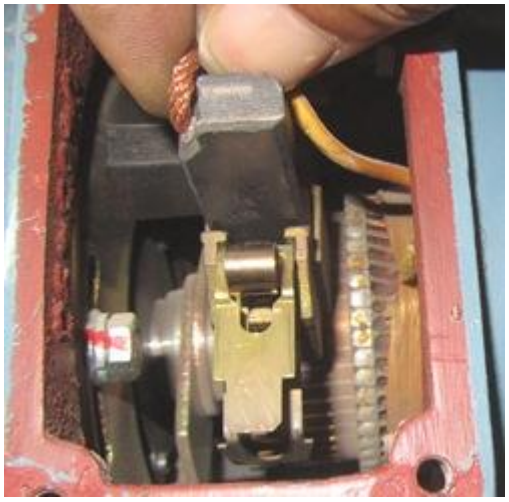
خطوات تنفيذ التجربة

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزة الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. تحضير العدد اللازمة لعملية الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة - مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٤. ضع علامة على جسم المحرك باستخدام سنبك النقطة وأخرى على الغطاءين الجانبين حتى تساعدك في عملية إعادة تجميع المحرك.
٥. فك أغطية الفرش الكربونية كما بالشكل التالي

شكل رقم ٤٢: فك الأغطية للمحرك

٦. لنزع الفرش الكربونية (الفحمات) من مكانها، وذلك بالضغط على الزمبرك الموجود فوقها باستخدام مفك عادي ثم اسحب الفرش كما في الشكلين التاليين.

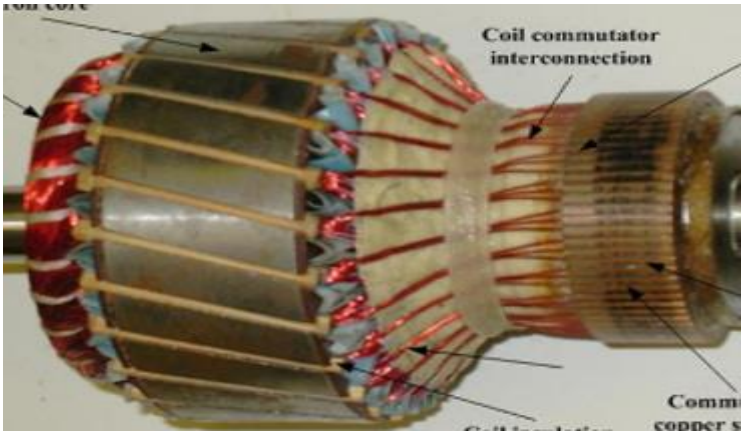
شكل رقم ٤٣: الضغط على زنبرك (ياي) تثبيت الفرش الكربونية



شكل رقم ٤٤: إخراج الفرش الكربونية

٧. قم بفك الأغطية الجانبية.

٨. قم بإخراج العضو الدائر ولاحظ العضو الدوار.



شكل رقم ٤٥: إخراج العضو الدوار

٩. عاين العضو الساكن من حيث (القلب الحديدي وملفات الأقطاب والتوحيد وأطراف التوصيل للمحرك). الشكل التالي

شكل رقم ٤٦: العضو الساكن

١٠. اعد تجميع المحرك وذلك بتركيب العضو الدوار داخل العضو الساكن حتى يرتكز في مكانه الصحيح.

١١. ادخل الأغطية الجانبية للآلة مع المحور حتى تتطابق العلامات التي وضعتها قبل عملية الفك، ثم شد البراغي بشكل جيد.

١٢. اعد تركيب الفرش الكربونية في مكانها، وأضغط الزمبرك على الفرش الكربونية حتى تثبت بشكل جيد.

١٣. صل نهايات أطراف التوصيل الخاصة بالمحرك

١٤. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وأترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الآداء

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	يلاحظ شكل العضو الدائر وعضو التوحيد.			
٤	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٢: تقييم الأداء

توقيع المدرب

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

الإختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يكرر المتدرب فك وتركيب المحرك مرة أخري علي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بذلك في زمن ٣٠ دقيقة.

اختبار العضو الدوار			
تدريب رقم	٣	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- التعرف على الأدوات اللازمة لعمليه الفك والتركيب واستخدامها الاستخدام السليم.
- اكتساب مهاره الفك والتركيب
- اختبار العضو الدوار

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	الخامات
جهاز قياس جهد وتيار مستمر	أسلاك توصيل
مصدر جهد مستمر	
مفكات ومفاتيح بأشكال مختلفة	
محرك تيار مستمر	
زرجينه - مكبس هيدروليكي.	

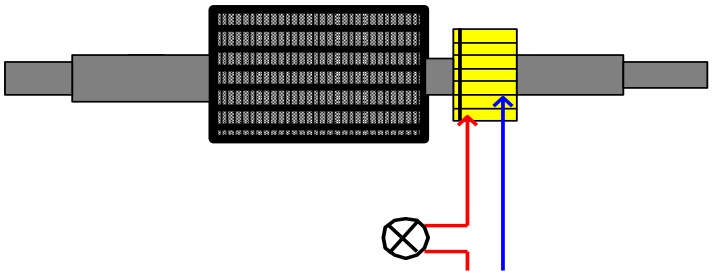
جدول رقم ١٣: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

اختبار القصر بين القطاعات

أولا: في حالة عضو الاستنتاج الغير ملفوف:

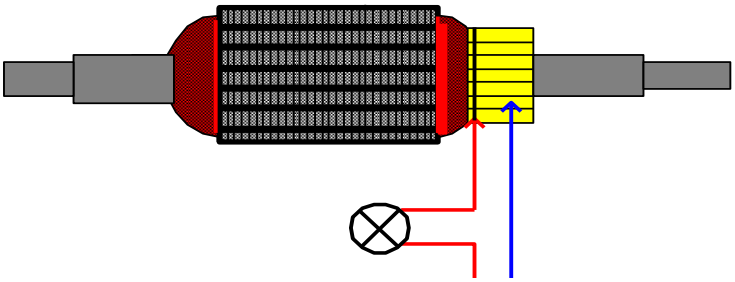
يتم توصيل طرفي جهاز الأفوميتر بعد وضعه على قياس المقاومة Ω xI أو طرفي مصباح الاختبار على كل قطعة من قطاعات عضو التوحيد والمجاورة لها فإذا انحرف المؤشر ليقرأ صفرا دل ذلك على وجود قصر بين هاتين القطعتين الموصلين إلى طرفي جهاز الأفوميتر وإذا كان المستخدم مصباح الاختبار سيضيئ المصباح ويمكن إزالة هذا القصر بعد تفليج عضو التوحيد، وبعد عملية التفليج يعاد الاختبار مرة أخرى للتأكد من إزالة القصر.



شكل رقم ٤٧: طريقة اختبار عضو التوحيد

ثانيا: الاختبار في حالة وجود ملفات ملحومة بعضو التوحيد:

في هذه الحالة يتم حصر القطعتين المقصورتين ويستدل على ذلك بأنه سوف تكون إضاءة المصباح طبيعية لأن الجهد الواقع عليه سيكون الجهد الكلى للمنبع بسبب القصر أو ستكون قراءة جهاز الأفوميتر في حالة وضعه لقياس الأوم ومدى Ω XI = صفر

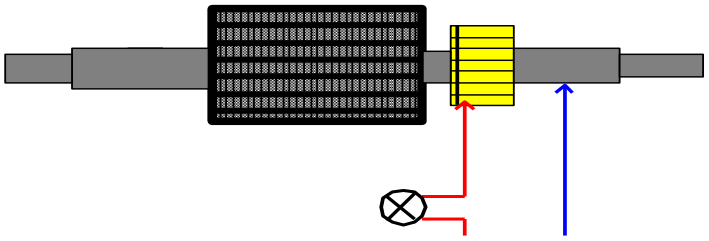


شكل رقم ٤٨: اختبار عضو التوحيد في حالة وجود ملفات

ثالثا: الاختبار للكشف عن وجود قصر في قطعة أو أكثر من قطاعات عضو التوحيد مع عمود الإدارة بعضو استنتاج غير ملفوف:

يتم توصيل وتثبيت أحد طرفي مصباح الاختبار على عمود الدوران أو قلب عضو الاستنتاج، ثم يمرر الطرف الآخر مع التوصيل الجيد على كل من قطاعات عضو التوحيد واحدة بعد الأخرى.

في حالة إضاءة المصباح على أي قطعة من قطاعات عضو التوحيد يدل ذلك على أن القصر بين هذه القطعة وبين عمود الإدارة.

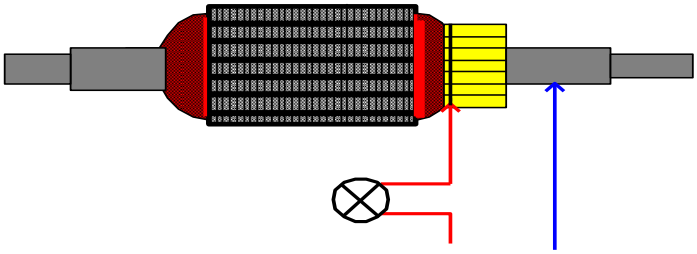


شكل رقم ٤٩: طريقة اختبار قصر عضو التوحيد مع عمود الإدارة

رابعا: الاختبار للكشف عن القصر مع عمود الإدارة لعضو استنتاج ملفوف

يتم تحديد قطعة أو أكثر من قطاعات عضو التوحيد التي يكون بها قصر مع عمود الإدارة وتوصل دائرة الاختبار كما في العملية السابقة على أنه في حالة عدم وجود قصر بين القطاعات وعمود الإدارة سوف

يضيء المصباح ولكن ليس بإضاءته الكاملة لوجود الملفات موصلة على التوالي بدائرة الاختبار، أما في حالة إضاءة المصباح بإضاءته الكاملة فيكون هذا مكان القصر ويتم فك لحام الأطراف للملفات المتصلة بالقطاعات المقصورة لحصر القصر ثم يعاد توصيل طرف مصباح الاختبار إلى هاتين القطعتين واحدة بعد الأخرى مع عمود الإدارة فإذا أضاء المصباح دل ذلك على أن القصر في القطعة التي أضاء عندها المصباح، أما إذا انطفئ المصباح يكون القصر بين الملفات وعمود الإدارة ويتم العزل أو إعادة لف عضو الاستنتاج بالكامل .



شكل رقم ٥٠: طريقة اختبار قصر عضو التوحيد مع عمود الإدارة لعضو استنتاج ملفوف

يمكن استخدام جهاز الميجر بدلا من مصباح الاختبار وجهاز الآفوميتر وذلك بتدوير ذراع الجهاز بعد وضع طرفيه على المكان المراد اختباره فإذا تحرك مؤشر الجهاز في أي وضع من أوضاع التوصيل دل ذلك على وجود اتصال بين الملفات وحديد عضو الاستنتاج .

يمكن استخدام جهاز الميجر بدلا من مصباح الاختبار وجهاز الآفوميتر وذلك بتدوير ذراع الجهاز بعد وضع طرفيه على المكان المراد اختباره فإذا تحرك مؤشر الجهاز في أي وضع من أوضاع التوصيل دل ذلك على وجود اتصال بين الملفات وحديد عضو الاستنتاج.

خطوات تنفيذ التجربة

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزة الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. تحضير العدد اللازمة لعملية الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة - مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).
٤. فك المحرك كما تدربت بالتدريب السابق.
٥. قم بإخراج العضو الدوار.
٦. قم باختبار العضو الدوار حسب الشرح بالمعارف المرتبكة بالتدريب، وسجل النتائج في خانة المشاهدات.

٧. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وأترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الآداء

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	يختبر العضو الدور			
٤	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٤: تقييم الأداء

توقيع المدرب

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

الإختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يكرر المتدرب فك المحرك واختبار العضو الدوار وإعادة تركيب المحرك مرة أخري علي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بذلك في زمن ٢ ساعة.

إعادة لف محرك تيار مستمر - أربعة أقطاب يحتوى عضو استنتاجه على ٨ مجرى وعضو التوحيد على عدد ٨ قطعة نحاسية			
تدريب رقم	٤	الزمن	١٢ ساعه

أهداف

- التعرف على الأدوات اللازمة لعمليه الفك والتركيب
- التعرف على أجزاء محرك التيار المستمر
- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهرات اللف والخطوات الحسابية للف
- عمل حسابات إعادة اللف
- اللف لفا انطباقيا بسيطا
- رسم انفراد اللف وتحديد مواقع الفرش

متطلبات التدريب

الأجهزة	المعدات والخامات
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 ذان الورنية لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك تيار مستمر حسب مواصفات التدريب	
مصدر جهد ٢٢٠ فولت	

جدول رقم ١٥: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

قوانين اللف الإنطباقي:

تحديد الخطوة الخلفية والأمامية طبقا للقوانين

عدد الملفات = عدد قطاعات عضو التوحيد = ٨

الخطوة القطبية = عدد المجاري ÷ عدد الأقطاب = ٨ ÷ ٤ = ٢مجرى

عدد الموصلات الكلية = عدد قطاعات عضو التوحيد × ٢ = موصل

عدد الموصلات الكلية = ٨ × ٢ =١٦ موصل

$$\text{عدد الموصلات(جوانب الملفات) بالمجرى} = \frac{\text{عدد قطاعات التوحيد} \times 2}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{عدد الموصلات (جوانب الملفات) بالمجرى} = \frac{8 \times 2}{8} = 2\text{موصل}$$

الخطوة الخلفية = الخطوة القطبية × عدد جوانب الملفات بالمجرى + ١ عدد فردى صحيح

الخطوة الخلفية = ٢× ٢ + ١ = ٥ موصل

$$\text{الخطوة الأمامية} = \text{الخطوة الخلفية} \pm 2$$

$$\text{الخطوة الأمامية} = 5 - 2 = 3 \text{ موصل}$$

$$\text{خطوة عضو التوحيد} = +1$$

$$\text{الخطوة العملية للف} = \text{عدد المجاري} \div \text{عدد الأقطاب} + 1$$

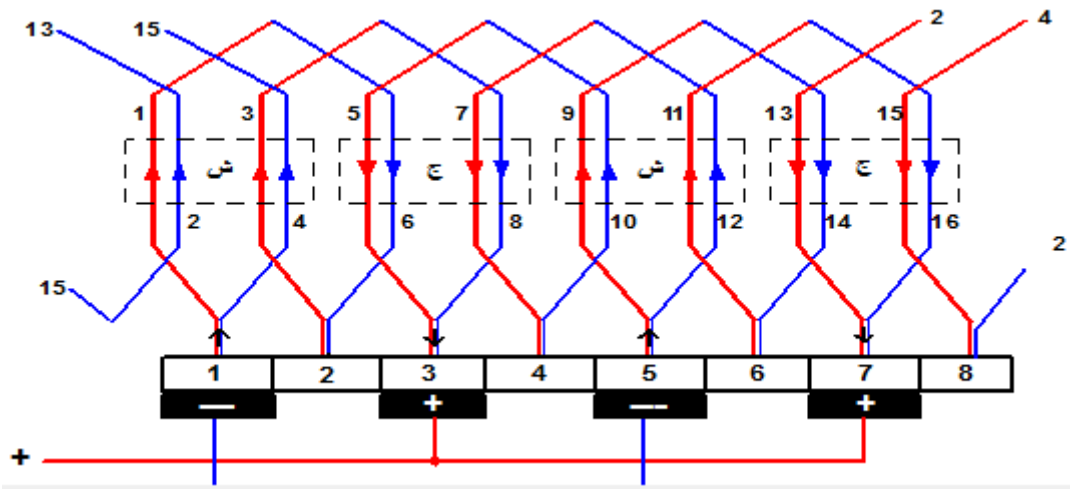
$$\text{الخطوة العملية للف} = 8 \div 4 + 1 = 3$$

جدول اللف: ونلاحظ أن الجدول اشتمل على ١٦ عملية وهو عدد يساوى عدد الموصلات وابتدأ بالموصل رقم (١) وانتهى بالموصل نفسه رقم (١) وبذلك يكون قد تم توصيل ولحام جميع الموصلات.

خلفية (+ ٥)	أمامية (- ٣)
١ : ٦	٣ : ٦
٣ : ٨	٥ : ٨
٥ : ١٠	٧ : ١٠
٧ : ١٢	٩ : ١٢
٩ : ١٤	١١ : ١٤
١١ : ١٦	١٣ : ١٦
١٣ : ٢	١٥ : ٢
١٥ : ٤	١ : ٤

خطوات تنفيذ التدريب

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).
٤. فك المحرك حسب ما تدربت سابقا.
٥. دون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك - إسقاط الملفات في مجاري العضو الثابت للمحرك).
٦. قم بتنظيف مجري العضو الدائر ونحاس التوحيد
٧. قم برسم انفراد لف العضو الدائر لمحرك تيار مستمر رباعي الأقطاب عدد المجاري ٨ مجري وعدد قطاعات عضو التوحيد ٨ قطع نحاسيه



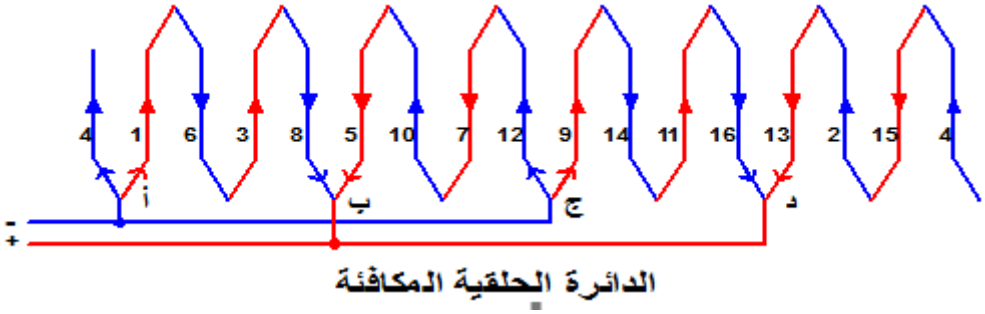
شكل رقم ٥١: رسم الانفراد للمحرك

٨. قم بتعيين ممرات التيار وعدد الفرش وموقعها من عضو التوحيد.
٩. وبالنسبة للف الإنطباقي كما هو مبين بالشكل تتلخص الطريقة في أن ترسم الموصلات حسب ترتيب الملف وتحدد اتجاه (ق. د. ك) بواسطة أسهم مأخوذة من انفراد اللف السابق ويلاحظ أن الموصلات تنقسم إلى أربعة مجموعات توالى متصلة على التوازي. وأن نقط اتصال هذه المجموعات (أ ، ب ، ج ، د) تكون فيها (ق . د . ك) داخلة أو خارجة وتكون هذه النقط هي مواضع الفرش ، ويسمى هذا الرسم بالدائرة الحلقية المكافئة.

عدد الفرش اللازمة للف الإنطباقي.

١. يتعرض التيار للتوحيد كلما مر بمنطقة الحياد الواقعة بين الأقطاب، ولذا يتحتم عكس اتجاه التيار في الملف عند انتقاله من منطقة قطب إلى منطقة قطب أخر وذلك بإحداث قصر بواسطة الفرشة.

وبما أن عدد مناطق الحياد تساوى عدد الأقطاب، نجد أن عدد الفرش يساوى، في جميع الحالات، عدد الأقطاب. ولإيجاد موضع كل فرشه كما هو مبين بالشكل نحدد أولا اتجاه القوة الدافعة الكهربية في الموصلات. فهي تتجه إلى أعلى تحت الأقطاب الشمالية وتتجه إلى أسفل تحت الأقطاب الجنوبية، ونتبع هذه الاتجاهات فنجد أن هناك نقطتان تتلاقى عندهما قوتان دافعتان وكذلك نقطتان أخريان تخرج منهما قوتان دافعتان وهذه النقط تحدد مكان وضع الفرش الموجبة والسالبة. وتوصل الفرش ذات الاتجاه المتشابه ببعضها. وبالنظرة إلى الشكل نجد أن ملفات المنتج ذات أربع دوائر توازى أي أن عدد الأقطاب = عدد دوائر التوازي خلال عضو الاستنتاج.



شكل رقم ٥٢: الدائرة المكافئة

٢. لحام أطراف الملفات بالقطع النحاسية الخاصة بعضو التوحيد.
٣. تركيب المحرك.
٤. قم بتشغيل المحرك وقياس سرعه المحرك باستخدام التاكوميتر.
٥. قياس التيار المسحوب من المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك.
٦. 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 للفك			
٣	يفك ويجمع محرك التيار المستمر			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف الإنطباقي للعضو الدائر وكيفية لفه			
٥	يتقن طرق اللف الإنطباقي وقوانين اللف			
٦	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٦: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الإختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- العدد والأدوات والمعدات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يقوم بإعادة لف محرك تيار مستمر - أربعة أقطاب يحتوي عضو استنتاجه على ٨ مجرى وعضو التوحيد على عدد ٨ قطعة نحاسية في زمن ٣ ساعات.

إعادة لف محرك تيار مستمر ذات أربعة أقطاب يحتوى عضو استنتاجه على ١٣ مجرى وعضو التوحيد على عدد ١٣ قطعة نحاسية ملفوف لفا تموجي بسيط			
تدريب رقم	٥	الزمن	١٢ ساعه

أهداف

- التعرف على الأدوات اللازمة لعمليه الفك والتركيب
- التعرف على أجزاء محرك التيار المستمر
- اكتساب المتدرب مهاره الفك والتركيب ومهرات اللف والخطوات الحسابية للف
- عمل حسابات إعادة اللف
- اللف لفا انطباقيا بسيط
- رسم انفراد اللف وتحديد مواقع الفرش

متطلبات التدريب

الأجهزة	المعدات والخامات
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 ذان الورنية لقياس أعماق مجاري السلك	
زرديات بأشكال مختلفة ومفكات مختلفة	
كاويه لحام قصدير	
قشاره سلك	
زرجينه لفك رومان بلي	
محرك تيار مستمر حسب مواصفات التدريب	
مصدر جهد ٢٢٠ فولت	

جدول رقم ١٧: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

ولحساب خطوات اللف التموجي نتبع الآتي:

الخطوة القطبية = عدد المجاري ÷ عدد الأقطاب = مجرى = عدد صحيح (يحذف الكسر إن وجد)

الخطوة القطبية = ١٣ ÷ ٤ =٣,٢٥ مجرى = ٣ مجرى

$$\text{عدد الموصلات(جوانب الملفات) بالمجرى} = \frac{\text{عدد قطاعات التوحيد} \times 2}{\text{عدد المجاري}}$$

$$\text{عدد الموصلات (جوانب الملفات) بالمجرى} = \frac{13 \times 2}{13} = 2$$

الخطوة الخلفية = الخطوة القطبية × عدد جوانب الملفات بالمجرى + ١ = موصل

الخطوة الخلفية = ٣ × ٢ + ١ = ٧ موصل

$$\text{عدد الموصلات(جوانب الملفات) خطوة عضو التوحيد(خطوة اللحام)} = \frac{\text{عدد قطاعات التوحيد} \pm 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

$$\text{عدد الموصلات (جوانب الملفات) خطوة عضو التوحيد(خطوة اللحام)} = \frac{1 - 13}{2} = \frac{12}{2} = 6$$

الخطوة الأمامية = ٢ × خطوة اللحام - الخطوة الخلفية = موصل

الخطوة الأمامية = (٢ × ٧) - ٧ = ٧ موصل لف متقدم

أو (٢ × ٦) – ٧ = ٥ لف متأخر

جدول اللف (أ)

خلفية+ ٧	أمامية+ ٧	خلفية+ ٧	أمامية+ ٧	خلفية+ ٧	أمامية+ ٧	خلفية+ ٧	أمامية+ ٧	خلفية+ ٧	أمامية+ ٧
١ - ٨	– ٨ ١٥	– ١٥ ٢٢	٢٢ -٣	– ٣ ١٠	١٠ ١٧	– ١٧ ٢٤	٢٤ - ٥	– ٥ ١٢	- ١٢ ١٩
– ١٩ ٢٦	٢٦ - ٧	– ٧ ١٤	– ١٤ ٢١	٢١ - ٢	٢ - ٩	– ٩ ١٦	– ١٦ ٢٣	٢٣ - ٤	٤ - ١١
– ١١ ١٨	– ١٨ ٢٥	٢٥ - ٦	– ٦ ١٣	– ١٣ ٢٠	٢٠ - ١	—	—	—	—

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.

٢. تحضير أجهزه الأفوميتر (AVO) وجهاز التاكوميتر وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.

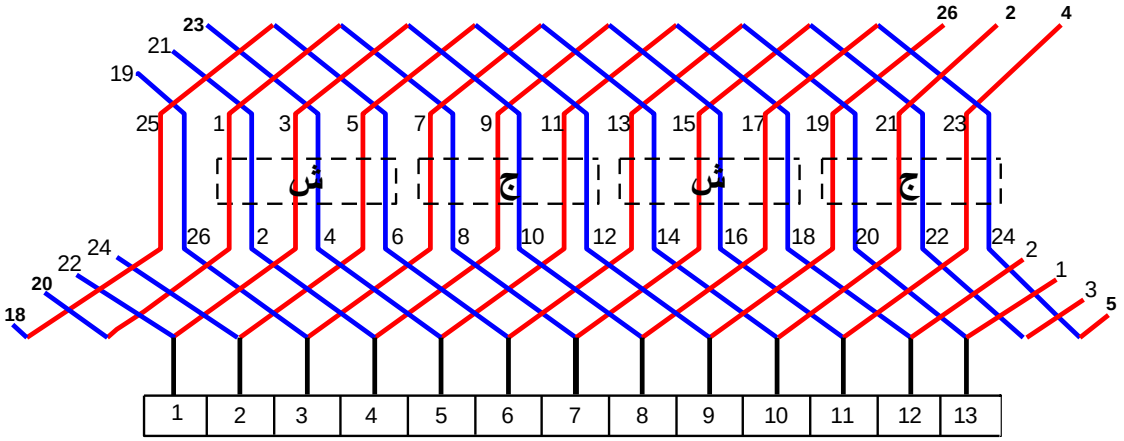
٣. تحضير العدد اللازمة لعمليه الفك والتركيب (مفكات بأشكال مختلفة – مفاتيح مقاسات مختلفة - زرجينه).

٤. فك المحرك حسب ما تدربت سابقا.

٥. دون البيانات الخارجية التي على لوحة بيانات المحرك من (سرعة المحرك، وتيار المحرك، طريقة توصيل المحرك - إسقاط الملفات في مجاري العضو الثابت للمحرك).

٦. قم بتنظيف مجري العضو الدائر ونحاس التوحيد

٧. رسم انفراد لف العضو الدائر لمحرك تيار مستمر رباعي الأقطاب عدد المجاري ١٣مجري وعدد قطاعات عضو التوحيد ١٣قطع نحاسيه ملفوف لف تموجي بسيط



انفراد لف عضو استنتاج لآلة تيار مستمر ذات أربعة أقطاب 31 مجرى 31 قطعة عضو توحيد
لف تموجي بسيط متقدم

شكل رقم ٥٣: رسم انفراد للمحرك

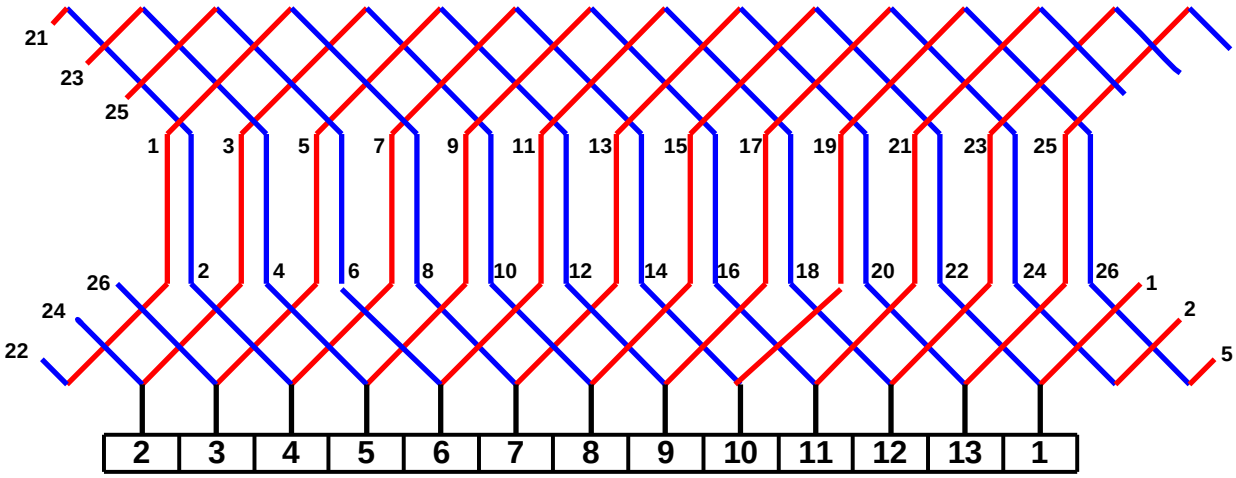
٨. جدول اللف (ب) لنفس المثال السابق

- الخطوة الخلفية = ٧
- وتم اختيار الخطوة الأمامية = ٥ لف متأخر

ونلاحظ أن الجدول في الحالتين (أ، ب) احتوى على ٢٦ عملية وهو عدد يساوى عدد الموصلات وابتدأ اللف بالموصل رقم (١) وانتهى بالموصل نفسه رقم (١) وبذلك يكون قد تم توصيل ولحام جميع الموصلات.

خلفية + ٧	أمامية + ٥	خلفية + ٧	أمامية + ٥	خلفية + ٧	أمامية + ٥
١ ـ ٨	٨ ـ ١٣	١٣ ـ ٢٠	٢٠ ـ ٢٥	٢٥ ـ ٦	٦ ـ ١١
١١ ـ ١٨	١٨ ـ ٢٣	٢٣ ـ ٤	٤ ـ ٩	٩ ـ ١٦	١٦ ـ ٢١
٢١ ـ ٢	٢ ـ ٧	٧ ـ ١٤	١٤ ـ ١٩	١٩ ـ ٢٦	٢٦ ـ ٥
٥ ـ ١٢	١٢ ـ ١٧	١٧ ـ ٢٤	٢٤ ـ ٣	٣ ـ ١٠	١٠ ـ ١٥
١٥ ـ ٢٢	٢٢ ـ ١	–	–	–	–

جدول رقم ١٨: جدول الخطوة الخلفية والأمامية



شكل رقم ٥٤: انفراد لف عضو استنتاج لآلة تيار مستمر ذات أربعة أقطاب ١٣ مجرى ١٣ قطعة عضو توحيد لف تموجي بسيط متأخر

عدد الفرش اللازمة للف الإنطباقي

١. يتعرض التيار للتوحيد كلما مر بمنطقة الحياد الواقعة بين الأقطاب، ولذا يتحتم عكس اتجاه التيار في الملف عند انتقاله من منطقة قطب إلى منطقة قطب أخر وذلك بإحداث قصر بواسطة الفرشة. وبما أن عدد مناطق الحياد تساوى عدد الأقطاب، نجد أن عدد الفرش يساوى، في جميع الحالات، عدد الأقطاب. ولإيجاد موضع كل فرشه كما هو مبين بالشكل نحدد أولا اتجاه القوة الدافعة الكهربية في الموصلات. فهي تتجه إلى أعلى تحت الأقطاب الشمالية وتتجه إلى أسفل تحت الأقطاب الجنوبية، ونتبع هذه الاتجاهات فنجد أن هناك نقطتان تتلاقى عندهما قوتان دافعتان وكذلك نقطتان أخريان تخرج منهما قوتان دافعتان وهذه النقط تحدد مكان وضع الفرش الموجبة والسالبة. وتوصل الفرش ذات الاتجاه المتشابه ببعضها. وبالنظرة إلى الشكل نجد أن ملفات المنتج ذات أربع دوائر توازى أي أن عدد الأقطاب = عدد دوائر التوازي خلال عضو الاستنتاج.

٢. لحام أطراف الملفات بالقطع النحاسية الخاصة بعضو التوحيد

٣. تركيب المحرك

٤. تشغيل المحرك وقياس سرعه المحرك باستخدام التاكوميتر

٥. قياس التيار المسحوب ن المحرك ومطابقه السرعة والتيار علي لوحه بيانات المحرك

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

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يستخدم الأدوات المناسبة للفك			
٣	يفك ويجمع محرك التيار المستمر			
٤	يستخدم الطرق الحسابية لحساب اللف الإنطباقي للعضو الدائر وكيفية لفه			
٥	يتقن طرق اللف التموجي وقوانين اللف			
٦	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٩: تقيم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الإختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- العدد والأدوات والمعدات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يقوم بإعادة لف محرك تيار مستمر - أربعة أقطاب يحتوي عضو استنتاجه على ١٣ مجرى وعضو التوحيد على عدد ١٣ قطعة نحاسية لف تموجي بسيط في زمن ٣ ساعات.

اختبار اللا حمل لمولدات التيار المستمر No-Load Test			
تدريب رقم	٦	الزمن	٤ ساعات

أهداف

- دراسة الخواص الداخلية لمولد تيار مستمر منفصل التغذية.
- تعلم كيفية توصيل مولد التيار المستمر منفصل التغذية.
- إيجاد العلاقة بين الجهد المتولد على أطراف المولد وتيار المجال للمولد.

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	والخامات
جهاز قياس تيار مستمر (أميتر) ٣20 A.	أسلاك توصيل
جهاز قياس الجهد المستمر (فولتميتر) 250 V	
جهاز قياس السرعة (تاكوميتر) 3000 RPM	
مصدر جهد مستمر متغير القيمة (0-240 V) 10 A لتغذية المحرك	
مصدر جهد مستمر متغير القيمة (0-240 V) 1 A لتغذية ملفات المجال	
محرك تيار مستمر توازي	
مولد تيار مستمر منفصل التغذية	

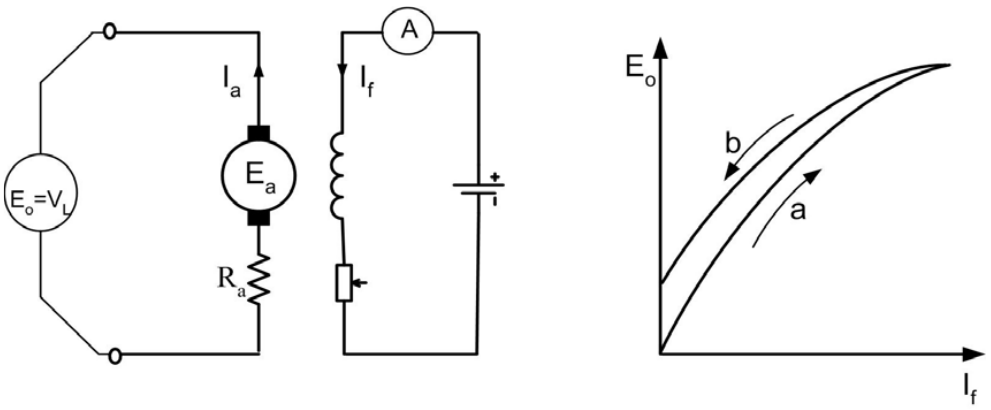
جدول رقم ٢٠: جدول متطلبات التدريب.

المعارف المرتبطة بالتدريب

تتولد بين نهايتي مجموعات الفرش الكربونية (الموجبة والسالبة) قوة دافعة كهربية، تتوقف قيمتها على:

- سرعة الآلة
- الفيض المغناطيسي لكل قطب
- عدد الموصلات على العضو المنتج وطريقة لفها، كما تتوقف قطبيتها على اتجاه تيار المجال

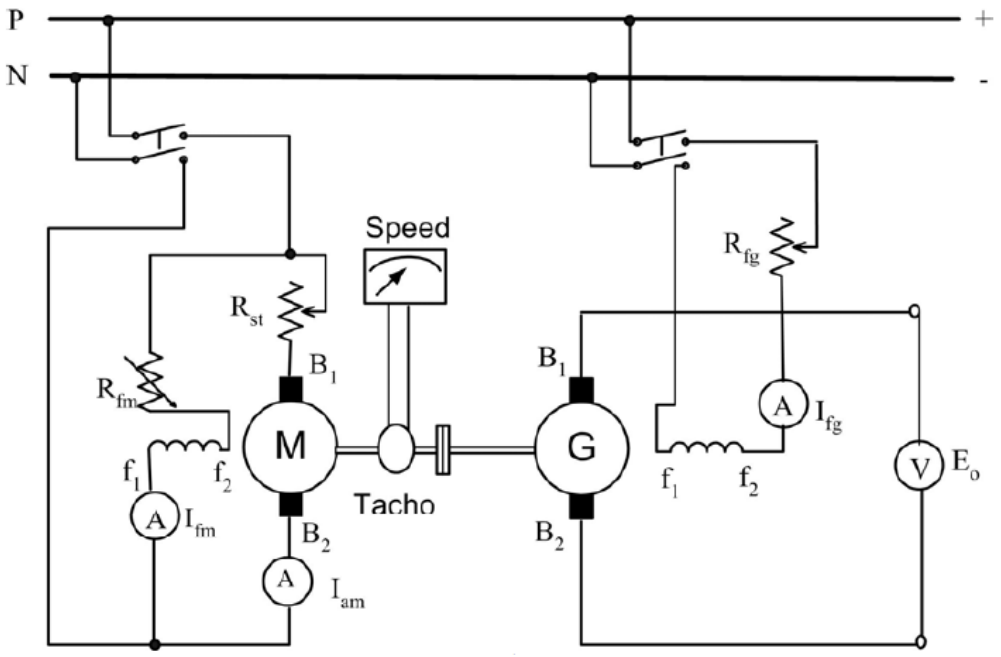
منحنى حواص اللا حمل يعرف أيضا بمنحنى التمغنط للآلة أو منحنى الدائرة المفتوحة (Open Circuit Curve) وهو يعطي العلاقة بين القوة الدافعة المتولدة داخل المنتج (Eo) في حالة اللا حمل وتيار المجال (If) عند ثبوت السرعة.



شكل رقم ٥٥: منحنى خواص اللا حمل

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزة الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. ضبط أحد أجهزة القياس المتعدد الأغراض (أفو AVO) على وضع قياس التيار المستمر والآخر علي وضع الجهد المستمر.
٤. ضبط جهاز التاكوميتر.
٥. قم بتوصيل الدائرة الكهربية كما هو موضح في الشكل التالي.



شكل رقم ٥٦: اختبار اللا حمل للمولد

٦. حدد مقننات الدائرة وراعى استخدام أجهزة القياس كل بالمدي المناسب حسب مواصفات المحرك والمولد بالجهد المناسب.
٧. وصل المحرك بمنبع جهد مستمر متغير.

٨. أضبط تيار المجال للمحرك حتى يصل إلى السرعة المقننة.
٩. تأكد من اتجاه دوران المحرك في الاتجاه المحدد.
١٠. غير الجهد المسلط علي ملفات مجال المولد بحيث يتغير تيار المجال طبقا للقيم الموضحة بالجدول.
١١. سجل قراءة الفولتميتر المناظر لقيم تيار المجال.
١٢. ارسم منحني اللا حمل عند السرعة المقننة.
١٣. يتم ضبط تيار المجال على الصفر.
١٤. غير سرعة المحرك إلي 70% من السرعة المقننة بتغيير الجهد المسلط علي أطراف المحرك
١٥. كرر الخطوات السابقة.
١٦. غير سرعة المحرك إلي 50% من السرعة المقننة بتغيير الجهد المسلط علي أطراف المحرك.
١٧. إيقاف المحرك من خلال تقليل الجهد المسلط عليه تدريجيا إلي الصفر.

تسجيل النواتج

I_F(A)	0								I_{RATED}
E_0(V)									

جدول رقم ٢١: السرعة المقننة وتيار الحمل يزداد.

I_F(A)	I_{RATED}								0
E_0(V)									

جدول رقم ٢٢: السرعة المقننة وتيار المجال يتناقص.

I_F(A)	0								I_{RATED}
E_0(V)									

جدول رقم ٢٣: 70% من السرعة المقننة وتيار المجال يزداد.

I_F(A)	0								I_{RATED}
E_0(V)									

جدول رقم ٢٤: 50% من السرعة المقننة وتيار المجال يزداد.

١. ارسم النتائج التي حصلت عليها (الجهد المتولد مع تيار المجال).
٢. احسب تيار المجال اللازم لتوليد الجهد المقنن على أطراف المولد.
٣. ناقش المنحنيات التي حصلت عليها وسجل ملاحظاتك.
٤. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وأترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الآداء

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	يحدد قيمة الجهد المتولد وتيار المجال.			
٤	يحسب تيار المجال اللازم لتوليد الجهد المقنن.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٥

توقيع المدرب

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

الإختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يكرر المتدرب التجربة مرة أخري عند 85% من السرعة المقننة وتيار المجال يتناقص على أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بذلك في زمن ٣٠ دقيقة.

منحني خواص الحمل للمولد منفصل التغذية Load Characteristics			
تدريب رقم	٧	الزمن	٨ ساعات

أهداف

حساب منحني الخواص الخارجية للمولد منفصل التغذية (العلاقة بين تيار الحمل وجهد الحمل).

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	والخامات
جهاز قياس تيار مستمر (أميتر) ٣20 A.	أسلاك توصيل
جهاز قياس الجهد المستمر (فولتميتر) 250 V	
جهاز قياس السرعة (تاكوميتر) 3000 RPM	
مصدر جهد مستمر متغير القيمة (0-240 V) 10 A لتغذية المحرك	
مصدر جهد مستمر متغير القيمة (0-240 V) 1 A لتغذية ملفات المجال	
محرك تيار مستمر توازي	
مولد تيار مستمر منفصل التغذية	
ثلاث لمبات تيار مستمر	

جدول رقم ٢٦: جدول متطلبات التدريب.

المعارف المرتبطة بالتدريب

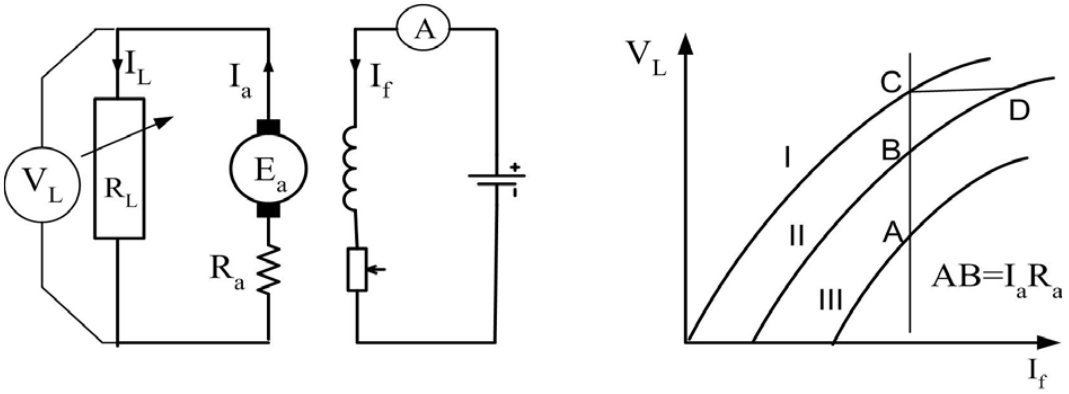
تتولد بين نهايتي مجموعات الفرش الكربونية (الموجبة والسالبة) قوة دافعة كهربية، تتوقف قيمتها على:

- سرعة الآلة
- الفيض المغناطيسي لكل قطب
- عدد الموصلات على العضو المنتج وطريقة لفها، كما تتوقف قطبيتها على اتجاه تيار المجال

منحنى خواص الحمل (Load Characteristics) وهو العلاقة بين الجهد على أطراف الحمل (V_L) وتيار المجال (I_F) وذلك بثبوت السرعة وتيار الحمل.

عند تحميل المولد فأن القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في النتج تكون أقل من مثيلتها في حالة اللا حمل وذلك نتيجة رد فعل عضو الاستنتاج وينعكس ذلك على جهد الحمل حيث يقل عن القوة الدافعة المتولدة

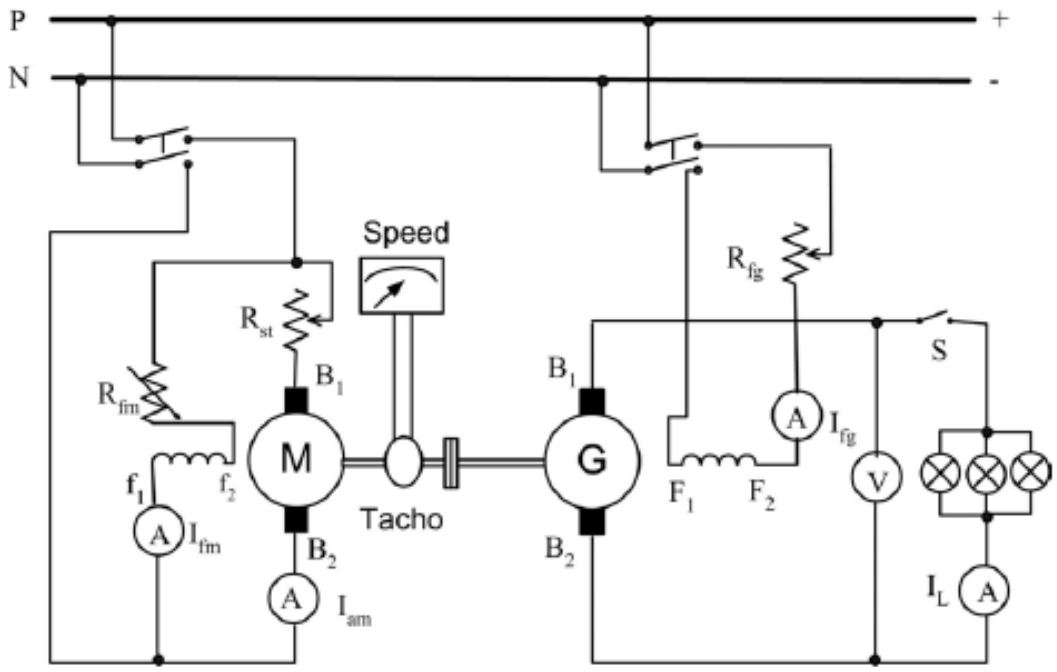
بمقدار الانخفاض في الجهد الناتج من مقومة المنتج، فاذا قمنا عن طريق تيار المجال حفظ تيار الحمل ثابت على الرغم من تغير قيمة مقاومة الحمل (RL) وجهد الحمل (VL) فإننا نحصل على منحنى يربط بين جهد الحمل إحداثي رأسي وتيار المجال في الإحداثي الأفقي وذلك عند ثبوت السرعة.



شكل رقم ٥٧: منحنى الحمل للمولد

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزة الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. ضبط أحد أجهزة القياس المتعدد الأغراض (أفو AVO) على وضع قياس التيار المستمر والآخر علي وضع الجهد المستمر.
٤. ضبط جهاز التاكوميتر.
٥. قم بتوصيل الدائرة الكهربية كما هو موضح في الشكل التالي.



شكل رقم ٥٨: دائرة منحنى الحمل للمولد

٦. يدار المحرك وتزداد سرعته لتصل قيمتها إلي السرعة المقننة للمولد ويتم ضبط السرعة أولا عن طريق مقاومة تنظيم المجال Rfm أو عن طريق تغيير الجهد علي طرفي تغذية المحرك مع بقاء المفتاح S مفتوحا أي أن المولد بدون حمل.

٧. يضبط الجهد علي طرفي المولد عن طرفي المقاومة Rfg حتي يصبح مساويا للجهد المقنن عند السرعة المضبوطة.

٨. يتم بعد ذلك تحميل المولد بإغلاق المفتاح S وإدخال اللمبات واحدة تلو الأخرى مع مراعاة ضبط السرعة عند نفس قيمتها.

٩. يسجل تيار الحمل وكذلك جهده عند كل تغير في الحمل وتسجل النتائج في الجدول المبين إلي أن نحصل علي تيار حمل أعلي ب ٢٥% تقريبا من تيار الحمل المقنن للمولد.

١٠. ارسم منحني الخواص الخارجي للمولد وناقش النتائج.

١١. إيقاف المحرك من خلال تقليل الجهد المسلط عليه تدريجيا إلي الصفر.

١٢. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وأترك المعمل مرتب ونظيف.

تسجيل النواتج

$I_L(A)$	0								
$V_L(A)$									

جدول رقم ٢٧: تيار الحمل وجهد الحمل.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الآداء

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	يحدد قيمة الجهد الحمل وتيار الحمل			
٤	يرسم منحني خواص الحمل للمولد منفصل التغذية			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٨: تقييم الأداء

توقيع المدرب

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

الإختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- العدد والأدوات والمعدات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يقوم برسم منحني خواص الحمل للمولد منفصل التغذية في زمن ٦٠ دقيقة.

منحني خواص السرعة مع العزم للمحرك منفصل التغذية Speed-Torque Characteristics

تدريب رقم	٨	الزمن	٨ ساعات

أهداف

- دراسة خواص الحمل (العلاقة بين العزم والسرعة) لمحرك تيار مستمر منفصل الإثارة.
- التعرف علي بدء الحركة والتحكم في السرعة وكذلك كيفية عكس الحركة.
- حساب الجودة للمحرك.

متطلبات التدريب

الأجهزة والمعدات	والخامات
جهاز قياس تيار مستمر (أميتر) ٣20 A.	أسلاك توصيل
جهاز قياس الجهد المستمر (فولتميتر) 250 V	
جهاز قياس السرعة (تاكوميتر) 3000 RPM	
مصدر جهد مستمر متغير القيمة (0-240 V) 10 A لتغذية المحرك	
مصدر جهد مستمر متغير القيمة (0-240 V) 1 A لتغذية ملفات المجال	
محرك تيار مستمر توازي	
مولد تيار مستمر منفصل التغذية	
ثلاث لمبات تيار مستمر	

جدول رقم ٢٩: جدول متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

يمكن افتراض أن كفاءة المولد 100% وذلك بإهمال المفقودات فيه بتساوي القدرة الخارجة للمولد وهي قدرة كهربية مقاسه مع القدرة الداخلة له وهي القدرة الخارجية للمحرك على عمود الإدارة

$$P_L = V_L * I_L \quad W$$

$$TORQUE\ (T_L) = P_L/\omega \quad N.m$$

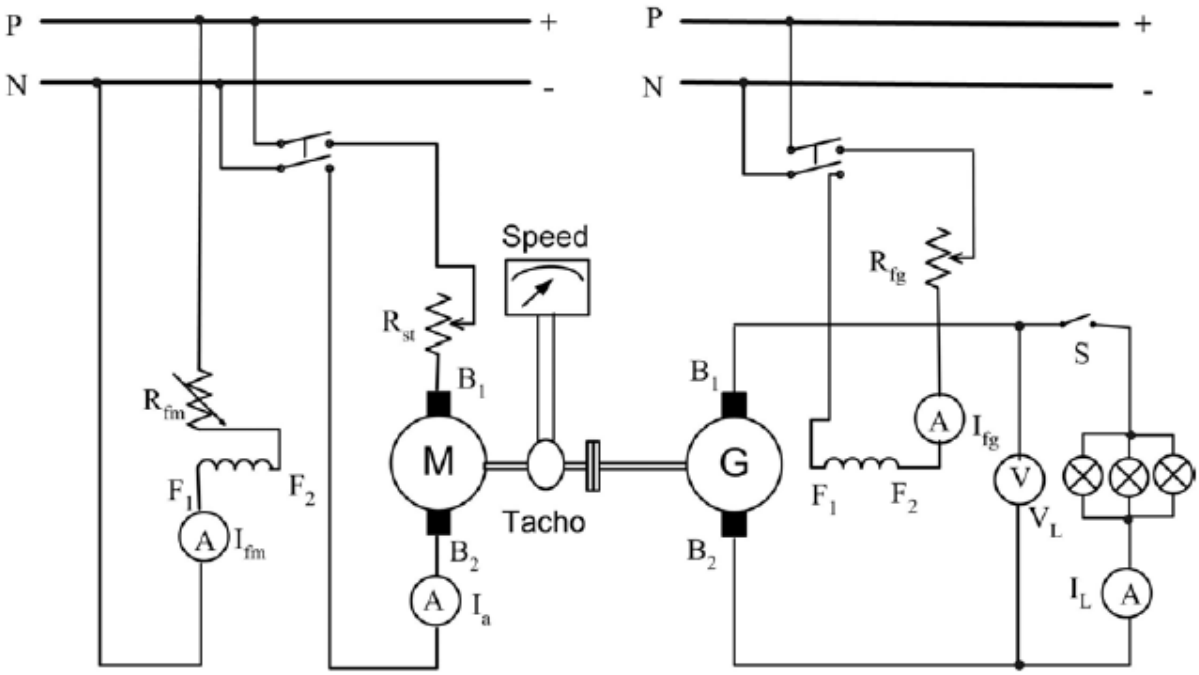
$$\omega = 2\Pi\ N/60 \quad rad/sec$$

حيث:

- **PL:** قدرة المحرك
- **VL:** جهد الحمل
- **IL:** تيار الحمل
- **TL:** عزم المحرك
- **ω:** السرعة الزاوية للمحرك
- **N:** سرعة الدوران (RPM)

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير أجهزة الأفوميتر (AVO) وتجربتها ومعرفة صلاحيتها.
٣. ضبط أحد أجهزة القياس المتعدد الأغراض (أفو AVO) على وضع قياس التيار المستمر والآخر علي وضع الجهد المستمر.
٤. ضبط جهاز التاكوميتر.
٥. قم بتوصيل الدائرة الكهربية كما هو موضح في الشكل التالي.



شكل رقم ٥٩: تدريب منحنى خواص السرعة مع العزم

٦. يجب التأكد أن تيار المجال للمحرك والسرعة وصلت للقيمة المقننة.
٧. ارفع تيار المجال للمولد حتى تحصل على الجهد المقنن على أطرافه.

٨. اغلق المفتاح S وبذلك يبدأ تحميل المولد وبالتالي المحرك تحت الاختبار.
٩. يتم تحميل المحرك تدريجيا حتي تصل قدرة خرج تزيد عن ٢٥% من قدرة خرج المحرك ثم يتم أخذ القراءات
١٠. سجل القراءات في الجدول التالي.
١١. ارسم منحنيات الخواص من النتائج التي حصلت عليها وناقش تلك النتائج. لاحظ مقاومة البدء ولاحظ تأثيرها على تغير السرعة.
١٢. افصل الجهد وأعد التوصيل وسجل تيار البدء وقارنه بالتيار المقنن.
١٣. غير مقاومة البدء ولاحظ تأثيرها علي تغير السرعة وكذلك مقاومة المجال.
١٤. افصل المنبع واعكس أطراف المنتج ولاحظ اتجاه الدوران.
١٥. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وأترك المعمل مرتب ونظيف.

تسجيل النواتج

$\mathbf{I_L(A)}$								
$\mathbf{V_L(V)}$								
$\mathbf{N(rpm)}$								
$\mathbf{I_a(A)}$								
$\mathbf{T = V_L * I_L/(2\Pi N/60)}$								

جدول رقم ٣٠: نتائج التدريب

المشاهدات

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

تقييم الآداء

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	يحدد قيمة الجهد وتيار الحمل والسرعة.			
٤	يحسب تيار العزم في كل حالة.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣١

توقيع المدرب

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

الإختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- العدد والأدوات والمعدات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يقوم برسم السرعة مع العزم للمحرك منفصل التغذية في زمن ٦٠ دقيقة.

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	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.