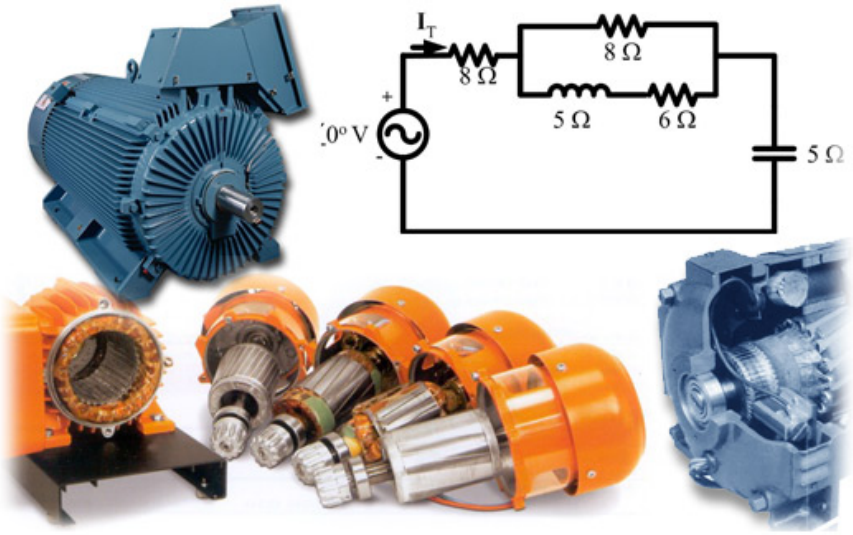
المملكـــة العربيـــة الســـعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

آلات ومعدات كهربائية

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

٢٤٨ كهر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه " لمتدربي قسم" آلات ومعدات كهربائية " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تلعب المحركات دوراً كبيراً وهاماً في الحياة المعاصرة لما تضفي على تلك الحياة من مظاهر الرفاهية والراحة والتيسير وكان لاكتشاف نظرية عملها واختراعها قفزة كبيرة في مجال العلوم والصناعة ففي مجال الصناعة تقوم المحركات بدور هام ورئيسي في إنتاج وتوزيع و توريد المنتجات المصنعة بجميع أنواعها من الكماليات وحتى المواد الغذائية.

ففي كل مرحلة من تلك المراحل كان للمحرك دوراً كبيراً في إنجاز تلك المهام على الوجه المطلوب دون كلل أو خطأ.

أما في مجال رفاهية الإنسان و راحته فإن للمحركات بجميع أنواعها واختلاف أحجامها ومسمياتها دوراً بارزاً في إتمام تلك الرفاهية وما يتمتع به الإنسان من الأمور الصحية والغذائية والأمنية.

إذا فوجود المحرك ضروري لكل الخطوات المطلوبة والمهام المناطه بالإنسان فتدفئة وتبريد الإنسان وتغذيته وشربة إضافة إلى صعوده وهبوطه في تلك البنايات التي شيدها.

لذلك كان من المهم معرفة تلك المحركات نتيجة لاستخدامها الواسع لها وكذلك صيانتها وأعطالها وإصلاحها وإعادة لفها.

فسوف يتم تدريس هذه المعطيات في هذه الحقيبة التعليمية من أساسيات لف المحركات ثلاثية الأوجه والتي تتضمن معرفة نوعية اللف وحساب خطوة اللف واختيار مساحة السلك المناسبة للمحرك المراد إعادة لفه حساب عدد ملفات كل وجه ولف كل ملف وتحديد أطراف التوصيل الداخلية والخارجية عندما يتم فقد المعلومات التي تبينها.

وسوف يتم تدريس إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه جانب واحد في المجرى ذو خطوة ثابتة وكذلك محرك ثلاثي الأوجه سرعتين دلتا / دبل نجمة (٢ ، ٤) قطب وسرعتين نجمة / نجمة (٢ ، ٦) قطب إضافة إلى محرك ذو ثلاث سر عات دلتا / دبل نجمة / نجمة (٢ ، ٤ ، ٨) قطب .

وسوف ندرس إعادة لف محرك حثي سرعتين وذلك للحصول على عزم ثابت وكذلك محرك سرعتين للحصول على قدرة ثابتة ، ثم نتطرق إلى إعادة لف محرك حثي ذو خطوة قطبية كسرية.

وفي نهاية الحقيبة سوف ندرس اكتشاف الأعطال التي يمكن حدوثها في تلك المحركات ثلاثية الأوجه والطريقة الصحيحة لإصلاح تلك الأعطال ويأتي بعد ذلك إجراء التجارب النهائية بعد إعادة لف المحركات وبعد إصلاحها لكي نتمكن من معرفة مدى إتقان الإصلاح وإعادة اللف.

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الوجه

أساسيات لف المحركات الحثية ثلاثية الوجه

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: المعرفة التامة بأساسيات لف المحركات ثلاثية الوجه .

الأهداف:

١ – معرفة نوعية اللف وحساب خطوة اللف .
٢ – اختيار مساحة مقطع السلك المناسب للف .
٣ - حساب عدد اللفات للملف الواحد .
٤ - حساب عدد الملفات للوجه الواحد .
٥ – تحديد أطراف التوصيل الداخلية والخارجية .

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪

الوقت المتوقع للتدريب: ١٠ ساعات

الوسائل المساعدة: نموذج للعضو الثابت لمحرك ٢٤ مجرى

مقدمة

حيث إن المحركات أصبحت ضرورية في حياتنا الحاضرة لما تحمله من وسائل الرفاهية للإنسان والراحة.

سوف ندرس في هذه الوحدة أسا سيات لف المحركات الثلاثية الوجه من حيث معرفة نوعية اللف للمحرك بشكل صحيح والعوامل المؤثرة في ذلك الاختيار إضافة إلى معرفة حساب عدد اللفات بشكل دقيق ومعرفة عدد الملفات للوجه الواحد والقطب الواحد إضافة إلى تحديد الأطراف الداخلية والخارجية للمحرك الثلاثي الوجه عندما لا يمكن معرفة تلك الأطراف وإجراء التجارب على ذلك. لما في ذلك الإلمام الصحيح في أساسيات اللف بشكل كامل دون مواجهة أي صعوبات

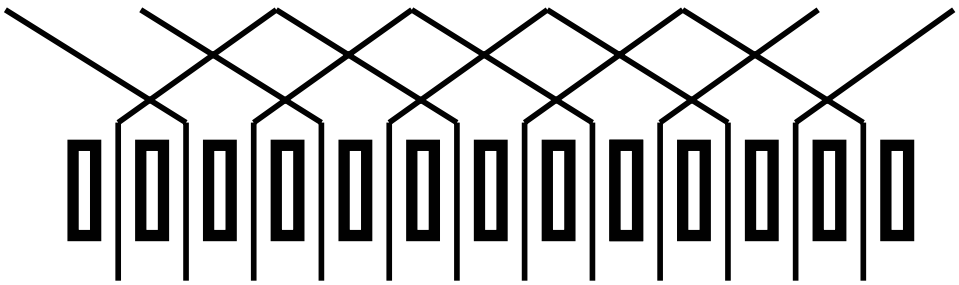
أولا – معرفة نوعية اللف وحساب خطوة اللف

أ – نوعيه اللف

ويقصد بنوعية اللف هي الشكل العام للملفات عندما يتم وضعها في مجاري المحرك ويمكن تقسيم هذه النوعية إلى قسمين:

١ – يلف المحرك على أساس جنب واحد في المجرى

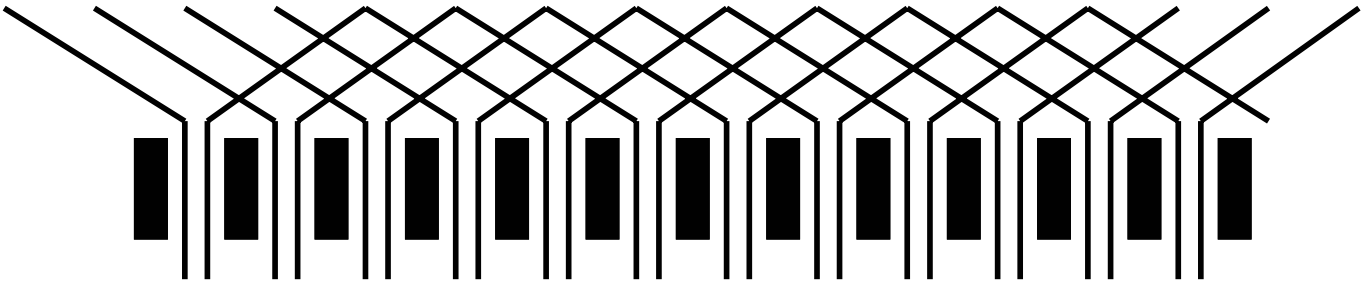
كما يلا حظ في الشكل يكون هناك جنب واحد في المجرى وعلى هذا تكون عدد الملفات نصف عدد المجاري لكي يحتل الملف الواحد مجريين من مجاري المحرك



وعندما يتم القيام بهذه العملية يجب الأخذ بالحسبان عمق المجاري وسعتها وكذلك قطر السلك وعدد ملفات الملف لأنه يتم وضع الملف بعدد لفاته الكلية

٢ – يلف المحرك على أساس جنبين في المجرى

وكما يلا حظ أن المجرى الواحد يكون به جنبان من الملفات وعلى هذا تكون عدد الملفات المستخدمة في هذا النوع مساوية لعدد المجاري



ويكون في هذه الحالة وضع لفات الملف بنصف عدد لفاته الكلية

ب – حساب خطوة اللف

إن لكل ملف من ملفات المحرك جنبين يوضع كل جنب في مجرى مناسب له وهذا الوضع للملفات يسمى خطوة اللف

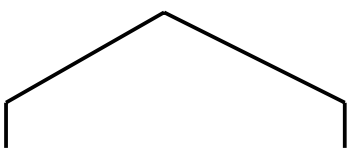
وتحسب قيمة خطوة اللف بعدة طرق:

١ – تحسب على أساس عدد مجاري القطب زائد مجرى واحد وتسمى (قطبيه+١)

وعندما نفرض محرك له من المجاري ١٢ مجرى وله من الأقطاب قطبان فإن خطوة اللف الخاصة به

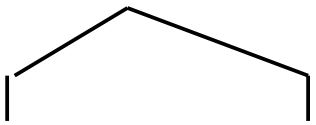
$$\text{تكون} = \frac{١٢}{٢} = ٦+١ = ٧ \text{ فخطوة اللف تكون } (١ \quad - \quad - \quad ٧)$$

وتكون الخطوة بهذا الشكل



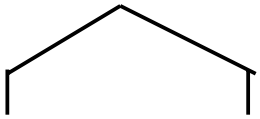
١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢

٢ – تحسب على أساس عدد مجاري القطب فقط وتسمى (قطبية فقط)
ولنفس المحرك السابق تكون خطوة اللف الخاصة به (١ - - ٦)
وتكون الخطوة بهذا الشكل



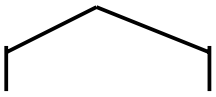
١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢

٣ – تحسب على أساس عدد مجاري القطب ناقص مجرى واحد وتسمى (قطبيه –١)
وكذلك لنفس المحرك السابق تكون خطوة اللف (١ - - ٥)
وبهذا الشكل



١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢

٤ – تحسب على أساس عدد مجاري القطب ناقص مجريان وتسمى (قطبيه –٢)
وتكون الخطوة لنفس المحرك (١ - - ٤)
وهي بهذا الشكل



١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢

ثانيا -اختيار مساحة مقطع السلك المناسب للف

يتحدد مساحة مقطع سلك اللف المناسب تبعا لعدة عوامل وهي:

١ - شدة التيار وكثافته

فشدة التيار المارة بالملفات تتناسب مع مساحة مقطع السلك الخاص بالملف بشكل طردي فارتفاع شدة التيار تزيد من مقطع السلك، ومن التجارب تبين أن كل مساحة مقطع نحاس قدرها واحد مللي متر مربع تستطيع تحمل من ٥ أمبير وحتى ٧ أمبير ، ويتم أخذ شدة التيار المحرك وهو يعمل على توصيلة دلتا، كما أن كثافة التيار تتبع نفس شدة التيار في تحديد مساحة مقطع السلك.

٢ - قدرة المحرك

فقدرة المحرك تحدد بشكل واضح شدة التيار المناسب والذي بدوره له ارتباط وثيق بمساحة مقطع

السلك فكلما زادت قدرة المحرك فشدة التيار تزيد وبالتالي فإن مساحة مقطع السلك تزداد.

٣ - نوعية عمل المحرك

ونوعية عمل المحرك يقصد به طريقة عمله ، فهناك محركات تعمل بشكل متقطع وهناك محركات تعمل بشكل مستمر كما أن هناك محركات تعمل بشكل شبه مستمر وعلى هذا الأساس يتحدد التيار

وبالتالي مساحة مقطع السلك المناسب للف فكلما استمر المحرك بالعمل فإنه تبعاً لذلك يرتفع شدة التيار

٤ - مكان عمل المحرك

فإن مكان عمل المحرك يحدد شدة التيار المارة بالملفات والتي بدورها تؤثر على ارتفاع درجة حرارة المحرك، وعلى هذا الأساس نجد أن مكان عمل المحرك يتأثر بشكل غير مباشر بشدة التيار المارة بالملفات.

ويمكن تحديد مساحة المقطع حسب العوامل السابقة مرتبط ببعضها البعض فمثلا المحركات ذات القدرات الكبيرة والتي تعمل بشكل مستمر في مكان مغلق لها مساحة مقطع مختلف عن نفس المحركات والتي تعمل بشكل متقطع في مكان مفتوح.

فعند إيجاد مساحة مقطع السلك يتم تقسيم شدة التيار على كثافته وينتج عندنا في النهاية مساحة المقطع كما يبينه المثال التالي

محرك قدرته ١,٥كيلووات يعمل فترات قصيرة على جهد ٢٢٠ فولت له معمل قدره ٠,٨ أوجد مساحة مقطعه

الحل:

في البداية نجد أن المعطيات في هذه المسألة هي القدرة والجهد ومعامل القدرة ومن خلال هذه المعطيات يمكن إيجاد شدة التيار والتي تكون على الشكل التالي

$$\text{شدة التيار} = \frac{\text{القدرة بالوات}}{\sqrt{٣} \times \text{الجهد} \times \text{معامل القدرة}} = \frac{١٥٠٠}{١,٧٣٢ \times ٢٢٠٠ \times ٠,٨} = ٤,٩٢ \text{ أ مبير}$$

وعندما أوجدنا شدة التيار يمكن الآن إيجاد مساحة مقطع السلك حيث إن كثافة التيار للمحركات الصغيرة تتراوح من٦ إلى ٧ وعلى هذا يطبق قانون إيجاد مساحة المقطع

$$\text{مساحة مقطع السلك} = \frac{\text{شدة التيار}}{\text{كثافة التيار}} = \frac{٤,٩٢}{٧} = ٠,٧ \text{ مللي متر مربع}$$

وعندما أوجدنا مساحة السلك نستطيع بالتالي إيجاد قطر السلك والذي يتم التعامل به في لف المحركات الثلاثية الأوجه، ويتم ذلك إما عن طريق الحساب وإيجاد القطر عن طريق مساحة الدائرة حيث الشكل العام لسلك النحاس الخاص باللف أو عن طريق الجداول التي تم وضعها للوصول إلى القطر بشكل مباشر.

ثالثا -حساب عدد اللفات للملف الواحد

إن عدد لفات الملف الواحد لمحرك ثلاثي الأوجه يتم تحديدها بعد معرفة العناصر التالية:

١ – جهد المحرك وهو يعمل على توصيلة دلتا (ف.دلتا)

٢ – نصف عدد الأقطاب (ن.ق)

٣ – طول المجرى بالمتر (ل)

٤ – القطر الداخلي للجسم الثابت بالمتر (ق.د)

٥ – معامل اللف (م.ل)

٦ – القدرة المغناطيسية (ق.م)

٧ – رقم ثابت (ك)

من خلال العناصر السابقة نجد أن هناك بعض العناصر يكون الحصول عليها بشكل مباشر عن طريق لوحة المحرك أو عن طريق القياس المباشر كطول المجرى والقطر الداخلي للجسم الثابت.

أما العناصر الثلاثة المتبقية فيمكن أخذها بسهوله عن طريق الجداول كل على حده، وبعد أخذ المعلومات جميعها يمكن القيام بالعملية الرياضية التالية

$$\text{عدد لفات الملف الواحد} = \frac{\text{ف.دلتا} \times \text{ن.ق}}{\text{ل} \times \text{ق.د} \times \text{م.ل} \times \text{ق.م} \times \text{ك} \times \text{عدد مجاري الوجه الواحد}}$$

ويعتبر هذا القانون من أدق القوانين لحساب لفات المحرك ذو الثلاثة فاز حيث لا تتجاوز نسبة الخطأ فيه أكثر من ٥٪ وهذه النتيجة لا يمكن لأي قانون آخر تحقيقها.

أما بالنسبة للجداول فيأتي الحديث عنها على النحو التالي:

١- الرقم الثابت

وهو رقم أخذ بعد الخضوع على تجارب للمحرك ثبت أن عدد الأقطاب يتحكم في ذلك العدد الثابت والذي يتراوح بين ١١٣ و١١٦ ويأتي تسلسل هذه الأرقام حسب الجدول التالي

جدول الرقم الثابت

عدد الأقطاب	٢	٤	٦	٨	١٠	١٢
الرقم الثابت	١١٣,٥	١١٤	١١٤,٥	١١٥	١١٥,٥	١١٦

٢ - معامل اللف

وهذا المعامل يخضع لخطوة اللف دائما ونوعه فكلما قلت اللفات وزادت خطوة اللف ارتفع معامل اللف

وكلما ارتفعت عدد اللفات وقلت الخطوة نقص معامل اللف وهو يتراوح بين ٠,٧٥ – ٠,٩٧ والجدول التالي يبين القيم الخاصة بمعامل اللف

جدول معامل اللف لنوع اللف متداخل

الأقطاب	المجاري	الخطوة	معامل اللف
٢	٢٤	١ - ١٠ - ١٢	٠,٩٥٣
٢	٣٦	١ – ١٤ – ١٦ - ١٨	٠,٩٥٦
٤	٢٤	١ – ٦ – ٨	٠,٩٦٦
٤	٣٠	١ – ٦ – ٨	٠,٩٦٤
٤	٣٦	١ – ٨ – ١٠ – ١٢	٠,٩٦
٤	٤٨	١ – ١٠ – ١٢ – ١٤ – ١٦	٠,٩٥٨
٦	٣٦	١ – ٦ – ٨	٠,٩٦٦
٦	٥٤	١ – ٨ – ١٠ – ١٢	٠,٩٦
٨	٤٨	١ – ٦ – ٨	٠,٩٥٦
٨	٧٢	١ – ٨ – ١٠ – ١٢	٠,٩٦

جدول معامل اللف لنوع اللف خطوة ثابتة

قطب ٢	قطب٤	قطب٦	قطب٨	الخطوة	معامل اللف	الخطوة	معامل اللف
١٢مجرى	٢٤مجرى	٣٦مجرى	٤٨مجرى	١ — ٧	٠,٩٦٦	١ — ٦	٠,٩٣٤
				١ — ٤	٠,٦٨٤	١ — ٥	٠,٨٣٧
١٨مجرى	٣٦مجرى	٥٤مجرى	٧٢مجرى	١ — ١٠	٠,٩٦	١ — ٩	٠,٩٤٥
				١ — ٧	٠,٨٣٢	١ — ٦	٠,٧٣٥
				١ — ٨	٠,٩٠٢		
٢٤مجرى	٤٨مجرى	٧٢مجرى	٩٦مجرى	١ — ١٢	٠,٩٥٨	١ — ١٢	٠,٩٤٦
				١ — ١٠	٠,٨٨٥	١ — ٩	٠,٨٣
				١ — ٧	٠,٦٧٨	١ — ١١	٠,٩٢٦
				١ — ٨	٠,٧٦		
٣٠مجرى	٦٠مجرى	٩٠مجرى		١ — ١٦	٠,٩٥٧	١ — ١٥	٠,٩٤٧
				١ — ١٢	٠,٩١	١ — ١٢	٠,٨٧٤
				١ — ١٠	٠,٧٧٤	١ — ٩	٠,٧١
				١ — ١٤	٠,٩٣٥	١ — ١١	٠,٨٢٩
٣٦مجرى	٧٢مجرى			١ — ١٩	٠,٩٥٦	١ — ١٨	٠,٩٤٧
				١ — ١٦	٠,٩٢٣	١ — ١٥	٠,٨٩٨
				١ — ١٣	٠,٨٢٩	١ — ١٢	٠,٧٨٣
				١ — ١٧	٠,٩٤٢	١ — ١٤	٠,٨٦٦
				١ — ١١	٠,٧٣٢		
٤٨مجرى	٩٦مجرى			١ — ٢٥	٠,٩٥٥	١ — ٢٤	٠,٩٤٨
				١ — ٢٢	٠,٩٧٧	١ — ٢١	٠,٩٢٣
				١ — ١٩	٠,٨٨١	١ — ١٨	٠,٨٥٦
				١ — ١٦	٠,٧٩٤	١ — ١٥	٠,٧٢٧
				١ — ٢٣	٠,٩٤٤	١ — ١٧	٠,٨٢٧
				١ — ٢٠	٠,٩٠٢	١ — ١٤	٠,٧١٦

٣ - ا لقدرة المغناطيسية

وهو رقم يتبع شرائح الجسم الثابت وسمكها وكميتها وتتراوح قيمتها بين ٠,٧ – ٠,٨٥ بشكل تصاعدي بالنسبة للعزل الجيد بين شرائح العضو الثابت وقلة سماكتها و تثبيتها مع بعضها البعض.

جدول القدرة المغناطيسية

طول القطب	٦ - ٨	١٠	١٤	١٨	٢٠	٢٢	٢٤	٢٦	٣٠
٢قطب	٠,٧٠	٠,٧٩	٠,٧٧	٠,٧٥	٠,٧٤	٠,٧٣	٠,٧٢	٠,٧٠	٠,٦٨
٤قطب	٠,٨٥	٠,٨٤	٠,٨٣	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٧٥	٠,٧٤
٦قطب	٠,٨٣	٠,٨٢	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٧٥	٠,٧٤	٠,٧٣
١٢قطب	٠,٨٣	٠,٨٢	٠,٨١	٠,٨٠	٠,٧٨	٠,٧٦	٠,٧٥	٠,٧٤	٠,٧٣

ويمكن إيجاد طول القطب الذي تم ذكره في الجدول عن طريق القانون التالي

$$\text{طول القطب} = \frac{\text{القطر الداخلي للجسم الثابت بالسم} \times \text{النسبة التقريبية}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

رابعا -حساب عدد الملفات للوجه الواحد

إن لكل محرك ثلا ثي الأوجه مجموعه ملفات تكون في داخل العضو الثابت لتكوين المجال المغناطيسي المسبب لحركه المحرك، وهذه الملفات مقسمه بالتساوي على فازات المحرك الثلاثة بشكل متوازن سواءا بقطر السلك أو بالعدد أو بنوع الخطوة وأي اختلال في هذه العوامل بشكل واضح يجعل المحرك يعمل بشكل غير متوازن يجب تجنبه.

إذا من خلال المعلومات السابقة يتبين لنا أن ملف المحرك عبارة عن عدد من اللفات وان المجموعة عبارة عن عدد من الملفات موصله بالتوالي مع بعضها وقد تكون ملف واحد فقط، ولإيجاد عدد الملفات يجدر بنا معرفة عدد المجموعات وبالتالي معرفة الملفات كما يمكن معرفة الملفات مباشرة.

ولمعرفة عدد المجموعات أو الملفات يجب علينا معرفة نوعية اللف التي يتم بها (جانب في المجرى أو جانبين في المجرى) حتى نتمكن من معرف الملفات الكلية وبالتالي يتم توزيعها على المجموعات والأوجه

فإذا كانت نوعية اللف جانب في المجرى فيكون عدد الملفات الكلية = نصف عدد المجاري.

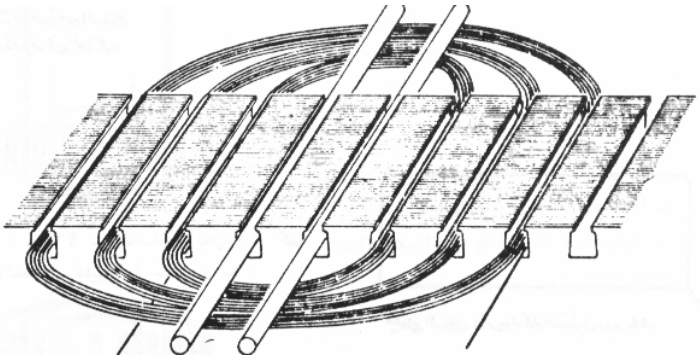
أما إذا كانت نوعية اللف جنبين في المجرى فان عدد الملفات الكلية = عدد مجاري المحرك.

$$\text{عدد الملفات لكل وجه} = \frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأوجه}}$$

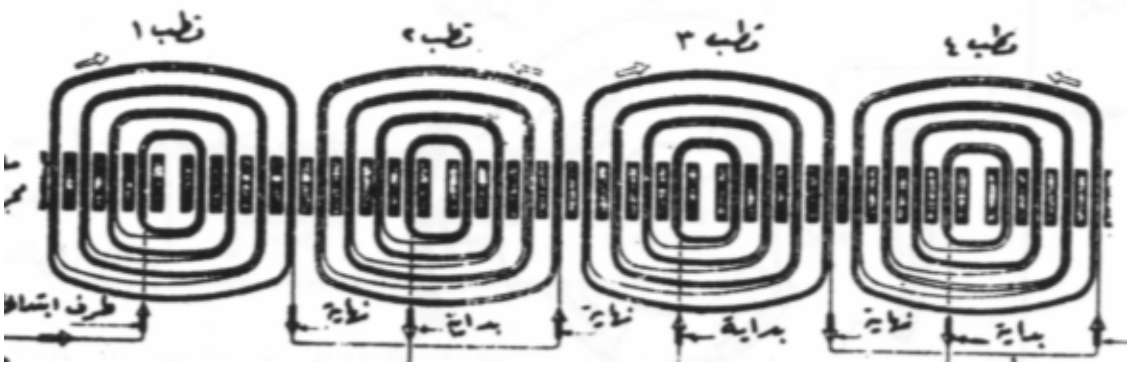
$$\text{عدد الملفات لكل مجموعه} = \frac{\text{عدد الملفات لكل وجه}}{\text{عدد المجموعات}}$$

ويمكن معرفة عدد المجموعات عن طريق عدد الأقطاب وطريقة توصيل المجموعات فعدد المجموعات تكون مساوية لعدد الأقطاب أو نصفها.

ويبين الشكل التالي مجموعه واحدة مكونه من ثلاثة ملفات (نوع اللف متداخل)



كما يبين لنا الشكل التالي مجموعه من الملفات متصلة مع عدد من المجموعات مكونه عدد من الأقطاب لوجه واحد فقط



ويتم توصيل الأوجه الثلاثة حسب ما هو مطلوب سواء ا كان توصيلة نجمة أو دلتا

خامسا -تحديد أطراف التوصيل الداخلية و الخارجية

١ -تحديد الأطراف الخارجية

إن تحديد الأطراف الخارجية لمحرك ما مهمة حتى يتسنى لنا بعد إعادة لفه توصيلة على الجهد المناسب والتوصيل المناسب. ولأي سبب يمكن أن تكون معالم الأطراف الخارجية غير واضحة بشكل مؤكد ولهذا ينبغي لنا تحديد الأطراف.

ولمعرفة الأطراف يجب علينا معرفة أن المحرك الثلاثي الأوجه عبارة عن ثلاثة دوائر كهر بائية متوازنة لكل دائرة طرفان في محرك ذي سرعة واحدة وهذان الطرفان تمثلان بداية ونهاية للمجموعة وأن وضع البداية مكان النهاية تسبب مشاكل في تشغيل المحرك قد يؤدي إلى احتراقه لأن ذلك تسبب قي انعكاس التيار في أحد المجموعات وبالتالي تعارضه مع التيارات الأخرى.

ولتحديد الأطراف الخارجية للمحرك الثلاثي الفاز نقوم باختبارا ت حتى نصل إلى الأطراف الصحيحة وهذه الاختبارات تحتاج إلى:

١ - محول كهربي يقوم بتحويل الجهد الكهربي من ٢٢٠ فولت الى١١٠ فولت وقدرته في حدود ٥٠٠ وات.

٢ - مصباح كهربي أو جهاز أوم

٣ - جهاز فولت تيار متغير

ويمكن القيام بتنفيذ هذه الاختبارات بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى

بواسطة مصباح الاختبار أو جهاز الأوم يمكن معرفة بداية المجموعة ونهايتها (أي طرف كل دائره)وبعد أن نحدد الأطراف نضع لها مسميات فمثلا الدائرة الأولى (١ –١َ) والدائرة الثانية (٢ – ٢َ) والدائرة الثالثة (٣ – ٣َ).

الخطوة الثانية

وصل طرفي الدائرة الأول (١ - ١َ) بطرفي خرج المحول (الملف الثانوي ١١٠ فولت) دون أن توصل المحول على الينبوع (المصدر).

الخطوة الثالثة

نوصل طرفي الدائرة الثانية والثالثة (٢ – ٣) بالتوالي مع بعضهما البعض

الخطوة الرابعة

نوصل طرفي الدائرة الثانية والثالثة (٢َ – ٣َ) بطرف جهاز الفولت

الخطوة الخامسة

بعد توصيل الخطوات السابقة نقوم بتوصيل المصدر إلى الملف الابتدائي للمحول

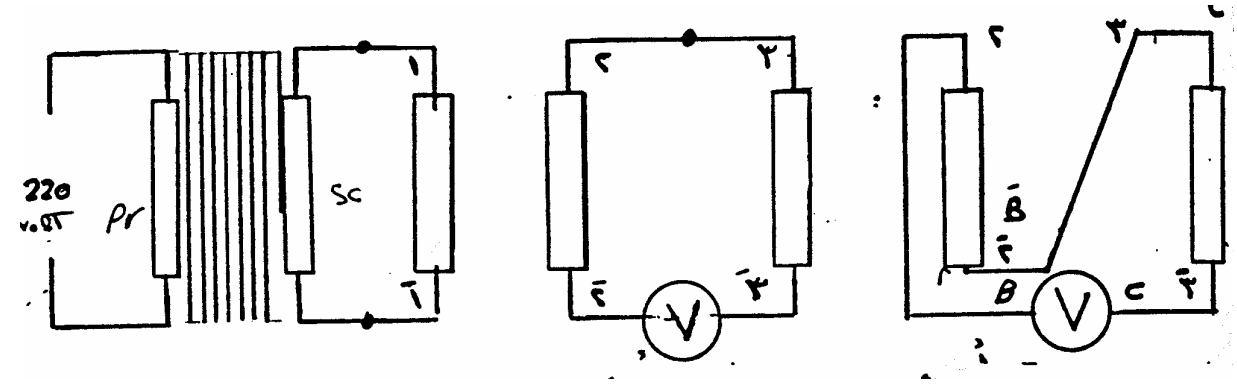
النتيجة

إذا قرأ جهاز الفولت عند توصيل المحول فيعني أن الوضع القائم ليس هو المطلوب وبالتالي يجب تغيير الأطراف (٢ – ٣) بحيث يوصل الطرف (٣) مع (٢َ) ويوصل الطرف (٢) مع جهاز الفولت بدلا من الطرف (٣َ) ، وبعد هذا التعديل يوصل الملف الإبتدائي للمحول إلى المصدر فإذا لم يقرأ جهاز الفولت فهو الوضع المطلوب ، وبعد فصل المحول عن المصدر نقوم بتعيين الأطراف التي موصله على جهاز الفولت باسم معين كـ (B) مثلا والطرف الأخر لنفس الدائرة بـ (Bَ) ثم أعطي الطرف الثاني لجهاز الفولت باسم معين كذلك وليكن (C) والطرف الآخر لنفس الدائرة بـ (Cَ).

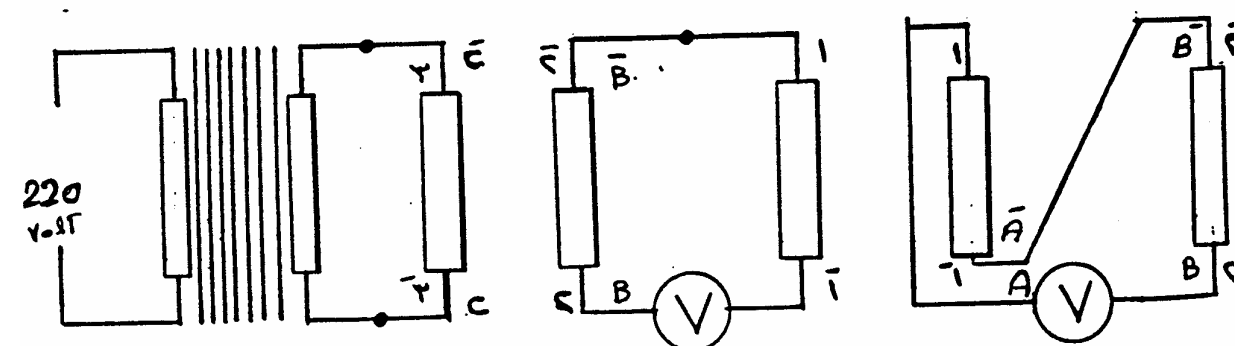
ثم يتم تبديل أطراف الدائرة الأولى مكان الدائرة الثالثة مع ثبات مكان الدائرة الثانية ويتم توصيل المحول مع المصدر فإذا أعطى قراءة فيتم التبديل كما حدث في السابق حتى لا يقرأ الجهاز وهو الوضع المطلوب، وبعد ذلك يتم تعين اسم لأطراف الدائرة والتي لم يقرأ عندها الجهاز وليكن (A) والطرف الآخر لنفس الدائرة بـ (Aَ).

بهذه الطريقة يمكن تحديد طرفي كل وجه من الأوجه الثلاثة بكل دقه لكي تسهل عملية توصيل المحرك إلى التوصيلة المناسبة المطلوبة سواء ا كانت نجمة أو دلتا

والرسم التالي يوضح الخطوات التي تم شرحها سابقا



يتم التعديل عندما لا يقرأ إذا قرأ لم يتم التعديل الخطوة الثانية



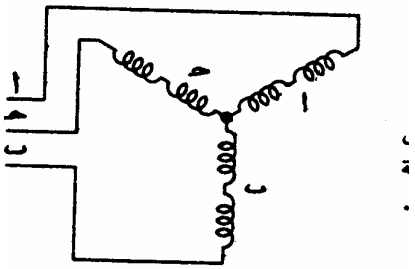
٢ - تحديد الأطراف الداخلية

إن تحديد الأطراف الداخلية للمحرك الثلاثي الأوجه أمر مهم في إعادة لفه مره ثانية وتتم هذه الطريقة أثناء فك المحرك وإخراج ملفاته، يستوجب ذلك دراية بطرق التوصيلات المختلفة وتحتاج إحدى الطرق السهلة في أخذ المعلومات عن التوصيل إلى أن القائم باللف أو الإصلاح يتصور في ذهنه الرسم التخطيطي لكل نوع من المحركات

ولتنفيذ عمليه تحديد الأطراف الداخلية للمحرك نتبع الخطوات التالية:

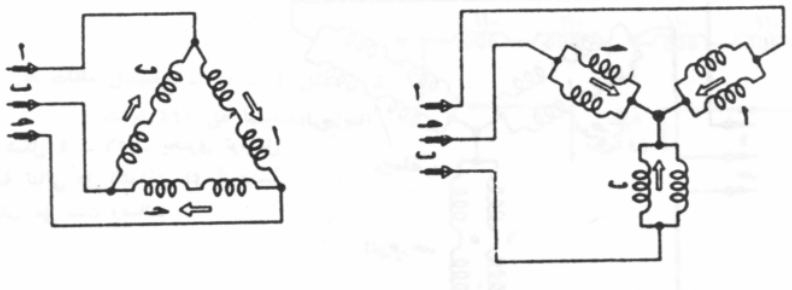
الخطوة الأولى

نقوم بعد إعدد المجموعات الموصلة إلى كل طرف للخط، فمثلا فالشكل التالي يبين توصيلة نجمة توالي، نجد أن كل طرف من أطراف الخط موصل إلى مجموعة واحدة وهذا لا يحدث في أي توصيلة أخرى للمحركات



الخطوة الثانية

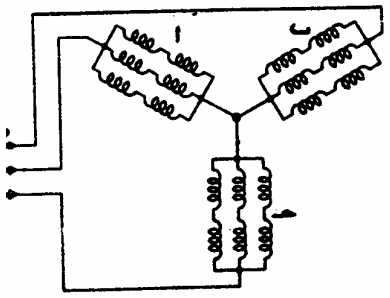
إذا كان كل طرف من أطراف الخط موصلة إلى مجموعتين، يمكن الحكم بأن التوصيل إما دلتا على التوالي أو نجمة على التوازي، ولتمييز توصيلة النجمة الثنائية على التوازي نقوم بالبحث عن نقطة النجمة حيث توصل لها ستة أطراف معا



أما إذا تعذر الحصول على نقطه النجمة فإنها ستكون حتما توصيلة دلتا على التوالي

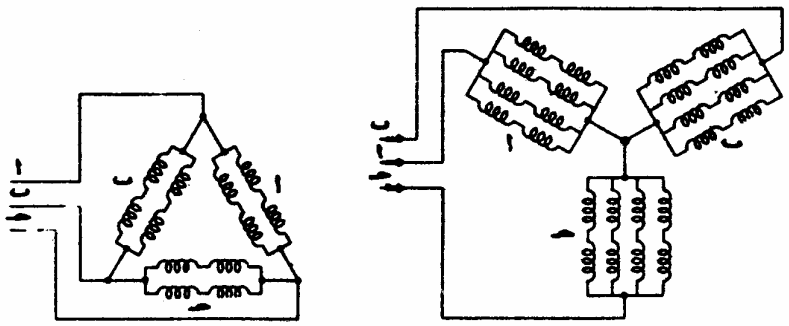
الخطوة الثالثة

إذا كان كل طرف من أطراف الخط متصلا بثلاث مجموعات كما في الشكل التالي فلا يمكن أن يكون توصيل المحرك سوى نجمة ثلاثية على التوازي



الخطوة الرابعة

أما إذا كان كل طرف من أطراف الخط موصل بأربع مجموعات فإن المحرك يكون موصلاً إما بدلتا ثنائية على التوازي أو نجمة رباعية على التوازي كما في الشكل



وإذا حصلت على نقطه النجمة والتي متصل معها أثنا عشر مجموعة وإلا ستكون دلتا ثنائية على التوازي وتبين هذه الأمثلة أنه إذا أمكن تصور الرسم التخطيطي في الذهن يصبح من السهل معرفة التوصيل وتحديد أطرافه.

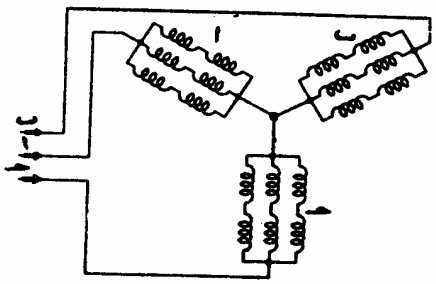
الخطوة الخامسة

عندما حددنا نوع التوصيل وأطرافه يتبقى لنا تحديد عدد الأقطاب ويمكن تحديده بالطرق التالية:

١ – عن طريق المعرفة المباشرة بسرعة المحرك حيث إنه هناك علاقة ثابتة بين سرعة المحرك وعدد الأقطاب في المحرك الثلاث الوجه فإذا كانت السرعة مكتوبة في لوحة المحرك ١٧٢٥لفه في الدقيقة فهو محرك ذو أربعة أقطاب وإن كانت السرعة١١٥٠ لفه في الدقيقة فيعني أنه محرك ذو ستة أقطاب.

٢ –كما يمكن تحديد الأقطاب عن طريق عدد المجموعات فيتم قسمة عدد المجموعات على ثلاثة والتي تمثل عدد الأوجه فينتج لنا عدد مجموعات الوجه الواحد وإذا تم معرفة طريق الإيصال للمجموعات تحدد لنا بالضبط عدد الأقطاب فمثلا إذا قمت بحساب المجموعات فوجدتها ١٢ مجموعة لجميع الأوجه فهذا يعني أنه أربع مجموعات للوجه الواحد فإذا كانت توصيلتها بداية مع بداية ونهاية مع نهاية فهذا يعني أن عدد الأقطاب مساوي لعدد المجموعات أما إذا كانت موصلة ببداية وبنهاية فهذا يعني أن عدد الأقطاب ضعف عدد المجموعات وهذا يشمل جميع الأوجه الأخرى.

٣ – ويمكن تحديد عدد الأقطاب عن طريق عدد الوصلات البارزة فإذا وجدت أن المحرك موصل نجمة ثنائية على التوازي وله ستة وصلات دل ذلك على أنه محرك له أربعة أقطاب وموصل كما في الشكل التالي



ملخص الوحدة

نجد مما سبق أنه تعرفنا على نوعية الخطوة وأنها نوعان الأول جنب واحد في المجرى والثاني جنبين في المجرى كما تعرفنا على طريقة حساب خطوة اللف وأنواعها الأربعة وكيفية اختيار مساحة مقطع السلك المناسب والعوامل المؤثرة في ذلك التحديد و بالتالي نحدد قطر السلك والذي يتم التعامل به في لف المحركات كما عرفنا كيفية حساب عدد الملفات واللفات والعمليات الحسابية التي توصلنا إلى معرفتها بشكل دقيق إضافة إلى العوامل المؤثرة في ذلك التحديد والجداول الخاصة ببعض تلك العوامل

كما أننا تعرفنا على طريقة تحديد الأطراف الخارجية والداخلية إضافة إلى تحديد الأقطاب وعددها ومن خلال ذلك تعرفنا على بعض التوصيلات التي تستخدم في محركات الثلاثة الأوجه

تدريبات وتمرينات تطبيقية

س١ – عدد أقسام نوعية اللف وطرق تحديد حساب خطوة اللف ؟

س٢ – محرك قدرته ١,١ كيلو وات يعمل لفترات قصيرة شدة التيار على توصيلة الدلتا تساوي ٢,٨ أمبير احسب قطر سلك الملفات ؟

س٣ - محرك ثلاثى الأوجه له من المجاري ٣٦ مجرى ذو أربعة أقطاب فكم عدد ملفات القطب الواحد علما أنه ملفوف بنوعية جنبين في المجرى ؟

س٤ – ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة مما يلي ؟

١ – في تحد يد الأطراف الخارجية نحتاج إلى :

أ - جهاز فولت ب – مصباح اختبار

ج – محول كهربي د – جميع ما ذكر

٢ – من العوامل التي تؤثر في تحديد قطر السلك :

أ – حجم المحرك ب – سرعة المحرك

ج – تيار المحرك د – لا شيء مما يذكر

٣ – يمكن معرفة عدد أقطاب المحرك عن طريق :

أ – معرفة نوع لف المحرك ب – معرفة سرعة المحرك

ج – معرفة قدرة المحرك د – لا شيء مما ذكر

٤ – من ضمن العوامل التي تحدد عدد اللفات في المحرك ثلاثي الأوجه هو معامل اللف ويخضع هذا المعامل دائما إلى :

أ – عدد الأقطاب ب – القدرة المغناطيسية

ج – خطوة اللف د – لا شيء مما ذكر

حلول التدريبات والتمرينات

ج١- تنقسم نوعية اللف إلى قسمين

١ – يلف المحرك على أساس جنب واحد في المجرى

٢ – يلف المحرك على أساس جنبين في المجرى

طرق تحديد حساب خطوة اللف

١ – تحسب على أساس عدد مجاري القطب زائد مجرى واحد وتسمى (قطبية+١)

٢ – تحسب على أساس عدد مجاري القطب فقط وتسمى (قطبية فقط)

٣ – تحسب على أساس عدد مجاري القطب ناقص مجرى واحد وتسمى (قطبية –١)

٤ – تحسب على أساس عدد مجاري القطب ناقص مجريان وتسمى (قطبية –٢)

ج٢ – حيث إن قدرة المحرك صغيره ويعمل لفترات قصيرة إذا تحسب كثافة التيار على أساس قدرها ٧ أمبير لكل ١ ملم٢

$$\text{مساحة مقطع السلك} = \frac{\text{شدة التيار}}{\text{كثافة التيار}} = \frac{٢,٨}{٧} = ٠,٤ \text{ ملم}^٢$$

$$\text{قطر السلك} = \frac{\text{مساحة السلك} \times \text{النسبة التقريبية}}{٤} = \frac{٠,٤ \times ٣,١٤}{٤} = ٠,٣٤ \text{ من المللي}$$

ج٣ – حيث إنه جنبين في المجرى فيعني أن عدد الملفات الكلية تساوي عدد المجاري

إذا عدد الملفات الكلية = ٣٦ ملف

عدد الملفات الكلية ٣٦

عدد ملفات الوجه الواحد = ـــــــــــــــــــ = ـــــــــــــــــــ = ١٢ ملف

عدد الأوجه ٣

عدد ملفات الوجه الواحد ١٢

عدد ملفات القطب الواحد = ـــــــــــــــــــ = ـــــــــــــــــــ = ٣ ملفات

عدد الأقطاب ٤

ج٤ -

١ - د

٢ - ج

٣ - ب

٤ - ج

إرشادات المدرب

١ – ربط المعلومات النظرية بالواقع العملي

٢ – إحضار أجزاء المحرك مفصله بشرائح العضو الثابت

٣ – تسلسل المعلومات في شكل انفراد اللف

٤ – إيضاح المجرى الخاص بالمحرك بشكل مباشر وطريقة نوعية اللف

٥ - تبسيط الأفكار المنبعثة من حساب عدد لفات المحرك وعدد ملفات

٦ - الحرص على تعليمات السلامة أثناء توصيل التجارب

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه جانب واحد في المجرى خطوة ثابتة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: المعرفة التامة بإعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه جنب واحد في المجرى ذي الخطوة الثابتة

الأهداف: ١ - معرفة خطوات فك المحرك.

٢ - معرفة تقسيم المحرك.

٣ - معرفة الطريقة الصحيحه لوضع الملفات في مجاري المحرك.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات

الوسائل المساعدة: العضو الثابت لمحرك ٢٤ مجرى

مقدمة

درسنا فيما سبق أساسيات لف المحركات ثلاثية الأوجه وسوف ندرس في هذه الوحدة إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه مع ما يتطلبه ذلك من معرفة تقسيم المحرك ومعرفة الزاوية التي تفصل بين الوجه الأول والوجه الثاني وطريقة حسابها داخل المحرك وأثناء وضع الملفات، كما نستعرض الزاوية التي تكون بين المجاري و المجموعات ووضعها في مكانها المناسب، كل ذلك عن طريق رسم انفراد اللف عندما تكون الخطوة من النوع الثابت (الخطوة المنتظمة) ونوعية اللف جانب واحد في المجرى.

أولا – خطوات فك المحرك

إن إعادة لف محرك حثي ثلاثي الوجه يتطلب فك ذلك المحرك حتى يتم أخذ البيانات المطلوبة منه والبدء في إعادة لفه وهذه العملية لها خطوات يجب اتباعها بشكل متسلسل حتى نخرج بصوره واضحة عن المحرك الحثي وإعادة لفه، وهذه الخطوات المتعددة كما يلي:

١ – أخذ المعلومات

إن لكل محرك بطاقة تعريف بها معلومات كاملة عن المحرك المطلوب إعادة لفه وهذه المعلومات تكون في مكانين.

المكان الأول

هو لوحة المحرك (لوحة التسمية) وهذه اللوحة تشمل المعلومات الخارجية والتي تتعلق بالتوصيل الخارجي أو بنتائج ذلك التوصيل و هذه المعلومات تختلف من محرك إلى آخر ومن شركة إلى أخرى ولكن كان الإتفاق على معلومات شبه موحد في أغلب المحركات والشركات وتشمل هذه المعلومات:

- الجهد الذي يعمل عليه المحرك
- شدة التيار الخاص بالمحرك عند الحمل الكامل
- عدد الفازات التي يعمل عليها المحرك
- سرعة المحرك
- قدرة المحرك
- مقدار التردد التي يعمل عليها المحرك

- نوع وطراز المحرك
- درجة الحرارة التي يعمل عندها المحرك
- الرقم المتسلسل للشركة الصانعة
- الرقم المتسلسل للمحرك الذي تم صنعه

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

المكان الثاني

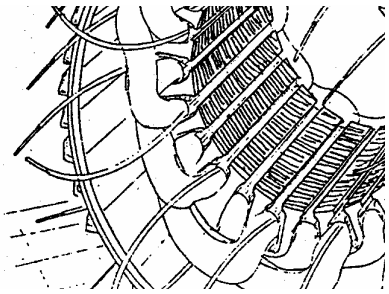
وهو داخل المحرك وقبل فكه يجب تعليم جوانب المحرك(وضع علامات على جسم المحرك وعلى الغطاءين الجانبيين) وبعد فكه تؤخذ المعلومات لأن تلك المعلومات هي التي تساعدنا في رسم انفراد اللف بشكل صحيح ويتم أخذها سواء ا عن طريق العضو الثابت أو الملفات الموضوعة داخل المجاري وهذه المعلومات هي:

- عدد المجاري
- عدد الملفات
- عدد اللفات
- عدد الأقطاب (عدد المجموعات)
- قطر السلك
- نوعية اللف
- خطوة اللف
- نوع اللف

٢ –وضع علامات على جوانب المحرك حل الملفات

نضع علامات على الغطاءين الجانبيين وجسم المحرك الخارجي حتى يتسنى لنا تجميع المحرك بشكل صحيح وذلك بعد الانتهاء من إعادة اللف أما عن حل الملفات يقصد بها نزعها من مجاري العضو الثابت .

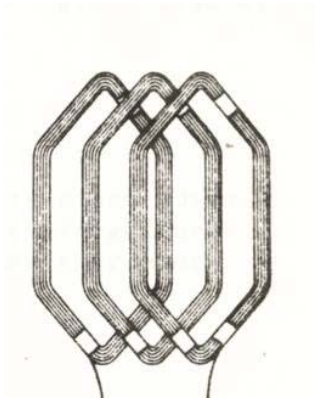
خلال إخراج الملفات نأخذ منها المعلومات اللازم أخذها من تسجيل طريقة التوصيل وشكله ، حيث تحتوي المحركات الثلاثية الوجه على مجاري مفتوح من الأعلى كما موضح بالشكل .

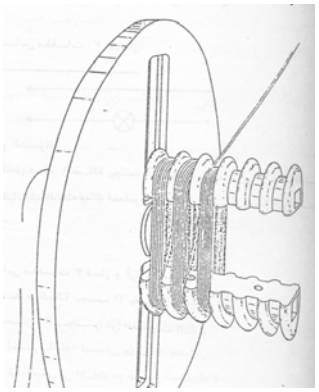


توضع ملفات العضو الثابت داخل هذه المجاري ولكن قبل وضع الملفات يجب عزل تلك المجاري بعازل مناسب وبالأطوال المحددة لنفس المجرى وذلك العازل يحمي الأسلاك من أي احتكاك مع العضو الثابت وحماية الأسلاك من الزوايا الحادة والتي تزيل عزل الأسلاك الخاصة باللف

٣ – لف الملفات

ولف الملفات يتم بعد أخذ المعلومات المطلوبة بعد حل الملفات حسب عدد المجموعات والملفات واللفات ونوع اللف وقطر السلك ثم توضع الفورمة المناسبة بالمقاس الخاص بخطوة اللف كما يبينه الشكل التالي :





٤ –وضع الملفات في المجاري

يتم وضع الملفات حسب الوضع الصحيح والمناسب للملفات الأصلية وذلك بعد رسم انفراد اللف والذي يقصد به شكل الملفات بشكل أفقي عند قطع المحرك تظهر الملفات بشكل سطحي تبين وضعها في المجاري المناسبة وتوضع الملفات بشكل فردي أي كل ملف لوحدة حتى توضع المجموعة كاملة.

٥ – توصيل الملفات

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

٦ – اختبار الملفات

بعد وضعها في المجاري المناسبة وبالطريقة المناسبة يجب اختبار الملفات ومدى عزل الملفات مع بعضها ومع العضو الثابت حتى لا يكون أي تماس بينهم ويتم الاختبار عن طريق جهاز الأوم أو الميجر.

ثانيا - تقسيم المحرك

وهو عبارة عن عمل الحسابات الخاصة برسم انفراد اللف حتى يتسنى لنا تطبيق ذلك الرسم وتنفيذه على المحرك المراد إعادة لفه ، كما يجب أن نعرف أن لكل محرك زاوية مجرى خاصة به حسب عدد مجاري المحرك وزاوية مجموعات حسب عدد المجموعات أما الفرق بين الأوجه الثلاثة فهو فرق ثابت بمقدار ١٢٠ درجه بشكل دائم وهذه الدرجات تحول إلى عدد من المجاري حتى يتسنى وضع الملف الأول للوجه الأول والملف الأول للوجه الثاني والملف الأول للوجه الثالث وهكذا ويتم ذلك عن طريق قوانين تطبق

بعد معرفة المعلومات الخاصة بالمحرك (المعلومات الداخلية).وعلى هذا يجب تحديد المعلومات كمثال ليتم تطبيق .

رسم انفراد اللف عليه والمعلومات لمحرك ثلاثي الوجه عدد مجاريه ٢٤ مجرى يتم أخذها عن الطريق القوانين التي ستتم دراستها لاحقا ويمكن تفصيلها على النحو التالي:

عندما عرفنا أن المحرك ذو ٢٤ مجرى وأن نوعية اللف هو جانب واحد في المجرى يتبين لنا أن عدد ملفاته الكلية تساوي نصف عدد المجاري (راجع نوعية اللف في الوحدة السابقة) أي أن عدد الملفات تساوي ١٢ملف للمحرك الثلاثي الوجه .

فعدد الملفات لمحرك جانب واحد في المجرى = ½ عدد المجاري الكلية للمحرك

إذا عدد الملفات للوجه الواحد = $\frac{\text{عدد ملفات المحرك}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{١٢}{٣}$ = ٤ ملفات لكل وجه

ومن هنا يتبين لنا أننا لدينا أربعة ملفا ت لكل وجه ولكن لم نحدد عدد المجموعات ولا الأقطاب ومن هذا المنطلق يمكون لدينا عدة خيارات على النحو التالي :

- أن تكون عدد المجموعات أربع مجموعات للوجه الواحد لكل مجموعة ملف واحد في هذه الحالة تكون الأقطاب إما أربعة أقطاب أو ثمانية أقطاب (لأن عدد الأقطاب = ضعف أو مساويا لعدد المجموعات).

- أن تكون عدد المجموعات مجموعتين لكل وجه في كل مجموعة ملفين وفي هذه الحالة تكون عدد الأقطاب إما قطبين أو أربعة أقطاب.

- أن تكون عدد المجموعات مجموعة واحدة لكل وجه في المجموعة أربعة ملفات وفي هذه الحالة لن يكون لدينا سوى قطبين فقط.

ومن خلال تحديدنا لعدد المجموعات والأقطاب المطلوب رسم انفراد اللف لها نستطيع حساب خطوة اللف على حسب أنواعها المذكورة في الوحدة السابقة (راجع حساب خطوة اللف).

وحتى يكون تحديدنا أوضح وأدق فإننا نختار رسم انفراد اللف للمعلومات التالية:

عدد المجموعات يساوي مجموعتين لكل وجه

عدد الأقطاب أربعة أقطاب

خطوة اللف تساوي عدد مجاري القطب +١ (قطبيه+١)

نوع اللف ذو خطوة منتظمة (ثابتة)

وعند رسمنا لانفراد اللف نضع مسمى لبداية الملف الأول وليكن (U) ولنهاية الملف وليكن (X).

ولبداية الملف الثاني وليكن (V) ولنهاية الملف الثاني وليكن (Y).

ولبداية الملف الثالث وليكن (W) ولنهاية الملف الثالث وليكن(Z).

ولكي تتضح الصورة لدينا سوف نضع المجموعة الخاصة بالوجه الأول ثم الوجه الثاني ثم الوجه الثالث

وعندما عرفنا أن للوجه الواحد مجموعتين فيجب أن تكون بينهما زاوية معينه يتم تحديدها على النحو التالي:

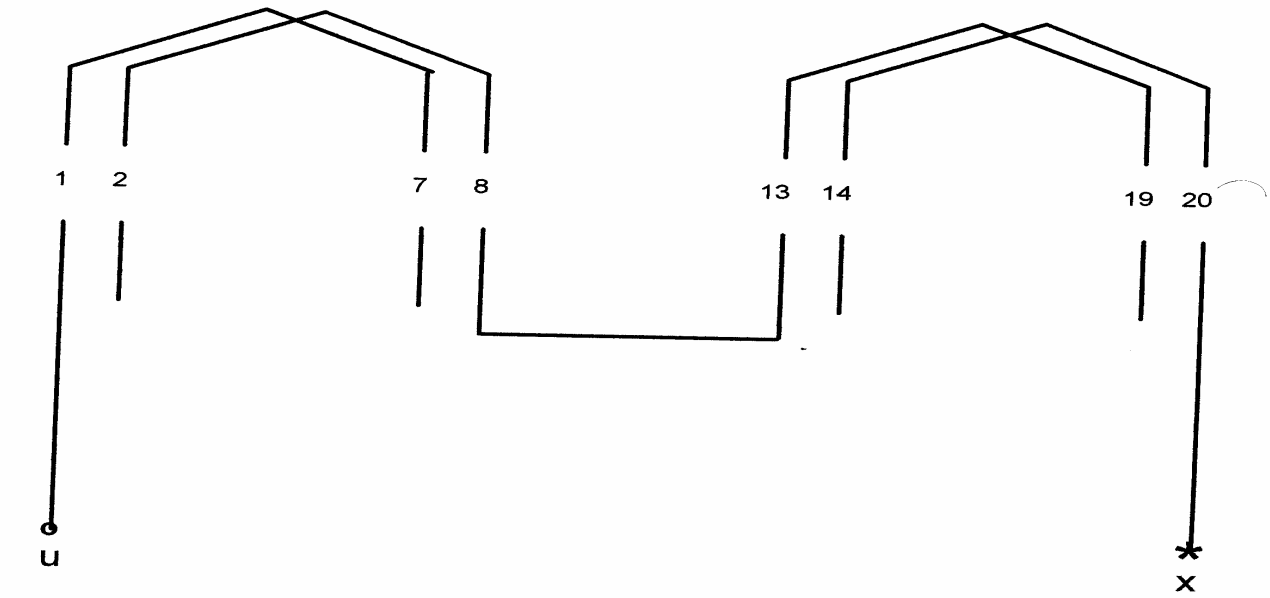
$$\text{الزاوية بين المجموعات} = \frac{\text{الزاوية الدائرية}}{\text{عدد المجموعات}} = \frac{٣٦٠}{٢} = ١٨٠ \text{ درجة}$$

$$\text{زاوية المجرى بالنسبة للمجموعات} = \frac{\text{الزاوية الدائرية}}{\text{عدد المجاري}} = \frac{٣٦٠}{٢٤} = ١٥ \text{ درجة}$$

$$\text{عدد المجاري بين المجموعات} = \frac{\text{الزاوية بين المجموعات}}{\text{زاوية المجرى بالنسبة للمجموعات}} = \frac{١٨٠}{١٥} = ١٢ \text{ مجرى}$$

ثالثا – وضع الملفات في مجاري المحرك:

من خلا ل المعلومات السابقة أصبحت لدينا صوره شبه واضحة لمجموعات الوجه الأول ومكان كل مجموعة ويكون شكلها كما هو موضح



إن الأرقام الموجودة بين الملفات تمثل أرقام المجاري وقد تم ربط نهاية المجموعة الأولى ببداية المجموعة الثانية لكي يكون لدينا أربعة أقطاب (راجع تحديد الأقطاب في الوحدة السابقة).

ويتبقى لدينا وضع الوجه الثاني والثالث وقبل ذلك يجب أن نلاحظ أن بين الوجه الأول والوجه الثاني زاوية مقدارها ١٢٠ درجه وهذه الدرجة ثابتة في جميع محركات الثلاثة أوجه وكذلك هناك زاوية قطبية مقدارها ١٨٠ درجه وهي أيضا ثابتة في جميع المحركا ت ثلاثية الوجه.

إذا من خلال المعلومات السابقة يتبين لنا أن هناك مسافة بين الوجه الأول والثاني تحدده عدد الأقطاب فكلما قلت عدد الأقطاب زادت المسافة بين الأوجه وكلما زادت عدد الأقطاب قلت المسافة وذلك لنفس المحرك ، وعلى هذا يكون هناك زاوية مجرى بالنسبة للأوجه تكون على النحو التالي

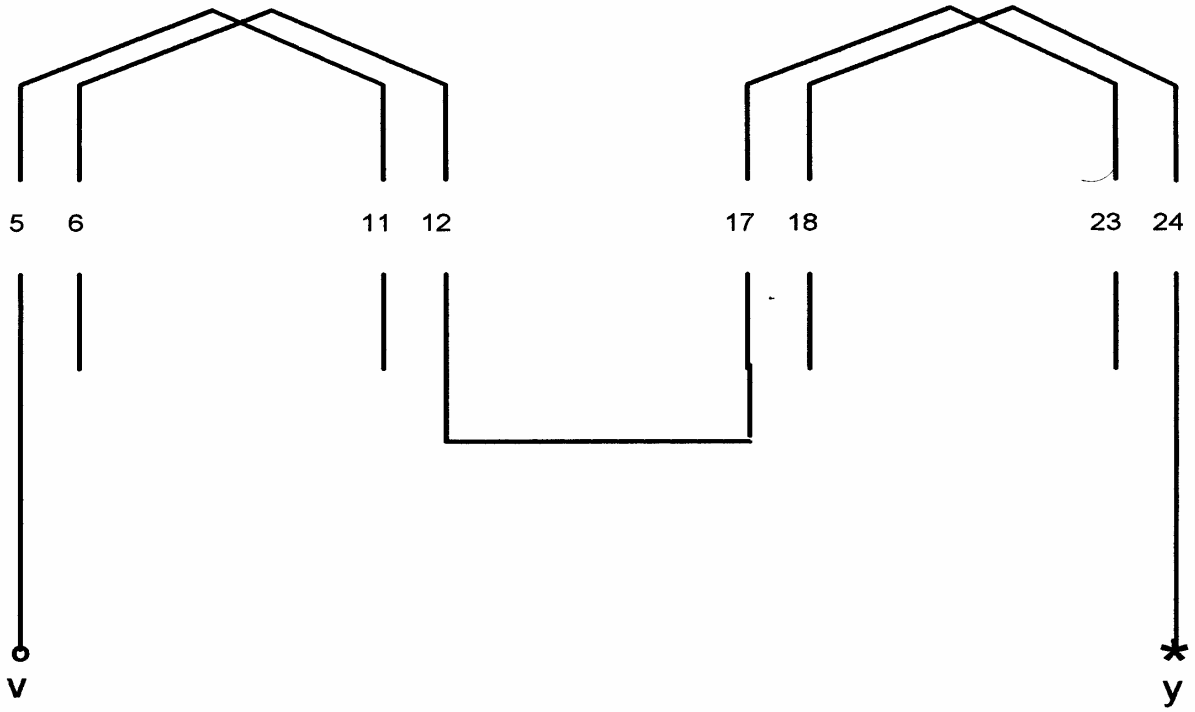
$$\text{زاوية المجرى بالنسبة للأوجه} = \frac{\text{الزاوية القطبية}}{\text{عدد المجاري لكل قطب}} = \frac{١٨٠}{٦} = ٣٠ \text{ درجه}$$

زاوية الأوجه ١٢٠

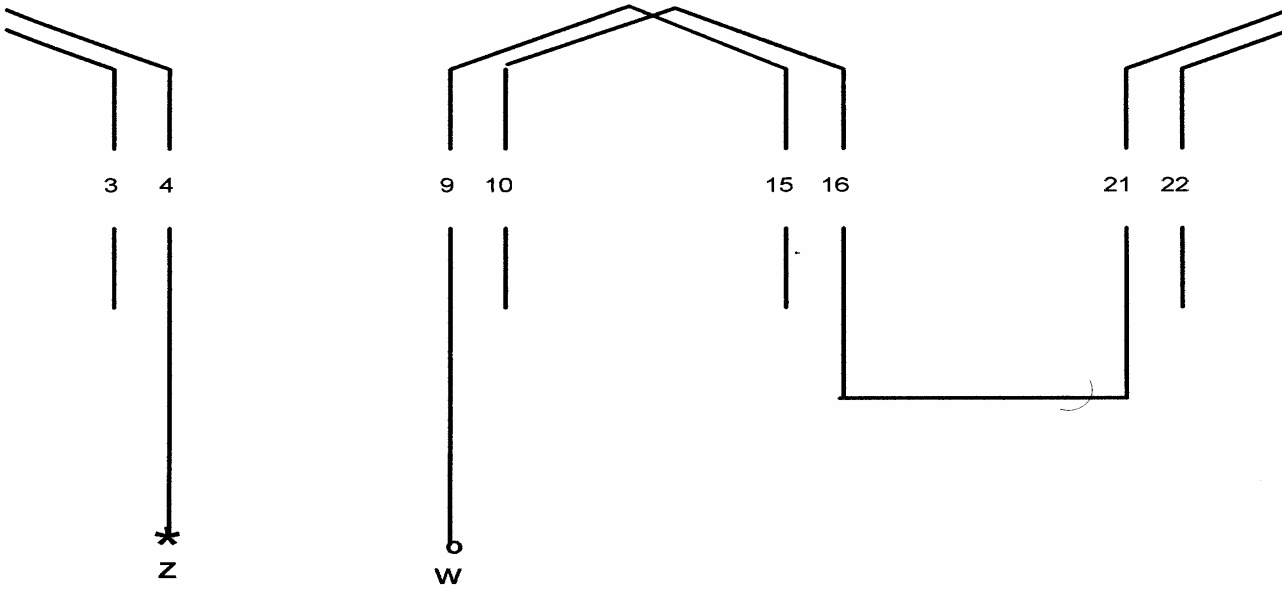
البعد بين بدايات الأوجه بالمجاري = _____ = _____ = ٤ مجاري

زاوية المجرى بالنسبة للأوجه ٣٠

إذا عندما تجدد لنا بداية الوجه الثاني سواء ا بالدرجات أو بالمجاري نستطيع وضع مجموعات الوجه الثاني في مكانها المناسب والذي يظهر بالشكل التالي

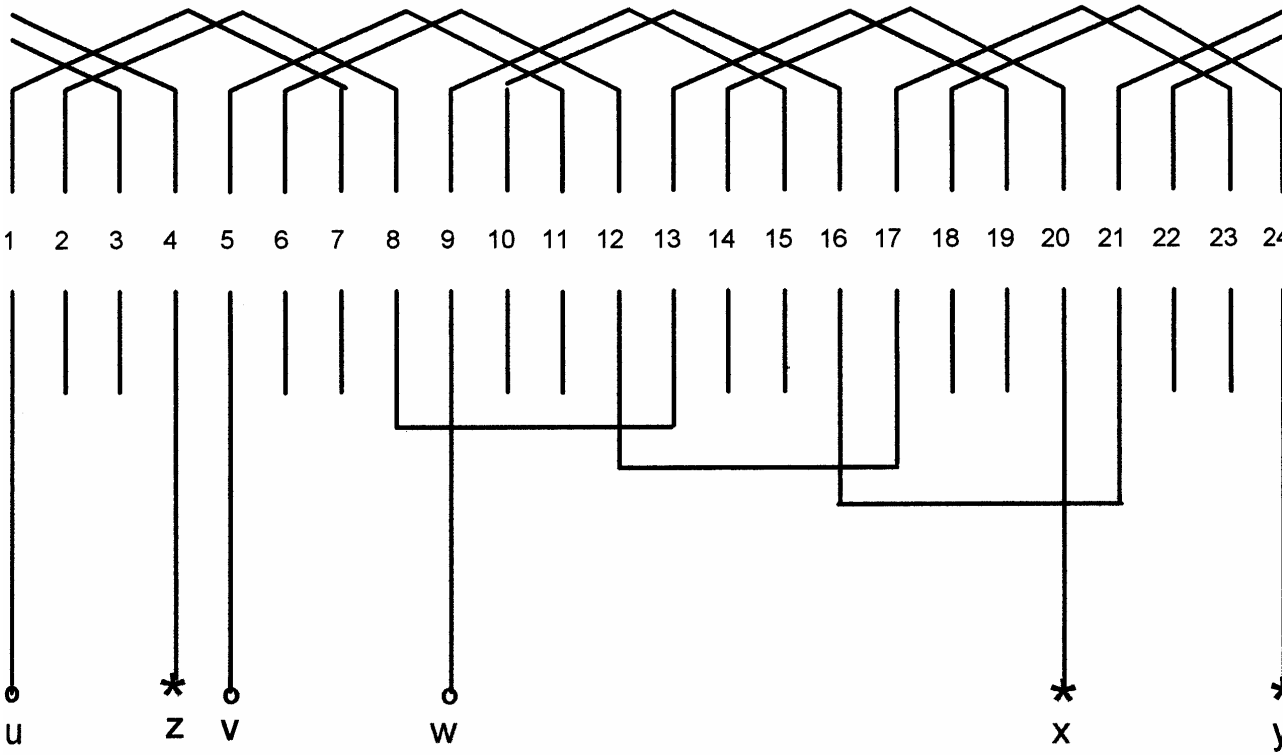


وكما وضعنا الوجه الثاني يمكن وضع الوجه الثالث بنفس التقسيم السابق كما في الرسم التالي



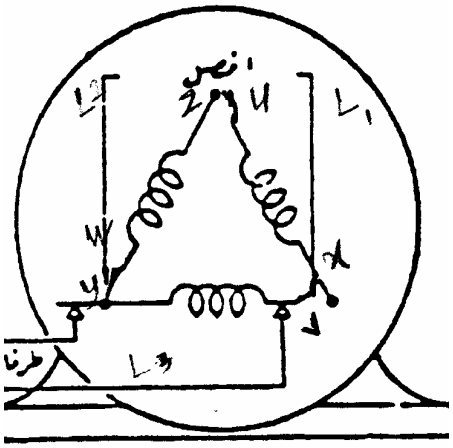
وهناك ملاحظة تجدر الإشارة بها وهي أن زاوية المجرى لها قيمتين الأولى بالنسبة للمجموعات والثانية بالنسبة للوجه وهذا الاختلاف يحدث دائما في المحركات الثلاثية الوجه إلا في حالة القطبين فإن الزاويتين تكونان متساويتا ن في القيمة

وفي الرسم التالي يوضح المجموعات الكلية للأوجه الثلاثة بشكلها النهائي وهي كاملة

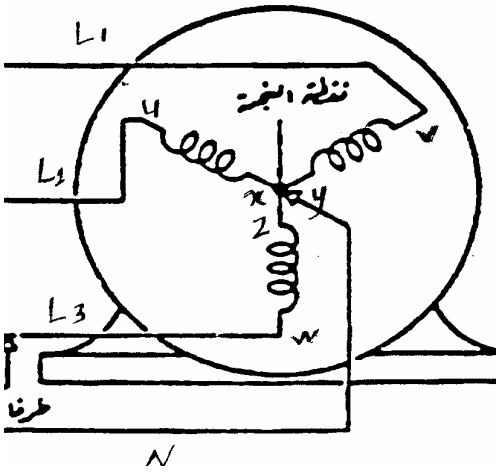


وبعد إنزال الملفات في مكانها الذي تم تحديده في رسم انفراد اللف نقوم باختبار الملفات ومن ثم اختبار تشغيله وقراءة البيانات التي على لوحة المحرك ومطابقتها.

وإذا أردنا توصيل هذا المحرك دلتا فنقوم بتوصيل نهاية الوجه الأول (x) ببداية الوجه الثاني (v) ونهاية الوجه الثاني (y) ببداية الوجه الثالث (w) ونهاية الوجه الثالث (z) ببداية الوجه الأول (u) ويتم تغذية الأطراف الثلاث إلى المصدر ثلاثي الوجه حيث يكون جهد الوجه = جهد الخط ولكن تيار الوجه =جذر٣لتيار الخط كما يبينه الشكل التالي

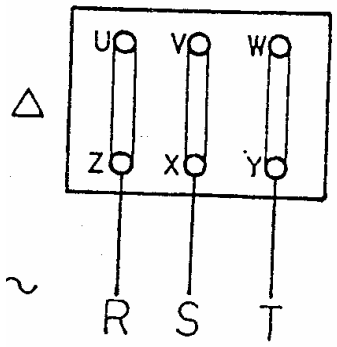


توصيلة الدلتا

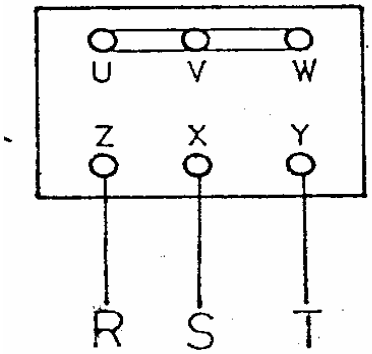


توصيلة النجمة

ويمكن أن تكون التوصيلة جاهزة في لوحة لتوصيل الخارجية للمحرك على أن يتم التوصيل للدلتا أو النجمة عن طريق التحكم بشرائح التوصيل بين الأطراف وهي على النحو التالي

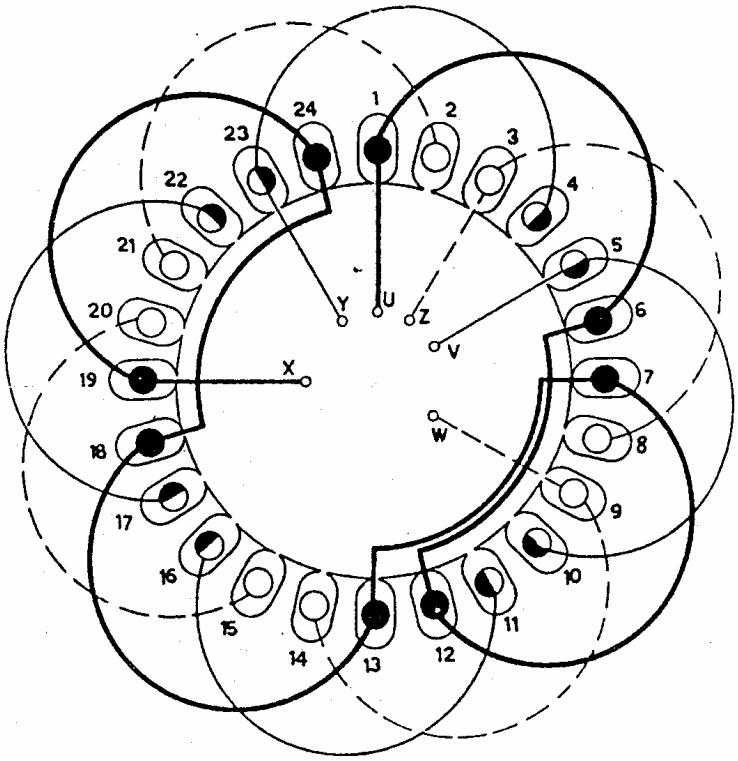


توصيلة الدلتا على لوحة توصيل المحرك



توصيلة النجمة على لوحه توصيل المحرك

وبعد رسم انفراد اللف وتوصيل الأطراف بالطريقة المراد توصيلها هناك ملا حظه في رسم انفراد اللف السابق يسمى رسم انفراد رسم منبسط أو أفقي وهناك رسم انفراد لف دائري وهو على شكل المحرك الدائري ووضع الملفات فيه وفي الشكل التالي يبين محرك ٢٤ مجرى ٤ أقطاب ٤ مجموعات جانب واحد في المجرى .



و رسم انفراد اللف بالطريقتين المنبسطة أو الدائرية تفي بالغرض لمعرفة مكان الملفات المناسبة والفرق بين الأوجه الثلاثة بشكل متناسب

ملخص الوحدة

في هذه الوحدة قمنا بدراسة إعادة لف محرك ثلاثي الأوجه نوعية لف جانب واحد في المجرى وذو خطوة ثابتة وتعرفنا على الخطوات الاعتيادية لفك المحرك وأخذ المعلومات الخارجية والداخلية والتي ينبغي لنا معرفتها لتساعدنا في رسم انفراد اللف، كما تعرفنا على طريقة تقسيم المحرك وإيجاد الزاوية بين المجموعات والزاوية بين الأوجه الثلاث وتحويلها إلى مجارٍ حتى يتم وضع الملفات للوجه في مكانها المناسب.

ثم تم التعرف بعد على تقسيم المحرك إلى رسم انفراد اللف لكل وجه على حدة وتوصيل الأطراف النهائية إلى المصدر حسب الاحتياج لطريقة التشغيل وجهد التشغيل

تمرينات وتدريبات تطبيقيه

س١ – ضع علامة صح أو خطأ أمام الجمل التالية

١ - من المعلومات التي يتم أخذها من لوحة تسمية المحرك هي عدد المجاري ( )
٢ – قبل فك المحرك يفترض وضع علامات على جوانب المحرك ( )
٣ – من فائدة عزل المجاري عدم احتكك الملفات بالعضو الثابت ( )
٤ – نستطيع معرفة عدد الأقطاب من سرعة المحرك ( )
٥ – كلما زاد عدد الأقطاب كبرت المسافة بين الأوجه لنفس المحرك ( )

س٢ - اختر من العمود الأول ما ينا سب العمود الثاني

(١)	(٢)
١ - محرك له٤ مجموعات	( )مقدارها ١٨٠ درجة
٢ - محرك له ٦ أقطاب	( )بينهم ٩٠ درجة
٣ - ملفات المحرك	( ) مقدارها ١٢٠ درجة
٤ - الزاوية القطبية	( ) تحدده عدد المجاري
٥ - الفرق بين الأوجه	( ) له ٣ مجموعات

حلول التدريبات والتمرينات التطبيقية

ج١ - ١ – خطأ
٢ – صح
٣ – صح
٤ – صح
٥ – خطأ

ج٢ - ١ – (بينهم ٩٠ درجة)
٢ – (له ٣ مجموعات)
٣ – (تحدده عدد المجاري)
٤ – (مقدارها ١٨٠ درجة)
٥ – (مقدارها١٢٠ درجة)

إرشادات للمدرب

١ – القيام بخطوات فك المحرك عملياً

٢ - اطلاع الطلبة على العازل وأنواعه وسمكه .

٣ – تنويع البيانات في تطبيق القوانين .

٤ – تطبيق رسم انفراد اللف بأكثر من اربعة أقطاب .

٥ – تطبيق رسم انفراد اللف الدائري بمحرك٣٦ مجرى .

٦ – الحرص على إجراءات السلامة في تنفيذ الفك والتركيب واللف .

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الوجه

إعادة لف محرك حثي سرعتين دلتا/ دبل نجمة(٢,٤)قطب

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة: المعرفة التامة بإعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين دلتا/ دبل نجمة (٢ ، ٤) قطب

الأهداف: ١ - معرفة طرق التحكم في سرعة المحركات الحثية ثلاثية الوجه .

٢ -معرفة تقسيم المحرك ذو السرعتين لرسم انفراد لفه .

٣ -معرفة إعادة اللف لذلك المحرك وتوصيل أطراف السرعات .

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪ .

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات

الوسائل المساعدة: مجموعة ملفات لمحرك مكون من ٣ ملفات

مقدمة

في الوحدة السابقة كانت عبارة عن رسم انفراد لف محرك حثي جانب واحد في المجرى وفي هذه الوحدة سوف ندرس محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين دلتا/دبل نجمة ٢ و٤ قطب وسوف نتطرق إلى طرق التحكم في سرعات المحرك الحثي وعيوب تلك الطريقة ومن ثم نتطرق إلى رسم انفراد اللف لذلك المحرك وطريقة إعادة لفه بشكل متسلسل حتى يتسنى لنا بشكل مباشر فهم المحرك الحثي الثلاثي الأوجه ذو السرعتين.

أولا – التحكم في سرعة المحرك

في كثير من الأحيان نحتاج إلى محرك ذو سرعات مختلفة حسب طبيعة الحاجة فبعض الأحيان نحتاج إلى سرعة عالية وسرعة أقل منها وبعض الأحيان نحتاج إلى سرعة بطيئة وسرعة أقل منها وعلى هذا الأساس يمكن إيجاد محرك ذو سرعة متغيرة حسب الطلب والحاجة ويمكن التحكم في سرعة المحرك الحثي حسب القانون التالي

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times ١٢٠}{\text{عدد الأقطاب}}$$

ومن خلال القانون السابق يتبين لنا أن التحكم بسرعة المحرك تتم من خلال طريقتين

الأولى: عن طريق التردد

وتكون العلاقة طر دية مع السرعة فكلما زاد التردد زادت السرعة بشكل مطرد عند ثبات عدد الأقطاب وهذه الطريقة من مميزاتها أنها تعطي سرعات دقيقة ومختلفة القيمة وغير محدودة ولكن من عيوبها أن توليد التردد بشكل متغير مكلف مقارنة بسعر المحرك المطلوب تغيير سرعته إضافة أن التردد دائما يكون ثابت القيمة من المصدر وبالتالي يصعب تغييره إلا عن طريق مولد الترددات وهذه طريقة غير عملية في تغيير السرعة.

الثانية : عن طريق الأقطاب

وهذه الطريقة هي الشائعة وخصوصا للمحركات الحثية الثلاثية الأوجه لما لها من مرونة وتكلفة قليلة قد تكون معدومة في بعض المحركات ذات السرعات المختلفة، وعدد الأقطاب يتناسب عكسيا مع السرعة فكلما زادت عدد الأقطاب قلت السرعة والعكس، وعلى هذا الأساس سيتم الحديث عن المحركات الحثية الثلاثية الوجه ذات السرعتين يتم التحكم بها عن طريق الأقطاب .

والتحكم بالسرعة عن طريق الأقطاب لها طريقتين:

١ – استخدام ملفات منفصلة لكلا السرعتين

وهذه الطريقة تستخدم في بعض المحركات ذات الوضع الخاص حيث إن تكلفتها تكون في زيادة الملفات الموضوعة دخل المحرك وذلك لحاجتنا إلى سرعات غير متضاعفة أو سرعات متقاربة الدرجة أو متباعدة الدرجة.

فعندما نريد سرعة متقاربة كـ ٤ قطب و ٦ قطب فتكون السرعة العاليه١٨٠٠ لفة في الدقيقة والسرعة البطيئة تكون ١٢٠٠ لفة في الدقيقة، أو نريد سر عات متباعدة كـ ٤ قطب و ١٠ قطب فالسرعة العالية تكون ١٨٠٠ لفة في الدقيقة والسرعة البطيئة تكون ٧٢٠ لفة في الدقيقة عند تردد ٦٠ ذبذبة في الثانية وتلك السر عات السابقة غير متضاعفة أيضا، ويتم وضع الملفات داخل العضو الثابت وكأنه محركين داخل محرك واحد.

٢ – استخدام نفس الملفات للسرعتين

وهذه الطريقة هي الأكثر استخداما للمحركات الحثية ثلاثية الأوجه وتسمى (دالندر)باسم العالم الذي أبتكرها وهي فيها من التوفير في الملفات عن السابقة بمقدار الضعف تقريبا وقلة الجهد في القيام بإعادة لفه لأنه كالقيام بمجهود محرك واحد فقط.

إلا أن من عيوبها أن السرعتين يجب أن تكون متضاعفتين فإما أن تكون ٢ و ٤ قطب فالسرعة العالية تكون ٣٦٠٠ لفه في الدقيقة والسرعة البطيئة تكون ١٨٠٠ لفه في الدقيقة أي نصف العالية، وأما تكون ٤ و ٨ قطب فالسرعة العالية تكون ١٨٠٠ لفه في الدقيقة والسرعة البطيئة تكون ٩٠٠ لفه في الدقيقة وهكذا.

ملحوظة

١ - كما ذكرنا سابقا أن قيم السرعات المذكورة هي عند تردد ٦٠ ذبذبة في الثانية فإذا اختلف التردد فإن تلك القيم سوف تختلف حسب قانون السرعة السابق

٢ - تم ذكر قيمة السر عات السابقة وهي سر عات المجال المغناطيسي الدائر وليس العضو الدائر لأن سرعته يدخل فيها معامل يجب أخذه في الاعتبار وهو معامل الانزلاق وبالتالي فإن السرعة للعضو الدائر تكون أقل بمقدار قيمة سرعة الانزلاق وهذه تحدث لجميع المحركات الحثية

وفي الجدول التالي يبين الاختلاف في السر عات عند ترددين مختلفين إضافة إلى البيان بسرعة المجال المغناطيسي الدائر وسرعة العضو الدائر عند انزلاق محدد

عددا لأقطاب	التردد	سرعة المجال	سرعة العضو	التردد	سرعة المجال	سرعة العضو
٢	٥٠	٣٠٠٠	٢٩٠٠	٦٠	٦٣٠٠	٣٤٥٠
٤	٥٠	١٥٠٠	١٤٢٠	٦٠	١٨٠٠	١٧٠٠
٦	٥٠	١٠٠٠	٩٠٠	٦٠	١٢٠٠	١١٠٠
٨	٥٠	٧٥٠	٦٨٠	٦٠	٩٠٠	٨٠٠
١٠	٥٠	٦٠٠	٥٠٠	٦٠	٧٢٠	٦٠٠
١٢	٥٠	٥٠٠	٤٥٠	٦٠	٦٠٠	٥٠٠

ثانيا - تقسيم محرك حثي ثلاثي الوجه سرعتين ٢ و ٤ قطب لإعادة لفة

عند تحديد السر عات المطلوبة هناك عناصر يجب تحديدها قبل البدء بلف المحرك وهذه العناصر هي

- عدد مجاري المحرك
- عدد مجموعات كل وجه
- عدد ملفات المجموعة الو ا حدة
- نوع اللف
- خطوة اللف

ويمكن معرفة المعلومات السابقة عن طريق القوانين التالية

عدد المجاري ٢٤ مجرى

عدد مجموعات كل وجه = عدد أقطاب السرعة البطيئة / ٢ = ٤ / ٢ = ٢ مجموعة

عدد ملفات المجموعة الواحدة للوجه الواحد = عدد المجاري × ٢ / عدد أقطاب البطيئة×٣ = ٢٤ × ٢ / ٤ × ٣ = ٤٨ / ١٢ = ٤ ملفات

خطوة اللف = عدد ملفات المجموعة الو ا حدة + ٣ = ٤ + ٣ = ٧

إذا خطوة اللف من ١ — ٧

نوع خطوة اللف خطوه ثابتة (منتظمة)

يتم التعامل مع بداية الأوجه على حساب السرعة العالية

يتم توزيع المجموعات كتوزيع المجموعات للمحرك الحثي ذو السرعة الو ا حدة

إذا زاوية المجرى بالنسبة لبداية الأوجه = الزاوية القطبية / عدد مجاري لكل قطب = ١٨٠ / ١٢ = ١٥ درجة

البعد بين الأوجه بالمجاري = الزاوية بين الأوجه / زاوية المجرى لبداية الأوجه = ١٢٠ / ١٥ = ٨ مجاري

الزاوية الدائرية ٣٦٠

زاوية المجرى بالنسبة للمجموعات = _____ = _____ = ١٥ درجة

عدد المجاري ٢٤

الزاوية الدائرية ٣٦٠

الزاوية بين المجموعات = _____ = _____ = ١٨٠ درجة

عدد المجموعات ٢

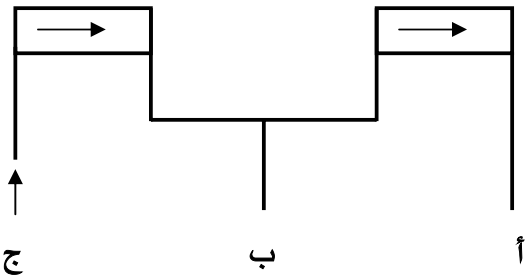
زاوية المجموعات ١٨٠

البعد بين مجموعات الوجه الواحد بالمجاري = _____ = _____ = ١٢ مجرى

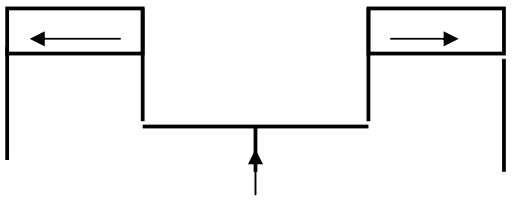
زاوية مجرى المجموعات ١٥

ونلاحظ أن زاوية المجرى بالنسبة للأوجه مساوية لزاوية المجرى بالنسبة للمجموعات وهذا يحدث دائما في التعامل مع المحرك ذو القطبين أما إذا اختلفت الأقطاب عن اثنين فسوف تختلف الزاوية

من هنا اتضحت لنا البيانات الكاملة والخاصة برسم انفراد اللف للمحرك الحثي ذو السرعتين ٢ و٤ قطب ويمكن البدء في رسمه بعد أن يتم توضيح كيفية تغيير السرعة ويمكن توضيحها برسم المجموعات على شكل مستطيل لكل مجموعة كما يلا حظ في الشكل التالي



في الرسم مجموعتان من الملفات على شكل مستطيل عندما يدخل التيار من عند النقطة ج يكون اتجاه التيار في الملفات كما هو مبين في هذه الحالة اتجاه الأسهم واحد في المجموعات الوجه الواحد جميعهم في هذه الحالة يكون عدد الأقطاب ضعف عدد المجموعات أي أربعة أقطاب

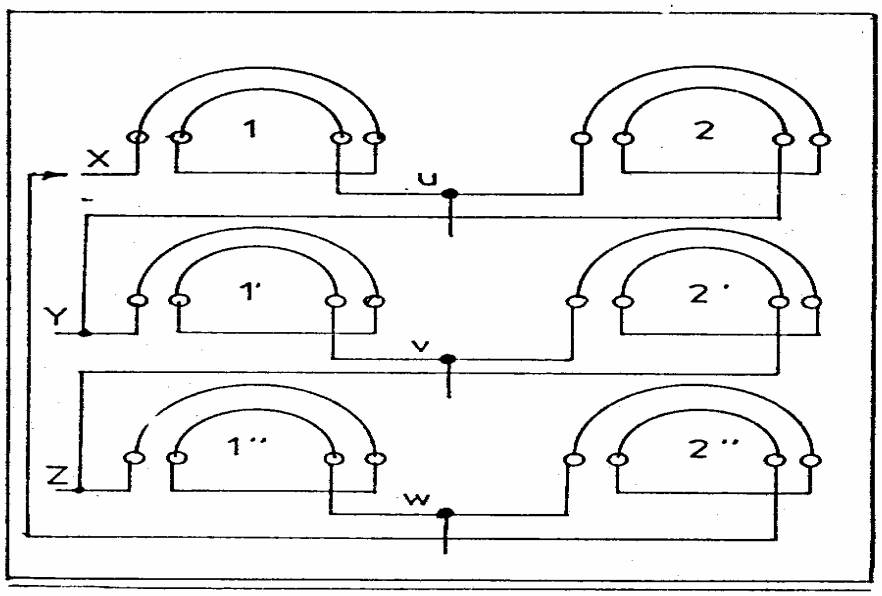


أ ب ج

وفي الرسم السابق نجد أن دخول التيار أصبح من نقطة المنتصف (ب) ونرى أن اتجاه التيار في المجموعتين اختلفا وفي هذه الحالة تكون عدد الأقطاب مساوياً لعدد المجموعات أي قطبين

ونرى أنه بهذه الطريقة استطعنا أن نتحكم بعدد الأقطاب عند التحكم بدخول التيار في الطرف المناسب وبالتالي استطعنا التحكم في سرعة المحرك وهي تحمل نفس المجموعات والملفات.

ويمكن جمع الأوجه الثلاثة بهذه الطريق حتى يكون لنا محرك موصلة به جميع الأوجه الثلاثة كما في الشكل التالي :



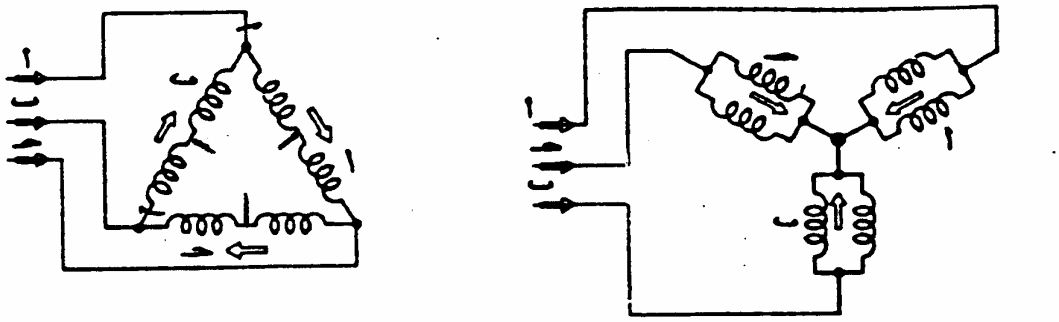
إن الرسم السابق يوضح الأوجه الثلاثة موصلة مع بعضها البعض على شكل مجموعات نلاحظ أن نهاية الوجه الأول ببداية الوجه الثاني ونهاية الوجه الثاني وصل ببداية الوجه الثالث ونهاية الوجه الثالث وصل ببداية الوجه الأول

ثالثا -طريقه توصيل السرعات

فعندما نريد السرعة العالية (ذات الأقطاب الأقل) نقوم بتوصيل نقاط المنتصف u .v . w إلى مصدر التيار ثم نقصر الأطراف . x .y .z مع بعضها

وعندما نريد توصيل السرعة ذات الأقطاب الأعلى نقوم بتوصيل الأطراف .Z. y. x إلى مصدر التيار ونقوم بترك أطراف المنتصف حرة(بدون توصيل).

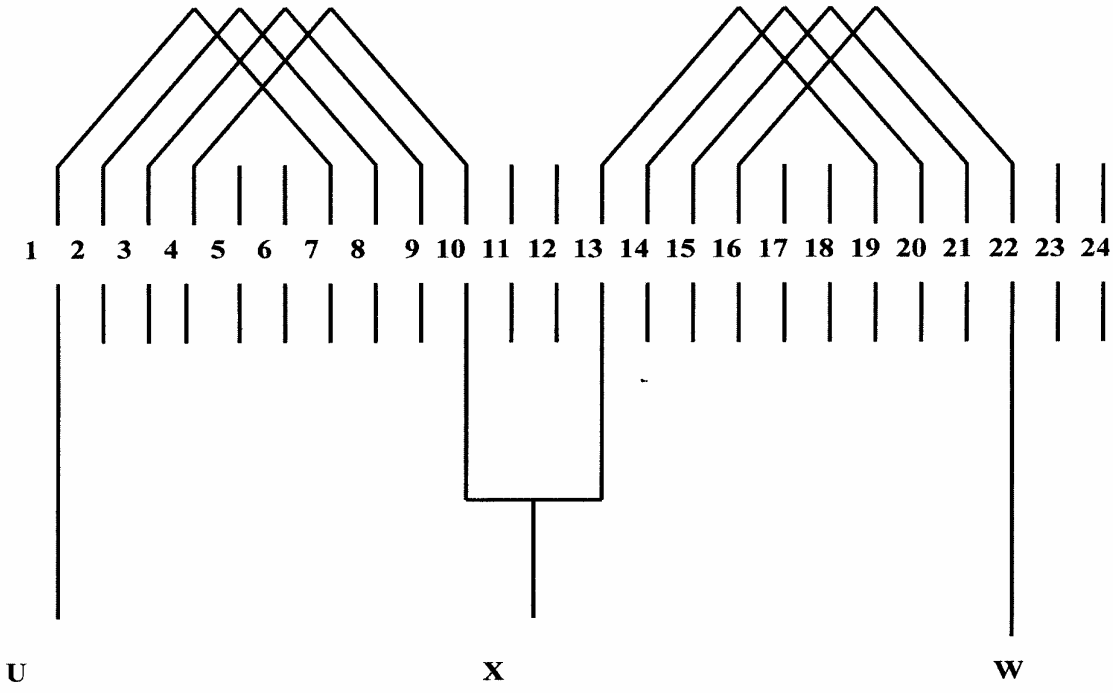
من خلال التو صيلا ت السابقة يتضح لنا أن طريقة توصيل السر عتا ن هي طريقة دلتا في السرعة البطيئة ذات الأقطاب الأعلى و وطريقة دبل النجمة في حالة السرعة العالية ذات الأقطاب الأقل كما يبنه الشكل التالي



بعدما عرفنا المعلومات وطريقة التوصيل اتضحت لنا صوة المحرك ذو السر عتين (دالندر).

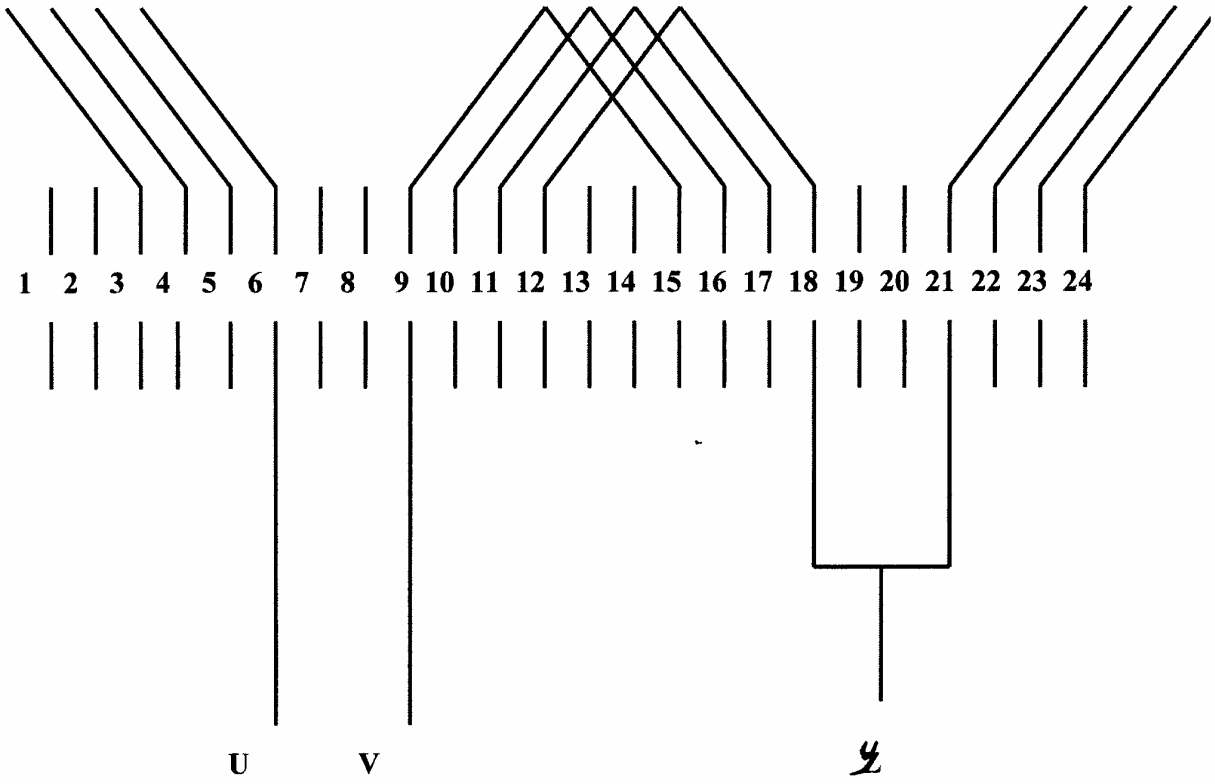
نستطيع الآن رسم انفراد اللف بكل يسر وسهوله وهذا الوجه الأول موضح بالشكل التالي

رسم إنفراد اللف للوجه الأول لمحرك سرعتين (دالندر)

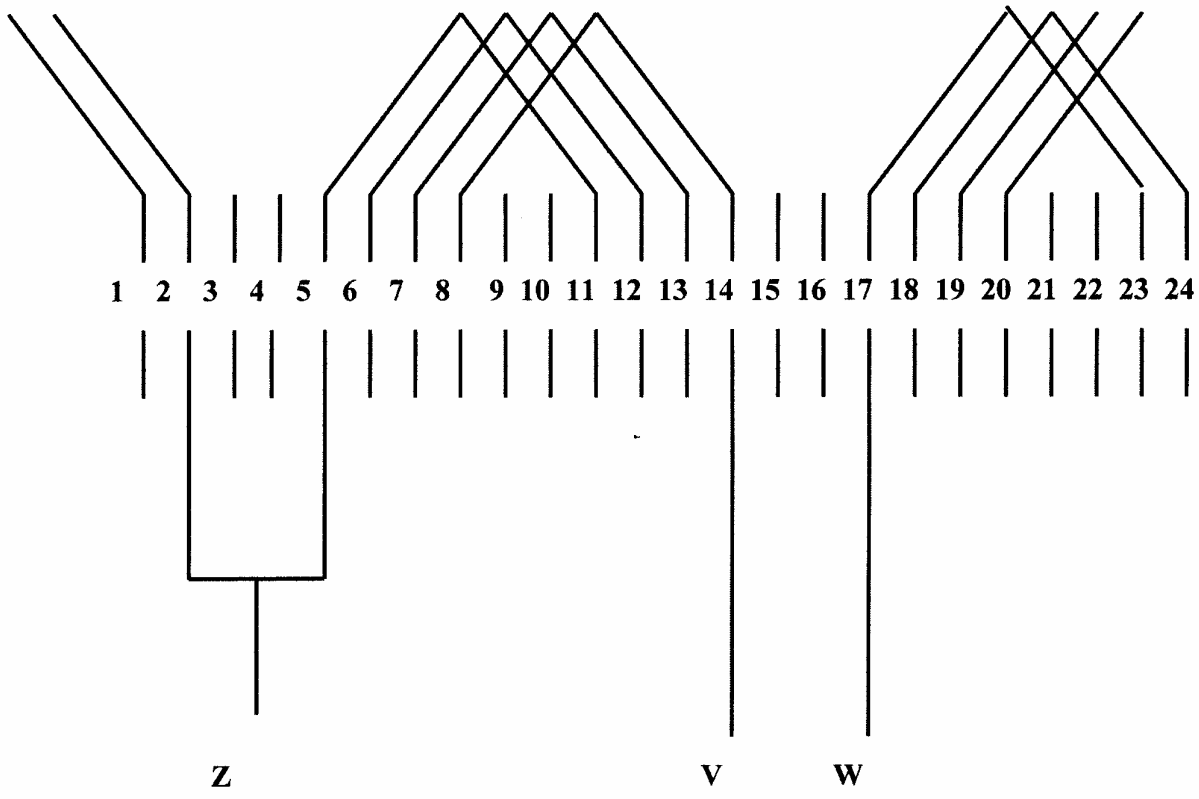


(نقطة المنتصف)

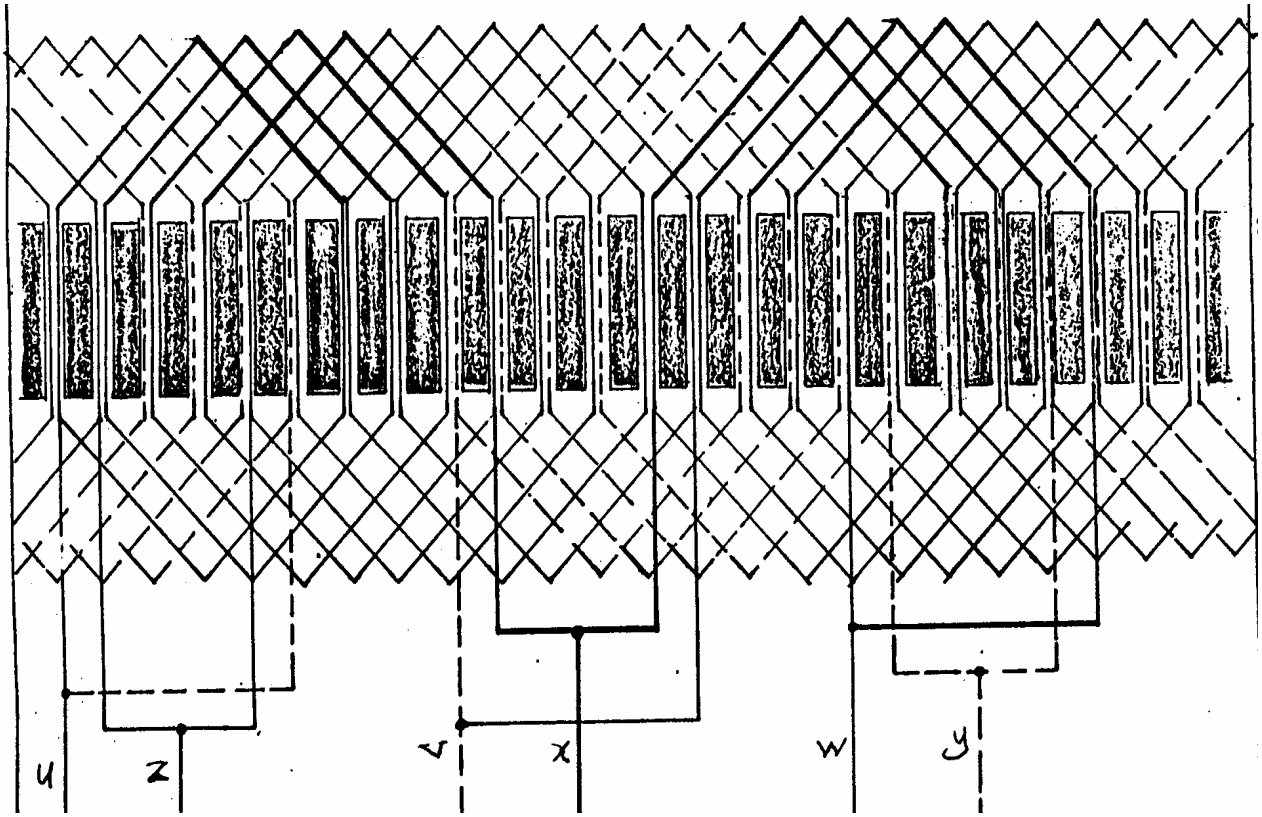
رسم إنفراد اللف للوجه الثاني لمحرك سرعتين (دالندر) ٢ و ٤ قطب



رسم إنفراد اللف للوجه الثالث لمحرك سرعتين (دالندر) ٢ و ٤ قطب



والشكل التالي يوضح الأوجه الثلاثة مجتمعة مع بعضها



ملخص الوحدة

تم دراسة المحرك الحثي ذو السرعتين بطريقه دلتا / دبل نجمة ، وتعرفنا إلى الطرق التي يمكن بها التحكم في سرعة المحرك الحثي وهي عن طريق التردد والأقطاب وتعرفنا أن التحكم عن طريق الأقطاب هي الطريقة الشائعة بسبب السهولة وقلة التكاليف والمرونة بالرغم من محدودية التحكم بالسرعة كما درسنا رسم انفراد اللف لذلك المحرك وكيفيه التحكم بعدد الأقطاب عن طريق التحكم في دخول التيار بأطراف المحرك وطريقة التوصيل.

تدريبات وتمرينات تطبيقيه

س١ ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة

١ – يمكن التحكم في سرعة المحرك الحثي عن طريق

أ - الجهد ب – الأقطاب

ج – التيار د – لا شي مما ذكر

٢ - العلاقة بين التردد وسرعة المحرك الحثي علاقة

أ – طردية ب – عكسية

ج – متفاوتة د – ليس بينهما علاقة

٣ – في المحرك الحث كلما زادت الأقطاب فإن السرعة

أ – تزداد ب – لا يحدث لها شي

ج – تتوقف د – تقل

٤ – أن من مميزات التحكم في سرعة المحرك الحثي بطريقة (دالندر) أنها

أ – سرعة المحرك غير محددة ب – تستخدم ملفات إضافية

ج – نستخدم نفس الملفات للسرعتين د – لا شي مما ذكر

٥ – من عيوب طريقة دالندر للتحكم في سرعة المحرك الحثي أنها

أ – يتم التحكم بمحدودية في السرعة ب – مجال التحكم واسع بها

ج – سرعتها غير منتظمة د – لا شيء مما ذكر

س٢ - ضع علامة صح أو خطأ أمام الجمل التالية :

١ – يمكن التحكم بسرعة المحرك عن طريق التردد ( )

٢ –الفرق بين الأوجه في المحركات ذات السر عتين على حساب السرعة البطيئة ( )

٣ – التحكم في السرعة عن طريق الأقطاب هي المفضلة لقلة تكاليفها ( )

٤ – في المحركات الحثية ذو السرعتين تكون عدد المجموعات للوجه الواحد مساويا لعدد أقطاب السرعة العالية ( )

٥ - إذا أختلف اتجاه التيار في المجموعات فهذا يعني أن عدد الأقطاب هو للسرعة العالية ( )

حلول التدريبات والتمرينات التطبيقية

ج١ - ١ – ب

٢ – أ

٣ - د

٤ - ج

٥ - أ

ج٢ - ١ – صح

٢ – خطأ

٣ - صح

٤ - صح

٥ – صح

إرشادات للمدرب

١ – الاهتمام بطرق السلامة أثناء التعامل مع التيار الكهربائي

٢ – التركيز على إيجاد المعلومات عن طريق القوانين الخاصة باللف

٣ – تغيير المعلومات الأساسية في المحرك وجعل المتدرب يوجد المعلومات التي تساعده في رسم انفراد اللف

٤ – تنويع مصدر تلقي المعلومات وذلك عن طريق تنويع طرق الشرح

٥ – الممارسة الفعلية المباشرة في فهم طريقة دالندر للتحكم في سرعة المحركات الحثيه وذلك بإحضار مجموعتين من الملفات وبيان تلك الطريقة

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين نجمة/ نجمة (٢,٦) قطب

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : المعرفة التامة بإعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين نجمة/ نجمة (٢ ، ٦) قطب

الأهداف : أن يعرف المتدرب تقسيم المحرك الحثي ذو الثلاثة فاز نجمة/ نجمة وطريقة توصيل تلك السرعات والغرض منها ومميزاتها وعيوبها

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪

الوقت المتوقع للتدريب : ٦ ساعات

الوسائل المساعدة :

المقدمة

في الوحدة السابقة تم الحديث عن إعادة لف محرك حثي ثلاثي الوجه سرعتين بطريقه دالندر و هي استخدام نفس الملفات للسرعتين وفي هذه الوحدة سوف نتحدث عن إعادة لف محرك حثي ثلاثي الوجه ذو سرعتين ولكن باستخدام ملفات منفصلة لكل سرعة مما يمثل محركان مشتركان في المجاري وسوف ندرس توزيع كل محرك إضافة إلى الخواص الخاصة بهذه النوعية من المحركات واستخداماتها المتعددة في الحياة الصناعية إضافة إلى التوصيل النهائي لإطراف الملفات للحصول على السرعات المطلوبة وكيفيه تحديد المجموعات وتوصيلها مع بعضها البعض والملفات وطريقه تحديد عددها.

المحركات ذات السرعتين

إن المحركات ذات السرعتين لها استخدامات كثيرة وخصوصا في المجالات الصناعية و التي تحتاج أكثر من سرعة وكما تحدثنا في الوحدة السابقة أن المحركات بتوصيلة (دالندر) تمثل سرعتين متضاعفتين فإذا كانت السرعة الأولى قطبين (٣٦٠٠ لفه في الدقيقة) فإن السرعة الثانية يجب أن تكون أربعة أقطاب (١٨٠٠لفه في الدقيقة) يمكن القياس على ذلك في جميع السرعات ويسمى محرك دلتا /دبل نجمة لأن التوصيل النهائي للحصول على السرعتين يجب أن توصل بتلك الطريقة أما محركنا في هذه الوحدة فإنه يمثل سرعتين مختلفتين ولكن ليست متضاعفتين فالسرعة الأولى لأن كانت ذات قطبين (٣٦٠٠ لفه في الدقيقة) فإن السرعة الثانية ليست شرطا أن تكون ١٨٠٠ لفه فإننا نختار احتياجنا في السرعة الثانية نحددها على حسب رغبتنا دون النظر إلى السرعة الأ ولى ففي هذه الحالة يمكن أن تكون السرعة الثانية ستة أقطاب (١٢٠٠ لفه في الدقيقة) أو ثمانية أقطاب أو حتى عشرة أقطاب فإن تحديدنا للسرعة الثانية تحدده رغبتنا فقط لأننا سنقوم بلف محركين ذات سرعتين مختلفتين نضعهن في مجاري محرك واحد وبالتالي يكون ذلك المحرك نوعية اللف التي به (جنبين في مجرى في أغلب المحركات) .

ويكون تقسيم المحرك هي نفس الطريقة التي تقسم بها المحرك في الوحدة الثانية (راجع إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه جنب واحد في المجرى) ونجد أن في التقسيم لابد من تحديد المطلوب أو الخواص **التي** نريدها في المحرك.

محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين Y/Y (٢ و ٦) قطب

أولا المحرك ذو القطبين

عندما نريد تقسيم ذلك المحرك لعدد مجاري ٣٦ مجرى فسوف تكون المجموعات مجموعتين لكل وجه حيث عدد الأقطاب مساويا لعدد المجموعات.

أما بالنسبة لعدد الملفات لكل مجموعه فكما تم معرفة العدد في المحركات السابقة تعرف العدد للملفات الكلية وذلك عن طريق معرفة نوعية اللف حيث أنه جنب واحد في المجرى (على أساس المحرك الأول) فهذا يعني أن عدد الملفات الكلية = نصف عدد المجاري

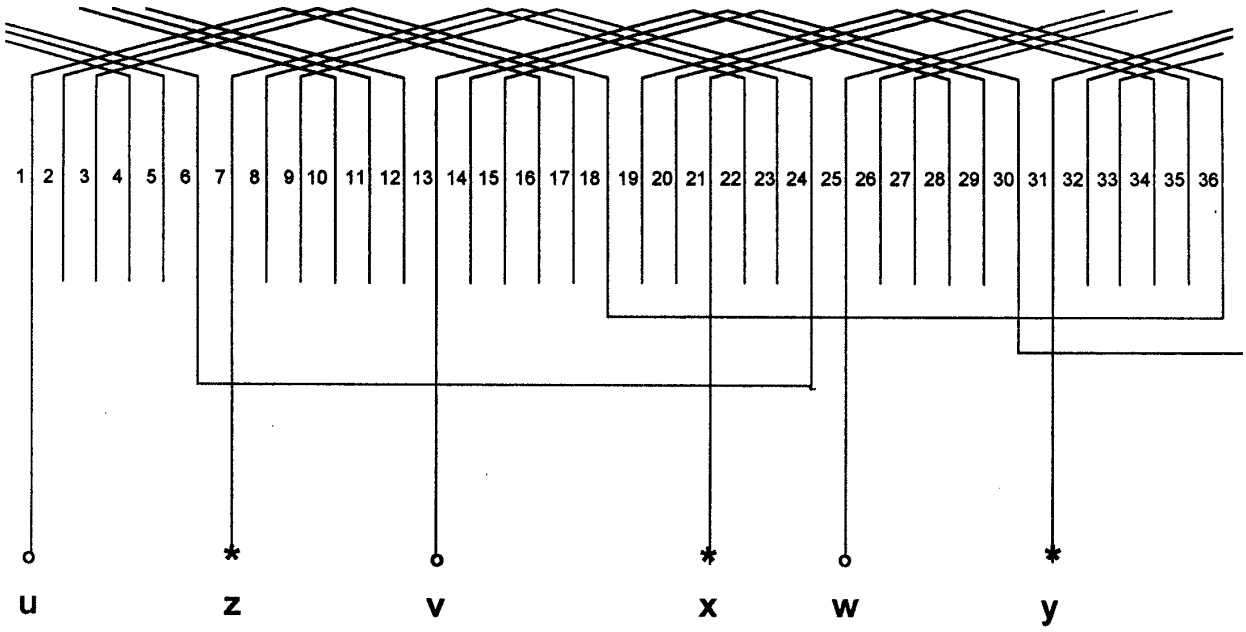
وعلى هذا الأساس يكون عدد الملفت الكلية = ١٨ ملف

$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}} = \frac{١٨}{٢ \times ٣} = ٣ \text{ ملفات}$$

خطوة اللف سيتم اختيارها على أساس (قطبيه – ٢) ، إذا الخطوة = ١ - ١٦

نوع الخطوة ثابتة (منتظمة)

من خلال المعطيات السابقة يمكن رسم إنفراد اللف للمحرك بالمعلومات السابقة كما هو مبين بالشكل التالي



وبعد وضعنا ملفات المحرك الأول للحصول على سرعة ذات القطبين وهي ٣٦٠٠ لفه في الدقيقة يمكن الآن وضع الحسابات مرة أخرى ولكن على المحرك الثاني ذو الستة أقطاب وهي على النحو التالي

المحرك ذو الستة اقطاب

عدد الملفات الكلية = نصف عدد المجاري (جنب واحد في المجرى) = ١٨ ملف

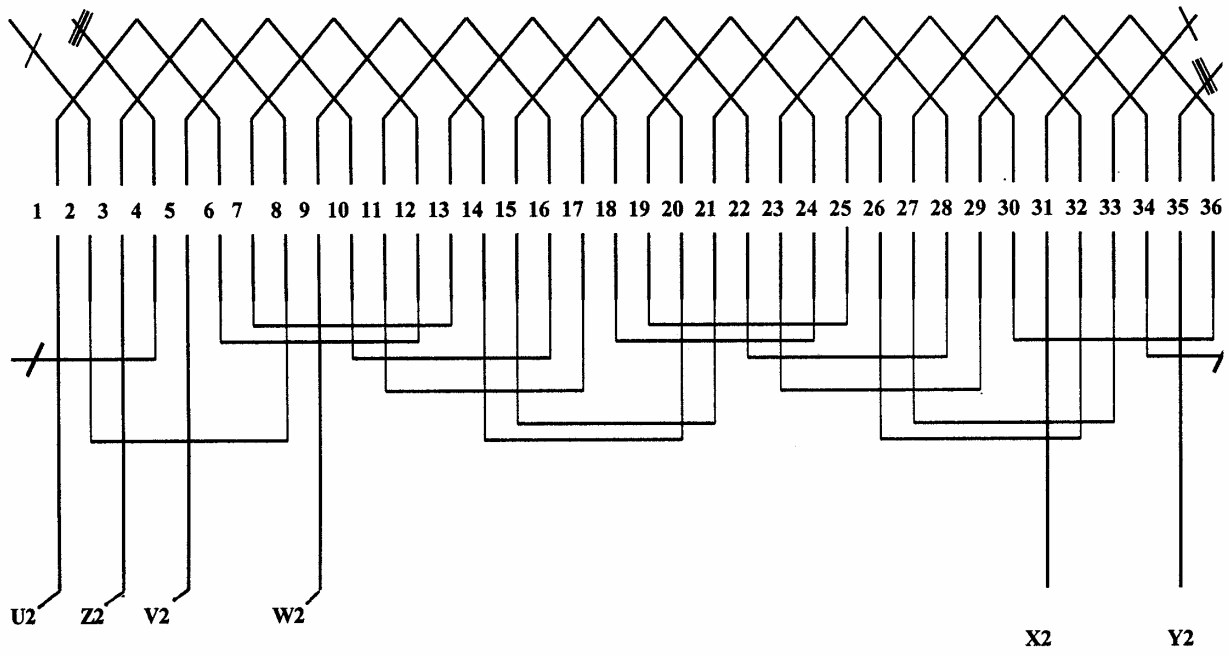
$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأقطاب} \times \text{عدد الأوجه}} = \frac{١٨}{٦ \times ٣} = \text{ملف واحد}$$

خطوة اللف سيتم اختيارها على أساس (قطبيه فقط) أي أنها ستكون ١ - - ٦
نوع الخطوة ثابتة (منتظمة)

ملاحظة

(يمكن أن تختلف نوع الخطوة أي تكون في المحرك الأول منتظمة والثاني غير منتظمة أو بالعكس).
ومن خلال المعطيات السابقة يمكن رسم المحرك على النحو التالي

رسم إنفراد اللف لمحرك ثلاثي الأوجه ٣٦ مجرى ٦ أقطاب جنب واحد في المجرى



وعند دمج المحركين مع بعضهما البعض في نفس المجاري ينتج لنا في مجمله محرك واحد ذو نوعية اللف جنبين في المجرى وهذه غالبيه المحركات ذات السر عات المتعددة

فعند اختيارنا للسرعة الأول ذات القطبين (العالية) نقصر الأطراف (النهايات Z , X, Y) ومن ثم نوصل البدايات (W , V , U) إلى المصدر وهي تعطي توصيلة النجمة.

وعندما نريد السرعة البطيئة ذات الستة أقطاب نقوم بقصر الأطراف الخاصة به وهي النهايات (, Z٢ X٢ , Y٢) ثم نقوم بإيصال التيار إلى البدايات (W٢ , V٢ , U٢) وهي تعطي توصيلة النجمة أيضا ولذلك سمي المحرك نجمة / نجمه

ملخص الوحدة

تم دراسة المحرك ذو السرعتين نجمة / نجمة ومعرفة أن هذا النوع من المحركات ذات السرعتين يكون عند احتياجنا إلى محرك ثلاثي الأوجه له سرعتين غير متضاعفتين ويمكن الحصول على هذه النوعية من المحركات بدمج محركين لهما نفس عدد المجاري وذو أقطاب مختلفة غير متضاعفة .

وتم معرفة طريقه تقسيم كل محرك على حده ورسم إنفراد اللف لكل منهما إضافة إلى طريقه التوصيل لكل سرعة حيث تكون توصيلة النجمة لكلا السرعتين هي التي تقوم بذلك ولذا سمي محرك نجمة / نجمة .

تمرينات وتدريبات تطبيقيه

س١ – ما الفرق بين محرك سرعتين دالندر ومحرك سرعتين نجمة /نجمه؟

س٢ – لماذا سمي محرك نجمة / نجمه؟

حلول التمرينات والتدريبات التطبيقية

ج١ – محرك دالندر يستخدم نفس الملفات لكلا السرعتين أما محرك نجمه/ نجمة فهو يستخدم ملفات مستقلة لكل سرعة.

ج٢ – سمي محرك نجمة م نجمة لأن توصيلة السرعتين تتم من خلال هذه التوصيلة فهو يستخدم للسرعة الأولى توصيلة نجمة ويستخدم في السرعة الثانية توصيلة نجمة أيضا.

إرشادات للمدرب

١ – الالتزام بقواعد السلامة في أثناء لف وتجربة المحرك

٢ –تغيير عدد المجاري للمحرك لأقطاب مختلفة حتى يتسع أفق الطالب

٣ – الربط بينه وبين محرك دالندر بشكل أكثر شمولية حتى يعرف الفرق بينهما

٤ – التركيز على أن عدد الملفات يجب أن تكون متساوية لكل المجموعات حتى لاتكون محركات شاذة وتتداخل المعلومات وتثبت معرفة طريقة التقسيم للمحرك بشكل صحيح

٥ – استخدام الوسائل المساعدة المناسبة

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ٣سرعات دلتا/دبل نجمة/نجمة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : المعرفة التامة بإعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ثلاث سر عات دلتا/دبل نجمة/نجمة

الأهداف : ١ - معرفة طرق تقسيم المحرك ذو الثلاث سرعات

٢ - معرفة طريقة ربط الملفات مع بعضها للحصول على السرعة المطلوبة

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات

الوسائل المساعدة

المقدمة

في الوحدة السابقة تطرقنا إلى المحركات الحثية ذات الثلاثة أوجه والتي بها سرعتين مختلفتين وفي هذه الوحدة هي امتداد للوحدات السابقة لأنها تطرح نفس الموضوع تقريبا ولكن بشكل مختلف ففي هذه الوحدة سوف يتم الحديث عن المحركات الحثيه الثلاثية الأوجه ذات السر عات الثلاثة وهي من المحركات التي يتم استخدامها في الحياة الصناعية بشكل كبير وخصوصا في مصانع الإنتاج ومصانع التغليف والشحن ومصانع الأسمنت وغيرها الكثير وهي امتدادا لما سبق ولكن بشكل أكثر شمولية حيث يتم الحديث عن السر عات للمحرك الحثي بشكل أوسع.

أولا –طرق تقسيم المحرك ثلاث سرعات

في المحركات الحثية الثلاثية الأوجه ذا ت السر عات الثلاثة يتبين لنا أنها محركات مختلفة السرعة بدرجات ثلاث وهذا الاختلاف يعطي طبيعة عمل أكثر في المجال المطلوب لها ولها ثلاث طرق:

الطريقة الأولى

هي أن تكون السر عات المطلوبة غير متضاعفة أي أن تكون السرعة الأولى لقطبين والسرعة الثانية لست أقطاب والثالثة لعشرة أقطاب ففي هذه الحالة تكون السرعة العالية للقطبين ٣٦٠٠ لفة في الدقيقة والسرعة المتوسطة١٢٠٠ لفه في الدقيقة والسرعة البطيئة ٧٢٠ لفه في الدقيقة عند تردد ٦٠ ذبذبة في الثانية .

لهذه الحالة يمكن رسم انفراد اللف على أساس ثلاثة محركات مع بعضها البعض وتوضع ملفات تلك المحركات في وسط مجاري محرك واحد ويقوم بالتوصيل على أساس محركات مستقلة مع وجود مفتاح خارجي خاص يقوم بتوصيل النقاط المطلوبة لكل محرك (لكل سرعة).

ويجب أن تكون مجاري المحرك متهيئة لذلك النوع لأن لها ثلاثة أنواع من الملفات قد تختلف مواصفات الأسلاك من العدد والقطر وخطوة اللف من سرعة إلى أخرى.

الطريقة الثانية

هي أن تكون السر عات الثلاث عبارة عن سرعتين متضاعفتين والسرعة الأخرى غير متضاعفة كمحرك له قطبان وأربعة أقطاب وستة أقطاب هذا في حالة أن السرعة البطيئة ليس لها علاقة بملفات السرعتين الأوليتين فالقطبين لها سرعة ٣٦٠٠ لفة في الدقيقة والأربعة أقطاب لها سرعة١٨٠٠ لفة في الدقيقة والسرعة الثالثة وهي البطيئة لها سرعة ١٢٠٠ لفه في الدقيقة. أو أن تكون السرعة المتوسطة هي التي ليس لها علاقة بملفات السرعتين الباقيتين كمحرك له أربعة أقطاب وستة أقطاب وثمانية أقطاب فالسرعة المتوسطة هي السرعة ذات الستة أقطاب.

أو أن تكون السرعة العالية هي التي ليس لها ارتبا ط بملفات السرعتين الباقيتين كمحرك له أربعة أقطاب وستة أقطاب وأثني عشر قطب فالأربعة أقطاب هي السرعة العالية وليس لها أرتبا ط بالسرعتين الباقيتين. وهذا النوع يجب الالتزام بخطوة اللف للأقطاب ذات السرعة المتضاعفة ويفضل أن تكون السرعة الأخرى بنفس الخطوة ولا يلزم ذلك. وفي جميع الأنواع السابقة من المحركات ذات السر عات الثلاثة يجب أن تحدد الأطراف الخارجة بشكل دقيق سواء ا الأطراف أو نقاط الوسط. كما أن لكل نوع من الأنواع السابقة مفاتيح تحكم خاصة بها يتم التوصيل إلى الأطراف الخارجة من المجموعات ونقاط المنتصف إلى النقاط المحددة لها حتى يتم عمل السر عات بشكل صحيح على حسب المطلوب إذا كان التحويل إلى السرعة متدرج أو غير متدرج .

الطريقة الثالثة

إن تكون السر عات متضاعفة وهي الطريقة الشائعة في توصيل المحركات الثلاثية الأوجه ذو الثلاث سرعات حيث يتم استغلال الملفات الموضوعة في المحرك في جميع السر عات ولكن تلك السرعات يكون التفاوت بينهم كبير قد يكون غير مطلوب في بعض الأحيان.

وتلك المحركات هي التي سوف يكون حديثا عنها كمحرك ثلاث سر عات له من الأقطاب قطبين وأربعة أقطاب وثمانية أقطاب فجميع السر عات السابقة متضاعفة فالقطبين لها٣٦٠٠ لفه في الدقيقة وهي ضعف السرعة الثانية والتي لها أربعة أقطاب والتي سرعتها ١٨٠٠ لفه في الدقيقة وهي أيضا ضعف السرعة الثالثة ذات الثمانية أقطاب والتي تكون ٩٠٠ لفه في الدقيقة.

يتم تقسيم المحرك كتقسيم المحرك ذو السرعتين بالنسبة لعدد مجموعات كل وجه ولعدد ملفات المجموعة الو ا حدة وأيضا لخطوة اللف ، كما تم العمل بذلك في المثال التالي:

محرك حثي ثلاثي الأوجه له ٢٤ مجرى

أقطابه ٢ / ٤ / ٨ أقطاب إذا العمليات الحسابية والتي نستخرج العناصر الباقية لبدء رسم انفراد اللف هي :

عدد مجموعات كل وجه = عدد أقطاب السرعة البطيئة / ٣ = ٨ / ٢ = ٤ مجموعات

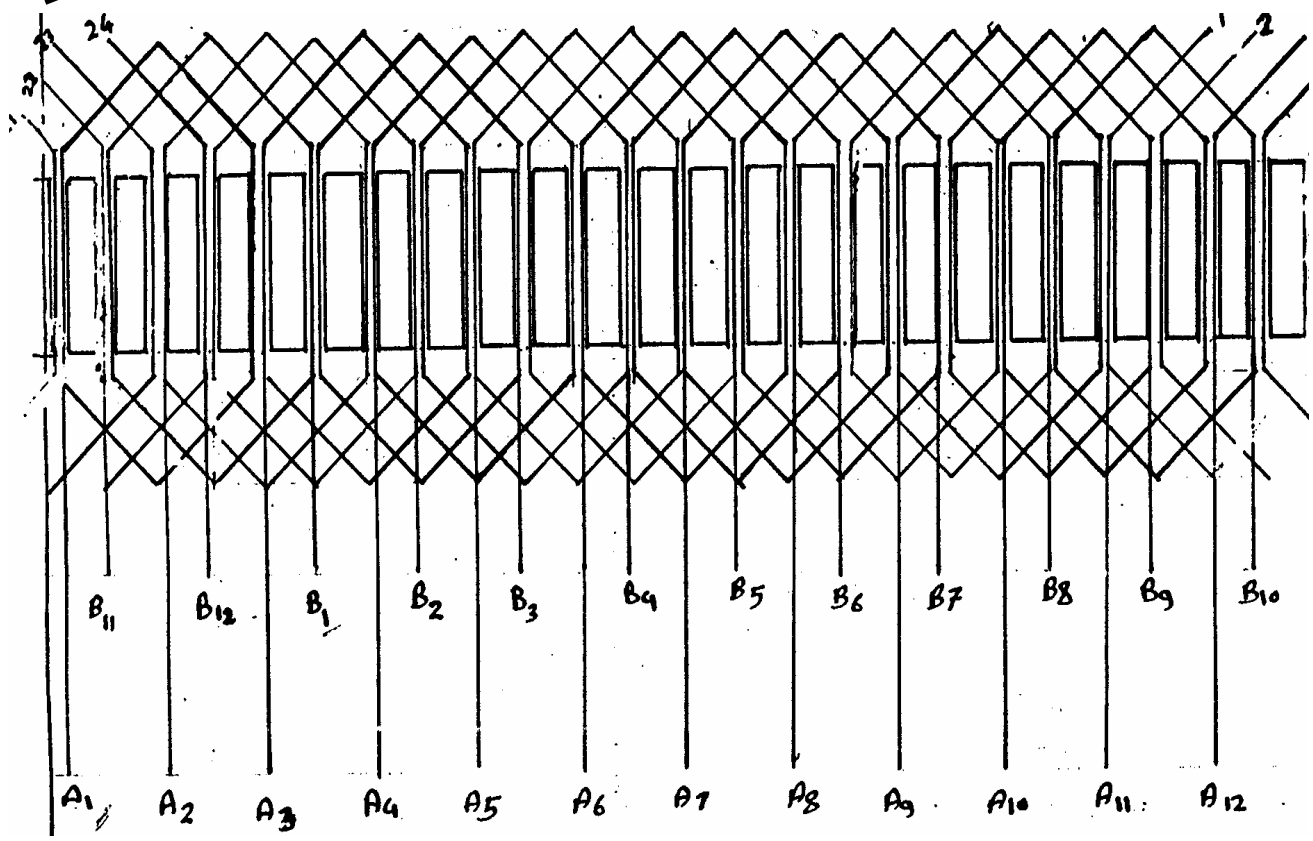
عدد ملفات المجموعة الواحدة للوجه الواحد = عدد المجاري × ٢ / عدد أقطاب البطيئة×٣ = ٢٤ × ٢ / ٨× ٣ = ٤٨ / ٢٤ = ٢ ملف

خطوة اللف = عدد ملفات المجموعة الوا حدة + ٣ = ٢ + ٣ = ٥

إذا خطوة اللف تساوي ١ - ٥

يجب علينا تحديد أطراف كل مجموعه ومعرفتها حتى يتسنى لنا توصيلها بشكل صحيح يتم من خلالها تنفيذ ما هو مطلوب من المحرك وسرعات الثلاث وذلك من خلال التوصيل إلى مفتاح خاص كما سبق ذكره .

والرسم التالي يبين لنا رسم انفراد بشكل كامل



ثانيا - طرق توصيل الملفات للحصول على السرعة المطلوبة :

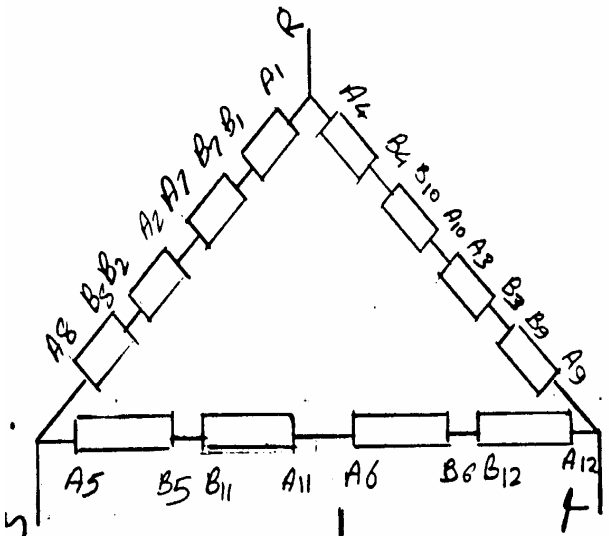
نلاحظ في رسم انفراد اللف للمحرك الحثي ذو السر عات الثلاث أنه تمت تسمية كل بداية مجموعه بالحرف(A) ونهاية المجموعة بالحرف (B) وحيث أنه لدينا ١٢ مجموعه فبالتالي يخرج لنا ٢٤ طرف يتم توصيلهم على النحو التالي

للسرعة العالية (قطبين) توصل النقاط وذلك للوجه الأول (B١,B٧)-(A٧,A٢)-(B٢,B٨)

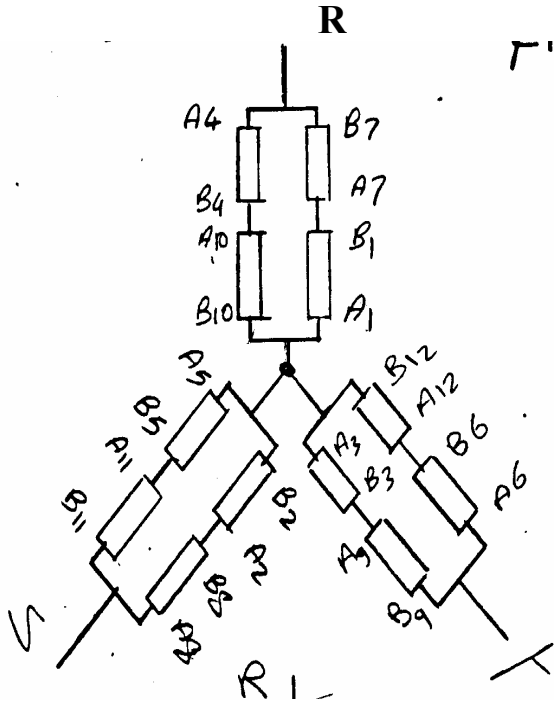
وللوجه الثاني يتم توصيل النقاط (B٥.B١١)-(A٦,A١١)-(B٦,B١٢)

وللوجه الثالث يتم توصيل النقاط (B٤,B١٠)-(A١٠,A٣)-(B٣,B٩)

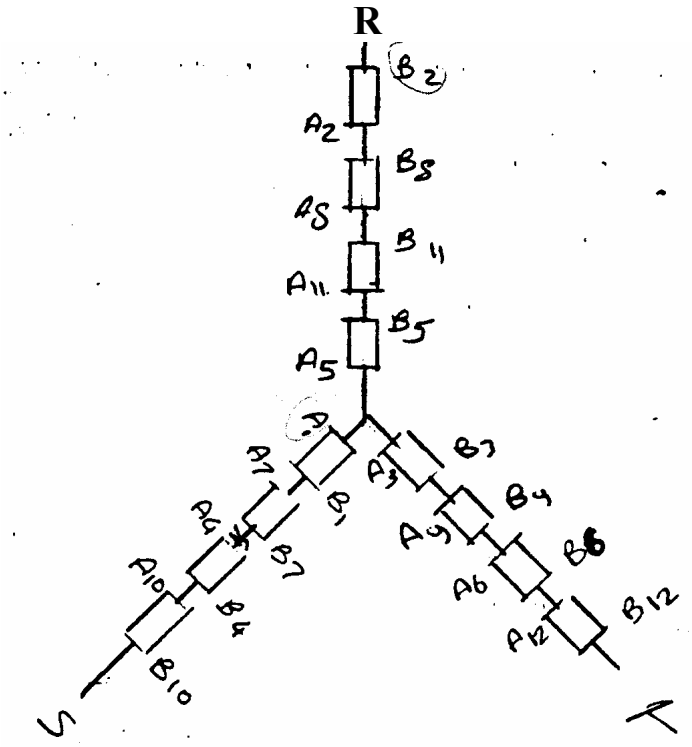
والرسم التوضيحي التالي يبين تلك التوصيلة



أما بالنسبة للسرعة المتوسطة فالرسم التالي يوضح طريقة توصيله



أما بالنسبة للسرعة البطيئة فالرسم التالي يوضحه



وكما نلاحظ في الرسومات التوضيحية السابقة أن الدلتا تمثل السرعة العالية والدبل نجمة تمثل السرعة المتوسطة والنجمة تمثل السرعة البطيئة

ملخص الوحدة

تم دراسة المحرك الحث الثلاثي الوجه ذو السر عات الثلاث بطريقة دلتا /دبل نجمة / نجمة ورسم انفراد اللف الخاص بتلك النوعية من المحركات وطريقة تو صيلة السر عات الثلاث كل على حده وكذلك تم التعرف على الرسوم التوضيحية لكل سرعة ، كما تعرفنا على الأنواع الأخرى من المحركات الحثية الثلاثية الوجه ذات السر عات الثلاث.

تمرينات وتدريبات تطبيقيه

س١ – ضع الكلمة في الفراغ المناسب في الجمل التالية (نجمة - دبل نجمة – دلتا)

أ – في المحرك الذي تم رسم انفراد لفه تكون السرعة البطيئة هي توصيلة ..... والسرعة العالية تمثل توصيلة ..... والسرعة المتوسطة تمثل توصيلة .....

س٢ – اذكر و رتب الطرق الثلاث للف المحركات ذات الثلاث سرعات أبدأ بأقل تكلفه من حيث الملفات

حلول التمرينات والتدريبات التطبيقية

ج١ - أ – في المحرك الذي تم رسم انفراد لفه تكون السرعة البطيئة هي توصيلة ..النجمة. والسرعة العالية تمثل توصيلة ...الدلتا .. والسرعة المتوسطة تمثل توصيلة ....دبل نجمه..

ج٢ – ترتيب الطرق مع ذكرها

الأولى عندما تكون السر عات متضاعفة

الثانية عندما تكون سرعتين متضاعفتين والثالثة غير متضاعفة

الثالثة عندما تكون السر عات غير متضاعفة

إرشادات للمدرب

١ –الاهتمام بوسائل وطرق السلامة في الورشة الكهربائية

٢ – تنويع المسائل بالنسبة لعدد مجاري المحرك وإيجاد المعلومات الأخرى

٣ – التدرج في تسلسل الطرق الثلاث حتى الوصول إلى المحرك المستهدف

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين للحصول على عزم ثابت

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : المعرفة التامة بإعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين للحصول على عزم ثابت

الأهداف :معرفة المتدرب إعادة لف المحرك الحثي وذلك للحصول على عزم ثابت عن طريق توصيل ملفات المحرك

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪

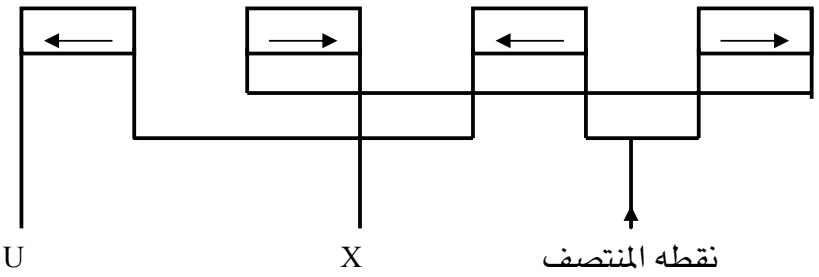
الوقت المتوقع للتدريب : ٦ ساعات

الوسائل المساعدة

المقدمة

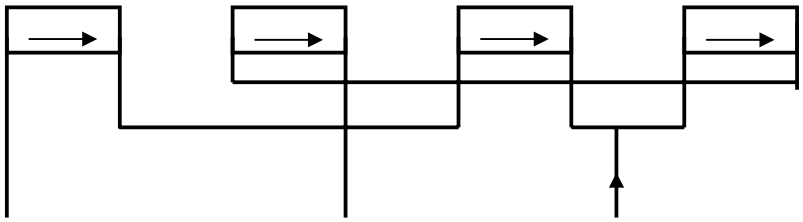
تأتي المحركات ذات السرعتين لتواكب متطلبات العمل في الحياة الصناعية والتي من شأنها تسهيل بعض العمليات الصناعية وقد كانت العمليات الصناعية المتعددة المطالب تزيد من الاحتياجات الخاصة بالمحركات ذات السرعتين والتي تريد أن تكون السرعتين الموجودة بالمحرك لها نفس العزم سواء ا في السرعة العالية أو البطيئة وهذه الوحدة امتدادا للوحدات السابقة وخصوصا المحركات ذات السرعتين دلتا / دبل نجمة (دالندر) التي تستخدم نفس الملفات لكلا السرعتين ، وسوف ندرس طريقة الحصول على عزم ثابت للسرعتين من خلال توصيلة المجموعات.

إن إعادة لف محرك ذو سرعتين للحصول على عزم ثابت يشبه إلى حد كبير إعادة لف محرك باستخدام نفس الملفات للسرعتين (دالندر) وحيث يمكن الحصول على عزم ثابت في السرعتين نحتاج إلى مرور تيار مناسب في الملفات ومتقارب في السرعتين حتى يمكنا الحصول على عزم ثابت ويمكن توصيل المجموعات بهذا الشكل بطريقه تسمى إهمال جزئي للمجوعة ويتم في ذلك إهمال جزء من المجموعات في التوصيل المباشر دون المساس باتجاه التيار في المجموعات في كلا السرعتين كما يبينه الرسم التالي لمجموعات وجه واحد

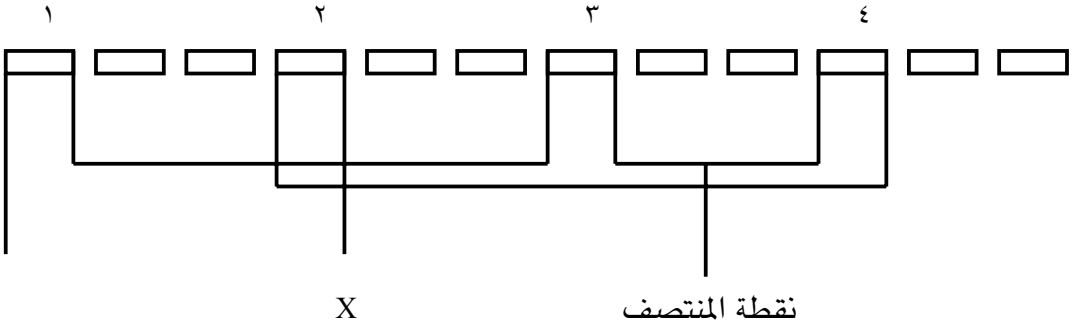


نلاحظ في الرسم السابق أنه عندما نريد السرعة ذات الأقطاب القليلة (السرعة العالية) نقوم بإيصال التيار من نقطة المنتصف وبالتالي يكون إ تجاه التيار في المجموعات كل مجموعه بعكس التي بجانبها وبهذه الطريقة تكون أعداد الأقطاب مساوية لعدد المجموعات كما تبينه الأسهم.

أما إذا كان المطلوب هي السرعة البطيئة فيمكن إيصال التيار عن طريق نقطه البداية وهي u وبهذه الطريقة يكون إ تجاه التيار في المجموعات جميعها في إ تجاه واحد وبالتالي فإن عدد الأقطاب تكون ضعف عدد المجموعات وهي (السرعة البطيئة) كما يبينه الرسم التالي



نجد في الرسمين السابقين أننا قمنا بتوصيل المجموعات بطريقه إهمال جزئي للمجموعات دون تغيير في اتجاه التيارات التي تؤثر في قطبية المحرك وذلك للحصول على عزم ثابت وفي الرسم التالي نشاهد طريقة توصيلة المجموعات بطريقة الإهمال الجزئي وهي ضمن الأوجه الثلاثة



تقسيم المحرك

يتم تقسيم المحرك بناءا على المعلومات الأساسية له وهي عدد المجاري وعدد الأقطاب للسرعتين ومن خلال هاتين المعلومتين يمكن تقسيم المحرك بشكل صحيح وبالتالي رسم انفراد اللف ليتم إعادة لفه مره أخرى وعلى هذا فيمكن وضع اختيار لمحرك ما حتى يتم تقسيمه وسيتم اختيار محرك له:

عدد المجاري = ٢٤ مجرى

عدد أقطاب السرعة العالية = ٤ أقطاب

إذا عدد أقطاب السرعة البطيئة = ٨ أقطاب

ولمعرفتنا أن محركات السرعتين دائما تكون نوعيه لفه (جنبين في مجرى)

إذا عدد الملفات الكلية = عدد المجاري = ٣٦ ملف

عدد ملفات الوجه الواحد = عدد الملفات الكلية / عدد الأوجه = ٣٦ / ٣ = ١٢ ملف

عدد ملفات القطب للوجه الواحد = ملفات الوجه الواحد / عدد أقطاب السرعة العالية = ١٢ / ٤ = ٣ ملفات

وعندما حددنا عدد المجموعات والتي هي على عدد الأقطاب
كما حددنا عدد الملفات للمجموعة الواحد والتي هي ثلاثة ملفات لكل مجموعه

يمكننا الآن تحديد بداية المجموعات والأوجه بالطريقة التالي

زاوية المجرى بالنسبة للمجموعات = ٣٦٠ / عدد المجاري = ٣٦٠ / ٣٦ = ١٠ درجات

الفرق بين المجموعات = ٣٦٠ / عدد المجموعات = ٣٦٠ / ٤ = ٩٠ درجه

عدد مجاري المحرك ٣٦

عدد المجاري تحت كل قطب = _____ = _____ = ٩ مجاري

عدد الأقطاب ٤

الزاوية القطبية ١٨٠

زاوية المجرى بالنسبة للأوجه = _____ = _____ = ٢٠ درجه

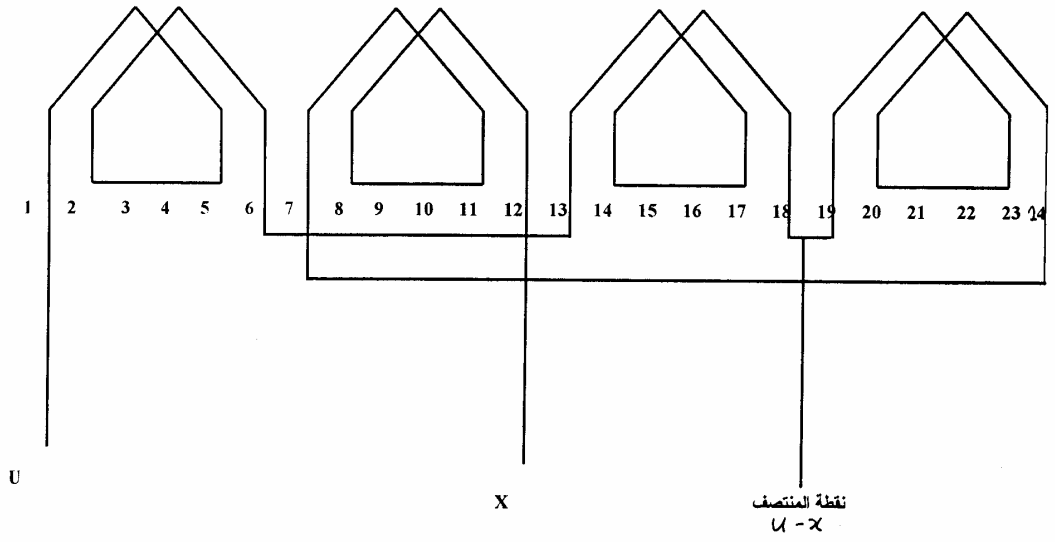
عدد مجاري كل قطب ٩٠

الزاوية بين الأوجه ١٢٠

البعد بين الأوجه بالمجاري = _____ = _____ = ٦ مجاري

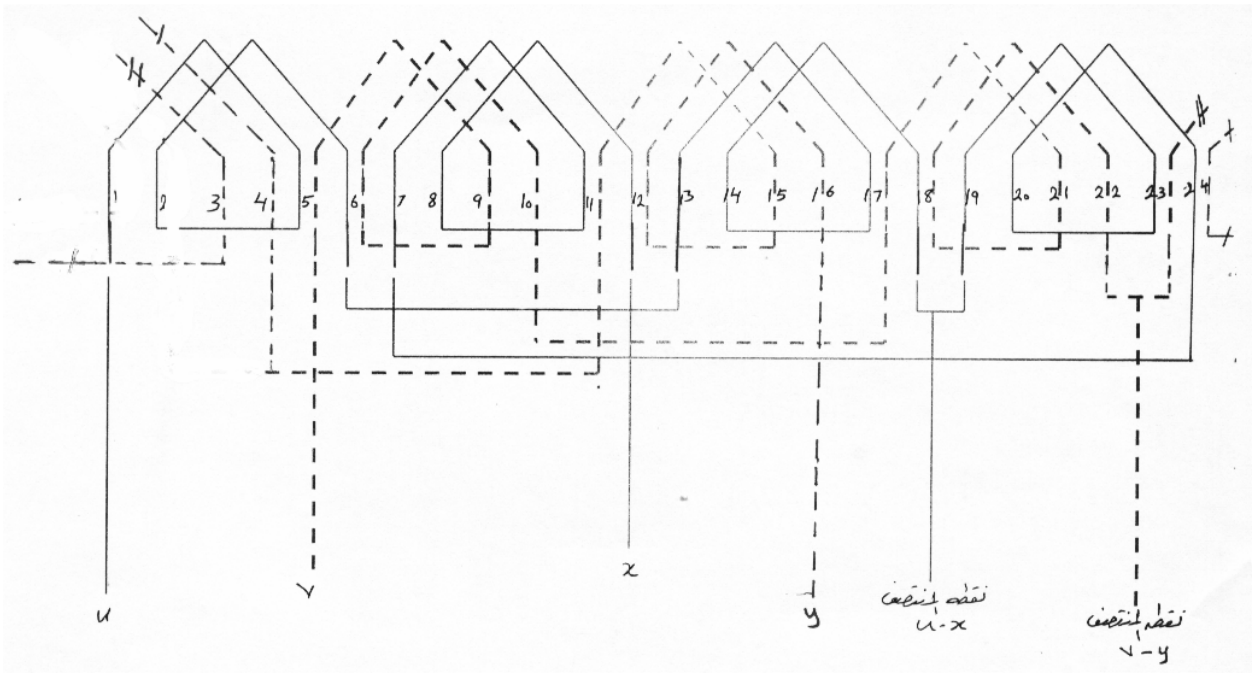
زاوية المجرى ٢٠

نستطيع بعد المعلومات السابقة رسم انفراد اللف كما يبينه الرسم التالي للوجه الأول

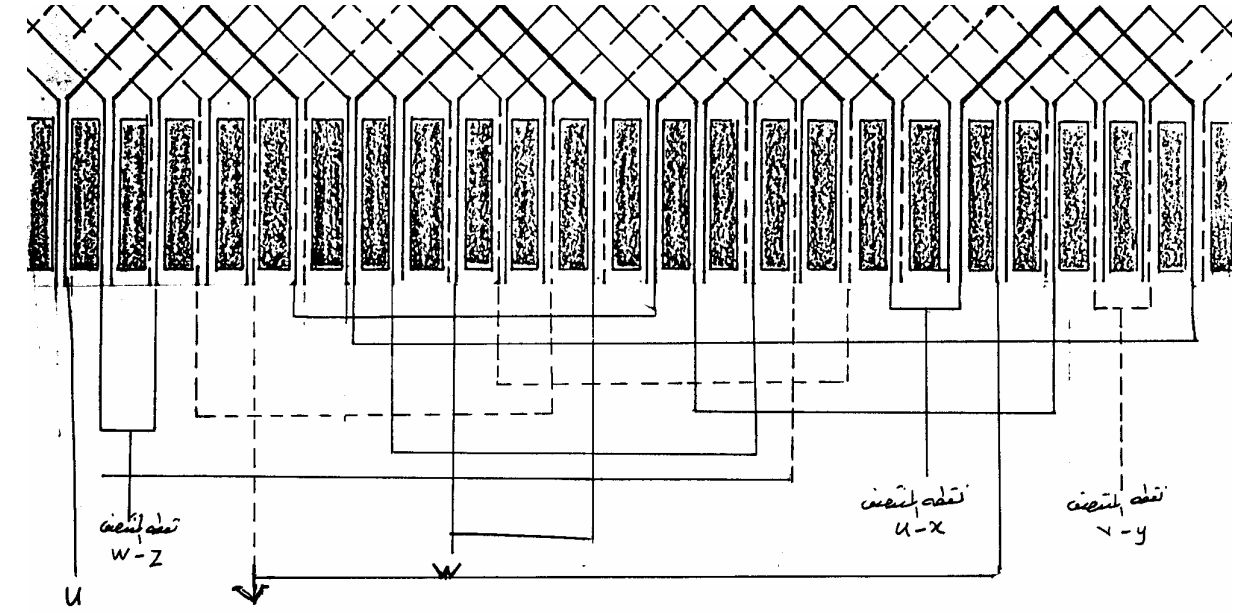


وكما بينته العمليات الحسابية السابقة في عدد الملفات يمكن تطبيقها على أكثر من نوع في المحركات كما يلاحظ الإهمال الجزئي في توصيل المجموعات حتى يعطينا قطبيه مناسبة لكل سرعة

ونرى في الرسم التالي نفس المجموعات للوجه الأول مضافا إليه مجموعات الوجه الثاني



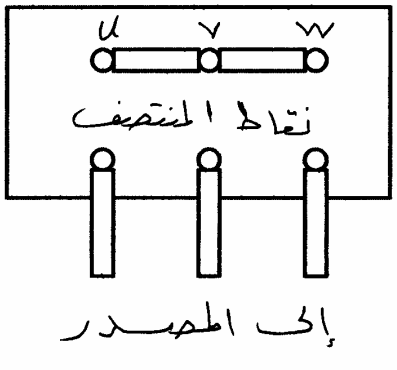
وقد كان توزيع الملفات متساويا مع كل وجه إضافة إلى أن بداية الأوجه تم حسابها على أنه محرك له أربعة أقطاب وهذا هو ما يعمل في توصيل محرك دالندر ذو السرعتين للحصول على عزم ثابت وفي الرسم التالي الأوجه الثلاثة مجتمعة مكونة محرك كامل الملفات نلاحظ في الرسم النهائي أنه تم توصيل نهاية الوجه الأول ببداية الوجه الثاني ونهاية الوجه الثاني ببداية الوجه الثالث ونهاية الوجه الثالث ببداية الوجه الأول حتى يخرج في نهاية الأمر ستة أطراف فقط



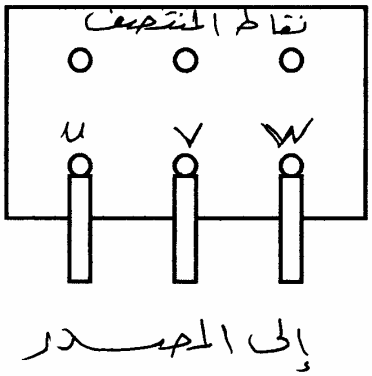
لتوصيل السرعة العالية: يتم قصر البدايات وتغذية المحرك من نقاط المنتصف.

لتوصيل السرعة البطيئة : يتم إيصال المحرك عن طريق البدايات وترك نقاط المنتصف حره بدون توصيل

كما يبينه الشكلان التاليان



(السرعة العالية)



(السرعة البطيئة)

وهناك ملاحظة يجب أخذها في الاعتبار وهي أن مسميات الأطراف يمكن تغيرها حسب المفهوم منها فقد تختلف المسميات بأشكال متعددة فعلى سبيل المثال يمكن إطلاق اسم النهايات على نقاط المنتصف

وتظل البدايات محتفظة باسمها وهناك من يعكس المفهوم فيجعل من نقاط المنتصف هي البدايات ويتضح من خلال ذلك أن تسمية الأطراف ليست مهمة وإنما فكرة التوصيل وفهمها هو المهم .

ملخص الوحدة

تمت دراسة إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين للحصول على عزم ثابت وكيف أن الحصول على ذلك العزم الثابت في السرعتين يمكن بطريقة امرار التيار في كلا السرعتين بشكل مناسب حتى يعطي عزماً مناسباً.

كما تم دراسة تقسيم المحرك وتوزيع الملفات على جوانب المحرك والقيام بتوصيلها بطريقة إهمال المجموعة الجزئي حيث تم إهمال المجموعة الثانية وإيصالها إلى الثالثة ومن ثم الإكمال إلى الرابعة والثانية وذلك للحصول على عزم ثابت.

تمرينات وتدريبات تطبيقية

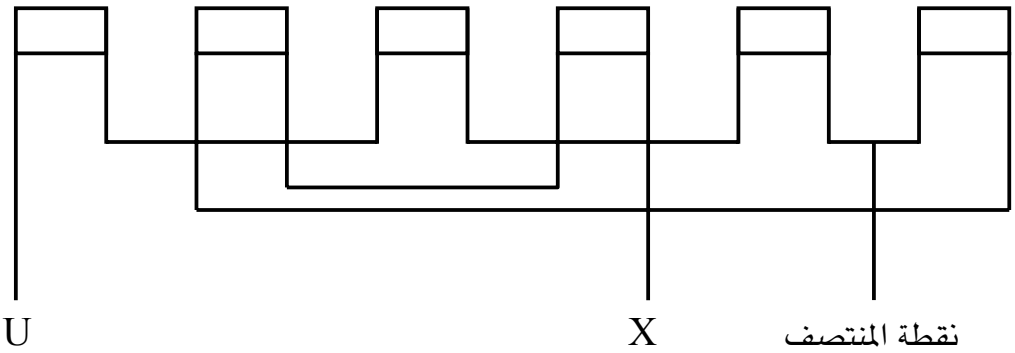
س١ – كيف يمكن إعادة لف محرك للحصول على عزم ثابت ؟

س٢ – ارسم مجموعات محرك مكون من ست مجموعات وقم بتوصيلهم للحصول على عزم ثابت ؟

حلول التدريبات والتمرينات التطبيقية

ج١ يمكن الحصول على عزم ثابت عند إعادة لف محرك حثي بتوصيل المجموعات بشكل يكون تيار مناسبا في السرعتين وذلك عن طريق توصيلة الإهمال الجزئي للمجموعات

ج٢ -



إرشادات للمدرب

١ – الحرص على إتباع طرق السلامة في الورشة أثناء اللف وتشغيل المعدات وتجربة المحرك

٢ – توضيح فكرة الإهمال الجزئي من حيث أنه يتم الإهمال لنصف المجموعات فقط

٣ – مراعاة الفروق الفردية بين الطلاب

٤ –تنويع أنواع المحركات المختلفة ذات ٣٦ مجرى و٤٨ مجرى وغيرهم وأخذ الحسابات على تلك المحركات

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين للحصول على قدرة ثابتة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : المعرفة التامة بإعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين للحصول على قدرة ثابتة

الأهداف : معرفة المتدرب إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه للحصول على قدرة ثابتة عن طريق توصيل الملفات

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **١٠٠٪**

الوقت المتوقع للتدريب : ٦ ساعات

الوسائل المساعدة

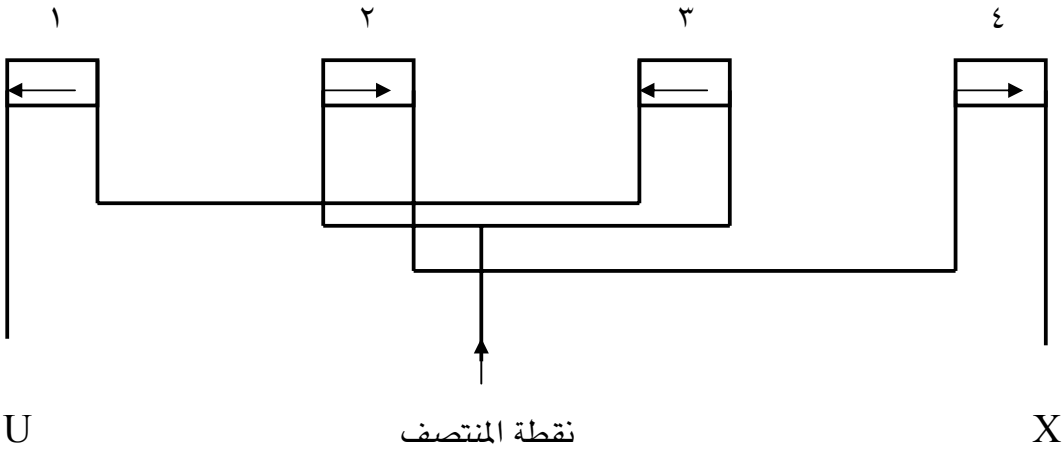
المقدمة

كما تم الحديث في الوحدة السابقة لإعادة محرك حثي للحصول على عزم ثابت يأتي الحديث في هذه الوحدة عن إعادة لف محرك حثي سرعتين للحصول على قدرة ثابتة وحيث أن المتطلبات الصناعية تختلف باختلاف معطياتها فإنه في هذه الوحدة سوف نتطرق إلى حاجة من حاجات العمليات الصناعية والتي تتطلب الحصول على محرك ذي سرعتين ولكن في كلا السرعتين قدرة ثابتة وسوف يتم الحديث عن تلك المحركات وتقسيمها وطريقة توصيل المجموعات لديها للحصول على المطلوب

وتأتي احتياجات القدرة الثابتة في السرعتين عندما يتطلب تغيير في التيار عند السرعتين وتغير في الجهد حسب ذلك التغير في التيار بحيث أنه في مجملها لا يتم تغيير أي قيمة في القدرة ويتم ذلك عن طريق توصيل مجموعات المحرك بطريقة تسمى الإهمال الكلي وذلك عندما يتم إهمال المجموعة المجاورة وتوصيل المجموعة التي بعدها بهذه الطريقة حتى يتم توصيل جميع المجموعات للوجه الواحد.

وهي تشبه إلى حد كبير توصيلة دالندر للسرعتين حيث استخدام نفس الملفات للسرعتين وذلك للاستفادة من الملفات بشكل كبير.

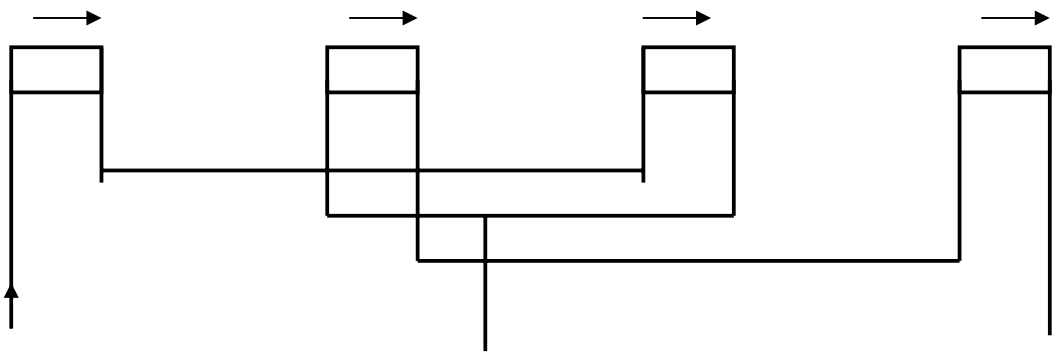
ويكون الإهمال الكلي والذي تم ذكره بالشكل التالي



حيث تم إهمال المجموعات بشكل متسلسل حتى تم توصيل جميع المجموعات فنهاية المجموعة الأولى تم توصيلها ببداية المجموعة الثالثة وفي ذلك إهمال للمجموعة الثانية وتم توصيل نهاية المجموعة الثالثة ببداية المجموعة الثانية وفي ذلك إهمال للمجموعة الرابعة والتي تلي المجموعة الثالثة وبعد توصيل

بداية المجموعة الثانية يتم إهمال المجموعة الثالثة والتي تم توصيلها سابقا وتوصيل نهاية المجموعة الثانية ببداية المجموعة الرابعة ويخرج من نهاية المجموعة الرابعة والنهائية نهاية الوجه.

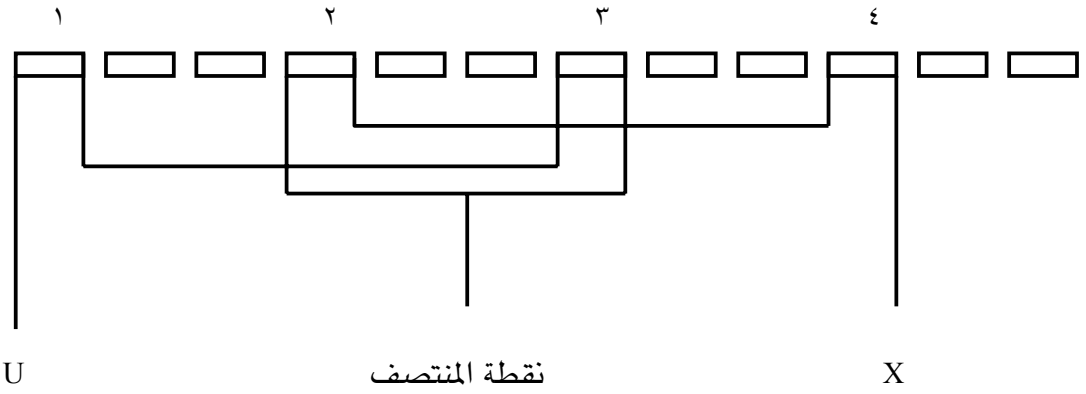
وعندما يراد توصيل السرعة العالية يكون التوصيل كما حدث في الوحدة السابقة حيث يتم إيصال المصدر عن طريق نقطة المنتصف ونلاحظ في ا تجاة الأسهم أن قطبية السرعة لم تتغير فنجد أن إتجاة التيار مختلف كل مجموعة عن التي بجانبها مما كونت عددا من الأقطاب مساويا لعدد المجموعات وهي أربعة أقطاب (أقطاب السرعة العالية)



U نقطة المنتصف X

وعندما نريد إيصال السرعة البطيئة يتم دخول المصدر من نقطة البداية (U) ونلاحظ اتجاه التيارات في المجموعات في اتجاه واحد مما يكون عددا من الأقطاب يساوي ضعف عدد المجموعات (أي ثمانية أقطاب وهي أقطاب السرعة البطيئة).

وفي الرسم التالي نجد مجموعة الوجه الواحد موصلة ضمن الأوجه الثلاثة



U نقطة المنتصف X

تقسيم المحرك

وكما تم في الوحدة السابقة لابد من تحديد مواصفات المحرك التي يجب إعادة لفة مرة أخرى حتى يتسنى لنا أخذ الحسابات بالشكل الصحيح ومن ثم رسم انفراد اللف.

عدد المجاري = ٢٤ مجرى

عدد أقطاب السرعة العالية = ٤ أقطاب

إذا عدد أقطاب السرعة البطيئة = ٨ أقطاب

ولمعرفتنا أن محركات السرعتين دائما تكون نوعيه لفة (جنبين في مجرى)

إذا عدد الملفات الكلية = عدد المجاري = ٢٤ ملف

$$\text{عدد ملفات الوجه الواحد} = \frac{\text{عدد الملفات الكلية}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{٢٤}{٣} = ٨ \text{ ملفات}$$

$$\text{عدد ملفات القطب للوجه الواحد} = \frac{\text{ملفات الوجه الواحد}}{\text{عدد أقطاب السرعة العالية}} = \frac{٨}{٤} = ٢ \text{ ملف}$$

وعندما حددنا عدد المجموعات والتي هي على عدد الأقطاب
كما حددنا عدد الملفات للمجموعة الواحد والتي هي ثلاثة ملفات لكل مجموعه

يمكننا الآن تحديد بداية المجموعات والأوجه بالطريقة التالي

$$\text{زاوية المجرى بالنسبة للمجموعات} = \frac{٣٦٠}{\text{عدد المجاري}} = \frac{٣٦٠}{٢٤} = ١٥ \text{ درجة}$$

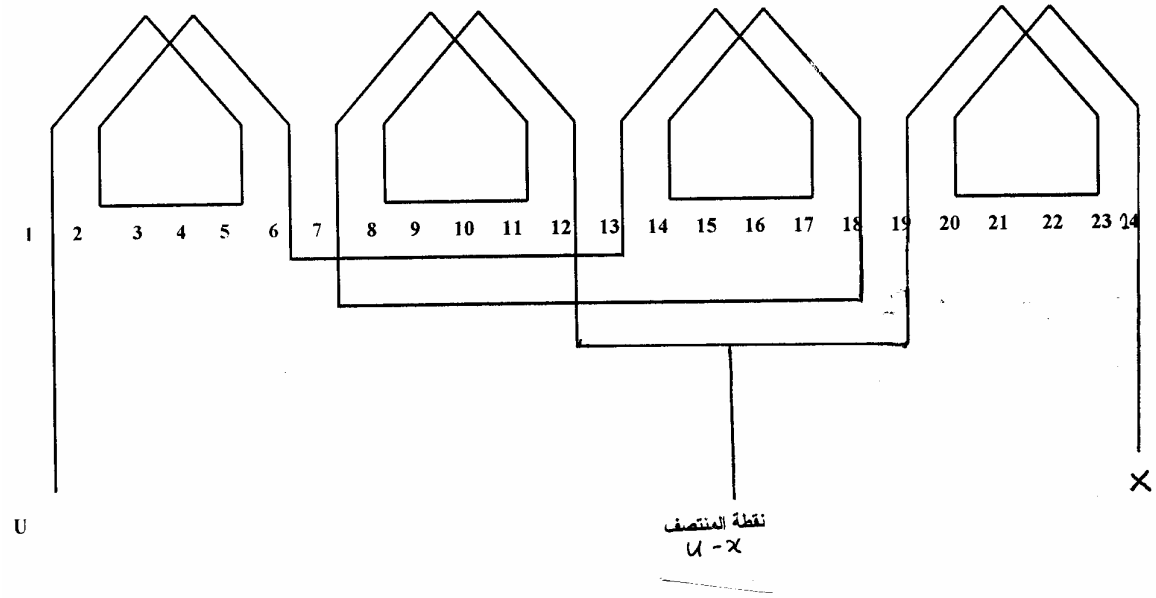
الفرق بين المجموعات = ٣٦٠ / عدد المجموعات = ٣٦٠ / ٤ = ٩٠ درجه

عدد المجاري تحت كل قطب = عدد مجاري المحرك / عدد الأقطاب = ٢٤ / ٤ = ٦ مجاري

زاوية المجرى بالنسبة للأوجه = الزاوية القطبية / عدد مجاري كل قطب = ١٨٠ / ٦ = ٣٠ درجه

البعد بين الأوجه بالمجاري = الزاوية بين الأوجه / زاوية المجرى = ١٢٠ / ٣٠ = ٤ مجاري

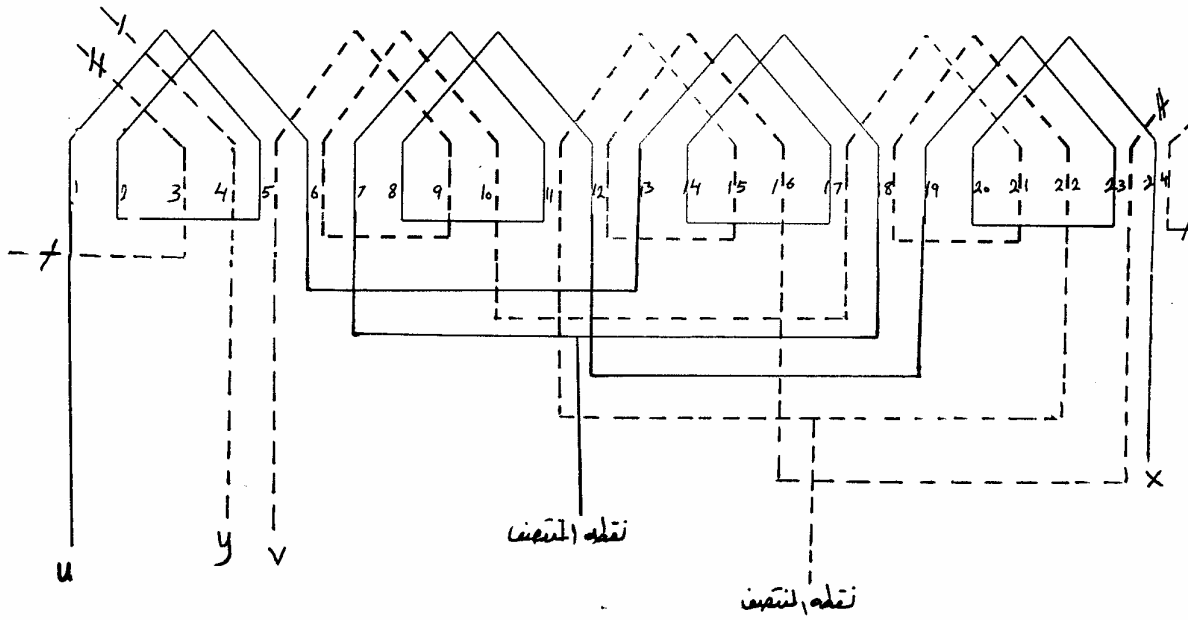
نستطيع بعد المعلومات السابقة رسم انفراد اللف كما يبينه الرسم التالي للوجه الأول



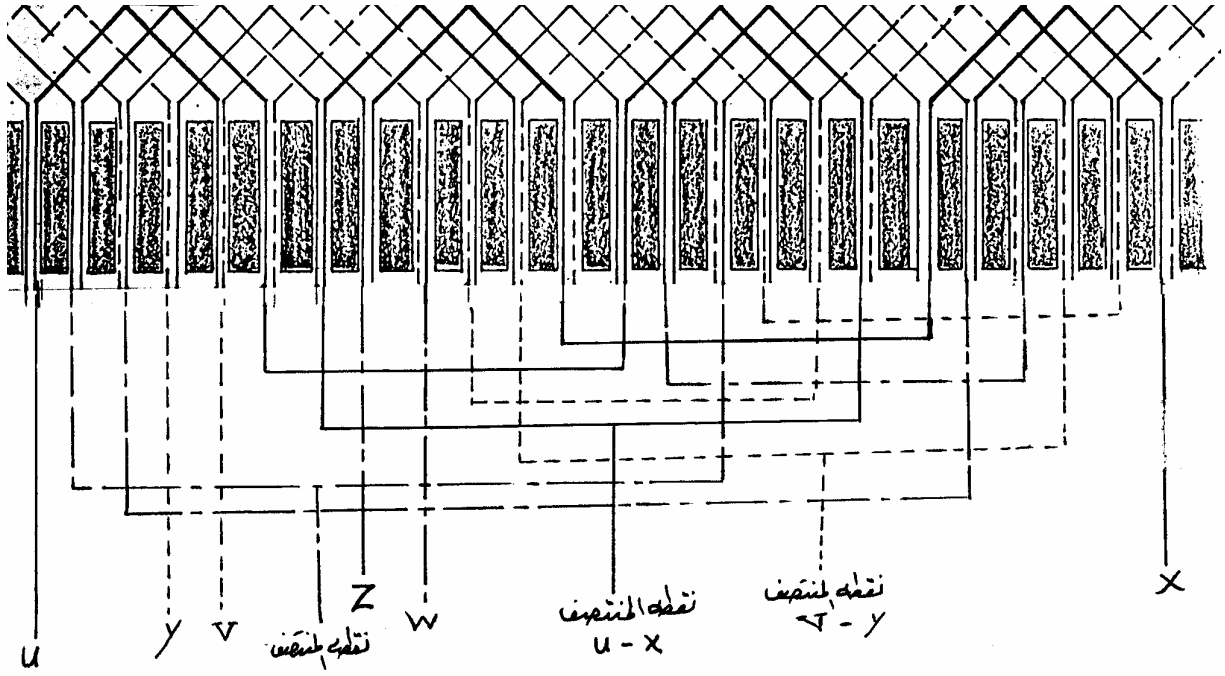
وكما بينته العمليات الحسابية واتضح لنا من خلالها أن الإهمال الكلي بدأ بإهمال المجموعة التي تلي الأولى واستمر في هذا الإهمال حتى نقوم بتوصيل المجموعات جميعها ، كما يلاحظ أن نقطة المنتصف في حالة الحصول على عزم ثابت كما في الوحدة السابقة أو الحصول على قدرة ثابتة كما في هذه الوحدة كانت في منتصف المجموعات أيا كانت فهي تقسم المجموعات إلى قسمين متساويين من حيث

المجموعات أو عدد الملفات الكلى

ونجد في الرسم التالي الوجه الأول والثاني

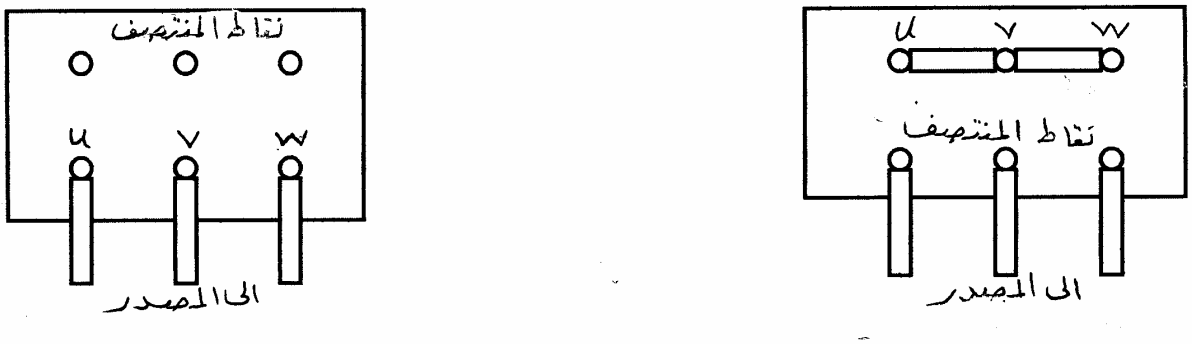


وقد تم توزيع الملفات بشكل متساوي مع المجاري لكل وجه وهذا ما يحدث في المحرك الحثي ذو الثلاثة فاز للحصول على قدرة ثابتة كما أن بداية الأوجه تم حسابها على أنه محرك له أربعة أقطاب وفي الشكل التالي يمكن رؤية الأوجه الثلاثة مجتمعة



وكما كان توصيل المحرك السابق للحصول على عزم ثابت يكون توصيل هذا المحرك للحصول على قدرة ثابتة بنفس الطريقة.

فعند الرغبة في توصيل السرعة العالية يتم تغذية الملفات من نقاط المنتصف وتقصر البدايات (U,V,W) أما عند الرغبة في توصيل السرعة البطيئة فيتم تغذية الملفات من البدايات وترك نقاط المنتصف حرة بدون توصيل كما يبينه الشكل التالي



وكما كانت الملاحظة في الوحدة السابقة لإعادة لف محرك حثي ثلاثي الوجه للحصول على عزم ثابت تكون نفس الملاحظة في هذه الوحدة بخصوص مسميات أطراف البدايات والنهايات فقد تختلف من شكل أو أخر ولكن المهم هو فهم طريقة التوصيل بغض النظر عن المسميات والتي قد تكون نقاط المنتصف كمسمى بدايات أو نهايات.

ملخص الوحدة

تم دراسة إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه للحصول على قدرة ثابتة في هذه الوحدة وتبين لنا أنه يمكن الحصول على القدرة الثابتة من خلال توصيل المجموعات بطريقة الإهمال الكلي للمجموعات أي بتوصيل المجموعة الأولى وإهمال الثانية وإيصالها بالثالثة وإهمال الرابعة وتوصيلها بالثانية وإهمال الثالثة والتي تم توصيلها وتوصيل الرابعة، كما تعرفنا إلى طريقة توصيل السرعتين المختلفتين عن طريق لوحة المحرك الخارجية.

تمرينات وتدريبات تطبيقية

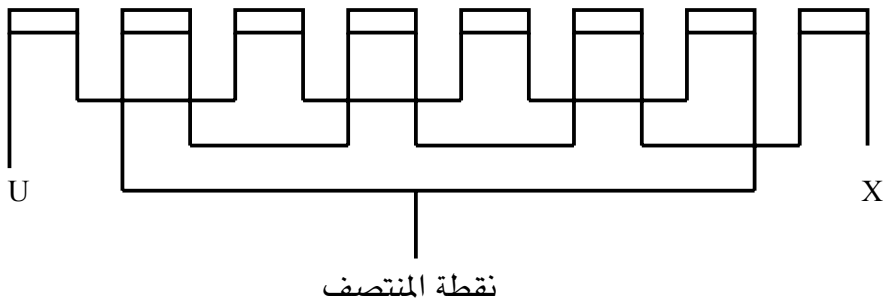
س١ – كيف يمكن إعادة لف محرك حثي للحصول على قدرة ثابتة ؟

س٢ – ارسم محرك حثي يراد إعادة لفه للحصول على قدرة ثابتة مكون هذا المحرك من ثماني مجموعات للوجه الواحد ؟

حلول تمرينات وتدريبات تطبيقية

ج١ – يمكن إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه للحصول على قدرة ثابتة عن طريق إهمال المجموعات الكلي

ج٢ -



إرشادات للمدرب

١ – العناية بطرق السلامة في الورشة أثناء اللف والتجربة

٢ – توضيح فكرة الإهمال الكلي من حيث أنه يتم الإهمال لكامل المجموعات

٣ – مراعاة الفروق الفردية بين الطلاب

٤ –تنويع أنواع المحركات المختلفة ذات ٣٦ مجرى و٤٨ مجرى وغيرهم وأخذ الحسابات على تلك المحركات

ورشة لف وصيانة المحركات الحثية ثلاثية الأوجه

إعادة لف محرك حث ثلاثي الأوجه سرعة واحدة ذو خطوة قطبية كسرية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : المعرفة التامة بإعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعة واحدة ذو خطوة قطبية كسريه

الأهداف : معرفة المتدرب للمحرك الشاذ وطريقة إعادة لفة وتقسيمه

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ١٠٠٪

الوقت المتوقع للتدريب : ٦ ساعات

الوسائل المساعدة :نموذج محرك ثلاثي الوجه ١٧ مجرى

المقدمة

في بعض المحركات الحثية ثلاثية الأوجه وعندما نعيد تقسيم المحرك وتوزيع المجموعات والملفات نجد أن هناك كسورا أو أرقام غير صحيحة في النتائج ففي هذه الوحدة سوف نتطرق إلى المشاكل التي تواجه تقسيم المحركات الحثية ثلاثية الوجه وطريقه التغلب على تلك المشاكل بطريقه لا تؤثر في عمل المحرك وسوف نأخذ مثال ما على ذلك لنرسم انفراد لفه.

المحركات ذات الخطوة القطبية الكسرية

يجب توضيح خطوه قطبيه والتي تمثل عدد المجارى تحت القطب الواحد أما الكسرية فهي العدد الذي يوجد به عدد صحيح وكسر كثلاثة ونصف فنصف مجرى لايمكن إيضاحه في المحرك ، وعندما نريد إيجاد عدد المجاري تحت كل قطب تحت كل وجه نجد أنه كسر أيضا (عدد غير صحيح) وتسمى تلك المحركات (بالشاذة) لأن بها شذوذ عن المحركات العادية.

والإطلاع على بعض المحركات ذات الخطوة القطبية الكسريه نأخذ عدة أمثلة

- محرك ٣٦ مجرى له ٨ أقطاب لأن عدد المجاري تحت كل قطب ٤,٥ وعدد المجاري تحت كل قطب تحت كل وجه ١,٥ ، وعندما يكون له ١٠ أقطاب تكون الأعداد الكسرية هي الناتج .

ويمكن إطلاق الشذوذ على المحركات التالية لأن لها نفس المشكلة

- محرك ٢٤ مجرى له ١٠ أقطاب
- محرك ١٨ مجرى له ٤ أقطاب أو ٨ أقطاب أو ١٠ قطب
- محرك ١٢ مجرى له ٨ أقطاب

ويمكن القياس على ذلك للمحركات المختلفة سواءا المجارى الكثيرة ذات ٧٢ مجرى و٤٨ مجرى وغيرهم أو للمحركات الأقل مجاري ذات ١٥ مجرى وغيرها.

(جميع المحركات والتي عدد مجاريها عدد فرديا فهي محركات شاذة)

وهناك بعض المحركات التي تكون عدد المجاري تحت كل قطب عدداً صحيحاً ولكن عدد المجاري تحت كل قطب تحت كل وجه عددا كسريا كمحرك ٢٤ مجرى له ٦ أقطاب فالمجاري تحت كل قطب عددا صحيحا وهو ٤ أما عدد المجاري تحت كل قطب وتحت كل وجه فعددا كسريا وهو ١,٥ مجرى.

وعموما فالمحركات الحثية ثلاثية الوجه والتي لها عدد مجاري فردي تكون محركات شاذة.

فالعدد الكسري الناتج من عدد المجاري تحت كل قطب تحت كل وجه يمثل عدد الملفات وبالتالي يمكن التغلب على ذلك العدد غير الصحيح بطريق توزيع تلك الملفات على المجموعات.
وفي هذه الوحدة سوف ندرس محرك ٢٧ مجرى له من الأقطاب ستة أقطاب وعندما نريد تقسيم المحرك

نجد أن ان هناك أعدادا كسريه وسوف نتطرق لكيفية التعامل بها

$$\text{عدد المجاري تحت كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري للمحرك}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{٢٧}{٦} = ٤,٥ \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد المجاري تحت كل قطب تحت كل فاز} = \frac{\text{عدد المجاري تحت كل قطب}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{٤,٥}{٣} = ١,٥$$

في القانونين السابقين نجد عدد المجاري تحت كل قطب تحت كل فاز يساوي ١,٥ مجرى وهذه بطبيعة الحال تمثل عدد الملفات في المجموعة الواحدة ، وكما تطرقنا سابقا أنه يمكن التغلب على تلك المشكلة بتوزيع الملفات بشكل منظم على المجموعات بحيث يكون المجموع النهائي هو عدد الملفات الكلي للمحرك.
فا لعدد ١,٥مجرى تحت كل قطب تحت كل وجه نحدد عدد الملفات بطرح الكسر من العدد ويكون ملف واحد هذا مجموعه وبإضافة الكسر على ما يليه من عدد فيكون اثنان (ملفان) في كل مجموعه إذا في نهاية الأمر سيكون لدينا ست مجموعات للوجه الواحد في كل مجموعه ملف أو ملفان بشكل مرتب ومنظم.ونكمل تقسيم المحرك لهذا النوع من المحركات

$$\text{زاوية المجرى بالنسبة للأوجه} = \frac{\text{الزاوية القطبية}}{\text{عدد مجاري كل قطب}} = \frac{١٨٠}{٤,٥} = ٤٠ \text{ درجه}$$

البعد بين الأوجه بالمجاري = زاوية الوجه / زاوية المجرى بالنسبة للأوجه = ١٢٠ / ٤٠ = ٣ مجاري

أما بالنسبة للمجموعات فيكون التقسيم على الشكل التالي

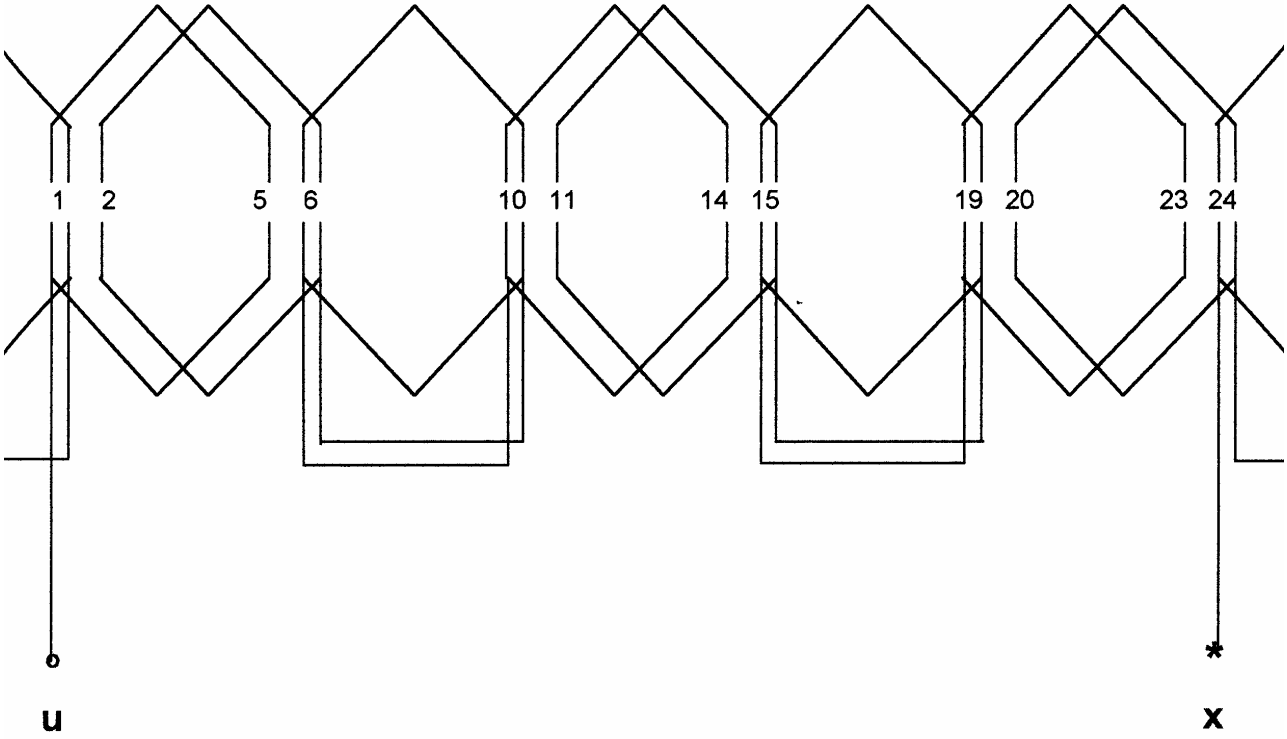
الزاوية بين المجموعات = الزاوية الدائرية / عدد المجموعات = ٣٦٠ / ٦ = ٦٠ درجه

زاوية المجرى بالنسبة للمجموعات = الزاوية الدائرية / عدد المجاري = ٣٦٠ / ٢٧ = ١٣,٣٣ درجه

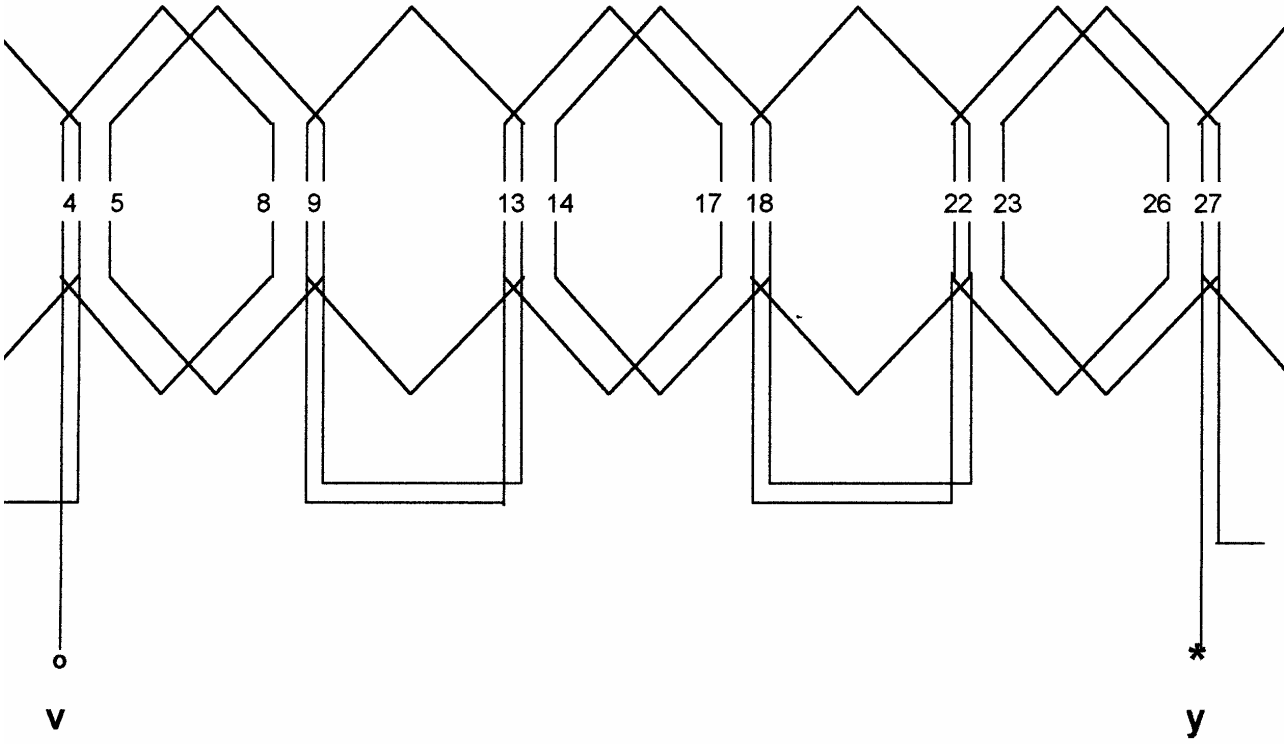
البعد بين المجموعات بالمجاري = زاوية المجموعات / زاوية المجرى بالنسبة للمجموعات = ٦٠ / ١٣,٣٣ = ٤,٥ مجرى

نجد أن العدد الكسري في البعد بين المجاري هو ٤,٥ مجرى ويمكن التغلب على تلك الحالة بزيادة الكسر إلى العدد الصحيح ويكون ٥ وبالتالي يكون هناك مجرى واحد مشترك بين كل مجموعه ورسم انفراد اللف لذلك المحرك يبين طريقه الحل عمليا

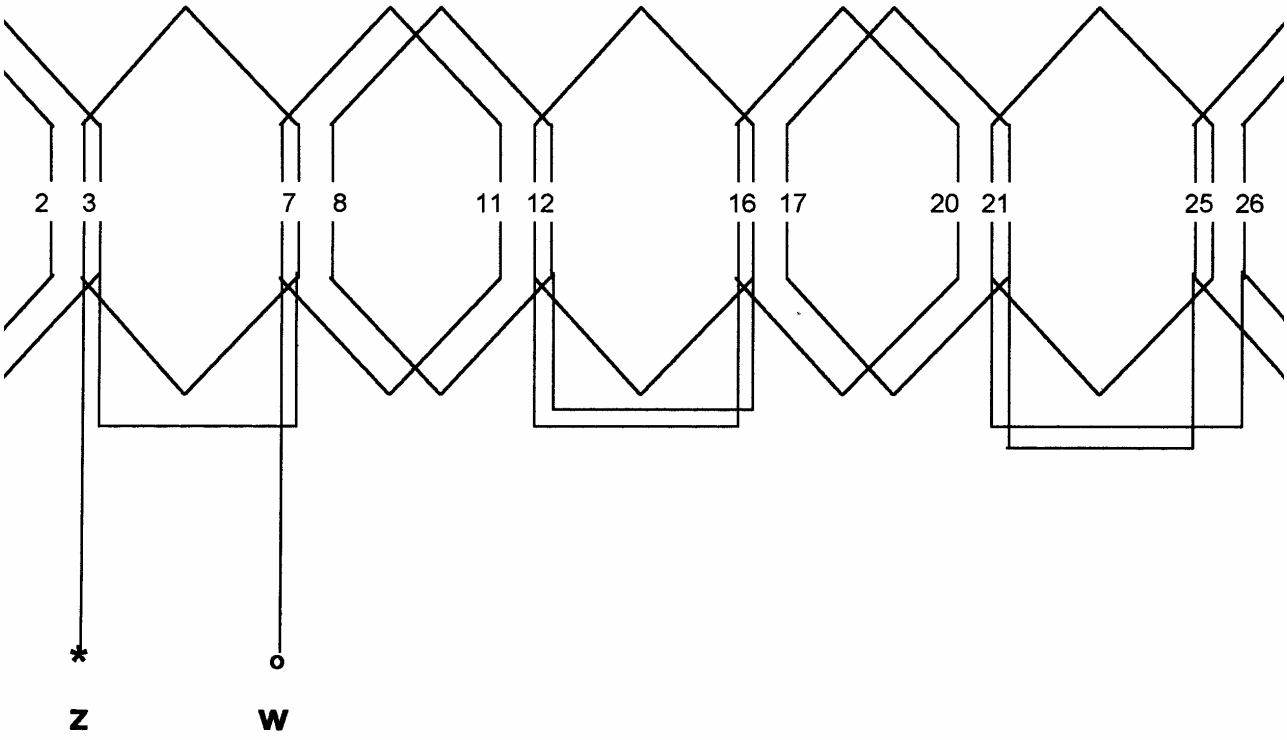
فالشكل الأول يبين الوجه الأول ونلاحظ مشاركة المجموعات مع بعضها في مجرى واحد



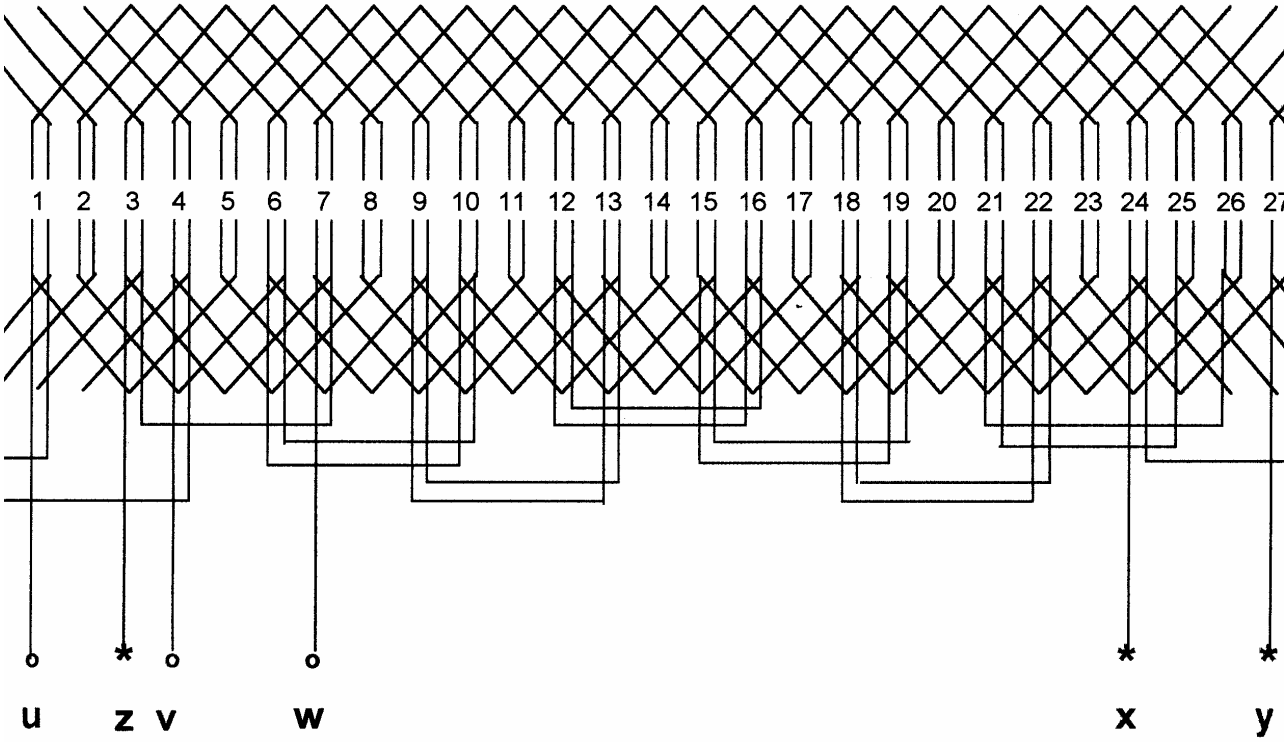
وكذلك الوجه الثاني



أما الوجه الثالث فهو كالتالي



وفي الشكل التالي جميع الأوجه مجتمعة مع بعضها



ويمكن حساب تلك الكسور بشكل شامل لملفات المحرك الكلية فلو أخذنا نوعية اللف جانبين في مجرى لوجدنا أن مجموع الملفات يساوي مجموع المجاري وعلى هذا فنجد أن عدد الملفات الكلية للمحرك السابق هي ٢٧ ملف وعندما نريد تحديد ملفات الوجه الواحد فقط يتضح لنا أنه ٢٧ ÷ ٣ =٩ ملفات لكل وجه ولو رجعنا إلى رسم انفراد اللف للوجه الأول وحسبنا الملفات لوجدناها ٩ ملفات لكل وجه وعلى هذا يمكن أخذ الملفات الكلية كمرجع للتقسيم.

$$\text{أي أن } ٢٧ \div (٦\times٣) = \frac{٢٧}{١٨} = \frac{٩}{١٨} = ١$$

فنجد أن البسط يحمل رقم ٩ والعدد الصحيح هو واحد فهذا يعني أن ٩ مجموعات لها ملفين و٩ مجموعات لها ملف واحد وعندما يكون عدد الملفات غير منتظم نأخذ تلك القاعدة أساس التعامل فعدد البسط يحدد عدد المجموعات التي تحمل الملفات الأكثر

ففي المحرك ٤٨ مجرى (جانبين في مجرى) له ٤٨ ملف وعندما يكون له ٦ أقطاب فإن عدد المجموعات الكلية للأوجه الثلاث هي ٦×٣ =١٨ مجموعه

وعندما نريد تقسيم تلك الملفات على المجموعات الكلية نجد أنها تكون على النحو التالي

٤٨ ١٢

____ = _____ ٢ فالعدد الكسري هو ٢ والبسط هو ١٢ وهذا يعني أن هناك ١٢ مجموعه لها ٣ ملفات

١٨ ١٨

و٦ مجموعات لها ملفين ويكون المجموع النهائي للملفات الكلية

٣×١٢ =٣٦

٢×٦ =١٢

فالمجموع الكلي = ٤٨ وهو عدد الملفات الكلية

فالوجه الأول ٣ملف – ٣ملف – ٢ملف – ٣ملف – ٣ملف – ٢ملف

والوجه الثاني والوجه الثالث بنفس الترتيب

كما أن خطوة اللف قد تختلف من متساوية إلى متداخلة فهذا لا يغير في حقيقة عدد الملفات ولا الزاوية التي بين الأوجه في شئ ، إنما نضع في الاعتبار الترتيب والتسلسل في وضع الملفات بشكل متناسق ومنطقي بين المجموعات ككل فلو بدأنا في الوجه الأول بمجموعه لها ملفين فينبغي لنا أن نبدأ بجميع الأوجه التي بعدها بنفس العدد للمجموعة.

ملخص الوحدة

تم التطرق في هذه الوحدة إلى المحركات الحثية ذات الخطوة القطبية الكسرية وتم بيان تعريف تلك الخطوة القطبية الكسرية وأنواع المحركات التي يمكن أن تحدث فيها تلك الخطوة وطريقة معالجتها بالشكل الذي يتحقق معه القوانين الثابتة للف المحركات الحثيه ثلاثية الوجه وقد وضع مثلا لأحد المحركات وتم تطبق القوانين عليه ومن ثم تطبيق تلك القوانين على رسم انفراد اللف .

تمرينات تدريبات تطبيقيه

س١ – محرك حثي ثلاثي الوجه له ٢٤ مجرى و ٦ أقطاب المراد تقسيم هذا المحرك لإعادة لفه ؟

حل التمرينات والتدريبات التطبيقية

ج١ - في هذا لمحرك بالرغم أن عدد المجاري زوجي إلا أنه من الأنواع الشاذة

$$\text{عدد مجاري كل قطب} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{٢٤}{٦} = ٤$$

$$\text{عدد مجاري كل قطب تحت كل وجه} = \frac{\text{عدد مجاري كل قطب}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{٤}{٣} = ١,٥ \text{ مجرى}$$

$$\text{زاوية المجرى بالنسبة للأوجه} = \frac{\text{الزاوية القطبية}}{\text{عدد مجاري كل قطب}} = \frac{١٨٠}{٤} = ٤٥ \text{ درجه}$$

$$\text{البعد بين الأوجه بالمجاري} = \frac{\text{زاوية الوجه}}{\text{زاوية المجرى بالنسبة للأوجه}} = \frac{١٢٠}{٤٥} = ٢,٦٦ \text{ مجرى}$$

إرشادات للمدرب

١ – مراعاة وسائل السلامة في أثناء القيام بالعمل بالورشة

٢ – تحديد أكثر من مثال وتطبيقه عمليا في رسم انفراد اللف

٣ – التركيز على كسور الزاوية والمجاري وطريقه المعالجة لهما

٤ – رسم أكثر من طريقة لتلك الأنواع من المحركات

المراجع العربية

اسم الكتاب	المؤلف	الناشر
١ – إصلاح المحركات الكهربائية	روبرت روزنبرج	دارا لقلم بيروت
٢ – محركات ومحولات حساب/لف صيانة إصلاح	وجيه جرجس	معهدالسالزيان أيطاليا
٣ –إصلاح آلات التيار المتناوب	إبراهيم البيطار	وزارة التربية سوريا
٤ – المحركات الكهربائية	محمد ناصيف	دار الكتاب دمشق
٥ –المكائن الكهربائية العراق	د - محمد زكي خضر د - أحمد رشيد د – سعد المسيري	وزارة التعليم
٦ – الرسم الفني	م _ عزمي خليل م _ محمد الهزاع م _ محمد رفعت	وزارة التعليم مصر
٧ – الحساب الفني للكهرباء	هيمان كراتو جان ريبرينك	وزارة التربية والتعليم الرياض
٨ –مذكرة التيار المستمر	سعيد عزت حسن	الكلية التقنية الرياض
٩ المحركات التأثيرية	محمد أحمد قمر	منشأة المعارف مصر

المراجع الأجنبية

HAYDEN Henrry mileaf ElectriccetyONE-SEVE

HAYDEN Geraled Schweitzer Basic offractional Horse PowerMotor

الفهرس

-لف المحركات الكهربائية ثلاثية الأوجة

الوحدة الأولى

أساسيات لف المحركات ثلاثية الأوجه ١

الوحدة الثانية

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه جانب واحد في المجرى خطوة ثابتة ٢٤

الوحدة الثالثة

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين دلتا/ دبل نجمة (٢ ، ٤) قطب..... ٤٠

الوحدة الرابعة

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين نجمة/ نجمة (٢ ، ٦) قطب ٥٥

الوحدة الخامسة

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه ثلاث سرعات دلتا/دبل نجمه/نجمه(٨ ،٤ ،٢)قطب ٦٢

الوحدة السادسة

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين للحصول على عزم ثابت ٧٠

الوحدة السابعة

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين للحصول على قدرة ثابتة ٧٩

الوحدة الثامنة

إعادة لف محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعة واحده ذو خطوة قطبية كسرية ٨٩

المراجع ١٠٠

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS