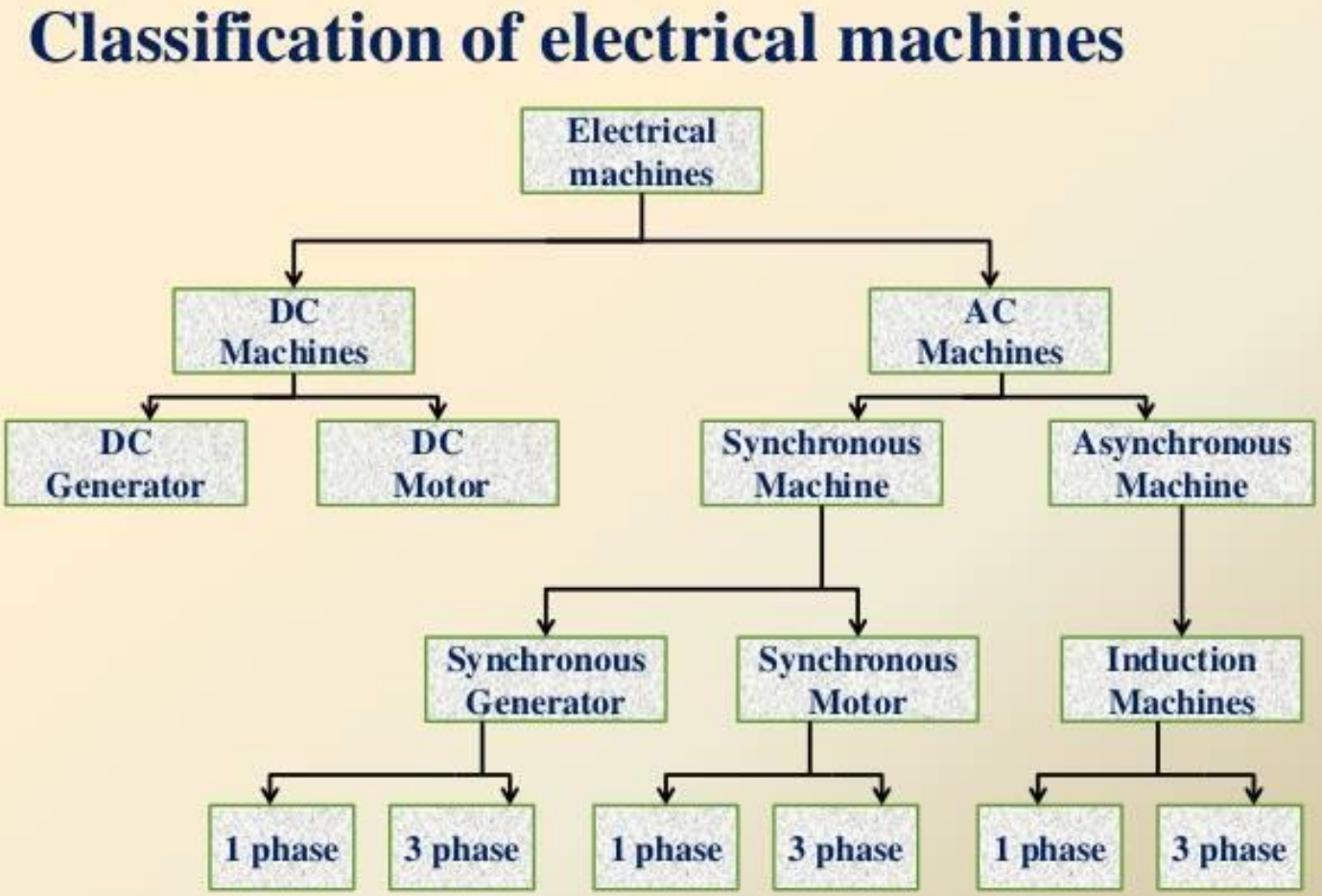
ورشات لف المحركات الكهربائية

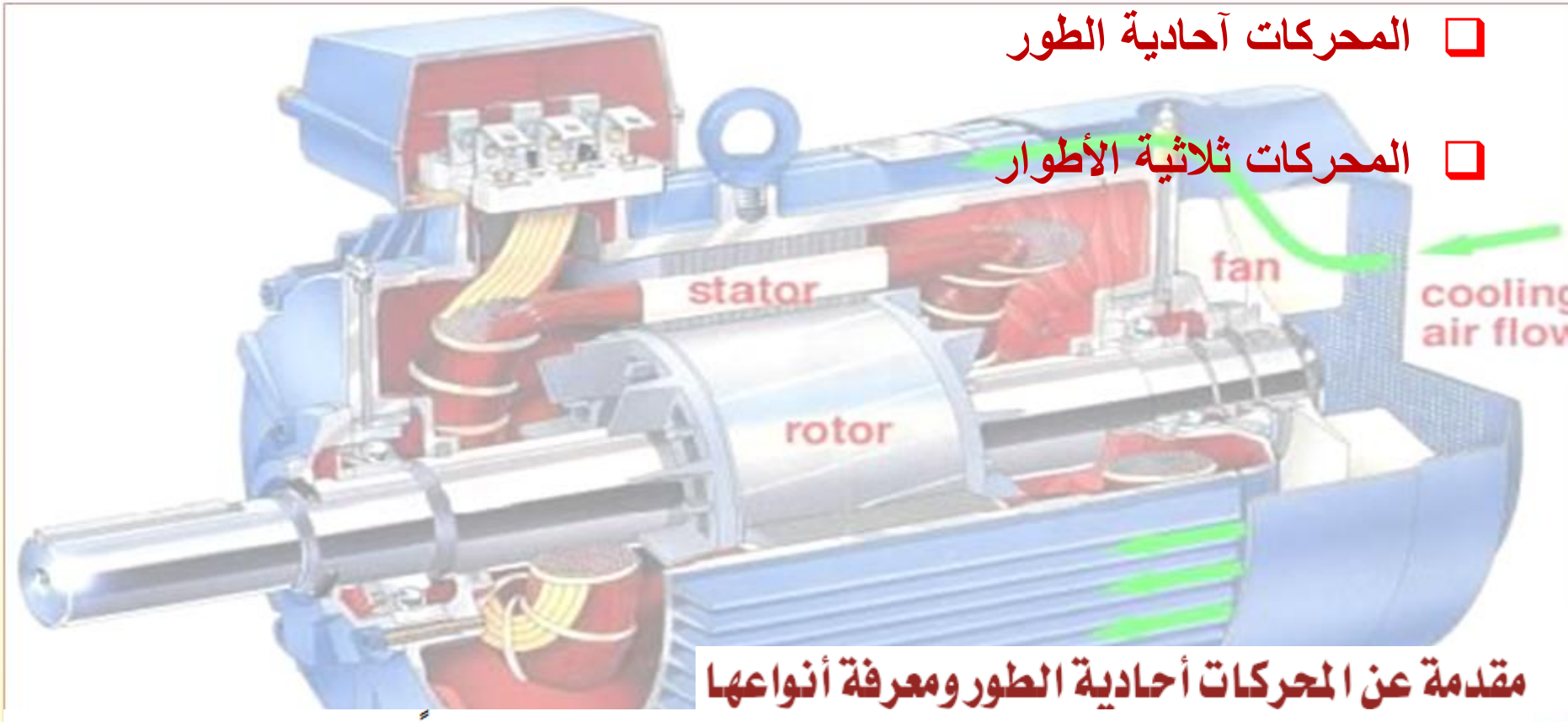
تصنيف الآلات الكهربائية



ورشات لف المحركات الكهربائية

SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR

- المحركات آحادية الطور
- المحركات ثلاثية الأطوار



مقدمة عن المحركات أحادية الطور ومعرفة أنواعها

تعتبر المحركات أحادية الوجه من أكثر أنواع المحركات استعمالاً في الاستخدامات المنزلية والصناعية، فعلى سبيل المثال نجد أنها تستخدم في المثاقيب اليدوية الكهربية والمكانس

أجزاء المحركات الأحادية:

الهيكل الخارجي

صفائح كهرومغناطيسية

الأجزاء الرئيسية:

1. **العضو الثابت:** ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية وهي:

- ✓ **الهيكل الخارجي (الإطار):** يصنع من الصلب (حديد الزهر) أو الألمنيوم ذي زعانف على سطحه الخارجي تعمل على تبريد الملفات خلال الهواء المندفع من مروحة التبريد. ويستخدم الإطار لحمل الرقائق المكونة للقلب ولتثبيت الغطائين الجانبيين وصندوق لوحة التوصيل.
- ✓ **قلب العضو الثابت:** ويصنع من رقائق الصلب السليكوني المعزولة عن بعضها البعض بالورنيش والمضغوطة. يشق على محيطها الداخلي مجار طولية توضع بها ملفات العضو الثابت.
- ✓ **ملفات العضو الثابت:** وتصنع من أسلاك نحاسية معزولة بالورنيش تلف على قالب خاص بمقاس وبعدد لفات يتناسب مع قدرة المحرك وتربط بالجهد والتيار المار فيها.

ملفات التشغيل: وهي الملفات الرئيسية وتشغل ثلثي عدد المجاري وتكون ملفوفة بسلك غليظ وعدد لفات أكثر في الغالب ولا تنفصل عن الدائرة إلا في حالة فصل التيار كلياً عن المحرك.

مهارة تنزيل الملفات

- ✓ **ملفات البدء:** وهي الملفات المساعدة وتشغل ثلث عدد المجاري وتلف بسلك رفيع وعدد لفات أقل في الغالب. توضع تلك الملفات متقدمة أو متأخرة عن ملفات التشغيل بزاوية مقدارها 90 درجة كهربائية وذلك لتكون طوراً آخر يساعد على إيجاد مجال مغناطيسي دائر.

2. **العضو الدائر:** وهو من نوع القفص السنجابي حيث يتكون من مجموعة رقائق **الحديد** السليكوني المعزولة بالورنيش تثبت على عمود الدوران. يشق على محيطها الخارجي مجارطولية بشكل مستقيم و مائل توضع به قضبان (أسياخ) وتوصل أطراف القضبان وتلحم من الناحيتين بواسطة حلقتين القضبان.

3. **الغطاءان الجانبيان:** يصنعان من الصلب (حديد الزهر) أو الألمنيوم أي من نفس معدن الإطار ويثبتان بواسطة مسامير محلزنة ويكون أحدهما أمامياً والآخر خلفياً يحتويان على كراسي الرولمانات التي تركب على عمود الدوران وتعمل على اتزان العضو الدائر وتسهل حركة دورانه وجعله في وضع يسمح له بحرية الحركة.

4. **مروحة التهوية:** وهي جزء مهم حيث تصنع من الألمنيوم أو البلاستيك, أثناء دوران المحرك **تعمل على سحب الهواء الساخن إلى الخارج** فتخفض من درجة الحرارة التي تنشأ عن مرور التيار في ملفات القلب الحديدى للعضو الثابت.

الأجزاء الإضافية:

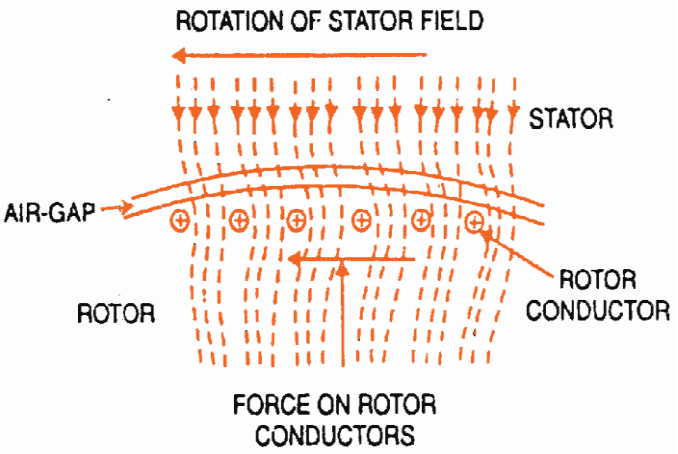
1. **مفتاح الطرد المركزي:** يتكون من جزئين يثبت أحدهما على عمود الدوران ويتأثر بالقوى الطاردة المركزية الناتجة عن دوران العضو الدائر, أما الجزء الآخر وبه الملامسات فيثبت على أحد الغطاءين أمام الجزء الأول. يعمل المفتاح على فتح وغلق نقطتا التلامس

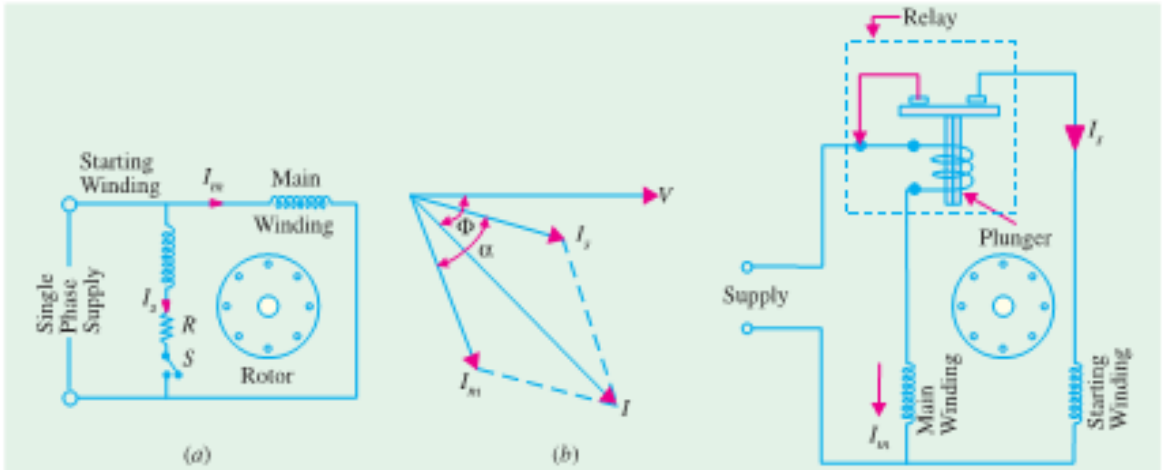
2. **المكثف:** يضاف إلى المحركات الأحادية ذات الملفات المساعدة وذلك لزيادة عزم الدوران وتخفيض استهلاك التيار. ويوصل في دائرة الملفات المساعدة سواء أكان هناك مفتاح طرد مركزي أو بدون مفتاح طرد مركزي حيث إن بعض المكثفات يعمل في فترة البدء والتشغيل مع الملفات المساعدة دون وجود مفتاح يفصلهما من الدائرة. وتوجد أنواع مختلفة من المكثفات وهي:

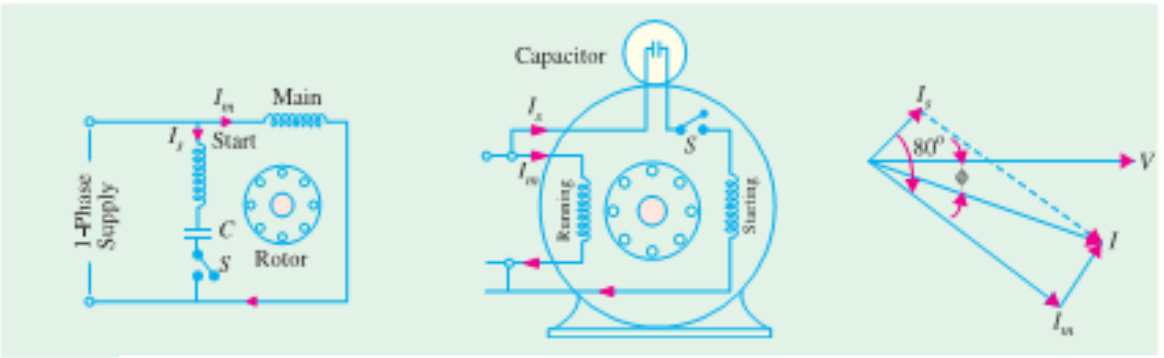
المكثف الورقي والمكثف الممتلئ بالزيت والمكثف ذي السائل الكهربائي .

نظرية عمل المحركات الأحادية:

يعتمد عملها على مبدأ التحريض الكهرومغناطيسي فعند مرور التيار الكهربائي في ملفي الثابت ينشأ حقل دوار بسبب الانزياح الزاوي بين التيارين بمقدار يقارب (٩٠درجة)، هذا الحقل يتشابك مع ملفات القسم الدوار ذي القفص السنجابي ويولد فيه تيارا ينشأ عنه حقلاً آخر يتفاعل مع الحقل الأساسي يؤدي لتوليد عزم دوران يحرك دوار المحرك.







أنواع المحركات آحادية الطور

- المحرك العام - Universal motor
- المحرك ذي القطب المظلل - Shaded pole motor
- المحرك ذي الطور المشطور - Split-phase motor

المحرك العام - Universal motor

- المحرك العام هو محرك يمكن تشغيله بالتيار المستمر، أو بالتيار المتناوب ذي الطور الواحد، وبنفس السرعة تقريباً. ويشيع استعمال المحركات ذات القدرة الكسرية من الحصان في التطبيقات المنزلية مثل خلاطات الطعام وماكينات الخياطة.
- المحركات العامة هي محركات توالٍ، ولها عزم دوران ابتدائي كبير، كما أنها متغيرة السرعة. وهي تدور بسرعة تبلغ في ارتفاعها درجة الخطورة عندما لا تكون محملة، ولذلك فهي تثبت عادة مع الجهاز الذي تقوم بإدارته.

نظرية تشغيل المحرك العام :

عند تغذية كلٍ من ملفات حقل التهييج في الثابت وملفات المتحرض في الدوار بالتيار الكهربائي (متناوب- أو- مستمر) تتفاعل خطوط القوى المغناطيسية المتولده بواسطة ملفات حقل التهييج مع خطوط القوى المتولدة من المتحرض فينتج عزم دوران يدير المحرك.

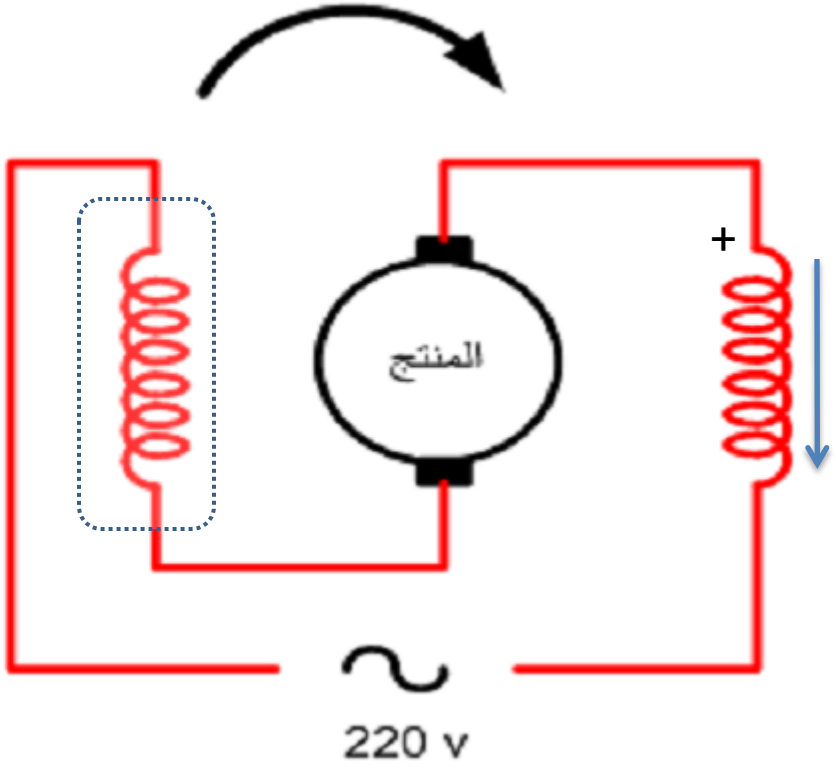
- يتم تصميم أغلب المحركات العامة لتعمل عند سرعات أعلى من 3500 دورة في الدقيقة.
- ويمكن ضبط سرعة المحركات العامة باستخدام مقاومة ذات قيمة مناسبة على التوالي مع المحرك. وميزة هذه الخاصية يتم استخدامها في محركات ماكينة الخياطة حيث يكون من الضروري تشغيل المحرك على مدى مختلف من السرعات.
- عكس اتجاه دوران المحرك العام: و يتم ذلك بعكس اتجاه مرور التيار إما في ملفات الأقطاب أو ملفات المنتج.

(المجال) (الدوار)

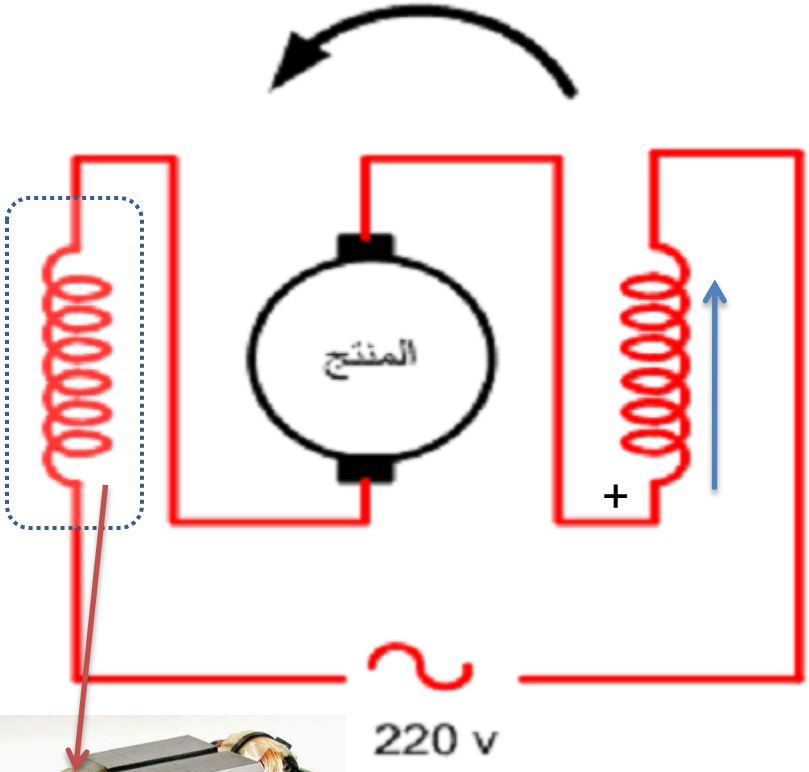
تستخدم المحركات ذات الاستطاعات الكبيرة في تطبيقات الجر الكهربائي والقطارات الكهربائيه

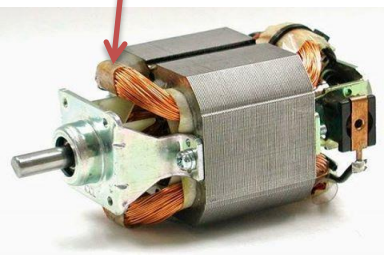
توصيل وعكس حركة المحرك العام

المحرك يدور فى إتجاه عقارب الساعة



المحرك يدور فى عكس اتجاه عقارب الساعة





Shaded pole motor - المحرك ذو القطب المظلل

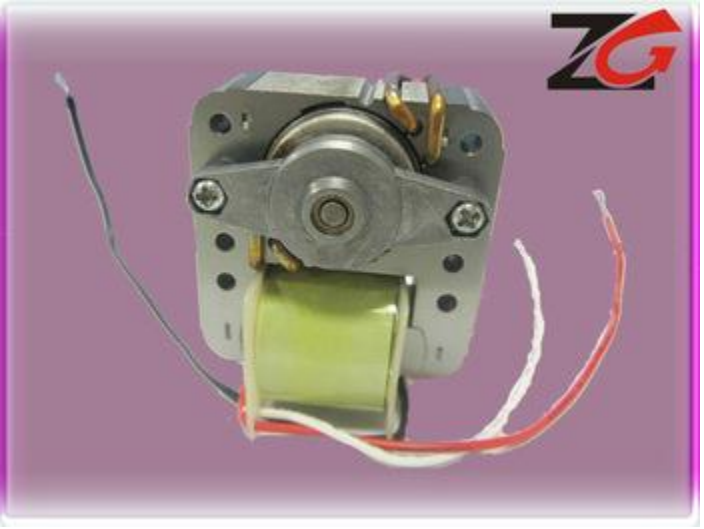
- المحرك ذو القطب المظلل هو محرك تيار متردد ذو طور واحد، وتتراوح قدرته ما بين (0.01 - 0.35) من الحصان تقريباً. وهو يستخدم في الاستعمالات التي تحتاج إلى عزم دوران ابتدائي منخفض مثل المراوح ومجففات الشعر وتطبيقات عديدة أخرى.

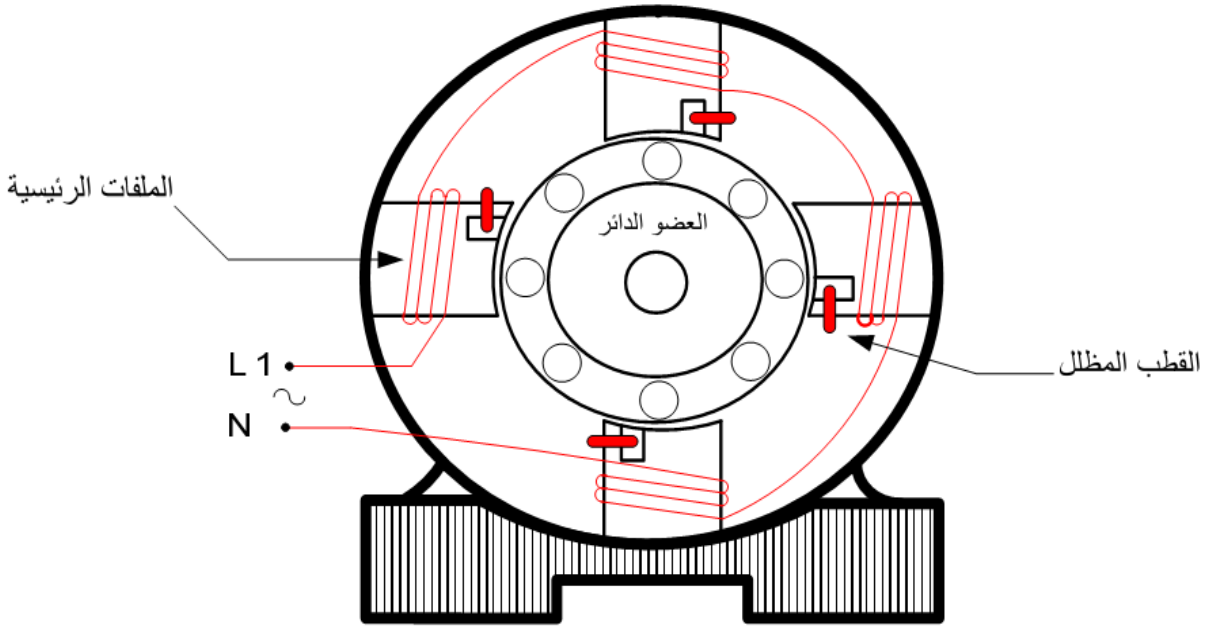
1KW=1,341Hp
1Hp=745,6W

التركيب والتوصيل الداخلي: يتركب المحرك ذي القطب المظلل من الآتي:

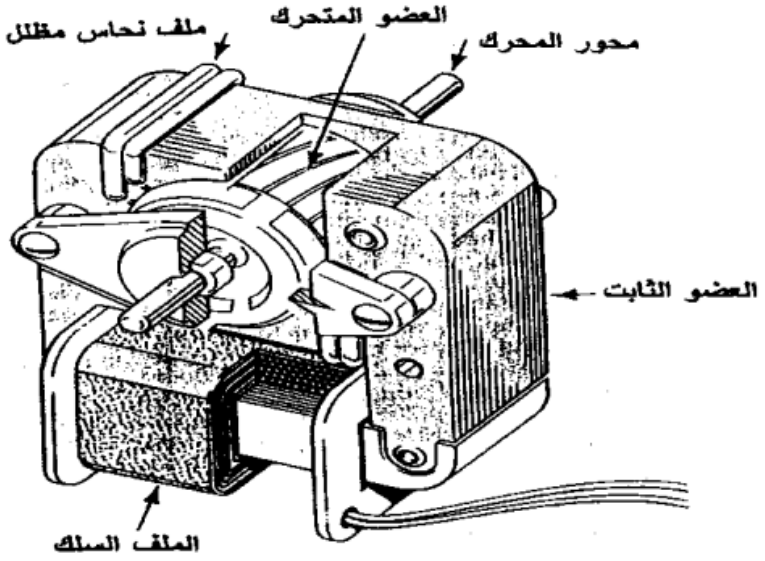
- عضو دائر و هو من النوع القفص السنجابي، ويتكون من عمود مصنوع من الصلب وقلب مكون من رقائق الصلب السليكونى تكون بعد تجميعها شكلاإسطوانيا على محيطهالخارجي مجار توضع بها قضبان من النحاس أو الألمنيوم المقصورة من طرفيها بحلقتين من النحاس أو الألمنيوم حسب نوع معدن القضبان.

مكونات المحرك ذي القطب المظلل





محرك ذو قطب مظلل (أربعة أقطاب)



محرك ذو قطب مظلل (قطبان فقط) ذو البكرة

المحركات التحريضية آحادية الطور

Single-phase Induction Motors

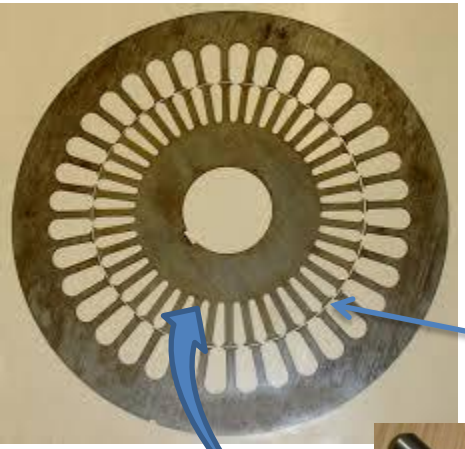
- ومن أنواعها :

1. المحرك ذو الطور المشطور Split-phase motor
2. المحرك ذو مكثف البدء Capacitor-start motor
3. المحرك ذو المكثف الدائم Permanent-Capacitor motor

المحرك ذو الطور المشطور:

هو أحد محركات التيار المتردد ذات القدرة الكسرية للحصان، ويستخدم غالباً لتشغيل بعض الأجهزة المنزلية مثل الغسالات والمضخات الصغيرة والمراوح وأجهزة الموسيقي الأوتوماتيكية ...إلخ.

وسمي بهذا الإسم لأنه لاتستطيع بدء حركته عند تغذية ملفه من مصدر جهد لطور واحد لذا فقد تم شطر (فصل) طور آخر بواسطة ملف أو ملف ومكثف لتكون مقاومة ملفات الطور المشطور ذات مقاومة أومية كبيرة بالنسبة للملفات الرئيسية مما يؤدى إلى وجود زاوية طور بين التيار في الملفات الرئيسية وملفات الطور المشطور وبين الجهد وعندما تصل زاوية الطور إلى 90 درجة فإننا نحصل على أفضل حالة. وتسمى ملفات الطور المشطور بالملفات المساعدة أو بملفات البدء، والملفات الرئيسية بملفات التشغيل أو بملفات الحركة.



العضو الدائر:

ويتكون من ثلاثة أجزاء أساسية.

الجزء الأول: القلب يتألف من صفائح فولاذية

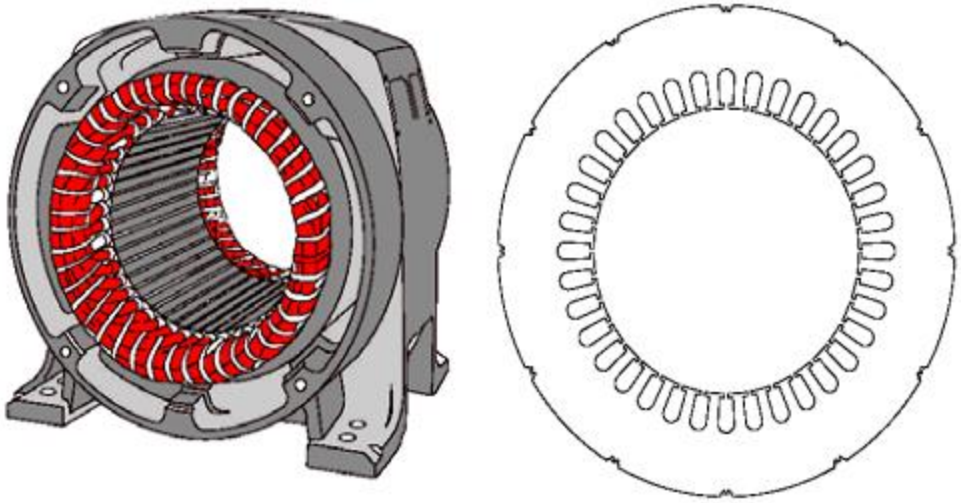
الجزء الثاني: محور الدوران تجمع عليه صفائح القلب الحديدي

أما الجزء الثالث فهو عبارة عن ملفات القفص

في المحركات الصغيرة تصنع من الألمنيوم المصهور وتصب داخل المجاري مع حلقتي القصر

العضو الثابت:

هو عبارة عن قلب حديدي مصنوع من رقائق الصلب السليكوني على شكل أقراص مستديرة وتعزل كل صفيحة عن الأخرى بالورنيش لتقليل التيارات الإعصارية بها مجار شبه مغلقة، ومثبت في إطـــــار من الحديد الزهر أو الصلب ويتم لف مجموعتين من ملفـات نحاسية



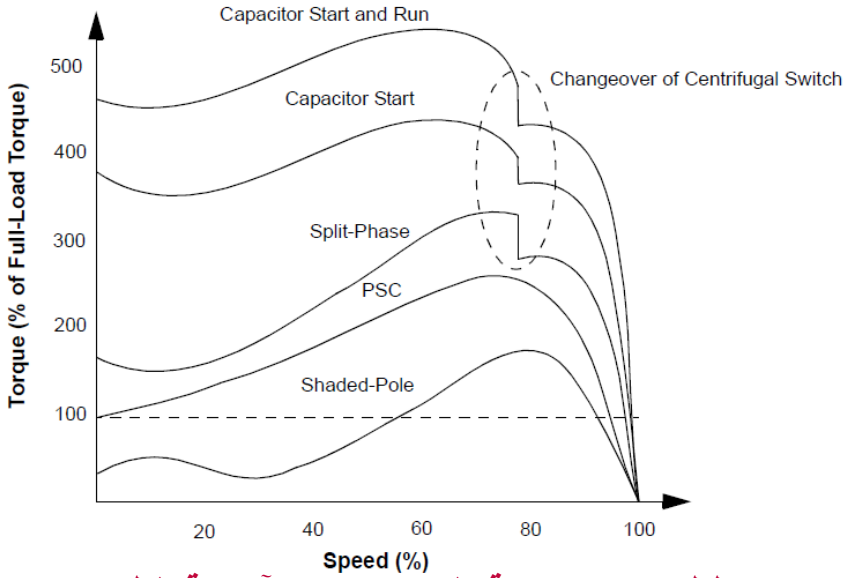
فملفات البدء لازمة إذن عند بدء التشغيل للمساعدة على توليد المجال المغناطيسي ثم تزول الحاجة إليها وتنفصل من الدائرة بواسطة مفتاح الطرد المركزي، وذلك عندما تصل سرعة المحرك إلى 75٪ أو 80٪ من سرعته الكاملة.

المحرك ذو مكثف البدء Starting

هذا النوع من المحركات يعمل بالتيار المتردد ويصنع بأحجام تتراوح من $\frac{1}{20}$ من الحصان إلى أكثر من واحد حصان، ويستعمل على نطاق واسع لإدارة أجهزة التكييف والغسالات الكهربائية. ومحرك مكثف البدء يشبه محرك **الطور** المشطور في تركيبه إلا أن به **حصراً** المكثف حيث يتم توصيله على التوالي مع ملفات البدء أو الملفات المساعدة ويعمل هذا المكثف على تحسين زاوية **الطور** لتقترب من 90 درجة. ويكون المكثف عادة مثبتاً بأعلى المحرك ويعطي المحرك ذا المكثف عزم دوران عند بدء حركة أكبر من ذلك

ثالثا : المحرك ذو المكثف الدائم (التشغيل) Running

ويتم في هذا النوع من المحركات توصيل الملفات الرئيسية مباشرة لجهد التغذية المتناوب أما الملفات الإضافية فتكون موصلة على التوالي مع المكثف. وهنا يجب الإشارة إلى أن كلاً من المكثف والملف الإضافي يبقيان في الدائرة أثناء تشغيل المحرك ولذا أطلق عليه (محرك ذو المكثف الدائم)، أي يساعد في عملية البدء للتشغيل ثم يستمر في الدائرة أثناء التشغيل أيضا.

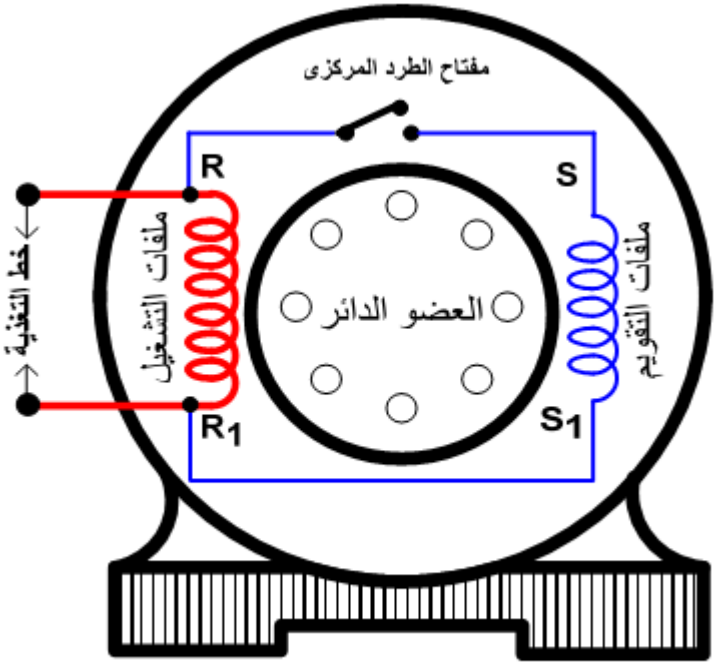


مخطط (عزم –سرعة) لعدة محركات آحادية الطور

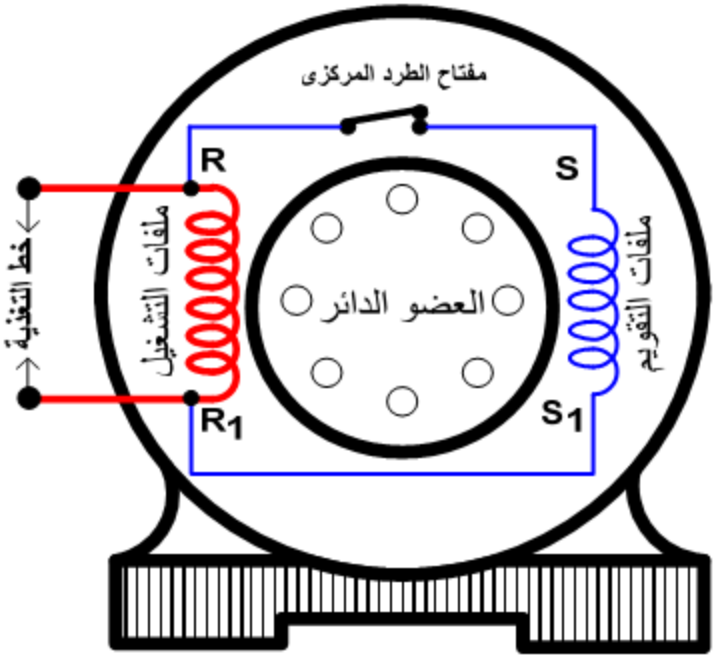
وهذا النوع من المحركات ليس به مفتاح طردمركزي ويمتاز هذا النوع من المحركات بهدوء ويسر الدوران

يمكن إعداده بسرعات مختلفة قابلة للضبط **وفق** طريقة تقسيم الملفات أو أي منظم لمحول ذاتي

توصيلات مختلفة لمحركات آحادية الطور

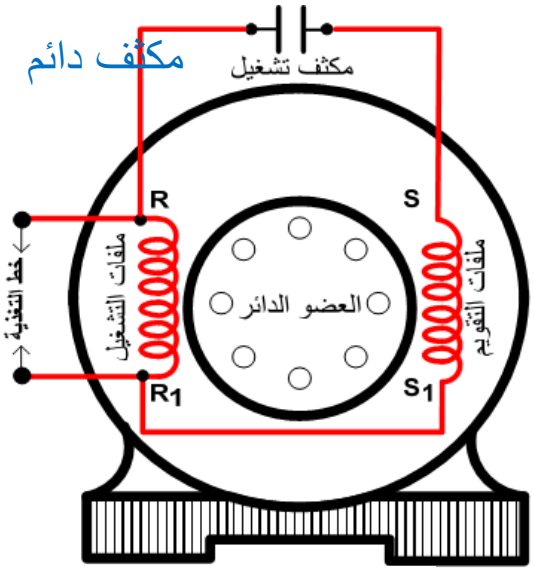


مفتاح الطرد المركزى غير موصل بعد دوران المحرك

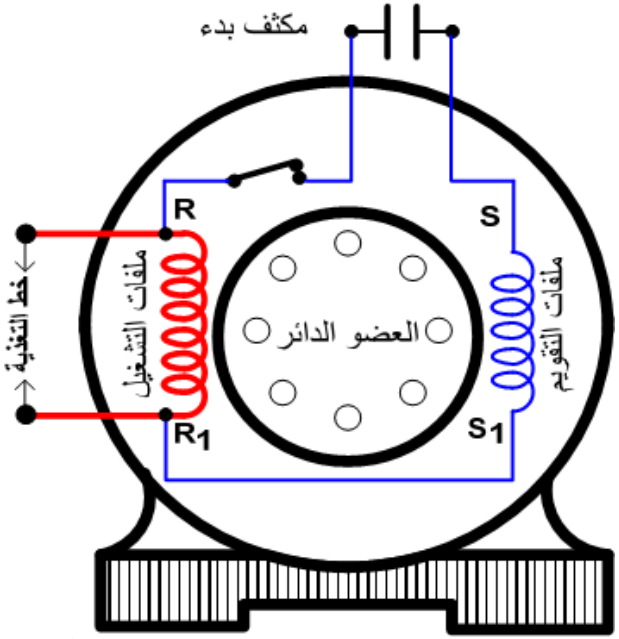


مفتاح الطرد المركزى موصل لحظة بدء دوران المحرك

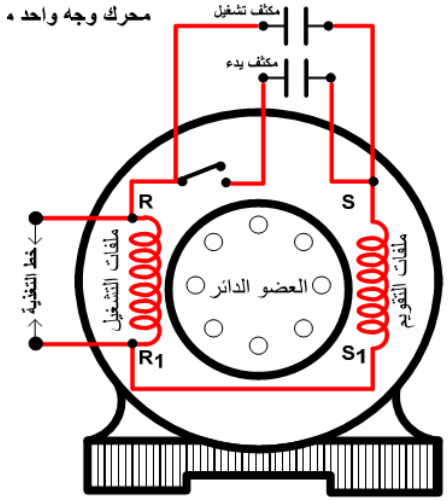
الفرق في الوصل بين المحرك ذي مكثف البدء والمحرك ذي المكثف الدائم



محرك طورواحد مزود بمكثف تشغيل



محرك طورواحد مزود بمكثف بدء

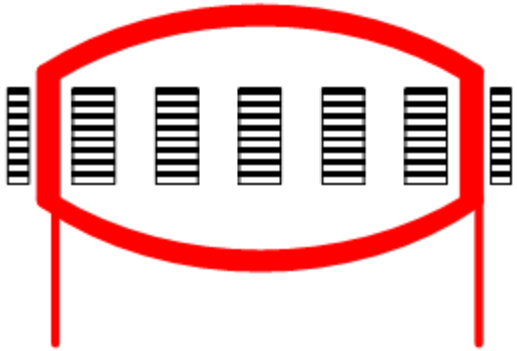


محرك وجه واحد مزود بمكثف بدء ومكثف تشغيل

التدريب على إعادة لف محركات التيار المتغير ذات الطور الواحد

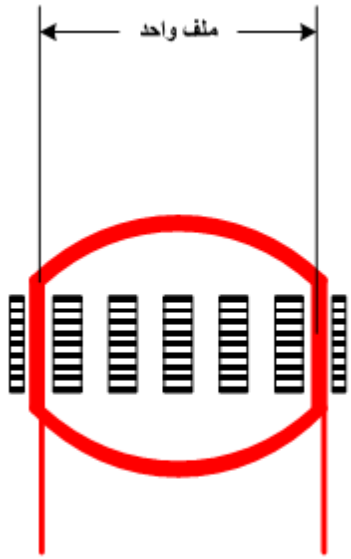
المعلومات والخطوات التي يجب معرفتها قبل البدء في إجراء عمليات اللف.

1. **الوشيعة** عبارة عن عدد من اللفات من السلك المعزول بطبقة من الورنيش تلف في اتجاه واحد، وتسمى المسافة بين جانبي الملف بخطوة اللف وتكون خطوة اللف خطوة كاملة إذا كانت تساوي خطوة القطب، وتكون خطوة اللف خطوة كسرية إذا كانت أكبر أو أقل من خطوة القطب.

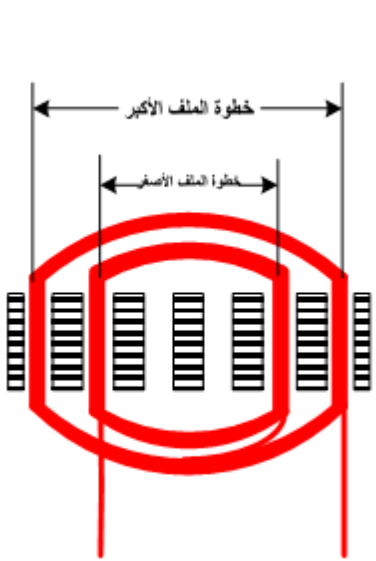


وشيعة من عدة لفات

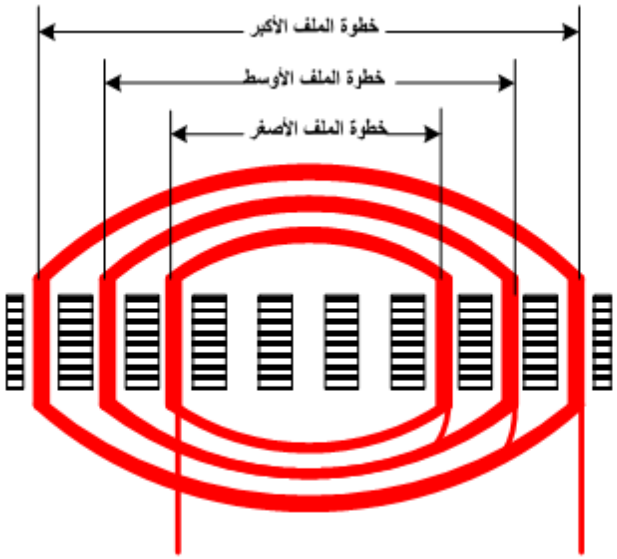
2. **المجموعة** :وهى عبارة عن عدد من **الوشائع** توصل معاًبالتوالي بحيث يكون التيار في اتجاه واحد في جميع **الوشائع** فى المجموعة وتكون المجموعة إما وشيعة أو شيعتان أو ثلاثة وشائع أكثر.



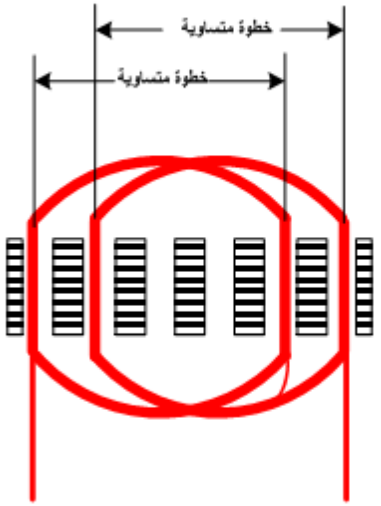
مجموعة من وشيعة واحدة



مجموعة مكونة وشيعتين (لف متداخل)



مجموعة مكونة من ثلاث وشائع (لف متداخل)

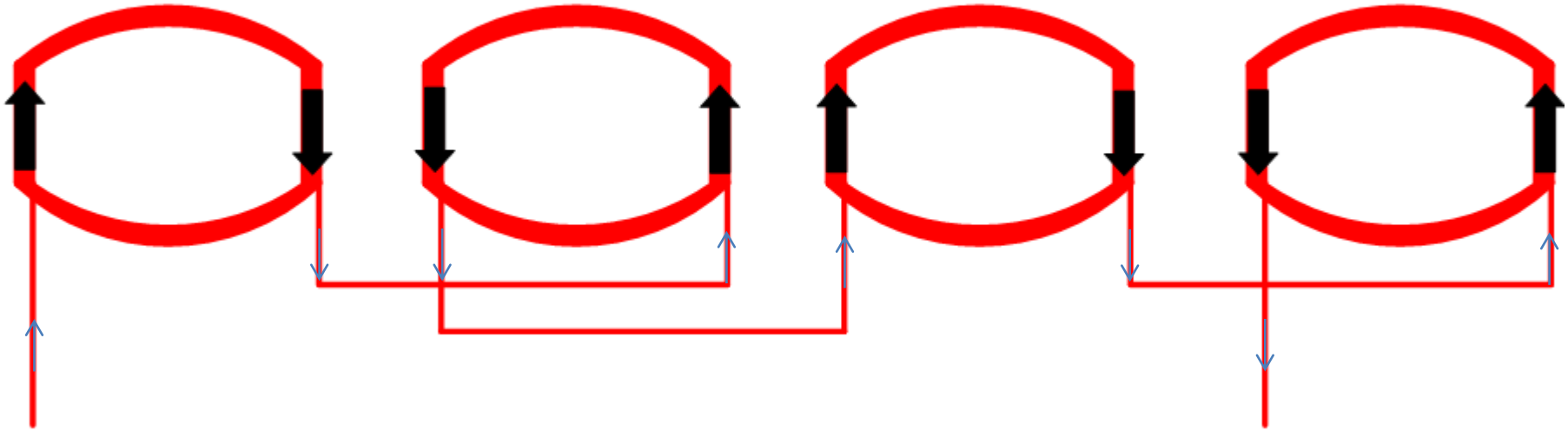


مجموعة مكونة وشيعتين (لف متساوى)

توصيل المجموعات:

- **التوصيل على التوالي (نهاية بنهاية ــ وبداية ببداية)**

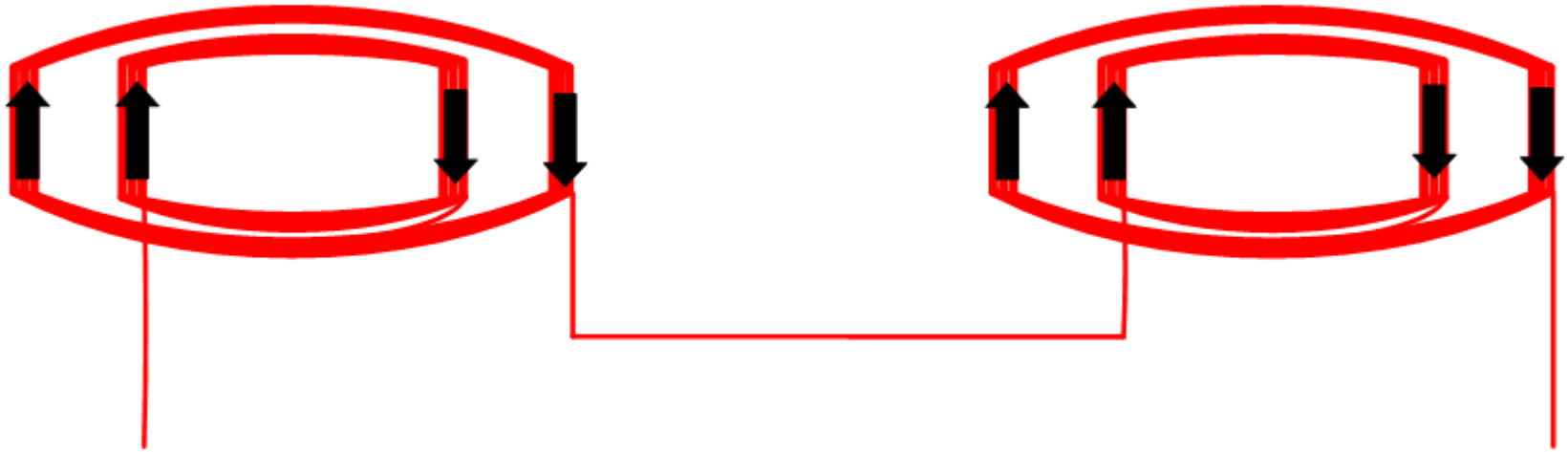
توصل المجموعات بهذه الطريقة عندما يكون عدد المجموعات مساوياً لعدد الأقطاب



(عدد الأقطاب أربعةأقطاب) (عدد المجموعات أربعمجموعات)

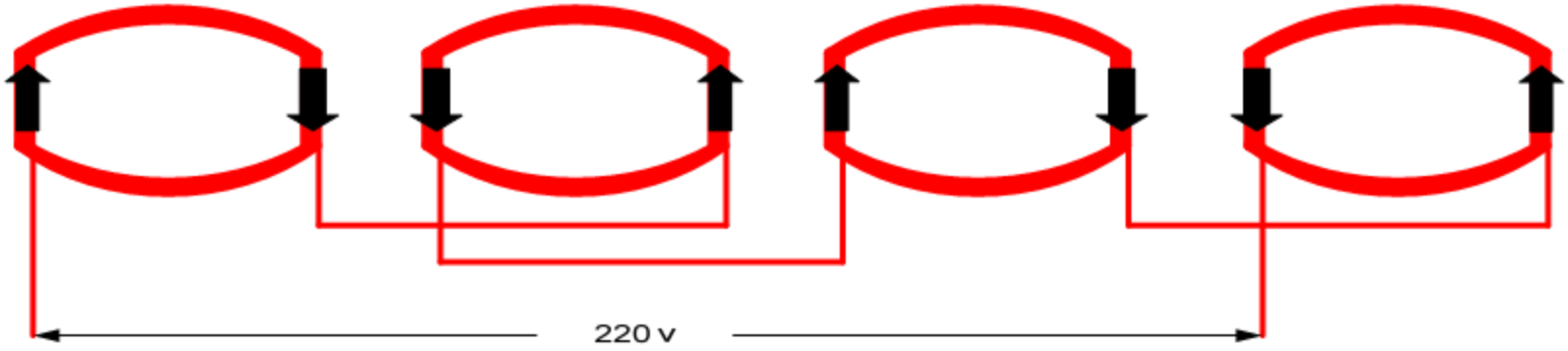
التوصيل على التوالي (نهاية ببداية) (التوصيل التسلسلي)

توصل المجموعات بهذه الطريقة إذا كان عدد المجموعات مساوياً لنصف عدد الأقطاب

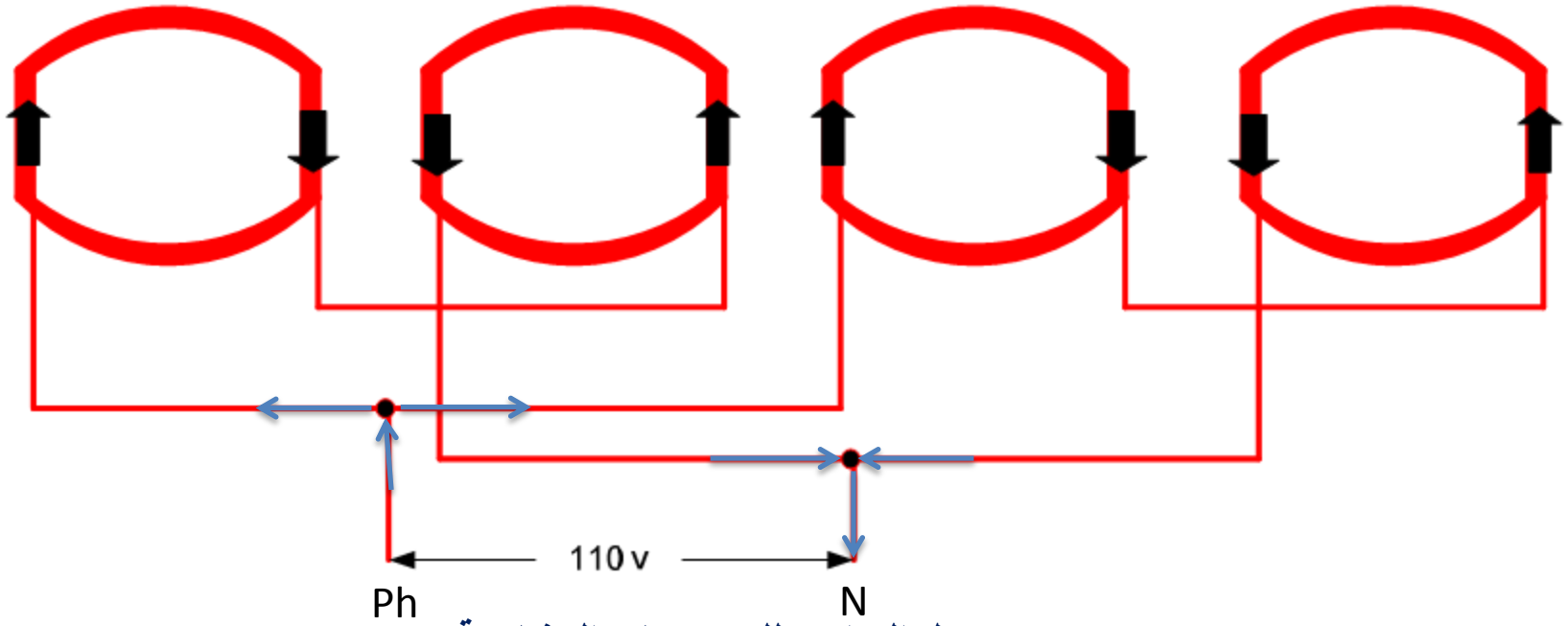


(عدد الأقطاب أربعةأقطاب) (عدد المجموعات نصف عدد الأقطاب)

توصيل المجموعات بالتوالي أوالتوازي للتشغيل على جهدين مختلفين (لتشكيل أربعة أقطاب)

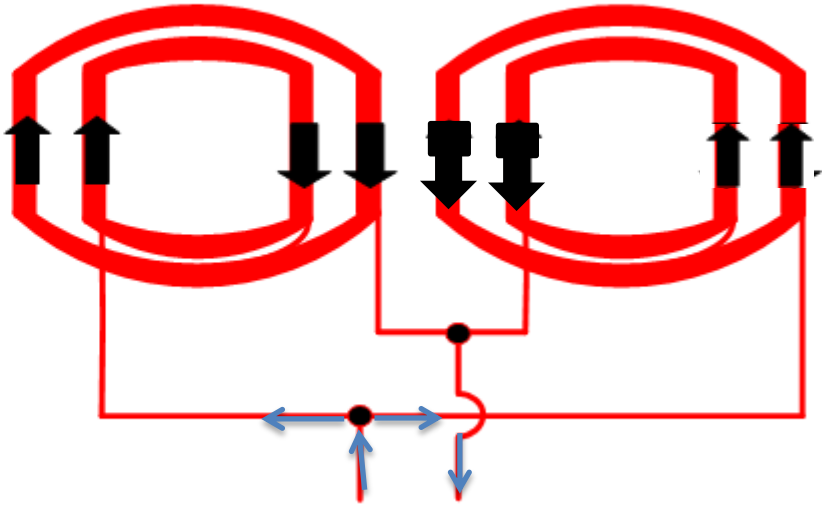


وصل تسلسلي للمجموعات الوشائعية



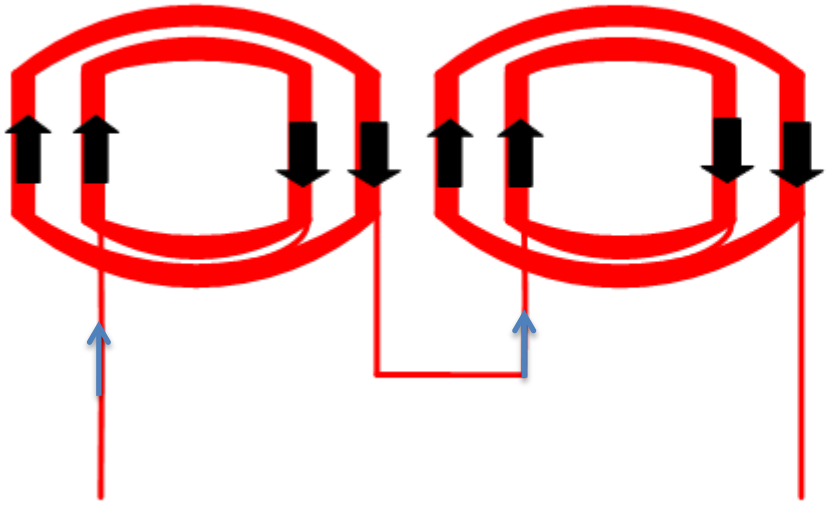
وصل التوازي للمجموعات الوشائعية

توصيل المجموعات بالتوالي أو التوازي للتشغيل على سرعتين متناصفتين



التوصيل توازى على أساس 2 قطب

(توصيل توازي -تشكيل قطبين-سرعة عالية)

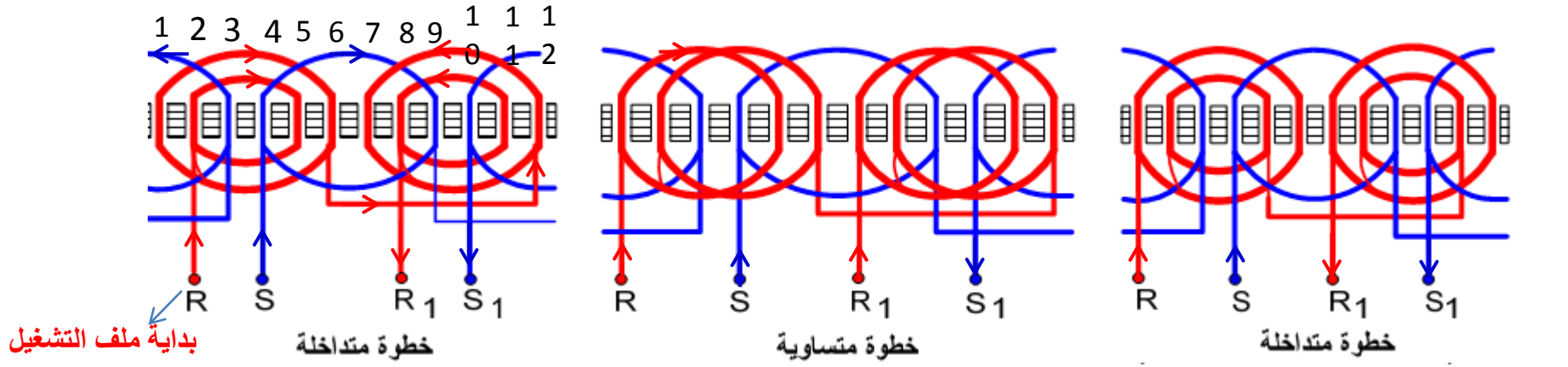


التوصيل توالى على أساس 4 قطب

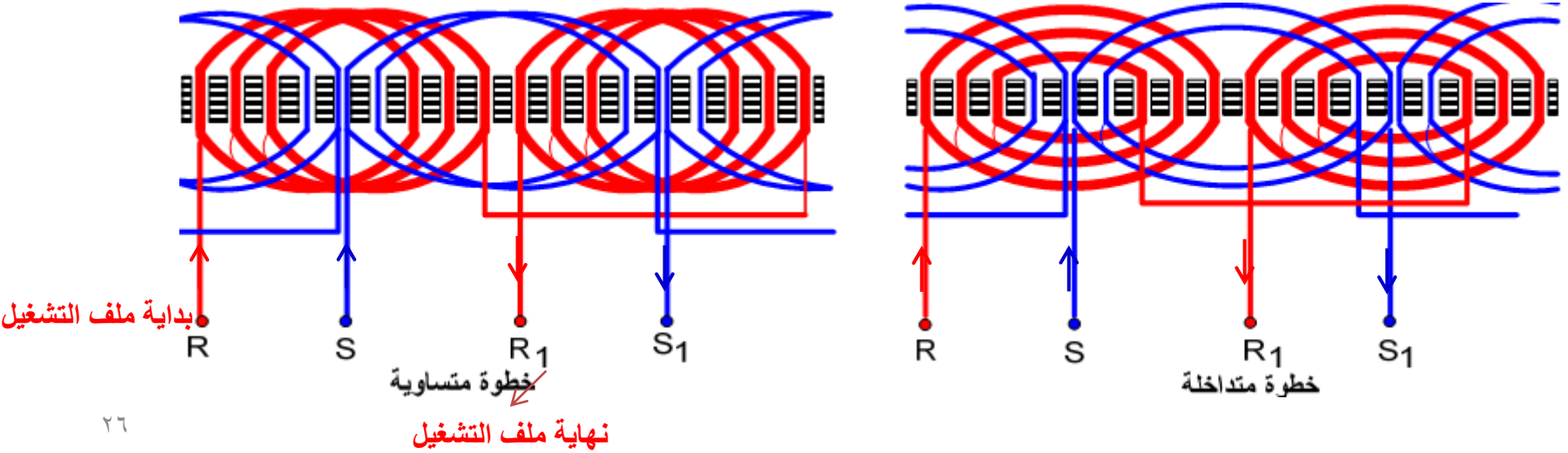
(توصيل توالي - تشكيل أربعة أقطاب –سرعة منخفضة)

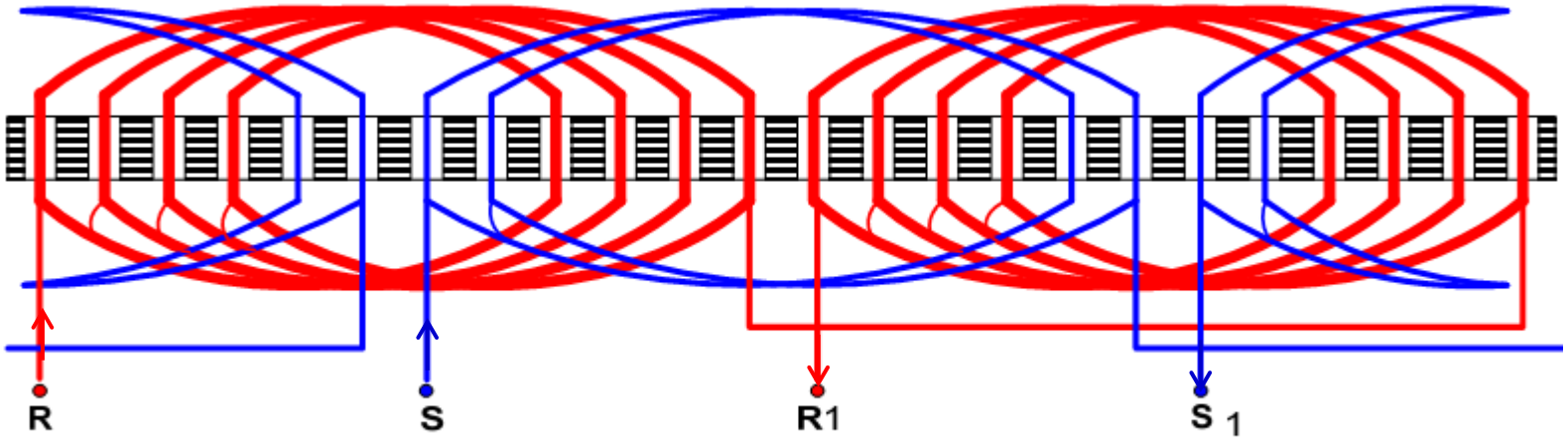
- توصيل المجموعات بالتوازي للتشغيل على جهدين مختلفين
- توصيل المجموعات بالتوازي للتشغيل على سرعتين متناصفتين

الدوائر الكهربائية لمحرك آحادي الطور ذي قطبين



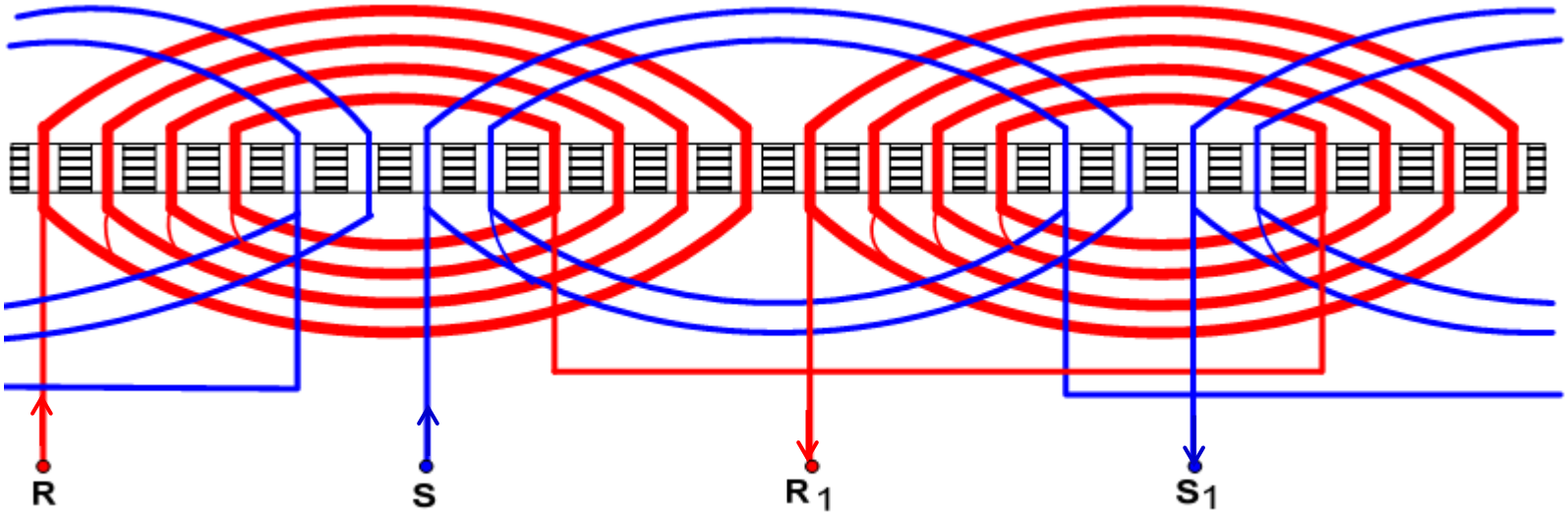
(بدء اللف من الوشيعة الداخلية باتجاه الخارج) (بدء اللف من الوشيعة الخارجية باتجاه الداخل)





خطوة متساوية

(الزاوية بين التقويم والتشغيل 90 درجة)

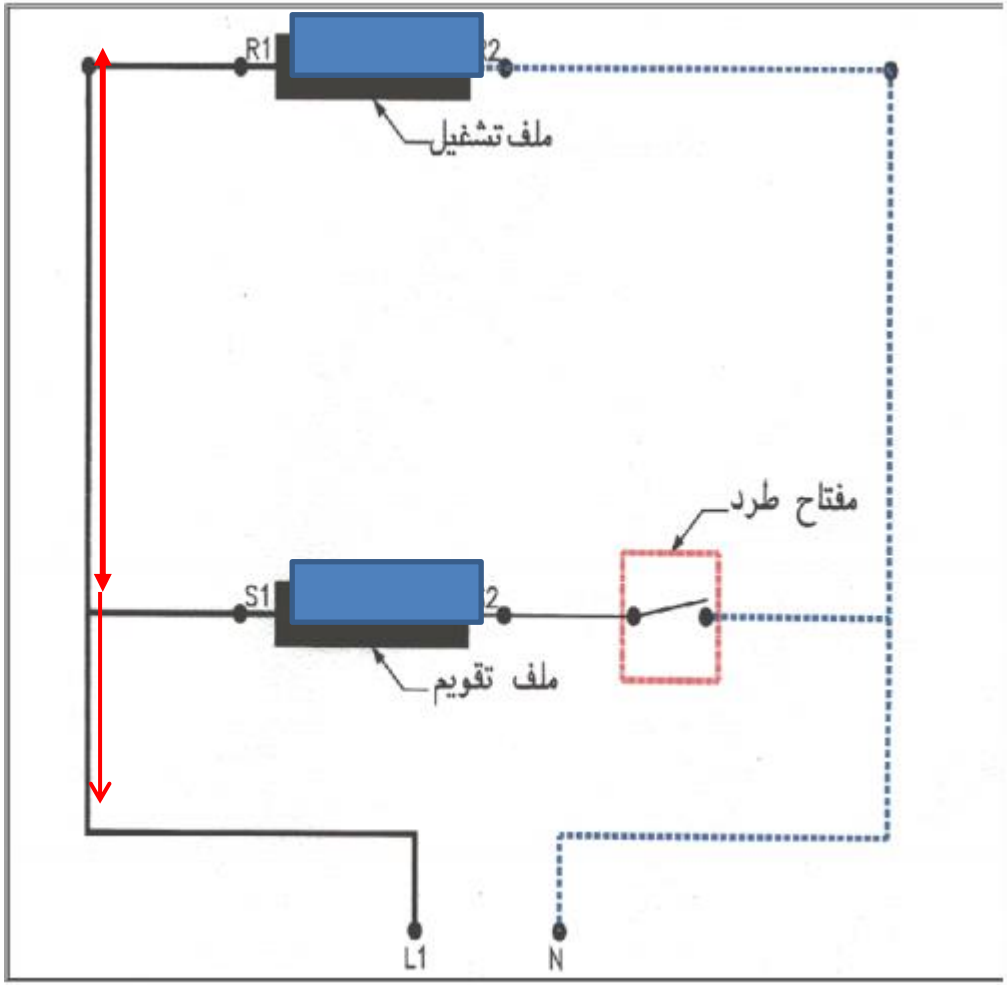


خطوة متداخلة

(الزاوية بين التقويم والتشغيل 90 درجة)

تشغل ملفات التشغيل ثلثي عدد المجاري وتشغل ملفات التقويم ثلث عدد المجاري

طريقة توصيل محرك 24 مجرى (4) أربعة أقطاب مزود بمفتاح طرد مركزي

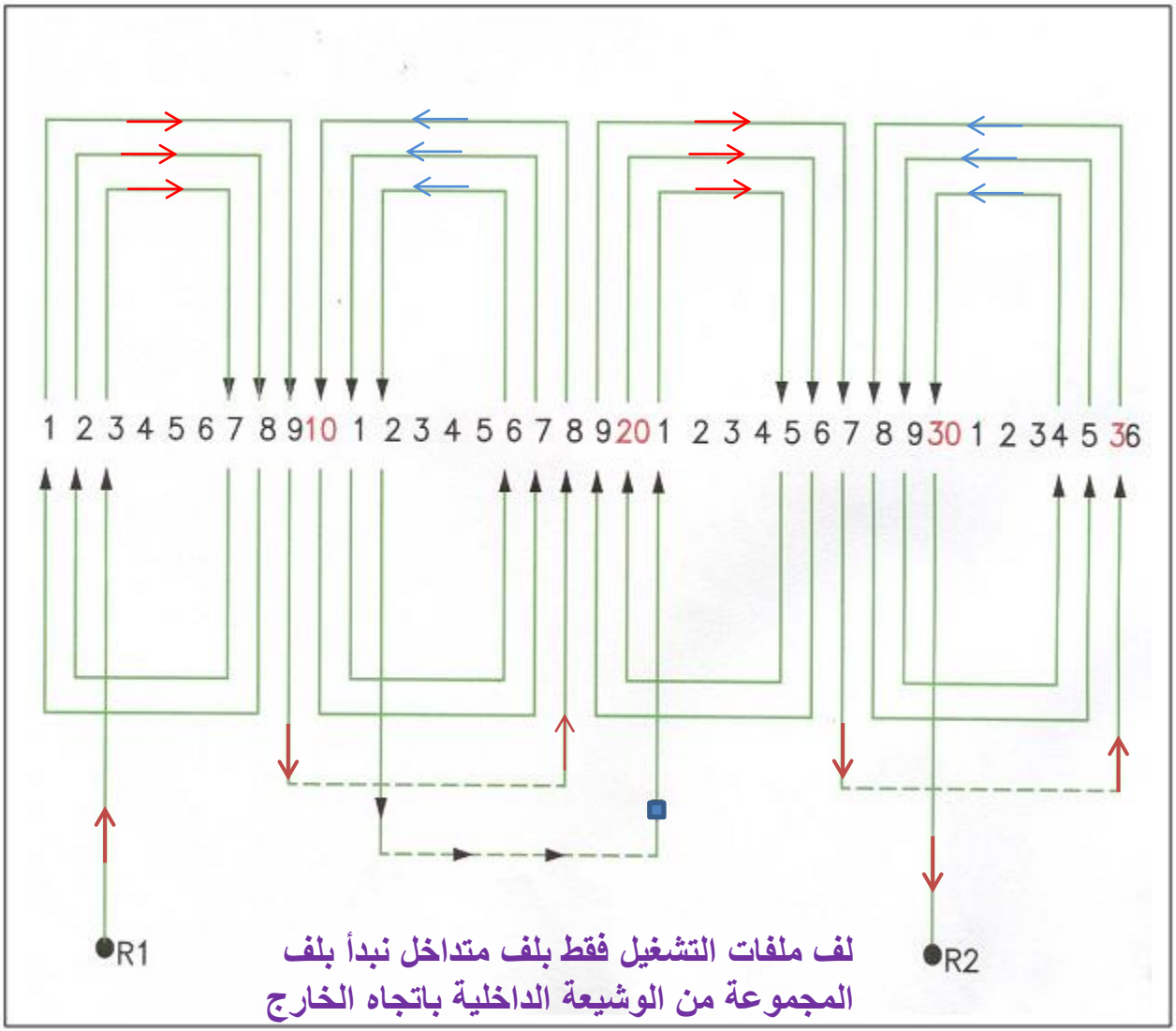


مهارة تنزيل الملفات

وضع المجموعة الأولى لملفات التشغيل
وضع المجموعة الثانية لملفات التشغيل
وضع المجموعة الثالثة لملفات التشغيل
وضع المجموعة الرابعة لملفات التشغيل
وضع المجموعة الأولى لملفات التقويم
وضع المجموعة الثانية لملفات التقويم
وضع المجموعة الثالثة لملفات التقويم
وضع المجموعة الربعة لملفات التقويم
توصيل المجموعات للتشغيل والتقويم
R
S
R 1
S 1
المرحلة الأولى
المرحلة الثانية
المرحلة الثالثة

إعادة لف محرك وجه واحد 36 مجرى 4 أقطاب على 3 طرق مختلفة

الطريقة الأولى : توصيل المحرك بمفتاح طرد مركزي ملفات التشغيل خطوة متداخلة 1 : 9



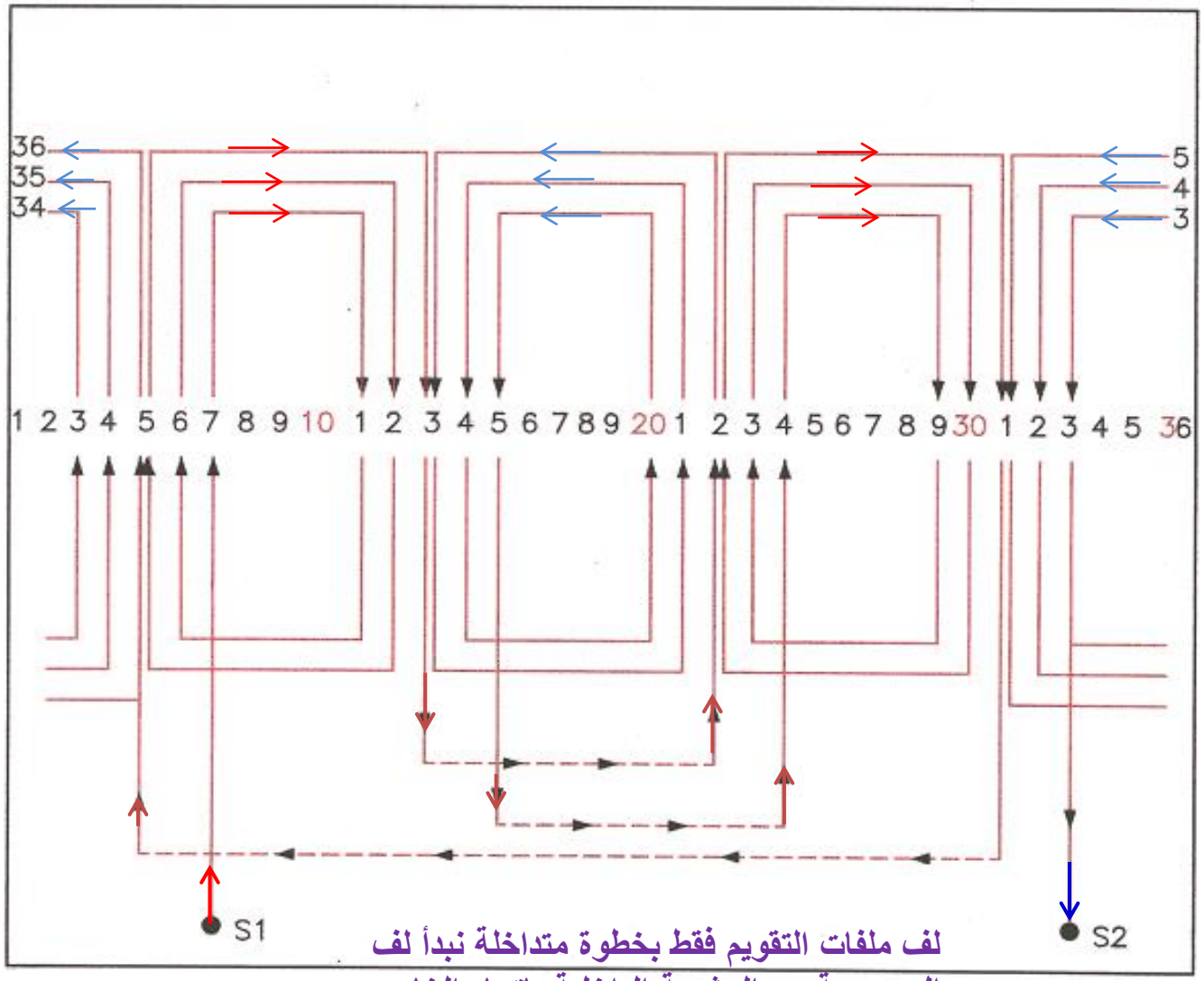
لف ملفات التشغيل فقط بلف متداخل نبدأ بلف المجموعة من الوشيعة الداخلية باتجاه الخارج

إعادة لف محرك وجه واحد 36 مجرى 4 أقطاب على 3 طرق مختلفة

ملف التقويم هو نفسه ملف الإقلاع

ملفات التقويم خطوة متداخلة

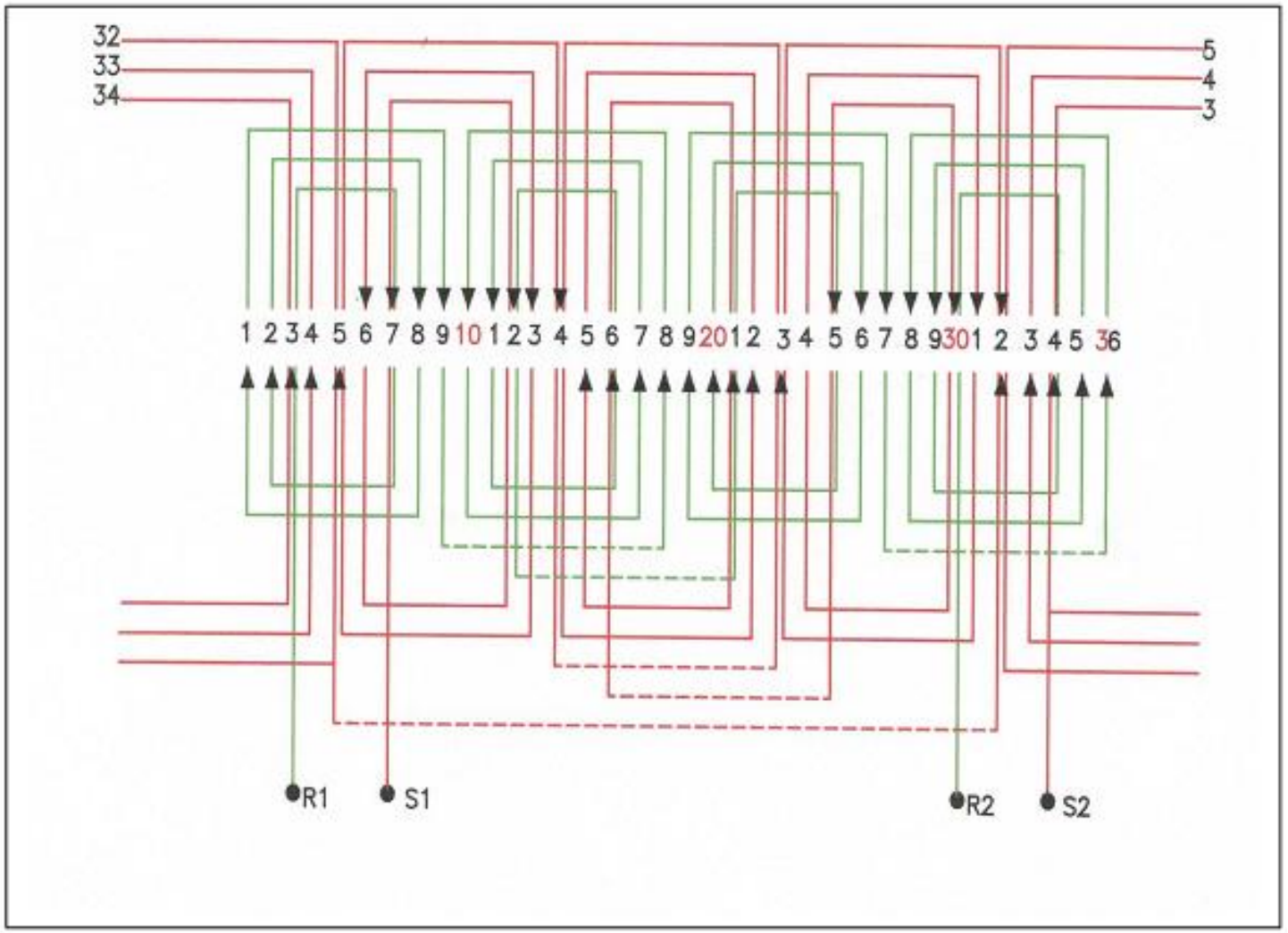
لف متراجع



لف ملفات التقويم فقط بخطوة متداخلة نبدأ لف المجموعة من الوشيعة الداخلية باتجاه الخارج

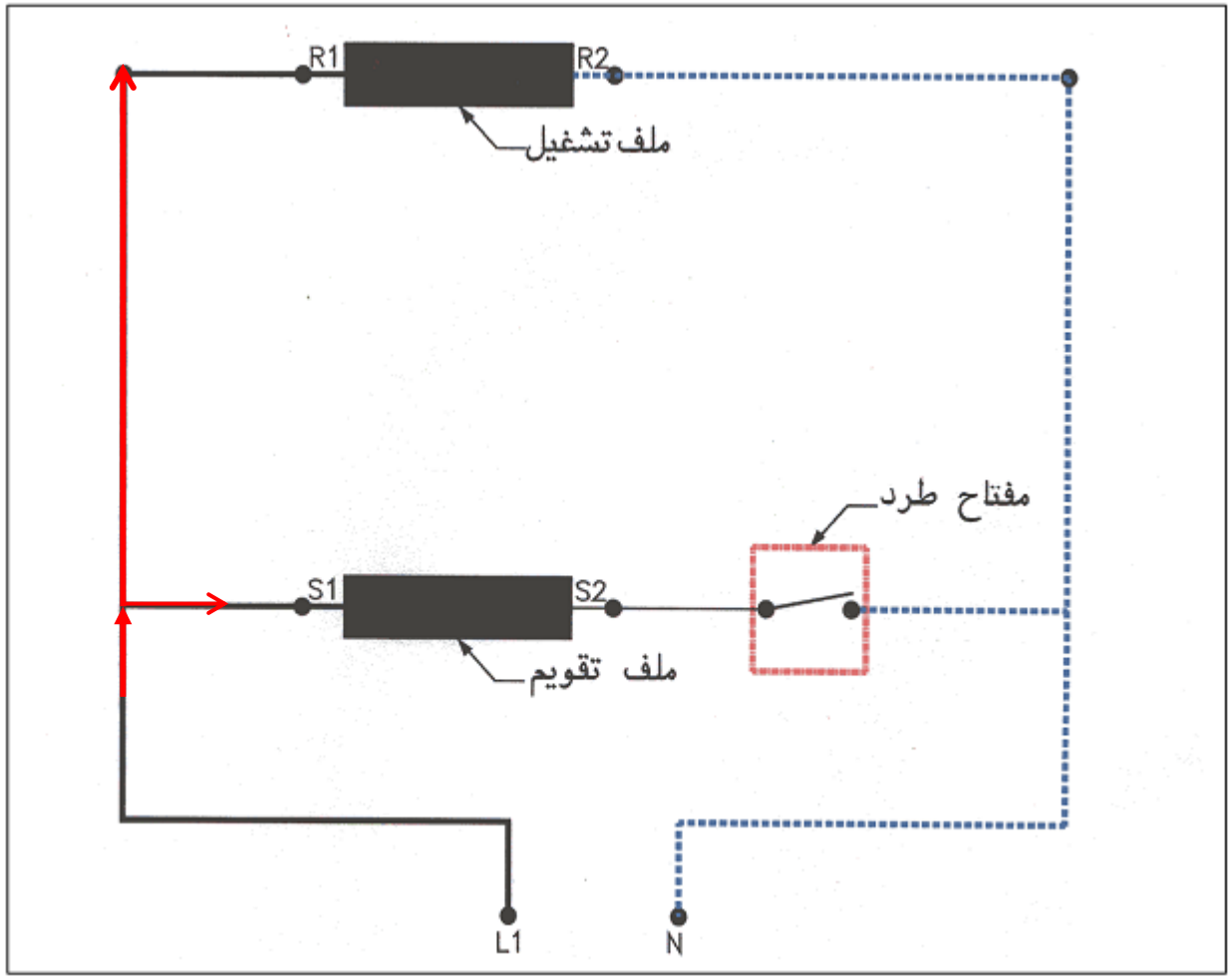
إعادة لف محرك وجه واحد 36 مجرى 4 أقطاب على 3 طرق مختلفة

ملفات التشغيل وملفات التقويم



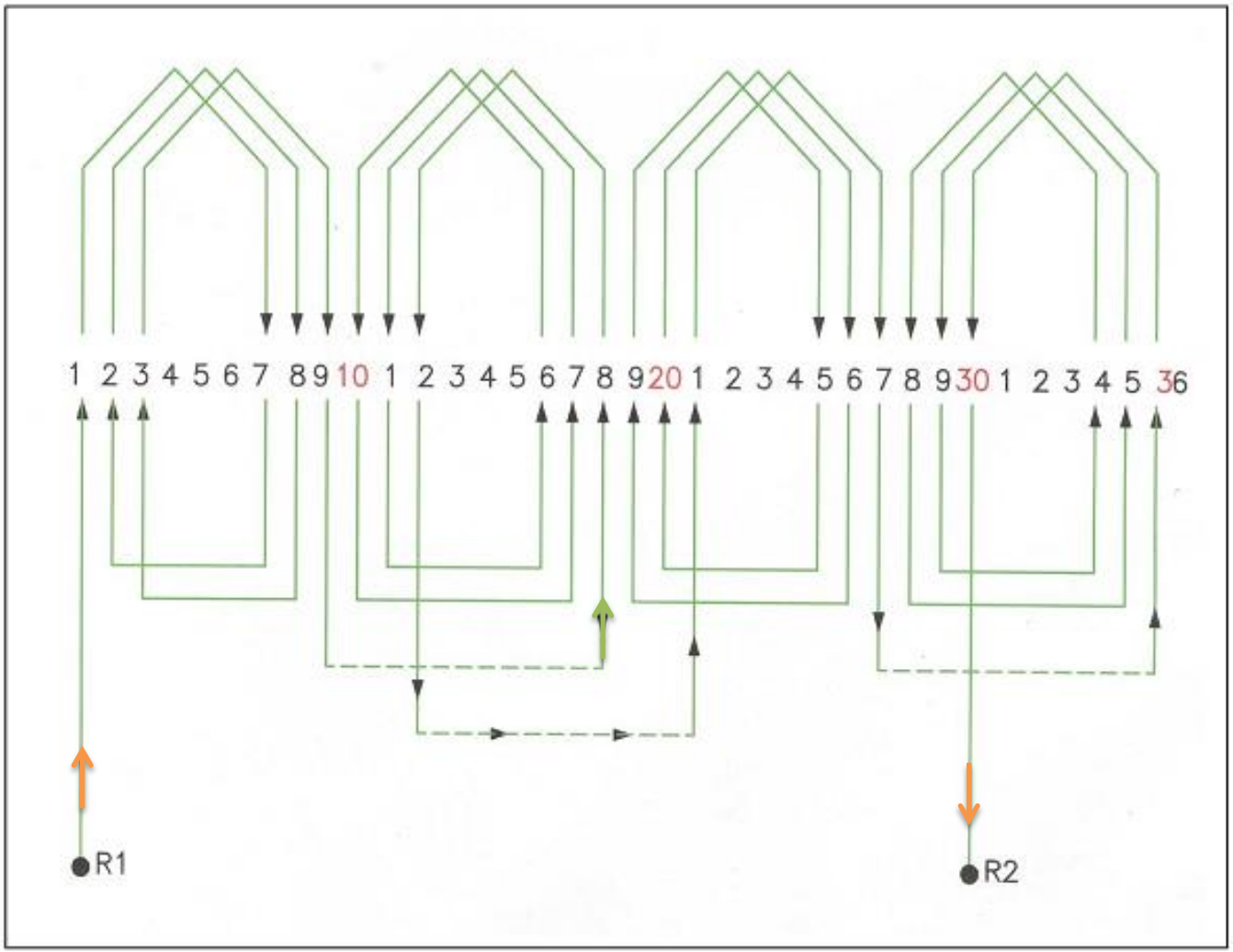
حيث إن أطراف ملفات التشغيل (الأساسية) هي (R1 للبداية) و (R2 للنهاية).

وأطراف ملفات التقويم (المساعدة) هي (S1 للبداية) و (S2 للنهاية).

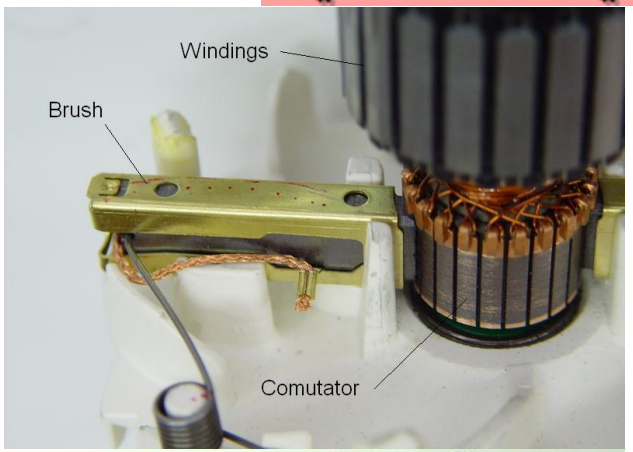


إعادة لف محرك وجه واحد 36 مجرى 4 أقطاب خطوة ثابتة للتشغيل (1 : 7)

توصيل المحرك بمفتاح طرد مركزي ومكثفين (بدء وتشغيل)



لف العضو الدائر للمحرك العام (انطباقي- تموجي)



حيث يقسم لف العضو الدائر إلى قسمين أساسيين:

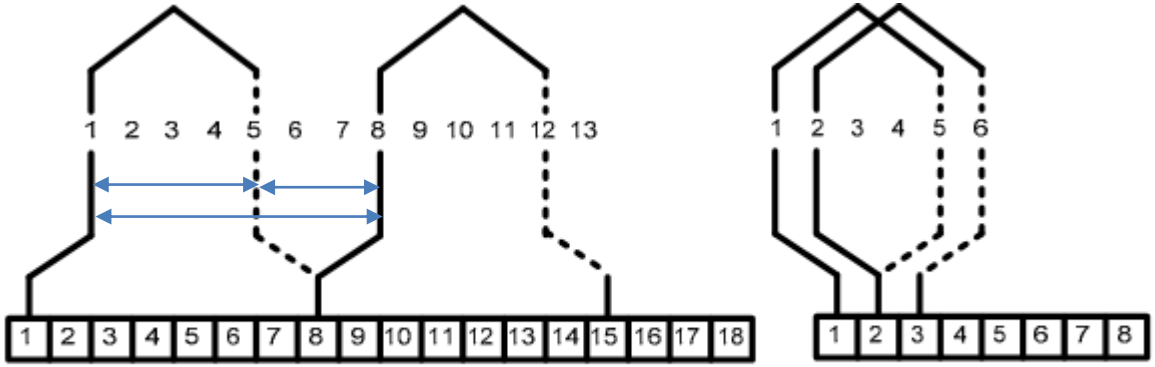
١- اللف الانطباقي(التراكبي)

٢- اللف التموجي.

وكل نوع من هذه الأنواع يقسم إلى قسمين.

١- بسيط وهو يعني وجود ضلع (**وشيعة** واحد بالمجرى.

٢- ومضاعف وهو يعنى وجود ضلعين **وشيعتين** بالمجرى.



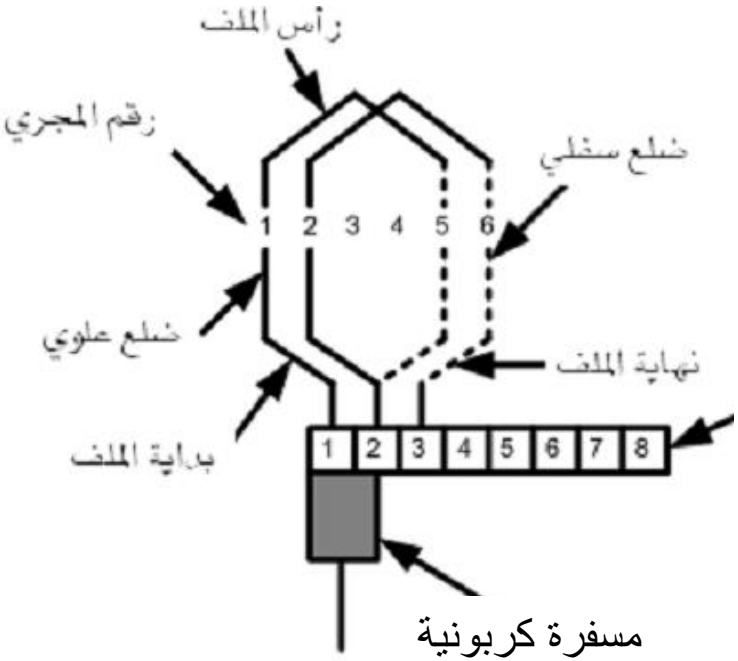
لف انطباقي $2a = 2p$ لف تموجي $2a = 2$ ← عدد الدارات التفرعية

والفرق بين اللف الانطباقي والتموجي ينحصر في طريقة توصيل أطراف الملفات إلى قطع عضو التوحيد.

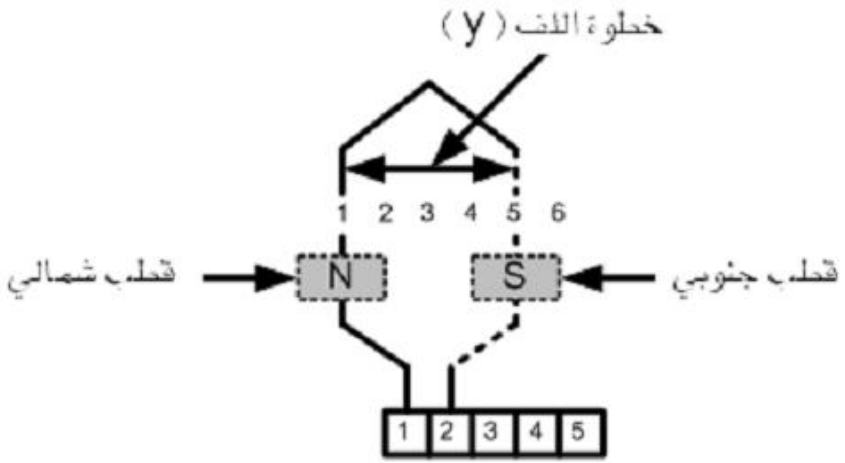
فعند وصل نهاية **وشيعة** مع بداية **وشيعة الواقعة** إلى جانبه نحصل على اللف الانطباقي.

وعند وصل **وشائع** تبعد عن بعضها البعض بمقدار خطوة قطبية كاملة نحصل على اللف التموجي.

تعريفات أساسية لتنفيذ اللف:



صفائح المجمع



الخطوة القطبية للآلة: تعرف الخطوة القطبية للآلة بأنها تساوي البعد بين محوري قطبين مغناطيسيين متجاورين.Yp

- إذا قدرنا الخطوة القطبية بالدرجات فإنها تساوي

$$(Yp = 360/2P = 180/P)$$

- إذا قدرنا الخطوة القطبية بالراديان. أي تساوي $(Yp=2\pi/2p = \pi/p)$
- إذا قدرنا الخطوة القطبية بعدد المجاري. أي تساوي $Y_p = \frac{Z}{2p}$

Z :عدد المجاري

تعريف خطوة اللف: $y_1 = \frac{Z}{2p} \pm \varepsilon$

يرمز لها بالرمز (Y1) وهي عبارة عن عرض الملف وتسمى بالخطوة الأولى. وتقدر بعدد الأضلاع العلوية التي نمر عليها عندما نتقدم على العضو الدائر لننتقل من الضلع العلوي للملف إلى الضلع السفليللملف نفسه

خطوة الوصل:

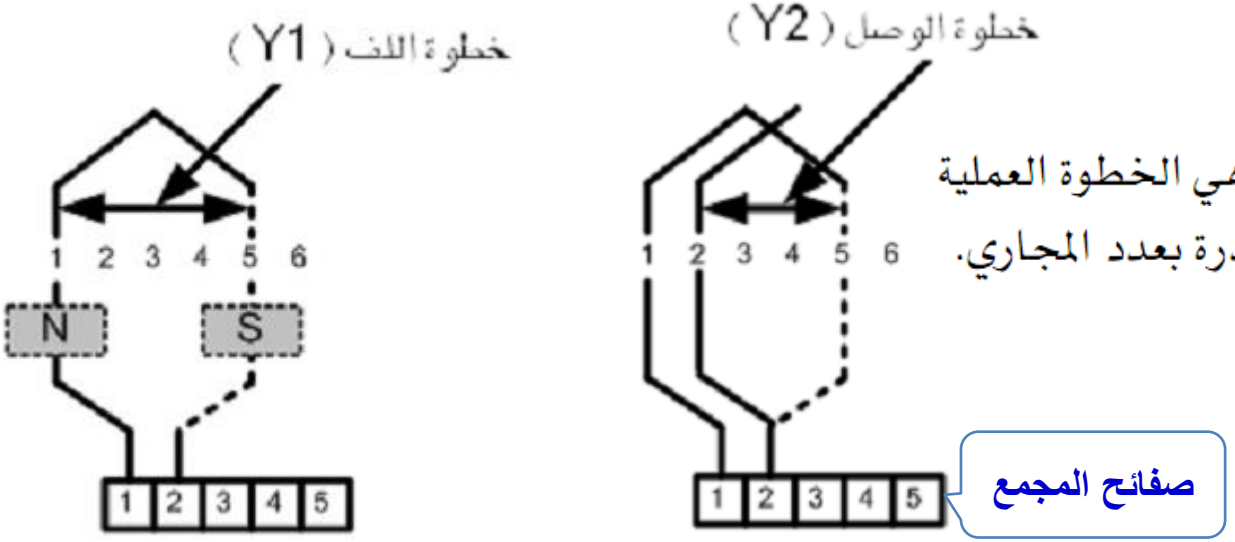
يرمز لها بالرمز (Y2) وتسمى بالخطوة الثانية. وتقدر بعدد الأضلاع العلوية التي تمر عليها عندما تتراجع على العضو الدائر لتنتقل من الضلع السفلي إلى الضلع العلوي لملف آخر.

الخطوة الكلية: وهي الخطوة المحصلة. ففي اللف الانطباقي $y = y_1 - y_2$

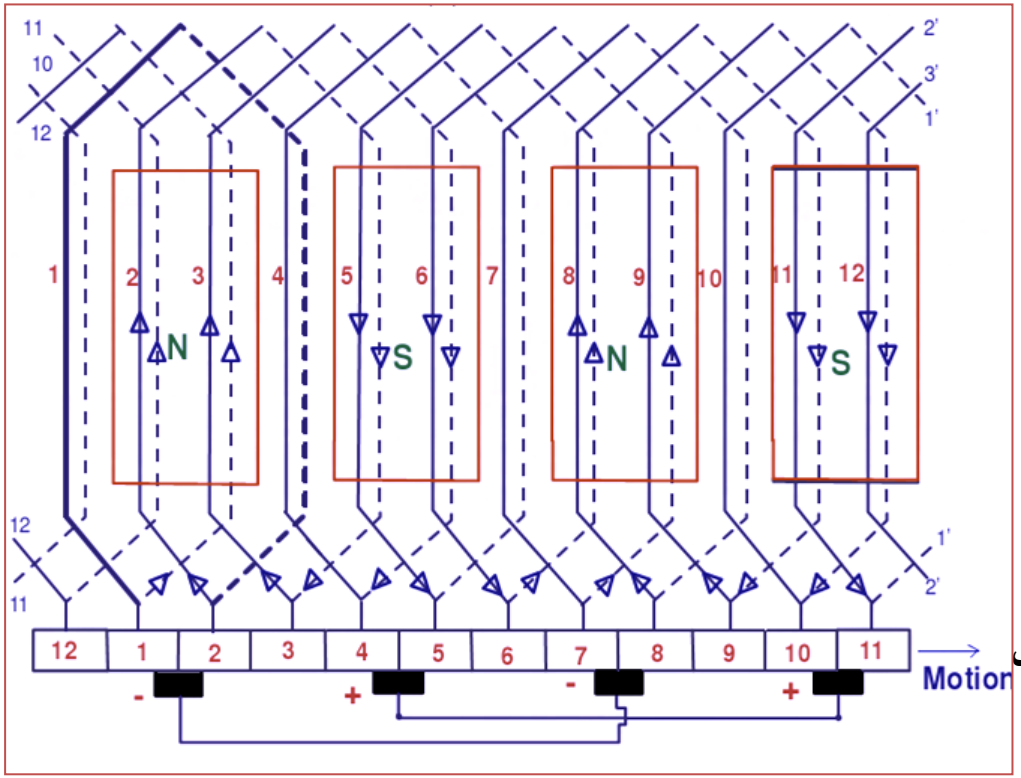
خطوة الموحد: (المجمع) وهي تساوي $Y = Y_K$ وتساوي الخطوة الكلية بشكل دائم

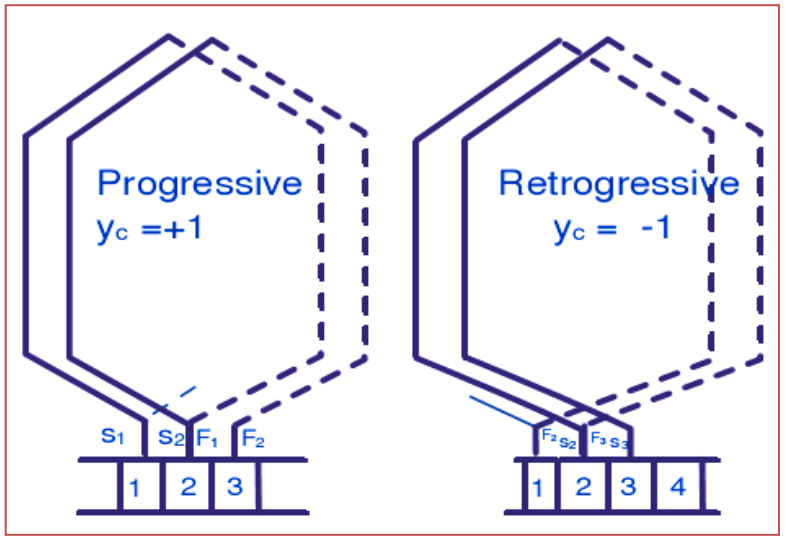
خطوة المجرى: $y_N = \frac{Z}{2p}$

ويرمز لها بالرمز (Y_N) وهي الخطوة العملية أو تسمى خطوة اللف. مقدرة بعدد المجاري.



مخطط اللف الإنطباقي(التراكبي) البسيط للمحرك العام





ملف إنطباقي بسيط متقدم/متراجع

- عدد المسارات المتوازية في الملف الإنطباقي يساوي عدد أقطاب المحرك $(2p = 2a)$

- مفضل للآلات ذات الاستطاعات العالية التي يتجاوز تيارها(500A)

خطوة المجرى (الخطوة القطبية): $y_N = \frac{Z}{2p} = \frac{12}{4} = 3$(مجرى)

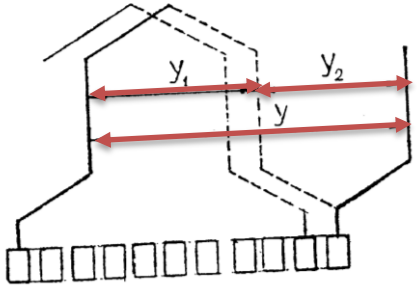
اللف الإنطباقي البسيط للدائر ذي 12 مجرى بأربعة أقطاب

خطوة اللف: $y_1 = \frac{Z}{2p} \pm \varepsilon = \frac{12}{4} \pm 0 = 3$(مجرى)

خطوة كلية: $y = y_1 - y_2 = 3 - 2 = 1$(مجرى)

خطوة المجمع: $y_k = y = 1$(مجرى)

اللف التموجي للدائر



يملك هذا الملف دائماً مساريين متوازيين فقط بين المسفرات

أي : $2a = 2$

إذاً يتم اللف وفق الخطوة:

$$y_1 = \frac{Z}{2p} \pm \varepsilon = \frac{21}{4} = 5{,}25 - 0{,}25 = 5(\text{مجرى})$$

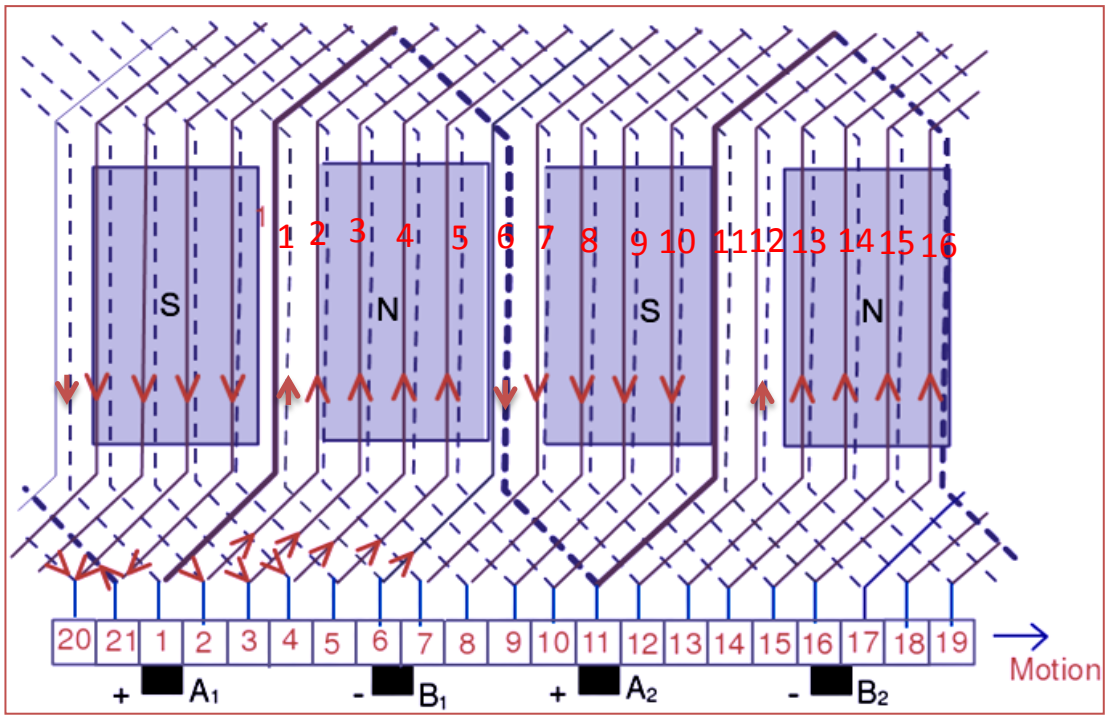
الخطوة اللف الكلية للملف التموجي:

$$y = y_k = \frac{k \pm 1}{p} = \frac{21-1}{2} = 10(\text{مجرى})$$

خطوة المجمع تساوي: $y = y_k = 10$

خطوة الوصل (الخطوة الثانية) تساوي:

$$y_2 = y - y_1 = 10 - 5 = 5(\text{مجرى})$$



ملفاً تموجياً بسيطاً بأربعة أقطاب للدائر $2p = 4$

يملك 21 أخدود الذي يساوي عدد صفائح المجمع

مثال:

محرك كهربائي عدد أقطابه ($2p = 6$) وعدد المجاري في العضو الدائر ($Z = 30$)

المطلوب: حساب الخطوة القطبية لهذا المحرك.

الحل:

١- الخطوة القطبية مقدرة بالدرجة:

$$Yp = 360 / 6 = 60$$

٢- الخطوة القطبية مقدرة بالراديان:

$$Yp = 2\pi / 2p = \pi / p = 180 / 3 = 60$$

٣- الخطوة القطبية مقدرة بعدد المجاري:

$$Yp = Z / 2p = 30 / 6 = 5$$

مقارنة بين اللف التراكبي والتموجي

الجدول 1 مقارنة بين اللف التركي واللف التموجي

	اللف التراكبي Lap winding	اللف التموجي Wave winding
.1	عدد المسارات المتوازية $2a = 2p$	عدد المسارات المتوازية $2a = 2$
.2	عدد مجموعة المسفرات المطلوبة يساوي عدد الأقطاب.	عدد مجموعة المسفرات المطلوبة دائماً يساوي إلى اثنين.
.3	مفضّل من أجل مولدات تتحمل تيار عالي وجهد منخفض.	مفضّل من أجل مولدات تتحمل تيار منخفض وجهد عالي.
.4	عادةً يستخدم من أجل مولدات لقدرة أكثر من 500 أمبير.	عادةً يستخدم من أجل مولدات لقدرة أقل من 500 أمبير.

تحديد الخلل ومعرفة أسبابه في المحرك العام

أولاً: ظاهرة وجود شرارة قوية على الفحمات

الأسباب:

1- وضع خاطئ للفحمات. **(المسفرات) على عضو التوحيد بفعل ارتخاء النابض الضاغط عليها**

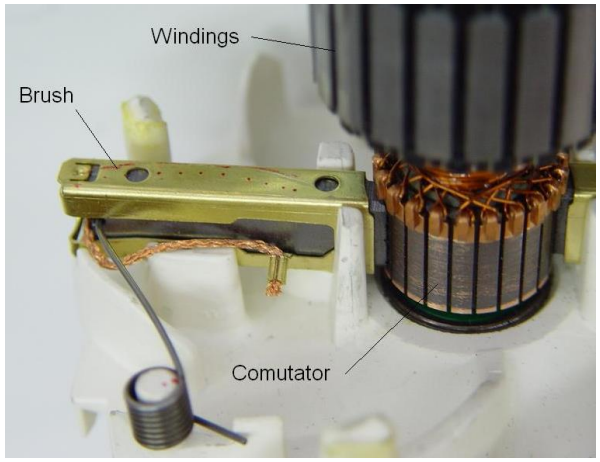
2- وضع خاطئ لأطراف التوصيل لملفات المنتج على نحاسات عضو التوحيد**(المجمع)**

3- قصر في إحدى لفات ملفات المنتج **او** العضو الثابت .

4- عدم انتظام في سطوح المسفرات

5- بروز العازل أو تآكله بين صفائح المجمع

6- عضو التوحيد غير أسطواني بشكل دقيق (عدم تساوي سطوح الصفائح النحاسية للمجمع)



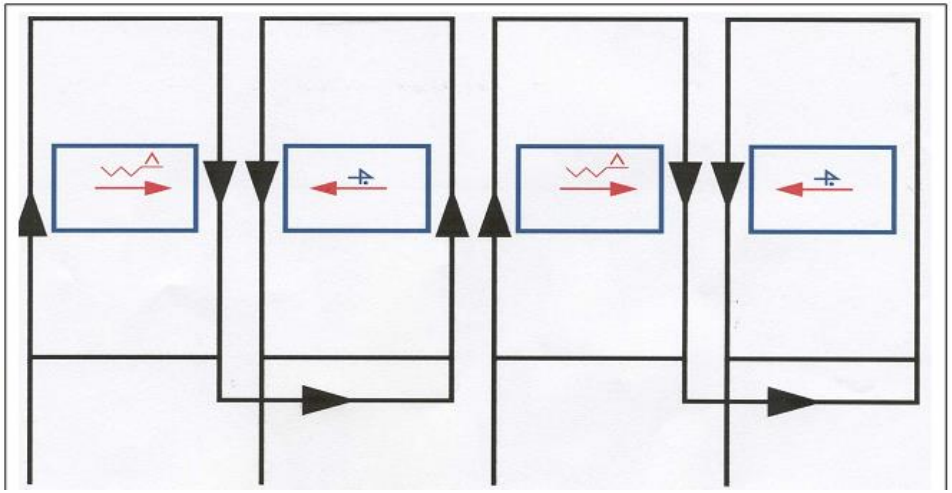
ثانياً: ظاهر ارتفاع درجة الحرارة للمحرك:

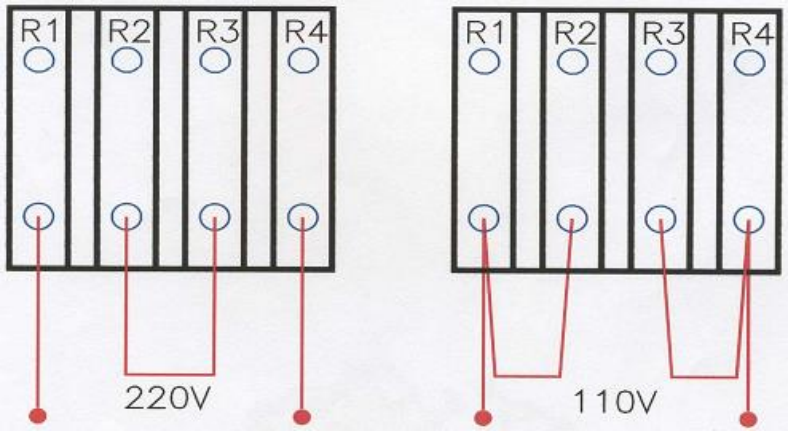
الأسباب:

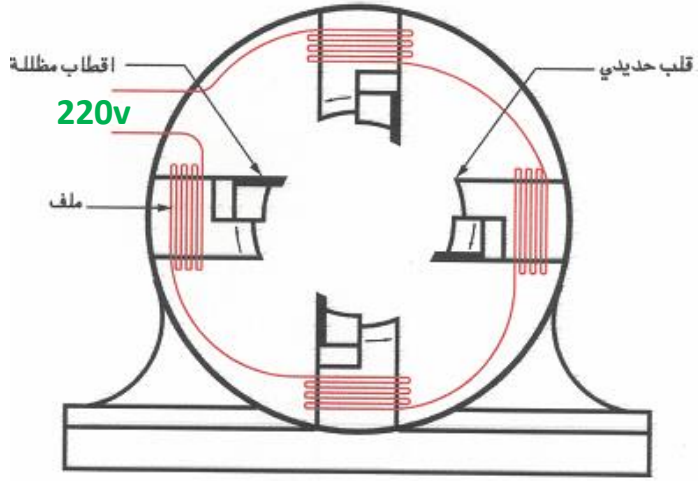
1. اختلال كراسي المحور.
2. قصر في ملفات العضو الثابت أو عضو المنتج (الدوار).
3. وضع خاطئ للفحمات.
4. تحميل زائد للمحرك.

لف المحرك ذي أقطاب بارزة مظللة على جهد 220 فولت.

مجال استخدامه : في الآلات التي تحتاج إلى عزم دوران ابتدائي منخفض مثل المراوح قدرته تتراوح ما بين 1/100 إلى 1/20 حصان يعمل على تيار متردد







محرك ذو قطب مظلل بأربعة أقطاب موصلة على التوالي بحيث تنتج قطبية مختلفة في الأقطاب المتجاورة.

مقدمة عن المحركات ثلاثية الطور ومعرفة أنواعها

تعريف المحرك:

هو جهاز أو أداة تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية تستخدم في إدارة الآلات والمعدات.

تكون المحركات عرضة للتلف الجزئي الذي يمكن إصلاحه وهو أما ميكانيكي أو كهربائي ويكون العطل دائماً في ملفات العضو الثابت وهو نتيجة للأسباب التالية:

1- **ارتفاع التيار المار في المحرك.**
2- **حدوث قصر في دائرة الملفات المتجاورة.**
3- **اتصال الملفات بجسم المحرك نتيجة الاحتراق للموازل.**

وعند حدوث أي سبب من هذه الأسباب يلزم فك الملفات القديمة وإعادة لفها من جديد

أجزاء المحرك ثلاثي الأوجه:

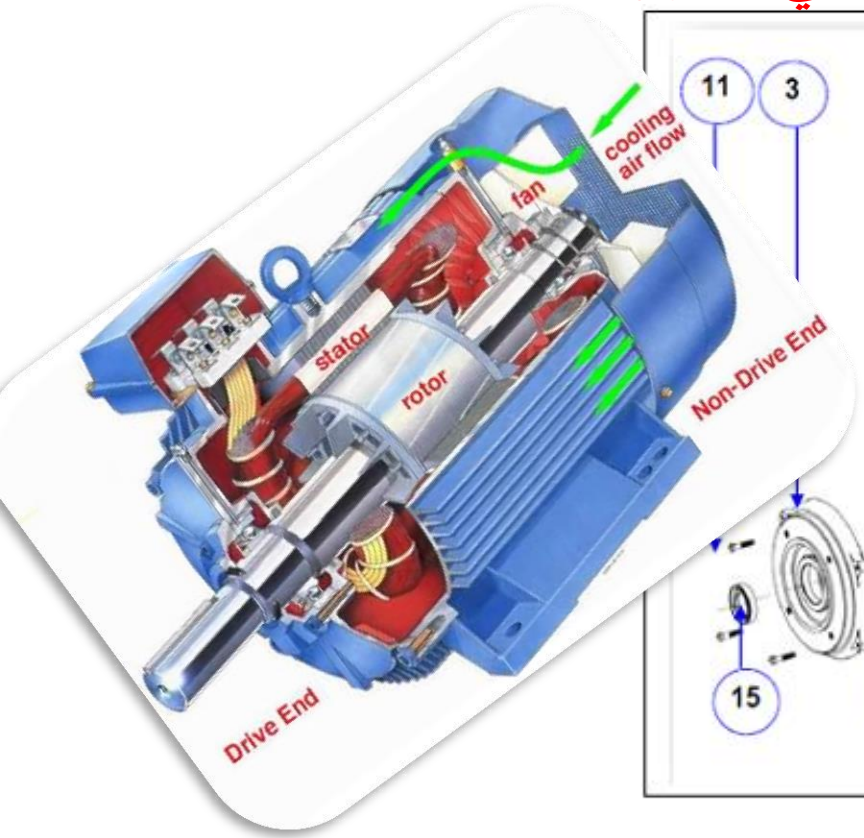
1- **العضو الثابت ويتكون من التإلى:**
   - الهيكل الخارجي (الإطار)
   - قلب العضو الثابت
   - ملفات العضو الثابت

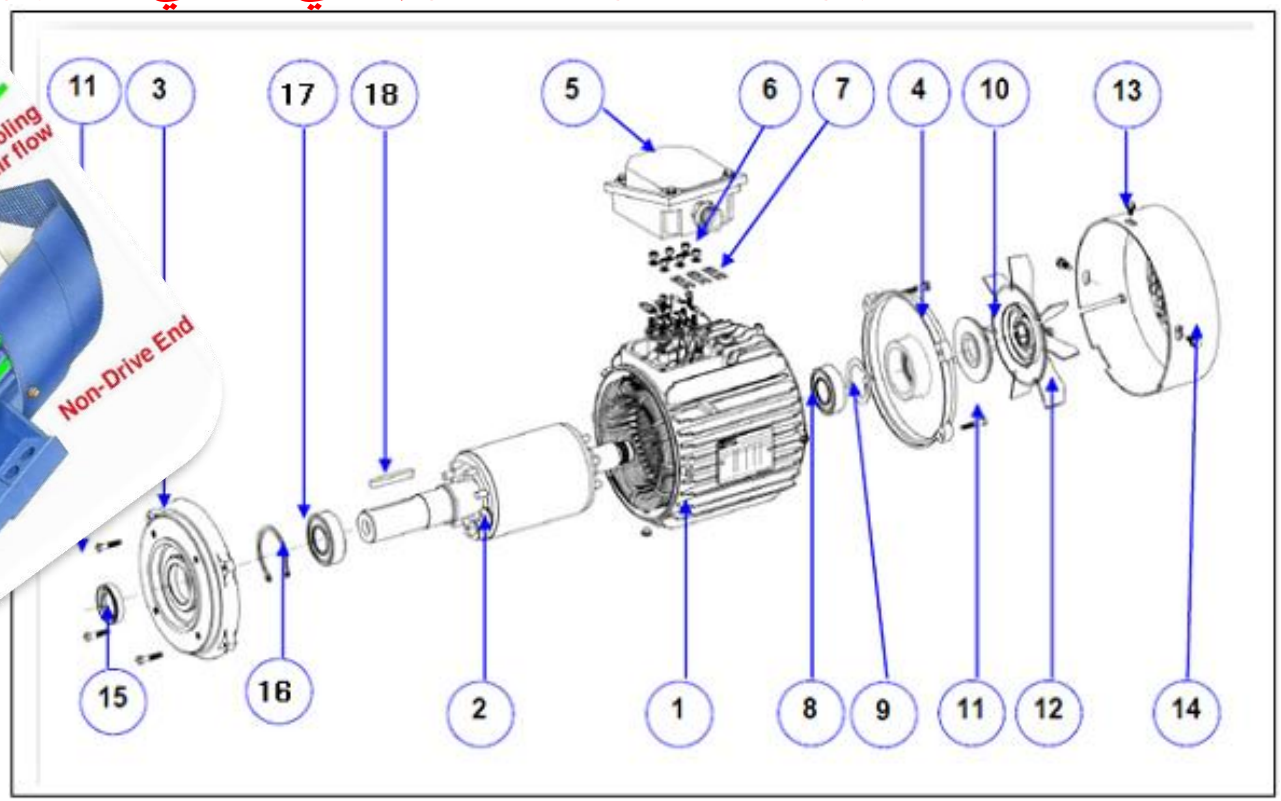
2- **العضو الدائر وهو نوعان:**
   - العضو الدائر ذو القفص السنجابي
   - العضو الدائر الملفوف

3- **الأغطية الجانبية:**

4- **مروحة التهوية:**

أجزاء المحرك التحريضي ثلاثي الطور





الرقم	اسم العنصر	الرقم	اسم العنصر	الرقم	اسم العنصر
1	عضو ثابت ملفوف	8	رمان خلفي	15	طوق أمامي
3	غطاء أمامي	10	فاصلة	16	كلبس
4	غطاء خلفي	11	براغي تثبيت الأغطية	17	**رولمان أمامي**
5	علبة التوصيل	12	مروحة التهوية	18	سكة الربط

مزايا وعيوب المحرك ثلاثي الطور ذي القفص السنجابي وذي العضو الدائر الملفوف

مزايا المحرك ذي القفص السنجابي:

1- أقل تكلفة وأبسط في التركيب.
2- سهولة بدء التشغيل وصيانته.
3- أكثر انتشاراً من النوع الآخر.

عيوب المحرك:

1- تيار بدء التشغيل عالٍ.
2- عزم الدوران أقل.
3- تقل السرعة بزيادة الحمل.
4- حساس لأي تغير في الجهد.

مزايا المحرك ذي العضو الدائر الملفوف:

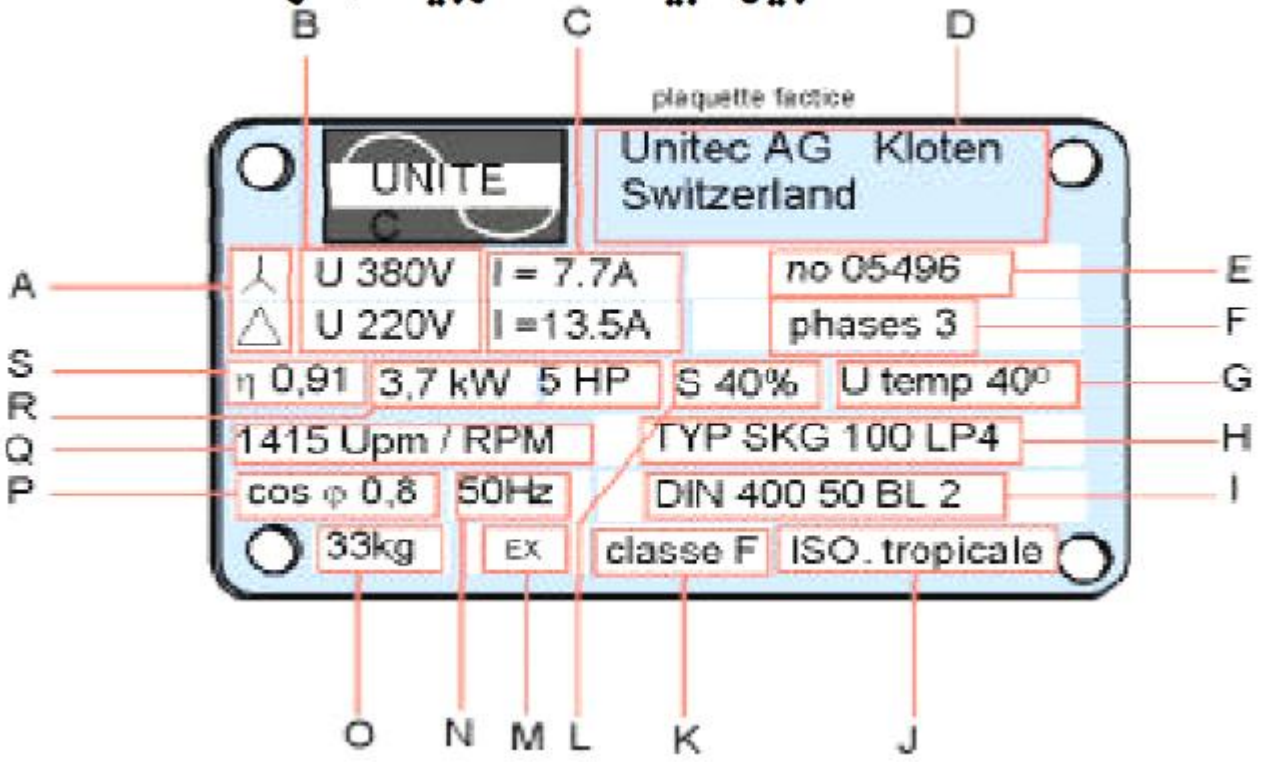
1- عزم الدوران أعلى من النوع ذي القفص السنجابي.
2- تيار بدء الدوران قليل.
3- يمكن تغيير سرعته باستعمال مقاومة خارجية.

عيوب المحرك:

1- ارتفاع التكلفة.
2- مردوده أكبر قليلاً من ذي القفص السنجابي
3- يحتاج لصيانة بشكل مستمر.
4- تقل سرعته بزيادة الحمل.

خطوات فك المحركات ثلاثية الطور:

1. تسجيل البيانات الخارجية للمحرك.



C تيار الحمل 7.7 A على 380 v
13.5 A على 220 v

D الشركة الصانعة

E رقم المحرك

F عدد الفازات

N التردد هنا 50 Hz يمكن أن يشتغل على 60 Hz لكنالسرعة والقدرة تزيد بنسبة 20٪

O وزن المحرك

P معامل القدرة

K قسم المحرك حرارة

المحرك داخلالملفات

Y →	90° C
A →	105°C
E →	120°C
B →	130°C
F →	155°C
H →	180°C
C →	≥ 180°C

L الخدمة

S1 خدمة متواصلة24/24

S1 = 100%
S2 = 80%
S3 = 60%
S4 = 40%

R قدرة المحرك

1HP = 1 = 0.736 kW
1 kW = 1,35 = 1,35 HP

B جهد المحرك
220V على دلتا
380 V على نجمة

2. تسجيل البيانات الداخلية.

البيانات الداخلية:			
عدد مجاري المحرك		عدد الملفات	
عدد المجموعات		عدد لفات **الوشيعة**	
عدد الملفات في المجموعة		قطر السلك (ملم)	
نوعية الفورم		خطوة اللف	

أولا – معرفة نوعية اللف وحساب خطوة اللف:

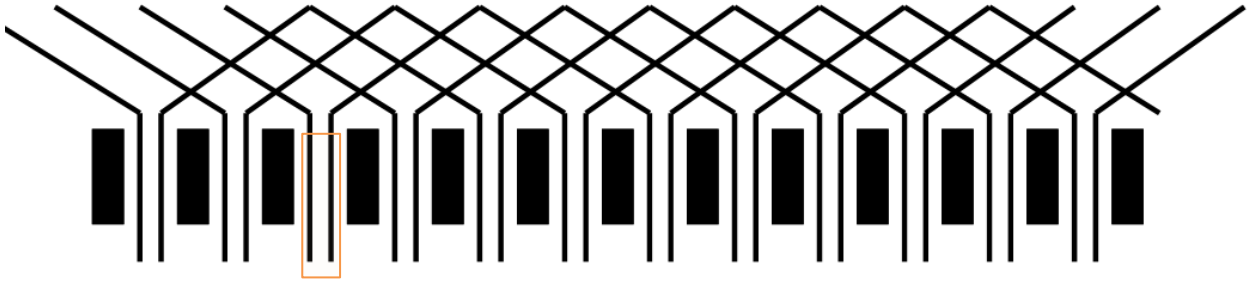
١ – يلف المحرك على أساس جنب واحد في المجرى (لف آحادي الطبقة)

جنب الملف يقصد به الجهة من الملف التي توضع في مجرى المحرك وقد تطول وتقصر حسب المجرى

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

٢ – يلف المحرك على أساس جنبين في المجرى: **(لف ثنائي الطبقة)**

وكما يلاحظ 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 محركاً له من المجاري ١٢ مجرى وله من الأقطاب قطبان فإن خطوة اللف الخاصة به

١٢

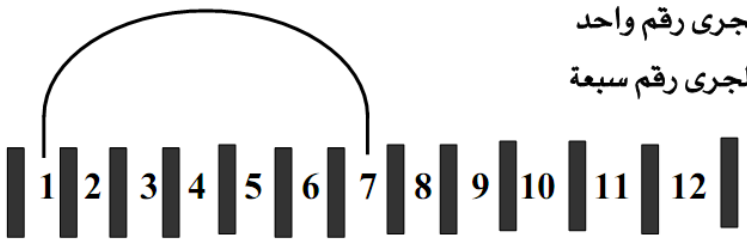
تكون ـــــــــ = ٦+١ = ٧ فخطوة اللف تكون (١ - - ٧)

٢

وتكون الخطوة بهذا الشكل

فالجنب الأول في المجرى رقم واحد

والجنب الثاني في المجرى رقم سبعة



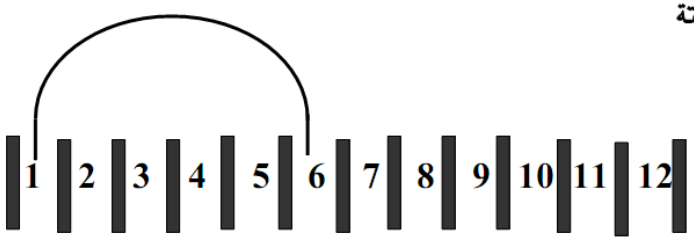
٢- تحسب على أساس عدد مجاري القطب فقط وتسمى (قطبية فقط)

ولنفس المحرك السابق تكون خطوة اللف الخاصة به (١ - - ٦)

وتكون الخطوة بهذا الشكل

فالجنب الأول في المجرى رقم واحد

والجنب الثاني في المجرى رقم ستة



٣- تحسب على أساس عدد مجاري القطب ناقصاً مجرى واحد وتسمى (قطبيه –١)

وكذلك لنفس المحرك السابق تكون خطوة اللف (١ - - ٥)

وبهذا الشكل

فالجنب الأول في المجرى رقم واحد

والجنب الثاني في المجرى رقم خمسة

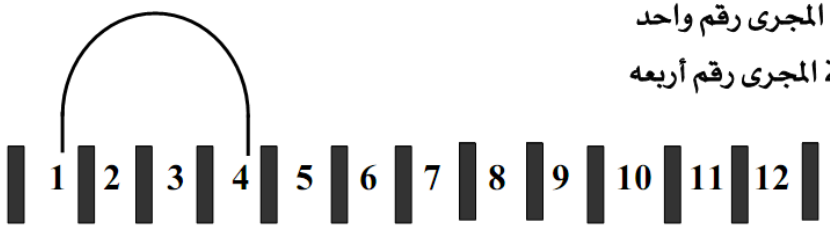
٤- تحسب على أساس عدد مجاري القطب ناقصاً مجريين وتسمى (قطبية –٢)

وتكون الخطوة لنفس المحرك (١ - - ٤)

وهي بهذا الشكل

فالجنب الأول في المجرى رقم واحد

والجنب الثاني في المجرى رقم أربعه



ثانيا - اختيار مساحة مقطع السلك المناسب للف :

تتحدد 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 بها 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 فمساحة مقطع السلك المناسب للف تزداد كلما استمر المحرك بالعمل فإنه تبعاً لذلك ترتفع 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. فالمكان المغلق يختلف عن المكان المفتوح أوشبه المفتوح وكذلك طريقة التبريد للملفات المحرك

ويمكن تحديد مساحة المقطع حسب العوامل السابقة مرتبطة ببعضها 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.

وهناك جداول تحدد التيار المناسب للمحرك بناءاً على قدرته وطريقة عمله ومكانه فعند إيجاد مساحة مقطع السلك يتم تقسيم شدة التيار على كثافته وينتج عندنا في النهاية مساحة المقطع كما يبينه المثال التالي:

محرك قدرته ١,٥ كيلووات يعمل فترات قصيرة على جهد ٢٢٠ فولت له معامل 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: (بفرض أن المردود كبير بحيث يقترب من الواحد).

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

$$I_{1n} = \frac{P_n}{\eta_n \cos\varphi_n \sqrt{3} V_1}$$

المردود

وعندما أوجدنا شدة التيار يمكن الآن إيجاد مساحة مقطع السلك حيث إن كثافة التيار للمحركات الصغيرة(٢حصان وأقل) تتراوح من٦ إلى ٧ وعلى هذا يطبق قانون إيجاد مساحة المقطع

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

(فرضناها 7A/mm2)

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.

محركات أحادية الطور
SINGLE PHASE MOTORS

قدرة المحرك Motor H.P	الجهد Input Voltage	اعلى تيار مسحوب Full Load Amperes	تيار القاطع الكهربائي Breaker Size	حجم السلك AWG Min.Copper Wire Size
3/4	230-240	6.9	15	14
1	230-240	8	15	14
3	230-240	17	35	12
5	230-240	28	60	10
7 1/2	230-240	40	80	8

محرك ثلاثية الأطوار
THREE PHASE MOTORS

قدرة المحرك Motor H.P	الجهد Input Voltage	اعلى تيار مسحوب Full Load Amperes	تيار القاطع الكهربائي Breaker Size	حجم السلك AWG Min.Copper Wire Size
3/4	230-240	3.2	15	14
1	230-240	4.2	15	14
3	230-240	9.6	20	14
5	230-240	15 1/15	30	14
7 1/2	230-240	22	45	10

قطر الناقل المعزول[mm]	القطر الناقل غير معزول[mm]
1,051	1,0
1,102	1,05
1,153	1,10
1,173	1,12
1,2035	**1,15**
1,2345	1,18
1,305	1,20
1,305	1,25
1,356	1,30
1,3765	1,32

مقطع السلك المستخدم

قطر الناقل المستخدم في اللف:

$$d_{co} = \sqrt{\frac{4A_{co}}{\pi}}$$

المواصفات الاسمية لمحرك تحريضي ثلاثي الطور

- الاستطاعة الاسمية $P_n[\mathrm{W}] = 5.5\mathrm{KW}$
- سرعة التواقت $n_1[\mathrm{rpm}] = 1800$
- تردد التشغيل $f_1[\mathrm{HZ}] = 60$
- جهد الخط $V_1[\mathrm{v}] = 460\mathrm{V}$
- عدد الأطوار m=3
- وصل الأطوار نجمي
- عامل الاستطاعة $\cos\varphi_n = 0{,}83$
- المردود المطلوب $\eta = 0{,}895$
- عدد مجاري الثابت: $Z_s = 36$

السرعة التواقتية (سرعة الساحة المغناطيسية n_1):

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p_1} \longrightarrow p_1 = 2$$

عدد أقطاب الثابت:

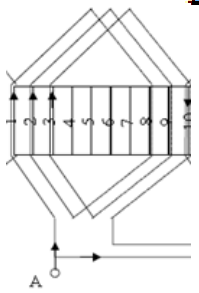
$$2p_1 = 4$$

معامل القوة المحركة الكهربائية:

$$K_E = 0{,}98 - 0{,}005 p_1 = 0{,}97$$

عدد مجاري الثابت لكل قطب ولكل طور:

$$q = \frac{Z_s}{2p.m} = \frac{36}{4} = 3$$



توزيع ملف الثابت على وشائع ذات طبقتين

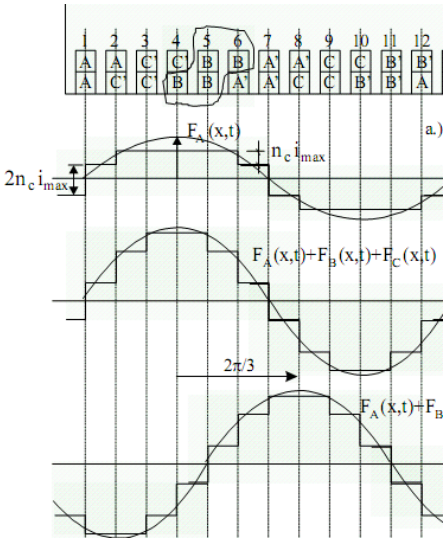
خطوة اللف الكاملة (تساوي الخطوة القطبية):

$$y = \tau = \frac{Z_s}{2p}$$

معامل اختصار خطوة اللف:

$$\beta = \frac{y}{\tau} = \frac{7}{9} = 0.78$$

$$\begin{cases} \beta \epsilon [0{,}58 - 0{,}65] \longrightarrow for \quad 2p = 2 \\ \beta \epsilon [0{,}78 - 0{,}83] \longrightarrow for \quad 2p \geq 4 \end{cases}$$



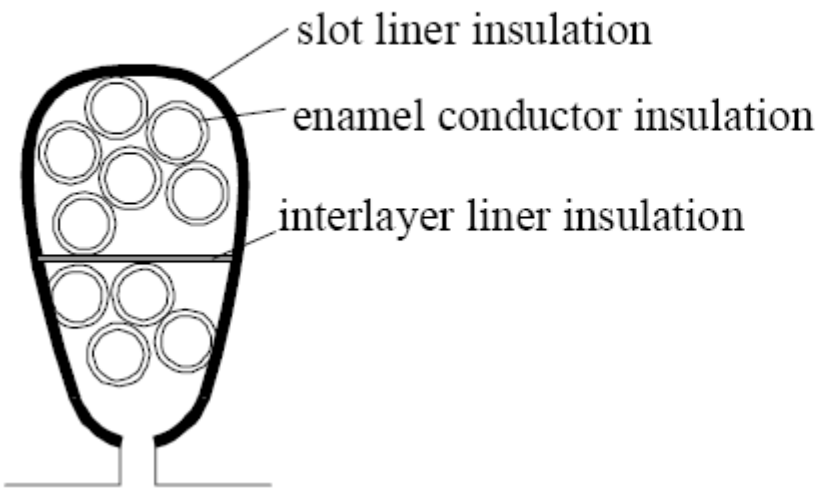
الغاية من عامل اختصار للخطوة:

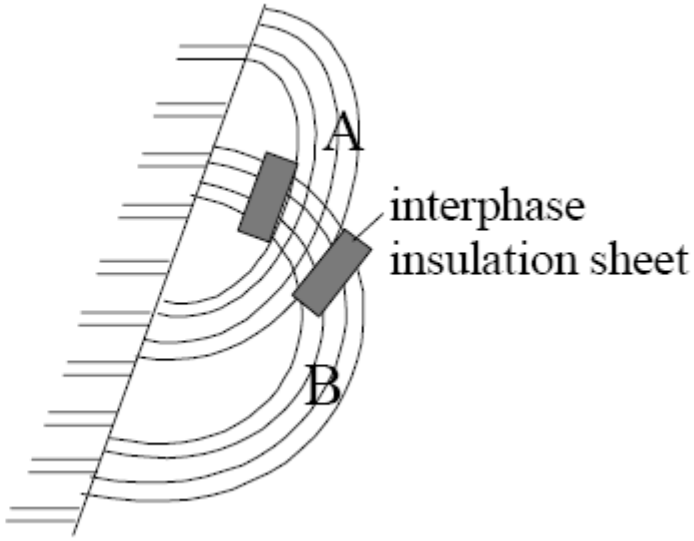
١- تحسين منحني توزع التحريض في الثغرة الهوائية وجعله أقرب للشكل الجيبي
(تخفيض أول خمس توافقيات فراغية للقوة المحركة المغناطيسية)

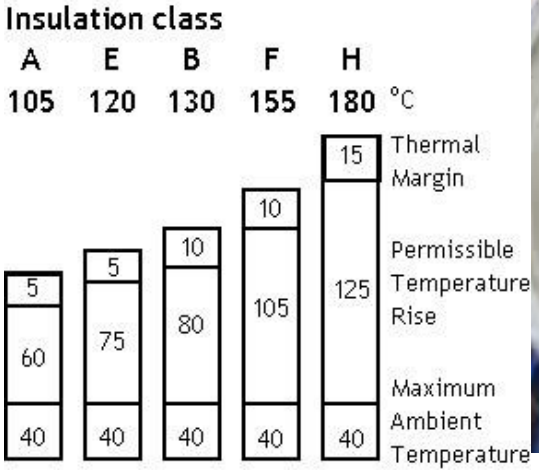
٢- تقليل الضياعات النحاسية

٣- تقليل كمية النحاس المستخدمة لتحضير القسم الجبهي لوشائع ملف الثابت

العزل في أخاديد الثابت







- العزل مابين الأطوار والمجرى يكون من أجل درجة حرارة للصنف A باستخدام ورق السيللوز أو بشريط من البوليستير أو البوليمير
- في بعض الأحيان يتم طلاء جدران الأخاديد بمادة الراتنج باستخدام تقنية الجذب الكهروستاتيكي لحبيبات الراتنج ثم يتم تسخين الثابت لدرجة تكفي لصهر حبيبات الراتنج وبالتالي يصبح سطح الثابت الداخلي أملس.

تحديد معاملات الملفات

- معامل التوزيع :

$$K_{q1} = \frac{\sin\frac{\pi}{6}}{q\sin\left[\frac{\pi}{6q}\right]} = \frac{0,5}{3\sin\left[\frac{\pi}{18}\right]} = 0,9598$$

- معامل اختصار الخطوة:

$$K_{y1} = \sin\frac{\pi}{2}\frac{y}{\tau} = \sin\frac{\pi}{2}\frac{7}{9} = 0,9397$$

- معامل اللف لملف الثابت:

$$K_{w1} = K_{q1}.K_{y1} = 0,9598 \cdot 0,9397 = 0,9019$$

- الفيض الناتج عن قطب واحد:

$$\phi = \alpha_i.\tau.L.B_g$$

- كثافة الفيض المغناطيسي في الثغرة الهوائية:

$$B_g = (0,5-0,75)T \quad for \quad 2P_1 = 2$$
$$B_g = (0,65-0,78)T \quad for \quad 2P_1 = 4 \Rightarrow B_g = 0,7$$
$$B_g = (0,7-0,82)T \quad for \quad 2P_1 = 6$$
$$B_g = (0,75-0,85)T \quad for \quad 2P_1 = 8$$

$$\phi = 0,729 \cdot 0,0876 \cdot 0,1315 \cdot 0,7 = 5,0878 \cdot 10^{-3} wb$$

فرضيات :

$\alpha_i = 0,729$

$K_f = 1,085$

$\alpha_i \in (0,7-0,8)$

$1,11 > K_f > 1,02$

تحديد عدد اللفات والنواقل في الطور

- عدد اللفات بالطور:

$$W_1 = \frac{K_E . v_{1ph}}{4K_f . K_{w1} . f_1 . \emptyset} = \frac{0,97 \cdot \left[\frac{460}{\sqrt{3}}\right]}{4 \cdot 1,085 \cdot 0,902 \cdot 60 \cdot 5,878 \cdot 10^{-3}} = 186,8 \text{ turns/phase}$$

- عدد النواقل بالمجرى:

$$n_s = \frac{1 \cdot 186,8}{2 \cdot 3} = 31,33$$ (عدد صحيح وزوجي)

- إعادة حساب كثافة الفيض المغناطيسي في الثغرة الهوائية:

$$n_s = \frac{a_1 . W_1}{p_1 . q} \cong 30$$

$$a_1 = 1$$

$$W_1 = \frac{p_1 . q . n_s}{a_1} = 2.3.30 = 180$$

$$B_g = 0,7 \cdot \frac{186,8}{180} = 0,726T$$

$a_1 \epsilon (1,2,4,6)$ ← متعلق بعدد الأقطاب ويقبل القسمة عليه

- التيار الاسمي:

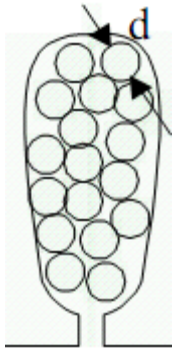
$$I_{1n} = \frac{P_n}{\eta_n \cos\varphi_n \sqrt{3} V_1} = \frac{5500}{0,895 \cdot 0,83 \cdot 1,73 \cdot 460} = 9,303A$$

$$J_{cos} = (4 \dots 7) \frac{A}{mm^2} \quad \text{for} \quad 2P_1 = 2,4$$

$$J_{cos} = (5 \dots 8) \frac{A}{mm^2} \quad \text{for} \quad 2P_1 = 6,8$$

$$J_{cos} = 4,5 \ A/mm^2$$

ينصح أن لا تزيد كثافة التيار عن المسموح به لأنه سيؤدي إلى نقصان المردود وارتفاع درجة الحرارة بسرعة



تحديد مقطع الناقل المستخدم

- **مقطع الناقل المستخدم في ملف الثابت:**

$$A_{co} = \frac{I_{1n}}{J_{cos} \cdot a_1} = \frac{9,303}{4,1.1} = 2,06733 mm^2$$

a_1: عدد الدارات التفرعية

$$A_{co} = a_p \cdot \frac{\pi . d_{co}^2}{4}$$

a_p: عدد النواقل التفرعية

قطر الناقل:

$$d_{co} = \sqrt{\frac{4A_{co}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4.2,06733}{\pi}} = 1,622mm$$

>1.3

$$d_{co} = \sqrt{\frac{4A_{co}}{\pi . a_p}} = \sqrt{\frac{4.2,06733}{\pi . 2}} = 1,15mm$$

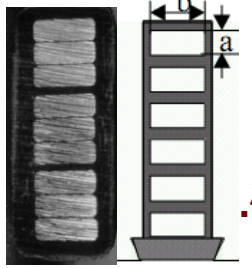
قيمة قياسية

$. a_p = 2$

$n_s = 30$ ← ١٥ لفة لكل وشيعة مكونة من ناقلين متوازيين

إذا كان $a_p > 4$ ⟸ $a_1 > 1$

قطر الناقل المعزول[mm]	القطر الناقل غير معزول[mm]
1,051	1,0
1,102	1,05
1,153	1,10
1,173	1,12
1,2035	**1,15**
1,2345	1,18
1,305	1,20
1,305	1,25
1,356	1,30
1,3765	1,32



- إن اختيار عدد الفروع المتوازية لملف الثابت متعلق بعدد الأقطاب، ونزيد عدد الفروع عندما يكون التيار كبيراً حيث يتطلب مقطعاً كبيراً للناقل وينتج عنه صعوبة في اللف وظهور أثر للقشرة في الناقل.

- النواقل ذات المقطع المستطيل يجب أن تصنع بارتفاع منخفض (a<3,55mm) للتقليل من الظاهرة القشرية وهذا يعني أن تبقى مقاومة الناقل مع التيار المتناوب منخفضة و تستخدم هذه النواقل مع المحركات ذات الاستطاعة الضخمة.

أقطار الأسلاك القياسية المعزولة وبدون عزل

قطر الناقل المعزول [mm]	قطر الناقل غير معزول [mm]
0,327	0,3
0,348	0,32
0,348	0,33
0,359	0,35
0,3795	0,38
0,4105	0,40
0,4315	0,42
0,4625	0,45
0,4835	0,48
0,515	0,50
0,536	0,53
0,5875	0,55
0,6185	0,58
0,639	0,60
0,6705	0,63
0,691	0,65
0,7145	0,67
0,742	0,70
0,7525	0,71
0,749	0,75

الثابت بملفات ثلاثية الطور، يملك 36مجرى، اللف ثنائي الطبقة تطابقي باختصار للخطوة 7/9=

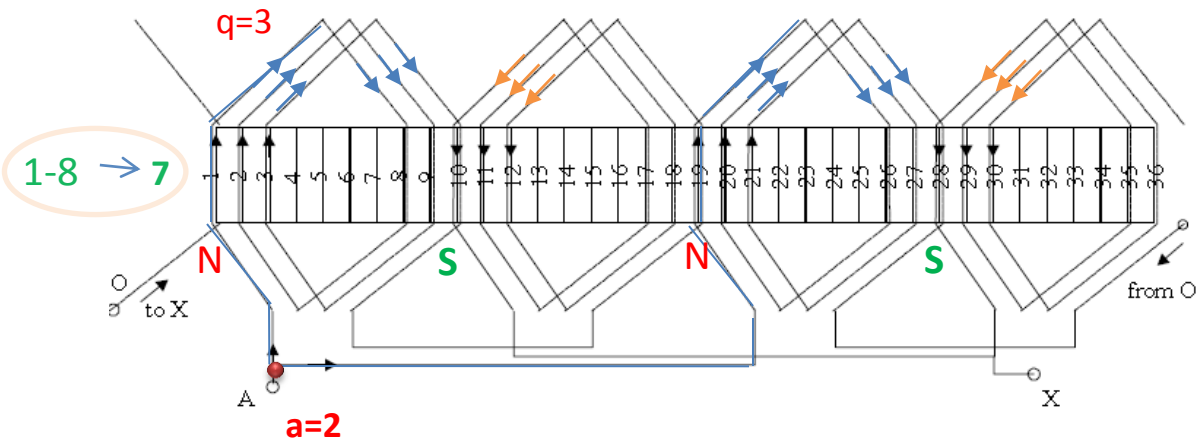
$2P_1 = 4$

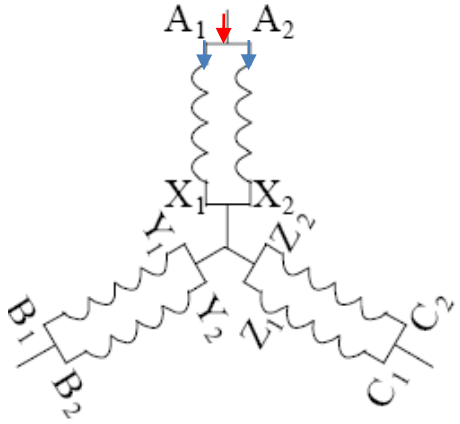
قطر الناقل المعزول [mm]	قطر الناقل غير معزول [mm]
1,305	1,25
1,356	1,30
1,3765	1,32
1,407	1,35
1,4575	1,40
1,508	1,45
1,559	1, 5

$2p_1 = 4$ poles, $q = 3$, $y/\tau = 7/9$, $N_s = 36$ slots, $a = 2$ current paths.

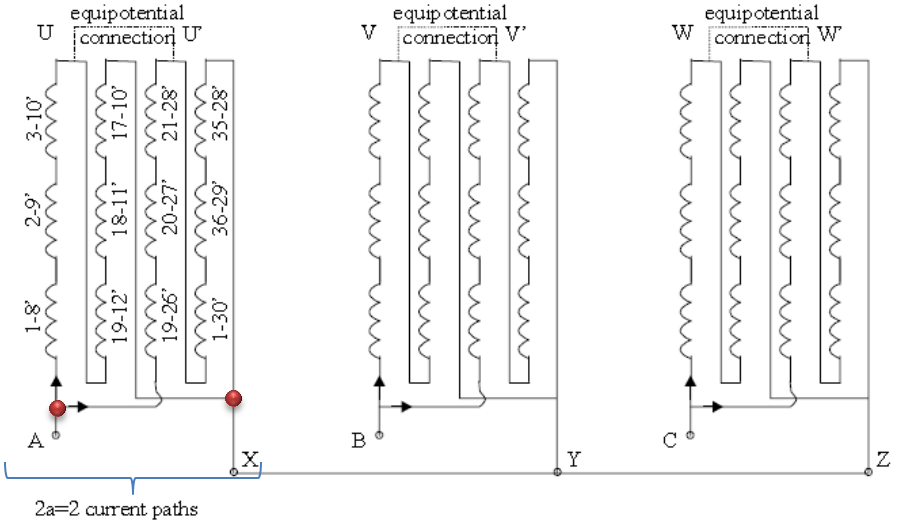
متعلق بعدد الأقطاب
ويقبل القسمة عليه

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
layer1	A	A	A	C'	C'	C'	B	B	B	A'	A'	A'	C	C	C	B'	B'	B'	A	A	A	C'	C'	C'	B	B	B	A'	A'	A'	C	C	C	B'	B'	B'
layer2	A	C'	C'	C'	B	B	B	A'	A'	A'	C	C	C	B'	B'	B'	A	A	A	C'	C'	C'	B	B	B	A'	A'	A'	C	C	C	B'	B'	B'	A	A	

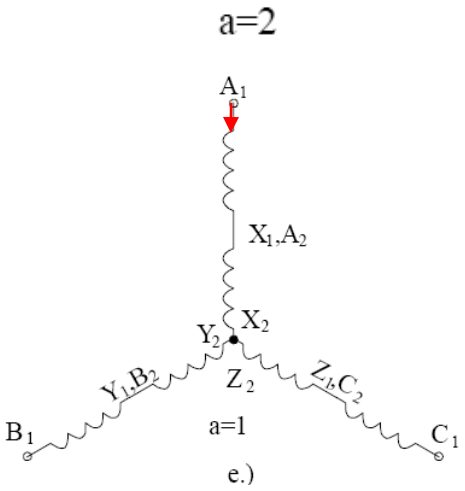




مجموعة وشائعية



طور



تصميم مجاري الدوار

DESIGN OF ROTOR SLOTS

- **الاختيار غير الصحيح وغير الأمثلي لعدد مجاري الدائر يؤدي:**

تزايد الضياعات – ظهور قوى مماسية ومحورية تؤدي لتشويه مواصفات الاقلاع للمحرك أو اخفاقه - تزايد الضجيج

للتخلص من العزوم غير المتواقتة يجب أن نختار هذا العدد محقق لـ:

عدد الأقطاب $2p_1$	عدد مجاري الثابت N_s	عدد مجاري الدوار N_r
2	24	18, 20, 22, 28, 30, ,33,34
	36	25,27,28,29,30,43
	48	30,37,39,40,41
4	24	16,18,20,30,33,34, 36
	36	28,30,32,34,45,48
	48	36,40,44,57,59
	72	42,48,54,56,60,61,62,68, 76
6	36	20,22,28,44,47,49
	54	34,36,38,40,44,46
	72	44,46,50,60,61,62,82,
8	48	26,30,34,35,36,38,58
	72	42,46,48,50,52,56,60
12	72	69,75,80
	90	86,87,93,94

$$Z_r \neq Z_s \qquad Z_r \neq Z_s + 2P$$

$$Z_s \neq 2Z_r \qquad Z_r \neq 2Z_s$$

$N_s/N_r = 36/28$

للحد من الضياع الإضافي ينصح أن يكون:

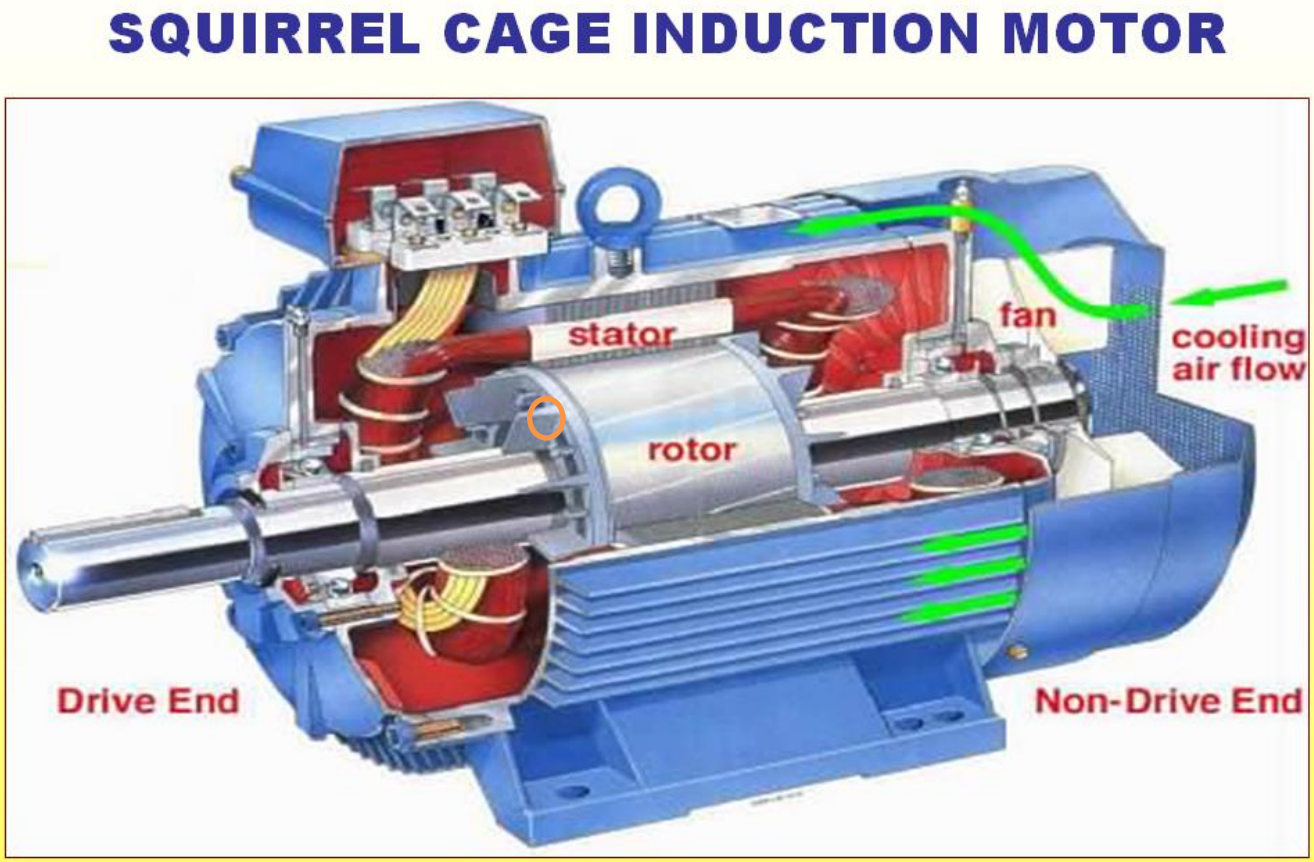
$$Z_2 \leq 1,25 Z_1$$

في المحرك ذي الدوار المقصور

- **كل قضيب من قضبان القفص المقصور يشكل طور لوحده**
- **عدد لفات الطور الواحد يساوي نصف لفة**
- **عامل اللف =1 إذا كانت الأخاديد غير مائلة**

المحرك التحريضي ذي القفص السنجابي

- بهدف تحسين مواصفات الإقلاع للمحركات التحريضية ذات الدوار المقصور عن طريق الإقلال من مستوى الاهتزاز و الضجيج يصمم دائر المحركات الصغيرة بأخاديد مائلة



- بالرغم من أن قضبان الدوار غير معزولة عن النواة الحديدية فإن معظم التيار يمر عبر قضبان القفص وذلك لأن مقاومة القضبان أقل بنسبة (20-30) مرة من المقاومة الكهربائية لحديد الدوار.

لف محرك ثلاثي الطور 36 مجرى Δ /Y- 380/220 فولت

الطريقة الأولى:

المطلوب :

1. إيجاد العمليات الحسابية لهذا المحرك.
2. رسم انفراد المحرك.

أولاً : إيجاد العمليات الحسابية :

إذا كان لدينا عدد الأقطاب معلوم فنكمل باقي العمليات الحسابية أما إذا كان عدد الأقطاب مجهولاً فيتم حسابه من معرفة السرعة والتردد من خلال لوحة بيانات المحرك. وتطبيق القانون الآتي:

ثانياً : عدد مجاري القطب الواحد = $\frac{\text{عدد المجاري الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{36}{2} = 18$ مجرى

ثالثاً : عدد المجاري لكل وجه تحت كُل قطب = $\frac{\text{عدد مجاري القطب الواحد}}{\text{عدد الأوجه}} = \frac{18}{3} = 6$ مجارى

رابعاً: الزاوية بين كلّ مجريين متجاورين = $\frac{180^\circ \text{ (الزاوية بين القطب والآخر)}}{\text{عدد مجاري القطب الواحد}}$ = $\frac{180^\circ}{18}$ = 10° درجات كهربائية

خامساً: المسافة بين بداية الأوجه = $\frac{120^\circ \text{ (الزاوية بين الوجه والآخر)}}{\text{الزاوية بين كل مجريين متجاورين}}$ = $\frac{120^\circ}{10}$ = 12 مجرى