المحركات الكهربائي

Electrical Motors

إعداد

فني كهرباء عقيل محمد

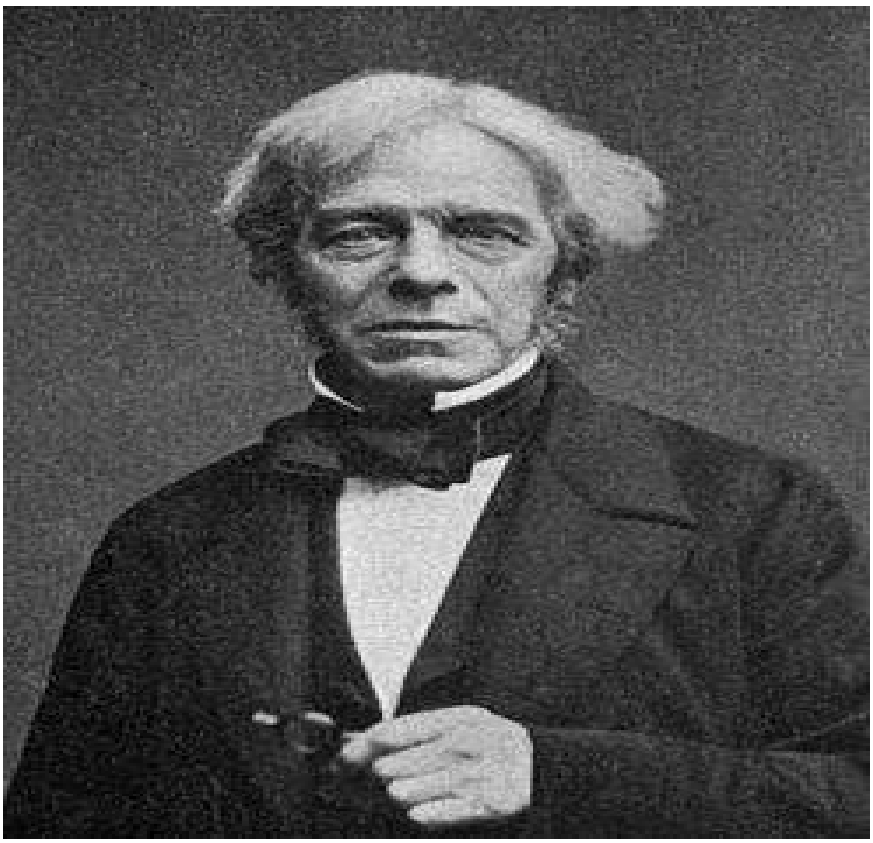
الجزء الأول

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة:

المحرك الكهربائي : Electric motor:

اخترعه العالم الأنجليزي مايكل
فارادي سنة 1821



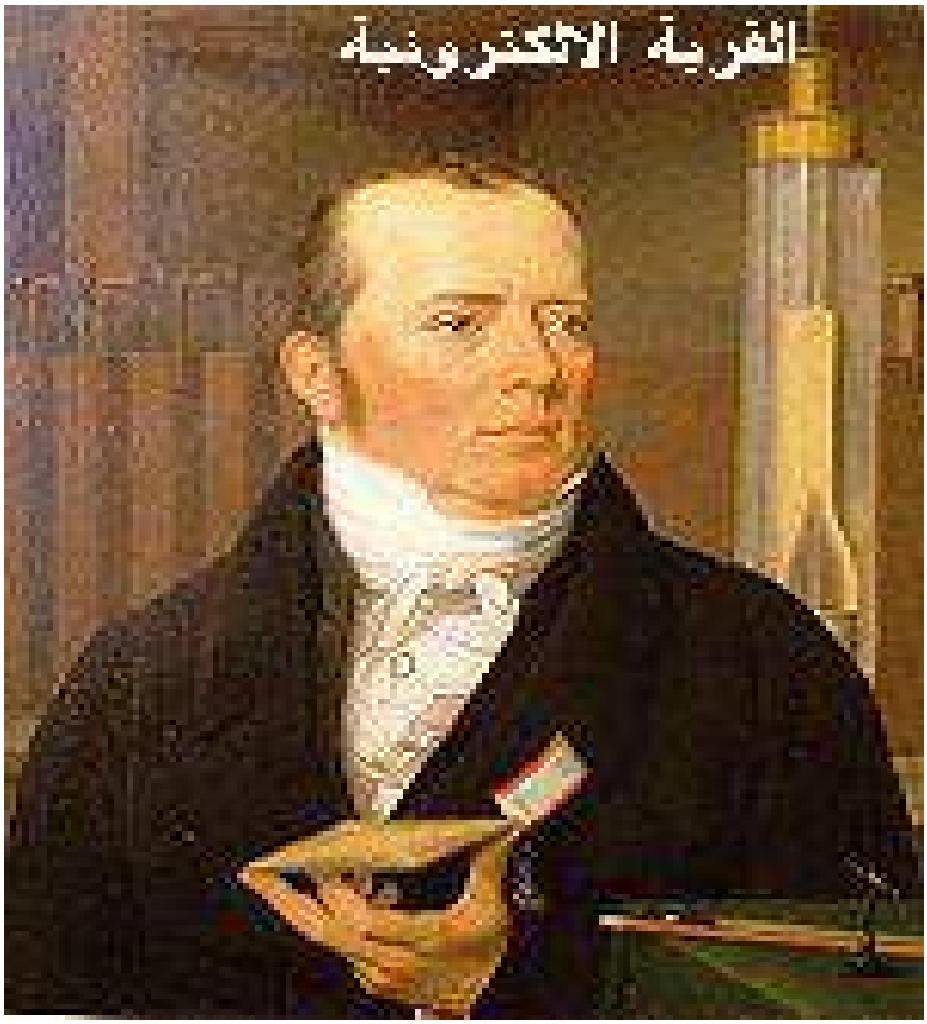
وهو أحد الأجهزة الكثيرة الاستخدام في عصرنا الحديث، فهو يسير الآلات في المصانع ويسير القطارات الكهربائية، كما يشغل آلات الخياطة ويدير الغسالات الكهربائية ويدير طلمبةالثلا جات وغيرها.

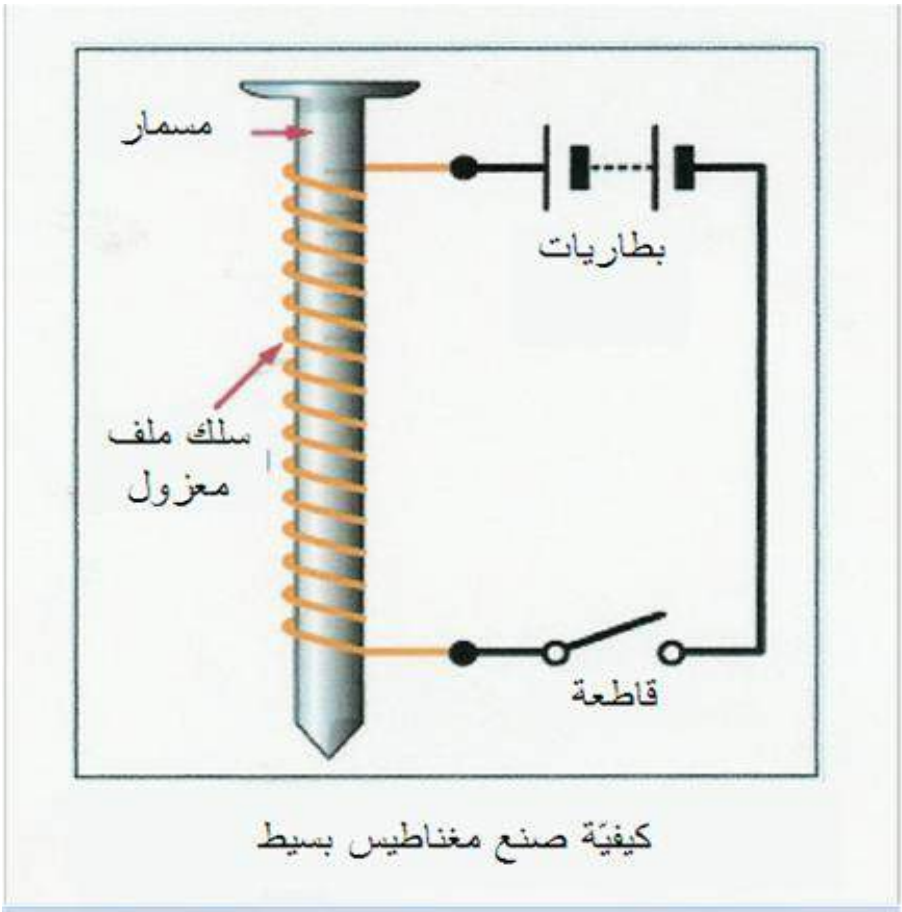
يوجد منه أنواع متعددة كبيرة وصغيرة بحيث تناسب كل استخدام.

نبذة تاريخية:

بدأ تطوير المحركات الكهربائية في بداية القرن التاسع عشر باكتشاف المغناطيس الكهربائي .

ففي عام 1820م، اكتشف الفيزيائي الدنماركي هانز كريستيان أورستد أن السلك الذي يمر فيه تيار كهربائي يولّد حوله مجالا مغناطيسيًا (حول التيار).

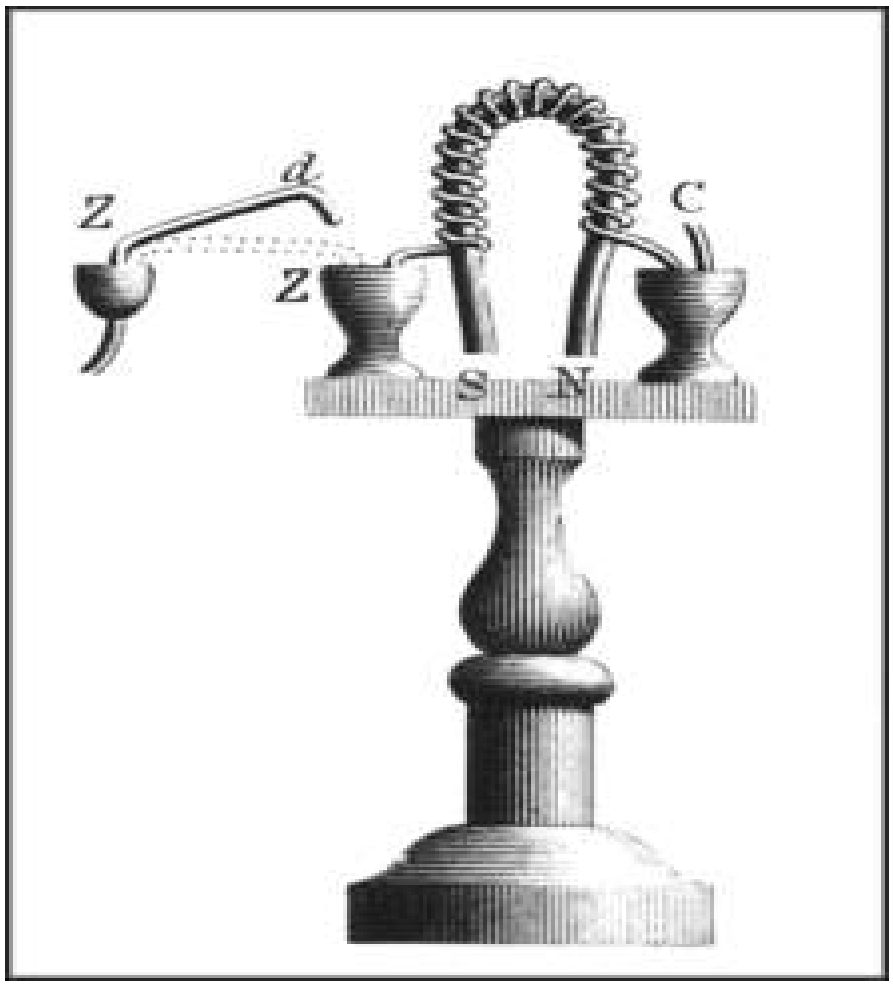




كيفيّة صنع مغناطيس بسيط

وعند مرور التيار في سلك حلقي (مشكل في هيئة حلقة) فيكون المجال المغناطيسي المتولد أكثر شدة في داخل الحلقة ويكون اتجاه المجال عموديا على مستوى الحلقة .

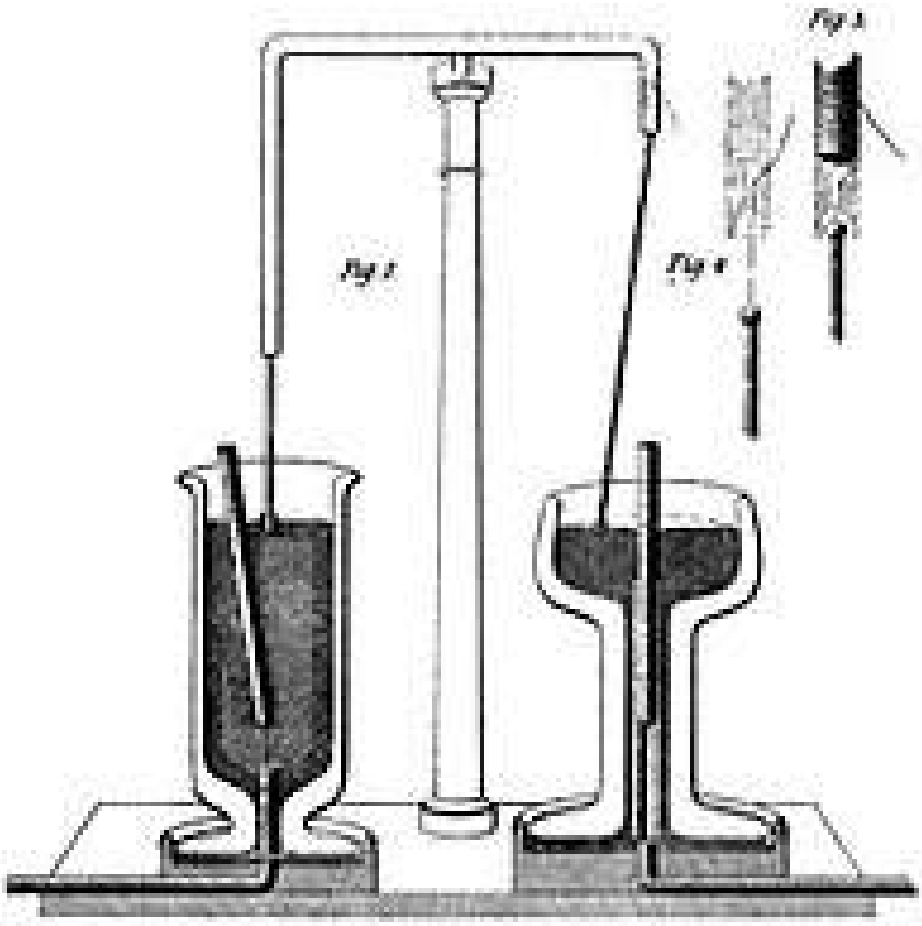
وفي أواخر العشرينيات من القرن التاسع عشر، أوضح الفيزيائي الأمريكي جوزيف هنري أنه يمكن ابتكار مغناطيس كهربائي أكثر قوة بلف عدة لفات من الأسلاك المعزولة حول قطعة من الحديد ، أي تسلك مسلك المغناطيس.


Z
d
Z
C
S
N

عام 1821م ، قام الفيزيائي الإنجليزي مايكل فارادي بتعليق سلكا من النحاس وأغطسه في وعاء به زئبق ، وكان في الزئبق قضيب مغناطيسي .

فلما مرر فاراداي تيارا كهربائيا في السلك فوجد أنه بدأ يدور حول المغناطيسي القائم في الزئبق.

وتبين لفاراداي أن التيار الكهربائي تسبب في نشأة مجال مغناطيسي دائري حول السلك .



وفي عام 1827 اجرى الفيزيائي المجري "أنيوش يدليك" تجربة استخدم فيه الملفات السلكية .

وقام بتعديل في التجربة بحيث تكون المحرك من

ثلاثة عناصر لمحرك يعمل بالتيار المستمر:

عضو ثابت و عضو دوار ، و مبادل كهربائي.

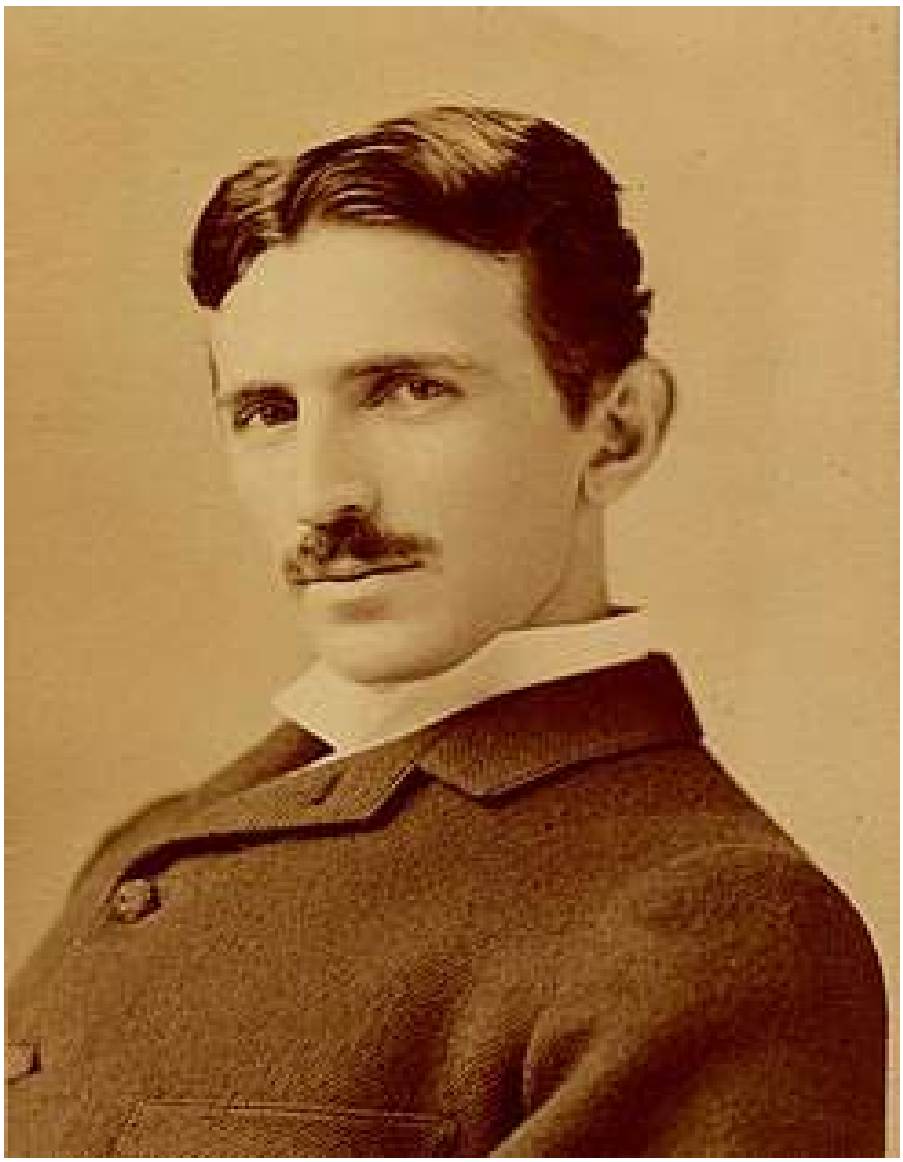
هذا الجهاز لا يستخدم مغناطيسا ذاتيا ، وإنما ينتج المجالان المغناطسيان من التيارين الكهربيين المارين في لفات العضو الثابت ولفات العضو الدوار .

وفي عام 1873م ، ظهر أول محرك تيار مستمر ناجح تجاريا، حيث عرضه مهندس كهربائي بلجيكي يُدعى زينوب ثيوفيل جرام في فيينا.

وقدم جرام أيضاً حافظة من شأنها تحسين كفاءة المحركات والمولدات الكهربائية البدائية.

وفي عام 1888م ، اخترع مهندس صربي الأصل يدعى نيكولا تسلا محرك التيار المتناوب.

وفي بداية القرن العشرين الميلادي، تم تطوير كثير من المحركات الكهربائية المتقدمة.



وفي العقد الأول من القرن العشرين، أجرى العديد من المهندسين والمخترعين تجارب مع المحركات الكهربائية الخطية.

فبدلا من الدوران تنتج مثل هذه المحركات موجة كهرومغناطيسية تستطيع مباشرة تسيير عربة.

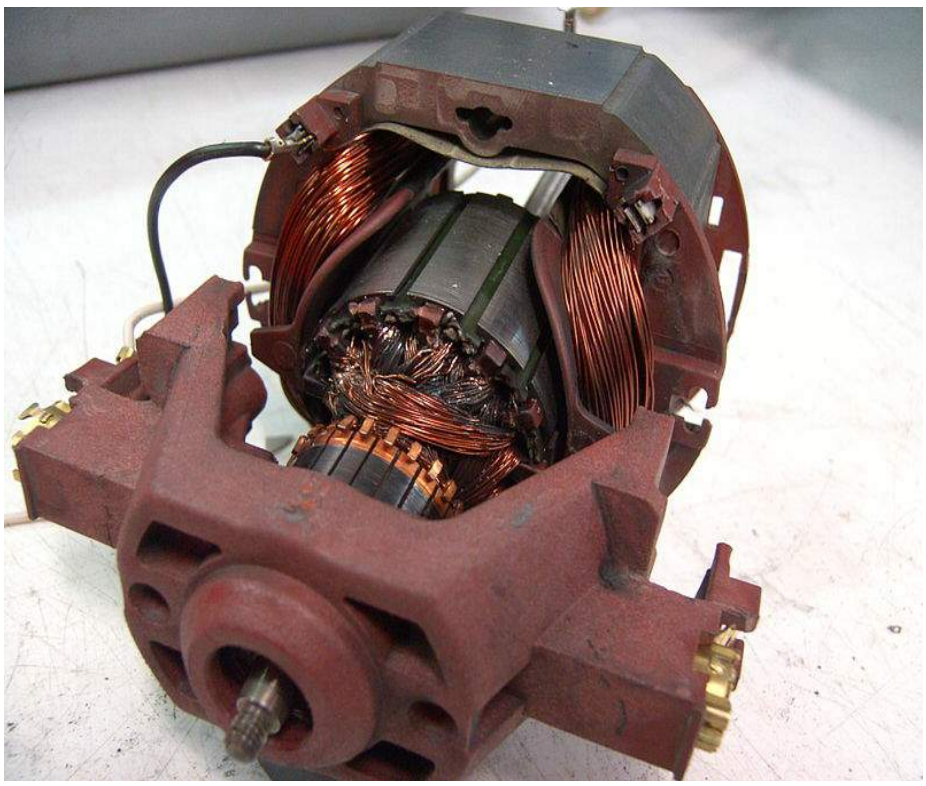
وأصبح استخدام المحرك الخطي أكثر شيوعاً بفضل العمل الرائد للمهندس الكهربائي إيريك ليثويت في الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين.

المحرك الكهربائي Electric motor:

هو آلة تحوّل الطاقة الكهربائية إلى قدرة ميكانيكية لإ نجاز عمل

وتُستَخدم المحركات الكهربائية لتشْغيل عدة آلات ومعدات ميكانيكية مثل مضخات المياه والمصاعد و الروافع و غسالات الملابس

وأجهزة التكييف والمكانس الكهربائيةومجفِّفات الشعر وآلات الخياطة والمثاقب الكهربائيةوالمناشير



ويتنوع حجم وسعة المحركات الكهربائية تنوعًا كبيرًا.

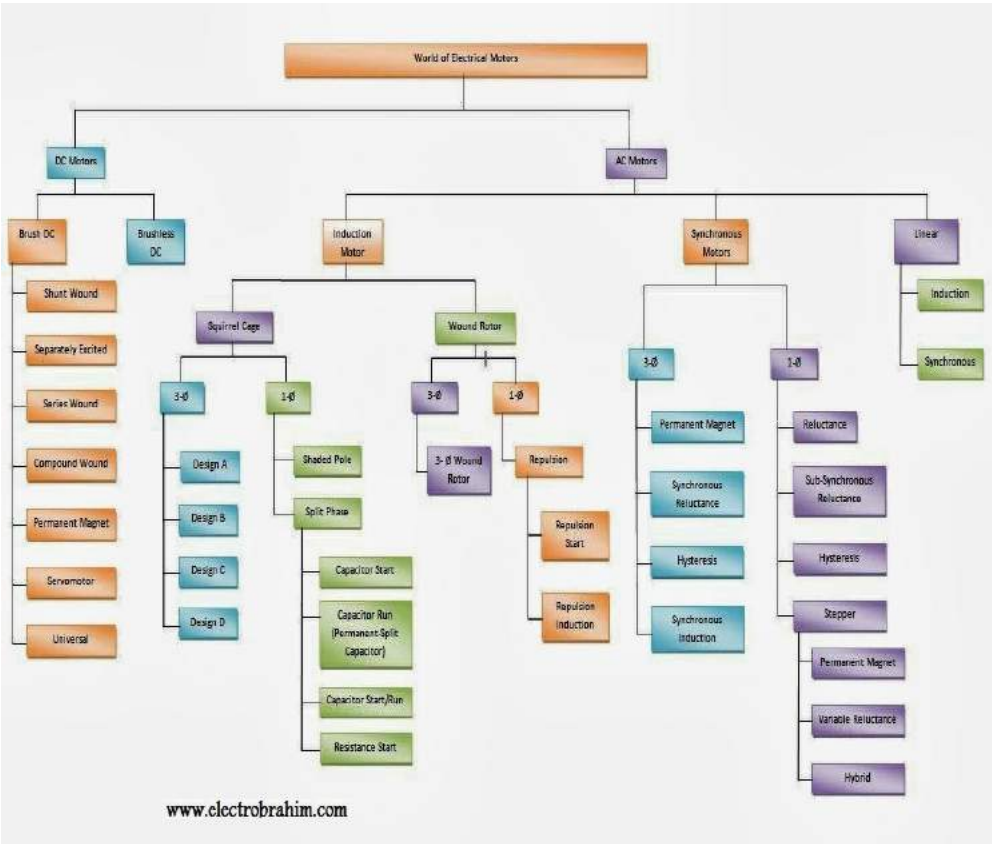
فقد يكون جهازاً صغيراً يقوم بوظائفه داخل ساعة يدأو محرّكاً ضخماً يمد قاطرة ثقيلة بالقدرة

ففي الوقت الذي تحتاج فيه الخلاطات ومعظم أدوات المطبخ الأخرى لمحركات كهربائية صغيرة لأنها تحتاج فقط لقدرة بسيطة، تتطلب القطارات استخدام محركات أكبر وأكثر تعقيدا، ذلك لأن المحرك في هذه الحالة عليه أن يبذل جهدًا كبيرًا في وقت قصير

وبناء على نوع الكهرباء المستخدمة، هناك نوعان رئيسيان للمحركات:

محركات تعمل بالتيار المتناوب (A.C)

محركات تعمل بالتيار المستمر(D.C)



يعكس التيار المتناوب اتجاه سريانه خمسين أو ستين مرة في الثانية

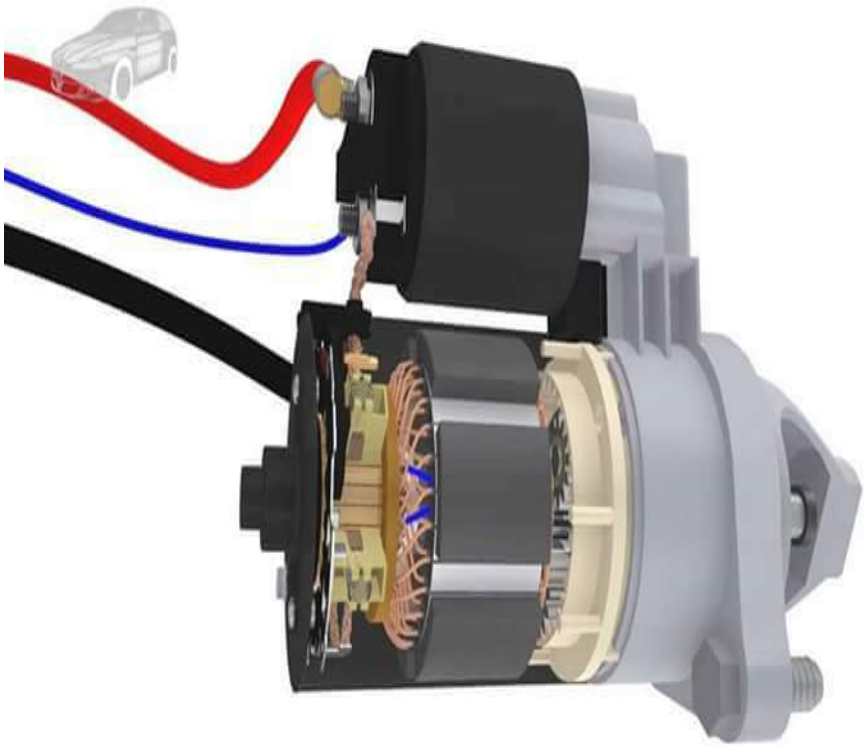
وهو التيار المستعمل في المنازل

تستخدم محركات التيار المتناوب استخداماً شائعا في المنازل وتستخدم ايضا لتشغيل المعدات الميكانيكية في المصانع والمعامل

يسير التيار المستمر في اتجاه واحد فقط، ومصدره الرئيسيّ هو البطارية

تستعمل محركات التيار المستمر بشكل شائع في الأ دوات المنزلية

كما أنها تستخدم باديء تشغيل في محركات المولدات التي تعمل بالبنزين او الديزل



وتعتمد المحركات الكهربائية على مغانط كهربائية لتنتج القوة اللازمة لإدارة الآلات أو المعدات الميكانيكية

وتسمى الآلات أو المعدات التي تدار بالمحرك الكهربائي الحمْل

ويُوصّل عمود إدارة المحرك بالحمل

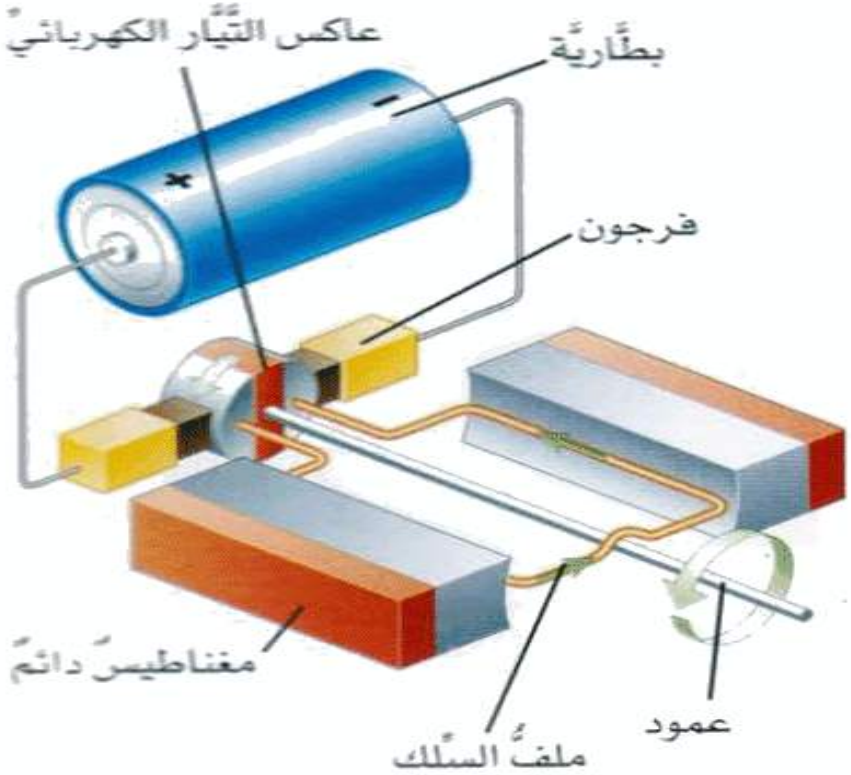
آلية عمل المحرك الكهربائي:

يتكون المحرك الكهربائي أساسًا من مغناطيس ثابت وموصل متحرك

وتشكل خطوط القوى بين أقطـاب المغناطيس مجالاً مغناطيسيًا ثابتًا

وعندما يمر تيار كهربائي خلال الموصل يصبح الموصل كهرومغناطيسيًا وينتج مجالاً مغناطيسيًا آخر

ويقوي المجالان المغناطيسيان كل منهما الآخر ويدفعان ضد الموصل

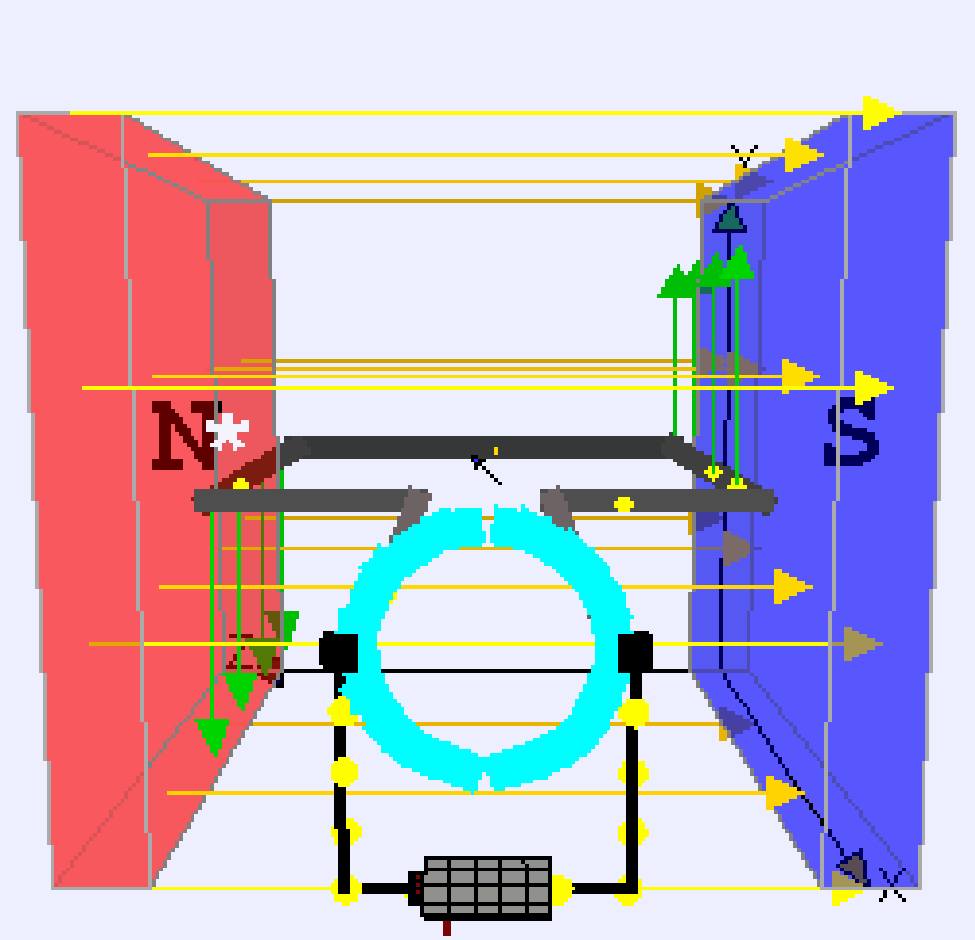


يعتمد تشغيل المحرك الكهربائي على ثلاثة مبادئ رئيسية:

1- يولِّد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسيا

2- يحدد اتجاه التيار في المغناطيس الكهربائي موقع الأقطاب المغناطيسية.

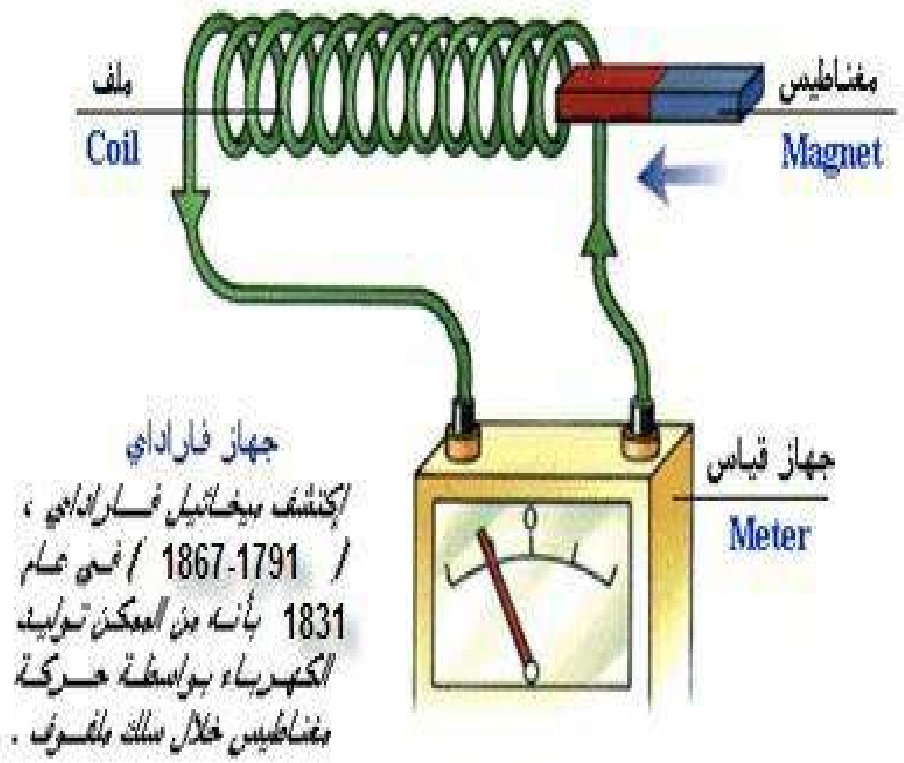
3- تتجاذب الأقطاب المغناطيسية أو تتنافر مع بعضها



فعندما يمر تيارٌ كهربائيٌ خلال سلك يولّد مجالاً مغناطيسيًا حول السلك

وإذا تم لف السلك على هيئة ملف حول قضيب معدني، فإن المجال المغناطيسي يتعاظم حول السلك ويصبح القضيب المعدني ممغنطًا

وهذا الترتيب للقضيب وسلك الملف هو مغناطيس كهربائي بسيط، وتعمل نهايتاه كقطبين شمالي وجنوبي



وإحدى الطرق التي توضح العلاقة بين اتجاه التيار والأقطاب المغناطيسية هي قاعدة اليد اليمنى. (قاعدة فلمنج)

امسك سلكاً على هيئة ملف في يدك اليمنى، واعتبر هذا الملف مغناطيسًا كهربائيًا.

لف أصابعك حوله بحيث تشير إلى اتجاه التيار،

عندها يشير إصبع الإبهام إلى القطب الشمالي المغناطيسي ولا تنطبق هذه الطريقة إلا في حالة سريان التيار من الطرف الموجب إلى الطرف السالب.

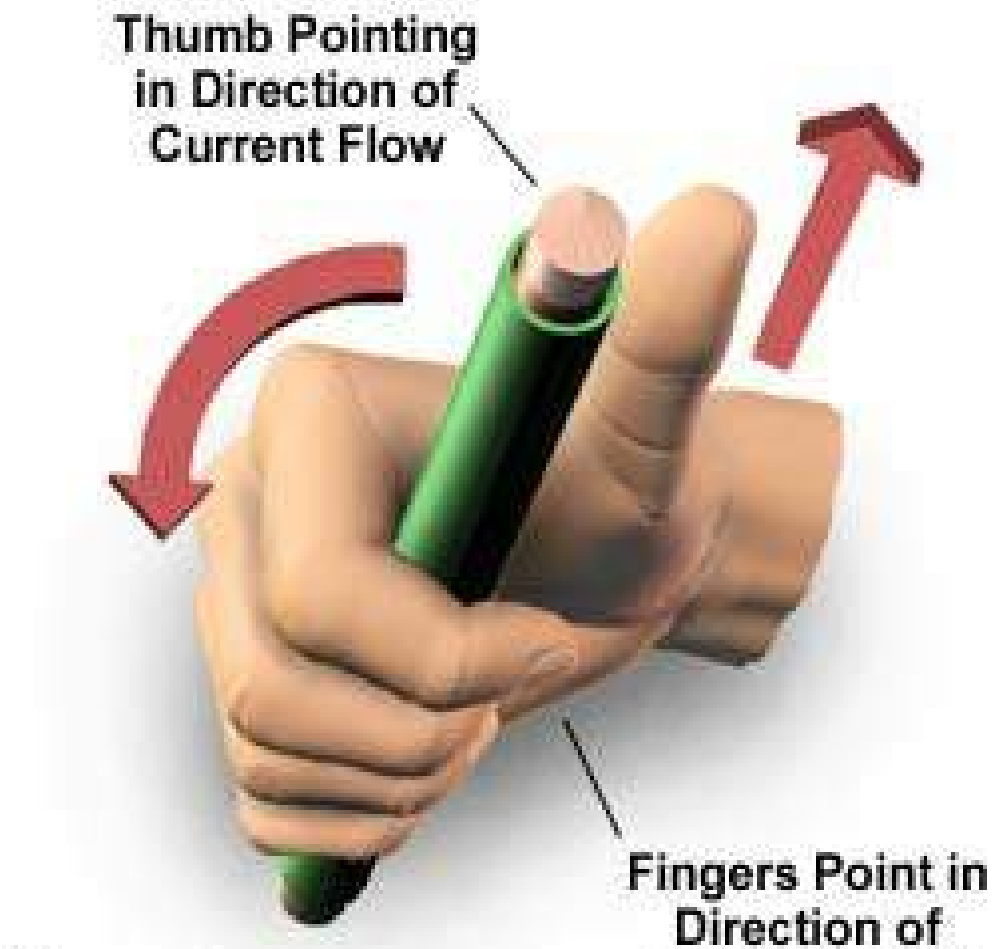
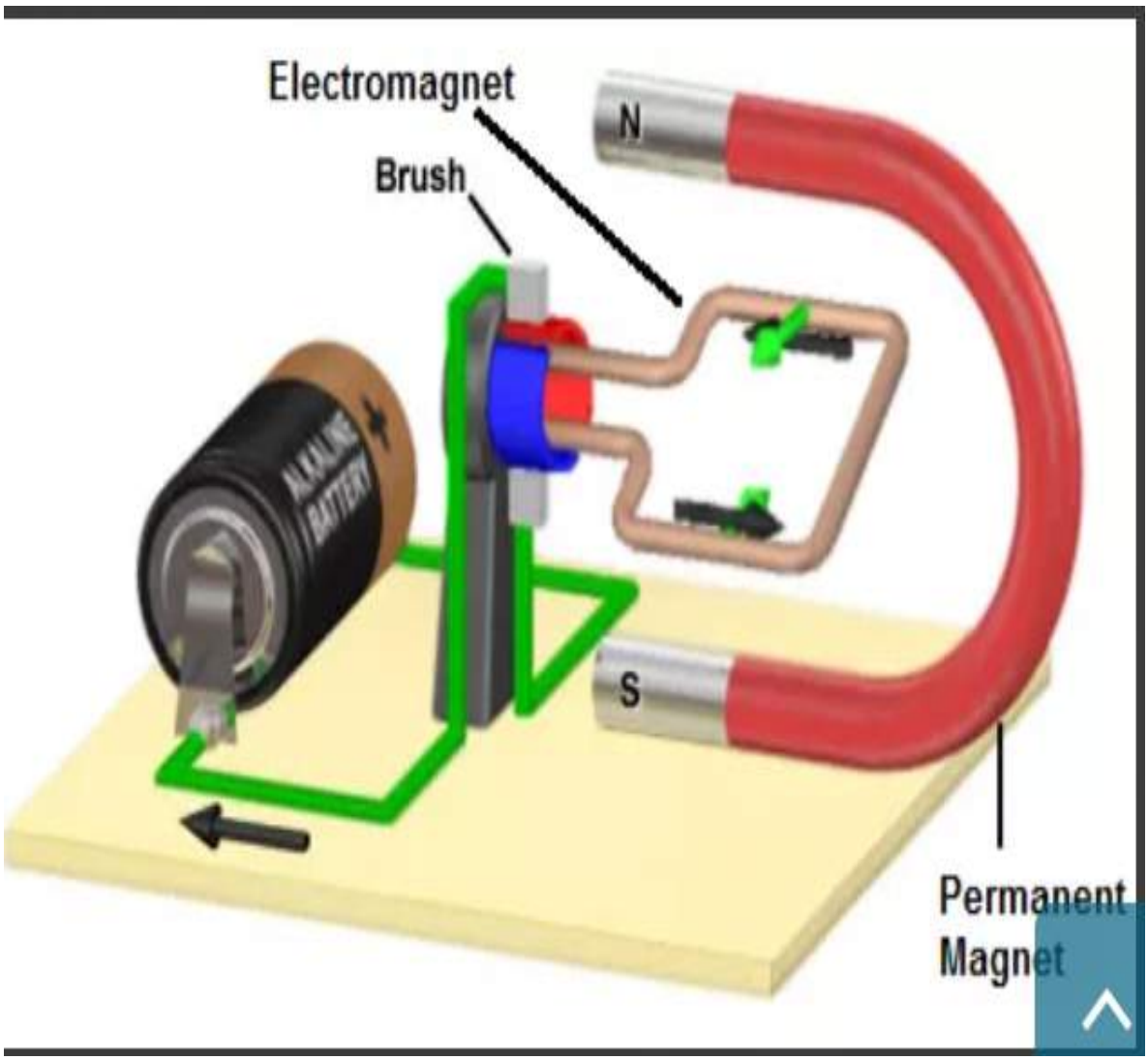


Figure 3

الأقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر كما هو الحال بالنسبة لقطبين شماليين، او جنوبيين والأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها.

فإذا تم تعليق قضيب مغناطيسي بين طرفي مغناطيس على هيئة حدوة حصان، فإنه سيدور حتى يصبح قطبه الشمالي في مقابل القطب الجنوبي لمغناطيس حدوة الحصان، في حين يكون القطب الجنوبي لمغناطيس القضيب في مقابل القطب الشمالي لمغناطيس حدوة الحصان.



محركات التيار المستمر

أجزاء محرك التيار المستمر:

1-العضو الساكن stator:

ويتكون من العناصر التالية:

أ-الاطار الخارجي او الهيكل (الاطار)

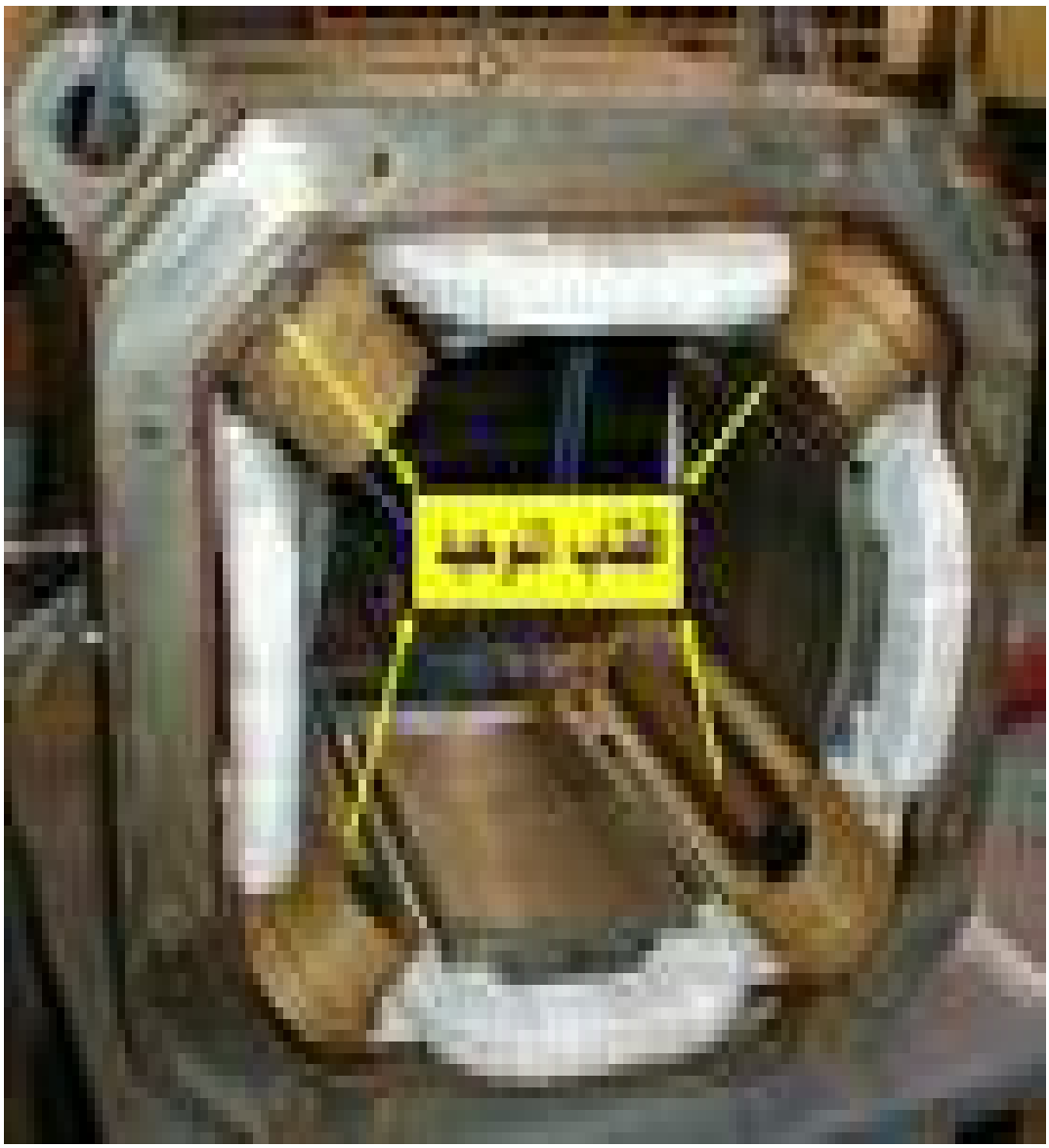
وغالبا ما يتم صناعته من الحديد الزهر او المطاوع او من رقائق الصلب

ب-الأقطاب الرئيسية :

وتصنع من رقائق (صفائح) الصلب ويتم تثبيتها في الإطار الخارجي ويركب عليها واجهة للقطب تسمى (بحذاء) القطب Pole Face Shoe

ج-أقطاب التوحيد :

تشابه الاقطاب الرئيسية ولكن حجمها اقل وتوجد في المسافة الواقعة بين الاقطاب الرئيسية وتثبت في الا طار الخارجي ويلف حولها ملفات تسمى بملفات التوحيد.



د-ملفات المجال :

وتقسم هذه الملفات لنوعين :

ملفات مجال التوالي

ملفات مجال التوازي

ووظيفة هذه الملفات العمل على توليد المجال المغناطيسي عند مرور التيار الكهربائي بها، وتلف هذه الملفات حول القطب وتصنع هذه الملفات من اسلاك النحاس المعزولة بمادة الورنيش او من الشرائح النحاسية كما في المحركات الكبيرة.

ه-ملفات التوحيد :

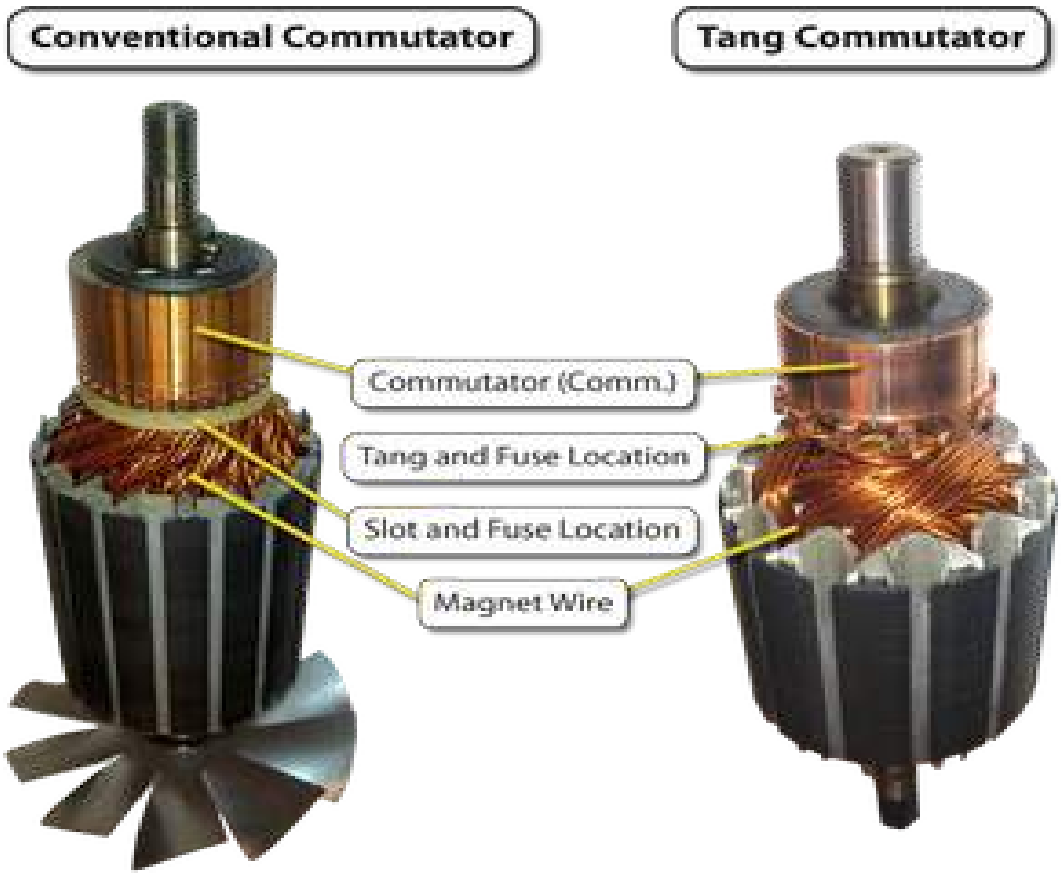
ووظيفة هذه الملفات العمل على تقليل مشاكل التوحيد وهي تلف حول اقطاب التوحيد.

2-العضو الدوار -المنتج (Armature) :

هو عنصر الحركة في محركات التيار المباشر ويصنع من الصلب على شكل رقائق تعزل لتقليل المفاقيد المؤدية لفقد جزء من قدرة الآلة على شكل حرارة والتي تسبب تلف المادة العازلة لملفات المنتج، وبالتالي تلف ملفات المنتج.

يركب المنتج على عمود الإدارة ويوجد على طول القلب المعدني مجاري (شقوق) توزع فيها ملفات نحاسية معزولة لتولد فيها القوة الدافعة الكهربائية.

(ق د ك)

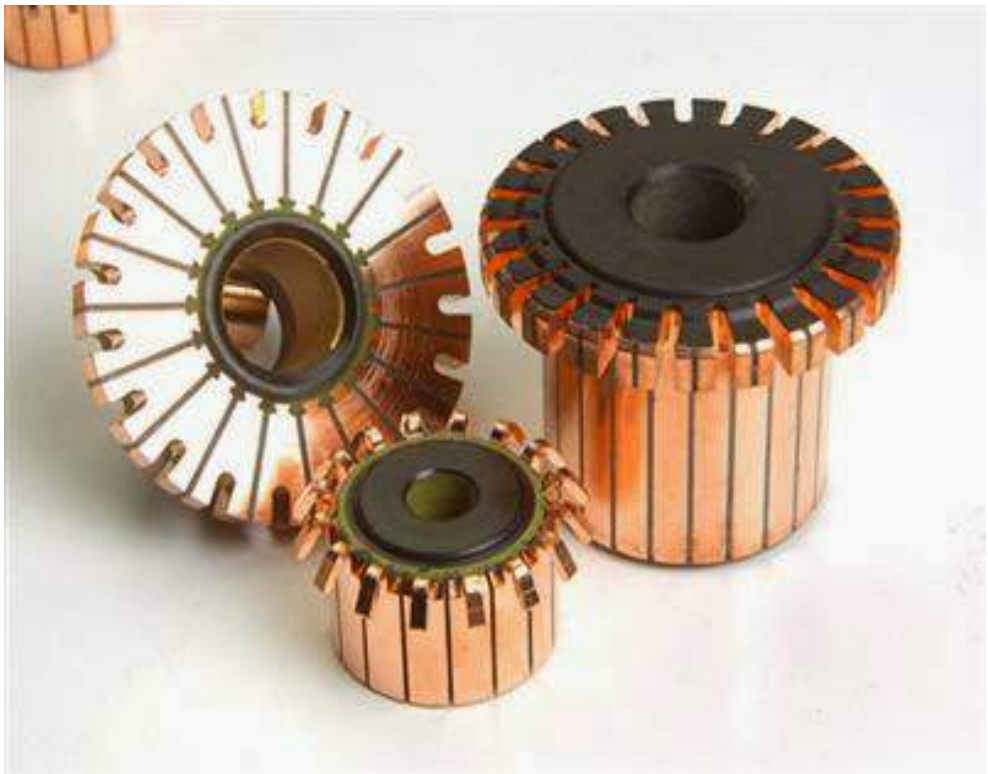


ويتكون المنتج من الاجزاء الاتية :

أ-عضو التوحيد (المبادل) :

وهو عبارة عن مجموعة من القطع النحاسية المصنوعة من النحاس الاحمر الموصل الجيد للتيار الكهربائي، وفي نهاية كل نحاسة جزء صغير على شكل حرف u وفيه تثبت بداية ونهاية ملفين مختلفين من ملفات المنتج وتستخدم المايكا كمادة عازلة بين قطع الموحد

ووظيفة الموحد(المبادل) عكس اتجاه التيار في ملفات المحرك حتى يستمر في دورانه في اتجاه واحد.

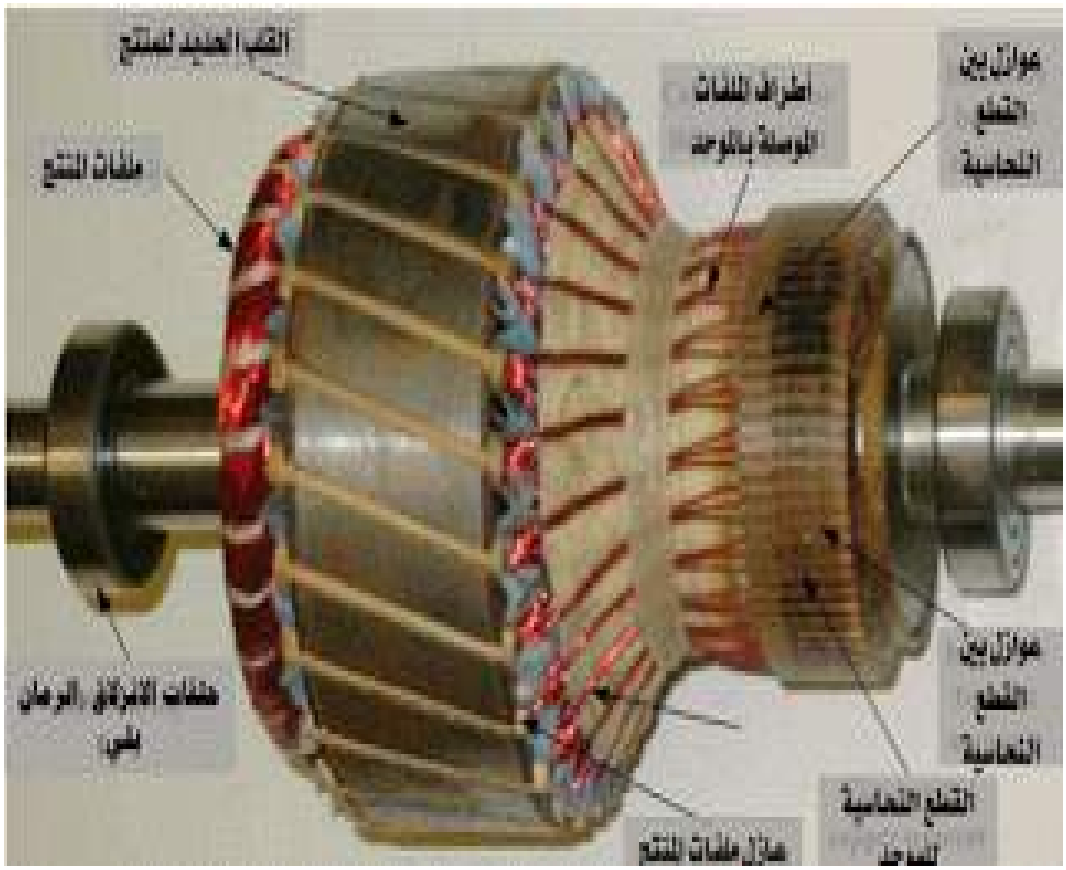


ب-قلب المنتج :

وهو عبارة عن جزء اسطواني مصنوع من رقائق الصلب المضغوطة مع بعضها البعض ومعزولة كهربائيا بوساطة طبقة من الورنيش وذلك لتقليل مفاقيد التيارات الدوامية ، ويوجد على محيط المنتج مجاري توضع بها ملفات المنتج

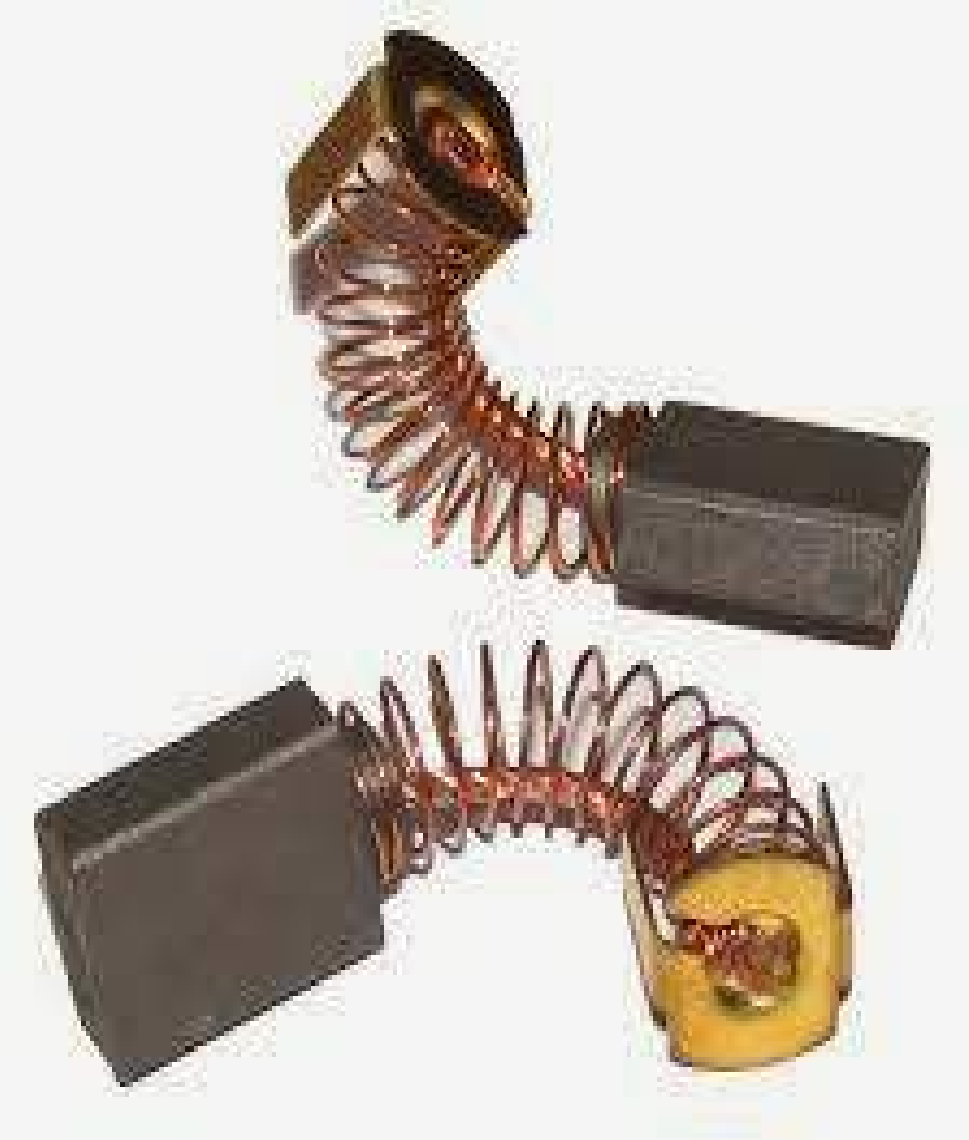
ج-ملفات العضو الدوار:

وهي عبارة عن مجموعة من الملفات والملف الواحد عبارة عن مجموعة من المصلات ويتم وضعها في مجاري المنتج وتثبت الملفات داخل المجاري بواسطة عوازل مناسبة وذلك لحمايتها من القوة الطاردة المركزية اثناء الدوران وحتى لا تخرج الملفات من المجاري ويراعى ان يكون توزيعها منتظما حول محيط العضو الدائر وتوصل نهايات هذه الملفات بالقطع النحاسية المكونة للموحد



د-الفرش الكربونية :

تعمل الفرش الكربونية على ايصال التيار الكهربائي الى ملفات المنتج عبر الموحد. وتصنع من الكربون النقي او خليط من النحاس الاحمر والكربون.
وتركب على حامل خاص بها ويضغط عليه بوساطة زنبرك (نابض) لضمان التلامس الجيد بينها وبين نحاسات الموحد(المبادل)



3-الغطاءان الجانبيان :

يصنع الغطاءان من نفس المعدن المصنوع من الهيكل الخارجي ويثبتان بوساطة براغي بصواميل والفائدة منهما حمل العضو الدوار (المنتج) بيحث يدور دوران منتظم ولا يحتك بالعضو الساكن ويحتوي كل من الغطاءان الجابينان على كراسي محور (بوكسات او بيل)

4-مروحة التبريد :

ووظيفتها تبريد ملفات المحرك.

وتركب احيانا خلف المحرك او امامه

6-كراسي المحور :

وتكون غالبا بالغطاءين الجانبيين وهي التي تحمل العضو الدوار وتعمل على اتزانه وتسهل حركة دورانه وتجعله في وضع يسمح له بحرية الحركة ويوجد نوعان لكراسي المحور:

أ- البوكسات (الجلب)

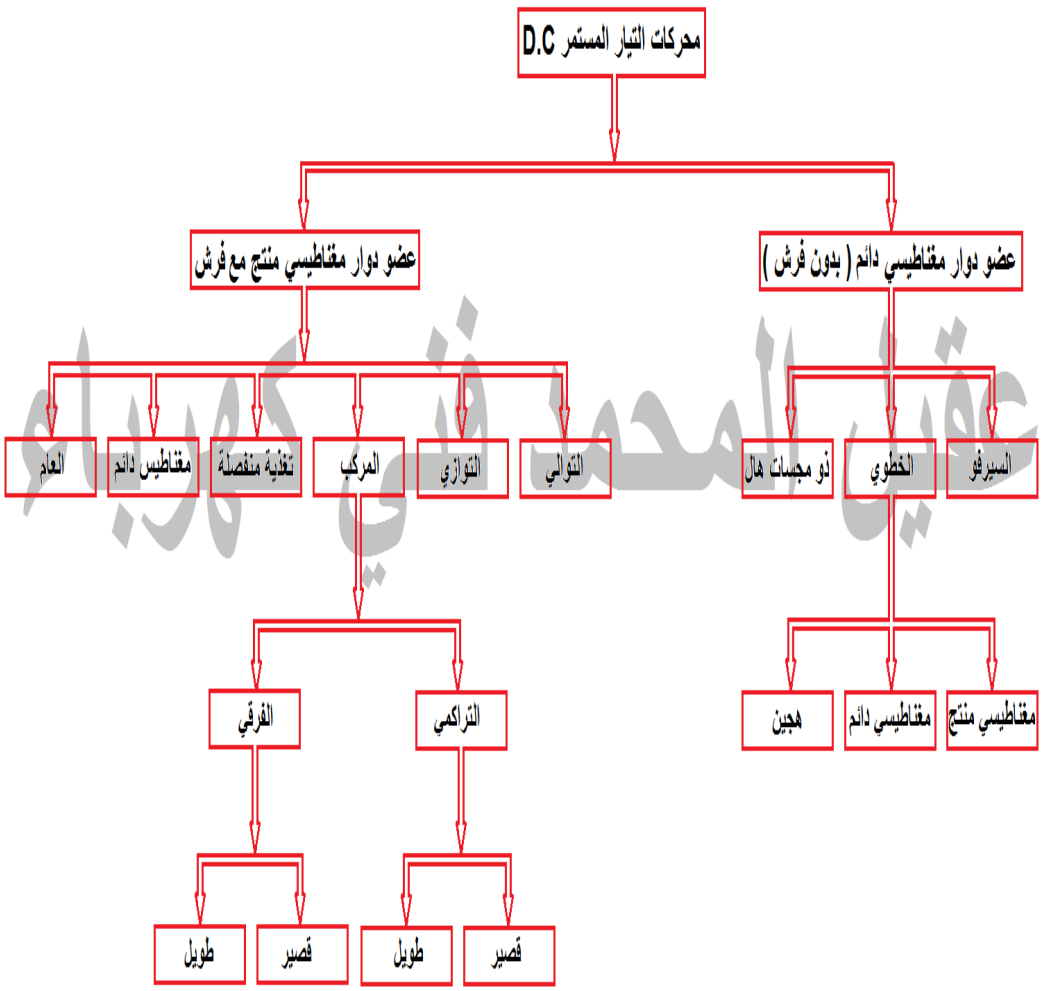
ب- البيل (رولمان البلي)

أنواع محركات التيار المستمر:

تقسم محركات التيار المستمر من حيث العضو الدوار الى نوعين:

-عضو دوار مغناطيس منتج (ذات فرش)

-عضو دوار مغناطيس دائم (بدون فرش)



اولا :المحركات ذات العضو الدوار المغناطيس المنتج (ذات الفرش)

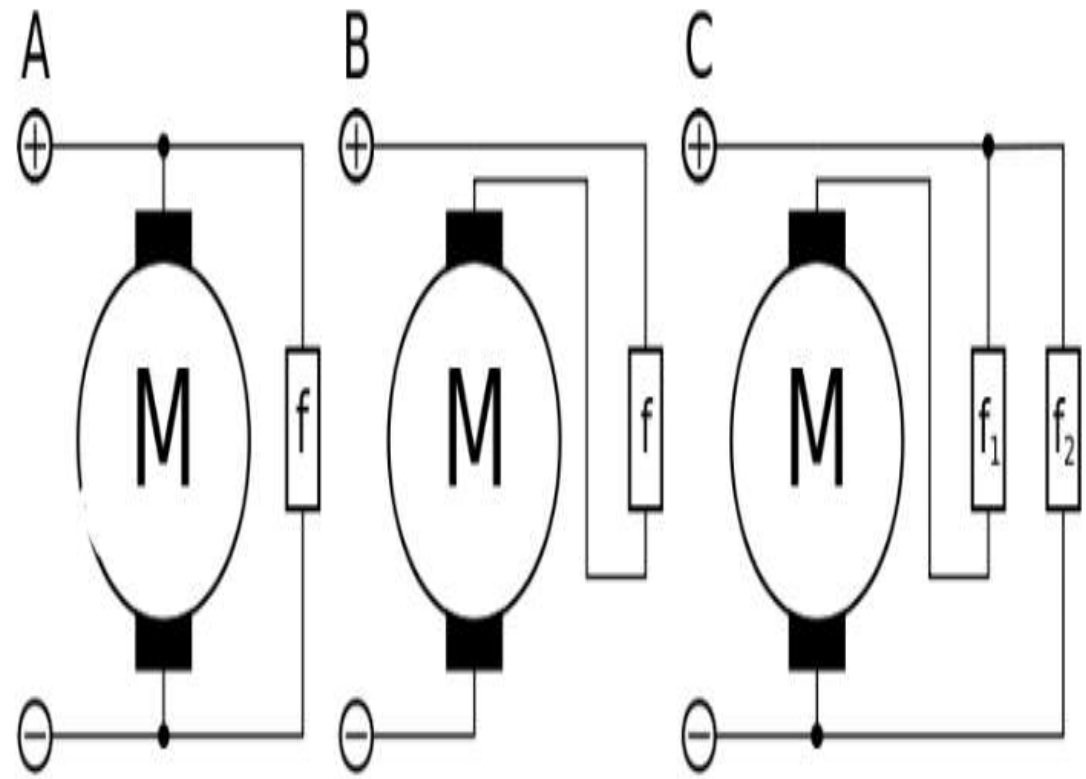
هناك ثلاثة أنواع رئيسية منها وهي:

1- محركات التوالي

2-محركات التوازي

3-المحركات المُركبة

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

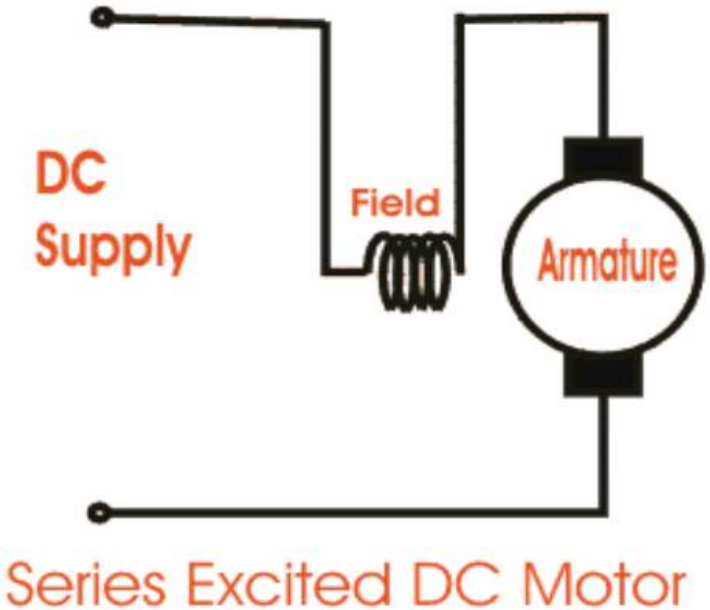


ا- محركات التوالي:series dc motors

توصل ملفات المجال field winding ذات المقطع الكبير وعدد اللفات القليلة

على التوالي مع ملفات المنتج armature، وبالتالي فإن التيار الساري بالمنتج هو نفسه التيار الذي يسري بملفات المجال

وعندما يسري التيار خلال البنية بهذا الترتيب يزيد قوة المغانط. وتبدأ محركات التوالي العمل سريعاً ، حتى وإن كانت تعمل على حِمْل ثقيل ، رغم أن هذا الحمل سيقلل من سرعة المحرك.



Series Excited DC Motor

عزم الدوران في محرك التوالي:

يتناسب عزم الدوران في هذا المحرك تناسبا طرديا مع مربع تيار المنتج

خواص محرك التوالي

1-عزم بدء الدوران كبير

2-سرعته تقل كلما زاد تيار الحمل وتزيد كلما قل

3-تتخطى سرعته السرعة المقننة عند اللا حمل ولذلك يجب عدم دورانه بدون حمل حتى لا يتعرض للتلف

استخدامات محرك التوالي:

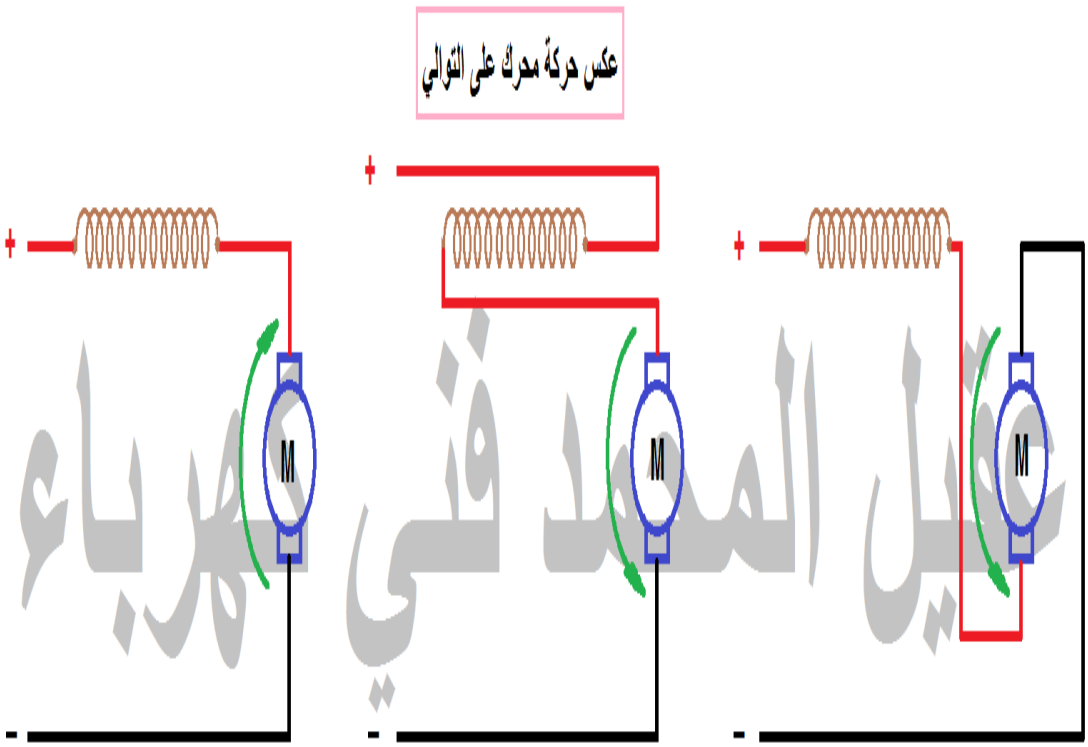
يستعمل في آلات الجر الكهربي مثل الترام و المصاعد والروافع

عكس حركة محرك التوالي:

تعكس حركة هذا المحرك بطريقتين:

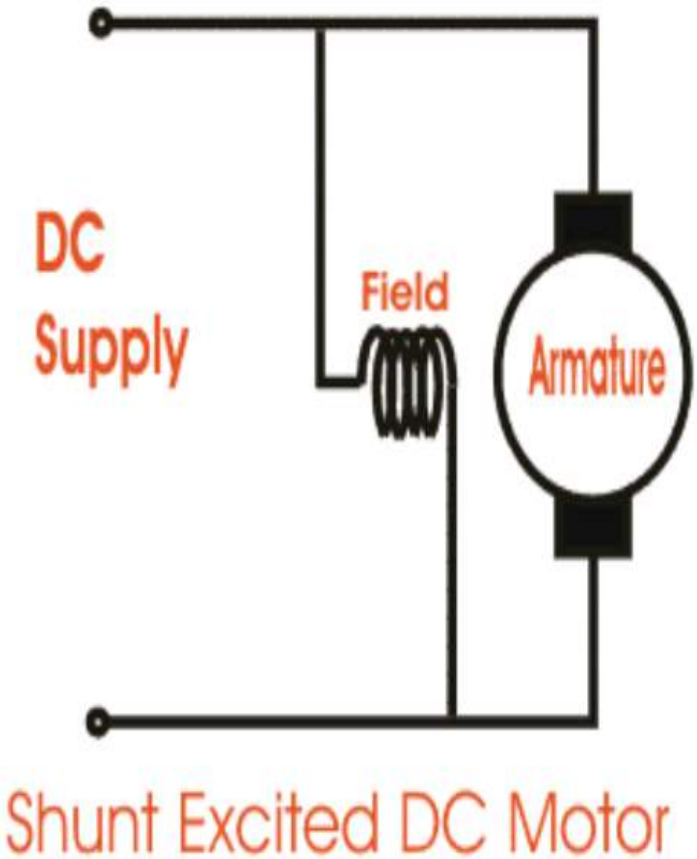
ا-بعكس اتجاه تيار المجال field current مع ثبات اتجاه تيار عضو الاستنتاج Armature current

ب- بعكس اتجاه تيار عضو الاستنتاج مع ثبات اتجاه تيار المجال



2- محرك التوازي :Shunt dc Motor

في هذا المحرك تكون ملفات المجال ذات مقطع صغير وعدد لفات كثيرة موصولة على التوازي مع ملفات المنتج:



Shunt Excited DC Motor

حيث يبقى الفيض المغناطيسي ثابتا مهما تغير تيار المنتج. وبما أن فولطية المصدر ثابتة، فإن التغير في السرعة يكون قليلا .

يُوصَّل كل من مغناطيس المجال والعضو الدوارعلى التوازي ويسري جزء من التيار خلال المغناطيس الكهربائي بينما يسري الجزء الآخر خلا ل ملف العضو الدوار .

يلف سلك رفيع معزول حول مغناطيس المجال عدة مرات من أجل زيادة مغناطيسيتة.

ويتسبب إنشاء المجال المغناطيسي بهذه الطريقة مقاومة للتيار وتعتمد قوة التيار ودرجة المغناطيسية تبعاً لذلك، على مقاومة السلك بدلا من حِمْل المحرك.

ويعمل محرك التوازي بسرعة ثابتة بغض النظر عن الحِمْل، ولكن إذا كان الحمل كبيرا جداً تحدث مشاكل للمحرك عند بدء التشغيل.

عزم الدوران في محرك التوازي:

يتناسب عزم الدوران في هذا المحرك تناسبا طرديا مع تيار المنتج اي انه يزيد كلما زاد تيار المنتج

خواص محرك التوازي:

ا-سرعة دورانه ثابتة تقريبا لجميع الاحمال

ب-يعطي عزم دوران مناسب مع تيار الحمل ولذلك لا يجب تحميله قبل الدوران

ج-لا يتخطى السرعة عند الدوران بدون حمل

استخدامات محرك التوازي:

يستخدم في آلات الورش كالمخارط والمقاشط

وفي آلات الغزل والنسيج

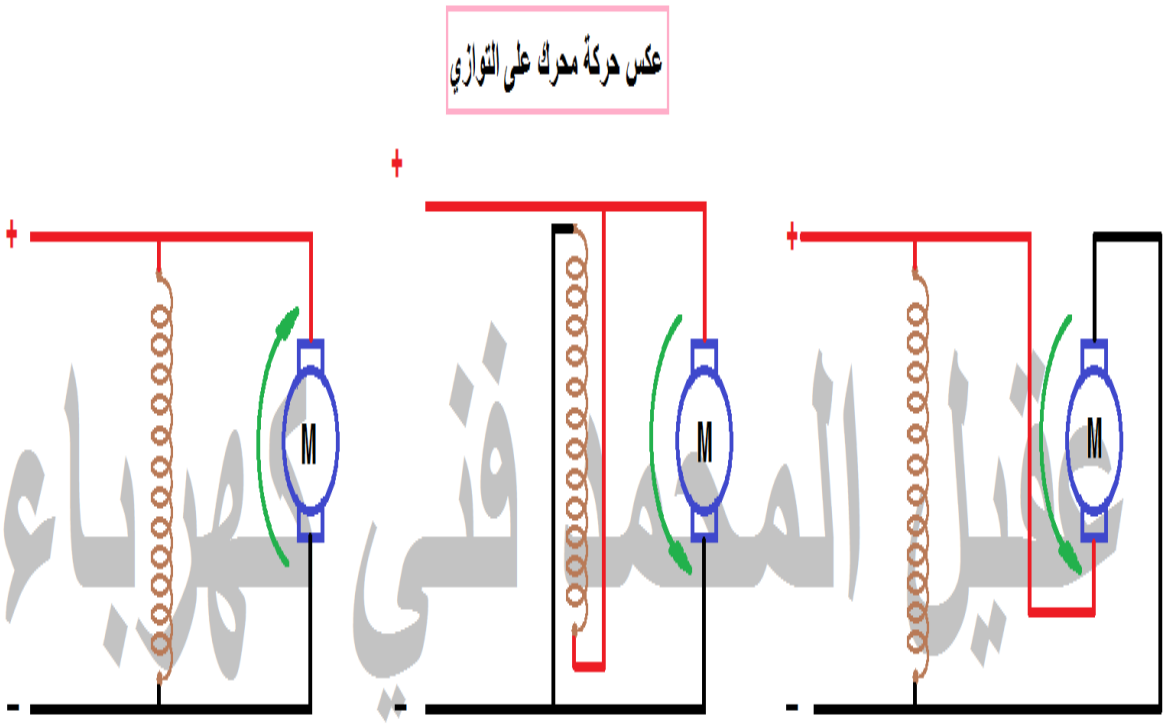
ايضا يستخدم في ماكينات الورق والأخشاب و المضخات والدرفلة

عكس حركة محرك التوازي:

يتم عكس حركة هذا المحرك بطريقتين:

ا-بعكس اتجاه تيار المجال بتبديل طرفي ملفات المجال

ب-بعكس اتجاه تيار عضو الاستنتاج وذلك بتبديل الطرفين من على حامل الفرش



عامل المعلم في كهرباء

3 - المحرك المركب compound dc motors

يمتلك هذا المحرك مزايا محرك التوالي والتوازي،

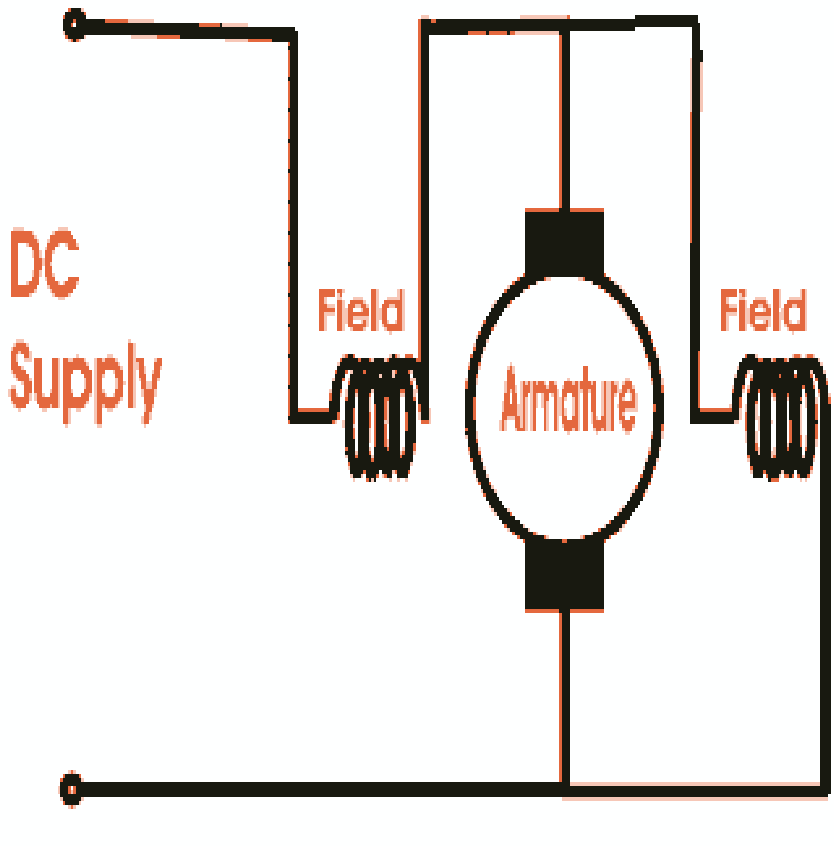
في هذا المحرك يوجد نوعين من الملفات على الا قطاب الرئيسية في العضو الثابت ملفات توالي وملفات توازي

المحرك المركب هو اساسا محرك توازي اضيفت له ملفات على الاقطاب وذلك ليأخذ بعضا من مميزات محرك التوالي مثل الاستقرار في السرعة وزيادة عزم بدء الحركة

وينقسم الى نوعين حسب طريقة توصيل الملفات:

ا-محرك مركب قصير short compound motor:

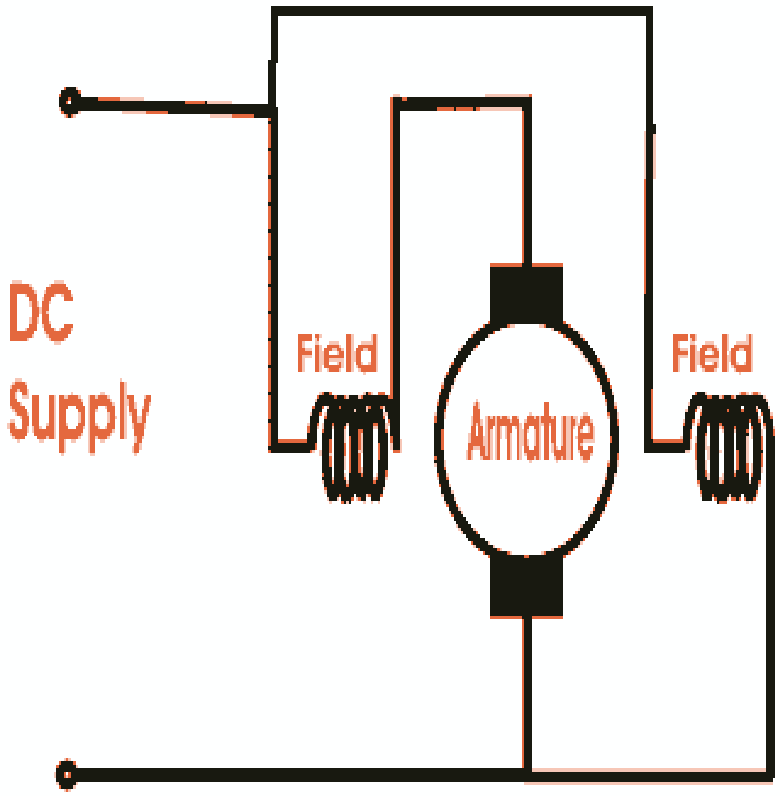
اذا وصلت ملفات التوالي بحيث يمر فيها تيار المصدر



Short Shund DC Motor

ب-محرك مركب طويل Long compoud motor

اذا وصلت ملفات التوالي بحيث يمر فيها تيار المنتج



Long Shunt DC Motor

وينقسم المحرك المركب من حيث طريقة توصيل ملفات التوالي وتأثيرها على مجال ملفات التوازي الى نوعين:

أ - المحرك المركب التراكمي (Cumulative Motor) :

في هذا النوع يكون اتجاه التيار في ملفات التوالي بنفس اتجاه التيار في ملفات التوازي، وفي هذه الحالة يساعد المجال الناتج من ملفات التوالي المجال الناتج من ملفات التوازي ويضاف إليه.

خواص هذا المحرك:

له عزم دوران متوسط القيمة وذو سرعات عالية

استخدام هذا المحرك

يستخدم في الحالات التي تتطلب سرعات مرتفعة مثل ادارة الطلمبات والمراوح والدرافيل وآلات التجليخ

ب - المحرك المركب الفرقي (Differential Motor):

وفي هذا النوع من المحركات يكون اتجاه التيار في ملفات التوالي معاكسا اتجاه التيار في ملفات التوازي، وبالتالي يعاكس المجال الناتج من ملفات التوالي المجال الناتج من ملفات التوازي.

خواص هذا المحرك:

ا-له عزم دوران قوي عند بدء الحركة

ب-سرعته ثابتة تقريبا مهما تغير الحمل

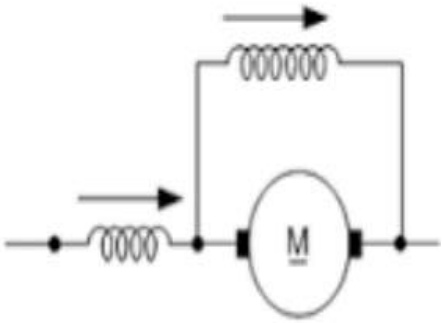
ج-يمكن تحميله فوق الحمل الكامل له

استخدام هذا المحرك:

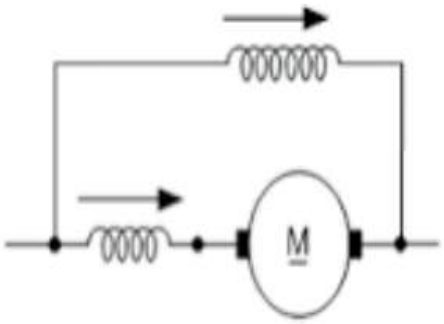
يستخدم في الحالات التي تتطلب سرعة ثابتة وعزم بدء قوي وذات احمال فجائية مثل الأوناش و المصاعد وآلات التجليخ وآلات الحفر

وتبعا لهذه التصنيفات يمكن تقسيم المحركات المركبة إلى أربعة أنواع:

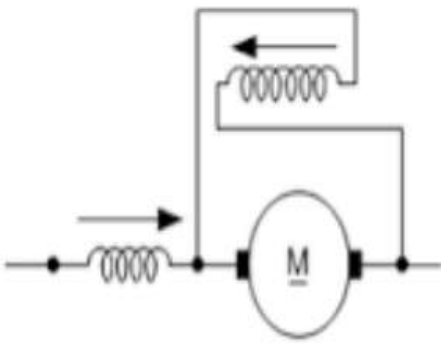
1. محرك مركب تراكمي قصير
2. محرك مركب تراكمي طويل
3. محرك مركب فرقي قصير
4. محرك مركب فرقي طويل



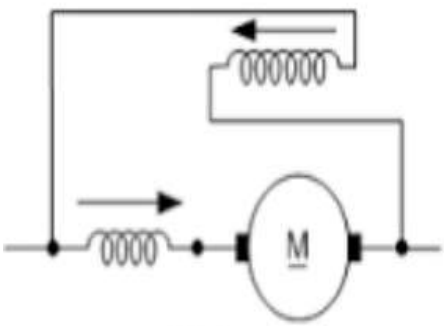
(أ): محرك تراكمي قصير



(ب): محرك تراكمي طويل



(ج): محرك فرقي قصير



(د): محرك فرقي طويل

عكس حركة المحرك المركب:

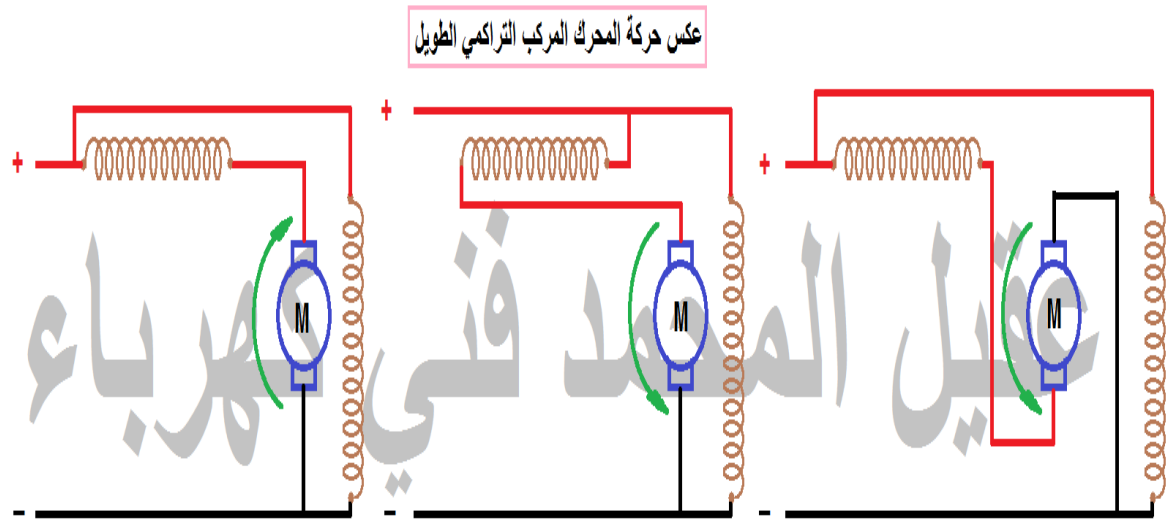
تعكس حركة هذا المحرك بطريقتين:

ا-بعكس اتجاه تيار ملف التوالي مع ثبات اتجاه تيار عضو الاستنتاج

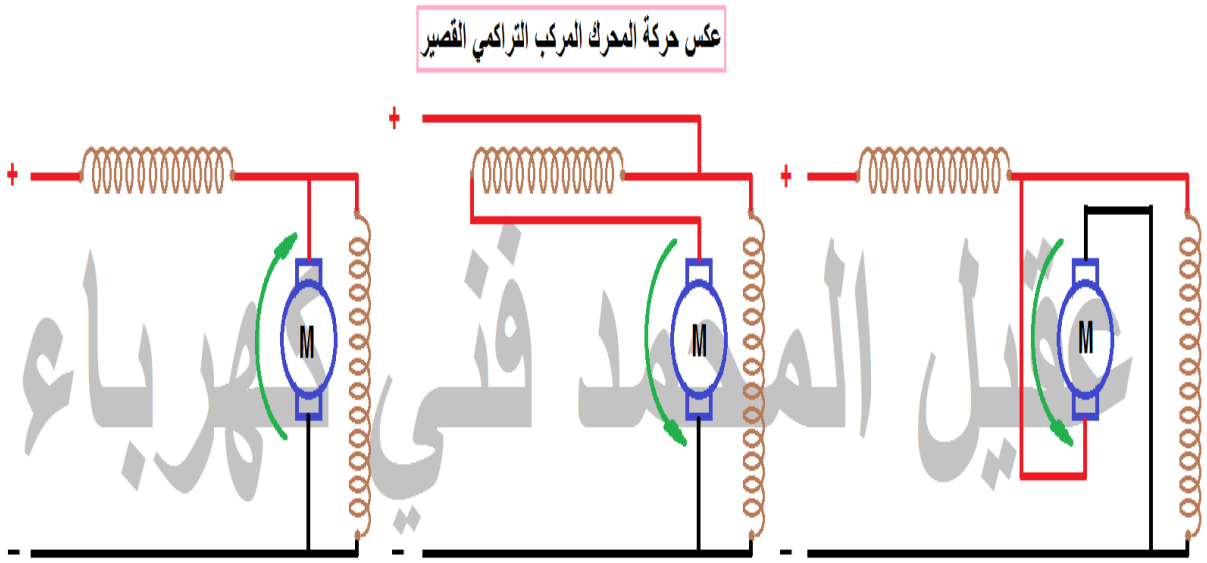
وثبات اتجاه تيار ملف التوازي

ب- بعكس اتجاه تيار عضو الاستنتاج مع ثبات اتجاه تيار ملفي التوالي والتوازي

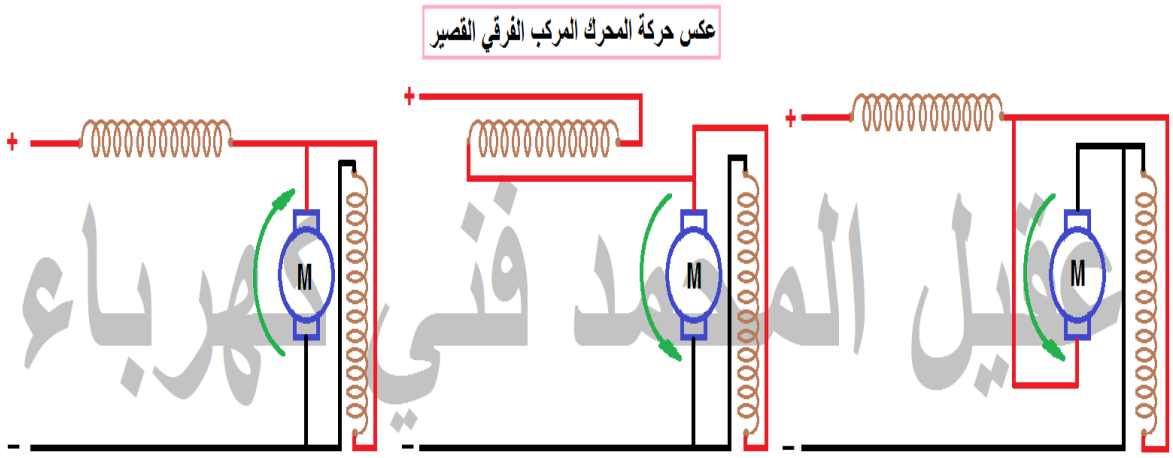
عكس حركة المحرك التراكمي القصير



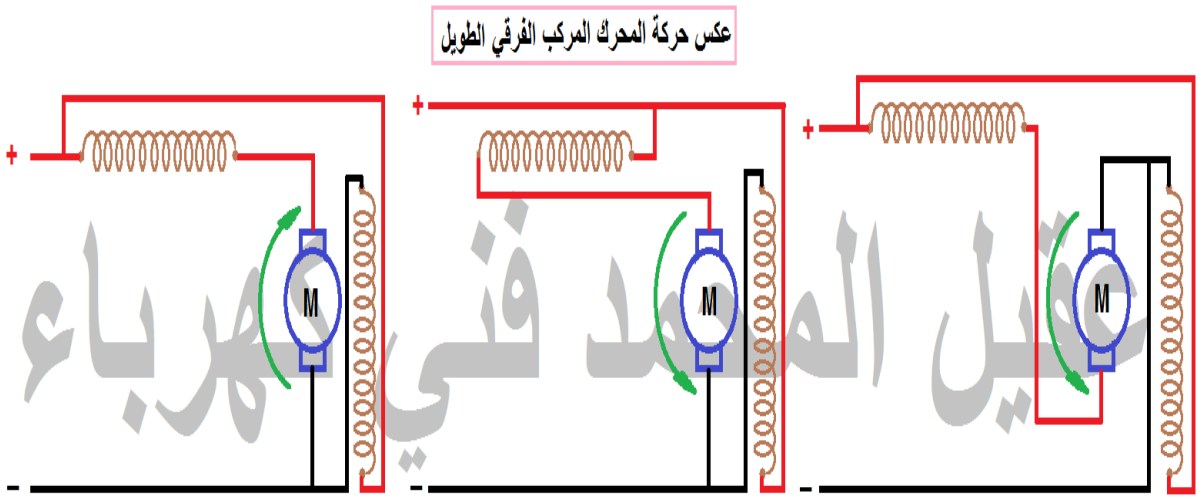
عكس حركة المحرك التراكمي الطويل



عكس حركة المحرك الفرقي القصير



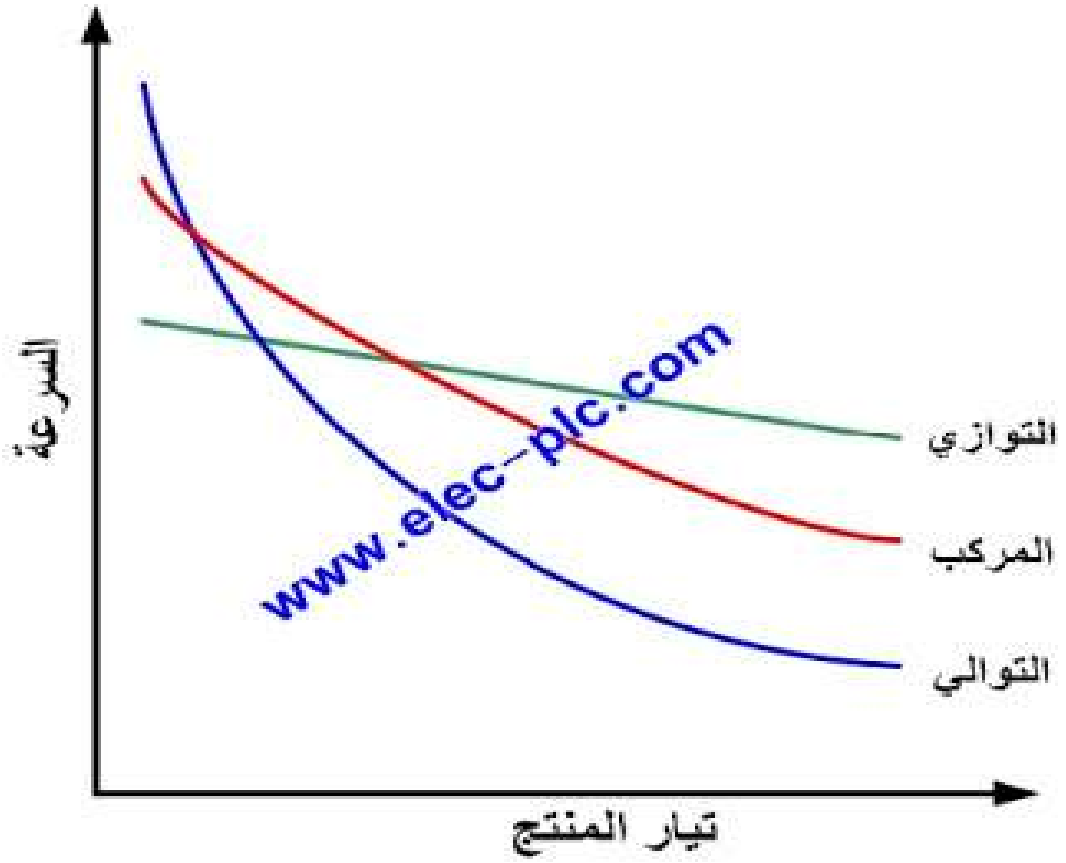
عكس حركة المحرك الفرقي الطويل



خواص محركات التيار المباشر (DC Motors Characteristic) :

1-السرعة وتيار المنتج :

تتناسب السرعة طرديا مع الفولتية المغذية وعكسيا مع فيض الإثارة المغناطيسي.



يبين الشكل (1) العلاقة بين السرعة وتيار المنتج لكل نوع من أنواع محركات التيار المباشر:

أ – محرك التوازي :

مهما تغير تيار المنتج يبقى الفيض المغناطيسي (Φ) ثابتا.

وبثبات فولتية المصدر، فإن التغير في سرعة العضو الدوار مع تغير الحمل تكون قليلة كما يظهر في منحنى الخواص

ب-محرك التوالي:

بما أن تيار المنتج هو نفسه تيار الأقطاب، فإن الزيادة في تيار المنتج يقابله زيادة في الفيض المغناطيسي، وبالتالي انخفاض في السرعة تبعا لذلك حتى تصل إلى نقطة التشبع المغناطيسي ، حيث تصبح الزيادة في (Φ) أقل من الزيادة في التيار .

ويبين الشكل خواص السرعة وتيار المنتج في محرك التوالي .

ج – المحرك المركب:أما في المحرك المركب فإنه يجمع بين خواص محرك التوالي والتوازي

2- الخاصية الكهربائية (Electric Characteristic):

الشكل (2) يبين العلاقة بين العزم الكهرومغناطيسي وتيار المنتج حيث أن العزم يتناسب طرديا مع تيار المنتج والفيض المغناطيسي، وفيما يلي العلاقة بين مختلف أنواع محركات التيار المباشر:

أ-محرك التوازي:

في هذا المحرك يتناسب العزم طرديا مع التيار، بسبب ثبات الفيض المغناطيسي (Φ)

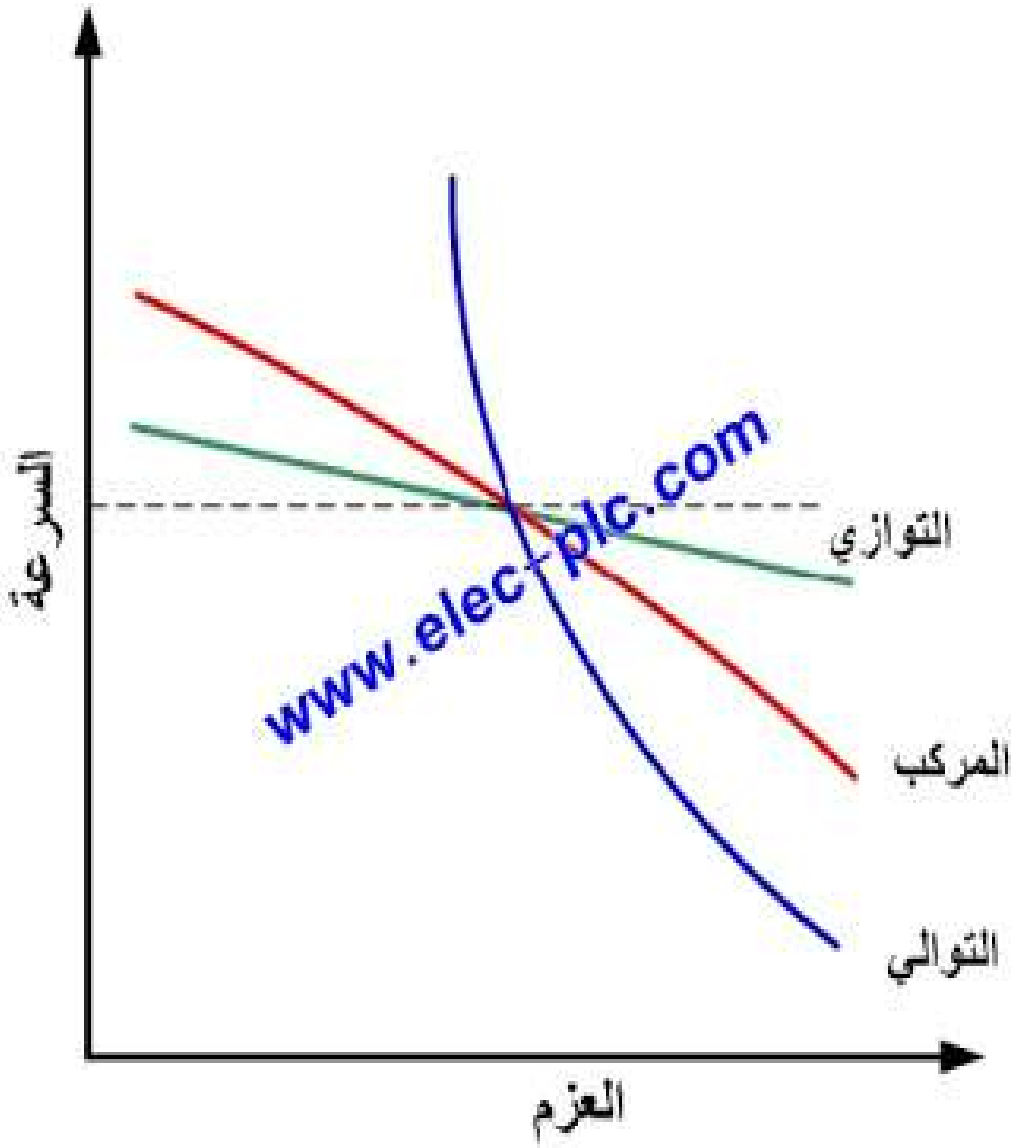
ب) محرك التوالي:

الفيض المغناطيسي يتناسب طرديا مع التيار وبالتالي العزم يتناسب طرديا مع مربع التيار

ج) المحرك المركب :

تكون خواص العزم وسطا بين خواص محركي التوالي والتوازي

3 - الخاصية الميكانيكية (Mechanical Characteristic) :



الشكل(3) يبين العلاقة بين سرعة المحرك والعزم حيث أن العزم يتناسب تناسبا طرديا مع تيار المنتج.

العلاقة التي تربط السرعة مع العزم لكل من محرك التوالي والتوازي والمركب.

تعد الخاصية الميكانيكية من الخواص المهمة جدا للمحركات بشكل عام، حيث يتبين من خلالها مدى تغير السرعة مع تغير الحمل.

يلاحظ من الشكل (3)أن تغير سرعة محرك التوازي تنخفض بشكل قليل مع زيادة عزم الحمل، وبالنسبة لمحرك التوالي فتنخفض السرعة بشكل كبير جداً مع زيادة الحمل، ويمتاز المحرك المركب بانخفاض متوسط للسرعة مع زيادة الحمل.

بعد دراسة خواص محركات التيار المباشر نستنتج ما يلي :

1- أن محرك التوازي يمكن استخدامه في المجالات التي تتطلب سرعة ثابتة على الرغم من تغير الحمل ، إلا أنه لا يمكن استخدام محرك التوازي للأحمال التي تحتاج إلى عزم بدء عالي .

2- يتميز محرك التوالي بعزم بدء عالٍ، فهو يستخدم كمحرك بدء تشغيل السيارة، والقطار الكهربائي و الروافع.

ومن الجدير بالذكر أن محرك التوالي يستخدم وهو موصل بالحمل، وذلك حتى لاتصل سرعته إلى حد الخطورة .

3- أما المحرك المركب، فانه يستخدم حسب الحمل، حيث انه يمتلك خصائص محرك التوالي ومحرك التوازي معاً.

أ ـ المحرك المركب التراكمي:

يمكن استخدام هذا المحرك في الأحمال التي تتطلب عزماً عالياً، ويتم تشغيلها بدون حمل كما هو الحال في الآلات القطع والثقب.

ب ـ المحرك المركب الفرقي :

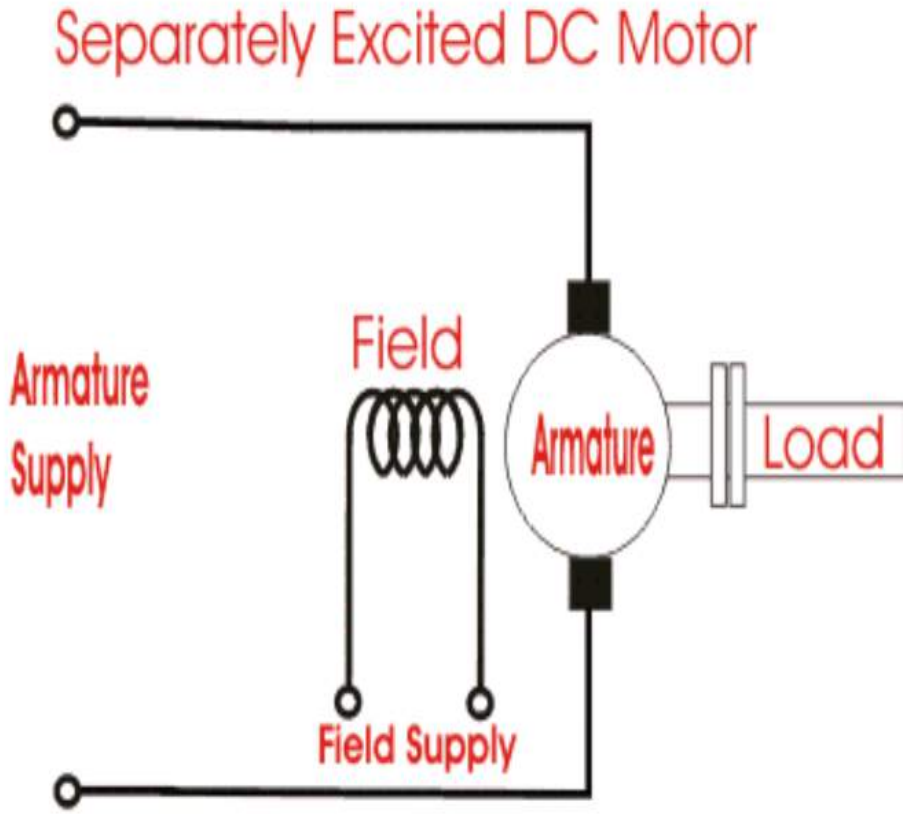
فهو محدود الاستخدام، إلا في بعض مختبرات البحوث، وذلك لأنه إذا انخفض الحمل عن المقرر، فإن سرعته تزداد وقد تصل إلى حد الخطورة.

المحركات ذات العضو الدوار المغناطيس المنتج (ذات الفرش):

4-محرك تيار مستمر ذو تغذية منفصلة D.C Motor With Permane Magnet

يتم تغذية كلا من المنتج وملفات الأقطاب لهذا المحرك من مصدري تغذية منفصلين بجهدين قد يكونان متساويين او مختلفين

وتشبه خصائص السرعة والعزم لهذا المحرك خصائص محرك التوازي



5-محرك تيار مستمر ذو مغناطيس دائم D.C Motor With Separate Feed

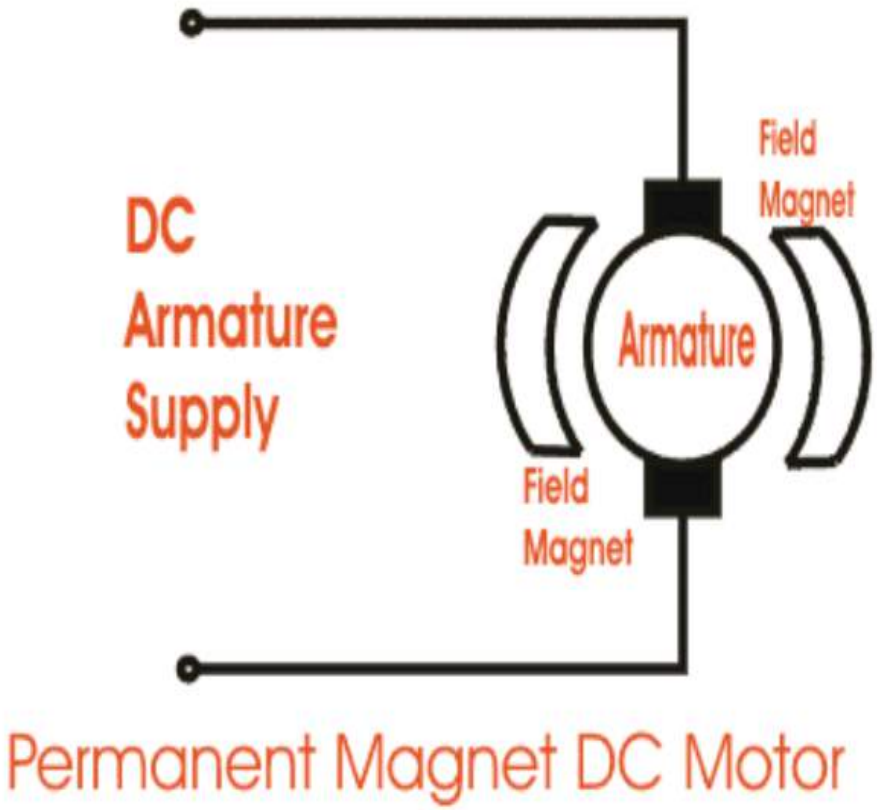
في التطبيقات منخفضة القدرة low-power applications فإن المجال المغناطيسي يتم إنتاجه من مغناطيس دائم وليس مغناطيس كهربي (بساطة التركيب).

في محركات المغناطيس الدائم يتم تقديم مجالات العضو الثابت عن طريق مغناطيسيات دائمة التي لا تحتاج إلي تغذية خارجية وبالتالي لا تكون هناك حرارة مفقودة

يتناسب عزم محركات التيار المستمر مع الفيض وتيار المنتج وعندما يكون المحرك ذي مغناطيس دائم فإن الفيض يكون غير مؤثرا في العزم الذي يصبح معتمدا كليا على تيار عضو الإنتاج .

في حين أن القوة الدافعة الكهربية العكسية للمحرك تتناسب مع السرعة والفيض وحيث إن الفيض منفصل عن دائرة المنتج تصبح معتمدة فقط على السرعة. لذا يكون التحكم في سرعة المحرك فقط

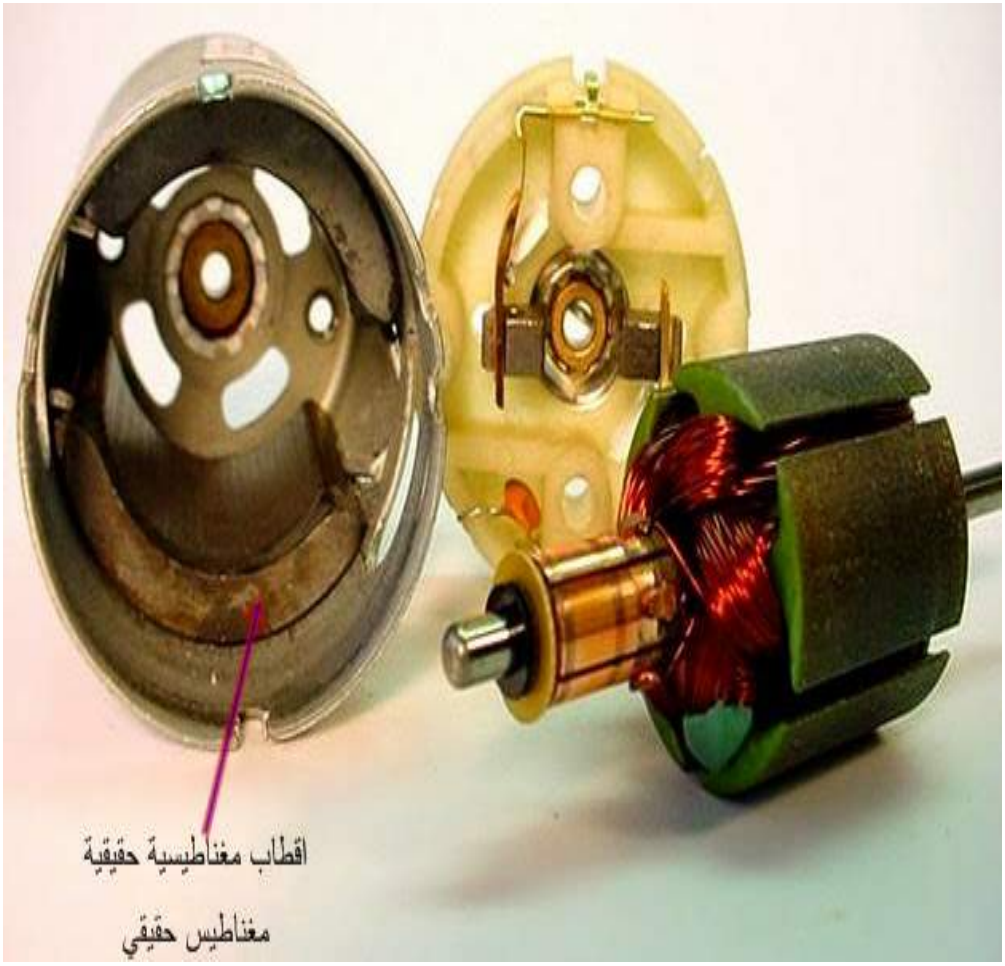
عن طريق جهد المنتج



Permanent Magnet DC Motor

يتميز محرك المغناطيس الدائم PM motor بأنه أخف وزناً وأصغر حجماً من محركات التيار المستمر الأخري المكافئة لأن قوة المجال للمغناطيسيات الدائمة عالية .

العرض القطري للمغناطيس الدائم النموذجي هو حوالي ربع قرينة ذو الملفات



عكس حركة هذا المحرك

يمكن عكس حركة محركات ال- PM بسهولة عن طريق تحويل قطبية الجهد المسلط علي المحرك , لأ ن أي من التيار أو المجال كل منهما يغير اتجاه حركة المحرك .

محرك ال- PM يكون مثاليا في تطبيقات تحكم الكمبيوتر بسبب خطية العلاقة بين عزمه وسرعته كونها خطية .

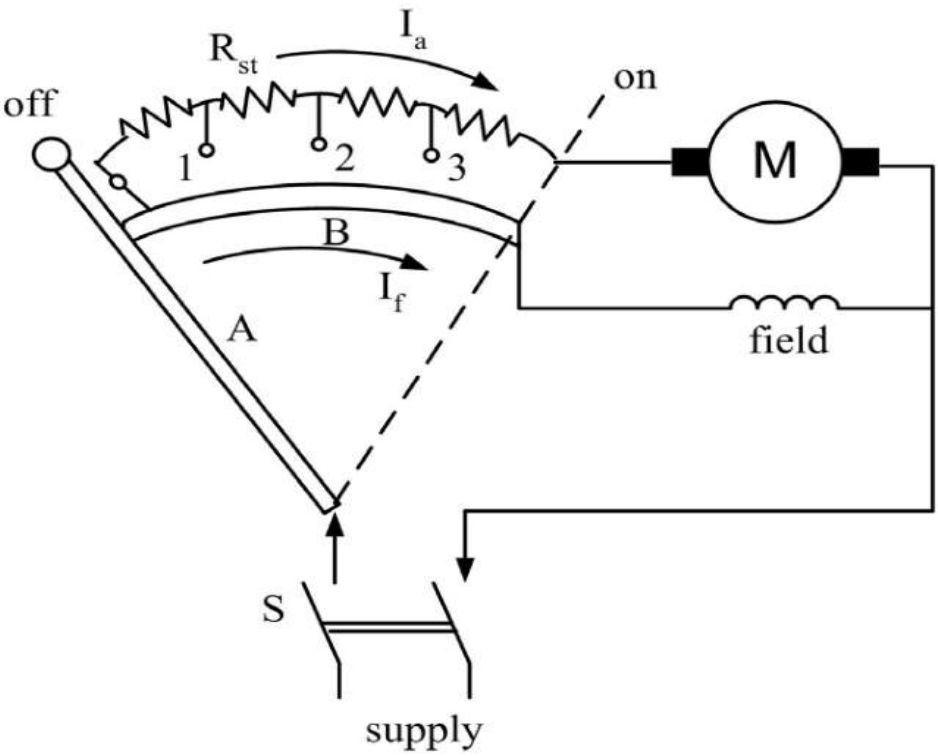
طرق بدء الحركة في محركات التيار المباشر :

الهدف من بدء الحركة لمحركات التيار المستمر هو تقنين التيار المسحوب لحظة البداية حيث يكون هذا التيار مرتفع جدا ومن هذه الطرق:

1-بادئ الحركة اليدوي:

في المحركات الصغيرة يستعمل بادئ حركة يدوي وهو عبارة عن مقاومة من عدة اجزاء تكون موصلة على التوالي مع المنتج وتخرج هذه المقاومة على مراحل حتى يصل المحرك سرعته النهائية وتكون هذه المقاومات قد اخرجت كليا من الدائرة وعندئذ يكون المحرك موصل مباشرة بمنبع الجهد

وعند فصل المحرك لابد من ارجاع الذارع يدوي الى وضع عدم التشغيل



شكل ٣- ١٧ مخطط بادئ حركة يدوي

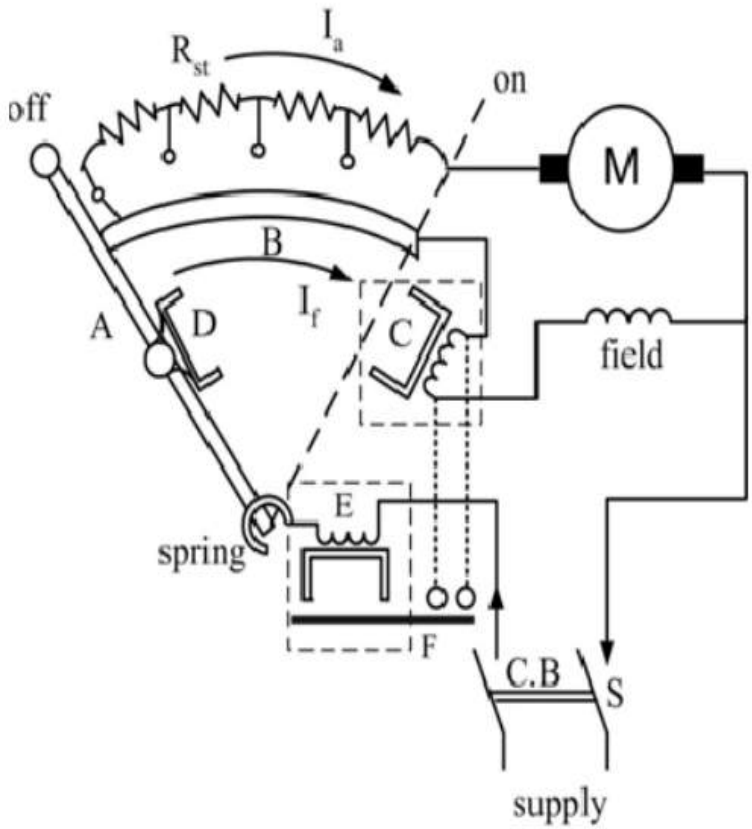
2-بادئ حركة اليدوي اوتوماتيكي الفصل:

يستخدم في محركات التيار المستمر ذات قدرة اعلى من 20 حصان وهو مزود بملف متمم فوق الحمل (اوفر لود) الذي يفصل المحرك عن المنبع عند زيادة الحمل

كما يوجد قاطع اتوماتيكي للقيام بعمل المفتاح الرئيسي عند حدوث قصر في الدائرة

عند مرور تيار في الحافظة C فانها تنشأ مجالا مغناطيسيا يجذب الحافظة Dاليه مع الذراع

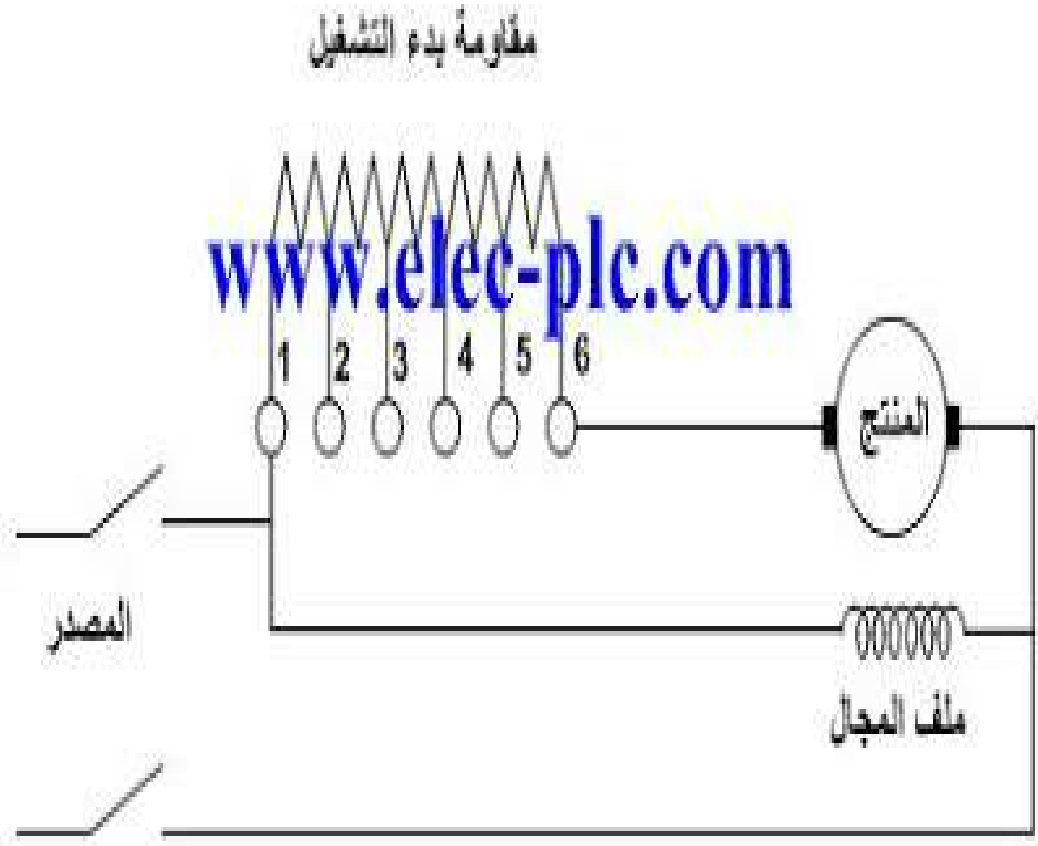
فاذا انقطع التيار بفعل الاوفر لود او المفتاح الا وتوماتيكي ينقطع المجال المغناطيسي ويعود الذارع الى وضع عدم التشغيل بواسطة ياي(زنبرك)



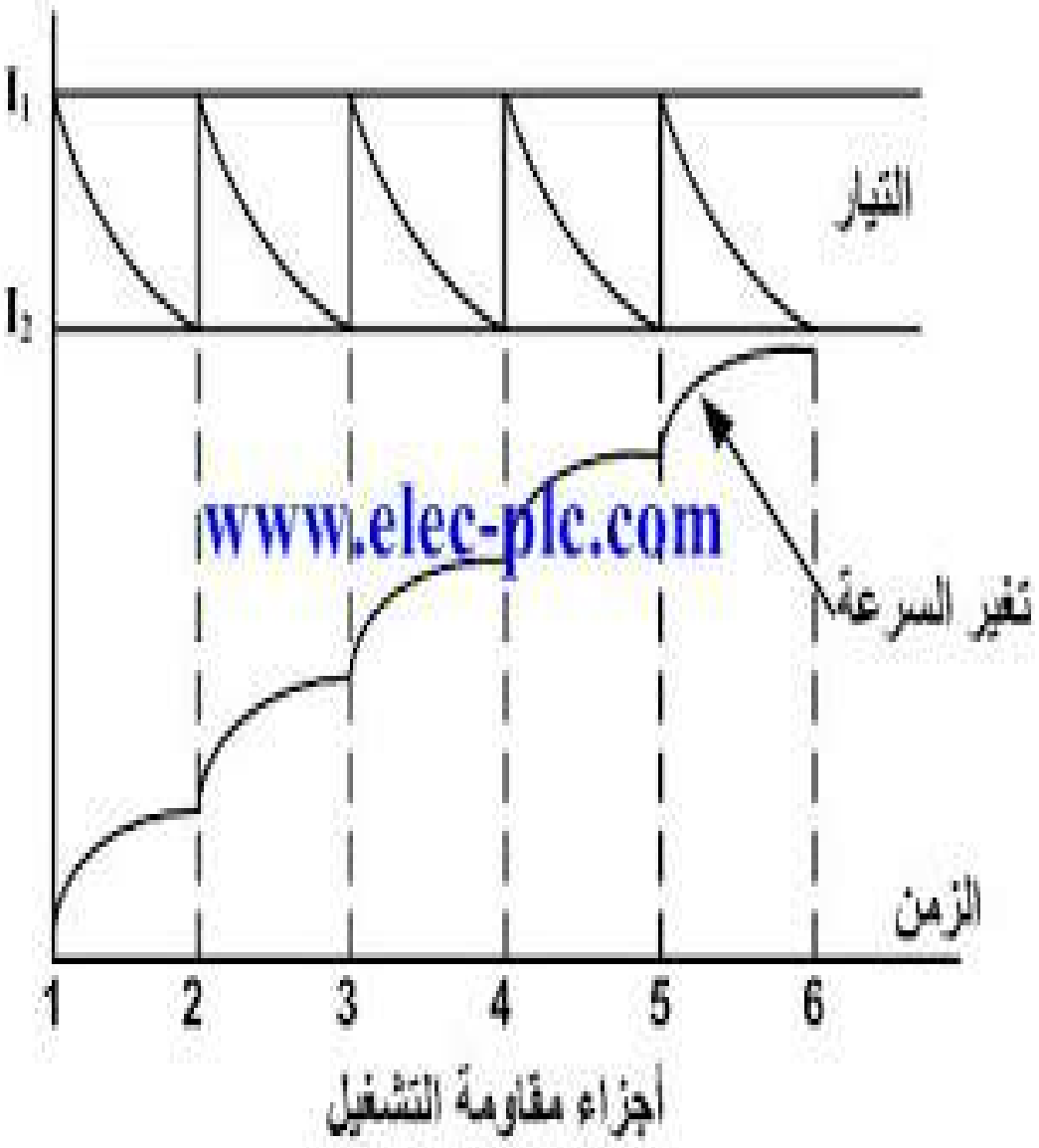
شكل ٣- ١٨ مخطط بادئ حركة يدوي البدء أتوماتيك الإعادة

3-بادئ تشغيل اوماتيكي:

يتم وصل مقاومة بدء التشغيل وخروجها تدريجياً باستخدام المفاتيح المغناطيسية (الكونتاكتورات)ومرحلات التأخير الزمني (التايمر)



يتغير تيار المنتج في فترة بدء التشغيل مع تغير قيمة مقاومة البدء وتتغير السرعة مع تغير قيمة المقاومة حتى الوصول لحالة الاستقرار وخروج المقاومة من الدائرة الكهربائية للمحرك.



التحكم في سرعة المحركات التيار المستمر:

يتم التحكم في سرعة محركات التيار المستمر بعدة طرق هي :

1- التحكم في السرعة عن طريق تغيير جهد المصدر:

كل المحركات تشترك في أنه يمكن التحكم في سرعتها عن طريق التغيير في جهد المصدر حسب العلاقة الآتية: $n=(V-IaRa)/k\Phi$

حيث أن :

ال V: جهد المصدر

ال N :سرعة المحرك

ال Ia :تيار عضو الانتاج

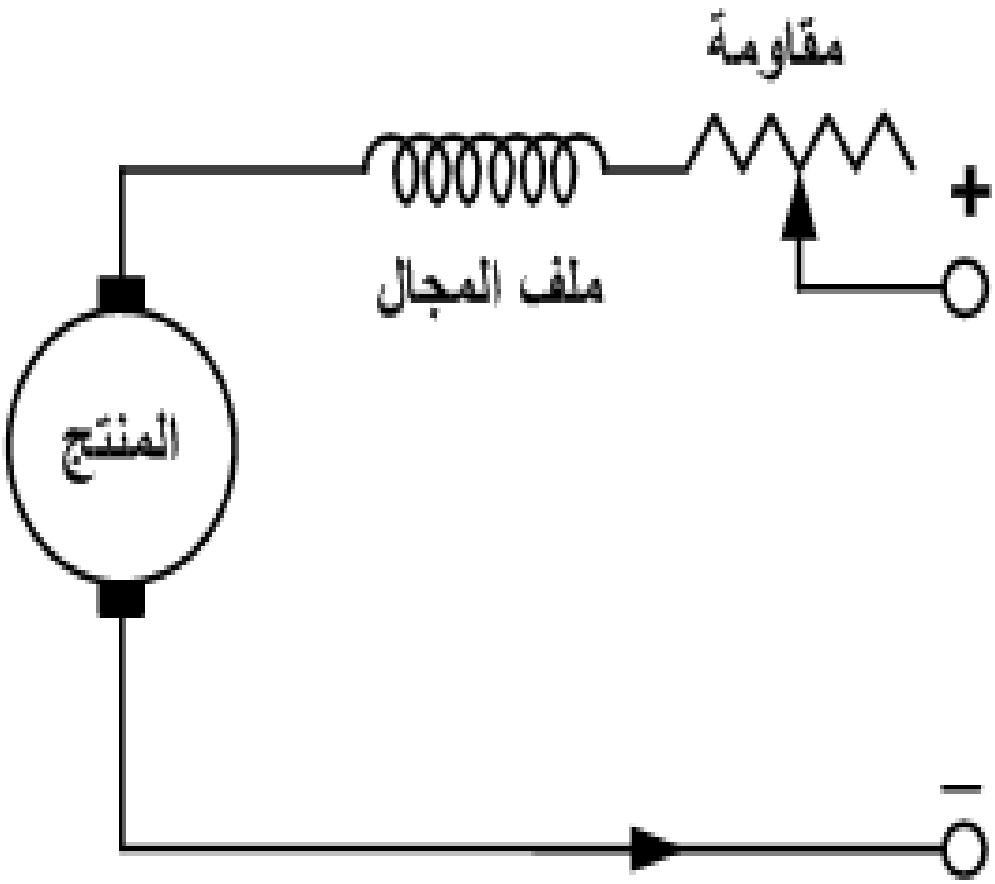
ال Ra: مقاومة ملفات عضو الانتاج

ال K :ثابت

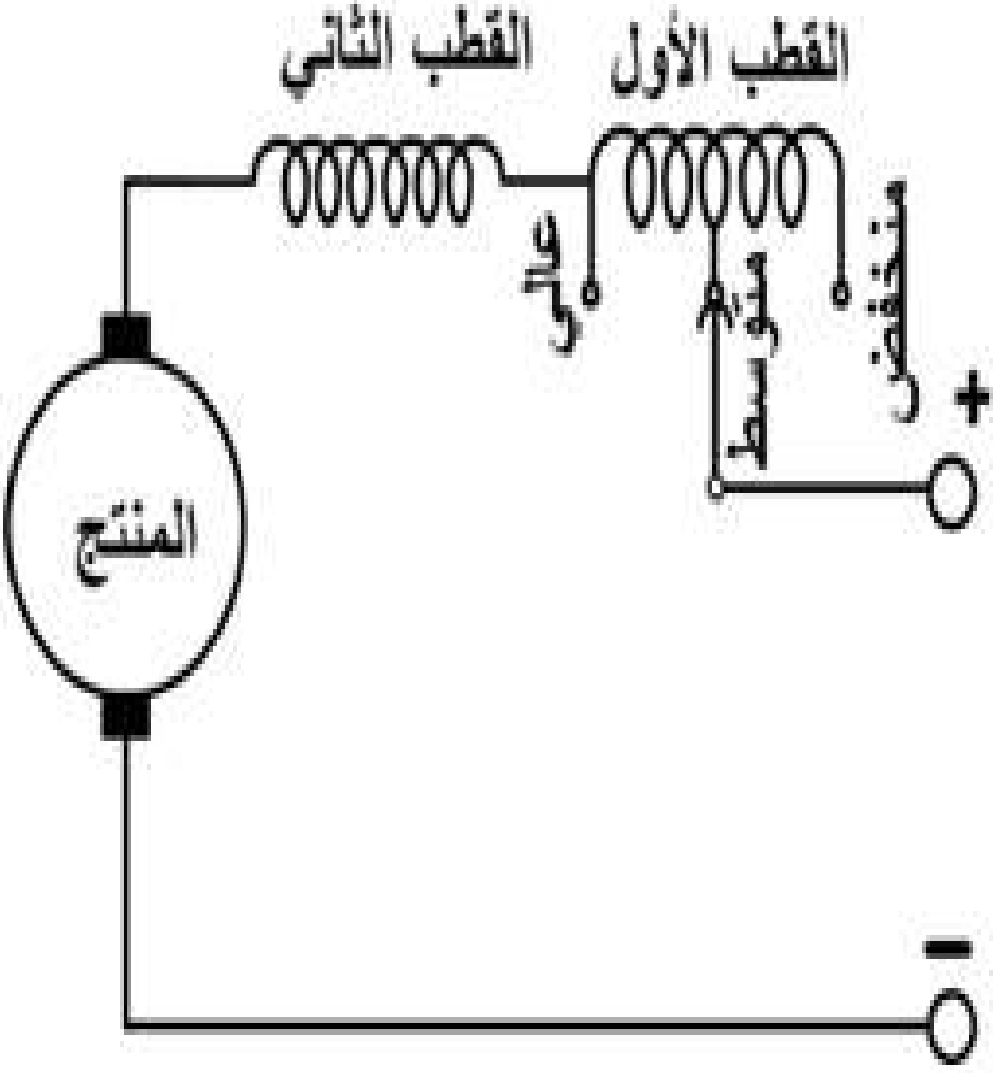
ال Φ : الفيض المغناطيسي

وهناك عدة طرق للتحكم في جهد المصدر منها:

أ-توصيل مقاومة على التوالي مع دائرة المحرك



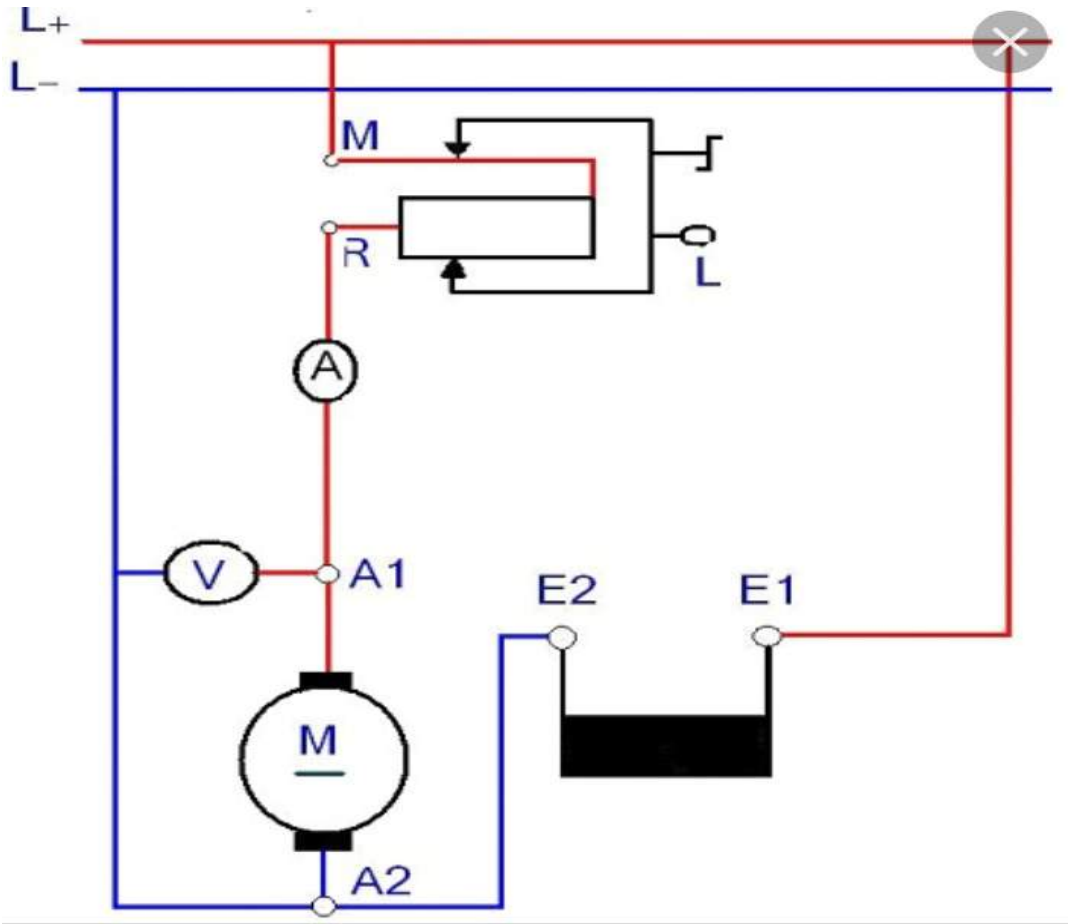
ب-توصيل ملف خانق على التوالي مع دائرة المحرك



ج-يمكن التحكم بجهد المصدر من خلال جهاز pwm

2- التحكم في السرعة عن طريق ربط مقاومة على التوالي مع عضو الانتاج:

من نفس المعادلة السابقة يمكن ملاحظة أنه يمكن التأثير على سرعة محركات التيار المستمر بربط مقاومة على التوالي مع عضو الإنتاج وبالتالي فإن الهبوط في الجهد سيرتفع مما يجعل من القوة الدافعة الكهربائية تنخفض فتنخفض سرعة المحرك، أي أن العلاقة عكسية بين هذه المقاومة وسرعة المحرك.

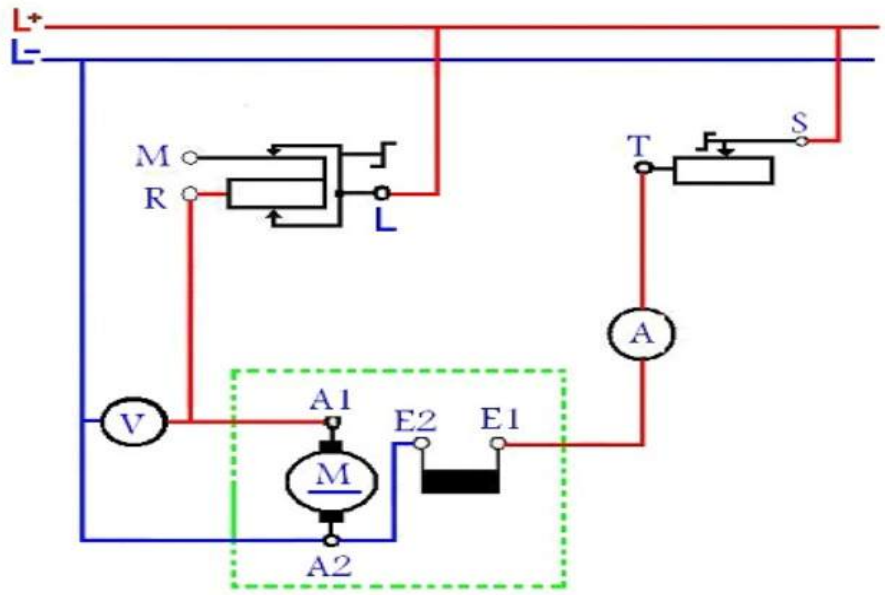


3- التحكم في السرعة عن طريق تغيير الفيض المغناطيسي:

أ-في حالة محرك التوازي:

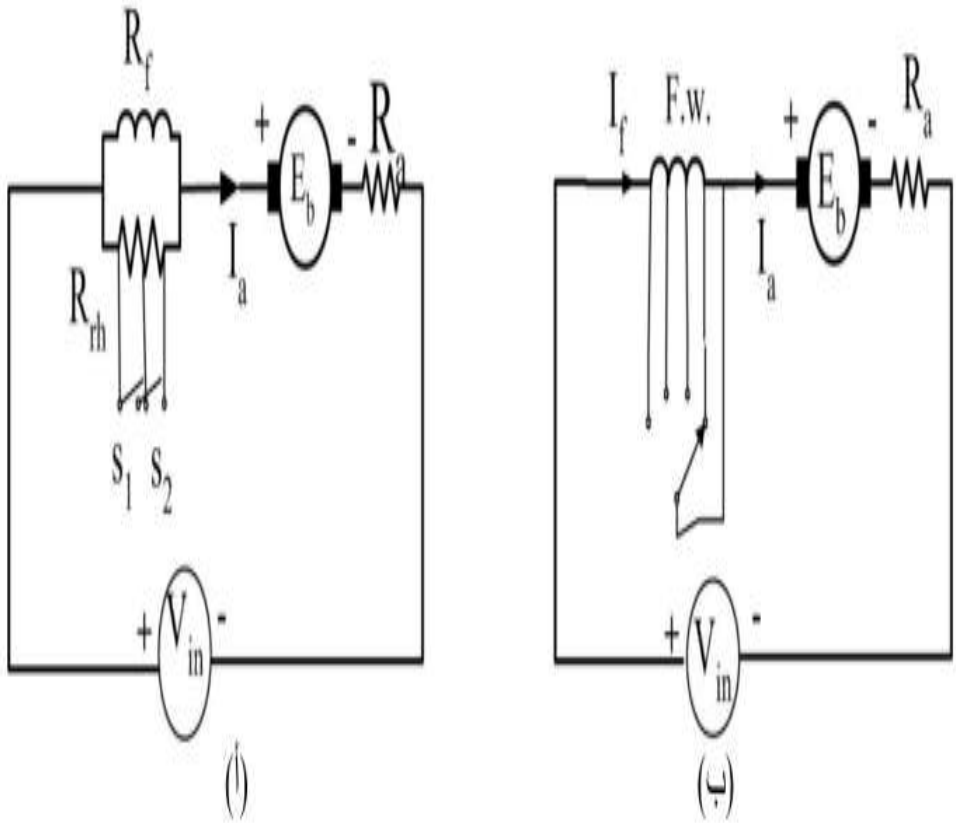
ربط مقاومة على التوالي مع ملفات المجال في محركات التوازي عند ربط هذه المقاومة فإن تيار المجال سوف يقل مما يسبب في خفض قيمة الفيض المغناطيسي ، وإذا لاحظت من المعادلة السابقة فإن العلاقة عكسية بين الفيض والسرعة وبالتالي فإن التخفيض في الفيض سيجعل من سرعة المحرك ترتفع.

تيار التهيج IE}}	جهد المتحرض UA}}	السرعة n}}	مقاومة تنظيم المجال	مقاومة بدء الحركة
١٢٠	٢٢٥	٢١٧٠	٠	١٠٠
١٢٠	٢٤٥	٢٣٠٠	٠	٠
٨٠	٢٣٨	٢٦٠٠	٥٠	٠
٨٠	٢٣٠	٢٥٠٠	٥٠	٥٠
٥٥	٢١٥	٢٩٠٠	٥٠	٥٠



ب-في حالة محرك التوالي

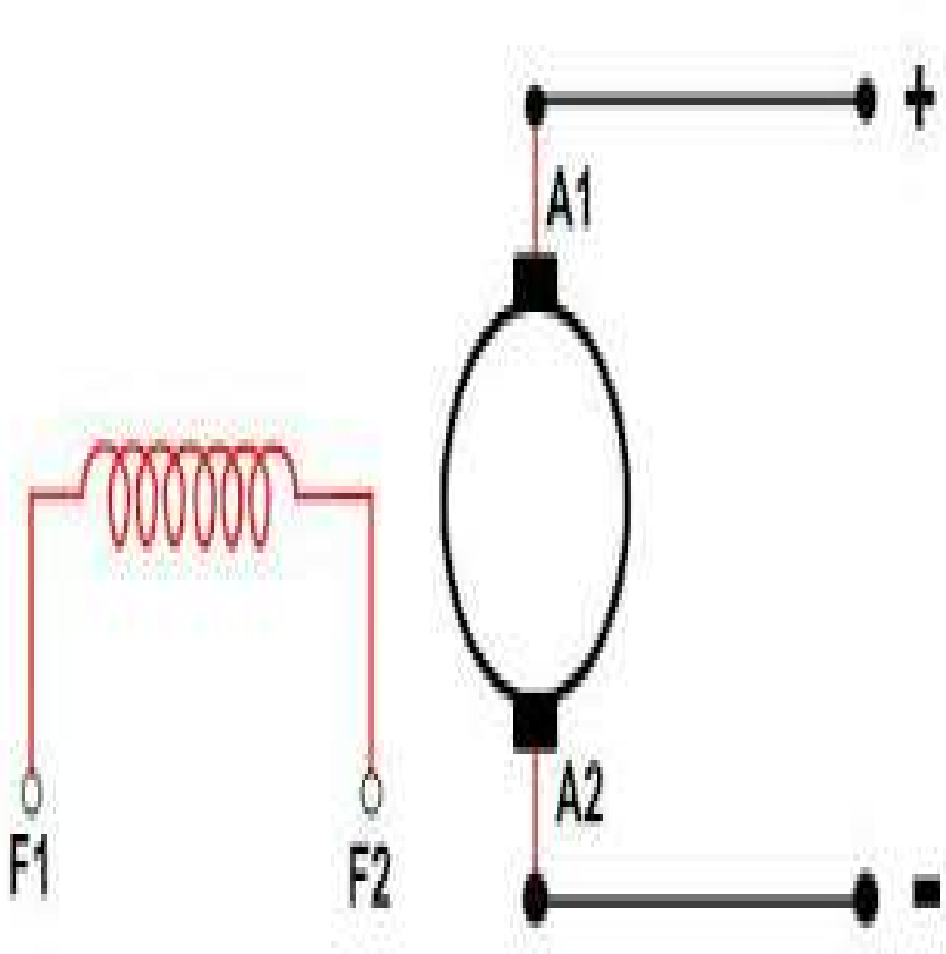
ربط مقاومة على التوازي مع ملفات المجال كلما زدنا من قيمة هذه المقاومة سيرتفع التيار المار في ملفات المجال ممايسبب في رفع الفيض وبالتالي التخفيض في سرعة المحرك.



شكل ٣- ١٥ تنظيم السرعة لمحرك التوالي

ج-في حالة محرك منفصل التغذية:

بما أن هناك مصدري جهد في هذا النوع من المحركات فإنه يمكننا أن نغير من قيمة الجهد بـ التغيير في جهد المجال المتصل مع ملفات المجال وبالتالي سيتغير تيار المجال الذي سيغير بدوره الفيض فتتغير سرعة المحرك.



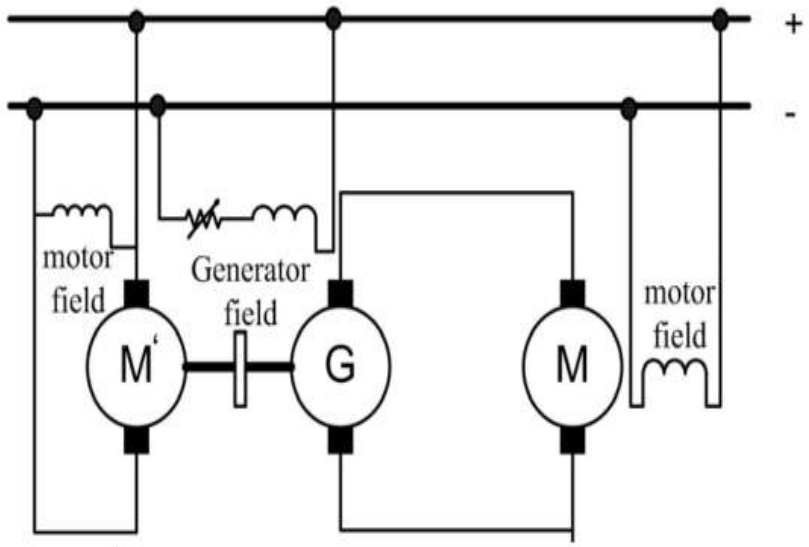
4- طريقة وورد ليونارد للتحكم في السرعة :

يمكن التحكم بالجهد المسلط على أطراف المنتج باستخدام طريقة وورد ليونارد

حيث يغذى المحرك المراد تنظيم سرعته M من مولد محكوم G وهذا المولد يدار بسرعة ثابتة من خ لال محرك تيار مستمر آخر ' M

وعن طريق التحكم في مجال المولد يمكن تغيير الجهد المتولد على أطرافه وبالتالي الجهد المغذي للمحرك المراد تنظيم سرعته

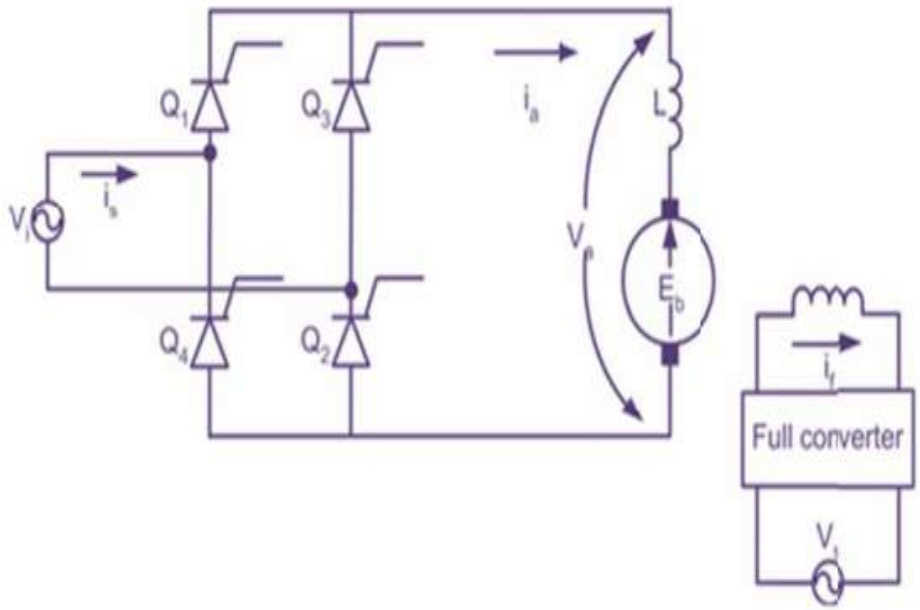
وعيوب هذه الطريقة التكلفة الكلية لنظام التحكم



شكل ٣- ١٤ تنظيم السرعة لمحرك توازي باستخدام طريقة "وورد ليونارد"

ولكن الآن تستخدم دوائر الكترونيات القدرة للتحكم في الجهد المستمر المغذي للمحرك مباشرة

حيث يتم استخدام موحد آحادي الوجه محكوما للسيطرة على الجهد المسلط على أطراف المنتج وذلك بالتحكم في زاوية اشعال الموحد



شكل ٣- ١٦ تنظيم السرعة لمحرك تغذية منفصلة باستخدام موحد محكوم في دائرة المنتج

طرق فرملة محركات التيار المستمر:

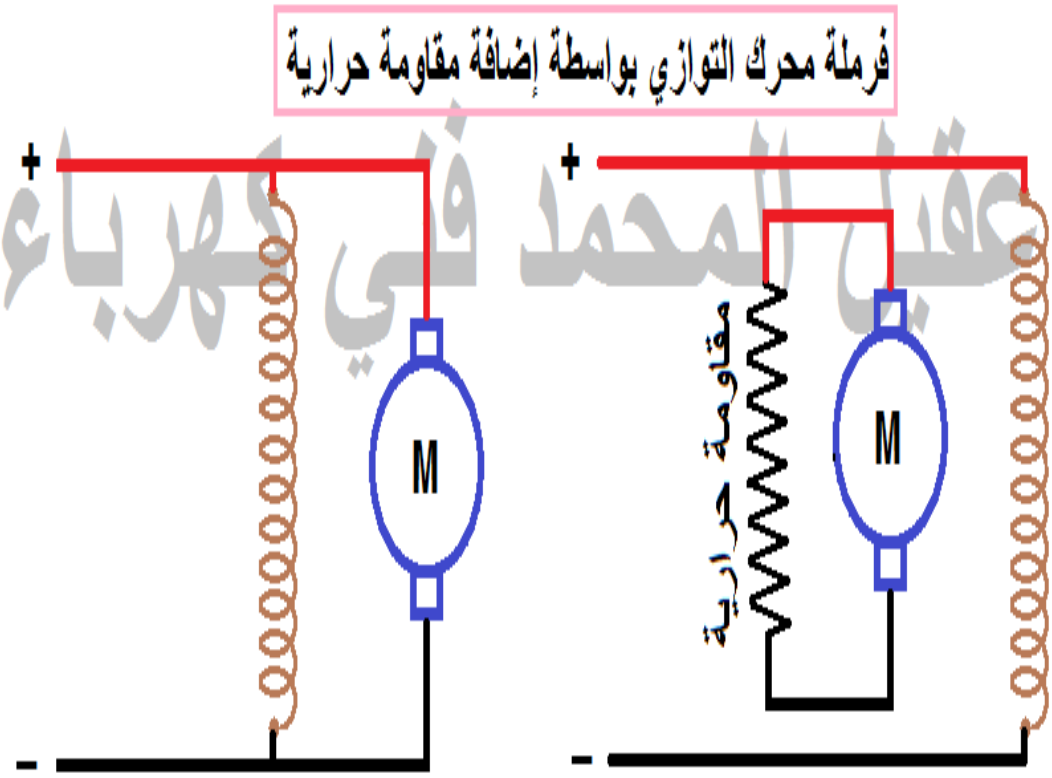
عند إطفاء المحرك بفصل التيار الكهربائي عن المحرك سيبدأ المحرك بالتباطؤ وتتناقص سرعته إلى أن تصل إلى الصفر ويسمى الزمن اللازم حتى يتوقف المحرك تماماً بزمن الإيقاف وقد يصل حتى 20 ثانية أو أقل ويعتمد ذلك على عزم القصور الذاتي للمنتج والمفاقيد الداخلية.

ومن الطرق المستخدمة لإقاف المحرك بشكل سريع:

1- الفرملة الديناميكية:

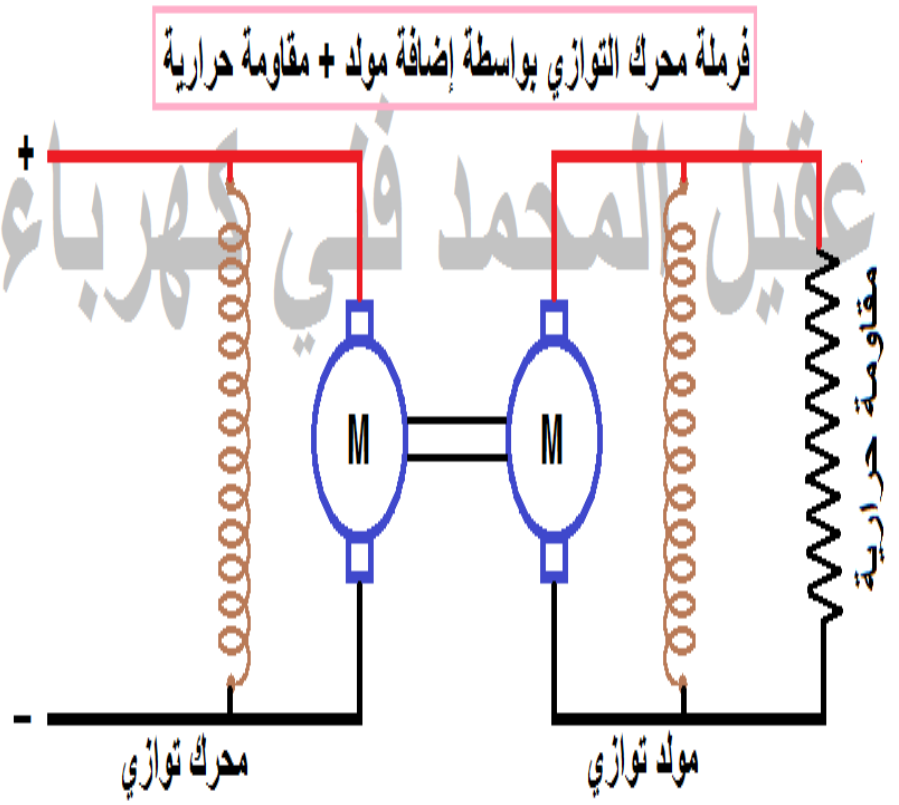
وهي مبنية على تحويل الطاقة الميكانيكية الناتجة من المحرك (بعد عملية الفصل) إلى طاقة كهربائية والتي يمكن امتصاصها أو تبديدها بسهولة حيث أن هناك طريقتان لإجراء هذه العملية:

أ) ربط مقاومة على التوازي مع المنتج (عضو الإ
نتاج) بحيث تمتص القوة الدافعة الكهربائية المتولدة
بالمحرك (بعد عملية الفصل) من خلال هذه
المقاومة لتتحول إلى حرارة.



ب) ربط عمود الدوران للمحرك بمولد كهربائي

حيث يتم اعتبار هذا المولد في حالة عمل المحرك ا لاعتيادي كحمل خفيف لا يؤثر على السرعة المقننة للمحرك ، وعند إعطاء أمر بإيقاف المحرك يتم ربط مقاومة مع أطراف المولد بحيث تسحب هذه المقاومة الطاقة الكهربائية الناتجة من المولد نتيجة لدوران المحرك بعد أمر الإيقاف ومن ثم تتحول هذه الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية على جسم المقاومة.



2-الفرملة الكهرومغناطيسية:

إذا كانت سرعة المحرك عالية جداً فإنه يتوجب إجراء عملية أخرى لفرملة المحركات ، يطلق على هذه العملية اسم (طريقة تغيير اتجاه الدوران).

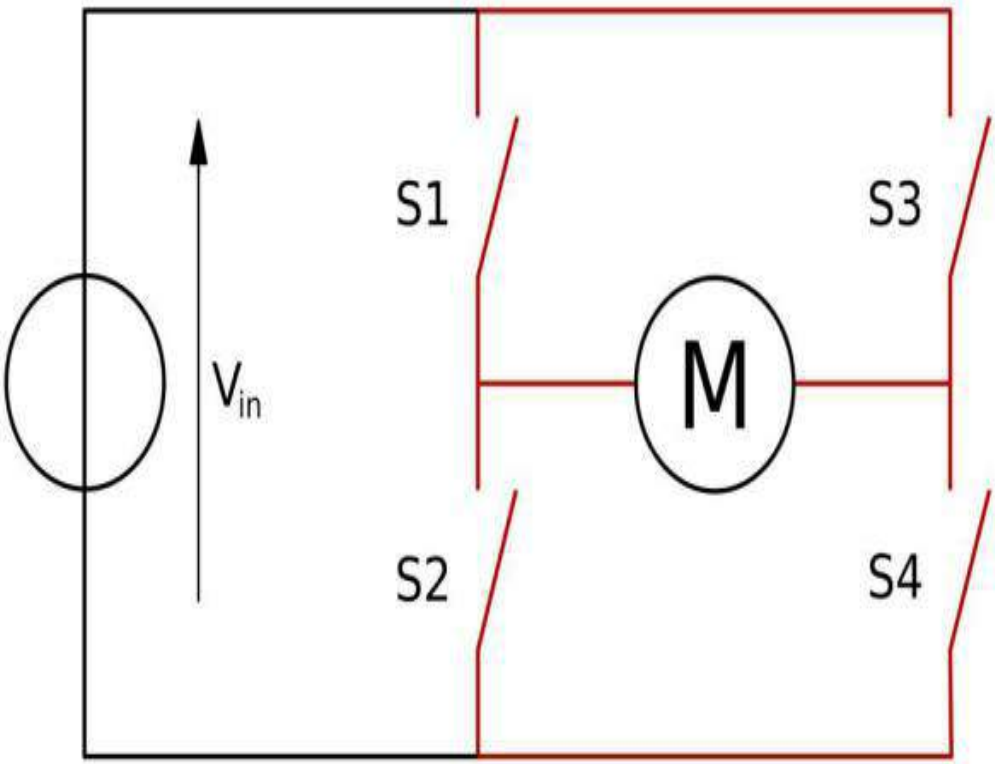
يمكن أن نشبه هذه الطريقة بقيادة السيارة إلى الخلف فجاءة بينما هي تسير إلى الأمام، حيث يؤدي ذلك إلى عطل ناقل الحركة دون أن يحدث أي عطل بمحرك السيارة.

يمكن تغيير اتجاه الدوران عن طريق تغيير قطبية المنتج (عضو الإنتاج) ، وعندما يتغير اتجاه الدوران فجاءة فإن ذلك يسبب في إبطاء حركة المحرك بسرعة شديدة جداً ، وحالما يتوقف الدوران

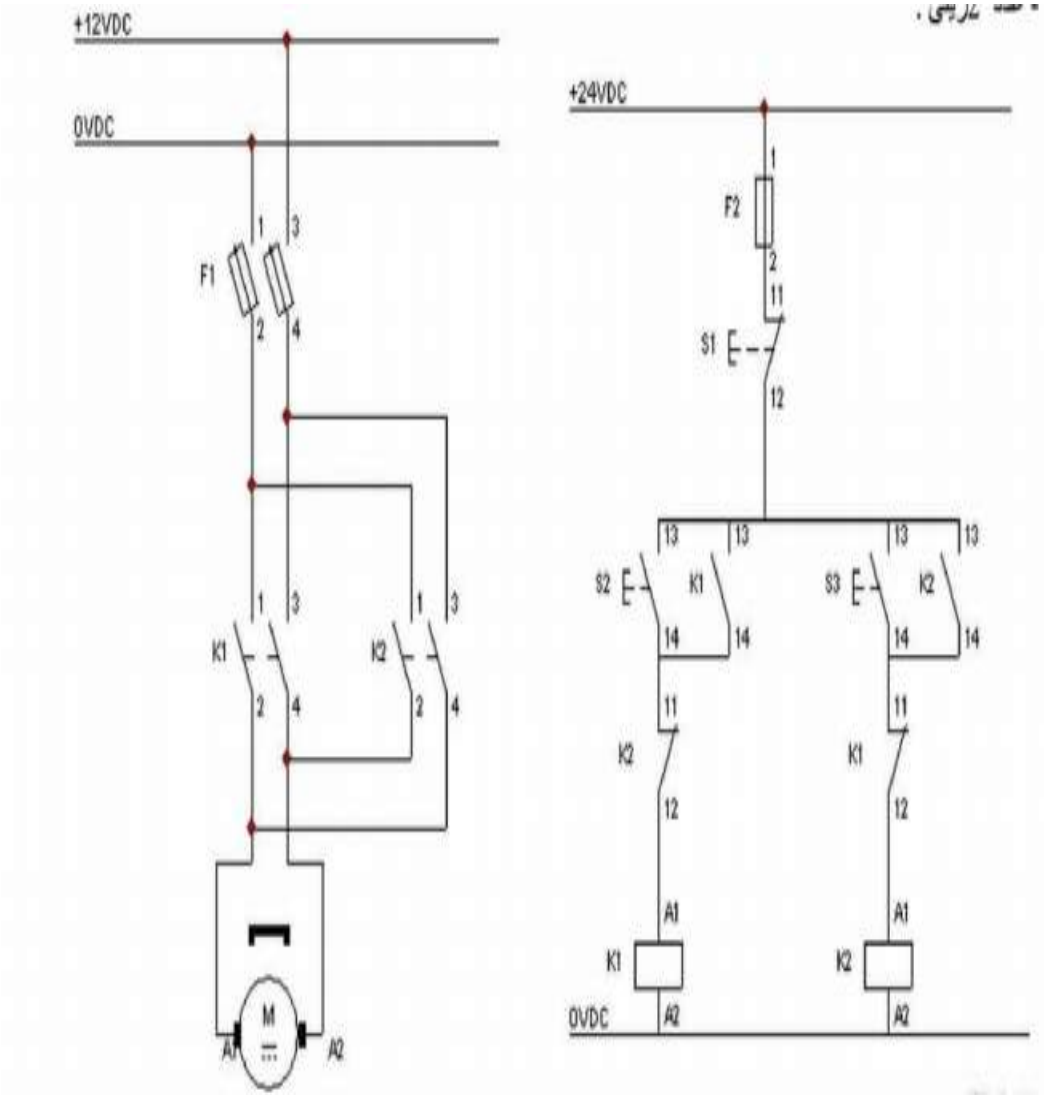
وذلك قبل تغير اتجاه الدوران ؛ يفصل المحرك أتوماتيكياً عن مصدر التغذية

وتسمى عملية قلب اقطاب المنتج بدارة جسر (H) و تتم هذه العملية بعدة طرق منها:

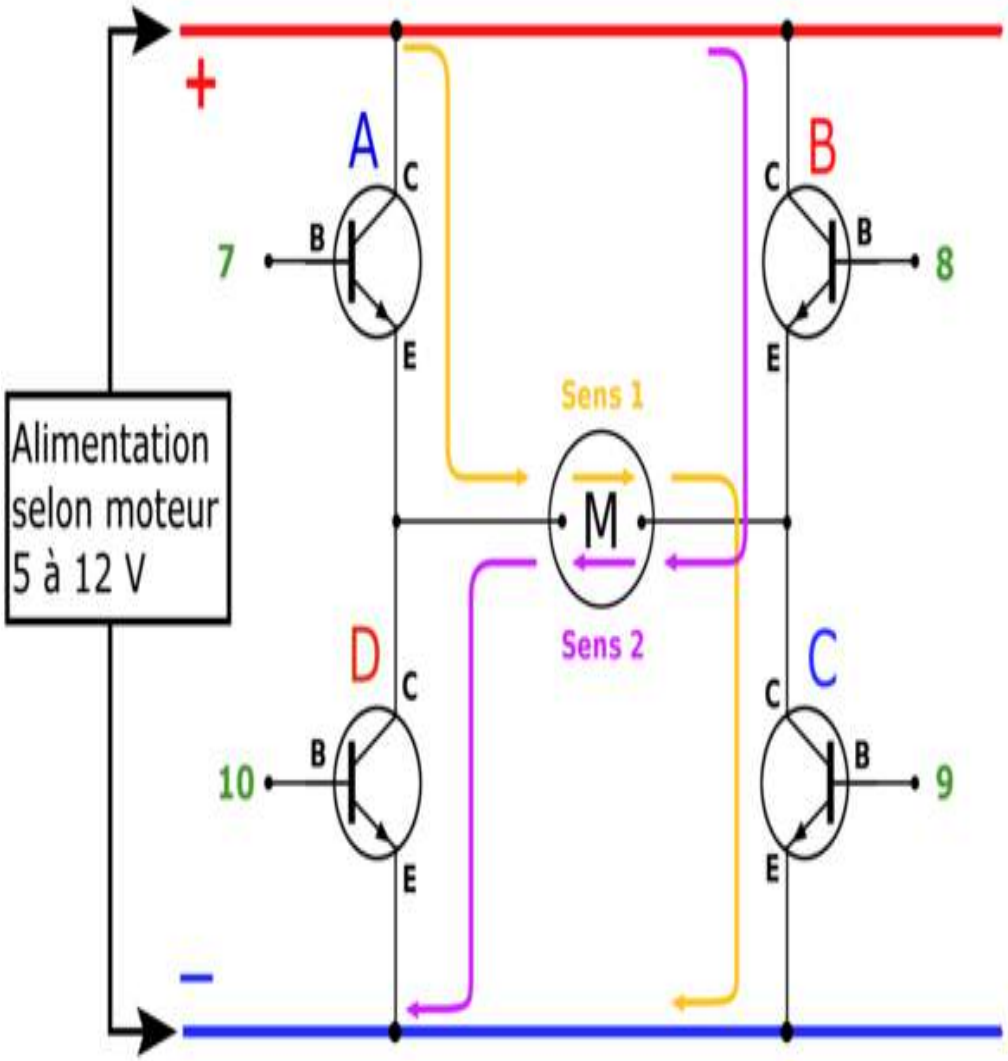
أ-بواسطة مفاتيح يدوية قلابة :



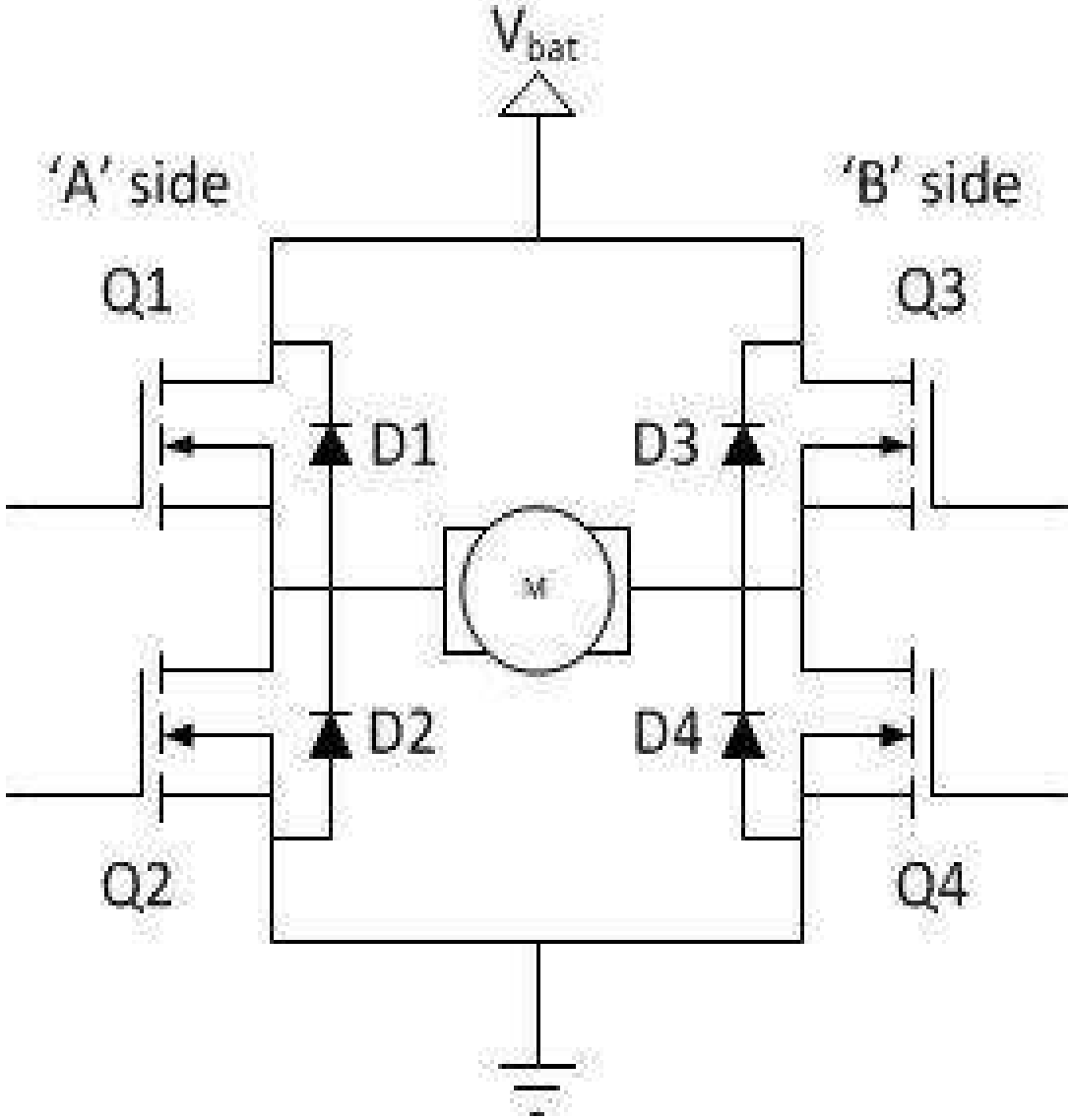
ب-بواسطة مفاتيح مغناطيسية (كونتاكتورات):



ج-بواسطة ترانزستورارت:

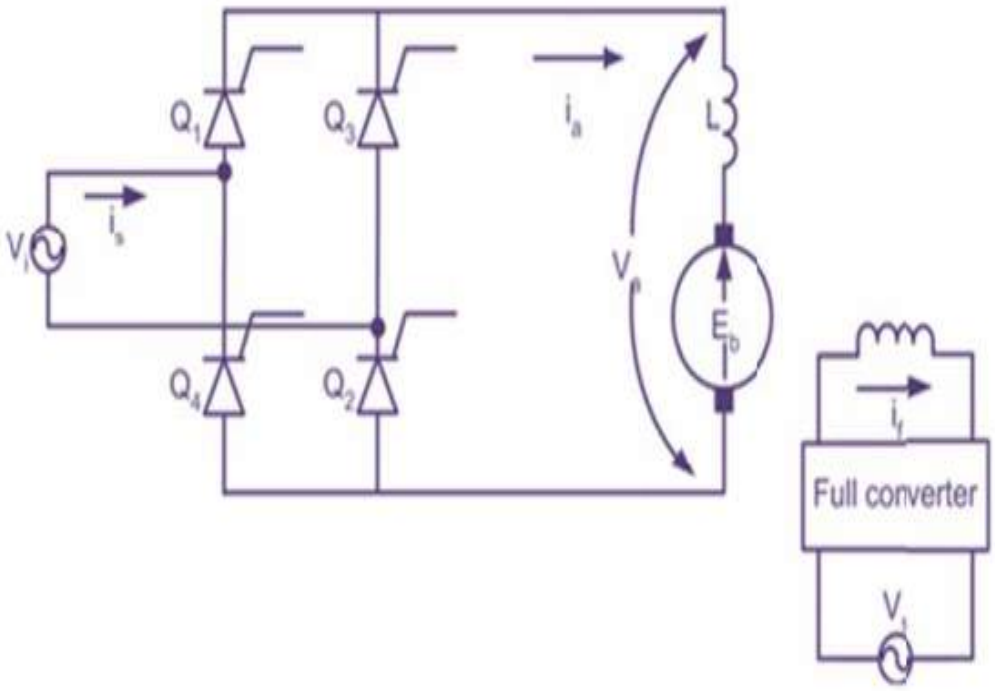


بواسطة ديودات:



المشكلة الوحيدة في هذه الطريقة هو ارتفاع تيار المنتج عند تغيير القطبية وذلك بسبب تغير قطبية القوة الدافعة الكهربائية وبالتالي سوف يصبح تيار المنتج هو حاصل جمع القوة الدافعة الكهربائية وفولتية المصدر مما يؤدي إلى ارتفاعه بدرجة خطيرة تؤدي إلى تلف ملفات المنتج حتى ولو مر فيها لعشر الثانية.

هنا يتم استخدام مقاومة تربط على التوالي مع المنتج تقوم بنفس المهمة التي تقوم بها مقاومة بدء الحركة لتقليل تيار المنتج إلى قيمة آمنة، وبالتالي فإن استخدام هذه المقاومة يتم في البدء وفي نهاية التشغيل ولكن ليس بنفس القيمة لأننا نحتاج إلى مقاومة أكبر في حالة تغيير القطبية.



شكل ٣- ١٦ تنظيم السرعة لمحرك تغذية منفصلة باستخدام موحد محكوم في دائرة المنتج

6-المحرك العام Universal Motor

وسبب تسمية المحرك بهذا الاسم لانه يمكن ان يعمل بالتيار المباشر (المستمر)، او بالتيار المتناوب (المتردد)، وبنفس السرعة تقريبا (وان كانت سرعته اعلى في حالة تشغيله على التيار المباشر)

يستخدم المحرك العام في التطبيقات المنزلية مثل

خلاطات الطعام وماكينات الخياطة والمكانس الكهربائية والغسالات الآلية والمقادح اليدوية (الشنيور)

المحركات العامة هي محركات توالي، ولها عزم دوران ابتدائي عالي، وهي تدور بسرعة عالية تبلغ في ارتفاعها درجة الخطورة عندما لا تكون محملة، ولذلك فهي تعمل وهي محملة بالحمل الذي تعمل على ادارته، ومن سلبياتها انها متغيرة السرعة

تركيب المحرك العام :

1-العضو الساكن ويتكون من الاجزاء التالية :

أ-الهيكل الخارجي او الهيكل Yoke

يصنع الهيكل الخارجي غالبا من الحديد الزهر او المطاوع او الصلب ووظيفتة يعمل كمسار يستكمل الدارة المغناطيسية وكذلك لحمل وتثبيت الاقطاب المغناطيسية بتثبيتها على المحيط الداخلي للهيكل

ب-القلب الحديدي :

ويصنع من صفائح الصلب ويتم ضغطها وتثبيتها في الاطار الخارجي وتصمم هذه الصفائح (الشرائح) لتكون في النهاية بشكل قطب وهذا هو المنتشر

وهي تعمل على توزيع وانتظام خطوط المجال المغناطيسي (الفيض المغناطيسي) في الثغرة الهوائية (وهي المسافة بين العضو الساكن والعضو الدوار)

ويوجد حول الاقطاب ملفات المجال وتسمى في المحرك العام بملفات التوالي وذلك بحسب طريقة توصيلها

ج-ملفات المجال:

ووظيفة هذة الملفات توليد الفيض المغناطيسي عند مرور التيار. وتصنع هذه الملفات من اسلاك النحاس المعزولة بالورنيش.

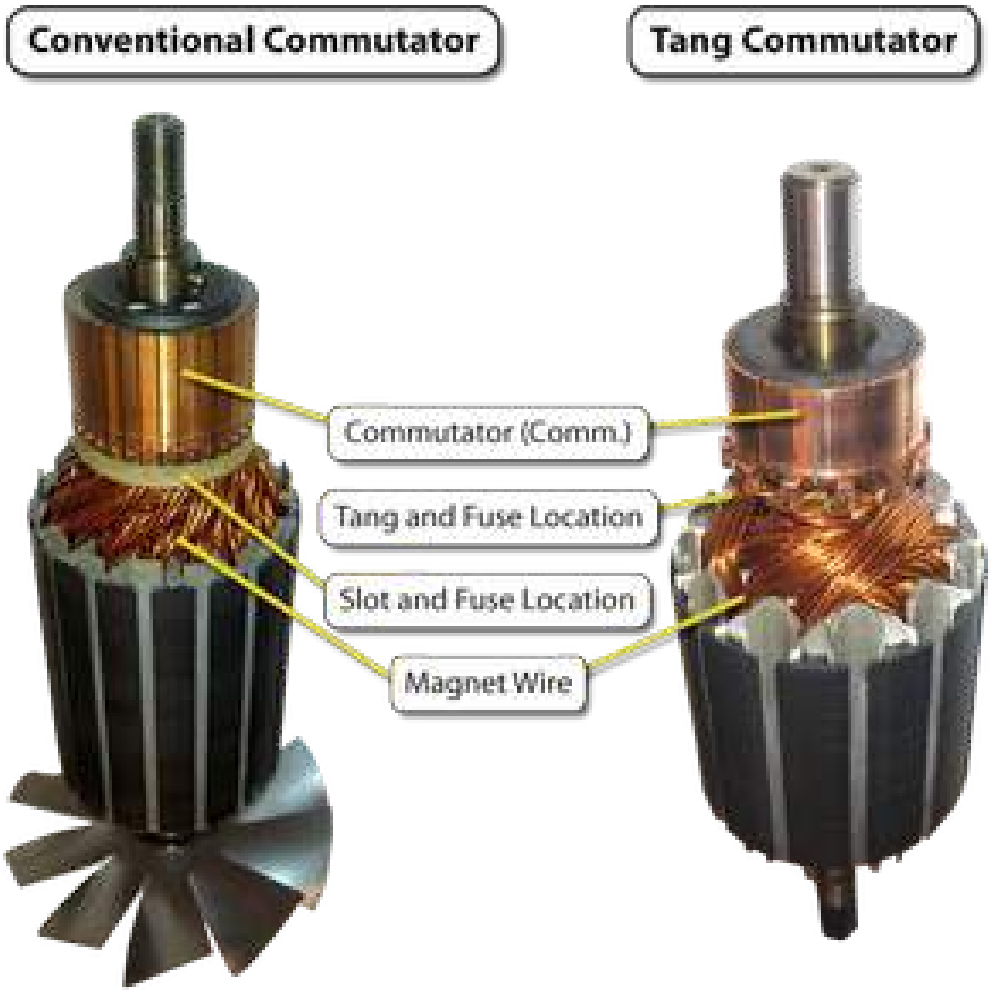
2-العضو الدوار (المنتج) ويتكون من الاجزاء الاتية :

أ-قلب المنتج Armature Core :

وهو جزء اسطواني مصنوع من صفائح من الصلب مضغوطة مع بعضها البعض ومعزولة كهربائيا بوساطة طبقة رقيقة من الورنيش لتقليل مفاقيد التيارات الدوامية ويوجد على محيط المنتج مجاري يوضع بها ملفات المنتج ويركب بداخله محور دوران (عامورد دوران) الذي يثبت عليه من احد اطرافه كرسي الحركة الاول (البيلية) ومن الطرف الاخر عضو التوحيد Commutatorثم كرسي الحركة الثاني ثم مروحة التبريد

ب- ملفات المنتج:

وهي عبارة عن مجموعة من الملفات والملف الواحد عبارة عن مجموعة من المصلات ويتم وضعها في مجاري المنتج وتثبت الملفات داخل المجاري بواسطة عوازل مناسبة وذلك لحمايتها من القوة الطاردة المركزية اثناء الدوران وحتى لا تخرج الملفات من المجاري ويراعى ان يكون توزيعها منتظما حول محيط العضو الدائر وتوصل نهايات هذه الملفات بالقطع النحاسية المكونة للموحد



ج- المبدل (Commutator) :

وتصنع نحاسات الموحد من النحاس الاحمر الموصل الجيد للتيار الكهربائي ويوضع في اخر كل نحاسة قطعة صغيرة من النحاس على شكل حرف U حيث يثبت فيها بداية ونهاية ملفين مختلفين من ملفات المنتج وتعزل قطع الموحد بعضها عن بعض بمادة الميكا. الشكل التالي:

د-الفرش الكربونية :

وتضنع من الكربون النقي او خليط من مسحوق النحاس الاحمر والكربون وتركب على حامل خاص يحتوي على صندوق يشكل مجرى للفرشة الكهربونية ويطلق عليه بيت الفرشة الكربونية او ماسك الفرش الكربونية ويضغط عليها بوساطة زنبرك (يأي) لضمان التلامس بينها وبين نحاسات الموحد

ووظيفة الفرش الكربونية ان تعمل على توصيل التيار الكهربائية من الدارة الخارجية الى ملفات المنتج

ه-الغطاءان الجانبيان :

يصنع الغطاءان من نفس المعدن المصنوع من الهيكل الخارجي ويثبتان بوساطة براغي بصواميل والفائدة منهما حمل العضو الدوار (المنتج) بيحث يدور دوران منتظم ولا يحتك بالعضو الساكن ويحتوي كل من الغطاءان الجابينان على كراسي محور (بوكسات او بيل)

و-مراوحة التبريد :

ووظيفتها تبريد ملفات المحرك. وتركب احيانا خلف المحرك ا امامه

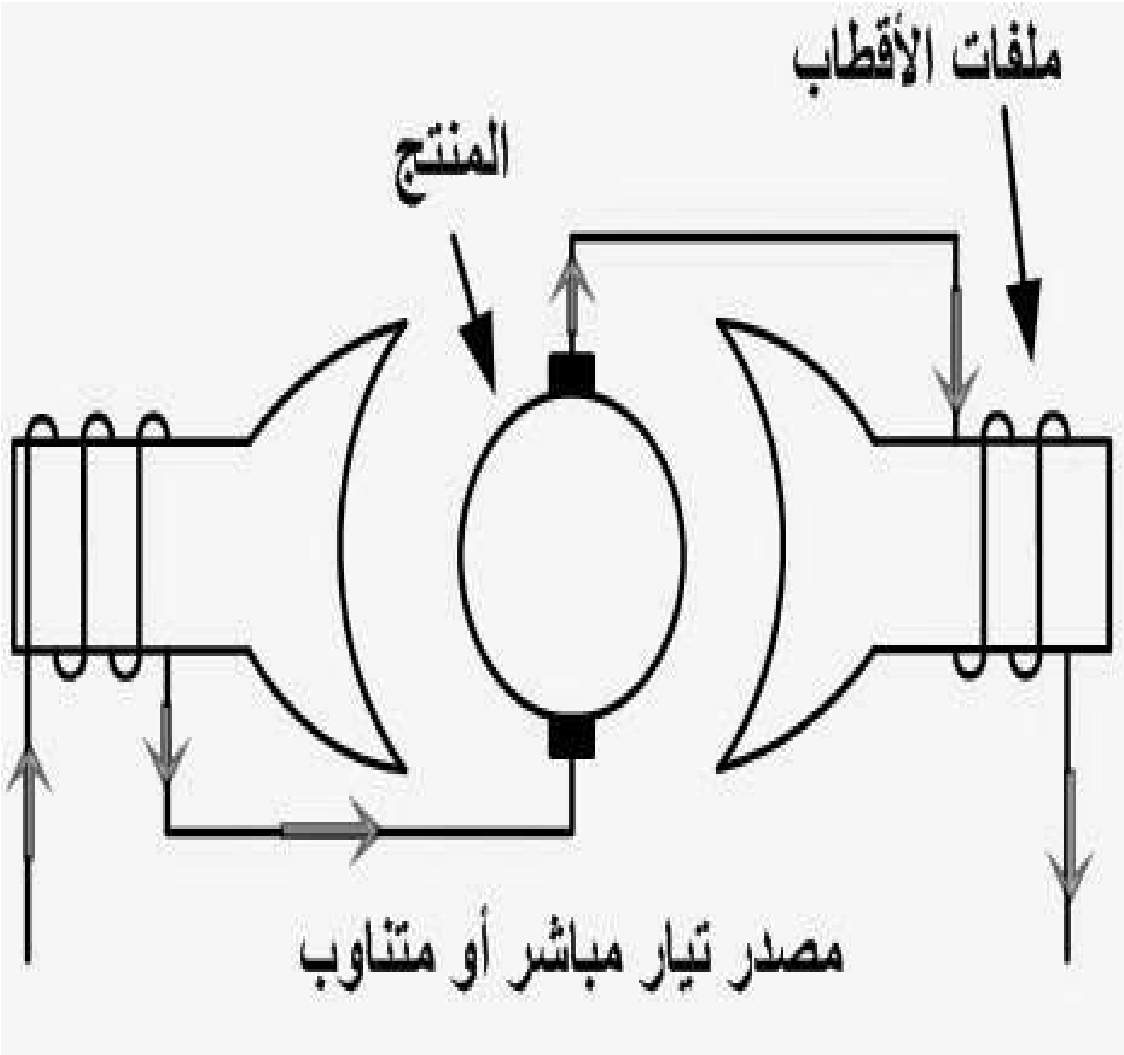
ز-كراسي المحور :

وتكون غالبا بالغطاءين الجانبيين وهي التي تحمل العضو الدوار وتعمل على اتزانه وتسهل حركة دورانه وتجعله في وضع يسمح له بحرية الحركة ويوجد نوعان لكراسي المحور

- البوكسات (الجلب)
- البيل (رولمان البلي)

مبدأ عمل المحرك العام :

يعتمد مبدأ عمل المحرك العام على القوى المتولدة ما بين المجالين المغناطيسيين الناتجين من ملفات الأقطاب الرئيسية وملفات المنتج مولدة عزم دوران يدير المنتج، وهو يشبه مبدأ عمل محرك التيار المباشر نوع التوالي.



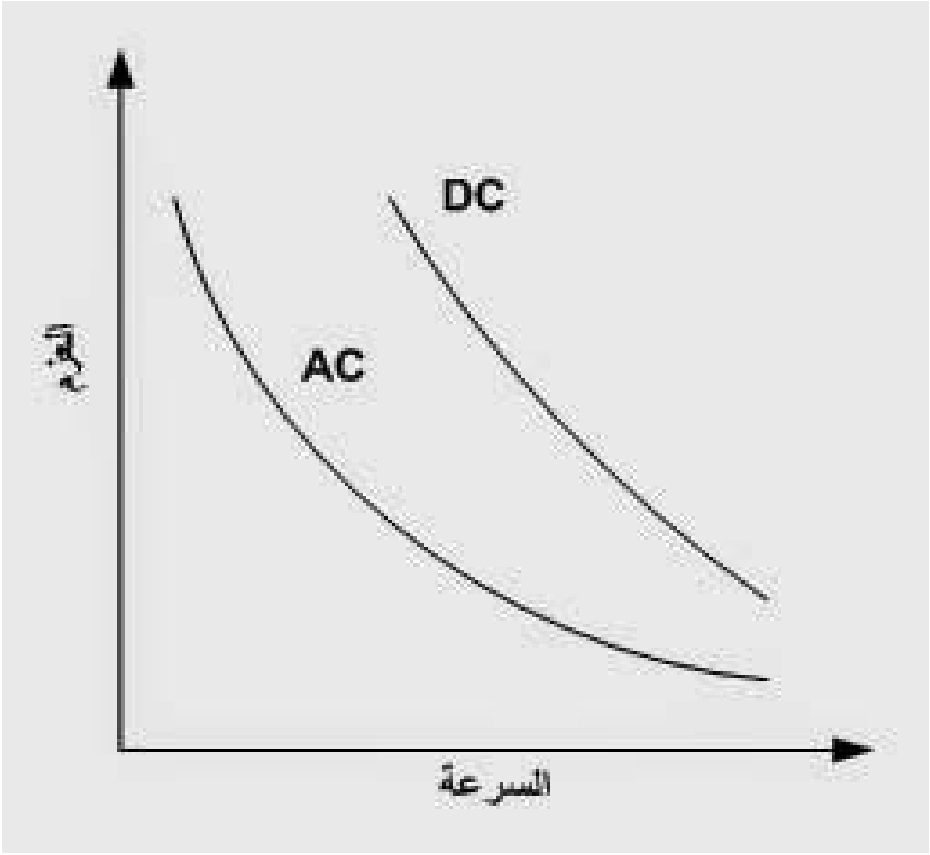
حيث انه عند توصيل التيار الكهربائي من مصدر التغذية على طرفي المحرك يتم مرور التيار الى احد اطراف ملفات الاقطاب ثم الى احد الفرش الكربونية ثم الى احد نحاسات الموحد ومنها الى الملف المتصل بها ومنها الى قطعه نحاسية اخرى وهكذا ليعود التيار الكهربائي الى الفرشة الكربونية الثانية ومنها الى ملف الاقطاب الثاني عائدا الى مصدر التغذية

خصائص السرعة / الحمل للمحرك العام :

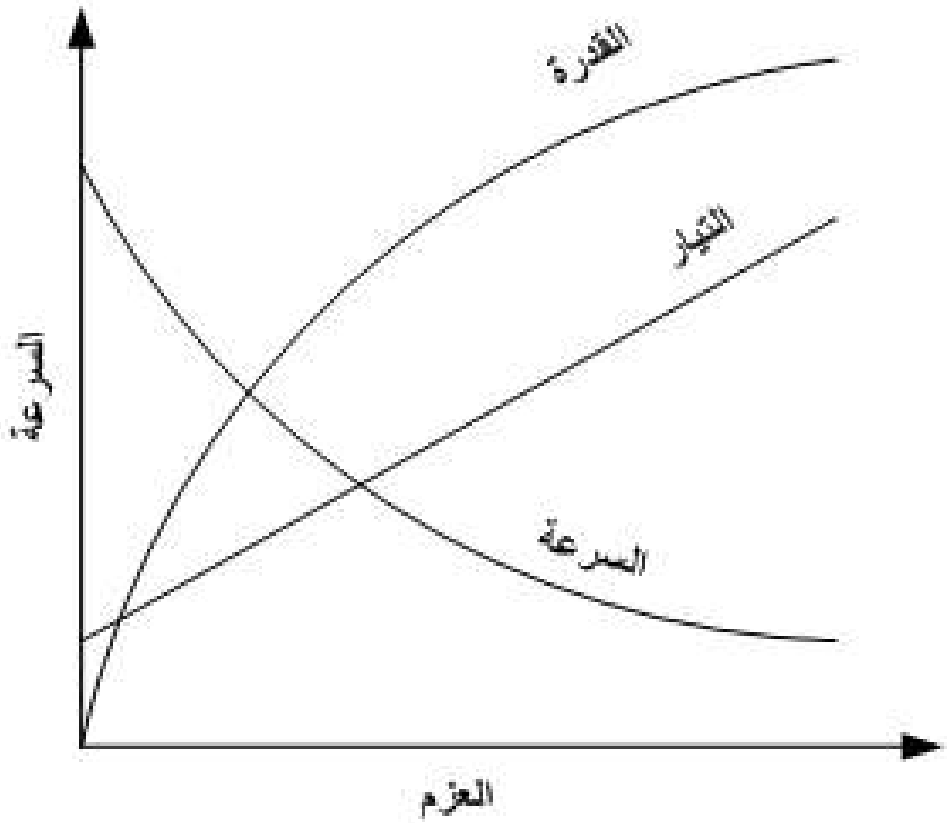
سرعة المحرك عند عمله على التيار المتناوب أقل منها عند عمله على التيار المباشر وذلك بسبب(وجود المقاومة التأثيرية الناتجة من تردد التيار) .

ويلاحظ من الشكل التالي أن السرعة عالية جداً عند حالة اللاحمل قد تصل في بعض الأحيان إلى

20 000 د/د وهو ذو عزم بدء عالٍ شبيه بمحرك التيار المباشر نوع التوالي ، وتقل السرعة بزيادة الحمل.



وكذلك الشكل التالي يظهر بعض الخصائص للمحرك العام .

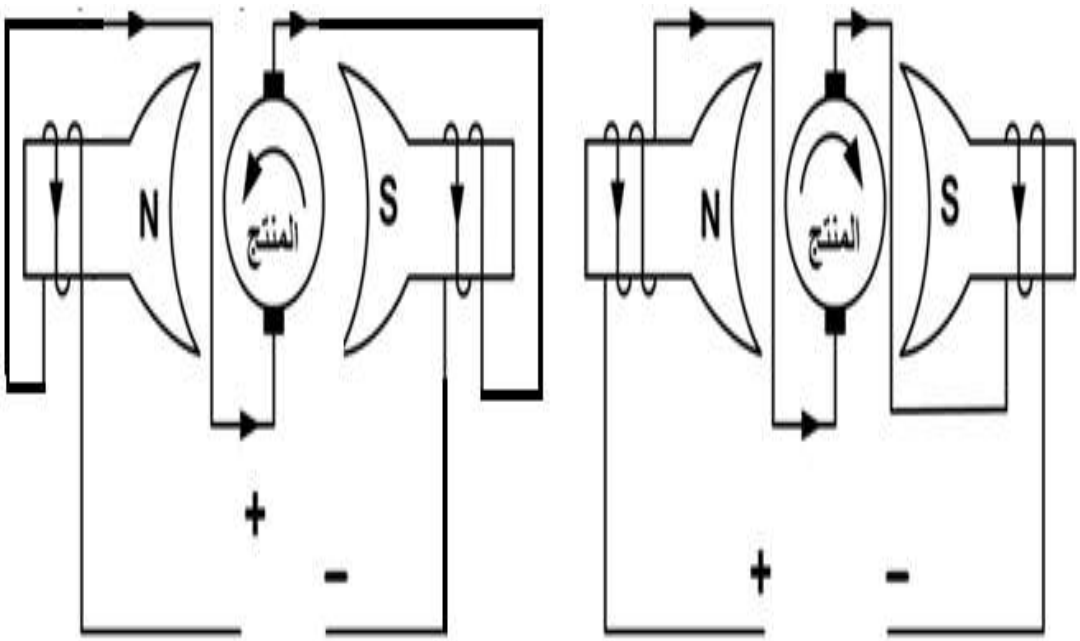


عكس اتجاه دوران المحرك العام :

يتم عكس اتجاه الدوران باحدى الطريقتين التاليتين:

1-بعكس اتجاه التيار الذي يسري في ملفات الا قطاب والشكل التالي يوضح ذلك:

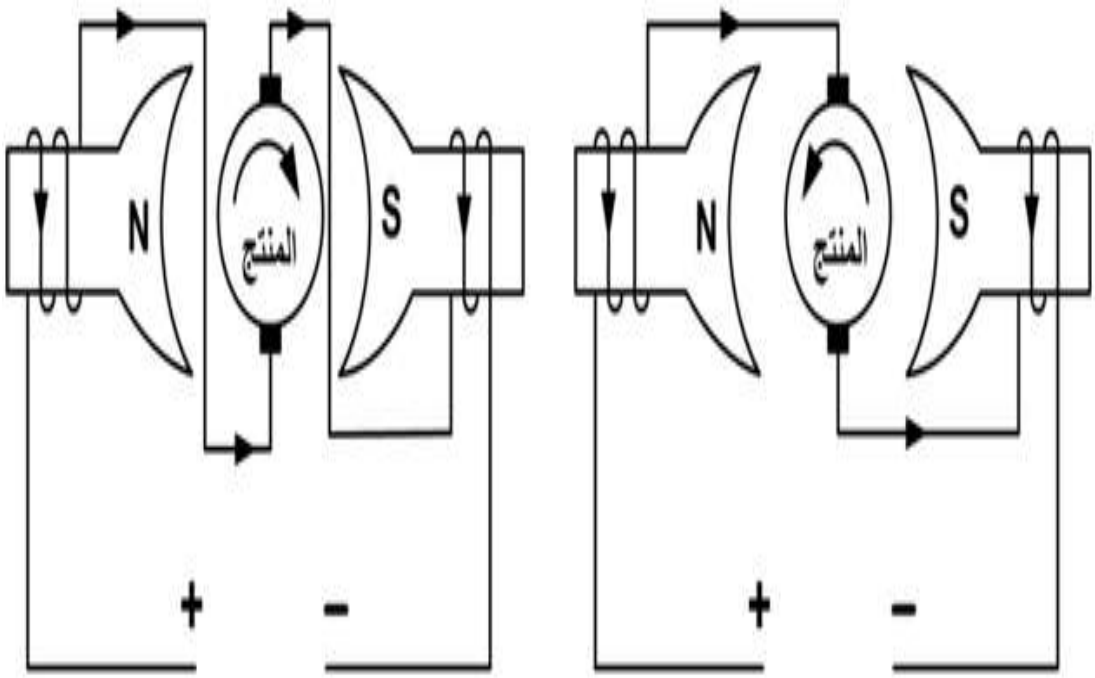
حيث يتم عكس اتجاه الاطراف الداخلة للاقطاب في المحرك العام، بحيث ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي :



2-بعكس الاطراف على الفرش الكربونية:

والشائع استخدامه لعكس اتجاه دوران المحرك العام هو الطريقة الموضحة بالشكل التالي والتي يتم من خلالها تغيير موقع الأسلاك على حوامل الفرش Brush holders.

(حيث يتم تبديل الطرفين الموصولين مع الفرشتين الكربونيتين) والشكل التالي يوضح ذلك:

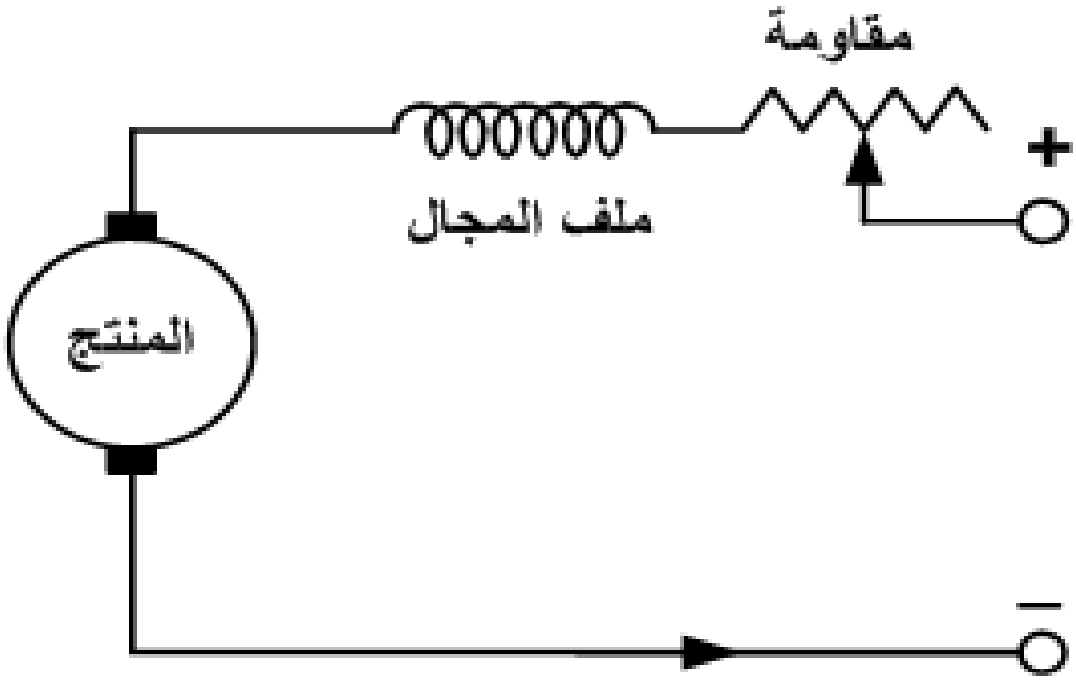


التحكم بسرعة المحرك العام

من الطرق المستخدمة للتحكم وتنظيم سرعة المحرك العام ما يلي:

1- طريقة المقاومة:

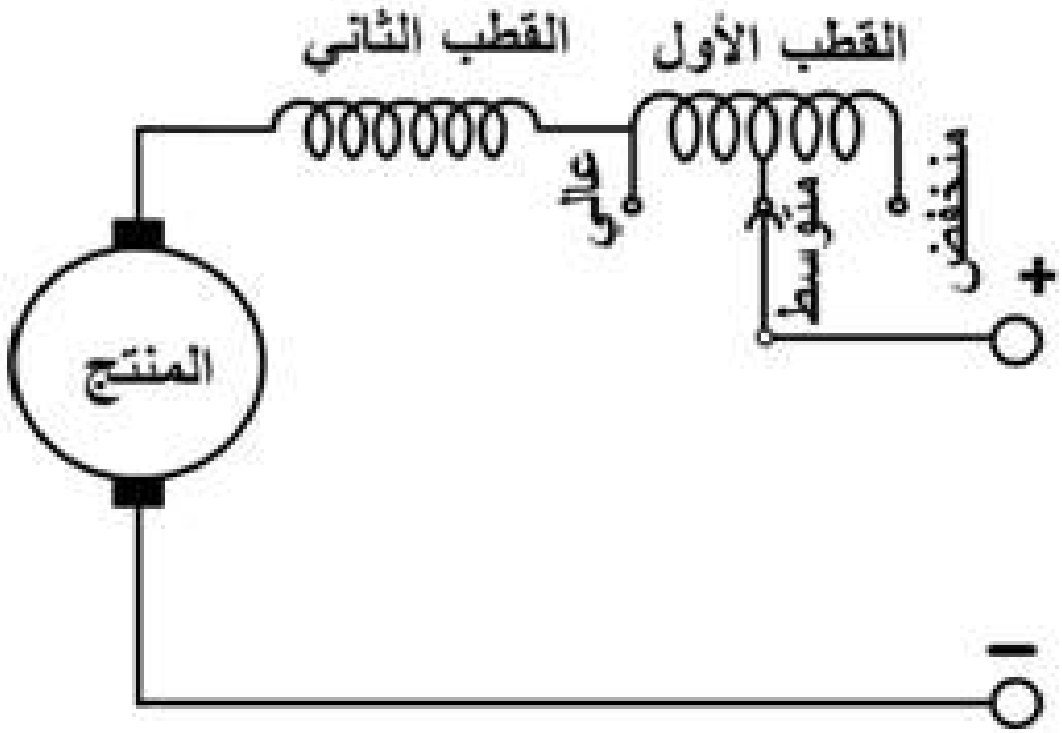
يوضح الشكل التالي هذه الطريقة بتوصيل مقاومة مضبوطة توصل على التوالي مع المحرك، وهذه الطريقة تستخدم بالتحكم بآلة الخياطة المنزلية عن طريقة بدالة قدم ، ونلاحظ أن السرعة تقل كلما زادت قيمة المقاومة



2- طريقة تفريع المجال (Tapping-Field Method) :

ويوضح الشكل التالي هذه الطريقة حيث أن أحد ملفات الأقطاب يحتوي على مجموعة من التفريعات لتجزئة ملف الأقطاب وهذه الطريقة تتحكم بالسرعة عن طريق تغيير المجال الرئيسي.

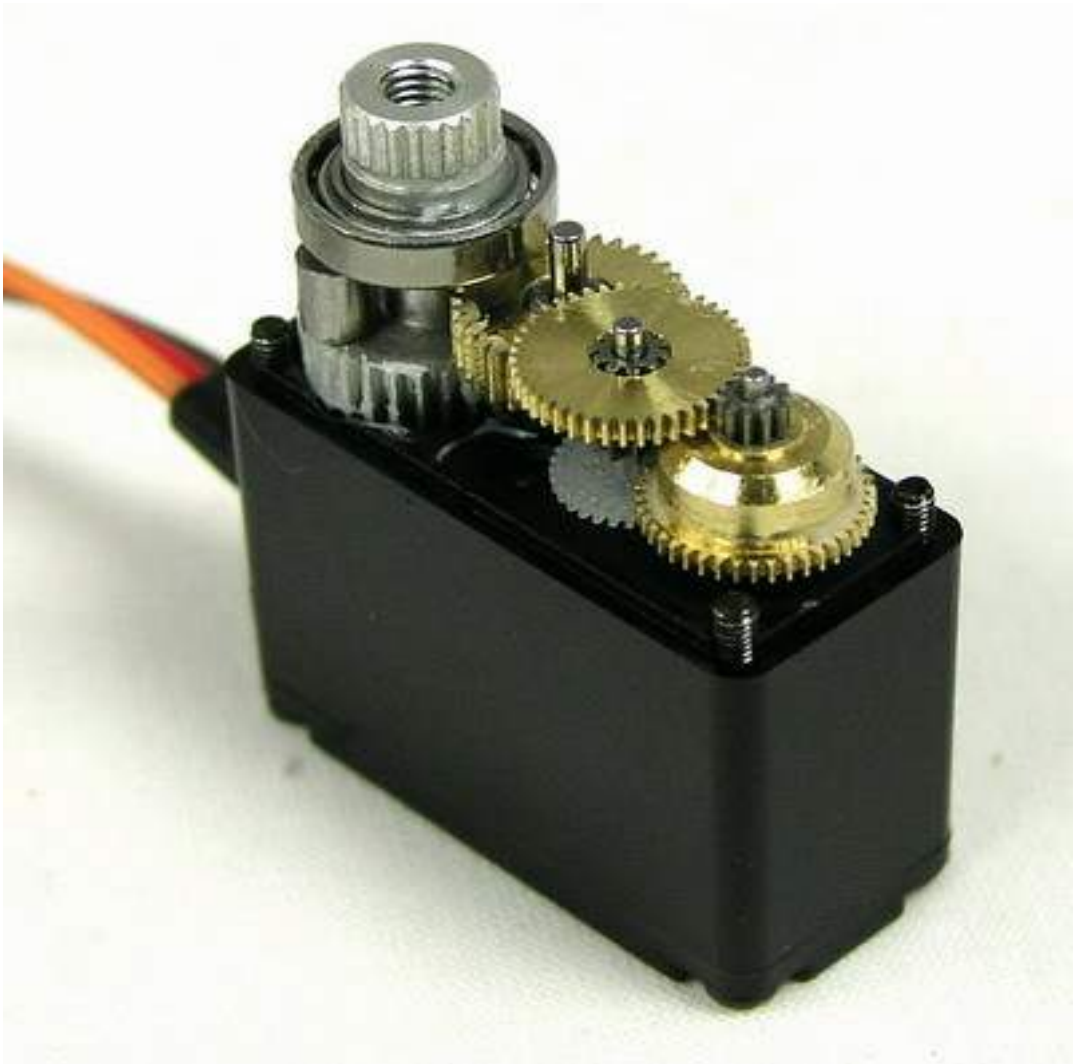
وهذه الطريقة ايضا مستخدمة في الخلاطات الكهربائية.



7-محركات السيرفو Servo Motors

تعريف السيرفو موتور:

هو عبارة عن محرك تيار مستمر مجهز بدائرة الكترونيه للتحكم بدقة فى اتجاة دوران عمود الموتور و وضعه و مجموعه تروس جير بوكس gear box

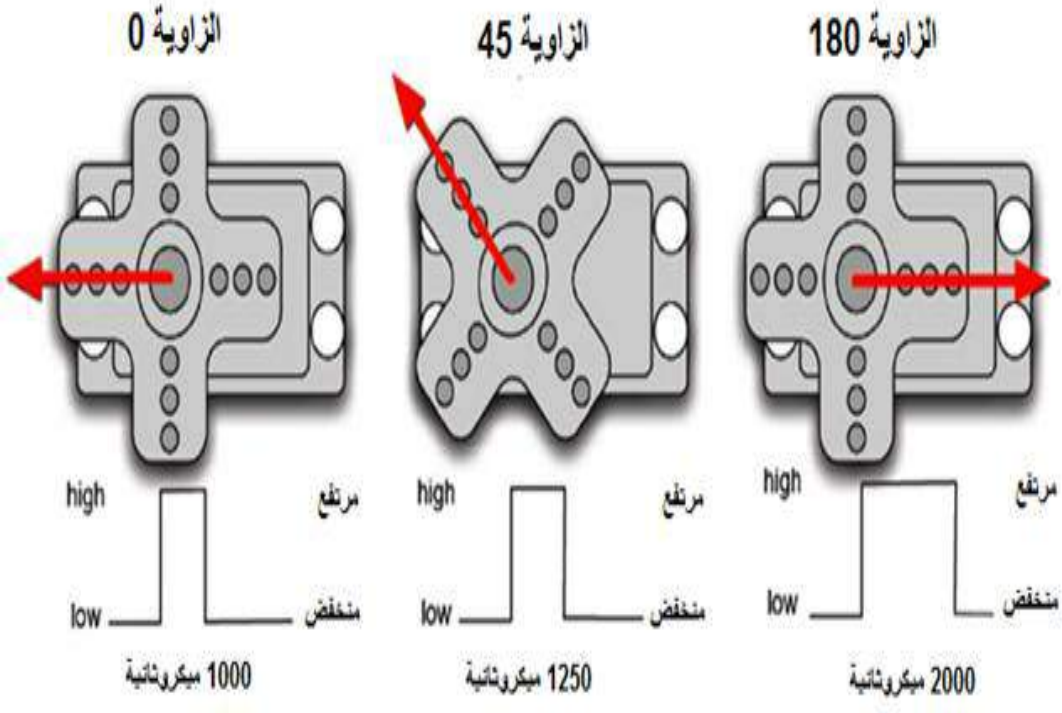


انواع محركات السيرفو:

يوجد نوعين من محركات السيرفو:

1-محرك قابل للدوران في الاتجاهين : Standard Servo Motor : من 0˚ 120˚ 180˚

2-محرك قابل للدوران في الا تجاهين Continuous Servo Motor : من 0˚ 360˚



أجزاء محرك السيرفو

يحتوى السيرفو موتور على اربعه اجزاء :

1-دائرة التحكم: ووظيفتها استلام اشارة التحكم من الميكروكنترول و تشغيل الموتور

2-الموتور و وظيفته القيام بالحركة

3-مجموعة التروس و وظيفتها مضاعفه السرعة و زيادة العزم

4-المقاومة المتغيرة او ال potentiometer ووظيفته كما قلنا اعطاء قيمة جهد تناظر وضع عامود دوران المحرك بناء على قيمة مقاومتها و هي تتحرك مع عامود دوران المحرك

كيفية التحكم فى حركة السيرفو موتور

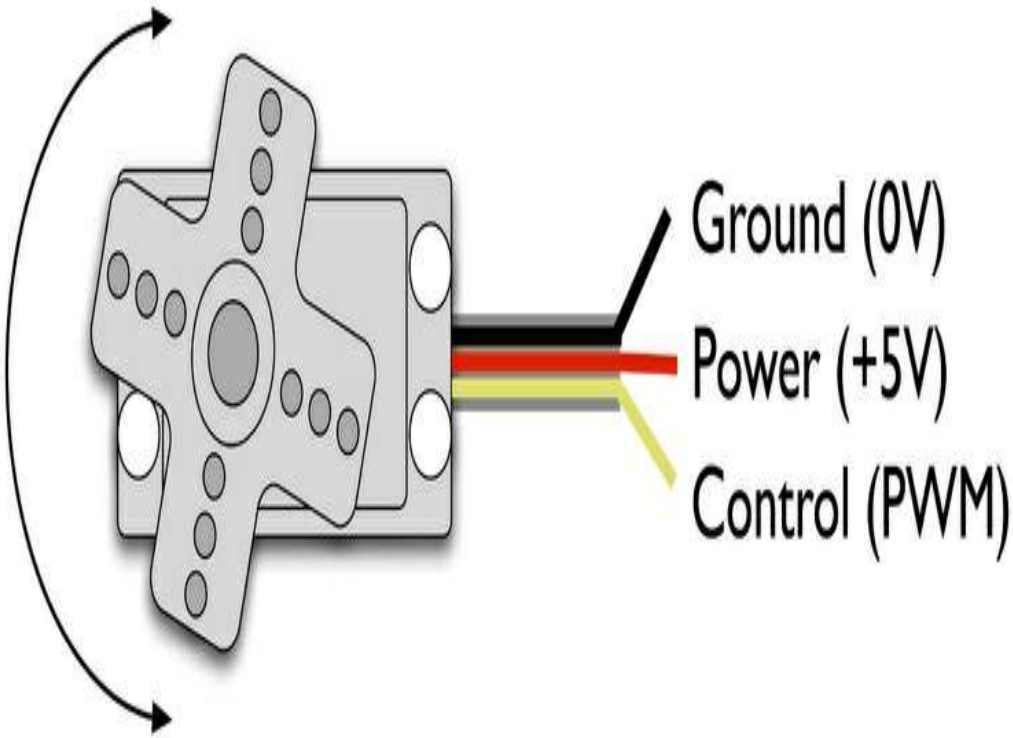
لمحرك السيرفو ثلاثة أقطاب :

الأول يغذى ب 5 أو 6 فولت

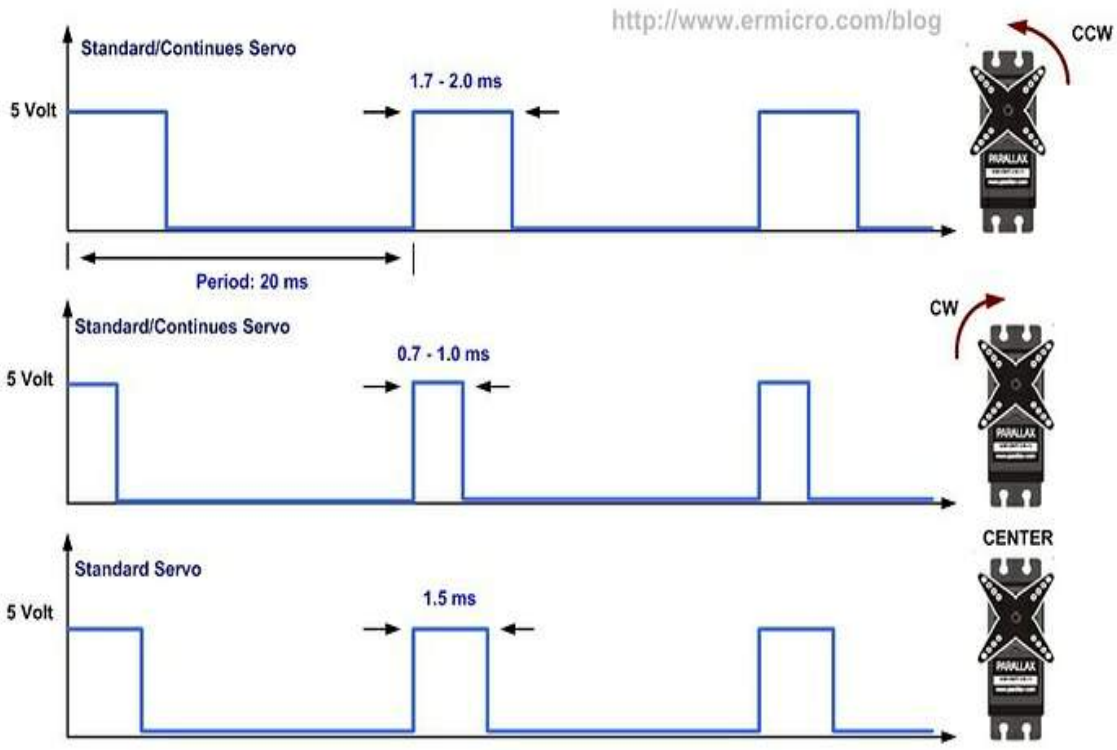
الثاني هو الجهد المرجعي GND

الثالث القطب الأخير فهو قطب التحكم.

يمرر إلى قطب التحكم نبضات متغيرة العرض PWM ذات عروض ضمن المجال 1 – 2 ms التي توافق دوران المحرك من 0 – 180 درجة



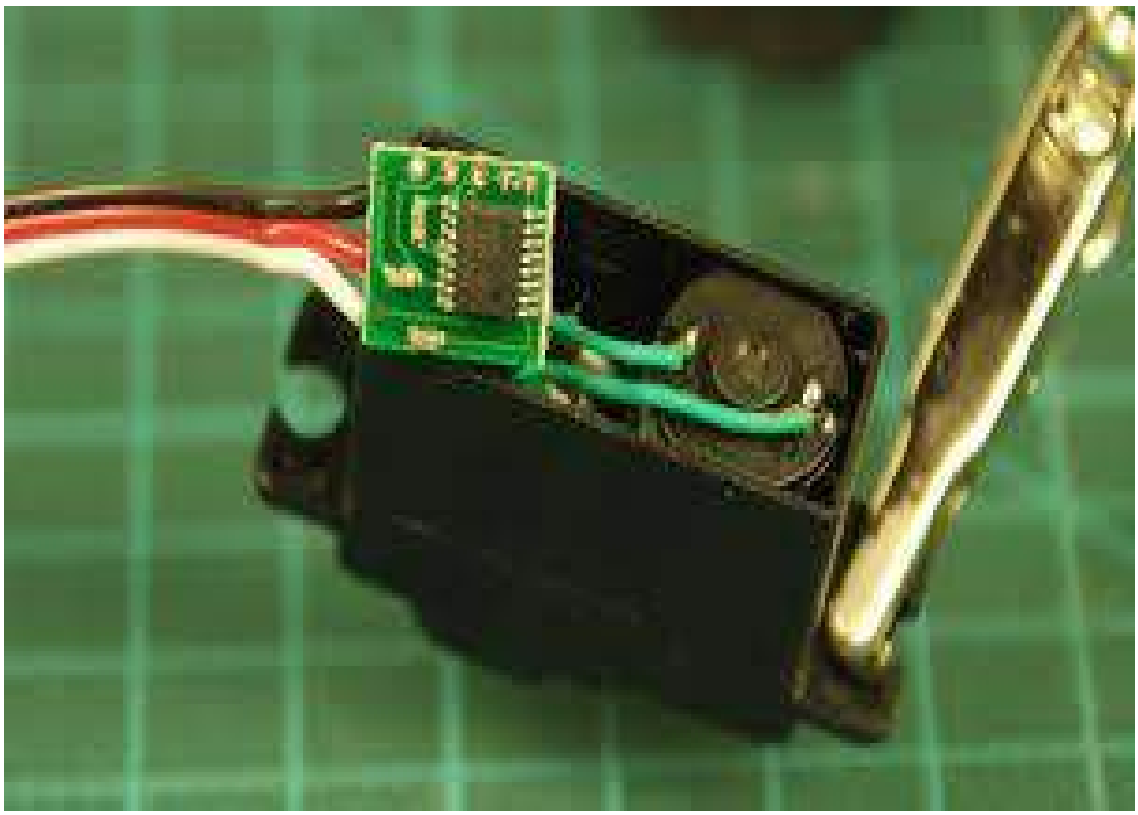
هذه النبضات تطبق بشكل مستمر على المحرك و بتردد 40 – 50 هرتز (لا يعمل المحرك بدون نبضات التحكم) , و تجدر الإشارة إلى أهمية حدود عرض النبضة و التردد الملازم لها لأن أي خروج عن المجالات المذكورة يؤدي إلى إتلاف المحرك.



Servo Motor PWM Timing Diagram

يتكون محرك السيرفو داخلياً من دارة تحكم "تكون في الغالب مايكروكنترولر " , و عندما نعطي المحرك نبضات Pulses بثابت زمني معين يدور المحرك للزاوية حسب هذا الثابت الزمني

في كل نوع يختلف الثابت الزمني من محرك إلى آخر حسب جهة التصنيع و النشرة الفنية التي تأتي مع محرك السيرفو .



ميزات محرك السيرفو:

1-إستجرار ضعيف للتيار نسبياً مقارنةً مع المحركات الخطوية.

2-عزوم قوية يمكن أن تصل إلى 40 kg .cm

وذلك لوجود علبة السرعة الميكانيكية المدمجة.

3-التوافر بأحجام مختلفة لتلائم جميع التطبيقات (الروبوتات الحشرية و الروبوتات البشرية).

4- إمكانية العمل لفترات طويلة دون ارتفاع في الحرارة

5-حساسيةكبيرة لتغيرات عرض النبضة المطبقة الأمر الذي يتطلب دقة هائلة في التحكم

6-صغر دارة القيادة مقارنةً مع غيرها من المحركات

7-رد فعل سريعfast response

اي انه تصل سرعتة للقيمه المقننة فور توصيل المحرك بالكهرباء و يتوقف فور فصل الكهرباء عنه

8-العلاقة بين الجهد و السرعه

علاقة خطية .(Linear)

9-يقبل تكرار عمليات الفصل و التوصيل مهما تعددت .

اقسام محركات السيرفو من حيث الجهد:

ويقسم الى نوعين :

1-محرك سيرفو تيار مستمر:Dc Servo Motor :

مميزاته:

ا-يتميز بالعلاقة الخطية بين الجهد و السرعة , وبين العزم و السرعه فهو ذو كفاءة عالية .

ب-أعلى سعرا ووزنا من Ac Servo Motor

ج-يحتاج الى صيانة ولايمكن استخدامه فى الاماكن الخطرة و ذلك بسبب الشرارة التى تحدث عند الفرش (brushes).

2-محرك سيرفو تيار مترددAc Servo Motor :

مميزاته:

بساطة التركيب وقوة التحمل و رخص سعرة

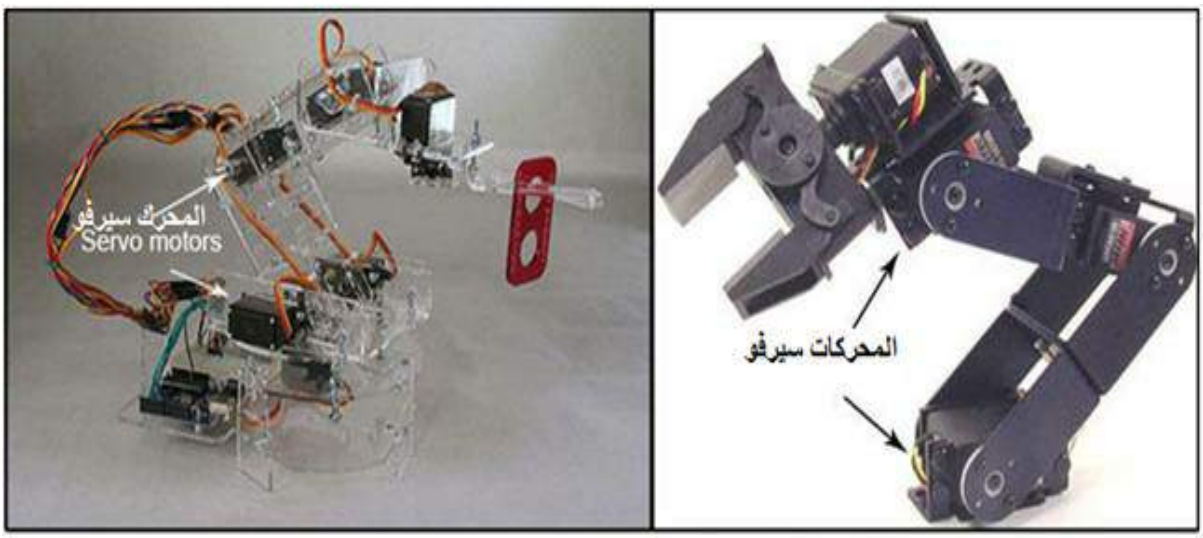
عيوبه:

ا- انه من الالات ال (High Coupled) حيث ان الزاوية بين ال (Rotor) و (Stator) ليست 90˚

2-العلاقة بين العزم و السرعه ليست خطية .

استعمالات محركات السيرفو:

تستعمل محركات السيرفو في تطبيقات الروبوتات الصغيرة و الميكانيزمات التي تتطلب دقة في التحريك و ذلك لما تمتاز به هذه المحركات من عزوم قوية و سهولة و دقة في التحكم.



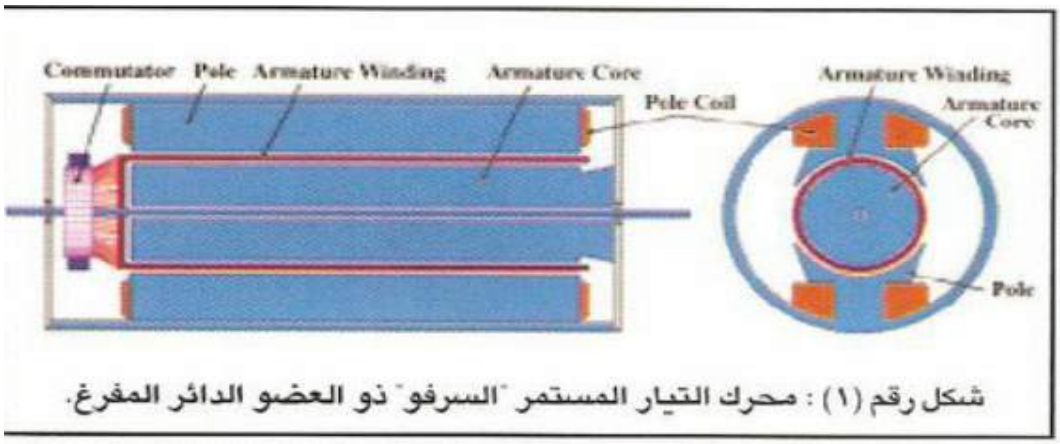
أنواع محركات السيرفو Servo Motors

1-محرك السرفو ذو العضو الدائر المفرغ (hollow rotor servo motor)

يتكون هذا المحرك من عضو ثابت بشبه العضو الثابت في محركات التيار المستمر إلا أنه أقل في القطر وأكبر في الطول ويمكن أن يكون مغناطيسا دائما أو أقطاب حديدية على كل قطب ملف بحيث توصل هذه الملفات مع بعضها الى مصدر التغذية

أما العضو الدائر فقد تم تثبيت الجزء الحديدي له من جهة واحدة مع أحد أوجه المحرك لإنقاص عزم القصور الذاتي ويكون المحرك أسرع استجابة

وهذا العضو الدائر هو عبارة عن أسطوانة من الحديد المصمت قلبها مفرغ



شكل رقم (١) : محرك التيار المستمر "السرفو" ذو العضو الدائر المفرغ.

أما موصلات العضو الدائر التي يمر بها التيار وينتج منها مجال العضو الدائر ويحدث عليها قوة وعزم الدوران فقد تم رصها ولصقها جيدا على أسطوانة من الألمنيوم على شكل كوب تثبت قاعدته مع محور الدوران

كما يثبت ايضا عضو التوحيد مع محور الدوران جهة قاعدة الكوب

ويتم وضع الموصلات بخطوة لف تماثل آلات التيار المستمر العادية إلا أنها تكون مرصوحة بانتظام على سطح ألاسطوانة من الخارج بدلا من وضعها في مجاري

ويمكن ان يغذى العضو الدائر من نفس مصدر التغذية أو تغذية منفصلة عن تغذية العضو الثابت

وهذا المحرك يعمل بنفس نظرية عمل محركات التيار المستمر

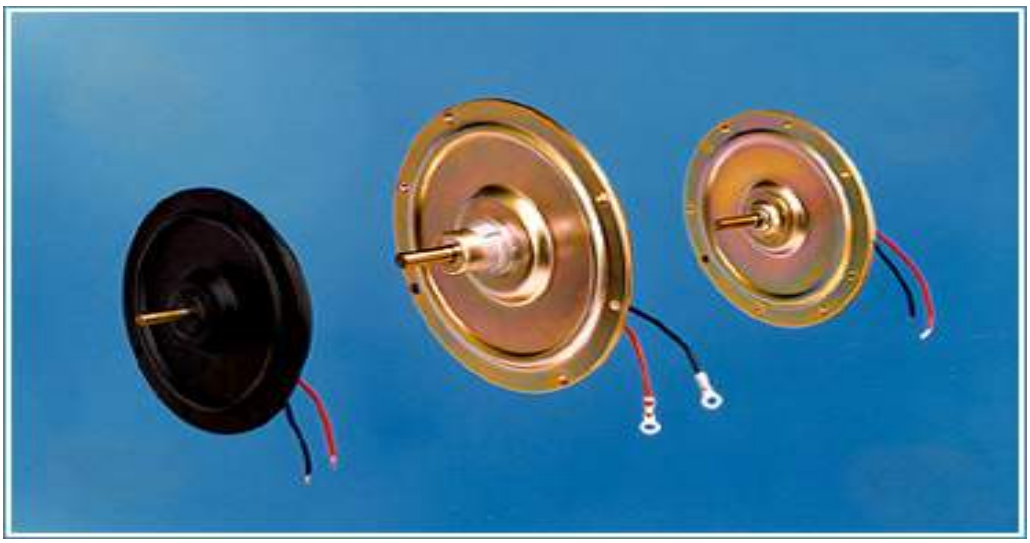
حيث ينشأ مجال مغناطيسي من العضو الدائر يتعامد في الفراغ مع المجال المغناطيسي الناتج من العضو الثابت فينشأ عزم دوران المحرك

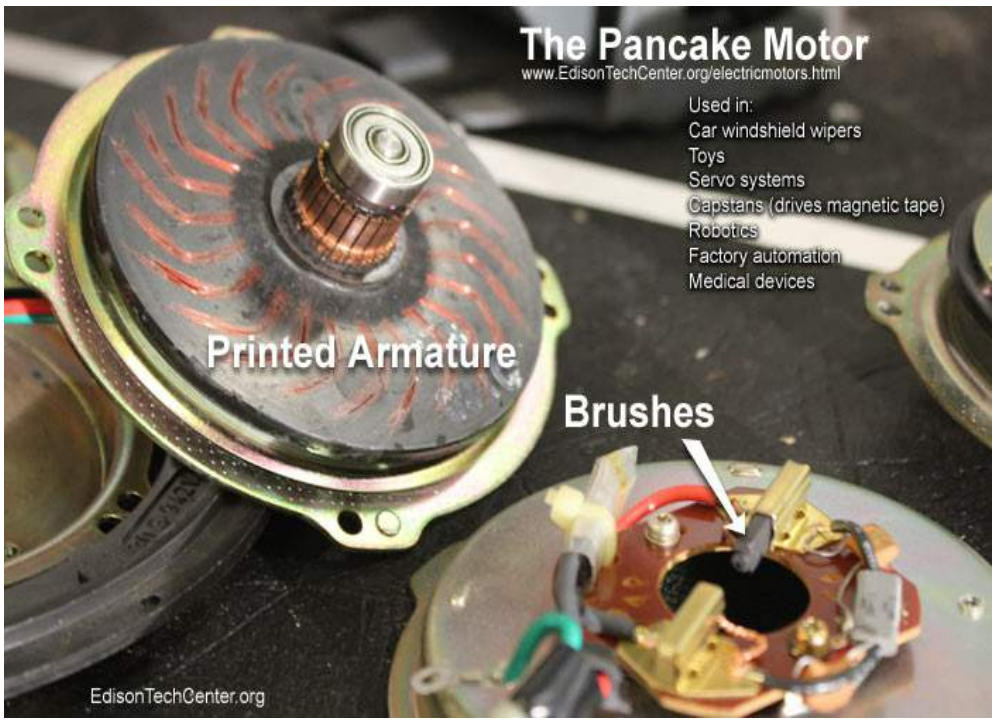
يلاحظ من هذا التكوين للمحرك أن عزم القصور الذاتي أصبح صغيرا جدا حيث يساعد في سرعة استجابة المحرك لتكرار عمليات التشغيل والإطفاء ودون الحاجة الى اضافة مقاومة بدء

2-المحرك ذو العضو الدائر القرصى (disk armature dc servo motor)

في هذا المحرك يكون العضو الدائر عبارة عن قرص من مادة عازلة مثل (الفيبر) يثبت مع محور الدوران وترص الأسلاك على شكل لفات وتلصق من جهة واحدة من القرص او من الجهتين وتوصل الى عضو التوحيد الذي ايضا يثبت على القرص

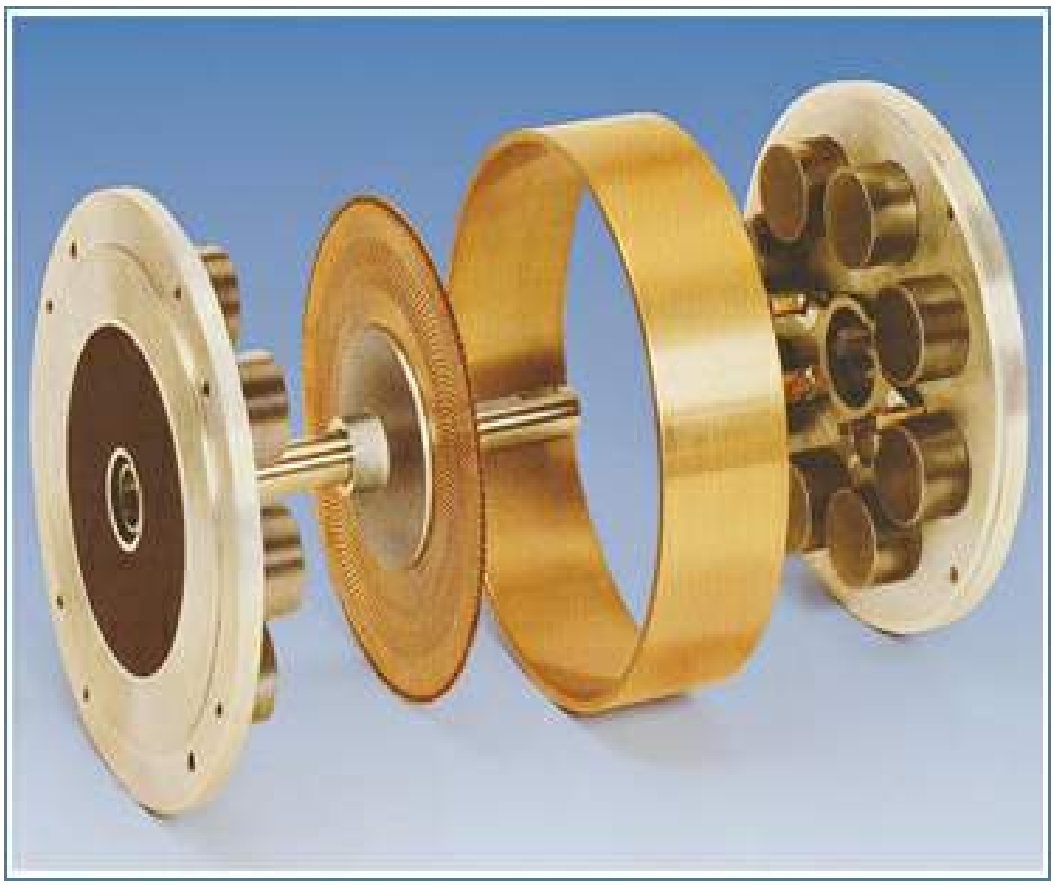
وأحيانا تكون اسلاك العضو الدائر مطبوعة على سطح القرص من الجهتين ويكون عضو التوحيد في جميع الحالات في جهة واحدة من القرص وتوصل اليه جميع اللفات من جهتي القرص



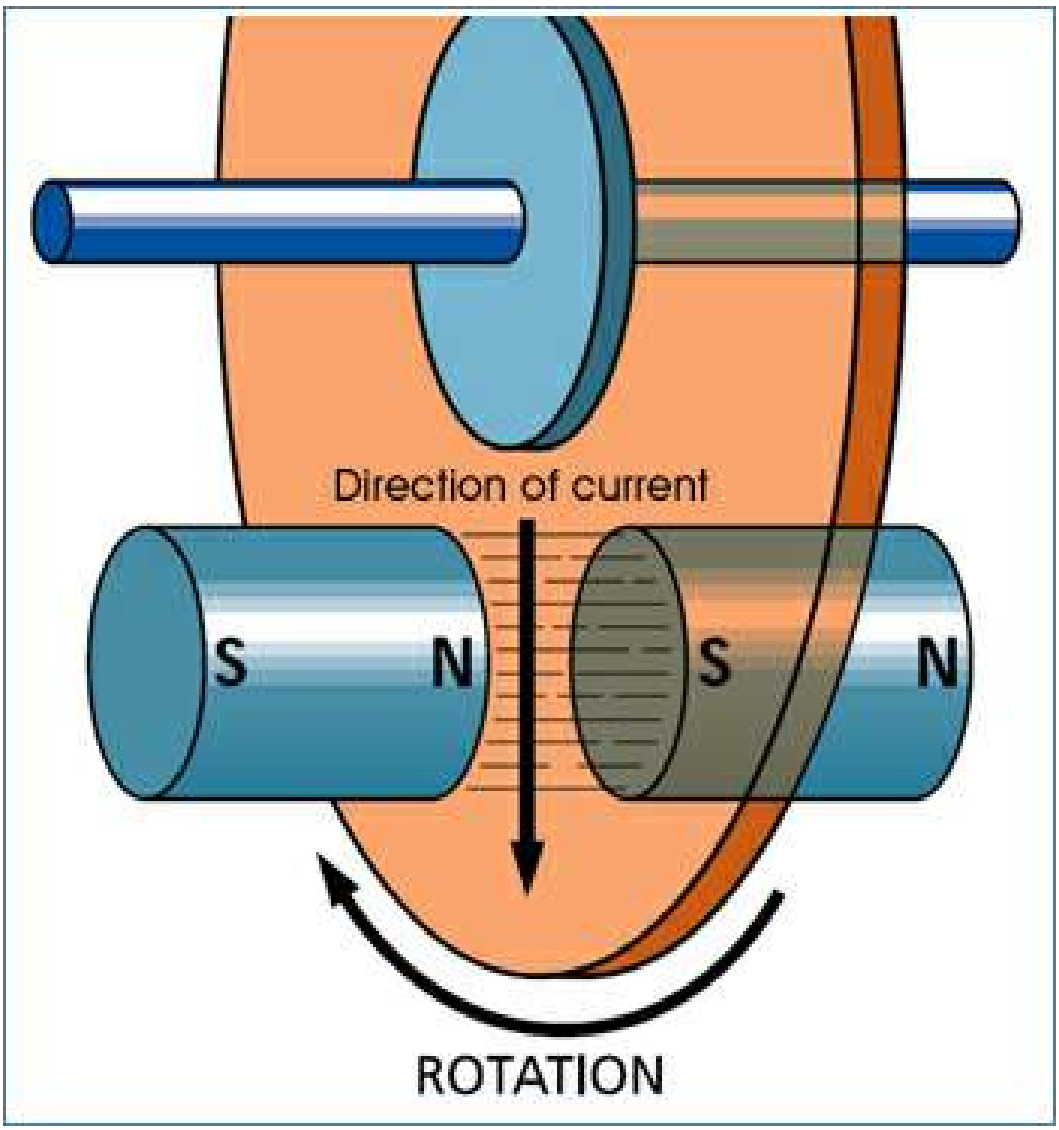


أما العضو الثابت فيتكون من قرص من الحديد ترص وتلصق على محيطه مغناطيسيات دائمة ويثبت على كل مغناطيس حذاء قطب لزيادة مساحة القطب وبالتالي زيادة الطول الفعال من موصلات العضو الدائر لزيادة العزم

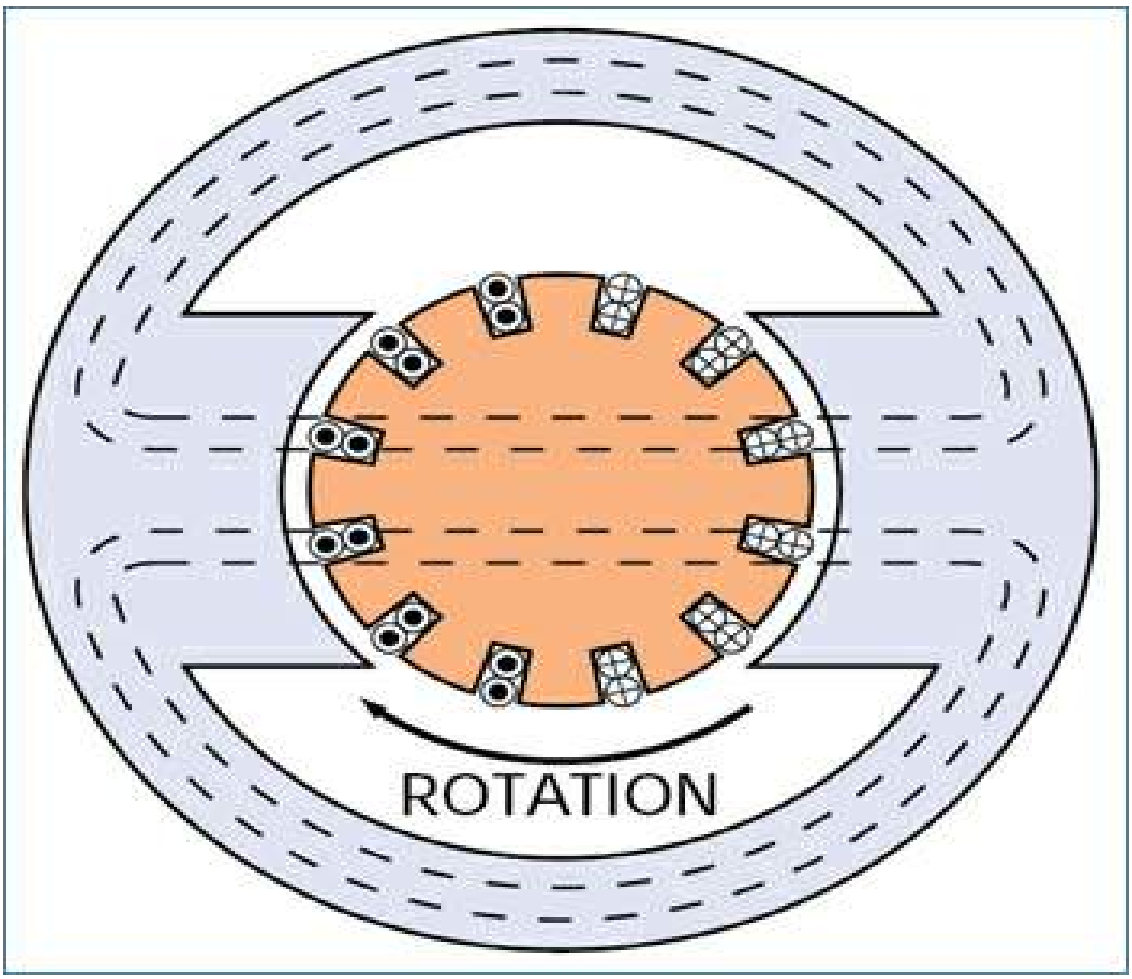
وبذلك يأخذ هذا الجزء شكلا بارزا من العضو الثابت



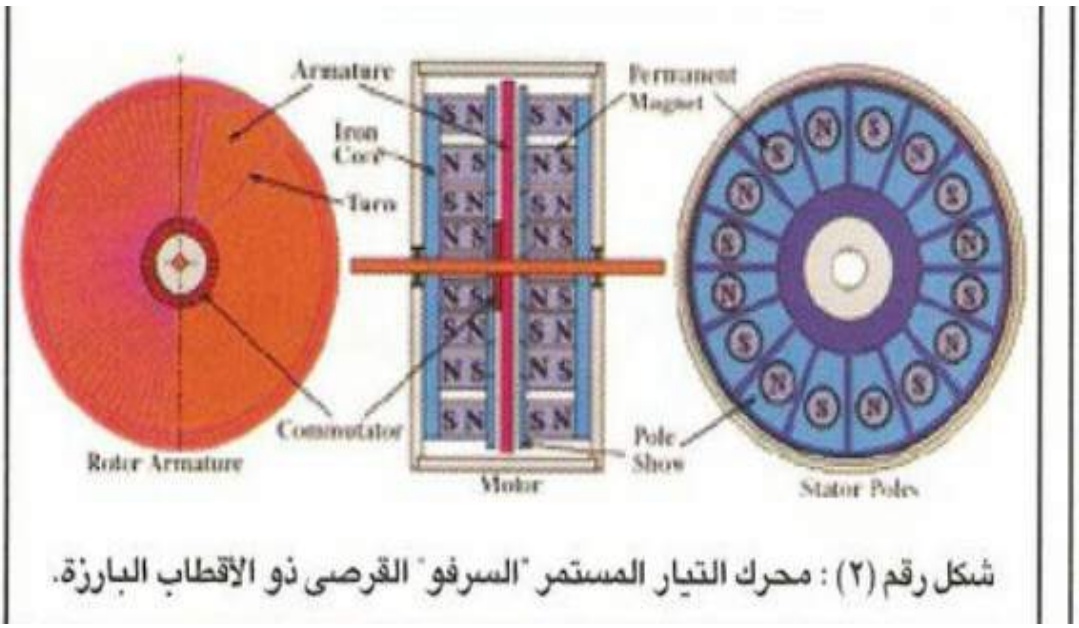
ويراعى من حالة تماثل جهتي العضو الثابت ان يكون القطب الشمالي N عند القرص في جهة بحيث يكون أمامه تماما من الجهة الأخرى للقرص قطب جنوبي S



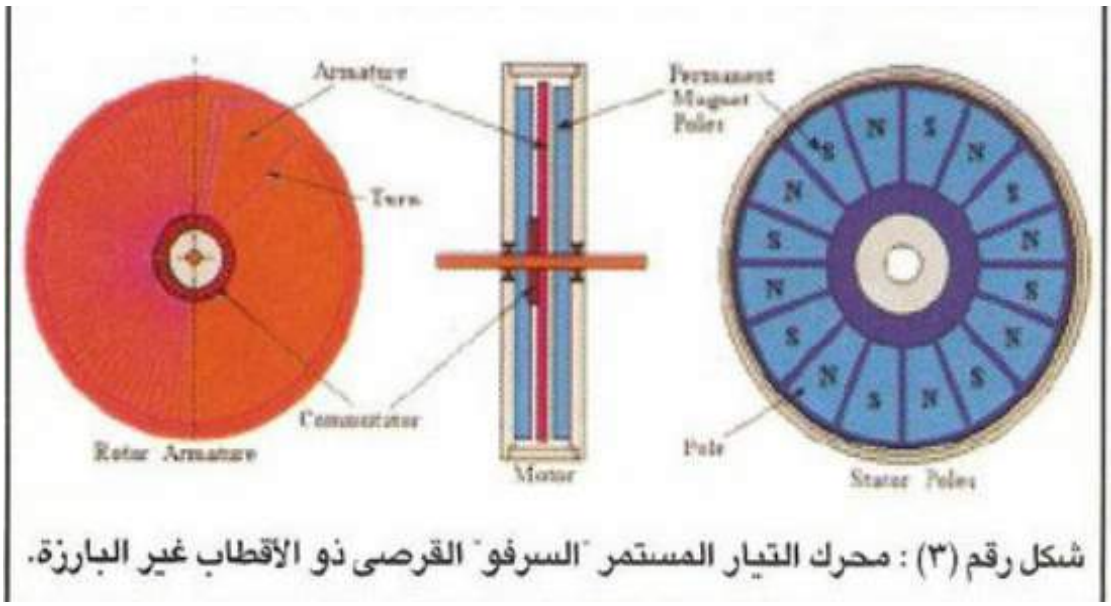
تساعد الأقطاب بعضها لبعض بحيث تزداد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق قرص العضو الدائر



وفي الأنواع الحديثة من هذا المحرك تصنع أقطاب العضو الثابت بحيث تكون غير بارزة ويظهر العضو الثابت بشكل قرص من قطعة واحدة مستوية حيث ساعد هذا الشكل في انقاص حجم المحرك بنسبة كبيرة



شكل رقم (٢) : محرك التيار المستمر "السرفو" القرصى ذو الأقطاب البارزة.



شكل رقم (٣) : محرك التيار المستمر "السرفو" القرصى ذو الأقطاب غير البارزة.

3-محرك السرفو بدون فرش (bryshless dc servo motor)

في هذا المحرك تم الاستغناء عن الفرش وعن عضو التوحيد

وأصبح المحرك يتكون من عضو دائر عبارة عن أقطاب مغناطيسية دائمة (تكون قطبين او أكثر)

وتكون أقطاب العضو الثابت إما بارزة او غير بارزة بشكل اسطواني ويوصل ملف كل قطبين متقابلين على التوالي أو على التوازي

وبذلك يشكل القطبان الرأسيان ملفا واحدا في الإتجاه الرأسي

ولكي يدور العضو الدائر يستخدم نظام يقوم على إمرار التيار المستمر في ملفات العضو الثابت بحيث ينشأ من العضو الثابت قطبان (أي بنفس أعداد أقطاب العضو الدائر) ولكن أقطاب العضو الثابت يجب ان تكون على محور متعامد مع محور أقطاب العضو الدائر

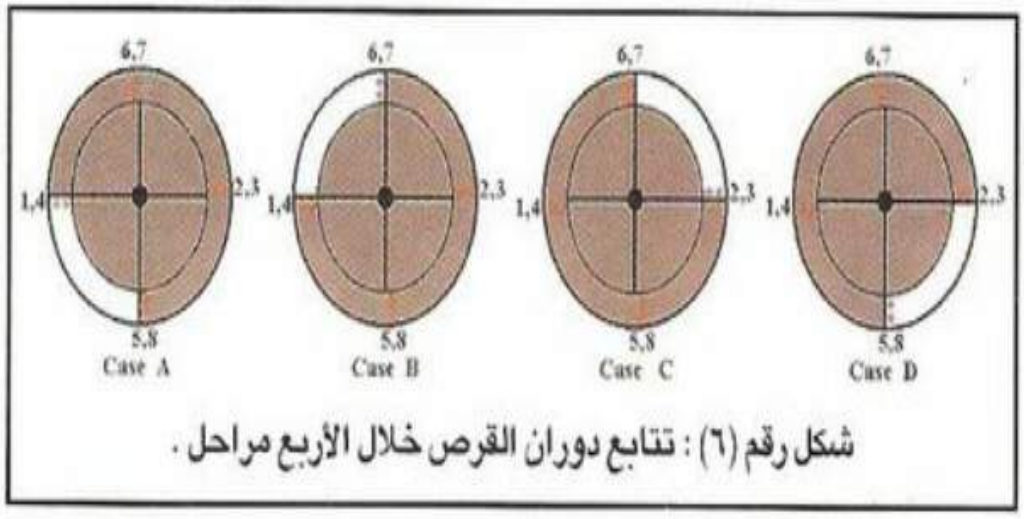
أي بينها زاوية في الفراغ مقدارها 90 درجة كهربية حتى يكون عزم دوران المحرك بأكبر قيمة

ومع دوران العضو الدائر يجب تبديل توصيل التيار بين الملف الرأسي والملف الأفقي وفي اتجاه يحافظ على نفس اتجاه دوران العضو الدائر

ويتم ذلك بالتتابع اللازم اتوماتيكيا

وتستخدم لذلك عدة موحدات ضوئية تثبت مع العضو الثابت بحيث يكون امام كل موحد لمبة صغيرة تقوم باسقاط شعاع ضوئي على الموحد حتى يصبح في وضع توصيل on ويكون بين اللمبة و الموحد قرص رقيق يثبت على محور دوران المحرك لكي يدور القرص مع دوران العضو الدائر

ويكون بالقرص جزء مفرغ يسمح بسقوط ضوء اللمبة على الموحد ليكون في وضع on خلال فترة وبعدها يقع الجزء الغير من القرص بين الموحد و اللمبة فيمنع سقوط ضوء اللمبة على الموحد ويتحول الموحد الى وضع off



شكل رقم (٦) : تتابع دوران القرص خلال الأربع مراحل .

ويتم توصيل الموحدات الضوئية مع الملفين ومصدر التغذية بالتيار المستمر

حيث يستخدم كل ملف أربعة موحدات ضوئية

ويتم ترتيب توصيل الموحدات على طريقتين:

الطريقة الأولى:

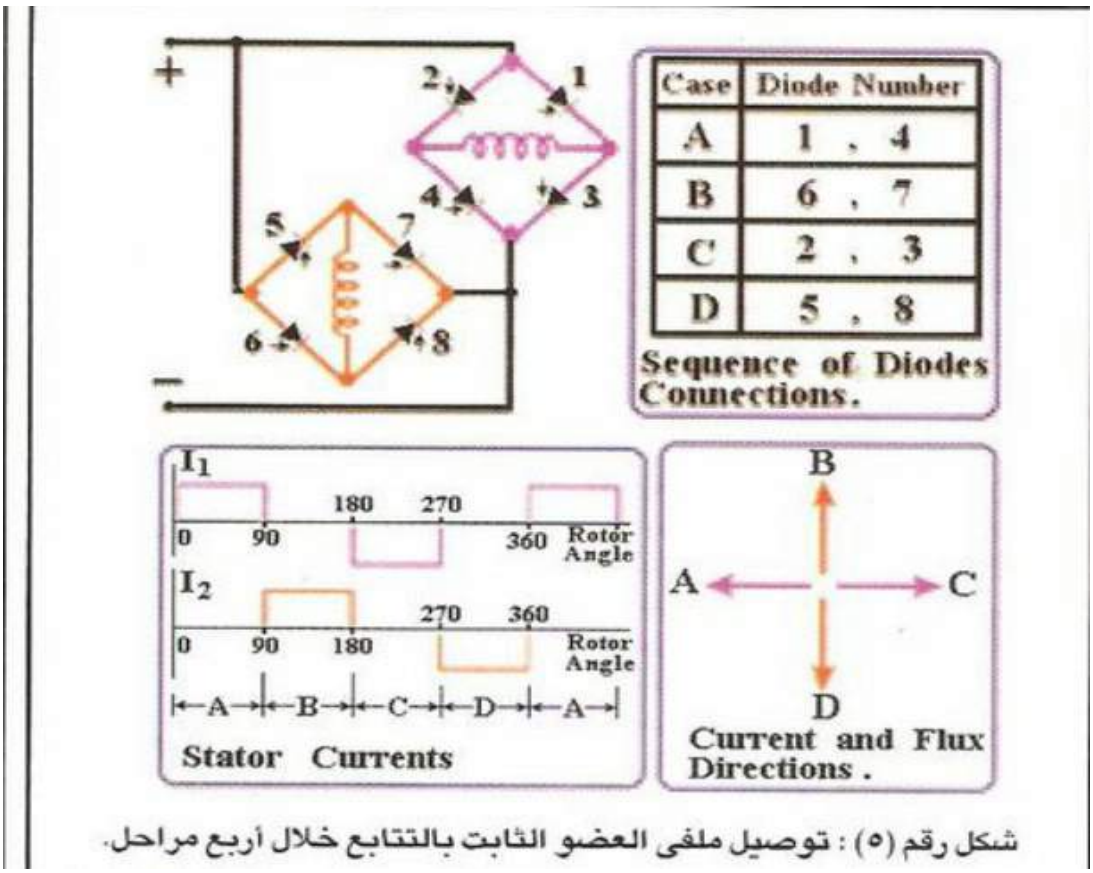
حيث يتم اولا في الحالة A توصيل الموحد رقم1 و الموحد رقم 4 فيمر التيار في الملف الأفقي في اتجاه من اليمين الى اليسار

ومع حركة دوران العضو الدائر يتم في الحالة B

يتم فصل الموحدين 1 و4 و توصيل الموحد رقم 6 والموحد رقم 7 ليمر التيار في الملف الرأسي في اتجاه الى أعلى

وفي الحالة C يتم فصل الموحدين 6 و7 و توصيل الموحد رقم 2 والموحد رقم 3 ليمر التيار في الملف الافقي في اتجاه الى اسفل

وفي الحالة D يتم فصل الموحدين 2 و3 و توصيل الموحد رقم 5 والموحد رقم 8 ليمر التيار في الملف الرأسي في اتجاه الى اعلى



شكل رقم (٥) : توصيل ملفى العضو الثابت بالتتابع خلال أربع مراحل.

وبذلك يكون العضو الدائر قد تحرك لفة دوران كاملة

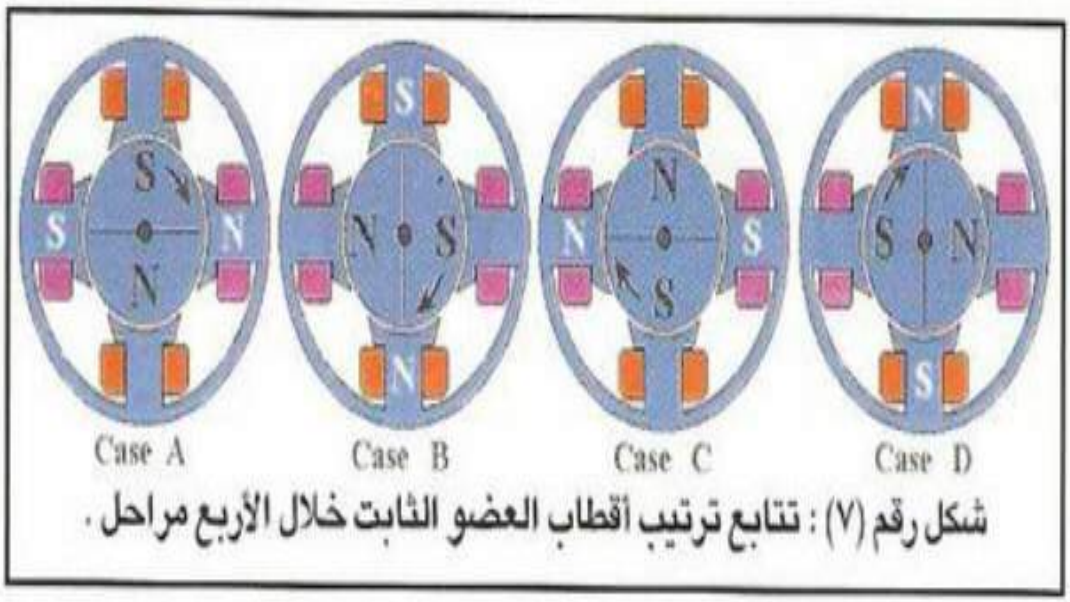
وتتكرر الخطوات اتوماتيكيا مع دوران العضو الدائر

وبذلك نجد ان التيار في الملف الأفقي I1 والتيار في الملف الرأسي I2 يتغير مع زاوية دوران العضو الدائر

حيث نجد ان تيار الملف الأفقي يمر خلال زاوية 90 درجة وبعدها يقطع هذا التيار خلال زاوية أخرى 90 درجة ثم يوصل ولكن باتج

يأخذ تغير التيار في الملف الرأسي نفس شكل تغير التيار في الملف الافقي ولكن بزاوية ترحيل مقدارها 90 درجة

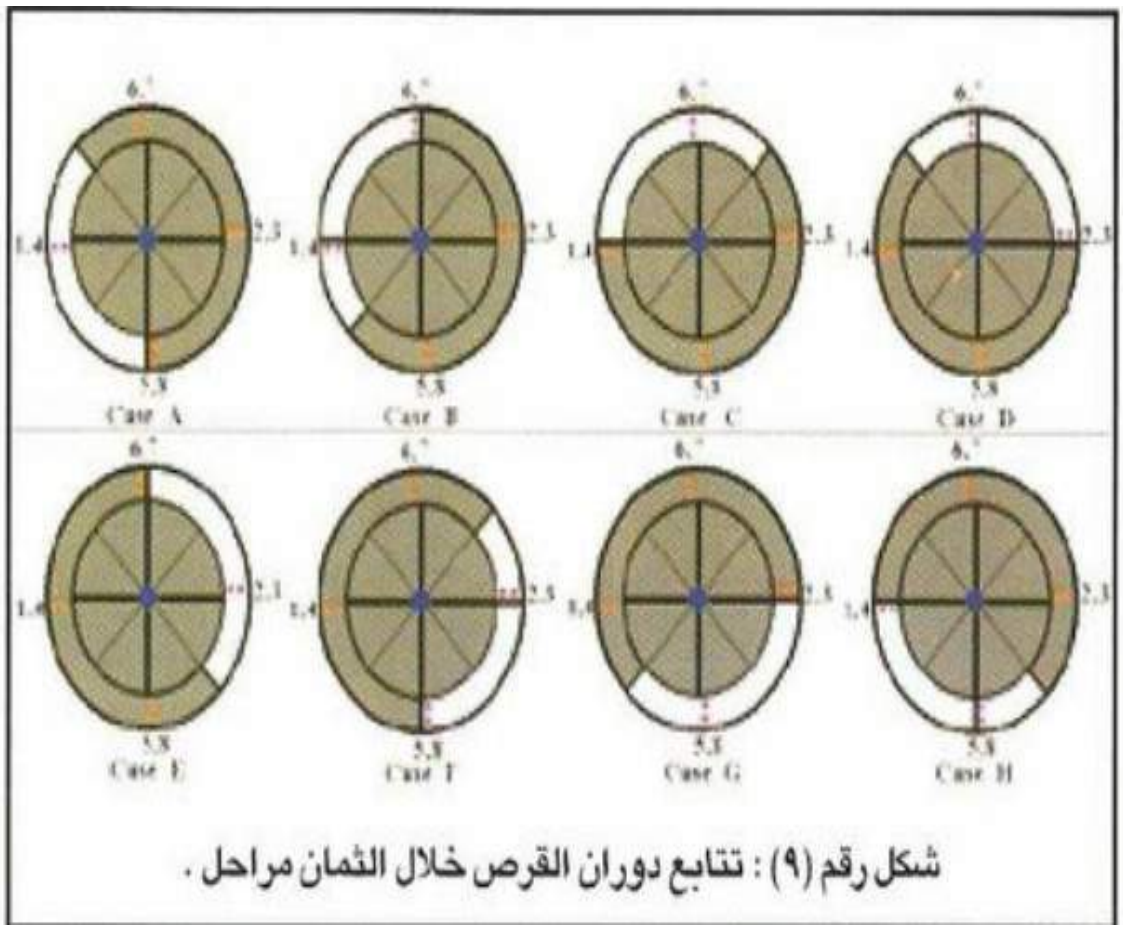
بحيث تكون فترات الفصل للتيار في الملف الأفقي هي فترات توصيل التيار في الملف الرأسي



شكل رقم (٧) : تتابع ترتيب أقطاب العضو الثابت خلال الأربع مراحل .

الطريقة الثانية:

هذه الطريقة أفضل لتتابع الموحدات حيث التبديل يتم كل 45 درجة بدلا من 90 درجة خلال ثمانية حالا ت من A الى H بدلا من الاربعة حالات من Aالى D في هذه الطريقة تكون الفتحة في القرص اوسع بقدار زاوية 135 درجة



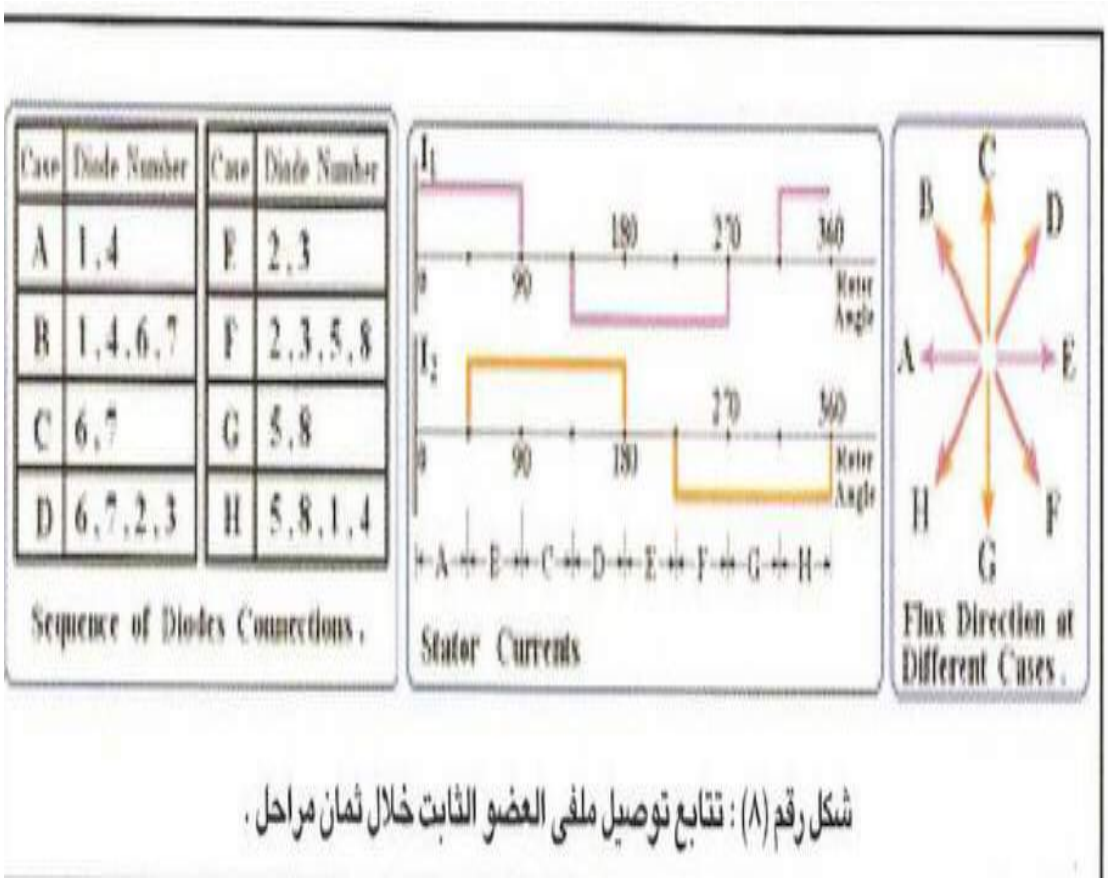
شكل رقم (٩) : تتابع دوران القرص خلال الثمان مراحل .

في هذه الطريقة يتم توصيل الموحدين 1و4 في الحالة A فيمر التيار في الملف الافقي من اليمين الى اليسار حيث يأخذ المجال المغناطيسي الإتجاه الافقي

وبعد 45 درجة لدوران العضو الدائر نصل الى الحالة B حيث يبقى الموحدين 1و4 في حالة توصيل ويضاف اليهما الموحدان 6 و 7 حيث يصبحان في حالة توصيل وبذلك يمر التيار في هذه الحالة في كل من الملفين الافقي والراسي معا فياخذ المجال المغناطيسي اتجاه الوضع B الذي تحرك بزاوية 45 درجة عن الوضع A

ثم نصل الى الحالة C حيث يمر التيار في الملف الراسي فقط وينفصل عن الملف الافقي لانه يتم توصيل الموحدين 6 و 7 فقط

وهكذا تتغير أوضاع التوصيل والفصل في بقية الحالات حتى الحالة H في لفة دوران واحدة للعضو الدائر ثم تتكرر نفس الحالات في اللفة الثانية وهكذا



شكل رقم (٨) : تتابع توصيل ملفى العضو الثابت خلال ثمان مراحل .

في هذه الطريقة يبقى التيار I1 مارا بالملف الأفقي والتيار I2 مارا بالملف الرأسي طوال زواية دوران العضو الدائر مقدارها 135درجة بدلا من 90 درجة

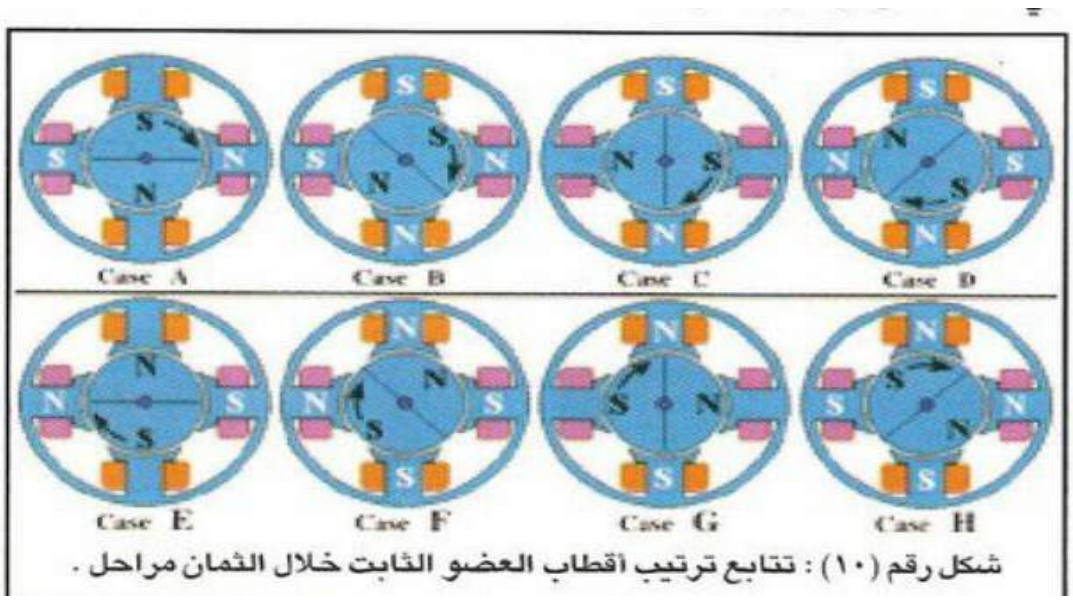
حيث يكون الجزء المفرغ من القرص الدوار مستمرا لزاوية 135 درجة ويدور القرص من حالة الى اخرى بزاوية مقدارها 45 درجة

وبذلك ينشأ في الحالة A قطبان في الاتجاه الافقي اما في الحالة B فينشأ قطبان الرأسي مع قطبان في ا لإتجاه الأفقي

حيث يلاحظ ترتيب الأقطاب بحيث تكون قطب شمالي N ثم يليه قطب شمالي ثان

ثم يليه قطب جنوبي S ثم يليه قطب جنوبي ثان

حيث تكون محصلة الأقطاب عبارة عن قطبين فقط شمالي وجنوبي كلاهما باتساع كبير



شكل رقم (١٠) : تتابع ترتيب أقطاب العضو الثابت خلال الثمان مراحل .

المحركات ذات العضو الدور ذو المغناطس الدائم (بدون فرش):

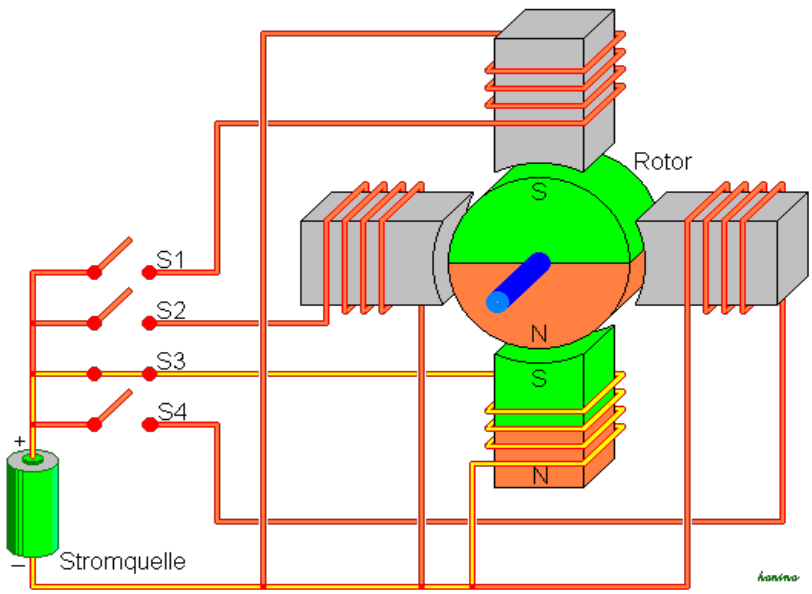
1-محرك الخطوة Stepper Motor:

سميّ محرك الخطوة بهذا الاسم لأن هذا المحرك لا يدور باستمرار كبقية محركات التيار المستمر بل يدور بشكل خطوي بزوايا محددة

استخدامات المحرك:

تستخدم محركات الخطوة في الحواسيب والطابعات والراسمات والروبوت وبشكل عام في أنظمة القيادة الرقمية

يتكون العضو الساكن من أقطاب على شكل ملفات بينما العضو الدوار فهو مادة حديدية مغناطيسية ولا يوجد فيه ملفات



زاوية الخطوة للمحركات (Step Angle):

وهي الزاوية التي يدورها المحرك لكل نبضة تحكم.
وهذه الزاوية يمكن أن تصل لقيمة صغيرة بحدود 0.72 درجة أو قيمة كبيرة حتى 90 درجة حيث تنحصر زاوية الخطوة للمحركات الخطوية بين 0.9 درجة حتى 90 درجة .

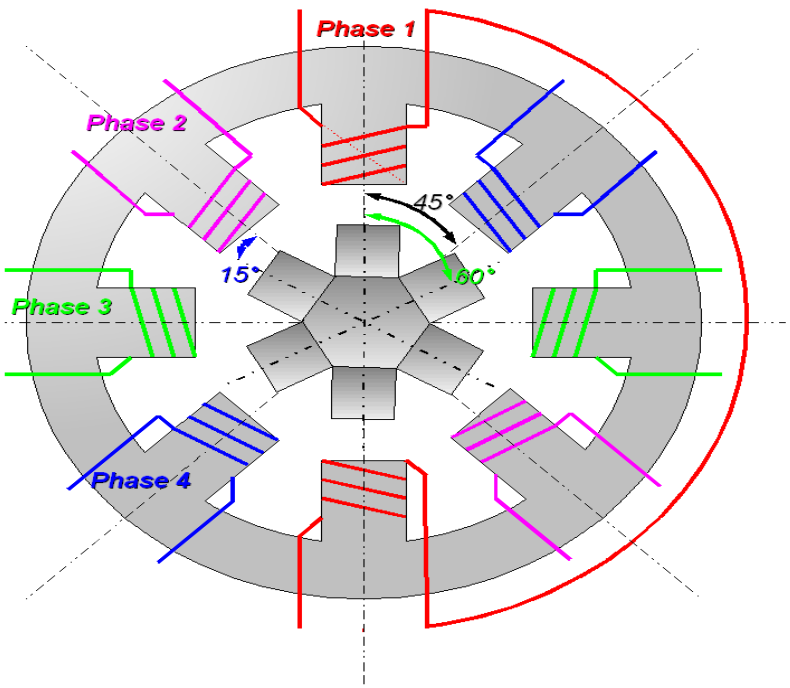
0.9 اي 400 خطوة في الدورة

1.8 اي 200 خطوة في الدورة

3.6 اي 100خطوة في الدورة

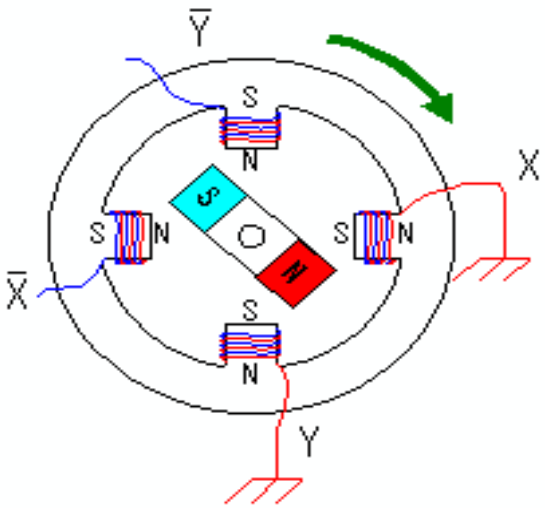
7.5 اي 48خطوة في الدورة

15 اي 400 خطوة في الدورة



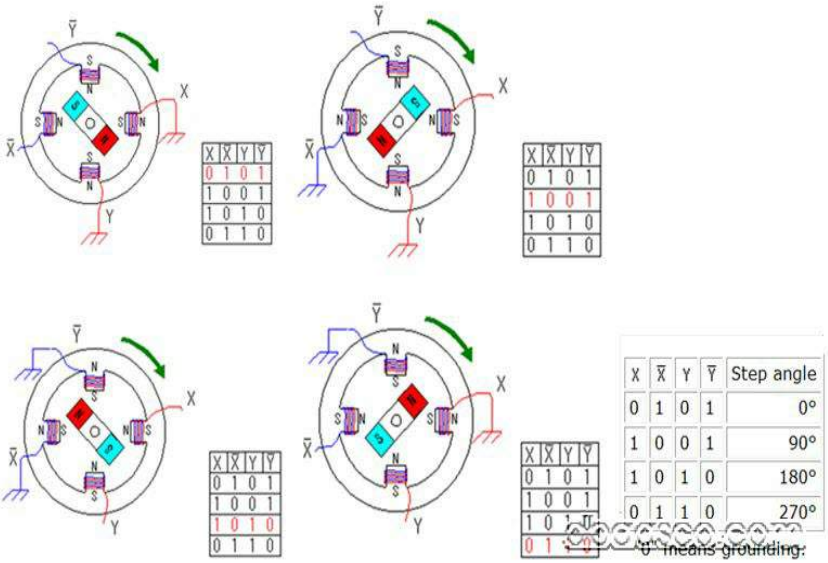
ومما يميز هذا المحرك أيضا أنه يعتمد على النظام الثنائي في التشغيل binaryحيث يلاحظ أنه يخرج منه أربع أو خمس أسلاك تسمح له بتلقي تتابع معين

فمثلا إذا استقبل التتابع الآتي:0001 التي تكافيء 1 في النظام العشري فإنه سيتحرك بزاوية مقدارها 90 درجة في اتجاه دوران معين، أما في حال استقبال 1000 التي تكافيء 8 في النظام العشري فإنه يدور في الاتجاه المعاكس

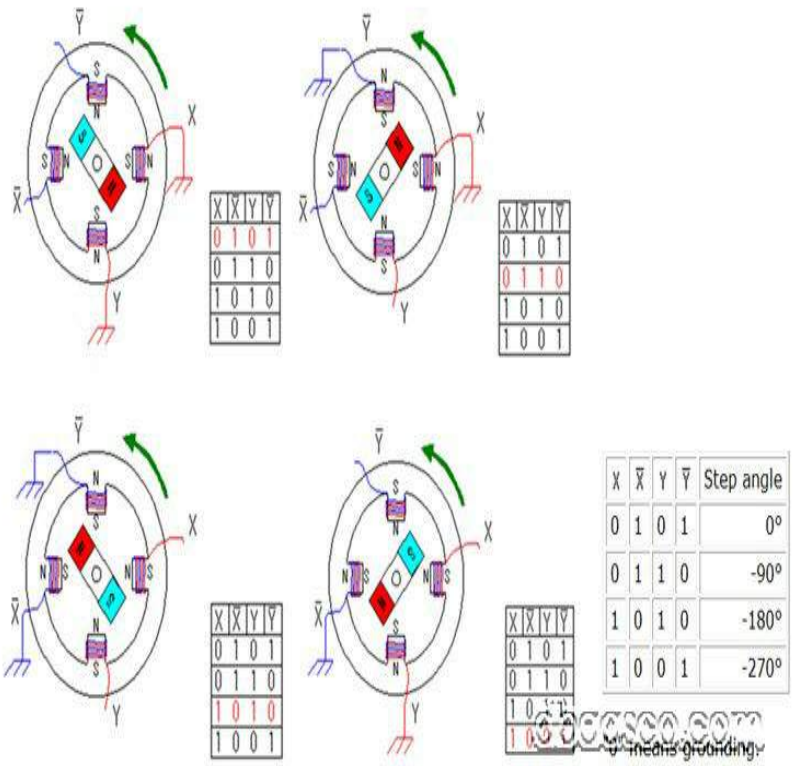


X	X̄	Y	Ȳ
0	1	0	1
1	0	0	1
1	0	1	0
0	1	1	0

يعني إذا أردت تحريك المحرك في اتجاه معين وليكن عكس عقارب الساعة سوف ترسل له تتابع كالآتي:(0001 - 0010 - 0100 - 1000).



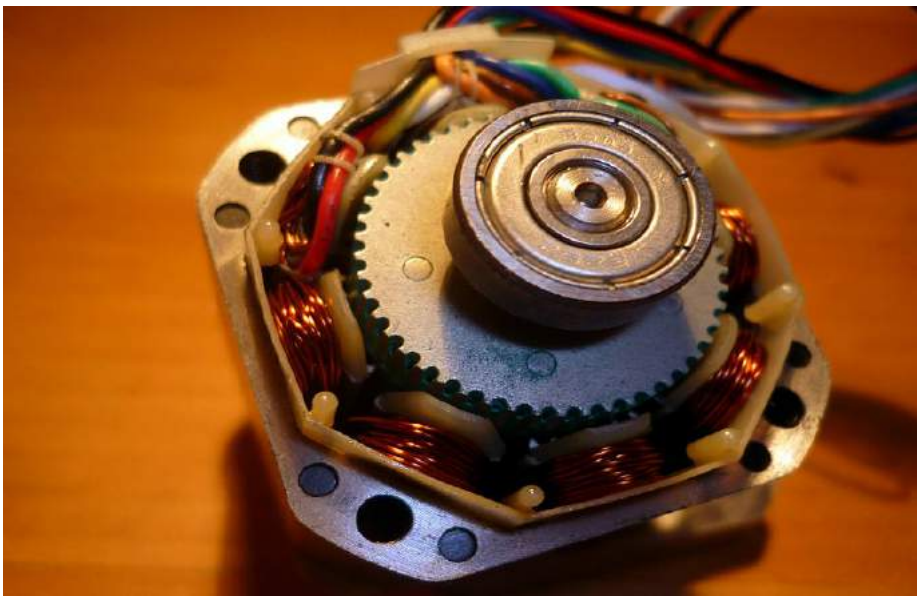
أرسل عكس التتابع السابق وستحصل على الاتجاه المعاكس وهذة الطريقة تعرف باحادية القطب أو(unipoler)



أنواع محركات الخطوة:

أ- محركات الخطوة ذات الممانعة المغناطيسية المتغيرة: (Variable Reluctance Stepper motor):

يتكون العضو الساكن من أقطاب على شكل ملفات بينما العضو الدوار فهو مادة حديدية مغناطيسية ولا يوجد فيه ملفات



ب- المحرك ذو المغانط الدائمة (Permanent Magnet stepper motor):

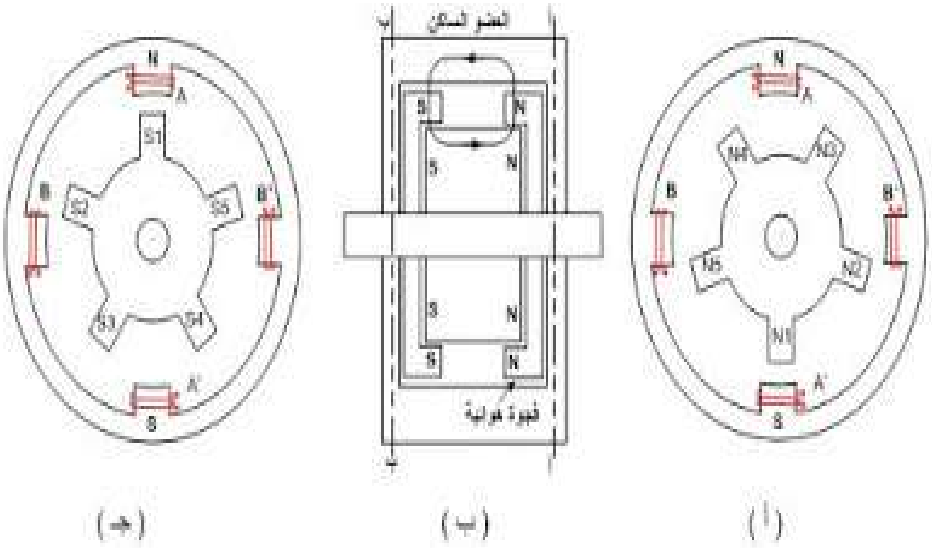
يكون العضو الدوار عبارة عن أقطاب مغناطيسية دائمة ويتكون العضو الساكن من ملفات تشكل الأ قطاب

ويبين الشكل التالي تركيب هذا النوع من المحركات

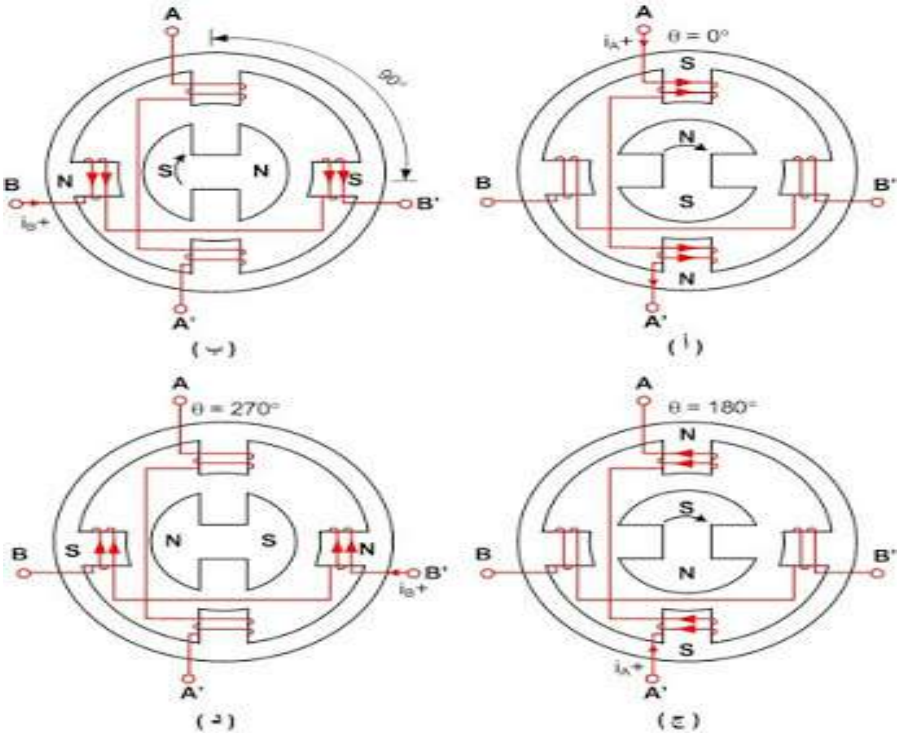
ج- محركات الخطوة الهجينة (Hybrid stepper motor) :

يشبه محرك الخطوة ذو المغناطيس الدائم لكن يحتوي العضو الدوار على مجموعة أقطاب شمالية في الجزء الأمامي للعضو الدوار ويحتوي الجزء الخلفي للعضو الدوار على أقطاب جنوبية.

ويبين الشكل(أ) مقطعاً جانبياً ويبين العضو الدوار ذا الأقطاب الشمالية بينما الشكل (ب) يبين مسقطاً أماميا بين المغناطيس الدائم متصلا مع العضو الدوار ويبين الشكل(ج) مقطعاً جانبياً ويبين العضو الدوار ذا الأقطاب الجنوبية.



مبدأ عمل محرك الخطوة:



عند سريان تيار كهربائي في الطور (A) كما يوضح الشكل سيتشكل قطبان قطب جنوبي وقطب شمالي في الملفين (A - A`).

وهذا يؤدي لجذب أقطاب العضو الدوار كما في الشكل (أ)

وعند فصل التيار عن الملفين (A - A`) وتوصيل التيار الكهربائي بالملفين (B – B`) كما يوضح الشكل (ج) سيتولد قطبان قطب جنوبي وقطب شمالي وسيحدث تجاذب بين أقطاب العضو الساكن والعضو الدوار كما يبين الشكل (ب)

وبعكس إتجاه سريان التيار الكهربائي في الملفين (A - A`) كما في الشكل(د) سيدور العضو الدوار (180 درجة)، وأيضاً بعكس اتجاه سريان التيار الكهربائي في الملفين(B – B`) كما في الشكل(د) سيدور العضو الدوار بزاوية (270 درجة)

طرق قيادة المحركات الخطوية:

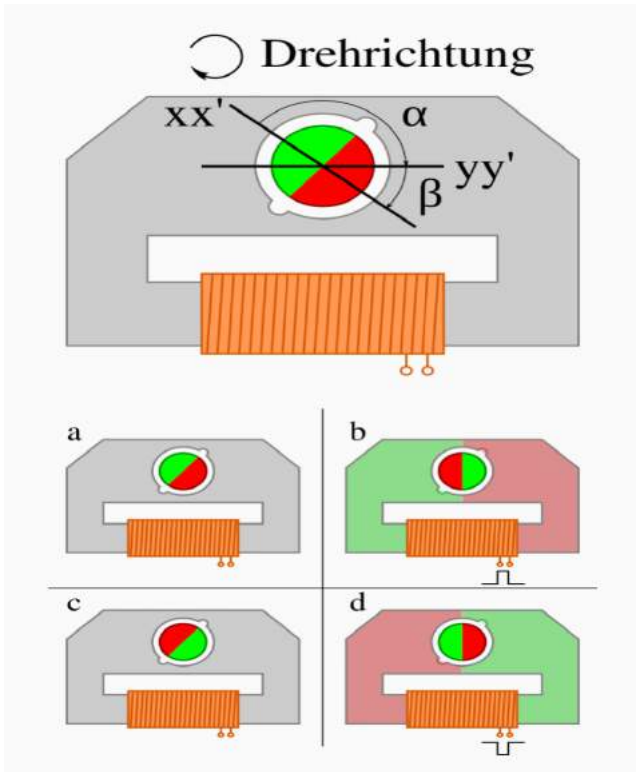
تقسم المحركات الخطوية من حيث الملفات الى:

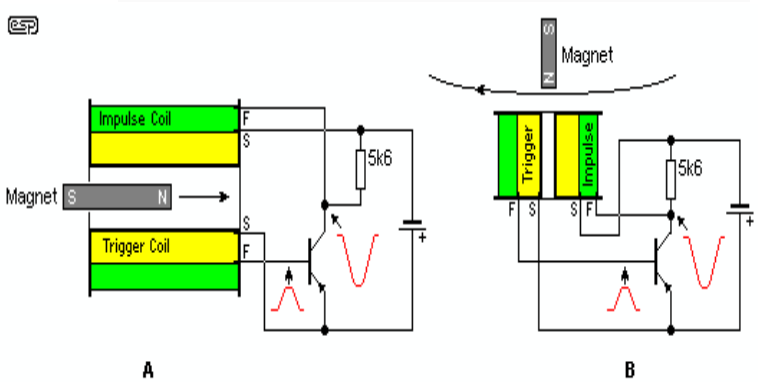
1-محرك خطوي ذو ملف واحد:

ويسمى المحرك الايسر Left Motor:

وهو محرك صغير الحجم يستخدم في الساعات

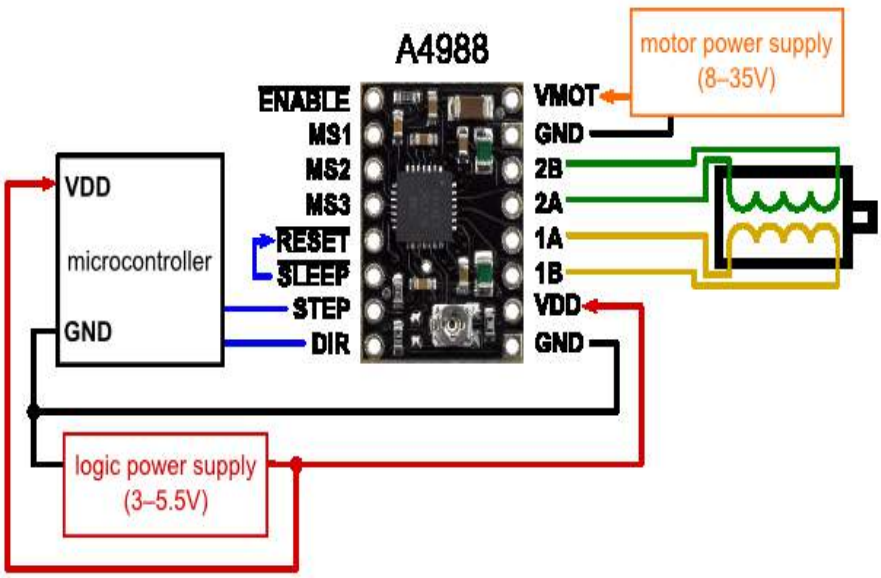
يعمل من خلال تبديل اقطاب الملف بواسطة ترانسستور





2-محرك خطوي ذو ملفين:

وهو محرك يعمل من خلال تبديل اقطاب الملفات بواسطة مبدل الكتروني يستخدم في الألعاب و الربوت



3-محرك خطوي ذو اربع ملفات:

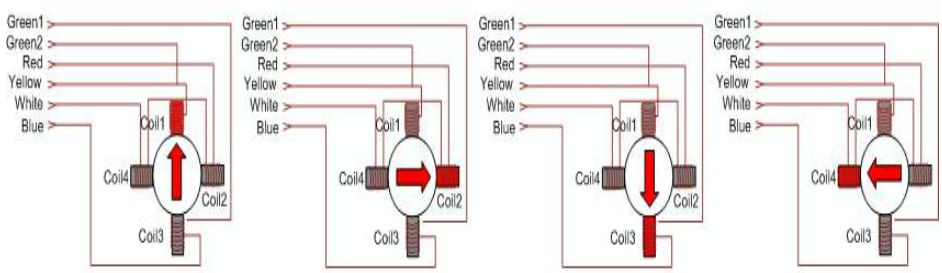
اوضاع تشغيل محرك الخطوة ذي الاربع ملفات :

هناك ثلاث اوضاع لتشغيل المحركات الخطوية ذات الاربع ملفات:

كلها تعتمد على تسلسل تفعيل الملفات الثابتة في المحرك

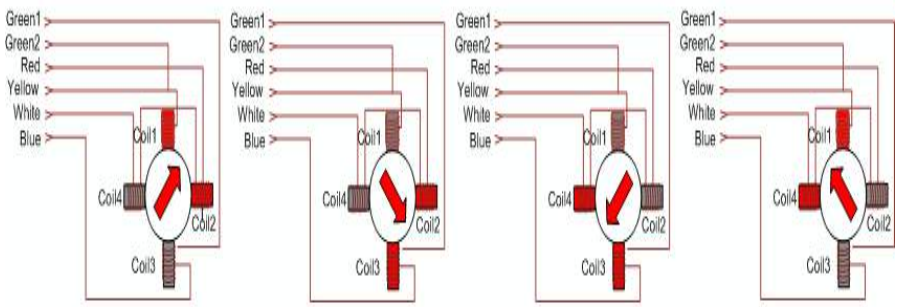
اولاً Wave Drive :

في هذا النوع يتم تفعيل طور واحد فقط في كل مره



ثانياً Full Drive :

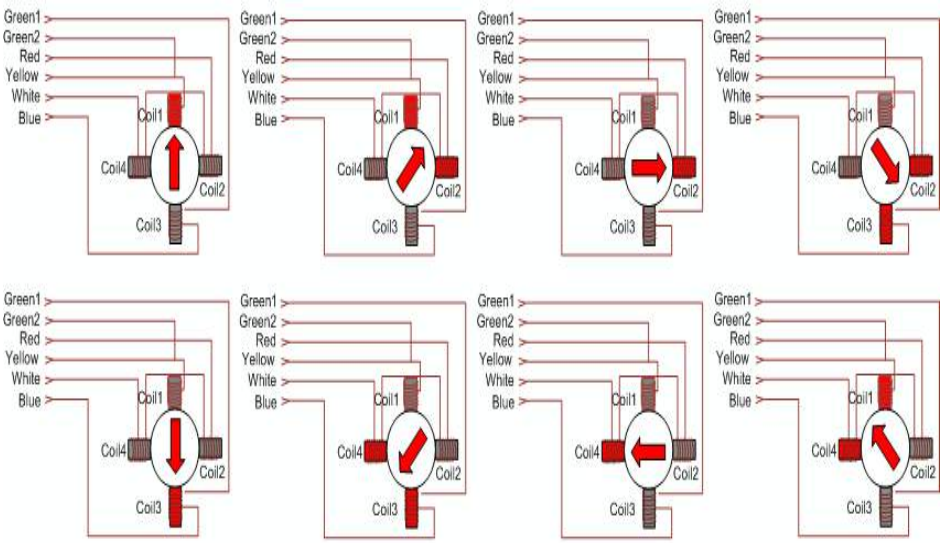
في هذا النوع يتم تفعيل طورين في كل مره



ثالثاً Half Drive :

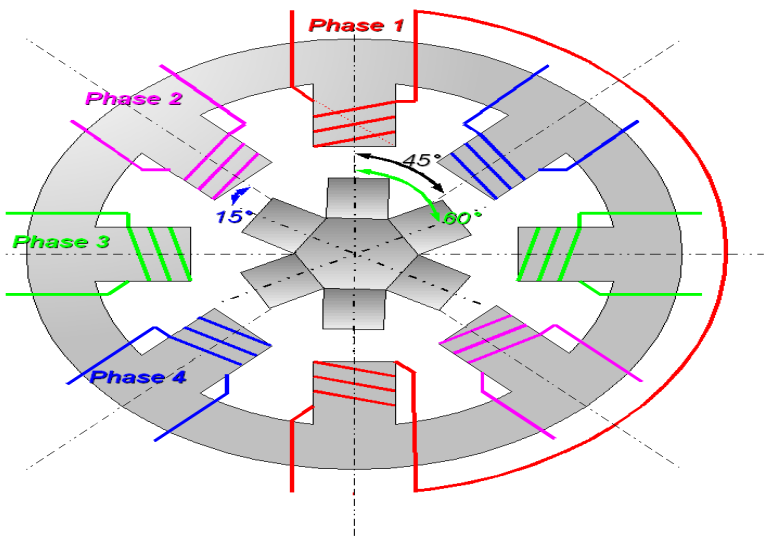
في هذا النوع يتم تفعيل طور واحد ثم طورين بشكل تبادلي

و هذا الامر يزيد من دقة المحرك



4-محرك خطوي ذو ثمانية ملفات:

يوصل كل ملفين متقابلين توالي ثم توصل ملفاته كما يوصل المحرك ذو الاربع ملفات



و تقسم المحركات الخطوية من حيث الاقطاب الى نوعين:

-احادي القطبية unipolar

-ثنائي القطبية bipolar

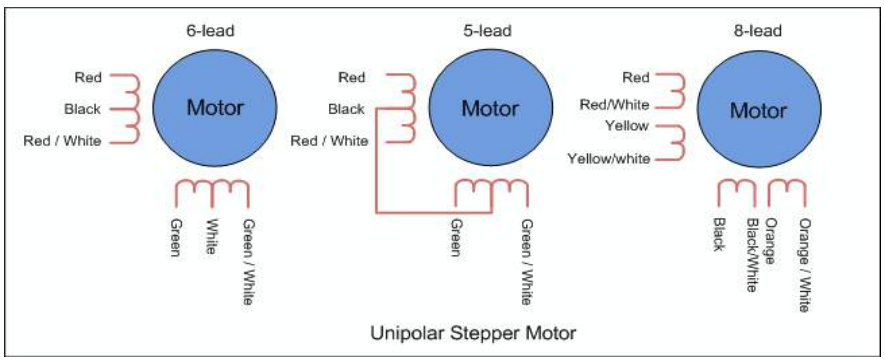
1- المحركات احادية القطبية :

يكون هناك ملفان لكل طـــور و طريقة توصيل الملفات ببعض تحدد عدد الاسلاك الخارجة من المحرك

فقد تكون 5 أو 6 أو 8 اسلاك و في حالة

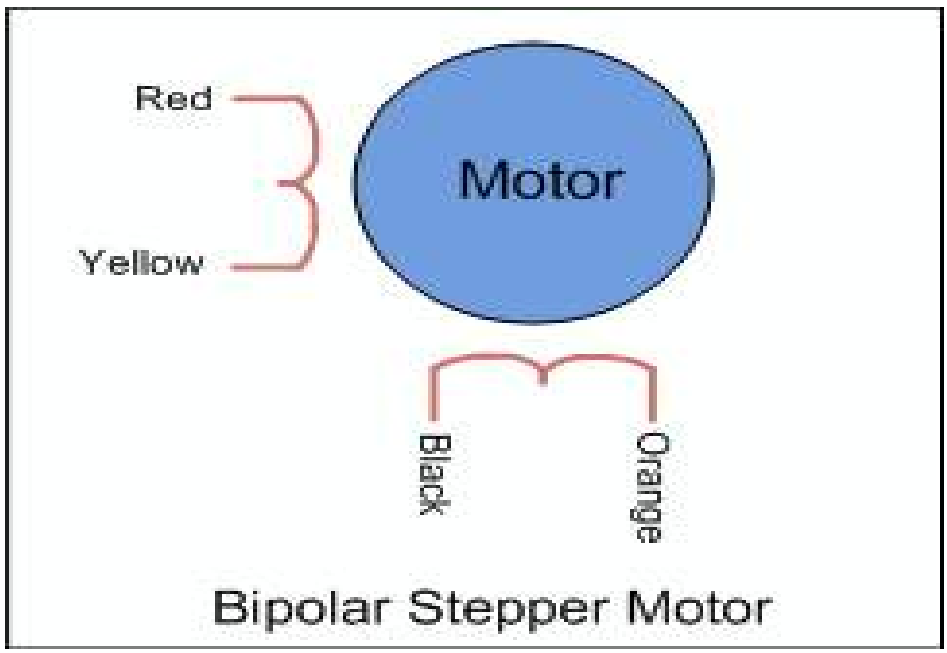
ال8 اسلاك يسهل لنا وصلهم على التوالي او على التوازي , بينما في حالة ال- 5 و 6 اسلاك هم موصولين على التوالي

المحرك احادي القطبية يسهل علينا عملية التشغيل , فلا حاجة لعكس التيار في دائرة القيادة و بالتالي تكون ابسط



2- المحركات ثنائية القطبية :

يكون ملف واحد لكل طور و لذلك نحتاج لعكس التيار اثناء التشغيل و بالتالي تكون دائرة القيادة اكثر تعقيداً



المحركات ذات العضو الدوار ذو المغناطيس الدائم (بدون فرش):

3-محرك تيار مستمر بموحد الكتروني:

هذا المحرك عمليا هو بعكس محرك المغناطيس الدائم

في محرك المغناطيس الدائم يكون المغناطيس دائم في العضو الثابت

اما هذا المحرك فان المغناطيس الدائم في العضو الدوار

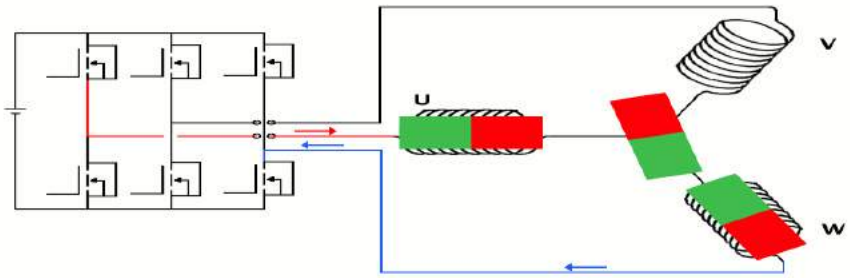
يتألف العضو الساكن لهذا المحرك من ثلاث ملفات

اما العضو الدوار فيثبت عليه أقطاب من مغانط دائمة تدور مع دورانه

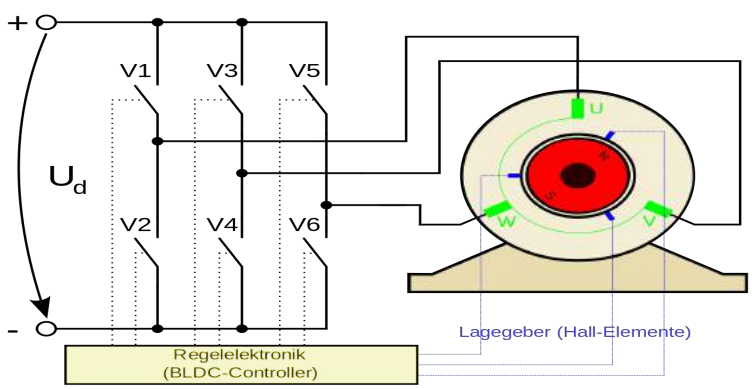
حيث يدور المجال المجال المغناطيسي بينما الملفات ثابتةفي العضو الثابت

وفي محرك التيار المستمر يوجد موحد (المبادل)يقوم بعكس اتجاه التيار في ملفات المنتج

اما في هذا فان عملية التحكم باتجاه التيار في ملفات العضو الثابت يتم التحكم بها الكترونيا بالتزامن مع وضع العضو الدائر



يحتوي هذا المحرك على مجسات لقياس موضع العضو الدوار والتي قد تكون مجسات ضوئية او مجسات مغناطيسة (مجسات هال)



محرك بادئ الحركة Strter Motor:

او بادئ التشغيل ويسمى ايضا:المارش

ويسمى ايضا:السلف

هو محرك يعمل بالتيار المباشر وهو ذو عزم عالي جدا

يستخدم محرك بادئ الحركة في السيارات وفي مولدات الديزل والبنزين كبادئ تشغيل

ومن أهم مميزات محرك بدأ الحركة هو حجمه الصغير فهو عبارة عن موتور كهربائي قوي جدا يقوم بتوفير قوة عالية في فترة زمنية

يقوم نظام بدأ تشغيل محرك السيارة او محرك

المولد بتحويل الطاقة الكهربائية والتي تأتي من البطارية الى طاقة ميكانيكية وذلك من أجل ادارة المحرك

حتى تكون عملية بدأ التشغيل في السيارة ممكنة ويبدأ المحرك بالعمل

وتتم هذه العملية بواسطة محرك بدأ التشغيل حيث يجب أن تتراوح السرعة المطلوبة لبدأ تشغيل السيارة في مبدأ الحركة ما بين 60 الى 100 دورة في الدقيقة الواحدة بالنسبة لمحركات الديزل

أما بخصوص محركات البنزين ما بين 70 و 200 دورة في الدقيقة

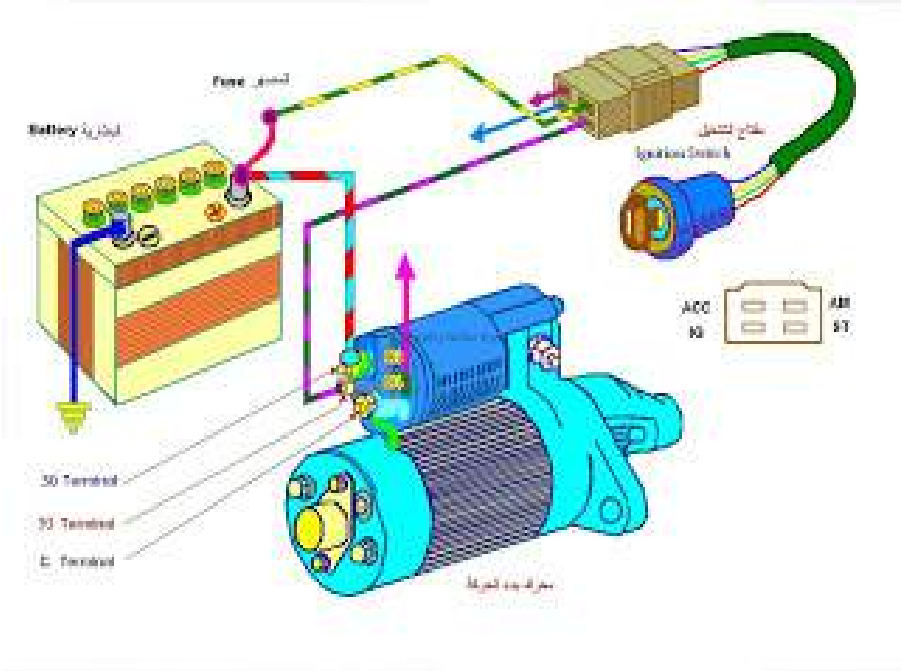
يتكون نظام بدء التشغيل من أربع مكونات رئيسية وهي :

1-مفتاح التشغيل

2- الملف اللولبي لبادئ التشغيل

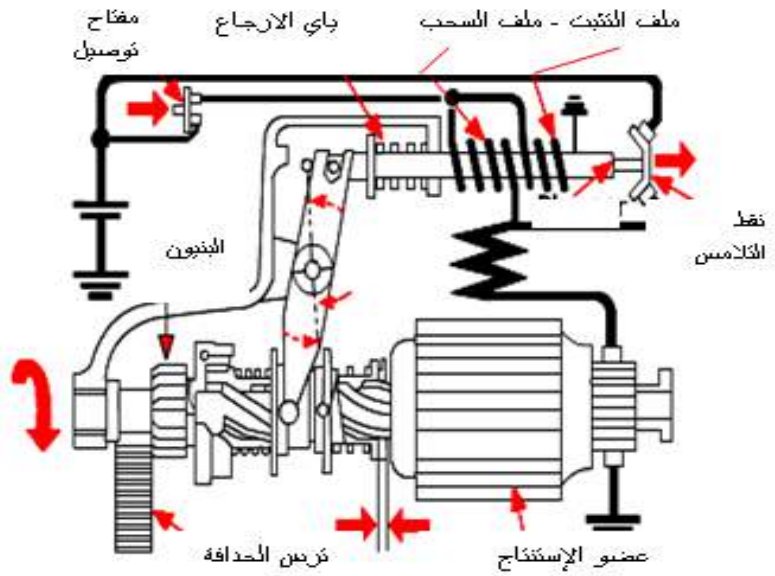
3-محرك بدأ التشغيل

4-البطارية



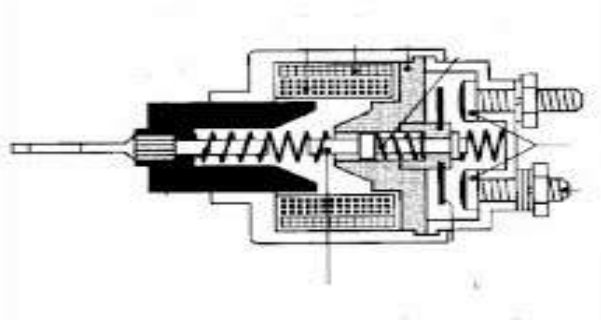
طريقة عمل محرك بادئ الحركة:

يقوم محرك بادئ التشغيل بتحويل الطاقة الكهربائية الواصلة إليه من البطارية عبر مفتاح التشغيل إلى طاقة ميكانيكية تقوم بادارة المحرك عند بداية التشغيل عبر حذاف المحرك (فلاوين) المعشق مع ترس بادئ الحركة وتبلغ نسبة نقل الحركة بين الترس بادئ وترس حذاف المحرك حوالي (1 : 20) وعندما يعمل المحرك يجب فصل التعشيق عند هذه النسبة من النقل بواسطة تجهيزات خاصة يعمل بها محرك بادئ التشغيل حيث مهمته فقط ادارة المحرك عند بداية التشغيل فقط لتزويده بالعزم اللازم لادارته



اجزاء محرك بادئ الحركة:

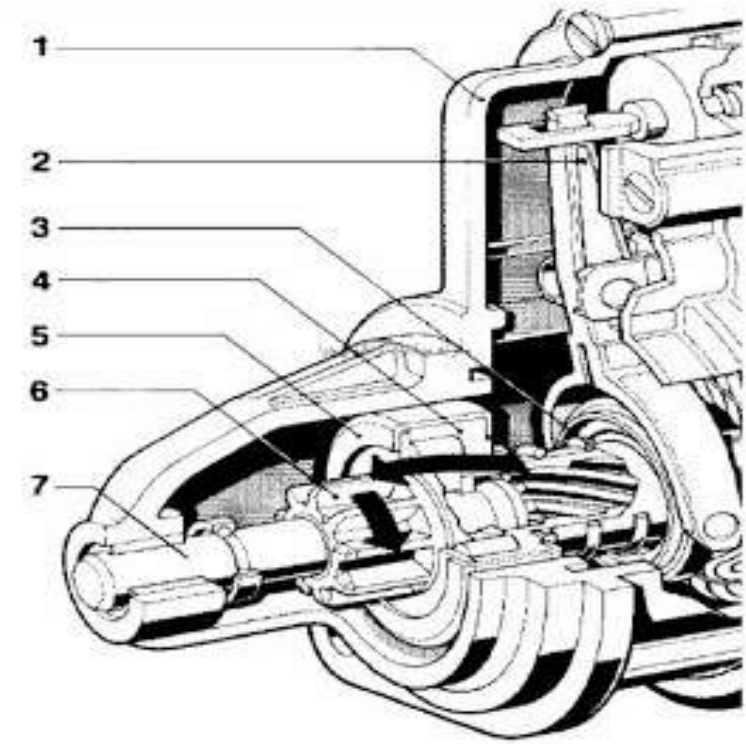
1-المفتاح الكهرومغناطيسي (الاوتوماتيك)



يعمل بواسطة القوة المغناطيسية وهو مركب من ملفين وياي (زنبرك) ارجاع ومكونات اخرى تكمل

قيامه بعمله حيث يقوم بدفع ترس بادئ الحركة (دشلي) لتعشيق مع ترس الحذافة (فلاوين) وايضا يعمل كمفتاح رئيسي لوصول التيار الكهربائي إلى بادئ الحركة لإدارته

2-مجموعة القيادة الامامية (ترس البنيون)



تقوم هذه المجموعة بعملية فصل ووصل الحركة المكانيكية بين ترس بادئ الحركة وترس حذاف المحرك وتتكون من الاجزاء الاتية

1- غطاء المجموعة الامامية

2- ذراع التعشيق (الماشة)

3- ياي (زنبرك)الدفع

4- قائد المجموعة الامامية

5- الدوارة الحرة (الكلتش)

6- ترس بادئ الحركة (الدشلي)

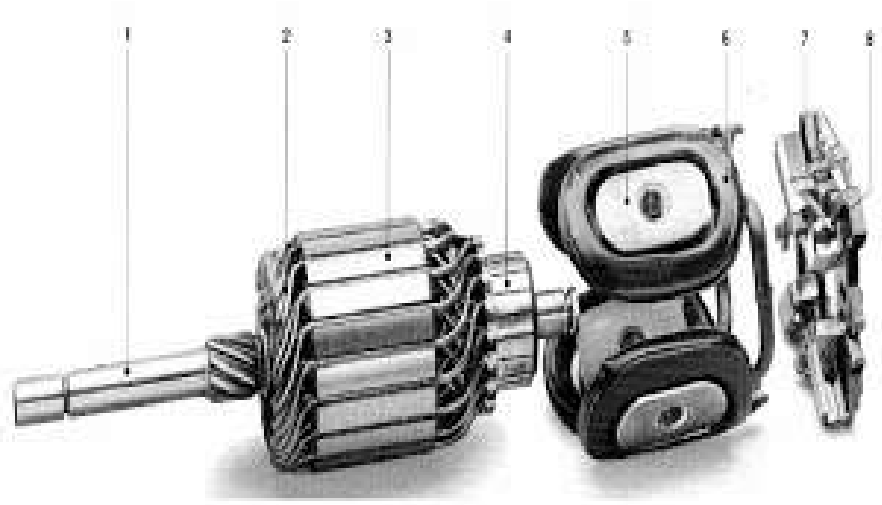
7- عمود عضو الاستنتاج (الشفت)

3-ترس بادئ الحركة

ترس صغير يركب في مقدمة بادئ الحركة ليعشق مع ترس الحذافة (الفلاوين) لادارة المحرك وتبلغ نسبة نقل الحركة بينهما

حوالي (1 : 20)

4-الاجزاء الداخلية لمحرك بادئ التشغيل



1- عمود بادئ الحركة (الشفت)

يوضع في احد اطرافه (المجمع) الذي تركب عليه الفحمات والطرف الاخر يوضع عليه ترس بادئ الحركة ويدور نتيجة التنافر بين المجالات المغناطيسية

2- عضو الاستنتاج (القلب)

يتألف من رقائق من الحديد معزولة عن بعضها ويحتوي على مجار لتثبيت ملفات المنتج وتزود مجاري المنتج بورق خاص قبل تركيب الملفات لحماية الملف من الاطراف الحادة للرقائق وعزلها عن الارض

3- ملفات عضو الاستنتاج

تتألف ملفات المجال من اسلاك وقضبان من النحاس غير المعزولة تقوم بتوليد المجال المغناطيسي المطلوب لادارة عضو الاستنتاج (القلب) بواسطة التيار الكهربائي المارمن خلال المفتاح الكهرومغناطيسي

4- المجمع

يتركب من قطع من النحاس مثبتة بين حلقتي ضغط بصورة تتجمع معها بشكل تعشيق ، وتعزل الرقائق عن بعضها بواسطة عازل خاص .

5- ملفات التنبيه

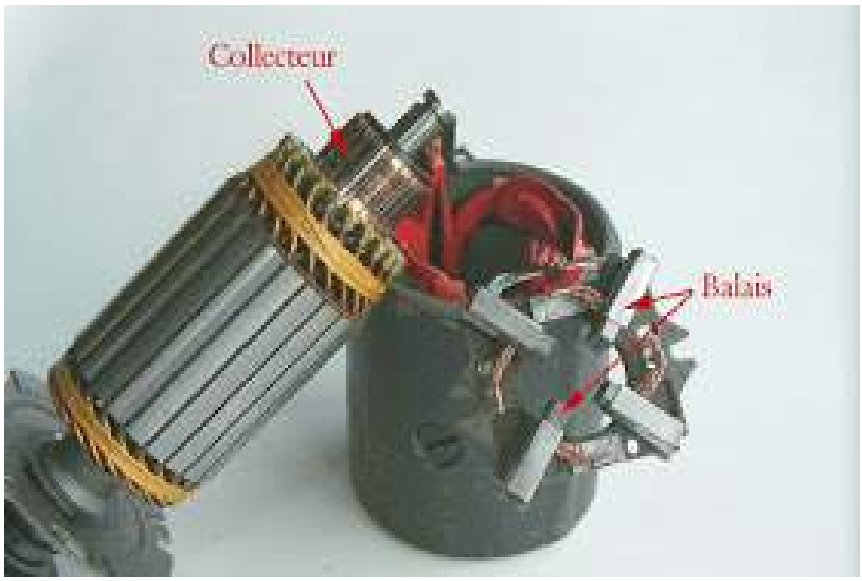
هي الاقطاب المغناطيسية (المخدات) وملفات التنبيه المسببة للمجال المغناطيسي وتصنع الاقطاب من رقائق الحديد وتكون معزولة ويثبت القطب بهيكل السلف بواسطة مسامير .

وتصنع ملفات التنبيه على شكل شرائط من النحاس وتركب الملفات على الاقطاب المثبتة بالهيكل .

6- الفرش (الفحمات)

تقوم بتوصيل التيار الكهربائي وتركب على عضو ا لاستنتاج (القلب) بواسطة ياياات خاصة ويجب الكشف عن حالة الفرش من حين لاخر للتأكد من سـ لامتها واستبدالها عند الضرورة .

7- حامل الفرش



8-الاطار الخارجي: