من تحضير و إعداد
الاستاذالمهندس: لواسف بوفاتح
ثانويةالحىالجنوبى
افلو
ولايةالأغواط
EMAIL : LOUASSEF@msn.com

التدريس بالمشايع

مشروع آلات التيـــار المستمر

المحتوى:

الكهرومغناطيسية

المغانط

المجال المغناطيسي المتولد بواسطة التيار الكهربائي

الحث الكهرومغناطيسي

إستخدامات الحث الكهرومغناطيسى

محركات التيار المستمر

تركيب آلة التيار المستمر

مبدأ عمل المحرك

المحرك التسلسلى

الشكل المكافئى للمحرك التسلسلى

ألإستطاعة و العـزم

مميزات المحرك التسلسلى

بدء الحركة في محركات التيار المستمر :

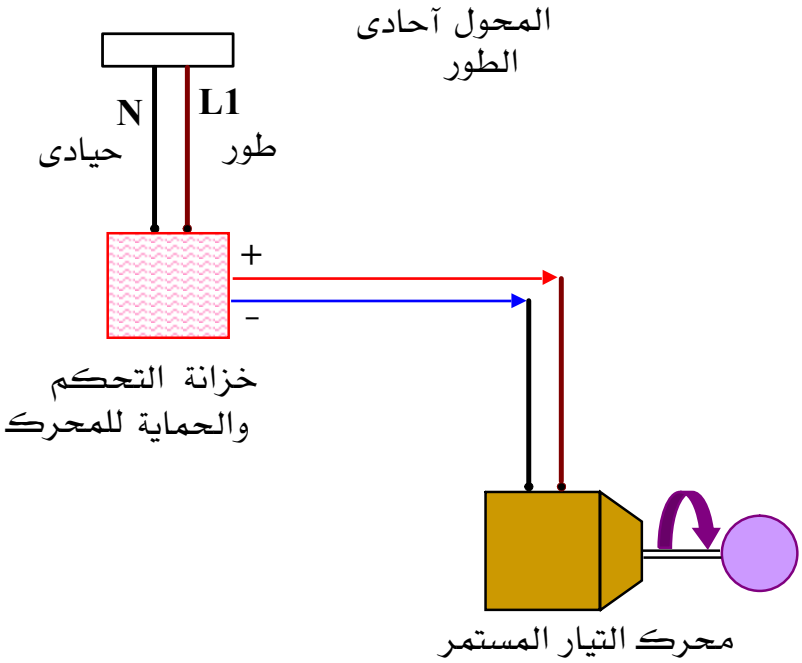
المهارات المنتظرة:

- **معرفة أهم التعريفات الخاصة بالدوائر المغناطيسية.**
- **حساب القوة الدافعة المغناطيسية اللازمة لمغنطة دائرة.**
- أن يتعرف المتدرب على حث السكون .
- أن يتعرف المتدرب على حث الحركة .
- أن يتعرف المتدرب على الحث الذاتي .
- أن يتعرف المتدرب على تركيب آلة التيار المستمر .
- أن يتعرف المتدرب على أنواع آلات التيار المستمر .
- أن يتعرف المتدرب على نظرية عمل آلات التيار المستمر .
- أن يتعرف المتدرب على خواص المحرك التسلسلى

الوضعية ألإشكالية

و تعتبر آلة التيار المستمر من وجهة النظر التاريخية أقدم جهاز كهروميكانيكي لتحويل الطاقة و الذي بشر بفجر جديد في التطور الكهربائي و كانت سلسلة التجارب التي أجراها العالم (ميشيل فاراداي) و التي انتهت بتجربة القرص النحاسي هي السبب المباشر لدخول آلة التيار المستمر علم الهندسة الكهربائية لتعتبر أول منبع (مصدر) لأغراض الإنارة.

و أهم ما يميز آلة التيار المستمر قدرتها على العمل كمولد (يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية في شكل تيار و جهد مستمر) و كذلك العمل كمحرك (يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية في شكل شغل ميكانيكي مفيد).



لاغنى عنها بسبب مميزات تغير السرعة و العزم و مدى السرعة الواسع و أسلوب التحكم فيها

ألإشكالية:

ماهو تركيب آلة التيار المستمر .

ماهى أنواع آلات التيار المستمر .

ماهى نظرية عمل آلات التيار المستمر و خواص المحرك التسلسلى

من تحضير و إعداد
الاستاذالمهندس: لواسف بوفاتح
ثانويةالحىالجنوبى
افلو
ولايةالأغواط
EMAIL : LOUASSEF@msn.com

الوحـــــدة 1

المغناطيسية

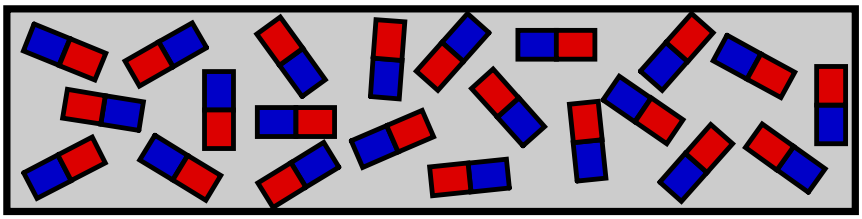
الكهرومغناطيسية

الوحدة

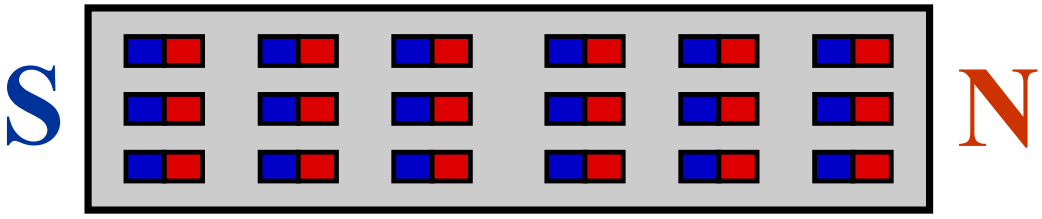
وضعية تعليمية

1_ المغانط:

تتكون المادة من جزيئات صغيرة وكل جزء عبارة عن مغناطيس وتكون هذه الجزيئات متجهة عشوائياً وغير منتظمة في المواد الغير مغناطيسية بحيث لا يظهر أي تأثير مغناطيسي خارجي على المادة كما هو موضح بالشكل وعند مغنطتها فان هذه الجزيئات تترتب داخل المادة بحيث يظهر التأثير المغناطيسي عليها وتصبح مغناطيس كما هو موضح بالشكل



شكل يوضح الجزيئات متجهة عشوائياً وغير منتظمة في المواد الغير مغناطيسية



شكل يوضح الجزيئات تترتب داخل المادة بظهور التأثير المغناطيسي لتصبح مغناطيس

1_ 2_ النفاذية

تعتمد كثافة التدفق المغناطيسي في نقطة ما على نوع المادة المتواجدة في تلك النقطة. وتسمى خاصية المادة التي تؤثر على كثافة الفيض النفاذية ويرمز لها بالرمز μ ووحدتها الهنري لكل متر (Henry/m ورمزها H/m). ونستعمل نفاذية الفراغ كمرجع ويرمز لها بالرمز μ. وقيمتها

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ H/m$$

وقيمة نفاذية الهواء قريبة جدا من μ. ونسمي النسبة بين نفاذية مادة ما والنفاذية μ. النفاذية النسبية لهذه المادة ويرمز لها بالرمز μ_r، أي

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

وتعبر النفاذية على مدى سماحية المادة لمرور خطوط القوى المغناطيسية، وعلى هذا الأساس نقسم المواد إلى :

- المواد المغناطيسية (الحديدية Ferromagnetic) و قيم μ_r فيها أكبر من الواحد بكثير كما في الحديد و النيكل والكوبلت. وهذه المواد تزيد من كثافة خطوط المجال بمئات أو آلاف المرات عما كانت عليه في الفراغ (وتتجاوز μ_r المليون في بعض الفلزات).
- المواد شبه المغناطيسية (البارامغناطيسية Paramagnetic) و قيم μ_r فيها أكبر بقليل من الواحد كما في الألومنيوم والسيليكون. وهذه المواد تزيد من كثافة خطوط الفيض عما كانت عليه في الفراغ بنسبة قليلة جدا.
- المواد ضد المغناطيسية (الديامغناطيسية Diamagnetic) و قيم μ_r فيها أقل بقليل من الواحد كما في النحاس والفضة. وهذه المواد تنقص من كثافة خطوط الفيض عما كانت عليه في الفراغ بنسبة قليلة جدا.

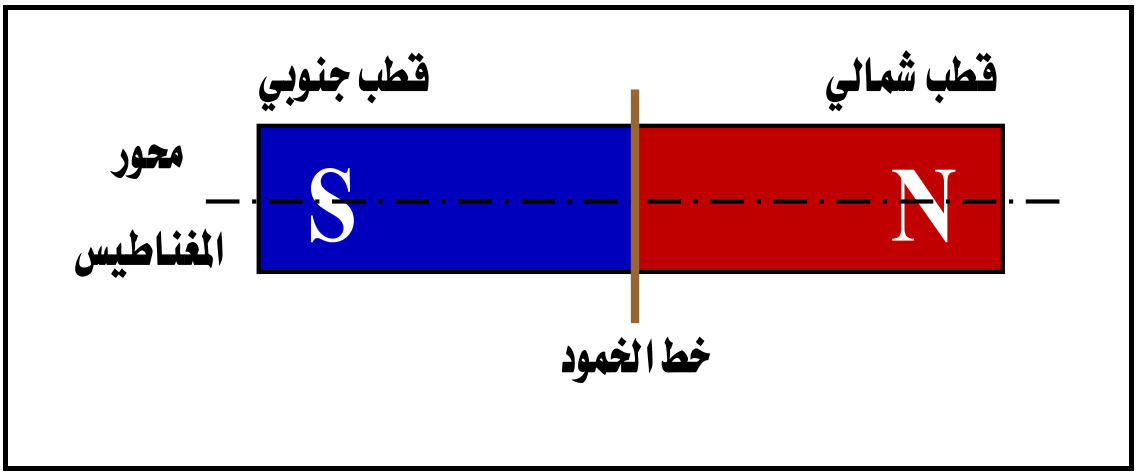
وتجدر الإشارة إلى أن المواد شبه المغناطيسية و المواد ضد المغناطيسية تعتبر مواد غير مغناطيسية لأن تأثيرها على كثافة الفيض المغناطيسي يكاد يكون معدوما.

1 _ 3 _ أقطاب المغناطيس : وهما طرفي المغناطيس ويوجد لكل مغناطيس قطبان :

- **قطب شمالي :** ويرمز له بالرمز **(N)** وهو القطب الذي يتجه إلى الشمال الجغرافي عندما يعلق تعليقاً حراً .
- **قطب جنوبي :** ويرمز له بالرمز **(S)** وهو القطب الذي يتجه إلى الجنوب الجغرافي عندما يعلق تعليقاً حراً .

1 _ 4 _ محور المغناطيس : وهو الخط الواصل بين قطبي المغناطيس .

1 _ 5 _ منطقة الخمود (المنطقة المتعادلة): وهي المنطقة التي تقع في منتصف المغناطيس بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي وفي هذه المنطقة تنعدم خاصية الجذب .



شكل يوضح أجزاء المغناطيس

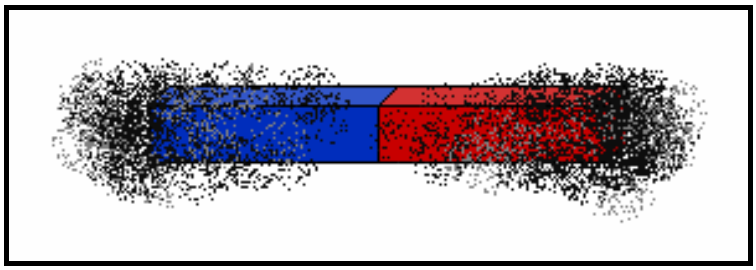
1 ـ 6 ـ خواص المغناطيس :

1– جذب قطع الحديد القريبة منه .

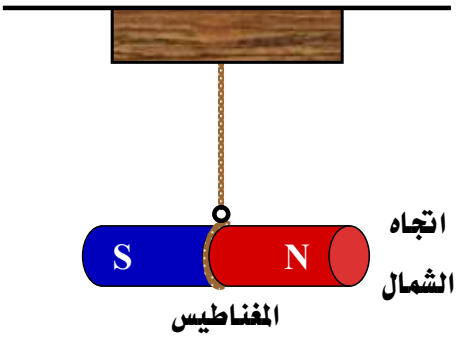
2 – إذا غمس في برادة حديد فان البرادة تتراكم عند طرفيه وهي المنطقتان التي تتركز فيها قوة المغناطيس وتقل قوة الجذب في منتصف المغناطيس كما هو موضح بالشكل(24-1).

3 – إذا علق المغناطيس تعليقاً حراً فان يتبع اتجاه الشمال والجنوب الجغرافي كما هو موضح بالشكل(25-1)..

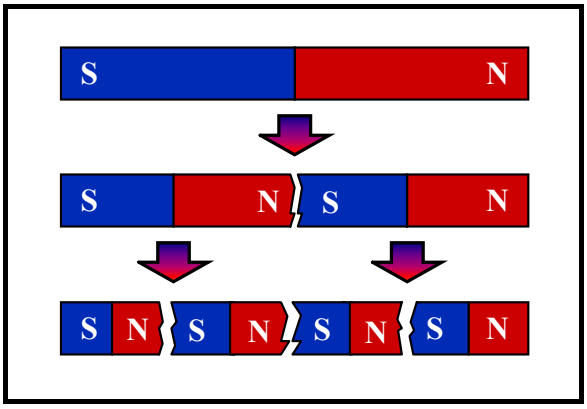
4 – لا يؤدي كسر المغناطيس إلى فصل قطبه الشمالي عن قطبه الجنوبي ، بل يظهر مغناطيسان لكل منهما قطبان شمالي وجنوبي ، ويمكن عن طريق التكسير المتتالي إلى تقسم المغناطيس إلى عدد كبير من المغناطيسات كما هو موضح بالشكل(26-1)..



شكل(24-1) يوضح البرادة تتراكم عند طرفيه وهي المنطقتان التي تتركز فيها قوة المغناطيس



شكل(25-1) يوضح أنه إذا علق المغناطيس تعليقاً حراً فان يتبع اتجاه الشمال والجنوب الجغرافي



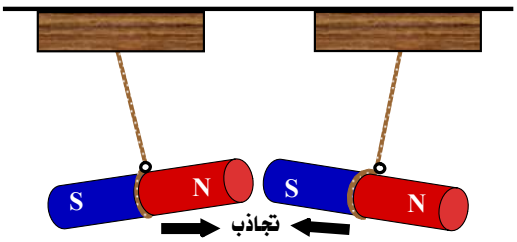
شكل(26-1) يوضح التكسير المتتالي لتقسم المغناطيس إلى عدد كبير من المغناطيسات

1 – 7 – الجذب والتنافر بين الأقطاب المغناطيسية :

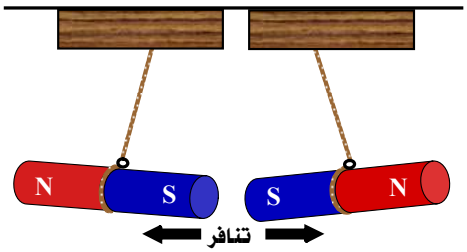
عند تقريب القطب الشمالي(N) لقضيب مغناطيسي معلق تعليقاً حراً من قطب جنوبي(S) لمغناطيس آخر معلق تعليقاً حراً ، **نلاحظ** أنهما يتجاذبان، كما هو موضح بالشكل(2-27).

كذلك عند تقريب قطب جنوبي(S) لقضيب مغناطيسي معلق تعليقاً حراً من قطب جنوبي(S) لمغناطيس آخر معلق تعليقاً حراً ، **نلاحظ** أنهما يتنافران، كما هو موضح بالشكل(2-28).

ونستنتج من ذلك أن الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب.



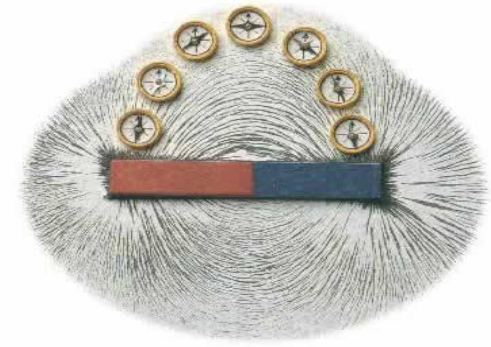
شكل(2-27)



شكل(2-28)

1 – 8 – تعريف المجال المغناطيسي :

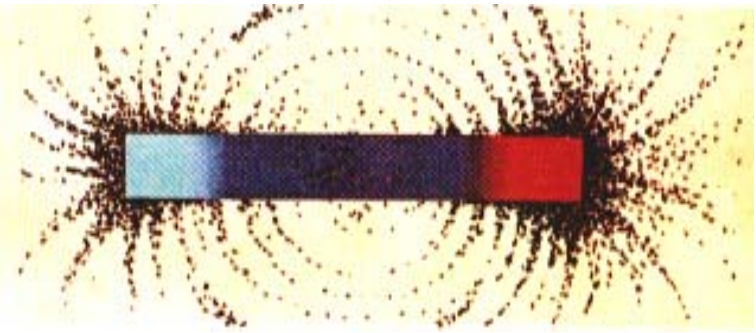
هو الحيز أو المنطقة المحيطة بالمغناطيس وتظهر القوة المغناطيسية .



1 – 9 – خطوط المجال المغناطيسية :

وهي عبارة عن خطوط وهمية مقفلة تخرج من القطب الشمالي وتدخل القطب الجنوبي ويكون هذا خارج المغناطيس أما داخل المغناطيس فأنها تتجه من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي .

خطوط المجال المغناطيسي هي خطوط غير مرئية ولكن يمكن مشاهدتها بوضع ورقة فوقها مغناطيس ثم رش برادة حديد فنلاحظ أن برادة الحديد تأخذ شكل خطوط المجال المغناطيسي كما يوضح الشكل



1 – 10 – الفيض المغناطيسي

الفيض المغناطيسي Φ في مساحة معينة A يعبر عن عدد خطوط القوى التي تمر عموديا على هذه المساحة، فكلما ازداد عدد الخطوط ازداد الفيض، ووحدته الويبر (Weber ورمزه Wb) . أما كثافة الفيض B فتسمى الحث المغناطيسي ووحدتها التسلا (Tesla ورمزه T)، وهي مقدار موجه اتجاهها في

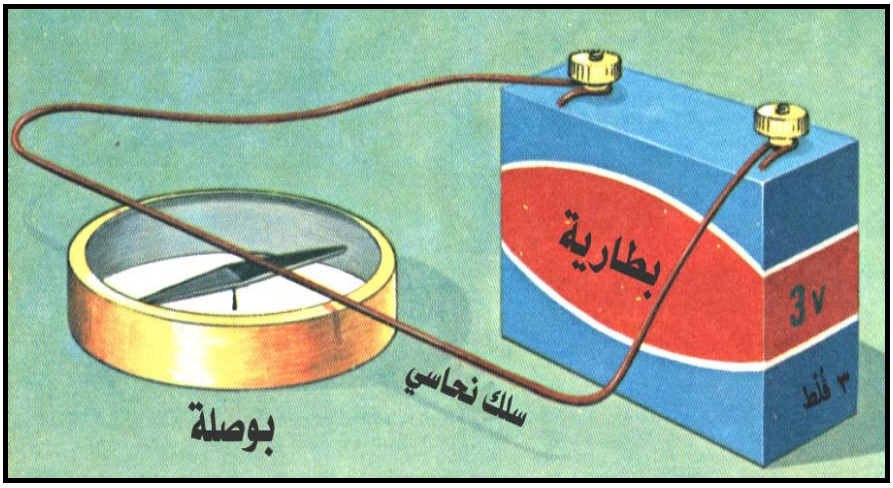
الفيض B فتسمى الحث المغناطيسي ووحدتها التسلا (Tesla ورمزه T)، وهي مقدار موجه اتجاهها في

نقطة معينة هو اتجاه خطوط القوى في هذه النقطة، وترتبط قيمتها بالفيض بالمعادلة $B=\frac{\Phi}{A}$

2- المجال المغناطيسي المتولد بواسطة التيار الكهربائي

اكتشف في عام 1820 م ، أنه عند مرور تيار كهربائي في سلك يمر فوق إبرة المغناطيسية (البوصلة) موازياً لها فإن الإبرة المغناطيسية تنحرف عن اتجاهها الطبيعي وهو الشمال والجنوب أثناء سريان التيار الكهربائي وعند فصل التيار الكهربائي فان الإبرة المغناطيسية ترجع إلى اتجاهها الطبيعي الشمالي والجنوبي، كما هو موضح بالشكل

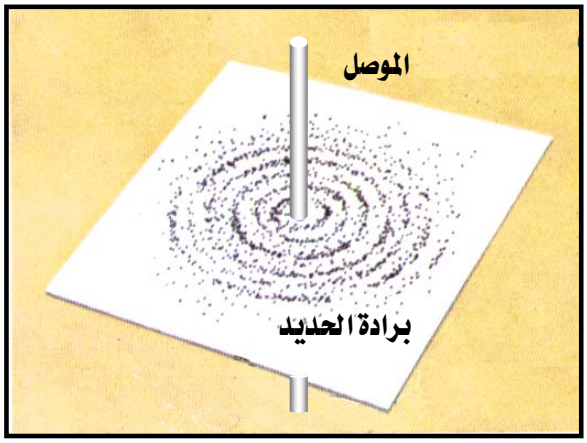
وبما أنه كان معروفاً أن الإبرة المغناطيسية (البوصلة) يمكن كذلك أن تنحرف عن اتجاهها الطبيعي عن أمرار قضيب المغناطيس بقربها. فقد أظهرت المشاهدات أنه لابد أن مجالاً مغناطيسياً نشا بالقرب من موصل (مثل السلك) عندما سرى فيه تيار كهربائي وان شكل المجال المغناطيسي مغاير لشكل المجال المغناطيسي حول قضيب المغناطيس . وسرعان ما آثار هذا الاكتشاف الاهتمام وبدأ علماء آخرون في العمل ليثبتوا هذه التجارب ويتوسعوا فيها.



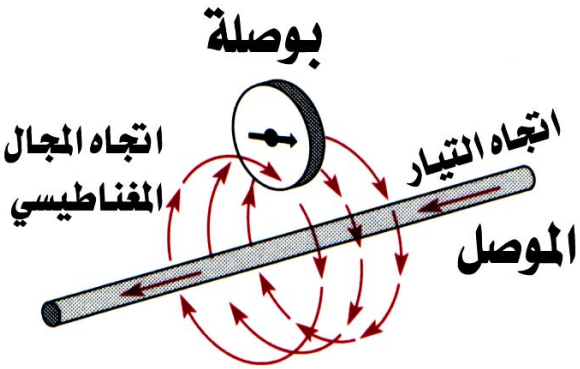
شكل يوضح أنه عند فصل التيار الكهربائي فان الإبرة المغناطيسية ترجع إلى اتجاهها الطبيعي

2 _ 1 _ المجال المغناطيسي لموصل مستقيم يمر به تيار كهربائي :

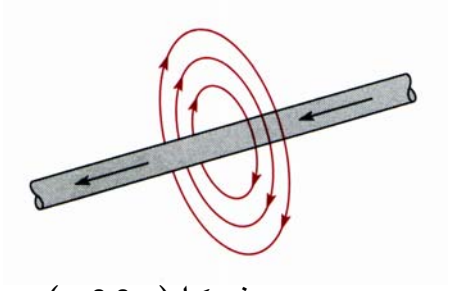
ويمكن إظهار المجال الناشئ حول موصل مستقيم عن طريق أخذ موصلاً (سلكاً) مستقيماً من النحاس بحيث يخترق ورقه سميكة من المنتصف بصورة رأسيه ، ثم انثر على الورقة وحول السلك قليل من برادة الحديد ثم مرر تيار كهربائي في هذا السلك ثم اطرق على الورقة طرقات خفيفة فتشاهد أن برادة الحديد تترتب في دوائر مركزها السلك وهذه الدوائر هي نموذج بخطوط المجال المغناطيسي الناشئ حول الموصل كما يوضح الشكل



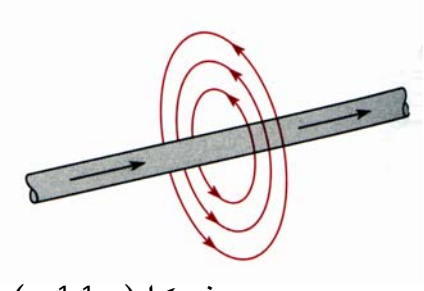
وقد أمكن كذلك تحديد العلاقة بين اتجاه التيار في الموصل واتجاه الخطوط المغناطيسية الناشئة حوله وذلك بوضع أبره مغناطيسية حول الموصل وفي جميع الاتجاهات حيث يكون اتجاه الخطوط المغناطيسية مع عقارب الساعة كما هو موضح في الشكل



والشكل (2-2) و (1-1) يوضح اتجاه خطوط المجال المغناطيسي في حالة مرور التيار الكهربائي في اتجاهين مختلفين .



شكل(2-2)

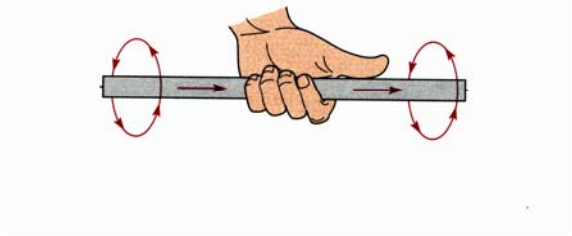


شكل(1-1)

طرق تحديد اتجاه المجال الناشئ حول موصل مستقيم يمر به تيار كهربائي : هناك عدة طرق منها :

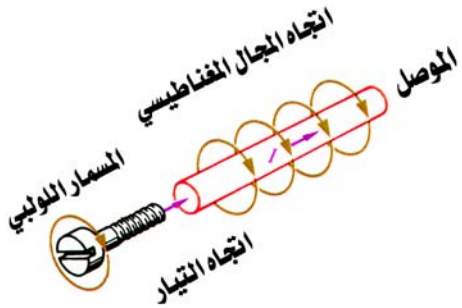
ـ قاعدة اليد اليمنى :

عند القبض على موصل يحمل تيار كهربائي باليد اليمنى بحيث يشير الإصبع الإبهام على اتجاه التيار في الموصل فان اتجاه الأصابع الأخرى يشير إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي، كما هو موضح بالشكل



ـ قاعدة المسمار اللولبي

ضع سن المسمار في اتجاه التيار عند ذلك تشير حركة شدة المسمار إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي، كما هو موضح بالشكل

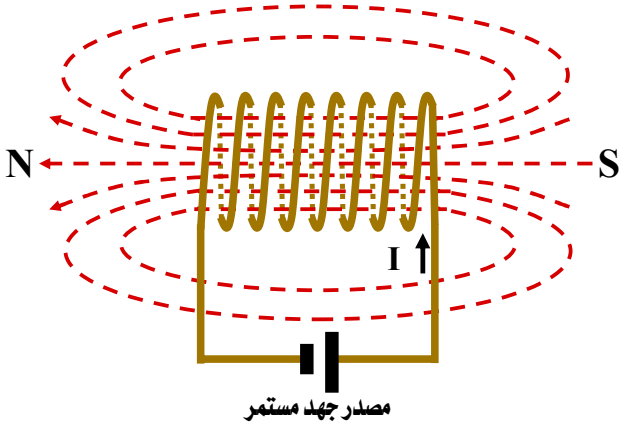


مما سبق نستنتج بالنسبة للمجال المغناطيسي الناشئ حول موصل مستقيم يمر به تيار كهربائي .

- خطوط المجال عبارة عن دوائر متحدة المركز ويكون مركزها هو الموصل .
- تقع الدوائر على مستوى عمودي على اتجاه التيار .
- عند عكس التيار المار في الموصل ينعكس المجال ولا يتغير شكله.
- يزداد تقارب الخطوط من بعضها كلما زادت شدة التيار .

2 ـ 2 ـ المجال المغناطيسي لملف حلزوني يمر به تيار كهربائي :

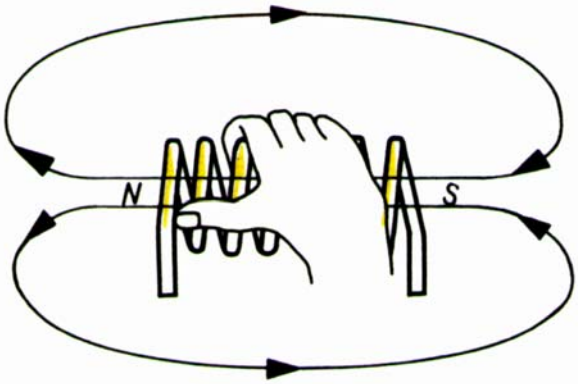
تكلمنا في السابق عن العلاقة بين المجال المغناطيسي الناشئ حول موصل وبين التيار المار به وكان الموصل مستقيماً ، ولكن إذا عملنا على لف الموصل على شكل حلزوني لف على شكل حلقات دائرية بجوار بعضها ، وعند مرور التيار الكهربائي في الملف الحلزوني فإن خطوط المجال المغناطيسي تزدحم داخل هذا الملف وتتباعد خارجه ويتكون له قطبان، كما هو موضح بالشكل وتزداد خطوط المجال المغناطيسي عندما يوضع قلباً من الحديد داخل الملف . وخطوط المجال المغناطيسي للملف الحلزوني تشابه خطوط المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي.



طريقة تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ حول ملف حلزوني :

– قاعدة اليد اليمنى للملف الحلزوني :

عند وضع اليد اليمنى حول الملف الحلزوني بحيث يشير اتجاه الأصابع لاتجاه سريان التيار بالملف ويشير الإبهام إلى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف ويبين طرف الإبهام إلى موضع القضيب الشمالي كما يوضح الشكل



إن ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي من الظواهر الهامة جدا في مجال الهندسة الكهربائية وذلك لاعتماد العديد من مبادئ عمل الكثير من المعدات الكهربائية مثل (المحولات الكهربائية – ألآت التيار المتردد) على هذه الظاهرة .

المقصود بالحث الكهرومغناطيسي

هو تكون منطقة من المجال الكهرومغناطيسي تنشأ بسبب تغير الفيض المغناطيسي لتسبب تولد قوة دافعة كهربائية (ق . د . ك) حثية على أطراف موصل ينتج عنها مرور تيار حثي بالموصل وينتج هذا التغير في الفيض من أحد الأسباب التالية:

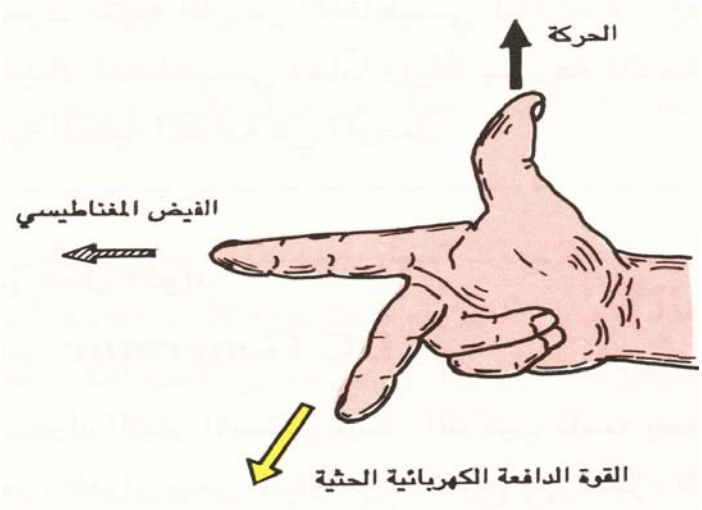
أ- تغير التيار المار عبر ملفين (ليسبب حث السكون) .

ب- تغير التيار المار عبر ملف (ليسبب حثا ذاتيا) .

ت- تغيير حركة موصل داخل المجال أو حركة مغناطيس بداخل ملف (ليسبب حث الحركة) .

3_1_ قاعدة فلمنج لليد اليمني

يبين الشكل قاعدة فليمنج لليد اليمني لتحديد اتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية فإذا كان إصبع السبابة يشير لاتجاه الفيض المغناطيسي وكان الإبهام يشير إلي اتجاه الحركة فإن إصبع الوسطى يشير لاتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية بحيث يكون كل الأصابع عمودية على بعضها البعض .



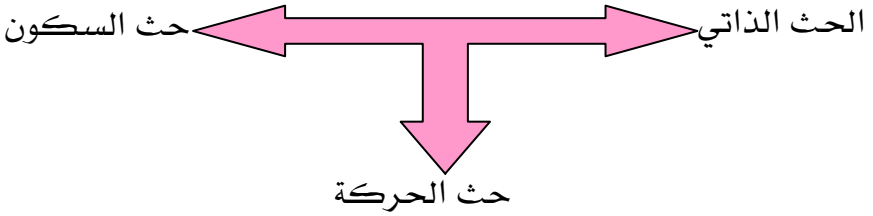
3_2_ قانون لينز

إن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تعكس اتجاهها عندما يتحول التغير الحادث في الفيض المغناطيسي من الازدياد للنقصان.

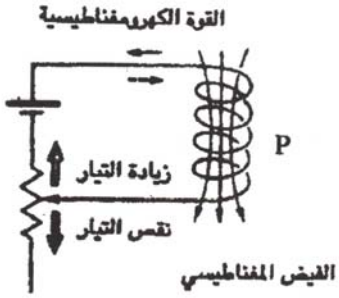
أى أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تكون في اتجاه بحيث تمنع تغير الفيض المغناطيسي الأصلي بواسطة الفيض المغناطيسي المتولد نتيجة مرور القوة الدافعة الكهربائية الحثية.

3ـ3ـ أنواع الحث الكهرومغناطيسى :

ينقسم الحث الكهرومغناطيسي لثلاثة أنواع تختلف باختلاف عدد الملفات ،وحركة الموصل ،وتغير التيار ،هذه الأنواع هي :



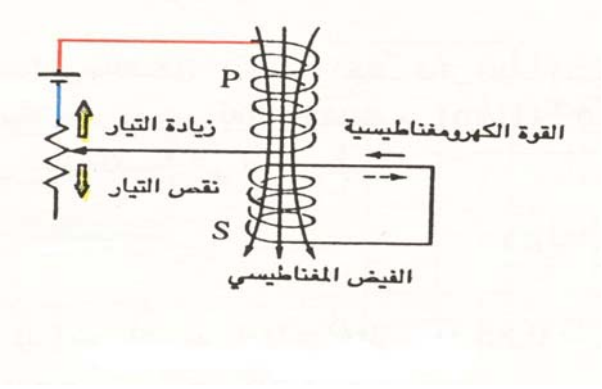
3ـ4ـ الحث الذاتى



شكل (1-1)

ينشأ الحث الذاتي بسبب تغير التيار المار في ملف بتغيير القوة الدافعة الكهربائية المؤثرة على الملف فيولد التيار فيضا مغناطيسيا متغيرا يقطع الملف المار فيه فيسبب تولد قوة كهرومغناطيسية عكسية في الملف تمنع تغير الفيض المغناطيسي كما بالشكل (1- 1).

3ـ5ـ الحث السكونى



شكل (1- 2)

كما بالشكل (1- 2) ينتج حث السكون بسبب تغير التيار المار في الملف p فيتغير الفيض المغناطيسي الذي يعبر من الملف p إلى الملف s القريب من الملف p لتنشأ قوة دافعة كهربائية في الملف s .

أي إن تغير التيار المار في أحد الملفات يؤدي إلى توليد قوة دافعة كهربائية في الملف الآخر بسبب ظاهرة الحث المتبادل (حث السكون) .

يسمى الملف p بالملف الابتدائي وهو الملف الذي يتغير فيه التيار

يسمى الملف s بالملف الثانوي وهو الملف الذي تولدت به القوة الدافعة الكهربائية بسبب الحث المتبادل

وعند تغير التيار المار بالملف الابتدائي p بمقدار (dI) خلال فترة زمنية قدرها (dT) يتغير الفيض المغناطيسي الذي يعبر الملف الثانوي s بمقدار (dΦ) .

ويمكن حساب القوة الدافعة الكهربائية بالعلاقة.

$$e_2 = N_2 (d\Phi / dI)$$

ونظرا لأن القوة الدافعة الكهربائية الناشئة على الملف s عكسية فإنه يمكن كتابة العلاقة كالتإلى

$$e_2 = - N_2 (d\Phi / dI)$$

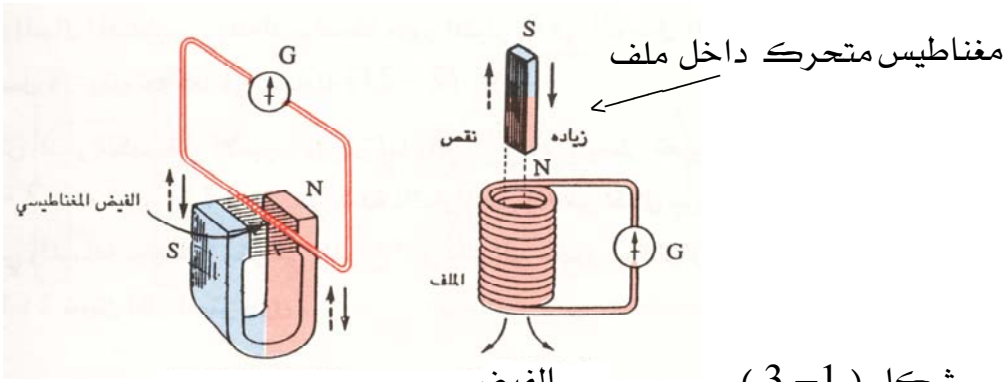
وحيث إن الفيض المغناطيسي ($N_2 . d\Phi$) يتناسب مع التيار (dI) فإنه يستنتج أن:

$$e_2 = - N_2 (d\Phi / dT)$$

$$e_2 = - L (dI / dT)$$

حيث L ثابت التناسب ويسمى معامل الحث المتبادل ووحدة قياسه (الهنري).

3-6- حث الحركة



شكل (1 – 3)

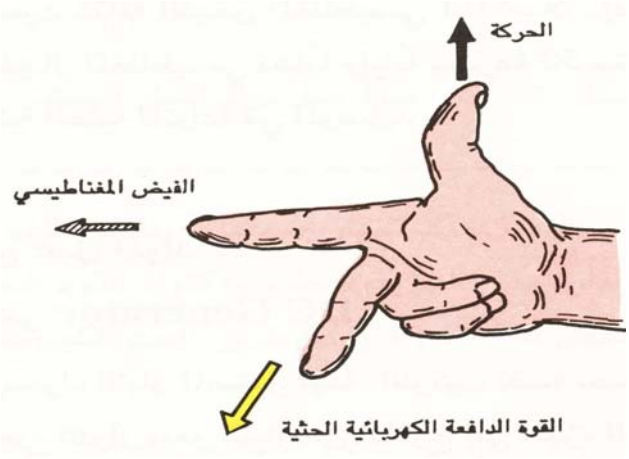
الفيض المغناطيسى

موصل متحرك فاصل المجال المغناطيسى

تعتمد ظاهرة حث الحركة على تحريك موصل داخل مجال مغناطيسي أو تحريك مغناطيس داخل وخارج ملف مما يسبب تولد قوة دافعة كهربائية على أطراف الملف كما بالشكل

فعند حركة الملف بداخل مجال مغناطيسي يتأرجح الجلفإنوميتر مما يدل على مرور تيار ،وهذه الظاهرة سببها أن عدد خطوط الفيض المغناطيسي الذي يمر خلال الملف يتغير مع الزمن .

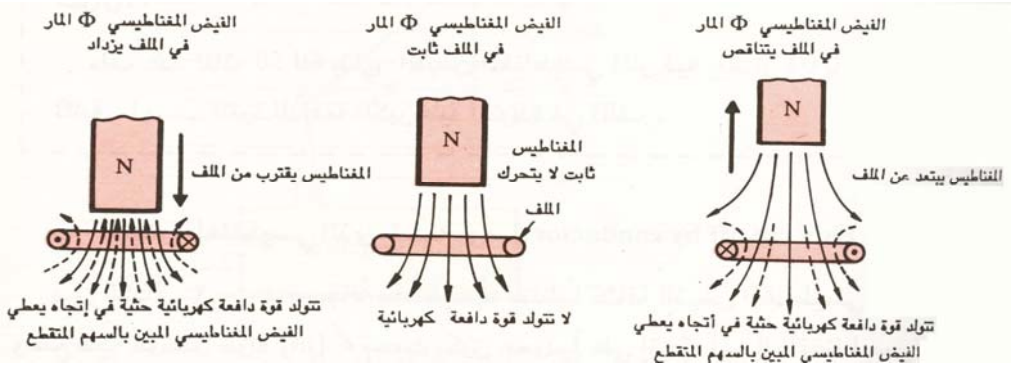
قاعدة فلمنج لليد أليمنى



شكل (1- 4)

يبين الشكل (1- 4) قاعدة فليمنج لليد إلىمنى لتحديد اتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية فإذا كان إصبع السبابة يشير لاتجاه الفيض المغناطيسي وكان الإبهام يشير إلى اتجاه الحركة فإن إصبع الوسطى يشير لاتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية بحيث تكون كل الأصابع عمودية على بعضها.

قانون لينز



شكل(1- 5)

إن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تعكس اتجاهها عندما يتحول التغير الحادث في الفيض المغناطيسي من الازدياد للنقصان.

أي إن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تكون في اتجاه بحيث تمنع تغير الفيض المغناطيسي الأصلي بواسطة الفيض المغناطيسي المتولد نتيجة مرور القوة الدافعة الكهربائية الحثية وهذا هو قانون لينز .

$$e_2 = - N_2 \left(d\Phi / dT \right)$$

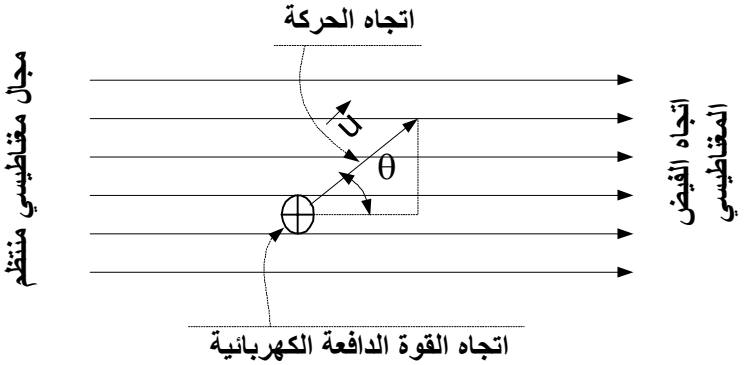
3ـ7ـ القوة الدافعة الكهربائية (e)

عندما يتحرك موصل طوله l في مجال مغناطيسي منتظم , كثافته B و قاطعا خطوط المجال بالزاوية θ فإن قوة دافعة كهربائية حثية تتولد في الموصل حسب العلاقة :

$$e = Blu \sin\theta \ (V)$$

θ هي الزاوية بين الموصل و اتجاه المجال المغناطيسي .

إذا كانت $\theta = 90^\circ$, $e = Blu$ أي الحركة عمودية على اتجاه المجال .



القوّة الدافعة الكهربائية.

نلاحظ أن مركبة السرعة العمودية على اتجاه المجال هي التي يعتمد عليها في توليد القوة الدافعة الكهربائية التي يمكن معرفة اتجاهها باستخدام قاعدة اليد اليمنى لفلمنج : إذا كان إصبع السبابة يشير إلى اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي و كان اتجاه الإبهام يشير إلى اتجاه الحركة فإن الإصبع الوسطى يشير إلى اتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية بحيث يكون كل إصبع عموديا على الإصبعين الآخرين

3_8_ مفاقيد التخلف المغناطيسي :

نتحصل على منحنى التخلف المغناطيسي بتغير التيار قليلا عبر الملف عند دورة واحدة . فعندما يتغير التيار في دورة واحدة خلال مجال زمني معين تتدفق الطاقة من المصدر إلى الملف الملفوف على القلب الحديدي وفي مجال زمني آخر ترجع الطاقة إلى المصدر , إلا أنه يمكن ملاحظة أن الطاقة التي يسحبها الملف من المصدر أكبر من تلك التي يعيدها إليه . إذا خلال تغير التيار المغنط I (و بالتالي H) خلال دورة واحدة , هناك تدفق صاف للطاقة من المصدر إلى مجموعة الملف و القلب . هذه الطاقة تظهر على شكل حرارة في القلب . هذا الفقد للقدرة في القلب نتيجة للتخلف المغناطيسي يسمى بفقد التخلف المغناطيسي . كما يمكن تبيان أن مساحة منحنى التخلف متناسبة مع فقد التخلف المغناطيسي و يستهلك الدوران في حلقة التخلف المغناطيسي طاقة تتناسب مع المساحة المحاطة بهذه الحلقة . و هذه الطاقة تسمى فقد التخلف المغناطيسي .
عند مغنطة القلب الحديدي باستخدام التيار المتغير يحدث فقد في القدرة (يسمى فقد التخلف المغناطيسي) بطريقة دورية مما يتسبب في رفع درجة حرارةالقلب الحديدي . لهذا فإن القلب الحديدي للآلات التي تعمل بالتيار المتغير تستخدم صفائح الحديد المطاوع و صفائح الصلب السيليكوني التي لها حلقة تخلف مغناطيسي ذات مساحة صغيرة , و ذلك للتقليل من فقد التخلف المغناطيسي .

و للتقليل من مفاقيد التخلف المغناطيسي تستخدم المواد المغناطيسية ذات حلقة تخلف مغناطيسي ضيقة .

أ) - مفاقيد التيارات الإعصارية

يحدث نوع آخر لفقد الطاقة في القلب الحديدي عندما تتغير كثافة التدفق المغناطيسي بسرعة في القلب . تتولد قوة دافعة كهربائية داخل هذا القلب بسبب التغير الزمني للتدفق المغناطيسي , فينشأ مرور تيار في

شكل دوامات يسمى بالتيار الدوامي أو الإعصاري i_e , و بما أن القلب الحديدي له مقاومة كهربائية R يؤدي مرور التيار الإعصاري i_e إلى فقد في القدرة قيمته $i_e^2 R$ حيث R هي مقاومة المسار و يظهر هذا الفقد على شكل حرارة في القلب .

و للتقليل من التيارات الإعصارية في المادة التي تحمل تدفق مغناطيسي متغير , يلزم جعل مقاومة القلب الكهربائية كبيرة فتقل شدة التيار الإعصاري و بالتالي يقل فقد التيارات الإعصارية . ولهذا الغرض تستعمل طريقتين :

- تستخدم المواد المغناطيسية ذات مقاومة نوعية عالية , إضافة قيمة مئوية حوالي (4%) من مادة السيليكون للحديد تزيد في مقاومته النوعية زيادة ملحوظة .

- يستخدم قلب مكون من صفائح الصلب الرقيقة و المعزولة عن بعضها حيث تكون التيارات الإعصارية محصورة في مساحات ضيقة يقل فيها تأثيرها على الخصائص المغناطيسية .

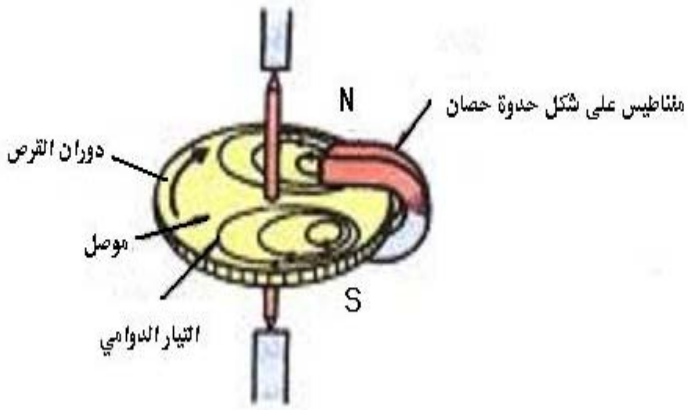
ملحوظة :

فقد التخلف المغناطيسي وفقد التيارات الاعصارية , كلاهما يسبب في إرتفاع درجة حرارة القلب الحديدي , لذا يجب أخذهما بعين الإعتبار عند تصميم أي آلة كهربائية أو محول , و ما داما يحدثان داخل المادة المكون منها القلب الحديدي , تجمع عادة مع بعضها ويطلق عليها اسم المفقودات الحديدية و يرمز إليها بـــ P_c لذا فإن : $P_c = p_h + p_e$

4_ إستخدامات الحث الكهرومغناطيسي :

يستخدم الحث الكهرومغناطيسي في العديد من التطبيقات الكهربية كالمحول وآلة التيار المتردد ومن بين التطبيقات المستخدم فيها الحث الكهرومغناطيسي كبح (فرملة) سرعة قرص العداد الكهربي وسوف نتناول هذا التطبيق فيما يلي .

الفرملة باستخدام التيار الدوامى



شكل (1 – 6)

يبين شكل(1 – 6) أن دوران موصل على شكل قرص في مجال مغناطيسي يؤدي إلى توليد التيار الدوامي وتقوم القوة الكهرومغناطيسية الناشئة من المجال المغناطيسي بثبيت وإعاقة حركة دوران القرص وتنتشر هذه الطريقة في الواتميتر.

كما يمكن استخدام التيار الدوامي في الأفران الكهربية التي تعتمد على التسخين عن طريق حث التردد العالي

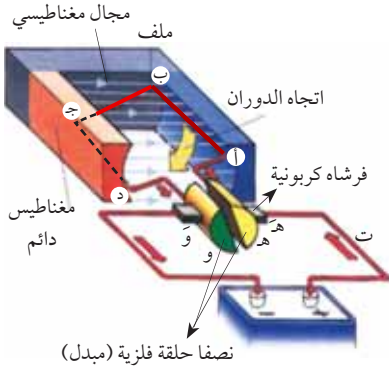
المحرك الكهربائي

تستخدم ملايين المحركات الكهربائية، الكبيرة والصغيرة، في معظم الأجهزة الكهربائية من مسجلات ومراوح تهوية وألعاب أطفال، فالمحركات الكهربائية واسعة ومتعددة الأشكال، وهي تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية، أي طاقة ميكانيكية، وبعض المحركات مصمم ليعمل بالتيار المتناوب، وبعضها يعمل بالتيار المستمر، في حين يمكن لبعضها الآخر العمل على كلا النوعين، وسنتحدث في هذا البند عن محركات التيار المستمر.

تركيب المحرك الكهربائي

يبين الشكل (10) الأجزاء التي يتكون منها المحرك الكهربائي، وهي:

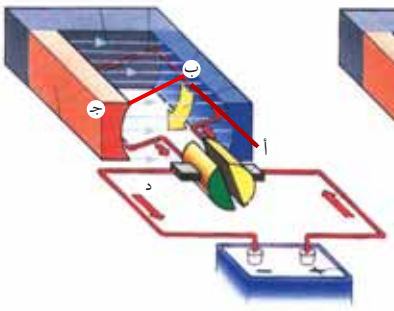
1. قطبي مغناطيس ثابت.
2. ملف يتكون من عدد من اللفات وقابل للدوران حول محور وموضوع بين قطبي المغناطيس.
3. نصفا حلقة فلزية (مبدل): يلعب دوراً مهماً في عكس اتجاه التيار المار في الملف كل نصف دورة ويتصل بطرفي الملف.
4. فرشاتان كربونيتان: قطعتان كربونيتان ثابتتان، يتماس معهما المبدل أثناء دورانه مع الملف، وتمثلان المدخل والمخرج للتيار المار في الملف.
5. مصدر للتيار الكهربائي المستمر (بطارية مثلاً).



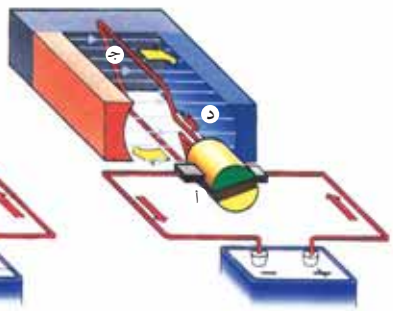
الشكل (10) المحرك الكهربائي

وللتعرف إلى كيفية عمل المحرك الكهربائي تتبع الخطوات الآتية:

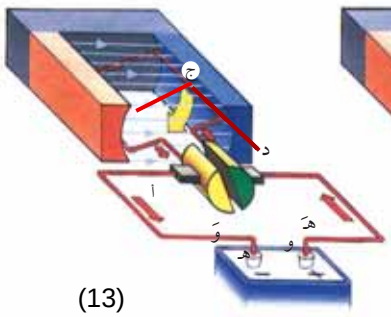
أ. عند إغلاق المفتاح وسريان التيار الكهربائي في الشكل (11) يسري التيار الكهربائي في ملف المحرك من أ ← ب ← حـ ← د، فيتأثر الملف بازدواج يعمل على تدويره ربع دورة مع عقارب الساعة، ويدور مع الملف المبدل الذي يتصل به.



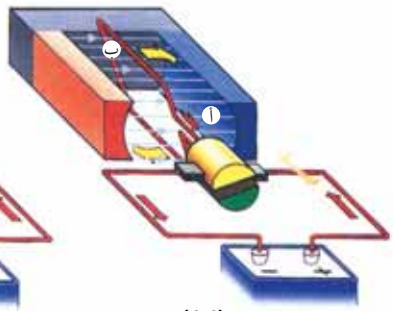
(11)



(12)



(13)



(14)

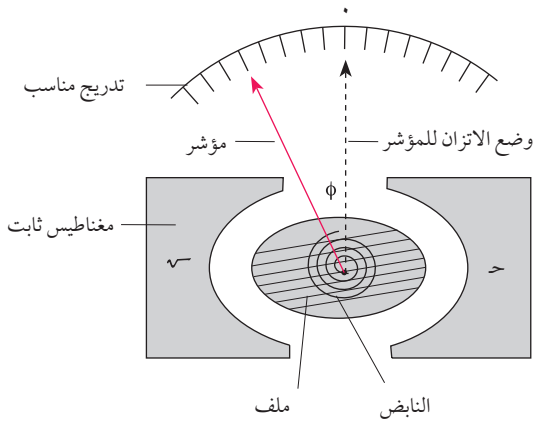
مبدأ عمل المحرك الكهربائي

ب. عندما يصبح مستوى الملف عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي، كما يبين الشكل (12)، لا يتأثر بعزم ازدواج، إلا أنّ الملف يجتاز هذا الوضع بفعل قصوره الذاتي، فهو يمتلك طاقة حركة وسرعة نتيجة دورانه.

حـ. باجتياز الملف وضعه العمودي يعود التماس بين الفرشاتين والمبدل، اذ يتصل الجزء (و) من المبدل مع الفرشاه (هَ)، والجزء (هـ) من المبدل مع الفرشاة (وَ) وبذلك يكون المبدل قد عكس اتجاه التيار في القطعتين أب، جـ د. الشكل (13) ، فتتأثر القطعة (أب) بقوة مغناطيسية اتجاهها إلى خارج الورقة، في حين تتأثر القطعة (حـ د) بقوة مغناطيسية اتجاهها إلى داخل الورقة، أي يتأثر الملف بازدواج يعمل على تدويره مع عقارب الساعة، وبذلك يستمر الملف بالدوران مع عقارب الساعة، ويكون قد حول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية يستفاد منها في الكثير من المجالات.

الجلفانوميتر

جهاز يستخدم للكشف عن التيارات الصغيرة، ويستخدم لقياس التيار عند وصله مع مقاومة على التوالي، أو يستخدم لقياس فرق الجهد عند وصله مع مقاومة على التوازي، ويبين الشكل (15) تركيباً مبسطاً للجلفانوميتر؛ إذ يتكون من ملف خفيف ملفوف على إطار من الحديد الرقيق، ومثبت بوساطة زنبرك على محور قابل للدوران حوله، ويتصل به مؤشر خفيف من الألمنيوم يدل على تدريج مناسب، يوجد الملف داخل منطقة مجال مغناطيسي منتظم بحيث يكون مستوى الملف دائماً موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي ($\theta = 90°$).

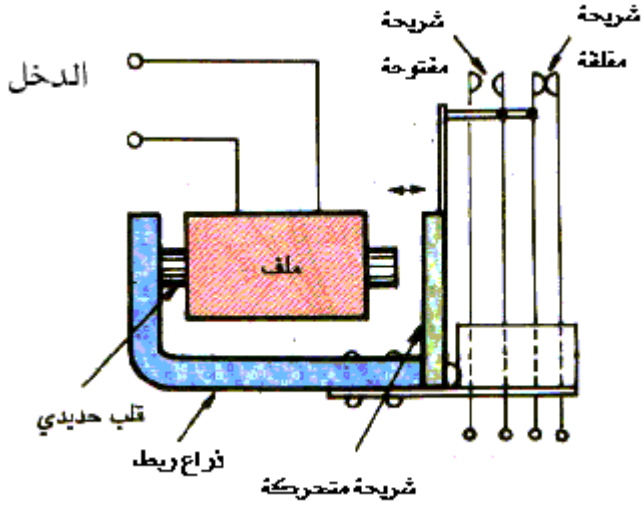


الشكل (15) : أجزاء الجلفانوميتر

عند مرور تيار كهربائي في ملف الجلفانوميتر يتأثر بازدواج يعمل على تدويره بزاوية (ϕ) تتناسب مع مقدار شدة التيار الكهربائي المار فيه حسب العلاقة (عزم الازدواج (P) = ن ت ϕ غ جاθ) ويعمل النابض عمل عزم دوراني معيد؛ مما يؤدي إلى اتزان ملف الجلفانوميتر، فيشير المؤشر إلى تدريج مناسب يدل على شدة التيار الكهربائي المار في الملف.

المرحل الكهرومغناطيسي:

ذكرنا سابقا أنه عند مرور تيار كهربائي في ملف داخل قلب حديدي فإن القلب الحديدي يتحول إلى مغناطيس. وقد استغلت هذه الميزة في عمل مفاتيح كهربائية ذات شرائح متحركة. فعند مرور التيار يجذب القلب هذه الشرائح فتفتح أو تغلق (حسب وضعها الطبيعي) الدائرة الكهربائية ومن أهم مزايا المرحل هي أنك تستطيع أن تتحكم في جهود عالية بواسطة جهود صغيرة وعزل دوائر التحكم ذات القدرة القليلة عن الدوائر المتحكمة بها ذات القدرة العالية.



الوسائل المساعدة:

جهاز العرض العلوي لعرض بعض الصور التوضيحية لآلات التيار المستمر .

3

الوحـــــــــدة

جميع الحقوق محفوظة

من تحضير و إعداد
الاستاذالمهندس: لواسف بوفاتح
ثانويةالحىالجنوبى
افلو
ولايةالأغواط
EMAIL : LOUASSEF@msn.com

الات التيار المستمر
المحرك التسلسلى

لواسف
بوفاتح

الوحدة

محركات التيار المستمر

وضعية تعليمية

تعريف المحرك الكهربي

هو آلة كهربية تحول الطاقة الكهربائية (تيار مستمر) إلى طاقة ميكانيكية(حركية).

تركيب آلة التيار المستمر

تتركب آلة التيار المستمر من الأجزاء الأساسية الآتية:

أولا : العضو الثابت (عضو التنبية): stator

يتكون العضو الثابت من :

أ- الهيكل الخارجي:

يصنع من الصلب المسبوك لكبر معامل النفاذيه المغناطيسية مما يجعل حجم الهيكل صغيراً عما إذا كان من الحديد الزهر كما أنه يمتاز بخواصه الميكانيكية و فائدة الهيكل هي:

1- حمل الأقطاب المغناطيسية التي تثبت به بواسطة مسامير ربط أو عن طريق وصلة غنفارية (التعشيق).

2- تكملة الدائرة المغناطيسية للأقطاب.

ب- الأقطاب المغناطيسية:

وهي عبارة عن أقطاب مغناطيسية كهربائية تتركب من شرائح (رقائق) من الصلب السليكوني المعزولة عن بعضها لتقليل التيارات الإعصارية و التعويق المغناطيسي الناشئ عن تيار المنتج ثم تربط مع بعضها ثم تنتهي بحذاء القطب لتسهيل مرور و انتظام المجال المغناطيسي خلال الثغرة الهوائية ثم تلف حول القلب الحديدي ملفات الأقطاب و هي على شكل بكرة تلف عليها ملفات نحاسية معزولة عزلا جيدا ثم تتصل هذه الملفات مع بعضها على التوالي بحيث تعطي مجالا مغناطيسيا متعاقبا أي شماليا ثم جنوبيا.....وهكذا وتحمل ملفات تسمى ملفات الاستثارة أو ملفات المجال.

ثانيا العضو الدائر (عضو الاستنتاج): rotor or armature

ويصنع هذا العضو من رقائق من الصلب المعزولة عن بعضها لتقليل التيارات الإعصارية وتشكل على محيطها الخارجي مجار لوضع الموصلات النحاسية بعد عزلها و يتولد التيار الكهربائي بالموصلات نتيجة حركة هذا العضو أمام الأقطاب المغناطيسية و يكون التيار الناتج هو تيار متردد.

و كما ذكرنا أن عضو الاستنتاج يدور بين الأقطاب لذلك يتطلب دورانه بصورة دقيقة جدا الأمر الذي يستدعي موازنته و ضبط الثغرة الهوائية بينه و بين العضو الثابت بعناية فائقة.

ثالثا :عضو التوحيد(المجمع): commutator

ويتكون عضو التوحيد من أسطوانة من قطع نحاسية معزولة عن بعضها بمادة مثل الميكانيت و يكون عدد هذه القطع مسأويا لعدد ملفات المنتج و تتصل هذه القطاعات مع أطراف ملفات المنتج و فائدة عضو التوحيد هو توحيد التيار المتردد أي تحويله إلى تيار مستمر.

رابعا : الفرش الكربونية و حاملاتها : brushes

وتصنع من الكربون المضغوط أو النحاس الأحمر وتثبت على عضو التوحيد بواسطة بيت الفرشة المثبت على حامل الفرش بحيث تكون دائمة الاتصال بعضو التوحيد ولذلك يلزم أن يضغط علىها بواسطة ياي و أن يكون سطح التماس للفرشة متماسا بسطح عضو التوحيد لتجنب الشرارة وفائدة الفرش الكربونية هي توصيل التيار المستنتج إلى الدائرة الخارجية.

خامسا : الغطاءان الجانبيان :

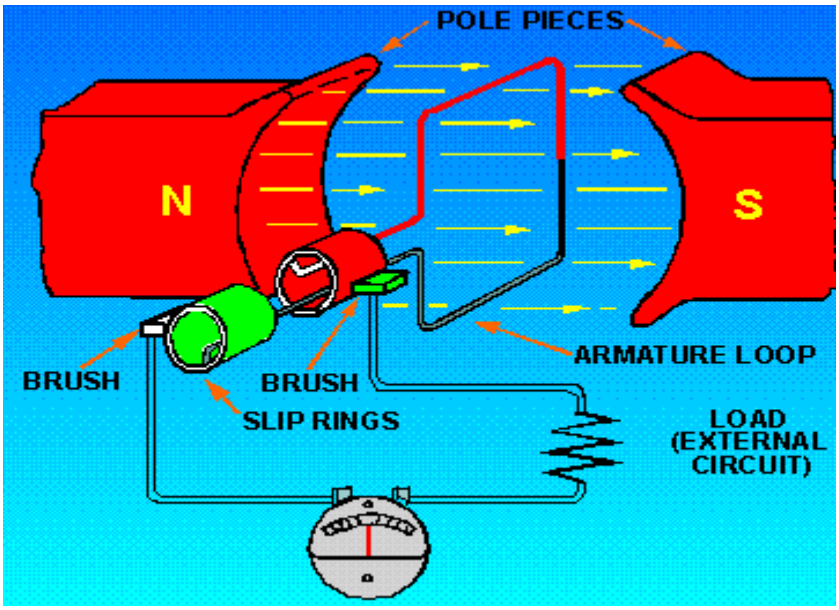
وهما يثبتان مع الإطار الخارجي بواسطة مسامير و يحملان ثقل المنتج و يحفظانه على أبعاد متسأوية من الأقطاب و يحتوي الغطاءان الجانبيان على الكرسيين اللذين يدور فيهما عمود المنتج وهما قد يكونان كراسي جلب أو كراسي بلي.

سادسا :لوحة الربط (علبة النهايات) :

تجلب النهايات الموصلة إلى الفرش و إلى الملفات المغناطيسية إلى لوحة الربط أي علبة النهايات (الروذتة) وهي مركبة في مكان ظاهر على الهيكل الخارجي.

مبدأ توليد التيار المستمر :

يتم توليد التيار المستمر بواسطة وضع ملف في مجال مغناطيسي ونجد أن اتجاه التيار في الملف الذي يدور بين قطبين مغناطيسيين يتوقف على وضع الملف بالنسبة للأقطاب.



شكل(3- 1)

ومن المعروف أن الملف يكون له جانبان الجانب (a) و الجانب (b) فإذا كان الجانب (a) من الملف تحت القطب الشمإلى و الجانب (b) تحت القطب الجنوبي فإن التيار يكون موجبا (خارج من الملف) في الجانب (a) وسالبا (داخل إلى الملف) في جانب الملف (b).

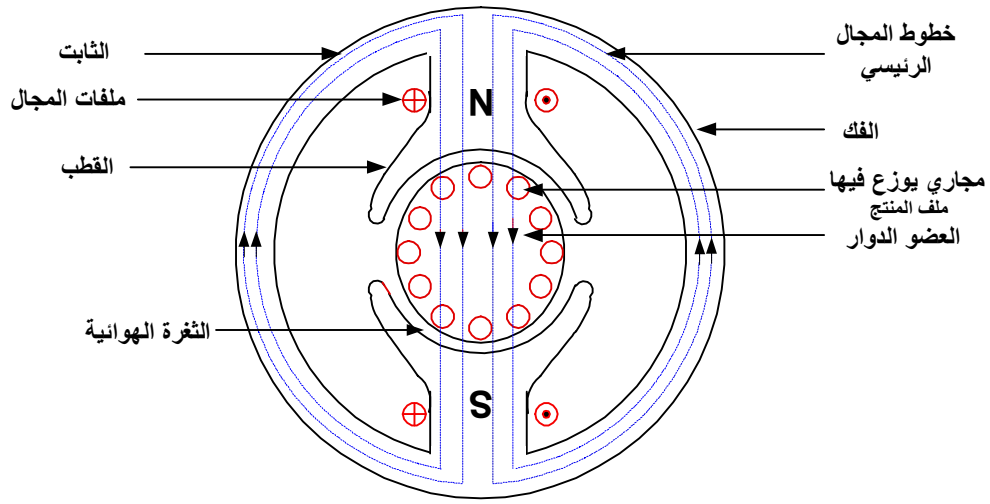
و إذا تم دوران الملف و أصبح جانب الملف (b) تحت القطب الشمإلى و الجانب (a) تحت القطب الجنوبي يصبح التيار في الجانب (b) موجبا وفي الجانب (a) سالبا ، .وللحصول على تيار مستمر موحد الاتجاه من هذه الطريقة فإنه تستبدل حلقتا الانزلاق بعضو التوحيد وذلك لتوحيد التيار المتردد الخارج وتحويله إلى تيار مستمر و موحد الاتجاه.

ملحوظة :

من المعروف أن آلة التيار المستمر تعمل كمولد أو كمحرك ولذلك فإن تركيب المولد أو المحرك واحد (متشابه) في آلات التيار المستمر وسوف نتحدث عن التركيب فيما يلي:

توليد الحقل المغناطيسى

الطريقة الأكثر شيوعا للحصول على المجال المغناطيسي اللازم في الآلات الكهربائية تكون باستخدام المغناطيسيات الكهربائية و هي تتكون من أقطاب مغناطيسية تحمل ملفات تغذيتها بتيار كهربائي مستمر تنتج حقل مغناطيسي بالشدة اللازمة يمر من القطب الشمالى الى القطب الجنوبى عبر الثغرة الهوائة لإثارة ملفات العضو الدوار وتسمى الدارة كهرومغناطسية للساكن بالمحرضة أو بدارة المحرض كما أن التيار الذي يمر في هذه الملفات يسمى بتيار الإثارة أو تيار المجال I_f



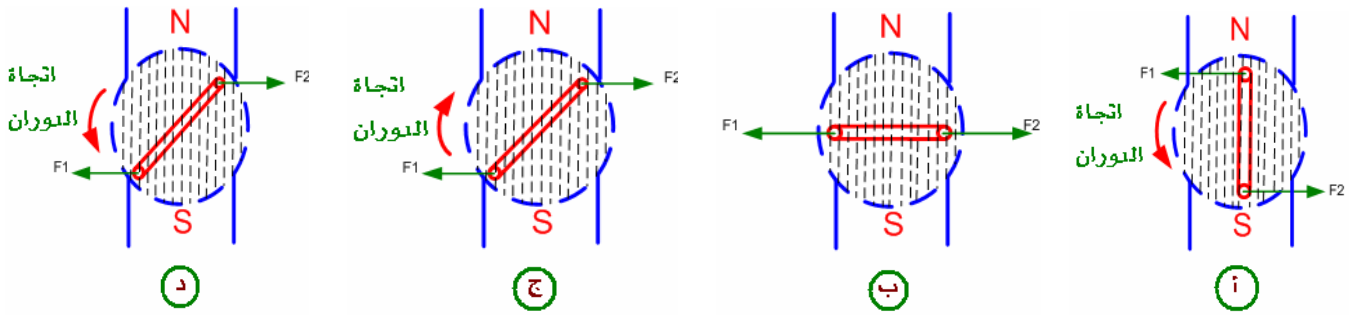
نظرية الحركة في المحرك:

بنيت نظرية الحركة في المحرك على قانون فاراداي للمحرك والذي ينص على أنه: ((إذا مر تيار كهربائي في موصل موضوع في ساحة مغناطيسية فإنة ينشأ على هذا الموصل قوة تعمل على تحريكه.))

قاعدة فليمنج لليد اليسرى لتحديد حركة الموصل:

من الشكل نجد أن السبابة و الإبهام و الوسطى تكون متعامدة على بعضها بحيث تكون السبابة في اتجاه المجال و الوسطى في اتجاه التيار وكان الإبهام مشيرا إلى اتجاه الحركة

توليد الحركة الدورانية في المحرك:



شكل(3- 20)

الشكل (3- 20أ) يبين ملفا ذا لفة واحدة من السلك موضوعا بحيث يكون مستواه موازيا لخطوط المجال المغناطيسي، ويمر بالملف تيار كهربائي مستمر مبتعد عن الناظر في الجانب العلوي ومقترب منه في الجاني السفلي وحسب قاعدة فلمنج لليد إلىسرى فإن جانب الملف العلوي يتحرك جهة إلىسار بقوة F_1 بينما جانب الملف السفلي يتحرك جهة إلىمين بقوة مسأوية مقدارها F_2 وهاتان القوتان تعملان على تحريك الملف بحركة دائرية حول محوره في اتجاه مضاد لاتجاه عقارب الساعة وبما أن شدة التيار في جانب الملف واحدة و أن الملف موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدته واحدة فتكون قيمة $F_2 = F_1$ وفي هذا الوضع يكون الملف متأثرا بأكبر عزم دوران ممكن.

وعندما يصل الملف إلى الوضع المبين بشكل(3- 20ب) تكون القوى على جانبي الملف إلى الخارج ولاتكون هناك أي قوة على جوانبه يمكنها أن تحدث دورانا له ويكون عزم الدوران في هذا الوضع مسأويا للصفر.

وعندما ننتقل إلى وضع الملف المبين بشكل(3- 20ج) ونطبق قاعدة فلمنج لليد إلىسرى نجد أن الملف يميل إلى الدوران في اتجاه عقارب الساعة أي إنه يغير اتجاهه ليعود إلى الوضع في شكل(3- 20ب) أي إنه لا يستطيع تخطي المنطقة المحايدة في حالة بقاء جهة التيار نفسها، فإذا عكست جهة التيار في الملف عن المنطقة المحايدة ، فإن الملف يأخذ الوضع بشكل(3- 20د) وبناء على قاعدة فلمنج لليد إلىسرى فإن الملف سوف يواصل حركته في نفس الاتجاه الأول وهو ضد عقارب الساعة أي إن الملف يحافظ على اتجاه حركته ليتم دورة كاملة 360 درجة.

ملحوظة:

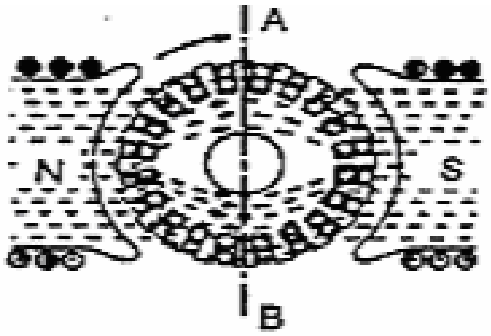
سوف يتولى عضو المبدل (العاكس) عملية عكس اتجاه التيار في ملفات محرك التيار المستمر حتى يستمر دورانه في اتجاه واحد ، و المبدل أو العاكس هو نفسه الذي أطلق عليه عضو التوحيد(المجمع) في حالة مولد التيار المستمر الذي تم ذكره سابقا.

1- عضو التوحيد (المبدل) تكون وظيفته في المحرك توحيد اتجاه عزم الدوران لكي يدور المحرك في اتجاه واحد عن طريق عكس التيار الداخل للمحرك كل نصف دور ة لكل ملف.

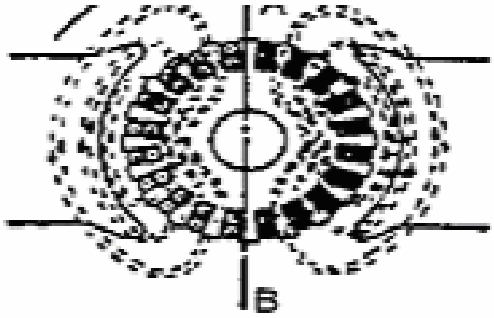
2- الفرش الكربونية وظيفتها في المحرك توصيل التيار من المصدر الخارجي إلى المحرك.

تعريفه :

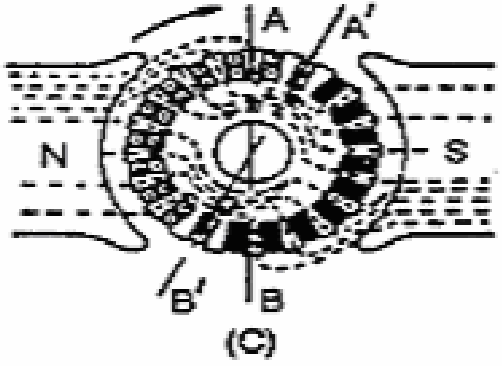
هو التأثير الناتج عن تولد مجال مغناطيسي ناشئ من مرور تيار بملفات المنتج و هذا المجال يتكون من مركبتين إحداهما متعامدة و الآخرى مضادة لمجال الأقطاب.



مجال الاقطاب



مجال المنتج



رد فعل عضو الاستنتاج

تأثير رد فعل عضو الاستنتاج :

1- يضعف المغناطيسية مما يسبب هبوطا في الضغط.

2- يسبب انحراف المجال الأصلي و تشويه انتظامه.

3- ينشأ عنه متاعب في عملية التوحيد مما يسبب توليد شرارة.

4- يسبب تحريك الفرش من مكانها إلى مستوى الخمود المغناطيسي الجديد بزاوية (α) في اتجاة الدوران في المولدات و عكسه في المحركات.

طرق تلافي رد فعل عضو الاستنتاج :

1- استعمال ملفات تعويض توضع في أحذية الأقطاب.

2- عمل أقطاب مساعدة بين كل قطبين و تحسن من عملية التوحيد.

3- عمل مجار في الأقطاب لزيادة المقاومة المغناطيسية.

4- تكبير الثغرة الهوائية وهذا يعني أنه يصبح أمبير لفات الأقطاب اكبر من أمبير لفات عضو الاستنتاج مما يؤدي إلى تقليل رد فعل عضو الاستنتاج.

القوة المحركة الكهربائية العكسية :

عندما يدور عضو الاستنتاج للمحرك فإن الموصلات التي عليه تقطع التدفق المغناطيسي Φ للأقطاب فينتج بها قوة محركة كهربائية (ق.د.ك) عكسية (E_b) تضاد جهد المنبع الأصلي (V) وتكون قيمتها المتوسطة

$$e = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

القوة المحركة الكهربائية العكسية لناقل وحيد

قوة محركة كهربائية (ق.د.ك) عكسية لناقل وحيد لدينا :

المدة الزمنية لازمة لإنتشار التدفق المغناطيسي تساوى: $t = \frac{1}{2N}$

بحيث N : سرعة العضو الدائر

لدينا التدفق المغناطيسي Φ ثابت إذن: $\Delta\Phi = \Phi$

إذن:

$$E = \frac{\Phi}{\frac{1}{2N}}$$

$$E = 2\ N\ \Phi$$

القوة المحركة الكهربائية العكسية لآلة متعددة الأقطاب :

معادلة القوة المحركة الكهربائية العكسية متعلق بالعوامل التالية :

عدد ازواج أقطاب الآلة

عدد ازواج المسالك للآلة

سرعة العضو الدائر

عدد النواقل

التدفق المغناطيسي

تحديد عدد الأقطاب :

تركب في دارة المحرض من الداخل أقطاب المجال بعدد زوجي بحيث P عدد ازواج أقطاب الآلة

إذن $2P$ عدد أقطاب الآلة

آلة ثنائية الاقطاب	آلة رباعية الاقطاب
عدد أقطاب الآلة $2P=2$	عدد أقطاب الآلة $2P=4$
عدد ازواج أقطاب الآلة $P=1$	عدد ازواج أقطاب الآلة $P=2$

تحديد عدد الأخاديدأو المسالك لملفات دارةالمتحرص

بينما يكون دوما في آلة ثنائية القطب مسلكين متوازيين فإنمتعددة الاقطاب يكون عدد مسالكها دوما زوجي حسب نوعية التلفيف لملفات دارة المتحرض

a عدد ازواج المسالك للآلة

$2a$ عدد المسالك للآلة

إذاكان اللف إنطباقيا أو متوازيا $P=a$

إذاكان اللف متموجا (تسلسلي) $a=1$

إذاكان اللف تسلسلي-متوازي $a>1$

تحديد عدد النواقل لملفات دارةالمتحرص

ونرمز لعدد النواقل لملف واحد للمتحرض ب: n

و العدد الكلي للنواقل $Z=2n$

العبارة العامة للقوة المحركة الكهربائية العكسية

تعطى القوة المحركة الكهربائية لآلة التيار المستمر بالعلاقة العامة التالية :

$$E_a=\frac{P}{a}.n.N.\Phi$$

في كل الحالات نأخذ $\frac{P}{a}=1$

$$E_a=n.N.\Phi$$

الوحدات المستعملة : $E_a(Volt)$, $\Phi(waber)$, $N\left(\frac{tour}{seconds}\right)$

سرعة دران المحرك:

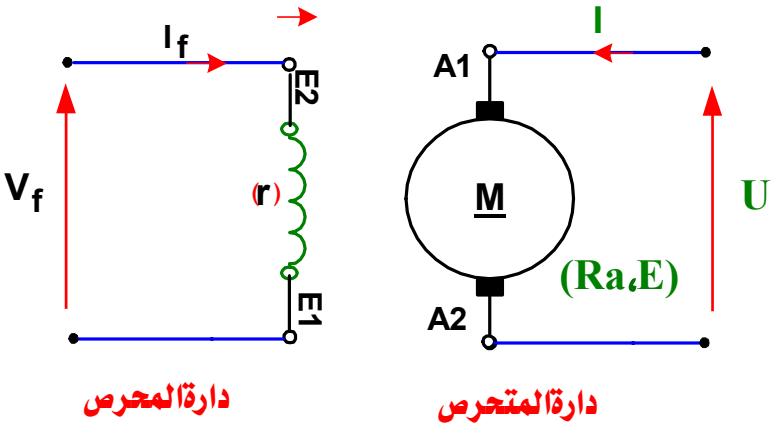
عندما يدور عضو الاستنتاج للمحرك فإن النواقل التي عليه تقطع المجال المغناطيسي للأقطاب فيستنتج بها قوة محركة كهربائية (ق.د.ك) عكسية (E_b) تضاد جهد المنبع الأصلي (V) وتكون قيمتها هي كما في المحرك : $E_b = n \quad N \quad \Phi \quad .....VOLTS$

ومنها نجد أن: $N = E_b / \Phi.n$

السرعة تتناسب طرديا مع(E_b) و عكسيا مع (Φ).

و سرعة الزاوية للآلة $w_m=2\pi\frac{n}{60}\quad rd/s$

الشكل المكافئ



العلاقات الكهربائية

دارة المتحرض

كما عرفنا أن نتيجة لقطع نواقل دارة المتحرض أثناء دورانها للمجال المغناطيسي للأقطاب فإنه تنشأ بها قوة محركة كهربائية (E_b) تضاد جهد المنبع الأصلي المسبب لها (U) ويجب أن يكون الجهد على أطراف عضو الدوار كاف لأن يغطي قيمة هذه القوة الدافعة الكهربائية العكسية

أي إن :

$$E = U + I_a R_a + \Delta E$$

ΔE الهبوط الكلى للقوةالمحركة الكهربائية الناجمةعن رد فعل دارة المتحرض او المنتج

في حالة محرك معوض بصفة مثالية $\Delta E = 0$ volte

$\Delta U = I_a R_a$ الهبوط الاومى للتوتر الناجم عن مقاومة الملفات لدارة المتحرض او المنتج

$$E_a = U + I_a R_a$$

دارة المحرض

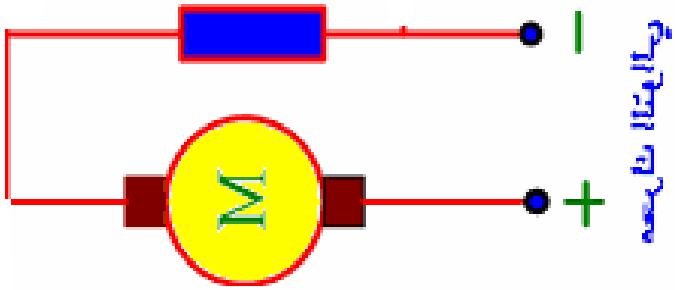
عبر الثغرة الهوائة لإثارة ملفات العضو الدوار وتسمى الدارة كهرومغناطسية للساكن بالمحرضة

التيار الذي يمر في مقاومة الملفات لدارة المحرض(r)يسمى بتيار الإثارة أو تيار المجال I_f

$$V_f = I_f \ r$$

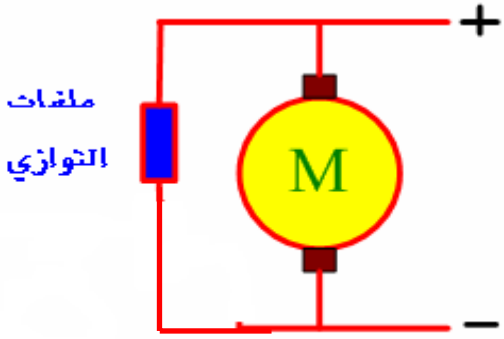
أولا : محرك التوالى :

مثل تركيب مولد التوالى من ملفات الأقطاب ذات المقطع الكبير و عدد اللفات القليلة و المتصلة بالتوالى مع ملفات عضو الاستنتاج.



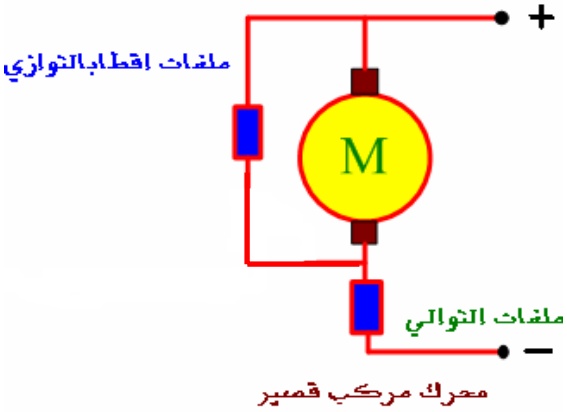
ثانيا : محرك التوازي :

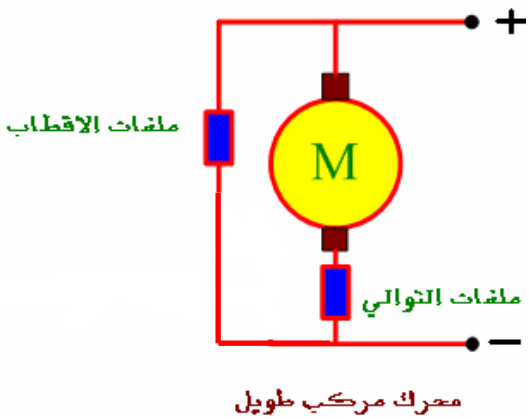
مثل تركيب مولد التوازي حيث توصل ملفات الأقطاب ذات المقطع الصغير وعدد اللفات الكثيرة مع ملفات عضو الاستنتاج بالتوازي.



ثالثا : المحرك المركب :

وذلك مثل تركيب المولد المركب من ملفات الأقطاب التي تتكون من توصل بالتوازي مع المنتج و ملفات التوالى التي توصل بالتوالى مع المنتج فإذا وصلت ملفات التوالى مباشرة مع المنتج سمي محرك مركب طويل، أما إذا وصلت بالمنبع مباشرة سمي محرك مركب قصير و الشكل يوضح ذلك.





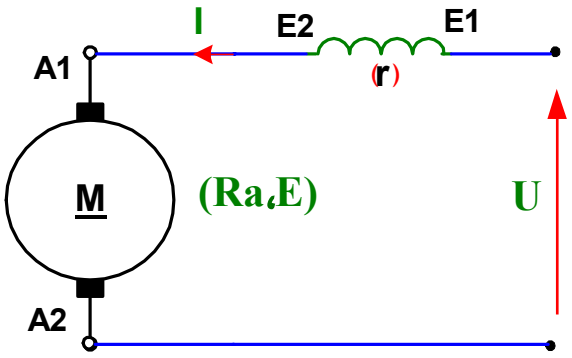
لواسف
بوفاتح

محركات التيار المستمر
المحرك التسلسلي
وضعية تعليمية

الوحدة

الشكل المكافئ للمحرك التسلسلي

دارة المحرض



دارة المتحرض

العلاقات الكهربائية

$$E = U + I_a (R_a + r)$$

$$I = I_f$$

سرعة الدوران

$$E = U + I_a (R_a + r)$$

$$E = n \cdot N \cdot \Phi$$

$$E = U + I_a (R_a + r) = n \cdot N \cdot \Phi$$

$$N = \frac{U + I_a (R_a + r)}{n \cdot \Phi}$$

التدفق المغناطيسي يتناسب طردا مع شدة التيار

$$\Phi = Cst\ I_a$$

$Cst =$ ثابت

$$N = \frac{U + I_a (R_a + r)}{n \cdot Cst\ I_a} = \frac{U}{n \cdot Cst\ I_a} + \frac{I_a (R_a + r)}{n \cdot Cst\ I_a}$$

$$N = \frac{U}{n \cdot Cst\ I_a} + \frac{(R_a + r)}{n \cdot Cst}$$

$U =$ ثابت $\qquad \frac{U}{n \cdot Cst} = Ko =$ ثابت

$$\frac{(R_a + r)}{n \cdot Cst} = Ks = \text{ثابت}$$

$$N = Ko\frac{1}{I_a} + Ks$$

السرعة تتناسب طردا مع مقلوب شدة التيار

ألإستطاعة و العـزم

أ) – الإستطاعة الممتصة

الإستطاعة الداخلـة إلى العضـو الثابـت أو الممتصة من مولد التيار المستمر وتعطى من المعادلة التالية :

$$P_a = V\ I$$

حيث :

V : جهد مولد التيار المستمر

I : تيار مولد التيار المستمر

ب) – الضياعات النحاسية

هذه الإستطاعة الممتصة من مولد التيار المستمر P_1 ستفقد جزءا منها في :

مقاومة ملفات العضو الثابت أو دارة المحرض $\qquad P_{js} = R_1 I^2$

مقاومة ملفات العضو الدوارأو دارة المتحرض $\qquad P_{jr} = R_2 I^2$

و تحسب من المعادلة التالية : $\qquad P_{jr} = I^2 (R_1 + R_2)$

تبدد على شكل حرارة وتسمى الضياعات النحاسية أو الظياع بمفعول جول

ج) – الإستطاعة الكهرومغاطسية

الجـزء المتبقـي مـن الإستطاعة المنقولة إلى العضـو الـدوار تتحـول من قـدره كهربائيـة إلى إستطاعة الكهرومغناطسية ويسمى الإستطاعةالكهرومغناطسية المتحولة ويرمز لها بالرمز P_{em}

وتحسب من المعادلة التالية :

$$P_{em} = P_{tr} - P_{jr} = E\ \ I$$

أمـا العـزم الـذي ينشأ علـى إثرالإستطاعة الكهرومغناطسية فهـو حاصـل قسـمة الإستطاعة P_{em} على سرعة الزاوية للعضـو الـدوار Ω

ويسمى بالمزدوجة أو العزم الكهرومغناطيسى

$$C_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega} \qquad \text{Nm}$$

إذن:

$$\Omega = 2\pi n \qquad \text{rad/sec.}$$

ت) - الضياعات الحديدية في الساكن

الإستطاعةالممتصة P_a ستفقد أيضا جزء منها فيالنواةالحديدية للعضو الثابت وذلك بسبب وجود التيارات الدوامية وظاهرة التخلف المغناطيسي وتسمىالضياعات الحديدية P_f

خ) - الضياعات الميكانيكية

الإستطاعةالكهرومغناطسية المتحولة P_{em} سيفقد جزء منها بسب الاحتكاك الذي يتعرض له العضو الدوار مع الهواء و حوامل العمود.ضياعاتالاحتكاك هذه يرمز لها بالرمز P_m . وتسمى الضياعاتالميكانيكية

د) - الإستطاعة الميكانيكية المفيدة

الإستطاعة الميكانيكية الخارجة P_u هي الجزء المتبقي منالإستطاعةالكهرومغناطسية المتحولة بعد خصمالضياعاتالميكانيكية :

وتسمى الإستطاعة النافعة أو المفيدة $P_u = P_{em} - P_m$

أما العزم الذي ينشأ على إثر الإستطاعة P_u فهو حاصل قسمة الإستطاعةالمنقولة P_u على سرعة الزاويةالمحرك Ω

ويسمى بالعزم أوبالمزدوجةالنافعة أو المفيدة

$$C_u = \frac{P_u}{\Omega} \qquad \text{Nm}$$

$$\Omega = 2\pi n \qquad \text{rad/sec.}$$

ر) - مردود المحرك

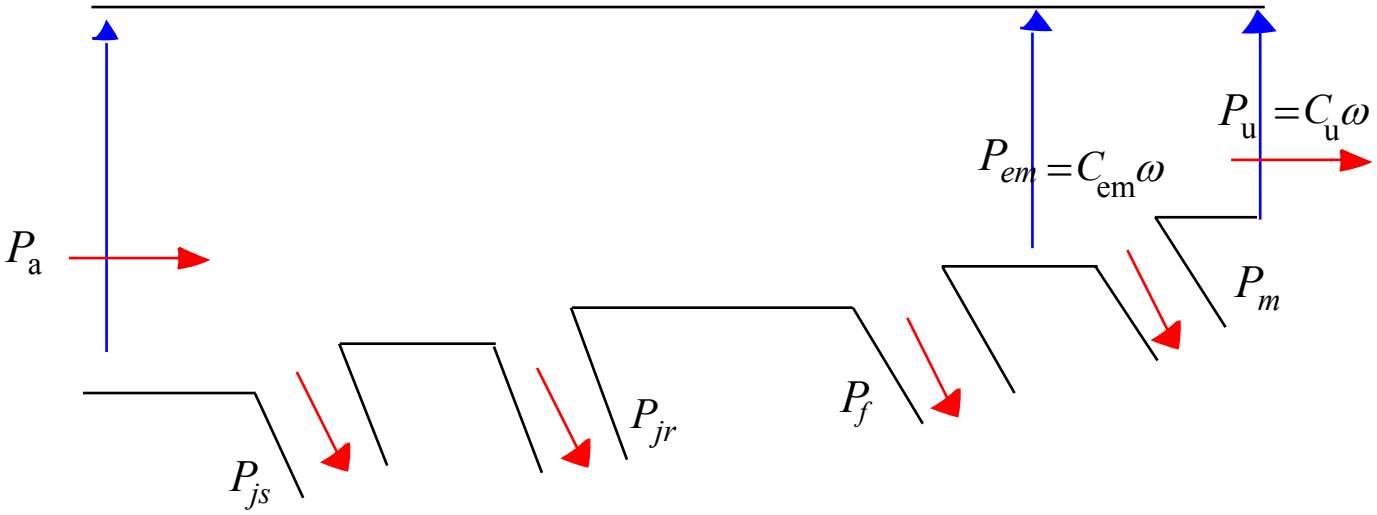
يساوى المردود إلىالنسبة بينالإستطاعة الميكانيكية الخارجة P_u الإستطاعة الداخلة إلى العضو الثابت P_a

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

$$P_u = P_a - P_{js} - P_f - P_{jr} - P_m$$

$$\eta = \frac{P_a - P_{js} - P_f - P_{jr} - P_m}{P_a}$$

ط) - الحصيلة الطاقوية



ص) - الضياع الثابت

يسمى بالضياع الثابت لأنه لايتغير إن كان المحرك في حالة الحمولة أو الفراغ

ويساوى الضياع الميكانيكى مضاف إليه الضياع في الحديد $P_c = P_m + P_f$

ولتحديد الضياع الثابت نجرى تجربة في الفراغ على المحرك

الإستطاعة الداخلة إلى العضو الثابت أو الممتصة من الشبكة في الفراغ

$$P_{a_0} = U\, I_0$$

حيث:

V: جهد الوجه للعضو الثابت في الفراغ

I_0: تيار الوجه للعضو الثابت في الفراغ

θ_0: الزاوية بين الجهد والتيار وجيب تمامها هو معامل القدرة في الفراغ

$$P_{a_0} = P_m + P_f + P_{js_0} = P_c + P_{js_0}$$

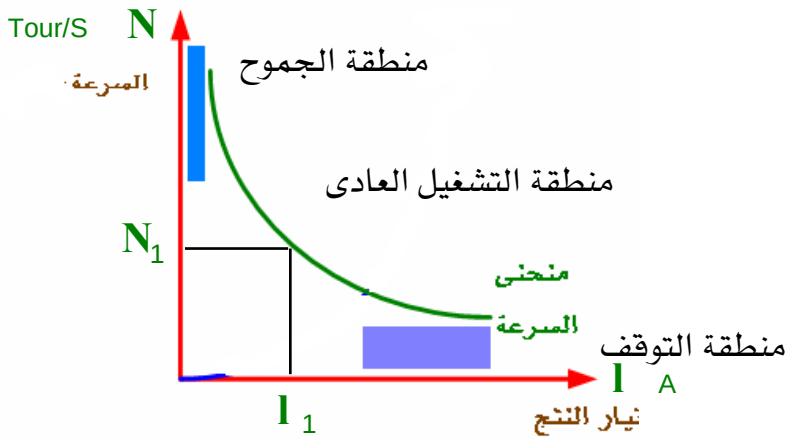
P_{js_0} : يسمى الظياع بمفعول جول أو النحاسية في الساكن

$$P_c = P_{a_0} - P_{js_0}$$

عزم الدوران الفعلي في المحرك:

العزم الكلي للدوران N.m ..... $Ca = \Phi.Z.Ia / 2\Pi \,.\, P/A$ ولكن يوجد في المحرك عزم دوران آخر يسمى بالعزم المقاوم ويرمز له بالرمز (C_v) و هو مضاد للعزم الكلي الناشء أي مضاد لاتجاه الدوران فنجد أن العزم الذي يعطي شغلاً مفيداً هو ما يطلق عليه عزم عمود الدوران (Shaft Torque) ويرمز له بالرمز (C_{sh}) فإن : $C_{sh} = C_a - C_v$ هو العزم الفعال.

المميزة (I) N = f : هى عبارة عن تغير سرعة الدوران المحرك N بدلالة تيار المتحرض I



ومن ذلك نستنتج أن: سرعته تقل كلما زاد التيار وتزيد كلما قل .

ينقسم المنحنى الى ثلاثة مناطق

منطقة التوقف : فى هذه المنطقة تستهلك الدارتين تيارا كبيرا يفوق التيار الاسمى المقنن مما يؤدى الى اتلافهما

منطقة التشغيل العادى : فى هذه المنطقة يمكن تغير التيار بواسطة معدلة التيار لتغير السرعة

منطقة الجموح : عندما يتخطى سرعته السرعة المقننة من قبل الصانع أو السرعة الاسمية يؤول المحرك الى الجموح أى يتعرض للتلف

لدينا : $$N = Ko\frac{1}{I_a} + Ks$$

في حالة الفراغ أى بدون حمل فإن التيار يؤول إلى الصفر

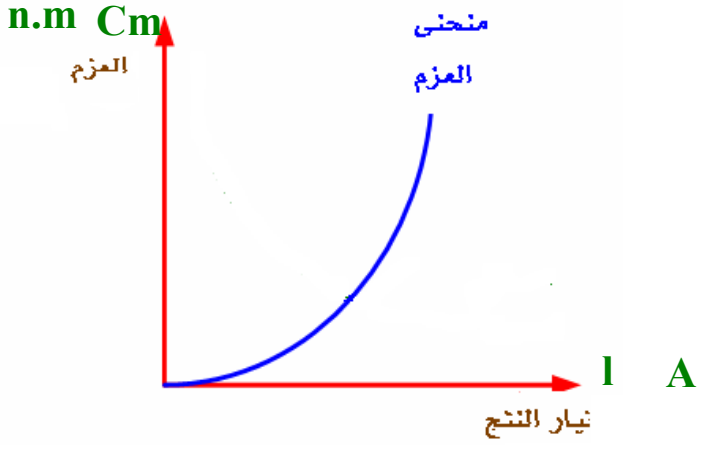
$I_a \longrightarrow 0$

$\Longrightarrow N = \frac{1}{0} =$ ما لا نهاية

وبذالك يؤول المحرك الى الجموح إذن لا يمكن تشغيل المحرك بدون حمولة

المميزة الكهروميكانيكية للعزم

المميزة (I) Cm = f : هى عبارة عن تغيرالعزم المحرك Cm بدلالة تيار المتحرض I



ومن ذلك نستنتج أن: عزم بدء الدوران كبير

من أجل تيار كبير عند الاقلاع يكون العزم كبير جدا ثم يستقر في المنطقة الخطية من أجل التيار الاسمى المقنن

لدينا:

$$E = n \cdot N \cdot \Phi \quad \text{----------} \quad (1)$$

$$P = Cm \cdot \omega = E \cdot I \quad \text{----------} \quad (2)$$

$$Cm = \frac{E \cdot I}{\omega} \quad \text{----------} \quad (3)$$

$$\omega = 2\pi N \text{ rad/sec.} \quad \text{----------} \quad (4)$$

$$Cm = \frac{n \cdot N \cdot \Phi \cdot I}{2\pi N} = \frac{n \cdot \Phi}{2\pi} \cdot I \quad (5)$$

التدفق المغناطيسي يتناسب طردا مع شدة التيار

$$\Phi = \text{Cst} \cdot I \quad \text{----------} \quad (6)$$

Cst = ثابت

$$Cm = \frac{n \cdot \text{Cst} \cdot I}{2\pi} \cdot I = \frac{n \cdot \text{Cst}}{2\pi} \cdot I^2$$

$$Km = \frac{n \cdot \text{Cst}}{2\pi}$$

$$Cm = Km \cdot I^2$$

العزم المحرك يتناسب طردا مع مربع شدة التيار

بدء الحركة في محركات التيار المستمر:

كما عرفنا أن نتيجة لقطع موصلات عضو الاستنتاج أثناء دورانها للمجال المغناطيسي للأقطاب فإنه يستنتج بها قوة دافعة كهربائية (E_a) أي إن : $U = E_a + I_a(R_a + R_i)$

وإستنتجنا سابقا أن عند الاقلاع يكون العزم كبير جدا و القوة المحركة كهربائية لم تستنتج $E_a = 0\ v$ فيكون الجهد يساوى جهد الاقلاع U_d والتيار يساوى تيار الاقلاع I_d

أي إن : $U_d = I_d(R_a + R_i)$

وبالتالى فإن التيار $I_d = U_d / (R_a + R_i)$

وحيث أن مجموع المقاومات لملفات المحرك $(R_a + R_i)$ تكون صغيرة فنجد أن التيار (Id) يكون كبير جدا لاتتحملة هذه المقاومات فيجب وضع مقاومة R_d على التسلسل في اتجاه التيار تسمى مقاومة الاقلاع يجب أن تفصل هذه المقاومة بصورة تدريجية و ببطء لكي يتوفر وقت للمحرك حتى يصل إلى سرعته الاسمية (الكاملة).

$U_d = I_d(R_a + R_i + R_d)$

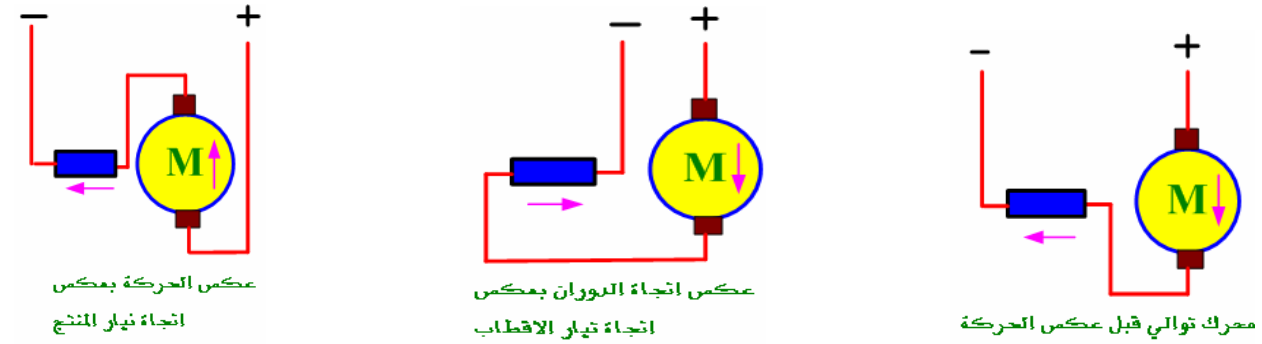
و تحسب من المعادلة كتالى: $R_d = \frac{U_d}{I_d} - (R_a + R_i)$

عكس حركة محرك التوالى:

تعكس الحركة بطريقتين هما :

1- بعكس اتجاه تيار الأقطاب مع ثبات اتجاه تيار عضو الاستنتاج.

2- بعكس اتجاه تيار عضو الاستنتاج مع ثبات اتجاه تيار الأقطاب.



محرك توالي قبل عكس الحركة

عكس اتجاة الدوران بعكس اتجاة تيار الاقطاب

عكس الحركة بعكس اتجاة تيار المنتج

استخدام محرك التوالى:

1- يستعمل في آلات الجر الكهربي مثل (القطار الكهربائي- المصاعد- الأوناش).

2- في الأعمال التي تتطلب تغير السرعة بتغير الأحمال.

من تحضير و إعداد
الاستاذالمهندس: لواسف بوفاتح
ثانويةالحىالجنوبى
افلو
ولايةالأغواط
EMAIL : LOUASSEF@msn.com

الوحـــــــــدة

الانجاز:

الات التيار المستمر

المحرك التسلسلى

ألإنجاز: محرك التيار المستمر على التوالي

إختيار المحرك وأجهزة التحكم حسب إمكانيات كل مؤسسة

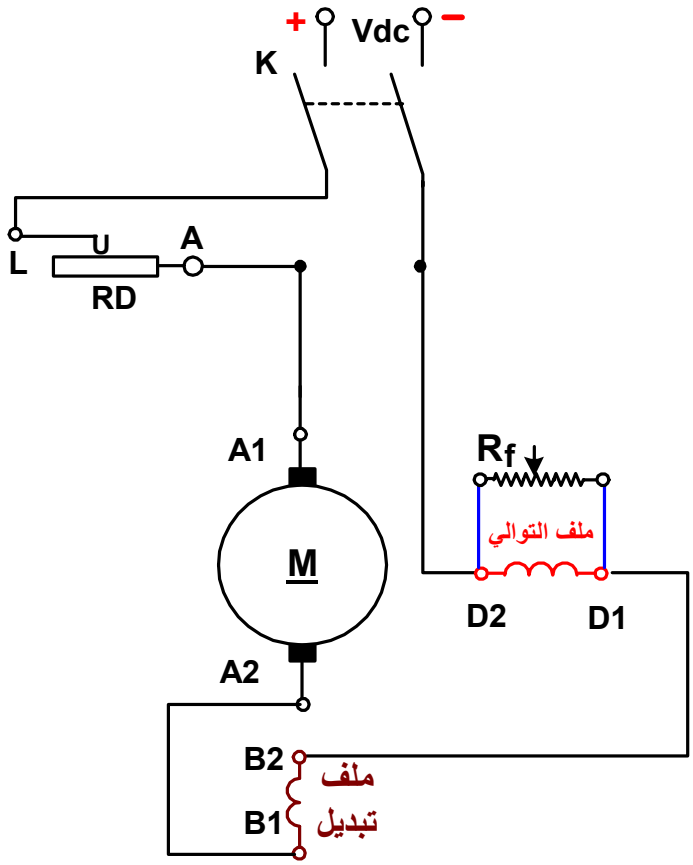
. المعدّات والأجهزة المستعملة

- مكبح مسحوق مغناطيسي.
- محرّك تيّار مستمر مستثار علىالتولي.
- بادئ تشغيل لمحرّك تيّارمستمر مستثار على التوالي.
- مفتاح ثنائي الأقطاب وأسلاك نحاسية.
- مقاومة متغيرة قيمتها تساوي قيمة مقاومة ملف التوالي.

الدائرة المستعملة.

يمثّل الدائرة المستعملة في اختبار الحمل لمحرّك التيّار المستمر المستثار على التوالي.

الحمل مكوّن من مكبح مسحوق مغناطيسي (Magnetic-powder Brake) .



خطوات التجربة.

- أوصل الدائرة الموضحة بالشكل
- حدد الحمل إلى نصف قيمته المقدرة.
- اغلق المفتاح K ، و شغل المحرّك بتخفيض قيمة مقاومة بدء التشغيل RD تدريجيّا حتى الصفر.