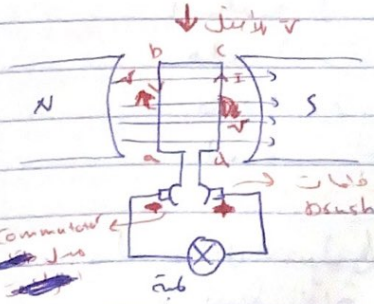
آلات كهربائية
محاضرة (4)

* مولدات التيار المستمر (Dc generators)
- تستخدم للحصول على جهد ثابت القيمة
- اكتشفت في بداية ظهور الكهرباء أيام فاراداي
- تستخدم (أي Dc) في محطات توليد الطاقة الكهربائية لشحنة أجهزة
- مولدات التيار المتردد
- عادة يتم استخدام تيار Ac في التوليد والنقل والتوزيع لكن مولدات Dc لا زالت موجودة في بعض الصناعات.

* نظرية عمل المولد الكهربائي وتركيبه
- مولد Dc يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية
- عند إدارة (تدوير) المولد يتم مدها بواسطة أي جهاز محرك (prime mover) مثل محرك كهربائي، محرك ديزل، توربينة غازية أو بخارية أو مائية، في منطقة مجال مغناطيسي فيصبح صنارة محاثة نسبة بين الموصل وخطوط الفيض المغناطيسي فتتولد قوة دافعة كهربائية (جهد كهربائي) ويتم ذلك عندما يكونا متعامدين أي أن الزاوية الكهربية لحركة الموصل هي المسؤولة عن توليد الجهد.

مثال توضيحي: نفرض أن لدينا لفة من السلك (abcd) موضوعة بين قطبي مغناطيس دائم أحدهما شمالي (N) والآخر جنوبي (S) وكل طرف من نهايتي اللفة موصل مع حلقة انزلاق (commutator) وفحمات (brushes) أخذ الحمل موصل عليها لمحة إضاءة.



* عند إدارة اللفة حول محورها فإن جانبي اللفة يقطع خطوط المجال المغناطيسي وتتولد قوة دافعة كهربائية في كل من جانبي اللفة تسبب في توهج اللمبة وتسمى القوة الدافعة الكهربائية:

$$E = B\,l\,v\sin\theta \quad (V)$$

- الزاوية بين خطوط المجال والسرعة
- v ← سرعة الحركة النسبية
- l ← طول اللفة m
- B ← كثافة الفيض (wb/m^2)

- اتجاه emf للموصل cd ⊙ داخل الصفحة
- ab ⊗ خارج من الصفحة

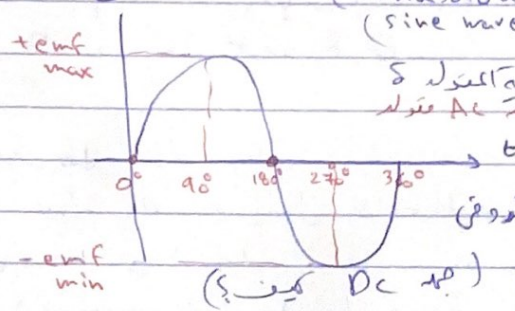
قاعدة اليد اليمنى (لتحديد اتجاه emf)
١) الإبهام باتجاه الحركة
٢) راحة اليد عمودية عليها خطوط المجال
٣) emf ← اتجاهها يشير له أصابع الأربع

① الحالة الأولى عندما الحلقة أفقية (خط المجال يصنع زاوية 90° مع الحركة)
emf لها قيمة عظمى عند الزاوية θ=90° (يتولد فيها كهربائي)

② الحالة الثانية عندما تصبح الحلقة عمودية (خط المجال يصنع زاوية 0° مع الحركة)
أصبحت اللفة موازية للمجال ولا تقطعه ⇐ emf=0 لا يتولد فيها كهربائي

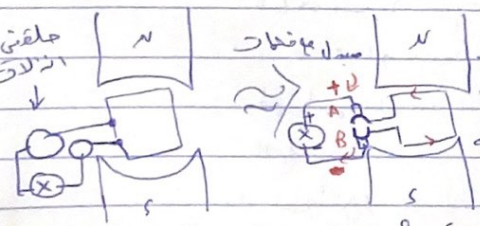
③ الحالة الثالثة عندما تدور اللفة كمان 90° (مرة أخرى خط المجال عمودي على اللفة يصنع زاوية 90° مع الحركة) ⇐ تتولد قوة دافعة عالية
وهكذا تتكرر الحالة

← يلاحظ أن القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في قوة دافعة ذات شكل جيبي (sinusoidal) (sine wave)



← لنبين أن القوة الدافعة الكهربائية المتولدة هي AC متولد
هي AC ⇐ بمعنى
← بمعنى
هي AC ⇐ بمعنى معكوس
DC motor
بدون ال output (هي DC كيف؟)

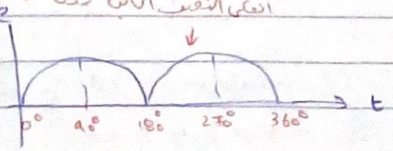
← كيف نحصل على جهد DC (بدل من الجهد المتردد AC الذي حصلنا عليه سابقاً) ؟؟



لا نتوصل باستبدال حلقتي الانزلاق بحلقة انزلاق واحدة مكونة من قطعتين معزولتين (نقطة معكوسة إلى مرتين بسبب عامل) موصلة بالفرشاتين بحيث تكون الفرشاة الموجبة ملامسة للفة الانزلاق A ⇐ وبعد دوران اللفة (abcd) 180° تكون الفرشاة الموجبة ملامسة لحلقة الانزلاق B

← نلاحظ أن نصف الدورة الأول (0° ← 180°) بينما نصف الدورة الثاني (180° ← 360°) قد انعكس ما أصبح موجباً نتيجة دوران حلقة الانزلاق المنشطرة والتي تعمل كمقسم تيار يلامس حلقتين منفصلتين ⇐ وبهذه الكيفية نحصل على جهد ثابت المقدار هو DC وذات قيمة غير ثابتة
(بحيث يبقى اتجاه التيار دائماً خلال الدائرة)

← من أجل الحصول على جهد ثابت القيمة يمكن استخدام أكثر من لفة ووضعها على محيط الآلة



آلات كهربائية :-
محاضرة (5)

تتكون آلة التيار المستمر من جزئين رئيسيين

1) العضو الثابت (Stator) ∈ (Field)
- وهو المسؤول عن توليد المجال المغناطيسي

2) العضو الدوار (Rotor) ∈ (Armature) (المنتج)
- وهو تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية وتوليد القوة الدافعة الكهربائية (e.m.f).

* يفصل بين العضو الدوار والعضو الثابت ← فجوة هوائية (air gap)

مكونات العضو الثابت (Stator) :-

1) الإطار الخارجي (Yoke)
- مصنوع من الحديد المطاوع أو حديد الزهر أو رقائق من الصلب
- وظيفة : يعمل كمسار لاستكمال الدائرة المغناطيسية ويتم تثبيت الأقطاب به

2) الأقطاب الرئيسية (main poles) :-
- تصنع من رقائق الصلب ويتم تثبيتها في الإطار الخارجي ويركب عليها واجهة للقطب تسمى هذا القطب (Pole face or shoe)
- يعمل على توزيع وانتظام خطوط الفيض في الفجوة الهوائية
- يوجد حول الأقطاب الرئيسية ملفات المجال (Field coils) وتقسم لنوعين :-
  1) ملفات توازي (shunt field coil)
  2) ملفات توالي (series field coil)
- وهي الملفات المسؤولة عن توليد المجال
- تلف هذه الملفات حول القطب نفسه وليس حول واجهة القطب (Pole face)
- تصنع ملفات المجال إما من أسلاك نحاسية معزولة أو من شرائح نحاسية.

3) أقطاب التوحيد (commutating Poles)
- تشبه الأقطاب الرئيسية من حيث أضعف (توجد في الآلات التي تعمل بقدرة أكبر من 2kw)
- توضع بين الأقطاب الرئيسية وتثبت بالإطار الخارجي ملفوف حولها ملفات تسمى (ملفات التوحيد) من أجل تقليل الشرارة التي تصاحب عملية التوحيد في المنتج

مكونات العضو الدوار (Rotor) :-

١) قلب المنتج (Armature core)

له وظيفة أساسية وهي حمل ملفات المنتج وتوفير مسار ذو مقاومة مغناطيسية منخفضة للفيض المغناطيسي الناتج عن ملفات المجال.

يتكون من رقائق الصلب مضغوطة مع بعضها ومعزولة كهربائياً بواسطة طبقة رقيقة من الورنيش لتقليل التيارات الدوامية (eddy currents)

التيارات الدوامية: هي تيارات تتولد في الموصلات مثل دوامات الماء وسببها: ١- حركة موصل خلال مجال مغناطيسي

٢) ثبات المجال المغناطيسي المحيط بموصل ثابت

لا يترتب على هذه الحالة الأولية أي حركة للإلكترونات مع الذرات الموجودة في القطعة الحديدية وكل ما زاد الاحتكاك والصطدام بينهم زادت درجة حرارة القطعة وبالتالي زيادة درجة حرارة الملف المحيط حول القطعة

وعند زيادة حرارة القطعة يزداد مقاومة الملف للتيار

صار يحتاج إضعاف التيار الكهربائي فيحتاج أن نبذل جهد كهربائي أكبر لدرجة التغلب على المقاومة التي زادت تسببها للملف وهذا يؤدي أخيراً إلى زيادة القدرة الكهربائية المستهلكة في الملف بمعنى تزداد losses (الخسائر).

الحل :- تقسيم القطعة الحديدية إلى رقائق أو صفائح رفيعة (laminations) من الحديد بينها مادة عازلة للحد من تكون التيارات الدوامية عن طريق تقليل مساحة المقطع وبالتالي التقليل من زيادة درجة الحرارة وتقليل من القدرة الكهربائية المفقودة

٢) ملفات المنتج (Armature winding)

له يوجد على محيط المنتج مجاري يوضع بها ملفات المنتج.

هي عبارة عن مجموعات متصلة والملف الواحد عبارة عن مجموعة من الموصلات يتم وضعها في مجاري المنتج وتثبت الملفات داخل المجاري بواسطة عوازل لحمايتها من القوة الطاردة المركزية أثناء الدوران وحتى لا تخرج من المجاري

مهم ✓ لا يتم تولد القوة الدافعة الكهربائية في هذه الملفات وهي التي تعمل تيار الحمل

٣) المبدل (مبدل التيار) (commutator) :-

وظيفته مهم ✓ له يعمل على تحويل التيار المتردد (IAC) المتولد في ملفات المنتج إلى تيار موحد الاتجاه في الدائرة الخارجية (تيار مستمر) (IDC)

له أبسط أشكال المبدل مصنوع من قطع نحاسية صلبة محدبة معزولة عن بعضها البعض بمادة عازلة (الميكا).

لـ يتم تثبيت عضو التوصيل بعمود الدوران للآلة وتلامس مع سطحه العلوي فرش كربونية (فحمات) ويتم توصيل جميع أطراف ملفات المنتج على التوالي كهربائياً .

٤) حامل الفرش الكربونية (Brushes holder) الفحمات :-
لـ ثبت في الإطار الخارجي للآلة ويحمل الفرش الكربونية التي تلامس السطح الخارجي للموحد وتعمل على تجميع التيار الكهربائي وتوصله للدائرة الخارجية (الحمل)
لـ عادة عدد الفحمات (الفرش) = عدد الأقطاب الرئيسية وتوصل مع بعضها تكون مجموعة موجبة وأخرى سالبة

* لفات المنتج (Armature winding)
لـ توضع ملفات المنتج في مجاري المنتج هذه الملفات توصل مع بعضها إما:
١) تواتري ← لزيادة القوة الكهربائية
٢) توالي ← لزيادة التيار المار بها .
لـ تكون ملفات المنتج دائرة مغلقة متصلة مع الدائرة الخارجية بواسطة الفرش الكربونية ويتم لحام أطراف الملفات مع أجزاء الموحد .
لـ المسافة بين جانبي الملف = مسافة الخطوة القطبية = المسافة بين مركزي قطبين متتاليين
لـ التوصيلة الملفية المتولدة في موصلين بينهما مسافة تساوي الخطوة القطبية من الآلة تكون معكوسة في أحدهما عن الآخر .

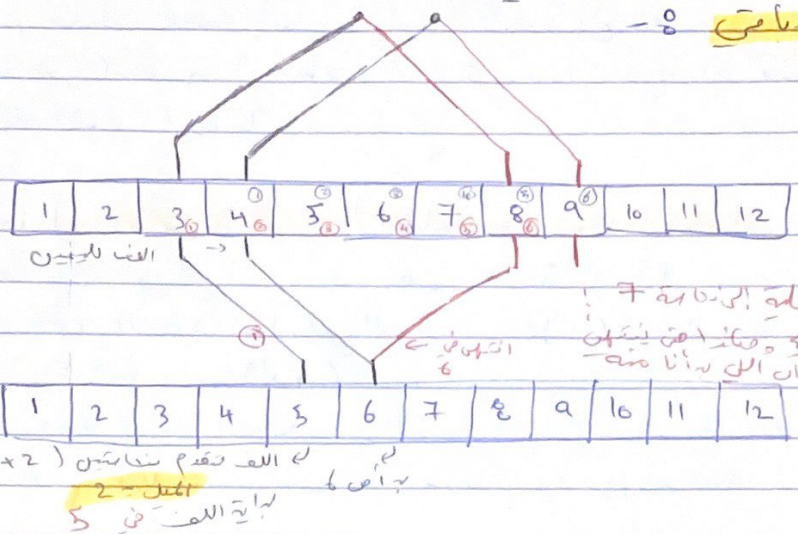
لـ سبب ضرورة التوصيل لشبكة ملف نوعان من اللف تستخدم في لف المنتج :-
١) اللف الانطباقي (Lap winding)
يوصل طرفا كل ملف إلى قطعتين متجاورتين

٢) اللف التموجي (wave winding)
تتشن أطراف الملفات إلى الخارج ويوصل طرفا كل ملف بقطعتين من الموحد بينهما عدد معين من القطع ويطلق على هذا العدد اسم خطوة الموحد (commutator pitch)

بداية الملف ونهاية الملف رط نعاتين متجاورتين
+2
+1
+3
↳ الميل له دائماً باتجاه اليمين (بالموجب)

* اللف الانتظامي :-

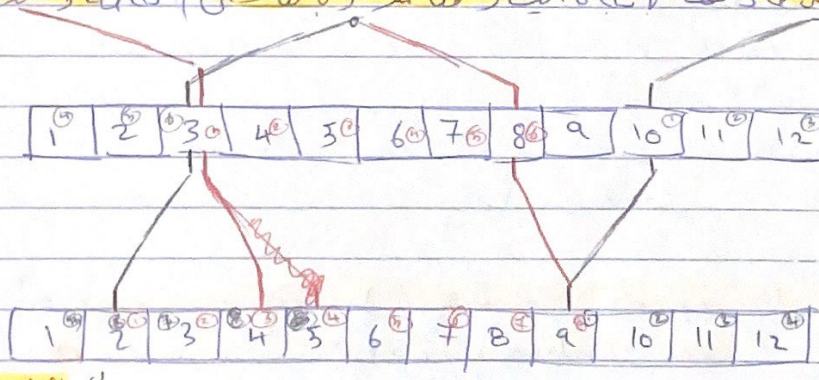
عدد المجاري = 12
عدد الأقطاب = 2



خطوة اللف = عدد المجاري / عدد الأقطاب = 12/2 = 6

* اللف العكسي :-

الميل له دائماً باتجاه اليسار متأخر (بالناقص) نهاية واحدة أو (2) أو (3)



الميل = -1

خطوة الملف = (عدد المجاري / عدد الأقطاب) + 2 (الميل)

= 12/2 + 2 (1)

= 8