

Chapter Three **الفصل الثالث**

الحث الكهرومغناطيسي

Electromagnetic Induction

Sequence:21

- المقدمة.
- المولد الكهربائي (الجزء الاول).

المقدمة

- تعتبر المولدات الكهربائية والمحركات الكهربائية من الاجهزة المهمة في حياتنا العملية التي تعمل على اساس الحث الكهرومغناطيسي.
- يقوم المولد الكهربائي بتوليد التيار الكهربائي المتردد الذي من خلاله يمكن تشغيل جميع الاجهزة الكهربائية المستخدمة في حياتنا العملية، وتعتمد فكرة عمله على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية من خلال تدوير ملف كهربائي في وجود مجال مغناطيسي. ولتدوير الملف الكهربائي نحتاج إلى مصدر طاقة ميكانيكية قد تكون الرياح أو المياه الساقطة من الشلالات أو من حرق الفحم أو البترول أو من الطاقة النووية كل هذه المصادر المختلفة تقوم بتوليد الطاقة اللازمة لإدارة الملف بين قطبي مجال مغناطيسي. يوصل نهاية الملف الكهربائي بحلقتين تدوران امام فرشاتين من مادة موصلة لنقل التيار الكهربائي المتولد إلى خطوط نقل الطاقة الكهربائية.
- يعمل المحرك الكهربائي من خلال تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية بنفس فكرة المولد الكهربائي ولكن هنا يمرر التيار الكهربائي في الملف الموضوع بين قطبي المغناطيس وتكون النتيجة هي دوران الملف. وهذا الدوران يستخدم في فكرة عمل العديد من الأجهزة مثل المروحة الهوائية ومروحة الخلاط ومحرك رفع المواد الثقيلة وتحريك الأبواب وغيره من الأمثلة العديدة.

المولد الكهربائي Electric Generator

• إن المولد الكهربائي والمحرك الكهربائي يتفرعان من حقيقة واحدة وهي تأثير شحنة كهربائية بقوة عند تحركها في مجال مغناطيسي، ويكون اتجاه هذه القوة عمودياً على كل من اتجاه حركة الشحنة والمجال المغناطيسي. سنطلق على حركة السلك " نظرية المحرك" وعلى قانون الحث الكهرومغناطيسي " نظرية المولد"، وكل من هاتين النظريتين تم تلخيصهما في الشكل (44).

• الشكل (44 b) يوضح نظرية المحرك الكهربائي، حيث يتضح أنه عند مرور التيار في الاتجاه المبين (اليمين)، فإن الإلكترونات ستتأثر بقوة عمودية إلى الأعلى، وبالتالي سيتحرك السلك إلى الأعلى.

• أما الشكل (44 a) فيوضح نظرية المولد الكهربائي، حيث يتضح أنه عند تحريك السلك إلى أسفل فإنه لا يحمل في البداية أي تيار ولكن الإلكترونات الموجودة في السلك تتعرض لقوة تعمل على تحريكها عمودياً على اتجاه حركة السلك، ولهذا السبب ينشأ التيار الكهربائي.

• في المولد الكهربائي يتم توليد قوة دافعة كهربائية محتثة والتيار

• محتث في ملف موصل عند تحريكه في مجال مغناطيسي خلافاً

• لما في المحرك الكهربائي إذ يتم الحصول على حركة في الملف

• الموصل عند إمرار تيار كهربائي فيه.



الشكل (44 b)



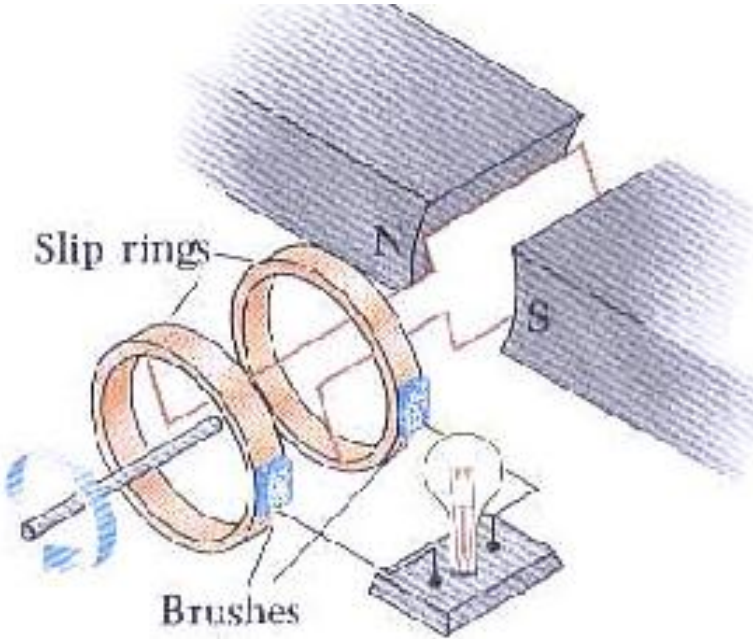
الشكل (44 a)

شكل (44): نظرية المولد والمحرك الكهربائيين.

- يتكون المولد الكهربائي من :
- 1- مغناطيس ثابت قوى على شكل حدوة الفرس.
- 2- ملف من سلك نحاسى معزول تتصل نهايتيه بحلقتين معدنيتين تدوران مع دوران الملف فى المجال المغناطيسى .

- 3- فرشتان من الكرافيت تلامس كل منهما حلقة واحدة من الحلقتين المنزلقتين .

كيف يعمل الدينامو



- عندما يدور الملف فان ضلعاها الطوليان يقطعان الفيض
- المغناطيس فيتولد فى الملف قوة دافعة كهربائية محتثة
- وتيار محتث فتعمل احدى الحلقتين على نقل التيار
- المحتث الى الدائرة الخارجية عن طريق فرشاة الكرافيت
- ثم ينتقل التيار المحتث من الدائرة الخارجية الى الحلقة
- الاخرى عبر فرشاة الكرافيت الاخرى ثم ينتقل التيار الى
- الملف وهكذا .

شكل (45): المولد الكهربائي.

إن القوة الدافعة الحثية المتولدة في ملف يدور في مجال مغناطيسي تتغير قيمتها كدالة جيبية، وبتطبيق قانون أوم

فإننا نستطيع إيجاد شدة التيار الكهربائي المتردد المرافق لفرق الجهد المتردد:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}_{\max} \sin \theta}{R} \dots\dots (53)$$

حيث أن R عبارة عن المقاومة الكلية للملف والدائرة. (وقد حذفت الإشارة السالبة لأنها تشير إلى الاتجاه فقط)

ويمكن إعادة كتابة المعادلة (53) كالآتي:

$$I = I_{\max} \sin \theta \dots\dots (54)$$

حيث I_{\max} عبارة عن القيمة العظمى للتيار المتردد خلال دورة كاملة، وبالتالي:

$$I = \frac{\mathcal{E}_{\max}}{R} \dots\dots (55)$$

وتمثل المعادلة (53) القيمة اللحظية للتيار المتردد عند زمن (t) وزاوية (θ)، ويعبر عنه بيانياً بدالة جيبية ، وبالتالي فإن التيار المتردد الجيبي هو التيار الذي تتغير قيمته لحظياً كدالة جيبية ويتغير اتجاهه كل نصف دورة.

يشيع استخدام التيار المتردد في الحياة العملية وذلك بسبب ما ينفرد به من خواص لا تتوفر في التيار المستمر منها: (1) سهولة توليده باستخدام المولد الكهربائي. (2) سهولة الحصول على فرق الجهد المطلوب باستخدام المحولات. (3) سهولة نقله بكفاءة عالية باستخدام المحولات. (4) سهولة تحويله إلى تيار كهربائي مستمر بواسطة المقومات.

وأن أقصى جهد يمكن أن ينتجه المولد يكون عندما تكون الزاوية ($\theta = \omega t = 90^\circ$)

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة في المولد الكهربائي

عندما يدور الملف تتولد في السلك ab والسلك cd قوة دافعة كهربائية محتثة تتعين من العلاقة :-

$$\varepsilon = -BLv \sin \theta$$

$$\varepsilon = -2BLv \sin \theta = -2BLwr \sin \theta$$

$$v = wr$$

حيث أن w و v يمثلان السرعة الخطية والزاوية للملف، على الترتيب. وبما أن مساحة الملف $(2Lr)$ ، إذن فإن القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الكلية ولعدد N من اللفات تأخذ الصيغة الرياضية التالية :

$$\varepsilon = -NBAw \sin \theta \quad \dots (56)$$

سوف نشير الى بعض الملاحظات وهي :

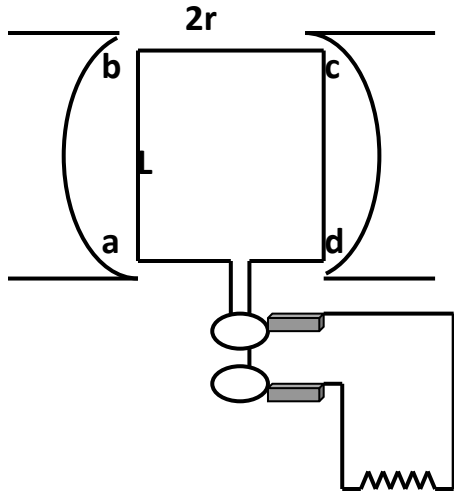
1- السرعة الزاوية هي الزاوية التي يمسخها نصف القطر في الثانية

$\omega = 2\pi f$ و وحدة قياس السرعة الزاوية (راديان / ثانية) (radian/sec)

2- زاوية الدوران θ هي : $\theta = 2\pi ft$ او $\theta = \omega t$ وتمثل :

- زاوية دوران الملف من الوضع العمودي (وضع الصفر).

- او الزاوية المحصورة بين العمودى على مستوى الملف والمجال.



شكل (46): مخطط توضيحي للمولد الكهربائي.

- - او الزاوية بين العمودى على المجال ومستوى الملف.
- - او الزاوية بين اتجاه سرعة الملف واتجاه كثافة الفيض المغناطيسي.
- 3- التيار المتردد: هو التيار الذى تتغير شدته واتجاهه بصفة دورية مع الزمن .
- 4- اذا كانت زاوية الدوران من وضع الصفر تساوي 90° اى ان الملف مواز للفيض المغناطيسي فان القوة الدافعة الكهربائية فى هذه اللحظة تكون اكبر ما يمكن وتسمى النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة حيث :-

$$\mathcal{E} = NAB\omega \sin \theta$$

$$\mathcal{E}_{\max} = NAB\omega \sin 90$$

$$\mathcal{E}_{\max} = NAB\omega \quad \dots (57)$$

• ويمكن استنتاج ان :

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} \sin \theta \quad \dots (58)$$

• وبالمثل يمكن ايجاد شدة التيار المحتث اللحظى من العلاقة :-

$$I = I_{\max} \sin \theta \quad \dots (59)$$

• 5- إذا كانت زاوية الدوران من وضع الصفر تساوي 45° درجة فان:-

• قيمة القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الناتجة حينئذ تسمى بالقيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية

المحتثة \mathcal{E}_{eff} حيث أن :

$$\mathcal{E} = NAB\omega \sin 45$$

$$\mathcal{E}_{eff} = \mathcal{E}_{max} \sin 45$$

$$\mathcal{E}_{eff} = \mathcal{E}_{max} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\mathcal{E}_{eff} = \mathcal{E}_{max} \times 0.707 \quad \text{..... (60)}$$

• وبالمثل يمكن إيجاد شدة التيار المحتث الفعالة من العلاقة:-

$$I_{eff} = I_{max} \times 0.707 \quad \text{..... (61)}$$

• مثال :

ملف عدد لفاته 5 وابعاده (7 cm X 9 cm) يدور بسرعة زاوية منتظمة مقدارها ($w = 15\pi \text{ rad/sec}$) في مجال مغناطيسي منتظم كثافة الفيض ($B = 0.8 \text{ Wb/m}^2$) احسب : (1) القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة في الملف. (2) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة في الملف بعد مرور زمن مقداره $(\frac{1}{90}) \text{ sec}$ من الموضع الذي كانت فيه قيمتها مساوية صفراً.

الحل:

• (1) الحالة الاولى: نستخدم العلاقة (57)

$$\mathcal{E}_{\max} = NABw$$

• حيث ان \mathcal{E}_{\max} تمثل القيمة العظمى للقوة الدافعة

$$\mathcal{E}_{\max} = 5 \times (0.07 \times 0.09) \times 0.8 \times 15\pi$$

• الكهربائية المحتثة المتولدة في الملف.

$$\mathcal{E}_{\max} = 1.19 \text{ volts}$$

• (2) الحالة الثانية : نستخدم العلاقة (58)

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} \sin \theta = \mathcal{E}_{\max} \sin(wt)$$

$$\mathcal{E} = 1.19 \sin(15\pi / 90) = 1.19 \sin(30)$$

$$\mathcal{E} \approx 0.6 \text{ volts}$$

الخلاصة Summary

- تضمنت المحاضرة النقاط المهمة التالية :
- التعرف على المولد الكهربائي من خلال معرفة :
- - فكرة عمله والتي تعتمد على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية من خلال تدوير ملف كهربائي في وجود مجال مغناطيسي.
- - نظرية المولد الكهربائي تعتمد على قانون الحث الكهرومغناطيسي. بينما نظرية المحرك الكهربائي تعتمد على فكرة حركة السلك الموصل في داخل المجال المغناطيسي.
- عندما يدور الملف فإن ضلعاها الطويلان يقطعان الفيض المغناطيس فيتولد في الملف قوة دافعة كهربائية محتثة والتيار المحتث فتعمل احدى الحلقتين على نقل التيار المحتث الى الدائرة الخارجية عن طريق فرشاة الكرافيت ثم ينتقل التيار المحتث من الدائرة الخارجية الى الحلقة الاخرى عبر فرشاة الكرافيت الاخرى ثم ينتقل التيار الى الملف وهكذا .
- التعرف على التيار المتردد.
- تعريف القيمة الفعالة لكل من القوة الدافعة الكهربائية المحتثة والتيار المحتث.
- مثال .
- اختبار.

Start Formative Assessment