Chapter Three الفصل الثالث

الحث الكهرومغناطيسي

Electromagnetic Induction

Sequence:13

- المقدمة.
- قانون فاراداي.

المقدمة

- إن معظم الأجهزة والآلات الحديثة كالكمبيوتر والغسالة تحتوي في داخلها دوائر كهربائية، ونحن نعلم أن التيار حتى يمر في الدائرة الكهربائية يتطلب قوة دافعة كهربائية يزودنا بها مصدر التيار كالبطارية مثلا. ولكن في الغالبية العظمى من الأجهزة الكهربائية المستخدمة في الصناعة أو في المنزل فإن مصدر القوة الدافعة الكهربائية ليس البطارية وإنما محطات توليد الطاقة الكهربائية. وهذه المحطات تنتج الطاقة الكهربائية عن طريق تحويل أشكال أخرى من الطاقة مثل طاقة الوضع التثاقلية وطاقة المياه والطاقة الكيميائية والطاقة النووية إلى طاقة كهربائية. لكن ما المبدأ الفيزيائي الذي يتم من خلاله إنتاج الطاقة الكهربائية في هذه المحطات؟
- الإجابة هي مبدأ الحث الكهرومغناطيسي الذي تعرضنا له في هذا الفصل الثالث بشيء من التفصيل.

قانون فاراداي

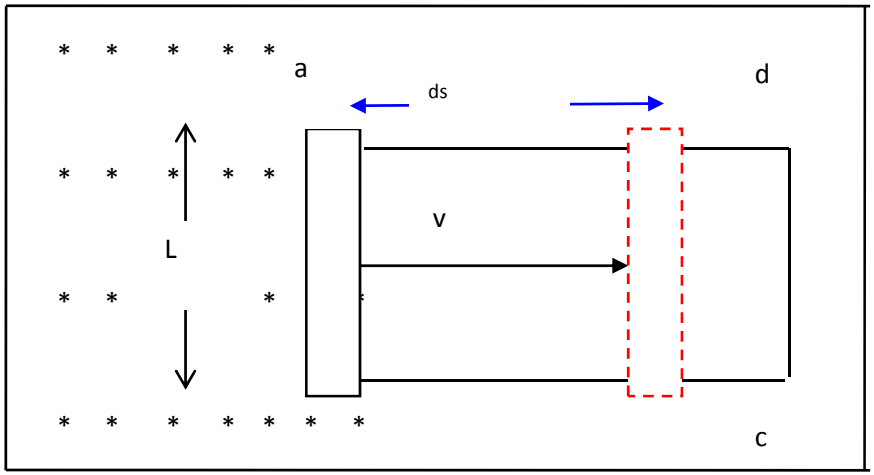
- أن قانون فاراداي للحث يُعد قانوناً تجريبياً لايقل أهمية عن قانون أمبير ويمكن أشتقاقه من قانون حفظ الطاقة.

  سنتطرق في هذه المحاضرة الى وصف تولد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة عن طريق تغير الفيض المغناطيسي أو تغير مساحة الدائرة الكهربائية الكاملة لموصل.

- عندما يقطع موصل خطوط الفيض المغناطيسي تتولد ق.د.ك محتثة في ذلك الموصل.

- " الـ ق.د.ك المحتثة المتولدة في حلقة مقفلة تساوي عددياً المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي المخترق لها". أي أن :

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \qquad \ldots\ldots (13)$$



شكل(25): سلك موصل يتحرك في مجال مغناطيسي على حلقة موصلة.

- فإذا كان طول السلك $l = ab$ وكانت سرعته v وتحرك مسافة dx خلال فترة زمنية dt فإن :

$$dx = vdt$$

وعليه تتغير المساحة المحصورة ضمن الحلقة (dA) الى :

- $$dA = ldx = l(vdt) = lvdt$$
-
- وبتغير الفيض المغناطيسي المخترق للحلقة المقفلة (نستدل عن النقصان بإشارة (-)):

$$d\phi = -(\overline{B} \cdot d\overline{A})$$

$$= -BdA\cos\theta = -Blvdt\ \cos\theta$$

- في حالة $\theta = 0^\circ$ فإن :

$$d\phi = -Blvdt$$

$$\frac{d\phi}{dt} = -Blv \qquad \text{..... (14)}$$

- لكن $\varepsilon = Blv$ ، وعليه فأن :

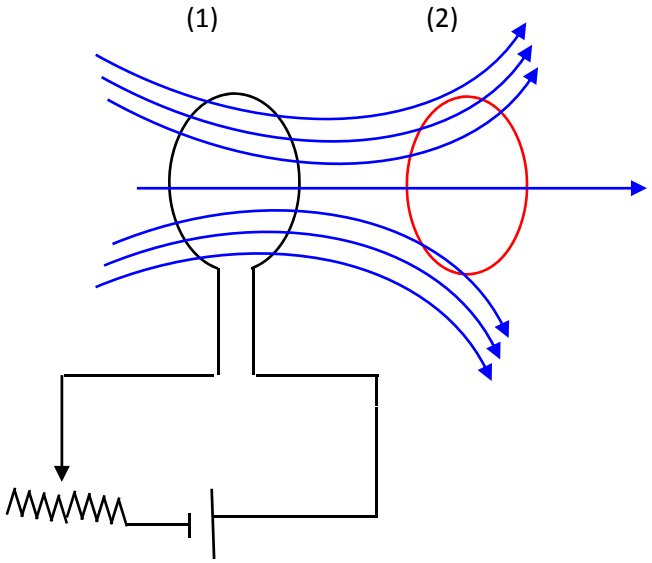
$$\therefore \varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

- يجب أن يكون هناك تغيير في الفيض المغناطيسي لكي تتولد ق.د.ك محتثة. وإذا استبدلت الحلقة بملف عدد لفاته N فان:

$$\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt} \qquad \text{..... (15)}$$

- في الشكل المجاور الدائرة الكهربائية (2) لا تتحرك في الفيض الذي
- تولده الدائرة الكهربائية (1) فعليه لا تتكون ق.د.ك محتثة.
- ولكن كلما تغير التيار في الدائرة (1) فان الفيض المغناطيسي
- المخترق للدائرة (2) يتغير، وعليه تظهر ق.د.ك محتثة
- الدائرة (2) نتيجة هذا التغير في الفيض المغناطيسي وتكون قيمتها :

$$\therefore \varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$



شكل(26): دائرة كهربائية (1) يقطع فيضها المغناطيسي الدائرة الكهربائية (2)

- **وبما ان الفيض المغناطيسي يعطى بالعلاقة التالية :** $\phi = \int B \cos \varphi dA$
- **اذن القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الناتجة تأخذ الصيغة الرياضية التالية :**

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\int \frac{d(B\cos\varphi)}{dt} dA$$

- **اذن التغير في الفيض المغناطيسي يحدث بإحدى الطريقتين :**
- **1) عند تحريك موصل ، وعليه تحسب الـ ق.د.ك المحتثة من العلاقة التالية (في دائرة ثابتة):** $\varepsilon = Blv$
- **او بصورة عامة:**

$$\varepsilon = Blv \sin\theta \cos\varphi \quad \text{..... (16)}$$

- **2) او نتيجة تغير قيمة او اتجاه الحث خلال الدائرة الثابتة، والـ ق.د.ك المحتثة الناتجة في مثل هذه الحالة تحسب من العلاقة التالية:**
-

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\int \frac{d(B\cos\varphi)}{dt} dA \quad \text{..... (17)}$$

- **مثـــــــال (1) :**

- **في الشكل رقم (26) ولتيار معين في الدائرة الكهربائية (1) يكون الفيض المخترق للدائرة الكهربائية (2) مقداره 5×10^{-4} ويبر. وعند فتح الدائرة الكهربائية (1) يهبط الفيض إلى الصفر في 0.001 ثانية. ما معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الدائرة الكهربائية (2).**

- **الحـــــــــــل:**

- **المعدل الزمني في الفيض في الدائرة الكهربائية (2) يساوي :**

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=\frac{5\times10^{-4}}{0.001}=0.5\ \ Wb\ /\sec$$

- **وعليه فان الـ : ق.د.ك المحتثة تساوي 0.5 فولت**

- **مثـــــــال (2) :**

وضع ملف مقاومته 100 اوم في مجال مغناطيسي شدته 1 ملي ويبر . فإذا كانت عدد لفات الملف تساوي 100 لفة، وقد ربط معه على التوالي كلفانومتر مقاومته 400 اوم. جد معدل القوة الدافعة الكهربائية والتيار عندما يتحرك الملف خلال 0.1 ثانية من هذا المجال إلى مجال آخر شدته 0.2 ملي ويبر.

- **الحـــــــــــل: القوة الدافعة الكهربائية المحتثة لملف عدد لفاته N تعطى بالمعادلة رقم (15) التالية :**

$$\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt}$$

- **وبما أن التغير بالفيض والزمن هو :**

$$d\phi = 1 - 0.2 = 0.8mWb = 0.8\times10^{-3}Wb$$

$$dt = 0.1\sec \quad \& \quad N = 100$$

- **اذن الـ ق.د.ك المحتثة تساوي :**

$$\therefore \varepsilon = -100\times\frac{-0.2\times10^{-3}}{0.1} = 0.8volt$$

- **بما إن المقاومة الكلية = 500=400+100 أوم ،**
- **إذن التيار المحتث يساوي :**

$$\therefore I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.8}{500} = 1.6\times10^{-3}\ amp. = 1.6\,m\,amp.$$

الخلاصة Summary

- **تضمنت المحاضرة النقاط المهمة التالية :**
- **تعريف قانون فارادي :**

" الـ ق.د.ك المحتثة المتولدة في حلقة مقفلة تساوي عددياً المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي المخترق لها".

- **التغير في الفيض المغناطيسي يحث بإحدى الطريقتين :**

1) عند تحريك موصل في جال مغناطيسي.

2) نتيجة تغير قيمة او اتجاه الفيض المغناطيسي خلال الدائرة الثابتة.

- **أن زيادة عدد لفات الملف الذي يقطع خطوط المجال المغناطيسي يؤدي الى زيادة الـ ق.د.ك وبالتالي تزداد شدة التيار المار في الملف.**
- **مثـــــال (1):**
- **مثـــــال (2):**
- **أختبـــار.**