Chapter Three الفصل الثالث

الحث الكهرومغناطيسي

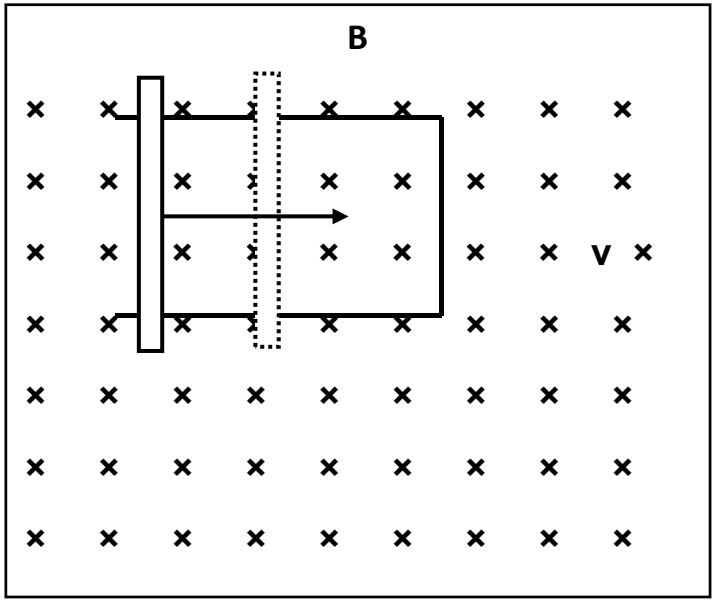
Electromagnetic Induction

Sequence:14

- المقدمة.
- قانون لنـــز.

المقدمة

- يطبق قانون لنز لتحديد اتجاه التيار المتولد بالحث الكهرومغناطيسي في مواقف متعددة بما في ذلك القوة الدافعة الكهربائية الحركية. ويستخدم قانون فاراداي وقانون لنز لحل المسائل المتعلقة بالقوة الدافعة الكهربائية المحتثة والتيار الحثي.
- لاحظنا أن طاقة كهربائية تتولد في دائرة مغلقة إذا تحركت أفقياً في مجال مغناطيسي يقطع مساحتها كما هو ملاحظ في الشكل السابق رقم (22). أننا نعلم أنه لايبذل شغل ضد الجاذبية عندما يتحرك جسم أفقياً فكيف تتولد أذن هذه الطاقة؟
- والجواب على هذا السؤال يمكن في تطبيق قانون لنز الذي
- ينص على أن الـ ق.د.ك المحتثة تكون بإتجاه بحيث تضـاد
- التغير الذي يحصل في الفيض المغناطيسي الذي ولدها.
- فعندما تبدأ الدائرة المغلقة أو الجسم بالحركة الذي هو
- جزء من دائرة مغلقة كما هو موضح في الشكل المجاور
- تتولد مباشرة قوة مضادة للحركة حسب قانون لنز،

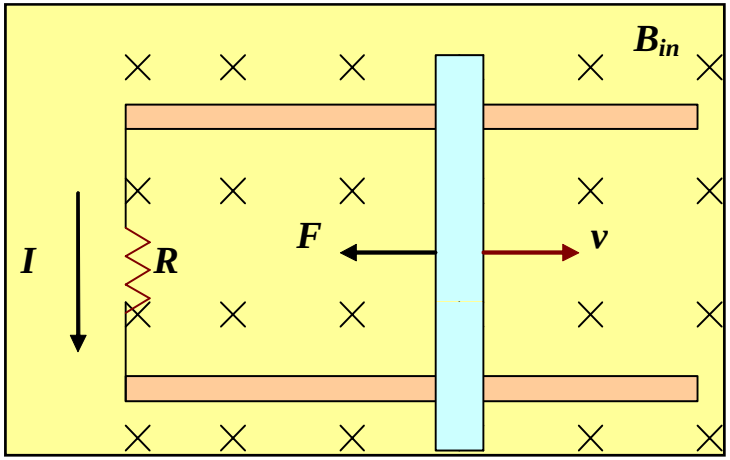


شكل(27): سلك موصل يتحرك في مجال مغناطيسي على حلقة موصلة.

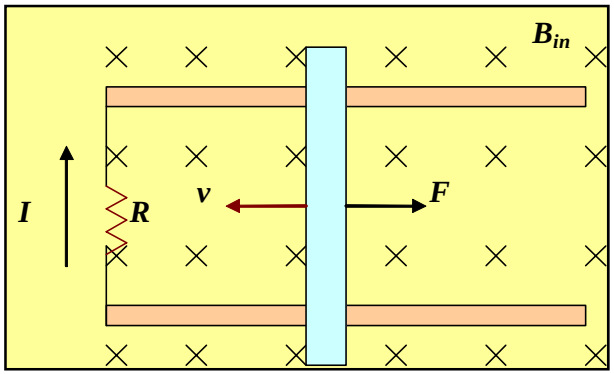
- **وإذا أردنا أن نجعل الجسم يتحرك بسرعة منتظمة (v) علينا أن نسلط قوة تساوي بالمقدار وتعاكس بالاتجاه القوة المتولدة هذه (إذا أردنا أن نبقي الجسم متحركاً بهذه السرعة المنتظمة). إن هذه القوة تنجز شغلاً عندما يتحرك الجسم بصورة أفقياً فيتحول بالتالي إلى طاقة كهربائية. والخلاصة أن قانون لنز يستخدم لتعيين اتجاه التيار المحتث في دائرة مغلقة كما ان الطاقة محفوظة فالتيار المحتث يكون بعكس اتجاه المسبب او المؤثر الذي ولدهُ.**
- **هذا المسبب الذي نحنُ بصدده هنا هو أما من حركة الجسم في مجال مغناطيسي أو من التغير الحاصل في الفيض المغناطيسي القاطع لدائرة مغلقة ساكنة.**
- **ففي الحالة الأولى تكون حركة الجسم قد ولدت مجالاً مغناطيسياً يتفاعل مع المجال الأصلي لتسليط قوة على الجسم معاكة لحركته.**
- **وفي الحالة الثانية يكون التيار المحتث المتولد في الدائرةالمغلقة قد ولد مجالاً حول نفسهُ يعاكس المجال الأصلي الذي تولد منهُ إذا كان الاخير متزايداً او مع المجال الاصلي إذا كان هذا المجال متناقصاً. وبهذا فأن التغير الحاصل في الفيض هو الذي يضاد وليس الفيض الأصلي نفسه.**

قانون لنــز Lenz's law

- ينص قانون لنز على أن " التيار المحتث يكون بالاتجاه الذي يعاكس التغير الذي نتج عنه هذا التيار"
- وهكذا فأن التيار المحتث يكون إتجاهه بحيث أن تأثيره يكافىء قوة الاحتكاك في الميكانيك التي تعاكس الحركة دوماً وبأي إتجاه كانت.
- نفترض مجالا مغناطيسيا خارجيا في اتجاه الصفحة للداخل كما هو موضح في الشكل (28) بعلامة x. عند تحريك السلك الموصل إلى اليمين يزداد الفيض المغناطيسي داخل الدائرة مع الزمن لأن المساحة تزداد. وحسب قانون لنز ينشأ تيار حثي بحيث تنشأ قوة تقاوم حركة السلك إلى اليمين لتمنع الزيادة في الفيض المغناطيسي في الدائرة، وعليه يكون اتجاه التيار الحثي
- عكــس عقــارب الساعــة، لهذا يــكون اتــجاه المجال
- المغناطيسي الناشىء عن هذا التيار في اتجاه خارج من
- الصفحة عكس المجــال الخارجي) ليقــاوم الزيــادة فــي
- الفيض المغناطيسي.

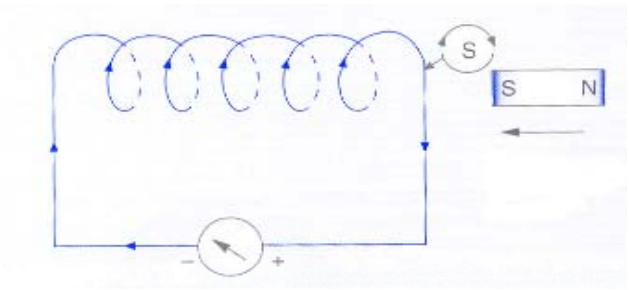


شكل(28): سلك موصل يتحرك نحو اليمين في مجال مغناطيسي على حلقة موصلة.



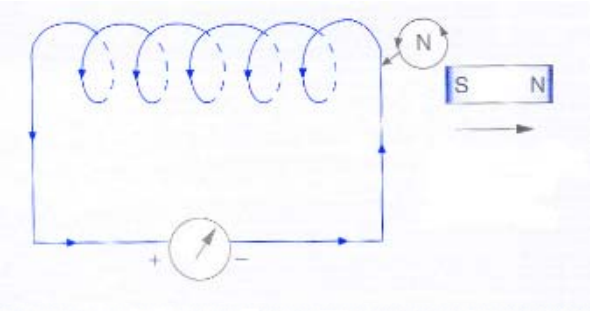
شكل(29): سلك موصل يتحرك نحو اليسار في مجال مغناطيسي على حلقة موصلة.

- إذا تحرك السلك الموصل في المثال السابق إلى اليسار كما في
- الشكل (29) بحيث يقل الفيض المغناطيسي مع الزمن فإن التيار
- الحثي الناتج يكون مع عقارب الساعة بحيث يكون اتجاه
- المجال المغناطيسي الناشئ عنه إلى داخل الصفحة (مع المجال
- المغناطيسي الخارجي) وذلك ليقاوم النقصان في الفيض المغناطيسي .



شكل(30): تقريب المغناطيس من الملف

- ولأجل الاختبار : في الشكل (30) سيكون اتجاه التيار كما
- هو موضح في الرسم؛ حيث أن تقريب المغناطيس من الملف
- سيؤدي إلى زيادة الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف
- فيتولد تيار حثي ينتج مجالاً مغناطيسيًّا يكون اتجاهه بحيث
- يعاكس هذه الزيادة (الملف يحاول إبعاد المغناطيس) ،
- وبالتالي سيكون الملف مغناطيسا قطبه الجنوبي قريب من المغناطيس الأصلي بحيث يحدث تنافر بينه وبين المغناطيس الأصلي ، وباستخدام قاعدة اليد اليمنى الثانية تم تحديد اتجاه التيار ليكون كما بالشكل الموضح.



شكل(31): سحب المغناطيس عن الملف

- في الشكل (31) سيكون اتجاه التيار كما هو موضح في الرسم؛ حيث
- إن سحب المغناطيس عن الملف سيؤدي إلى نقص الفيض المغناطيسي
- الذي يخترق الملف فيتولد تيار حثي ينتج مجالا مغناطيسيًّا يكون اتجاهه
- حيث يعاكس هذا النقص (الملف يحاول تقريب المغناطيس)، وبالتالي
- سيكون الملف مغناطيساً قطبه الشمالي قريب من المغناطيس بحيث يحدث تجاذب بينه وبين المغناطيس الأصلي، وباستخدام قاعدة اليد اليمنى الثانية تم تحديد اتجاه التيار ليكون كما بالشكل الموضح.

- وعليه فأن قانون لنز يمكن منه تحديد اتجاه الـ ق.د.ك المحتثة وكذلك التيار الحثي الناشئ عن الحث الكهرومغناطيسي. وبالتالي تحديد إشاراتهم سواء موجبة أم سالبة وينص القانون الذي أوجده هنريك لنزعام 1834 على ما يلي:
- «أن تغيير الفيض المغناطيسي داخل حلقة من موصل يؤدّي إلى تولد ق.د.ك محتثة والتي ينشىء عنها التيار الحثي الذي من خلاله يتولد حقلاً مغناطيسياً يعاكس الفيض المغناطيسي المسبب له»
- بمعنى أن الـ ق.د.ك المحتثة والفيض المغناطيسي متعاكسان في الإشارة مما يعني أن قانون لنز في مجمله هو فقط مجرد إضافة إشارة سالبة إلى قانون الحث لفاراداي وهذه الاشارة تحدد قطبية الـ ق.د.ك محتثة المتولدة من تغير المجال المغناطيسي

- **مثـــــــال :**

ملف حلزوني عدد لفاته (200) لفة في السنتيمتر ويحمل تياراً شدته (1.5) أمبير ونصف قطر الملف (1 cm) وضع عند مركزه ملف مكون من عشر لفات لها نفس القطر بحيث يكون المجال المغناطيسي موازياً لمحور الملف الأخير، فأذا أنقص التيار في الملف الحلزوني إلى الصفر ثم أزداد في الاتجاه المضاد ليصل إلى (1.5) أمبير بمعدل مرة كل (0.05) ثانية فما مقدار الـ ق.د.ك المحتثة في الملف أثناء تغير التيار؟

- **الحـــــــل: يجب حساب الفيض المغناطيسي اولا من العلاقة التالية :**

$$\phi = B\,A = (\mu_o\, In)(\pi r^2)$$

- **بعد حساب كلا من المجال المغناطيسي B ومساحة مقطع**
- **الملف A .**

$$\phi = (4\pi \times 10^{-7} \times 1.5 \times 200)(\pi \times 10^{-4})$$

$$\phi = 1.2 \times 10^{-5} Wb$$

- **ثم نجد التغير بالفيض المغناطيسي خلال الفترة الزمنية**
- **0.05 ثانية . ونضاعف النتيجة**

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{1.2 \times 10^{-5} - (-1.2 \times 10^{-5})}{0.05}$$

$$\frac{d\phi}{dt} = 4.8 \times 10^{-4}\ \ volt$$

- **بالضرب ب N=10 (عدد لفات الملف 2)، لنحصل على**
- **مقدار الـ ق.د.ك المحتثة في الملف أثناء تغير التيار والتي تساوي :**

$$\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt} = -4.8\ \ mvolts$$

الخلاصة Summary

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

" التيار المحتث يكون بالاتجاه الذي يعاكس التغير الذي نتج عنه هذا التيار"

- **التيار المحتث يكون بعكس اتجاه المسبب او المؤثر الذي ولدهُ.**
- **هذا المسبب هو أما من حركة الجسم في مجال مغناطيسي أو من التغير الحاصل في الفيض المغناطيسي القاطع لدائرة مغلقة ساكنة.**
- **أن الـ ق.د.ك المحتثة والفيض المغناطيسي متعاكسان في الإشارة مما يعني أن قانون لنز في مجمله هو فقط مجرد إضافة إشارة سالبة إلى قانون الحث لفاراداي وهذه الاشارة تحدد قطبية الـ ق.د.ك محتثة المتولدة من تغير المجال المغناطيسي..**
- **مثـــــال**
- **أختبـــار.**