

Chapter Three الفصل الثالث

الحث الكهرومغناطيسي

Electromagnetic Induction

Sequence:16

- المقدمة.
- الحث الذاتي.

المقدمة

- جوزيف هنري هو عالم ومهندس ومكتشف أمريكي ولد في نيويورك عام 1797 م أكمل دروسه العلمية كمهندس ثم اتجه نحو العلوم الفيزيائية فبرع في هذا النطاق من اشهر أعماله قام باكتشاف المغناطيس الكهربائي عام 1728 م ، وكذلك اكتشاف الحث الذاتي عام 1832 م بعد أن اكتشف فاراداي ظواهر الحث الكهرومغناطيسي بسنة واحدة في عام 1831م .
- ذكرنا في المحاضرة رقم 11 السابقة (الحث الكهرومغناطيسي - فاراداي) أن التيار ينشئ في الدائرة الكهربائية عندما يتغير التدفق المغناطيسي خلال الدائرة مع الزمن. وفي هذه المحاضرة سنتعرف على الحث الذاتي الذي ينشئ في الدائرة نفسها عند غلق أو فتح الدائرة الكهربائية ، أو ينشئ في دوائر التيار المتردد حيث أن التيار يتغير باستمرار مع الزمن .
- تعريف الحث الكهرومغناطيسي الذاتي :هو تولد قوة محرّكة كهربائية تأثيرية في ملف عند تغير شدة التيار في الدائرة .

الحث الذاتي Self Induction

• إذا كان هناك ملف من مادة موصلة ويمر خلاله تيار فسيتولد مجال مغناطيسي وبالتالي فيضاً مغناطيسياً مختزقاً للملف نفسه. فإذا تغير التيار تغير الفيض المختزق له فتتولد ق.د.ك محتثة يعين اتجاهها حسب قانون لنز.

• لما كان اختراق الفيض المغناطيسي ϕ خلال N لفة في ملف يتناسب طردياً مع التيار I المار في الملف وكذلك مع

مساحة المقطع وعدد اللفات وشكل الملف والتركيب الهندسي : $\phi = kI$

• وعليه فإن : $\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} = -kN \frac{dI}{dt}$

$$\therefore \varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

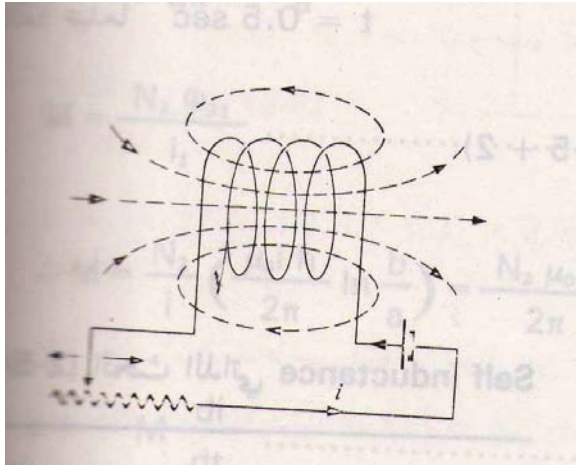
• حيث أن L يمثل معامل الحث الذاتي للملف ويعتمد على التريكيب الهندسي وعلى

• وجود المواد الفيرومغناطيسية. أما وحداته فهنري. ويعرف بأنه " الق.د.ك

شكل (33): الحث الذاتي لملف .

• المحتثة المتولدة في الملف عندما يتغير التيار المار فيه بمعدل هي أمبير واحد في الثانية ."

• أذن قيمة L هنري واحد عندما تتولد ق.د.ك محتثة مقدارها واحد فولت نتيجة تغير التيار بمعدل أمبير واحد في الثانية.



$$N \frac{d\phi}{dt} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow N\phi = LI + C$$

• حيث أن C كمية ثابتة. فعندما التيار يساوي صفر فإن الفيض المغناطيسي يساوي صفرًا أيضاً وعليه فإن

$$N\phi = LI$$

قيمة الثابت $C=0$ ، ومنه نحصل على :

$$L = \frac{N\phi}{I}$$

• وكذلك يمكن تعريف الحث الذاتي بأنه (ويبر * لفة / أمبير).

• اعتبر دائرة كهربائية مكونة من بطارية ومقاومة ومفتاح كهربائي كما في الشكل (34)، عند غلق المفتاح فإن

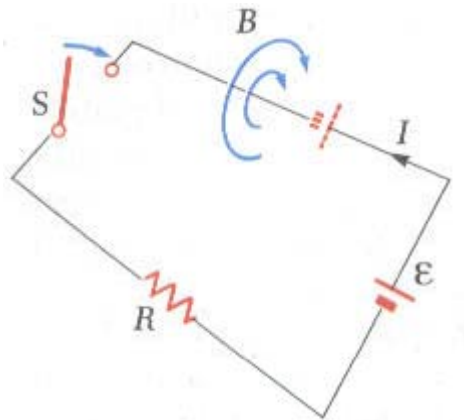
التيار المار في الدائرة لن يصل إلى قيمته العظمى فور غلق المفتاح إنما سوف يستغرق بعضاً من الوقت نتيجة

لقانون فاراداي والسبب في ذلك أنه عند غلق المفتاح في الدائرة الكهربائية

• يحدث ما يلي:

• يزداد التيار المار في الدائرة مع الزمن.

• يزداد الفيض المغناطيسي خلال الدائرة نتيجة لزيادة التيار.

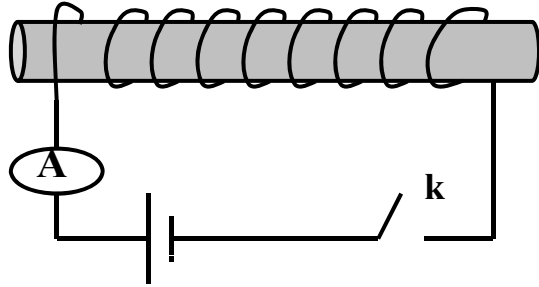


شكل (33): الحث الذاتي لملف .

• الفيض المتزايد يؤدي إلى توليد قوة دافعة كهربائية في الدائرة ليعاكس الزيادة في الفيض المغناطيسي(قانون لنز).

• هذه القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الدائرة تعمل عكس اتجاه التيار الأصلي، وهذا نتج عن الزيادة في الفيض المغناطيسي نتيجة لزيادة التيار عند غلق المفتاح. وهذا التأثير في الدائرة يعرف باسم التأثير الحثي الذاتي self induction .

• أيضا يمكن تعريف الحث الذاتي لملف بأنه التأثير الكهرومغناطيسي الحادث في نفس الملف اثناء تغير شدة التيار فيه زيادة او نقصا لمقاومة هذا التغير. ويلاحظ أنه :-



شكل (34): الحث الذاتي لملف .

• عند لحظة غلق المفتاح لا ينحرف المؤشر الى قيمته العظمى مباشرة

• لتولد قوة دافعة كهربائية عكسية بالحث الذاتي . وتفسير ذلك :

• عند مرور التيار من البطارية في اللفة الاولى فانه يتولد فيها مجال

• مغناطيسي يقطع اللفات المجاورة فيتولد فيها تيار محتث عكسي يقاوم التغير الحادث .

• عند لحظة فتح المفتاح لا يصل المؤشر الى الصفر مباشرة لتولد قوة دافعة كهربائية محتثة بسبب الحث الذاتي

• وقد تحدث شرارة كهربائية عند موضع فتح الدائرة(المفتاح) .

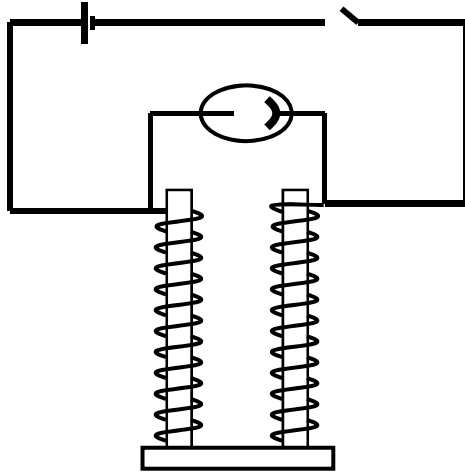
• ويمكن توضيح ذلك بما يلي :

- عند انقطاع التيار الكهربائي في دائرة الملف يؤدي الى تلاشي المجال المغناطيسي في لفات الملف فيتغير المعدل الزمني الذي تقطع به كل لفة خطوط الفيض فتتولد فيها قوة دافعة كهربائية محتثة و تيار محتث يكون اتجاهه في نفس اتجاه التيار الاصلى.

تطبيق على ظاهرة الحث الذاتى

مصباح النيون

- كيف يعمل مصباح الفلورسنت : يتم تفريغ الطاقة المغناطيسية المخزنة في الملف في انبوبة مفرغة من الهواء والتي بها غاز خامل تتصادم ذرات الغاز الخامل مع بعضها مما يؤدي الى تأينها وتتصادم الايونات مع سطح الانبوبة الداخلى والمطلى بالمادة الفلورسكية مما يؤدي الى انبعاث الضوء المرئى.



- فى الشكل (35) المجاور ماذا يحدث عند :-

1- لحظة غلق المفتاح .

2- لحظة فتح المفتاح .

- 1- لا يضىء المصباح لتولد قوة دافعة كهربائية عكسية بالحث الذاتى لاتستطيع
- ان تؤين غاز النيون داخل المصباح.

شكل (35): مصباح نيون .

- 2- يضيء المصباح لحظيا لتولد قوة دافعة كهربائية طردية بالحث الذاتي تستطيع ان تؤين غاز النيون داخل المصباح وقد تتولد شرارة كهربائية عند موضع القطع وذلك لان القوة الدافعة الكهربائية الطردية تستطيع ان تؤين الهواء عند موضع القطع عند المفتاح.
- لابد من الإشارة إلى أن مصباح النيون الى جهد مقداره 180 فولت لكي يتوهج لذلك فإن :
- 1- القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الطردية اكبر من او تساوى 180 فولت لذلك عملت على اضاءة المصباح.
- 2- القوة الدافعة الكهربائية المحتثة العكسية اقل من 180 فولت لذلك لم تستطع اضاءة المصباح .

• حساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة في الملف بالحث الذاتي

• يمكن حسابها بطريقتين :-

• 1- باستخدام قانون فاراداي :

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

• 2- بمعرفة معامل الحث الذاتي للملف :

$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

- أن معامل الحث الذاتي هو القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة في الملف عندما يتغير شدة التيار المار فيه بمعدل واحد امبير في الثانية . اما وحدات قياس معامل الحث الذاتي هي :

- فولت.ثانية / امبير $V.S / A$ او اوم.ثانية $\Omega.S$ او هنرى H
- ويعرف الهنرى :
- بأنه معامل الحث الذاتى لملف عندما يتولد فى الملف قوة دافعة كهربائية مقدارها واحد فولت عندما يتغير شدة التيار المار فيه بمعدل واحد امبير فى الثانية .
- العوامل التى يتوقف عليها معامل الحث الذاتى لملف
- 1- وجود قلب حديدى داخل الملفين.
- 2- حجم وعدد لفات الملفين.
- 3-المسافة الفاصلة بين الملفين
- من تطبيقات الحث الكهرومغناطيسى
- 1- ملف رومكورف والذى يستخدم كملف اشعال فى الآت الاحتراق الداخلى كالسيارات.
- 2- الدينامو والذى يستخدم فى تحويل الطاقة الحركية الى طاقة كهربية .
- 3- ينعلم الحث الذاتى لملف عندما يلف لفا مزدوجا حيث يلغى الحث الناتج عن مرور التيار الكهربائى فى اى لفة الحث الناتج عن مروره فى اللفة المجاورة

• مثال :

جد معامل الحث الذاتي لملف اسطواني طوله l وعدد لفاته N ومساحة مقطعه A .

الحل:

• عند مرور تيار مقداره I في الملف يتولد مجال مغناطيسي :

$$\therefore B = \mu_o In = \mu_o I \frac{N}{l}$$

$$\therefore \phi = BA = \left(\frac{\mu_o IN}{l} \right) A$$

$$\therefore L = \frac{N\phi}{I} = \frac{\mu_o IN^2}{l I} A$$

$$\therefore L = \frac{N^2 \mu_o A}{l}$$

• أي أن معامل الحث الذاتي يعتمد على الثوابت μ_o , A , l , N أي على التركيب الهندسي ونوع الوسط.

الخلاصة Summary

- تضمنت المحاضرة النقاط المهمة التالية :
- تعريف ظاهرة الحث الذاتي : “بأنه التأثير الكهرومغناطيسي الحادث في نفس الملف اثناء تغير شدة التيار فيه زيادة او نقصا لمقاومة هذا التغير”
- تعريف معامل الحث الذاتي بأنه لقوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة في الملف عندما يتغير شدة التيار المار فيه بمعدل واحد امبير في الثانية . اما وحدات قياس معامل الحث الذاتي هي الهنري .
- العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث الذاتي لملف هي التركيب الهندسي وعلى وجود المواد الفيرومغناطيسية.
- اخذ تطبيق على ظاهرة الحث الذاتي وهو مصباح النيون
- مثال
- أختبار.