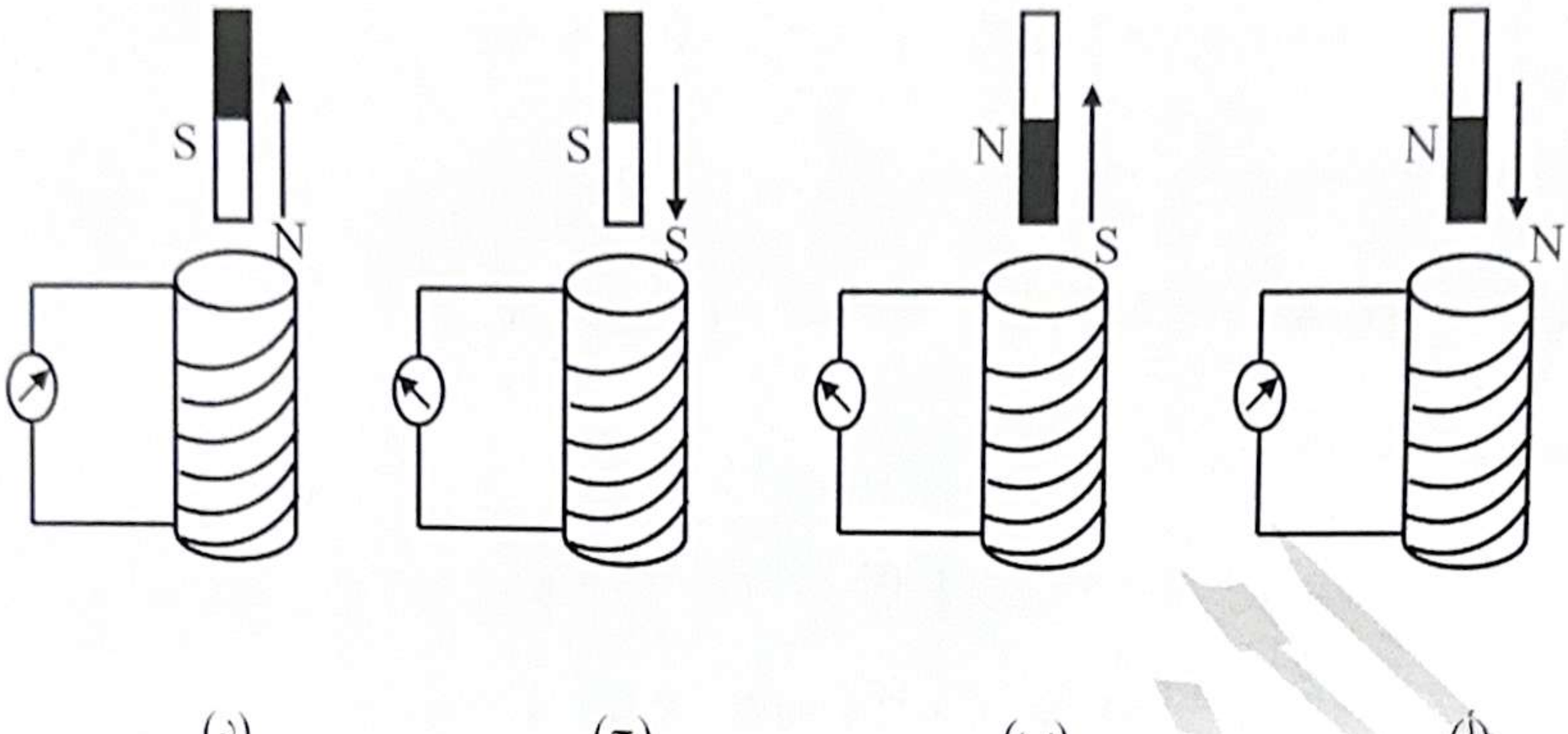
** تفسير قاعدة لـنز:



(أ) (ب) (ج) (د)

** من الرسم نلاحظ في حالة (أ، ب):-

أ ـ عند تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من الملف يتولد به قوة دافعة حثية تجعل اللفة العليا تمثل قطب شمالي فتقاوم (تتنافر مع) إدخال المغناطيس من جهة قطبه الشمالي.

ب ـ عند إخراج المغناطيس من الملف يتولد قوة دافعة كهربائية حثية في إتجاه مضاد للحالة الأولى فتجعل اللفة العليا تمثل قطب جنوبي فتعوق خروج المغناطيس من الملف (يحدث تجاذب).

* يحدث نفس الشيء في حالة (ج، د) ولكن من جهة القطب الجنوبي ونلاحظ ذلك من إنحراف مؤشر الجلفانومتر.

*الاستنتاج:

قاعدة لـنز ... تنص على إنَّ:

"إتجاه القوة الدافعة الكهربائية المستحثة بحيث يعطي فيضاً مغناطيسياً يعاكس التغير في الفيض المغناطيسي المسبب له" .

*مثال:

ملف حلزوني عدد لفاته 200 لفة في السنتيمتر ويحمل تياراً شدته 1.5 A وقطر الملف 2 cm وضع عند مركزه ملف مكون من عشر لفات لها نفس القطر بحيث يكون المجال المغناطيسي موازياً لمحور الملف الأخير، فإذا قل التيار في الملف الحلزوني إلى الصفر ثم إزداد في الإتجاه المضاد ليصل إلى 1.5 A بمعدل مرة كل 0.05 من الثانية، فما مقدار القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية في الملف الصغير أثناء تغير التيار؟

** الحـــل:

$$n = 200,\ I = 1.5\ A,\ r = 1\times 10^{-2}\ m,\ N = 10$$

نحسب أولاً قيمة الحث المغناطيسي داخل الملف الحلزوني (B):

$$\mathbf{B = \mu_o . n . I = 4\pi \times 10^{-7} \times 200 \times 1.5 = 3.8 \times 10^{-2}\ \ Wb/m^2}$$

ثم نحسب مساحة مقطع الملف (S):

$$S = \pi\, r^2 = \pi\,(1\times 10^{-2})^2 = 3.14 \times 10^{-4}\ m^2$$

$$\varphi = B.S = 3.8\times 10^{-2} \times 3.14 \times 10^{-4} = 1.2 \times 10^{-5}\ \ Wb$$

هذا الفيض يتغير إلى (-1.2×10^{-5} Wb) خلال 0.05 ثانية وبالتالي يكون:

$$\frac{\mathbf{d\varphi}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{1.2\times 10^{-5} - (-1.2\times 10^{-5})}}{\mathbf{0.05}} = \mathbf{4.8\times 10^{-4}}\ \ \mathbf{V}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = -\mathbf{N}\frac{\mathbf{d\varphi}}{\mathbf{dt}} = \mathbf{-10\times(4.8\times 10^{-4}) = -4.8\times 10^{-3}}\ \ \mathbf{V}$$

***واجب بيتي:**

1- سلك مستقيم طوله 10 سم يتحرك في مستوى أفقي بسرعة 2 م/ث خلال مجال مغناطيسي رأسي فإذا كانت كثافة الفيض 0.1 تسلا، إحسب القوة الدافعة الكهربائية المستحثة.

2- ملف مكون من 1000 لفة يتصل طرفاه بجلفانومتر مقاومته 4 اوم وضع الملف داخل فيض مغناطيسي عمودياً عليه قيمته 0.005 ويبر. أحسب متوسط شدة التيار الكهربائي الحثي المار في الجلفانومتر إذا زاد الفيض المغناطيسي إلى 0.0075 ويبر في زمن قدره 0.25 ثانية علماً بأنَّ مقاومة الملف 6 اوم.

3- ملف عدد لفاته 100 لفة موضوع عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم فيضه المغناطيسي 0.002 ويبر فإذا قلب الملف في زمن قدره 0.2 ثانية. أوجد متوسط القوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة في الملف.

الكهربائية والمغناطيسية

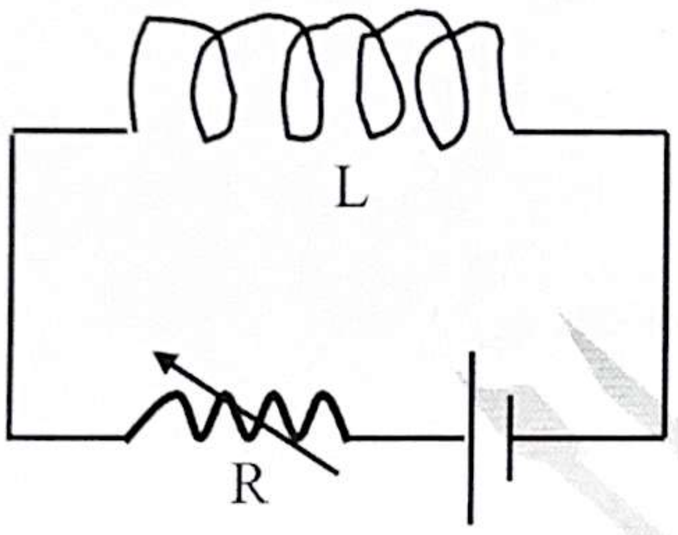
*الحث الذاتي للملف

** تعريف:

[هو التأثير الكهرومغناطيسى الحادث في نفس الملف عند تغير شدة التيار به].

** التفسير:

إذا مر تيار شدته (I) في ملف عدد لفاته (N) لفة وكان التيار ثابتاً ثم تغيرت شدته بواسطة مقاومة متغيرة كما في الشكل فإن التغير في التيار يؤدي إلى تغير الفيض المغناطيسي (φ) داخل هذا الملف نفسه وبهذا تتولد في الملف ذاته قوة دافعة كهربائية تأثيرية (حثية) ذاتية عكسية (ε) تقاوم التغير المسبب لها طبقاً لقاعدة لنز .....



** بمعنى إن كل لفة تؤثر على اللفة المجاورة في

نفس الملف فتكون المحصلة قوة دافعة حثية

تعتمد على تغير التيار في الملف.

* فإذا زاد التيار الأصلي فيكون القوة الدافعة الحثية

عكسية بينما عند تناقص التيار يتولد قوة دافعة حثية طردية في الملف

** **الخلاصـة:**

القوة الدافعة الحثية العكسية أو الطردية المتولدة بالحث الذاتي تعمل على تأخير نمو وأضمحلال التيار الكهربائي في الملف.

* وأيضاً يمكن التأكد من إنَّ الفيض المغناطيسي المتولد يتناسب طردياً مع شدة التيار الكهربائي ...

أي إنَّ: $\varphi \alpha I$ ومنها يكون: $\varphi = K.I$ ويمكن أن تكون: $\frac{d\varphi}{dI} = K$

حيث (K) ثابت ، (N) عدد لفات الملف

والقوة الدافعة الكهربائية التاثيرية تبعاً لقانون فاراداي تُعطى بالعلاقة التالية:

$$\varepsilon = -N.\frac{d\varphi}{dt} = -N.\frac{d\varphi}{dI}.\frac{dI}{dt} = -N.K.\frac{dI}{dt}$$

والقيمة (N.K) تسمى معامل الحث الذاتي (L)

وله وحدة قياس تسمى (هنري = فولت. ثانية / أمبير)

أي إنَّ العلاقة تصبح:..... $\boxed{\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}}$

وبمقارنة هذه المعادلة بمعادلة فاراداي ينتج ما يلي:.... $N\frac{d\varphi}{dt} = L\frac{dI}{dt}$

وبإجراء التكامل ينتج: $N\int d\varphi = L\int dI$ ومنها يكون: $N.\varphi = L.I + const.$

والثابت يساوي صفر عند الشروط الأولية فتكون العلاقة هي:... $\boxed{\mathbf{L} = \frac{\mathbf{N}.\varphi}{\mathbf{I}}}$

**** معامل الحث الذاتي لملف حلزوني طويل**

من المعروف إنَّ قيمة الحث المغناطيسي على محور ملف حلزوني مساحة مقطعه (S) هي:

$$\mathbf{B} = \mu_o\frac{\mathbf{N.I}}{\ell}$$

ويكون الفيض المغناطيسي (φ) الناتج للتيار هو: $S\varphi = \mathbf{B.S} = \frac{\mu_o \mathbf{N.I}}{\ell}$.

وبالتعويض في معادلة معامل الحث الذاتي نحصل على: $\boxed{\mathbf{L} = \frac{\mu_o \mathbf{N^2.S}}{\ell}}$

---

*مثال:

يتكون ملف من 50 لفة ومعامل الحث الذاتي له 6 mH أحسب:

أ) الفيض المغناطيسي إذا كان التيار المار فيه قيمته 12 mA.

ب) القوة الدافعة الحثية إذا كان معدل تغير التيار يساوي 10 mA/s .

*** الحـــل:**

أ) الفيض المغناطيسي (φ) يحسب من المعادلة:...

$$\mathbf{L}=\frac{\mathbf{N}.\varphi}{\mathbf{I}} \quad \text{..... ومنها يكون:}$$

$$\therefore \varphi=\frac{I.L}{N}=\frac{(12\times10^{-3})\times(6\times10^{-3})}{50}=1.44\times10^{-6}Wb$$

ب) القوة الدافعة الحثية:

$$\varepsilon=-L\frac{dI}{dt}=-(6\times10^{-3})\times(10\times10^{-3})=-60\times10^{-6}=-60\mu V$$

***مثال:**

مر تيار كهربائي مقداره 2A في ملف عدد لفاته 400 لفة فحصل على فيض مغناطيسي مقداره 10^{-4} Wb أحسب:

أ) القوة الدافعة الكهربائية المستحثة إذا إنقطع التيار وتوقف تماماً في زمن مقداره 0.08 s .

ب) الحث الذاتي للملف.

*** الحـــل:**

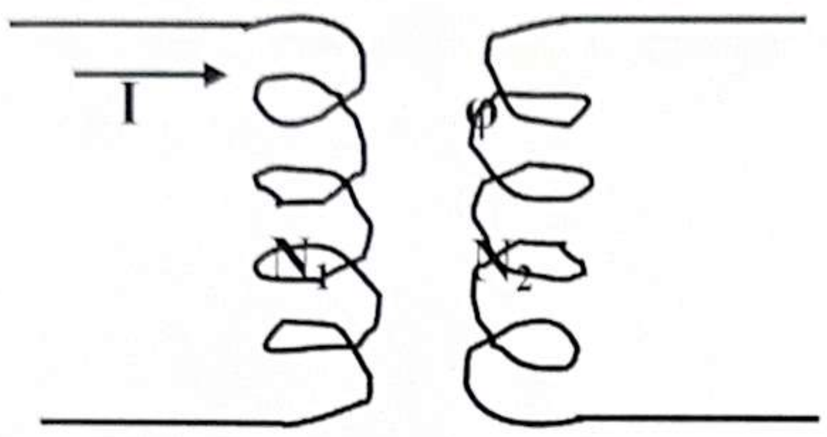
أ) $$\boldsymbol{\varepsilon}=-\mathbf{N}\frac{\mathbf{d}\varphi}{\mathbf{dt}}=\frac{-400(10^{-4}-0)}{0.08}=-0.5V$$

ب) $$\mathbf{L}=\frac{\mathbf{N}.\varphi}{\mathbf{I}}=\frac{400\times10^{-4}}{2}=0.02H$$

الكهربائية والمغناطيسية

*الحث المتبادل

* طريقة أخرى لتوليد قوة دافعة كهربائية مستحثة وتيار كهربائي مستحث في ملف وذلك بإستخدام ملف آخر يمر به تيار كهربائي متغير.



ملف ثانوي **ملف إبتدائي**

* عند تجاور ملفين لهما الشكل الحلزوني، الملف الأول متصل بمصدر لتيار كهربائي متغير ويسمى ملف إبتدائي والملف الآخر تغلق دائرته بجهاز لقياس القوة الدافعة الحثية ويسمى ملف ثانوي

وعند تغير التيار في الملف الإبتدائي يتولد به فيض مغناطيسي يقطع الملف الثانوي ويتولد به قوة دافعة حثية تبعاً لقانون فاراداي.

* وأيضاً يمكن التأكد من إنَّ الفيض المغناطيسي المتولد في الملف الإبتدائي ينتقل إلى الملف الثانوي ويقطعه وهذا الفيض يتناسب طردياً مع شدة التيار الكهربائي .....

أي إنَّ: $\varphi \alpha I$ ومنها يكون: $\varphi = K.I$ ويمكن إن يكون: $\mathbf{\frac{d\varphi}{dI} = K}$

حيث (K) ثابت ، (N_2) عدد لفات الملف الثانوي

والقوة الدافعة الكهربائية التاثيرية المتولدة بالحث المتبادل في الملف الثانوي وتبعاً لقانون فاراداي تُعطى بالعلاقة التالية:

$$\varepsilon = -N_2.\frac{d\varphi}{dt} = -N_2.\frac{d\varphi}{dI}.\frac{dI}{dt} = -N_2.K.\frac{dI}{dt}$$

والقيمة (N.K) تسمى معامل الحث المتبادل (M)

وله وحدة قياس تسمى (هنري = فولت. ثانية / أمبير)

أي إن العلاقة تصبح:..... $\boxed{\varepsilon = -M\frac{dI}{dt}}$

تعريف الحث المتبادل:

[وهو التأثير الكهرومغناطيسى الحادث بين ملفين متجاورين أو متداخلين يمر في أحدهما تيار متغير الشدة فيتأثر به الآخر ويقاوم التغير الحادث في الملف الأول].

*** مثـــال:**

ملفان حلزونيان متجاوران (A،B) عدد لفاتهما (200،800) لفة على الترتيب إذا مر تيار شدته 2 أمبير في (A) فإنه ينتج فيضاً مغناطيسياً قدره 2.5×10^{-4} وبر يمر خلال (A) وفيضاً قدره 1.8×10^{-4} و يمر خلال الملف (B). أوجد:

أ ـ معامل الحث الذاتي للملف (A).

ب ـ معامل الحث المتبادل بين (A،B)

ج ـ متوسط القوة الدافعة الحثية في الملف (B) عندما يتوقف التيار المار في الملف (A) لمدة 0.3 ث.

*** الحـــل:**

$$N_1 = 200,\ N_2 = 800,\ I = 2\ A,\quad \varphi_1 = 2.5\times10^{-4}\ Wb,\quad \varphi_2 = 1.8\times10^{-4}\ Wb$$

أ) حيث إنَّ: $\boldsymbol{\varepsilon = -N_1 \frac{d\varphi_1}{dt}}$ ، $\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}$ ومنها يكون:

$$-L\frac{dI}{dt} = -\mathbf{N_1}\frac{\mathbf{d}\varphi_1}{\mathbf{dt}}$$ ومنه يكون: $L.\ I = N_1.\ \varphi_1$

بالتعويض نجد معامل الحث الذاتي (L): $L\times 2 = 200\times 2.5\times 10^{-4}$

$$L = 2.5\times10^{-2}\ H$$

ب) بالمثل يمكن الحصول على: $-M\frac{dI}{dt} = -\mathbf{N_2}\frac{\mathbf{d}\varphi_2}{\mathbf{dt}}$

ومنها: $M.\ I = N_2.\ \varphi_2$

بالتعويض نحصل على معامل الحث المتبادل (M): $M\times2 = 800\times1.8\times10^{-4}$

$$M = 7.2\times10^{-2}\ H$$

ج) $$\boldsymbol{\varepsilon = -N_2\frac{d\varphi_2}{dt}} = -800\frac{1.8\times10^{-4}}{0.3} = -48\times10^{-2}V$$