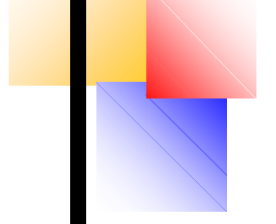


سلاسل المنجد - دروس و تمارين



السلسلة 1-10-2

التحريض الكهرومغناطيسي

عرض نظري و تمارين

يمكن تحميل نسخة من هذا الملف من الموقع :

www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل - تمارين - فيديوهات)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في الموقع الإلكتروني

لكي يصلك جديد الموقع تابع صفحة الفايسبوك التالية :

الأستاذ فرقاني فارس أستاذ العلوم الفيزيائية Fergani Fares

الأستاذ فرقاني فارس

ثانوية مولود قاسم نابت بلقاسم - الخروب - قسنطينة

fares_fergani@yahoo.fr

الإصدار : أبريل/2022

فارس



التحريض الكهرومغناطيسي

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

السلسلة 2 – 10 – 01

عرض نظري و تمارين

1- ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي

• التحريض الكهرومغناطيسي :

- عند تقريب أو إبعاد أحد قطبي قضيب مغناطيسي إلى وشيعة في دائرة مغلقة يتولد فيها تيار كهربائي جهته تتعلق بجهة حركة القضيب كما أن هذا التيار ينعدم عند توقف حركة القضيب .

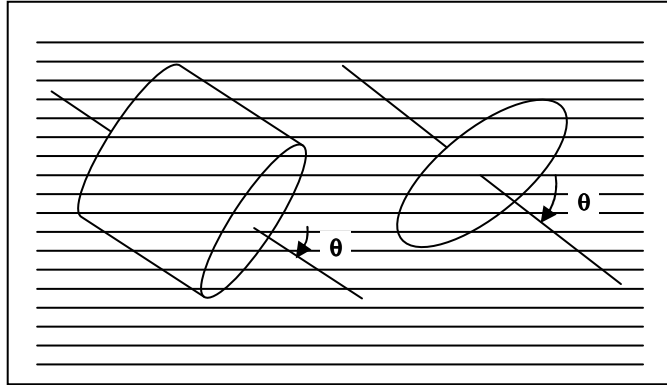


- تسمى هذه الظاهرة بظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي ، حيث يسمى المغناطيس محرض و تسمى الوشيعة بالمتحرض ، كما يدعى التيار الناشئ بالتيار المتحرض .

2- تفسير و دراسة ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي

• مفهوم التدفق المغناطيسي :

- لتفسير ظاهرة التحريض المغناطيسي التي ينشأ عنها التيار المتحرض في دائرة مغلقة رغم غياب مولد كهربائي يستعمل الفيزيائيون مفهوم التدفق المغناطيسي لخطوط الحقل عبر دائرة مغلقة .



- التدفق المغناطيسي هو مقدار فيزيائي جبري يعبر عن كمية خطوط الحقل المغناطيسي ، التي تعبر سطح ما موجود في حقل مغناطيسي . يرمز له بـ : Φ ، ووحدته الويبر (wb) ففي حلقة مثلاً ، مساحة سطحها S ، موجودة في حقل مغناطيسي شدته $\vec{B}$ و يعمل ناظمها الزاوية θ مع حامل شعاع الحقل المغناطيسي (الشكل) ، تعطى عبارة التدفق المغناطيسي لهذه الوشيعة بالعبارة التالية :

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

- إذا كانت الدائرة عبارة عن وشيعة تحتوي على N لفة ، فإن خطوط الحقل تتدفق عبر عدد N من السطوح و بالتالي يعبر عن التدفق الإجمالي عبر الوشيعة بالعلاقة :

$$\Phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

• قانون فارداي (تفسير ظاهرة التحريض الكهرومغناطيسي) :

ينص على ما يلي :

" تكون الدائرة محل لقوة محركة كهربائية تحريضية أثناء حدوث تغير تدفق حقل مغناطيسي عبرها "

• قانون لنز (جهة التيار المتحرض) :

عند تقريب القطب الشمالي للمغناطيس إلى وجه الوشيعة ، فإنه يصبح وجهها شمالي يعاكس (يقاوم) عملية تقريب القطب الشمالي و عند إبعاده ينشأ وجهها جنوبياً يقاوم إبعاد المغناطيس ، و هذه النتيجة يبينها قانون لنز التالي :

" إن التيار المتحرض هو بأفعاله يعاكس الأسباب التي أدت إلى نشوئه "

• القوة المحركة الكهربائية التحريضية :

إذا تغير التدفق المغناطيسي المحرض عبر دائرة كهربائية خلال مدة زمنية Δt ، تصبح الدارة مقرا لقوة محركة كهربائية تحريضية متوسطة e_m وحدتها الفولط (V) يعبر عنها بالعلاقة :

$$e_m = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

حيث يقدر الزمن بالثانية (s) و التغير في التدفق بالويبر (wb) .

• شدة التيار الكهربائي المتحرض :

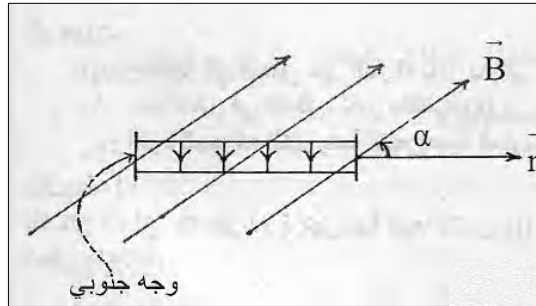
إذا كانت الدارة المتحرضة مغلقة يمر فيها تيار كهربائي متحرض ، فإن شدة هذا التيار يعبر عنها بالعلاقة :

$$I = \frac{e}{R}$$

- e هي القوة المحركة الكهربائية التحريضية ، تقدر بالفولط (V)
- المقاومة المكافئة في الدارة المتحرضة المغلقة ، تقدر بالأوم (Ω) .

التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

وشية طويلة مساحة سطحها $S = 15 \text{ cm}^2$ ، عدد حلقاتها $N = 70$ ، توضع هذه الوشية في حقل مغناطيسي منتظم شدة شعاعه $B = 0.05 \text{ T}$ ، حيث تصنع خطوط هذا الحقل زاوية $\alpha = 30^\circ$ مع الناظم المختار $\vec{n}$ على سطح الوشية كما مبين في الشكل التالي :



- 1- أحسب التدفق التحريضي الابتدائي Φ_1 لشعاع الحقل $\vec{B}$ عبر الوشية .
- 2- ندير الوشية بحيث تصبح خطوط الحقل تصنع مع الناظم $\vec{n}$ لسطح الوشية زاوية $\alpha_2 = 70^\circ$ و تتم هذه العملية خلال مدة زمنية $\Delta t = 0.04 \text{ s}$.
- أ- أحسب التدفق المغناطيسي التحريضي النهائي Φ_2 لشعاع الحقل $\vec{B}_2$ عبر الوشية .
- ب- أحسب القوة المحركة الكهربائية التحريضية المتوسطة الناشئة في الوشية .
- ج- حدد جهة و الشدة المتوسطة I_m التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشية ، علما أن مقاومتها $R = 20 \Omega$.

الأجوبة :

1- التدفق التحريضي الابتدائي Φ_1 لشعاع الحقل $\vec{B}$ عبر الوشيعة :

$$\Phi_1 = N.B.S.\cos\alpha_1$$

$$\bullet S = 15 \text{ cm}^2 = 15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\bullet \Phi_1 = 70 \cdot 0.05 \cdot 15 \cdot 10^{-4} \cos 30^\circ = 4.55 \cdot 10^{-3} \text{ wb}$$

2- أ- التدفق المغناطيسي التحريضي النهائي Φ_2 لشعاع الحقل $\vec{B}_2$ عبر الوشيعة :

$$\Phi_2 = N.B.S.\cos\alpha_2$$

$$\Phi_2 = 70 \cdot 0.05 \cdot 15 \cdot 10^{-4} \cos 70^\circ = 1.80 \cdot 10^{-3} \text{ wb}$$

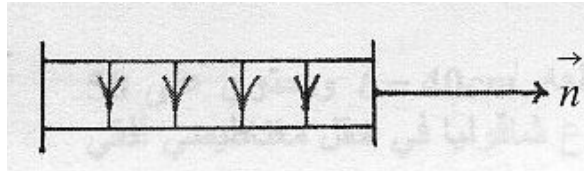
ب- القوة المحركة الكهربائية المتوسطة الناشئة في الوشيعة :

$$e_m = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{(\Phi_2 - \Phi_1)}{t_2 - t_1}$$

$$e_m = - \frac{(1.80 \cdot 10^{-3} - 4.55 \cdot 10^{-3})}{0.04} = 6.88 \cdot 10^{-2} \text{ V} = 68.8 \text{ mV}$$

ج- جهة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة :

جهة التيار الكهربائي المتحرض في الوشيعة خلال المدة $\Delta t = 0.04 \text{ s}$ هي نفسها الجهة الموجبة المختارة على الوشيعة لأن القيمة الجبرية للقوة المحركة الكهربائية التحريضية موجبة ($e > 0$) .



ج- شدة التيار الكهربائي المتحرض المار في الوشيعة :

$$I_m = \frac{e_m}{R}$$

$$I_m = \frac{6.88 \cdot 10^{-2}}{20} = 3.44 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

3- ظاهرة التحريض الذاتي

• تدفق التحريض الذاتي :

إن تدفق التحريض الذاتي Φ عبر دائرة يجتازها تيار يتناسب طرذا مع شدة هذا التيار أي : $\Phi = a i$ المقدار (a) هو ثابت يميز الوشيجة ، يسمى ذاتية الوشيجة يرمز له بـ (L) ووحته الهنري ، ومنه :

$$\Phi = L i$$

ذاتية الوشيجة (معامل التحريض الذاتي) لوشيجة طولها (ℓ) ، سطحها (S) ، عدد حلقاتها (N) يعبر عنها بالعلاقة :

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N^2 \cdot S}{\ell}$$

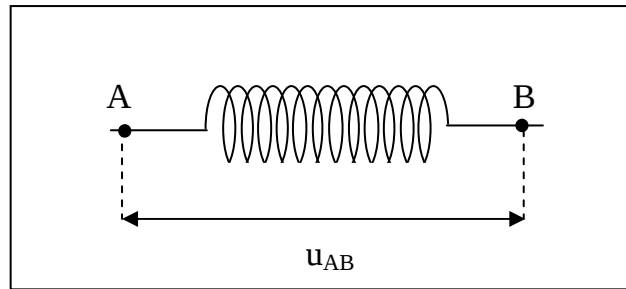
• القوة المحركة الكهربائية التحريضية :

إن تغير شدة التيار الكهربائي المار في دائرة يسبب تغيرا في التدفق ($\Phi = L.i$) ، مما يؤدي إلى ظهور قوة محركة كهربائية تحريضية ذاتية e وحدثها الفولط (V) هي مشتقة شدة التيار $i(t)$ بالنسبة للزمن ، يعبر عنها بالعلاقة :

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} = - L \frac{di}{dt}$$

الرمز ($\frac{d}{dt}$) هو رمز المشتقة بالنسبة للزمن .

• عبارة التوتر (فرق الكمون) بين طرفي وشيجة :



إذا كانت لدينا وشيجة ذاتيتها L ومقاومتها الداخلية r (الشكل) ، فإن التوتر (فرق الكمون) بين طرفيها عندما يجتازها تيار شدته i يعطى بالعلاقة التالية :

$$u_{AB} = L \frac{di}{dt} + r i$$

• ملاحظة :

- إذا كانت مقاومة الوشيجة مهملة يعبر عن التوتر بين طرفيها بالعلاقة :

$$u_{AB} = L \frac{di}{dt}$$

- لا معنى لذاتية الوشيجة عندما يجري بها تيار شدته ثابتة لأن في هذه الحالة يكون $\frac{di}{dt} = 0$ ، و نقول أن الوشيجة في هذه الحالة تسلك سلوك ناقل أومي .

• الطاقة المغناطيسية المخزنة في وشيجة :

أثناء اجتياز تيار كهربائي (i) لوشيجة ذاتيتها (L) ، فإنه في المدة التي يتغير فيها التدفق عند غلق الدارة ، الوشيجة تخزن طاقة مغناطيسية $E_{(L)}$ يعبر عنها بالعلاقة :

$$E_{(L)} = \frac{1}{2} L i^2$$

و عند فتح الدارة ، تتفرغ الطاقة المغناطيسية من الوشيجة مما يؤدي إلى نشوء التيار المتحرض .

التمرين (2) : (التمرين : 002 في بنك التمارين على الموقع) (*)

يمر في وشيجة طويلة (حلزونية) تيار شدته $i = 2.5 \text{ A}$ ، فينشأ تدفق مغناطيسي عبر سطح الوشيجة قيمته $\Phi = 0.35 \text{ Wb}$ ، أحسب :

- 1- ذاتية الوشيجة .
- 2- الطاقة المغناطيسية المخزنة في الوشيجة .
- 3- إذا علمت أن طول الوشيجة $\ell = 50 \text{ cm}$ و قطر اللفات $d = 6.2 \text{ cm}$ ، أثبت أن عدد لفات الوشيجة يعبر عنه بالعلاقة :

$$N = \sqrt{\frac{L \cdot \ell}{4 \cdot \pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot d^2}}$$

نذكر أن في الوشيجة الطويلة يكون : $B = \frac{4 \cdot \pi \cdot N \cdot 10^{-7} \cdot i}{\ell}$

الأجوبة :

1- ذاتية الوشيجة :

$$\Phi = L \cdot i \rightarrow L = \frac{\Phi}{i}$$

$$L = \frac{0.35}{2.5} = 0.14 \text{ H}$$

2- الطاقة المغناطيسية المخزنة في الوشيجة :

$$E_{(L)} = \frac{1}{2} L i^2$$

$$E_{(L)} = \frac{1}{2} \cdot 0.14 \cdot (2.5)^2 = 0.44 \text{ J}$$

3- عدد اللفات :

لدينا من جهة :

$$\Phi = N \cdot B \cdot S$$

في وشيعة مسطحة (حلزونية) لدينا :

$$B = \frac{4.\pi . N . 10^{-7} . i}{\ell}$$

و منه :

$$\Phi = N . \frac{4.\pi . N . 10^{-7} . i}{\ell} . S$$

$$\Phi = \frac{4.\pi . N^2 . 10^{-7} . i . S}{\ell}$$

و حيث أن :

$$S = \pi . d^2$$

يصبح :

$$\Phi = \frac{4.\pi . N^2 . 10^{-7} . i . \pi . d^2}{\ell}$$

$$\Phi = \frac{4.\pi^2 . N^2 . 10^{-7} . i . d^2}{\ell} \dots\dots\dots (1)$$

من جهة أخرى لدينا :

$$\Phi = L . i \dots\dots\dots (2)$$

من (1) ، (2) يكون :

$$\frac{4.\pi^2 . N^2 . 10^{-7} . i . d^2}{\ell} = L . i$$

$$\frac{4.\pi^2 . N^2 . 10^{-7} . d^2}{\ell} = L \rightarrow N = \sqrt{\frac{L . \ell}{4 . \pi^2 . 10^{-7} . d^2}}$$

$$N = \sqrt{\frac{0.14 . 0.5}{4 . \pi . 10^{-7} . (0.062)^2}} = 3808$$

**** الأستاذ : فرقاني فارس ****
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani