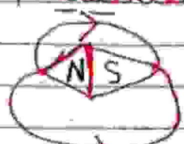
الوحدة الثانية

(الكهرباء والمغناطيسية)

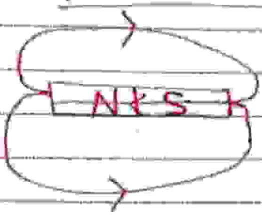
مفاهيم:

* المغناطيس: جسم صلب تجذب إليه الأجسام الحديدية.
* المغناطيس له قطبان شمالي (N) وجنوبي (S).
* القطبان المتماثلان يتنافران.
* القطبان المختلفان يتجاذبان.
* خط الحقل المغناطيسي: خط وهمي يمس في كل نقطة من نقاطه شعاع الحقل المغناطيسي في تلك النقطة.
* الإبرة المغناطيسية:



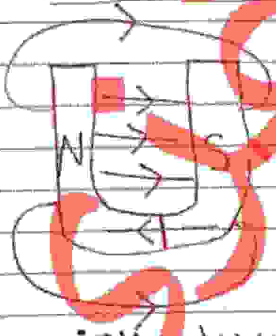
اتجاه خطوط الحقل مغناطيسي خارج الإبرة من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي وداخل الإبرة تتجه خطوط الحقل مغناطيسي من قطب جنوبي إلى قطب شمالي

* المغناطيس مستقيم:



خارج مغناطيس مستقيم خطوط حقل مغناطيسي من القطب شمالي إلى الجنوبي وداخل مغناطيس مستقيم خطوط حقل مغناطيسي من القطب الجنوبي إلى الشمالي.

* المغناطيس النضوي:



داخل المغناطيس النضوي من قطب من الجنوبي إلى الشمالي وداخل قطبي المغناطيس النضوي من قطب الشمالي إلى الجنوبي وخارج المغناطيس النضوي من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي.

Subject :

ملاحظة هامة:

* خطوط الحقل مغناطيسي يكون منتظم اذا كانت خطوط الحقل متوازية ولها الجهة والشدة ذاتها

* خطوط حقل مغناطيسي اذا كانت غير متوازية وليس لها الشدة ذاتها تكون خطوط الحقل غير منتظمة

* عناصر حقل مغناطيسي في نقطة منه (الهام):
نضع إبرة مغناطيسية في نقطة (a)

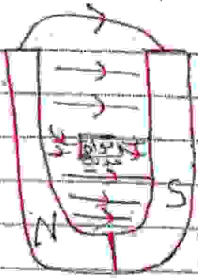
- نقطة التأثير: النقطة (a)

- الحامل: المستقيم الواصل بين قطبي الإبرة المغناطيسية.

- الجهة: من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي.

- الشدة: كلما كانت سرعة الاهتزاز كبيرة كلما كان حقل مغناطيسي كبير واحدته التسلا (T).

س - فسر علمياً لماذا تتكاثف خطوط الحقل مغناطيسي ضمن نواة حديدية موضوعة بين فرعي مغناطيس نضوي ثم اكتب العلاقة عامل النفاذية المغناطيسية μ بوجود النواة الحديدية، وحدد العاملين اللذين يتعلق بهما؟



تتكاثف خطوط حقل مغناطيسي حول النواة حديدية عند وضع نواة حديدية ضمن تقطيبة المغناطيس النضوي فتتشكل حقل مغناطيسي إضافي $\vec{B}$ يضاف إلى الحقل مغناطيسي الأصلي المغناطيس فيتشكل حقل مغناطيسي كلي $\vec{B}_t$

عامل النفاذية المغناطيسية

$$\mu = \frac{B_t}{B}$$

B_t حقل مغناطيسي كلي

B حقل مغناطيسي الأصلي ومغناطيس

تتعلق عامل النفاذية المغناطيسية بعاملين:

[1] شدة حقل مغناطيسي ومغناطيس

[2] طبيعة المادة من حيث قابليتها للمغنطة

س - كتابة عناصر حقل مغناطيسي في نقطة من الحقل؟

((الجواب الفقرة تحت الملاحظة الهامة))

AL.SAMRAH

* الحقل المغناطيسي الأرضي:

مفاهيم هامة:

* زاوية الميل ($\hat{i}$): هي الزاوية محصورة بين مستوى الإبرة وخط الأفق.
* خط الزوال المغناطيسي: خط يوازي الأفق.
* زاوية الانحراف (θ): الزاوية محصورة بين خط الزوال المغناطيسي والمحور الجغرافي للأرض وتتغير من 0 إلى 180°

ملاحظة:

• عندما نقوم بوضع الإبرة مغناطيسية في أحد القطبين محور دورانها أفقي فإنها تستقر بوضع شاقولي أي تصنع مع خط الأفق زاوية 90°

• عندما نقوم بوضع الإبرة مغناطيسية بخط الاستواء فإن الإبرة مغناطيسية تنطبق على محور الأفق وبالتالي زاوية الميل معدومة.

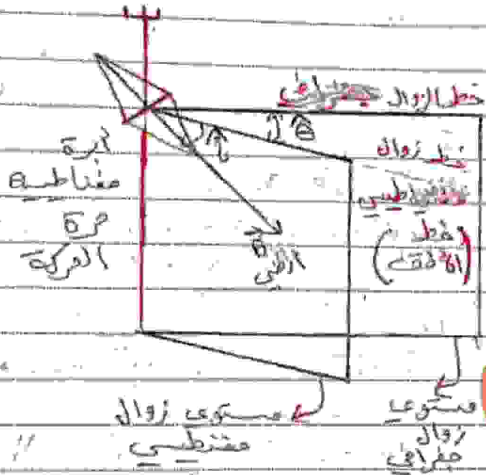
• الزوايا الصغيرة مقدرة بالراديان (أقل من $\theta = 0.24\,rad$) يكون:

$\sin\theta \approx \theta$

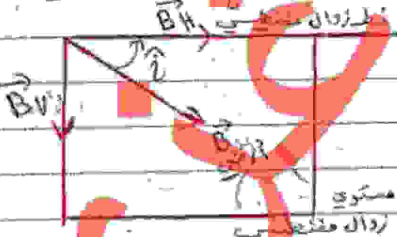
$\cos\theta \approx 1$

$\tan\theta \approx \theta$

* التمييز بين زاوية الميل والانحراف:



$\hat{i}$ زاوية الميل / θ زاوية الانحراف



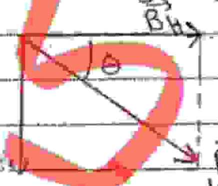
$$\cos\hat{i} = \frac{B_H}{B_{\text{أرضي}}}$$

$$B_H = B_{\text{أرضي}} \cos\hat{i}$$ (شدة أفقية)

$$\sin\hat{i} = \frac{B_V}{B_{\text{أرضي}}}$$

$$B_V = B_{\text{أرضي}} \sin\hat{i}$$ (مركبة شاقولية)

• عند وجود حقل مغناطيسي خارجي مثلاً ناشئ عن مرور تيار كهربائي في ناقل عندها تنحرف الإبرة لتأخذ منحى محصلة مقليت ($\vec{B}_H$ ، $\vec{B}_{تيار}$)
حساب زاوية انحراف الإبرة :



$\vec{B}_{محصل} = (\vec{B}_H , \vec{B}_{تيار})$

$$\tan\theta = \frac{B_{تيار}}{B_H}$$

ملاحظة هامة :
⊗ خلف ⊙ أمام

س- عرف التدفق المغناطيسي واكتب العلاقة المعبرة عنها والتي تجتاز دارة كهربائية مستوية مؤلفة من N لفة مع ذكر دلالات الرموز وبين متى يكون التدفق أعظمياً ومتى أصغرياً ومتى معدوماً ؟

الحل :
التدفق المغناطيسي : هو عدد خطوط الحقل مغناطيسي التي تجتاز سطح دارة كهربائية مستوية مغلقة ويرمز له بـ ϕ

$$\phi = N \vec{S} \vec{B}$$
$$\phi = N S B \cos\theta$$

حيث ϕ التدفق مغناطيسي (Weber)
حيث N هي عدد اللفات الكلية
و S مساحة سطح الدارة (m^2)
و B شدة حقل مغناطيسي (T)
و θ هي $\theta = (\hat{\vec{B}\,\vec{n}})$ الزاوية بين شعاع حقل مغناطيسي والناظم على السطح $\vec{S}$

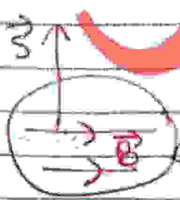
$$\phi = N S B \cos\theta$$

حالات ϕ :
1 التدفق مغناطيسي يكون أعظمياً عندما خطوط حقل مغناطيسي تعامد مستوي الملف.
$\theta = 0\ rad \Rightarrow \phi = \phi_{max}$

2 التدفق مغناطيسي يكون أصغرياً عندما تكون $\theta = (\hat{\vec{B}\,\vec{n}}) = \pi\ rad$
$\cos\theta = -1$
$\phi = \phi_{min}$

3 التدفق مغناطيسي يكون معدوماً عندما تكون خطوط حقل مغناطيسي توازي مستوي الملف
$\theta = (\hat{\vec{B}\,\vec{n}}) = \frac{\pi}{2}\ rad$
$\cos\theta = 0$
$\phi = 0$

ملاحظة هامة : في هذه حالة خطوط حقل مغناطيسي يوازي مستوي ملف بالتالي التدفق مغناطيسي معدوم



في هذه الحالة
خطوط حقل
مغناطيسي تعامد
مستوي الملف

$\theta = 0$

((والتدفق مغناطيسي أعظمي))

س - اكتب العلاقة المعبرة عن شعاع سطح الدارة؟ وما هو شعاع الناظم $\vec{n}$؟ وما هي عناصر شعاع السطح؟

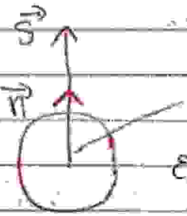
الحل:

$\vec{S} = S\,\vec{n}$

S مساحة سطح الملف

$\vec{n}$ الشعاع الناظم وهو شعاع الواحدة للناظم محمول عليها وبنفس جهة شعاع السطح))

شعاع السطح $\vec{S}$:



الحامل: الناظم
الجهة: بجهة الناظم دوماً
الشدة:

$\vec{S} = S\,\vec{n}$

S مساحة سطح دارة (m^2)

س - تعطى علاقة شدة الحقل مغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي بالعلاقة: $B = KI$ حيث K ثابت

المطلوب:

(1) كتابة العوامل التي تتعلق بها ثابت K؟

(2) حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع حقل مغناطيسي متولد في مركز ملف دائري مؤلف من N لفة متماثلة ومعزولة نصف قطرها الوسطي r عندما يمر فيه تيار كهربائي متواصل شدته؟

الحل:

[1]

$B = KI$

$K = \mu_0 K'$

حيث μ_0 النفاذية مغناطيسية في الخلاء

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ T\,m\,A^{-1}$

يتعلق الثابت K بـ:

(1) الطبيعة الهندسية للدارة وموضع نقطة معينة بالنسبة للدارة (K').

(2) عامل النفاذية المغناطيسية.

[2]

• نقطة التأثير: مركز الملف الدائري.
• الحامل: عمودي على مستوي الملف.
• الجهة: (1) عملياً: بوضع إبرة مغناطيسية عند مركز الملف الدائري وبعد الاستقرار

تكون جهة حقل مغناطيسي من قطب جنوبي الى قطبا شمالي.

② نظرياً: حسب قاعدة اليد اليمنى رؤوس الاصابع بجهة تيار كهربائي وباطن الكف بجهة ... الابهام يشير الى جهة الحقل مغناطيسي.

• الشدة:

$$B = \mu_0 K' I$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} K' I$$

$$K' = \frac{N}{2r}$$

$$\boxed{B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{r}}$$

r نصف قطر ملف دائري (m)

N عدد اللفات الكلية (بدون وحدة)

I تيار كهربائي المار في ملف دائري (A)

B شدة حقل مغناطيسي في ملف دائري واحدته تسلا (T)

ملاحظة هامة:

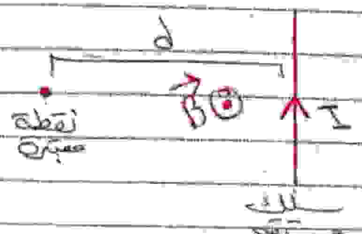
① $N = \frac{l}{2\pi r}$ — N: عدد اللفات كلية في ملف دائري أو حلزوني، l: طول سلك وشيعة، $2\pi r$: محيط لفة واحدة

② $N' = \frac{l}{2r}$ — N': عدد اللفات في طبقة واحدة، l: طول وشيعة، 2r: قطر سلك وشيعة

③ $N'' = \frac{N}{N'}$ — N'': عدد الطبقات

س- حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع الحقل مغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربائي I في سلك مستقيم في نقطة تبعد عنه مسافة d عن محور السلك؟

الحل:



• نقطة التأثير: النقطة معتبرة.

• الحامل: عمودي على مستوي محدد بالسلك ونقطة معتبرة.

• الجهة:

① تجريبياً: من القطب جنوبي الى شمالي بوضع ابرة مغناطيسية عند نقطة معتبرة ومحورها مستقر

② نظرياً: حسب قاعدة اليد اليمنى رؤوس الاصابع بجهة التيار الكهربائي وباطن الكف بجهة نقطة معتبرة الابهام يشير الى جهة الحقل مغناطيسي.

• الشدة:

$$B = K' I$$

$$B = \mu_0 K' I$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times K' I$$

$$K' = \frac{1}{2\pi d}$$

$$\boxed{B = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I}{d}}$$

/ /

d بعد محور السلك عن نقطة معينة (m)

I التيار كهربائي مار في السلك A

B الحقل مغناطيسي متولد عن سلك مستقيم (T)

س- حدد بالكتابة والرسم عناصر شعاع الحقل مغناطيسي متولد في مركز الوشيعة مؤلفة من N لفة متماثلة معزولة طولها l ويمر فيها تيار كهربائي شدته I ؟

• نقطة تأثير: مركز الملف حلزوني

• الحامل: محور الوشيعة

• الجهة:

① عمليا: من قطب جنوبي إلى شمالي بعد وضع إبرة مغناطيسية عند منتصف ملف حلزوني وبعد أن تستقر

② نظريا: حسب قاعدة اليد اليمنى رؤوس الأصابع بجهة التيار كهربائي وباطن الكف بجهة مركز وشيعة الإبهام يشير إلى جهة حقل مغناطيسي

• الشدة: $B = K' I$

$B = 4\pi \times 10^{-7} \times K' \times I$

$K' = \frac{N}{l}$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{l}$$

l طول الوشيعة (m)

س- علل ما يلي:

① سبب ممغنطة ذرات المواد ؟

② سبب قابلية المواد حديدية للتمغنط أو علل مغناطيسية للمواد حديدية خاضعة لمجال مغناطيسي خارجي ؟

الحل:

① صفة مغناطيسية تكسب الذرة نواة بدورانه حول انفراد أحد الالكترونات وتصبح مغناطيس ثنائي قطب

أو

انفراد أحد الالكترونات ← بدورانه حول ← تكسب الذرة ← صفة مغناطيسية

أو

حركة الالكترونات ← حول نواة ← تولد خصيصة مغناطيسية صغيرة

② مواد حديدية ← تتكون من ثنائي أقطاب ← موزعة عشوائيا ← في غياب مجال مغناطيسي خارجي ← محصلتها معدومة ← لكن إذا وجدت قطعة حديدية ← ضمن مجال مغناطيسي الخارجي

Subject :

تتوجه ثنائيات الأقطاب باتجاه مجال مغناطيسي خارجي

فتصبح في صورة منتظمة فتصبح قطعة الحديد محصلتها ممغنطة

أختبر نفسي ص 84

أولاً: أختر الإجابة الصحيحة:

① (C) $4B$

تفسير: $B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{NI}{l}$

$l' = \frac{l}{2}$, $N' = 2N$

$B' = 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{2NI}{\frac{l}{2}}$

$B' = 4 \times 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{NI}{l}$

$B' = 4B$

② (d) $\theta = \frac{\pi}{3}\ rad$

تفسير: لأن $\cos\theta = \frac{1}{2}$

③ (C)

تفسير: $B \sim I$ تناسب طردي

$V = L \frac{di}{dt}$

كمون كهربائي

$V \sim I$ تناسب طردي

$\Rightarrow B \sim V$ تناسب طردي

④ (d) $\frac{B}{8}$

تفسير: $d' = 2d$

$I' = \frac{I}{4}$

$B = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I}{d}$

$B' = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I'}{d'} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{\frac{I}{4}}{2d}$

$B' = \frac{B}{8}$

⑤ (a) B

لأن عند تقسيم وشيعة إلى جزئين متساويين

$N' = \frac{N}{2}$

$l' = \frac{l}{2}$

$B' = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{\frac{N}{2} I \times 2}{\frac{l}{2} \times 2}$

$B' = B$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً:

① لأن شدة الحقل المغناطيسي عند قطبي مغناطيس تكون أكبر ما يمكن.

② لأن خطوط الحقل المغناطيسي تمس في كل نقطة من نقاطها شعاع الحقل المغناطيسي في تلك النقطة ولو فرضنا أنها تتقاطع خطين هذا يعني أن ($\vec{B}$) يمس كل من خطين وهذا غير ممكن.

③ لأن الأجسام المشحونة الساكنة لا تولد إلا حقلاً كهربائياً ولا تولد حقلاً مغناطيسياً.

ثالثاً: صح أو غلط مع تصحيح الغلط:

1) (غلط) لكل مغناطيس قطبان شمالي وجنوبي متساويان بالشدة.

2) (صح)

3) (غلط) كلما ابتعدت نقطة معينة عن السلك يزداد d فينقص B.

4) (غلط) تبقى ثابتة لأن أنقاص عدد اللفات إلى النصف يقابلها أنقاص طول الوشيعة إلى نصف بالتالي $B' = B$

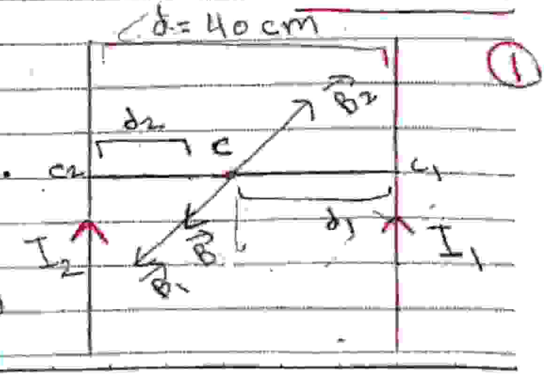
رابعاً: ص 85

لكي لا تنحرف الإبرة مغناطيسية يجب أن يكون حقل مغناطيسي متولد عن تيار السلك منطبقاً على مستوي الإبرة ومن أجل ذلك نضع سلك على مستوي الإبرة.

خامساً: ص 86 + 85

مسألة أولى:

1)



$$\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$$

$$B = B_1 - B_2$$

$$B_1 = 2\times10^{-7}\,\frac{I_1}{d_1}$$

$$d_1 = d_2 = \frac{d}{2} = 2\times10^{-1}\,m$$

$$B_1 = 2\times10^{-7}\times\frac{3}{2\times10^{-1}}$$

$$B_1 = 3\times10^{-6}\,T$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\times\frac{I_2}{d_2}$$

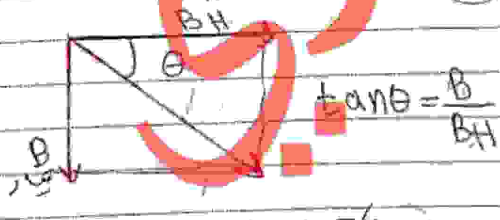
$$B_2 = 2\times10^{-7}\times\frac{1}{2\times10^{-1}}$$

$$B_2 = 1\times10^{-6}\,T$$

$$B = B_1 - B_2$$

$$B = 2\times10^{-6}\,T$$

2) $B_H = 2\times10^{-5}\,T$



$$\tan\theta = \frac{B}{B_H}$$

$$\tan\theta = \frac{2\times10^{-6}}{2\times10^{-5}}$$

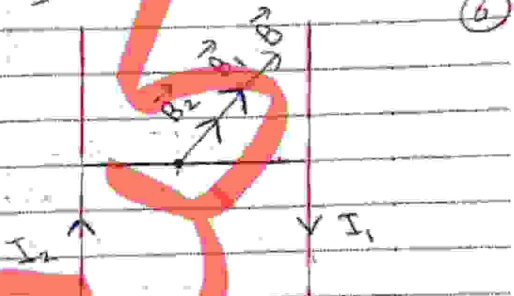
$$\tan\theta = 0.1 \Rightarrow \theta = 0.1\,rad$$

$0.1\,rad < 0.24\,rad$

$F = \frac{3}{4} \times 10^{-6-1}$

$F = 7.5 \times 10^{-9}\ N$ تجاذبية

(6)



$\vec{B} = \vec{B_1} + \vec{B_2}$

$B = B_1 + B_2$

$B_1 = 2\times10^{-7}\ \frac{I_1}{d_1} = 2\times10^{-7} \times \frac{3}{2\times10^{-1}}$

$\boxed{B_1 = 3\times10^{-6}\ T}$

$B_2 = 2\times10^{-7}\ \frac{I_2}{d_2} = 2\times10^{-7}\ \frac{1}{2\times10^{-1}}$

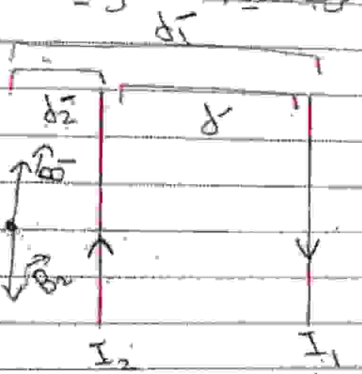
$\boxed{B_2 = 1\times10^{-6}\ T}$

$B = 3\times10^{-6} + 1\times10^{-6}$

$\boxed{B = 4\times10^{-6}\ T}$

(7) ملاحظة هامة: في حال كانت التيارات بجهة واحدة نقطة الانعدام تكون بين السلكين ومن حال كان جهة التيارات متعاكسة تكون نقطة الانعدام خارجي

السلكين وأقرب للتيار الأصغر شدة.



$B_1 - B_2 = B = 0$

$B_1 = B_2$

$\Rightarrow 2\times10^{-7}\times\frac{I_1}{d_1} = 2\times10^{-7}\ \frac{I_2}{d_2}$

$\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$

$d_1 = d + d_2$

$d = 0.4m$ معطى

$\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{d + d_2}{d_2}$

$\Rightarrow \frac{3}{1} = \frac{0.4 + d_2}{d_2}$

$3d_2 = 0.4 + d_2$

$3d_2 - d_2 = 0.4 = 2d_2$

$\boxed{d_2 = 0.2m}$

$d_1 = 0.4 + 0.2 = 0.6m$

مسألة ثانية: ص 86

a_ ملف دائري: $N = 400$

$r = 2 \times 10^{-2} m$

$U = 10 Volt$ $R = 20 \Omega$

$B = 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{NI}{r}$

حساب I من قانون أوم:

$\boxed{U = RI} \Rightarrow I = \frac{U}{R}$

$I = \frac{10}{20} = 0.5 A$

$B = 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{400 \times 5 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-2}}$

$B = 2\pi \times 10^{-3} T$

b_ $I_2 = 0 \Rightarrow B_2 = 0$

$B_1 = 2\pi \times 10^{-3} T$

$\Delta\phi = N S \Delta B$

$\Delta\phi = 400 \times \pi \times (2 \times 10^{-2})^2 \times (0 - 2\pi \times 10^{-3})$

$\Delta\phi = -32 \times 10^{-4}$ weber

ملاحظة هامة جداً:

التدفق مغنطيسي يتغير بأحد العوامل التالية:

$\boxed{1}$ تغير حقل مغنطيسي:

$\Delta\phi = N S \Delta B \cos\alpha$

$\Delta B = B_2 - B_1$

$\boxed{2}$ تغير مساحة سطح (تجربة سكينتن):

$\Delta\phi = N \Delta S B \cos\alpha$

$\boxed{3}$ تغير الزاوية α (الإطار):

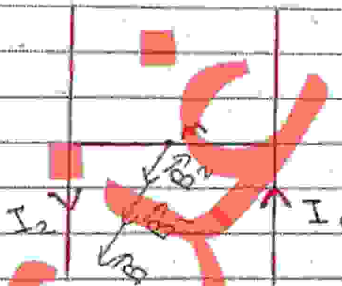
$\Delta\phi = N S B (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

مسألة ثالثة ص 86

$d = 4 \times 10^{-2} m$

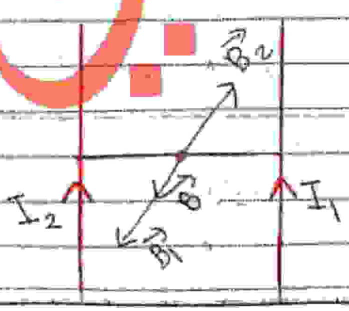
الحالة الأولى: $B = 4 \times 10^{-7} T$

(I_1, I_2) بجهات متعاكسة



× حالة ثانية: $B = 2 \times 10^{-7} T$

(I_1, I_2) بجهة واحدة



Subject :

مسألة أولى:
$B = B_1 + B_2 = 4\times10^{-7}\,T$ — ①

مسألة ثانية:
$B = B_1 - B_2 = 2\times10^{-7}\,T$ — ②

نطرح ① من ②:
$2B_2 = 2\times10^{-7}$
$B_2 = 1\times10^{-7}\,T$

نعوض في ①:
$B_1 = 3\times10^{-7}\,T$

$B_2 = 2\times10^{-7}\times\frac{I_2}{d_2}$

$I_2 = \frac{B_2 d_2}{2\times10^{-7}} = \frac{10^{-7}\times2\times10^{-2}}{2\times10^{-7}}$

$I_1 = 0.01A$

$B_1 = 2\times10^{-7}\,\frac{I_1}{d_1}$

$I_1 = \frac{B_1 d_1}{2\times10^{-7}}$

$I_1 = \frac{3\times10^{-7}\times2\times10^{-2}}{2\times10^{-7}}$

$I_1 = 0.03A$

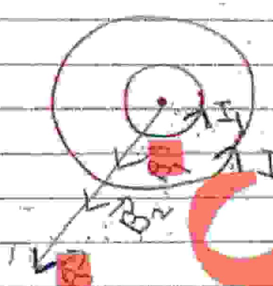
$32\pi = 100 \qquad \sqrt{10} = \pi$
$\pi^2 = 10$

مسألة رابعة:

ملف أول | ملف ثاني
$r_1 = 10^{-1}\,m$ | $r_2 = 4\times10^{-2}\,m$
$I_1 = 8A$ | $I_2 = ?$

$N_1 = N_2 = 200$ لفة

① $B = 0.05\,T$ وجهتها للأمام



$B_1 = 2\pi\times10^{-7}\times\frac{N_1 I_1}{r_1}$

$\boxed{32\pi = 100}$

$B_1 = 2\pi\times10^{-7}\times\frac{200\times8}{10^{-1}}$

$B_1 = 0.01\,T$

$B = B_1 + B_2$

بما أن $B_1 = 0.01\,T$ و $B = 0.05\,T$ فهذا وضوحا أن $B_2 = 0.04\,T$ وهذا يتحقق في حالة كان جهة $\vec{B_2}$ أمام

مستوى

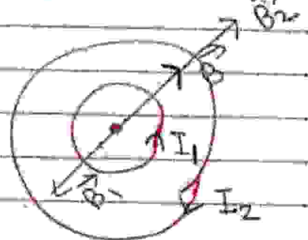
$B_2 = 2\pi\times10^{-7}\times\frac{N_2 I_2}{r_2}$

$I_2 = \frac{B_2 r_2}{2\pi\times10^{-7}\times N_2}$

$I_2 = \frac{1\times10^{-2}\times4\times10^{-2}}{2\pi\times10^{-7}\times200}$

$I_2 = \frac{4}{\pi}\ A$

(2) $B = 3\times10^{-2}\ T$ خلف مستوى



لكي يتحقق أن جهة $\vec{B}$ خلف مستوى الرسم يجب أن يكون $\vec{B_2}$ جهته خلف مستوى الرسم وهذا يتحقق عندما تكون جهة تيار في ملف ثاني بعكس عقارب الساعة

$B = B_2 - B_1 = 3\times10^{-2}\ T$

$B_1 = 1\times10^{-2}\ T$

$B_2 = B + B_1$

$B_2 = 3\times10^{-2} + 1\times10^{-2}$

$B_2 = 4\times10^{-2}\ T$

$B_2 = 2\pi\times10^{-7}\ \frac{N_2 I_2}{r_2}$

$I_2 = \frac{B_2\times r_2}{N_2\times2\pi\times10^{-7}}$

$I_2 = \frac{4\times10^{-2}\times4\times10^{-2}}{200\times2\pi\times10^{-7}}$

$I_2 = \frac{40}{\pi}\ A$

مسألة خامسة:

ملف دائري: $r = 5\times10^{-2}\ m$

وشيعة $N = 100$ $\quad l = 0.2\ m$

ملف حلزوني: $I_1 = I_2$

$B_{\text{ملف دائري}} = B_{\text{ملف حلزوني}}$

$2\pi\times10^{-7}\times\frac{N_1 I_1}{r} = 4\pi\times10^{-7}\frac{N_2 I_2}{l}$

$\Rightarrow \frac{N_1\times I_1}{5\times10^{-2}} = \frac{2\times100\ I_2}{2\times10^{-1}}$

$\frac{I_1 N_1}{5\times10^{-2}} = \frac{100\ I_2}{10^{-1}}$

$N_1 = \frac{5\times10^{0}}{10^{-1}} = \frac{5}{10^{-1}}$

$N_2 = 50$ لفة

Subject :

الدرس الثاني:

((فعل الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي))

س- ما هي العوامل المؤثرة في شدة القوة المغناطيسية والعبارة الشعاعية لقوة المغناطيسية؟

إن شدة قوة لورنتز تتناسب طرداً مع كل مما يلي:

q مقدار الشحنة متحركة (C)

B شدة حقل مغناطيسي المؤثر (T)

V سرعة الشحنة (m/s)

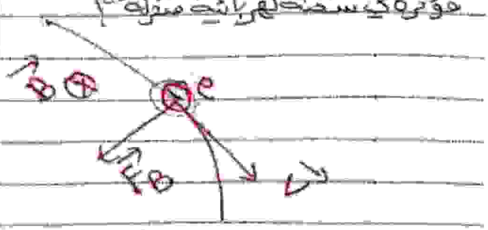
$\sin\theta$ جيب θ الزاوية بين شعاع سرعة الشحنة $\vec{V}$ وشعاع حقل مغناطيسي

$\theta = (\vec{V}, \vec{B})$

$F_B = q V B \sin\theta$

$$\boxed{\vec{F}_B = q\vec{V} \wedge \vec{B}}$$

س- كتابة عناصر شعاع قوة مغناطيسية (قوة لورنتز) مؤثرة في شحنة كهربائية متحركة؟



- نقطة تأثير: الشحنة متحركة.
- الحامل: عمودي على مستوي محدد بشعاع السرعة وشعاع حقل مغناطيسي.
- الجهة: نطبق قاعدة اليد اليمنى رؤوس الأصابع بجهة شعاع السرعة إذا كانت الشحنة موجبة وعكس جهة شعاع السرعة إذا كانت الشحنة سالبة وشعاع حقل مغناطيسي يخرج من راحة الكف الإبهام يشير إلى جهة القوة المغناطيسية.
- الشدة:

$F = q V B \sin\theta$

س- بين متى تكون قوة مغناطيسية معدومة ومتى أعظمية؟

$F_B = q V B \sin\theta$

$q\vec{V} \perp \vec{B} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2}\,rad$

$\sin\theta = 1$

أعظمية $F_B = F_{B\,max}$

$q\vec{V} \parallel \vec{B} \Rightarrow \theta = 0\,rad$

$\sin\theta = 0$

معدومة $F_B = 0$

ملاحظة: يؤثر قوة مغناطيسية في جسيمات مشحونة متحركة ضمن منطقة التي يسودها حقل بالقرب مغناطيسية

(قوة مغناطيسية تغير مسار حركة جسيمات مشحونة ويكون جهة انحراف مسار هذه جسيمات تتغير بتغير جهة حقل مغناطيسي مؤثر)

س - في تجربة ملفي هلمولتز مؤلفة من ملفين دائريين متوازيين لهما المركز ذاته يعامد الحزمة الالكترونية ونمرر فيهما تياراً ان لهما نفس شدة وجهة المطلوب:

1) ماذا تلاحظ عند إمرار تيار في الملفين الدائريين؟

2) ما هو مسار الحزمة الالكترونية متولدة وسرعة بجرعة $\vec{V}$ حيث $\vec{V} \perp \vec{B}$؟

3) نزيد من شدة التيار المار في ملفين ماذا تلاحظ على ذلك؟

الحل:

1) التيار المار في ملفي الدائريين هو نفسه بالتالي تتولد حقل مغناطيسي منتظم بين ملفين الدائريين.

2) يؤثر الحقل مغناطيسي في الحزمة الالكترونية بقوة مغناطيسية تكون دائماً عمودية على شعاع سرعتها أي أنها تكتسب تسارعاً ثابتاً يعامد شعاع السرعة وبالتالي تكون حركة دائرية منتظمة حيث $\vec{V} \perp \vec{B}$

(لأنها خضعت لتسارع جاذب مركزي أي يحدث تغير في حامل وجهة شعاع سرعة لا في قيمتها)

3) زيادة شدة التيار الكهربائي تزداد شدة حقل مغناطيسي فتزداد قوة مغناطيسية.

س - عرف ملفي هلمولتز؟

(هما ملفين دائريين متوازيين يمر فيهما التيار ذاته ويتولد بينهما حقل مغناطيسي منتظم)

س - استنتج علاقة نصف قطر مسار الدائري للحزمة الكترونات متحركة ضمن منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{V} \perp \vec{B}$

الحل:

يخضع الالكترون لتأثير قوة مغناطيسية فقط بإهمال قوة ثقله

$$\sum \vec{F} = m_e \vec{a}$$

$$\vec{F}_B = m_e \vec{a}$$

$$q \vec{V} \wedge \vec{B} = m_e \vec{a}$$

$$e \vec{V} \wedge \vec{B} = m_e \vec{a}$$

$$\boxed{\vec{a} = \frac{e}{m_e} \vec{V} \wedge \vec{B}}$$

منفولاص جداء شعاعي

حركة دائرية منتظمة $\vec{a} \perp \vec{V}$

$F_B = F_c \Rightarrow eVB = m_e a_c$

$eVB = m_e \frac{V^2}{r}$

$r = \frac{m_e V^2}{eVB}$

$\boxed{r = \frac{m_e V}{eB}}$

m_e كتلة الالكترون

V سرعة الالكترون

e شحنة الالكترون

B شدة حقل مغناطيسي

$V = \omega r = \frac{2\pi r}{T}$

$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi}{V} \frac{m_e V}{eB}$

علاقة دور $\boxed{T = \frac{2\pi m_e}{eB}}$

علاقة تواتر $\boxed{f = \frac{eB}{2\pi m_e}}$

ملاحظة هامة: يؤثر حقل مغناطيسي في السلك الناقل بقوة ثابتة تسمى القوة الكهرطيسية (قوة لابلاس)

• تتعلق جهة القوة الكهرطيسية بجهة التيار وجهة شعاع الحقل مغناطيسي.

س - استنتج عبارة القوة كهرطيسية المؤثرة في سلك يجتازه تيار كهربائي ويخضع لتأثير حقل مغناطيسي؟

الحل:

انطلاقاً من شدة القوة مغناطيسية:

$F_B = eVB\sin\theta$

بفرض لدينا سلك طوله L ومساحة مقطعه S والكثافة الحجمية للالكترونات n فيكون عدد الالكترونات في السلك

$N = nSL$

وعند تطبيق فرق في الكمون بين طرفي السلك تتحرك الالكترونات الحرة ضمن حقل مغناطيسي فتخضع لقوة مغناطيسية والتي تتحرك بسرعة ثابتة فتكون محصلة

$F_{كهرطيسي} = N F_B$

$F = NeVB\sin\theta$

$q = Ne$

$F = qVB\sin\theta$

$I = \frac{q}{\Delta t}$

$V = \frac{L}{\Delta t}$

$F = (I\Delta t)\left(\frac{L}{\Delta t}\right) B\sin\theta$

$$F = I L B \sin\theta$$

عبارة قياسية لقوة الكهرطيسية

$$\vec F = I \vec L \wedge \vec B$$

عبارة الشعاعية لقوة الكهرطيسية

L طول جزء من الناقل خاضع للحقل مغناطيسي (m)

I شدة التيار كهربائي مار في سلك A

θ هي الزاوية بين شعاع حقل مغناطيسي $\vec B$ وشعاع تيار $I\vec L$

ملاحظة:

① $I\vec L \perp \vec B$

$\theta = \frac{\pi}{2}\ rad \Rightarrow \sin\frac{\pi}{2} = 1$

$F = I L B$ قوة كهرطيسية عظمى

② $I\vec L \parallel \vec B$

$\Rightarrow \theta = 0 \Rightarrow \sin\theta = 0$

$F = 0$ قوة كهرطيسية معدومة

س- كتابة عناصر شعاع قوة كهرطيسية المؤثرة في ناقل خاضع لحقل مغناطيسي منتظم؟

• نقطة تأثير: منتصف الجزء من ناقل والخاضع للحقل مغناطيسي منتظم.

• الحامل: عمودي على مستوي المحدد بالناقل مستقيم وشعاع حقل مغناطيسي.

• الجهة: وفق قاعدة اليد اليمنى رؤوس الأصابع بجهة التيار الكهربائي ويخرج شعاع حقل مغناطيسي $\vec B$ من راحة الكف الإبهام يشير إلى جهة القوة كهرطيسية $\vec F$

• الشدة:

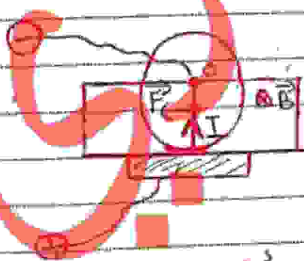
$$F = I L B \sin\theta$$

* دولاب بارلو:

① عند إغلاق دارة الدولاب فإنه يدور بتأثير عزم القوة كهرطيسية.

② عندما تنعكس جهة التيار أو جهة الحقل مغناطيسي فإن جهة دوران الدولاب تنعكس أيضاً.

س- كتابة عناصر قوة كهرطيسية التي تخضع لها دولاب بارلو مع الرسم؟



نقطة التأثير: منتصف نصف القطر الشاقولي السفلي خاضع لحقل مغناطيسي منتظم.

• الحامل: عمودي على مستوي المقعد بنصف قطر شاقولي السفلي وشعاع الحقل مغنطيسي متشابه

• الجهة: تحدد وفق قاعدة اليد اليمنى (تؤشر الأصابع بجهة التيار الكهربائي وشعاع حقل مغنطيسي يخرج من راحة الكف الإبهام يشير الى جهة قوة كهرطيسية).

• الشدة:

$$F = I r B \sin\theta$$

$$\theta = (\widehat{I\vec{r}, \vec{B}}) = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$\sin\theta = 1$$

$$F_{\text{كهرطيسي}} = I r B$$

ملاحظة: في دولاب بارلو:

① لحساب شدة قوة كهرطيسية:
$$F = I r B$$

② لحساب عزم قوة كهرطيسية:
$$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = d \cdot F = \frac{rF}{2}$$
له واحدته $(m \cdot N)$

③ الاستطاعة ميكانيكية:

$P = F \cdot V$ ← حركة انسحابية

$P = \Gamma \omega$ ← حركة دورانية

④ حساب العمل:
$$W = P \cdot \Delta t = F \cdot x$$
الاستطاعة، زمن، قوة، انتقال

⑤ لمنع الدولاب من الدوران نضع على محيط القرص كتلة واحساب هذه كتلة:

$$\Gamma_{\vec{w}/\Delta} = \Gamma_{\vec{F}/\Delta}$$

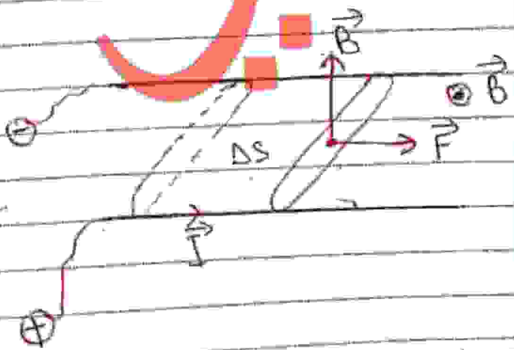
$$r w = \frac{rF}{2} \Rightarrow w = \frac{F}{2} = mg$$

$$m = \frac{F_{\text{كهرطيسي}}}{2g}$$

$$g = 10 \, m \, s^{-2}$$

* نظرية مكسويل:

س - في تجربة السكتين حيث شعاع الحقل مغنطيسي عمودي على مستوي الأفقي للسكتين استنتج عمل قوة كهرطيسية من خلال نظرية مكسويل؟



تنتقل الساق الأفقية موازية لنفسها
مسافة Δx فتمسح سطحاً ΔS
حيث: $\Delta S = L\,\Delta x$ حيث تنتقل
نقطة تأثير القوة الكهرطيسية على
حاملها وبجهتها مسافة Δx سوف
تنجز عملاً محركاً (موجباً).

$W > 0$

$\Rightarrow W = F\,\Delta x = I L B\,\Delta x$

$W = I\,\Delta S\,B$

$W = I\,\Delta\Phi > 0$

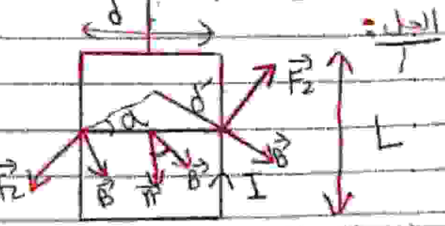
نص النظرية: عندما تنتقل دارة
كهربائية (ويمر فيها تيار) كهربائي
في منطقة يسودها حقل مغنطيسي
فإن عمل القوة الكهرطيسية تساوي
جداء التيار في تزايد التدفق
مغنطيسي.

تزايد تدفق مغناطيسي $\Delta\Phi$

$\Delta\Phi = B\,\Delta S > 0$

س- إطار مستطيل طوله الأفقي d
والشاقولي L يمر فيه تيار
كهربائي يخضع لحقل مغنطيسي منتظم
فسر علمياً سبب دوران الإطار؟

الحل:

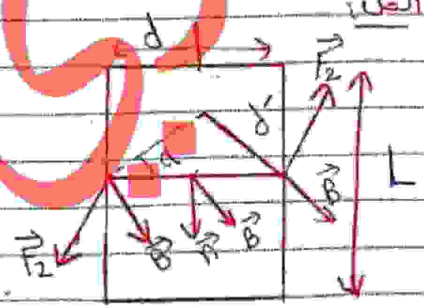


الـ يؤثر الحقل مغنطيسي منتظم في الإطار
بمزدوجة كهرطيسية تنشأ عن قوتين
كهرطيسيتين مؤثرتين في ضلعيه
الشاقوليين وتعمل على تدوير الإطار حول
محور. محور دورانه من وضع الابتدائي
حيث تدفق مغنطيسي معدوم إلى
وضع توازن مستقر حيث تدفق مغنطيسي
الذي يجتازه أعظمي.

س- كتابة قاعدة تدفق الأعظمي؟
إذا أثر حقل مغنطيسي في حلقة كهربائية
مغلقة حرة الحركة تتحرك بحيث يزداد
التدفق مغنطيسي الذي يجتازها
من وجهها الجنوبي وتستقر في وضع
يكون التدفق المغنطيسي أعظمياً.

س- استنتج عبارة عزم مزدوجة
كهرطيسية بدلالة العزم مغنطيسي M
المؤثرة في إطار طوله الأفقي d و
طوله الشاقولي L يمر فيه تيار
كهربائي يخضع لحقل مغنطيسي
منتظم؟

الحل:



Subject :

من الرسم السابق: -

$d = d' \sin a$

حيث a زاوية كائنة بين شعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ والناظم $\vec{n}$ على سطح الإطار

شدة القوة الكهربائية من أجل N لفة معزولة ومتلاصقة

$F = N I L B \sin a$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = d\, N I L B \sin a$

$S = L d$ سطح الإطار

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = N I S B \sin a$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = N I \vec{S} \wedge \vec{B}$

شعاع عزم مغناطيسي $\vec{M} = N I \vec{S}$ حيث

$(A m^2)$

$$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = \vec{M} \wedge \vec{B}$$

ملاحظة: هذه علاقة هي علاقة عزم مزدوجة كهربائية شعاعياً، شعاع العزم المغناطيسي ناظمي على مستوي الإطار، ومتجه بجهة إبهام اليد اليمنى تلتف أصابعها بجهة التيار

$(\vec{M})$ يخرج من شعاع العزم المغناطيسي

من الوجه الشمالي للدارة)

س - كيف يتم قياس شدة التيار في مقياس الغلفاني، ثم استنتج العلاقة بين شدة التيار I وزاوية دوران الإطار θ'، وكيف يتم زيادة حساسية مقياس الغلفاني عملياً من أجل التيار نفسه؟

الحل:

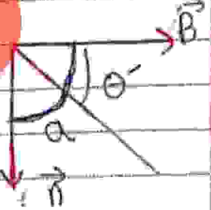
يستخدم مقياس الغلفاني للاستدلال على وجود تيارات كهربائية صغيرة الشدة وقياسها.

آلية العمل:

عندما يمر تيار كهربائي في الإطار فإنه يدور بزاوية صغيرة θ' فيشير مؤشر القياس إلى تدريجة معينة عندما يتوازن الإطار دالاً على قيمة شدة التيار المار.

العلاقة بين θ' و I:

انطلاقاً من شرط التوازن الدوراني:



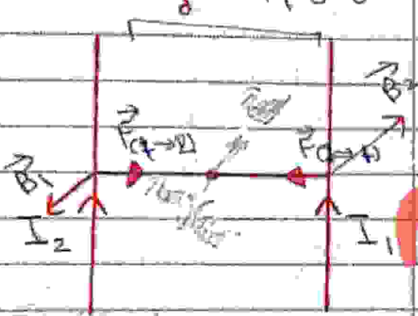
$\Sigma \Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 0$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} + \Gamma_{\vec{n}/\Delta} = 0$

$N I S B \sin a - K \theta' = 0$

Subject :

س - دراسة التأثير متبادل بين سلكين نحاسيين شاقوليين طويلين يمر بهما تياران متواصلان لهما الجهة نفسها واستنتج عبارة قوة كهرطيسية مؤثرة في أحد السلكين نتيجة وجود السلك الآخر؟ مع الرسم؟



تيار مستقيم I_2 حقل مغنطيسي B_2،

$B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d}$ — ①

ويؤثر $\vec{B_2}$ على ناقل L_1 الذي يجتازه I_1 بقوة كهرطيسية

$F_{2\to1} = I_1 L_1 B_2 \sin\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow F_{2\to1} = I_1 L_1 B_2$ — ②

$F_{1\to2} = I_2 L_2 B_1$ — ③

④ $B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d}$

نعوض ① و ④ في ③ و ②،

$F_{2\to1} = \frac{I_1 I_2\, 2\times10^{-7} L_1}{d}$

$F_{1\to2} = \frac{I_1 I_2\, 2\times10^{-7} L_2}{d}$

$\alpha + \theta' = \frac{\pi}{2}$

$\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta'$

$\Rightarrow \sin\alpha = \sin(\frac{\pi}{2} - \theta')$

$\Rightarrow \sin\alpha = \cos\theta'$

$\Rightarrow$

$NISB\cos\theta' = K\theta'$

من أجل زاوية دوران انطلاق صغيرة

$\theta' \leq 0.24\,rad$

$\cos\theta' \simeq 1$

$NISB = K\theta'$

$\theta' = \frac{NSB}{K} I$

$\theta' = G I$

G ثابت مقياس الغلفاني (rad/A)

يعبر عن حساسية مقياس الغلفاني واحدته rad/A

لزيادة حساسية مقياس غلفاني:

① ازدياد عدد اللفات

② ازدياد مساحة سطح

③ ازدياد شدة حقل مغنطيسي.

④ انقاص قيمة ثابت الفتل وذلك باستخدام سلك رفيع جداً من الفضة

⑤ ازدياد G

س- استنتج عبارة شدة الحقل المغناطيسي المؤثر في شحنة كهربائية تتحرك في حقل مغناطيسي منتظم بسرعة $\vec{V}$ تعامد شعاع الحقل المغناطيسي ثم عرف التسلا؟

عبارة القوة المغناطيسية التي يؤثر بها حقل مغناطيسي منتظم في الشحنة كهربائية متحركة بقوة لورنتز (بإهمال قوة ثقل الشحنة):

$$\vec{F}_B = q\vec{V} \wedge \vec{B}$$

$$F_B = qVB\sin\theta$$

$$\theta = (q\vec{V}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}\,rad$$

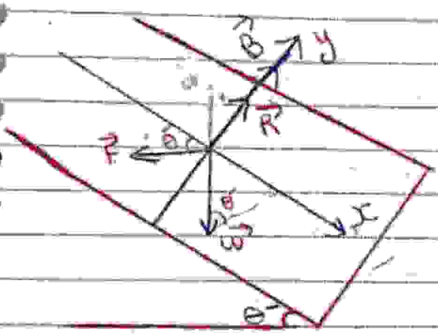
$$\sin\theta = 1$$

$$F_B = qVB$$

$$\boxed{B = \frac{F_B}{qV}}$$

التسلا: شدة حقل مغناطيسي منتظم في نقطة إذا تحركت فيها شحنة قدرها كولوم واحد وبسرعة قدرها ($V = 1m/s$) وكان شعاع سرعته عمودياً على شعاع الحقل تأثرت بقوة مغناطيسية شدتها نيوتن واحد.

س- استنتج الزاوية التي يجب إمالة السكتين بها عن الأفق حتى تتوازن الساق والدارة مغلقة وبإهمال قوى الاحتكاك؟ مع الرسم؟



شرط التوازن الانسحابي:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{w} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$$

بالإسقاط

ox: $w\sin\theta + 0 - F\cos\theta = 0$

$$mg\sin\theta = F\cos\theta$$

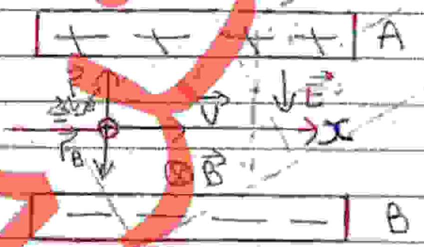
$$\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{F_B}{mg}$$

$$\tan\theta = \frac{ILB\sin\theta}{mg}$$

$$\vec{IL} \perp \vec{B} \Rightarrow \theta = 90°$$

$$\Rightarrow \tan\theta = \frac{ILB}{mg}$$

س: جسيم مشحون يتحرك في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم عامود حقلاً كهربائياً منتظماً بحيث عامودي كل منهما بين متى يصبح مساره مستقيماً ومتى يكون دائرياً؟



الحل: نفرض أن جسيم مشحون هو الكترون ذو شحنة سالبة.

- لكي يكون مسار مستقيماً يجب أن يتحقق: $F_B = F_E$

$$\Rightarrow qVB\sin\frac{\pi}{2} = qE$$

$$VB = E \Rightarrow V = \frac{E}{B}$$

أي يكون مسار مستقيم عندما تكون سرعة جسيم مشحون تحقق نسبة:

$$V = \frac{E}{B}$$

- لكي يكون مسار دائري يجب أن ينعدم حقل كهربائي فتنعدم قوة كهربائية وبالتالي تكون القوة الوحيدة مؤثرة هي قوة مغناطيسية (قوة لورانز) وهي قوة جاذبة مركزية وبالتالي تكون الحركة دائرية منتظمة.

اختبر نفسي ص 100 + 101 + 102:

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة:

1 (b)

تفسير: $r = \frac{m_e V}{eB}$

$$r = \frac{m_e}{eB} V = const \times V$$

بالتالي r و V تناسب طردي

2 (a)

3 (b)

4 (d)

5 (b)

ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:

1 الجواب موجود ضمن شرح الدرس.

2 الجواب موجود ضمن شرح الدرس

3 الجواب موجود ضمن شرح الدرس

ثالثاً: حل المسائل التالية ص 102:

مسألة أولى ص 102:

تجربة السكتين الكهربائية

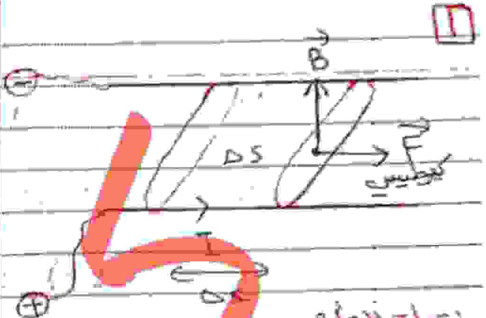
$m = 16 \times 10^{-3}$ kg

$L = 4 \times 10^{-2}$ m

$B = 0.1$ T $I = 40$A

Subject : ______ / /

1



نقطة التأثير: منتصف الساق المتحركة الخاضع للحقل المغناطيسي المنتظم.

• الحامل: عمودي على مستوى المحدد بالناقل المستقيم وشعاع الحقل المغناطيسي $\vec{B}$

• الجهة: بتطبيق قاعدة اليد اليمنى توضع الأصابع بجهة التيار الكهربائي والحقل مغناطيسي يخرج من راحة الكف الإبهام يشير إلى جهة القوة كهرطيسية.

• الشدة:

$\vec{F} = I\vec{L}\wedge\vec{B}$

$F = I L B \sin\theta$

$\theta = (I\vec{L}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ rad

$\sin\theta = 1$

$F = I L B$

$F = 40 \times 4\times10^{-2} \times 0.1$

$F_{\text{كهرطيسية}} = 16\times10^{-2}$ N

2

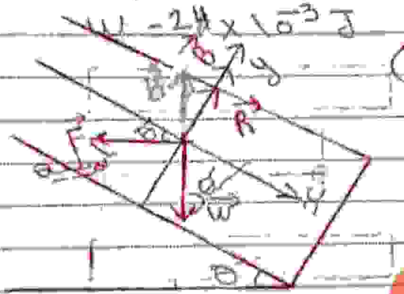
$\Delta x = 15\times10^{-2}$ m

$W = F_{\text{كهرطيسية}} \cdot \Delta x$

$W = 16\times10^{-2}\times15\times10^{-2}$

$W = 24\times10^{-3}$ J

3



θ زاوية إمالة السكة

شرط التوازن الانسحابي:

$\sum \vec{F} = \vec{0}$

$\vec{W} + \vec{F}_{\text{كهرطيسية}} = \vec{0}$

$0 + W\sin\theta - F\cos\theta = 0$

$W\sin\theta = F\cos\theta$

$\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta = \frac{F}{W}$

$\tan\theta = \frac{F_{\text{كهرطيسية}}}{mg}$

$\tan\theta = \frac{16\times10^{-2}}{16\times10^{-3}\times10} = 1$

$\theta = \frac{\pi}{4}$ rad $= 45°$

Subject :

/ /

ملاحظة هامة: في حالة توازن السكين يجب أن تكون $\vec{F}$ بالاتجاه المعاكس لجهة انزلاق الساق.

• يبقى $\vec{B}$ شاقولي رغم إمالة السكين.

طلبات إضافية:

③ إذا علمت أن الساق تنتقل مسافة الساق $15\times10^{-2}\,m$ خلال زمن قدره $3\,s$ أحسب الاستطاعة الميكانيكية الناتجة؟

④ نميل السكين عن الأفق بزاوية $\theta = 0.1\,rad$ بحيث يبقى حقل مغناطيسي شاقولياً، احسب شدة التيار الواجب إمراره في الدارة لتبقى الساق ساكنة، قيمة فرق الكمون المطبق على الدارة حسب قانون أوم، علماً أن مقاومتها $\frac{1}{8}$ ؟

الحل:

③
$$P_{ميكانيكي} = F \cdot V = F \frac{\Delta x}{t}$$

$$P = 16\times10^{-2} \times \frac{15\times10^{-2}}{3}$$

$$P_{ميكانيكي} = 80\times10^{-4} = 8\times10^{-3}\,watt$$

④ (أرسم نفس الرسمة في طلب 3)

شرط توازن انسحابي

$$\sum \vec{F} = \vec{0} = \vec{W} + \vec{R} + \vec{F}_{كهرطيسي}$$

$$ox: \; W\sin\theta + 0 - F\cos\theta = 0$$

$$W\sin\theta = F\cos\theta$$

$$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{F_{كهرطيسي}}{mg}$$

$\theta = 0.24\,rad$ من أجل الزوايا الصغيرة

$$\tan\theta = \tan(0.1) \simeq \theta$$

$$\Rightarrow \theta = \tan\theta = 0.1\,rad$$

$$\theta = \frac{I L B \sin\frac{\pi}{2}}{mg}$$

$$I = \frac{\theta \, m \times g}{L B}$$

$$I = \frac{0.1 \times 16\times10^{-3} \times 10}{4\times10^{-2} \times 10^{-1}}$$

$I = 4\,A$

حسب قانون أوم:

$$V = R \cdot I$$

$$V = \frac{1}{8} \times 4 = 0.5\,Volt$$

مسألة إثرائية

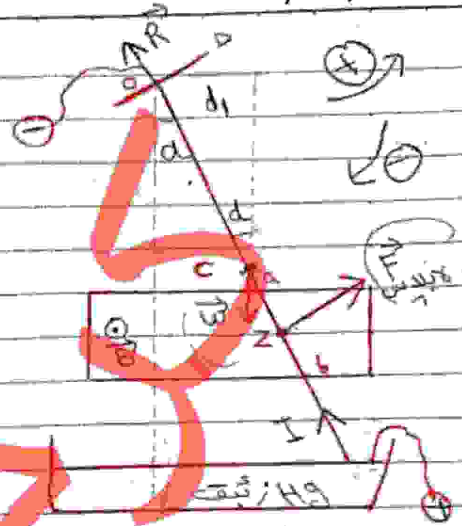
$l = 6\times10^{-1}\,m$

$m = 5\times10^{-2}\,Kg$

$I = 10\,A \qquad B = 3\times10^{-2}\,T$

$L = 4\times10^{-2}\,m$

(L طول جزء من الناقل خاضع للحقل مغناطيسي ويبعد منتصفها عن نقطة تعلق $\Delta x = 0.5\,m$)



تتوقف الساق عن وضع توازنها
الشاقولي بزاوية (α)
ثم تتوازن :
شرط التوازن الدوراني :

$$\sum \Gamma_{\vec F/\Delta} = 0$$

$$\bar\Gamma_{\vec R/\Delta} + \bar\Gamma_{\vec W/\Delta} + \bar\Gamma_{\vec F/\Delta} = 0$$

$\bar\Gamma_{\vec R/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec R$ تلاقي محور دوران

$$-d_1 W + d F_{مبلس} = 0$$

$$d_1 = OC \times \sin\alpha$$

$$d = OZ$$

حيث $d = OZ = 5\times10^{-1}\,m$
و $OC = 3\times10^{-1}\,m$

$$-OC \sin\alpha\, mg + OZ F'_{مبلس} = 0$$

$$(OC)\sin\alpha\, mg = (OZ) F$$

$$\sin\alpha = \frac{(OZ) F_{مبلس}}{(OC)\, mg}$$

$$\sin\alpha = \frac{(OZ) I L B}{(OC)\, mg}$$

حيث L طول جزء من ناقل وخاضع
للحقل مغناطيسي منتظم

$$\sin\alpha = \frac{(OZ) I L B}{(OC)\, mg}$$

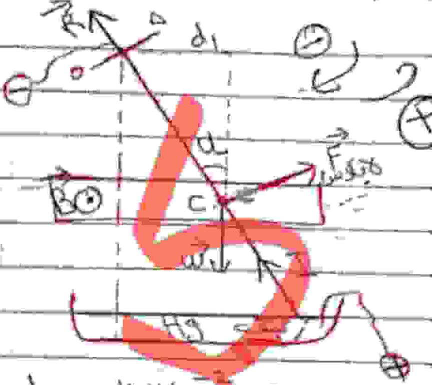
$$= \frac{(5\times10^{-1})\times10\times4\times10^{-2}\times3\times10^{-2}}{(3\times10^{-1})(5\times10^{-2})\times10}$$

$$\sin\alpha = \frac{1\times10^{-1}}{10} = 0.04$$

$$\alpha = 0.04\ rad$$

$$0.04\ rad < 0.24\ rad$$

طلب إضافي :
إذا غيرنا معطيات كما يلي :
الحقل مغناطيسي يؤثر على جزء
قطعة منه طولها 34cm
قسم المتوسط من الساق ؟
احسب زاوية الانحراف
الساق عن الشاقولي
في هذه الحالة ؟



$L = 4\times10^{-2}\,m$

$d_1 = OC \times \sin\alpha$

$OC = \frac{L}{2} = 3\times10^{-1}\,m$

نطبق شرط توازن الدوراني:

$\sum \Gamma_{F/\Delta} = 0$

$\Gamma_{\vec W/\Delta} + \Gamma_{\vec R/\Delta} + \Gamma_{\vec F/\Delta} = 0$

$\Gamma_{\vec R/\Delta} = 0$ لأن حامل $\vec R$ يلاقي محور دوران

$-d_1 W + 0 + OC\,F = 0$

$OC\,F = d_1 W = OC\,W\sin\alpha$

$\sin\alpha = \frac{F_{\text{كهرطيسية}}}{mg}$

$\sin\alpha = \frac{ILB}{mg}$

$= \frac{10\times4\times10^{-2}\times3\times10^{-2}}{5\times10^{-2}\times10}$

$= 24\times10^{-3} = 0.024$

$\Rightarrow \alpha = 0.024\,rad$

طلب إضافي للمسألة الأولى:

(5) في حالة إمالة سكتين نقوم بفتح الدارة احسب تسارع الساق أثناء حركتها دون احتكاك؟

فتح الدارة يعني انعدام شدة التيار الكهربائي $I = 0$

$\Rightarrow F = ILB = 0$ كهرطيسي

وهذا يؤدي إلى انزلاق الساق:

قوة خارجية مؤثرة:

$\vec W$ قوة ثقل الساق

$\vec R$ قوة رد الفعل

$\Rightarrow \sum \vec F = \vec W + \vec R = m\vec a$

بالإسقاط على محور $x'x$ موجه نحو الأسفل

$mg\sin\theta + 0 = ma$

$a = g\sin\theta$

$a = 10\times\sin(\frac{\pi}{4})$

$a = 10\times\frac{1}{\sqrt2}$

$a = \frac{10}{\sqrt2} = 5\sqrt2\,m\,s^{-2}$

مسألة ثالثة

إطار مستطيل ، $N = 100$ لفة

a- $S = 4\pi\times10^{-4}\ m^2$

$B = 4\times10^{-2}\ T$

$\theta = (\vec{n},\vec{B}) = \frac{\pi}{2}\ rad$

$I = \frac{1}{10\pi}\ A$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = N I S B \sin\theta$ (1)

$= N I S B$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = (100)(\frac{1}{10\pi})(4\pi\times10^{-4}) \times (4\times10^{-2})$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 16\times10^{-5}\ m.N$

$\boxed{2}$ حالة ثانية وضع توازن مستقر ، حالة اولى

$\theta_1 = \frac{\pi}{2}\ rad$ ، $\cos\theta_1 = 0$

$\theta_2 = 0\ rad$ ، $\cos\theta_2 = 1$

$W = I\,\Delta\phi$ حسب نظرية مكسويل

$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$

$= NSB[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$

$\Delta\phi = 100(4\pi\times10^{-4})(4\times10^{-2})[1 - 0]$

$\Delta\phi = 16\pi\times10^{-4}\ weber$

$W = \frac{1}{10\pi}\times16\pi\times10^{-4}$

$W = 16\times10^{-5}\ J$

b- $I' = 2\times10^{-3}\ A$

$\theta' = 30^\circ = \frac{\pi}{6}\ rad$

، $\theta + \theta' = \frac{\pi}{2}\ rad = 90^\circ$

$\theta = (\vec{n},\vec{B})$

$\theta = \frac{\pi}{2} - \theta'$

θ' : زاوية دوران الإطار ؛

$\cos(\theta) = \cos(\frac{\pi}{2} - \theta')$

$\cos(\theta) = \sin(\theta')$

$\cos(\theta) = \sin(\frac{\pi}{6}) = \frac{1}{2}$

$\phi = N \cancel{I'} S B \cos\theta$ (1)

$\phi = 100(4\pi\times10^{-4})(4\times10^{-2})(\frac{1}{2})$

$\phi = 8\pi\times10^{-4}$

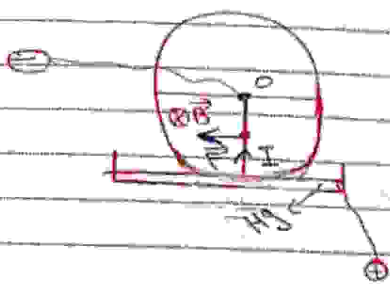
$\phi = 25\times10^{-4}\ weber$

$\boxed{2}$ شرط التوازن في الحركة الدورانية ؛

$\sum\Gamma_{\vec{f}/\Delta} = 0 = \Gamma_{\vec{F}/\Delta} + \Gamma_{\vec{C}/\Delta}$

$N I' S B \sin\theta'' - K\theta' = 0$

Subject :



(1)

(2) $F = I r B \sin\theta$

$I = \frac{F}{rB} = \frac{4\times10^{-1}}{10^{-1}\times10^{-2}}$

$I = 400\,A$

(3) $\Gamma_{\vec F/\Delta} = dF = \frac{Fr}{2}$

$\Gamma_{\vec F/\Delta} = \frac{10^{-1}\times4\times10^{-1}}{2}$

$\Gamma_{\vec F/\Delta} = 2\times10^{-2}\,m.N$

(4) منع العجلة من دورانها يجب وضع كتلة تطبق شرط التوازن دوراني

$\sum \Gamma_{/\Delta} = 0$

$\Gamma_{\vec F/\Delta} + \Gamma_{\vec w/\Delta} = 0$

$-dF + rw = 0$

$rw = dF = \frac{Fr}{2}$

$w = mg = \frac{F}{2} \Rightarrow m = \frac{F}{2g}$

$\theta' = (\vec{IL}, \vec{B})$

$\theta' + \theta'' = \frac{\pi}{2}$

$\theta' = \frac{\pi}{2} - \theta''$

$\sin\theta' = \sin(\frac{\pi}{2} - \theta'')$

$\sin\theta' = \cos(\theta'') = \cos(\frac{\pi}{6})$

$\sin\theta' = \frac{\sqrt3}{2}$

$N I' S B \sin\theta' = K\theta''$

$K = \frac{N I' S B \sin\theta'}{\theta''}$

$K = \frac{100\times2\times10^{-3}\times4\pi\times10^{-4}\times0.01\times\frac{\sqrt3}{2}}{\frac{\pi}{6}}$

$K = 96\sqrt3\times10^{-7}\,m.N/rad$

مسألة الرابعة:

دولاب بارلو:

$2r = 20\times10^{-2} \Rightarrow r = 10^{-1}\,m$

$B = 10^{-2}\,T = 0.01\,T$

$F = 0.4\,N$

$\theta = (\vec{Ir}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}\,rad$

$\Rightarrow \sin\theta = 1$

AL.SAMHAN

Subject :

$$m = \frac{4\times10^{-1}}{2\times10} = 2\times10^{-2}\,Kg$$

طلب إضافي :

(4) إذا حافظ الدولاب على سرعة زاوية تقابل $\frac{8}{\pi}$ دورة/ثانية المطلوب حساب الاستطاعة الميكانيكية اللازمة؟

$P = F\omega$ ، $\omega = \frac{8}{\pi}\,rad/s$

$P = 2\times10^{-2}\times\frac{8}{\pi}$

$P = \frac{16}{\pi}\times10^{-2}\,watt$

الدرس الثالث

((التحريض الكهرطيسي))

تجربة فارداي :

(1) التجربة الأولى :

س - تقريب القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم من أحد وجهي الوشيعة وفق محورها يتصل طرفاها بواسطة مقياس ميكروأمبير فتنحرف إبرة المقياس دلالة على مرور تيار، مترضيه فيها، والمطلوب :

a) فسر سبب نشوء هذا التيار، واكتب العلاقة الرياضية المعبرة عن القوة المحركة الكهربائية ع مع شرح دلالات الرموز؟

b) في حال أبعاد أحد قطبي المغنطيس عن أحد وجهي وشيعة ماذا يحدث مع تفسير؟

الحل

a) عند تقريب مغناطيس ذو الوجه شمالي من وشيعة تكتسب وجه شمالي بالتالي الحقل مغناطيسي المتحرض يعاكس سبب الذي أحدثه لوجود (التنافر) بالتالي تغيير الخطوط الحقل مغناطيسي وشيعة فينشأ قوة محركة كهربائية متحرضة فتتولد تيار كهربائي متحرض

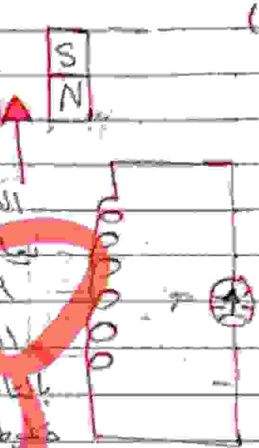
$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$\Delta\phi$: تغير التدفق مغناطيسي عبر وشيعة weber

Δt : زمن تغير التدفق مغناطيسي s

ع : القوة المحركة كهربائية متحرضة (V)

b) عند ابتعاد المغناطيس مستقيم يكتسب وشيعة الوجه الجنوبي وخطوط الحقل مغناطيسي متحرض يعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه (الابتعاد) بالتالي يجتاز وشيعة خطوط الحقل مغناطيسي



فينشأ قوة محركة كهربائية متحرضة فيتولد تيار كهربائي متحرض

ملاحظة:

- تسمى المغناطيس المحرض و الوشيعة المتحرضة
- التحريض الكهرطيسي ⟺ تغير التدفق مغناطيسي

طلب إضافي:

c) عند الثبات أي عدم تقريب مغناطيس مستقيم أو ابتعاده في هذه الحالة ماذا يحدث؟

ينعدم التيار المتحرض عند ثبات بسبب عدم تغير التدفق مغناطيسي

2 التجربة الثانية:

س- نشكل دارة مؤلفة من وشيعتين متقابلتين بحيث ينطبق محور كل منهما على الآخر ونصل طرفي الوشيعة الأولى لمولد تيار كهربائي متناوب (مع مقاومة متغيرة) ونصل الوشيعة الثانية بمصباح كهربائي ونغلق دارة المولد ماذا نلاحظ مع تفسير؟

نلاحظ إضاءة مصباح دارة الثاني على الرغم من عدم وجود مولد فيها وذلك بعد غلق قاطعة في الدارة الأولى

تفسير:

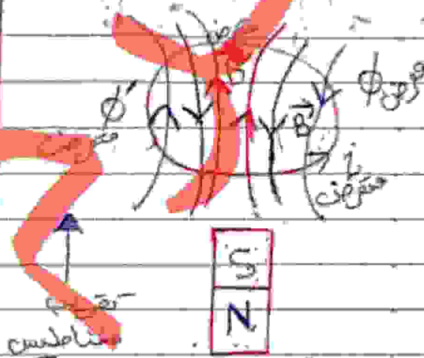
(عندما يمر تيار كهربائي متناوب في دارة الأولى يتولد حقل مغناطيسي خطوط الحقل تجتاز الوشيعة في الدارة ثانية التدفق مغناطيسي يتغير فينشأ قوة محركة كهربائية متحرضة فيتولد تيار كهربائي متحرض ومنه يؤدي إلى إضاءة المصباح)

نص قانون فاراداي

((يتولد تيار كهربائي متحرض في الدارة مغلقة إذا تغير التدفق مغناطيسي الذي يجتازه ويدوم هذا التيار طالما هناك تغير في التدفق مغناطيسي ينعدم هذا التيار عند ثبات التدفق مغناطيسي المحرض))

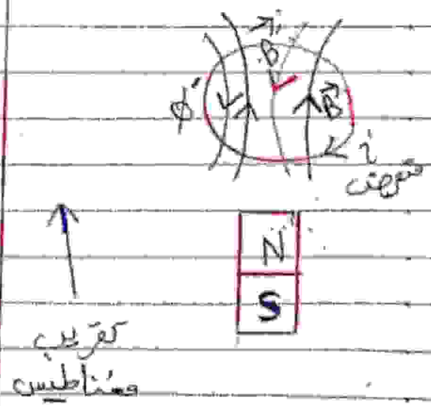
* **قانون لنز :**

إن جهة التيار المتحرض في دارة مغلقة تكون بحيث يولد أفعالاً مغناطيسية تعاكس السبب الذي أدى إلى حدوثه.

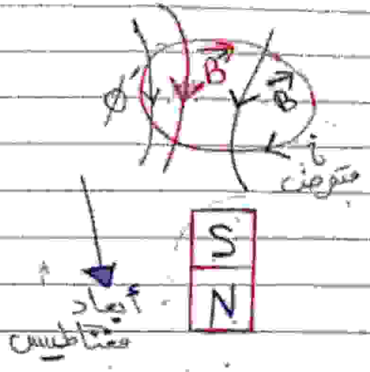


(1)

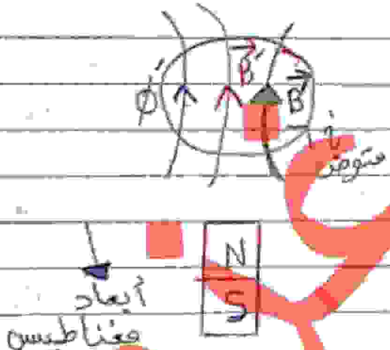
محرض (ϕ ، $\vec{B}$)
متحرض (i' ، ϕ' ، $\vec{B}'$)



(2)



(3)



(4)

أجب عن الأسئلة التالية :

1. حدد جهة الحقل المغناطيسي المتحرض عند تغير التدفق المغناطيسي المحرض ؟
2. حدد جهة التيار المتحرض ؟
3. في أي من حالات سابقة يحدث زيادة أو نقصان في التدفق مغناطيسي المحرض ؟

Subject :

④ ما الذي يحدث عند تغير التدفق المغناطيسي المحرض عبر الدارة ؟

الحل:

① + ② : الجواب موجود على الرسمة

③ : زيادة التدفق المغناطيسي محرض الحالة ① و ②

نقصان التدفق مغناطيسي محرض الحالة ③ + ④

④ عند ازدياد التدفق مغناطيسي تكون $\vec{B}$ بعكس جهة $\vec{B}$

عند نقصان التدفق مغناطيسي تكون $\vec{B}$ بنفس جهة $\vec{B}$

ملاحظات هامة:

- جهة التيار المتحرض تحدد من خلال الإبهام بجهة الحقل مغناطيسي متحرض، رؤوس الأصابع بجهة التيار المتحرض.
- تكون جهة التيار متحرض بعكس جهة القوة مغناطيسية ((القوة لورانز)).

س - ارسم كل مما يأتي:

أ- الحقل مغناطيسي المحرض ومتحرض وجهة التيار المتحرض في ملف دائري وذلك عند اقتراب قطب جنوبي لمغناطيس مستقيم ؟

الحالة ①

ب- ارسم كل من حقل مغناطيسي المحرض ومتحرض وجهة التيار المتحرض في ملف دائري وذلك عند اقتراب القطب شمالي لمغناطيس مستقيم ؟

الحالة ②

ج- الحقل مغناطيسي المحرض ومتحرض وجهة التيار المتحرض في ملف دائري وذلك عند ابتعاد القطب الجنوبي لمغناطيس مستقيم ؟ الحالة ③

د- الحقل مغناطيسي المحرض ومتحرض وجهة التيار متحرض في ملف دائري وذلك عند ابتعاد القطب الشمالي لمغناطيس مستقيم ؟ الحالة ④

* القوة المحركة كهربائية متحرضة:

$$ع = -\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

$$ع = -\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$ قوة محركة كهربائية وسطية

ع قوة محركة كهربائية متحرضة Volt تتناسب طرداً مع تغير التدفق مغناطيسي وعكساً مع زمن تغير التدفق مغناطيسي المحرض والاشارة السالبة تنسجم مع قانون لنز.

Subject :

/ /

ملاحظة:

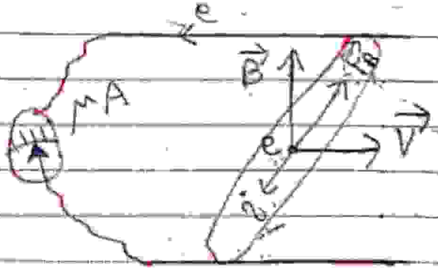
• زيادة التدفق مغناطيسي
$\Delta\phi > 0 \Rightarrow \varepsilon < 0$
أي $\vec{B}$ و $\vec{B_i}$ يتعاكسان

• نقصان التدفق مغناطيسي
$\Delta\phi < 0 \Rightarrow \varepsilon > 0$
أي $\vec{B}$ و $\vec{B_i}$ بنفس جهة

• شدة التيار متحرض:
$i = \frac{\varepsilon}{R}$ → V
B → ج

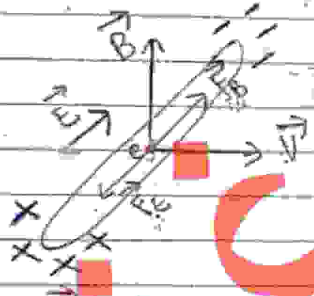
س: فسر نشوء القوة محركة كهربائية متحرضة والتيار متحرض في تجربة السكتين تحريضية من أجل دارة مغلقة و مفتوحة؟

أ- إذا كانت الدارة مغلقة:



تحرك الساق بسرعة ثابتة (V) فينحرف مقياس الغلفانومتر وهذا يدل على مرور تيار كهربائي متحرض تحرك الساق بسرعة ثابتة يحرك الالكترونات الحرة في الساق بالسرعة نفسها ضمن الحقل مغنطيسي فتخضع لقوة مغناطيسية (قوة لورانز) محمولة على الساق وبتأثير هذه القوة تتحرك الالكترونات الحرة في الدارة فتنشأ قوة محرضة كهربائية متحرضة فيتولد تيار كهربائي متحرض.

ب- إذا كانت الدارة مفتوحة:



عند تحريك الساق بسرعة $\vec{V}$ على سكتين معزولتين في منطقة يسودها حقل مغنطيسي تنشأ القوة مغناطيسية وبتأثير هذه القوة تنتقل الالكترونات الحرة من أحد طرفي الساق الذي يكتسب شحنة موجبة وتتراكم في الطرف الآخر الذي يكتسب شحنة سالبة فينشأ بين طرفي الساق فرقاً في الكمون يمثل قوة المحركة الكهربائية متحرضة.
$\varepsilon = V_{ab}$

* تطبيقات التحريض الكهرطيسي:

(1) مبدأ مولد:

1) تحويل الطاقة ميكانيكية إلى طاقة كهربائية

ساق نحاسية طولها l تستند على السكتين نحاسيتين أفقيتين متوازيتين نربط بين طرفي السكتين مقياس ميكرو أمبير ونضع الجملة في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ ناظمي على مستوي السكتين نحرك الساق موازية لنفسها بسرعة ثابتة $\vec{V}$ بحيث تبقى على تماس مع السكتين:

a- ادرس نظرياً تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية؟

b- ارسم شكلاً تخطيطياً يبين كلاً من $(\vec{i}_{متحرض}, \vec{F}_B, \vec{B})$

الحل:

a- عند تحريك الساق بسرعة ثابتة فإن الساق تنتقل مسافة:

$$\Delta x = V\Delta t$$

فتمسح سطحاً:

$$\Delta S = l\Delta x = lV\Delta t$$

فيتغير التدفق المغناطيسي:

$$\Delta\phi = B\Delta S = BlV\Delta t$$

فتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة قيمتها المطلقة:

$$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{BlV\Delta t}{\Delta t}\right|$$

$$\varepsilon = BlV$$

فيتولد تيار كهربائي متحرض:

$$i = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\Rightarrow iR = BlV$$

$$\boxed{i = \frac{BlV}{R}}$$

الاستطاعة الكهربائية الناتجة:

$$P = \varepsilon i = BlV \cdot \frac{BlV}{R}$$

$$P_{كهربائية} = \frac{(BlV)^2}{R}$$

عندما تتحرك الساق بسرعة V يتولد قوة كهرطيسية جهتها تعاكس جهة حركة الساق (حسب قاعدة اليد اليمنى) المسببة لنشوء تيار متحرض وكي يستمر تولد التيار يجب تغلب على قوة كهرطيسية بصرف استطاعة ميكانيكية:

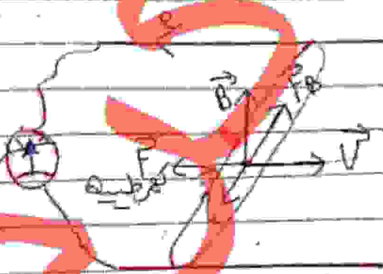
$$P' = FV = ilBV\sin\frac{\pi}{2}$$

$$P' = ilBV = \frac{lBV}{R} lBV$$

$$P' = \frac{(lBV)^2}{R} = P$$

وبهذا تحولت الطاقة ميكانيكية
إلى طاقة كهربائية وهو مبدأ الذي
يعتمد عليه المولدات كهربائية.

ب



مطلب اضافي:

ع - اقترح طريقة لزيادة شدة
تيار كهربائي متحرض ؟

$$i = \frac{B l V}{R}$$

(زيادة شدة الحقل مغناطيسي
المطبق)

ملاحظة:

① قوة مغناطيسية (قوة لورانز):
$$\vec{F}_B = q\vec{V} \wedge \vec{B}$$

② قوة كهربائية:
$$\vec{F}_E = q\vec{E}$$

بجهة واحدة $\vec{F}_E$ و $\vec{E}$ ⇐ $q>0$ موجب
بجهات متعاكسة $\vec{F}$ و $\vec{E}$ ⇐ $q<0$ سالب

③ قوة كهرطيسية (قوة لابلاس)
$$\vec{F} = I\vec{L} \wedge \vec{B}$$

2 مولد التيار متناوب جيبي:

س - في مولد تيار كهربائي (AC) يبلغ
عدد لفات الإطار (N) ومساحة كل منها
(S) يدور بسرعة زاوية ثابتة (W) في
منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم
(B) فيصنع الناظم على السطح مع شعاع
الحقل بزاوية (a) في اللحظة (t) استنتج
علاقة محددة بالقوة محركة كهربائية
متحرضة ماذا ندعى تيار الحاصل ولماذا؟
وارسم منحني البياني لتغيرات (ε)
بدلالة (wt)؟

أو استنتج التابع زمني للقوة محركة
كهربائية متحرضة في مولد تيار متناوب؟
مع رسم منحني قوة محركة كهربائية
متحرضة بدلالة (wt)؟

الحل:

ندير الملف بزاوية a، حيث
$a = wt$ فيتغير التدفق مغناطيسي
فينشأ قوة محركة كهربائية متحرضة
تتغير جيبياً مع الزمن

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -(\phi)'_t$$

$$\varepsilon = -(-NSB\cos(a))'_t$$

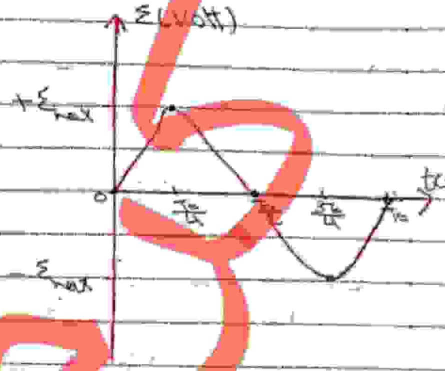
$$a = wt$$

$$\varepsilon = +NSBW\sin(wt)$$

$$\varepsilon_{max} = NSBW$$

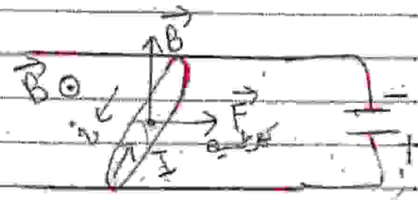
Subject : / /

$\Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)$



3 مبدأ المحرك:

س: درست نظرياً تحول الطاقة الكهربائية إلى الطاقة ميكانيكية في المحرك، برهن بالعلاقات المناسبة أن الطاقة الكهربائية تحولت إلى طاقة ميكانيكية مساوية لها بالقيمة؟



عند مرور تيار كهربائي في ساق خاضعة لتأثير حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ فإنها تتأثر بقوة كهرطيسية:

$$F = ILB$$

تعمل قوة كهرطيسية على تحريك الساق بسرعة ثابتة $\vec{V}$ باستطاعة ميكانيكية ناتجة:

$$P = FV = ILBV$$

عند انتقال الساق مسافة Δx فإن التدفق المغناطيسي يتغير:

$$\Delta\phi = BLV\Delta t$$

تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة عكسية تعاكس مرور التيار المولد حسب قانون لنز:

$$\varepsilon = \left|\frac{d\phi}{dt}\right| = BLV$$

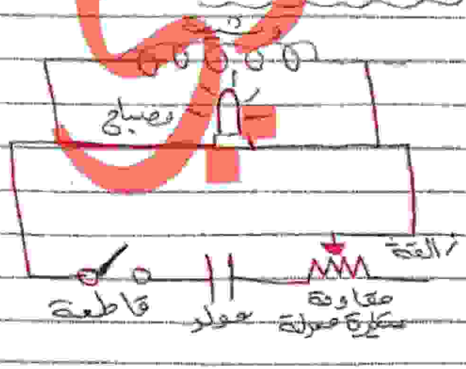
لاستمرار مرور تيار يجب تقديم استطاعة:

$$P = \varepsilon I = BLVI$$

$$P' = P$$

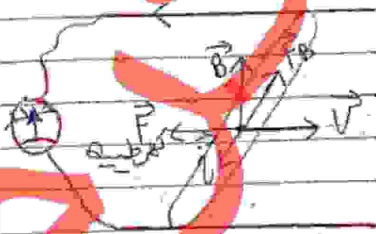
تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية

* التمرين الآتي:



وبهذا تتحول الطاقة ميكانيكية
إلى طاقة كهربائية وهو مبدأ الذي
يعتمد عليه المولدات كهربائية.

ب



مطلب إضافي:

ج- اقترح طريقة لزيادة شدة تيار كهربائي متحرض؟

$$i = \frac{B l V}{R}$$

(زيادة شدة الحقل مغناطيسي المطبق)

ملاحظة:

① قوة مغناطيسية (قوة لورانز): $\vec{F}_B = q\vec{V}\wedge\vec{B}$

② قوة كهربائية: $\vec{F}_E = q\vec{E}$

بجهة واحدة $\vec{F}_E$ و $q\vec{E}$ ⇐ $q>0$ موجب

بجهات متعاكسة $\vec{F}$ و $q\vec{E}$ ⇐ $q<0$ سالب

③ قوة كهرطيسية (قوة لابلاس): $\vec{F} = I\vec{L}\wedge\vec{B}$

ج② مولد التيار المتناوب جيبي:

س- في مولد تيار كهربائي (AC) يبلغ عدد لفات الإطار (N) ومساحة كل منهما (S) يدور بسرعة زاوية ثابتة (W) في منطقة يسودها حقل مغناطيسي منتظم (B) فيصنع الناظم على السطح مع شعاع الحقل بزاوية (a) في اللحظة (t) استنتج علاقة محددة بالقوة محركة كهربائية متحرضة ماذا ندعى تيار الحاصل ولماذا؟ وارسم منحني البياني لتغيرات (ε) بدلالة (wt)؟

أو استنتج التابع الزمني للقوة محركة كهربائية متحرضة في مولد تيار متناوب؟ مع رسم تغيرات قوة محركة كهربائية متحرضة بدلالة (wt)؟

الحل:

ندير الملف بزاوية a، حيث $a = wt$ فيتغير التدفق مغناطيسي فينشأ قوة محركة كهربائية متحرضة تتغير جيبياً مع الزمن

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -(\phi)'_t$$

$$\varepsilon = (-NSB\cos(a))'_t$$

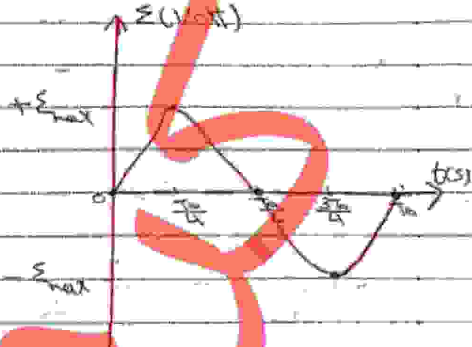
$$a = wt$$

$$\varepsilon = +NSBW\sin(wt)$$

$$\varepsilon_{max} = NSBW$$

Subject :

$\Rightarrow \mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \sin(\omega t)$



تعمل قوة كهرطيسية على تحريك ساق بسرعة ثابتة $\vec{V}$ باستطاعة ميكانيكية ناتجة:

$P' = FV = ILBV$

عند انتقال الساق مسافة Δx فإن التدفق مغناطيسي يتغير:

$\Delta\phi = BLV\Delta t$

تنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة عكسية تعاكس مرور التيار مولد حسب قانون لنز:

$\mathcal{E} = \left|\frac{d\phi}{dt}\right| = BLV$

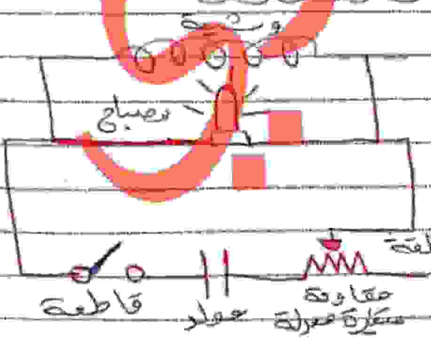
لاستمرار مرور تيار يجب تقديم استطاعة:

$P = \mathcal{E} I = BLVI$

$\Rightarrow P' = P$

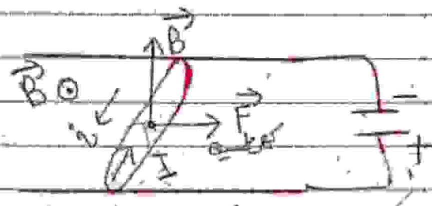
تتحول الطاقة كهربائية إلى طاقة ميكانيكية

* التحريض الذاتي:



3 مبدأ المحرك:

س - ادرس نظرياً تحول الطاقة كهربائية إلى الطاقة ميكانيكية في المحرك مبرهناً بالعلاقات مناسبة أن الطاقة كهربائية تحولت إلى طاقة ميكانيكية مساوية لها بالقيمة؟



عندما يمر تيار كهربائي في ساق خاضعة لتأثير حقل مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ فإنها تتأثر بقوة كهرطيسية:

$F = ILB$

في الشكل المرسوم حيث إضاءة المصباح خافتة صف مع تعليل ما يحدث على إضاءة المصباح عند :

أ ـ فتح قاطعة ؟

ب ـ إغلاق قاطعة ؟

الحل :

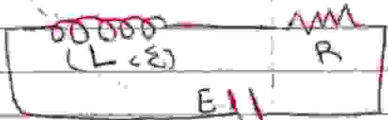
أ ـ فتح قاطعة : مصباح يتوهج بشدة ثم ينطفئ تتناقص شدة التيار المار في الوشيعة فيتغير التدفق المغناطيسي فتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة أكبر بكثير من قوة محركة كهربائية متحرضة للمولد وتكون قيمتها أكبر ما يمكنه عند فتح قاطعة

ب ـ إغلاق قاطعة :

مصباح يتوهج بشدة ثم يعود إلى ضوء خافت ، تزداد شدة التيار المار في الوشيعة فيتغير التدفق المغناطيسي فتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة لمنع تيار المولد من مرور في وشيعة فيمر في المصباح فيتوهج بشدة قبل أن تخبو إضاءته ليعود إلى ضوء خافت بعد ثبات التدفق .

ملاحظة : إن الوشيعة قامت بدور متحرض ومحرض في آن واحد لذلك ندعو الدارة بالدارة متحرضة الذاتية وتدعى حادثة (تحريضياً ذاتياً)

س ـ في دارة تحوي على تسلسل وشيعة مهملة مقاومة ذاتيتها (L) ومقاومة R ومولد قوة محركة كهربائية (ε) استنتج علاقة الطاقة كهرطيسية مختزنة في وشيعة ؟



باستخدام قانون كيرشوف الثاني :

$$\sum \bar{E} = Ri$$

$$E + \varepsilon = Ri$$

$$E - L\frac{di}{dt} = Ri$$

$$E = Ri + L\frac{di}{dt} \quad \boxed{\times i\,dt}$$

$$E\,i\,dt = Ri^2\,dt + L\,i\,di$$

$E\,i\,dt$ يمثل طاقة التي يقدمها المولد خلال الزمن dt وهذه طاقة تنقسم إلى قسمين

$Ri^2\,dt$ طاقة ضائعة حرارياً بفعل جول في مقاومة خلال الزمن dt ،

$L\,i\,dt$ طاقة كهرطيسية مختزنة في وشيعة خلال الزمن dt

Subject : ____ / /

$$E_L = \int_0^I L i \, di$$

$$E_L = \frac{1}{2} L I^2$$

$$E_L = \frac{1}{2} \phi I$$

حيث $\phi = LI$

س ٤ـ أستنتج العلاقة معبرة عن ذاتية ملف عند ما يمر فيها تيار متغير في الشدة ثم استنتج معبرة عن قوة محركة كهربائية متحرضة الذاتية بواسطة شدة تيار متغير الذي يجتازها موضحاً متى تنعدم هذه قوة ؟

حل:

علاقة حقل مغنطيسي متولد عن مرور تيار في وشيعة بالعلاقة:

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N i}{L}$$

$$\phi = N S B$$

$$\phi = N S (4\pi \times 10^{-7} \frac{N i}{L})$$

$$\phi = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{L} i$$

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

حيث L ذاتية وشيعة (H)

$$\phi = L i$$

قوة محركة كهربائية متحرضة ذاتية:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(L i)}{dt}$$

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

عند ثبات شدة التيار الذي يجتاز وشيعة

$$\frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0$$

ملاحظات هامة للمسائل:

(1) ذاتية وشيعة

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

$$N = \frac{l'}{2\pi r}$$

l' طول سلك وشيعة، $2\pi r$ محيط لفة واحدة

$$\Rightarrow L = 10^{-7} \frac{l'^2}{l}$$

l' طول سلك وشيعة

l طول وشيعة

ميلي هنري $mH \xrightarrow{\times 10^{-3}} H$ الهنري

ميكروهنري $\mu H \xrightarrow{\times 10^{-6}} H$

Subject : / /

(2) قانون فاراداي :

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \emptyset}{\Delta t}$$

قوة محركة كهربائية وسطى $\mathcal{E}$ = ...

(3) قانون أوم يمثل القوة محركة كهربائية ...

$$U_{ab} = \mathcal{E} = R\,i$$

$$\Rightarrow i = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

(4) الاستطاعة كهربائية :

$$P_{\text{كهربائية}} = \mathcal{E}\, i = R\, i^2 \ \text{حرارية}$$

(5) الاستطاعة ميكانيكية :

$$P_{\text{انسحابي}} = F V \qquad P = \frac{W}{t}$$

$$P_{\text{دوراني}} = \Gamma\, \omega$$

P ميكانيكي = P كهربائي

(6) في مولد التيار متناوب جيبي :

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max} \sin(\omega t)$$

حيث $\mathcal{E}_{max}$ القوة محركة كهربائية العظمى متحرضة

$$\mathcal{E}_{max} = N B S \omega$$

(7) فائدة لحل مسائل تحريض كهرطيسي :

في كل مسائل يجب حساب $\Delta\emptyset$:

$$\emptyset = N S B \cos\theta$$

$$\theta = (\vec{n}, \vec{B})$$

B يمثل شدة حقل مغنطيسي محرض

تتغير التدفق مغنطيسي في حالات التالية :

(1) إذا تغيرت شدة حقل مغنطيسي المحرض :

$$\Delta\emptyset = N S \Delta B \cos\theta$$

حيث : $\Delta B = B_2 - B_1$

وهذا إما يكون واضحاً بالنص المسألة أو ينتج عن فتح أو إغلاق دارة ضمن دارة (وشيعات أو وشيعة موصولة) ونميز :

- فتح قاطعة ← تناقص شدة التيار ← تناقص شدة حقل مغنطيسي من B عظمى إلى الصفر .
- إغلاق قاطعة ← تزايد شدة التيار ← تزايد شدة الحقل مغنطيسي من الصفر إلى B (عظمى)

(2) إذا تغيرت الزوايا :

$$\Delta\emptyset = N S B \left[\cos\theta_2 - \cos\theta_1\right]$$

وينتج ذلك عن دوران وشيعة أو إطار أو ملف بين قطبين .

(3) إذا تغير السطح (سطح ممسوح)

$$\Delta\emptyset = N \Delta S B$$

وينتج ذلك عن حركة ساق معدنية ضمن حقل مغنطيسي ونميز :

دارة مغلقة بينما تيار متحرض

دارة مفتوحة يتولد فرق كمون

$$V_{ab} = \varepsilon = \left|\frac{\Delta \phi}{\Delta t}\right|$$

اختبر نفسك ص 122

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1 (a) $10^{-4}\ H$

$$L = 10^{-7}\frac{N^2 s}{\ell} = 10^{-7}\times\frac{(10)^2}{(10\times10^{-2})}$$

$$L = 10^{-7}\times\frac{10^{+2}}{10^{-1}} = 10^{-4}\ H$$

2 (b) $i = \frac{BLV}{R}$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1- لعدم وجود الكترونات حرة في الزجاج بالتالي لا ينشأ في الزجاج تيارات تحريضية، نضع صفيحة معدنية داخل الاناء الزجاجي وبالتالي يتغير التدفق مغناطيسي.

2- عند تحريك الساق في تجربة سكتين التحريضية فإنها تنتقل مسافة فتمسح سطحاً فيتغير التدفق مغناطيسي منتجاً قوة محركة كهربائية تحريضية فيتولد تيار كهربائي متحرض بجهة عكس قوة مغناطيسية بعد ذلك نطبق قاعدة اليد اليمنى فنلاحظ جهة القوة كهرطيسية عكس جهة حركة الساق وانها تكون عكس الحركة من أجل أن نقوم بصرف استطاعة بالتالي تتحول طاقة كهربائية إلى طاقة ميكانيكية وهذا مبدأ عمل المولدات كهربائية.

ثالثاً:

1 زيادة تردد الساق يؤدي إلى زيادة القوة الكهرطيسية معاكسة لجهة سرعة بالتالي زيادة استطاعة اللازمة لتحويل طاقة كهربائية إلى ميكانيكية.

2 خطوط الحقل مغناطيسي $\vec{B}$ تخرج من شمالي [illegible] وبما أن [illegible] متصلة مع بعضها البعض فتكتسب الوجه الشمالي [illegible] شمالي أي حقل المتحرض $\vec{B}$ بجهة عكس جهة حقل محرض.

3 يتولد قوة محركة كهربائية تحريضية مساوية فرق الكمون بين طرفي الحلقة المتحركة [illegible] الالكترونات بقوة لورنز فتنتقل [illegible] شحنات سالبة عند طرف الحلقة وشحنات موجبة عند الطرف الآخر للحلقة فينشأ فرق الكمون بين طرفي الحلقة.

Subject :

رابعاً:

1) لا يضيء المصباح لأن الملفين ساكنين فالتدفق المغناطيسي الناتج عن ملف الأول لا يتغير خلال ملف الثاني ليضيء المصباح يجب أن يتغير ϕ للحقل المغناطيسي الناتج عن ملف الأول وتتحقق:

- فتح وغلق قاطعة باستمرار دارة ملف الأول.
- تحريك أحد ملفين نحو الآخر
- استبدال البطارية الكهربائية بمنبع تيار متناوب.

2) لأن تراكم الشحنات كهربائية على طرفي الساق يولد حقل كهربائي يتجه من الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية موجبة إلى الطرف الذي يحمل شحنات كهربائية سالبة يؤثر هذا الحقل الكهربائي على الالكترون الحر بقوة F_E جهتها تعاكس جهة قوة F_B المؤثرة في هذا الالكترون فتزداد شدة حقل كهربائي بازدياد تراكم شحنات كهربائية حتى يصبح شدة هذه القوة كهربائية لتصبح مساوية لشدة قوة لورنز فتتوقف حركة الالكترونات

3) a)

مرحلة OA: تزداد شدة التيار كهربائي في وشيعة فيتوهج المصباح نسبياً ثم يعود لإضاءته العادية.

مرحلة AB: ثبات شدة التيار كهربائي في وشيعة فتثبت شدة إضاءة المصباح

مرحلة BC: تتناقص شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعة فيتوهج المصباح بشدة وينطفئ.

b)

عند فتح الدارة: تكون ε أكبر منه عند غلق القاطعة

تعليل: لأن قيمة القوة محركة كهربائية متحرضة $\varepsilon = -L\frac{di}{dt}$ تتناسب عكساً مع dt وزمن تناقص شدة التيار في مرحلة BC أصغر من زمن تزايد التيار في مرحلة OA لذا تكون قوة محركة كهربائية متحرضة أكبر عند فتح الدارة

c)

- مرحلة OA: تزداد طاقة كهرطيسية مختزنة في وشيعة.
- مرحلة AB: تكون الطاقة كهرطيسية مختزنة في وشيعة ثابتة.

Subject : ______ / /

مرحلة BC: تكون الطاقة كهرطيسية ومخزنة في وشيعة متناقصة وتتحول إلى طاقة كهربائية.

4) a) $B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N i}{l}$

b) $\phi = N S B \cos\theta$

$\theta = 0 \Rightarrow \cos\theta = 1$

$\phi = N S B$

c) $\phi = N S B$

$= N S (4\pi \times 10^{-7} \frac{N i}{l})$

$\phi = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N^2 S}{l} i$

$\phi = L i$

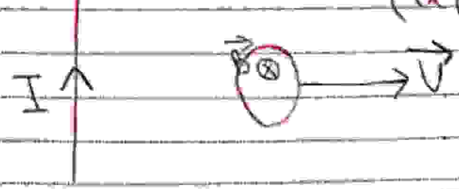
$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(L i)}{dt}$

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

(تنعدم ε عند ثبات قيمة i)

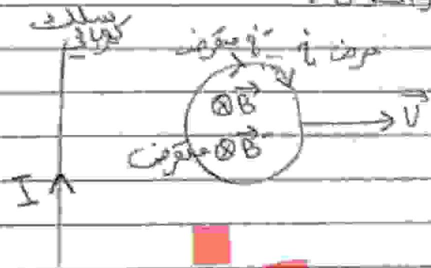
$i = const \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$

5) a)



حسب قاعدة اليد اليمنى يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع وباطن الكف بجهة مركز الملف والإبهام يشير إلى جهة شمالي حقل مغناطيسي أي يكون داخل مستوي.

b) بما أن الملف يبتعد عن السلك المولد للحقل المحرض B فإن تدفق مغناطيسي المحرض ينقص وحسب قانون لنز الحقل المتحرض والمحرض بجهة واحدة.



c) إذا أوقفنا الملف عن الحركة نثبت شدة حقل مغناطيسي المحرض بالتالي المحرض $\Delta\phi = 0$

$\Rightarrow \varepsilon = 0 \Rightarrow i = 0$

خامساً: حل المسائل الآتية

مسألة أولى:

ملف دائري:

$N = 100$ $r = 4 \times 10^{-2} m$

$R = 20 \Omega$ $B_1 = 0 T$

$B_2 = 0.08\,T \quad \Delta t = 2s$

(1) $\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta(NSB\cos\alpha)}{\Delta t}$

$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.08 - 0$

$\Delta B = 0.08\,T$

$\varepsilon = -\frac{NS\Delta B\cos\alpha}{\Delta t}$

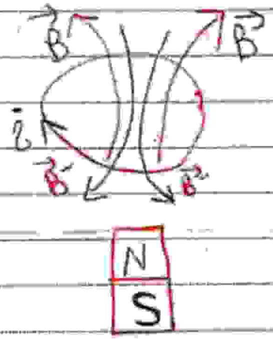
$\varepsilon = \frac{-(100)(\pi)(4\times10^{-2})^2\times0.08}{2}$

$\varepsilon = -0.02\,Volt$

$\varepsilon < 0$ الى

أعي $\vec{B}$ و $\vec{B'}$ بجهات متعاكسة

الابهام بجهة $\vec{B'}$ رؤوس الاصابع بجهة التفاف التيار المتحرض.



(2) تقريب ← تنافر

تبعيد ← تجاذب

وجه الملف شمالي

وجه ملف جنوبي

(3) $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{-2\times10^{-2}}{20}$

$i = -10^{-3}A = -1mA$

(4) P كهربائي $= \varepsilon i$

$P = -2\times10^{-2}\times -10^{-3}$

$P = +2\times10^{-5}\,watt$

P' حراري $= Ri^2 = 20(-10^{-3})^2$

$P' = 20\times10^{-6}$

$P' = 2\times10^{-5}\,watt$

$P = P'$ نستنتج أن

مسألة ثانية ص ١٢٤

(1) $l = 30cm = 0.3m$ مستقيم

$2r = 4cm \Rightarrow r = 0.02m$

$N = 1200$ لفة

$I = 4A$

$B = 4\pi\times10^{-7}\frac{NI}{l}$

$B = 4\pi\times10^{-7}\times\frac{1200\times4}{3\times10^{-1}}$

$B = 2\times10^{-2}\,T$

(2) $N' = 100$

$R = 16\,\Omega \quad \Delta t = \frac{1}{2}s$

حالة ثانية: قطع تيار $i_2 = 0$

$\Rightarrow B_2 = 0$

$\Delta B = B_2 - B_1$

Subject : ________ / /

$\Delta B = 0 - 2\times10^{-2} = -0.02\,T$

حساب تغير التدفق المغناطيسي :

$\Delta\phi = N S \Delta B \cos\theta$

$\Delta\phi = (100)(\pi)(0.02)^2(-0.02)(1)$

$\Delta\phi = -8\pi \times 10^{-4}$ weber

$\Delta\phi = -25 \times 10^{-4}$ weber

شدة التيار المتحرض :

$i = \frac{\varepsilon}{R}$, $\varepsilon = \frac{-\Delta\phi}{\Delta t}$

$\varepsilon = \frac{-(-25\times10^{-4})}{5\times10^{-1}}$

$\varepsilon = +5\times10^{-3}$ Volt

$i = \frac{5\times10^{-3}}{16}$

$i = 0.3125\times10^{-3}\,A$

مسألة إضافية ص 124 :

تجربة السكتين التحريضية :

$L = 0.3\,m$ $m = 6\times10^{-2}\,kg$ (1)

$F = 2W$

$F = 2mg = 2\times6\times10^{-2}\times10$

$F_{كهرطيسية} = 1.2\,N$

$F = ILB\sin\theta$

$\theta = (\vec{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{2}$ rad

$\sin\theta = 1$

$F = ILB \Rightarrow I = 20A$

$B = \frac{F}{IL} = \frac{12\times10^{-1}}{20\times3\times10^{-1}}$

$B = \frac{1}{5} = 2\times10^{-1}\,T$

(2)

$v = 0.4\,m s^{-1}$

$\Delta t = 2\,s$

$W_{كهربائي} = F\cdot\Delta x = F v \Delta t$

$W = 12\times10^{-1}\times4\times10^{-1}\times2$

$W = 96\times10^{-2}\,J$

$v' = 5\,m s^{-1}$ (3)

$R = 5\,\Omega$

كمية السرعة تتغير S

مساحة ΔS :

$\Delta S = l\,\Delta x = l\,v'\,\Delta t$

فيتغير التدفق المغناطيسي

$\Delta\phi = \Delta S\,B$

فيتولد قوة محركة كهربائية تحريضية

قيمتها مطلقة

$\varepsilon = \left|\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{l v' \Delta t B}{\Delta t}\right|$

$\varepsilon = l v' B$

$\varepsilon = 3\times10^{-1}\times5\times2\times10^{-1}$

$\varepsilon = 3\times10^{-1}$

$\varepsilon = 0.3$ Volt

Subject :

السبب الذي أدى إلى حدوث طاقة حركة الساق فتخضع لقوة كهرطيسية (لابلاس) تعاكس حركة الساق.

$I = \sqrt{2}\ A$ (2)

أن انتقال الساق تتغير S:

$\Delta S = l \Delta x = l V \Delta t$

فيتغير التدفق مغنطيسي:

$\Delta \phi = B \Delta S \cos\theta'$

فيتولد قوة محركة كهربائية متحرضة فنعينها بطلقة:

$$\varepsilon = \left| \frac{B l V \Delta t \cos\theta'}{\Delta t} \right|$$

$\varepsilon = B l V \cos\theta' = R I$

$$\Rightarrow R = \frac{B l V \cos\theta'}{I}$$

$$R = \frac{8\times10^{-2} \times 4\times10^{-1} \times 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}}$$

$R = 32\times10^{-2}\ \Omega$

مسألة خامسة ص 125

إطار مربع:

$l = 4\times10^{-2}\ m$

$S = l^2 = 16\times10^{-4}\ m^2$

$N = 100$ $f = \frac{10}{\pi}\ HZ$

$B = 5\times10^{-2}\ T$

$R = 4\ \Omega$

شدة تيار متحرض:

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3\times10^{-1}}{5}$$

$i = 6\times10^{-2}\ A$

(4) $P_{كهربائية} = \varepsilon i = 3\times10^{-1} \times 6\times10^{-2}$

$P = 18\times10^{-3}\ Watt$

حساب القوة كهرطيسية

$P_{كهربائية} = P_{ميكانيكية} = F \cdot V'$

$$F = \frac{P}{V'} = \frac{18\times10^{-3}}{5}$$

$F = 36\times10^{-4}\ N$

مسألة رابعة ص 125 + 124

$\theta' = 45° \Rightarrow \cos\theta' = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$l = 0.4\ m$

$B = 0.08\ T$

$V = 2\ m s^{-1}$

(1) تتحرك الساق بتأثير ثقلها فيتغير التدفق مغنطيسي فتنشأ قوة محركة كهربائية متحرضة فيتولد تيار كهربائي متحرض ينتج أفعالاً تعاكس

Subject: ______ / /

① $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{max}\sin(\omega t)$

$\omega = 2\pi f = 2\pi(\frac{10}{\pi})$

$\omega = 20\ rad\,s^{-1}$

$\mathcal{E}_{max} = NSB\omega$

$\mathcal{E}_{max} = 100(16\times10^{-4})(5\times10^{-2})(20)$

$\mathcal{E}_{max} = 16\times10^{-2}\ Volt$

$\mathcal{E} = 0.16\sin(20t)$

② $\mathcal{E} = 0$

$0 = 0.16\sin(20t)$

$\sin(20t) = 0$

$20t = \pi K$

$t = \frac{\pi}{20}K$

اللحظة أولى: $K=1$

$\Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{20}\ s$

اللحظة ثانية: $K=2$

$\Rightarrow t_2 = \frac{\pi}{10}\ s$

③ $i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{16\times10^{-2}\sin(20t)}{4}$

$i = 4\times10^{-2}\sin(20t)$

ملاحظة:

$\mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$

① تزايد شدة التيار مفروض

$\frac{di}{dt} > 0 \Rightarrow \mathcal{E} < 0$ سالب

$\vec{B}$ و $\vec{B'}$ بجهات متعاكسة

② تناقص شدة التيار مفروض

$\frac{di}{dt} < 0 \Rightarrow \mathcal{E} > 0$ موجب

$\vec{B}$ و $\vec{B'}$ بنفس الجهة

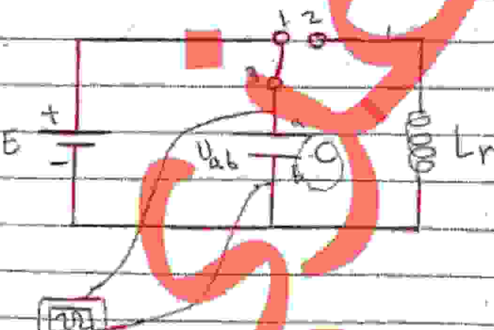
تحديد جهة التيار متحرض:

(نقبض الأصابع بجهة التيار متحرض والإبهام بجهة الحقل مغناطيسي متحرض)

الدرس الرابع:

((الدارات المهتزة وتيارات عالية التواتر))

س:



نشكل دارة من مولد توتره المحركة كهربائية E ومكثفة سعتها C ووشيعة ذاتيتها L ومقاومتها r مهملة وقاطعة دوارة كما في الشكل ونصل لبوسي مكثفة براسم الاهتزاز مهبطي المطلوب:

① بين مفهوم الدائرة مهتزة الحرة متخامدة ؟

② ماذا يحدث للمكثفة عندما نصل قاطعة الدائرة الى الموضع (1) ؟

③ ماذا يحدث للمكثفة عندما نصل قاطعة الدائرة الى الموضع (2) ؟

④ نصل مع ... على التسلسل مقاومة متغيرة ... بجعل قيمة المقاومة ... ماذا يطرأ على شاشة ... ولماذا ؟

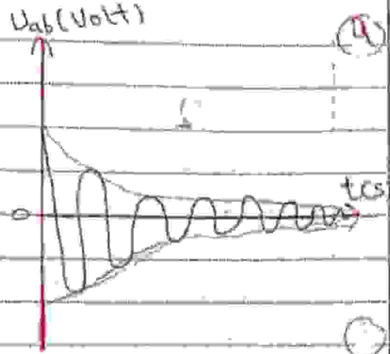
⑤ ما هي مكثفات يجعل راسم ... جيبي باقترح طريقة لتحقيق ذلك ؟

الحل : ① وهي تتشكل من وشيعة ومكثفة ومقاومة اومية

② عند وصل قاطعة الى الموضع 1 تشحن مكثفة حتى تمام الشحنة وتصبح شحنتها عظمى q_{max} وتختزن طاقة كهربائية E_c

③ عند وصل قاطعة الموضع 2 تفرغ شحنة مكثفة عبر الوشيعة حيث تنتقل الالكترونات من اللبوس السالب للمكثفة الى الوشيعة فيزداد التيار المار في وشيعة الى أن يصبح بقيمة عظمى عندما تنعدم شحنة مكثفة فتختزن طاقة كهرطيسية E_L

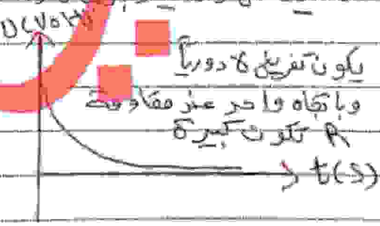
④



تفرغ شحنة مكثفة عبر وشيعة عندما تلامس القاطعة (2)

التوتر بين طرفي مكثفة تابع للزمن في أثناء تفريغ شحنتها على شكل تفريغ دوري متناوب متخامد تتناقص فيه سعة الاهتزاز حتى تنعدم لذا نقول ان الاهتزازات الحاصلة هي اهتزازات حرة متخامدة لأنها لا تتلقى طاقة من المولد

⑤ بإهمال مقاومة ... يصبح تفريغ جيبياً سعة الاهتزاز فيه ثابتة ودوره الخاص T_0 وهذه حالة مثالية ... حتى يكون ... مكثفة ... وشيعة لا دورياً وباتجاه واحد ؟

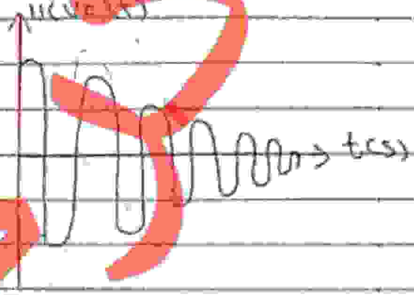


يكون تفريغ لا دورياً وباتجاه واحد عند مقاومة R تكون كبيرة

Subject : ______ / /

س – متى يكون توزيع مكثفة في وشيعة دورياً متخامداً باتجاهين؟

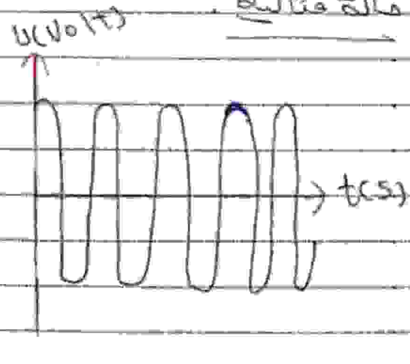
يكون تفريغ دوري متخامد باتجاهين يعني من اهتزازات نوع شبه الدوري عندما مقاومة تكون صغيرة



س – متى يكون توزيع مكثفة في وشيعة دورياً غير متخامد؟

عندما تكون مقاومة مهملة $R = 0$

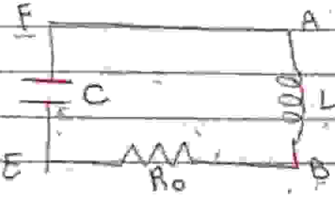
يصبح تفريغ دورياً غير متخامد جيبي وباتجاهين بدور خاص T_0 وهي حالة مثالية.



س – نشكل دارة كهربائية تحتوي على تسلسل وشيعة لها مقاومة ومكثفة مشحونة سعتها C ومقاومة أومية R_0 المطلوب:

① كتابة عبارة التوتر الكهربائي بين طرفي كل جزء من الدارة؟

② استنتج معادلة التي تصف اهتزاز الشحنة فيه؟



نختار اتجاهاً موجباً للتيار كهربائي:

فيكون:

$$\bar{u}_{AB}+\bar{u}_{EB}+\bar{u}_{EF}+\bar{u}_{FA}=0$$

بإهمال مقاومة أسلاك توصيل $\bar{u}_{FA}=0$

توتر كهربائي بين طرفي مقاومة $\bar{u}_{EB}=R_0\bar{i}$

توتر كهربائي بين طرفي مكثفة $\bar{u}_{EF}=\frac{\bar{q}}{C}$

توتر كهربائي بين طرفي وشيعة لها مقاومة $\bar{u}_{AB}=L(\bar{i})'_t+r\bar{i}$

②

$$L(\bar{i})'_t+r\bar{i}+\frac{\bar{q}}{C}+R_0\bar{i}=0$$

$$\bar{i}=(\bar{q})'_t=\frac{dq}{dt}$$

$$R=R_0+r$$

$$L(q)''_t + r(q)'_t + (R-r)(q)'_t + \frac{q}{C} = 0$$

$$\Rightarrow L(q)''_t + R(q)'_t + \frac{q}{C} = 0$$

معادلة تفاضلية من مرتبة ثانية تصف اهتزاز شحنة كهربائية في دارة كهربائية تحتوي على (L, R, C)

س — انطلاقاً من العبارة: $(q)''_t = \frac{-q}{LC}$

أثبت أن حركة الاهتزازات الدارة مهتزة جيبية كهربائية غير متخامدة واستنتج عبارة الدور الخاص (عبارة طومسون)؟

$$(q)''_t = \frac{-q}{LC} \quad ①$$

معادلة تفاضلية من مرتبة ثانية تقبل حل جيبي من الشكل:

$$q = q_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$(q)'_t = -\omega_0 q_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$$

$$(q)''_t = -\omega_0^2 q_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$(q)''_t = -\omega_0^2 q \quad ②$$

بمقارنة ① و ② نجد:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\frac{2\pi}{T_0} = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} > 0$$

L ، C مقادير موجبة

بالتالي الاهتزازات دارة مهتزة جيبية كهربائية غير متخامدة.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

حيث L ذاتية وشيعة (H) هنري

C سعة مكثفة (F) الفاراد

T_0 الدور الخاص للاهتزازات كهربائية غير متخامدة (s) ثانية

س — تتألف دارة اهتزاز كهربائي من مكثفة مشحونة ووشيعة مهملة مقاومة نغلق الدارة المطلوب:

① كتابة التابع الزمني للشحنة كهربائية بشكله العام ثم تعيين تابع الشحنة وتابع شدة التيار المار في دارة باعتبار مبدأ الزمن لحظة إغلاق الدارة؟

② ارسم المنحنيات البيانية لكل من الشحنة كهربائية والتيار كهربائي بدلالة الزمن ماذا تستنتج؟

الحل:

① يعطى تابع شحنة كهربائية بالعلاقة

$$q = q_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

شروط البدء:

$$\left(t = 0,\ q = q_{max} \right)$$

Subject : ______ / /

$q_{max} = q_{max} \cos(0 + \varphi)$

$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0\ rad$

$q = q_{max} \cos(\omega_0 t)$

$i = \frac{dq}{dt} = (q)'_t$

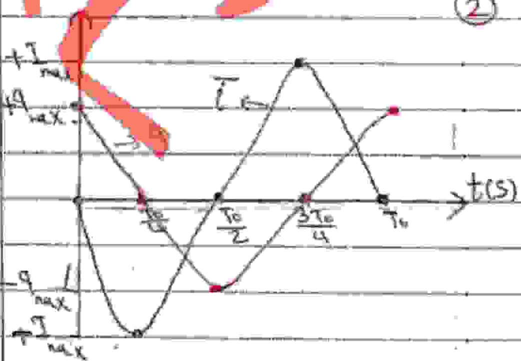
$i = (q_{max} \cos(\omega_0 t))'$

$i = -q_{max}\ \omega_0 \sin(\omega_0 t)$

$i = \omega_0\, q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

وهو تابع شدة التيار الكهربائي

(2)



- عندما تكون شحنة مكثفة عظمى تنعدم شدة التيار في الوشيعة.
- عندما تكون الشدة عظمى في وشيعة تنعدم شحنة مكثفة.
- تابع الشدة على تربيع متقدم بالطور مع تابع الشحنة.

س - كيف يتم تبادل الطاقة بين مكثفة ووشيعة في دارة مهتزة خلال دور واحد؟

الحل:

- الربع الأول للدور:

تكون في البداية مكثفة مشحونة بشحنة عظمى q_{max} ومختزنة طاقة كهربائية عظمى E_C ثم تبدأ المكثفة بتفريغ شحنتها بالتدريج فيزداد تيار الوشيعة حتى يصل إلى قيمة عظمى I_{max} عندما تنعدم شحنة مكثفة $q = 0$ فتختزن الوشيعة طاقة كهرطيسية عظمى E_L وتصبح $E_C = 0$ في نهاية هذا الربع.

- الربع الثاني للدور:

تقوم الوشيعة بشحن المكثفة فتزداد شحنة مكثفة حتى تصبح عظمى عندما تصبح شدة التيار في الوشيعة معدومة عندئذ تختزن المكثفة طاقة كهربائية عظمى E_C بينما تصبح طاقة الكهرطيسية مختزنة في وشيعة معدومة في نهاية هذا الربع.

- الربع الثالث والرابع للدور:

تتكرر عمليتا الشحن والتفريغ اللتان حدثتا في أول ربعين ولكن بالاتجاه معاكس.

- عندما تكون مقاومة في وشيعة فإن طاقة تتحول تدريجياً إلى طاقة حرارية مبددة بفعل جول مما يؤدي إلى تخامد الاهتزازات.

AL.SAMRAH

Subject :

- عندما تكون مقاومة كبيرة تتحول الطاقة دفعة واحدة الى طاقة حرارية بفعل جول في المقاومة .

س - استنتج العلاقات مناسبة
أ) الطاقة المخزنة معادلة
ثابت في اللحظة مع المخطوط البيانية ؟

الحل :

$E = E_C + E_L$

$E_C = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{qV}{2} = \frac{CV^2}{2}$ (طاقة كهربائية)

$C = \frac{q}{V}$ السعة الكهربائية (F)، q شحنة كهربائية (C)، V كمون كهربائي ($Volt$)

$E_C = \frac{q^2_{max}}{2C}\cos^2(\omega_0 t + \varphi)$ ①

$E_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{L\omega_0^2 q^2_{max}}{2}\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$

$C = \frac{1}{\omega_0^2 L}$

$\Rightarrow E_L = \frac{q^2_{max}}{2C}\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$ ②

نعوض ① و ② في ☆

$E = \frac{q^2_{max}}{2C}\left[\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \sin^2(\omega_0 t + \varphi)\right]$

$E = \frac{q^2_{max}}{2C} = \frac{q_{max}V_{max}}{2}$

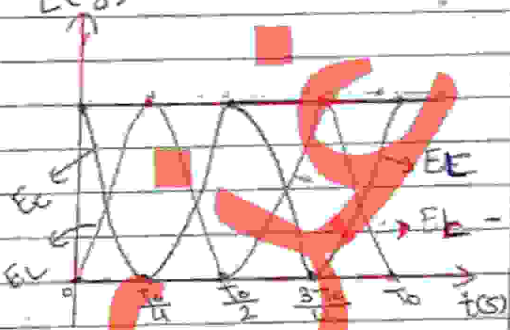
$E = \frac{C V^2_{max}}{2}$

بطريقة مماثلة :

$E = \frac{1}{2}LI^2_{max} = \frac{1}{2}\phi I_{max}$

E_C طاقة كهربائية مخزنة في المكثفة (طاقة كهربائية)

E_L طاقة كهربائية مخزنة في الوشيعة (طاقة كهرطيسية).



س - كيف يتم نقل التيارات عالية التواتر وتيارات منخفضة التواتر ؟

* تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر

$Z_L = \sqrt{r^2 + \underbrace{(\omega L)^2}_{X_L}}$

Subject :

$X_L = (\omega L) = (2\pi f L)$

حيث X_L ردية وشيعة

فإذا كانت r مهملة تؤول ممانعة الى ردية وشيعة $Z_L = X_L$

التواتر و ردية وشيعة علاقة طردية فزيادة التواتر يؤدي الى زيادة ردية ويمر I_{eff} ضعيفاً

* تبدي مكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$

تبدي مكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر فيمر فيها تيار شدته المنتجة كبيرة

X_C اتساعية مكثفة

أختبر نفسي ص 135 + 136 + 137 :

أولاً: أختر الإجابة الصحيحة:

1) $T_0' = \sqrt{2}\, T_0$ (a)

$C' = 2C$

$\Rightarrow T_0' = 2\pi\sqrt{LC'}$

$T_0' = 2\pi\sqrt{L2C}$

$T_0' = \sqrt{2}\, T_0$

2) $f_0' = f_0$ (a)

$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$C' = \frac{C}{2}$ $L' = 2L$

$f_0' = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C'}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$f_0' = f_0$

ثانياً: أجب عن الأسئلة التالية:

1) لا، لانه يجب ان يكون وشيعة وذات مقاومة تستهلك الطاقة بفعل جول.

2) موجود ضمن شرح الدرس.

3) موجود ضمن شرح الدرس.

4) موجود ضمن شرح الدرس.

5) لأن مقاومة الأومية تستهلك جزء من طاقة على شكل حرارة بفعل جول.

6) موجود ضمن شرح الدرس

ثالثاً: أعط تفسيراً علمياً

1) موجود ضمن شرح الدرس.

2) موجود ضمن شرح الدرس.

3) لأن مكثفة لا تسمح للتيارات عالية تواتر بالمرور خلالها

والوشيعة لاتسمح للتيارات
منخفضة التواتر بالمرور من
خلالها.

ثالثاً: حل مسائل التالية:

مسألة أولى:

① مكثفة

$V = 50\ Volt$

$q = 5\times10^{-7}\ C$

② وشيعة

$l = 0.1\ m$

$\lambda = 16\ m$

المطلوب:

1- من علاقة طومسون:

$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

حساب L:

$L = 10^{-7}\frac{\lambda^{2}}{l}$

$L = 10^{-7}\times\frac{256}{0.1}$

$L = 256\times10^{-6}\ H$

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{256\times10^{-6}\times C}}$

حساب C:

$C = \frac{q}{V} = \frac{5\times10^{-7}}{5\times10}$

$C = 10^{-8}\ F$

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{256\times10^{-6}\times10^{-8}}}$

$f = \frac{1}{32\pi\times10^{-7}}$

$f = 10^{+5}\ Hz$

2-

$I_{max} = \omega_0 q_{max}$

$I_{max} = 2\pi f q_{max}$

$I_{max} = 2\pi\times10^{+5}\times5\times10^{-7}$

$I_{max} = \frac{\pi}{10}\ A$

مسألة ثانية صـ 136

$\lambda = 200\ m$ $\quad L = 10^{-7}\ H$

$v = 3\times10^{8}\ m/s$

$c = ?$

$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$

$f = \frac{3\times10^{8}}{200}$

$f = 15\times10^{5}\ Hz$

من علاقة طومسون:

$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$f^2 = \frac{1}{40LC} \Rightarrow C = \frac{1}{40Lf^2}$

$C = \frac{1}{40\times10^{-7}\times(15\times10^{5})^2}$

$C = \frac{1}{4\times10^{-6}\times225\times10^{10}}$

$C = \frac{1}{9}\times10^{-6}$ F

مسألة ثالثة صـ (136):

$C = 2\times10^{-5}$ F $\quad U_{max} = 6V$

1)

$C = \frac{q_{max}}{V_{max}}$

$q_{max} = CV_{max}$

$q_{max} = 2\times10^{-5}\times6$

$q_{max} = 12\times10^{-5}$ C

2) عند غلق قاطعة تتفرغ مكثفة في وشيعة لمتخمة تفريغاً متناوباً متخامداً بسبب وجود المقاومة التي تستهلك جزء من الطاقة على شكل حرارة بفعل جول.

مسألة رابعة صـ (13):

$C = 10^{-12}$ F

$V_{max} = 1000$ Volt

1) $q_{max} = CV_{max}$

$q_{max} = 10^{-12}\times10^{+3}$

$q_{max} = 10^{-9}$ C

$E_C = \frac{q^2_{max}}{2C} = \frac{(10^{-9})^2}{2\times10^{-12}}$

$E_C = \frac{10^{-18}}{2\times10^{-12}} = 5\times10^{-7}$ J

2) وشيعة مهملة مقاومة

$L = 16\times10^{-3}$ H

a) تتفرغ مكثفة في وشيعة تفريغاً متناوباً جيبياً.

b) $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{16\times10^{-3}\times10^{-12}}}$

$f = \frac{1}{8\pi\times10^{-7}\times\frac{1}{\sqrt{10}}}$

$f = \frac{1}{8}\times10^{+7}$ HZ

$f = 125\times10^{4}$ HZ

$q=q_{max}\cos(\omega t+\varphi)$ (C

شروط البدء:

$\left(t=0 ,\ q=q_{max}\right)$

$q_{max}=q_{max}\cos(0+\varphi)$

$\cos\varphi=1 \Rightarrow \varphi=0\ rad$

$q=q_{max}\cos(\omega t)$

$\omega=2\pi f=2\pi\times125\times10^{4}$

$\omega=25\pi\times10^{5}\ rad/s$

$\boxed{q=10^{-9}\cos(25\pi\times10^{+5}t)}$

$i=(\dot{q})_t=-\omega_0 q_{max}\sin(\omega t)$

$i=\omega_0 q_{max}\cos(\omega t+\frac{\pi}{2})$

$I_{max}=\omega q_{max}=25\pi\times10^{+5}\times10^{-9}$

$I_{max}=25\pi\times10^{-4}\ A$

$I_{max}=\frac{\pi}{400}\ A$

$i=\frac{\pi}{400}\cos(25\pi\times10^{4}t+\frac{\pi}{2})$

مسألة خاصة ص 137

$L=10^{-3}\ H \qquad C=10^{-12}\ F$

$V_{max}=1000\ Volt$

(1) $q_{max}=CV_{max}$

$q_{max}=10^{-12}\times10^{+3}$

$q_{max}=10^{-9}\ C$

(2) من علاقة تومسون:

$T=2\pi\sqrt{LC}$

$T=2\pi\sqrt{10^{-3}\times10^{-12}}$

$T=2\pi\times10^{-7}\times\frac{1}{\sqrt{10}}$

$T=2\times10^{-7}\ S$

$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{2\times10^{-7}}$

$f=\frac{10^{+7}}{2}=5\times10^{6}\ Hz$

$\omega=2\pi f=2\pi(5\times10^{6})$

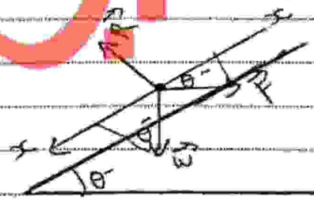
$\omega=\pi\times10^{+7}\ rad/s$

$q=q_{max}\cos(\omega t)$

$q=10^{-9}\cos(\pi\times10^{7}t)$

ملاحظة:

حل الطلب الثالث من مسألة الرابعة ص 124:



حساب كتلة الساق:

نطبق شرط التوازن الانسحابي:

$\sum \vec{F} = \vec{0} : \vec{w} + \vec{N} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$ كهربي

(بالإسقاط على محور $\vec{x}$ وموجه نحو الأسفل)

$+w\sin\theta' + 0 - F\cos\theta' = 0$

$mg\sin\theta' = F\cos\theta'$

$F = I l B \sin\theta$ كهرطيسي

$\theta = (\vec{I l}, \vec{B})$

$\theta = \frac{\pi}{2}\,rad \Rightarrow \sin\theta = 1$

$mg\frac{\sin\theta'}{\cos\theta'} = F = IlB$

$m = \frac{IlB}{g\tan\theta'}$

$m = \frac{\sqrt{2}\times 4\times10^{-1}\times 8\times10^{-1}}{10\times\tan(45^\circ)}$

$m = \frac{32\sqrt{2}\times10^{-2}}{10\times1}$

$m = 32\sqrt{2}\times10^{-3}\ kg$

$m = 32\sqrt{2}\ g$

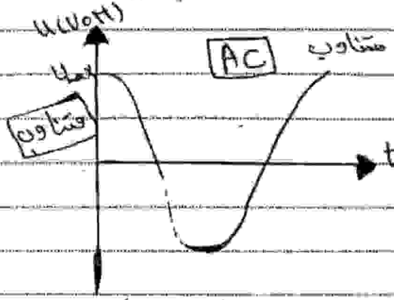
الدرس الخامس:

((التيار المتناوب الجيبي))

* التيار متناوب: هو التيار الذي تتغير شدته وجهته مع الزمن بشكل دوري.

* التيار المستمر (متواصل) هو تيار ثابت الشدة والجهة مع مرور الزمن.

* التيار متناوب الجيبي: هو تيار تتغير شدته والتوتر جيبياً مع الزمن.



* للحصول على طاقة كهربائية إما باستخدام تيار متواصل وهو تيار ناتج عن استخدام المدخرات وإما نستخدم التيار متناوب جيبي وهو تيار مدينة.

* نتناول تابع درس التحريض الكهرطيسي

تطبيقات تحريض كهرطيسي:

4) تيارات فوكو:

س - ماهي تيارات فوكو، وكيف تنشأ وما هو تأثيرها على الأجهزة الكهربائية، وكيف يمكن تخفيف هذا الأثر وكيف يمكن استثمارها؟

• تيارات فوكو: هي التيارات تحريضية متولدة في الكتل المعدنية التي تخضع لتدفق مغناطيسي متغير.

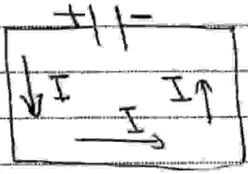
• منشأ تيارات فوكو: تكون لدينا مثال الطباخ الالكتروني نضع تحت السطح العلوي للطباخ ملف يمر فيه تيار متناوب حيث يتولد هذا التيار حقلاً مغناطيسياً متناوباً ينتشر نحو الخارج ويمر بتيار متناوب خلال قاعدة الاناء مصنوع من المعدن تتولد تيارات فوكو في قاعدة الاناء المعدني فتسخن قاعدته ويغلي الماء داخل الاناء ومن الملاحظ إذا لمسنا السطح العلوي للطباخ لا نشعر بسخونة السطح.

* تأثيرها على الأجهزة الالكترونية لها أثر ضار.

* لتخفيف الاثر الضار لتيارات فوكو نستبدل الكتلة معدنية المصمتة المعرضة لمثل هذه التيارات بكتل معدنية معزولة عن بعضها عن بعض، تنقطع فيها تلك التيارات فيخفف من أثرها الضار.

* تستثمر تيارات فوكو في مكابح القطارات الحديثة وفي أجهزة الكشف عن معادن مستعملة في نقاط التفتيش الامنية وكذلك تستثمر في الطباخ الالكتروني مستخدم في المنازل.

س- فسر الكترونياً نشوء التيارين المتواصل ومتناوب واكتب شرطي تطبيق قوانين أوم في التيار المتواصل على دارة التيار متناوب في كل لحظة؟



ينشأ التيار المتواصل عن حركة الالكترونات الحرة باتجاه واحد من كمون منخفض الى الكمون المرتفع بسبب وجود حقل كهربائي الناتج عن المنبع لفرق الكمون المطبق.

ينشأ التيار متناوب عن الحركة الاهتزازية للالكترونات الحرة بسبب حقل كهربائي متغير والذي يتغير بسبب تغير فرق الكمون بين قطبي المنبع.

• شرطي تطبيق قانون أوم للتيار المتواصل على دارة تيار متناوب:

① الدارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة.

② توتر التيار المتناوب الصغير

* تابع الشدة اللحظية والتوتر اللحظي:

• تابع الشدة اللحظية:

$i = I_{max} \cos(\omega t + \varphi_1)$

• تابع التوتر اللحظي:

$u = U_{max} \cos(\omega t + \varphi_2)$

حيث φ_1 الطور الابتدائي للتيار الكهربائي

φ_2 الطور الابتدائي للتوتر اللحظي

$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ فرق الطور بين شدة التيار والتوتر وتتغير حسب مكونات الدارة.

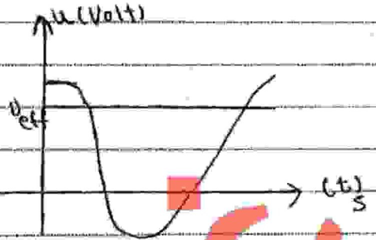
* هام: في التيار متناوب يجب التفريق بين:

التوتر اللحظي	التيار كهربائي
* u توتر لحظي	i تيار لحظي
* U_{max} توتر أعظمي	I_{max} تيار أعظمي
* U_{eff} توتر منتج	I_{eff} تيار منتج
* التوتر الأعظمي يقاس بواسطة راسم الاهتزاز مهبطي.	التيار منتج يقاس بواسطة مقياس الأمبير الحراري الذي يوصل على التسلسل
* التوتر منتج يقاس بواسطة الفولط الذي يوصل على التفرع	

ملاحظة:

* $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

التوتر المنتج للتيار متناوب: يكافئ التوتر مستمر الذي يقدم الطاقة نفسها التي يقدمها التوتر متناوب جيبي في ناقل الأومي خلال الزمن نفسه والتي تصرف بشكل حراري.



* $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

التيار المنتج للتيار متناوب جيبي: هي شدة التيار متواصل يعطي الطاقة الحرارية نفسها التي يعطيها التيار متناوب جيبي عند مرورها في الناقل الأومي نفسه خلال الزمن

س _ طول موجة اهتزاز الالكترونات الحرة في التيار متناوب (استنتاجها)؟

$c = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f}$

$\lambda = \frac{3\times10^8}{50} = 6\times10^6 \, m$

* الاستطاعات في التيار متناوب الجيبي:

① الاستطاعة اللحظية:

$$P = v\ i$$

وهي جداء الشدة اللحظية ب التوتر اللحظي حيث تتغير الاستطاعة اللحظية كل لحظة.

② الاستطاعة متوسطة مستهلكة في الدارة:

$$P_{avg} = V_{eff}\ I_{eff} \cos\varphi$$

وهي معدل طاقة كهربائية متدفقة نتيجة مرور تيار متناوب حيث φ فرق الطور بين الشدة اللحظية والتوتر اللحظي.

③ الاستطاعة اللحظية:

هي أكبر قيمة للاستطاعة متوسطة مستهلكة في الدارة:

$$\left(\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1 \qquad P_A = V_{eff}\ I_{eff}\right)$$

$$\text{عامل الاستطاعة} = \frac{P_{avg}}{P_A}$$

$$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{P_A}$$

* تطبيقات قانون أوم في دارة تيار متناوب:

① الناقل الأومي:

يسلك الناقل الأومي السلوك نفسه في التيارين المتناوب والمتواصل.

② الوشيعة:

تقوم الوشيعة بدور مقاومة أومية في تيار المتواصل (مستمر) وتقوم بدور مقاومة وذاتية في تيار متناوب.

- الوشيعة في التيار المتواصل سلوك مقاومة بسبب ثبات شدة التيار.
- أما في التيار متناوب سلوك ذاتية ومقاومة لأن التيار متغير.

③ المكثفة:

- مكثفة في التيار متواصل تمنع مرور التيار المتواصل بسبب وجود العازل بين اللبوسين.
- المكثفة لا تمنع مرور تيار متناوب إنما تعرقل المرور لأن الالكترونات الحرة التي تسبب مأخذ التيار متناوب اهتزازها تشحن لبوسين المكثفة بشحنتين متماثلتين بالقيمة ومختلفتين بالإشارة دون

أن تخترق عازلهما ثم تتفرغان في ربع الدور الثاني وتتكرر عمليتي الشحن والتفريغ في النصف الثاني من دور مع تغير اشارة شحنة اللبوسين.

• تبدي مكثفة ممانعة للتيار متناوب بسبب حقل كهربائي بينهما.

س - دارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية صرفة R نطبق بين طرفيه توتراً لحظياً لا فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية: $i = I_{max}\cos(\omega t)$

المطلوب:

① استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي مقاومة ثم استنتج العلاقة التي تربط بين الشدة المنتجة والتوتر المنتج في هذه الحالة؟

② اكتب علاقة الاستطاعة متوسطة مستهلكة ثم بين كيف تؤول تلك العلاقة في حالة مقاومة صرفة؟

الحل: $i = I_{max}\cos(\omega t)$

فرق الكمون بين طرفي مقاومة الصرفة:

$u_R = R\,i$

$u_R = R\,I_{max}\cos(\omega t)$

$U_{max_R} = R\,I_{max}$

(التوتر الأعظمي لطرفي مقاومة)

فرق الطور بين التيار والتوتر معدوم

$\varphi_R = 0$

$U_{eff_R} = R\,I_{eff}$: تمثيل فرينل

$\xrightarrow{\vec{U}_R} \vec{i}$, $\varphi = 0\ rad$

② الاستطاعة مستهلكة في الدارة:

$P_{avg_R} = U_{eff_R} I_{eff} \cos\varphi$

$\varphi_R = 0 \Rightarrow \cos\varphi_R = 1$

$P_{avg_R} = U_{eff_R} I_{eff}$

$P_{avg_R} = R\,I_{eff}^2$

(وهذا يعني طاقة تصرف في مقاومة حرارياً بفعل جول)

ملاحظة هامة جداً:

الوصل على تسلسل	الوصل على تفرع (توازي)
① تيار الكهربائي: هو نفسه في جميع فروع الدارة أي $I_{كلي} = I_1 = I_2$	$I = I_1 + I_2$ في وصل تفرعي التيار الكلي مجموع التيارات الفرعية
② الكمون كهربائي: في وصل تسلسلي كمون الكلي هي مجموع كمونات في فروع الدارة $U_{كلي} = U_1 + U_2$	$U_{كلي} = U_1 = U_2$ في وصل تفرعي الكمون كهربائي كلي نفسه في جميع فروع الدارة
③ مقاومة كهربائية: $R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

ملاحظة هامة :

① في الوصل التسلسلي ، إذا كانت مقاومات في فروع دارة متساوية تؤول علاقة مقاومة كلية إلى :

$$R = n R_1$$

② في وصل تفرعي : إذا كانت مقاومات في فروع دارة متساوية تؤول علاقة مقاومة كلية إلى :

$$\frac{1}{R} = n \frac{1}{R_1}$$

$$\Rightarrow R = \frac{R_1}{n}$$

③ تمثيل فرينل : (هام جداً) " في نص مسألة أو الاستنتاج إذا عطينا تابع التيار كهربائي فإن الوصل تسلسلي . وإذا عطينا تابع التوتر اللحظي فإن الوصل تفرعي (على توازي) .

④ في تمثيل فرينل والوصل تسلسلي فإن المحور الأفقي يمثل التيار الكهربائي .

⑤ في تمثيل فرينل والوصل تفرعي فإن المحور الأفقي يمثل التوتر الكهربائي اللحظي .

⑥ بخصوص البند (3) يكون على تسلسل إذا كان التيار نفسه في جميع فروع الدارة ونفس الكلام يطبق على التوتر في وصل تفرعي

س - دارة تيار متناوب تحوي وشيعة ذاتيتها L مقاومتها الأومية مهملة نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالتابع $i = I_{max} \cos(\omega t)$

المطلوب :

① استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة ، ثم استنتج العلاقة التي تربط بين الشدة المنتجة والتوتر المنتج في هذه الدارة ، وما هو فرق الطور بين الشدة والتوتر في هذه الحالة ؟

② فسر علمياً باستخدام علاقة مناسبة أن الاستطاعة متوسطة في الوشيعة معدومة ؟

الحل :

①

التوتر اللحظي بين طرفي وشيعة مهملة مقاومة هي

$$\left(u_L = L \frac{di}{dt} \right)$$

$$\frac{di}{dt} = (i)'_t = (I_{max} \cos(\omega t))'$$

$$\frac{di}{dt} = -\omega I_{max} \sin(\omega t)$$

$$\frac{di}{dt} = \omega I_{max} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$u_L = L \omega I_{max} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$u_L = X_L I_{max} \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

حيث: $X_L = L\omega$ ردية وشيعة (Ω) ، L ذاتية وشيعة (H)

و $U_{max_L} = X_L I_{max}$ التوتر الأعظمي لوشيعة مهملة مقاومة

نلاحظ بمقارنة التابعين:

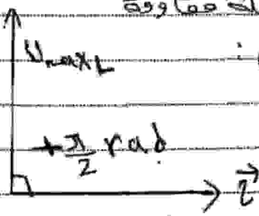
أن التوتر يتقدم على التيار بطور $\frac{\pi}{2}$ rad

أو التيار يتأخر على التوتر بطور $-\frac{\pi}{2}$ rad

$$U_{eff_L} = X_L I_{eff}$$

التوتر المنتج بين طرفي وشيعة مهملة مقاومة

تمثيل فرينل:



② الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في وشيعة مهملة مقاومة:

$$P_{avg_L} = U_{eff_L} I_{eff} \cos\varphi_L$$

$$\varphi_L = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \cos\varphi_L = 0$$

$$P_{avg_L} = 0 \text{ watt}$$

الاستطاعة مهملة أي الوشيعة مهملة مقاومة تختزن طاقة كهربائية خلال ربع دور لتعيدها كهربائياً إلى الدارة الخارجية خلال ربع الدور الذي يليه أي أن الوشيعة لا تستهلك طاقة.

ملاحظة هامة:

إذا كان للوشيعة مقاومة أومية r فإن ممانعتها

$$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$$

ويكون عامل استطاعة الوشيعة في هذه الحالة:

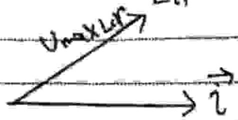
$$\cos\varphi_{L,r} = \frac{r}{Z_L}$$

$$P_{avg_{L,r}} = r I_{eff}^2$$

وتابع التوتر اللحظي هو

$$u_L = U_{max} \cos(\omega t + \varphi_L)$$

بالتالي أن وشيعة ذو مقاومة أومية r تجعل التوتر يتقدم على التيار بطور $\varphi_{L,r}$



س - دارة تيار متناوب تحوي مكثفة C
نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالتابع

$i = I_{max} \cos(\omega t)$

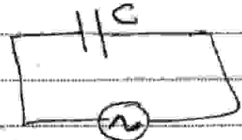
المطلوب:

① استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي مكثفة ثم استنتج علاقة التوتر بين الشدة المنتجة والتوتر المنتج في هذه الدارة؟

② استنتج قيمة الاستطاعة المستهلكة في مكثفة مع التعليل؟

الحل:

①



التوتر اللحظي بين طرفي مكثفة:

$$u_C = \frac{q}{C}$$

$$i = \frac{dq}{dt} = (q)'_t$$

$$dq = i\,dt \Rightarrow q = \int i\,dt$$

$$q = \int I_{max} \cos(\omega t)\,dt$$

$$q = \frac{I_{max}}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$q = \frac{I_{max}}{\omega} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$u_C = \frac{I_{max}}{\omega C} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

حيث: $X_C = \frac{1}{\omega C}$ اتساعية مكثفة (Ω)

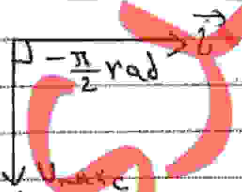
C سعة مكثفة (F)

$\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$ rad نلاحظ أن التوتر اللحظي يتأخر على التيار بطور $-\frac{\pi}{2}$ rad أو التيار يتقدم على التوتر بطور $+\frac{\pi}{2}$ rad

$U_{max_C} = I_{max} \cdot X_C$ التوتر الأعظمي لفرع مكثفة

$U_{eff_C} = I_{eff} \cdot X_C$ التوتر المنتج لفرع مكثفة

تمثيل فرينل:



② الاستطاعة المستهلكة متوسطة في فرع مكثفة

$$P_{avg_C} = U_{eff_C} I_{eff} \cos\varphi_C$$

$$\varphi_C = -\frac{\pi}{2}\ \text{rad} \Rightarrow \cos\varphi_C = 0$$

$$P_{avg_C} = 0\ \text{watt}$$

الاستطاعة متوسطة في فرع مكثفة معدومة
فالمكثفة لا تستهلك طاقة لأنها تختزن
طاقة كهربائياً خلال ربع الدور وتعيدها
كهربائياً خلال ربع الدور الذي يليه.

س — دارة تيار متناوب تحوي مقاومة
صرفة R ووشيعة مقاومتها مهملة و
مكثفة سعتها C موصولة على تسلسل
نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u
فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية
بالتابع: $i = I_{max} \cos(\omega t)$

المطلوب:

① استنتج العلاقة معبرة عن ممانعة الأومية (الكلية) للدارة ؟

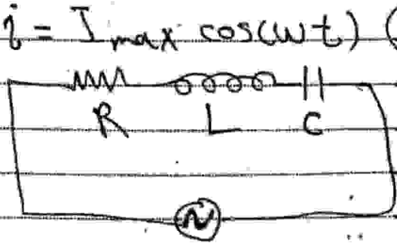
② استنتج العلاقة معبرة العامل استطاعة الدارة في هذه الحالة ؟

③ ارسم انشاء فرينل في كل من الحالات الثلاثة التالية وماذا يقال عن الدارة في كل حالة:

$X_L > X_C$ ، $X_C > X_L$ ، $X_C = X_L$

الحل:

① $i = I_{max} \cos(\omega t)$



أن أهم ما يميز الدارة تسلسلية أن
التيار كلي هو نفسه في جميع فروع دارة
أن التوتر المنتج كلي لا يجمع جبرياً
وإن تجمع جمع (هندسي) (شعاعي)

(التوترات اللحظية تجمع جبرياً)
(التوترات المنتجة تجمع هندسياً)

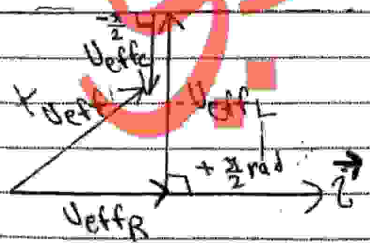
$\vec{u} = \vec{u}_R + \vec{u}_L + \vec{u}_C$ اللحظي

منتج $\vec{U}_{eff} = \vec{U}_{eff_R} + \vec{U}_{eff_L} + \vec{U}_{eff_C}$

باستخدام انشاء فرينل:

$(\varphi_R = 0\ rad\ /\ \varphi_L = \frac{\pi}{2}\ rad$
$\varphi_C = -\frac{\pi}{2}\ rad)$

باستخدام انشاء فرينل يمكن
حساب u و U_{eff}
نفرض أن
$(U_{eff_L} > U_{eff_C})$



حسب فيثاغورث في مثلث
القائم:

$$U^2_{eff} = U^2_{eff_R} + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2$$

$$U^2_{eff} = R^2 I^2_{eff} + (X_L - X_C)^2 I^2_{eff}$$

$$U^2_{eff} = (R^2 + (X_L - X_C)^2) I^2_{eff}$$

$$U_{eff} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}\; I_{eff}$$

$$U_{eff} = Z\, I_{eff}$$

(حيث Z ممانعة الكلية كـ الدارة)

② ولحساب φ من الشكل (تمثيل فرينل):

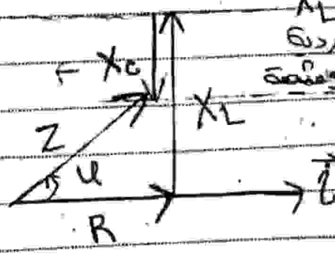
$$\cos\varphi = \frac{U_{effR}}{U_{eff}} = \frac{R\, I_{eff}}{Z\, I_{eff}}$$

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$$ عامل استطاعة الدارة

③ المناقشة:

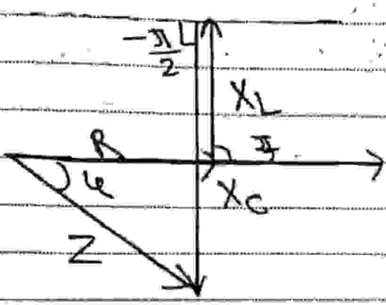
$X_L > X_C$

اتساعية مكثفة — ردية وشيعة



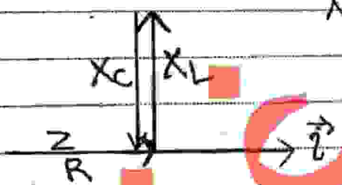
يكون التوتر متقدماً عن التيار، وتكون الدارة ذات ممانعة ذاتية.

$X_C > X_L$



يكون التوتر متأخراً عن التيار، وتكون الدارة ذات ممانعة سعوية.

$X_C = X_L$



التوتر متفق بالطور مع التيار، وتسمى هذه الحالة الطنين الكهربائي أو التجاوب الكهربائي.

س - متى تتحقق حالة التجاوب الكهربائي؟ وما قيمة الطور بين التوتر والشدة؟ ثم استنتج العلاقة المحددة لدور الطنين؟

شرط التجاوب كهربائي:

ردية وشيعة = اتساعية مكثفة

$$X_C = X_L$$

$$\frac{1}{\omega_r C} = \omega_r L$$

$$\omega_r^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega_r = \frac{2\pi}{T_r} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$T_r = 2\pi\sqrt{LC}$$ دور الطنين

عامل الاستطاعة واحد:

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{R} = 1$$

ممانعة كلية هي مقاومة صرفة

$$Z = R$$

فرق الطور بين التوتر والشدة معدوم $\varphi = 0$

الشدة المنتجة للتيار أكبر قيمة لها

$$I_{eff} = \frac{U_{effR}}{R} = \frac{U_{effR}}{Z}$$

النبض الخاص للاهتزازات الحرة = النبض الخاص (ω_0) للاهتزازات القسرية (ω) والذي يسمى (ω_r).

عامل استطاعة الدارة

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos\varphi$$

$$P_{avg} = U_{eff} I_{eff}$$

حيث: $\cos\varphi = 1$

س: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية R ووشيعة مقاومتها مهملة ومكثفة سعتها C موصولة على تفرع والتابع الزمني للتوتر بين طرفي الدارة هو:

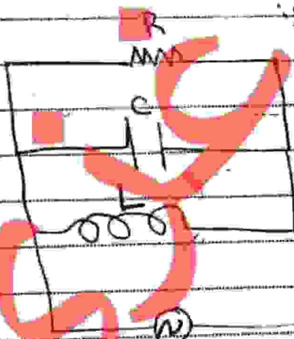
$$u = U_{max}\cos(\omega t)$$

والمطلوب:

1) استنتج العلاقة المحددة للتيار الكلي المار في الدارة الأصلية باستخدام إنشاء فرينل؟

2) استنتج العلاقة المحددة لعامل استطاعة الدارة في هذه الحالة $X_L < X_C$ وكيف نحسب فرق الطور؟

الحل:



تابع الشدة للتيار:

$$i = I_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$

التيارات اللحظية تجمع جبرياً:

$$i = i_R + i_L + i_C$$

التيارات المنتجة تجمع هندسياً:

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{effR} + \vec{I}_{effL} + \vec{I}_{effC}$$

• في فرع المقاومة: التوتر يتفق بالطور مع التيار.

$\varphi_R = 0\ rad$

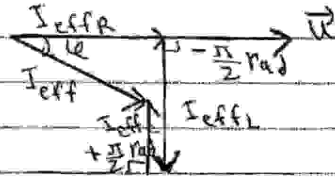
• في فرع وشيعة مهملة المقاومة: التوتر يتأخر عن التيار بطور $\varphi_L = -\frac{\pi}{2} rad$

• في فرع مكثفة: التيار متقدم على التوتر بطور $\varphi_C = +\frac{\pi}{2} rad$

بتمثيل فرينل نلاحظ:

$X_C > X_L \Rightarrow I_{effL} > I_{effC}$

تمثيل فرينل:



حسب فيثاغورث في مثلث قائم:

$$I_{eff}^2 = I_{effR}^2 + (I_{effL} - I_{effC})^2$$

② من المثلث القائم وباستخدام النسبة مثلثية:

عامل استطاعة الدارة

$$\cos\varphi = \frac{I_{effR}}{I_{eff}}$$

س ٥ ـ دارة تيار متناوب تحوي وشيعة مهملة مقاومة ومكثفة موصولتين على التفرع والتابع الزمني للتوتر بين طرفي الدارة:

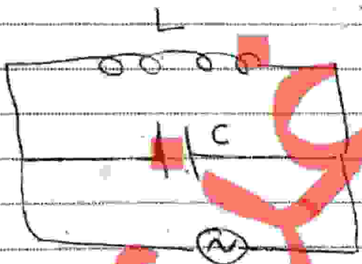
$$u = U_{max}\cos(\omega t)$$

المطلوب:

استنتج العلاقة محددة لشدة التيار المنتجة الكلية في الدارة باستخدام انشاء فرينل في كل من الحالات التالية:

$(X_L = X_C ، X_L > X_C ، X_C > X_L)$

الحل:



فرق الطور:

في فرع مكثفة $\varphi_C = +\frac{\pi}{2} rad$

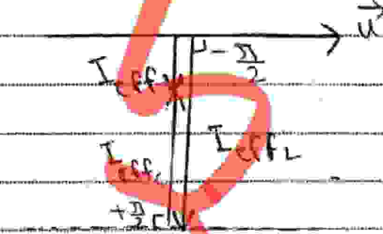
في فرع وشيعة مهملة مقاومة $\varphi_L = -\frac{\pi}{2} rad$

التيارات منتجة تجمع هندسياً:

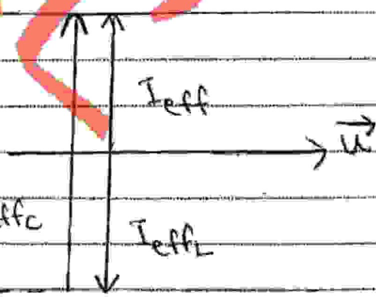
$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{effL} + \vec{I}_{effC}$$

نميز ثلاث حالات:

① $X_C > X_L \Rightarrow I_{eff_L} > I_{eff_C}$

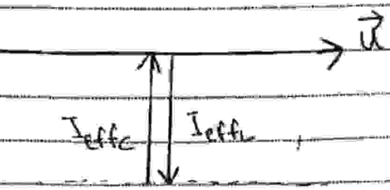


② $X_L > X_C \Rightarrow I_{eff_C} > I_{eff_L}$



$I_{eff} = I_{eff_C} - I_{eff_L}$

③ $X_L = X_C \Rightarrow I_{eff_L} = I_{eff_C}$



ينعدم شدة التيار في الدارة خارجية وتسمى الدارة في هذه الحالة الدارة خانقة للتيار.

ويكون: $\omega = \omega_r$

$X_L = X_C$

$\Rightarrow \omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$

$\omega_r^2 = \frac{1}{LC}$

$\omega_r = \frac{2\pi}{T_r} = 2\pi f_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$\Rightarrow T_r = 2\pi\sqrt{LC}$

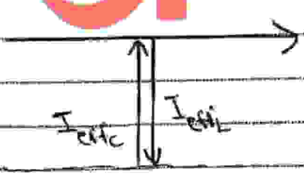
$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

f_r وهو تواتر الدارة ويكون التيار محصل عندئذ معدوماً أي لا يمر بالدارة الأصلية التيار الحر وهو يحقق علاقة:

$T_r = 2\pi\sqrt{LC}$

س: استنتج علاقة محددة للتواتر في الدارة خانقة للتيار؟

$X_L = X_C \Rightarrow I_{eff_L} = I_{eff_C}$



ينعدم شدة التيار في الدارة خارجية ويكون:

$\omega = \omega_r \Rightarrow X_L = X_C$

Subject : ______ / /

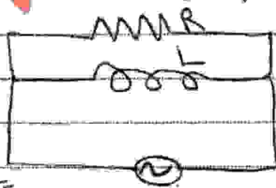
$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \Rightarrow \omega_r^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega_r = \frac{2\pi}{T_r} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$T_r = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$f_r = \frac{1}{T_r} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

س – دارة تحوي على التفرع مقاومة أومية R ووشيعة مهملة مقاومة L مستعيناً بإنشاء فرينل استنتج عبارة الشدة التيار المنتجة في الدارة P



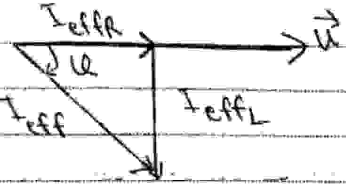
التيارات منتجة تجمع هندسياً:

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{effR} + \vec{I}_{effL}$$

فرق الطور:

في فرع مقاومة: التوتر يتفق بالطور مع التيار $\varphi_R = 0$

في فرع وشيعة مهملة مقاومة: الشدة تيار يتأخر بالطور على التوتر بطور $\varphi_L = -\frac{\pi}{2}$ rad



حسب فيثاغورث في مثلث قائم:

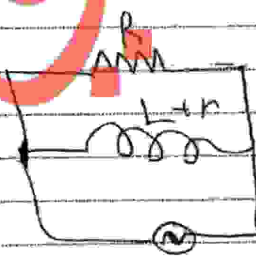
$$I_{eff}^2 = I_{effR}^2 + I_{effL}^2$$

طلب إضافي: استنتج عبارة عامل استطاعة الدارة:

من مثلث قائم وباستخدام النسب المثلثية:

$$\cos\varphi = \frac{I_{effR}}{I_{eff}}$$

س – دارة تحوي على التفرع مقاومة أومية R ووشيعة لها مقاومة r مستعيناً بإنشاء فرينل استنتج عبارة شدة التيار المنتجة في دارة P



التيارات منتجة تجمع هندسياً:

$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_{L,r}}$

فرق الطور:

في فرع مقاومة: التوتر على توافق بالطور مع التيار

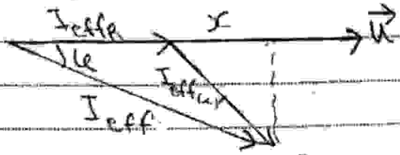
$\varphi_R = 0\ rad$

في فرع وشيعة لها مقاومة:

الشدة التيار متأخر بالطور على التوتر بطور $\varphi_{L,r}$

$I^2_{eff} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_{L,r}} + 2 I_{eff_R} I_{eff_{L,r}} \cos(\varphi_{L,r} - \varphi_R)$

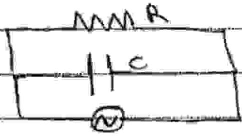
طلب إضافي: حساب عامل استطاعة في الدارة ؟



عامل الاستطاعة للدارة:

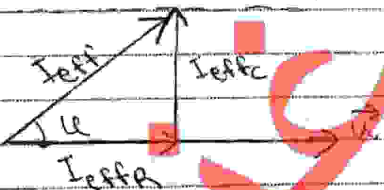
$\cos\varphi = \frac{I_{eff_R} + x}{I_{eff}}$

س - في دارة تحوي على تفرع مقاومة أومية R ومكثفة سعتها C مستعيناً بإنشاء فرينل استنتج عبارة شدة التيار المنتج الكلي في الدارة ؟ واستنتج عبارة عامل استطاعة الدارة ؟



التيارات منتجة تجمع هندسياً:

$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_C}$



فرق الطور

في فرع مقاومة: التوتر على توافق بالطور مع التيار $\varphi_R = 0$

في فرع مكثفة: التيار يتقدم بالطور على التوتر بطور $\varphi_C = \frac{\pi}{2}\ rad$

عامل استطاعة الدارة:

$\cos\varphi = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff}}$

Subject :

ملاحظات هامة:

① ضم مكثفات على تفرع:

$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$
كلي

في حال مكثفات متماثلة عددها n سعة كل واحدة منها C_1:

$C_{eq} = n C_1$

لنكتشف طريقة الضم على تفرع يجب أن تكون

$(C_{eq} > C_1)$

② ضم مكثفات على تسلسل

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

n مكثفة متماثلة عددها n سعة كل واحدة منها C_1:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{n}{C_1} \Rightarrow \boxed{C_{eq} = \frac{C_1}{n}}$$

لنكتشف طريقة ضم على تسلسل:

$(C_{eq} < C_1)$

س- دارة تيار متناوب جيبي تابع شدته $i = I_{max}\cos(\omega t)$: ارسم المنحني البياني الممثل لكل من الشدة اللحظية والتوتر اللحظي بدلالة (ωt) وخطط مبسط الأطوار في كل من الحالات التالية:

① مقاومة أومية فقط؟

② وشيعة مهملة المقاومة فقط؟

③ مكثفة فقط؟

الحل:

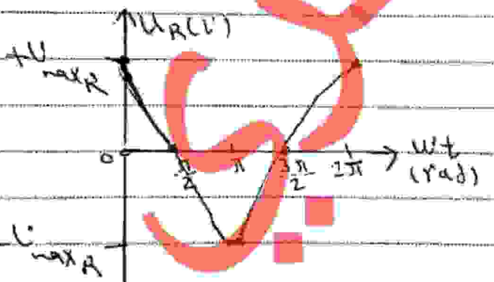
$i = I_{max}\cos(\omega t)$

① حالة مقاومة أومية فقط:

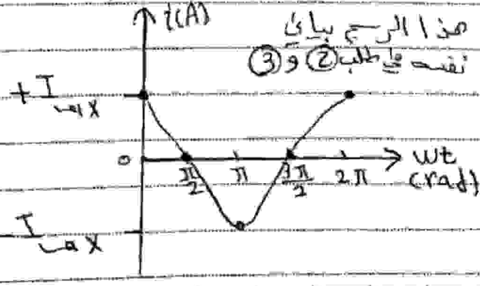
التوتر يتفق بالطور مع التيار:

$\varphi_R = 0\ rad$

$u_R = U_{max_R}\cos(\omega t)$



هذا الرسم بياني نفسه في طلب ② و ③



Subject :

س- دارة تيار متناوب جيبي تابع التوتر اللحظي له هو: $u = U_{max}\cos(\omega t)$

ارسم المنحنى البياني الممثل لكل من التوتر اللحظي والشدة اللحظية بدلالة (ωt) مخطط منبط الأطوار في كل من الحالات التالية:

① مقاومة أومية فقط؟

② وشيعة مهملة المقاومة فقط؟

③ مكثفة فقط؟

الحل:

$u = U_{max}\cos(\omega t)$

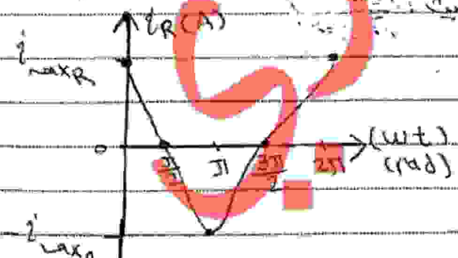
① حالة مقاومة فقط:

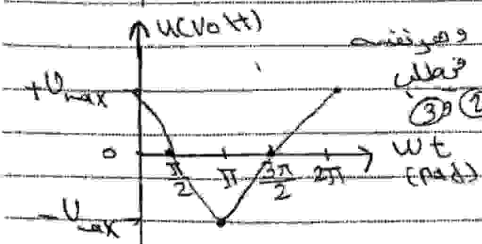
التوتر يتفق بالطور مع التيار:

$\varphi_R = 0$

$i_R = I_{max_R}\cos(\omega t)$

حيث:





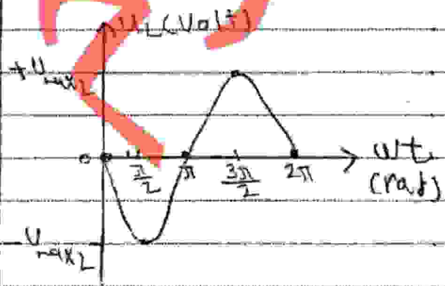
وهو نفسه في طلب ② ③

② حالة وشيعة مهملة المقاومة فقط:

التوتر يتقدم بالطور على التيار:

بطور $\varphi_L = \frac{\pi}{2}$ rad

$u_L = U_{max_L}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

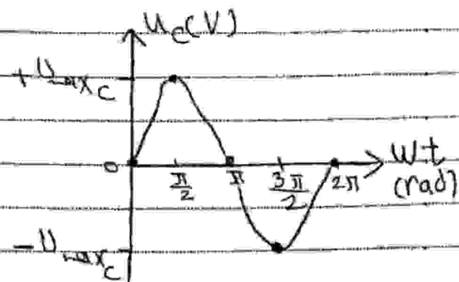


③ حالة مكثفة فقط:

التوتر يتأخر بالطور على التيار:

بطور $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$ rad

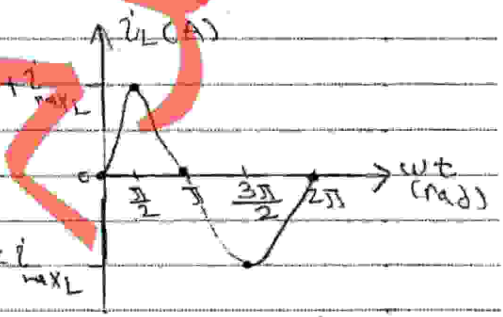
$u_C = U_{max_C}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$



② حالة وشيعة مهملة مقاومة:

الفولتية تتأخر بالطور على التيار، بطور $\varphi_L = -\frac{\pi}{2}$ rad

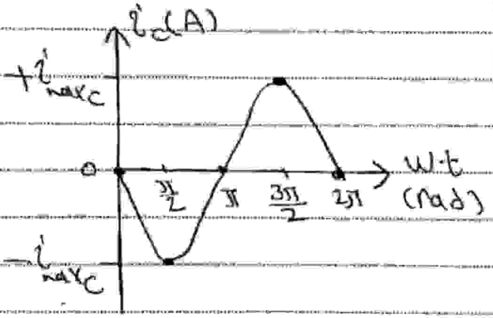
$$i_L = I_{maxL}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$



③ حالة مكثفة فقط:

الفولتية تتقدم بالطور على التيار، بطور $\varphi_C = +\frac{\pi}{2}$ rad

$$i_C = I_{maxC}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$



أختبر نفسي ص 156+157+158+159

أولاً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

① دارة تحوي وشيعة مهملة مقاومة الاستطاعة المتوسطة مستهلكة معدومة فإنها تختزن طاقة كهرطيسية خلال ربع دور لتعيدها كهربائياً إلى دارة خارجية خلال ربع الدور الذي يليه

② الاستطاعة مستهلكة متوسطة في الدارة معدومة لأن المكثفة تختزن طاقة كهربائية خلال ربع دور وتعيدها كهربائياً خلال ربع الدور الذي يليه

③ بسبب وجود العازل بين اللبوسين.

④ موجود ضمن شرح الدرس.

⑤ لأن الالكترونات الحرة في دارة قصيرة يجتازها تيار تواتره صغير تكاد تهتز بتوافق كامل فتبدو مقاطع الدارة في كل لحظة وكأن تياراً متواصلاً يجتازه شدته هي الشدة اللحظية

Subject : ______ / /

المتناوب وجهته هي جهة التيار متناوب في هذه اللحظة.

8) لأن ذاتية الوشيعة تتغير بتغير وضع النواة داخل الوشيعة وبالتالي تتغير ممانعتها ($X_L = L\omega$) فتتغير الشدة المنتجة.

7) تهتز الالكترونات في الدارة بالنبض الذي يفرضه المولد لذلك تسمى الاهتزازات في الدارة الخاصة بالاهتزازات قسرية ويشكل المولد غالباً مجموعة وبقية الدارة حملاً مجاوباً.

ثانياً: ص 156

$$P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff} \cos\varphi$$

$$I_{eff} = \frac{P_{avg}}{U_{eff}\cos\varphi}$$

تصرف الاستطاعة في مقاومة حرارياً:

$$P' = R\, I_{eff}^2$$

$$P' = R\left(\frac{P_{avg}}{U_{eff}\cos\varphi}\right)^2$$

الاستطاعة الحرارية الضائعة تتناسب عكساً مع عامل الاستطاعة فعندما تصبح عامل الاستطاعة كبيرة تنقص الاستطاعة ضائعة.

ثالثاً: حله ضمن شرح الدرس.

رابعاً: قاعدة الزمن $0.2\,ms/div$

1) متناوب جيبي

2) $T = 3 \times 4 \times 0.2 \times 10^{-3}$

(عدد تدريجة الزمن) (عدد الربعات من قمة للقاع) (لعدد قمم)

$T = 24 \times 10^{-4}\, s$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{24 \times 10^{-4}}$$

$$f = \frac{100 \times 100}{4 \times 2 \times 3} = \frac{1250}{3}\, Hz$$

$f = 416.66\, Hz$

3) $500\, mV/div = 0.5\, V/div$

$U_{max} = 10 \times 0.5$

عدد تربيعات من اليسار / اليمين

$U_{max} = 5\, V$

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}}$$

$U_{eff} = 0.7 \times 5 = 3.5\, V$

خامساً: حل المسائل التالية:

مسألة أولى:

$u = 120\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

Subject : / /

①

$U_{max} = 130\sqrt{2}\ V$

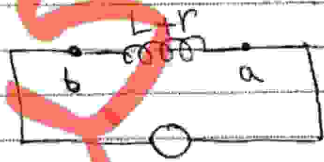
$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{130\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

$U_{eff} = 130\ Volt$

$\omega = 100\pi\ rad\,s^{-1} = 2\pi f$

$f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\ HZ$

②



$L = \frac{3}{5\pi}\ H \qquad r = 25\ \Omega$

$Z_L = \sqrt{r^2 + x_L^2}$

$x_L = L\omega = \frac{3}{5\pi}(100\pi)$

$x_L = 60\ \Omega$

$Z_L = \sqrt{(25)^2 + (60)^2}$

$Z_L = \sqrt{625 + 3600} = 65\ \Omega$

$U_{eff} = Z_L\, I_{eff_{L,r}}$

$I_{eff_{L,r}} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{130}{65}$

$I_{eff_{L,r}} = 2A$

عامل الاستطاعة

$\cos\varphi_{L,r} = \frac{r}{Z_L} = \frac{25}{65}$

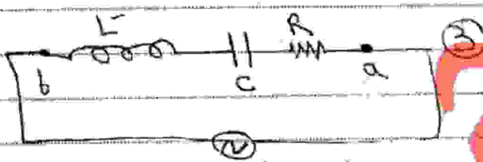
$\cos\varphi_{L,r} = \frac{5}{13}$

$P_{avg_{L,r}} = U_{eff}\, I_{eff_{L,r}} \cos\varphi_{L,r}$

$P_{avg_{L,r}} = 130 \times 2 \times \frac{5}{13}$

$P_{avg_{L,r}} = 100\ watt$

③



الوصل تسلسلي

$\left(R = 30\ \Omega \quad C = \frac{1}{4000\pi}\ F \right)$

الشدة المنتجة أعظمية حالة تجاوب كهربائي

$x_L = x_C \Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C}$

$L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{(100\pi)^2\ \frac{1}{4000\pi}}$

$L = \frac{4\pi}{10} = \frac{2\pi}{5}\ H$

حساب الشدة المنتجة في الدارة:

$U_{eff} = Z I_{eff}$

في حالة تجاوب كهربائي:

$Z = R$

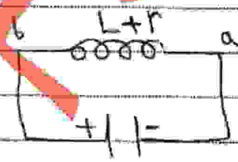
$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{130}{30}$

$I_{eff} = \frac{13}{3} A$

طلبات إضافية تكملة للطلب الثالث:

(4) أوجد / [illegible] والساعية المكثفة ؟

مسألة ثانية: تجريبي دورة 2005



حالة تيار متواصل

حالة تيار متناوب

حالة تيار متواصل:	حالة تيار متناوب:
$U_{ba} = 6V$	$U_{eff} = 130V$
$I = 0.5A$	$f = 50 Hz$
	$I_{eff} = 10A$

(1) في حالة التيار المتواصل: الوشيعة تقوم بعمل مقاومة أومية فقط.

$U_{ba} = rI \Rightarrow r = \frac{U_{ba}}{I}$

$r = \frac{6}{0.5} = \frac{60}{5} = 12\,\Omega$

في حالة التيار متناوب تقوم الوشيعة بعمل المقاومة والذاتية معاً:

$U_{eff} = Z I_{eff}$

$Z_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{130}{10}$

$Z_L = 13\,\Omega$

$Z_L = \sqrt{r^2 + x_L^2}$

$Z_L^2 = r^2 + x_L^2$

$x_L^2 = Z_L^2 - r^2 = (13)^2 - (12)^2$

$x_L^2 = (169) - 144$

$x_L^2 = 25 \Rightarrow x_L = 5\,\Omega$

$x_L = L\omega \Rightarrow L = \frac{x_L}{\omega}$

$L = \frac{x_L}{2\pi f} = \frac{5}{2\pi (50)}$

$L = \frac{1}{20\pi} H$

(2) $S = \frac{1}{80} m^2$

$l = 1 m$ طول وشيعة

Subject : ______ / /

$$L = 4\pi\times10^{-7}\frac{N^2 S}{\ell}$$

$$N^2 = \frac{L\ell}{4\pi\times10^{-7}\times S}$$

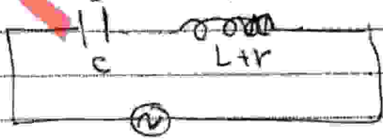
$$N^2 = \frac{(\frac{1}{20\pi})(1)}{4\pi\times10^{-7}\times\frac{1}{80}}$$

$$N^2 = \frac{80}{80\pi^2\times10^{-7}}$$

$N^2 = 10^{+6} \Rightarrow N = 1000$ لفة

③ عامل الاستطاعة = 1

أي حالة تجاوب كهربائي



$$X_L = X_C$$

$$L\omega = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{L(2\pi f)^2}$$

$$C = \frac{1}{\frac{1}{20\pi}(2\pi\times50)^2}$$

$$C = \frac{20\pi}{40\times2500}$$

$$C = \frac{1}{500\pi}\ F$$

$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos\varphi$

فالباقي

حساب I_{eff}:

$$U_{eff} = Z I_{eff}$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{U_{eff}}{R}$$

$$I_{eff} = \frac{130}{12} = \frac{65}{6}\ A$$

$$P_{avg} = 130\left(\frac{65}{6}\right)(1)$$

$P_{avg} = 1408.33$ Watt

ملاحظة هامة:

(إضافة جهاز أو أكثر على تسلسل أو نزع جهاز أو إضافة فرع أو نزع فرع بين طرفي المنبع لا يغير U_{eff} المنبع إلا إذا ذكر خلاف ذلك)

طلبات إضافية هامة:

((هذه طلبات قبل الطلب الثالث))

④ نضيف مكثفة على تسلسل مع الوشيعة بحيث إذا طبقنا على طرفي هذه الدارة فرق الكمون متناوب

السابق يبقى الشدة المنتجة للتيار نفسها، المطلوب:

أ- حساب اتساعية مكثفة؟

ب- حساب سعة مكثفة؟

ج- كتابة التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي مكثفة؟

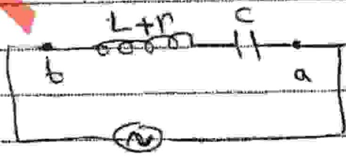
(5) نربط مع مكثفة السابقة مكثفة سعتها (C') بحيث نحصل توافق بالطور بين شدة التيار والتوتر المطبق، المطلوب:

a) حساب سعة المكافئة للمكثفتين؟

b) حدد نوع الربط واحسب سعة المكثفة C' مضافة؟

الحل:

(4)



قبل I_{eff} = بعد I_{eff}

$$\frac{U_{eff}}{Z'} = \frac{U_{eff}}{Z_L}$$

$$Z' = Z_L \Rightarrow \sqrt{r^2+(X_L-X_C)^2} = \sqrt{r^2+X_L^2}$$

بتربيع الطرفين:

$$\Rightarrow r^2+(X_L-X_C)^2 = r^2+X_L^2$$

$$X_L - X_C = \pm X_L$$

$$X_L - X_C = X_L$$

$X_C = 0$ مرفوض

$$X_L - X_C = -X_L$$

$$X_C = 2X_L$$

$$X_C = 10\,\Omega$$

ب- $X_C = \frac{1}{\omega C}$

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f X_C}$$

$$C = \frac{1}{2\pi\times 50\times 10}$$

$$C = \frac{1}{\pi}\times 10^{-3}\ F$$

ج- التوتر يتأخر بالطور على التيار بطور $-\frac{\pi}{2}$ rad

$$\bar{u}_C = X_C I_{max}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2}$$

$$I_{max} = 10\sqrt{2}\ A$$

$$X_C = 10\,\Omega$$

$$\bar{u}_C = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$$

(5)

a) توافق بالطور بين التيار والتوتر حالة تجاوب كهربائي

$$X_L = X_C$$

$$\Rightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C_{eq}}$$

$$C_{eq} = \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

$U_{max} = 200\sqrt{2}\ V$ ①

$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

$U_{eff} = 200\ Volt$

$\omega = 100\pi\ rad/s = 2\pi f$

$f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\ Hz$

②

$U_{eff} = R\, I_{eff_R}$

$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_R}} = \frac{200}{4}$

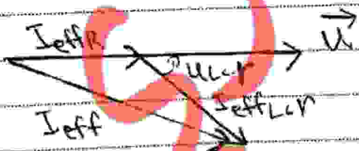
$R = 50\ \Omega$

$U_{eff} = Z_L\, I_{eff_{L,r}}$

$Z_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_{L,r}}} = \frac{200}{5}$

$Z_L = 40\ \Omega$

③ مخطط فرينل :



$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_{L,r}} + \vec{I}_{eff_R}$

$I_{eff}^2 = I_{eff_{L,r}}^2 + I_{eff_R}^2$

$+ 2 I_{eff_{L,r}} I_{eff_R} \cos(\varphi_{L,r} - \varphi_R)$

$C_{eq} = \frac{1}{(2\pi \times 50)^2 \times \frac{1}{20\pi}}$

$C_{eq} = \frac{2}{\pi} \times 10^{-3}\ F$

b) طريقة الضم هي الضم على تفرعاً

$C < C_{eq}$

$\Rightarrow C_{eq} = nC = C + C'$

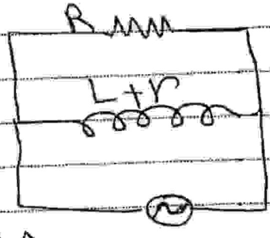
$C' = C_{eq} - C$

$C' = \frac{2}{\pi} \times 10^{-3} - \frac{1}{\pi} \times 10^{-3}$

$C' = \frac{1}{\pi} \times 10^{-3}\ F$

مسألة ثالثة:

$u = 200\sqrt{2} \cos(100\pi t)$



$I_{eff_R} = 4A$

$I_{eff_{L,r}} = 5A$

$I_{eff_{كلي}} = 7A$

$\Rightarrow (7)^2 = (5)^2 + (4)^2 + 2(5)(4)\cos(\theta_{Lr} - 0)$

$\Rightarrow 49 = 25 + 16 + 40\cos\theta_{Lr}$

$49 - 41 = 8 = 40\cos\theta_{Lr}$

$\cos\theta_{Lr} = \frac{1}{5}$

مقاومة وشيعة:

$\Rightarrow \cos\theta_{Lr} = \frac{r}{Z_L}$

$r = Z_L \cos\theta_{Lr}$

$r = 40 \times \frac{1}{5} = 8\,\Omega$

(4) $P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_{Lr}}$

$P_{avg_R} = R I_{eff_R}^2 = 50(4)^2$

$P_{avg_R} = 50(16) = 800\ \text{watt}$

$P_{avg_{Lr}} = U_{eff} I_{eff_{Lr}} \cos\theta_{Lr}$

$P_{avg_{Lr}} = 200(5)\left(\frac{1}{5}\right)$

$P_{avg_{Lr}} = 200\ \text{watt}$

$P_{avg} = 800 + 200$

$P_{avg} = 1000\ \text{watt}$

حساب عامل استطاعة الدارة:

$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos\theta$

$\cos\theta = \frac{P_{avg}}{U_{eff} I_{eff}}$

$\cos\theta = \frac{1000}{200(7)}$

$\cos\theta = \frac{5}{7}$

طلبات إضافية:

(5) كتابة التابع الزمني للشدة اللحظية في فرع مقاومة؟

(6) نقوم بإضافة مكثفة على التفرع الدارة السابقة المطلوب:

a) حساب الشدة المنتجة الكلية باستخدام إنشاء فرينل؟

b) حساب التيار المنتج لفرع المكثفة؟

c) كتابة التابع الزمني للشدة اللحظية في فرع مكثفة؟

الحل:

(5) $i_R = I_{max_R}\cos(\omega t)$

في فرع مقاومة التوتر يتفق بالطور مع التيار

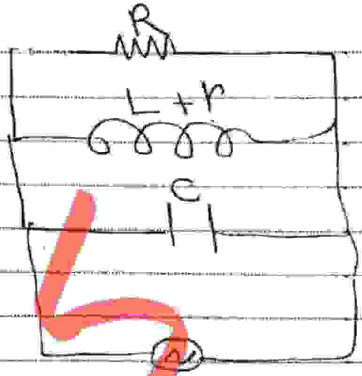
$I_{max_R} = I_{eff_R}\sqrt{2}$

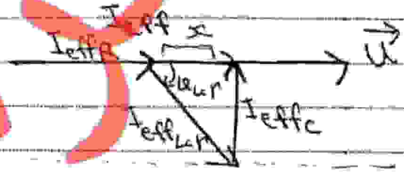
$I_{max_R} = 4\sqrt{2}\ A$

$i_R = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

6

(a





$I_{eff} = I_{eff_R} + x$ — *

حساب x :

$\cos\varphi_{Lr} = \frac{x}{I_{eff_{Lr}}}$

$x = I_{eff_{Lr}} \cos\varphi_{Lr}$

$x = (5)(\frac{1}{5}) = 1A$

$I_{eff} = 4 + 1 = 5A$

(b بتطبيق فيثاغورث (برهنة) في مثلث قائم:

$I_{eff_{Lr}}^2 = x^2 + I_{eff_C}^2$

$(5)^2 = (1)^2 + I_{eff_C}^2$

$I_{eff_C}^2 = 25 - 1 = 24$

$I_{eff_C} = 2\sqrt{6}$ A

C) التيار يتقدم بالطور على التوتر $\varphi_C = +\frac{\pi}{2}$ rad.

$i_C = I_{max_C}\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

$I_{max_C} = I_{eff_C}\sqrt{2}$

$I_{max_C} = 2\sqrt{6} \times \sqrt{2}$

$I_{max_C} = 2\sqrt{12}$

$I_{max_C} = 4\sqrt{3}$ A

$i_C = 4\sqrt{3}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$

طلب إضافي: حساب استطاعة مكثفة وسعتها ؟

$U_{eff} = X_C \, I_{eff_C}$

$X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff_C}} = \frac{200}{2\sqrt{6}}$

$X_C = \frac{100}{\sqrt{6}}\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{\omega C}$

$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f X_C}$

$C = \frac{1}{2\pi(50)\left(\frac{100}{\sqrt{6}}\right)}$

$C = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \times 10^{-4}\ F$

مسألة رابعة:

$u = 120\sqrt{2}\cos(120\pi t)$

(1) $U_{max} = 120\sqrt{2}\ V$

$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

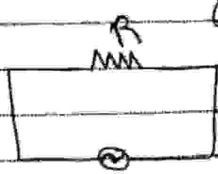
$U_{eff} = 120$ Volt

$\omega = 120\pi$ rad/s

$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi}$

$f = \frac{120\pi}{2\pi} = 60\ Hz$

(2)



$I_{eff_R} = 6A$

$U_{eff} = R\, I_{eff_R}$

$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_R}} = \frac{120}{6} = 20\ \Omega$

في فرع مقاومة التيار يتفق بالطور مع التوتر

$\varphi_R = 0\ rad$

$i_R = I_{max_R}\cos(\omega t)$

$I_{max_R} = I_{eff_R}\sqrt{2}$

$I_{max_R} = 6\sqrt{2}\ A$

$i_R = 6\sqrt{2}\cos(120\pi t)$

(3)

$\cos\varphi_{L,r} = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \varphi_{L,r} = \frac{\pi}{3}\ rad = 60^\circ$

$I_{eff_{L,r}} = 10A$

$U_{eff} = Z_L\, I_{eff_{L,r}}$

$Z_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_{L,r}}} = \frac{120}{10}$

$Z_L = 12\ \Omega$

$P_{avg_{L,r}} = U_{eff}\, I_{eff_{L,r}} \cos\varphi_{L,r}$

Subject : .... / /

$+2(6)(10)(\frac{1}{2})$

$I_{eff}^2 = 36+100+60 = 196$

$I_{eff} = 14\ A$

(5) $P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_{Lcr}}$

$P_{avg_R} = R\, I_{eff_R}^2$

$P_{avg_R} = (20)(6)^2$

$P_{avg_R} = 20(36) = 720\ Watt$

$P_{avg} = 720 + 600$

$P_{avg} = 1320\ Watt$

$P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff} \cos\varphi$

$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff}\, I_{eff}}$

$\cos\varphi = \frac{1320}{(120)(14)}$

$\cos\varphi = \frac{11}{14}$

(6)

$P_{avg_{Lcr}} = 120(10)(\frac{1}{2})$

$P_{avg_{Lcr}} = 600\ watt$

التيار يتأخر بالطور على التوتر بطور $\varphi_{Lcr} = -\frac{\pi}{3}\ rad$

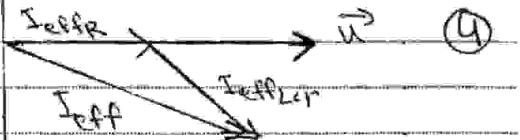
$i_{Lcr} = I_{max_{Lcr}} \cos(\omega t - \frac{\pi}{3})$

$I_{max_{Lcr}} = I_{eff_{Lcr}}\sqrt{2}$

$I_{max_{Lcr}} = 10\sqrt{2}\ A$

$i_{Lcr} = 10\sqrt{2}\cos(120\pi t - \frac{\pi}{3})$

(4)



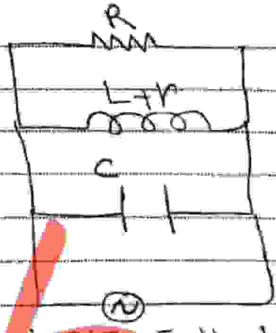
التيارات المتجهة تجمع هندسياً:

$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_{Lcr}}$

$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_{Lcr}}^2$

$+2 I_{eff_R} I_{eff_{Lcr}} \cos(\varphi_{Lcr} - \varphi_R)$

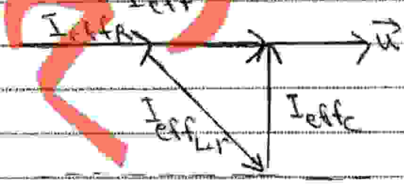
$\Rightarrow I_{eff}^2 = (6)^2 + (10)^2$



التيار والتوتر متفقين بالطور أي حالة تجاوب كهربائي

$\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1$

تمثيل فرنيل :



$\sin\varphi_{L,r} = \frac{I_{eff_C}}{I_{eff_{L,r}}}$

$I_{eff_C} = I_{eff_{L,r}} \sin\varphi_{L,r}$

$I_{eff_C} = (10)(\sin\frac{\pi}{3})$

$I_{eff_C} = \frac{10\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}\ A$

$U_{eff} = X_C\, I_{eff_C}$

$X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff_C}} = \frac{120}{5\sqrt{3}}$

$X_C = \frac{24}{\sqrt{3}} = \frac{8\times 3}{\sqrt{3}}$

$X_C = 8\sqrt{3}\ \Omega$

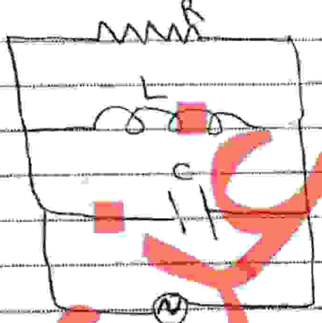
$X_C = \frac{1}{\omega C}$

$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{120\pi(8\sqrt{3})}$

$C = \frac{1}{960\sqrt{3}\,\pi}\ F$

مسألة خامسة : دورة 1994

$f = 50\ Hz$



$C = \frac{1}{2000\pi}\ F$

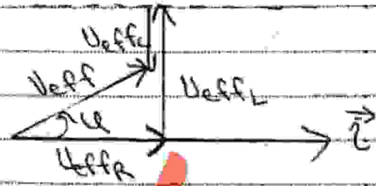
$U_{eff_R} = 30\ V$

$U_{eff_L} = 80\ V$

$U_{eff_C} = 40\ V$

Subject :

①



حسب فيثاغورث في مثلث قائم

$$U_{eff}^2 = U_{eff_R}^2 + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2$$

$$U_{eff}^2 = (30)^2 + (80-40)^2 = 900 + 1600 = 2500$$

$$U_{eff} = 50 \text{ Volt}$$

②

$$U_{eff_C} = X_C I_{eff}$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff_C}}{\frac{1}{\omega C}} = \frac{40}{\frac{1}{2\pi(50)(\frac{1}{2000\pi})}}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi(50)(\frac{1}{2000\pi})}$$

$$X_C = 20\ \Omega$$

$$I_{eff} = \frac{40}{20} = 2 \text{ A}$$

$$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2} = 2\sqrt{2} \text{ A}$$

$$i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t)$$

③

$$U_{eff} = Z I_{eff}$$

$$Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{50}{2}$$

$$Z = 25\ \Omega$$

④

$$U_{eff_L} = X_L I_{eff}$$

$$X_L = \frac{U_{eff_L}}{I_{eff}} = \frac{80}{2}$$

$$X_L = 40\ \Omega$$

$$X_L = L\omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{40}{100\pi}$$

$$L = \frac{2}{5\pi} \text{ H}$$

$$U_{max_L} = U_{eff_L}\sqrt{2} = 80\sqrt{2} \text{ V}$$

التوتر يتقدم بالطور على التيار بطور $\varphi_L = \frac{\pi}{2}$ rad

$$u_L = 80\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$$

⑤ من تمثيل فرينل

$$\cos\varphi = \frac{U_{eff_R}}{U_{eff}} = \frac{30}{50}$$

$$\cos\varphi = \frac{3}{5} = 0.6$$

Subject :

⑥ الشدة متفقة بالطور لأن الدارة في حالة تجاوب كهربائي.

$x_L = x_C = \frac{1}{\omega C_{eq}}$ ... a

$C_{eq} = \frac{1}{\omega x_L} = \frac{1}{2\pi f x_L}$

$C_{eq} = \frac{1}{100\pi(40)} = \frac{1}{4000\pi}$ F

$C_{eq} < C$

طريقة الضم على التسلسل

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'}$ ... b

$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}$

$\frac{1}{C'} = \frac{1}{\frac{1}{4000\pi}} - \frac{1}{\frac{1}{2000\pi}}$

$\frac{1}{C'} = 4000\pi - 2000\pi$

$= 2000\pi$ F

$C' = \frac{1}{2000\pi}$ F

$P_{avg} = U_{eff} I'_{eff} \cos\varphi$ ... c

$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{U_{eff}}{R}$

حساب R: $U_{eff_R} = R I'_{eff}$

$R = \frac{U_{eff_R}}{I'_{eff}} = \frac{30}{2}$

$R = 15\ \Omega$

$I'_{eff} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3}$ A

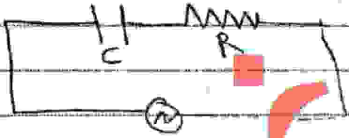
$P_{avg} = 50(\frac{10}{3})(1)$

$P_{avg} = \frac{500}{3}$ watt

المسألة السادسة: (تشبه دورة 2001+2003)

$U_{eff} = 100$ V

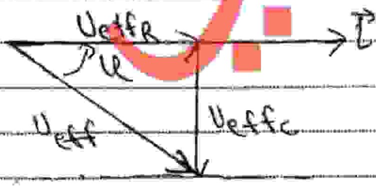
$f = 50$ HZ



$C = \frac{1}{4000\pi}$ F

$U_{eff_R} = 60$ V ①

حسب تمثيل فرينل



حسب فيثاغورث في مثلث قائم:

$U_{eff}^2 = U_{eff_R}^2 + U_{eff_C}^2$

$(100)^2 = (60)^2 + U_{eff_C}^2$

$U_{eff_C}^2 = 10000 - 3600$

$= 6400$

$U_{eff_C} = 80\ \Omega = X_C I_{eff}$

$X_C = \frac{U_{eff_C}}{I_{eff}} = \frac{80}{I_{eff}}$

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f (C)}$

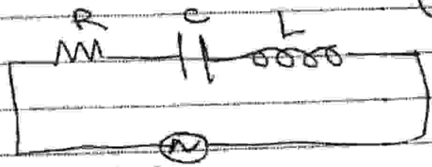
$X_C = \frac{1}{2\pi(50)(\frac{1}{4000\pi})} = 40\ \Omega$

$I_{eff} = \frac{80}{X_C} = \frac{80}{40} = 2A$

$R = \frac{U_{eff_R}}{I_{eff}} = \frac{60}{2}$

$R = 30\ \Omega$

(2)



تبقى الشدة منتجة كما هي:

I'_{eff} بعد $= I_{eff}$ قبل

$\frac{U_{eff}}{Z'} = \frac{U_{eff}}{Z}$

Z' بعد $= Z$ قبل

$\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2} = \sqrt{R^2+X_C^2}$

$R^2 + (X_L - X_C)^2 = R^2 + X_C^2$

$X_L^2 - 2X_LX_C + X_C^2 = X_C^2$

$X_L^2 = 2X_LX_C$

$X_L = 2X_C = 2(40)$

$X_L = 80\ \Omega$

$X_L = L\omega \Rightarrow L = \frac{X_L}{\omega}$

$L = \frac{80}{100\pi} = \frac{4}{5\pi}$ H

(3) حالة توافق بين التيار والتوتر ← حالة تجاوب كهربائي:

$X'_L = X'_C$

$L\omega' = \frac{1}{\omega' C}$

$\omega'^2 = \frac{1}{LC}$

$\omega'^2 = \frac{1}{(\frac{4}{5\pi})(\frac{1}{4000\pi})}$

$\omega'^2 = 50000$

$\omega' = 100\sqrt{5}$ rad/s

$\omega' = 2\pi f'$

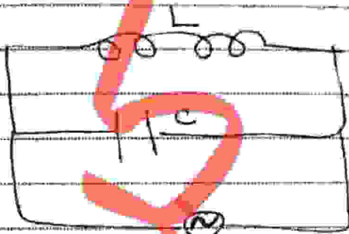
Subject : ________ / /

الدارة ؟
3) حساب قيمة الاستطاعة في فرع مقاومة ؟
4) حساب قيمة الاستطاعة متوسطة مستهلكة في الدارة ؟
5) كتابة التابع الزمني للتيار اللحظي الكلي في الدارة ؟
6) كتابة التابع الزمني للتوتر اللحظي الكلي في الدارة ؟
7) كتابة التابع الزمني للتوتر اللحظي المار في فرع مقاومة ؟
8) كتابة التابع الزمني للتوتر اللحظي المار في فرع مكثفة ؟
b) تكملة للطلب الرابع :
1) كتابة التابع الزمني للتيار اللحظي المار في فرع مكثفة ؟
2) كتابة التابع الزمني للتيار اللحظي المار في فرع وشيعة مهملة مقاومتها
3) كتابة التابع الزمني للتيار اللحظي الكلي المار في الدارة ؟
4) حساب قيمة الاستطاعة متوسطة مستهلكة في كل من مكثفة و الوشيعة ؟
5) حساب قيمة الاستطاعة متوسطة مستهلكة في الدارة ؟

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\sqrt{5}}{2\pi}$$

$$f = \frac{50\sqrt{5}}{\pi}\ HZ$$

④



$$I_{eff_C} = \frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{100}{40} = \frac{5}{2} A$$

$$I_{eff_L} = \frac{U_{eff}}{X_L} = \frac{100}{80} = \frac{5}{4} A$$

انشاء فرنيل :

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_C} + \vec{I}_{eff_L}$$

$$I_{eff} = I_{eff_C} - I_{eff_L}$$

$$I_{eff} = \frac{5}{2}_{(2)} - \frac{5}{4}_{(1)} = \frac{10-5}{4} = \frac{5}{4} A$$

طلبات إضافية :

a) قبل الطلب الثاني المطلوب :
1) حساب قيمة ممانعة كلية للدارة ؟
2) حساب عامل استطاعة

Subject : ______ / /

الدرس السادس:

((المحولات الكهربائية))

وشيعة عدد لفاتها N_s موصولة إلى جهاز أو أكثر (مقاومة، وشيعة) تتلقى التيار المتناوب من الدارة الأولية بتوتر منتج U_{eff_s} وشدة منتجة I_{eff_s}

وشيعة عدد لفاتها N_p موصولة إلى منبع تيار متناوب توتره منتج U_{eff_p} شدته منتجة I_{eff_p}

س: عرف المحولة الكهربائية، وكيف تفسر عملها عند تطبيق توتر متناوب جيبي؟

* المحولة الكهربائية: جهاز كهربائي يعتمد على حادثة التحريض الكهرطيسي يعمل على تغيير التوتر المنتج والشدة المنتجة للتيار المتناوب دون أن يغير تقريباً من الاستطاعة المنقولة أو من تواتر التيار، أو شكل اهتزاز التيار.

ملاحظة: لا تعمل المحولة عند وصلها إلى منبع تيار متواصل (مستمر).

* مبدأ عمل المحولة:

عند تطبيق توتر متناوب جيبي بين طرفي الدارة الأولية يمر فيها تيار متناوب فيتولد حقل مغنطيسي داخل الوشيعة (وهو حقل متناوب) يترافق عبر النواة الحديدية إلى الدارة الثانوية فيتولد قوة محركة كهربائية متحرضة بسبب تغير التدفق المغنطيسي في وشيعة الدارة الثانوية فيمر نتيجة ذلك تيار كهربائي متناوب له تواتر التيار المار في الدارة الأولية.

ملاحظات هامة للمسائل:

نسبة التحويل $\mu = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} = \frac{N_s}{N_p}$

$\mu > 1$ المحولة رافعة للتوتر وخافضة للتيار

$\mu < 1$ المحولة خافضة للتوتر ورافعة للتيار

$$N_p > N_s \begin{cases} U_{eff_p} > U_{eff_s} \\ I_{eff_s} > I_{eff_p} \\ \mu < 1 \end{cases}$$

$N_s > N_p$ $\left\{ \begin{array}{l} V_{effs} > V_{effp} \\ I_{effp} > I_{effs} \\ \mu > 1 \end{array} \right.$

حيث:

μ نسبة التحويل (ليس لها واحدة)

V_{effs} التوتر المنتج في الدارة الثانوية

V_{effp} التوتر منتج في الدارة الأولية

I_{effs} التيار منتج في الدارة ثانوية

I_{effp} التيار منتج في الدارة الأولية

N_s عدد اللفات وشيعة الثانوية

N_p عدد اللفات الوشيعة الأولية

س- عدد أشكال الاستطاعة الضائعة في المحولة الكهربائية، وكيف يمكن تحسين كفاءة عمل المحولة؟

عند انتقال الطاقة كهربائية بين الدارتين الأولية والثانوية يضيع قسم منها على شكل:

① استطاعة ضائعة حرارياً:

في الدارة الأولية:

$P'_p = R_p I^2_{effp}$

في الدارة الثانوية:

$P'_s = R_s I^2_{effs}$

الاستطاعة الكلية ضائعة حرارياً:

$P' = P'_p + P'_s$

② استطاعة ضائعة مغناطيسياً P_m:

نتيجة هروب جزء من خطوط حقل مغناطيسي خارج النواة الحديدية.

* تحسين كفاءة عمل المحولة:

إن من يقلل من كفاءة محولة كهربائية هو ارتفاع درجة حرارتها.

بسبب:

- ضياع جزء من طاقة حرارياً.
  الحل: استخدام أسلاك وشيعة من نحاس تكون مقاومتها صغيرة.
- تيارات فوكو التحريضية:
  الحل: صنع النواة الحديدية من شرائح رقيقة من الحديد اللين معزولة عن بعضها.

س- عرف مردود المحولة الكهربائية ثم استنتج علاقة هذا المردود، كيف نجعل المردود يقترب من الواحد؟

مردود المحولة: هو نسبة بين الاستطاعة كهربائية المفيدة إلى الاستطاعة الكهربائية الداخلة الكلية.

مردود المحولة = الاستطاعة مفيدة / الاستطاعة كلية

= (استطاعة كلية − استطاعة ضائعة حرارياً) / الاستطاعة كلية

Subject :

$$\eta = \frac{P - P'}{P} = 1 - \frac{P'}{P}$$

$$\eta = 1 - \frac{R I_{eff}^2}{U_{eff} I_{eff}}$$

$$\eta = 1 - \frac{R I_{eff}}{U_{eff}}$$

تكون المحولة مثالية عندما يقترب المردود من الواحد ويمكن الاقتراب بتصغير مقاومة R أو بتكبير U_{eff} (باستخدام محولات رافعة للتوتر)

أختبر نفسي:

أولاً: أختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1) $I_{eff_p} = 18A$ (a)

$$M = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}} \Rightarrow I_{eff_p} = 3(6) = 18A$$

2) $M = 2$ (a)

$$M = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}} = \frac{40}{20} = 2$$

ثانياً: أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1) للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول.

2) للتقليل من الطاقة الضائعة بفعل جول ثم تخفض إلى 220V عند استهلاك تتوافق عمل الأجهزة كهربائية.

3) لأن تناقص تيارات فوكو وتحسين مردود المحولة.

ثالثاً: حل المسائل التالية

مسألة أولى: دورة 2003 م

$N_p = 125$

$N_s = 375$

$u_s = 120\sqrt{2} \cos(100\pi t)$

1)

$$M = \frac{N_s}{N_p} = \frac{375}{125} = 3$$

$M = 3 > 1$

المحول رافعة للتوتر خافضة للتيار

2) $U_{max_s} = 120\sqrt{2}\,V$

$$U_{eff_s} = \frac{U_{max_s}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$U_{eff_s} = 120V$

$\mu = \frac{V_{effs}}{V_{effp}} \Rightarrow 3 = \frac{120}{V_{effp}}$

$V_{effp} = \frac{120}{3} = 40$ Volt

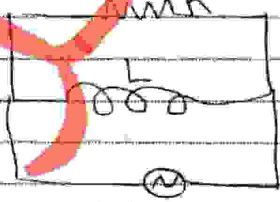
③ $R = 30\ \Omega$

$V_{effs} = R\, I_{effs}$

$120 = 30\, I_{effs}$

$I_{effs} = 4$ A

④



$I_{eff_L} = 3$ A

$V_{effs} = X_L\, I_{eff_L}$

$\Rightarrow 120 = X_L (3)$

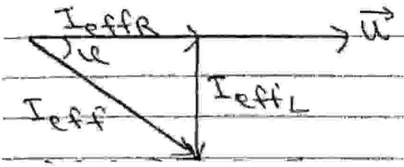
$X_L = \frac{120}{3} = 40\ \Omega$

التيار يتأخر بالطور على التوتر بطور $\varphi_L = \frac{-\pi}{2}$ rad

$i_L = I_{max_L} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

$i_L = 4\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$

⑤ باستخدام انشاء فرينل :



حسب فيثاغورث في مثلث قائم :

$I_{eff}^2 = I_{eff_L}^2 + I_{eff_R}^2$

$I_{eff}^2 = (3)^2 + (4)^2$

$= 16 + 9 = 25$

$I_{eff} = 5$ A

⑥

$P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_L}$

$P_{avg_L} = V_{eff}\, I_{eff_L} \cos\varphi_L$

$\varphi_L = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\varphi_L = 0$

$P_{avg_L} = 0$ watt

$P_{avg} = P_{avg_R} = R\, I_{eff_R}^2$

$P_{avg} = (30)(4)^2$

$P_{avg} = 480$ watt

حساب عامل الاستطاعة : من انشاء فرينل

$\cos\varphi = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff}}$

$\cos\varphi = \frac{4}{5} = 0.8$

مسألة ثانية:

$V_{eff} = 400\,V$

$I_{eff} = 10\,A$

$R = 30\,\Omega$

$V_{eff_s} = 4500\,V$

① في حال رفع التوتر

$V_{eff} = V_{eff_p} = 400\,V$

$I_{eff} = I_{eff_p} = 10\,A$

$\mu = \frac{V_{eff_s}}{V_{eff_p}} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$

$\Rightarrow \frac{4500}{400} = \frac{10}{I_{eff_s}}$

$I_{eff_s} = \frac{4000}{4500} = 0.89\,A$

الاستطاعة ضائعة حرارياً:

$P' = R\, I^2_{eff_s} = (30)(0.89)^2$

$P' = 24\ watt$

الاستطاعة كلية:

$P = V_{eff_p} I_{eff_p}$

$P = 400(10) = 4000\,Watt$

النسبة مئوية للاستطاعة ضائعة $= \frac{P'}{P} \times 100$

$= \frac{24}{4000} \times 100$

$= 0.6\%$

② في حال عدم رفع التوتر:

$I_{eff_s} = I_{eff} = 10\,A$

$P' = R\, I^2_{eff} = (30)(10)^2$

$P' = 3000\ Watt$

النسبة مئوية للاستطاعة ضائعة $= \frac{P'}{P} \times 100$

$= \frac{3000}{4000} \times 100$

$= 75\%$

③ عند تخفيض النقل

$R = 5\,\Omega$

الاستطاعة ضائعة $P' = R\, I_{eff_p}$

$I_{eff_p} = 0.89\,A$

$P' = (5)(0.89)^2$

$P' = 4\ Watt$

النسبة مئوية للاستطاعة ضائعة $= \frac{P'}{P} \times 100$

$= \frac{4}{4000} \times 100$

$= 0.1\%$

Subject :

مسألة ثالثة:

$N_p = 3750$ لفة

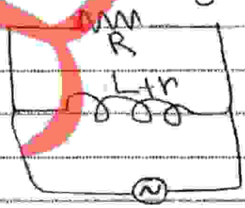
$N_s = 125$ لفة

$U_{eff_p} = 3000\ V$

$P_{avg_R} = 1000\ Watt$

$P_{avg_{Lr}} = 1000\ watt$

$\varphi_L = -\frac{\pi}{3}\ rad$



(1) $\frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}}$

$\Rightarrow \frac{125}{3750} = \frac{U_{eff_s}}{3000}$

$\Rightarrow U_{eff_s} = \frac{125 \times 3000}{3 \times 1250}$

$U_{eff_s} = 100\ Volt$

$P_{avg_R} = U_{eff_s} I_{eff_R}$

$\Rightarrow 1000 = 100\ I_{eff_R}$

$I_{eff_R} = 10\ A$

(2) $P_{avg_{Lr}} = U_{eff_s} I_{eff_{Lr}}$

$\Rightarrow 1000 = 100\ I_{eff_{Lr}}$

$I_{eff_{Lr}} = 10\ A$

(3) حسب تمثيل فريزنل:

$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_{Lr}}$

$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_{Lr}}^2 + 2 I_{eff_R} I_{eff_{Lr}} \cos(\varphi_{Lr} - \varphi_R)$

$\Rightarrow I_{eff}^2 = (10)^2 + (10)^2 + 2(10)(10)\cos(-\frac{\pi}{3} - 0)$

$I_{eff}^2 = 100 + 100 + 200 \times \frac{1}{2}$

$I_{eff}^2 = 300$

$I_{eff_s} = I_{eff} = 10\sqrt{3}\ A$

(4) $\frac{N_s}{N_p} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$

$\Rightarrow \frac{125}{3750} = \frac{I_{eff_p}}{10\sqrt{3}} = \frac{1}{30}$

$I_{eff_p} = \frac{10\sqrt{3}}{30}\ A$

$I_{eff_p} = \frac{1}{\sqrt{3}}\ A$

مسألة رابعة:

$N_p = 125$

$N_s = 375$ $\quad U_{eff_p} = 10V$

Subject : ______ / /

①

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{U_{eff_s}}{U_{eff_p}}$$

$$\Rightarrow \frac{375}{125} = \frac{U_{eff_s}}{10}$$

$$U_{eff_s} = 30 \text{ Volt}$$

ب) حسب مبدأ انحفاظ الطاقة:

طاقة حرارية تكتسبها الماء خلال فاصل زمني Δt = الطاقة حرارية منتشرة بفعل جول في مقاومة خلال فاصل زمني Δt

$$\Rightarrow m\,c\,\Delta t = R\,I^2_{eff_s}\,t$$

لكمية درجة حرارة — حرارة كتلية للماء — زمن t

$$= \frac{V^2_{eff_s}}{R} \cdot t$$

$$\Rightarrow (600\times10^{-3})(4200)(2{,}14) = \left(\frac{30^2}{R}\right)\times 60$$

$$\Rightarrow R = \frac{900 \times 60}{0{,}6\times42\times214}$$

$$R = 10\ \Omega$$

②

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{I_{eff_p}}{I_{eff_s}}$$

$$\Rightarrow I_{eff_p} = \frac{N_s\,I_{eff_s}}{N_p}$$

$$I_{eff_p} = \frac{375 \times I_{eff_s}}{125}$$

I_{eff_s} مسابقاً

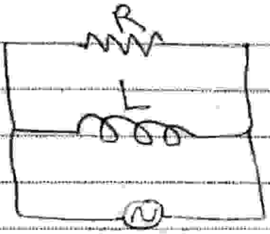
$$U_{eff_s} = R\,I_{eff_s}$$

$$\Rightarrow (30) = (10)(I_{eff_s})$$

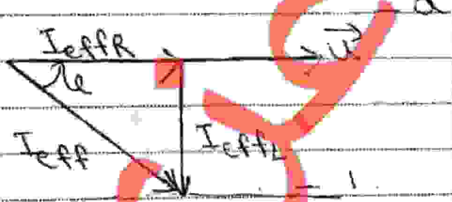
$$I_{eff_s} = 3\text{ A}$$

$$I_{eff_p} = \frac{375\times3}{125} = 9\text{A}$$

③



$$I_{eff_s} = I_{eff} = 5\text{ A}$$



حسب فيثاغورس في مثلث قائم:

$$I^2_{eff} = I^2_{eff_R} + I^2_{eff_L}$$

$$\Rightarrow (5)^2 = (3)^2 + I^2_{eff_L}$$

$$I^2_{eff_L} = 25 - 9 = 16$$

$$I_{eff_L} = 4\text{A}$$

$$I_{max_L} = I_{eff_L}\sqrt{2}$$

$$I_{max_L} = 4\sqrt{2}\text{ A}$$

Subject :

حل المسائل العامة للوحدة الثانية
(الكهرباء ومغناطيسية)

مسألة العاشرة صـ 273

معطيات: $l = 0.4\,m$

$N = 400 \quad I = 0.016\,A$

① $B = 4\pi \times 10^{-7} \dfrac{NI}{l}$

$B = 4\pi \times 10^{-7} \times \dfrac{400 \times 0.016}{0.4}$

$B = 2 \times 10^{-5}\,T$

② قطر سلك وشيعة $2r = 2mm$

$N = 400$

عدد اللفات في طبقة واحدة $N' = \dfrac{l}{2r} = \dfrac{4 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-3}}$

$N' = \dfrac{400}{2} = 200$

عدد طبقات $N'' = \dfrac{N}{N'} = \dfrac{400}{200}$

$N'' = 2$

③ $S = 2 \times 10^{-4}\,m^2$

$\theta = (\vec{n}, \vec{B}) = 60° = \dfrac{\pi}{3}\,rad$

$\Phi_{حلقة} = N S B \cos\theta$

$\Phi_{حلقة} = 1 \times 2 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-5} \times \dfrac{1}{2}$

التيار يتأخر بالطور على التوتر بطور

$\varphi_L = -\dfrac{\pi}{2}\,rad$

$f = 50\,HZ$

$\omega = 100\pi\,rad/s$

$i_L = 4\sqrt{2} \cos(100\pi t - \dfrac{\pi}{2})$

b) $U_{eff_s} = X_L I_{eff_L}$

$X_L = \omega L = \dfrac{U_{eff_s}}{I_{eff_L}}$

$L = \dfrac{U_{eff_s}}{I_{eff_L}\,\omega} = \dfrac{30}{4(100\pi)}$

$L = \dfrac{3}{40\pi}\,H$

C) $P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_L}$

$P_{avg_L} = U_{eff_s} I_{eff_L} \cos\varphi_L$

$\varphi_L' = -\dfrac{\pi}{2}\,rad \Rightarrow \cos\varphi_L = 0$

$P_{avg_L} = 0\,watt$

$P_{avg_R} = R I_{eff_R}^2$

$P_{avg_R} = 10(3)^2 = 90\,watt$

$P_{avg} = 90 + 0 = 90\,watt$

انتهت الوحدة الثانية

Subject : ______ / /

مسألة الثانية عشر: ص 273:

$$B = 2\times10^{-7}\frac{I}{d}$$

$$d = \frac{l}{2} = 0.2\,m$$

$$B = B_1 + B_2 + B_3 - B_4$$

$B = 0$ حيث

حسب قاعدة اليد اليمنى لتحديد جهة شعاع حقل مغنطيسي

B_1, B_2, B_3 نحو الأمام أما B_4 نحو الخلف

$$B_4 = B_1 + B_2 + B_3$$

$$B_1 = 2\times10^{-7}\frac{I_1}{d}$$

$$B_1 = 2\times10^{-7}\times\frac{10}{0.2} = 10^{-5}\,T = 10\times10^{-6}\,T$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\frac{I_2}{d}$$

$$B_2 = 2\times10^{-7}\times\frac{5}{0.2} = 5\times10^{-6}\,T$$

$$B_3 = 2\times10^{-7}\frac{I_3}{d}$$

$$B_3 = 2\times10^{-7}\frac{15}{0.2}$$

$$B_3 = 15\times10^{-6}\,T$$

$$B_4 = 10\times10^{-6} + 5\times10^{-6} + 15\times10^{-6}$$

$$\phi = 2\times10^{-9}\,\text{webre}$$

مسألة الحادي عشر ص 274:

ملف دائري:

$r = 0.4\,m$

$N = 100$

$B = 0.5\,T$

$\theta = (\hat{n}, \vec{B}) = 0\,rad$

$\cos\theta = 1$

$$\phi = NSB\cos\theta \quad (1)$$

$$\phi = N\pi r^2 B\cos\theta$$

$$\phi = (100)(\pi)(4\times10^{-1})^2(0.5)(1)$$

$$\phi = 8\pi\,\text{webre}$$

(2) حالة ثانية $\theta_2 = \frac{\pi}{4}\,rad$ — حالة أولى $\theta_1 = 0\,rad$

$$\Delta\phi = NSB\,\Delta\cos\theta$$

$$= N\pi r^2 B[\cos\theta_2 - \cos\theta_1]$$

$$= 100(\pi)(0.4)^2(0.5)[\cos(\tfrac{\pi}{4}) - \cos(0)]$$

$$\Delta\phi = 8\pi\left[\frac{\sqrt{2}}{2} - 1\right]$$

$$\Delta\phi = 4\pi[\sqrt{2} - 2]$$

$$\Delta\phi = -2.34\pi\,\text{webre}$$

$B_4 = 30\times10^{-6}\ T$

$B_4 = 2\times10^{-7}\ \frac{I_4}{d}$

$I_4 = \frac{B_4 \times d}{2\times10^{-7}}$

$I_4 = \frac{30\times10^{-6}\times2\times10^{-1}}{2\times10^{-7}}$

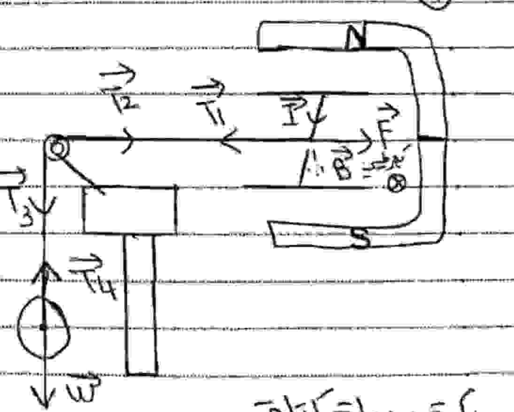
$I_4 = 30A$

مسألة ثالثة عشر ص 273 :

$l = 0.1m \quad m = 0.02\ Kg$

$B = 0.02T \quad I = 15A$

①



بكرة مهملة كتلة

$\Rightarrow T_4 = T_3 = T_2 = T_1$

وللحفاظ على التوازن يجب أن يكون :

$W = T_4 = T_3 = T_2 = T_1 = F$

$w = F$

$\Rightarrow mg = I l B \sin\frac{\pi}{2}$

$m = \frac{I l B}{g}$

$m = \frac{15\times0.1\times0.02}{10}$

$m = 3\times10^{-3}\ Kg$

② للسكة وبكرة (قوة ردفعل) :

$\sum\vec{F} = \vec{0} \quad -\vec{W} + 2\vec{R} = \vec{0}$

بالاسقاط :

$W - 2R = 0$

$2R = W = mg$

$R = \frac{mg}{2}$

$R = \frac{3\times10^{-3}\times10}{2}$

$R = 15\times10^{-3}\ N$

مسألة الرابعة عشر ص 273 :

$I = 20A \quad B = 2\times10^{-3}\ T$

$l = 0.1m$

$\theta = (\vec{IL}, \vec{B}) = \frac{\pi}{6}\ rad$

$\sin(\frac{\pi}{6}) = \frac{1}{2}$

حساب شدة قوة كهرطيسية :

$F = I l B \sin(\frac{\pi}{6})$

$F = 20(0.1)(2\times10^{-3})(\frac{1}{2})$

$F = 2\times10^{-3}\ N$

Subject : / /

مسألة الخامسة عشر ص274 :

الكترون : $V = 8 \times 10^3 \ Km/s$

$V = 8 \times 10^6 \ m/s$

$B = 5 \times 10^{-3} \ T$

(1) شدة ثقل الالكترون :

$W_e = m_e \times g$

$W_e = 9 \times 10^{-31} \times 10$

$W_e = 9 \times 10^{-30} \ N$

شدة قوة مغناطيسية

$F_B = e V B \sin \frac{\pi}{2}$

$F_B = e V B$

$F_B = 16 \times 10^{-20} \times 8 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-3}$

$F_B = 64 \times 10^{-16} \ N$

$F_B >> W_e$ نلاحظ أن

(2) بإهمال قوة ثقل الالكترون مقابل قوة لورانز :

$\Sigma \vec{F} = m \vec{a} = \vec{F_B}$

$e \vec{V} \wedge \vec{B} = m \vec{a}$

$\vec{a} = \frac{e}{m} \vec{V} \wedge \vec{B}$

حسب خواص الجداء الداخلي :

$\vec{a} \perp \vec{B} \quad \vec{a} \perp \vec{V}$

بما أن $\vec{V} \perp \vec{a}$ فالحركة الدائرية منتظمة :

$F_B = F_C$

$e V B \sin \frac{\pi}{2} = m_e a_c$

$e V B = m_e \frac{V^2}{r}$

$e B = \frac{m_e V}{r}$

$r = \frac{m_e V}{e B}$

$r = \frac{9 \times 10^{-31} \times 8 \times 10^6}{16 \times 10^{-20} \times 5 \times 10^{-3}}$

$r = 9 \times 10^{-3} \ m$

(3) $V = \omega r = \frac{2\pi r}{T}$

$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi \times 9 \times 10^{-3}}{8 \times 10^6}$

$T = \frac{9\pi}{4} \times 10^{-9} \ s$

مسألة السادسة عشر ص274 :

إطار مربع

$S = \ell^2 = 25 \times 10^{-4} \ m^2$

$\ell = 5 \times 10^{-2} \ m$

$N = 50 \qquad B = 10^{-2} \ T$

$I \vec{L} \perp \vec{B} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2} rad$

$I = 5A$

(1) حساب شدة القوة الكهرطيسية المؤثرة في ضلعي الناقلين :

$F = N I \ell B \sin \frac{\pi}{2}$

AL SAMRAH

Subject :

$$NI' SB\sin\frac{\pi}{2} - K\theta' = 0$$

$$NI' SB = K\theta'$$

$$K = \frac{NSB\ I'}{\theta'}$$

$$K = \frac{50\times25\times10^{-4}\times10^{-2}\times2\times10^{-3}}{2\times10^{-2}}$$

$$K = 125\times10^{-4}\ m.N.rad^{-1}$$

ثابت مقياس غلفاني:

$$G = \frac{\theta'}{I'} = \frac{0.02}{2\times10^{-3}}$$

$$G = 10\ rad/A$$

(5) $G' = 10G$

$$\frac{NSB}{K'} = 10\ \frac{NSB}{K}$$

$$K' = \frac{K}{10} = \frac{125\times10^{-4}}{10}$$

$$K' = 125\times10^{-5}\ m.N/rad$$

مسالة السابعة عشر ص224:

ملف مستطيل

$S = 2\times10^{-2}\ m^2$

$N = 100 \qquad I = 3A$

$B = 0.1T$

$\theta' = 60^\circ$ زاوية دوران الملف

$$a + \theta' = \frac{\pi}{2}$$

$$F = 50\times5\times5\times10^{-2}\times10^{-2}\times1$$

$$F = 125\times10^{-3}\ N$$

(2) عزم القوة كهرطيسية:

$$\overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = d.F_{كهرطيسي}$$

$$\overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = NISB\sin\frac{\pi}{2}$$

$$= (50)(5)(25\times10^{-4})(10^{-2})(1)$$

$$\overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = 625\times10^{-5}\ m.N$$

(3) حالة ثانية ــ حالة أولى

$a_1 = \frac{\pi}{2} rad \qquad a_2 = 0\ rad$

حالة التوازن المستقر

حساب عمل وفق نظرية مكسويل:

$$W = I\Delta\phi$$

$$W = NISB[\cos(a_2) - \cos(a_1)]$$

$$W = 50(5)(25\times10^{-4})(10^{-2})[\cos(0) - \cos(\tfrac{\pi}{2})]$$

$$W = 625\times10^{-5}\ J$$

(4) $I' = 2mA = 2\times10^{-3}\ A$

$\theta' = 0.02\ rad$ زاوية دوران الاطار

بتطبيق شرط التوازن الدوراني:

$$\sum \overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} = 0$$

$$\overline{\Gamma}_{\vec{F}/\Delta} + \overline{\Gamma}_{\vec{\Gamma}/\Delta} = \overline{0}$$

Subject : / /

$I = 15A$ (2)

طاقة كهرطيسية مختزنة في الوشيعة:

$E_L = \frac{1}{2} L I^2$

$E_L = \frac{1}{2} \times 5\times10^{-3} \times (15)^2$

$E_L = 0.5625 J$

قوة محركة كهربائية تحريضية: (3)

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

$\varepsilon = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{-L(i_2 - i_1)}{\Delta t}$

$i_2 = 0 A \quad i_1 = 20A$

$\Delta t = 0.5S$

$\varepsilon = -5\times10^{-3} \times \frac{0-20}{5\times10^{-1}}$

$\varepsilon = +2\times10^{-1} V$

بما أن $\varepsilon > 0$ جهة التيار المتحرض بجهة التيار المحرض.

(4)

$i = 20 - 5t$

$\frac{di}{dt} = -5 A/S$

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

$\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3}$

$\alpha = \frac{\pi}{6} rad$

$\alpha = (\vec{n}, \vec{B}) = 30°$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = N I S B \sin(\alpha)$

$= 100 \times 3 \times 2\times10^{-2} \times 0.1 \times \sin 30$

$\Gamma_{\vec{F}/\Delta} = 3\times10^{-1} m.N$

مسألة الثامنة عشر ص 214

وشيعة:

$\ell = 0.3 m$

$S = 3\times10^{-2} m^2$

$L = 5\times10^{-3} H$

$L = 4\pi\times10^{-7} \frac{N^2 S}{\ell}$ (1)

$N^2 = \frac{L \ell}{4\pi\times10^{-7} \times S}$

$N^2 = \frac{5\times10^{-3} \times 3\times10^{-1}}{4\pi\times10^{-7}\times3\times10^{-2}}$

$4\pi = 12.5$

$N^2 = \frac{5}{12.5} \times 10^{+5}$

$N^2 = \frac{500\times1000}{125\times10^{-1}} = \frac{4\times125\times10^4}{125}$

$N = 200$ لفة

$$\varepsilon = -(5\times10^{-3})(-5)$$

$$\varepsilon = +25\times10^{-3}\ V$$

مسألة التاسعة عشر ص 274 :

معطيات :

$l = \frac{2\pi}{5}\ m$

$N = 200$

$S = 2\times10^{-3}\ m^2$

$R = 5\ \Omega$

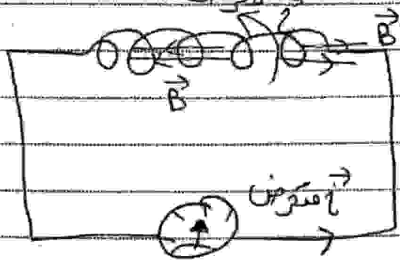
① a) $B_2 = 0.06\ T$, $B_1 = 0.04\ T$ $\Big\}\ \Delta t = 0.5\ s$

$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.06 - 0.04$

$\Delta B = 0.02\ T \Rightarrow \Delta\phi > 0$

$\Rightarrow \varepsilon < 0$ سالب

أي جهة الحقل مغناطيسي المحرض والمتحرض بجهات متعاكسة نفس الكلام نطبق عالتيار



b)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = Ri$$

$$\Rightarrow i = \frac{-\Delta\phi}{R\,\Delta t}$$

$$i = \frac{-N\,S\cos(\theta)\,\Delta B}{R\,\Delta t}$$

$\theta = (\vec{n},\vec{B}) = 0 \Rightarrow \cos\theta = 1$

$$i = \frac{-200\times2\times10^{-3}\times1\times(2\times10^{-2})}{5\times5\times10^{-1}}$$

$$i = -32\times10^{-4}\ A$$

c)

$$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2 S}{l}$$

$$L = 4\pi\times10^{-7}\times\frac{(200)^2(2\times10^{-3})}{\left(\frac{2\pi}{5}\right)}$$

$$L = 8\times10^{-5}\ H$$

② $i = 6+2t$

a)

$$\varepsilon = -L\,\frac{di}{dt}$$

$$\frac{di}{dt} = 2\ A/s$$

$$\varepsilon = -(8\times10^{-5})(2)$$

$$\varepsilon = -16\times10^{-5}\ Volt$$

b)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$\Delta\phi = -\varepsilon\,\Delta t$$

$$\Delta\phi = -(-16\times10^{-5})(1-0)$$

$$\Delta\phi = 16\times10^{-5}\ webre$$

c

$I = 10\,A$

$E_L = \frac{1}{2} L I^2$

$E_L = \frac{1}{2} \times 8\times10^{-5} \times (10)^2$

$E_L = 4\times10^{-3}\,J$

مسألة العشرون ص 275 :

وشيعة :

$\ell = \frac{2\pi}{5}\,m$

$N = 1000$

$r = 2\times10^{-2}\,m$

$R = 5\,\Omega$

$2r' = \frac{\pi}{500}\,m$

① $N = \frac{\ell'}{2\pi r}$ — ℓ' طول سلك وشيعة ، $2\pi r$ محيط اللفة واحدة

$\ell' = (2\pi r)(N)$

$\ell' = (2\pi)(2\times10^{-2})(1000)$

$\ell' = 4\pi\times10^{+1}$

$4\pi = 12.5$

طول سلك وشيعة $\ell' = 125\,m$

$N' = \frac{\ell}{2r'} = \frac{\frac{2\pi}{5}}{\frac{\pi}{500}}$

$N' = \frac{500\times2}{5}$

$N' = 200$

عدد طبقات $N'' = \frac{N}{N'} = \frac{1000}{200}$

$N'' = 5$

② $L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2 S}{\ell}$

$L = 4\pi\times10^{-7}\,\frac{N^2 \pi r^2}{\ell}$

$L = 4\pi\times10^{-7}\times\frac{(10^{+3})^2\,\pi(2\times10^{-2})^2}{\frac{2\pi}{5}}$

$L = \frac{16\pi^2\times10^{-5}\times5}{2\pi}$

$L = \frac{8\pi\times10^{-5}\times5}{1}$

$L = 4\pi\times10^{-4}\,H$

$L = 125\times10^{-5}\,H$

③ $B' = 10^{-2}\,T$

$I' = 4\,A$

a الزاوية بين ... وشيعة

$\theta' = 30^\circ$

$\Rightarrow a + \theta' = 90^\circ$

$a + 30^\circ = 90^\circ$

$a = 60^\circ = \frac{\pi}{3}\,rad$

$\Gamma_{F/\Delta} = N I' S B' \sin a$

$= N I \pi r^2 B' \sin a$

$= (10^3)(4)\pi(2\times10^{-2})^2(10^{-2})\sin 60$

$\Gamma_{F/\Delta} = 16\pi\times10^{-3}\times\frac{1}{2}$

$= 25\times10^{-3}\,m.N$

b- محور الوشيعة أفقي نحو الشمال عمودي على خطوط مجال مغناطيسي

$\theta_1 = (\vec{n}, \vec{B}) = 90^\circ$

زاوية دوران الجديد للوشيعة

$\theta' = 60^\circ \Rightarrow \theta_2 + \theta' = 90^\circ$

$\theta_2 = 90 - \theta' = 90 - 60$

$\theta_2 = 30^\circ = \frac{\pi}{6}\ rad$

حسب نظرية مكسويل:

$W = I' \Delta\phi$

$W = I' N B S [\cos\theta_2 - \cos(\theta_1)]$

$W = 4(10^3)(10^{-1})(\pi)(2\times10^{-2})^2$
$[\cos\frac{\pi}{6} - \cos(90)]$

$W = 25\sqrt{3}\times10^{-3}\ J$

(4) وضع أول:

$\theta_1 = 0^\circ$

وضع التوازن مستقر

وضع ثاني:

$\theta_2 = 90^\circ$

$\Delta t = 0.5\,s$

(a

$\varepsilon = Ri = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

$i = \frac{-\Delta\phi}{\Delta t R} = \frac{-NBS\,\Delta\cos\theta}{\Delta t R}$

$i = \frac{-10^3\times10^{-2}\times4\pi\times10^{-4}(0-1)}{5\times10^{-1}\times5}$

$i = 5\times10^{-3}\,A = 5\,mA$

(b

$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

$\Delta q = i\Delta t = 5\times10^{-3}\times0.5$

$\Delta q = 25\times10^{-4}\ C$

(5)

$\mu = 50 = \frac{B_t}{B}$

$B_t = 50B = 50\times10^{-2}$

$B_t = 0.5\,S$

وضع توازن مستقر:

$\theta = 0 \Rightarrow \cos\theta = 1$

$\phi = NSB_t\cos\theta$

$\phi = 10^3\times4\pi\times10^{-4}\times5\times10^{-1}\times1$

$\phi = 2\pi\times10^{-1}$

$\phi = \frac{\pi}{5}\ webre$

مسألة الحادية والعشرون ص 296:

$l = 80\,cm = 0.8\,m$

$\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \theta = \frac{\pi}{2}\ rad$

$\sin\theta = 1$

$V_{ba} = 0.4\ Volt$

(1) المسافة التي تقطعها الساق

$\Delta x = V\Delta t$

فإنها تمسح سطحا:

$\Delta S = l\Delta x = lV\Delta t$

فيتولد قوة محركة كهربائية متحركة قيمتها:

$\varepsilon = V_{ba} = \left|-\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right|$

Subject : / /

$$m = \frac{20-8}{10} = \frac{12}{10}$$

$m = 1.2\ Kg$

مسألة الثانية والعشرون ص 276

ملف دائري : $r = 0.04\ m$

$N = 600$

$B = 0.04\ T$

حالة الأولى ① حالة الثانية

$\theta_1 = 0\ rad$ $\theta_2 = \frac{\pi}{2}\ rad$

$\Delta t = 0.2\ s$

$R = 5\ \Omega$

$\Delta\phi = N S B\ \Delta\cos\theta$

$\Delta\cos\theta = \cos\theta_2 - \cos\theta_1$

$\Delta\cos\theta = 0 - 1 = -1$

$\Delta\phi = 600(\pi)(4\times10^{-2})^2 (0.04)(-1)$

$\Delta\phi = -0.12\ webre$

$$\varepsilon = R i = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$i = \frac{-\Delta\phi}{R\Delta t}$$

$$i = \frac{-(-0.12)}{(5)(0.2)}$$

$i = 0.12\ A$

$$\varepsilon = \frac{BLV\Delta t}{\Delta t} = B\ell V$$

$$V = \frac{\varepsilon}{B\ell} = \frac{4\times10^{-1}}{5\times10^{-1}\times8\times10^{-1}}$$

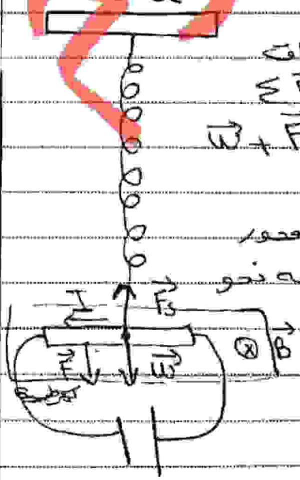
$V = 1\ ms^{-1}$

② $K = 100\ N/m$

$I = 20\ A$

مقدار الاستطالة $\Delta x = 0.2\ m$

أ- a



توازن الساق

$\sum\vec{F} = m\vec{a} = \vec{0}$

$\vec{w} + \vec{F}_s + \vec{F}_{كهرطيسي} = 0$

بالإسقاط على محور

شاقولي موجه نحو

الأسفل :

$w - F_s + F = 0$

$mg - K\Delta x + F = 0$

$mg = +K\Delta x - F$

$$m = \frac{K\Delta x - I\ell B\sin\frac{\pi}{2}}{g}$$

$$m = \frac{100\times0.2 - 20\times0.8\times0.5\times1}{10}$$

$f = \frac{2}{\pi}\ Hz$ ②

a ـ سرعة زاوية ثابتة

(حركة دائرية منتظمة)

$\omega = const$

$\varnothing = NSB\cos\alpha$

$\alpha = \omega t$

$\varepsilon = -\frac{d\varnothing}{dt} = \underbrace{NSB\omega}_{\varepsilon_{max}} \sin(\omega t)$

$\omega = 2\pi f = 2\pi\left(\frac{2}{\pi}\right) = 4\ rad/s$

$\varepsilon_{max} = N\pi r^2 B\omega$

$\varepsilon_{max} = 600(\pi)(4\times10^{-2})^2(0.04)(4)$

$\varepsilon_{max} = 0.48\ watt$

$\varepsilon = 0.48\sin(4t)$

$\varepsilon = Ri \Rightarrow i = \frac{\varepsilon}{R}$

$i = \frac{0.48\sin(4t)}{5}$

$i = 0.096\sin(4t)$

مسألة الثالثة والعشرون صفحة 276:

$u = 120\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

a ـ الفرع الأول:

جهاز تسخين ذاتية مهملة ـ مقاومة صرفة

$m = 1\,kg$

$t_1 = 0°C$

$t_2 = 72°C$

$\Delta t = 7\ min = 420\ s$ زمن

مردود تسخين 100%

b) الفرع الثاني:

$P_{avg_2} = 600\ watt$ محرك

$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2}$

التيار يتأخر بالطور عن التوتر

① حساب I_{eff_1}:

من مبدأ التوازن الحراري

(طاقة حرارية تنشرها بفعل جول في مقاومة خلال فاصل زمني Δt) = (طاقة حرارية يمتصها ماء خلال فاصل زمني Δt)

Subject : .... / /

$\bar{i}_2 = 10\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$

التيارات متجهة تجمع هندسياً

$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$

$I^2_{eff} = I^2_{eff_1} + I^2_{eff_2} + 2 I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$= (6)^2 + (10)^2 + 2(6)(10)\cos(-\frac{\pi}{3} - 0)$

$I^2_{eff} = 36 + 100 + 120 \times \frac{1}{2}$

$I^2_{eff} = 196$

$I_{eff} = 14\,A$

$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$

$P_{avg_2} = 600\,Watt$

حساب P_{avg_1}:

$P_{avg_1} = U_{eff} I_{eff_1} \cos\varphi_1$

$= 120(6)\cos(0)$

$P_{avg_1} = 720\,Watt$

$P_{avg} = 720 + 600 = 1320\,Watt$

$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos\varphi$

$\cos\varphi = \frac{P_{avg}}{U_{eff} I_{eff}}$

$m c \Delta t = U_{eff} I_{eff_1} t$

(2) $\Delta t = 72 - 0 = 72\,°C$

حرارة كتلية للماء $c = 4200\,kg^{-1}\,°C^{-1}$

$I_{eff_1} = \frac{m c \Delta t}{U_{eff}\, t}$

$= \frac{1 \times 4200 \times 72}{120 \times 420}$

$I_{eff_1} = 6\,A$

$\Rightarrow I_{max_1} = 6\sqrt{2}\,A$

$\bar{i} = 6\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

جهاز تسخين مقاومة صرفة التيار يتفق بالطور مع التوتر.

$\varphi_1 = 0\,rad$

لحساب I_{eff_2}:

$P_{avg_2} = U_{eff} I_{eff_2} \cos\varphi_2$

$600 = 120\, I_{eff_2} \times \frac{1}{2}$

$I_{eff_2} = \frac{600}{60} = 10\,A$

$I_{max_2} = 10\sqrt{2}\,A$

$\cos\varphi_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_2 = -\frac{\pi}{3}\,rad$

التيار يتأخر بالطور على التوتر:

Subject : ____________ / /

$$\cos\varphi = \frac{1320}{120 \times 14}$$

$$\cos\varphi = \frac{11}{14}$$

③ الفرع الأول: $\varphi_1 = 0\,rad$
الفرع الثاني: $\varphi_2 = \frac{\pi}{3}\,rad$
الفرع الثالث: $\varphi_3 = \frac{\pi}{2}\,rad$
انشاء فرنيل:

$$I_{eff} = I_{eff_1} + x$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{x}{I_{eff_2}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{x}{10} \Rightarrow x = 5A$$

$$I_{eff} = 6 + 5 = 11A$$

حسب فيثاغورث في مثلث قائم:

$$I^2_{eff_2} = I^2_{eff_3} + x^2$$

$$\Rightarrow (10)^2 = I^2_{eff_3} + (5)^2$$

$$I^2_{eff_3} = 100 - 25 = 75$$

$$I_{eff_3} = 5\sqrt{3}\,A$$

$$U_{eff} = X_C\, I_{eff_3}$$

$$X_C = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}} = \frac{120}{5\sqrt{3}}$$

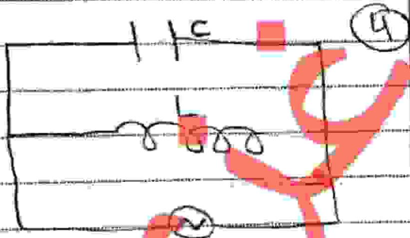
$$X_C = \frac{3 \times 8}{\sqrt{3}} = 8\sqrt{3}\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = 8\sqrt{3}$$

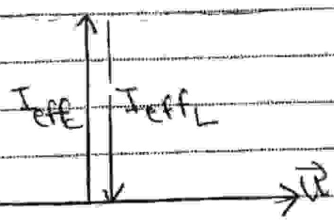
$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{100\pi(8\sqrt{3})}$$

$$C = \frac{1}{8\sqrt{3}\pi} \times 10^{-2}\,F$$

④



تمثيل فرينل:
$I_{eff} = 0$ من الفرض
$\Rightarrow I_{eff_C} = I_{eff_L}$
حالة اختناق التيار



$$I_{eff_C} = I_{eff_L} \Rightarrow \frac{U_{eff}}{X_C} = \frac{U_{eff}}{X_L}$$

$$X_C = X_L = 8\sqrt{3}\ \Omega$$

مسألة الرابعة والعشرون صـ(27)

$U_{eff} = 100\ V$

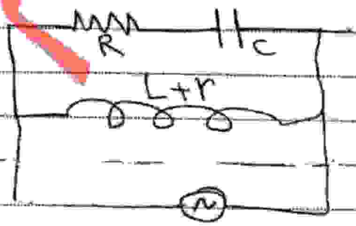
فرع أول: مقاومة ومكثفة

$\varphi_1 = +\frac{\pi}{3}$ rad $\quad I_{eff_1}$

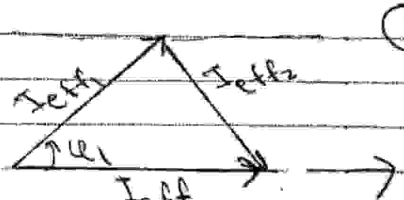
فرع الثاني: وشيعة لها مقاومة

$\varphi_2 = -\frac{\pi}{6}$ rad $\quad I_{eff_2}$

$i = 20\cos(100\pi t)$



①



$i = 20\cos(100\pi t)$

$I_{max} = 20\ A$

$$I_{eff} = \frac{20}{\sqrt{2}} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow I_{eff} = \frac{2\times10}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\ A$$

من مثلث قائم:

$$\cos\varphi_2 = \frac{I_{eff_1}}{I_{eff}}$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{I_{eff_1}}{10\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{I_{eff_1}}{10\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow I_{eff_1} = 5\sqrt{2}\ A$$

$$\sin\varphi_2 = \frac{I_{eff_2}}{I_{eff}}$$

$$\Rightarrow \sin\frac{\pi}{3} = \frac{I_{eff_2}}{10\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow I_{eff_2} = \frac{10\sqrt{6}}{2}$$

$$I_{eff_2} = 5\sqrt{6}\ A$$

②

$R = 10\ \Omega$

$U_{eff} = Z_1 \cdot I_{eff_1}$

$100 = Z_1 (5\sqrt{2})$

$$Z_1 = \frac{100}{5\sqrt{2}} = \frac{2\times10}{\sqrt{2}}$$

$$Z_1 = 10\sqrt{2}\ \Omega$$

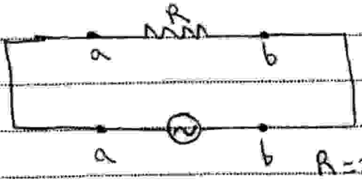
وهو ممانعة الفرع الأول.

$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 120V$

$w = 100\pi \ rad/s = 2\pi f$

$f = 50 HZ$

2



$R = 25\,\Omega$

$U_{eff} = R I_{eff_1} \Rightarrow 100 = 50 I_{eff_1}$

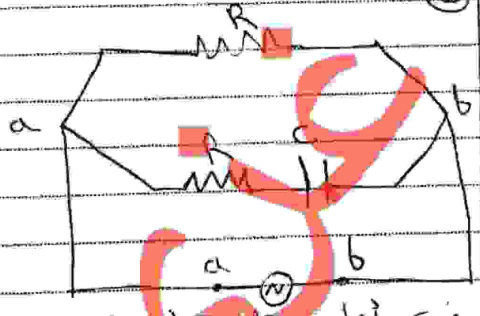
$I_{eff_1} = 2A$

$I_{max_1} = I_{eff_1}\sqrt{2} = 2\sqrt{2}A$

التيار يتوافق بالطور مع التوتر

$\bar{i}_1 = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

3



فرع أول: مقاومة أومية

فرع ثاني: مقاومة + مكثفة

$I_{eff_2} = \sqrt{2}A$

$i_2 = I_{max_2}\cos(wt + \varphi_2)$

$I_{max_2} = I_{eff_2}\sqrt{2} = 2A$

$\cos\varphi_2 = \frac{R}{Z_2}$

$U_{eff} = Z_2 I_{eff_2}$

$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

$Z^2 = R^2 + X_C^2$

$\Rightarrow X_C^2 = Z^2 - R^2$

$X_C^2 = (10\sqrt{2})^2 - (10)^2$

$X_C^2 = 200 - 100 = 100$

$X_C = 10\,\Omega$

$X_L = \frac{10}{\sqrt{3}}\,\Omega$ 3

$U_{eff} = Z_2 I_{eff_2}$

$100 = Z_2(5\sqrt{6})$

$Z_2 = \frac{100}{5\sqrt{6}} = \frac{20}{\sqrt{6}}\,\Omega$

ومن ممانعة الفرع الأول

$Z_2 = \sqrt{r^2 + X_L^2}$

$Z_2^2 = r^2 + X_L^2$

$r^2 = Z_2^2 - X_L^2$

$r^2 = (\frac{20}{\sqrt{6}})^2 - (\frac{10}{\sqrt{3}})^2$

$r^2 = \frac{400}{6} - \frac{100}{3} = \frac{400-200}{6}$

$r^2 = \frac{200}{6} = \frac{100}{3} = (\frac{10}{\sqrt{3}})^2$

$r = \frac{10}{\sqrt{3}}\,\Omega$

المسألة الخامسة والعشرون ص 277

$\bar{u} = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

1

$U_{max} = 100\sqrt{2}\,V$

$$100 = Z_2(\sqrt{2}) \Rightarrow Z_2 = \frac{100}{\sqrt{2}}$$

$$Z_2 = 50\sqrt{2}\ \Omega$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{50}{50\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = +\frac{\pi}{4}\ rad$$

التيار يتقدم بالطور على التوتر.

$$i_2 = 2\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$$

ممانعة الفرع الثاني:

$$Z_2 = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$Z_2^2 = R^2 + X_C^2$$

$$X_C^2 = \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 = Z_2^2 - R^2$$

$$(\omega C)^2 = \frac{1}{Z_2^2 - R^2}$$

$$C^2 = \frac{1}{(Z_2^2 - R^2)\omega^2}$$

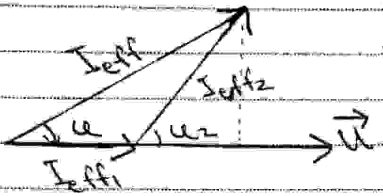
$$C = \frac{1}{\sqrt{Z_2^2 - R^2}\cdot\omega}$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{(50\sqrt{2})^2 - 50^2} \times 100\pi}$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{5000 - 2500} \times 100\pi}$$

$$C = \frac{1}{5\pi} \times 10^{-3}\ F$$

(4)



التيارات تتجمع هندسياً :

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$$

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2 I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

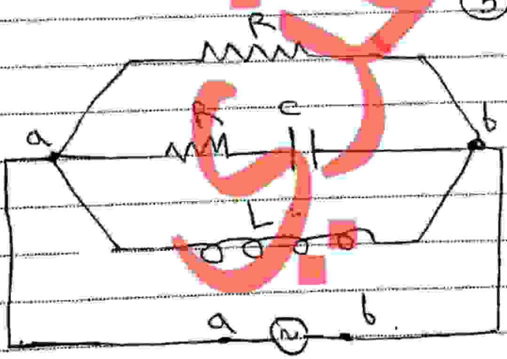
$$= (2)^2 + (\sqrt{2})^2 + 2(2)(\sqrt{2})\cos(\frac{\pi}{4} - 0)$$

$$I_{eff}^2 = 4 + 2 + 4\sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$= 4 + 2 + 4 = 10$$

$$I_{eff} = \sqrt{10}\ A$$

(5)



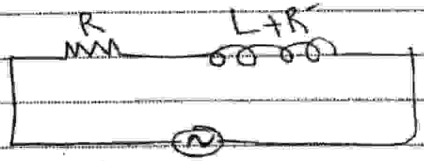
نستخدم انشاء فرينل :

$$\varphi_1 = 0\ rad$$
$$\varphi_2 = \frac{\pi}{4}\ rad$$
$$\varphi_3 = -\frac{\pi}{2}\ rad$$

Subject : ______ / /

مسألة السادسة والعشرون ص 271 :

$$\bar{i} = 3\sqrt{2}\ \cos(100\pi t)$$



$$X_L = 30\ \Omega$$

$$\cos\varphi_{L,R^-} = 0.8 = \frac{4}{5}$$

① $I_{max} = 3\sqrt{2}\ A$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff} = 3A$$

$$w = 2\pi f = 100\pi\ rad/s$$

$$f = 50\ Hz$$

② $\cos\varphi_{L,R^-} = \frac{4}{5}$

$$\frac{R^-}{\sqrt{R^{-2}+X_L^2}} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{R^{-2}}{R^{-2}+X_L^2} = \frac{16}{25}$$

$$\frac{R^{-2}}{R^{-2}+900} = \frac{16}{25}$$

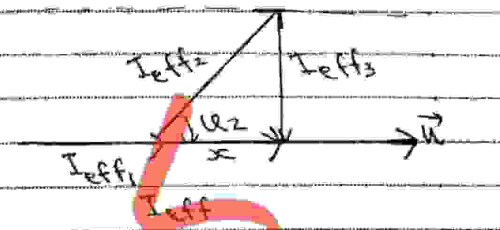
$$16R^{-2} + 14400 = 25R^{-2}$$

$$9R^{-2} - 14400 = 0$$

$$9R^{-2} = 14400$$

$$R^{-2} = 1600$$

$$R^- = 40\ \Omega$$



$$I_{eff_1} = 2A \qquad I_{eff} = x + I_{eff_1}$$

$$\Rightarrow \cos\varphi_2 = \frac{x}{I_{eff_2}}$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{x}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{x}{\sqrt{2}}$$

$$x = 1A$$

$$I_{eff} = 2 + 1 = 3A$$

$$\sin\varphi_2 = \frac{I_{eff_3}}{I_{eff_2}}$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{I_{eff_3}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff_3} = 1A$$

$$U_{eff} = X_L\ I_{eff_3}$$

$$X_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_3}} = \frac{100}{1}$$

$$X_L = 100\ \Omega = L\omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{100}{100\pi}$$

$$L = \frac{1}{\pi}\ H$$

Subject : ....

$$I_{eff_{\text{قبل}}} = I_{eff_{\text{بعد}}} \Rightarrow \frac{V_{eff}}{Z} = \frac{V_{eff}}{Z^-}$$

$$Z = Z^-$$

$$\sqrt{(R+R^-)^2 + X_L^2} = \sqrt{(R+R^-)^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\Rightarrow (R+R^-)^2 + X_L^2 = (R+R^-)^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$(X_L - X_C)^2 = X_L^2$$

$$\Rightarrow X_L^2 - 2X_L X_C + X_C^2 = X_L^2$$

$$2X_L X_C = X_C^2$$

$$X_C = 2X_L \rightarrow$$

$$\frac{1}{\omega C} = 2L\omega$$

$$\therefore C = \frac{1}{2L\omega^2} = \frac{1}{2X_L \omega}$$

$$C = \frac{1}{2(30)(100\pi)}$$

$$C = \frac{1}{6\pi} \times 10^{-3}\ F$$

مسألة السابعة والعشرون

ص 278 :

$V_{eff} = 40\sqrt{3}\ V$

$f = 50\ HZ$

$$Z_L = \sqrt{R^{-2} + X_L^2}$$

$$= \sqrt{40^2 + 30^2} = \sqrt{1600 + 900}$$

$$Z_L = 50\ \Omega$$

③

$$V_{eff_R} = \frac{1}{2} V_{eff_{L,R^-}}$$

$$R\, I_{eff} = \frac{Z_L\, I_{eff}}{2} \quad \text{— a}$$

$$R = \frac{Z_L}{2} = \frac{50}{2} = 25\ \Omega$$

$$P_{avg_1} = R\, I_{eff}^2 \quad \text{— b}$$

$$= 25(3)^2 = 25 \times 9$$

$$P_{avg_1} = 225\ watt$$

$$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2} \quad \text{— c}$$

$$P_{avg_1} = 225\ watt$$

$$P_{avg_2} = V_{eff_{R,L}}\, I_{eff} \cos\varphi_{L,R^-}$$

$$P_{avg_2} = R^- I_{eff}^2$$

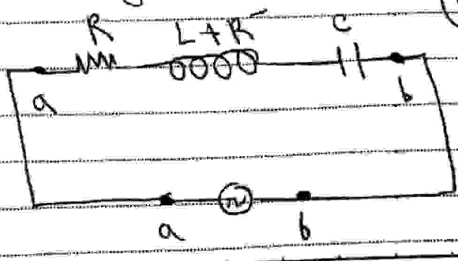
$$P_{avg_2} = 40(3)^2$$

$$= 360\ watt$$

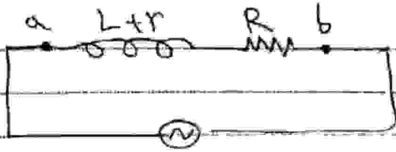
$$P_{avg} = 225 + 360$$

$$P_{avg} = 585\ watt$$

④



(1)



$R = 20\ \Omega$

$r = 10\ \Omega \qquad Z_L = 20\ \Omega$

$Z = \sqrt{(R+r)^2 + X_L^2}$ — a

حساب X_L :

$Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$

بالتربيع : $Z_L^2 = r^2 + X_L^2$

$X_L^2 = Z_L^2 - r^2$

$X_L^2 = (20)^2 - (10)^2$

$= 400 - 100 = 300$

$X_L = 10\sqrt{3}\ \Omega$

$Z = \sqrt{(20+10)^2 + (10\sqrt{3})^2}$

$Z = \sqrt{(30)^2 + (10\sqrt{3})^2}$

$Z = \sqrt{900 + 300} = \sqrt{1200}$

$Z = 20\sqrt{3}\ \Omega$

$U_{eff} = Z\, I_{eff}$

$40\sqrt{3} = 20\sqrt{3}\, I_{eff}$

$I_{eff} = 2\ A$

$P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$ — b

$P_{avg_1} = R\, I_{eff}^2 = (20)(2)^2$

$P_{avg_1} = 80$ Watt

$P_{avg_2} = r\, I_{eff}^2 = (10)(2)^2$

$P_{avg_2} = 40$ Watt

$P_{avg} = 80 + 40 = 120$ Watt

$P_{avg} = U_{eff}\, I_{eff} \cos\varphi$

$120 = 40\sqrt{3}\,(2)\cos\varphi$

$\cos\varphi = \dfrac{3 \times 40}{40\sqrt{3} \times 2}$

$\cos\varphi = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$

$\varphi = 30° = \dfrac{\pi}{6}$ rad

$t = 10\,min = 600\,s$ — c

$E = P_{avg_R} \times t$

$E = P_{avg_1} \times t$

$E = 80 \times 600 = 48 \times 10^3$

$E = 48000\ J$

$u_1 = U_{max_1} \cos(\omega t + \varphi_1)$

في المقاومة التوتر والتيار على توافق

بالطور $\varphi_1 = 0$ rad

$U_{eff_1} = R\, I_{eff} = 20(2)$

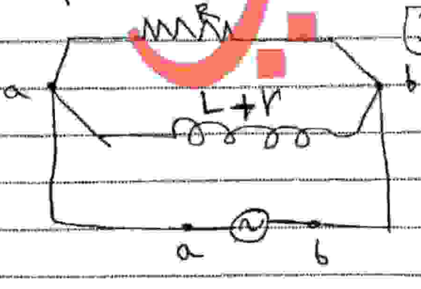
$U_{eff_1} = 40$ Volt

$U_{max_1} = U_{eff_1}\sqrt{2}$

$U_{max_1} = 40\sqrt{2}$ V

$u_1 = 40\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

(2)



Subject : ____________ / /

a) $I_{eff_1} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{40\sqrt{3}}{20}$

$I_{eff_1} = 2\sqrt{3}$ A

$I_{eff_2} = \frac{U_{eff}}{Z_L} = \frac{40\sqrt{3}}{20}$

$I_{eff_2} = 2\sqrt{3}$ A

$\varphi_1 = 0$ rad

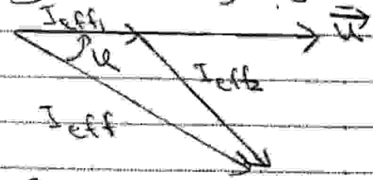
$\varphi_2 = \varphi_{L,r}$

$\cos\varphi_{L,r} = \frac{r}{Z_L} = \frac{10}{20}$

$\cos\varphi_{L,r} = \frac{1}{2}$

$\varphi_{L,r} = -\frac{\pi}{3}$ rad

التيار متأخر بالطور على التوتر



التيارات متجهة تجمع هندسيا:

$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_1} + \vec{I}_{eff_2}$

$I^2_{eff} = I^2_{eff_1} + 2 I_{eff_1} I_{eff_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) + I^2_{eff_2}$

$= (2\sqrt{3})^2 + 2(2\sqrt{3})(2\sqrt{3}) \cdot \cos(-\frac{\pi}{3} - 0) + (2\sqrt{3})^2$

$I^2_{eff} = 12 + 24 \times \frac{1}{2} + 12$

$= 36$

$I_{eff} = 6$ A

b) $P_{avg} = P_{avg_1} + P_{avg_2}$

$P_{avg_1} = R I^2_{eff_1} = 20(2\sqrt{3})^2$

$P_{avg_1} = 20 \times 12 = 240$ watt

$P_{avg_2} = r I^2_{eff_2}$

$P_{avg_2} = 10(2\sqrt{3})^2$

$P_{avg_2} = 120$ watt

$P_{avg} = 360$ watt

$P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos\varphi$

$360 = 40\sqrt{3}(6) \cos\varphi$

$\cos\varphi = \frac{36 \times 10}{4\sqrt{3} \times 60}$

$\cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\varphi = \frac{\pi}{6}$ rad

انتهت الوحدة الثانية

الكهرباء والمغناطيسية