Subject

المغناطيسية

• ملاحظات هامة في المغناطيسية :

1. نعتبر الصفحة في الدفتر مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي وخط الدفتر هو المركبة الأفقية (B_H)
2. خطوط الحقل المغناطيسي تخرج من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي وتكمل على حقل مغناطيسي (منتظم) خطوط مستقيمة (متوازية ومتساوية) من داخل المغناطيس (نحو جنوبي).
3. الشحنات الساكنة لا تولد حقل مغناطيسي بينما الشحنات المتحركة تولد حقل مغناطيسي.
4. التيار الكهربائي هو منبع الحقل المغناطيسي.
5. يكون الوجه شمالي إذا كانت جهة التيار الكهربائي بعكس جهة دوران عقارب الساعة.

بينما يكون الوجه الجنوبي مع جهة عقارب الساعة.

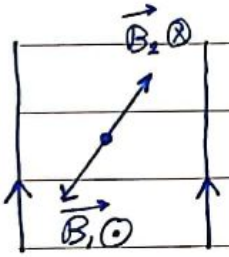
6. شعاع الناظم ($\vec{n}$) وشعاع السطح $\vec{S}$ لهما نفس الحامل والجهة.
7. يتم تحديد جهة الناظم بجهة التيار فيدخل التيار من الوجه الجنوبي إلى الوجه الشمالي.
8. شعاع السطح والسطح متعامدان $\vec{S} \perp S$، نرمز لشعاع الحقل المغناطيسي ($\vec{B}$) وميز حالتين:

أ- $\vec{B}\odot$ عمودي على المستوى ونحو الأمام

ب- $\vec{B}\otimes$ عمودي على المستوى ونحو الخلف «نحو الداخل»

9. عدد الطبقات = $\frac{\text{عدد اللفات الكلي}}{\text{عدد اللفات في طبقة واحدة}}$
10. عدد اللفات الكلي = $\frac{\text{طول سلك الوشيعة}}{\text{محيط اللفة الواحدة } (2\pi r)}$
11. عدد اللفات في الطبقة الواحدة = $\frac{\text{طول الوشيعة } \ell}{\text{قطر السلك } (2r)}$
12. مثل إمرار التيار الكهربائي في ناقل مستقيم أو وشيعة نأخذ الإبرة المغناطيسية منحنى المركبة الأفقية نأخذ الإبرة المغناطيسية وبعد إمرار التيار الكهربائي تنحرف بزاوية نأخذ منحنى المحصلة.
13. هام للحل: إيجاد محصلة الحقلين المتولدين عن تيارين مستقيمين متوازيين، وميز حالتين:

1) التياران بجهة واحدة:

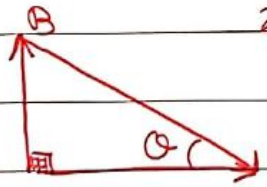


الحقلان بجهتان متعاكستان

$B = |B_2 - B_1|$

قانون تحديد الزاوية:

$\tan\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{B}{B_H}$



2) التياران بخلاف متعاكستين:

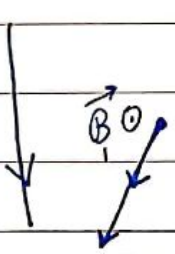
$B = B_1 + B_2$

الحقلان بجهة واحدة

$\vec{IL} \wedge \vec{B} = |\vec{IL}| \cdot |\vec{B}| \cdot \sin\theta$

$= ILB \cdot \sin\theta$

← جداء خارجي



KORAN COPYBOOKS

Scanned by CamScanner

ملاحظات وأفكار

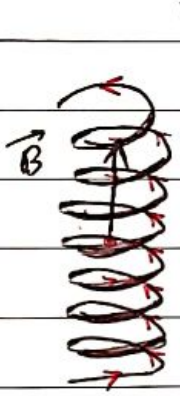
مجال الحقل المغناطيسي في التيار الكهربائي

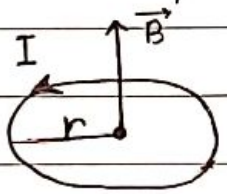
التيارات الكهربائية تولد حقولاً مغناطيسية

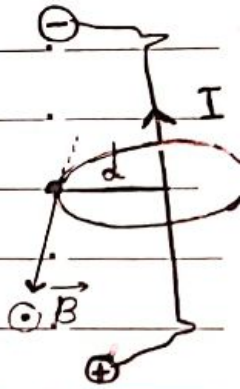
بناءً على الشكل

سلك مستقيم | سلك دائري (ملف دائري) | سلك حلزوني (وشيعة)

$B = 2.10^{-7} \frac{I}{d}$ | $B = 2\pi.10^{-7} \frac{NI}{r}$ | $B = 4\pi.10^{-7} \frac{NI}{\ell}$





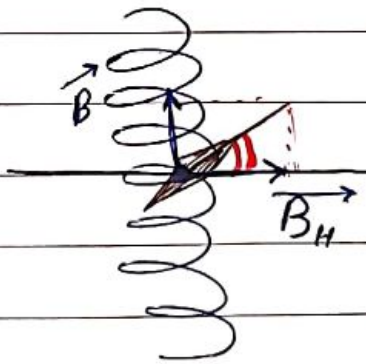


ولحساب عدد اللفات N

N عدد اللفات الكلي = طول السلك (ℓ') / محيط اللفة $(2\pi r)$

N' عدد اللفات في الطبقة الواحدة = طول الوشيعة (ℓ) / قطر السلك $(2r')$

ولحساب زاوية ميل إبرة البوصلة:



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

ملاحظة: الوشيعة تعتبر مغناطيس

بدون وجود الوشيعة إبرة البوصلة تتجه باتجاه الـ B_H.

KORAN COPYBOOKS

Scanned by CamScanner

القوة المغناطيسية (N)

$F = q v B \sin\alpha$ (e)

سُعاع السرعة ناظمي على سُعاع الحقل.

$\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \sin\alpha = 1$

نصف قطر المسار الدائري:

$r = \frac{m_e v}{eB} = \frac{P}{eB}$ عبية الحركة

$P = eB.r$

القوة الكهرطيسية:

$F = ILB$ (N)

$F = I L B \sin\alpha$

$I\vec{L} \perp \vec{B} \Rightarrow \sin\alpha = 1$

$I\vec{L} \parallel \vec{B} \Rightarrow \sin\alpha = 0$

من أجل N لفة:

$F = NILB \cdot \sin\alpha$

السلكين

I_1 و I_2 بجهة واحدة يتجاذبا

I_1 I_2 F_2 F_1

I_1 يعاكس I_2 يتنافرا

I_2 I_1 F_2 F_1

قوة التأثير المتبادل بين السلكين

$F = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 I_2 . L}{d}$ (N)

d: البعد بين السلكين

تجربة السكتين

عمل القوة الكهرطيسية

$W = F . \Delta x$ (J) انتقال

$\Delta x = v$ (ثابتة) $\times \Delta t$

الاستطاعة الميكانيكية (watt)

$P = \frac{W}{t} = \frac{F \Delta x}{t}$

$P = F . v$

شرط التوازن (السكون) إزاحة الجسم

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

تجربة دولاب بارلو

شدة القوة الكهرطيسية:

$F = ILB \sin\alpha$

$L = r$ نصف قطر الدولاب

$\sin\alpha = \sin\frac{\pi}{2} = 1$

عزم القوة الكهرطيسية:

$(m.N)$

$\Gamma = d . F = \frac{r}{2} . F$

لاستطاعة الدورانية:

$P = \Gamma . \omega$ (عزم القوة) $\times$ (السرعة الزاوية) $\frac{2\pi}{T}$ أو $2\pi f$

شرط التوازن (السكون) (منع الدوران)

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

الإطار

سلك تعليق قيم الفتل

عزم المزدوجة الكهرطيسية

$(m.N)$

$\Gamma_\Delta = NIS B \sin\alpha$

$S = L^2$ مربع

$S = L . d$ مستطيل

$S = \pi r^2$ دائرة

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

$\alpha + \theta = 90°$ زاوية الدوران

لحظة إمرار التيار (لسا الإطار ماشي)

$\theta = 0 \Rightarrow \alpha = 90°$ الوجه $\vec{B} \perp \vec{n}$

بعد صدور ~ الإطار بزاوية

$\theta = 60° \Rightarrow \alpha = 30°$

العزم المغناطيسي

$(A.m^2)$

$M = NIS$

التدفق المغناطيسي (webber)

$\phi = NBS \cos\alpha$

لحظة إمرار التيار $\alpha = 90°$ (الوجه) $\vec{B} \perp \vec{n}$

تدفق معدوم

التدفق أعظمي $\Leftrightarrow$ توازن مستقر $\alpha = 0$

تغير التدفق (ويبر)

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

$\Delta\phi = NBS[\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1]$

عمل المزدوجة الكهرطيسية: (J)

$W = I . \Delta\phi$

$W = I(\phi_2 - \phi_1)$

ج- سلك الفتل

الاستنتاج النظري

$\Gamma_\Delta + \Gamma_{\text{فتل}} = 0$

$NISB = K.\theta'$

$\theta' = ?$ K

$\theta' = \frac{NBSI}{K}$ rad

$K = ?$ θ'

$\Rightarrow K = \frac{NBSI}{\theta'}$

$m.N.rad^{-1}$ ~ θ' بالراديان

حساسية ثابتة

ثابت الغلفاني:

$G = \frac{NBS}{K}$ $rad.A^{-1}$

$\theta' = GI$

$\Rightarrow G = \frac{\theta'}{I}$ $\frac{rad}{A}$

$K = \frac{K'(2r)^4}{\ell}$

ثابتة فتل السلك

$G \propto K$ عكسي $\quad K \propto \ell$ عكسي

طردي

Scanned by CamScanner

القوة المحركة الكهربائية (المتحرضة الذاتية)

$$\bar{\mathcal{E}} = -L\frac{d\bar{i}}{dt}$$

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

مثال: $\bar{i} = 5 - 2t$

$$(\bar{i})'_t = -2$$

احسب القيمة المطلقة

$t = 0$ $\quad i = 5$

$t = 1$ ثانية $\quad i = 3$

التدفق المغناطيسي الذاتي

$$\Phi = L \cdot i$$

$$\Delta\Phi = L(i_2 - i_1)$$

تغير التدفق

الطاقة الكهرطيسية المختزنة في الملفة

$$E_L = \frac{1}{2}Li^2$$

أو

$$E_L = \frac{1}{2}\Phi i$$

وجود نواة حديدية داخل الوشيعة عامل إنفاذ لها μ

$$\mu = \frac{B_t}{B}$$ (نواة / بدون نواة)

ذاتية الوشيعة

$$L = 4\pi \times 10^{-7}\frac{N^2 S}{\ell}$$ (الهنري H)

ذاتية وشيعة

علم طول لفها ℓ

طول سلكها ℓ'

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

تابع التيار المتحرض

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

$$\bar{i} = \frac{\mathcal{E}_{max}}{R}\sin\omega t$$

كمية الكهرباء المتحرضة Δq

$$\Delta q = \bar{i}\,\Delta t$$ (المتحرض)

كولوم (C)

المتحرضين الذاتي:

عدد الطبقات n حسازي $= \frac{\text{عدد اللفات الكلية } N}{\text{عدد اللفات في الطبقة الواحدة } N'}$

$$N' = \frac{\ell}{2r} = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر السلك}}$$

$$N = \frac{\ell'}{2\pi r}$$ (طول السلك / محيط اللفة)

$$\ell' = 2\pi r \cdot N$$

طول السلك (وشيعة، ملف)

القوة المحركة المتحرضة الكهربائية (المتحرضة الذاتية) أو المتناوبة أو الجيبية

استنتاجها: تدوير ملف أو إطار ضمن حقل مغناطيسي بسرعة زاوية ثابتة ⇐ حركة دائرية منتظمة

$$\omega = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow \alpha = \omega t$$

فيكون التدفق المغناطيسي $\Phi = NBS\cos\alpha$

$$\Phi = NBS\cos\omega t$$

$$\bar{\mathcal{E}} = -\frac{d\bar{\Phi}}{dt} = -(\bar{\Phi})'_t$$

$$\bar{\mathcal{E}} = -(NBS\sin\omega t)$$

$$\bar{\mathcal{E}} = +\omega NBS\sin(\omega t)$$

تكون $\mathcal{E}_{max}$ عندما $\sin\omega t = 1$

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

القوة المحركة المتحرضة الآنية العظمى

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

تابع القوة المحركة الكهربائية المتحرضة (الآنية)

Subject
KORAN COPYBOOKS
Scanned by CamScanner

تيار ← حركة الإلكترونات ← حقل كهربائي ← فرق كمون

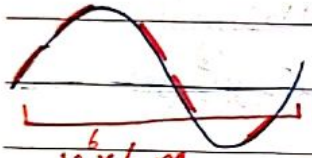
الموضوع : التاريخ : / / ٢٠

التيار المتناوب الجيبي

س: فسر الكترونياً نشوء التيار المتناوب ثم اكتب شرطي توليد قوانين أوم في التيار المتواصل على دارة التيار المتناوب في كل لحظة.

- ينشئ التيار المتواصل من حركة الإلكترونات الحرة باتجاه واحد من الكمون المنخفض إلى الكمون المرتفع، بسبب وجود حقل كهربائي ناتج عن فرق الكمون المطبّق.

- ينشأ التيار المتناوب من الحركة الاهتزازية للإلكترونات الحرة بسبب الحقل الكهربائي المتغير الذي ينتشر بسرعة الضوء بجوار الناقل والذي يتغير بسبب تغير فرق الكمون بين قطبي المنبع.



$10^6 \times 6\ m$

- طول موجة الإلكترون في التيار المتناوب في المدينة

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{f} \rightarrow = \frac{3 \times 10^8}{50} = 6 \times 10^6\ m$$

لذي يأخذ ويلزم مضروم لهي الطاقة
لحتى حقق طول موجة كلازم يكون عندي دارة كهربائية مقصورة

- شرطي تطبيق قوانين أوم للتيار المتواصل على دارة تيار متناوب: في لوقت الجزئي بأكاه واحد معين دارج نفس معنى (نوعا الحركة ناتج الهين كانة الدارة قصيرة

1- الدارة قصيرة بالنسبة لطول الموجة.

2- توتر التيار المتناوب صغير. لوكانة كبير دارة قصيرة وحتا محان يبين معيا انفيا بأي الهين لو كانة الدارة قصيرة.

- **شدة التيار:**

تابع الشدة اللحظية:

$$i = I_{max} \cos(\omega t + \varphi)$$

(التيار الأعظمي، نوض الحركة، الطور الابتدائي، الشدة اللحظية)

تابع التوتر اللحظي:

$$u = U_{max} \cos(\omega t + \varphi)$$

(التوتر اللحظي، التوتر الأعظمي، نوض الحركة، الطور الابتدائي)

- القيم المنتجة:

هي قيم التيار المتناوب المكافئ قيم التيار المتواصل إذا قدّم الطاقة الحرارية نفسها عندما يمرانه بالناقل نفسه وخلال الزمن نفسه (التعريف في الكتاب)

The LORD

Scanned by CamScanner

- الشدة المنتجة : $I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

- التوتر المنتج : $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$

- الاستطاعة المتوسطة المستهلكة :
هي معدل الطاقة الكهربائية المقدمة نتيجة مرور التيار المتناوب

$P_{avg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi$

← فرق الطور بين الشدة اللحظية والتوتر اللحظي

- الاستطاعة الظاهرية :
هي أكبر قيمة للاستطاعة المتوسطة المستهلكة

$\left.\begin{matrix} \cos\varphi = 1 \\ \varphi = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow P_A = I_{eff} \cdot U_{eff}$

- عامل الاستطاعة :

عامل الاستطاعة $= \frac{\text{الاستطاعة المتوسطة المستهلكة}}{\text{الاستطاعة الظاهرية}} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{P_{avg}}{P_A} = \frac{I_{eff} \cdot U_{eff} \cos\varphi}{I_{eff} \cdot U_{eff}}$

ملاحظة : المصابيح :
لجهاز واحد X
لأكثر من جهاز Z

Scanned by CamScanner

هو مذنبي يا كظوان كلا.

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

2. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية مرفقة R ركبت بين طرفيها توتراً لحظياً u فيمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالتابع $i = I_{max}.\cos\omega t$

a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة، ثم استنتج العلاقة التي تربط بين الشدة المنتجة والتوتر المنتج في هذه الدارة، وما هو فرق الطور بين الشدة والتوتر في هذه الحالة.

b) أين علامة الاستطاعة المتوسطة المستهلكة P_{aveg} ثم بين كيف تؤول العلاقة في حالة

لازم دور على علاقة تربط الـ u و i تناسب الجهاز المرسوم عندي (المقاومة)

$$u = R.i = R.I_{max}\cos\omega t$$

$X_R = R$ تسمى ممانعة المقاومة

$$\Rightarrow u = X_R.I_{max}.\cos\omega t$$

بالمقارنة مع الشكل العام التابع التوتر اللحظي:

$$u = U_{max}.\cos(\omega t + \varphi)$$

$$\Rightarrow U_{max} = X_R.I_{max}$$

نقسم على $\sqrt{2}$ فنجد

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_R.\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow U_{eff} = X_R.I_{eff}$$

وبالمقارنة بين تابعي الشدة والتوتر نجد: $\varphi_u - \varphi_i$

$$\varphi_R = 0$$

أي أن المقاومة تجعل التوتر على توافق بالطور مع الشدة.

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة:

$$P_{aveg} = I_{eff}.U_{eff}.\cos\varphi$$

$$\varphi_R = 0 \Rightarrow \cos\varphi_R = 1$$

$$\Rightarrow P_{aveg} = I_{eff}.U_{eff} = I_{eff}.R.I_{eff}$$

$$\Rightarrow P_{aveg} = R.I^2_{eff}$$

حيث تصرف الطاقة في المقاومة حرارياً بفعل جول

The LORD

Scanned by CamScanner

3. دارة تيار متناوب تحوي وشيعة ذاتيتها L مقاومتها الأومية مهملة نطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u فيمر تيار كهربائي يعطى بالمنحنى اللحظي بالتابع $i = I_{max} \cos \omega t$

(a) استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي الوشيعة ثم استنتج العلاقة التي تربط بين السعة الشعاعية والتوتر المستنتج في هذه الدارة وما هو الفرق الطوري بين السعة والتوتر في هذه الحالة.

(b) فسر علمياً باستخدام العلاقات المناسبة أنه الاستطاعة المتوسطة في الوشيعة معدومة.

← إيجاد علاقة تربط بين I و u في الدارة

$$u = L \frac{di}{dt} \quad \boxed{\frac{di}{dt} = -\omega I_{max} \sin \omega t}$$

$$\Rightarrow u = -L \omega I_{max} \sin \omega t$$

لكي نوحد العلاقة نحولها إلى cos

$$-\sin \omega t = \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow u = L\omega I_{max} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$L\omega$ سمي ممانعة الوشيعة (ردية الوشيعة) $X_L = L\omega$

$$\Rightarrow u = X_L I_{max} \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

← وبالمقارنة مع الشكل العام لتابع التوتر اللحظي نجد أن:

$$u = U_{max} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\Rightarrow U_{max} = X_L I_{max}$$

← نقسم على $\sqrt{2}$ نجد

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_L \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = X_L I_{eff}$$

← بالمقارنة بين تابعي الشدة والتوتر نجد:

$$\Rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

أي أن الوشيعة تجعل التوتر يتقدم على الشدة بالطور بمقدار $(+\frac{\pi}{2})$ راديان متقدم.

The LORD

Scanned by CamScanner

← الاستطاعة المتوسطة المستهلكة :

$P_{moy} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi$

$\varphi_L = \frac{\pi}{2} rad \Rightarrow \cos\varphi_L = 0$

$\Rightarrow P_{moy} = 0$

نرى أن الاستطاعة المتوسطة المستهلكة معدومة في حالة وشيعة مهملة المقاومة.

←

4- دارة تيار متناوب تحوي مكثفة C ربطت بين طرفيها توتراً كهربائياً u.

وفيها تيار كهربائي تغطى شدته الكهربائية بالتابع $i = I_{max} \cdot \cos\omega t$

(a) استنتج التابع الزمني للتوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة، ثم استنتج العلاقة التي تربط بين الشدة اللحظية والتوتر الناتج في هذه الدارة وما الفرق بين الشدة والتوتر في هذه الحالة.

(b) فسر علمياً باستخدام العلاقات السابقة الاستطاعة المتوسطة في المكثفة المثالية.

$u = \frac{q}{C}$; $i = (q)'_t$ ←

$q = \int i\,dt$

$\Rightarrow q = \int I_{max} \cos\omega t \cdot dt$

$q = \frac{1}{\omega} \cdot I_{max} \sin\omega t$

$\Rightarrow u = \frac{I_{max} \sin\omega t}{\omega \cdot C}$ لازم نوحد العلاقة بين cos

$\sin\omega t = \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

$\Rightarrow u = \boxed{\frac{1}{\omega C}} \cdot I_{max} \cdot \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

← سنسمي $X_C = \frac{1}{\omega C}$ ممانعة المكثفة (السعاية المكثفة)

Scanned by CamScanner

التاريخ : / / ٢٠

الموضوع :

$$\Rightarrow u = X_c . I_{max} . \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

نقارن بالمقارنة مع تابع التوتر اللحظي بشكله العام :

$$u = U_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\Rightarrow U_{max} = X_c I_{max}$$

$$\div \sqrt{2}$$

$$\frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = X_c \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{eff} = X_c I_{eff}$$

$\varphi_u - \varphi_i$

← وبالمقارنة بين تابعي الشدة والتوتر نجد :

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

أي أنه الكثفة تجعل التوتر متأخراً بالطور عن الشدة بمقدار $\frac{\pi}{2}$ (تراتيج متأخر)

← الاستطاعة المتوسطة المستهلكة

$$P_{moy} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cos\varphi$$

$$\varphi_c = -\frac{\pi}{2} \text{ rad} \Rightarrow P_{moy} = 0$$

أي أن الاستطاعة المتوسطة المستهلكة معدومة في حالة المكثفة ———

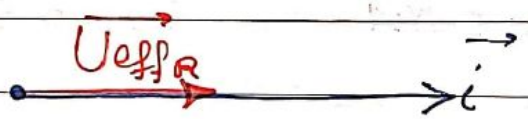
Scanned by CamScanner

إنشاء فرينيل :

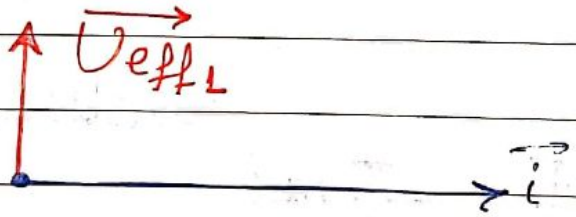
I حالة جهاز واحد : نراعي رسم المحور الأفقي للتابع المعطى

- إذا كان التابع المعطى هو تابع السدة i :
  فيكون المحور الأفقي هو محور $\vec{i}$
  ثم نرسم $\vec{U_{eff}}$ حسب نوع الجهاز
  مع مراعاة فرق الطور φ بين السدة والتوتر
  كما يلي : $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$

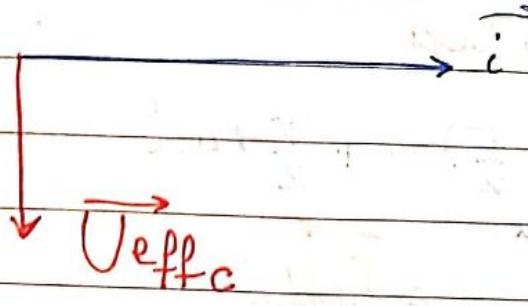
مثلة : مقاومة صرفة $\varphi = 0 - 0 = 0$ نطابقة



وشيعة مهملة المقاومة $\varphi = \frac{\pi}{2} - 0 = \frac{\pi}{2}$ rad



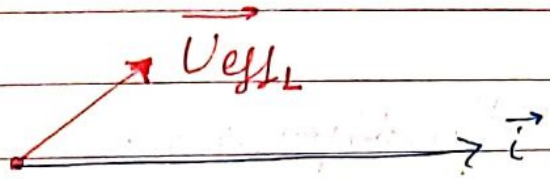
مكثفة $\varphi = -\frac{\pi}{2} - 0 = -\frac{\pi}{2}$ rad



LAX

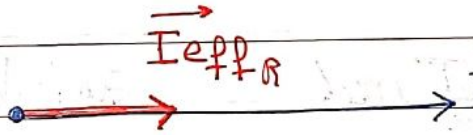
Scanned by CamScanner

وشيعة ذات مقاومة داخلية. عندئذ $0 < \varphi_L < \frac{\pi}{2}$



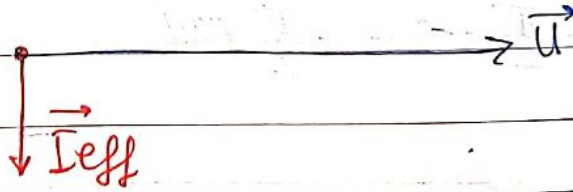
إذا كان التابع المعطى هو تابع التوتر $\vec{u}$:
فيكون المحور الأفقي هو محور $\vec{u}$
ثم نرسم $\overrightarrow{I_{eff}}$ حسب نوع الجهاز
مع مراعاة نوع العلاقة بين الشدة والتوتر
كما يلي : $\varphi = \varphi_i - \varphi_u$

أمثلة : مقاومة صرفة $\varphi_R = 0 - 0 = 0\ rad$

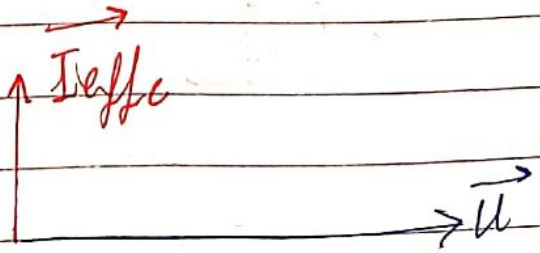


وشيعة مهملة المقاومة

$\varphi_L = 0 - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}\ rad$



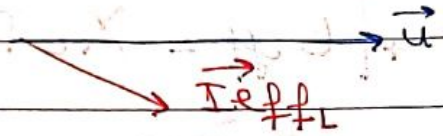
مكثفة $\varphi = 0 - (-\frac{\pi}{2}) = +\frac{\pi}{2}\ rad$
$\varphi_i - \varphi_u$



The LORD
Scanned by CamScanner

التاريخ :

• وشيعة ذات مقاومة داخلية $-\frac{\pi}{2} < \varphi < 0$



II حالة ثلاثة عناصر : سلسلة

سلسلة تشاشل

① إذا كان الوصل على التسلسل : عندئذ يكون $\vec{i}$ هو المحور الأفقي.

② إذا كان الوصل على التفرع : عندئذ $\vec{u}$ هو المحور الأفقي.

تفرع فرق كمون

5. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية R ووشيعة لـ مقاومتها مهملة و مكثفة سعتها C موصولة على التسلسل انطبق بين طرفيها توتراً لحظياً u وليمر تيار كهربائي تعطى شدته اللحظية بالتابع $i = I_{max} \cos \omega t$

@ استنتج العلاقة المعبرة عن الممانعة الأومية (الكلية) للدارة في حالة $X_L > X_C$

ب استنتج العلاقة المحددة لعامل الاستطاعة للدارة في الحالة السابقة.

ج) الرسم الشاع مزيل في كل من الحالات الثلاث الآتية وماذا نقول عن الدارة في كل حالة. $X_L = X_C$ $X_L < X_C$ $X_L > X_C$

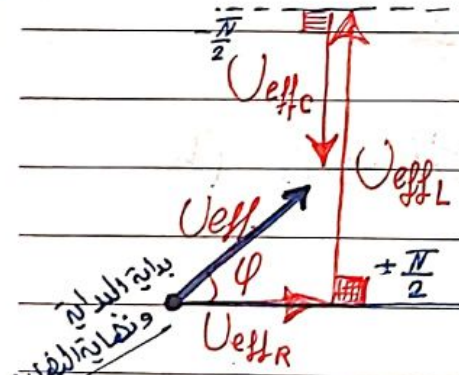
@ بس يجيني لهيك سؤال فوراً برسم الشاع مزيل

(تشاشل ← شدة التيار هو المحور الأفقي)

$X_L > X_C \Rightarrow$

$U_{eff_L} > U_{eff_C}$

I_{eff} ثابتة



برسمها أكبر من U_{eff_C}

$\boxed{U_{eff_L} > U_{eff_C}}$

إذا أعطاك $X_L > X_C$ أنت فوق واشتغل عالهوا الأسود

$\vec{U_{eff}} = \vec{U_{eff_R}} + \vec{U_{eff_L}} + \vec{U_{eff_C}}$

لازم الاستنتج علاقة جديدة لأول للممانعة

من الرسم حسب فيثاغورث نجد:

$U_{eff}^2 = U_{eff}^2 + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2$

The LORD

Scanned by CamScanner

$$U_{eff}^2 = U_{eff_R}^2 + (U_{eff_L} - U_{eff_C})^2$$

$$= R^2 I_{eff}^2 + [U_{eff} - X_C I_{eff}]^2$$

عامية

$$= R^2 I_{eff}^2 + I_{eff}^2 [X_L - X_C]^2$$

$$= R^2 I_{eff}^2 + (X_L - X_C)^2 I_{eff}^2$$

$$U_{eff}^2 = [R^2 + (X_L - X_C)^2] I_{eff}^2$$

$$U_{eff} = \sqrt{[R^2 + (X_L - X_C)^2] I_{eff}^2}$$

$$U_{eff} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}\, I_{eff}$$ ← للدارة كلها

(تقصد بها السابقة وتقوم أمثلة الـ I_{eff} في الطمانة)

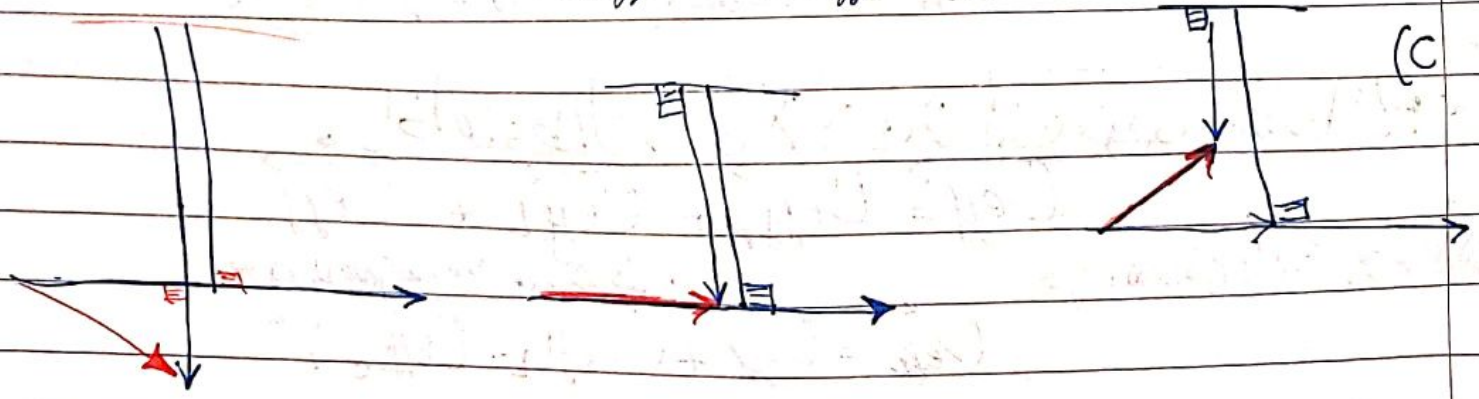
الطمانة الكلية للدارة

$$U_{eff} = Z I_{eff}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$ حيث أنه

b) الزاوية المحصورة بين U_{eff} والمحور الأفقي في حالة الرنين هي الصفر.

$$\cos\varphi = \frac{U_{eff_R}}{U_{eff}} = \frac{R I_{eff}}{Z I_{eff}} = \frac{R}{Z}$$



(C

The LORD

Scanned by CamScanner

$X_L > X_C \Rightarrow V_{eff_L} > V_{eff_C}$ C

التوتر متقدم بالطور على الشدة
وتسمى الدارة في هذه الحالة ذات طبيعة سعوية

$X_L < X_C \Rightarrow V_{eff_L} < V_{eff_C}$

التوتر متأخر بالطور على الشدة
وتسمى الدارة في هذه الحالة ذات طبيعة سعوية

$X_L = X_C \Rightarrow V_{eff_L} = V_{eff_C}$

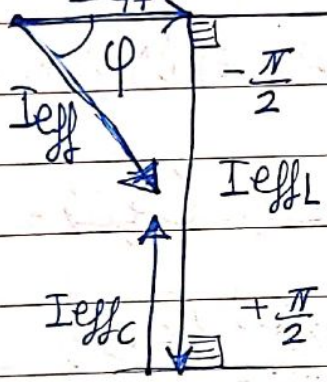
التوتر على التوافق مع الشدة بالطور
(متفق)
وتسمى الدارة في هذه الحالة بحالة التجاوب الكهربائي
أو (الطنين الكهربائي).

Scanned by CamScanner

6 . دارة تيار متناوب كوي مقاومة أومية R وشيعة L مقاومتها مهملة ومكثفة سعتها C موصولة على التسلسل والتابع الزمني للتوتر بين طرفي الدارة هو $u = U_{max} \cdot \cos \omega t$

(a) استنتج العلاقة الوحيدة للتيار الحادث في هذه الدارة الآنية باستخدام إنشاء فريسنل في حالة $X_L < X_C$

(b) استنتج العلاقة الوحيدة لعامل استطاعة الدارة .



(a)

$$X_L < X_C$$

$$\Rightarrow \frac{U_{eff}}{I_{eff_L}} < \frac{U_{eff}}{I_{eff_C}}$$

تكافئ

$$I_{eff_L} > I_{eff_C}$$

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L} + \vec{I}_{eff_C}$$

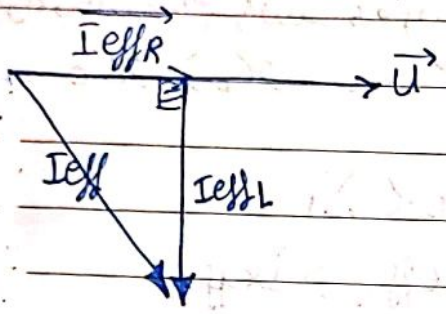
$$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + (I_{eff_L} - I_{eff_C})^2$$

(b)

$$\cos\varphi = \frac{I_{eff_R}}{I_{eff}}$$

Scanned by CamScanner

7. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R وشيعة معامل تحريضها L موصولين على التسلسل
والتابع الزمني للتوترين طرفي الدارة هو $u = U_{max} \cos \omega t$
والمطلوب استنتاج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في الدارة.

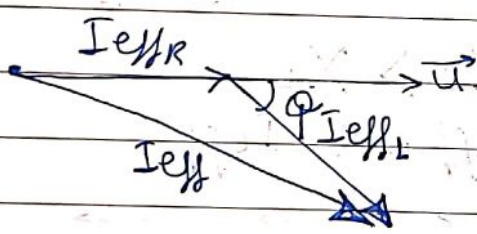


$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$$

ومن الرسم المجاور نجد:

$$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2$$

8. دارة تيار متناوب تحوي مقاومة R وشيعة ذاتي معامل تحريضها L ومقاومتها r موصولين على التسلسل
والتابع الزمني للتوترين طرفي الدارة هو $u = U_{max} \cos \omega t$
والمطلوب استنتاج العلاقة المحددة لشدة التيار المنتجة الكلية في الدارة.



$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{effR} + \vec{I}_{effL}$$

نربع الطرفين

$$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + 2\vec{I}_{eff_R} \cdot \vec{I}_{eff_L} + I_{eff_L}^2$$

$$I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2 + 2 I_{eff_R} \cdot I_{eff_L} \cdot \cos(\varphi_L - \varphi_R)$$

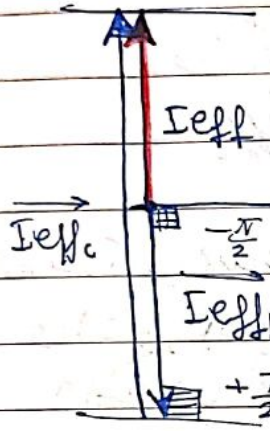
Scanned by CamScanner

9. دارة تيار متناوب تحوي وشيعة معامل تحاثها ومكثفة موصولين على التوتر
والتابع الزمني للتوتر بين طرفي الدارة هو $u = U_{max}\cos\omega t$
والمطلوب: استنتج العلاقة المحددة لشدة التيار اللحظية في
الدارة باستخدام إنشاء فرينيل في كل من الحالات.

$X_L = X_C$ $X_L < X_C$ $X_L > X_C$

$X_C < X_L$

$I_{eff_C} > I_{eff_L}$



$\vec{I_{eff}} = \vec{I_{eff_L}} + \vec{I_{eff_C}}$

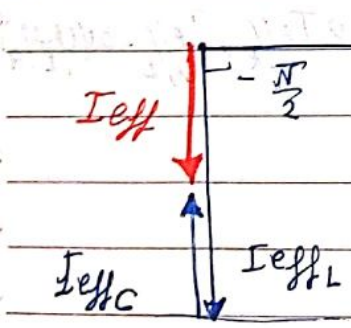
ملاحظة: الجزء الأكبر هو الذي يحدد الإشارة النهائية والمحصلة مجموع الأشعة

$I_{eff} = I_{eff_C} - I_{eff_L}$ (المنحنى كبير)

$X_C > X_L$

$I_{eff\,C} < I_{eff_L}$

$\vec{I_{eff}} = \vec{I_{eff_L}} + \vec{I_{eff_C}}$

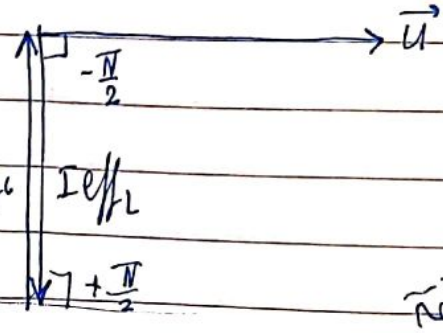


$I_{eff} = I_{eff_L} - I_{eff_C}$

$X_C = X_L$

$I_{eff_C} = I_{eff_L}$

$\vec{I_{eff}} = \vec{I_{eff_L}} + \vec{I_{eff_C}}$



$I_{eff} = I_{eff_L} - I_{eff_C} = 0$

تنعدم الشدة وتسمى الدارة في هذه الحالة دارة خالفة
للتيار أو حالة رنين تيار

The LORD

Scanned by CamScanner

* شروط اختناق التيار ← يمنع التيار ← $I_{eff} = 0$

- لكي يكون في مقاومة ما يختنق التيار ← ومشيعة لمعاملة المقاومة + مكثفة فقط
- الوصل على التسلسل يكون التيار ثابت ما يختنق ← $X_L = X_C$ ← الوصل على التفرع
- انتبهوا حالة التجاوب والتسلسل
- الهيك في مقاومة لهو يمر مافي

١٠. استنتج العلاقة الحدية لدور الطنين.

$$X_L = X_C$$

$$\omega_R L = \frac{1}{\omega_R C} \Rightarrow \omega_r^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow T_r = \frac{2\pi}{\omega_r} = 2\pi\sqrt{LC}$$ ولي عبارة دور الطنين

$$f_r = \frac{\omega_r}{2\pi}$$ إذا طلبارنا ← $$f_r = \frac{1}{T_r} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$$ ترددات الطنين

١١. استنتج العلاقة الحدية للتواتر في الدارة الخانقة للتيار.

$$X_L = X_C$$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \Rightarrow \omega_r^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_r = \frac{1}{\sqrt{L.C}}$$

$$\Rightarrow f_r = \frac{\omega_r}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$$

ولي عبارة التواتر في الدارة الخانقة للتيار

$$T_r = \frac{2\pi}{\omega_r} = \text{ذو} = \frac{1}{f_r} = 2\pi\sqrt{L.C}$$

(12) علل تبدي الوشيعة مانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر

أو علل: تبدي الوشيعة مانعة صغيرة للتيارات منخفضة التواتر.

هام جداً مكرر أسئلة دورات

تذكروا الهاد كامن في الدارة المهتزة وأنا قلة بالجزء لبعد درس التناوب

$X_L = \omega L$ ؛ $Z_L = \sqrt{r^2 + (X_L)^2}$ ← ردية الوشيعة ← المقاومة الحدية لمانعة الوشيعة

$$\Rightarrow X_L = 2\pi f L$$ (مانعة الوشيعة)

ومنه فإن ردية الوشيعة تتناسب طرداً مع تواتر التيار (فهي كبيرة في التيارات عالية التواتر) صغيرة ← منخفضة

The LORD

Scanned by CamScanner

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

13. علل تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر.
علل تبدي المكثفة ممانعة كبيرة للتيارات منخفضة التواتر.
علل لا تمرر المكثفة تياراً متواصلاً عند وصل طرفيها بمأخذ تيار متواصل

$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{2\pi f c}$$

(ممانعة المكثفة)

ومنه فإنه (السعاية المكثفة) تتناسب عكساً مع تواتر التيار (فهي صغيرة في التيارات عالية التواتر) كبيرة في التيارات منخفضة التواتر.

في التيار المتواصل $f = 0$ ومنه فإنه $X_c = \infty$

ممانعتها كبيرة جداً للتيار المتواصل لأن $f = 0$ التواتر صفر ماعندي اهتزاز

Scanned by CamScanner

الاهتزازات الكهربائية القسرية
التيار المتناوب الجيبي

* **الممانعة الكلية في الدارة :**

$$Z = \sqrt{(R+r)^2 + (X_L - X_C)^2}$$ **I**

الدارة تحوي كل الأجهزة { مقاومة صرفة R، مكثفة C، وشيعة L ولها مقاومة r

أمثلة :

(مقاومة صرفة + مكثفة)
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

(مقاومة صرفة + وشيعة مهملة المقاومة)
$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

(مقاومة صرفة + مكثفة + وشيعة مهملة المقاومة)
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

(وشيعة لها مقاومة) بس قول وشيعة والسكة فعنا تو الها مقاومة
$$Z = \sqrt{r^2 + X_L^2}$$

II يمكن استخدام قانون المثلث

للدارة بشكل عام ذو الحل جزء بشكل مستقل

دائماً عطوه الكمولونية

أمثلة :

$$X_C = \frac{U_{eff\,C}}{I_{eff\,C}} \qquad R = \frac{U_{eff\,R}}{I_{eff\,R}}$$

$$X_L = \frac{U_{eff\,L}}{I_{eff\,L}}$$

بعدين بفكر بالجذر

Scanned by CamScanner

الموضوع : التاريخ : / / ٢٠

شدة التيار المنتجة Ieff — (توتر) فرق الكمون المنتج Ueff

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{max} = I_{eff}\sqrt{2}$$

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{max} = U_{eff}\sqrt{2}$$

طريقة وهمية أو استخراج من التكامل

ملاحظة: واضع الهيتدي استخدمو لنا كمون I_{max} عشان من تابع الشدة

التابع الزمني للتيار

$$i = I_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$

التابع الزمني للتوتر

$$u = U_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$

مثال:

$$u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t)$$
$$u = U_{max}\cos(\omega t + \varphi)$$
$$\Rightarrow U_{max} = 200\sqrt{2}\ volt \quad , \quad \omega = 200\pi\ rad.s^{-1}$$

لحساب التواتر

$$\omega = 2\pi f$$

أنواع التوصيل:

وصل على التسلسل: ($\varphi = 0$)

شدة التيار (ثابتة)

$$I_{eff} = I_{eff_1} = I_{eff_2} = \cdots$$

فرق الكمون (مجموع) الكمون لا يحافظ

$$U_{eff} = U_{eff_1} + U_{eff_2} + \cdots$$

وشيعة لها مقاومة (تسلسل)

$$\cos\varphi = \frac{1}{2}$$
$$\varphi = \frac{\pi}{3}\ rad$$

وشيعة لها مقاومة (تفرع)

$$\cos\varphi = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3}\ rad$$

The LORD

Scanned by CamScanner

الموضوع :

التاريخ : / / ٢٠

الوصل على التفرع : (بين طرفين)

فرق الكمون ثابت ← ($\varphi = 0$)

$$U_{eff} = U_{eff_1} = U_{eff_2} \dots$$

شدة التيار (مجموع) كراميتها φ

$$\overrightarrow{I_{eff}} = \overrightarrow{I_{eff_1}} + \overrightarrow{I_{eff_2}} \dots$$

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2\,\overrightarrow{I_{eff_1}} \cdot \overrightarrow{I_{eff_2}}$$

العام ←

$$I_{eff}^2 = I_{eff_1}^2 + I_{eff_2}^2 + 2\, I_{eff_1} \cdot I_{eff_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$

(مثلثية لصيغة قائم cos واجه)

متعددة الاستعمال

ملك وناب ← دارة التيار المتناوب

المقاومة الصرفة ← (R) ← ما نعتها $X_R = R$ ← مزق الطور ← تسلسل / تفرع ← $\varphi = 0$

الوشيعة ← (L) ← مهملة المقاومة ← ما نعتها (الودية) $X_L = \omega L$

(r, L) ← لها مقاومة داخلية ← ما نعتها $Z = \sqrt{r^2 + X_C^2}$

مزق الطور ← مهملة المقاومة ← تسلسل ← $\varphi = +\frac{\pi}{2}$; تفرع ← $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

لها مقاومة داخلية ← تسلسل ← $\varphi =$ زاوية حادة ; تفرع ← $\varphi = -$ زاوية حادة

المكثفة ← (C) ← ما نعتها $X_C = \frac{1}{\omega C}$

مزق الطور ← تسلسل ← $\varphi = -\frac{\pi}{2}$; تفرع ← $\varphi = +\frac{\pi}{2}$

LAX

The LORD

Scanned by CamScanner

الاستطاعة المتوسطة المستهلكة

على التسلسل

$$P_{areg} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cos\varphi$$

ويستحنم أيضًا لكل جهاز بشكل مستقل

$$P_{areg_R} = I_{eff_R} U_{eff_R} \cos\varphi_R$$

مثال

على التفرع

$$P_{areg} = P_{areg_1} + P_{areg_2} + \dots$$

(المقاومة)

$$\boxed{P_{areg} = R I_{eff}^2}$$

عامل الاستطاعة $\cos\varphi$

على التسلسل

$$\cos\varphi = \frac{R+r}{Z}$$

على التفرع

$$\cos\varphi = \frac{P_{areg}}{I_{eff} \cdot U_{eff}}$$

من العلاقة الشعاعية $\overrightarrow{I_{eff}}$

حساب ذاتية الوشيعة

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

كسب من الممانعة (حسب الحالة) ← وشيعة مهملة المقاومة

الأهم

$$X_L = \omega L$$
$$\Rightarrow L = \frac{X_L}{\omega}$$

Scanned by CamScanner

الموضوع : .....

التاريخ : / / ٢٠

التجاوب الكهربائي

الرنين ★ في الوصل على التسلسل

- الممانعة بأصغر قيمة لها ← هنا يعني
- التيار يصبح بأكبر قيمة له ←

$Z = R$

$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$

- الاستاعية = الردية

$X_L = X_C$

$\omega L = \frac{1}{\omega C}$ ← السعة المكافئة لمجلة المكثفات

- التيار على توافق مع التوتر $\varphi = 0$
- عامل الاستطاعة للدارة يساوي الواحد $\cos\varphi = 1$

• لحساب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة بدارة التجاوب

$P_{moy} = I_{eff} \cdot U_{eff} \cdot \cos\varphi$

$\cos\varphi$: 1 — لا تتغير — U_{eff}: تتغير — I_{eff}: تتغير

★ التجاوب الكهربائي يحدث بعد إضافة جهاز إلى الدارة

ثم ذكر إحدى المميزات لحالة التجاوب المذكورة

The LORD

Scanned by CamScanner

* عند إضافة جلفانومتر إلى الدارة ولصبت الشدة المنتجة للتيار نفسها (لم تتغير) إذا (لم يحدث تأثير)

عندئذٍ (بعد الإضافة) $I_{eff} = I_{eff}'$ (قبل الإضافة)

$$\frac{U_{eff}}{Z} = \frac{U_{eff}}{Z'}$$

$$\rightarrow Z = Z'$$

(قبل الإضافة) (بعد الإضافة)

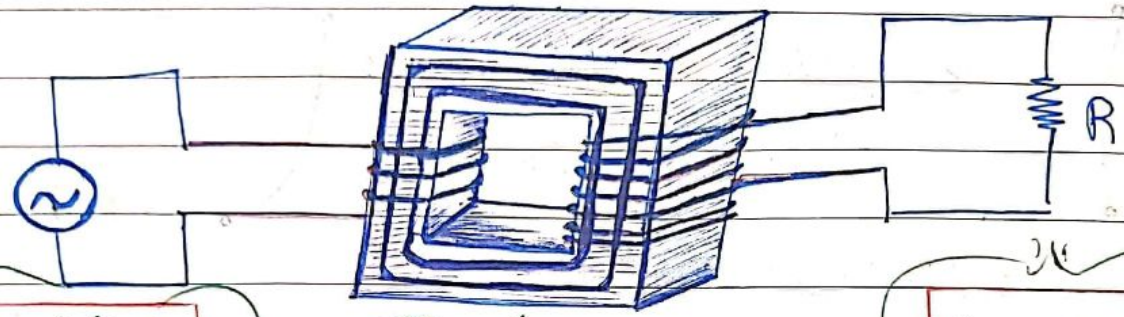
تذكرة بالمكثفات:

نوع الضم	على التسلسل	على التفرع
السعة المكافئة	$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \cdots$	$C_{eq} = C_1 + C_2$
المكثفات متماثلة	$C_{eq} = \frac{C_1}{n}$	$C_{eq} = n C_1$
لمعرفة نوع الضم الأصم	$C_{eq} < C_1$	$C_{eq} > C_1$

Scanned by CamScanner

الموضوع : ..... التاريخ : / / ٢٠

المحولات الكهربائية



دارة ثانوية S
وشيعة
عدد لفاتها Ns
موصولة إلى جهاز
أو أكثر (مقاومة ، وشيعة)
تتلقى التيار المتناوب من الدارة الأولية
بتوتر منتج U_{eff_s}
وشدة منتجة I_{eff_s}

نواة حديدية

دارة أولية P
وشيعة
عدد لفاتها Np
موصولة إلى منبع تيار متناوب
توتره المنتج U_{eff_p}
شدته المنتجة I_{eff_p}

مبدأ عمل المحولات الكهربائية :

عند تطبيق توتر متناوب جيبي بين طرفي الدارة الأولية يمر فيها تيار متناوب فينشأ داخل الوشيعة حقل مغناطيسي متناوب ، يتدفق عبر النواة الحديدية إلى الدارة الثانوية ، فتتولد فيها قوة محركة كهربائية متحرضة بسبب تغير التدفق المغناطيسي في وشيعة الدارة الثانوية ، فيمر نتيجة لذلك تيار كهربائي متناوب لأن توتر التيار المار في الدارة الأولية .

٢٠٢١/٤/٩

Scanned by CamScanner

نسبة التحويل :

أهم علاقة

$$\mu = \frac{U_{eff_S}}{U_{eff_P}} = \frac{I_{eff_P}}{I_{eff_S}} = \frac{N_S}{N_P}$$

حفظ

* علاقة تعبّر عن الغرض من هذه المحوّلة ،
أنا مني أحكم بعدد اللفات (زيد عدد لفات الثانوية على حساب الأولية)
مثلاً : لو عدد لفات الثانوية 1000 والأولوية كانوا 100
يعني أنا عملت عدد لفات الثانوية عشر أضعاف الأولية
معناتا التوتر المنتج يلي أنا جايبي من المنبع أكيد رح يزداد
عشر أضعاف هذا الرقم في الدارة الثانوية
« موضوع تناسب » ← معناتا أنا مني أرفع التوتر بهذه الطريقة
من جهة أخرى التيار عالبيت أثر بس بالعكس إذا رفعت التوتر ← ينخفض التوتر

$N_P < N_S \Rightarrow$ ((المحوّلة رافعة للتوتر)) $U_{eff_S} > U_{eff_P}$ الناتجة أكبر من الداخلة
((المحوّلة خافضة للشدة)) $I_{eff_P} > I_{eff_S}$ الداخل أكبر من الناتج

$\mu > 1$

غالباً بالاستنتاج والاستدلال على نوع المحولة من عدد اللفات ولكن أيضاً أي نتيجة من هالنتائج بتدلني على نوع المحولة

$N_P > N_S \Rightarrow$ ((خافضة للتوتر)) $U_{eff_S} < U_{eff_P}$
((رافعة للشدة)) $I_{eff_P} < I_{eff_S}$

$\mu < 1$ والأصغر من الصفر انتبهوا

اختيار من متعدد

المحولة كاول تنقل الطاقة كاملة فقط في الأحلام

تعريف المحوّلة الكهربائية :

جهاز كهربائي يعتمد على حادثة التحريض الكهرطيسي، يعمل على تغيير التوتر المنتج والشدة المنتجة للتيار المتناوب، دون أن يغيّر تقريباً من الاستطاعة المنقولة أو من تواتر التيار أو شكل اهتزاز التيار.

Scanned by CamScanner

× ملاحظة: لا تعمل المحوّلات عند وصلها بمنبع تيار متواصل.

- كفاءة عمل المحوّلات الكهربائية:

المقصود بالكفاءة أي عدم الضياع في الطاقة عند انتقال الطاقة الكهربائية بين الدارتين الأولية والثانوية يضيع قسم منها على شكل:

① استطاعات ضائعة حراريًا في الدارة الأولية $P'_P = R_P I_{eff_P}^2$

في الدارة الثانوية $P'_S = R_S I_{eff_S}^2$

الاستطاعة الكلية الضائعة حراريًا $P_E = P'_P + P'_S$

② استطاعات ضائعة مغناطيسيًا P_M

تتحقق لهاوب جزء من خطوط الحقل المغناطيسي خارج النواة الحديدية.

- كيف يمكن تحسين كفاءة المحوّلات الكهربائية:

إن ما يقلل من كفاءة المحوّلة الكهربائية هو ارتفاع درجة حرارتها بسبب ضياع جزء من الطاقة حراريًا

← الحل: استخدام أسلاك الوشيعة من النحاس تكون مقاومة صغيرة

← تيارات فوكو التحريضية:

← الحل: صنع النواة الحديدية من شرائح رقيقة من الحديد اللين معزولة عن بعضها البعض.

Scanned by CamScanner

ـ مردود نقل الطاقة الكهربائية :

مردود المحوّلة : هو نسبة الاستطاعة الكهربائية المفيدة إلى الاستطاعة الكهربائية الداخلة (الكلية)

$$\text{المردود} = \frac{\text{الاستطاعة المفيدة}}{\text{الاستطاعة الكلية}} = \frac{\text{الاستطاعة الكلية} - \text{الاستطاعة الضائعة}}{\text{الاستطاعة الكلية}}$$

$$\eta = \frac{P - P'}{P} = 1 - \frac{P'}{P}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{R \cdot I_{eff}^2}{I_{eff} \cdot U_{eff}} \qquad \cos\varphi = 1$$

$$\boxed{\eta = 1 - R \cdot \frac{I_{eff}}{U_{eff}}}$$

تكون المحوّلة مثالية عندما يقترب المردود من واحد

ويتم ذلك إما بتصغير المقاومة R

أو بتكبير U_{eff} (باستخدام محولة رافعة للتوتر)

هي المحولة هي نفسها الخافضة للشدة (تخفض الشدة) حكينا عليهم سوا