دورات درس الدارات المهتزة والتيارات عالية التواتر.

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي وانقلها إلى ورقة إجابتك.

(10 درجات لكل طلب)

1. تتألف دارة مهتزة غير متخامدة من مكثفة مشحونة سعتها C ووشيعة ذاتيتها L ، التواتر الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة فيها f_0 . نستبدل بالوشيعة وشيعة أخرى ذاتيتها $L' = 2L$ فيصبح التواتر الخاص f'_0 الجديد مساوياً:

دورة ثانية 2023

$2f_0$	D	$\sqrt{2}f_0$	C	$\frac{f_0}{2}$	B	$\frac{f_0}{\sqrt{2}}$	A

توضيح الإجابة:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad , \quad f'_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C}}$$

$$L' = 2L \quad ; \quad f'_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2LC}}$$

$$f'_0 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f'_0 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,f_0$$

$$\boxed{f'_0 = \frac{f_0}{\sqrt{2}}}$$

2. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C ووشيعة ذاتيتها L بنبضها الخاص ω_0 ، نستبدل بالمكثفة C مكثفة آخرى سعتها $C' = 4C$ فيصبح النبض الخاص الجديد ω'_0 مساوياً :

دورة ثانية 2022

$\frac{\omega_0}{4}$	D	$\frac{\omega_0}{2}$	C	ω_0	B	$2\omega_0$	A

توضيح الإجابة:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad , \quad \omega'_0 = \sqrt{\frac{1}{LC'}}$$

$$\omega'_0 = \sqrt{\frac{1}{L(4C)}} \quad ; \; C' = 4C$$

$$\omega'_0 = \sqrt{\frac{1}{4LC}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\omega'_0 = \frac{1}{2}\omega_0$$

$$\omega'_0 = \frac{\omega_0}{2}$$

3. تتألف دارة مهتزة غير متخامدة من مكثفة مشحونة سعتها C ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L فيكون الدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة فيها T_0 . نستبدل بالمكثفة مكثفة أخرى سعتها C' ليصبح الدور الخاص $T'_0 = T_0\sqrt{2}$ فتكون سعة المكثفة C' مساويةً:

دورة ثانية 2021

$C' = \frac{C}{4}$	D	$C' = \frac{C}{2}$	C	$C' = C$	B	$C' = 2C$	A

توضيح الإجابة:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \quad , \quad T_0' = 2\pi\sqrt{LC'}$$

$$\frac{T_0'}{T_0} = \frac{2\pi\sqrt{LC'}}{2\pi\sqrt{LC}} \quad ; \; T_0' = T_0\sqrt{2}$$

$$\frac{T_0\sqrt{2}}{T_0} = \frac{\sqrt{C'}}{\sqrt{C}}$$

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

نجذر الطرفين:

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

$$C' = 2C$$

---

4. دارة مهتزة غير مخامدة $L\,,C$, ينكون فيها فرق الطور بين تابع الشـــدة وتابع الشـــحنة مساوياً:

دورة 2020 نظام قديم

$\frac{\pi}{6}$ rad	A	$\frac{\pi}{3}$ rad	B	$\frac{\pi}{2}$ rad	C	π rad	D

5. تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L بنبضها الخاص ω_0 ، استبدلنا بالوشيعة ووشيعة أخرى ذاتيتها $L' = 4L$ فيصبح النبض الخاص الجديد للدارة ω'_0 مساوياً:

دورة ثانية 2013

$4\omega_0$	D	$2\omega_0$	C	$\frac{\omega_0}{4}$	B	$\frac{\omega_0}{2}$	A

توضيح الإجابة:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad , \quad \omega'_0 = \sqrt{\frac{1}{L'C}} \quad ; \quad L' = 4L$$

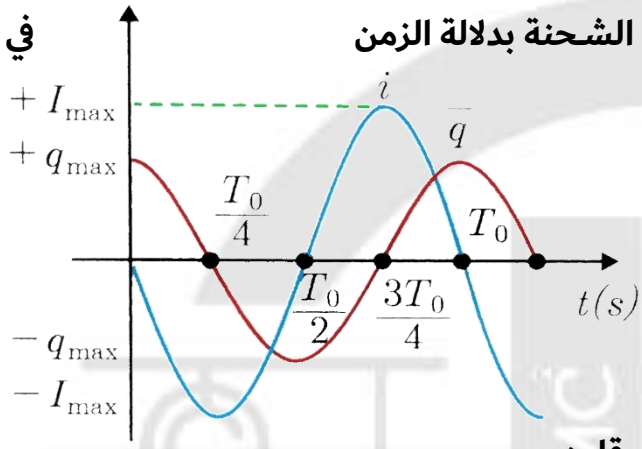
$$\omega'_0 = \sqrt{\frac{1}{4LC}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$\omega'_0 = \frac{1}{2}\omega_0$$

$$\omega'_0 = \frac{\omega_0}{2}$$

السؤال الثاني : أجب عن الأسئلة الاتية:

1- يبين الرسم البياني المجاور تغيرات تابعَي الشحنة بدلالة الزمن في دارة مهتزة غير متخامدة.



والمطلوب:

a) اكتب التابع الزمني للشحنة اللحظية بشكله المختزل. دورة أولى 2022

b) استنتج التابع الزمني للشدة اللحظية وقارن بين تابع الشدة وتابع الشحنة من حيث الطور. دورة أولى 2022 - دورة ثانية 2015

c) ما قيمة الشدة والشحنة في اللحظة $t = \frac{T_0}{2}$. دورة أولى 2022

الحل:

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

(b $\bar{\imath} = (\bar{q})'_t$

$\bar{\imath} = -\omega_0 q_{max}\, sin(\omega_0 t)$

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

تابع الشدة على ترابع متقدم بالطور على تابع الشحنة بمقدار $\frac{\pi}{2}$.

(c $t = \frac{T_0}{2}$

عندما $i = 0$

$q = -q_{max}$

2- تتألف دارة مهتزة من مكثفة مشحونة سعتها C شحنتها العظمى q_{max} موصولة على التسلسل مع وشيعة ذاتيتها L مقاومتها الأومية مهملة المطلوب استنتج علاقة الطاقة الكلية في هذه الدارة بدلالة q_{max}.

دورة (أولى 2021 – أولى و ثانية 2017)

دورة ثانية 2015

دورة أولى 2014

الحل:

$$E = E_c + E_L \quad \dots (*)$$

$$E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \qquad ; \quad \bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t)$$

$$E_c = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{2}\cos^2(\omega_0 t) \quad \dots (*')$$

$$E_L = \frac{1}{2}Li^2 \qquad ; \quad \bar{\imath} = -\omega_0 q_{max}\sin(\omega_0 t)$$

$$E_L = \frac{1}{2}L\omega_0^2 q_{max}^2\sin^2(\omega_0 t) \qquad ; \quad \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$E_L = \frac{1}{2}L\left(\frac{1}{LC}\right)q_{max}^2\sin^2(\omega_0 t)$$

$$E_L = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}\sin^2(\omega_0 t) \quad \dots (*'')$$

الآن نعوض $(*')$ و $(*'')$ في $(*)$:

$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}\cos^2(\omega_0 t) + \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}\sin^2(\omega_0 t)$$

$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}\left(\underbrace{\cos^2(\omega_0 t) + \sin^2(\omega_0 t)}_{=1}\right)$$

$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{2}$$

3- دارة مهتزة تحوي على التسلسل مكثفة مشحونة سعتها C ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها L .والمطلوب:

دورة أولى 2020

a) ما شكل تفريغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة في هذه الدارة.

b) اكتب التابع الزمني لشدة التيار المار في هذه الدارة.

c) نصل على التسلسل إلى الدارة السابقة مقاومة كبيرة بشكل كاف.

- ما شكل التفريغ في هذه الحالة؟ فسر اجابتك.

الحل:

a) التفريغ جيبي دوري (سعة الاهتزاز فيه ثابتة).

b) $\bar{\imath} = \omega_0 q_{max} \cos(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$

c) التفريغ لا دوري باتجاه واحد.

التفسير: تبدد طاقة المكثفة (بالكامل دفعة واحدة) أثناء تفريغ شحنة المكثفة عبر الوشيعة ومقاومة الدارة.

---

4. دارة مهتزة تحوي على التسلسل مكثفة مشحونة، سعتها C ، ووشيعة مهملة المقاومة، ذاتيتها L . المطلوب :

انطلاقاً من المعادلة التفاضلية $L(\bar{q})''_t + \frac{\bar{q}}{C} = 0$ استنتج العلاقة المحددة للدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة غير المتخامدة (علاقة طومسون) في هذه الدارة.

الحل:

دورة ثانية 2021 نظام قديم

دورة ثانية 2020

دورة ثانية 2018

دورة ثانية 2014

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

$$L(\bar{q})''_t = -\frac{\bar{q}}{C}$$

$$(\bar{q})''_t = -\frac{1}{LC}\bar{q}$$

وهي معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية تقبل حلاً جيبياً من الشكل:

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

نشتق مرتين بالنسبة للزمن:

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

$$(\bar{q})''_t = -\omega_0^2 \bar{q}$$

بالموازنة مع المعادلة $(\bar{q})''_t = -\frac{1}{LC}\bar{q}$

نجد:

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

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

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

---

5. أعط تفسيراً علمياً باستخدام العلاقات المناسبة:

- تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر. دورة أولى 2020

الحل:

$$X_L = \omega L$$

$$X_L = 2\pi f L$$

f كبيرة فتكون X_L كبيرة.

- لا تستهلك المكثفة اية طاقة. دورة أولى 2020

الحل:

تختزن المكثفة طاقة كهربائية خلال ربع الدور لتعيدها كهربياً إلى الدارة في الربع التالي.

- تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التوتر: دورة أولى 2013

الحل:

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

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

الممانعة تتناسب عكساً مع تواتر التيار فهي صغيرة أو f كبيرة ⟸ X_C صغيرة

---

6. مم تتألف الدارة المهتزة الحرة المتخامدة؟ وما شـكل التفريغ عندما تكون قيمة المقاومة (a)كبيرة , (b) مهملة.

دورة ثانية 2019

الحل:

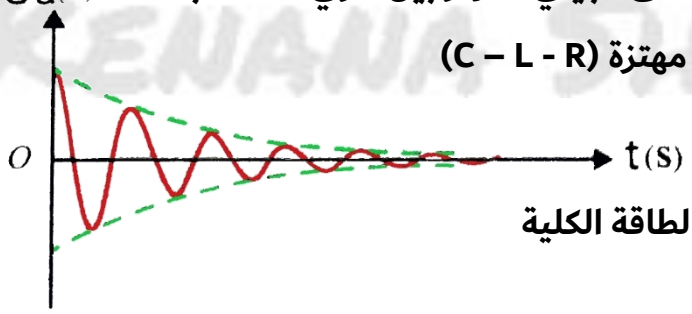
تتألف من C , L , R , R الصغيرة .

a) التفريغ لا دوريا باتجاه واحد.

b) التفريغ متناوب جيبي (سعة الاهتزاز فيه ثابتة).

---

7. يبين الشـكل المرسـوم جانبياً المنحنى البياني للتوتر بين طرفي مكثفة بدلاله الزمني في أثناء تفريغ شحنتها في دارة مهتزة (C – L - R)



المطلوب: دورة أولى 2019

a) شـكل هذا التفريغ ثمّ فسّـر تناقص الطاقة الكلية في الدارة المهتزة (C – L - R).

b) كيف يصبح شكل التفريغ بإهمال المقاومات في الدارة؟

- اكتب تابع الشحنة في هذه الحالة موضحاً دلالات الرموز.

الحل:

a) التفريغ دوري (متناوب) متخامد.

تتبدد الطاقة تدريجيا على شكل طاقة حرارية (مما يؤدي إلى تخامد الاهتزاز).

b) التفريغ متناوب جيبي .

تابع الشحنة $\bar{q} = q_{max}\, cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$

$\bar{q}$ الشحنة اللحظية ، q_{max} الشحنة العظمى ، ω_0 النبض الخاص.

السؤال الثالث: حل المسائل الاتية:

المسألة الأولى:

تُشحن مكثّفة سعتها $C = 1\mu F$ بواسطة مولد تيار متواصل فرق الكمون بين طرفيه $U_{max} = 10^3 V$ ، ومقاومته مهملة. المطلوب:

1. احسب شحنة المكثفة والطاقة المختزنة فيها.
2. بعد أن نشحن المكثّفة نصلها بوشيعة ذاتيّتها $L = 4\mu H$ ، مقاومتها الأومية مهملة، وباعتبار $4\pi = 12.5$. المطلوب:

a) احسب تواتر الاهتزازات الكهربائية.

b) استنتج التابع الزمني للشحنة اللحظية بدءاً من الشكل العام معتبراً مبدأ الزمن لحظة وصل المكثفة المشحونة بالوشيعة.

دورة أولى
2023
(45 درجة)

معطيات المسألة:

$C = 1 \times 10^{-6} F$ ، $U_{max} = 10^3 V$

الطلب الأول:

$$q_{max} = CU_{max}$$

$$q_{max} = 10^{-6} \times 10^{3}$$

$$q_{max} = 10^{-3}C$$

$$E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C}$$

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{10^{-6}}{10^{-6}}$$

$$E = 0.5J$$

الطلب الثاني:

$L = 4\mu H$

(a

$$f_0 = \frac{1}{T_0}$$

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

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{4 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}}$$

$$f_0 = \frac{1}{125} \times 10^{7}Hz$$

(b

$\bar{q} = q_{max}\cos(\omega_0 t + \bar{\varphi})$; $t = 0\,, \bar{q} = q_{max}$

$$\bar{q} = q_{max}\cos\omega_0 t$$

$$\omega_0 = 2\pi f_0$$

$$\omega_0 = 2\pi \times \frac{1}{125} \times 10^7$$

$$\boldsymbol{\omega_0 = 5 \times 10^5 rad.s^{-1}}$$

$$\boldsymbol{\bar{q} = 10^{-3}\, cos(5 \times 10^5 t)}$$

المسألة الثانية:

نطبق بين لبوسي مكثفة سعتها $C = 10^{-6}F$ فرقاً في الكمون U_{max} فتشحن بشحنة عظمى $q_{max} = 10^{-4}c$ ثم نصلها في اللحظة $t = 0$ مع وشيعة مقاومتها الأومية ذاتيتها $L = 10^{-2}H$ لتكوّن دارة مهتزة. المطلوب حساب:

دورة أولى
2016
(45 درجة)

1- فرق الكمون المطبق بين لبوسي المكثفة U_{max}.

2- الدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة المارة في هذه الدارة.

3- شدة التيار الأعظمي I_{max} المار في هذه الدارة، اكتب التابع الزمني لشدته اللحظية.

معطيات المسألة:

$$q_{max} = 10^{-4}C \quad , \quad L = 10^{-2}H \; , \; C = 10^{-6}F$$

الطلب الأول:

$$\boldsymbol{q_{max} = C.U_{max}}$$

$$10^{-4} = 10^{-6}U_{max}$$

$$U_{max} = \frac{10^{-4}}{10^{-6}} = 10^{-4} \times 10^{+6}$$

$$\boldsymbol{U_{max} = 10^{+2} = 100\, V}$$

الطلب الثاني:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{10^{-2} \times 10^{-6}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{10^{-8}}$$

$$\boldsymbol{T_0 = 2\pi \times 10^{-4} s}$$

الطلب الثالث:

$$\bar{\imath} = -\omega_0 q_{max}\, sin(\omega_0 t)$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{2 \times 10^{-7}} = \frac{\pi}{10^{-7}}$$

$$\boldsymbol{\omega_0 = \pi \times 10^{+7} rad.s^{-1}}$$

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

$$\Longrightarrow \bar{\imath} = -\pi \times 10^{+7} \times 10^{-9}\, sin(\pi \times 10^{+7} t)$$

$$\boldsymbol{\bar{\imath} = -\pi \times 10^{-2}\, sin(\pi \times 10^{+7} t)}$$

المسألة الثالثة:

تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C والقيمة العظمى لشحنتها $q_{max} = 10^{-6} c$ ، ووشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L = 10^{-3} H$ فيكون النبض الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة فيها $10^5 rad.s^{-1}$. المطلوب حساب:

دورة ثانية
2016
(30 درجة)

1- الدور الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة فيها.

2- سعة المكثفة.

3- شدة التيار الأعظمي I_{max} المار في الدارة.

معطيات المسألة:

$$q_{max} = 10^{-6} C,\ L = 10^{-3} H\ ,\omega_0 = 10^5\ rad.s^{-1}$$

الطلب الأول:

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{10^5}$$

$$\boldsymbol{T_0 = 2\pi \times 10^{-5} s}$$

الطلب الثاني:

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

$$(10^5)^2 = \frac{1}{10^{-3}C} \Rightarrow 10^{10} = \frac{1}{10^{-3}C}$$

$$C = \frac{1}{10^{10} \times 10^{-3}} = \frac{1}{10^{+7}}$$

$$\boldsymbol{C = 10^{-7} F}$$

الطلب الثالث:

$$I_{max} = \omega_0 q_{max} = 10^5 \times 10^{-6}$$

$$\boldsymbol{I_{max} = 10^{-1} A}$$

المسألة الرابعة:

بشحن مكثفة سعتها $C = 10^{-12} F$ بتوتر كهربائي $U = 10^{+3} V$ ثم نصلها في اللحظة $t = 0$ بين طرفي وشيعة مهملة المقاومة ذاتيتها $L = 10^{-3} H$ لتكوّن دارة مهتزة.

المطلوب:

1- احسب القيمة العظمى لشحنة المكثفة.

دورة ثانية
2015
(45 درجة)

2- احسب التواتر الخاص للاهتزازات الكهربائية الحرة المارة في هذه الدارة.

3- اكتب التابع الزمني للشدة اللحظية للتيار في هذه الدارة.

معطيات المسألة:

$$C = 10^{-12}F \quad , \quad U_{max} = 10^{+3}V \quad , \quad L = 10^{-3}H$$

الحل:

الطلب الأول:

$$q_{max} = CU_{max}$$

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

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

الطلب الثاني:

$$\mathbf{f_0 = \frac{1}{T_0}} \quad \dots (*)$$

يجب علينا حساب T_0 ثم التعويض في $(*)$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-12}}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{10^{-15}} = 2\pi\sqrt{10^{-1} \times 10^{-14}} = 2\pi\sqrt{\frac{10^{-14}}{10}} \Longrightarrow \mathbf{T_0 = 2 \times 10^{-7}s}$$

$$f_0 = \frac{1}{2 \times 10^{-7}}$$

$$\mathbf{f_0 = 5 \times 10^{+6}Hz}$$

الطلب الثالث :

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

$$I_{max} = \omega_0 q_{max} \quad \dots (*)$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{2\pi \times 10^{-4}}$$

$$\omega_0 = 10^{+4} rad.s^{-1}$$

نعوض في $(*)$

$$I_{max} = 10^{+4} \times 10^{-4}$$

$$I_{max} = 10^0$$

$$I_{max} = 1A$$

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

$$i = \cos(10^4 t + \frac{\pi}{2})$$