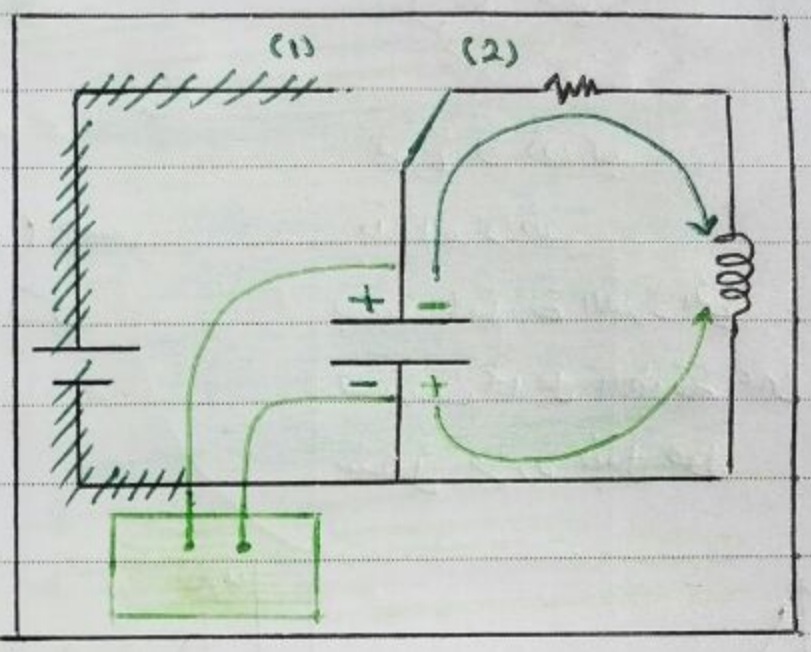
* الدارات المهتزة « تيارات عالية التواتر *

① الدارة المهتزة :



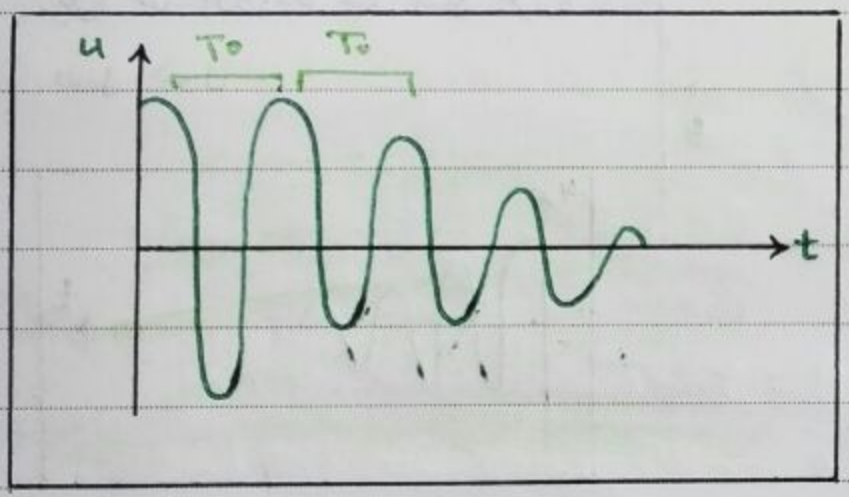
في نهاية ربع الدور الأول

يزداد التيار المار في الوشيعة بتنامي بتدفق ليولد قوة محركة كهربائية متحرضة ذاتية

فتعمل الوشيعة عمل مولد لتقوم بتجديد المكثفة تتحول الطاقة الكهرطيسية إلى طاقة كهربائية

في نهاية ربع الدور الثاني مع عكس اللبوسين تتكرر العملية في النصف الثاني من الدور .

وبسبب المقاومة يستهلك جزء من الطاقة على شكل حرارة بفعل جول .



$$E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} \longrightarrow E_L = \frac{1}{2} L i^2$$

كهربائية — كهرطيسية

② وصل القاطعة : « 1 » :

تشحنت المكثفة شحنة عظمى :

$$q_{max} = C\,U_{max}$$

تختزن طاقة كهربائية عظمى :

$$E_c = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}$$

③ وصل القاطعة : « 2 » :

[تبادل الطاقة]

* تنفرغ المكثفة
* تتحول الطاقة الكهربائية العظمى إلى طاقة كهرطيسية عظمى $E_L = \frac{1}{2} L I^2_{max}$

④ الدارة المهتزة :

دارة تحوي على التسلسل مقاومة صغيرة ووشيعة ذاتيتها L ومكثفة سعتها C تهتز بدورها الخاص T_0 .

* علل : الدارة المهتزة الحرة المتخامدة ؟
الاهتزازات الكهربائية الحرة ؟
لأنها لا تتلقى طاقة من المولد .

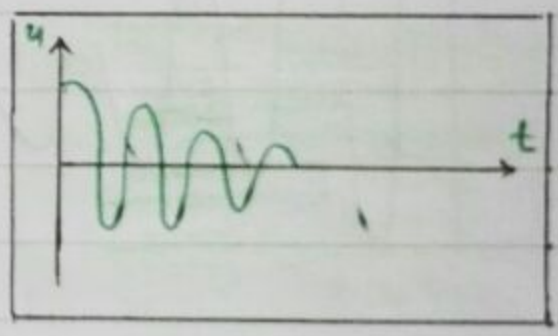
أثر المقاومة في الدارة المتوالية

R صغيرة

- تفريغ دوري
- اهتزازات متناقصة
- متخامدة تقل فيه السعة

تعليل: لماذا سميت الدورة؟

- بسبب تناقص السعة
- بسبب المقاومة التي تستهلك
- جزء من الطاقة على شكل حرارة
- تفعل جول

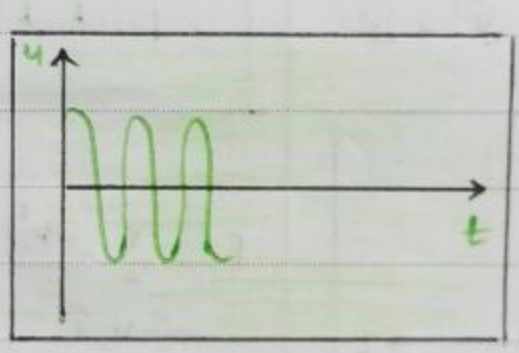


R = 0

دارة مهتزة

تفريغ (توزيع) جيبي

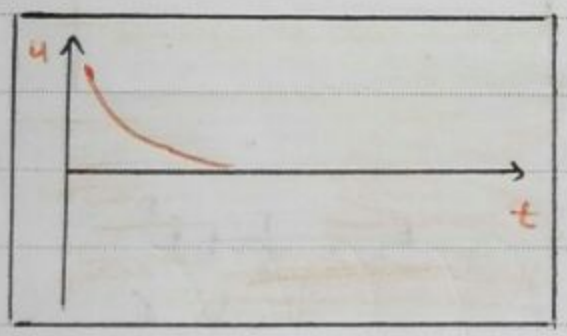
- اهتزازات متناكسة
- غير متخامدة
- السعة ثابتة

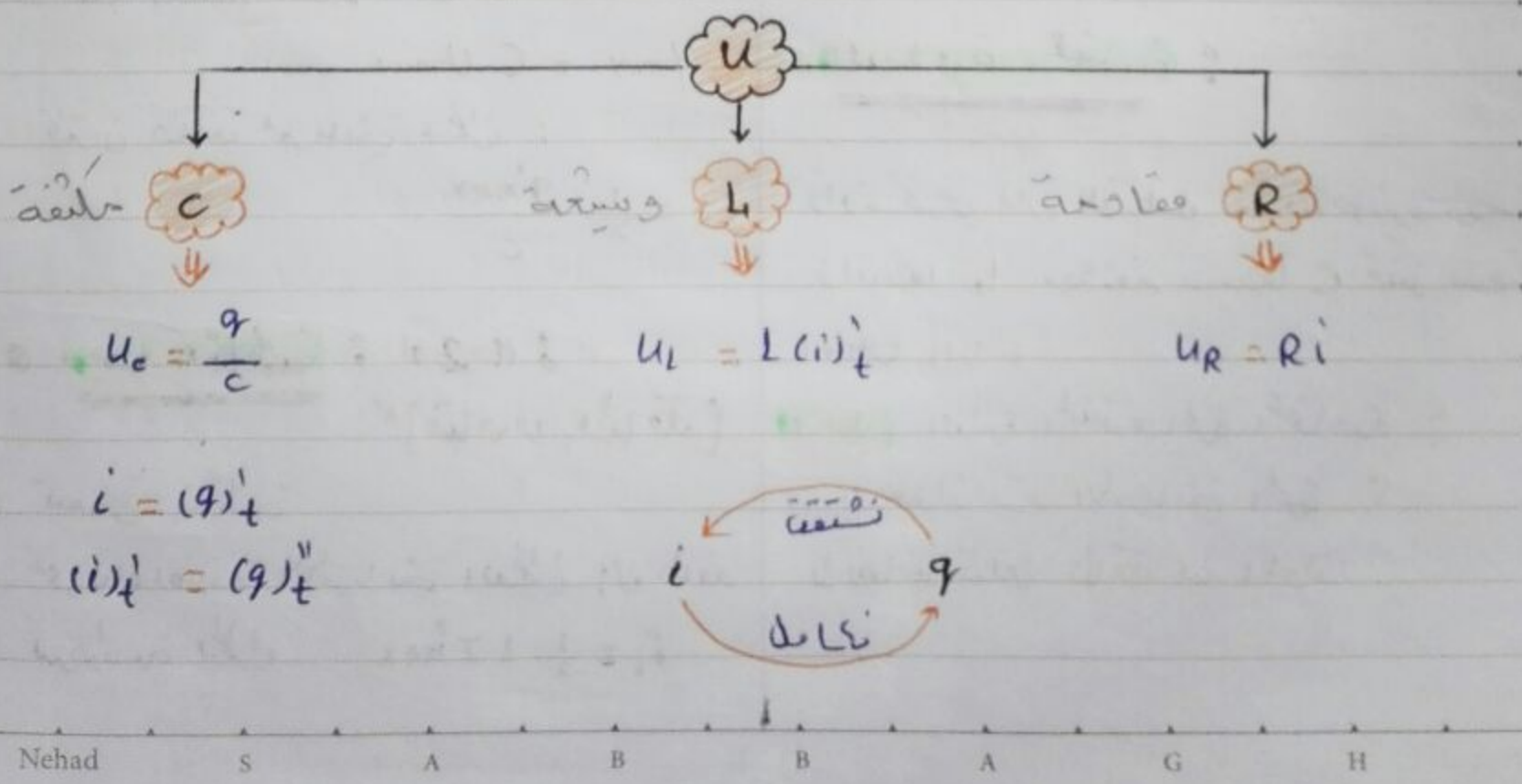


R كبيرة

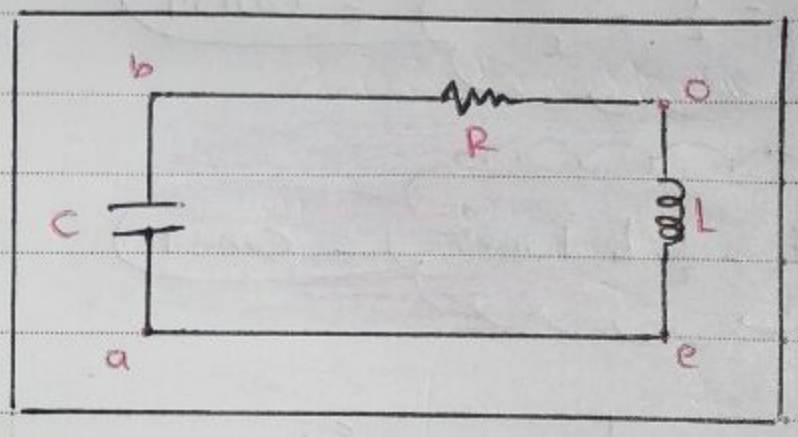
تفريغ لا دوري

- باتجاه واحد
- بسبب المقاومة الكبيرة التي تستهلك كامل الطاقة على شكل حرارة تفعل جول





◎ الدراسة التحليلية للدارة المهتزة :



$u_{eq} = 0$

$u_{ab} + u_{bc} + u_{ce} + u_{ea} = 0$

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

$L(q)''_t + R(q)'_t + \frac{1}{C}q = 0$

حلها لين جيبي

الدارة المثالية : $R = 0$

$L(q)''_t + \frac{1}{C}q = 0$

$(q)''_t = -\frac{1}{LC}q$ ... ①

◎ معادلة تفاضلية من المرتبة الثانية حلها جيبي من الشكل :

$q = q_{max} \cos(w_0 t + u)$

$(q)'_t = -w_0 q_{max} \sin(w_0 t + u)$

$(q)''_t = -w_0^2 q_{max} \cos(w_0 t + u)$

$(q)''_t = -w_0^2 q$ ... ②

بالمساواة بين ① و ② :

$-w_0^2 q = -\frac{1}{LC}q$

$w_0^2 = \frac{1}{LC}$

$w_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} > 0$ ،

L, C موجبان $\Leftarrow w_0$ موجبة

$T_0 = \frac{2\pi}{w_0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC}}} \Rightarrow$

$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ [علاقة توموسون]

دور الدارة المثالية الحرة غير متخامدة .

◎ العلاقة بين الشحنة الكهربائية (طبيعة الكهرباء) q وشدة التيار i :

$u = 0$

الشكل المختصر

$q = q_{max} \cos w_0 t$

$i = (q)'_t$

$i = -w_0 q_{max} \sin w_0 t$

$-\sin w_0 t = \cos(w_0 t + \frac{\pi}{2})$

$i = w_0 q_{max} \cos(w_0 t + \frac{\pi}{2})$

$i = I_{max} \cos(w_0 t + \frac{\pi}{2})$

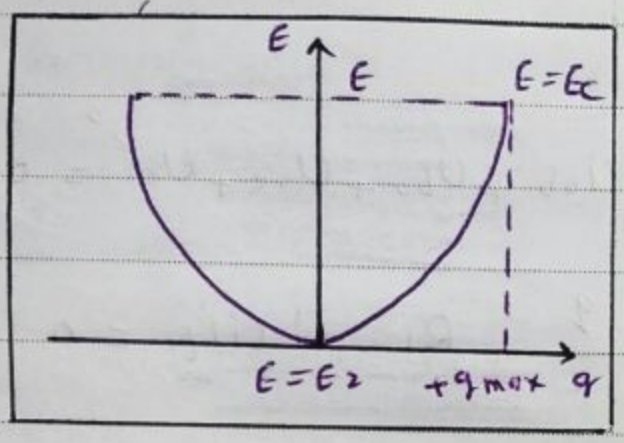
i على تراب متقدم عن q

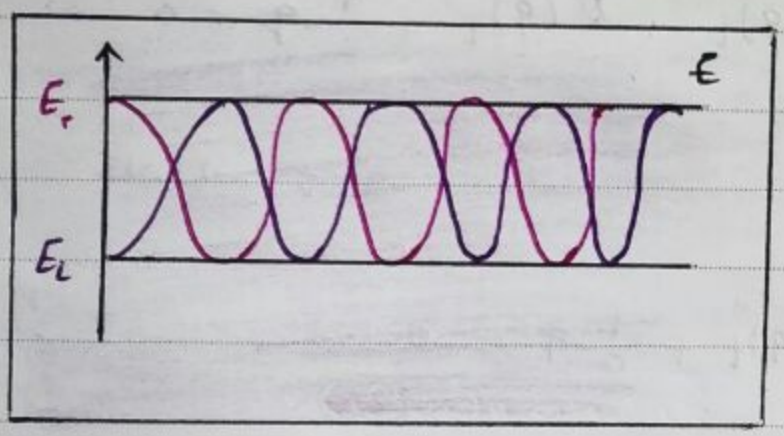
q عظمى ⇐ i معدومة .

i عظمى ⇐ q معدومة .

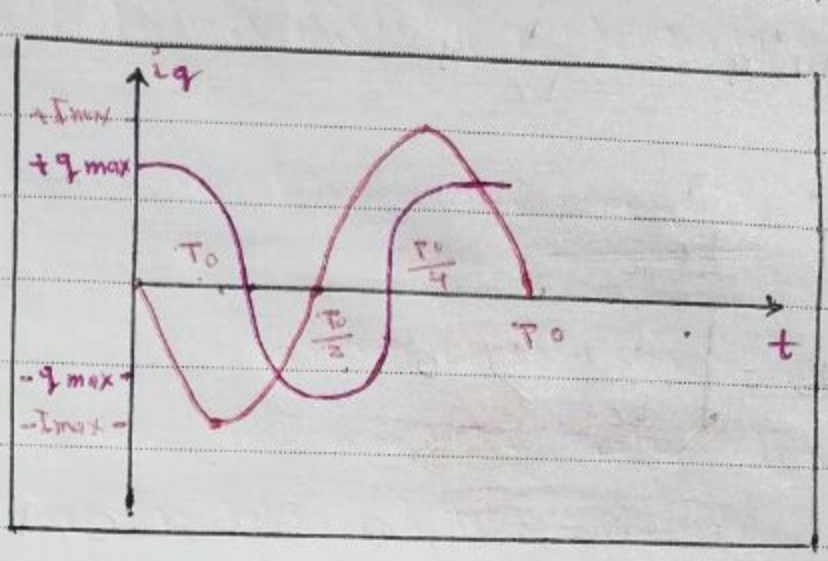
$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C} = Const$$

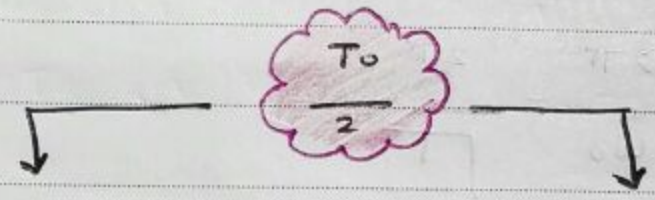
$$E = \frac{1}{2} L I^2_{max} = Const$$





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





$q = -q_{max}$ $\qquad$ $i = 0$

⑥ طاقة الدارة المثالية :

$$E = E_C + E_L = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$$

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

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

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

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

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

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2_{max}}{C}\left[\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \sin^2(\omega_0 t + \varphi)\right]$$

⑦ الفيض :

دارة مثالية طاقتها $E = \frac{1}{2} L I^2_{max}$

مثلنا $L' = 2L$ نضيع بطاقة :

$E' = \frac{1}{2} L I^2_{max}$, $E' = L I^2_{max}$

$E' = 2L I^2_{max}$, $E' = \frac{1}{4} L I^2_{max}$

$$E' = \frac{1}{2} L' I'^2_{max}$$

$$L' = 2L \Rightarrow I'_{max} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$E' = \frac{1}{2}(2L)\left(\frac{I_{max}}{\sqrt{2}}\right)^2 \left\{\frac{1}{2} L I^2_{max}\right.$$

التيارات عالية التواتر :

$L = 10^{-3}\ H$ ، $C = 10^{-9}\ F$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3}\,10^{-9}}} = \frac{10^6}{2\pi}\ HZ$$

الوشيعة

ليس لها مقاومة
L
ممانعة الوشيعة
$X_L = \omega L$

لها مقاومة
L , r
ممانعة الوشيعة
$Z_L = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2}$

الوديعة
$X_L = \omega L$

* تبدي الوشيعة ممانعة كبيرة للتيارات عالية التواتر
تمرر تيار شدته صغيرة ؟

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

f كبيرة ⇐ X_L كبيرة
تمرر تيار شدته صغيرة

المكثفة ⇐ ممانعة المكثفة $X_c = \frac{1}{\omega c}$

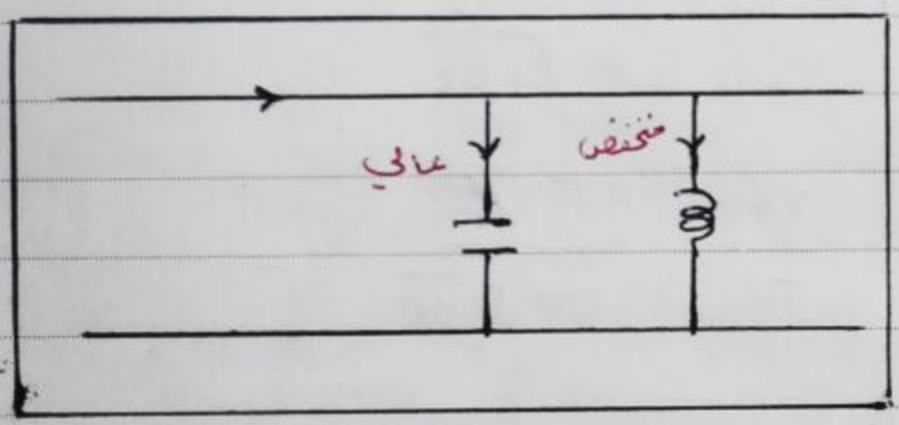
* تبدي المكثفة ممانعة صغيرة للتيارات عالية التواتر تمرر
تيار شدته كبيرة ؟

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

f كبيرة ⇐ X_c صغيرة
تمرر تيار شدته كبيرة .

كيف نفصل تيار مكون من عالي ومنخفض التواتر :

دارة على التفرع
الفرع الأول يحوي وشيعة تمرر التيار منخفض التواتر
" الثاني " مكثفة " " عالي "



" على قارعة الطريق ، بعد
ركض طويل جلسنا ،
لم ينله العواء ،
ولم نحسب أقدامنا بأي
أذى ، في أرواحنا كان
الأذى وفي القلوب ".

* الدارات المهتزة و الثيارات عالية التواتر *

◎ أختبر نفسي :

◎ أولا" : أختر الإجابة الصحيحة :

* : تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C ، ووشيعة ذاتيتها L ، ودورها الخاص T_0 ، استبدلنا المكثفة C بمكثفة أخرى سعتها $C' = 2C$ ، يصبح دورها الخاص T_0' ، فتكون العلاقة بين الدورين :

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

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

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

$$\frac{T_0}{T_0'} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow T_0' = \sqrt{2}\,T_0$$

ج.ا :

* : تتألف دارة مهتزة من مكثفة سعتها C ، وذاتية L ، وتواترها الخاص f_0 ، تستبدل الذاتية بذاتية أخرى تحيث $L' = 2L$ ، والمكثفة بمكثفة أخرى سعتها $C' = \frac{C}{2}$ فيصبح تواترها الخاص :

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

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

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

$$\frac{f_0}{f_0'} = \frac{1}{1} \Rightarrow f_0 = f_0'$$

◎ ثانيا" : حل المسائل الآتية :

المسألة الأولى :

$U = 50\,V$ ، $q = 0,5\,\mu C$

$L = 10\,mm = 10 \times 10^{-2}\,m$ ، $f = 16\,m$.

* :

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

$$S_0 = \frac{5 \times 10^{-1} \times 10^{-6}}{C}$$

$$\Rightarrow C = \frac{5 \times 10^{-1} \times 10^{-6}}{S_0} = 10^{-7} \times 10^{-1}$$

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

المسألة الثانية :

$\lambda = 200\ m$

$L = 0,2 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-7}\ H$

$C = ?$ $\quad v = 3 \times 10^8$

$$\lambda = \frac{v}{f_0} \Rightarrow 200 = \frac{3 \times 10^8}{f_0}$$

$$f_0 = 1,5 \times 10^6\ Hz$$

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

$$1,5 \times 10^6 = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-7} C}}$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{9} \times 10^{-6}\ F$$

المسألة الثالثة :

$C = 2 \times 10^{-5}\ F$

$R = \Omega$, $L = H$, $U_{max} = 6\ V$

$q_{max} = C\,U_{max}$: 1*

$= 2 \times 10^{-5} \times 6 = 12 \times 10^{-5}\ C$

تبادل بطاقة ... ، دلي ؟؟ : 2*

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

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

$$S = \pi r^2$$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\left(\frac{l'}{2\pi r}\right)^2}{l} (\pi r^2)$$

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

$$L = 10^{-7} \frac{(16)^2}{10 \times 10^{-2}} = 256 \times 10^{-6}\ H.$$

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

$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{256 \times 10^{-6} (10^{-8})}}$$

$= 10^5\ Hz$ ~~R = ?~~

$I_{max} = q_{max} \cdot \omega_0$: 2*

$= q_{max} \times 2\pi f_0$

$= 5 \times 10^{-7} \times 2\pi \times 10^5 = \pi \times 10^{-1}\ A$

$q = 10^{-9} \cos\left(\frac{\pi}{4} \times 10^{7}\right) t$

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

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

$= \frac{\pi}{4} \times 10^{7} (10^{-9}) = \frac{\pi}{4} \times 10^{-2}$ A

$i = \frac{\pi}{4} \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi}{4} \times 10^{7} t + \frac{\pi}{2}\right)$ A

المسألة الثانية :

$L = 10^{-3}$ H , $C = 10^{-12}$ F

$U_{max} = 10^{3}$ V

: 1*

$q_{max} = C U_{max}$

$= 10^{-12} \times 10^{3} = 10^{-9}$ C

: 2*

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

$= \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3} \times 10^{-12}}} = 5 \times 10^{6}$ Hz

$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi (5 \times 10^{6})$

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

المسألة الثالثة :

$C = 10^{-12}$ F

$U_{max} = 10^{3}$ V

: 1*

$q_{max} = C U_{max}$

$= 10^{-12} (10^{3}) = 10^{-9}$ C

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

$= \frac{1}{2} \frac{(10^{-9})^2}{10^{-12}} = 5 \times 10^{-7}$ J

: 2*

$L = 16$ mH $= 16 \times 10^{-3}$ H

: 3* نبرهن أن الدارة المثالية تعرف تذبذبات كهربائية .

: b*

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

$= \frac{1}{2\pi\sqrt{(16 \times 10^{-3})(10^{-12})}}$

$= \frac{1}{8} \times 10^{7}$ Hz

: c*

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

$\omega_0 = 2\pi f_0$

$= 2\pi \left(\frac{1}{8} \times 10^{7}\right) = \frac{\pi}{4} \times 10^{7}$ rad.s

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

$I_{max} = \omega \cdot q_{max}$

$= (\pi \times 10^{7})(10^{-7})$

$= \pi \times 10^{-1}$ A

$i = \pi \times 10^{-2} \cos(\pi \times 10^{7} + \frac{\pi}{2})$ A

ثانياً : أجب عن الأسئلة الآتية :

(1*) : تتألف دارة مهتزة من مقاومة أومية ، مكثفة هل يمكن اعتبارها دارة مهتزة ؟ ولماذا ؟

كلا ، يوجد وشيعة .

(2*) : متى يكون توزيع المكثفة في وشيعة لامركزياً ولماذا ؟

عندما يكون P كبير ، لذا المقاومة تستهلك كامل الطاقة على شكل حرارة بفعل جول .

(3*) : استنتج أن طاقة دارة (ع ، ل) تضاد تماماً في كل لحظة ؟ .

(4*) : لماذا تنقص الطاقة الكلية في دارة مهتزة تتألف من (مقاومة ذاتية ، مكثفة) في أثناء التفريغ ؟

بسبب وجود المقاومة التي تستهلك جزء من الطاقة على شكل حرارة بفعل جول .

قوانين تدرس الدارات المتتالية في التيارات عالية التواتر :

* الدور . $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

* التواتر . $\rho_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

* ممانعة وسطية للمقاومة . $Z_L = \sqrt{r^2 + (wL^2)^2}$

* ممانعة وسطية لبين لها مقاومة . $X_L = wL$

* الوديعة . $X_L = wl$

* ممانعة المكثفة . $X_c = \frac{1}{wc}$

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

* طاقة . $E = E_L + E_c$

* طاقة كهربائية . $E = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2_{max}}{C}$

* طاقة كهرطيسية . $E = \frac{1}{2} L I^2_{max}$

* كهرطيسية . $E_c = \frac{1}{2} L i^2$

* شحنة المكثفة . $q_{max} = C U_{max}$

$\Phi = LI$

$q = q_{max} \cdot \cos w_0 t$

$i = I_{max} \cdot \cos(w_0 t + \frac{\pi}{2})$

$I_{max} = w_0 q_{max}$

* النبض الخاص $w_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2\pi\rho_0$

Nehad S A B B A G H