

الجزء الثالث : الكهرباء

الوحدة 3

ذ. هشام محجر

التذبذبات الحرة في دارة RLC متوازية *Les oscillations libres dans un circuit RLC série*

الثانية باكالوريا
الفيزياء-جميع الشعب

الصفحة : $\frac{1}{3}$

* تتكون دارة RLC متوازية من مكثف سعته C و وشيعة معامل تحريرها L و مقاومتها R و موصل أومي مقاومته r' حيث $R = r + r'$.

* يؤدي تفريغ مكثف مشحون بدنيا ($u_C(0) = E$) ، في وشيعة دارة RLC متوازية ، إلى ظهور تذبذبات حرة (عدم تزويد الدارة بالطاقة) و مخدمة (يتناقص وسعة التوتر $u_C(t)$ مع الزمن) ، وفق نظام معين حسب قيمة R :

نظام دوري ($R = 0$) - نظام شبه دوري (R صغيرة) - نظام حرج $\left(R \approx \sqrt{\frac{L}{C}} \right)$ - نظام لا دوري (R كبيرة جدا)

* شبه الدور T المدة الزمنية الفاصلة بين قيمتين قصويتين متتاليتين للتوتر (t) . u_C لا يتعلق شبه الدور T بالمقاومة R ، ولكن يتعلق بمعامل التحرير L و سعة المكثف C .

* التذبذبات الحرة لدارة مثالية LC : $LC = 0$ مع الدور الخاص .

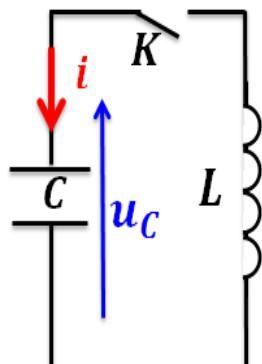
حلها $i(t) = \frac{2\pi}{T_0} \cdot C \cdot E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \frac{\pi}{2}\right)$ و $q(t) = C \cdot E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \frac{\pi}{2}\right)$ خلال التذبذبات غير المخدمة ، تتحقق الطاقة الكلية للدارة حيث تتحول الطاقة الكهربائية في المكثف إلى طاقة

مقطيسية في الوشيعة و العكس . $E_t = \frac{1}{2} C u_C^2 + \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} C U_m^2 = \frac{1}{2} L I_m^2$

* التذبذبات الحرة لدارة RLC : $RLC = 0$: يعبر المقدار $\frac{R}{L} \cdot \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC} u_C = 0$ عن ظاهرة خمود التذبذبات

يتناقص الطاقة الكلية E مع مرور الزمن نتيجة تبادل جزء منها بمحفول جول عند كل تبادل طافي بين المكثف و الوشيعة .

$E_t = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2 = -\frac{dE_t}{dt}$ ولصيانت التذبذبات نضيف للدارة جهاز يعوض الطاقة المبددة بمحفول جول فنحصل على تذبذبات جوية ودورها يساوي الدور الخاص T_0 . حيث $R_0 = R$ و $u_g = R_0 \cdot i$ مع



تمرين 2 :

تم شحن المكثف تحت التوتر $E = 6V$ ثم ادمج في التركيب جانبه .

نغلق قاطع التيار عند اللحظة $t = 0$.

1- بتطبيق قانون إضافية التوترات

، أوجد العلاقة بين u_L و u_C .

2- عبر عن u_L بدلالة شدة التيار i .

3- عبر عن i بدلالة سعة المكثف C والتوتر u_C .

4- أثبتت المعادلة التقاضية للدارة التي يتحققها u_C .

5- حل المعادلة يكتب على الشكل التالي :

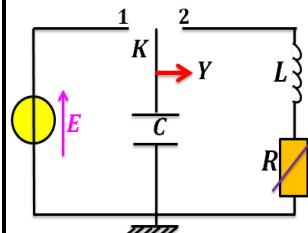
$$u_C(t) = a \cos(\omega_0 t + b)$$

1-5- حدد تعبير النبض الخاص ω_0 ثم احسب قيمته .

2-5- حدد قيم a و b .

3-5- اكتب تعبير $u_C(t)$.

نعطي : $L = 1H$ و $C = 2200 \mu F$



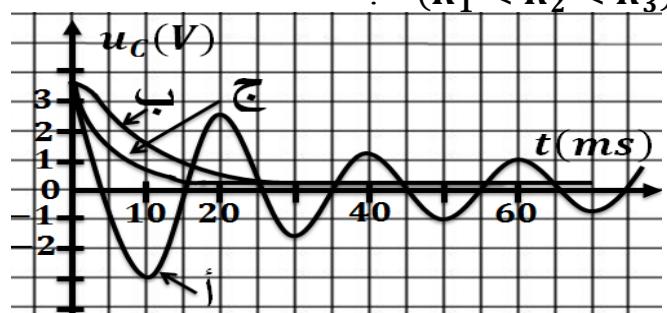
تمرين 1 :

نعتبر التركيب جانبه حيث Y مرتبط برأسم تذبذب ذاكراتي .

1- لماذا ، عند غلق الدارة ، يجعل K في الموضع 1

لمندة كافية ؟ حدد قيمة $u_{C \max}$

2- يمثل الشكل أسفله ثالث منحنيات حسب قيم R مع $(R_1 < R_2 < R_3)$



1-2- اقرن بكل منحنى المقاومة الموافقة له .

2-2- اعط اسم كل نظام بالنسبة لكل منحنى .

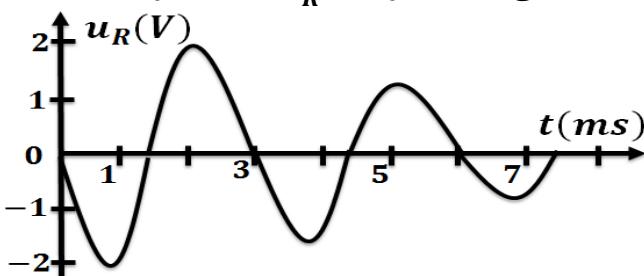
3-3- ارسم الشكل التقريري للمنحنى في حالة $R = 0$.

الجزء الثالث : الكهرباء
الوحدة 3
ذ. هشام سحاب

التذبذبات الحرة في وارة RLC متوازية
Les oscillations libres dans un circuit RLC série

تمرين 5 :

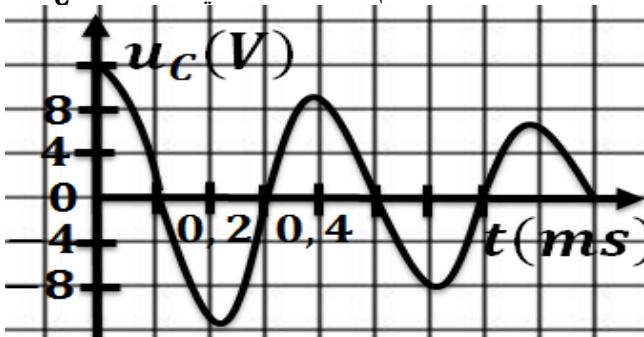
نقوم بشحن مكثف C تحت توتر $E = 12V$ ثم نفرغه في موصل أومي مقاومته $R = 30\Omega$ ومن وشيعة معامل تحريرها L و مقاومتها r . يمثل المنحنى أسفله تغيرات u_R بدلالة الزمن .



- 1- حدد مبيانيا قيمة شبه الدور T .
- 2- أوجد العلاقة بين u_R و i . لماذا u_R سالب في بداية التفريغ ؟
- 3- حدد $i(0)$. استنتج قيمة $u_L(0)$.
- 4- عبر عن u_L بدلالة L و r و i و u_R .
- 5- حدد مبيانيا $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}$ ثم استنتج قيمة L .
- 6- أوجد قيمة سعة المكثف C .

تمرين 6 :

نشحن مكثف سعته $C = 1 \mu F$ تحت توتر $E = 12V$ وندرس تفريغه في وشيعة معامل تحريرها L و مقاومتها r . نسجل بواسطه راسم التذبذب ذاكراتي تغيرات u_C .



- 1- حدد طبيعة النظام التذبذبي .
- 2- ما الذي يحدث نظريا في حالة $r = 0$ ؟
- 3- نعتبر $T_0 \approx T$. عين قيمة T_0 ثم استنتاج قيمة L .
- 4- حدد النسبة المئوية للطاقة المبدهة في الدارة خلال دور .

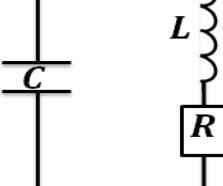
تمرين 3 :

نصل مربطي مكثف AB سعته C مشحون بدئيا تحت التوتر $E = 6V$ بمربطي وشيعة معامل تحريرها L و مقاومتها مهملة . يمكننا راسم التذبذب الذاكرياتي من تسجيل u_C و معاينة التذبذبات الكهربائية المحصلة .

- 1- ارسم تبانية التركيب التجرببي محددا كيفية ربط راسم التذبذب وممثلا سهم التوتر u_C و u_L مع توجيه الدارة .
- 2- أوجد المعادلة التفاضلية u_C .
- 3- تحقق أن $u_C(t) = U_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$ حل المعادلة التفاضلية .

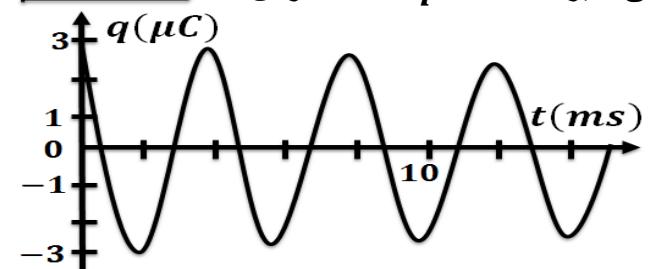
- 4- حدد تعبير T_0 واحسب قيمته .
- 5- حدد مدلول U_m و φ واحسب قيمتيهما .
- 6- نعطي : $C = 5 \mu F$ و $L = 50 mH$ و

تمرين 4 :



يمثل التركيب جانبه دارة RLC متوازية .

انطلاقا من تسجيل u_C نحصل على تغيرات الشحنة q بدلالة الزمن .



- 1- حدد العلاقة بين q و u_C .
- 2- حدد مبيانيا قيمة شبه الدور T .
- 3- أوجد المعادلة التفاضلية التي تتحققها q في حالة $R = 0$.

- 4- تحقق أن $q(t) = Q_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t\right)$ مع $T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$ حلل للمعادلة التفاضلية .

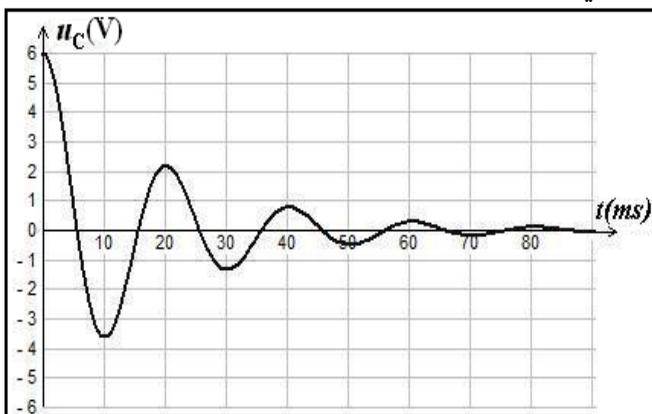
- 5- احسب قيمة T_0 وقارنها مع شبه الدور .
- 6- نعطي : $C = 1 \mu F$ و $L = 400 mH$.
- 7- ما الفرق الذي يبرزه حل المعادلة التفاضلية مع المنحنى $q = f(t)$ ؟ إلى ماذا يعزى هذا الفرق ؟

تمرين 7 :

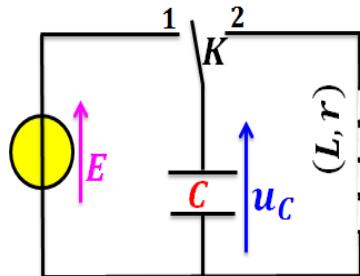
- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$ ثم استنتاج تعبير الدور الخاص T_0 .
- أوجد مبيانيا قيمة T_0 والشحنة القصوية Q_m للمكثف، ثم استنتاج قيمة كل من C و L .
- اكتب تعبير الشحنة $q(t)$ ثم استنتاج تعبيري $u_C(t)$ و $i(t)$.

تمرين 9 :

نشحن مكثفا سعته $C = 10\mu F$ كليا بواسطة مولد قوته الكهرومagnet $E = 6V$ ونفرغه في وشيعة (b) معامل تحريرها L ومقاومتها r ، وعاينا على شاشة راسم التذبذبات المنحنى أسفله والمتضمن للتغيرات التوتر u_C بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.



- رسم تبانية التركيب التجريبي المستعمل.
- عل خمود التذبذبات.
- عين مبيانيا قيمة شبه الدور T ، واستنتاج قيمة معامل التحرير L للوشيعة باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص. (نأخذ $\pi^2 = 10$).
- ما نوع الطاقة المخزونة في الدارة عند اللحظة $t = 25ms$ ؟ علل جوابك.
- نركب الوشيعة (b) والمكثف السابق على التوالى مع مولد يزود الدارة بتوتر يتضمن اطرادا مع شدة التيار المار فيه $(u = ki)$. تكون التذبذبات مصانة عندما تأخذ القيمة $k = 50(SI)$. أوجد r مقاومة الوشيعة.



نلاحظ أن الدارة تكون مقر تذبذبات كهربائية مخدمة.

- احسب قيمة E .
- إلى ماذا يعزى خمود التذبذبات؟ علل جوابك.
- لصيانت التذبذبات ننجز التركيب جانبه والذي يضم، بالإضافة إلى المكثف والوشيعة



- أثبت المعادلة التفاضلية التي تتحققها q واستنتاج القيمة النظرية R_0 التي يمكن من الحصول على تذبذبات جييبة.
- أوجد ، في حالة صيانت التذبذبات ، تعبير تغيرات شحنة المكثف بدلالة الزمن. نعتبر حسب الاصطلاح المبين في الشكل أن $q(0) = q_m$.

تمرين 8 :

نعتبر دارة مكونة من وشيعة معامل تحريرها الذاتي L ومقاومتها مهملة ، مركبة مع مكثف سعته C تم شحنه مسبقا بتوتر $E = 250V$.

الشكل المقابل تغيرات شحنة المكثف $(q(t))$ بدلالة الزمن.

