الجزء الثالث : الكهرباء الوحدة 3 ذ . هشام محجر	التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية Les oscillations libres dans un circuit RLC série	بسم الله الرحمن الرحيم الثانية باكالوريا الفيزياء-جميع الشعب الصفحة : $\frac{1}{3}$

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

* يؤدي تفريغ مكثف مشحون بدئيا $(u_C(0) = E)$ ، في وشيعة دارة RLC متوالية ، إلى ظهور ذبذبات حرة (لعدم تزويد الدارة بالطاقة) و مخمدة (يتناقص وسع 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 (كبيرة جدا)

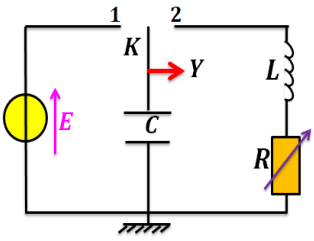
* شبه الدور T المدة الزمنية الفاصلة بين قيمتين قصويين متتاليتين للتوتر $u_C(t)$.
لا يتعلق شبه الدور T بالمقاومة R ، ولكن يتعلق بمعامل التحريض L و سعة المكثف C .

* <u>التذبذبات الحرة لدارة مثالية LC</u> : $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$ مع الدور الخاص $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$.

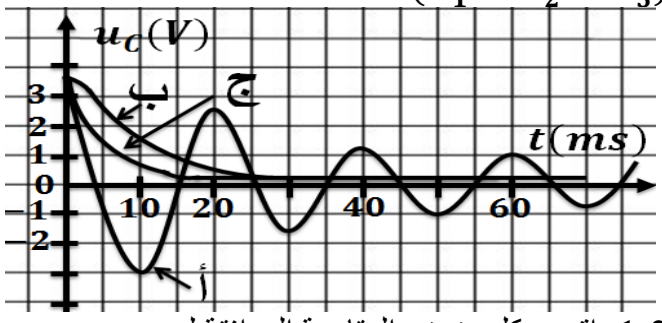
حلها $u_C(t) = E\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$ و $q(t) = C.E.\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$ و $i(t) = \frac{2\pi}{T_0}.C.E\cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \frac{\pi}{2})$
خلال التذبذبات غير المخمدة ، تنحفظ الطاقة الكلية للدارة حيث تتحول الطاقة الكهربائية في المكثف إلى طاقة مغنطيسية في الوشيعة و العكس . $E_t = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}CU_m^2 = \frac{1}{2}LI_m^2$

* <u>التذبذبات الحرة لدارة RLC</u> : $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{R}{L}.\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0$ يعبر المقدار $\frac{R}{L}.\frac{du_C}{dt}$ عن ظاهرة خمود الذبذبات تتناقص الطاقة الكلية E مع مرور الزمن نتيجة تبدد جزء منها بمفعول جول عند كل تبادل طاقي بين المكثف و الوشيعة . $E_t = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$ و $\frac{dE_t}{dt} = -Ri^2$ ولصيانة التذبذبات نضيف للدارة جهاز يعوض الطاقة المبددة بمفعول جول فنحصل على تذبذبات جيبية ودورها يساوي الدور الخاص T_0 . حيث $u_g = R_0.i$ مع $R_0 = R$

تمرين 1 :

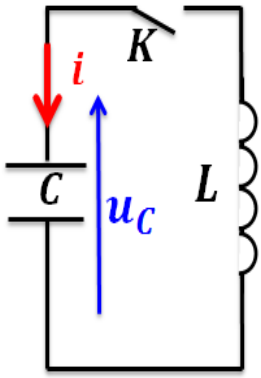


نعتبر التركيب جانبه حيث Y مرتبط براسم تذبذب ذاكراتي.
1- لماذا ، عند غلق الدارة ، يجعل K في الموضع 1 لمدة كافية ؟ حدد قيمة $u_{C\,max}$.
2- يمثل الشكل أسفله ثلاث منحنيات حسب قيم R مع $(R_1 < R_2 < R_3)$.



2-1- اقرن بكل منحنى المقاومة الموافقة له .
2-2- اعط اسم كل نظام بالنسبة لكل منحنى .
2-3- ارسم الشكل التقريبي للمنحنى في حالة $R = 0$.

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- أثبت المعادلة التفاضلية للدارة التي يحققها u_C .
5- حل المعادلة يكتب على الشكل التالي :

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

5-1- حدد تعبير النبض الخاص ω_0 ثم احسب قيمته .
5-2- حدد قيم a و b .
5-3- اكتب تعبير $u_C(t)$.
نعطي : $C = 2200\,\mu F$ و $L = 1\,H$

بسم الله الرحمن الرحيم
اللهم علمني ما ينفعني وانفعني بما علمتني

الثانية باكالوريا
الفيزياء-جميع الشعب
الصفحة : $\frac{2}{3}$

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

الجزء الثالث : الكهرباء
الوحدة 3
ذ . هشام محجر

تمرين 3 :

نصل مربطي مكثف AB سعته C مشحون بدئيا تحت التوتر $E = 6V$ بمربطي وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها مهملة . يمكننا راسم التذبذب الذاكراتي من تسجيل u_C ومعاينة التذبذبات الكهربائية المحصلة .

1- ارسم تبيانة التركيب التجريبي محددا كيفية ربط راسم التذبذب وممثلا سهم التوتر u_C و u_L مع توجيه الدارة .

2- أوجد المعادلة التفاضلية u_C .

3-1- تحقق أن $u_C(t) = U_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$ حل للمعادلة التفاضلية .

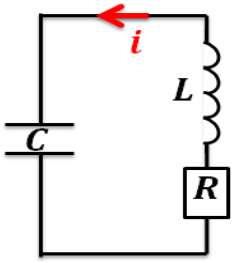
3-2- حدد تعبير T_0 واحسب قيمته .

3-3- حدد مدلول U_m و φ واحسب قيمتيهما .

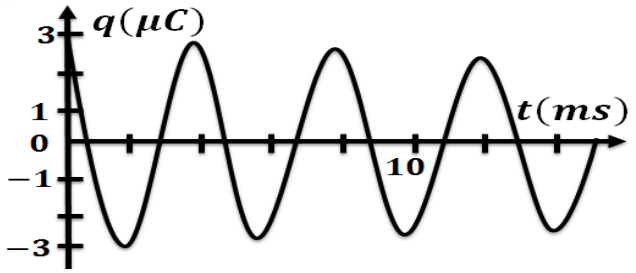
نعطي : $L = 50\ mH$ و $C = 5\ \mu F$.

تمرين 4 :

يمثل التركيب جانبه دارة RLC متوالية .



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 .

3-1- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها q في حالة $R = 0$.

3-2- تحقق أن $q(t) = Q_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t\right)$ مع $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$ حلا للمعادلة التفاضلية .

3-3- احسب قيمة T_0 وقارنها مع شبه الدور .

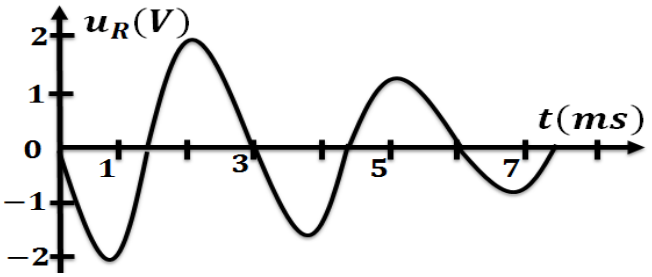
نعطي : $L = 400\ mH$ و $C = 1\ \mu F$.

4- ما الفرق الذي يبرزه حل المعادلة التفاضلية مع المنحنى $q = f(t)$ ؟ إلى ماذا يعزى هذا الفرق ؟

تمرين 5 :

نقوم بشحن مكثف C تحت توتر $E = 12V$ ثم نفرغه في موصل أومي مقاومته $R = 30\Omega$ ومن وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها 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 $u_L(0)$.

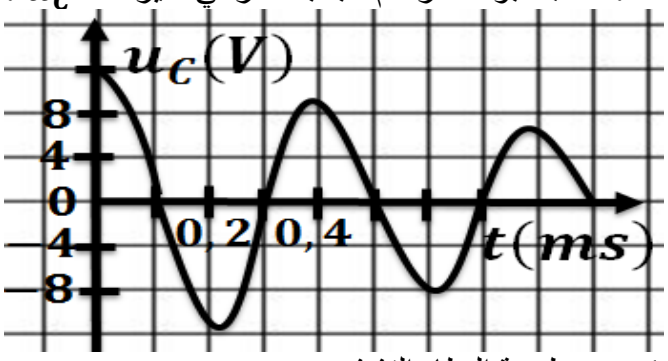
4- عبر عن u_L بدلالة L و r و i و $\frac{di}{dt}$.

5- حدد مبيانيا $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}$ ثم استنتج قيمة L .

6- أوجد قيمة سعة المكثف C .

تمرين 6 :

نشحن مكثفا سعته $C = 1\ \mu F$ تحت توتر $E = 12V$ وندرس تفريغه في وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها r . نسجل بواسطة راسم تذبذب ذاكراتي تغيرات u_C .



1- حدد طبيعة النظام التذبذبي .

2- ما الذي يحدث نظريا في حالة $r = 0$ ؟

3- نعتبر $T \approx T_0$. عين قيمة T ثم استنتج قيمة L .

4- حدد النسبة المئوية للطاقة المبددة في الدارة خلال دور.

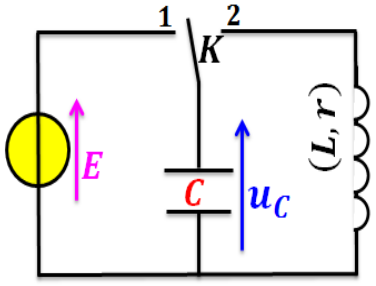
بسم الله الرحمن الرحيم
الثانية باكالوريا
الفيزياء-جميع الشعب
الصفحة : $\frac{3}{3}$

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

الجزء الثالث : الكهرباء
الوحدة 3
ذ . هشام محجر

تمرين 7 :

1- نربط مكثفا سعته $C = 1\ \mu F$ يحمل شحنة قصوى $q_m = 20\ \mu C$ بوشيعة معامل تحريضها $L = 0,5\ H$ ومقاومتها $r = 10\ \Omega$.

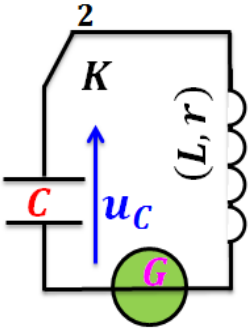


نلاحظ أن الدارة تكون مقر تذبذبات كهربائية مخمدة .

1-1- احسب قيمة E .

1-2- إلى ماذا يعزى خمود التذبذبات ؟ علل جوابك .

2- لصيانة التذبذبات ننجز التركيب جانبه والذي يضم ، بالإضافة إلى المكثف والوشيعة السابقين ، مولد يزود الدارة بتوتر u_G يتناسب اطرادا مع i حيث $u_G = R_0.i$.



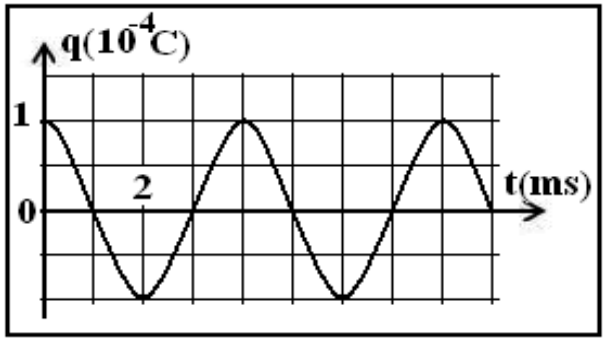
2-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها q واستنتج القيمة النظرية لـ R_0 التي تمكن من الحصول على تذبذبات جيبية .

2-2- أوجد ، في حالة صيانة التذبذبات ، تعبير تغيرات q شحنة المكثف بدلالة الزمن . نعتبر حسب الاصطلاح المبين في الشكل أن $q(0) = q_m$.

تمرين 8 :

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

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



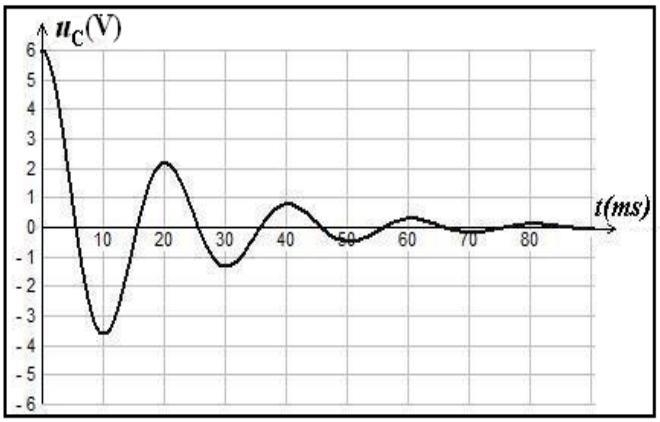
1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$ ثم استنتج تعبير الدور الخاص T_0 .

2- أوجد مبيانيا قيمة T_0 والشحنة القصوية Q_m للمكثف ، ثم استنتج قيمة كل من C و L

3- اكتب تعبير الشحنة $q(t)$ ثم استنتج تعبيري $u_C(t)$ و $i(t)$.

تمرين 9 :

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



1- ارسم تبيانية التركيب التجريبي المستعمل .

2- علل خمود التذبذبات .

3- عين مبيانيا قيمة شبه الدور T ، واستنتج قيمة معامل التحريض L للوشيعة باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص .(نأخذ $\pi^2 = 10$)

4- ما نوع الطاقة المخزونة في الدارة عند اللحظة $t = 25ms$ ؟ علل جوابك .

5- نركب الوشيعة (b) والمكثف السابق على التوالي مع مولد يزود الدارة بتوتر يتناسب أطرادا مع شدة التيار المار فيه $(u = ki)$. تكون التذبذبات مصانة عندما تأخذ k القيمة $k = 50(SI)$. أوجد r مقاومة الوشيعة .