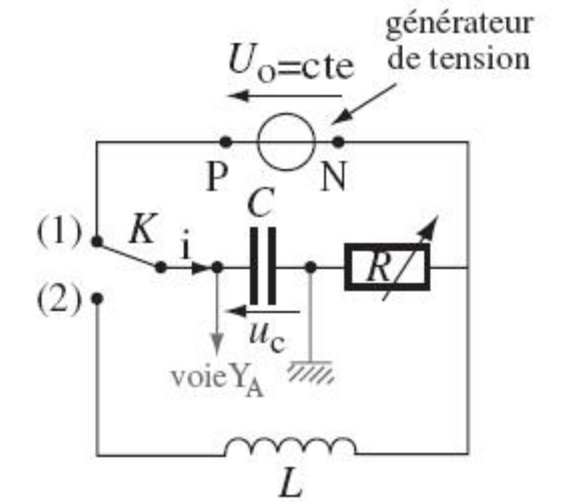
1 ـ تفريغ المكثف في وشيعة

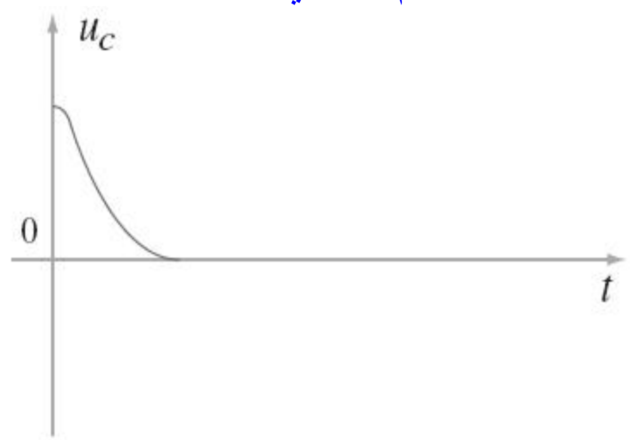
1-1 - نشاط تجريبي



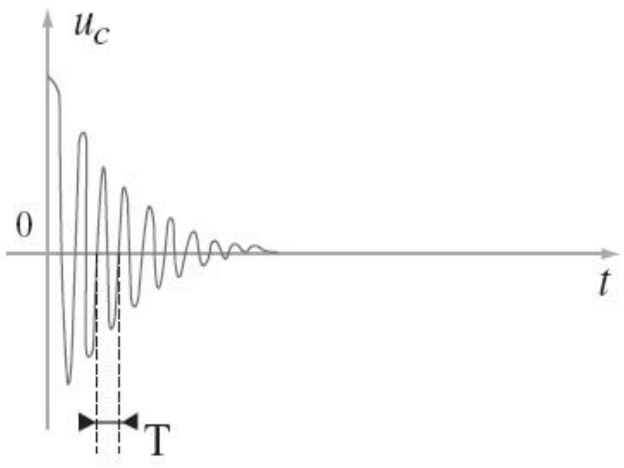
نضع قاطع التيار في الموضع 1 فيشحن المكثف .
عند نهاية الشحن تكون $u_c = U_0$ و الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف: $E = 1/2Cu_c^2 = 1/2CU_0^2$.
نؤرجح قاطع التيارفي الموضع 2 ، ينفرغ المكثف في موصل أومي R ووشيعة L .
يمكن كاشف التذبذب الذاكراتي المركب بين مربطي المكثف من دراسة النظام الانتقالي خلال التفريغ

*ملاحظات: حسب تغيير قيمة المقاومة R يمكن ملاحظة نظامين أثناء التفريغ:

R كبيرة : نظام لادوري



R صغيرة :نظام شبه دوري



عندما تكون مقاومة الدارة R ضعيفة ،نحصل على تذبذبات حرة يكون تطور التوتر بين مربطي شبه دوريا حول المكثف O .يتناقص الوسع مع الزمن : يسمى هذا النظام النظام شبه دوري
تمثل T شبه الدور للتذبذبات .
عندما تكون المقاومة كبيرة :ينعدم التوتر u_c بدون تذبذب :. يسمى النظام اللادوري.
ملحوظة : نسمي النظام الحرج ، النظام اللادوري حيث ينعدم التوتر سريعا و هو الحد الفاصل بين النظامين وتساوي مقاومة الدارة القيمة الحرجة $R_c = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$

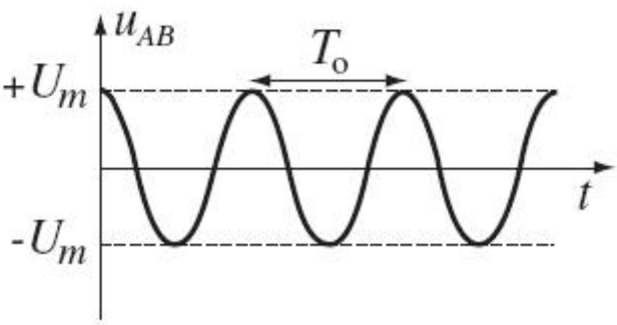
1-2-شبه الدور

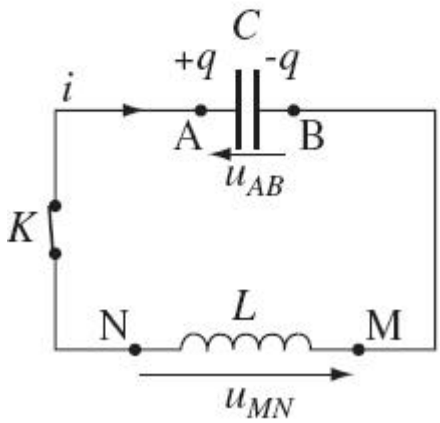
يتعلق شبه الدورT بقيمتي معامل L التحريض وسعة المكثفC بحيث يزداد T كلما زاد L أوC

2 - ثنائي القطب LC

2-1-دراسة الدارة LC(دارة مثالية)

نعتبر دارة مكونة من وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها r مهملة ،مركبة على التوالي مع مكثف سعته C ، مشحون بدئيا .





عند غلق الدارة ، نحصل على نظام دوري دوره الخاص T_0 : نسمي الدارة LC متذبذب كهربائي دوري .

2-2- دراسة نظرية

حسب قانون إضافية التوترات ، لدينا في طل لحظة: $u_{AB} + u_{MN} = 0$

عند اللحظة t، الشحنة التي يحملها اللبوس A هي q(t) والتوتر بين مربطي المكثف $u_{AB}(t) = q(t)/C$.

عند مربطي الوشيعة : $u_{MN}(t) = r.i(t) + L\frac{di}{dt}$

وبما أن r =0 إذن $uMN(t) = L\frac{di}{dt}$

ونعرف شدة التيار بالعلاقة التالية : $i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = q'$

المعادلة التفاضلية التي تخضع لها تغيرشحنة المكثف مع الزمن هي : $\frac{d^2q}{dt^2} = \frac{1}{LC}q = 0$

حل المعادلة التفاضلية هي : $q(t) = Q_m\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ حيث $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T_0}$

ω_0 النبض الخاص للدارة ب $rad.s^{-1}$ و Q_m الوسع ب C و φ_0 الطورعند أصل الزمن t=0 بrad

تكون التذبذبات في الدارة LC حرة غير مخمدة ودورها الخاص: $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$

ملحوظة : يمكن أيضا كتابة المعادلة التفاضلية كالتالي : $\frac{d^2uc}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_c$

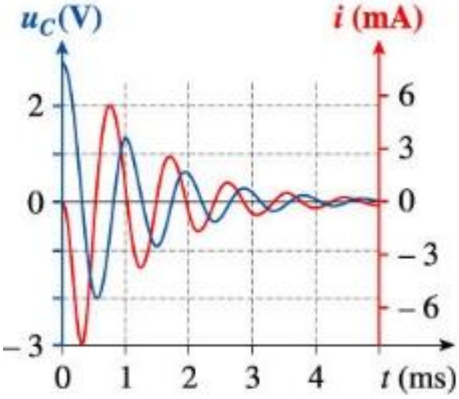
3 - التوتر ، الشدة ، الطاقة

3 - 1 التوتر اللحظي بين مربطي المكثف

$u_C(t) = q(t)/C = Qm/C \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ نضع $U_m = Q_m/C$

$u_C(t) = Um \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$.

3 - 2 شدة التيار :

لدينا $i(t) = \dfrac{dq(t)}{dt} = q'$ أي $i(t) = - \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$ $i(t) = \omega_0 Q_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \pi/2)$ نضع $I_m = \omega_0 Qm$ $i(t) = I_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \pi/2)$ $i(t)$ متقدم في الطور بـ $\pi/2$ على $q(t)$ و $u_C(t)$. عندما تكون شدة التيار قصوية يكون التوتر دنوي و العكس.	

3 - 3 تبادل الطاقة في الدارة LC

تعبير الطاقة المخزونة في المكثف عند اللحظة : $E_C = \dfrac{1}{2}\dfrac{q^2}{C}$

ونعبر عنها بدلالة t : $E_C = \dfrac{1}{2}\dfrac{Q^2m}{C}\cos^2(\omega_0 t + \varphi)$

تعبير الطاقة المخزونة في الوشيعة عند اللحظة

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

ونعبر عنها بدلالة t : $E_m = \dfrac{1}{2}LQ^2\omega_0{}^2\sin^2(\omega 0t + \varphi)$

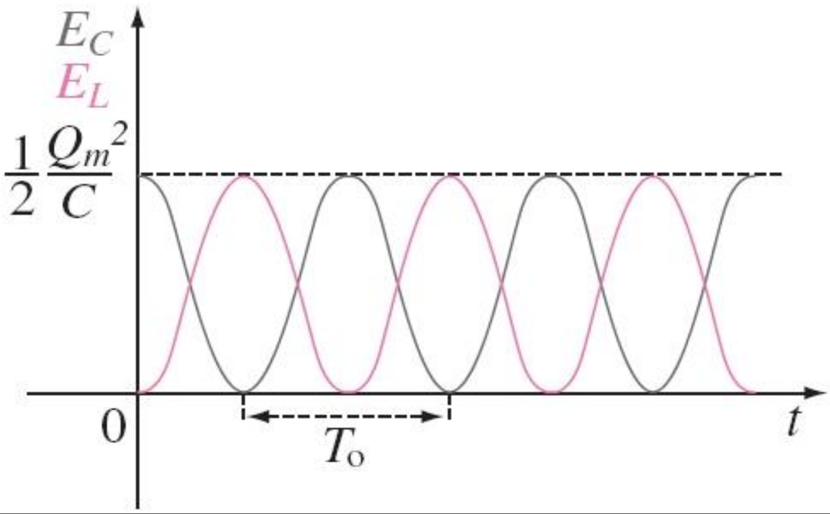
$\omega^2{}_0 = \dfrac{1}{LC}$ إذن $Em = \dfrac{1}{2}\dfrac{Qm2}{C}\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

نستنتج أن الطاقة الكهربائية الكلية عند كل لحظة: $E = E_C + E_L$

$$E = \frac{Q^2m}{2C}[\cos^2(\omega_0 t + \varphi) +]\sin^2(\omega_0 t + \varphi)]]$$

$E = Q_m{}^2/2C = Cte$

الطاقة المخزونة في المكثف تتحول إلى الطاقة المخزونة في الوشيعة ، والعكس
تردد الطاقاتE_C و
E_mيضاعف تردد التوتر
u_C



في الدارة المتذبذبة المخمدة، يتم تبادل الطاقة بين المكثف والوشيعة ومفعول يؤدي إلى تناقص الطاقة الكلية تدريجيا مما ينتج خمود التذبذبات.
في حالة النظام اللادوري:تتبدد الطاقة الكلية سريعا بمفعول جول ممل يجعل الدارة لاتتذبذب

4 - خمود وصيانة التذبذبات في الدارة في الدارة RLC

4 - 1 - خمود التذبذبات في الدارة RLC

حسب قانون إضافية التوترات لدينا : $u_C + u_R + u_L = 0$ أي $q/C + Ri + Ldi/dt = 0$
أو
$q/C + Ldi/dt = -Ri$
عند اللحظة t معينة ، تساوي الطاقة الكهربائية الكلية

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

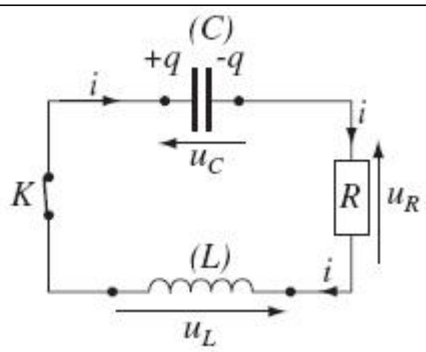
نشتق E بالنسبة للزمن :

$$\frac{dE}{dt} = \frac{q}{C}\frac{dq}{dt} + Li\frac{di}{dt} = \left(\frac{q}{C} + L\frac{di}{dt}\right)i$$

ولدينا

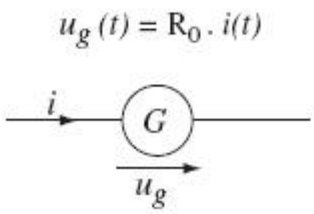
$$\frac{dE}{dt} = (-Ri)\,i = -Ri^2$$

نلاحظ أن $\frac{dE}{dt} < 0$ تتناقص أذن الطاقة الكلية .ويمثل $(-Ri^2)$ القدرة المستهلكة بمفعول جول



4 - 2 - صيانة التذبذبات

لصيانة التذبذبات، نعوض الطاقة المبددة بمفعول جول باستعمال التركيب الإلكتروني التالي :
يمنح المولد G توتر يتناسب مع شدة التيار في كل لحظة .

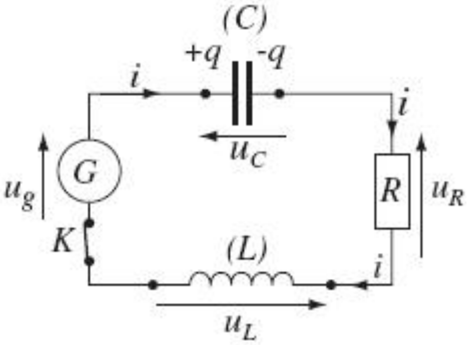


ملحوظة: نمثل i و u بسهمين في نفس المنحى ، يتصرف المولد G ، في كل لحظة ، كمقاومة سالبة $-R_0$

وحسب قانون إضافية التوترات:

أي $u_C + u_R + u_L - u_g = 0$

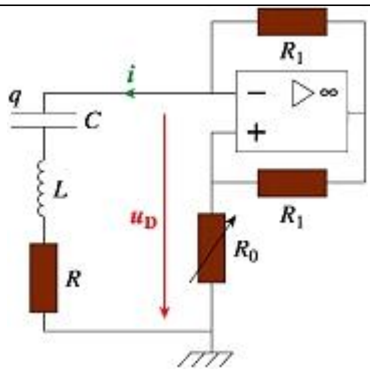
$$\frac{q}{C} + Ri + L\frac{di}{dt} + (-R_0)\,i = 0$$



في التركيب التجريبي التالي: $u_D = -R_0.i$

إذا كان $R = R_0$ ، نجد المعادلة التفاضلية التي تخضع لها تغيرات الشحنة q للمكثف مع الزمن بالنسبة للتذبذبات بدون خمود:

$$\boxed{\ddot{q} + \frac{1}{LC}\cdot q = 0}$$



عند اللحظة t ، مشتقة الطاقة الكهربائية الكلية للدارة هي:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{q}{C}\frac{dq}{dt} + Li\frac{di}{dt} = \left(\frac{q}{C} + L\frac{di}{dt}\right)i = 0$$

الطاقة الكلية E ثابتة ،إذن التركيب التجريبي للمولد G يعوض الطاقة المبددة بمفعول جول