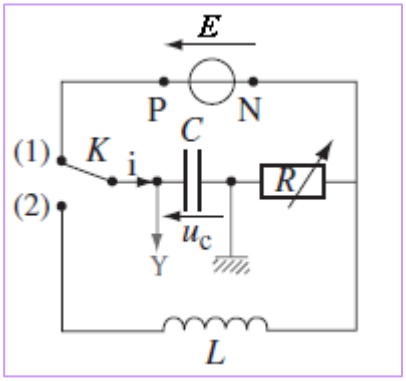
التذبذبات الحرة في دارة (RLC)متوالية

I. تفريغ مكثف في وشيعة

•التركيب التجريبي

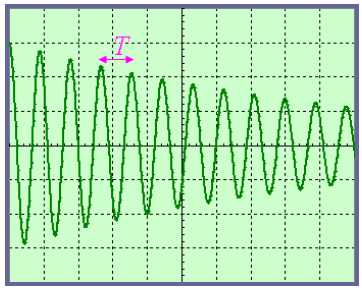
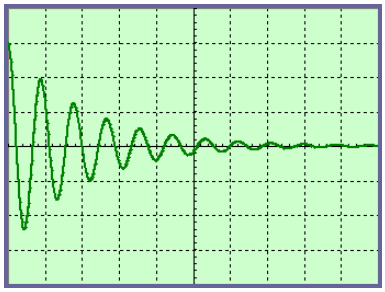
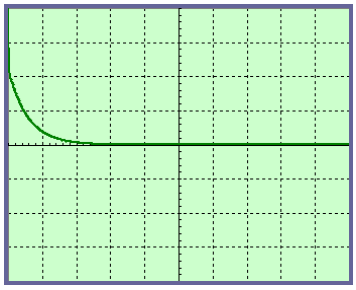


بعد شحن المكثف يؤرجح قاطع التيار إلى الموضع2 .

يمكن راسم تذبذب ذو ذاكرة، أو حاسوب، من معاينة تغيرات التوتر بين مربطي المكثف خلال التفريغ.

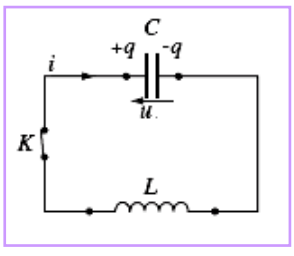
•أنظمة التذبذبات الحرة

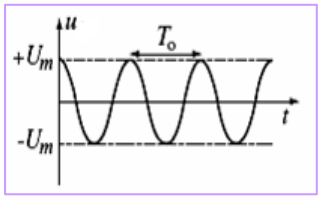
حسب قيمة المقاومة المكافئة R للدارة يمكن مشاهدة نظامين للتفريغ:

نظام شبه دوري		نظام لادوري
R ضعيفة جدا	R ضعيفة	R مرتفعة
		
يكون تفريغ المكثف مصحوبا بتذبذبات حرة و مخمدة : وسعها يتناقص مع الزمن. يتعلق الأمر بنظام شبه دوري.T يسمى شبه الدور.		يقع تفريغ المكثف بدون تذبذب:ينعدم التوتر تدريجيا بدون تغير في الإشارة. يتعلق الأمر بنظام لا دوري.

يوجد نظام حدي يفصل بين النظامين شبه الدوري و اللادوري و يسمى النظام الحرج.
يتميز هذا النظام بأقل مدة يستغرقها التوتر بين مربطي المكثف لينعدم.

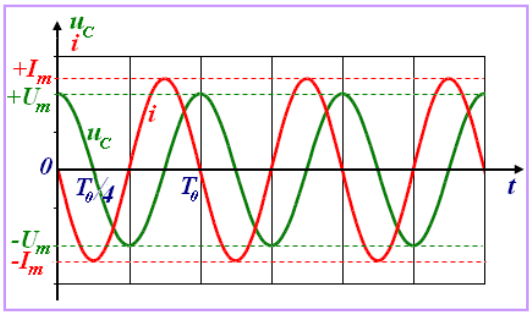
II. الدراسة النظرية لدارة (LC)





المعادلة التفاضلية	$\frac{d^2u}{dt^2}+\frac{1}{LC}\cdot u=0$
التوتر بين مربطي المكثف (حل المعادلة التفاضلية)	$u=U_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$
الدور الخاص	$T_0=2\pi\sqrt{LC}$
شحنة المكثف	$q=CU_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$
شدة التيار	$i=-\frac{2\pi}{T_0}CU_m\sin(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$

خاصية الدارة المثالية (LC) متذبذب كهربائي حر تذبذباته جيبية تشكل نظاما دوريا.



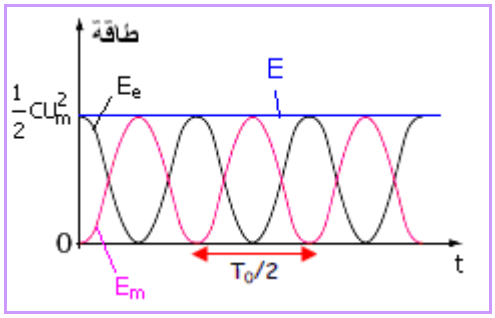
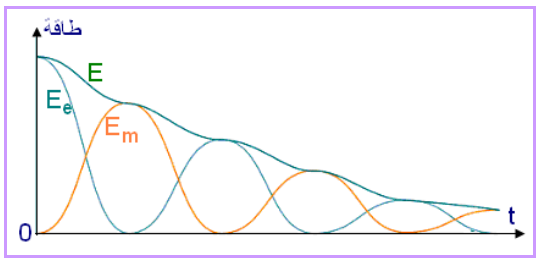
بين شدة التيار و التوتر بين مربطي المكثف فرق في الطور يساوي π/2: نقول أنهما على تربيع في الطور: عندما ينعدم أحدهما يأخذ الآخر قيمته القصوى أو الدنيا.

III. التبادلات الطاقية

• الطاقات

طاقة المكثف	$E_e = \frac{1}{2}Cu^2$
طاقة الوشيعة	$E_m = \frac{1}{2}Li^2$
الطاقة الكلية	$E = \frac{1}{2}Cu^2 + \frac{1}{2}Li^2$

• التبادل الطاقي

في دارة (LC)	في دارة (RLC)
الطاقة الكلية هي: $E = \frac{1}{2}CU_m^2\cos^2(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi) + \frac{1}{2}L\frac{4\pi^2}{T_0^2}C^2U_m^2\sin^2(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$ $E = \frac{1}{2}CU_m^2 = \frac{1}{2}LI_m^2 = Cte$ (بوضع: $I_m = \frac{2\pi}{T_0}CU_m$)	- تغير الطاقة خلال مدة dt أي مشتقتها بالنسبة للزمن: $\frac{dE}{dt} = Cu\frac{du}{dt} + Li\frac{di}{dt} = (u + L\frac{di}{dt})i$ - و باعتبار المعادلة التفاضلية لدارة (RLC): $u + L\frac{di}{dt} + Ri = 0$ نستنتج ما يلي: $\frac{dE}{dt} = -Ri^2$
طاقة الدارة (LC) ثابتة و تساوي الطاقة البدئية للمكثف.	تتناقص طاقة الدارة (RLC) مع الزمن تدريجيا.
خلال التذبذبات يحدث تبادل طاقي بين المكثف و الوشيعة حيث تتحول الطاقة الكهرساكنة إلى طاقة مغنطيسية أو العكس دون تبدد في الطاقة:	تتبدد الطاقة بمفعول جول خلال التبادل الطاقي الحاصل بين المكثف و الوشيعة:
	

من خلال المخطط الطاقي لدارة (LC) يمكن ملاحظة أن الطاقة المخزونة في كل من المكثف و الوشيعة تتغيران دوريا بدور يساوي نصف الدور الخاص T_0 للتذبذبات: خلال دور T_0 يفرغ المكثف مرتين و يشحن مرتين.

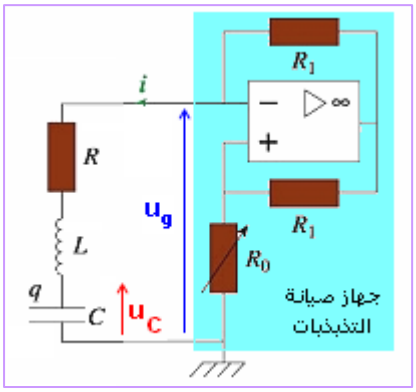
IV. صيانة التذبذبات الحرة في دارة (RLC)

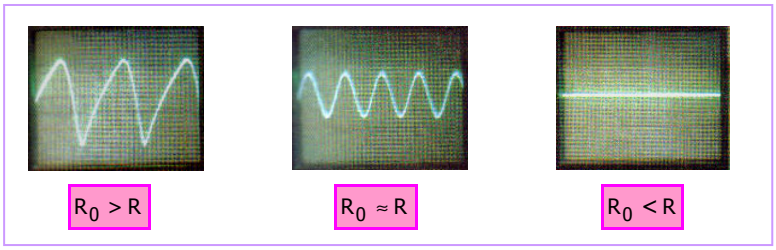
• مبدأ الصيانة

لصيانة التذبذبات الحرة في دارة RLC ينبغي تعويض الطاقة المبددة بمفعول جول.و يتم ذلك باستعمال مولد يطبق توترا متناسبا مع شدة التيار: $u_g = R_0 i$

• التركيب التجريبي

على شاشة راسم التذبذب تعاين تغيرات التوتر بين مربطي المكثف.و بتغيير قيمة R_0 يمكن معاينة 3 حالات:





تتحقق صيانة التذبذبات في الحالة $R_0 \approx R$

• تفسير

بتطبيق قانون إضافية التوترات: $u_R + u_L + u_C = u_g$

نستنتج المعادلة التفاضلية للدارة هي: $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{R - R_0}{L} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot u = 0$

في الحالة $R_0 = R$ تصير هذه المعادلة كالتالي: $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{LC} \cdot u = 0$

و هي المعادلة التفاضلية لدارة LC .

في هذه الحالة يتصرف التركيب كدارة (LC): تذبذباتها جيبية.