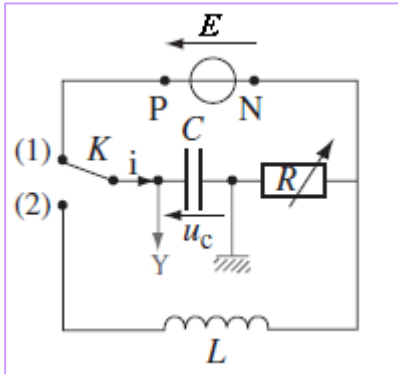


# التذبذبات الحرة في دائرة (RLC) متواليّة

## I. تفريغ مكثف في وشيعة

### • التركيب التجريبي



بعد شحن المكثف يؤرّجح قاطع التيار إلى الموضع 2 .  
يمكن راسم تذبذب ذو ذاكرة، أو حاسوب، من معاينة تغيرات التوتر بين مربطي المكثف خلال التفريغ.

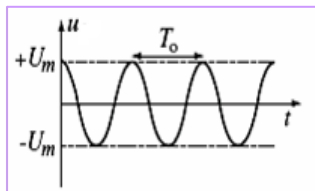
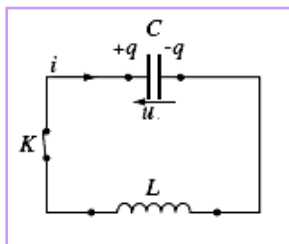
### • أنظمة التذبذبات الحرة

حسب قيمة المقاومة المكافئة R للدائرة يمكن مشاهدة نظامين للتفريغ:

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

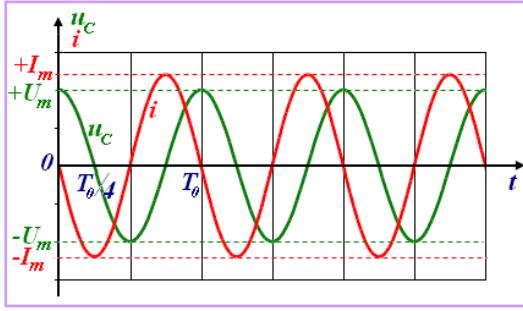
يوجد نظام حدي يفصل بين النظامين شبه الدوري و اللادوري و يسمى النظام الحرج. يتميز هذا النظام بأقل مدة يستغرقها التوتر بين مربطي المكثف لينعدم.

## II. الدراسة النظرية لدائرة (LC)



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

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



بين شدة التيار و التوتر بين مربطي المكثف فرق في الطور يساوي  $\pi/2$ : نقول أنهما على تربع في الطور: عندما يندم أحدهما يأخذ الآخر قيمته القصوى أو الدنيا.

### III. التبادلات الطاقية

#### • الطاقات

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

#### • التبادل الطاقى

##### في دارة (RLC)

- 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):

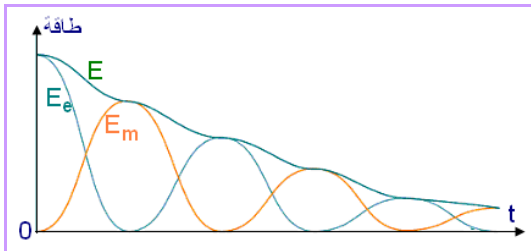
$$u + L \frac{di}{dt} + Ri = 0$$

$$\frac{dE}{dt} = - Ri^2$$

نستنتج ما يلي:

تتناقص طاقة الدارة (RLC) مع الزمن تدريجيا.

تتبدد الطاقة بمفعول جول خلال التبادل الطاقى الحاصل بين المكثف و الوشيجة:



##### في دارة (LC)

الطاقة الكلية هي:

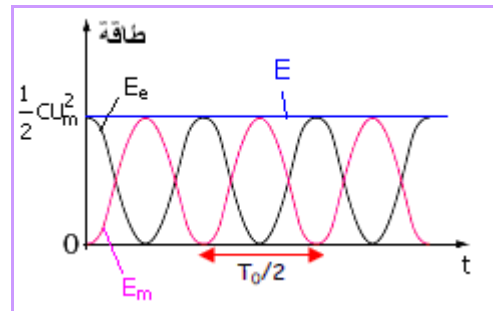
$$E = \frac{1}{2}CU_m^2 \cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) + \frac{1}{2}L \frac{4\pi^2}{T_0^2} C^2 U_m^2 \sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

$$E = \frac{1}{2}CU_m^2 = \frac{1}{2}LI_m^2 = Cte$$

$$(I_m = \frac{2\pi}{T_0}CU_m \text{ بوضع})$$

طاقة الدارة (LC) ثابتة و تساوي الطاقة البدئية للمكثف.

خلال التذبذبات يحدث تبادل طاقي بين المكثف و الوشيجة حيث تتحول الطاقة الكهرساكنة إلى طاقة مغنطيسية أو العكس دون تبدد في الطاقة:



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

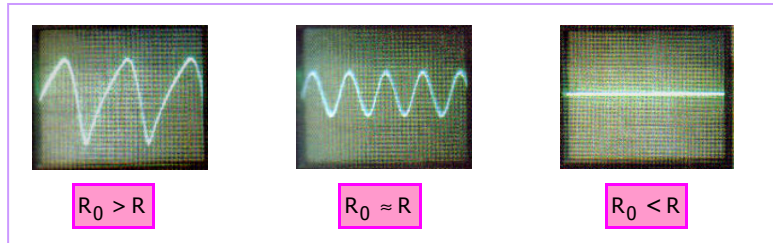
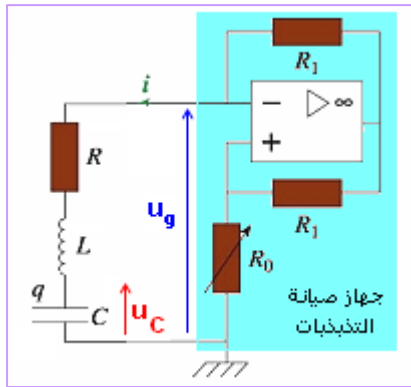
## IV. صيانة التذبذبات الحرة في دارة (RLC)

### • 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 تعان 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:

$$u_R + u_L + u_C = u_g$$

$$\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{R-R_0}{L} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot u = 0$$

نستنتج المعادلة التفاضلية للدارة هي:

$$\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{LC} \cdot u = 0$$

في الحالة  $R_0 = R$  تصير هذه المعادلة كالتالي:

و هي المعادلة التفاضلية لدارة LC .

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