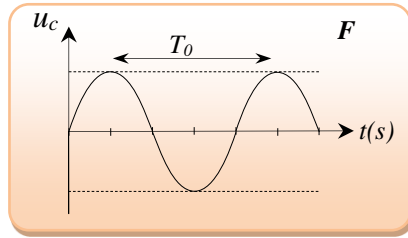


ملخص الوحدة 07: الاهتزازات الكهربائية

التحضير الجيد ليكالوريا 2021

من أجل مقاومة معدومة $R=0$ تكون الاهتزازات في هذه الحالة دورية غير متخامدة.



نقاط هامة:

- في الدارة RLC كلما تناقصت قيمة المقاومة في الدارة يتناقص التخماد ويسمى هذا الاهتزاز بالحر المتخامد (حر يعني ان الدارة لا تتلقى طاقة من الوسط الخارجي
- التفسير الطاقوي للتخامد: عند تفريغ مكثفة مشحونة في الوشيعية يكون التفريغ بالتناوب بين المكثفة والوشيعية لذا يدعى التفريغ المهتز ويحدث خلال ذلك فقدان الجملية لجزء من طاقتها في المقاومة بفعل جول.

الدراسة التحليلية للدارة RLC: باستخدام قانون التوتورات لدينا $u_C + u_L + u_R = 0$ حيث

$$q = C.u_C \quad , \quad i = \frac{dq}{dt} \quad , \quad u_L = L \frac{di}{dt}$$

$$u_C + L.C \cdot \frac{d^2 u}{dt^2} + R.C \cdot \frac{du}{dt} = 0 \quad , \quad u_C + L \frac{di}{dt} + R.i = 0$$

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{R}{L} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{1}{L.C} \cdot u_C = 0$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الثانية حلها خارج البرنامج

$$\frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{1}{L.C} \cdot u_C = 0$$

- من أجل $R=0$ (دائرة مثالية LC) تصبح المعادلة التفاضلية

$$u_C(t) = E \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi)$$

حلها جيبيا

التواتر: $f = \frac{1}{T_0}$ نبضها الذاتي $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ، دوره الذاتي $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

• **ملاحظة:** يمكن اجراء الدراسة التحليلية للدارة R.L.C باستخدام شدة التيار أو كمية الكهرباء q

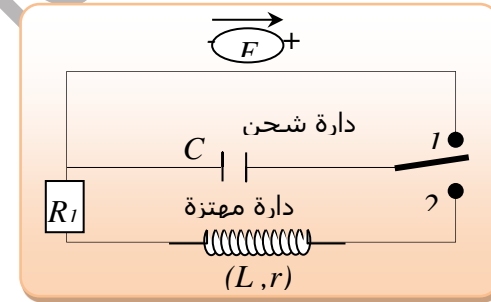
الاهتزازات الحرة لجملية كهربائية

◆ **الجملية الكهربائية المهتزة:** ندعو جملية كهربائية مهتزة كل دائرة تحتوي على وشيعية ، مكثفة مشحونة

ومقاومة

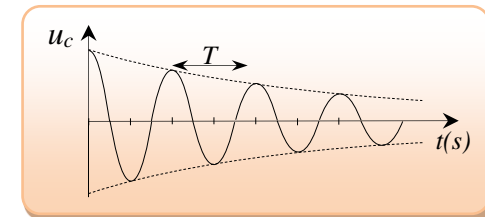
◆ **حالة اهتزازات حرة:** نحقق دائرة كهربائية كما بالشكل المقابل نعتبر مقاومة الدارة $R = R_1 + r$ بواسطة

الدائرة 1 نحقق شحن المكثفة وعند تمام الشحن نحول البادلة إلى الوضع 2 نوصّل راسم اهتزازين طرفي المكثفة:

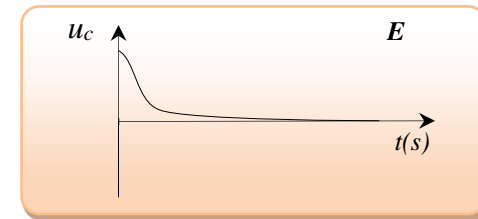


نميز 3 حالات:

✓ من أجل R صغيرة تكون النظام الكهربائي متخامد شبه دورية دورها $T \approx T_0$



✓ من أجل R كبيرة يكون النظام الكهربائي لا دوري حر



نسمي المقاومة الحرجة للدائرة R_C ، حيث $R_C = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ (تقبل بدون برهان)

ملخص الوحدة 07: الاهتزازات الكهربائية

التحضير الجيد لباكوريا 2021

تغذية الإهتزازات الكهربائية المتخامدة: إن المسؤول عن تخامد الاهتزازات هو المقاومة ولذلك

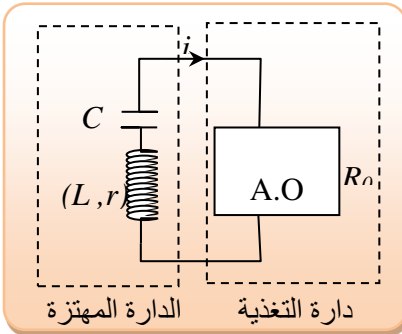
يمكن تغذية الدارة بتوصيلها بجهاز (مضخم تطبيقي (A.O) يعوض الطاقة الضائعة بفعل المقاومة حيث يلعب

هذا الجهاز دور مقاومة سالبة حيث يكون قانون التوترات كالتالي:

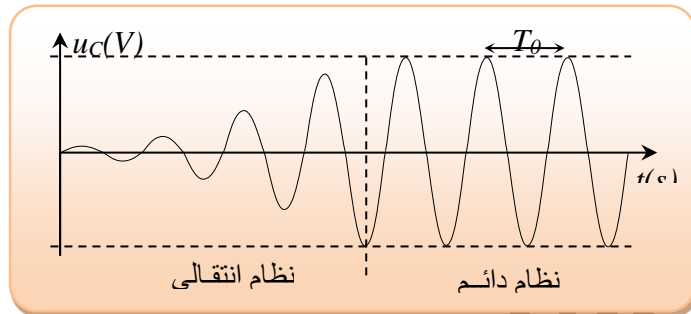
$$u_C + L \frac{di}{dt} + r \cdot i = R_0 \cdot i$$

$$u_C + L \frac{di}{dt} = 0 \text{ يكون } R_0 = r \text{ من اجل}$$

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



فيتحول بذلك النظام من اهتزازي متخامد إلى نظام اهتزازي مغذى غير متخامد.



عبارة الدور ليهزاز مغذى:

لدينا: $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ حيث $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ اذن بالتعويض نجد $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ وهي عبارة الدور الذاتي ليهزاز مغذى.

التحليل البعدي للدور:

$$[T_0] = \left(\frac{[L] \cdot [T]}{[C]} \right)^{1/2} = \left(\frac{[U] \cdot [T]}{[I]} \right)^{1/2} \leftarrow u_L = L \frac{di}{dt}$$

$$[C] = \frac{[I] \cdot [T]}{[U]} \leftarrow i = C \frac{du_C}{dt}$$

$$[T_0] = ([L] \cdot [C])^{1/2} \leftarrow T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

ومنه: $[T_0] = ([T]^2)^{1/2} = [T]$ اي الدور الذاتي متجانس مع الزمن

الدراسة الطاقوية للدارة RLC:

إن طاقة الدارة في أي لحظة هي طاقة الوشيعة والمكتنفة $E = E_C + E_L$

$$E(t) = \frac{1}{2} \frac{q^2(t)}{C} + \frac{1}{2} L i^2(t)$$

نشتق المعادلة من الطرفين نحصل على

$$\frac{dE}{dt} = \frac{1}{C} \cdot q \cdot \frac{dq}{dt} + L \cdot i \cdot \frac{di}{dt} = \left(\frac{1}{C} \cdot q + L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} \right) \cdot \frac{dq}{dt}$$

$$\frac{1}{C} \cdot q + L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} = -R \cdot i \text{ نجد } \left(L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} \cdot q = 0 \right)$$

$$\frac{dE}{dt} = -R \cdot i^2$$

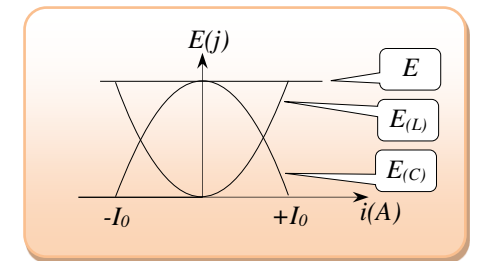
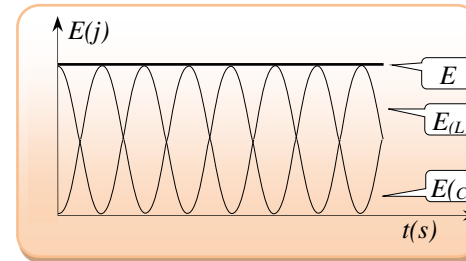
نحصل في النهاية على

أي أن التغير في الطاقة غير معدوم مما يدا على أنه يوجد ضياع في الطاقة (فعل جول) وسبب هذا الضياع هو وجود المقاومة . ومن اجل دارة لا تحتوي على مقاومة فإن $\frac{dE}{dt} = 0$ الطاقة محفوظة وتعطى ب

$$E(t) = \frac{1}{2} \frac{q_0^2}{C} = \frac{1}{2} L I_0^2 = C \cdot e^{-\dots}$$

ويكون النظام غير متخامد دوري دوره الذاتي $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

مغططات الطاقة في حالة الدارة مثالية (LC) ✓



مغططات الطاقة في حالة الدارة (RLC) ✓

