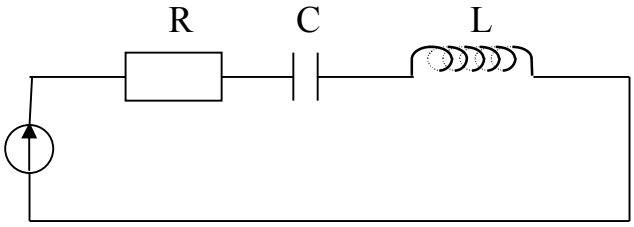
العمل التطبيقي رقم 3: تجاوب الجهد لدارة *RLC* مربوطة على التسلسل

I- المقدمة:

الهدف من هذه التجربة يتمثل في دراسة الرد الترددي لدارة RLC مربوطة على التسلسل لما يتغير تردد إشارة المدخل.

II- الدراسة النظرية :

لتكن الدارة RLC المربوطة على التسلسل (الشكل 1)، حيث نطبق على المخرج جهد جيبي ذو تردد f .



الشكل -1-

بتطبيق نظرية أوم نحصل على :

$$V_e = I\left(R + j\left(Lw - \frac{1}{Cw}\right)\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

* نحصل على رنين الدارة لما يكون فرق طور بين الجهد V_e و التيار I معدوم و ذلك من أجل $w = w_0$.

إذن الجزء التخيلي للمعادلة (1) يساوي الصفر $Lw_0 - \frac{1}{Cw_0} = 0 \Rightarrow w^2{}_0 = \frac{1}{LC}$ أو $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

f_0 :هي رنين التجاوب

فرق الطور φ يحسب من العلاقة $tg\varphi = \frac{Lw - \frac{1}{Cw}}{R}$

إذن في حالة التجاوب $V_e = IR \Rightarrow I = \frac{V_e}{R} = I_{\max}$ ** $V_r = RI = V_{r_{\max}}$

الجهد على طرفي الو شيعة : $V_L = Lw_0 I = Lw_0 \frac{V_e}{R}$

الجهد على طرفي المكثفة : $V_c = \frac{1}{Cw_0} I = \frac{V_e}{RCw_0}$

$$\Rightarrow \frac{V_L}{V_e} = \frac{V_c}{V_e} = \frac{w_0 L}{R} = \frac{1}{RCw_0}$$

النسبة $\frac{V_L}{V_e} = \frac{V_c}{V_e}$ تسمى بمعامل النوعية Q للدارة الرنانة

إذن : $Q = \frac{V_L}{V_e} = \frac{V_c}{V_e}$

* معامل النوعية Q يحدد شدة الجهد التي تظهر على طرفي L و C في حالة الرنين معاوقة في حالة التجاوب هي :

$$Z = R\left(1 + j\left(\frac{wL}{R} - \frac{1}{RCw}\right)\right)$$

حيث أن : $Q = \frac{w_0 L}{R} = \frac{1}{RCw_0}$

إذن :

$$Z = R\left(1 + jQ\left(\frac{w}{w_0} - \frac{w_0}{w}\right)\right)$$

لدينا :

$$\frac{w}{w_0} - \frac{w_0}{w} = \frac{w^2 - w_0^2}{ww_0} = \frac{(w + w_0)(w - w_0)}{ww_0}$$

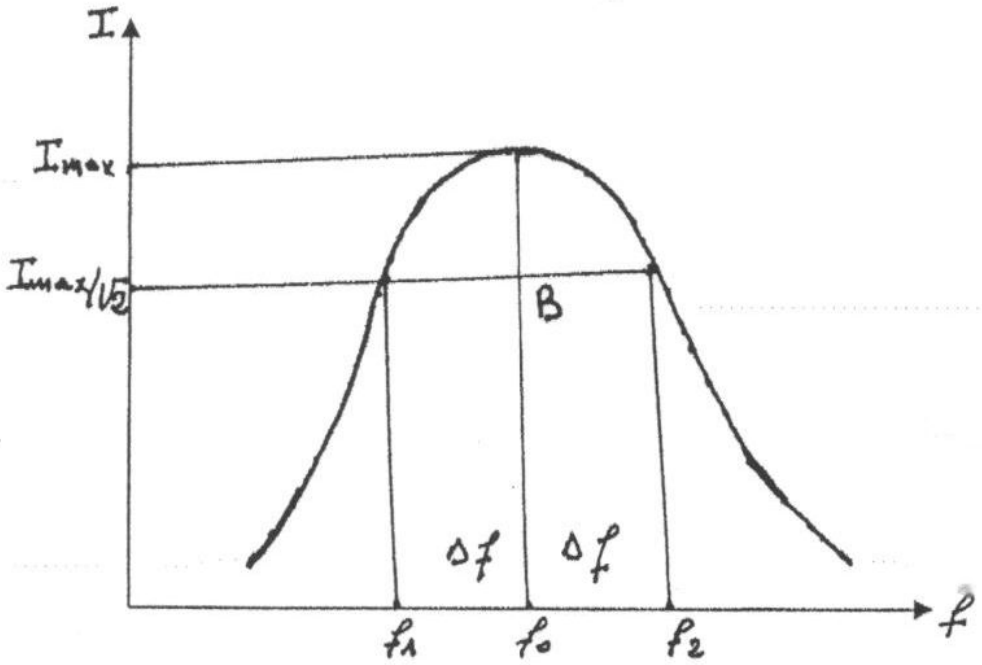
بمجاورة (بقرب) الرنين $ww_0 \approx w_0^2; w + w_0 = 2w_0$

إذن : $Z \approx R\left(1 + jQ2\left(\frac{w - w_0}{w_0}\right)\right)$

مع : $|Z| = R\sqrt{\left(1 + Q^2 \frac{4\Delta w^2}{w_0^2}\right)}$

و $\Delta w = w - w_0$

يعطي منحنى التيار I بدلالة التردد للدارة السابقة في الشكل (2) بصفة عامة ، نعرف عصابة مرور "B" لدارة RLC بالترددات التي من أجلها تكون التيار (أو الجهد بين طرفي المقاومة R) مع التيار ألأعظمي (V_c) يساوي إلى $\frac{1}{\sqrt{2}}$



الشكل -2-

إذن :

$$\frac{I}{I_{\max}} = \frac{1}{\sqrt{2}} // \frac{V_r}{V_{r_{\max}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{I}{I_{\max}} = \frac{V_e/|Z|}{V_e/R} = \frac{R}{|Z|} = \frac{1}{\sqrt{1+Q^2\frac{4\Box w^2}{w_0^2}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

ومنه $Q = \frac{w_0}{2\Box w} = \frac{f_0}{2\ \Box f}$ و بما أن $B = 2\Box f$ من الشكل -2-

إذن . $Q = \frac{f_0}{B}$

III- الدراسة العملية :

باستعمال الدارة (الشكل -3-) عين :

أ)- تردد الرنين f_0 للدارة

ب)- معامل النوعية "Q"

ج)- عصابة مرور "B"

د) –ترددات القطع f_1, f_2

ه)- تحقق بالحساب أن $Q = \frac{f_0}{B}$

IV- التجربة العملية:

1- حقق الدارة في الشكل -1-، $R = 200\Omega$ و $L = 9mH$ و $C = 0.1\mu F$.

2- ثبت V_e جهد المدخل إلى 2 فولط من أقصى الذروة إلى أقصى الذروة .

3- عين بواسطة راسم الإهتزاز المهبطي تردد الرنين للدارة ، طويلة الجهد بين طرفي المقاومة R (V_r) بالنسبة للتردد f_0 ، و فرق الطور بين جهد المدخل V_e و جهد المخرج V_r.

ضع القيم الموجودة في الجدول -1-

4- قم بتغيير ا لتردد عن طريق $G.B.F$ و ذلك بأخذ أول قيمة يساوي إلى $f_1 = f_0/10$ و أخر قيمة $f_{10} = 10f_0$.

ثم دونها في الجدول -1- حسب تغير الترددات .

$f(Hz)$	$f_0/10$	$f_0/8$	$f_0/6$	$f_0/4$	$f_0/2$	f_0	$2f_0$	$4f_0$	$6f_0$	$6f_0$	$10f_0$
$V_r(V)$											
$\varphi_r(^\circ)$											

الجدول -1-

مع العلم أن $\varphi_r(^\circ) = \frac{t}{T}.360^\circ$

5- أرسم منحنيات $V_r = g(f)$ و $\varphi_r = h(f)$

6- استنتج من منحنى $g(f)$:

أ)- عصابة مرور "B"

ب)- ترددات القطع f_1, f_2

ج)- معامل النوعية "Q"

7- قارن بين النتائج المتحصل عليها في السؤال -6- و النتائج الموجودة في الدراسة العملية .

8- ناقش المنحنيات، ماذا تستنتج ؟