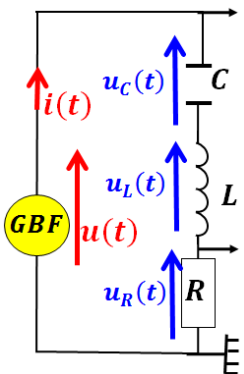


التذبذبات القسرية في وارة RLC متوالية *Les oscillations forcées dans un circuit RLC série*



* شدة التيار $i(t) = I_m \cos(\omega.t)$ والتوتر الكهربائي $u(t) = U_m \cos(\omega.t + \varphi)$ مع $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ طور التوتر بالنسبة لشدة

التيار عند $t = 0$ و $\omega = 2\pi.N = \frac{2\pi}{T}$.

* يرغم المولد الدارة RLC على التذبذب بنفس ترددده N ، فيعتبر مثيراً والدارة تعتبر ريناً ويسمى هذا النظام نظام جيبي وقسري.

* تحديد الطور: $|\varphi| = \omega.\tau = 2\pi.\frac{\tau}{T}$

* ممانعة الدارة RLC هي $Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U}{I}$ مع $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ و $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ وحدة الممانعة الأوم Ω .

* إنشاء فرينيل: $Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$ و

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \text{ و } \tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$$

* المعادلة التفاضلية: $u(t) = u_R(t) + u_L(t) + u_C(t)$

$$u(t) = R.i(t) + L.\frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int_0^t i(t).dt \text{ أي}$$

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi) = R.I_m \cos(\omega.t) + L.\omega.I_m \cos\left(\omega.t + \frac{\pi}{2}\right) + \frac{I_m}{C.\omega} \cos\left(\omega.t - \frac{\pi}{2}\right)$$

* مفهوم الرنين الكهربائي: عند تغيير تردد المولد N تتغير

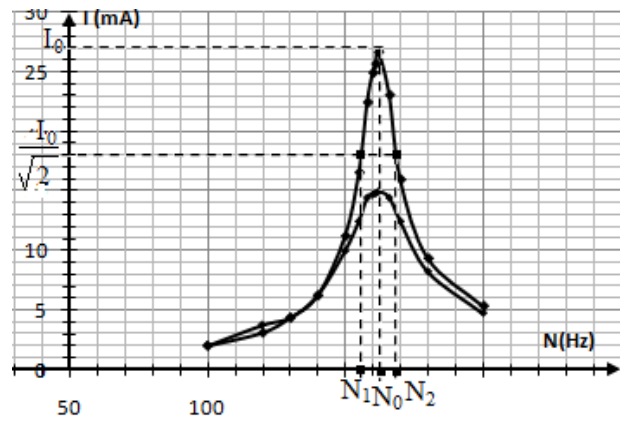
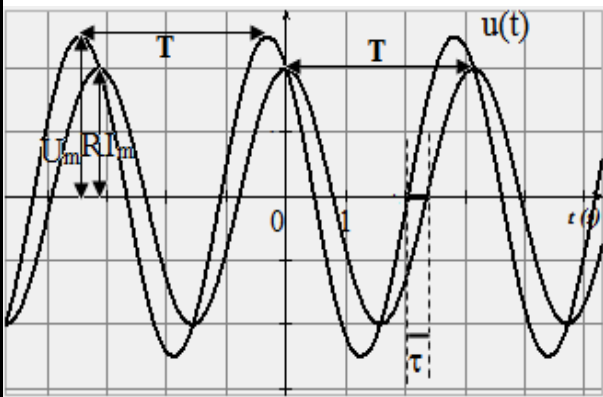
القيمة الفعالة لشدة التيار I فتأخذ قيمة قصوية I_0 عندما يصبح تردد المولد N مساوياً للتردد الخاص N_0 للمتذبذب

RLC : $N = N_0 = \frac{1}{2\pi.\sqrt{L.C}}$ مع $Z = R$ و $\varphi = 0$

$$\text{و } L.C.\omega_0^2 = 1 \text{ و } I = I_0 = \frac{U}{Z}$$

* المنطقة الممررة ذات $-3dB$ هي مجال الترددات

$[N_2; N_1]$ حيث $\frac{I_0}{\sqrt{2}} \leq I \leq I_0$ وهي ممررة حول التردد



الخاص للدارة عرضها $\Delta N = N_2 - N_1 = \frac{\Delta\omega}{2\pi} = \frac{R}{2\pi.L}$ ومعامل الجودة $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

وعند الرنين تكون الدارة مقراً لفرط التوتر $U_C = U_L = Q.U$. (لأن $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ أي $\frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}} = \frac{U}{\sqrt{2}R}$)

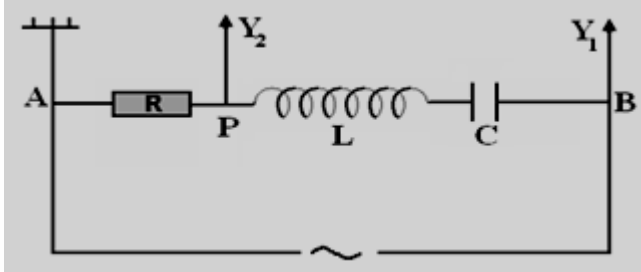
وبالتالي $L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm R$ تقبل حلين $\omega_1 = \frac{-R + \sqrt{R^2 + 4\frac{L}{C}}}{2L}$ و $\omega_2 = \frac{R + \sqrt{R^2 + 4\frac{L}{C}}}{2L}$ (إن $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{R}{L}$)

* القدرة المتوسطة المستهلكة في ثنائي قطب: $\mathcal{P} = \frac{1}{T} \int_0^T \mathcal{P}(t).dt = U.I.\cos \varphi = R.I^2$ التي تستهلك فقط

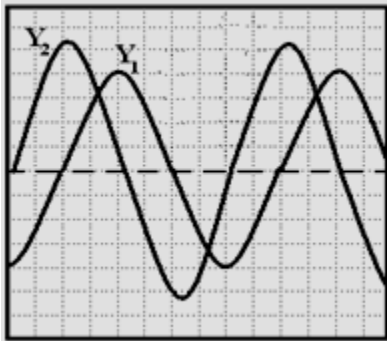
بمفعول جول و القدرة الظاهرية $S = U.I$ و $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ معامل القدرة.

التذبذبات القسرية في وارة RLC متوالية *Les oscillations forcées dans un circuit RLC série*

أنظر الشكل أسفله:



- 1- اكتب تعبير Z_{AB} ممانعة ثنائي القطب AB .
- 2- ضبط كلا من مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R = 14 \Omega$ و التردد على القيمة N ثم نعين على



شاشة كاشف التذبذب
التوتر $u_{AB}(t)$
والتوتر $u_{PB}(t)$ بين
مربطي الموصل
الأومي فنحصل على
الرسم التذبذبي جانبه.
نعطي:

- الحساسية الرأسية عند $Y_1 : S_1 = 2,5 V/div$
الحساسية الرأسية عند $Y_2 : S_2 = 0,5 V/div$
الحساسية الأفقية : $V_b = 2,5 ms/div$
- 1-2- حدد من الرسم التذبذبي كلا من القيمة القصوية U_{m1} للتوتر $u_{AB}(t)$ والقيمة القصوية U_{m2} للتوتر $u_{PB}(t)$.
 - 2-2- حدد من الرسم التذبذبي قيمة التردد N .
 - 3-2- حدد من الرسم التذبذبي القيمة المطلقة $|\varphi|$ لفرق الطور بين $u_{AB}(t)$ و $u_{PB}(t)$.
 - 4-2- استنتج كلا من قيمة I_m الشدة القصوية للتيار و قيمة الممانعة Z_1 لثنائي القطب AB .
 - 5-2- اكتب تعبير كل من $i(t)$ و $u_{AB}(t)$.

- 3-2- غير التردد N ونقيس الشدة الفعالة I للتيار فنلاحظ أنه بالنسبة للتردد $N = 100 Hz$ تأخذ الشدة الفعالة للتيار قيمة قصوية I_0 .

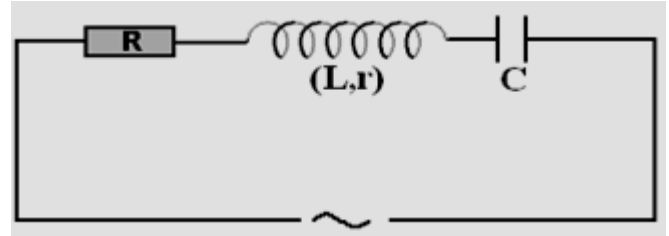
1-3- احسب قيمة الشدة I_0 .

2-3- أوجد قيمة C .

تمرين 1 :

يتكون ثنائي قطب AB المتكون من موصل أومي مقاومته R وشيعة معامل تحريها L و مقاومتها مهملة ومكثف سعته C . نطبق بواسطة مولد بين المربطين A و B توترا جيبيا $u(t)$ توتره الفعال $U = 150 V$ وتردده N قابل للضبط. فيمر تيار شدته $i(t) = I_m \cos(\omega.t)$.

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \quad \text{نعطي:}$$



- 1- اكتب بدلالة R و C و L و N ممانعة ثنائي القطب AB .
- 2- اكتب بدلالة R و C و L و N تعبير معامل القدرة.
- 3- ضبط التردد N على القيمة N_0 لتتحقق العلاقة $U_C = U_L = 3.U_R$ ، حيث يمثل U_R التوتر الفعال بين مربطي الموصل و U_L التوتر الفعال بين مربطي الوشيعة و U_C بين مربطي المكثف.
- 1-3- حدد مغللا جوابك اسم الظاهرة التي تحدث في الدارة.
- 2-3- أوجد العلاقة الرابطة بين C و L و N_0 .
- 3-3- احسب الشدة الفعالة للتيار I_0 المار في الدارة علما أن $R = 100 \Omega$.

تمرين 2 :

- نركب على التوالي بين نقطتين A و B :
- موصلا أوميا مقاومته R قابلة للضبط . - وشيعة معامل تحريها $L = 0,05 H$ و $r = 0$. - مكثفا سعته C .
 - يطبق مولد كهربائي ذو توتر منخفض بين النقطتين السابقتين توترا متناوبا جيبيا قيمته الفعالة U ثابتة وتردده N قابل للضبط
 - $u_{AB}(t) = U_m \cos(\omega.t + \varphi)$ فيمر في الدارة تيار متناوب جيبيا شدته $i(t) = I_m \cos(\omega.t)$

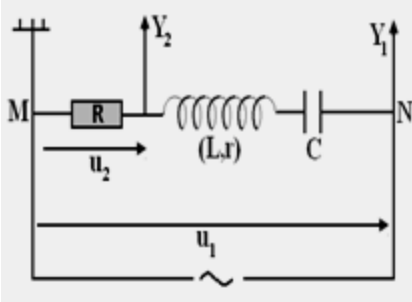
التذبذبات القسرية في وارة RLC متوالية Les oscillations forcées dans un circuit RLC série

3-1- استنتج قيمة كل من R و r .

تمرين 4 :

يتكون ثنائي قطب AB من :

- موصل أومي D مقاومته $R = 40 \Omega$
- وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها r
- مكثف سعته



$C = 0,08 \mu F$

نطبق بين النقطتين

A و B توترا جيبيا

قيمته $u_1(t)$

الفعالة $U_1 = 1 V$

وتردده N قابل للضبط.

1- بالنسبة للقيمة $N_1 = 4000 Hz$ للتردد N ، تكون

القيمة الفعالة لشدة التيار في الدارة هي $I_1 = 20 mA$

و تكون الدارة في حالة رنين حيث تتحقق ممانعة هذه

الدارة العلاقة $Z = R + r$

1-1 احسب Z_1 ممانعة ثنائي القطب AB .

2-1 استنتج قيمة r الوشيعة.

3-1 حدد التردد الخاص N_0 لثنائي القطب AB

واستنتج قيمة L .

2- ضبط التردد

على القيمة

$N_2 = 3785 Hz$

ثم نعاين على شاشة

الكاشف التوترين

$u_1(t)$ و $u_2(t)$

فنحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الوثيقة جانبه .

للمدخلين نفس الحساسية الرأسية.

1-2 عين القيمة الفعالة I_2 لشدة التيار.

2-2 حدد فرق الطور φ للتوتر $u_1(t)$ بالنسبة لشدة

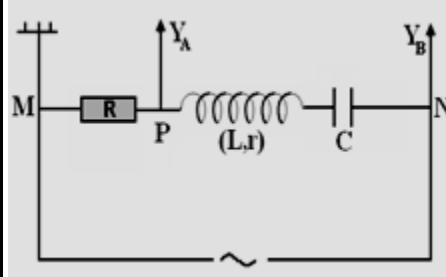
التيار $i(t)$.

3-2 أوجد تعبير $i(t)$ بدلالة الزمن إذا اعتبرنا أن تعبير

$u_1(t)$ هو $u_1(t) = U_1 \cos(2\pi.N_2.t)$

تمرين 3 :

يتكون ثنائي القطب MN الممثل في الشكل جانبه من:



- موصل أومي

مقاومته R .

- وشيعة معامل

تحريضها L و

مقاومتها r .

- مكثف سعته C .

نطبق بين مربطي ثنائي القطب بواسطة مولد توترا متناوبا

جيبيا تعبيره $u_{MN}(t) = U \cdot \sqrt{2} \cos(2\pi.N.t)$

قيمته الفعالة U ثابتة و تردده قابل للضبط ، فيمر تيار

كهربائي في الدارة جيبيا شدته $i(t)$.

نعطي تعبير ممانعة ثنائي القطب RLC بدلالة بارامترات

الدارة: $Z = \sqrt{(R + r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$

1- عند ضبط التردد N على القيمة $N_0 = 735 Hz$

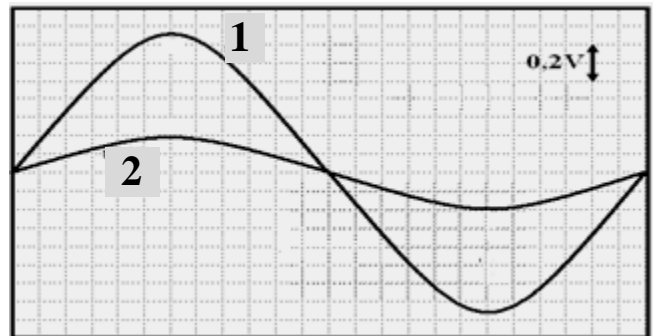
تكون الشدة الفعالة قصوى ، قيمتها $I_0 = \frac{10}{\sqrt{2}} mA$ ، و

تحقق ممانعة الدارة المتراجحة $Z \geq R + r$.

في هذه الحالة نحصل على شاشة كاشف الذبذبات على

الرسمين التذبذبيين الممثلين للتوترين $u(t)$ بين مربطي

ثنائي القطب MN و $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي.



المدخلين Y_B و Y_A مستعملين على نفس الحساسية

الرأسية.

1-1 ما الظاهرة التي يبرزها الرسم التذبذبي ؟

2-1 حدد مغللا جوابك المنحنى الذي يمثل التوتر $u_R(t)$.