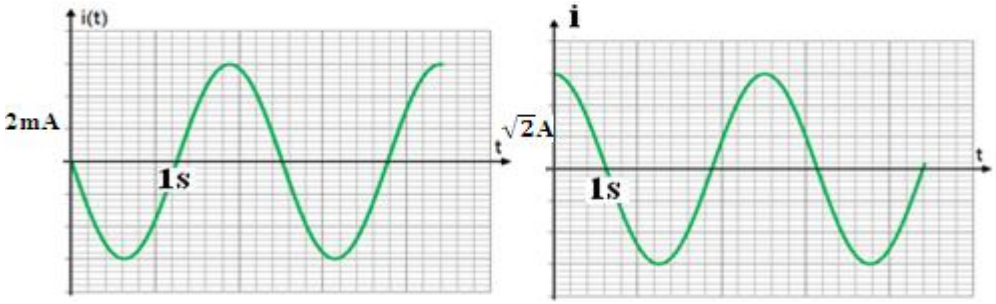
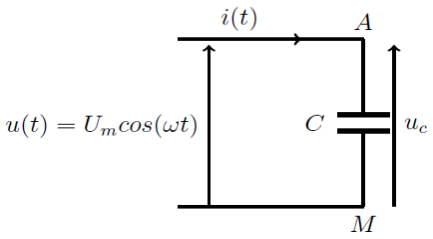
التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية
Les oscillations forcées dans un circuit RLC série

❖ **تمرين تطبيقي 1 :**

يكتب التيار الكهربائي المتناوب على الشكل التالي : $i(t) = I_m \cos(w\,t + \varphi_i)$ ، حدد قيمة كل من φ_i ، w ، I_m و I الشدة الفعالة للتيار الكهربائي في الحالتين التاليتين :

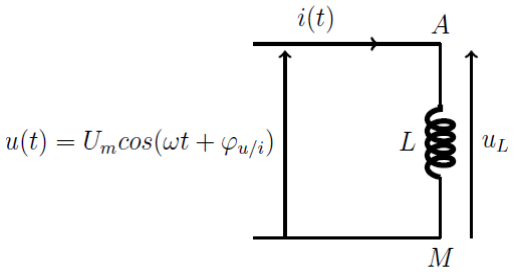


❖ **تمرين تطبيقي 2 :**



1. حدد تعبير شدة التيار المتناوب i(t) المار في المكثف ذي السعة C علما ان التوتر المطبق بين مربطيه تعبيره كالتالي : $u(t) = \sqrt{2}\, U_C \cos(wt)$
2. حدد تعير I_m الشدة القصوى للتيار ثم إستنتج تعبير الشدة الفعالة I للتيار
3. حدد العلاقة بين الشدة الفعالة I للتيار المار في المكثف والتوتر الفعال U بين مربطيه
4. حدد طور التيار بالنسبة للتوتر ، ماذا تستنتج ؟
5. إستنتج τ الفرق الزمني بين المنحيين ، ثم أرسم المنحيين

❖ **تمرين تطبيقي 3 :**

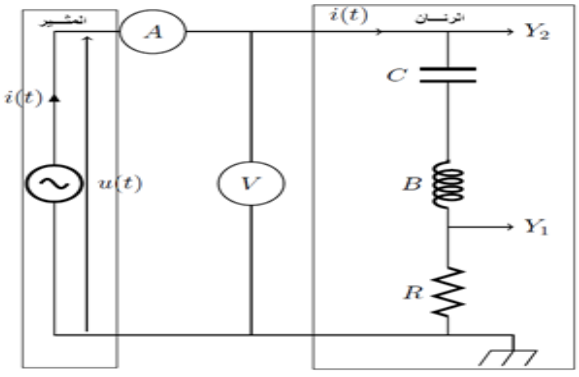


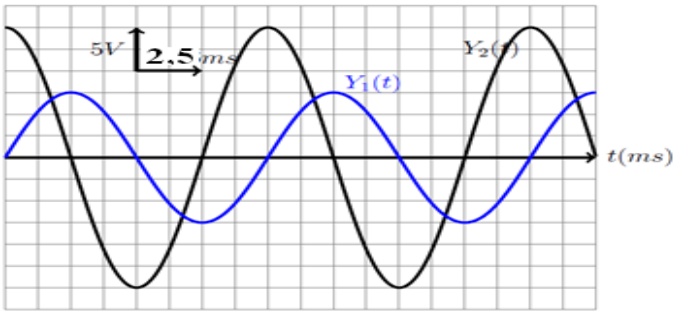
1. حدد تعبير $u_L(t)$ توتر بين مربطي وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها الداخلية مهملة علما ان التيار المار في الوشيعة تعبيرهكالتالي : $i(t) = \sqrt{2}\, I \cos(wt)$
2. حدد تعير U_m التوتر القصوى للتوتر (الوسع) ثم إستنتج تعبير التوتر الفعالة U
3. حدد العلاقة بين الشدة الفعالة I للتيار المار في الوشيعة والتوتر الفعال U بين مربطيها
4. حدد طور التوتر بالنسبة للتيار ، ماذا تستنتج ؟
5. إستنتج τ الفرق الزمني بين المنحيين ، ثم أرسم المنحيين

الدراسة التجريبية للدارة RLC المتوالية في النظام الجيبي والقسري

تشكل الدارة RLC المتوالية متذبذبا كهربائيا مخمدا كما رأينا في الدرس السابق ، وعندما نضيف اليها مولدا كهربائيا يزودها بتوتر متناوب جيبي ، يفرض المولد في هذه الحالة على المتناوب نظام متناوب جيبي ، نقول إن الدارة RLC المتوالية نوجد في نظام جيبي قسري .

➢ **التجربة 1 : معاينة التوتر u(t) بين مربطي الدارة RLC و شدة التيار i(t) بدلالة الزمن**





- ننجز التركيب التجريبي الممثل أعلاه ، حيث نضبط مولد التردد المنخفض على توتر متناوب جيبي قيمته القصوى $U_m = 15V$ وعلى التردد $N = 100\ Hz$.
- نعاين بواسطة راسم التذبذب التوتر $U_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي والتوتر U(t) التوتر ين مربطي الدارة RLC .
- نقيس بواسطة جهاز امبير متر الشدة الفعالة I للتيار المار في الدارة فنجد : $I = 176,8\ mA$ ونقيس بواسطة فولطمتر التوتر الفعال U بين مربطي الدارة RLC فنجد : $U = 10,60\ V$
- نعطي $R = 30\ \Omega$ ، $C = 0,5\ uF$ ، $L = 1,0\ H$ ، $r = 20\ \Omega$

يزود المولد GBF الدارة RLC المتوالية بتوتر متناوب جيبي تعبيره : $u(t) = U_m \cos(w\,t + \varphi)$ فيظهر في الدارة RLC المتوالية تيار كهربائي شدته $i(t) = I_m \cos(wt)$. يمثل التيار i(t) إستجابة الدارة RLC المتوالية للإثارة التي يفرضها المولد ذي التردد المنخفض GBF . نسمي الدارة RLC المتوالية الرنان والمولد المثير

1. فسر لماذا يمكن المدخل Y1 من معاينة تغيرات شدة التيار المار في الدارة ؟
2. عين القيمة القصوى U_m للتوتر u(t) ، ثم تحققمن العلاقة $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$
3. أحسب الشدة القصوى I_m للتيار ، ثم تحقق من العلاقة $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
4. هل لمنحني راسم التذبذب : نفس الوسع ؟ نفس التردد ؟ نفس الطور ؟
5. عبر عن N_0 التردد الخاص للدارة RLC المتوالية ثم احسب قيمته
6. نقول إن الدارة RLC توجد في نظام جيبي قسري ، فسر ذلك
7. أحسب φ طور التوتر u(t) بالنسبة لشدة التيار i(t) مبينا أي من المقدارين متقدم في الطور
8. إستنتج τ الفرق الزمني بين المنحيين i(t) و u(t)
9. تحقق تجريبيا من ان المقادير : معامل التحريض الذاتي L للوشيعة ، سعة المكثف C و التردد f للمولد GBF تؤثر في الفرق الزمني τ (او فرق الطور)

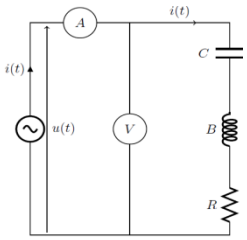
➢ التجربة 1 : ممانعة الدارة RLC المتوالية

- نحتفظ بقيمة تردد المولد GBF السابقة . نغير التوتر الفعال U الذي يعطيه GBF ونقيس في كل مرة الشدة الفعالة I للتيار المار في الدارة
- نضبط تردد المولد GBF على قيمة جديدة $N_2 = 100\ Hz$ ونعيد نفس التجربة . وندون النتائج في الجدول أسفله

	U (V)	5	10	15	20
$N_1 = 100\ Hz$	I (A)	0,07	0,13	0,20	0,27
$N_2 = 100\ Hz$	I (A)	0,15	0,30	0,45	0,60

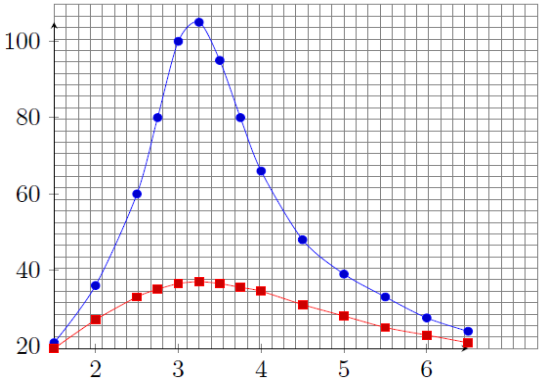
1. مثل في نفس المعلم ، المنحيين الممثلين لتغيرات U بدلالة I بالنسبة للترددين N_1 و N_2
2. نرمز للمعامل الموجه لمنحنى U بدلالة I بالحرف Z ويسمى ممانعة الدارة وهو مقدار يميز الدارة RLC بالنسبة لتردد معين . ما وحدة Z أحسب قيمة Z في كل حالة ، ثم ماذا تستنتج ؟
3. تبين الدراسة النظرية للدارة RLC (التي حذفها في المقرر) ان تعبير ممانعة الدارة هو : أحسب $Z = \sqrt{(r+R)^2 + (L2\pi N - \frac{1}{C2\pi N})^2}$ قيمة Z بالنسبة للتردد $N_1 = 100\ Hz$ وقارنها مع قيمتها التجريبية . ماذا تستنتج ؟

الدراسة التجريبية والنظرية لظاهرة الرنين الكهربائي :



- ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه حيث يعطي مولد التوتر المنخفض GBF توترا متناوبا قيمتع الفعالة U وتردده N قابلان للضبط . والمكون من :
- الوشيعة معامل تحريضها الذاتي $L = 5,2\ mH$ ومقاومتها الداخلية $r = 7\Omega$
- مكثف سعته $C = 0,47\ F$ ، موصل أومي مقاومته r'
- نثبت التوتر الفعال على القيمة $U = 4V$ والمقاومة الكلية $R = r + r'$ على القيمة $R_1 = 37\ \Omega$
- نغير التردد N للمولد وفي كل مرة نقيس الشدة الفعالة I للتيار
- نضبط المقاومة الكلية R للدارة على لقيمة $R_2 = 107\ \Omega$ وذلك بتغيير المقاومة r' للموصل الأومي ونعيد نفس التجربة السابقة
- ندون النتائج في الجدول اسفله

$N(kHz)$	1,5	2,0	2,5	2,75	3	5,25	3,5	5,75	4	4,5	5	5,5	6	6,5
$R_1, I(mA)$	21	36	60	80	100	105	95	80	66	48	39	33	27,5	24
$R_2, I(mA)$	19,5	27	33	35	36,5	37	36,5	35,5	34,5	31	28	25	23	21



1. مثل في نفس المعلم ، المنحيين I بدلالة N بالنسبة للمقاومتين الكليتين R_1 و R_2 للدارة
2. نطلق على المجموعة التي تفرض التردد على المجموعة الأخرى بالمثير ولمجموعة التي تخضع للتردد بالرنان ، حدد كل من المثير والرنان
3. أحسب التردد الخاص N_0 للدارة RLC (التردد الخاص للرنان) .
4. ماذا تلاحظ بالنسبة للتيار الفعال I المار في الدارة بدلالة التردد N
5. متى يكون التيار الفعال قصويا ؟ قارن هذا التردد مع تردد الخاص للرنان
6. تسمى هذه الظاهرة بظاهرة الرنين الكهربائي ، ما تاثير المقاومة R على ظاهرة الرنين
7. حدد بالنسبة لكل منحنى التردد N_0 والشدة الفعالة I_0 عند الرنين ، هل يتعلق التردد N_0 بالمقاومة
8. أحسب Z ممانعة الدارة عند الرنين ، ثم قارنها مع المقاومة الكلية في كل حالة . كيف تتصرف الدارة عند الرنين
9. المنطقة الممررة ذات 3 dB : - 3 décibel : - لدارة RLC متوالية هي مجال الترددات $[N_1, N_2]$ للمولد حيث تحقق الشدة الفعالة I للتيار العلاقة $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.
   أ. عين كل من N_1 و N_2 بالنسبة للمنحى الموافق ل R_1
   ب. أحسب العرض $\Delta N = N_2 - N_1$ للمنطقة الممررة ثم قارنه مع القيمة النظرية $\Delta N = \frac{R_1}{2\pi L}$. ماذا تستنتج ؟
   ج. ما تاثير المقاومة الكلية للدارة على عرض المنطقة الممرة ؟
10. نعرف معامل الجودة Q لثنائي القطب RLC بالعلاقة التالية : $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$ حيث N_0 التردد عند الرنين و ΔN عرض المنطقة الممررة ، أوجد Q بدلالة النبض الخاص W ما تاثير عرض المنطقة الممررة على معامل الجودة Q
11. إستنتج تأثير R على معامل الجودة Q
12. نضبط تردد المثير على القيمة N_0 (تردد الرنين) ،هل التوترين u(t) و $u_R(t)$ على توافق في الطور ؟ علل جوابك