



SERIE D'EXERCICES SUR OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES EN REGIME SINUSOIDAL

EXERCICE 1

Les circuits RLC constituent la base des systèmes électroniques et de télécommunication. Selon le circuit on peut avoir un filtre de fréquences.

En séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves du lycée Djignabo de Ziguinchor, sous la supervision de leur professeur de PC, se propose de déterminer les valeurs de l'inductance (L) et celle de la résistance (R) d'un résistor. Il dispose d'un dipôle (D) comprenant, en série, une bobine de résistance nulle et d'inductance inconnue L, un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$ et un résistor de résistance R variable. Le dipôle (D) est alimenté par une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U maintenue constante lors de toutes les expériences. Le groupe d'élèves réalise deux expériences.

1- Expérience 1

Il fixe une valeur R_1 de la résistance et fait varier la fréquence du générateur.

Pour une valeur $N_0 = 100 \text{ Hz}$ de la fréquence, il observe que l'intensité efficace du courant atteint une valeur maximale $I_0 = 0,6 \text{ A}$.

1.1- Préciser l'état de fonctionnement du circuit.

1.2- Etablir la relation liant N_0 , L et C. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine. On prendra $\pi^2 = 10$.

1.3- Etablir la relation entre U, R_1 et I_0 .

2- Expérience 2

Il fixe maintenant la fréquence du générateur à la valeur $N_1 = 80 \text{ Hz}$ et la résistance du résistor est maintenue à la valeur R_1 . On branche aux bornes du dipôle (D) un oscilloscope bicourbe pour visualiser : Sur la voie Y_1 : la tension $u(t)$ aux bornes du générateur ;

Sur la voie Y_2 : la tension $u_{R1}(t)$ aux bornes du résistor.

Les deux voies sont réglées avec les mêmes sensibilités verticale et horizontale. Les oscillogrammes sont représentés à la figure 2

2.1- Faire le schéma du montage électrique qui permet de visualiser les courbes (1) et (2) de la **Figure 2** en précisant les branchements des voies Y_1 et Y_2 et la masse de l'oscilloscope.

2.2- Identifier la courbe correspondant à la tension $u_{R1}(t)$ et justifier la réponse.

2.3- Déterminer graphiquement le déphasage entre la tension et l'intensité du courant $\varphi_{u/i} = \varphi_u - \varphi_i$. Quel est le mode de fonctionnement, capacitif ou inductif, du circuit ?

2.4- Montrer que la résistance R_1 peut se mettre sous la forme $R_1 = \frac{1}{2\pi C N_1} - 2\pi L N_1$. Calculer R_1

2.5- Calculer la valeur de U en utilisant la relation établie à la question **1.3**.

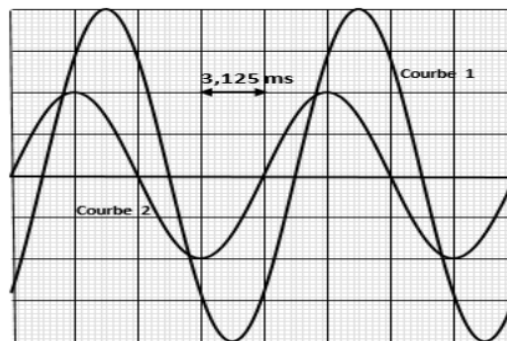


Figure 2

EXERCICE 2

Une bobine s'oppose aux variations de l'intensité du courant. Un condensateur filtre les fréquences de signaux pour la qualité de leur transmission dans un système électrique. Ils sont généralement associés à une résistance pour former un circuit RLC qui peut produire, entre autres, un phénomène de résonance qu'on retrouve dans le fonctionnement des radios et télévisions.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un technicien associe en

série un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale de

fréquence N, de valeur maximale U_m et d'expression $u(t) = U_m \cos(2\pi Nt)$, un résistor de résistance $R = 16 \Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un condensateur de capacité C et un ampèremètre (**figure 3**).

Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser les tensions $u(t)$ aux bornes du générateur et $u_L(t)$ aux bornes de la bobine lorsque le circuit est fermé (**figure 4**). On donne $u_L(t) = U_{Lm} \cos(2\pi Nt + \varphi_{u_L/u})$ où U_{Lm} est la tension maximale aux bornes de la bobine et $\varphi_{u_L/u}$ le déphasage de la tension aux bornes de la bobine u_L par rapport à celle du générateur u

1- Reproduire la **figure 3** sur la copie et préciser les branchements de l'oscilloscope permettant de visualiser u et u_L .

2- On considère les oscillogrammes représentés à la figure 4.

On donne la base de temps : 2,5 ms/div et sensibilité verticale : 2V/div

2.1- identifier $u_L(t)$ sachant que la tension $u_L(t)$ est en avance de phase sur $u(t)$.

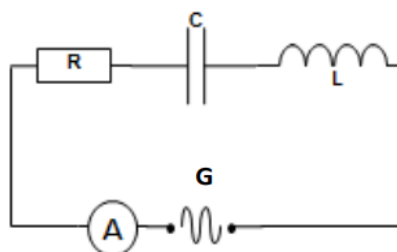


Figure 3

2.2- Déterminer :

- les tensions maximales U_m aux bornes du générateur et U_{Lm} aux bornes de la bobine ;
- la fréquence N de la tension $u(t)$ délivrée par le générateur ;
- la phase ($\varphi_{u_L/u}$) de la tension $u_L(t)$ par rapport à la tension $u(t)$.

3- l'expression de la tension aux bornes générateur est $u(t) = U_m \cos(2\pi Nt)$ et celle aux bornes de la bobine est : $u_L(t) = U_{Lm} \cos(2\pi Nt + \varphi_{u_L/u})$

3.1- Écrire les équations horaires numériques des tensions $u(t)$ et $u_L(t)$.

3.2- Déterminer la phase ($\varphi_{i/u}$) de l'intensité $i(t)$ du courant par rapport à la tension $u(t)$ aux bornes du générateur sachant que $\varphi_{i/u} = \varphi_{i/u_L} + \varphi_{u_L/u}$.

3.3- Justifier que le circuit est à la résonance d'intensité.

4- Déterminer :

- ✓ la valeur de l'intensité du courant mesurée par l'ampèremètre ;
- ✓ la valeur de l'inductance L ;
- ✓ la capacité C ;
- ✓ la largeur de la bande passante en fréquence ΔN .

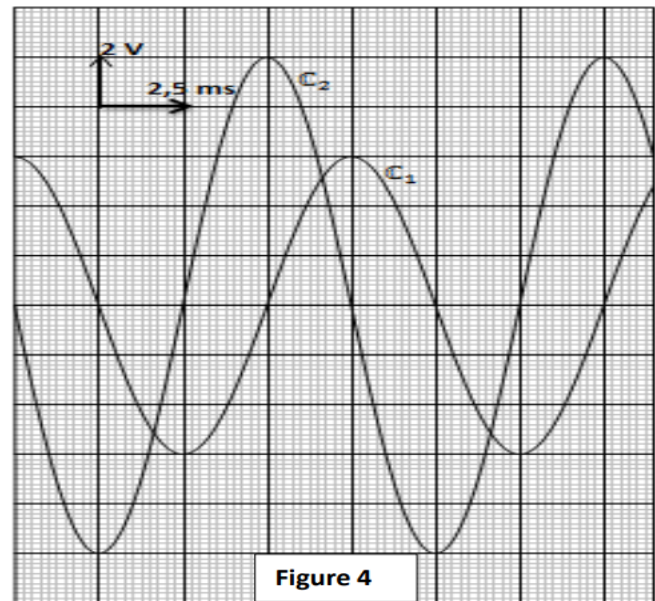


Figure 4

EXERCICE 3

Sous le contrôle de leur professeur, un groupe d'élèves se propose de déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine et d'un condensateur démontés d'un poste récepteur radio.

Ces élèves associent, en série la bobine (L, r), le condensateur de capacité C , un conducteur ohmique de résistance $R = 80 \Omega$ et un ampèremètre de résistance négligeable.

Aux bornes de cette association, ils branchent un générateur de basse fréquence (G B F) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace $U = 3 \text{ V}$ et de fréquence N variable.

1- Représenter, par un schéma clair et annoté, le circuit électrique réalisé par ces élèves. (0,5 point)

2- Ces élèves font varier la fréquence N de la tension et notent la valeur de l'intensité efficace I du courant traversant le circuit. Ils obtiennent le tableau suivant :

N(Hz)	800	820	840	850	860	863	870	880	890	900	920	940	1000
I(mA)	7,1	10,1	16,8	23,1	29,4	30,0	27,5	20,7	15,4	12,1	8,3	6,3	3,7

2.1- Tracer la courbe représentant les variations de l'intensité efficace en fonction de la fréquence : $I = f(N)$. Echelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ Hz}$; $1 \text{ cm} \rightarrow 2,0 \text{ mA}$.

2.2- Déterminer, graphiquement, la valeur N_0 de la fréquence de la tension pour laquelle l'intensité efficace du courant atteint sa valeur maximale I_0 que l'on précisera.

2.3- Déduire, de l'expression de l'intensité efficace maximale I_0 , la valeur de la résistance r de la bobine.

3- La bande passante du circuit est délimitée par les fréquences, notées N_1 et N_2 , de la tension délivrée par le GBF et correspondant aux intensités efficaces I_1 et I_2 du courant telles que $I_1 = I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

3.1- Déterminer, graphiquement, la largeur de la bande passante de ce circuit.

3.2- En déduire l'inductance L de la bobine.

3.3- Calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

4- Pour vérifier que le mode de fonctionnement du circuit correspond à l'intensité efficace maximale du courant, les élèves branchent aux bornes du conducteur ohmique d'une part, aux bornes du GBF d'autre part, un oscilloscope bicourbe. Ils observent effectivement, sur l'écran de l'oscilloscope, deux courbes disposées comme prévues.

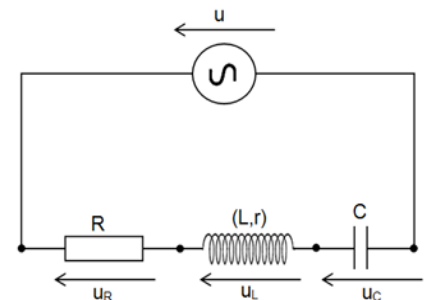
4.1- Représenter le schéma du circuit en indiquant les branchements de l'oscilloscope.

4.2- Représenter, qualitativement, les courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope.

EXERCICE 4

Soit un dipôle R, L, C série formé d'un résistor de résistance R , d'une bobine d'inductance L et de résistance $r = 17,65 \Omega$ et d'un condensateur de capacité C . Il est relié aux bornes d'un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de valeur efficace constante $U = 1 \text{ V}$. La fréquence f de cette tension est réglable. Le dipôle est parcouru par un courant d'intensité efficace I . (Voir figure ci-contre)

1- Etablir l'équation différentielle qui fournit la valeur instantanée $u(t)$ aux bornes du dipôle en fonction de R, r, L, C et de la fréquence. En déduire l'expression de



l'intensité efficace I en fonction de f .

2- L'expérience donne le tableau de mesure de l'intensité efficace en fonction de la fréquence, soit :

$i(\text{mA})$	1	1,8	4,3	7,2	8,5	7,2	4,7	3,2	2,4	1,5	1	0,7
$f(\text{Hz})$	160	180	200	210	215	220	230	240	250	270	300	350

Tracer la courbe $I = g(f)$. Echelles : 2 cm $\leftrightarrow$ 1mA ; 1 cm $\leftrightarrow$ 20 Hz

3- Indiquer la fréquence de résonance f_0 et l'intensité I_0 correspondante. En déduire R .

4- A la résonance d'intensité la tension efficace U_c aux bornes du condensateur est donnée par $U_c = Q.U$ où Q est le facteur de qualité du circuit et U la tension efficace aux bornes du circuit. En déduire les deux expressions de Q , l'une en fonction de L , l'autre en fonction de C . Pourquoi l'appelle-t-on facteur de surtension ?

Déduire de la courbe les valeurs f_1 et f_2 des fréquences qui limitent la bande passante usuelle.

5- En admettant que $|f_2 - f_1| = \frac{f_0}{Q}$. Calculer L et C pour ce circuit.

EXERCICE 5

Un groupe d'élèves se propose de déterminer expérimentalement certaines caractéristiques d'un dipôle (R, L, C) , puis d'en déduire la puissance moyenne consommée ainsi que le facteur de qualité.

Pour cela il monte en série un résistor de résistance $R_0 = 10 \Omega$, une bobine d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$ et de résistance r , et un condensateur de capacité C . Ensuite il applique aux bornes du dipôle une tension alternative $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable.

4.1 Le groupe visualise simultanément, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les deux tensions $u_{R_0}(t)$ et $u(t)$ respectivement aux bornes du résistor R_0 et aux bornes du dipôle (R, L, C) (figure 1). Il obtient la figure 2 ci-dessous où sont reproduits les oscillogrammes visualisés.

Les sensibilités verticale et horizontale sont indiquées sur la figure 2 et

valent respectivement 2 V / division et $\frac{5}{6}$ ms / division

4.1.1 Montrer que la courbe (a) représente l'évolution de la tension aux bornes du dipôle (R, L, C) .

4.1.2 Reproduire le schéma du montage en indiquant les branchements à effectuer pour visualiser les tensions à l'oscilloscope bicourbe.

4.2 A partir des oscillogrammes déterminer :

4.2.1 la fréquence N de la tension $u(t)$ appliquée aux bornes du dipôle (R, L, C) série.

4.2.2 la valeur maximale I_m de l'intensité du courant débitée dans le circuit puis en déduire l'impédance Z du dipôle (R, L, C) .

4.2.3 le déphasage de l'intensité du courant $i(t)$ par rapport à la tension $u(t)$ et en déduire l'expression de $i(t)$.

Le circuit est-il inductif ou capacitif ? Justifier,

4.3 A partir des résultats précédents, déterminer :

4.3.1 La résistance r de la bobine,

4.3.2 La capacité C du condensateur,

4.3.3 La puissance moyenne consommée par le dipôle (R, L, C) .

4.4 Le groupe d'élèves règle maintenant la fréquence du générateur à la valeur N_0 , fréquence propre du dipôle (R, L, C) , déterminer :

4.4.1 la fréquence N_0 .

4.4.2 l'intensité maximale du courant.

4.4.3 le facteur de qualité Q . Conclure

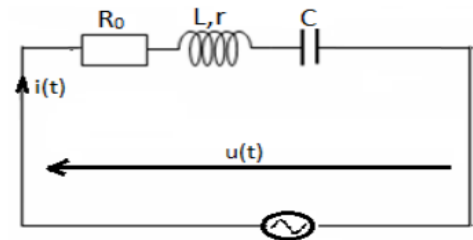


Figure 1

