



Oscillations électriques forcées – Etude d'un dipôle RLC série en régime sinusoïdal

Exercice n°1 :

Un circuit électrique est alimenté par un générateur de courant alternatif qui maintient à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cos(2\pi f t)$ de valeur efficace $U = 12 \text{ V}$ et dont la fréquence est $f = 100 \text{ Hz}$.

Ce circuit comprend une bobine longue de résistance $r = 4,3 \Omega$ et d'inductance L à déterminer, un conducteur ohmique de résistance $R = 8,5 \Omega$, ainsi qu'un condensateur de capacité variable C .

Tous ces dipôles sont montés en série avec un ampèremètre.

On fait varier la capacité C du condensateur et on mesure à chaque fois la valeur de l'intensité efficace I à l'aide de l'ampèremètre. Les valeurs obtenues sont consignées dans le tableau ci-dessous :

C(μF)	2	4	5,1	6	8	10	12	14	15	18	20
I(mA)	25	142	925	237	104	77	66	60	58	53	51

4.1. Faire un schéma du circuit électrique en y indiquant le branchement de l'oscilloscope permettant de visualiser la tension instantanée $u(t)$ aux bornes du générateur sur la voie Y1 et la tension instantanée $U_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie Y2. (0,5 pt)

4.2. Donner l'expression de l'impédance Z du circuit en fonction de f , R , r , L et C (0,25 pt)

4.3. Tracer la courbe représentant les variations de l'intensité efficace I du courant en fonction de la capacité C : $I = f(C)$.

Echelles : 1 cm pour 2 μF et 1 cm pour 100 mA. (0,5 pt)

4.4. On fait varier la capacité du condensateur jusqu'à une valeur $C = C_0$ correspondant au maximum de la courbe.

4.4.1 Quel est le phénomène physique mis en évidence ? (0,25 pt)

4.4.2. Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine. (0,5 pt)

4.4.3. Déterminer la valeur de la tension efficace aux bornes du résistor. (0,5 pt)

4.4.4. Donner les expressions numériques de $u(t)$ et $u_R(t)$. (0,5 pt)

4.5. L'expression de l'intensité du champ magnétique à l'intérieur d'une bobine longue parcourue par un courant d'intensité i est :

$$B = \frac{\mu_0 N i}{\ell} \quad \text{avec } N : \text{nombre de spires de la bobine ; } \ell : \text{longueur de la bobine}$$

4.5.1. Donner l'expression du flux propre φ_P de la bobine en fonction de i , N , ℓ , μ_0 et r . En déduire l'expression de l'inductance L en fonction de N , ℓ , μ_0 , r rayon de la bobine. (0,5 pt)

4.5.2. Calculer le nombre de spires N de la bobine. (0,25 pt)

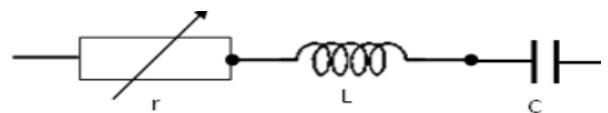
4.5.4. Pour $N = 3979$ spires et $i = 250 \text{ mA}$, calculer la valeur de l'intensité du champ magnétique \vec{B} dans la région centrale de la bobine. Faire un schéma vue de dessus, y représenter \vec{B} et indiquer les faces nord et sud de la bobine. (1 pt)

On négligera le champ magnétique terrestre.

Données : $\ell = 20 \text{ cm}$; $r = 4,0 \text{ cm}$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ SI}$

Exercice n°2 :

4.1 On applique une tension sinusoïdale de valeur efficace constante U et de pulsation ω aux bornes d'un circuit comprenant en série un résistor de résistance variable r , une bobine d'inductance L , de résistance négligeable et un condensateur de capacité C . Pour cette partie on prendra: $U = 0,2 \text{ V}$; $L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ H}$; $\omega = 30,15 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$.



Document 3

4.1.1. Exprimer le déphasage φ de la tension instantanée u par rapport à l'intensité instantanée i en fonction de C , L , ω et r . On posera : $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$ et $i(t) = I_m \cos \omega t$. (0,5 pt)

4.1.2. En déduire les deux valeurs de C qui produisent un déphasage tel que $|\varphi| = \frac{\pi}{4}$ rad entre la tension et l'intensité pour $r = 6 \Omega$. (0,5 pt)

4.1.3. Pour chacune des valeurs de la capacité C , calculer l'intensité efficace correspondante. (0,5 pt)



4.2. On s'intéresse maintenant aux variations de la puissance P consommée dans la portion du circuit (r L C) en fonction de la résistance r pour une capacité $C = 5.10^{-7}F$.

4.2.1. Montrer que la puissance consommée dans cette portion de circuit peut être donnée par la relation : $P = \frac{a r}{r^2 + b}$ avec a et b des constantes à déterminer ; on prendra les valeurs de U , L et ω indiquées en 4.1 **(01 pt)**

4.2.2. En déduire la valeur optimale de r pour une puissance maximale consommée. **(0,5 pt)**

4.2.3. En faisant varier la résistance r du résistor, les mesures ont permis d'obtenir le tableau ci-dessous :

$r(\Omega)$	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
$P(10^{-3}W)$	0,00	1,07	1,98	3,06	3,32	3,18	2,93	2,66	2,4	2,19

4.2.3.1. Représenter graphiquement P en fonction de r .

Echelle : 1cm pour 2Ω et 1cm pour $0,50.10^{-3}W$

(0,5 pt)

4.2.3.2. Par exploitation du graphe, trouver la valeur de r notée r_0 pour laquelle la puissance consommée est maximale.

Comparer ce résultat à celui de la question 4.2.2.

(0,5 pt)

4.2.4. Montrer que la puissance maximale consommée peut se mettre sous la forme

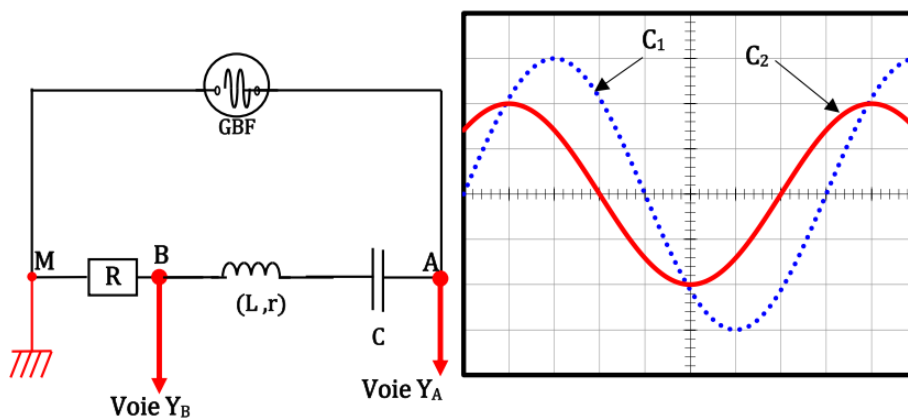
$P_m = \frac{U^2 \cos^2 \varphi}{r_0}$ pour des valeurs quelconques mais constantes de U , L , C , ω (sauf pour celle qui annule la quantité $L\omega - \frac{1}{C\omega}$). En déduire la valeur du déphasage φ entre la tension u et l'intensité i . Conclure. **(0,5 pt)**

4.2.5. A quel cas important correspond l'exception précédente ? Dire qualitativement comment varie la puissance P en fonction de r dans ce cas. **(0,5 pt)**

Exercice n°3 :

En électricité, un circuit RLC est un circuit linéaire contenant un résistor, une bobine inductive et un condensateur. Il existe deux types de circuits RLC, série ou parallèle selon l'interconnexion des trois types de composants. Le comportement d'un circuit RLC est généralement décrit par une équation différentielle.

On étudie un dipôle (RLC) constitué de l'association en série d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et de résistance r et un résistor de résistance $R = 300 \Omega$. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude constante et de fréquence N réglable. Un oscilloscope bicourbe est connecté au circuit comme l'indique la figure 3.



Base de temps : 2 ms/div
 Sensibilité verticale (C_1) : 2 V/div
 Sensibilité verticale (C_2) : 5 V/div

Figure 3

Figure 4

4.1- La fréquence du GBF étant fixée à une valeur N_1 , on obtient les oscillogrammes (C_1) et (C_2) de la figure 4.

4.1.1- Préciser la tension visualisée sur chaque voie. Déterminer la fréquence N_1 des tensions visualisées **(0,75pt)**

4.1.2- Pour chaque voie, attribuer l'oscillogramme correspondant. Quelle est la courbe qui permet de suivre l'évolution de l'intensité du courant traversant le circuit. **(0,75pt)**

4.1.3- Déterminer l'amplitude I_m de l'intensité du courant traversant le circuit. En déduire l'impédance Z du circuit. **(0,5pt)**

4.1.4- Trouver le déphasage $\Delta\phi = \phi_i - \phi_u$ de $i(t)$ par rapport à $u(t)$. En déduire le caractère inductif ou capacitif du circuit. Ecrire l'expression $i(t)$ de l'intensité du courant. **(0,75pt)**

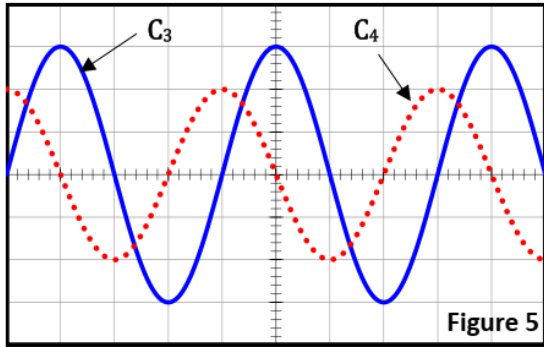
4.1.5- Calculer le facteur de puissance puis trouver la valeur de la résistance r de la bobine. **(0,5pt)**

4.2- Pour étudier le comportement du dipôle (R , L , C) pour une autre fréquence N_2 du GBF, on modifie les branchements



de l'oscilloscope dans le circuit précédent et on visualise la tension $u(t)$ aux bornes du GBF sur la voie Y_A et la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y_B . Les oscillogrammes (C_3) et (C_4) de la figure 5 sont visualisés sur l'écran de l'oscilloscope.

- 4.2.1- Reprendre le schéma du circuit (figure 3) et y faire figurer les branchements convenables de l'oscilloscope. (0,5pt)
- 4.2.2- Déterminer le déphasage $\Delta\phi' = \phi_{u_C} - \phi_u$ de $u_C(t)$ par rapport à $u(t)$ puis montrer que le circuit est à la résonance d'intensité. (0,5pt)
- 4.2.3- Déterminer la valeur de l'intensité qu'indiquerait un ampèremètre branché en série dans le circuit puis calculer la capacité C du condensateur et l'inductance L de la bobine. (0,75pt)



Base de temps : 1 ms/division
 Sensibilité verticale (C_3) : 5 V/div
 Sensibilité verticale (C_4) : 5 V/div

Exercice n°4 :

En travaux pratiques, des élèves se proposent de déterminer l'inductance L et la résistance r d'une bobine. Pour cela, ils disposent du matériel suivant : la bobine en question, un générateur de tension sinusoïdale G dont on peut faire varier la fréquence f ; un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$; un condensateur de capacité $C = 8 \mu F$; un oscilloscope bicourbe et des fils de connexion de résistance négligeable.

Chaque groupe d'élèves réalise un circuit série RLC (figure 4) et visualise, sur la voie A de l'oscilloscope, la tension instantanée $u(t)$ aux bornes de l'ensemble RLC et sur la voie B, la tension instantanée $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

- 5.1 Reproduire la figure 4 sur la feuille de copie et faire figurer les branchements de l'oscilloscope. (0,5 pt)
- 5.2 En début de manipulation, un élève observe sur une voie la courbe représentée sur la figure 5a. Il modifie alors un réglage de l'oscilloscope et obtient la courbe représentée sur la figure 5b. Préciser entre les réglages, base de temps (ou balayage horizontal) et sensibilité verticale de l'oscilloscope, lequel a été effectué par l'élève et dans quel sens (augmentation ou diminution) ? (0,5 pt)
- 5.3 Visualisant les tensions sur les 2 voies on obtient, sur l'écran de l'oscilloscope, les courbes de la figure 5d avec les réglages suivants : base de temps 1ms/division ; sensibilité verticale pour les 2 voies 0,2 V / division.
 - 5.3.1 Identifier les tensions représentées par les courbes ① et ② Justifier. (0,5 pt)
 - 5.3.2 Expliquer pourquoi en visualisant la tension $u_R(t)$ sur la voie B, par la même occasion, on visualise l'intensité $i(t)$ dans le circuit. (0,5 pt)
- 5.4 A partir de la figure 5d, déterminer :
 - 5.4.1 la fréquence des oscillations ; (0,5 pt)
 - 5.4.2 la valeur maximale de $u(t)$ et la valeur maximale de $i(t)$. En déduire la valeur de l'impédance Z du circuit ; (0,75 pt)
 - 5.4.3 la différence de phase ϕ de $u(t)$ par rapport à $i(t)$. On précisera si $u(t)$ est en avance ou en retard sur $i(t)$. En déduire la résistance r et l'inductance L de la bobine. (01,25 pt)

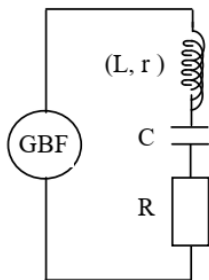


Figure 4

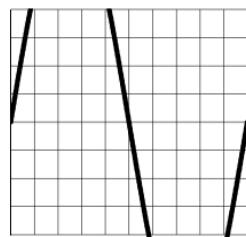


Figure 5a

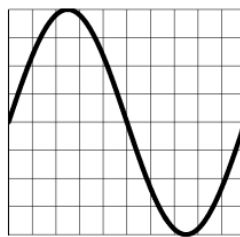


Figure 5b

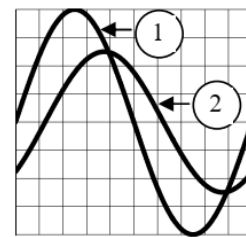


Figure 5d



Exercice n°5 :

Il n'est pas demandé de faire des applications numériques pour cet exercice.

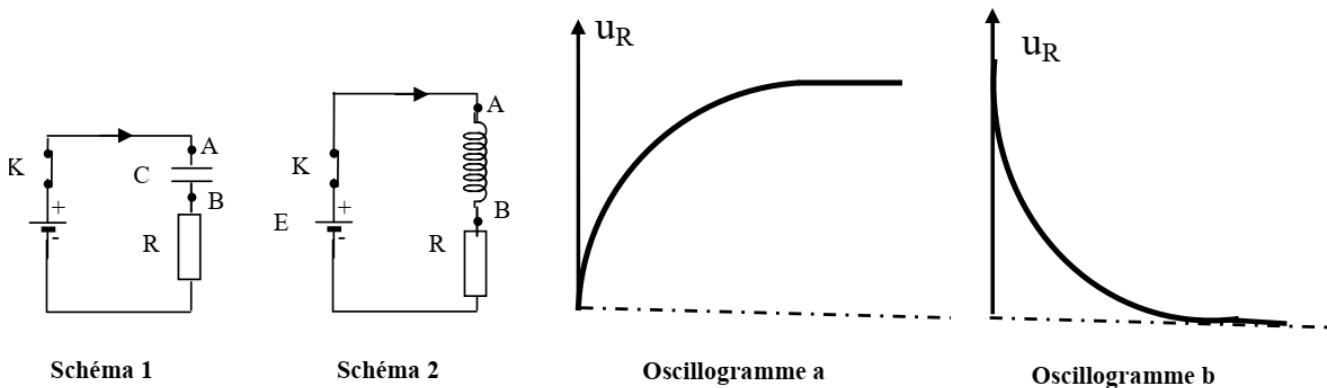
5.1 Etude des dipôles RC, RL et RLC série.

On réalise successivement les circuits électriques correspondant aux schémas 1 et 2.

Dans le circuit correspondant au schéma 1 sont associés, en série, un condensateur de capacité C initialement déchargé, un conducteur ohmique de résistance R et un générateur de f.e.m constante E et de résistance négligeable.

Dans le circuit correspondant au schéma 2 sont associés, en série, une bobine d'inductance L , de résistance négligeable, un conducteur ohmique et un générateur identiques à ceux qui sont utilisés dans le premier circuit. Le sens positif de l'intensité du courant i est indiqué sur les schémas.

5.1.1 On ferme l'interrupteur K de chacun des circuits et on visualise, à l'aide d'un oscillographe à mémoire, l'évolution de la tension u_R aux bornes de chaque conducteur ohmique au cours du temps. On observe les oscillogrammes a et b. Le trait pointillé correspond à la trace du spot en l'absence de tension sur les deux voies.



5.1.1.1 Montrer que ces oscillogrammes visualisent les variations de l'intensité du courant électrique dans ces circuits. **(0,5 point)**

5.1.1.2 Affecter à chaque schéma l'oscillogramme correspondant. Justifier les réponses. **(0,5 point)**

5.1.2 On considère le schéma 1. Lorsque le condensateur est chargé, le générateur est déconnecté du circuit et remplacé par une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et aussitôt l'interrupteur est fermé à une date prise comme origine des temps $t = 0$.

5.1.2.1 Exprimer l'énergie W_0 initialement emmagasinée par le condensateur. **(0,25 point)**

5.1.2.2 Préciser les échanges d'énergie qui ont lieu dans ce nouveau circuit et justifier que pour t suffisamment grand, l'intensité du courant $i(t) \rightarrow 0$.

On considérera que la valeur de R est telle que le régime est pseudo périodique **(0,75 point)**

5.2 Etude du dipôle RLC série en régime sinusoïdal forcé.

On associe maintenant, en série, un générateur de basse fréquence (GBF), le conducteur ohmique de résistance R , la bobine d'inductance L , de résistance négligeable et le condensateur de capacité C . Le générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace U constante et de fréquence réglable.

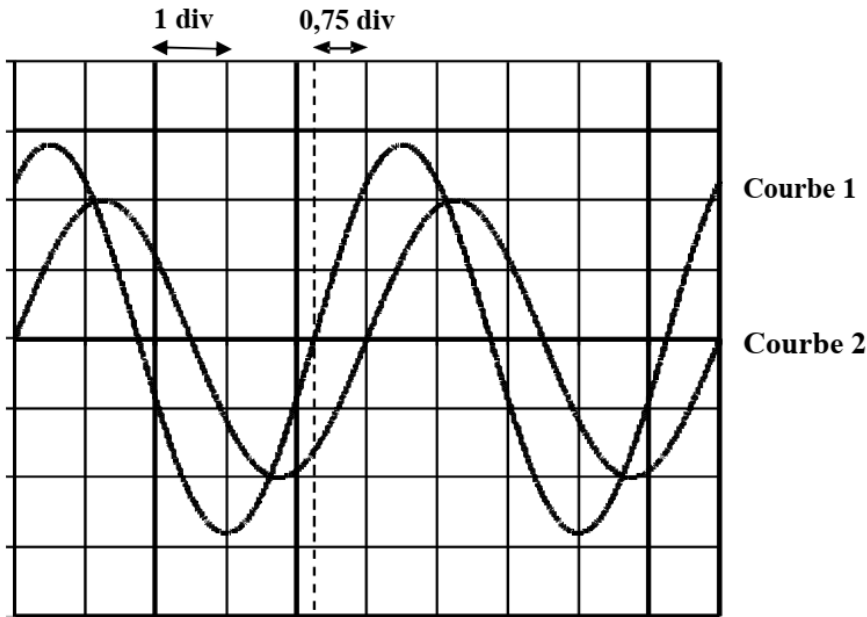
On fixe la fréquence à une valeur N et on visualise sur l'écran d'un oscilloscope les tensions $u_1(t)$ aux bornes du conducteur ohmique à la voie Y_1 et $u_2(t)$ aux bornes du générateur à la voie Y_2 .

Les oscillogrammes de la figure 3 sont obtenus. Les réglages de l'oscilloscope (temps de balayage horizontal et sensibilités verticales des voies) ne sont pas donnés. On sait cependant que les deux voies ont la même sensibilité.

5.2.1 Schématiser le circuit et indiquer les connexions à l'oscilloscope. **(0,5 point).**

5.2.2 Affecter chaque courbe de la figure 3 à la voie correspondante. Justifier **(0,5 point).**

5.2.3 Déterminer, en utilisant les oscillogrammes, le déphasage φ de la tension $u_2(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$. En déduire l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$ si $u_2(t) = U\sqrt{2} \cos(2\pi N t)$. **(0,5 point)**



Exercice n°6 :

On souhaite déterminer au laboratoire les caractéristiques d'une bobine et la puissance moyenne qu'elle consomme par deux méthodes.

Matériel disponible :

- Un ampèremètre ;
- Un oscilloscope bi-courbe ;
- Un voltmètre ;
- Un résistor de résistance $R = 45 \Omega$;
- Une source de tension délivrant une tension de la forme $u(t) = U_m \cdot \cos(\omega t + \varphi)$.

4.1 On réalise le montage de la figure (1) et on obtient l'oscillogramme de la figure (2) représentant les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$. La sensibilité choisie pour visualiser $u_1(t)$ est 5 V / division , celle choisie pour visualiser $u_2(t)$ est 2 V / division . La base de temps est 2 ms / division .

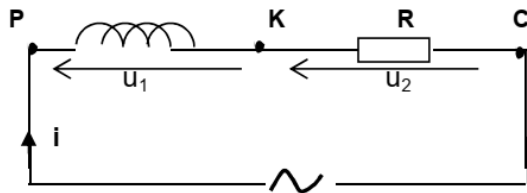


Figure 1

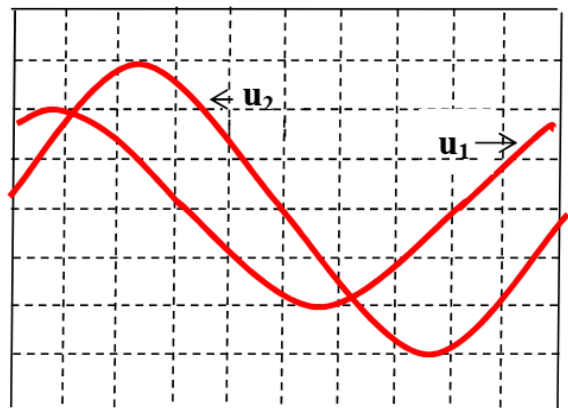


Figure 2

4.1.1 Recopier puis compléter la figure (1) en indiquant les branchements avec l'oscilloscope. **(0,25 point)**

4.1.2 Déterminer :

- a) la fréquence N du courant ;
- b) l'intensité efficace I du courant ;
- c) l'impédance Z de la bobine.

(01,5 point)

4.1.3 En choisissant une origine des dates telle que $i = I_m \cos(\omega t)$, quelle est la phase de la tension u_1 par rapport à l'intensité ? **(0,5 point)**

4.1.4 Calculer le facteur de puissance de la bobine, sa résistance r , son inductance L et la puissance moyenne P qu'elle consomme. **(02 points)**

4.2 On effectue maintenant des mesures de tensions à l'aide du voltmètre, la fréquence du courant étant de 50 Hz . On obtient les tensions efficaces : $U_1 = U_{PK} = 7,5 \text{ V}$; $U_2 = U_{KC} = 4,5 \text{ V}$; $U = U_{PC} = 10,3 \text{ V}$.



4.2.1 Réaliser soigneusement sur papier millimétré la construction de Fresnel à partir des tensions efficaces. Echelle : 1 cm pour 1 volt. **(01 point)**

4.2.2 Déterminer graphiquement le facteur de puissance de la bobine, sa résistance r , son inductance L et la puissance moyenne P qu'elle consomme.

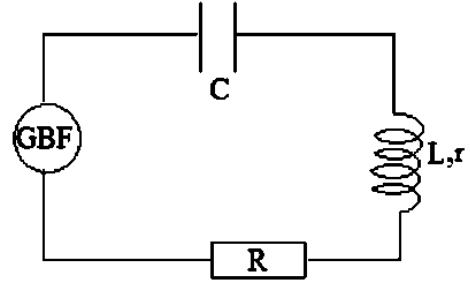
Les résultats obtenus au 4.1.4 et au 4.2.2 sont-ils compatibles ? **(01,25 point)**

Exercice n°7 :

Pour déterminer la valeur d'une inductance L et la capacité C d'un condensateur on procède souvent par la mesure d'une impédance. Ici, un professeur, après avoir étudié les dipôles RLC en régime forcé, propose à ses élèves d'utiliser la mesure de la bande passante et du facteur de qualité pour déterminer L et C .

Au laboratoire, on dispose d'une bobine d'inductance L et de résistance r , d'un condensateur de capacité C et de diverses résistances. On dispose également d'un générateur de basse fréquence et d'un oscilloscope bi-courbe.

4.1 Le montage schématisé ci-contre étant réalisé, la tension $u_1(t)$ délivrée par le générateur est visualisée sur la voie Y_1 et la tension $u_2(t)$ aux bornes de R sur la voie Y_2 . La



tension délivrée par le générateur est sinusoïdale de fréquence f . La résistance de la bobine est $r = 90 \Omega$ et $R = 100 \Omega$

4.1.1 Reproduire le schéma et y indiquer les branchements vers les voies Y_1 , Y_2 et la masse de l'oscilloscope. **(0,5 point)**

4.1.2 La valeur efficace de la tension u_1 étant fixée à $U_1 = 4,0 \text{ V}$, on fait varier la fréquence. On constate alors que pour une valeur de la fréquence égale à 1520 Hz , l'amplitude de la tension $u_2(t)$ passe par un maximum $U_2 = 2,1 \text{ V}$.

Quel est le nom du phénomène observé ? Préciser la valeur de la fréquence propre f_0 du circuit. **(0,5 point)**

4.1.3 A partir de la valeur de f_0 , donner la valeur du produit LC en unité internationale. **(0,5 point)**

4.1.4 On fait de nouveau varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur, de façon à déterminer la bande passante du circuit. Pour cela, on maintient $U_1 = 4,0 \text{ V}$ et on trouve pour les deux fréquences f_1 et f_2 situées aux extrémités de la bande passante les valeurs suivantes :

$f_1 = 1250 \text{ Hz}$ et $f_2 = 1850 \text{ Hz}$. En déduire la valeur du coefficient de qualité Q du circuit étudié. **(0,5 point)**

4.1.5 A partir de la valeur du coefficient de qualité, donner la valeur du rapport $\frac{L}{C}$. **(0,5 point)**

4.1.6 Déduire des relations obtenues en 4.1.3 et 4.1.5 les valeurs de L et de C . **(01 point)**

4.2 On remplace la résistance R de 100Ω par une autre R' de 200Ω sans modifier les autres composants du circuit.

4.2.1 Indiquer, en justifier succinctement chaque réponse, si les grandeurs suivantes sont modifiées ou restent inchangées.

- Le facteur de qualité Q ,
- La fréquence correspondant au maximum de U_2
- Les fréquences f_1 et f_2 situées aux extrémités de la bande passante. **(0,75 point)**

4.2.2 On reprend la résistance R de 100Ω . On modifie les connexions à l'oscilloscope de façon à observer sur l'écran la tension $u_2(t)$ aux bornes du condensateur et celle $u_1(t)$ délivrée par le générateur.

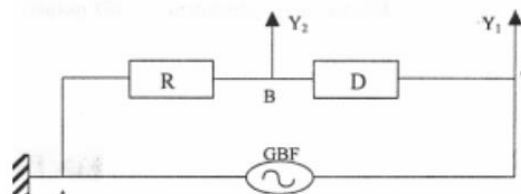
a) Faire un schéma et indiquer les branchements à effectuer sur l'oscilloscope. **(0,25 point)**

b) On règle la fréquence sur la valeur 1520 Hz et l'amplitude de u_1 à la valeur $U_1 = 4,0 \text{ V}$. On mesure, dans ces conditions, l'amplitude U_2 de u_2 . La valeur trouvée est-elle voisine de : $U_2 = 1,6 \text{ V}$ ou $U_2 = 2,1 \text{ V}$ ou $U_2 = 4,0 \text{ V}$ ou $U_2 = 10 \text{ V}$? Choisir la bonne valeur, justifier brièvement la réponse et donner le nom du phénomène observé. **(0,5 point)**

Exercice n°8 :

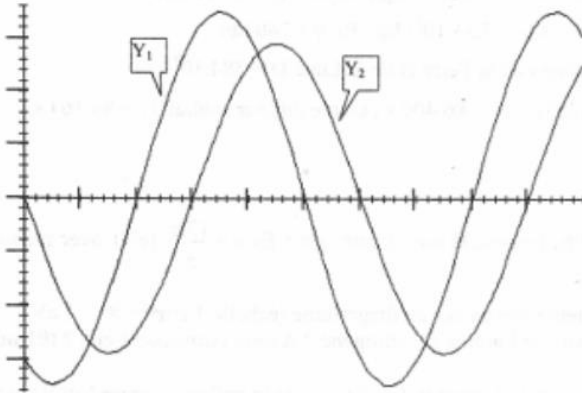
On considère un dipôle D pouvant être un conducteur ohmique, une bobine de résistance r et d'inductance L ou un condensateur.

Pour déterminer sa nature, on réalise le montage ci-contre.





- le générateur B.F délivre une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ de fréquence N .
- La résistance du conducteur ohmique est $R = 205 \Omega$.
- L'oscilloscope bicourbe, branché comme indiqué sur le schéma, possède les réglages suivants :



- balayage horizontal : 3 ms.cm^{-1}
- sensibilité verticale de la voie Y_1 : 20 V.cm^{-1}
- sensibilité verticale de la voie Y_2 : 10 V.cm^{-1}

5.1 - On observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes ci-dessus.

5.1.1 - Montrer que le dipôle D est une bobine résistive, Déterminer ses caractéristiques r et L .
(0,75 point)

5.1.2 - Établir les expressions de l'intensité instantanée $i(t)$ du courant et de la tension instantanée $u(t)$ délivrée par le générateur.
(02 points)

5.2 - La bobine précédente est montée en série avec un conducteur ohmique de résistance $R' = 340 \Omega$ et un condensateur de capacité C . L'ensemble est soumis à une tension sinusoïdale de valeur efficace $U' = 220 \text{ V}$ délivrée par un générateur basse fréquence réglée à la fréquence $N' = 50,5 \text{ Hz}$.

5.2.1 - Quelle doit être la valeur de la capacité C pour que le courant $i'(t)$ parcourant le circuit soit en avance de phase de $\frac{\pi}{6}$ sur la tension $u'(t)$ délivrée par le générateur ? **(01,25 point)**

5.2.2 - Établir les expressions de l'intensité instantanée $P(t)$ du courant et de la tension instantanée $u'(t)$ délivrée par le générateur. **(02 points)**

Exercice n°9 :

Un générateur impose une tension sinusoïdale u_{NM} de valeur efficace U_0 constante aux bornes d'un dipôle NM constitué d'un condensateur de capacité C , d'une self pure d'inductance L et d'un conducteur ohmique de résistance R , tous montés en série (figure 1). L'ampèremètre, de résistance négligeable, indique une intensité efficace $I_{\text{eff}} = 14 \text{ mA}$.

4.1 On visualise à l'aide d'un oscilloscope bicourbe la tension aux bornes du résistor à la voie A et la tension aux bornes du dipôle série (R,L,C) à la voie B. Recopier la figure 1 et schématiser les branchements à l'oscilloscope.
(0,5 pt)

4.2 On obtient les oscillogrammes 1 et 2 de la figure 2. Déduire des courbes observées la pulsation de la tension sinusoïdale sachant que la sensibilité horizontale est de 1 ms.div^{-1}
(01 pt)

- 4.3** Après avoir identifié l'oscillogramme correspondant à chaque tension, déterminer :
- le déphasage θ de la tension u_{NM} sur l'intensité i du courant qui parcourt le circuit
 - la valeur de la tension efficace U_0 aux bornes du générateur et celle de la tension efficace aux bornes du résistor,
 - l'impédance du dipôle MN,
 - la résistance R du conducteur ohmique.
- (02 pt)**

On donne : la sensibilité verticale, la même pour les deux voies, est de 1 V.div^{-1}

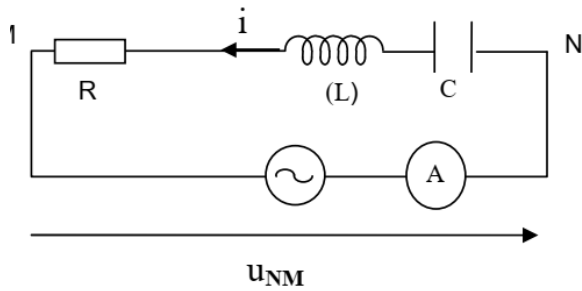


Figure 1

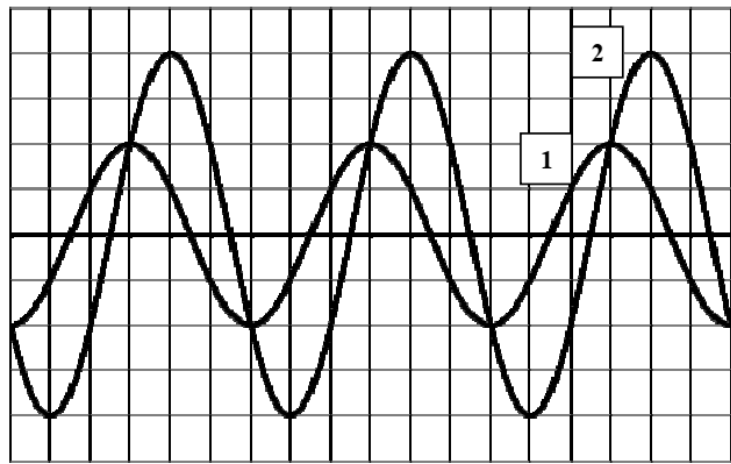


Figure 2

4.4 On modifie la pulsation de la tension délivrée par le générateur. Les deux courbes sont en phase pour la pulsation $\omega_0 = 1500 \text{ rad.s}^{-1}$

4.4.1 Déterminer la valeur de la capacité C sachant que la valeur de l'inductance est $L = 100 \text{ mH}$. **(0,5 pt)**

4.4.2 Que vaut l'impédance du dipôle (R,L,C) à cette pulsation ?
 En déduire la nouvelle valeur de l'intensité efficace du courant. **(0,5 pt)**

4.4.3 Evaluer la tension efficace aux bornes du condensateur. **(0,5 pt)**

Exercice n°10 :

On se propose d'identifier un dipôle électrique D dont la nature exacte est inconnue. On sait néanmoins qu'il ne peut être que l'un des dipôles décrits ci-dessous :

D₁ est une bobine non résistive d'inductance L en série avec un conducteur ohmique de résistance R.

D₂ est un condensateur de capacité C en série avec un conducteur ohmique de résistance R

D₃ est un conducteur ohmique de résistance R.

4.1 On alimente ce dipôle par une tension continue et on constate qu'un courant d'intensité constante non nulle le traverse. Montrer clairement que le 2^e cas ne peut convenir. **(0,5 pt)**

4.2 On alimente maintenant le dipôle D par une tension sinusoïdale de fréquence $N = 50 \text{ Hz}$, et on observe que :

- la puissance moyenne dissipée dans le dipôle est $P = 25 \text{ W}$,
- l'intensité efficace du courant qui traverse D est $I = 0,5 \text{ A}$;
- la tension efficace aux bornes de D est $U = 100 \text{ V}$.

4.2.1 Préciser, en le justifiant, la nature du dipôle D. Déterminer la (les) valeur(s) des grandeurs physiques qui le caractérise (nt). **(01,5 pt)**

4.2.2 Faire la construction de Fresnel relative à ce dipôle..
 Echelle : 10V pour 1 cm. **(0,5 pt)**

4.2.3 On désire étudier les variations de la tension $u(t)$ aux bornes du dipôle et de l'intensité $i(t)$ qui le traverse en utilisant un oscilloscope bicourbe. Faire un schéma du montage et dessiner une image de l'écran de l'oscilloscope. **(0,5 pt)**

Réglage de l'oscilloscope :

- sensibilité verticale = 20 V / div pour la voie donnant $u(t)$;
- sensibilité verticale = 10 V / div pour l'autre voie ;
- vitesse de balayage = 5 ms / div

4.3 Le dipôle D est placé en série avec un condensateur de capacité C' variable. Le dipôle série AB ainsi constitué est alimenté par la même tension sinusoïdale qu'à la deuxième question (la valeur efficace de cette tension est constante et de valeur $U = 100 \text{ V}$).

4.3.1 Déterminer la valeur de C' pour que la tension et le courant aux bornes de AB soient en phase. **(0,75 pt)**

4.3.2 Déterminer alors la valeur efficace de la tension aux bornes du condensateur. Quel phénomène a lieu au niveau du condensateur ? **(0,75 pt)**



Exercice n°11 :

4.1 Au cours d'une séance de travaux pratiques, le professeur demande aux élèves de réaliser un « circuit-série » comprenant :

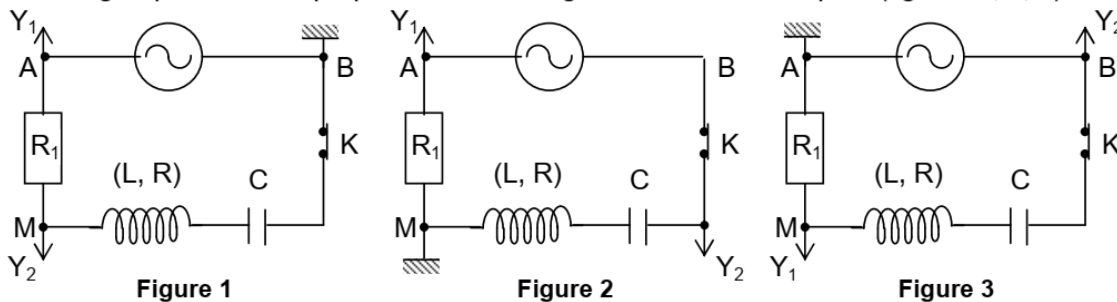
- Un générateur de tension alternative sinusoïdale, de valeur efficace constante.
- un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 50 \Omega$,
- Une bobine d'inductance $L = 30 \text{ mH}$ et de résistance inconnue R
- Un interrupteur K
- Un condensateur de capacité inconnue C .

Les élèves disposent par ailleurs d'un oscilloscope bicourbe

L'oscilloscope doit être branché convenablement pour visualiser en :

- voie Y_1 , la tension aux bornes du dipôle constitué par le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur disposés en série,
- Voie Y_2 , une tension proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit.

Trois groupes d'élèves proposent les montages schématisés ci-après (figures 1, 2, 3).



Le professeur n'accepte que le montage de la figure 3. Pourquoi les schémas des figures 1 et 2 sont rejetés ? Dans chaque cas, préciser la tension visualisée en Y_1 et celle qui est visualisée en Y_2 . **(01 pt)**

4.2 Le document suivant montre l'aspect de l'écran de l'oscilloscope ainsi que les sensibilités adoptées pour chacune des deux courbes.

4.2.1 En exploitant les oscillogrammes, déterminer :

- la fréquence de la tension délivrée par le générateur,
- les tensions maximales aux bornes des dipôles BA et MA puis l'intensité maximale.

En déduire l'impédance Z_{BA} du circuit.

- le déphasage φ de la tension $u(t)$ aux bornes du dipôle AB par rapport à l'intensité du courant $i(t)$. On précisera laquelle de $i(t)$ ou $u(t)$ est en avance de phase sur l'autre. **(01,5 pt)**

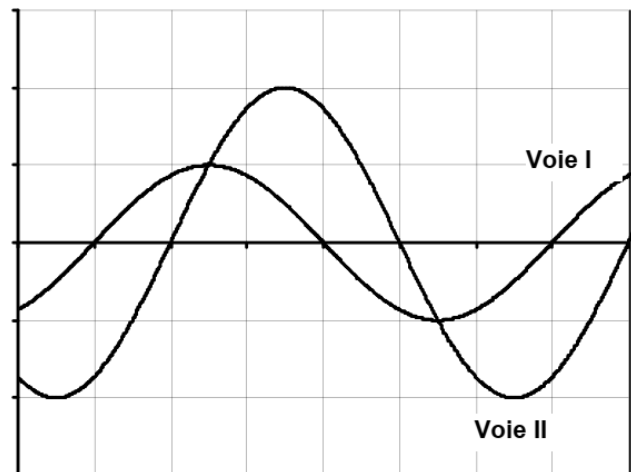
4.2.2 Calculer alors la résistance R de la bobine et la capacité C du condensateur en mettant en relation l'expression de Z_{BA} et celle de $\tan\varphi$. **(0,75 pt)**

4.3 Un élève agit sur la fréquence du générateur, de façon à annuler le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$.

4.3.1 Dans quelle condition particulière se trouve le circuit à cet instant ? **(0,25 pt)**

4.3.2 Déterminer dans cette condition :

- la fréquence de fonctionnement du générateur,
- l'intensité maximale du courant électrique,
- la tension maximale aux bornes du dipôle MA. On se rappellera que la valeur efficace de la tension aux bornes du générateur est constante. **(01,5 pt)**



Balayage horizontal : 1 ms / division

Sensibilité verticale :

voie I : 1 V / division

voie II : 2 V / division.



Exercice n°11 :

5.1 Avec une bobine B, on réalise les expériences décrites ci-après.

5.1.1 Première expérience : on réalise le circuit correspondant à la figure 1. La bobine B est connectée à un générateur G de courant continu, de résistance négligeable, maintenant une tension constante $U_1 = 6,7 \text{ V}$ entre ses bornes. Un dispositif approprié, non représenté sur la figure permet de suivre l'évolution de l'intensité i du courant traversant le circuit. A l'instant où l'interrupteur K est fermé on déclenche le dispositif d'enregistrement. L'évolution de l'intensité au cours du temps est donnée par la figure 2 jointe en annexe (page 5).

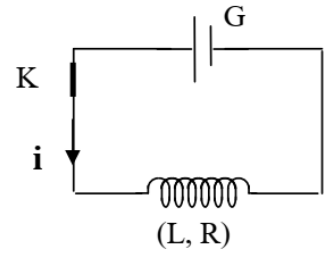


Figure 1

- a) Expliquer pourquoi durant cette expérience l'intensité du courant ne prend pas instantanément une valeur constante (figure 2). D'après l'examen de la figure 2, au bout de combien de temps peut-on considérer que le régime permanent est atteint ? (0,5 point)
- b) Etablir la relation entre la valeur I_0 de l'intensité du courant en régime permanent, la tension U_1 et la résistance R de la bobine. Vérifier que cette résistance vaut $R = 10 \Omega$. (0,5 point)

5.1.2 Deuxième expérience : Le générateur G est remplacé par un autre qui établit aux bornes de B une tension alternative sinusoïdale de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$ et de valeur efficace $U_2 = 6,0 \text{ V}$; l'intensité du courant traversant B a pour valeur efficace $I_2 = 0,32 \text{ A}$.

Déterminer l'inductance L de la bobine B. (0,5 point)

5.2 La bobine B est associée en série avec un condensateur de capacité $C = 2 \mu\text{F}$. L'ensemble est alimenté par un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace $U = 6,0 \text{ V}$ et de fréquence réglable.

5.2.1 Pour quelle valeur de la fréquence f_0 y a-t-il résonance d'intensité ? (0,25 point)

5.2.2 Définir le facteur de qualité Q du circuit, puis établir son expression en fonction de U et de U_c tension efficace aux bornes du condensateur. Justifier l'appellation de « facteur de surtension » que l'on donne parfois à Q. (0,5 point)

5.3 On fait varier lentement f autour de la valeur f_0 précédente. On pose $f = f_0 (1 + \epsilon)$ avec $\epsilon \ll 1$

5.3.1 Montrer que l'impédance Z du circuit est :

$$Z = R\sqrt{1 + 4Q^2\epsilon^2} \text{ . On admettra l'approximation : } \frac{1}{1 + \epsilon} \approx 1 - \epsilon \text{ .} \quad (0,5 \text{ point})$$

5.3.2 Montrer que la puissance P transférée au circuit est donnée par : $P = \frac{U^2}{R(1 + 4Q^2\epsilon^2)}$.

Pour quelle valeur de ϵ cette puissance est maximale ? Que vaut la puissance maximale ? (0,75 point)

5.3.3 L'allure de la courbe donnant la puissance P transférée en fonction de f pour $\epsilon \in]-10^{-1} ; +10^{-1}[$ lorsque $R = 10 \Omega$ est donnée sur la figure 3 jointe en annexe (page 5). Tracer sur le même graphe (à rendre avec la copie) l'allure de la courbe donnant la puissance transférée dans le cas où la résistance de la bobine est $R_2 = 1 \Omega$ puis dans le cas où $R_3 = 100 \Omega$. Conclure. (0,5 point)

