

Exercice n°1

Un circuit électrique comporte, montés en série, un résistor de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance interne $r = 10 \Omega$, un condensateur de capacité $C = 2 \mu\text{F}$ et un ampèremètre. Un générateur basse fréquence (GBF) impose, aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable. A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor R . On obtient les oscillogrammes de la figure 4.

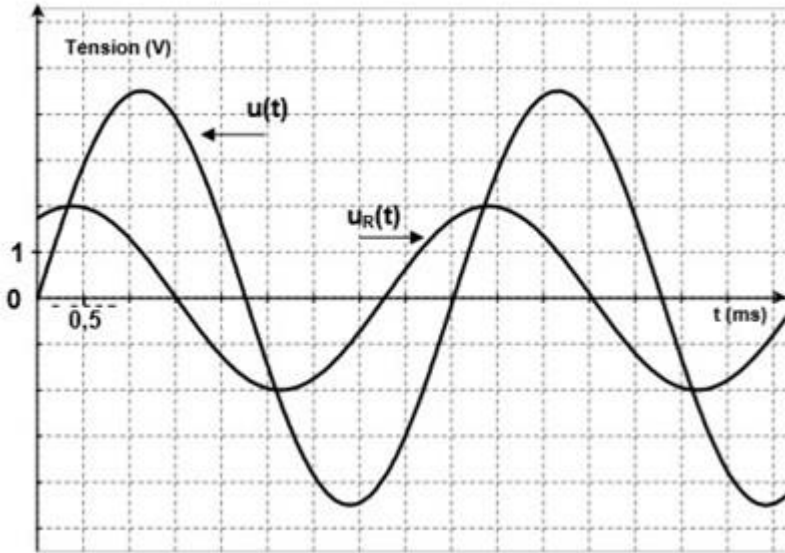


Figure 4 \vec{V}_1

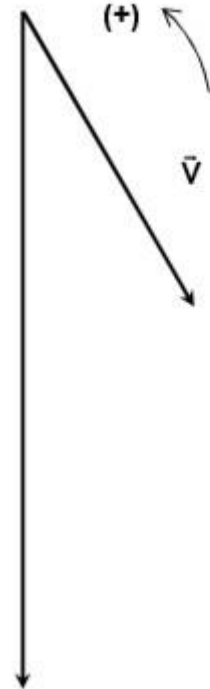


Figure 5

- 1) Faire le schéma du circuit en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope sachant qu'on visualise $u_R(t)$ sur la voie X de l'oscilloscope et $u(t)$ sur sa voie Y.
- 2) a- Montrer que la phase initiale ϕ_i de l'intensité du courant électrique $i(t)$ est : $\phi_i = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$.
b- Relever à partir des oscillogrammes, les valeurs de U_m et de U_{Rm} (amplitude de $u_R(t)$).
- 3) a- Montrer que $R = \frac{2rU_{Rm}}{U_m - 2U_{Rm}}$.
b- Calculer la valeur de R .
c- Déterminer la valeur de l'intensité I du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.
- 4) a- Montrer que l'équation différentielle, régissant les oscillations du courant électrique i circulant dans le circuit précédent, est donnée par :

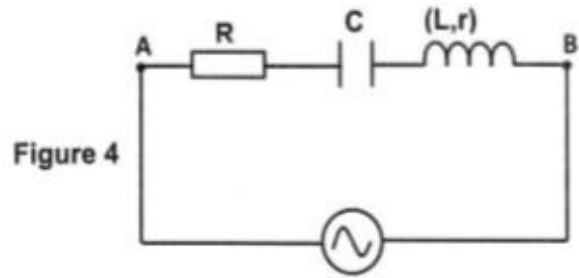
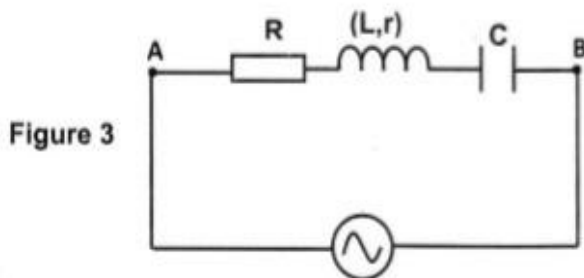
$$L \frac{di}{dt} + (R+r)i + \frac{1}{C} \int i(t) dt = u(t)$$

- b- Sur la figure 5, de la page 5/5 - à remplir et à rendre avec la copie, on a représenté le vecteur \vec{V}_1 associé à $\frac{1}{C} \int i(t) dt$ et le vecteur \vec{V} associé à $u(t)$. Compléter la construction en respectant l'échelle adoptée et en représentant dans l'ordre les vecteurs \vec{V}_2 et \vec{V}_3 associés respectivement à $(R+r)i$ et $L \frac{di}{dt}$.
- c- En exploitant la construction de Fresnel :
- c1- montrer que la fréquence du GBF est $N \approx 223 \text{ Hz}$.

Exercice n°2

Une portion d'un circuit AB contient, disposés en série, un résistor de résistance R , un condensateur de capacité $C = 5 \mu\text{F}$ et une bobine d'inductance L et de résistance r . Entre A et B, on applique une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi_u)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable. Pour une fréquence $N = N_1$, on visualise, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les tensions $u_c(t)$ aux bornes du condensateur et $u(t)$ aux bornes du circuit AB, respectivement sur ses voies Y_1 et Y_2 . On obtient les oscillogrammes de la figure 5.

1- Parmi les deux schémas, figure 3 ou figure 4, reproduire sur la copie celui qui permet d'obtenir les oscillogrammes de la figure 5 en indiquant les branchements convenables à l'oscilloscope.



2- Sachant que toute variation de la fréquence N n'influe pas sur le signe du déphasage de $u(t)$ par rapport à $u_c(t)$.

a- Justifier que la courbe (b) correspond à $u_c(t)$.

b- A partir des oscillogrammes, déterminer :

- b_1 – la valeur de la fréquence N_1 ,
- b_2 – les valeurs des amplitudes U_m et U_{cm} (amplitude de $u_c(t)$),
- b_3 – le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{uc} - \varphi_u$, où φ_{uc} représente la phase initiale de $u_c(t)$.

c- En déduire si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.

3- Montrer que : $R + r = \frac{U_m}{U_{cm}} \cdot \frac{1}{2\pi \cdot N_1 \cdot C \cdot \sqrt{2}}$.

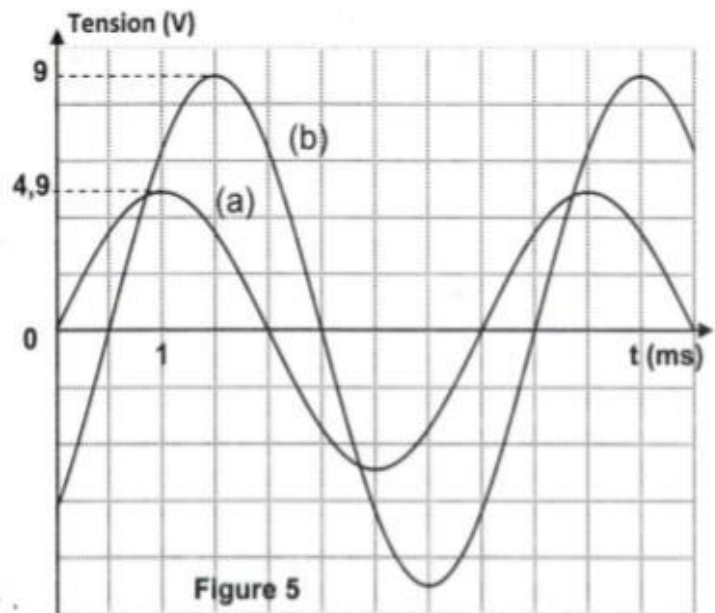
Calculer la valeur de $(R + r)$.

4- On branche un voltmètre aux bornes de l'ensemble bobine - condensateur et on augmente la fréquence N jusqu'à la valeur $N_2 = 318 \text{ Hz}$. On constate que $u(t)$ et $u_c(t)$ deviennent en quadrature de phase et que le voltmètre indique une tension $U_1 = \frac{0,9}{\sqrt{2}} \text{ V}$.

a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b- Déterminer la valeur de L .

c- Déterminer la valeur de r . En déduire celle de R .



Exercice n°3

I- Un générateur basse fréquence (GBF) applique une tension alternative triangulaire aux bornes d'un dipôle AB constitué d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et d'un conducteur ohmique de résistance $R = 500 \Omega$, montés tous en série, comme le montre la figure 2. Un oscilloscope, convenablement branché, permet de visualiser, simultanément, la tension u_{AM} aux bornes de la bobine sur la voie Y_1 et la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique sur la voie Y_2 . Les chronogrammes de la figure 3 de la page 5/6, représentent les tensions observées sur l'écran de l'oscilloscope pour une fréquence N du GBF.

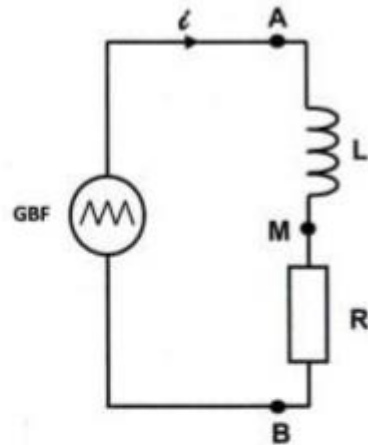


Figure 2

- 1-a- Identifier, parmi les chronogrammes e_1 et e_2 de la figure 3 de la page 5/6, celui qui correspond à la tension visualisée sur la voie Y_2 . Justifier la réponse.
- b- Déterminer la fréquence N du GBF.
- 2- Donner les expressions des tensions u_{AM} et u_{BM} en fonction de l'intensité i du courant et des caractéristiques du dipôle AB .

3-a- Exprimer u_{AM} en fonction de u_{BM} , L et R .

- b- Justifier, sur une demi-période, la forme de la tension u_{AM} observée sur la voie Y_1 .
- c- Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

II- La bobine utilisée précédemment est maintenant associée en série à un condensateur de capacité $C = 13 \mu F$, à un conducteur ohmique de résistance $R = 90 \Omega$ et à un générateur (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(\omega t)$, comme le montre la figure 4 de la page 6/6. Un oscilloscope permet de visualiser, sur la voie Y_1 la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et sur la voie Y_2 la tension $u(t)$ aux bornes du GBF. Pour une fréquence N du GBF, on obtient les chronogrammes e_1 et e_2 de la figure 5 de la page 6/6, représentant les variations des tensions $u_R(t)$ et $u(t)$.

- 1- Reproduire le schéma du circuit de la figure 4 de la page 6/6 et compléter les branchements à l'oscilloscope.
- 2- Identifier, parmi les chronogrammes e_1 et e_2 de la figure 5 de la page 6/6, celui qui correspond à $u_R(t)$. Justifier la réponse.
- 3-a- Déterminer graphiquement :
 - la fréquence N de la tension délivrée par le GBF,
 - les tensions maximales de $u(t)$ et de $u_R(t)$,
 - la valeur du déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_1 - \varphi_u)$ entre l'intensité $i(t)$ et la tension $u(t)$.
- b- Ecrire l'expression de l'intensité $i(t)$ en précisant son amplitude et sa phase initiale.
- 4-a- Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit.
- b- Montrer qu'à la résonance d'intensité la puissance moyenne consommée par le circuit est maximale. Déduire la valeur de cette puissance.
- 5-a- Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$.
- b- Faire la construction de Fresnel relative à cette équation différentielle et retrouver la valeur de l'inductance L de la bobine.

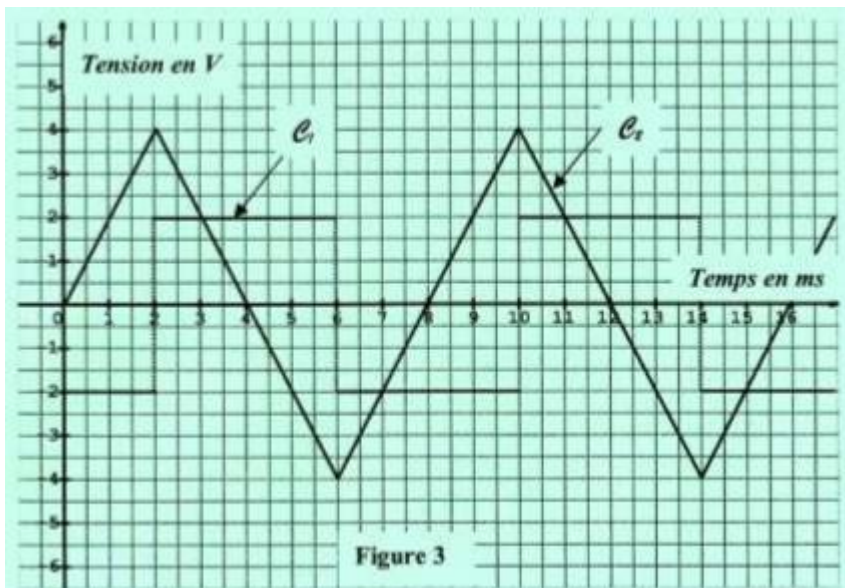


Figure 3

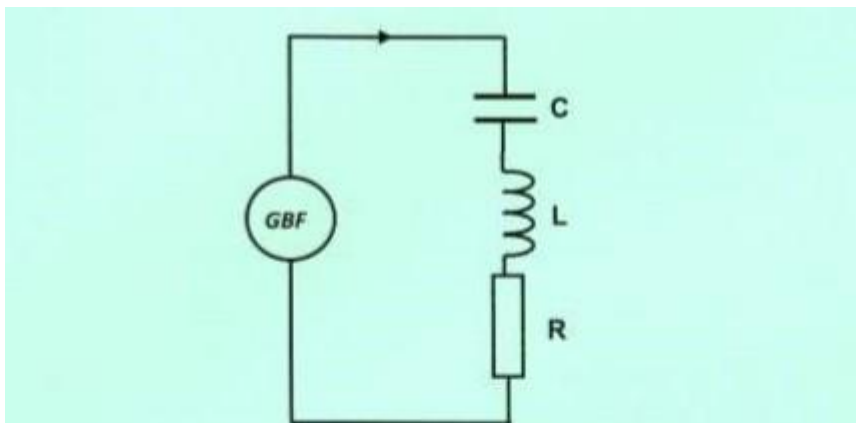


Figure 4

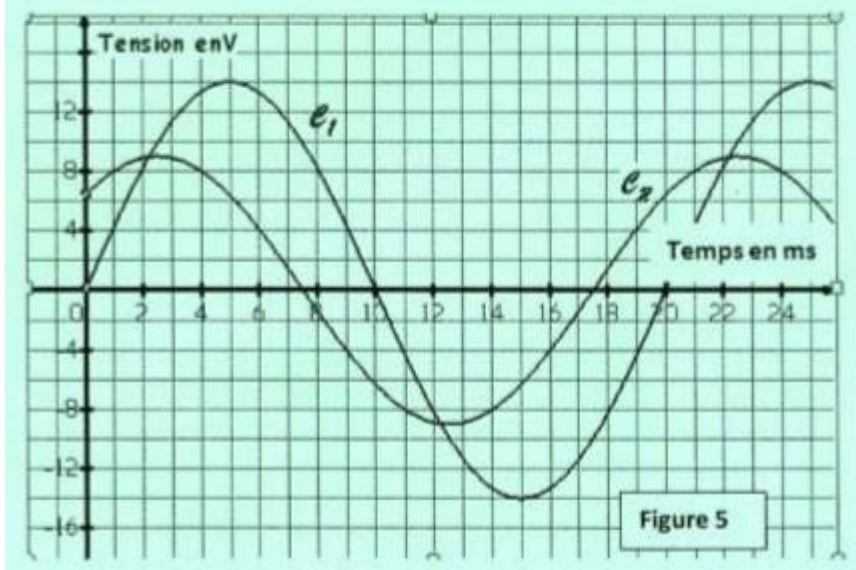


Figure 5

Exercice n°4

Les deux circuits électriques (a) et (b) schématisés sur la figure 3, de la page 5/5 à compléter par le candidat et à remettre avec la copie, comportent chacun : une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C , un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$, un générateur (GBF) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable et d'amplitude U_m constante et un ampèremètre A .

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément les tensions $u(t)$ sur la voie Y_A et $u_C(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y_B . Pour une fréquence N_1 du (GBF), on obtient les oscillogrammes de la figure 4 visualisés avec les sensibilités suivantes :

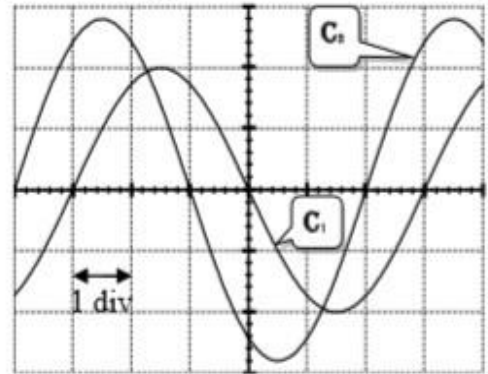


figure 4

- sensibilité horizontale : 2 ms.div^{-1} .
 - sensibilités verticales : voie Y_A : 2 V.div^{-1}
et voie Y_B : 4 V.div^{-1} .
- 1) a- Choisir le schéma convenable (a) ou (b) de la figure 3 de la page 5/5 et y indiquer les connexions avec l'oscilloscope permettant de visualiser simultanément les tensions $u(t)$ et $u_C(t)$.
b- Justifier que l'oscillogramme (C_1) correspond à $u_C(t)$.
 - 2) En exploitant les oscillogrammes de la figure 4, déterminer :
a- les valeurs des amplitudes U_m et U_{Cm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_C(t)$;
b- la valeur de la fréquence N_1 .
 - 3) a- Montrer que l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique est en avance de phase de $\frac{\pi}{6}$ rad par rapport à $u(t)$.
b- Déduire si le circuit est capacitif ou inductif.
 - 4) Soit Z l'impédance du circuit.
a- Montrer que : $20\pi N_1 Z C = 7$.
b- Sachant que $Z = 74,5 \Omega$, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
c- Déterminer la valeur de l'intensité I du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.
 - 5) Un wattmètre convenablement branché dans le circuit indique que celui-ci consomme une puissance électrique moyenne $P = 182 \text{ mW}$.
a- Calculer la valeur de r .
b- Déterminer la valeur de L .

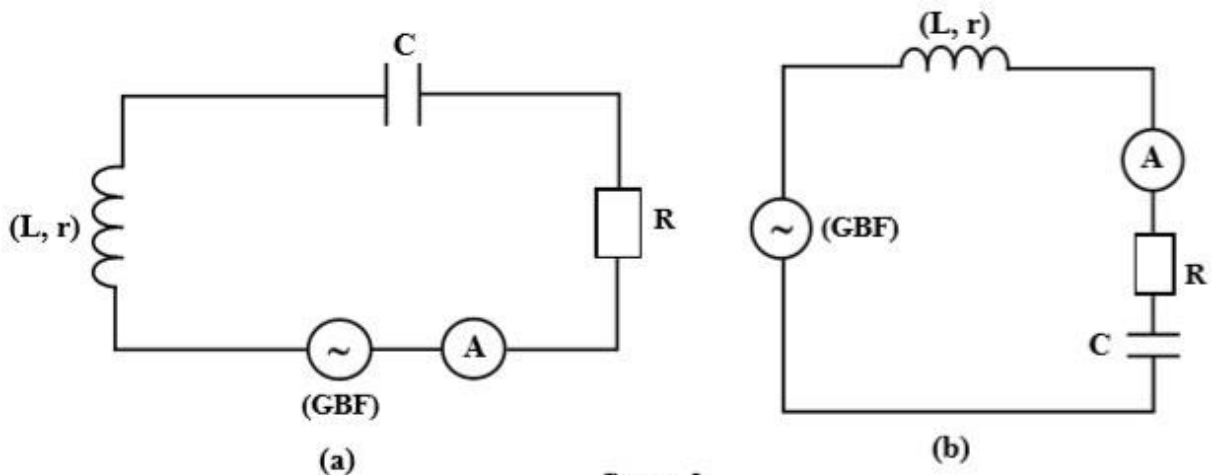


figure 3

Exercice n°5

Un générateur basse fréquence (GBF) délivre à ses bornes une tension $u(t)$ alternative sinusoïdale de valeur efficace constante $U = \frac{12}{\sqrt{2}}$ V et de fréquence N réglable. Ce générateur alimente un circuit série comportant un résistor de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C , un milliampèremètre et un interrupteur K (figure 2).

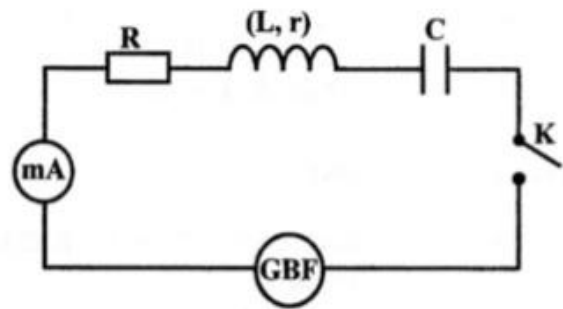


figure 2

A / Expérience 1

On ferme l'interrupteur K et on mesure l'intensité efficace I du courant électrique qui circule dans le circuit pour différentes valeurs de la fréquence N . L'évolution de I en fonction de N est représentée par la courbe de la figure 3 de la page 5/5 à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

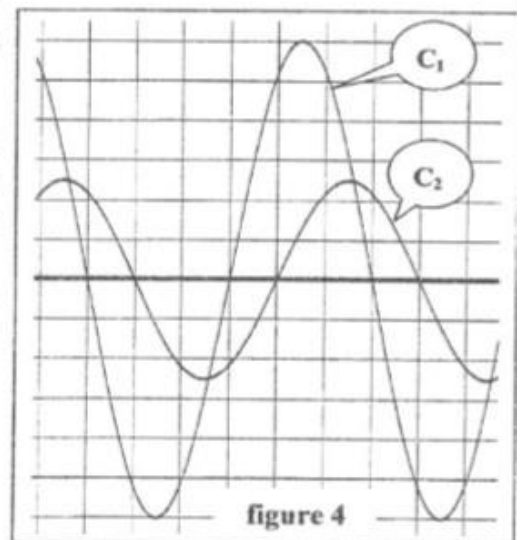
- 1- A la résonance d'intensité, déterminer graphiquement :
 - la valeur N_0 de la fréquence ;
 - la valeur I_0 de l'intensité efficace du courant électrique.
- 2- On règle la fréquence à la valeur $N = N_0$ et on branche en parallèle aux bornes du résistor un voltmètre. La valeur efficace de la tension donnée par le voltmètre est $U_R = \frac{10}{\sqrt{2}}$ V.
 - a- Déterminer la valeur de la résistance R .
 - b- Déduire la valeur de la résistance r .
 - c- Donner la relation entre L , C et N_0 .

B / Expérience 2

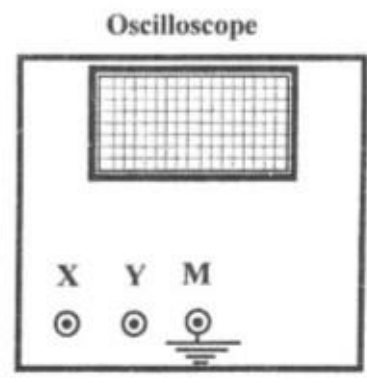
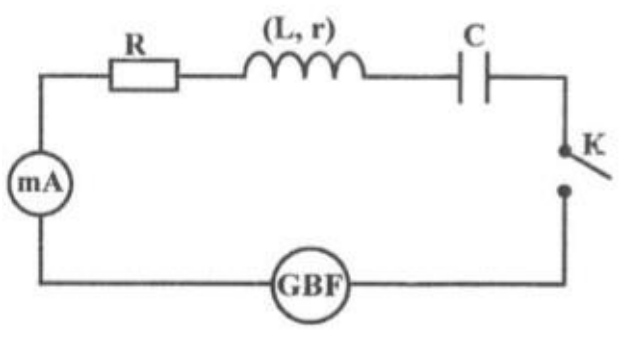
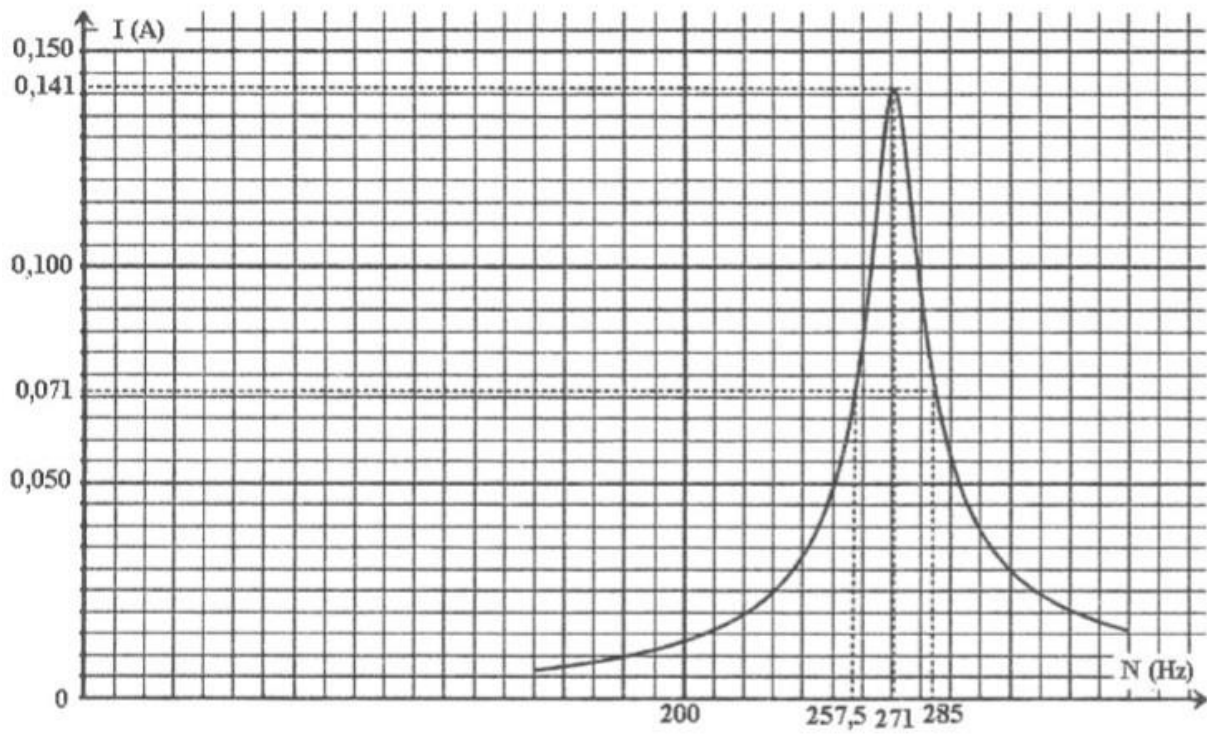
La fréquence N est maintenant fixée à une valeur N_1 différente de N_0 . Cette fréquence N_1 est égale à l'une des deux valeurs (257,5 Hz et 285 Hz) signalées sur la figure 3 de la page 5/5.

Un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit, a permis de visualiser simultanément les tensions instantanées $u(t)$ et $u_R(t)$ (aux bornes du résistor) respectivement sur ses voies X et Y. On obtient les oscillogrammes de la figure 4.

- 3- Compléter la figure 5, de la page 5/5 à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie, en indiquant les connexions adéquates à l'oscilloscope qui ont permis de visualiser simultanément les tensions instantanées $u(t)$ et $u_R(t)$.
- 4- a- Sachant que la sensibilité verticale est la même pour les deux voies X et Y de l'oscilloscope, montrer que l'oscillogramme (C_1) correspond à $u(t)$.
 - b- En exploitant les oscillogrammes de la figure 4 :
 - b₁- justifier que la fréquence N_1 est différente de N_0 ;
 - b₂- justifier que le circuit étudié est inductif. Préciser alors laquelle des deux valeurs de N (257,5 Hz et 285 Hz) signalées sur la figure 3, celle qui correspond à N_1 ;
 - b₃- déterminer le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$ (l'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit) : $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$.
- 5- a- Montrer qu'on a : $2\pi N_1 L - \frac{1}{2\pi N_1 C} = 60\sqrt{3} \Omega$.
 - b- Déterminer les valeurs de L et de C .



E (eV) ↑



Exercice n°6

On dispose au laboratoire d'un :

- * condensateur de capacité C initialement déchargé;
- * résistor de résistance $R = 250 \Omega$;
- * générateur G_1 de tension idéal de fem $E = 6 \text{ V}$;
- * dipôle D de nature inconnue;
- * interrupteur K ;
- * oscilloscope bicourbe;
- * générateur basse fréquence GBF délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude constante U_m et de fréquence N réglable.

I- Dans une première expérience et pour visualiser la tension électrique instantanée u_{BM} aux bornes du résistor, on réalise le montage de la **figure 1**. On ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$ et on relie le point B du circuit à la voie Y_B de l'oscilloscope et le point M à la masse. L'évolution de u_{BM} en fonction du temps est représentée sur la **figure 2**.

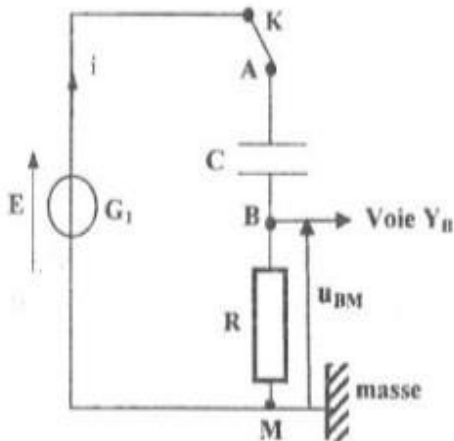


figure 1

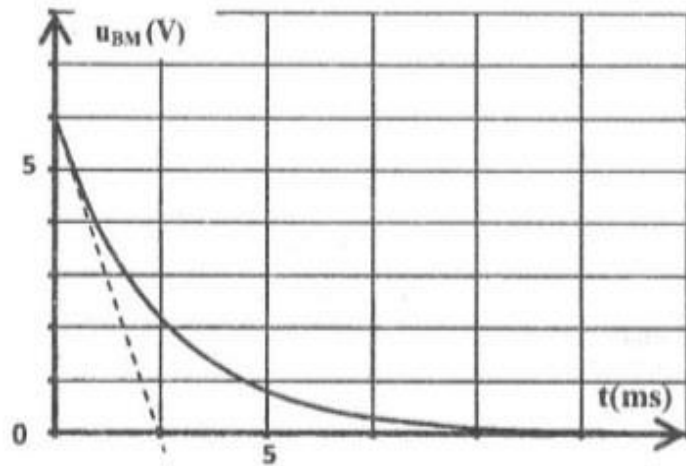


figure 2

- 1- a- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q du condensateur au cours du temps.
 b- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R = u_{BM}$ au cours du temps peut s'écrire sous la forme : $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R = 0$; avec $\tau = RC$.
- 2- On admet que la solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_R(t) = \beta e^{-\alpha t}$.
 Exprimer β et α en fonction de E , R et C .
- 3-a- Déterminer graphiquement la valeur de τ .
 b- En déduire la valeur de la capacité C .

II- Dans une deuxième expérience, on réalise le montage de la **figure 3** dans lequel on remplace le condensateur C par le dipôle D et le générateur G₁ par le générateur basse fréquence GBF.

On relie le point A du circuit à la voie Y_A et le point B à la voie Y_B de l'oscilloscope. On obtient alors les oscillogrammes \mathcal{E}_1 et \mathcal{E}_2 de la **figure 4**, représentant respectivement, les variations des tensions $u_{AM}(t)$ aux bornes de GBF et $u_{BM}(t)$ aux bornes de résistor R.

Les sensibilités horizontale S_H et verticale S_V sont : S_H = 2,5 ms/div et S_V = 2 V/div.

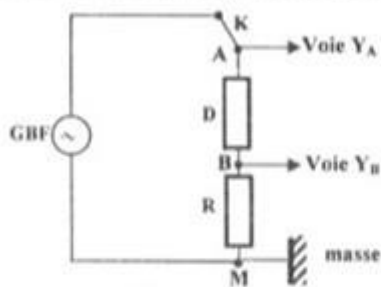


figure 3

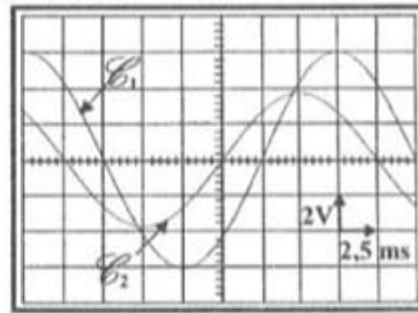


figure 4

1-En exploitant les oscillogrammes \mathcal{E}_1 et \mathcal{E}_2 , déterminer :

- a- la fréquence N de la tension sinusoïdale délivrée par le GBF;
- b- l'amplitude $(U_{AM})_{max}$ de la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du GBF;
- c- le déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_{u_{AM}} - \varphi_i)$ de la tension $u_{AM}(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$ du courant électrique.

2- Afin d'identifier la nature du dipôle D, on propose les hypothèses H_i suivantes :

- * H₁ : le dipôle D est un résistor de résistance R' ;
- * H₂ : le dipôle D est une bobine d'inductance L et de résistance nulle en série avec un condensateur de capacité C' ;
- * H₃ : le dipôle D est une bobine d'inductance L et de résistance r en série avec un condensateur de capacité C'.

Sans faire de calcul, préciser, en le justifiant, que l'hypothèse H₁ est non valable.

3- On fait varier la fréquence N et on relève à chaque fois la valeur maximale de l'intensité I_m du courant électrique.

Pour une fréquence N₁ = 159,23 Hz, on constate que I_m prend la valeur maximale I_{m0} égale à 20,9 mA.

- a- Confirmer que le dipôle D est formé par l'association en série d'une bobine d'inductance L et de résistance r en série avec un condensateur de capacité C'.
- b- En déduire la valeur de r.
- c- Déterminer C' sachant que L = 0,1H.

Correction

I-1-a La loi des mailles s'écrit $u_{AB} + u_{BM} - E = 0$ donc $\frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} = E$

b- $R \frac{dq}{dt} = u_R$ $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} = 0$ alors $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \frac{u_R}{R} = 0$ avec $\tau = RC$

2- $u_R(t) = \beta e^{-\alpha t}$ on a $\frac{du_R}{dt} = -\alpha \beta e^{-\alpha t}$ on remplace dans l'équation

différentielle (1) on trouve $\beta = E$ et $\alpha = \frac{1}{\tau}$

3-a-graphiquement $\tau = 2,5 \cdot 10^{-3} s$

b- comme $\tau = RC$ donc $C = 10 \cdot 10^{-6} F$

II- 1-a- $T = 20 \cdot 10^{-3} s$ $N = \frac{1}{T} = 50 Hz$

b- $U_{AMmax} = 6V$

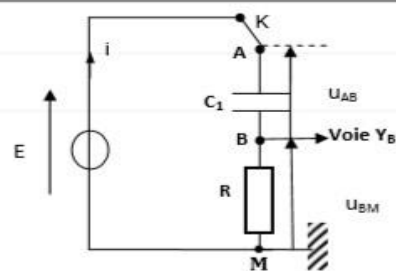
c- $\Delta\varphi = \varphi_{u_{AM}} - \varphi_i = -\frac{\pi}{4} rad$

2- Les deux courbes de la figure 4 ne sont pas en phase, et par suite le dipôle D ne peut pas être un résistor donc H₁ est non valable.

3-a- Si le dipôle D est une bobine d'inductance L et de résistance interne nulle en série avec un Condensateur de capacité C' alors l'intensité maximale sera $I_{m0} = \frac{U_{AMmax}}{R} = 24 mA$ qui est différente de 20,9mA et par suite le dipôle D ne peut être que l'association d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r en série avec un condensateur de capacité C'.

b- $I_{m0} = \frac{U_{AMmax}}{R + r}$ donc $r = 37 \Omega$

c- A la résonance d'intensité $N_1 = N_0$; $C' = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$, $C' = 10 \cdot 10^{-6} F$.



Exercice n°7

On dispose, au laboratoire d'un lycée, d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance L et de résistance r dont on se propose de déterminer expérimentalement leurs grandeurs électriques caractéristiques. Pour ce faire, un groupe d'élèves réalise les deux expériences suivantes:

On prendra dans ce qui suit : $C = 6,75 \mu\text{F}$

Pour déterminer les valeurs de L et r , les élèves réalisent un circuit série comportant la bobine, le condensateur, un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 85 \Omega$ et un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable. Ils utilisent ensuite un oscilloscope bicourbe pour visualiser simultanément sur son écran, la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

Pour une valeur $N_1 = 130 \text{ Hz}$ de la fréquence N du (GBF), les élèves obtiennent les courbes de la figure 3.

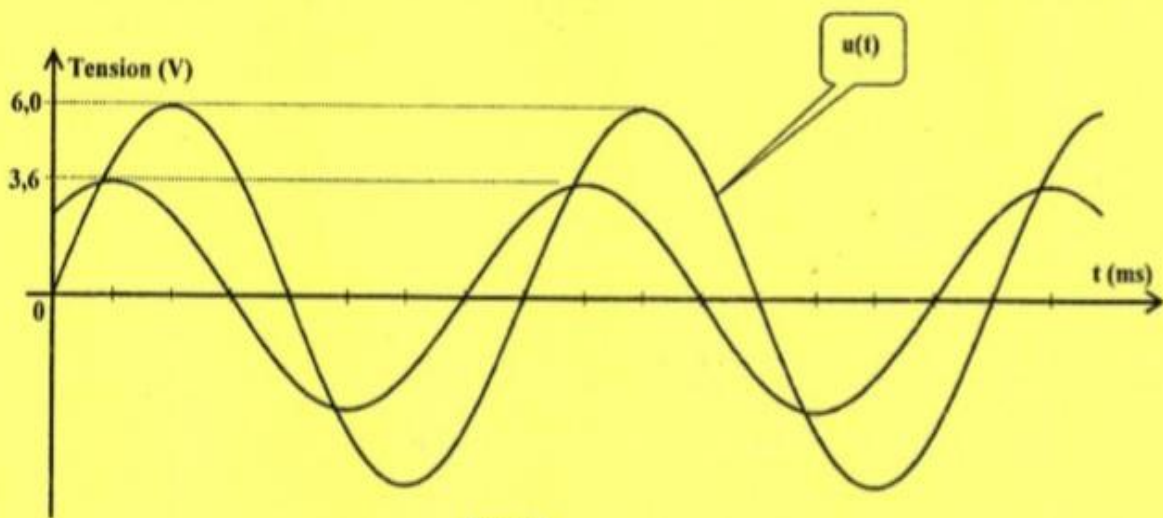


figure 3

- 1- Donner un schéma du circuit électrique réalisé par les élèves. Faire apparaître, sur ce schéma, le branchement de l'oscilloscope.
- 2- En exploitant les courbes de la figure 3, déterminer:
 - a- les valeurs maximales U_m et $U_{R,m}$, respectivement des tensions $u(t)$ et $u_R(t)$;
 - b- le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité du courant $i(t)$. Préciser la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif).
- 3-
 - a- Exprimer l'impédance Z du circuit en fonction de U_m , $U_{R,m}$ et R_1 .
 - b- En déduire que r peut se mettre sous la forme: $r = R_1 \left(\frac{U_m}{\sqrt{2} \cdot U_{R,m}} - 1 \right)$. Calculer sa valeur.
 - c- Déterminer la valeur de L .
- 4- L'un des élèves du groupe agit sur la fréquence du (GBF) afin d'annuler le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$.
 - a- Préciser, en le justifiant, si l'élève a augmenté ou a diminué la fréquence du (GBF) initialement ajustée à la valeur N_1 .
 - b- Déterminer, dans ce cas, la valeur maximale de la tension $u_R(t)$.

Exercice n°8

A – On se propose de déterminer la nature exacte d'un dipôle électrique D qui peut être soit une bobine d'inductance L et de résistance r, soit un condensateur de capacité C. On réalise alors le circuit schématisé sur la figure 1. Ce circuit comporte un générateur délivrant entre ses bornes une tension électrique $E = 6 \text{ V}$, un résistor de résistance $R_0 = 100 \Omega$, le dipôle D et un interrupteur K, montés tous en série.

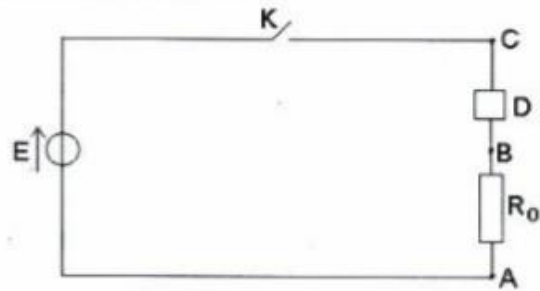


Figure 1

1. A la fermeture du circuit, on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire la tension u_{BA} aux bornes du résistor. On obtient alors le chronogramme représenté sur la figure 2.

a) Reproduire le schéma de la figure 1 et représenter les connexions à faire avec l'oscilloscope.

b) Montrer que le dipôle D est une bobine et expliquer le retard à l'établissement du régime permanent dans le circuit.

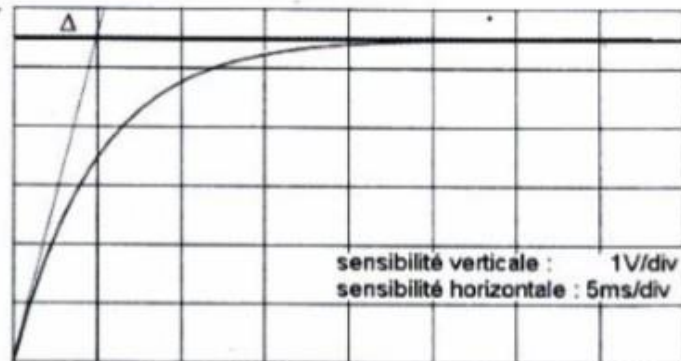
2. a) En appliquant la loi des mailles au circuit, montrer que la tension u_{BA} aux bornes du résistor vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{d u_{BA}}{dt} + \frac{1}{\tau} u_{BA} = \frac{R_0}{L} E$$

où $\tau = \frac{L}{R}$ désigne la constante de temps du dipôle RL, avec $R = R_0 + r$.

b) Sachant que $u_{BA} = \frac{R_0}{R_0 + r} E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, déterminer graphiquement la valeur de τ .

c) Déterminer les valeurs de la résistance r et de l'inductance L de la bobine.



Δ : tangente à la courbe à $t = 0$
Figure 2

B - On réalise maintenant un autre circuit comportant en série une bobine d'inductance $L' = 0,2 \text{ H}$ et de résistance r' , un condensateur de capacité C' , un résistor de résistance $R'_0 = 90 \Omega$ et un générateur BF délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin 2\pi N t$, de fréquence N réglable.

On fixe la fréquence N du GBF à une valeur N_1 , on ferme le circuit et on visualise simultanément à l'aide d'un oscilloscope la tension $u(t)$ et la tension $u_{R'_0}(t)$ aux bornes du résistor.

On obtient les chronogrammes de la figure 3.

1. a) Déterminer, à partir du graphe, la fréquence N_1 et les valeurs maximales U_{m1} de la courbe 1 et U_{m2} de la courbe 2.

b) En justifiant la réponse, identifier parmi les courbes 1 et 2, celle qui représente $u(t)$.

c) Montrer graphiquement que le circuit réalisé est le siège d'une résonance d'intensité.

d) Déterminer l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant qui circule dans le circuit.

2. Montrer que R'_0 est liée à r' par la relation $(\frac{r'}{R'_0} = \frac{1}{9})$ et calculer r' .

3. Calculer la valeur de la capacité C' du condensateur.

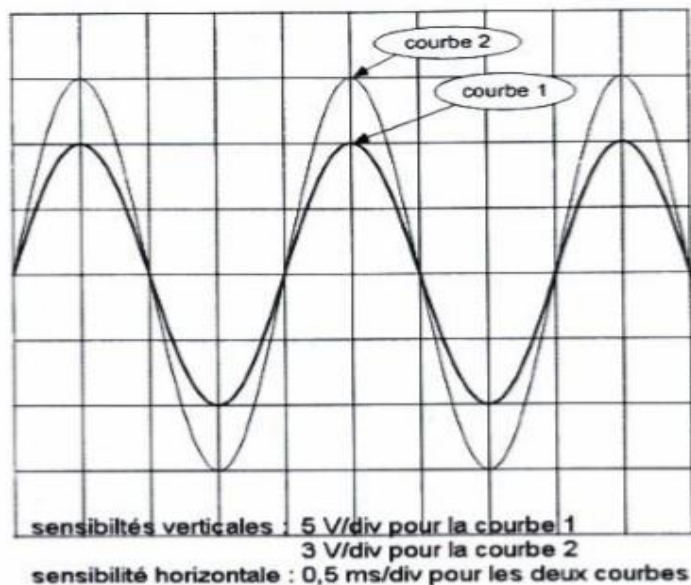


Figure 3

Exercice n°9

On dispose d'un GBF (générateur basse fréquence) délivrant entre ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, de fréquence N réglable et d'un circuit RLC série constitué d'un résistor de résistance $R_o = 35 \Omega$, d'un condensateur de capacité $C = 2,8 \mu\text{F}$ et d'une bobine d'inductance $L = 0,016 \text{ H}$ et de résistance interne $r = 6 \Omega$. A l'aide d'un commutateur K (Fig.1) que l'on met dans la position 1, un courant électrique oscille dans le circuit RLC série ($R = R_o + r$) avec une intensité $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_1)$, où

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R_o + r)^2 + (2\pi N L - \frac{1}{2\pi N C})^2}}$$

et φ_1 est la phase initiale de $i(t)$.

Un système d'acquisition informatique permet de tracer les chronogrammes de la tension d'alimentation $u(t)$ et de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

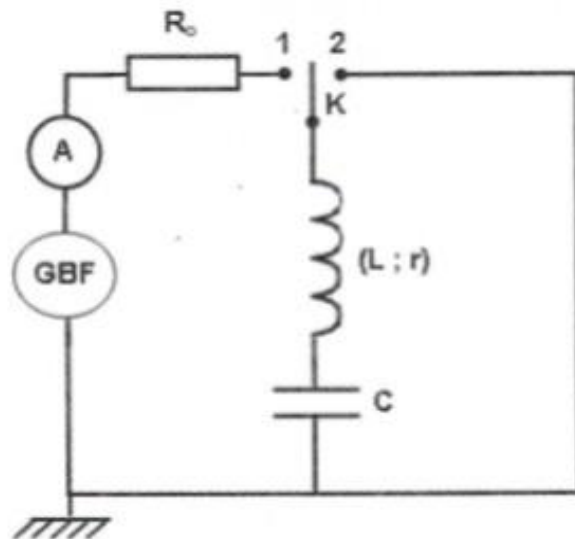


Fig.1

1. Pour une valeur N_1 de N , un ampèremètre inséré dans le circuit indique la valeur $I_1 = 207 \text{ mA}$ et on obtient pour $u(t)$ et $u_c(t)$, les chronogrammes sinusoïdaux \mathcal{E}_1 et \mathcal{E}_2 de la figure Fig.2.

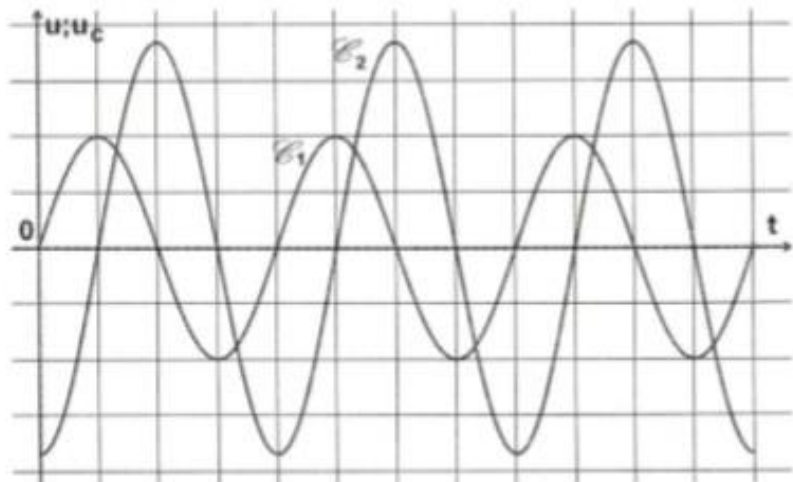


Fig.2

a) Montrer, en s'appuyant sur la figure Fig.2, que la courbe \mathcal{E}_1 est le chronogramme de $u(t)$.

b) Déterminer graphiquement la valeur du déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_{u_c} - \varphi_u)$ et en déduire que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

c) Calculer la valeur de N_1 .

d) Calculer les valeurs de U_m et de U_{cm} .

2. a) Etablir l'expression de la charge maximale Q_m du condensateur en fonction de la fréquence N du GBF et de l'intensité maximale I_m du courant oscillant dans le circuit RLC série.

b) – Montrer que le circuit RLC série est le siège d'une résonance de charge à la fréquence

$$N_r = \sqrt{N_o^2 - \frac{(R_o + r)^2}{8\pi^2 L^2}}, \text{ où } N_o \text{ est la fréquence propre de l'oscillateur.}$$

– En déduire le sens dans lequel il faut faire varier la fréquence N du GBF, à partir de la valeur N_1 , pour transformer la résonance d'intensité en une résonance de charge.

3. Après une certaine durée de fonctionnement et juste à l'instant où la tension u_c aux bornes du condensateur est maximale, on bascule le commutateur K de la position 1 à la position 2. Sachant que la valeur $r = 6 \Omega$ est suffisamment petite pour que le circuit rLC série se mette à osciller, préciser la nature des oscillations et donner deux propriétés distinguant ces oscillations de celles des questions (1) et (2).

Exercice n°10

Le circuit de la **figure 1** comporte un générateur supposé idéal de fem E , un interrupteur K , un ampèremètre (A_1), un résistor de résistance $R = 200 \Omega$ et un dipôle D , tous branchés en série.

Le dipôle D peut être soit :

- une bobine d'inductance L et de résistance interne supposée nulle,
- un condensateur de capacité C .

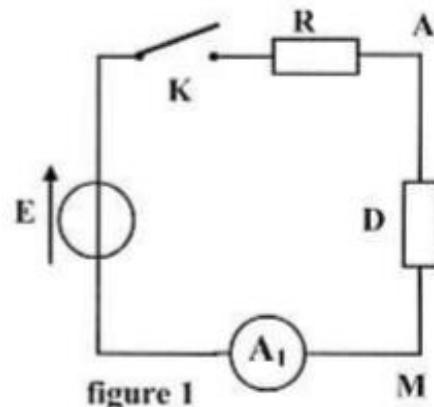


figure 1

À une date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on visualise, la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du dipôle D , à l'aide d'un oscilloscope, on obtient alors la courbe de la **figure 2 de la page 5/5**.

1) Préciser, en le justifiant, si le dipôle D est une bobine ou bien un condensateur.

2) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{AM}(t)$.

3) La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit : $u_{AM}(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.

a- Déterminer graphiquement les valeurs de la tension U_0 et de la constante de temps τ .

b- En déduire la valeur de la grandeur (L ou C) qui caractérise le dipôle D .

4) Maintenant, on insère en série, dans le circuit, une bobine d'inductance $L = 0,5 \text{ H}$ et de résistance interne r et on remplace le générateur de fem E par un GBF délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.

L'intensité instantanée du courant électrique $i(t)$, circulant dans le circuit, vérifie l'équation différentielle suivante : $L \frac{di}{dt} + (R+r).i + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$. La solution de cette équation s'écrit :

$$i(t) = I_m \sin(2\pi N t - \frac{\pi}{4}).$$

On maintient la fréquence du GBF à une valeur N_1 . Une étude appropriée permet de tracer le diagramme de Fresnel représenté par la **figure 3 de la page 5/5**.

a- Préciser, en le justifiant, la nature (inductif, capacitif ou résistif) du circuit.

b- Compléter, sur la **figure 3 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie)**, en respectant l'échelle donnée, le diagramme de Fresnel correspondant à l'équation différentielle précédente. Préciser les expressions de X_2 et de X_3 .

c- Montrer que l'impédance Z du circuit s'écrit : $Z = \sqrt{2} \cdot (R+r)$.

d- L'intensité du courant électrique, mesurée à l'aide de l'ampèremètre, est de valeur

$$I = \frac{38,6}{\sqrt{2}} \text{ mA. Déterminer la valeur de la résistance } r.$$

5) On fait varier la fréquence N du GBF à partir de la valeur N_1 jusqu'à la valeur N_0 . Pour cette fréquence N_0 , l'ampèremètre indique la valeur la plus élevée $I_0 = \frac{57,5}{\sqrt{2}} \text{ mA}$.

a- Justifier, sans faire de calcul, que pour $N = N_0$, on peut retrouver la valeur de la grandeur qui caractérise le dipôle D .

b- La tension maximale que peut supporter ce condensateur est de 20 V . Préciser, en le justifiant, s'il y a risque de claquage du condensateur.

figure 2

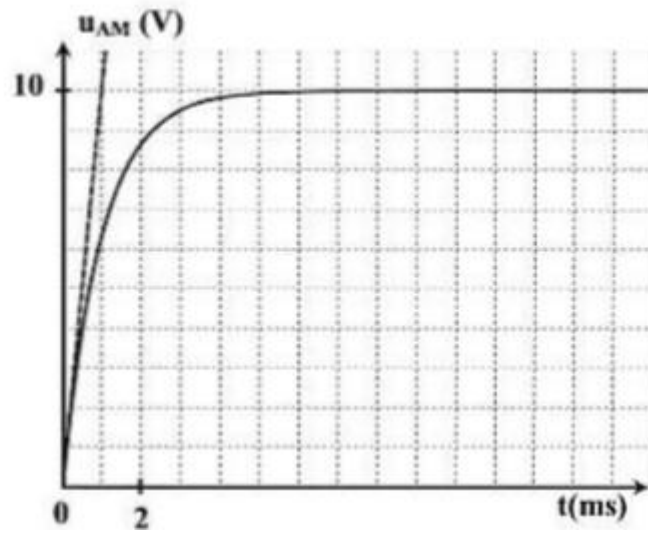
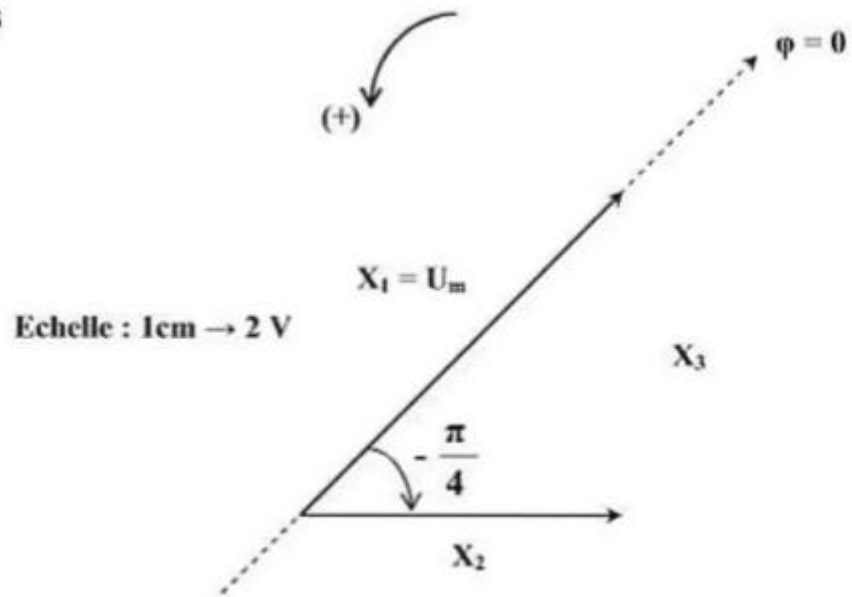


figure 3



Exercice n°11

On récupère, dans un poste de télévision usagé, un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L et de résistance r . Pour déterminer les valeurs de r , L et C , on réalise trois expériences :

Expérience 1 : détermination de la résistance r de la bobine.

On alimente la bobine à l'aide d'un générateur de tension constante, puis on insère des multimètres dans le circuit afin de mesurer l'intensité du courant qui la traverse ainsi que la tension entre ses bornes. Les indications des appareils de mesure, en régime permanent, sont les suivantes: **250 mA** et **3,5 V**.

- 1- Donner l'expression de la tension instantanée $u_{AB}(t)$ aux bornes de la bobine lorsque celle-ci est traversée de sa borne **A** vers sa borne **B** par un courant électrique d'intensité $i(t)$. Que devient cette expression quand le régime permanent est atteint ?
- 2- En déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

Expérience 2 : détermination de l'inductance L de la bobine.

On réalise le montage schématisé sur la **figure 3**. Il comporte, montés en série, la bobine, un générateur de tension continue de force électromotrice E , un conducteur ohmique de résistance $R = 26 \Omega$ et un interrupteur (**K**).

Un système approprié, permet d'enregistrer l'évolution au cours du temps, de l'intensité $i(t)$ du courant traversant le circuit. L'origine des temps est prise à l'instant où l'on ferme l'interrupteur (**K**).

La courbe obtenue est représentée sur la **figure 4 de l'annexe (page 6/6)**.

L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant

traversant le circuit s'écrit :
$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{R+r}{L} i(t) = \frac{E}{L}$$

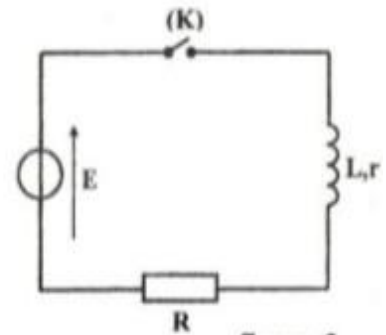


figure 3

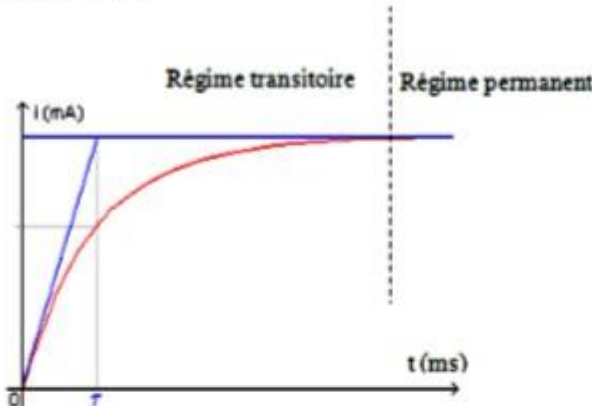
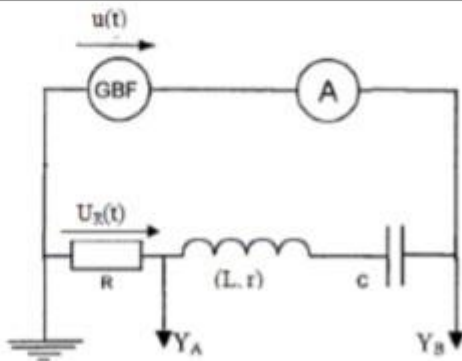
- 1- Indiquer, sur la courbe de la **figure 4**, les domaines qui correspondent respectivement aux régimes transitoire et permanent.
- 2- a- Déterminer graphiquement, la valeur de la constante de temps τ du circuit.
b- Vérifier que $L = 20 \text{ mH}$.
- 3- Déterminer la valeur de E .

Expérience 3 : détermination de la capacité C du condensateur.

On réalise un circuit série comportant la bobine, le condensateur, un conducteur ohmique de résistance $R = 26 \Omega$ et un ampèremètre de résistance négligeable. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude $U_m = 4 \text{ V}$ et de fréquence N réglable.

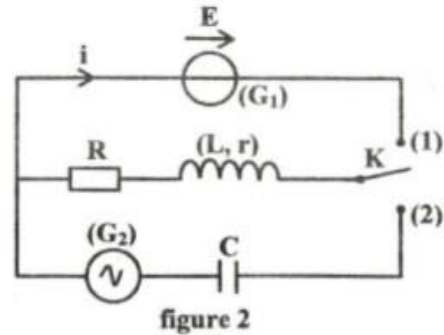
Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, permet de visualiser la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

- 1- Donner un schéma du circuit électrique réalisé. Faire apparaître, sur ce schéma, le branchement de l'oscilloscope.
- 2- En faisant varier la fréquence N du (GBF), on constate que pour $N = N_1 = 1625 \text{ Hz}$, on obtient la résonance d'intensité.
 - a- Quelle observation à l'oscilloscope nous a conduit à cette constatation ?
 - b- Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
 - c- Déterminer la valeur de l'intensité indiquée par l'ampèremètre.

Q	Corrigé
	Expérientel
1-	$u_{AB}(t) = r.i + L \frac{di}{dt}$. En régime permanent, $U_{AB} = R . I$.
2-	$r = \frac{U_{AB}}{I}$. A.N : $r = 14 \Omega$.
	Expérientce2
1-	
2-a-	$\tau = 0,5 \text{ ms}$.
2-b-	$\tau = \frac{L}{R+r}$, donc $L = \tau(R+r)$. A.N : $L = 20\text{mH}$.
3-	En régime permanent on a : $E = (R+r) . I_0$. A.N : $E = 40 \times 0,1 = 4\text{V}$.
	Expérientce3
1-	
2-a-	La courbe correspondante à $u_R(t)$ et celle correspondante à $u(t)$ sont en phase.
2-b-	Résonance d'intensité : $N_1 = N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ d'où $C = \frac{1}{4\pi^2LN_1^2}$ A.N : $C = 0,48\mu\text{F}$.
2-c-	$I = \frac{U_m}{(R+r)\sqrt{2}}$ A.N : $I = 0,07\text{A}$.

Exercice n°12

On considère le circuit électrique de la figure 2, constitué par un résistor de résistance $R = 200 \Omega$, un générateur idéal (G_1) de fem E , un générateur (G_2) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = 10\sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable, un commutateur K à deux positions (1) et (2), un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance $L = 0,42 \text{ H}$ et de résistance r .



A un instant $t = 0$, on place le commutateur K sur la position (1). Un oscilloscope convenablement branché permet d'avoir la courbe de la figure 3 donnant l'évolution, au cours du temps, de la tension u_R aux bornes du résistor.

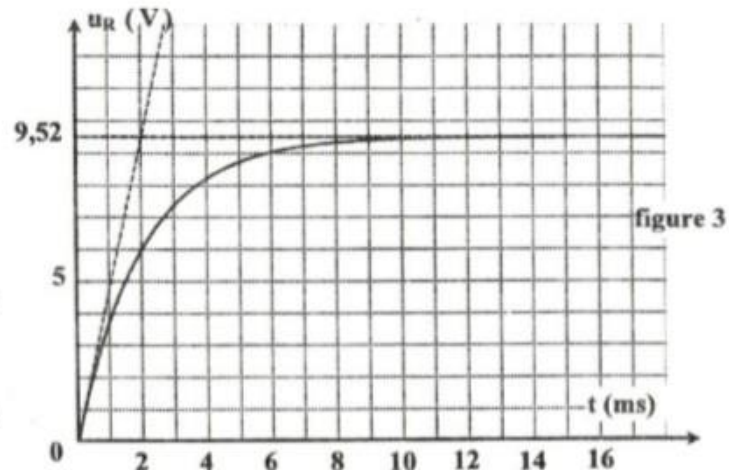
- 1) Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t)$ et montrer qu'elle s'écrit sous la forme suivante :

$$u_R(t) + \tau \frac{du_R(t)}{dt} = U_p ; \text{ avec } \tau = \frac{L}{R+r} \text{ et } U_p = \frac{R}{R+r} E.$$

- 2) La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit :

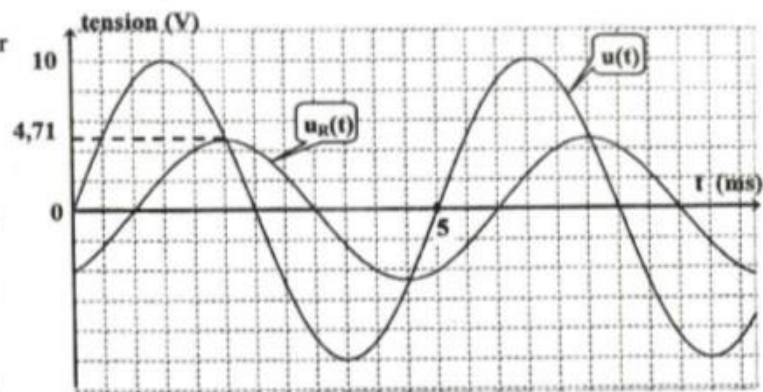
$$u_R(t) = U_p(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}).$$

- a- Déterminer graphiquement les valeurs de U_p et de τ .
b- En déduire les valeurs de r et de E .



- 3) On bascule le commutateur K sur la position (2).

A l'aide d'un oscilloscope convenablement branché au circuit électrique et pour une fréquence N_1 de (G_2) , on obtient les courbes de la figure 4 donnant les chronogrammes des tensions $u_R(t)$ et $u(t)$ respectivement aux bornes du résistor R et du générateur (G_2) .



- a- En exploitant les deux chronogrammes :
- a₁ - déterminer la valeur de la fréquence N_1 et les valeurs des amplitudes U_m et U_{Rm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_R(t)$;
 - a₂- montrer que le déphasage entre l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique et la tension $u(t)$ est : $\Delta\varphi = \varphi_i - \varphi_u = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$. En déduire si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.
- b- L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique qui circule dans le circuit s'écrit : $(R + r)i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t)dt = u(t)$. La solution de cette équation est : $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t + \varphi_i)$.
- b₁- Faire la construction de Fresnel relative à cette équation différentielle à l'échelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ V}$.
 - b₂- En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

Q	Corrigé
1-	<p>schéma (intensité et tensions) loi des mailles $(R+r) i + L \frac{di}{dt} = E$ or $u_R = Ri$ donc $i = \frac{u_R}{R}$</p> $\frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + \frac{R+r}{R} u_R = E$ avec $\tau = \frac{L}{R+r}$ et $U_p = \frac{R}{R+r} E$ On aura : $u_R + \tau \frac{du_R}{dt} = U_p$
2-a-	Lorsque $t \rightarrow \infty$ alors $u_R \rightarrow U_p$ donc $U_p = 9,52 \text{ V}$ Pente de la tangente à la courbe à $t=0$ s donc $\tau = 2 \text{ ms}$
2-b-	$\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow r = 10 \Omega$ $U_p = \frac{R}{R+r} E = 9,52 \text{ V}$ alors $E = 10 \text{ V}$
3-a ₁ -	$N_1 = 200 \text{ Hz}$; $U_m = 10 \text{ V}$ et $U_{Rm} = 4,71 \text{ V}$
3-a ₂ -	Le décalage horaire correspond à $T/6$ et $u(t)$ est en avance de phase par rapport à $i(t)$, ce qui donne : $\varphi_i - \varphi_u = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$ le circuit est inductif.
3-b ₁ -	
3-b ₂ -	D'après la construction de Fresnel on a : $U_{Cma} = 3,8 \text{ V}$ $C = \frac{U_{Rm}}{2\pi N_1} = 4,9 \mu\text{F}$

Exercice n°13

PARTIE I :

On dispose d'un circuit électrique série constitué par :

- un résistor de résistance $R_0 = 50 \Omega$;
- une bobine (B) d'inductance L et de résistance r ;
- un condensateur de capacité $C = 2,1 \mu\text{F}$ complètement chargé au préalable à l'aide d'un générateur supposé idéal de force électromotrice $E = 6 \text{ V}$.

On réalise une expérience qui permet d'enregistrer séparément l'évolution temporelle des tensions suivantes :

u_R aux bornes du résistor, u_B aux bornes de la bobine et u_C aux bornes du condensateur.

On obtient les courbes \mathcal{C}_1 , \mathcal{C}_2 et \mathcal{C}_3 de la figure 3 ci-dessous :

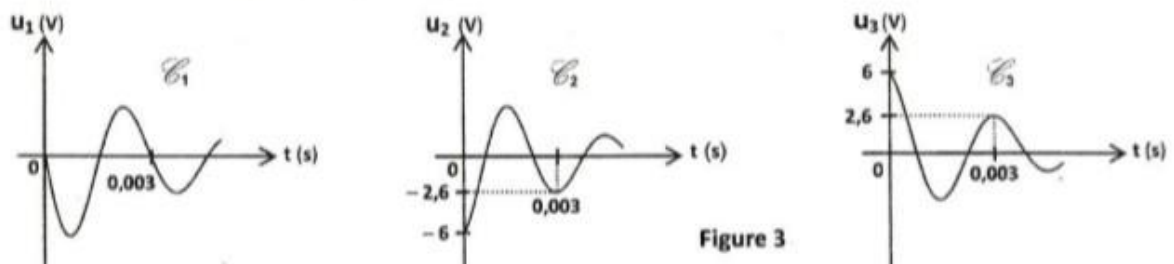


Figure 3

- 1) a – Justifier que la courbe \mathcal{E}_3 représente la tension $u_c(t)$.
 b – Attribuer, en le justifiant, chacune des deux courbes \mathcal{E}_1 et \mathcal{E}_2 , à la tension $u(t)$ qu'elle représente.
- 2) Calculer la variation ΔE de l'énergie totale emmagasinée par l'oscillateur entre les deux instants $t_1 = 0s$ et $t_2 = 0,003s$. Donner la cause de cette variation.

Partie II

Dans le but de déterminer la valeur de la résistance r de la bobine (B) et celle de son inductance L , on insère en série dans le circuit précédent :

– un générateur de basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale

$$u(t) = U\sqrt{2} \sin\left(2\pi N t + \frac{\pi}{4}\right), \text{ de valeur efficace } U \text{ constante et de fréquence } N \text{ réglable ;}$$

– un ampèremètre (A) de résistance négligeable.

Pour une valeur $N_1 = 377,4 \text{ Hz}$ de la fréquence, l'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est: $i_1(t) = I_1\sqrt{2} \sin(2\pi N_1 t)$; où I_1 est l'intensité efficace du courant électrique. Deux voltmètres (V_1) et (V_2) sont branchés respectivement aux bornes du résistor de résistance R_0 et aux bornes de l'ensemble (bobine, condensateur)(Figure 4).

Les deux voltmètres (V_1) et (V_2) donnent respectivement les valeurs

$$U_1 = 2,50 \text{ V et } U_2 = 3,05 \text{ V.}$$

- 1) a – Déterminer la valeur de l'intensité I_1 .
 b – Préciser, en le justifiant, la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif).

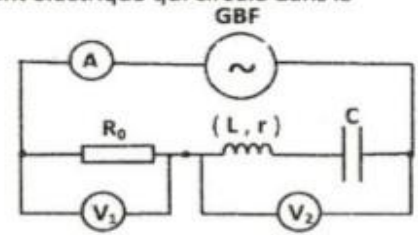


Figure 4

2) La figure 7 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec la copie), représente la construction de Fresnel inachevée et associée au circuit étudié à la fréquence N_1 .

a – Compléter la construction de Fresnel à l'échelle : 2 cm pour $\sqrt{2} \text{ V}$. On désignera par :

- \vec{OA} le vecteur associé à la tension $u_{R_0}(t)$;
- \vec{AB} le vecteur associé à la tension $u_{(B,C)}(t)$, (tension aux bornes de l'ensemble bobine et condensateur);
- \vec{OB} le vecteur associé à la tension $u(t)$.

b – Déduire les valeurs de U , r et L .

3) On prendra dans la suite de l'exercice $r = 10 \Omega$. On règle maintenant la fréquence N à une valeur N_2 de façon à avoir $U_1 = 5 U_2$.

a – Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b – Montrer que dans ces conditions, on a :
$$\frac{U_c}{U} = \frac{1}{(R_0 + r)} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

c – Déduire la nature du phénomène qui se produit aux bornes du condensateur. Ya-t-il risque de claquage du condensateur sachant que sa tension nominale est égale à 18V ?

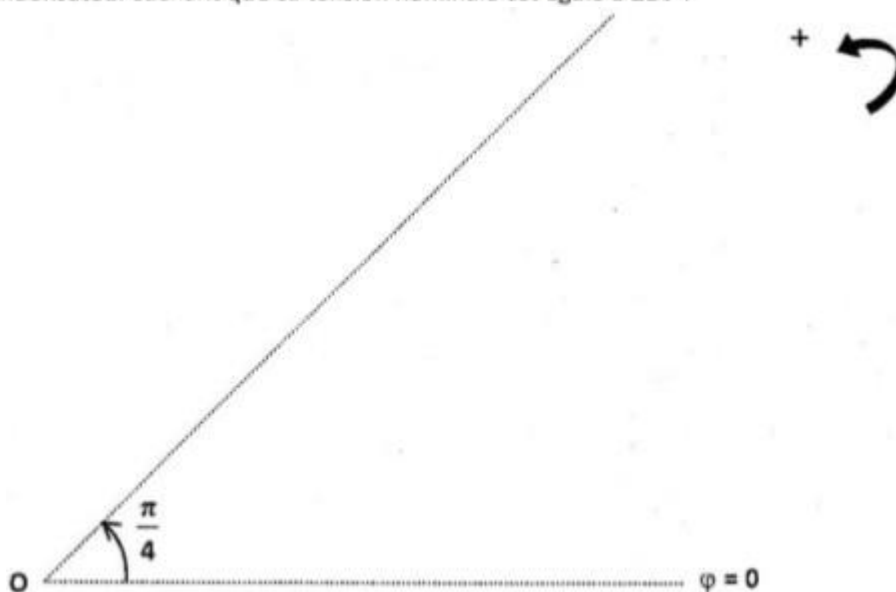


Figure 7

PARTIE I.

1) a- Le condensateur se décharge dans le circuit, la tension à ses bornes décroît au cours du temps à partir de 6V. \mathcal{E}_3 représente la tension $u_c(t)$

$$b - \text{à partir de } t = 0, u_c(t) \text{ décroît, } i(t) = C \frac{du_c}{dt} < 0,$$

La tension aux bornes du résistor décroît à partir de 0V.

\mathcal{E}_1 représente $u_{R0}(t)$ et \mathcal{E}_2 représente $u_R(t)$.

2) Aux instants $t_1 = 0s$ et $t_2 = 0,003s$, $u_c(t)$ est maximale et $u_R(t)$ est nulle. L'énergie de l'oscillateur, se trouve entièrement sous forme d'énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur. La variation ΔE de l'énergie totale emmagasinée par l'oscillateur entre les instants : $t_1 = 0s$ et $t_2 = 0,003s$ est

$$\Delta E = \frac{1}{2} C u_c^2(t_2) - \frac{1}{2} C u_c^2(t_1).$$

$$\text{Soit : } \Delta E = \frac{1}{2} \times 2,1 \cdot 10^{-8} \times (6,76 - 36) = -3,07 \times 10^{-5} J.$$

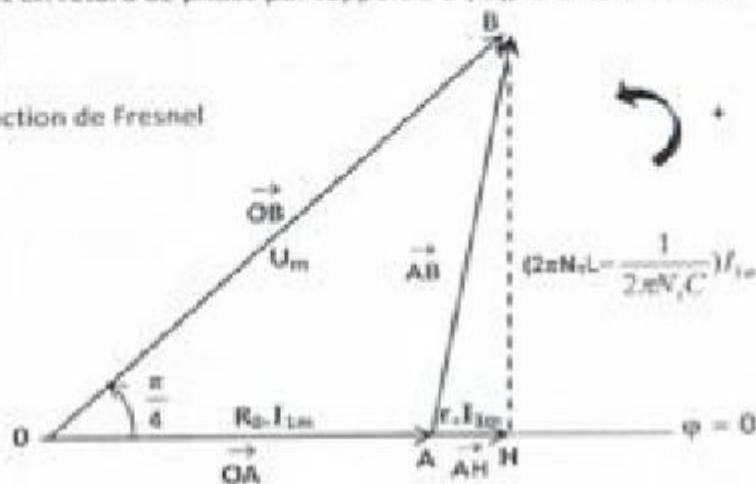
$\Delta E < 0$; l'énergie décroît au cours du temps à cause des pertes par effet joule dans la résistance du circuit.

PARTIE II.

$$1) a - I_s = \frac{U_s}{R_0} = 5 \times 10^{-2} A.$$

b - $i_s(t)$ est en retard de phase par rapport à $u(t)$, le circuit est alors inductif.

2) a - Construction de Fresnel



b-

* D'après la construction la norme du vecteur \vec{AH} est 1cm, soit $r \cdot I_1 = 0,5V$

$$\text{donc } r = \frac{0,5}{5 \times 10^{-2}} = 10\Omega.$$

* La norme du vecteur \vec{OB} est 8,5cm, soit $U = 4,25V$

* La norme du vecteur \vec{HB} est 6 cm, soit $(2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C}) \cdot I_2 = 3V.$

$$\text{Donc : } L = \frac{1}{2\pi N_2} \cdot \left(\frac{3}{I_2} + \frac{1}{2\pi N_2 C} \right) = 0,11 \text{ H.}$$

3) a - Pour montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité,

$$\text{Il suffit de vérifier que } 2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} = 0$$

$$U_1 = 5U_2 \text{ donc } U_1^2 = 25 U_2^2 ; R_0^2 I_2^2 = 25 \left[r^2 + \left(2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} \right)^2 \right] I_2^2$$

$$\text{or } R_0 = 5r \text{ il vient : } 25 r^2 = 25 r^2 + \left(2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} \right)^2 \cdot 25$$

D'où : $2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} = 0$. Le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

$$\text{b - A la résonance d'intensité } 2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} = 0 ; U_c = \frac{I_2}{2\pi N_2 C}$$

$$\text{or } I_2 = \frac{U}{(R_0 + r)} \text{ et } N_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ on remplace chacune de ces}$$

$$\text{dernières expressions dans } U_c \text{ on trouve : } \frac{U_c}{U} = \frac{1}{(R_0 + r)\sqrt{LC}}$$

c - $U_c / U = 3,81$ il ya surtension aux bornes du condensateur.

Or $U = 4,25V$, $U_c = 16,2V$ d'où $U_c < 18V$. Il n'ya aucun risque de claquage du condensateur.

Exercice n°14

Pour déterminer la résistance r et l'inductance L d'une bobine B , on réalise les expériences suivantes:

Expérience 1

Le circuit électrique de la **figure 3** comporte, montés en série :

- un générateur idéal de tension continue de fem $E = 10V$;
- la bobine B d'inductance L et de résistance r ;
- un ampèremètre A de résistance négligeable ;
- un interrupteur K et un résistor de résistance $R = 90 \Omega$.

Un système approprié permet de suivre l'évolution temporelle des tensions $u(t)$ aux bornes du générateur et $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K . Les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la **figure 4** représentent respectivement, les variations de $u(t)$ et $u_R(t)$.

- 1- Nommer, en le justifiant, les régimes qui constituent la réponse du dipôle RL à un échelon de tension pour $t \leq 5ms$ et $t \geq 6ms$.
- 2-a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant $i(t)$ traversant le circuit électrique.

b- Vérifier que $i(t) = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de cette équation différentielle ; avec $\tau = \frac{L}{R+r}$.

c- En exploitant les courbes de la **figure 4**, déterminer les valeurs de :

- c_1 - l'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre en régime permanent et en déduire celle de r ;
- c_2 - l'inductance L de la bobine.

Expérience 2

On réalise maintenant, le circuit électrique représenté sur la **figure 5** qui comporte, montés en série, la bobine B , un résistor de résistance $R' = 40 \Omega$ et un condensateur de capacité $C = 4,7 \cdot 10^{-6} F$. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension

sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt - \frac{\pi}{3})$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.

Pour la valeur $N_1 = 173 \text{ Hz}$ de la fréquence N , l'intensité instantanée du courant électrique qui circule est

$i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t)$; où I_m est l'amplitude de l'intensité électrique. Les courbes de la **figure 6** représentent les tensions $u(t)$ aux bornes du générateur et $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

1- a- A partir de la **figure 6**, déterminer :

- a₁- le déphasage $\Delta\phi = \phi_u - \phi_{u_c}$ de $u(t)$ par rapport à $u_c(t)$;
- a₂- la phase initiale ϕ_{u_c} de $u_c(t)$.

b- Sachant que l'amplitude U_{cm} de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur est

$$U_{cm} = \frac{I_m}{C \cdot 2\pi N_1},$$

déterminer la valeur de l'intensité maximale I_m .

En déduire la valeur de l'impédance Z du circuit.

c- Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, résistif ou inductif.

2- La **figure 7** de la page 5/5, à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie, représente une construction de Fresnel inachevée des tensions correspondant au circuit étudié à la fréquence N_1 dont l'équation différentielle s'écrit : $(R'+r)i + \frac{1}{C} \int i \cdot dt + L \frac{di}{dt} = u(t)$.

Soient \vec{OA} , \vec{AB} , \vec{BC} et \vec{OC} les vecteurs de Fresnel associés respectivement, aux tensions

$$(R'+r)i, \frac{1}{C} \int i \cdot dt, L \frac{di}{dt} \text{ et } u(t).$$

a- Compléter la construction de Fresnel relative aux tensions maximales à l'échelle $1cm$ pour $1V$.

b- Déduire la valeur de l'inductance L de la bobine et celle de sa résistance r .

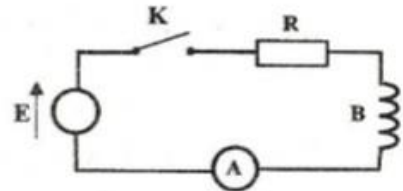


figure 3

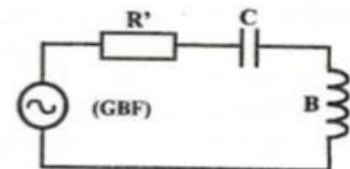
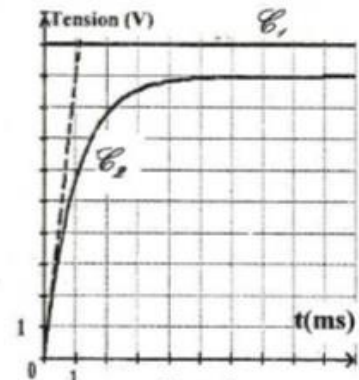


figure 5

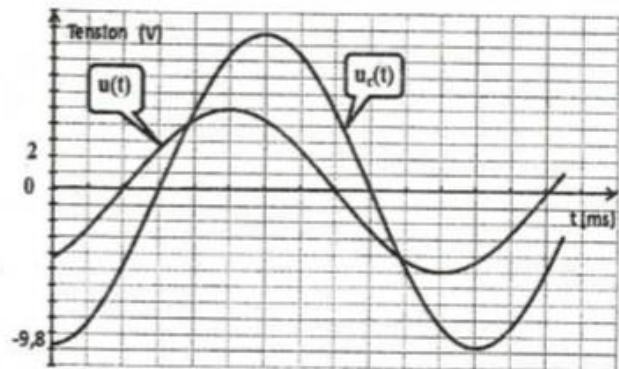
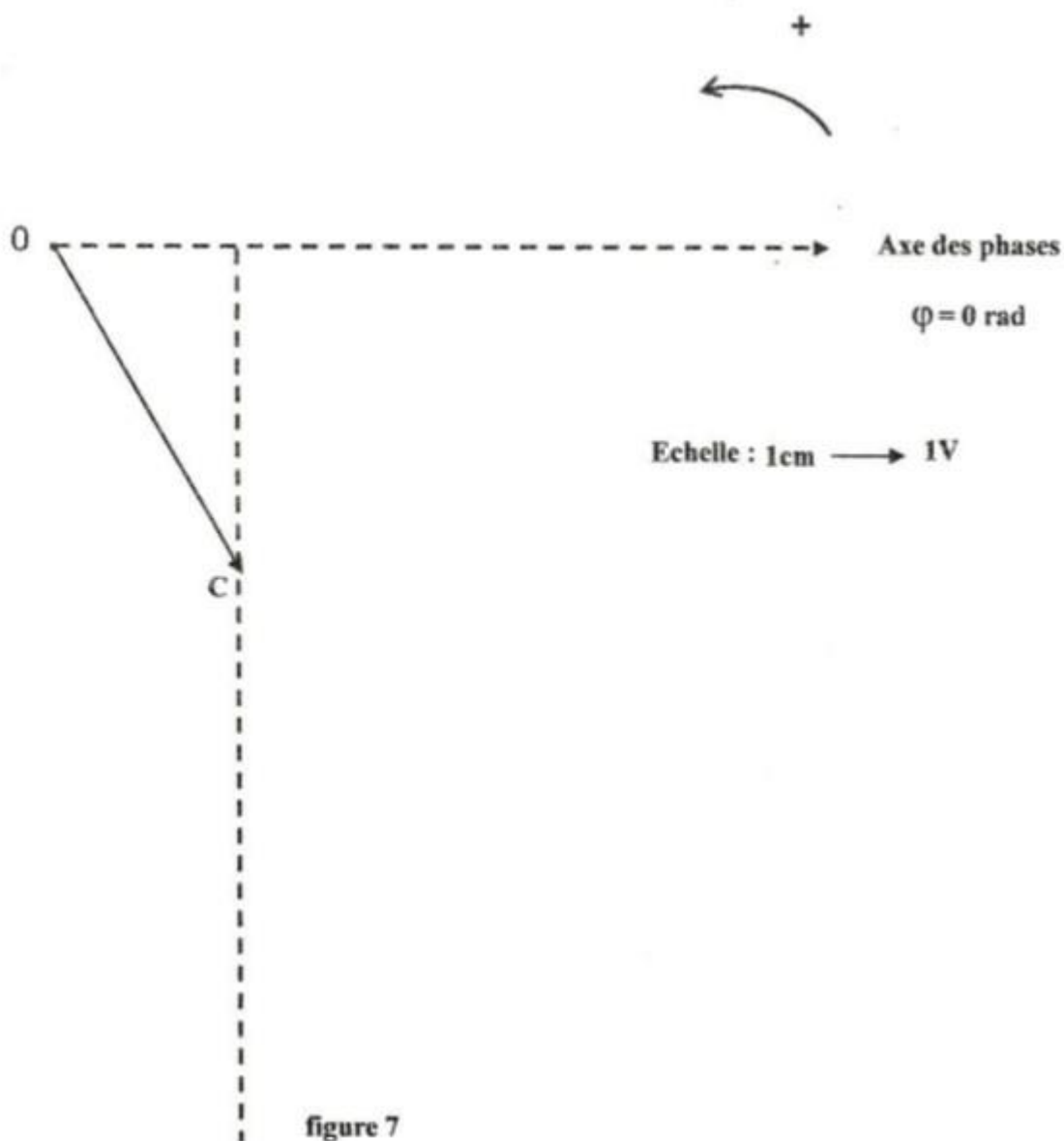


figure 6



Correction

Expérience n°1:

1)

- $t \leq 5 \text{ ms}$, u_R varie au cours du temps : le régime est transitoire
- $t \geq 6 \text{ ms}$, u_R est constante : le régime est permanent

2)

a- La loi des mailles s'écrit : $u_R + u_B - E = 0$ donc $(R+r)i + L \frac{di}{dt} = E$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{E}{L} \quad (1)$$

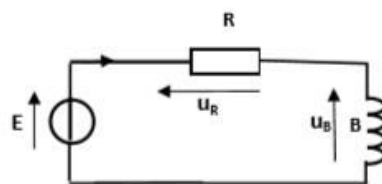
b- On remplace $i = \frac{E}{R+r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ et $\frac{di}{dt} = \frac{E}{L}e^{-\frac{t}{\tau}}$ dans l'équation (1), $\tau = \frac{L}{R+r}$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{-E}{L}e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{R+r}{L} \frac{E}{R+r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = \frac{E}{L} \text{ donc } i = \frac{E}{R+r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \text{ est une solution de l'équation différentielle.}$$

c- D'après la courbe \mathcal{C}_2 :

$$c_1 - U_0 = 9 \text{ V} = RI_0; I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{9}{90} = 0,1 \text{ A}; I_0 = \frac{E}{R+r} = 0,1 \text{ A} \quad \text{d'où } r = \frac{E}{I_0} - R = 100 - 90 = 10 \Omega$$

$$c_2 - \tau = \frac{L}{R+r} = 10^{-3} \text{ s} \text{ alors } L = \tau \cdot (R+r) = 0,1 \text{ H.}$$



Commentaires: Pour l'établissement de l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle d'une grandeur électrique dans un circuit série, les éléments de réponse exigibles sont:

- Schéma du circuit série,
 - Représentation du sens positif du courant,
 - Représentation des tensions le long du circuit,
- Ecriture de l'équation traduisant la loi des mailles ($u = u_R + u_L$)
- Déduction de l'équation différentielle.

La réponse d'un dipôle RL en courant est constituée de deux régimes : un régime transitoire au cours duquel l'intensité augmente en exponentielle à partir de la valeur zéro en tendant vers la valeur

$$I_0 = \frac{E}{R_{\text{total}}} \text{ et un régime permanent caractérisé par un courant continu d'intensité } I_0.$$

La constante de temps τ est une grandeur caractéristique du dipôle RL, elle renseigne sur le retard avec lequel s'établit le régime permanent ou la rupture du courant dans le dipôle. τ ayant la dimension d'un temps, elle s'exprime en seconde.

Le régime permanent intervient dès que le régime transitoire est considéré comme terminé. En régime permanent: les grandeurs physiques telles que la tension u sont indépendantes du temps $\frac{du}{dt} = 0$

. Expérience n°2:

1)a $a_1 - \Delta\phi = \phi_u - \phi_{uc} = \frac{2\pi}{T} \Delta t = 2\pi \frac{1}{12} = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$

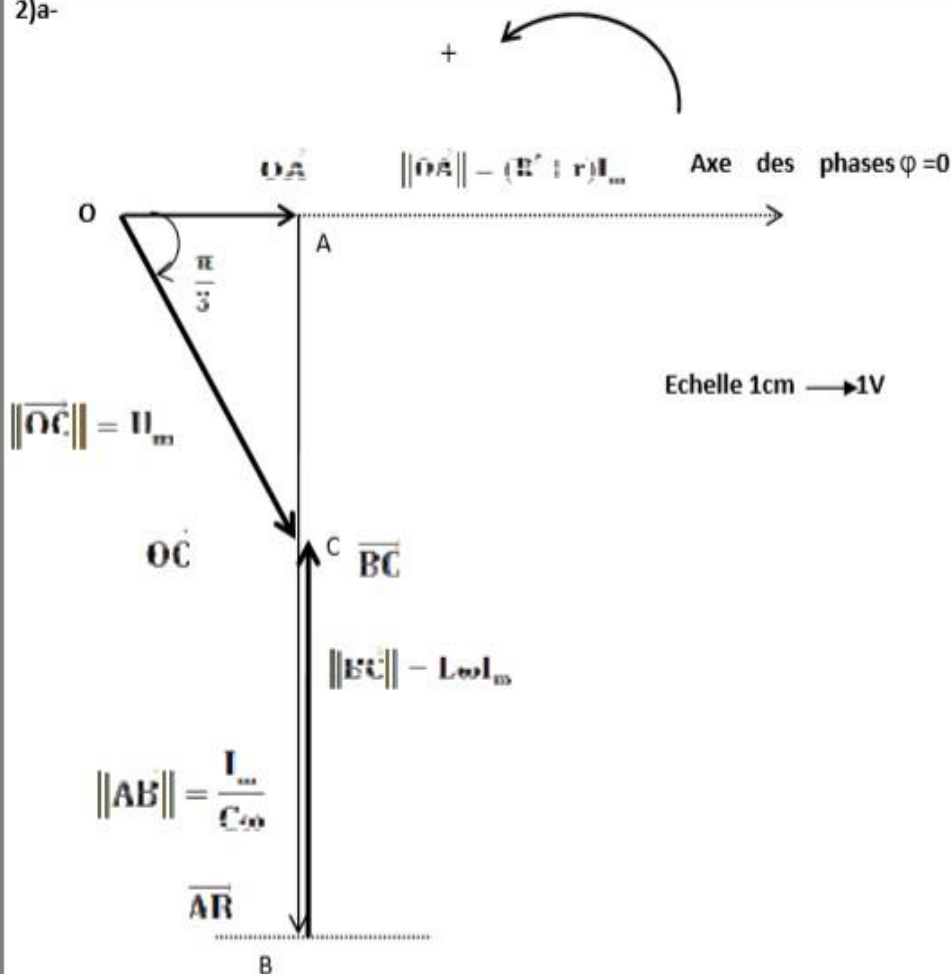
$a_2 - \phi_{uc} = \phi_u - \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$

b- $I_m = 2\pi N_1 C \cdot U_{Cm} ; I_m = 0,05 \text{ A} ; Z = \frac{U_m}{I_m} = 100 \Omega$

c- $\phi_u - \phi_i = -\frac{\pi}{3}$ et par suite $\phi_u < \phi_i$ le circuit est

capacitif

2)a-



b- $\|\vec{OC}\| = 5,4 \text{ cm}$ donc

$L \omega I_m = 5,4 \text{ V}$ par conséquent

$$L = \frac{5,4}{2\pi \cdot 173 \cdot 0,05} \approx 0,1 \text{ H}$$

Soit \vec{OA} le vecteur associé à la tension aux bornes de R' et \vec{AB} le vecteur associé à la tension $r \cdot I_m$ $\|\vec{OA}\| = 2 \text{ cm}$, par suite

$$\|\vec{AB}\| = r \cdot I_m :$$

$$r \cdot I_m = 0,5 \text{ V}$$

$$\text{donc } r = \frac{0,5}{0,05} = 10 \Omega$$

Exercice n°15

Le circuit électrique de la **figure 3** comporte, montés en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$, deux dipôles D_1 et D_2 inconnus et un générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable et d'amplitude U_m constante.

Le circuit électrique est parcouru par un courant électrique sinusoïdal d'intensité $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$ d'amplitude I_m et de phase initiale φ_i . Chacun des dipôles D_1 et D_2 , peut être soit un conducteur ohmique de résistance R_0 , soit un condensateur de capacité C , soit une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

On se propose d'identifier les deux dipôles D_1 et D_2 et de déterminer

la grandeur caractéristique de chacun d'eux. Pour une fréquence N_1 de N , on réalise les expériences suivantes (1) et (2) :

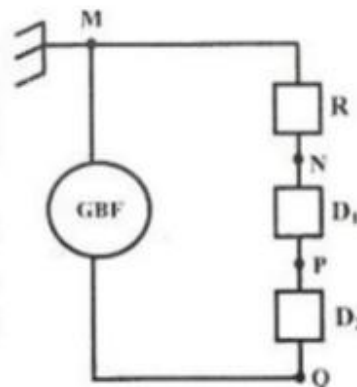


Figure 3

Expérience (1) :

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, on visualise simultanément l'évolution au cours du temps des tensions $u_{NM}(t)$ et $u_{PM}(t)$.

Expérience (2) :

On change le branchement de l'oscilloscope et on visualise simultanément l'évolution au cours du temps des tensions $u_{NM}(t)$ et $u_{QM}(t)$.

Les expériences réalisées, ont permis d'obtenir les courbes représentées sur les **figures 4 et 5**.

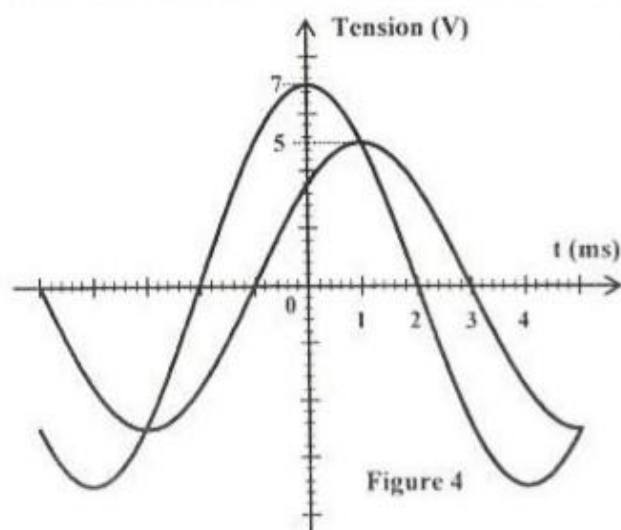


Figure 4

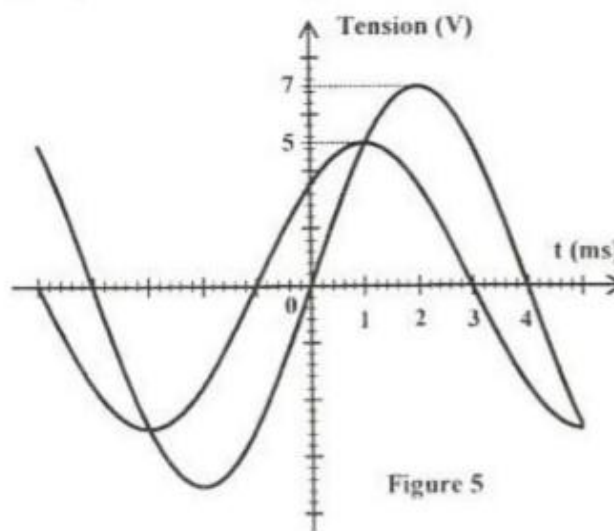


Figure 5

- 1) Justifier que les courbes de la **figure 5** correspondent à l'expérience (2).
- 2) a- Déterminer graphiquement N_1 , U_m et I_m .
b- Montrer que $\varphi_i = +\frac{\pi}{4} \text{ rad}$.
- 3) En exploitant les courbes représentées sur les **figures 4 et 5**:
a- Montrer que D_1 est la bobine alors que D_2 ne peut être que le condensateur.
b- Déduire que $L = 6,2 \cdot 10^{-2} \text{ H}$.
- 4) La **figure 6** de la page 5/5, à remplir par le candidat et à rendre avec la copie, représente la construction de **Fresnel** inachevée correspondant au circuit électrique étudié à la fréquence N_1 où le vecteur \vec{OA} est associé à la tension $u_{NM}(t)$.
a- Compléter, avec toutes les indications nécessaires, la construction de **Fresnel**, en respectant l'échelle suivante : $1 \text{ cm} \longleftrightarrow 1 \text{ V}$
b- En déduire la valeur de C .

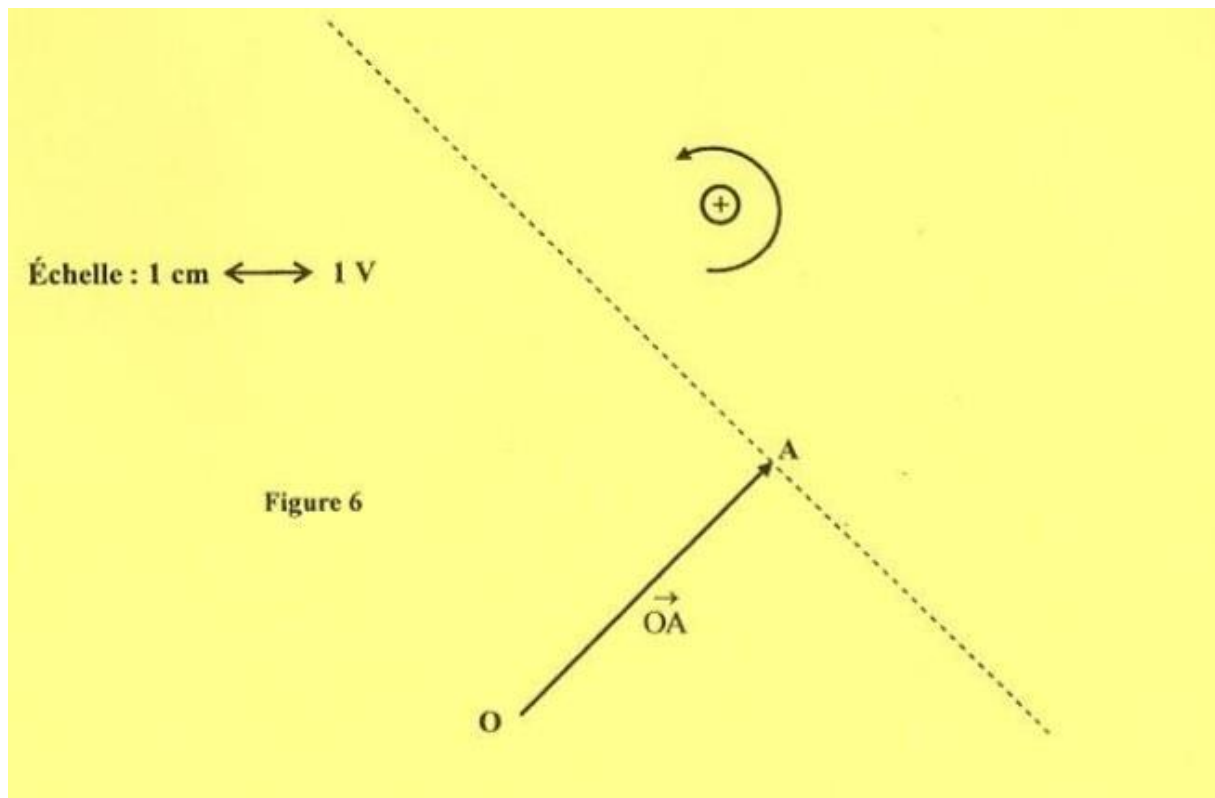


Figure 6

Exercice n°16

On réalise un circuit électrique qui comporte, montés en série :

- un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale, $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable ;
- un résistor de résistance R ;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- un condensateur de capacité $C = 2,5 \cdot 10^{-6}$ F.

On dispose d'un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit électrique. Il permet de visualiser simultanément la tension $u(t)$ sur sa voie Y_1 et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur sur sa voie Y_2 .

Pour une valeur N_1 de la fréquence N du (GBF), on observe, sur l'écran de l'oscilloscope, les oscillogrammes (I) et (II) de la figure 4 avec les réglages suivants :

- sensibilité horizontale : 1 ms / div ;
- sensibilité verticale sur la voie Y_1 : 2,75 V / div ;
- sensibilité verticale sur la voie Y_2 : 2,50 V / div.

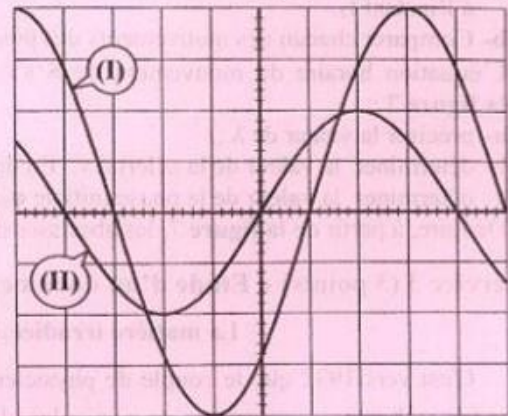
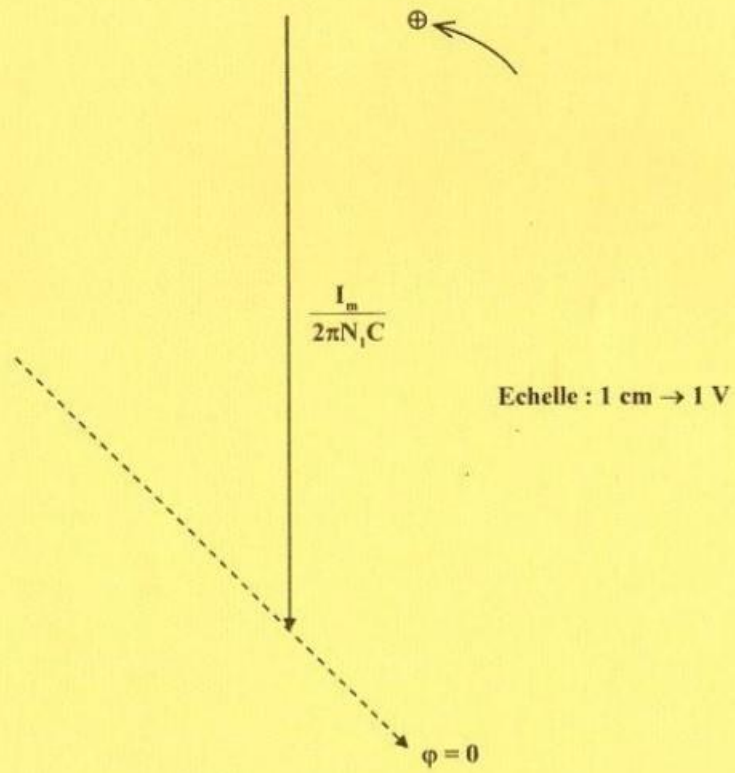


Figure 4

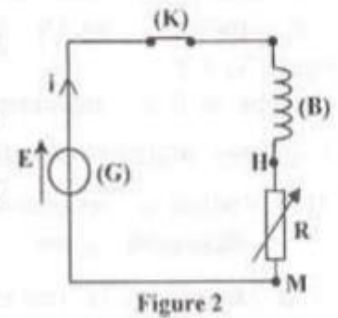
- 1) a- Faire un schéma du circuit électrique étudié, en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u(t)$ et $u_c(t)$.
b- Justifier que l'oscillogramme (I) correspond à $u_c(t)$.
- 2) Déterminer graphiquement :
a- les amplitudes U_m et U_{cm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_c(t)$;
b- la fréquence N_1 ;
c- le déphasage $\Delta\varphi$ de $u(t)$ par rapport à $u_c(t)$: $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{u_c}$.
- 3) L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t + \varphi_i)$, avec I_m son amplitude et φ_i sa phase initiale. L'équation différentielle régissant l'évolution de $i(t)$ au cours du temps, s'écrit : $Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt = u(t)$.
a- Exprimer I_m en fonction de N_1 , C et U_{cm} . Calculer sa valeur.
b- Déterminer φ_i . Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.
c- La figure 5 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie) représente la construction de Fresnel inachevée relative à l'équation différentielle précédente et à la fréquence N_1 .
c1- Compléter, en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la figure 5 de la page 5/5.
c2- En déduire les valeurs de R et L .

Figure 5



Exercice n°17

A- On considère le circuit électrique de la figure 2, constitué par l'association en série d'un générateur (G) de tension, supposé idéal de force électromotrice $E = 10 \text{ V}$, d'un conducteur ohmique de résistance R réglable, d'une bobine (B) d'inductance L et de résistance r et d'un interrupteur (K).
Le sens positif de l'intensité i du courant électrique est indiqué sur le schéma du circuit.



1) a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t) = u_{HM}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit:

$$\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot u_R(t) = \frac{RE}{L}, \text{ où } \tau = \frac{L}{R+r} \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

b- En déduire l'expression de la tension U_0 aux bornes du conducteur ohmique en fonction de E , r et R lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit.

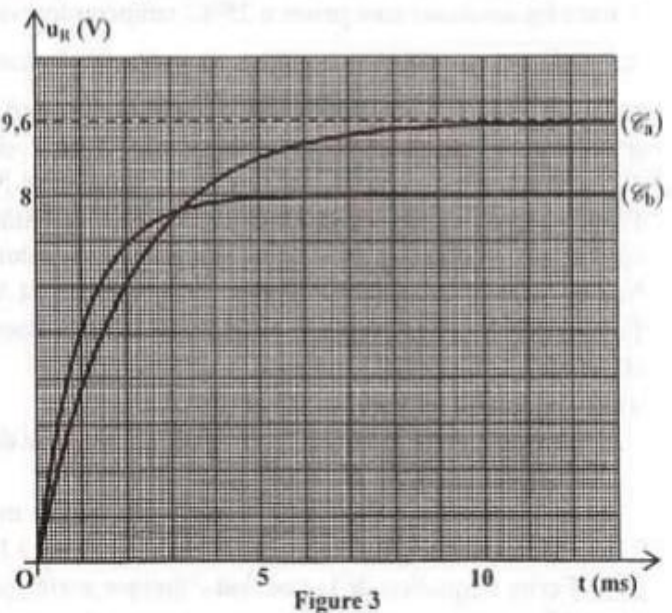
c- Vérifier que la solution de l'équation différentielle précédente est de la forme : $u_R(t) = U_0 (1 - e^{-t/\tau})$.
En déduire que pour $t = \tau$, la tension aux bornes du conducteur ohmique vaut 63 % de U_0 .

2) On effectue les deux expériences suivantes :

- **expérience (a)**: on réalise le circuit de la figure 2 et on ajuste la résistance R du conducteur ohmique à la valeur $R_a = 240 \Omega$;
- **expérience (b)**: on remplace dans le circuit de la figure 2, la bobine (B) par une autre bobine (B') d'inductance L' et de résistance r identique à celle de (B). On ajuste la résistance R à la valeur R_b .

Pour chacune de ces deux expériences, on ferme l'interrupteur (K) à l'instant $t = 0$ et on suit à l'aide d'un système approprié d'acquisition de données, l'évolution temporelle de la tension $u_{HM}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

On obtient respectivement les chronogrammes (\mathcal{C}_a) et (\mathcal{C}_b) de la figure 3.



En exploitant les chronogrammes (\mathcal{C}_a) et (\mathcal{C}_b):

- a- préciser les valeurs U_{0a} et U_{0b} de la tension aux bornes du conducteur ohmique lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit respectivement dans les expériences (a) et (b) ;
- b- déduire les valeurs des constantes de temps τ_a et τ_b du circuit respectivement dans les deux expériences (a) et (b);

- c- déterminer la valeur de la résistance r de la bobine (B) et déduire la valeur de L ;
- d- déterminer R_b et L' .

B- Afin de retrouver les valeurs de L' et de r de (B'), on réalise le circuit de la figure 4, comportant montés en série : la bobine (B'), un condensateur (C) de capacité $C = 10 \mu\text{F}$, un conducteur ohmique de résistance R réglable, un interrupteur (K) et un ampèremètre (A) de résistance négligeable. L'ensemble est alimenté par un générateur de basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$, de tension efficace U constante et de fréquence N réglable. On branche deux voltmètres (V_1) et (V_2) respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes du dipôle constitué par l'ensemble : { (B') ; (C) }.

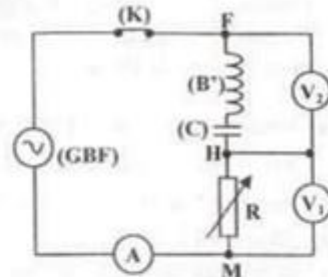


Figure 4

1) En ajustant la fréquence du (GBF) à la fréquence $N_1 = 159 \text{ Hz}$ et en réglant la résistance R à la valeur $R_1 = 40 \Omega$, l'intensité instantanée du courant qui circule dans le circuit est $i(t) = I_1\sqrt{2}\sin(2\pi N_1 t + \frac{\pi}{4})$, où I_1 est l'intensité efficace du courant électrique. Par ailleurs, les deux voltmètres (V_1) et (V_2) indiquent respectivement les valeurs $U_1 = 2,00 \text{ V}$ et $U_2 = 2,55 \text{ V}$.

- a- Déterminer la valeur de l'intensité I_1 .
 - b- Préciser, en le justifiant, le caractère du circuit (inductif, capacitif ou résistif).
 - c- La figure 5 de la feuille annexe (page 5/5 à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie), représente la construction de FRESNEL inachevée associée au circuit étudié à la fréquence N_1 .
 - c1- Compléter la construction de FRESNEL à l'échelle : 4 cm correspondent à 1 V .
- On associe les vecteurs:

- \vec{OA} à la tension $u_{HM}(t) = u_{RM}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique ;
- \vec{AB} à la tension $u_{FH}(t)$ aux bornes du dipôle { (B') ; (C) };
- \vec{OB} à la tension $u(t)$ aux bornes du générateur.

c2- Déduire les valeurs de r , L' et U .

2) En ajustant la fréquence du (GBF) à une valeur N_2 , le voltmètre (V_2) affiche une tension $U'_2 = 0,70 \text{ V}$ et l'ampèremètre (A) indique une intensité du courant $I_2 = 70 \text{ mA}$.

- a- Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité.
- b- Déterminer alors N_2 .

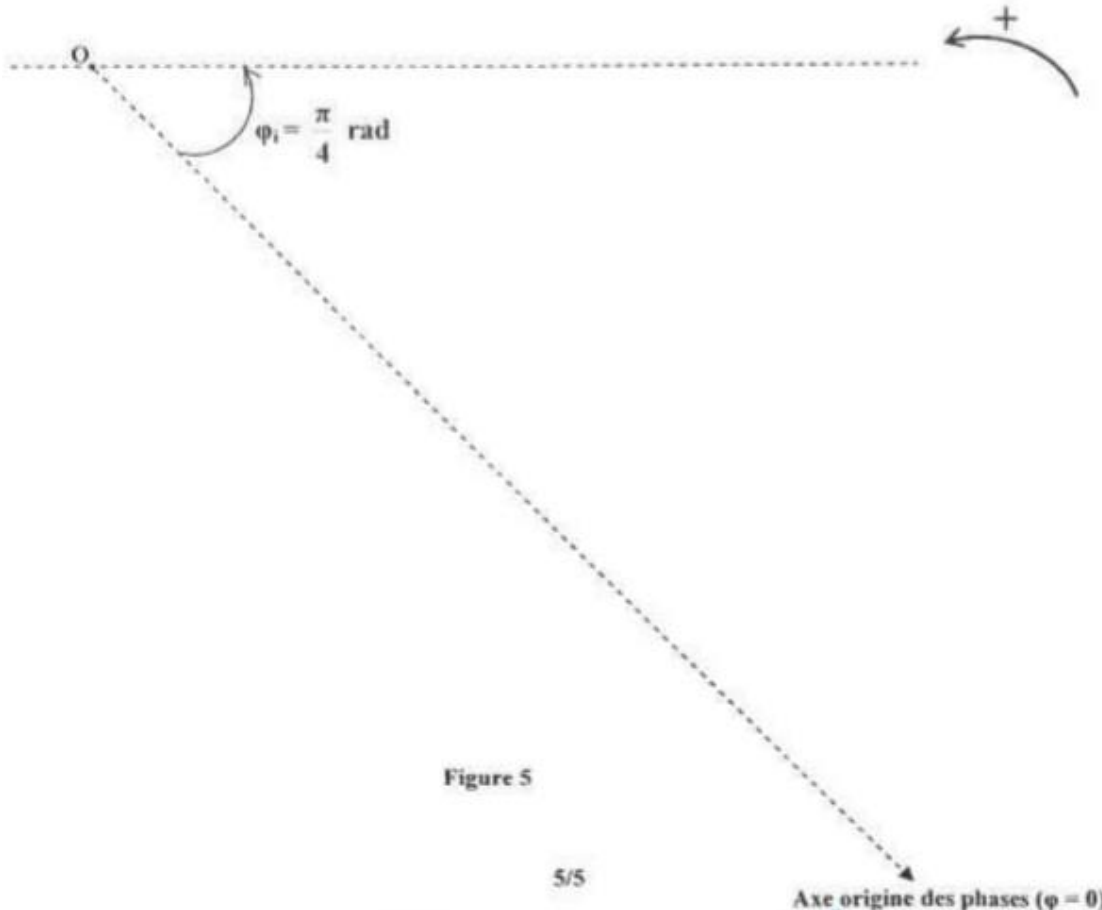
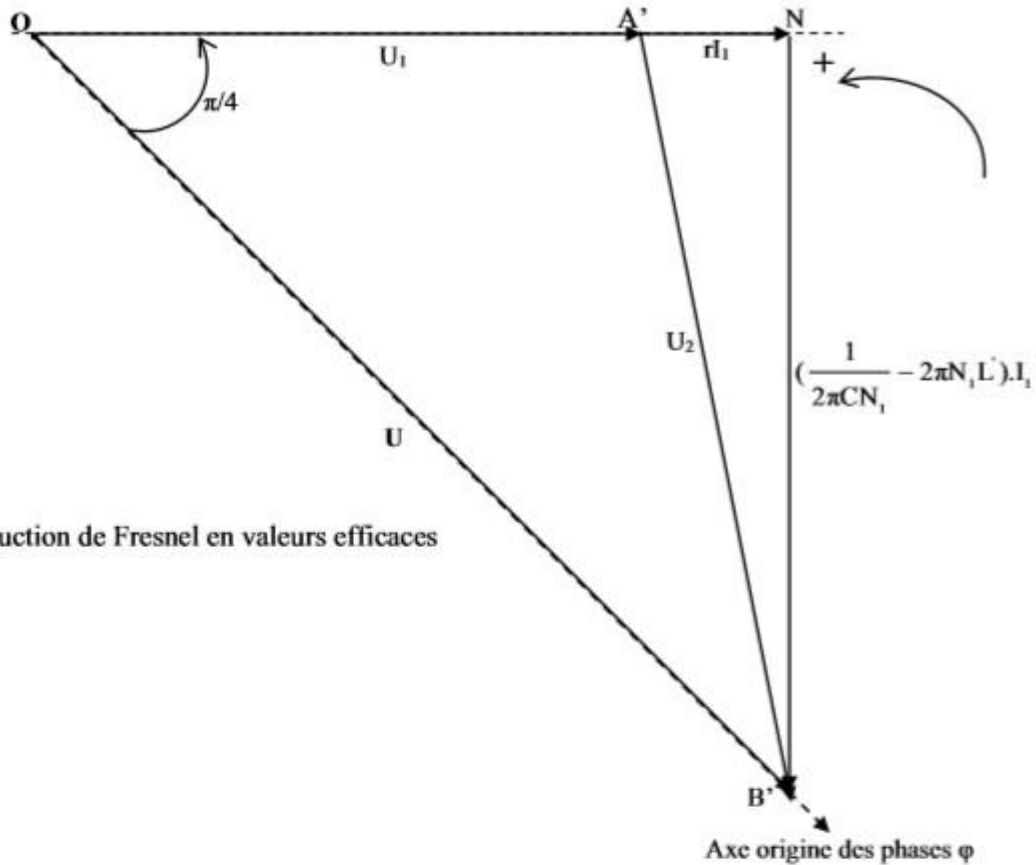


Figure 5

5/5

Axe origine des phases ($\varphi = 0$)

<p>A-1) a- La loi des mailles s'écrit :</p> $u_b + u_R - E = 0 \text{ par suite } L \frac{di}{dt} + ri + u_R = E$ $\text{or } i = \frac{u_R}{R} \text{ d'où } \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{R} u_R = E$ $\text{ainsi } \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R = \frac{RE}{L} \text{ avec } \tau = \frac{L}{R+r}$	
<p>1) b- $\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L} u_R = \frac{RE}{L}$, en régime permanent $u_R = \text{Cte} = U_0$, $U_0 = \frac{RE}{R+r}$</p>	
<p>1) c- $u_R(t) = U_0(1 - e^{-t/\tau})$ d'où $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R = \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{\tau} U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = \frac{U_0}{\tau}$ or</p> $\frac{U_0}{\tau} = \frac{RE}{L} \text{ donc } \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R = \frac{RE}{L}$	
$u_R(t) = U_0(1 - e^{-t/\tau}) \text{ ainsi pour } t = \tau, \quad u_R(\tau) = U_0(1 - e^{-1}) = 0,63 \cdot U_0 = \frac{63}{100} \cdot U_0$	
<p>2) a- D'après les chronogrammes de la figure 3, $U_{0a} = 9,6 \text{ V}$ et $U_{0b} = 8 \text{ V}$.</p>	
<p>2) b- $\frac{63}{100} \cdot U_{0a} = 6 \text{ V}$ ce qui correspond à $\tau_a = 2 \text{ ms} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$</p> $\frac{63}{100} \cdot U_{0b} = 5 \text{ V} \text{ ce qui correspond à } \tau_b = 1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$	
<p>2) c- $r = R_a \left(\frac{E}{U_{a0}} - 1 \right)$ or $E = 10 \text{ V}$; $R_a = 240 \Omega$; $U_{0a} = 9,6 \text{ V}$ ainsi $r = 10 \Omega$</p> $L = (R_a + r) \cdot \tau_a \text{ or } R_a = 240 \Omega; \tau_a = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s d'où } L = 0,5 \text{ H}$	
<p>2) d- $R_b = \frac{rU_{0b}}{E - U_{0b}}$ or $E = 10 \text{ V}$; $U_{0b} = 8 \text{ V}$; $r = 10 \Omega$ ainsi $R_b = 40 \Omega$</p> $L' = (R_b + r) \cdot \tau_b \text{ or } R_b = 40 \Omega; \tau_b = 10^{-3} \text{ s donc } L' = 0,05 \text{ H}$	
<p>B- 1) a- $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$ or $U_1 = 2 \text{ V}$; $R_1 = 40 \Omega$ d'où $I_1 = 0,05 \text{ A}$</p>	
<p>1) b- Pour $N = N_1$, La tension aux bornes du GBF est en retard de phase par rapport à l'intensité i du courant dans le circuit ainsi l'effet du condensateur prédomine ($\frac{1}{C\omega_1} > L\omega_1$ autrement $N_1 < N_0$) par suite le circuit est capacitif.</p>	



Construction de Fresnel en valeurs efficaces

1) c2- $\|\vec{A'N}\| = 2 \text{ cm}$ d'où $r_1 = 0,5 \text{ V}$ donc $r = 10\Omega$; $\|\vec{OB'}\| = 14,1 \text{ cm}$ d'où $U = 3,5 \text{ V}$
 $\|\vec{NB'}\| = 10 \text{ cm}$ par suite $(\frac{1}{2\pi CN_1} - 2\pi N_1 L')I_1 = 2,5 \text{ V}$ donc $L' = 0,05 \text{ H}$

2) a- $U_{\text{eff}} = U_2 = \sqrt{r^2 + (\frac{1}{2\pi N_2 C} - 2\pi N_2 L')^2} I_2 = 0,7 \text{ V}$ d'où
 $\sqrt{r^2 + (\frac{1}{2\pi N_2 C} - 2\pi N_2 L')^2} = 10 \Omega = r$ ainsi $\frac{1}{2\pi CN_2} = 2\pi N_2 L'$
 par suite le circuit est en état de résonance d'intensité.

2) b- $N_2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L'C}}$ or $C = 10^{-5} \text{ F}$; $L' = 0,05 \text{ H}$ donc $N_2 = 225 \text{ Hz}$