

Exercice

Le circuit électrique schématisé sur la **figure 6** comporte les éléments suivants:

- Un générateur basses fréquences (**G.B.F**) délivrant une tension sinusoïdale $u(t)$ de fréquence **N** variable et d'amplitude U_m constante,
- Un condensateur de capacité **C**,
- Une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r**,
- Un résistor de résistance **R₀**,
- Un ampèremètre de résistance interne négligeable.

On se propose d'étudier la réponse de l'oscillateur ($R = R_0 + r$, **L**, **C**), pour différentes valeurs de **N**.

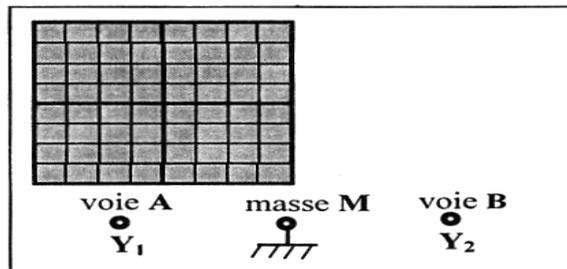
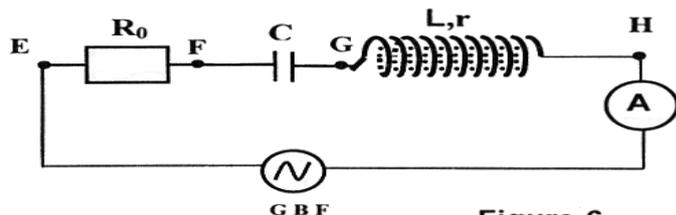


Figure-6

Oscilloscope

I – Expérience 1

Pour une valeur N_1 de la fréquence, un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, permet de visualiser simultanément les deux tensions $u(t)$ et $u_{R_0}(t)$, respectivement aux bornes du **GBF** et aux bornes du résistor **R₀** ; on obtient les oscillogrammes de la **figure 7**.

Les sensibilités verticale et horizontale, pour les deux voies **A** et **B** utilisées, sont respectivement : **2 V / div** et **1 ms / div**.

- 1) a – Montrer que la courbe (\mathcal{C}_1) visualisée sur la **voie A** de l'oscilloscope correspond à la tension $u(t)$ aux bornes du **G.B.F.**
b – Lequel des points **E**, **F**, **G** ou **H** de la **figure 6**, est relié à la **voie A** de l'oscilloscope ? Justifier la réponse.
- 2) En exploitant l'oscillogramme de la **figure 7**.
a – Déterminer le déphasage $\Delta\phi = \phi_{u(t)} - \phi_{u_{R_0}(t)}$ et justifier son signe, sachant que $\phi_{u(t)}$ est la phase initiale (à $t=0$) de $u(t)$ et $\phi_{u_{R_0}(t)}$ est la phase initiale de $u_{R_0}(t)$.
b – Sachant que $u(t) = U_m \sin(2\pi N_1 t)$, recopier puis compléter le tableau suivant, en précisant les valeurs des grandeurs physiques :

	Valeur maximale	Phase initiale	Fréquence N_1
$u(t)$			
$u_{R_0}(t)$			

- c – Quelle est l'indication de l'ampèremètre, sachant que l'impédance du circuit est $Z = 90\Omega$
- d – Calculer la valeur de la résistance **R₀**.

On rappelle que l'impédance **Z** est :

$$Z = \sqrt{(R_0 + r)^2 + (L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1})^2}$$

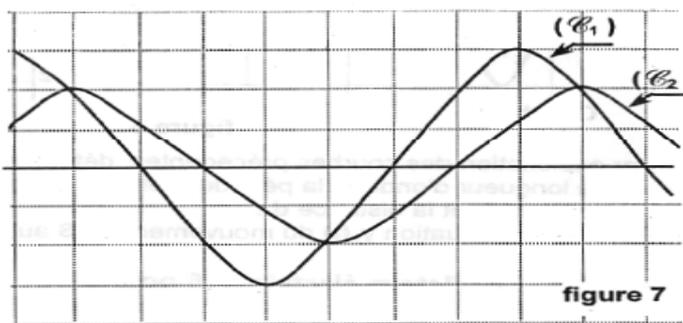


figure 7

II – Expérience 2

On fait varier la fréquence **N**. Pour une valeur N_2 de cette fréquence les oscillogrammes obtenus sont représentés sur la **figure 8**. La sensibilité horizontale des oscillogrammes est **2ms / div**. La sensibilité verticale est **2 V/div** pour la **voie A** qui visualise $u(t)$ et **5 V/div** pour la **voie B** qui visualise $u_{R_0}(t)$.

- 1) Justifier le fait que l'oscillateur est en état de résonance d'intensité.
- 2) La valeur de **R₀** étant **R₀ = 60 Ω**, quelle est la nouvelle indication de l'ampèremètre ?
- 3) Montrer que la valeur de la résistance **r** de la bobine est environ **12 Ω**.
- 4) Sachant que **L = 1 H**, calculer la valeur de la capacité **C** du condensateur.

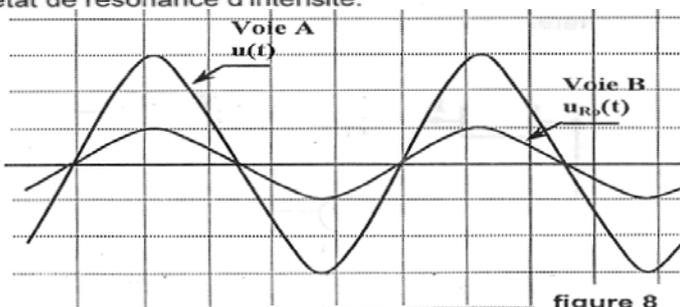


figure 8

Exercice

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**.

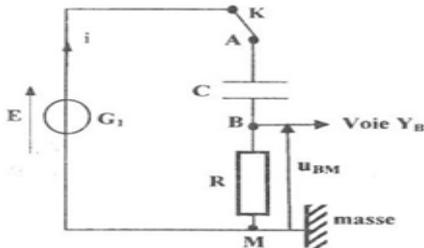


figure 1

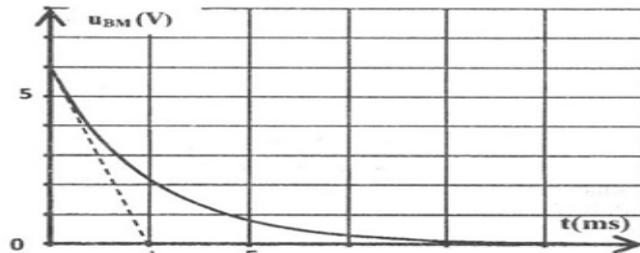


figure 2

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 G_1 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 : $S_H = 2,5 \text{ ms/div}$ et $S_V = 2 \text{ V/div}$.

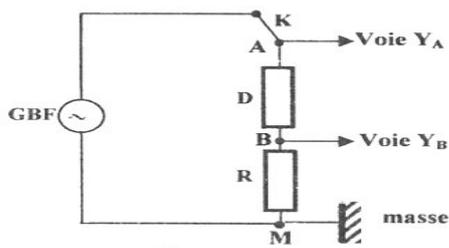


figure 3

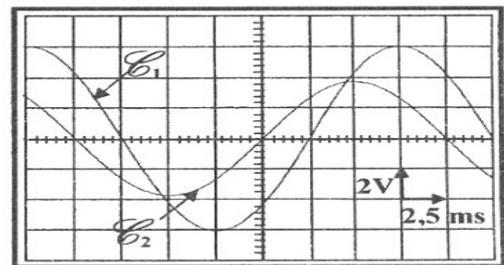


figure 4

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 **Hi** 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 $N_1 = 159,23 \text{ Hz}$, on constate que I_m prend la valeur maximale I_{m0} égale à $20,9 \text{ mA}$.

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 $L = 0,1 \text{ H}$.

Exercice

On réalise le circuit série constitué d'un générateur basse fréquence (GBF), d'une bobine d'inductance L et de résistance r , d'un condensateur de capacité C et d'un conducteur ohmique de résistance $R = 100 \Omega$. Le GBF délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude constante U_m et de fréquence N réglable. Un système d'acquisition permet d'enregistrer simultanément les tensions $u(t)$ aux bornes du générateur et $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. Pour une valeur donnée de la fréquence N , on obtient les chronogrammes e_1 et e_2 de la figure 2.

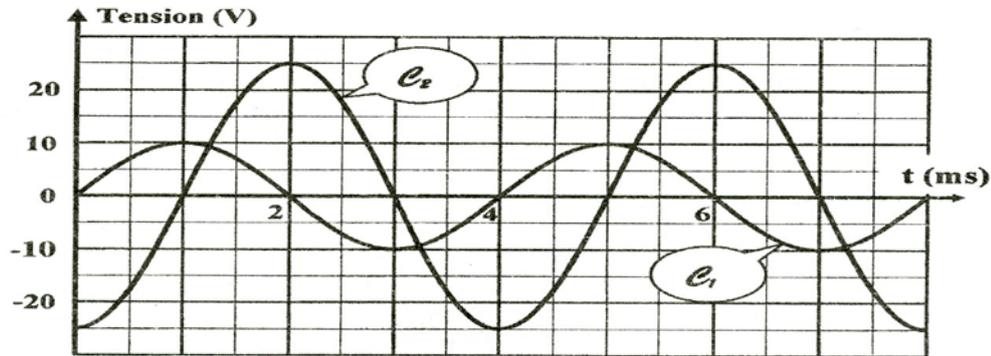


Fig. 2

- 1- a- Donner la relation entre l'intensité $i(t)$ du courant électrique et la tension $u_C(t)$.
b- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de $u_C(t)$ s'écrit :

$$LC \frac{d^2 u_C(t)}{dt^2} + (R + r) C \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = U_m \sin(2\pi Nt) \quad (I)$$
- 2- L'équation différentielle (I) admet une solution de la forme : $u_C(t) = U_{Cm} \sin(2\pi Nt + \varphi_C)$.
 - a- Justifier que la courbe (e_2) correspond à $u_C(t)$.
 - b- Préciser la valeur de la fréquence N et celle de la tension maximale U_{Cm} .
 - c- Déterminer la valeur de la phase initiale de la tension $u_C(t)$.
 - d- Justifier que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
- 3- Pour cette fréquence N , l'intensité maximale I_m du courant électrique qui circule dans le circuit a pour valeur $I_m = 86,5 \text{ mA}$.
 - a- Vérifier que la valeur de la capacité C du condensateur est égale à $2,2 \mu\text{F}$.
 - b- Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine.
 - c- Déterminer la valeur de la résistance totale du circuit et déduire celle de la résistance r .
- 4- Justifier que la puissance moyenne, absorbée par le circuit pour cette fréquence N , est maximale.

Exercice

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 $E = 10\text{V}$;
- 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 e_1 et e_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 $t \leq 5\text{ms}$ et $t \geq 6\text{ms}$.
- 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 :

- c₁- l'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre en régime permanent et en déduire celle de r ;
- c₂- 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 $C = 4,7 \cdot 10^{-6} \text{ F}$. 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

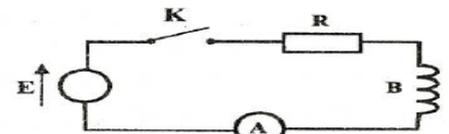


figure 3

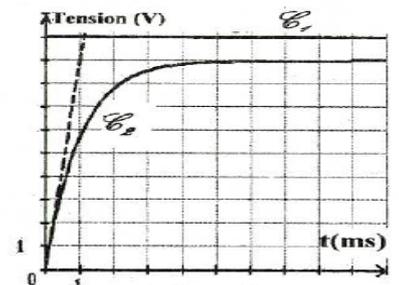


figure 4

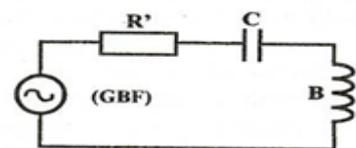


figure 5

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 $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{u_c}$ 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

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

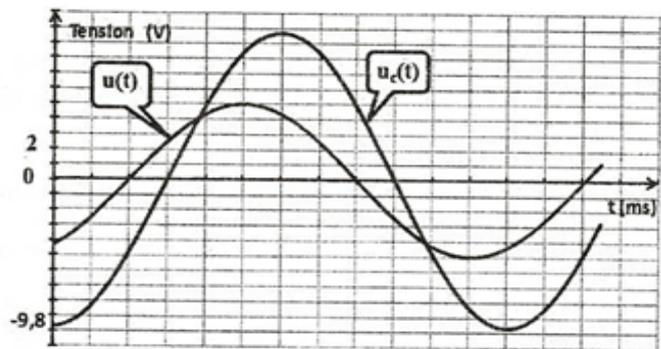


figure 6

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 : $(R'+r)i + \frac{1}{C} \int i.dt + L \frac{di}{dt} = u(t)$.

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

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

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 .

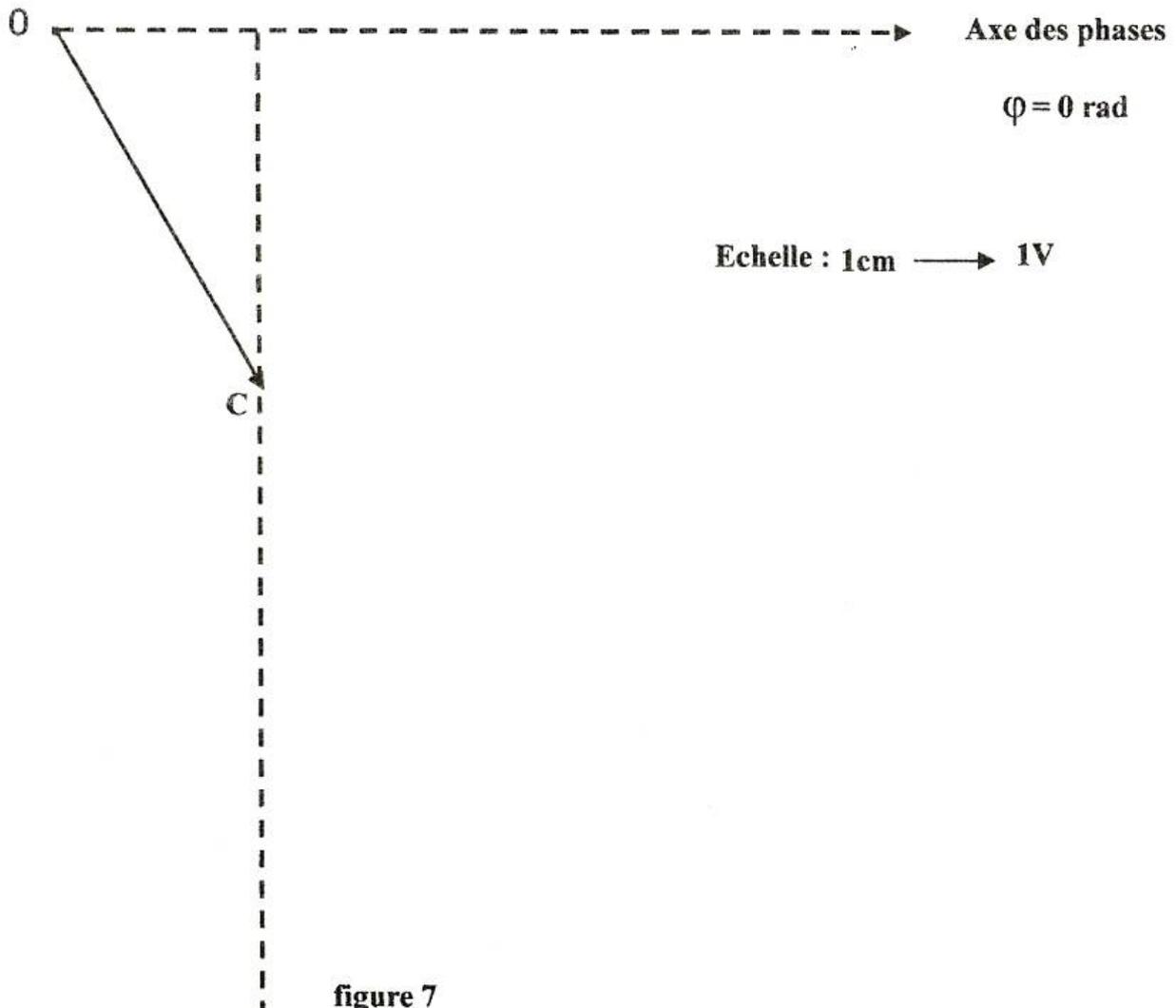


figure 7