

Exercice 1

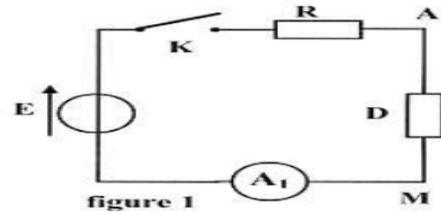
Le circuit de la figure 1 comporte un générateur supposé idéal de fem E , un interrupteur K , un ampèremètre (A_1), un résistor de résistance $R = 200 \Omega$ et un dipôle D , tous branchés en série.

Le dipôle D peut être soit :

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

A 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.

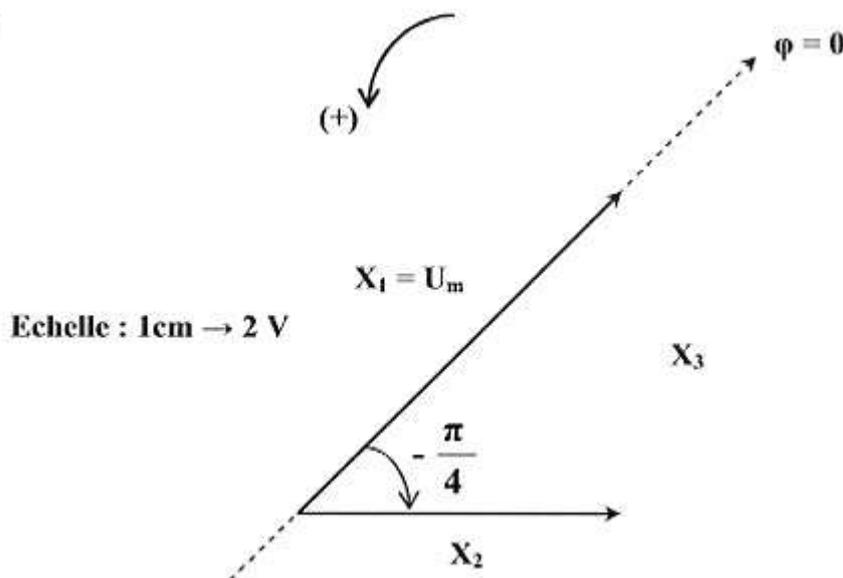
L'intensité instantanée du courant électrique $i(t)$, circulant dans le circuit, vérifie l'équation différentielle suivante : $L \frac{di}{dt} + (R + r)i + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$. La solution de cette équation s'écrit :

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

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 3



Exercice 2

Dans une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves étudie les oscillations électriques en régime sinusoïdal forcé d'un circuit RLC série.

Le montage expérimental comporte un résistor de la résistance R , une bobine d'inductance $L = 0,5 \text{ H}$ et de résistance $r = 10 \text{ } \Omega$, un condensateur de capacité C , un générateur basses fréquences délivrant une tension sinusoïdale : $u(t) = U\sqrt{2} \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable et de valeur efficace U , un ampèremètre et un voltmètre.

L'intensité du courant qui parcourt le circuit est : $i(t) = I\sqrt{2} \sin(2\pi Nt + \varphi)$.

Pour différentes valeurs de N , le groupe d'élèves note l'indication I de l'ampèremètre tout en veillant à maintenir U constante et égale à 4 V à l'aide d'un voltmètre. Ainsi il a été possible de tracer la courbe représentant la variation de l'intensité efficace I du courant en fonction de la fréquence N .

- 1) Faire un schéma soigné du montage expérimental.
- 2) Quel est le phénomène physique mis en évidence par cette courbe ?
- 3) a) Indiquer, en justifiant votre réponse, la fréquence propre N_0 du circuit.
b) Déduire la capacité C du condensateur.
- 4) En se référant au graphique, déterminer la résistance R du résistor.
- 5) La fréquence N est ajustée à la valeur $N_1 = 170 \text{ Hz}$.
a) Préciser, en le justifiant, si le circuit est inductif, capacitif ou résistif.
b) i. Déterminer les valeurs de l'intensité efficace I du courant et de l'impédance Z du circuit.
ii. Déduire la valeur de φ .
- c) Préciser, en justifiant votre réponse, s'il faut augmenter ou diminuer la valeur de l'inductance L pour que le circuit passe à l'état de résonance d'intensité ?
- d) Calculer l'énergie dissipée en chaleur dans le circuit pendant $\Delta t = 25 \text{ ms}$.
- 6) Sur le boîtier du condensateur utilisé pour réaliser les expériences précédentes, le fabriquant indique la tension maximale à ne pas dépasser pour éviter le claquage du condensateur ; soit : $U_0 = 100 \text{ V}$.
En choisissant $R = 10 \text{ } \Omega$, y a-t-il risque de claquage du condensateur ? Justifier votre réponse.

Exercice 3

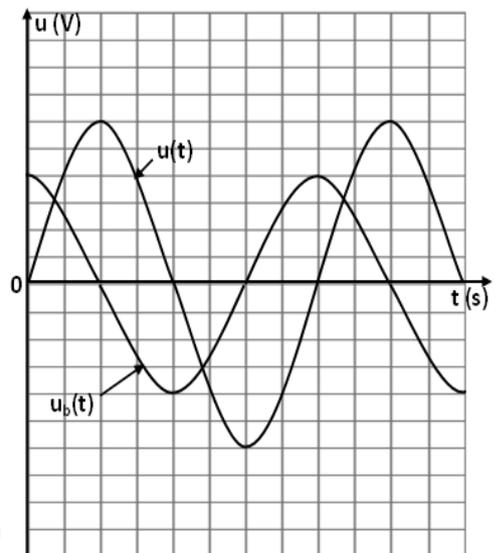
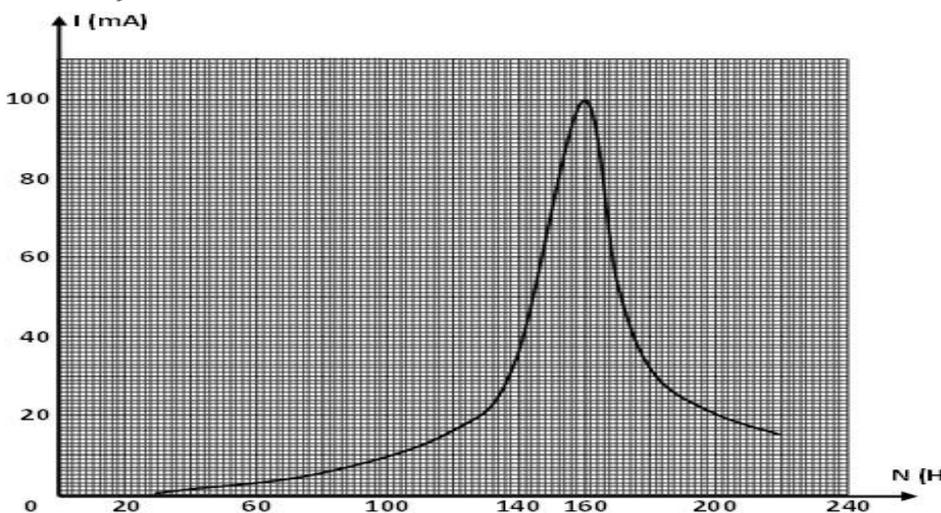
Un circuit électrique comporte en série :

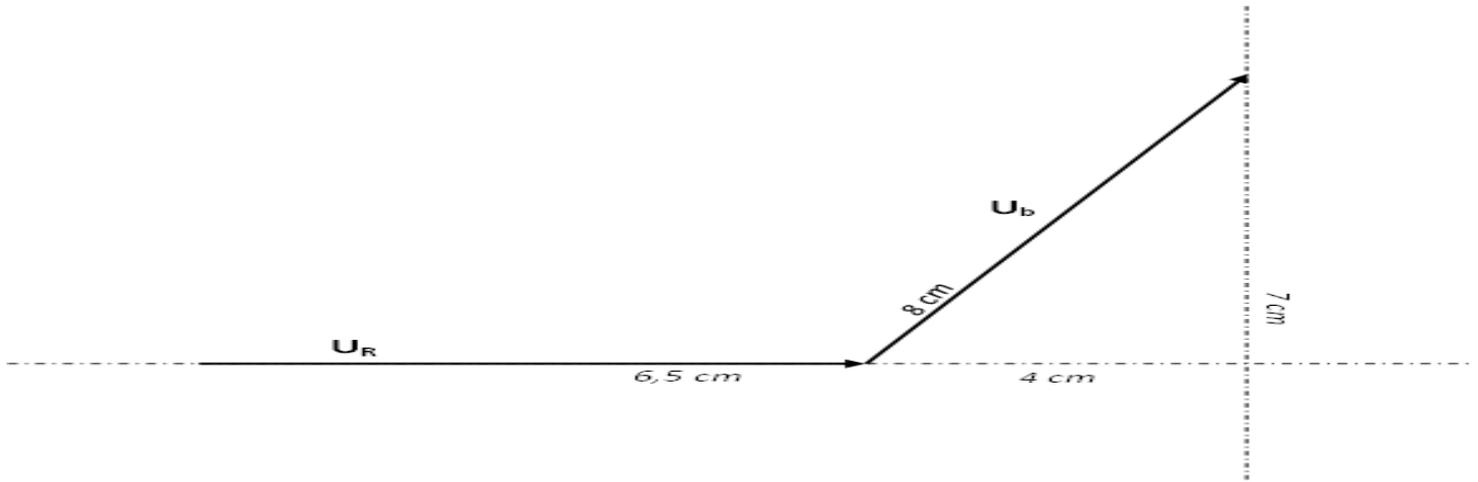
- un résistor de résistance $R = 32 \text{ } \Omega$,
- une bobine d'inductance L et de résistance r ,
- un condensateur de capacité C .

L'ensemble est alimenté par un GBF délivrant une tension alternative sinusoïdale :

$$u(t) = 30\sqrt{2} \sin(2\pi Nt), \text{ avec } N = 50 \text{ Hz.}$$

- 1) À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on observe les tensions $u(t)$ sur la voie (1) et $u_b(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie (2), on obtient les oscillogrammes ci-contre.
 - a) Faire le schéma du circuit et préciser les branchements sur l'oscilloscope.
 - b) Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{u_b} - \varphi_u$.
 - c) Exprimer $u_b(t)$ sachant que la sensibilité verticale est la même sur les deux voies.
- 2) Établir l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$.
- 3) On donne, dans la figure ci-dessous, la représentation de Fresnel incomplète relative aux tensions efficaces.
 - a) À partir de cette représentation déterminer l'intensité efficace I et la résistance r .
 - b) Calculer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{u_b} - \varphi_i$. En déduire l'inductance L .
 - c) Montrer que le circuit est capacitif. Compléter la représentation et déduire la valeur de la capacité C .
- 4) Pour une fréquence N_1 , la puissance moyenne consommée prend une valeur maximale P_1 .
 - a) Calculer N_1 et P_1 .
 - b) Établir l'expression de $u_c(t)$.
 - c) Calculer le coefficient de surtension du circuit.





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 R_0 ,
 - 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 .

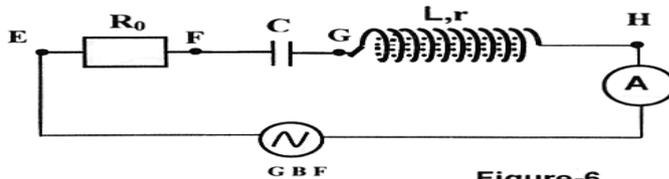
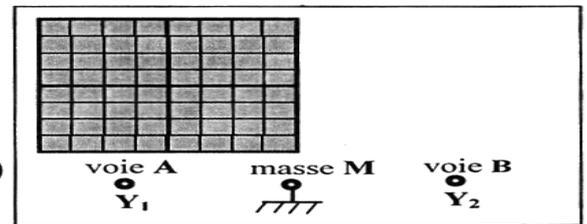


Figure-6



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 R_0 ; 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 .

- 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.
- En exploitant l'oscillogramme de la **figure 7**.
 a – Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{u(t)} - \varphi_{u_{R_0}(t)}$ et justifier son signe, sachant que $\varphi_{u(t)}$ est la phase initiale (à $t=0$) de $u(t)$ et $\varphi_{u_{R_0}(t)}$ 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
$u(t)$			
$u_{R_0}(t)$			

- Quelle est l'indication de l'ampèremètre, sachant que l'impédance du circuit est $Z = 90 \Omega$
- Calculer la valeur de la résistance R_0 .

On rappelle que l'impédance Z est :

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

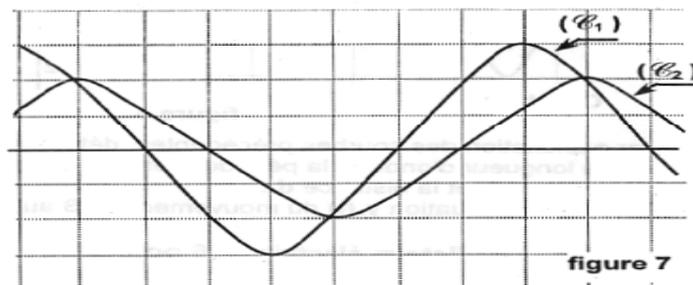


figure 7

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 2 ms / 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 $u_{R_0}(t)$.

- Justifier le fait que l'oscillateur est en état de résonance d'intensité.

- 2) La valeur de R_0 étant $R_0 = 60 \Omega$, quelle est la nouvelle indication de l'ampèremètre ?
- 3) Montrer que la valeur de la résistance r de la bobine est environ 12Ω .
- 4) Sachant que $L = 1 \text{ H}$, calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

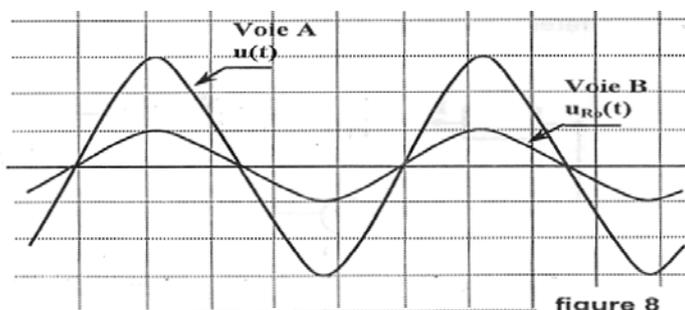


figure 8

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.

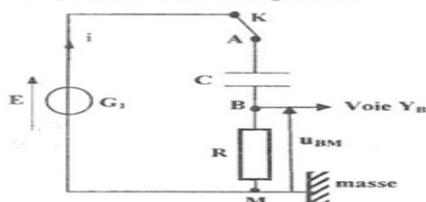


figure 1

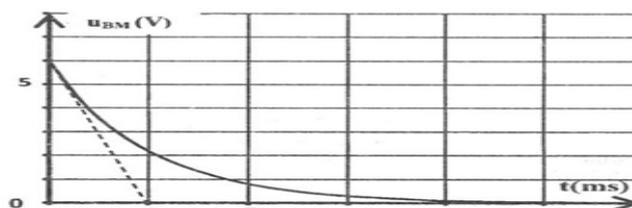


figure 2

- 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 $S_V = 2 \text{ V/div}$.

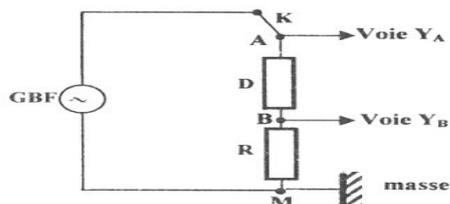


figure 3

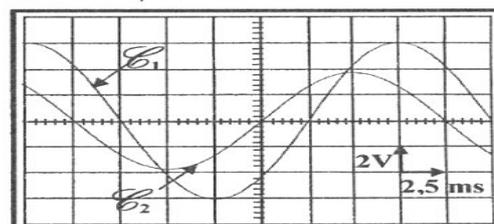


figure 4

- 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 H_i suivantes :
 - * H_1 : le dipôle D est un résistor de résistance R' ;
 - * H_2 : le dipôle D est une bobine d'inductance L et de résistance nulle en série avec un condensateur de capacité C' ;
 - * H_3 : 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 H_1 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.

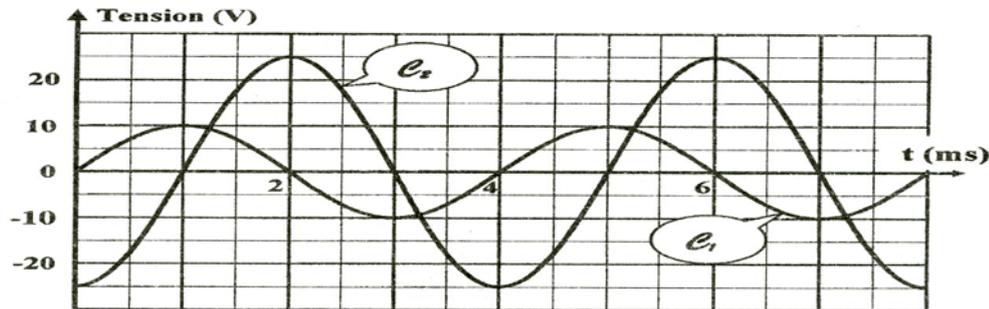


Fig. 2

- 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 :

- 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 $C = 4,7 \cdot 10^{-6} \text{ F}$. 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

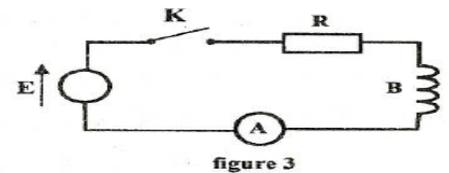


figure 3

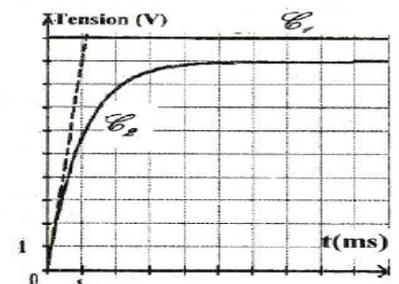


figure 4

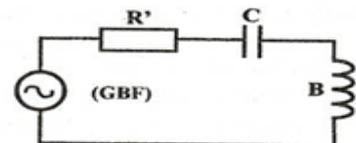


figure 5

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

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

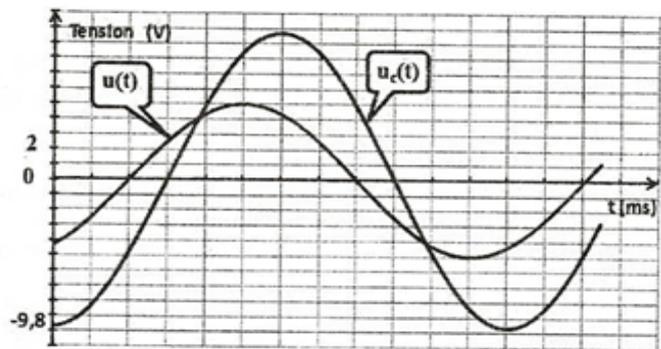


figure 6

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

Soient \overline{OA} , \overline{AB} , \overline{BC} et \overline{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 .

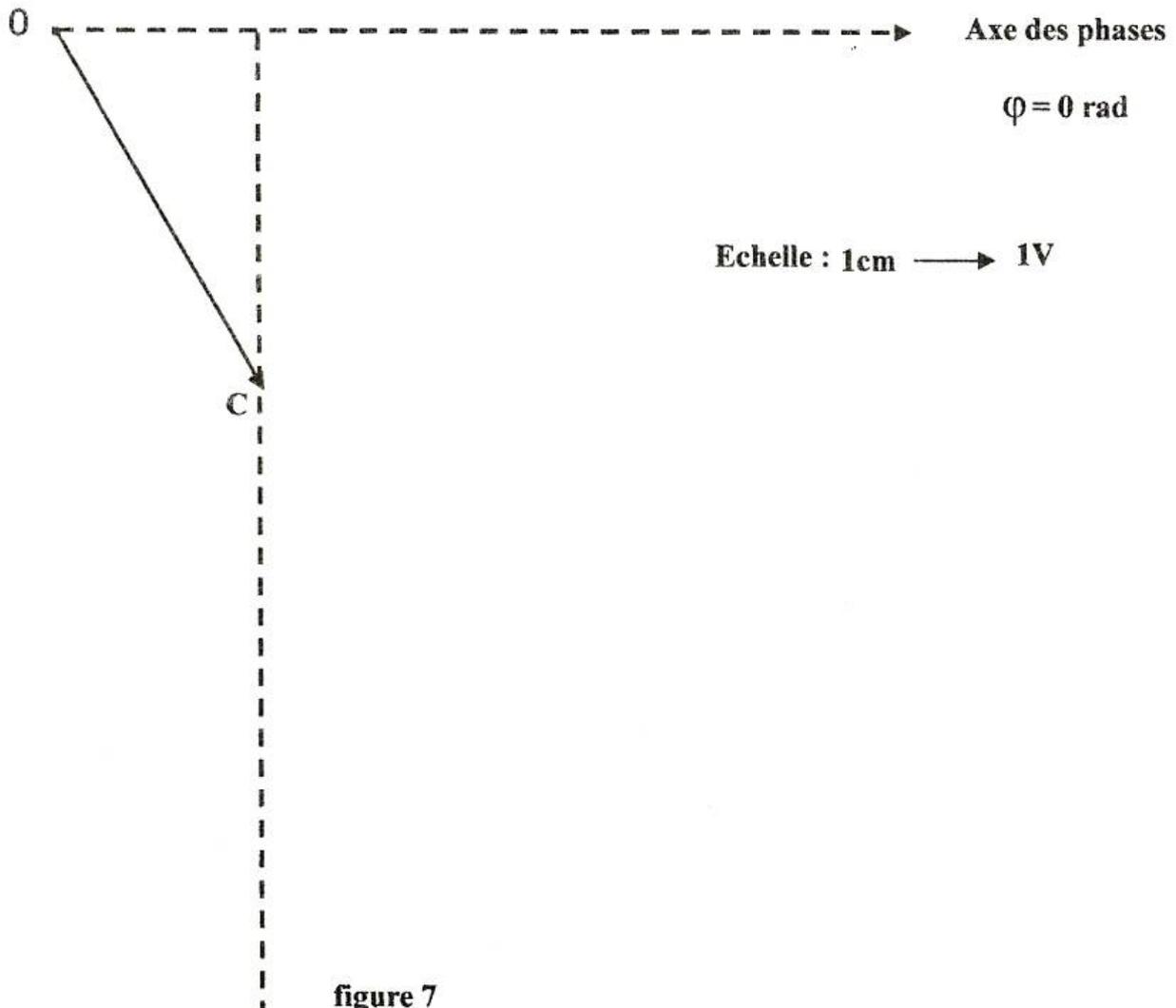


figure 7