

Série de Physique
Niveau : 4^{ème}.Sc ex. +ScT. +M
Oscillateur RLC forcé

Exercice n°1 :

Un oscillateur électrique est constitué des dipôles suivants associés en série :

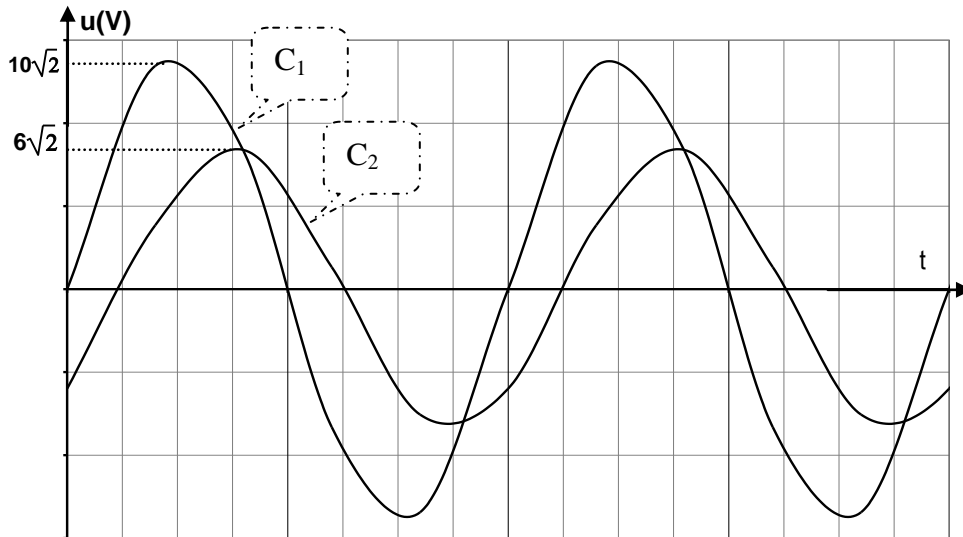
Un résistor de résistance $R=24\Omega$ une bobine d'inductance $L=0,8H$ et de résistance interne r , un condensateur de capacité C . L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale $u(t)=Um \sin 2\pi Nt$ tel que $Um=10\sqrt{2}V$ et de fréquence N est réglable.

L'intensité instantanée de courant est $i(t)=I\sqrt{2} \sin (2\pi Nt + \phi_i)$.

Un oscilloscope permet de visualiser les tensions $u(t)$ sur la voie(Y1) et $u_R(t)$ sur la voie(Y2).

1) Représenter le circuit et faire les branchements nécessaires à l'oscilloscope.

2) Quand la fréquence N est ajustée à la valeur $200Hz$ on observe sur l'écran de l'oscilloscope les deux courbes suivantes :



a . Montrer que la courbe C_1 correspond à $u(t)$. Le circuit est-il inductif, capacitif ou résistif ?

b . Déterminer les valeurs de I et ϕ_i .

3) Etablir l'équation différentielle relative à $i(t)$.

4) La construction de Fresnel correspondante à la fréquence $N=202 Hz$ est donnée par la figure ci-contre ou l'échelle adoptée est $1cm=\sqrt{2} V$ et les vecteurs \vec{AD} est associé à $u(t)$; \vec{AB} est associé à $u_R(t)$; \vec{BD} est associé à l'ensemble de la tension aux bornes de { bobine, condensateur }

- Dédurre de cette construction de Fresnel :

- ♦ la valeur de r .
- ♦ la capacité C .

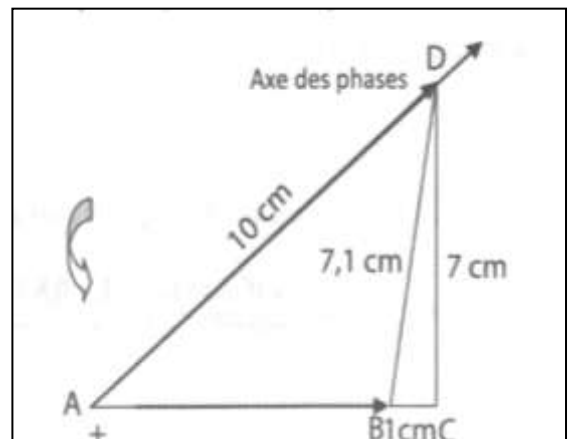
5) On agit sur la fréquence N du GBF tout en gardant Um constante de manière à rendre $u(t)$ et $u_R(t)$ en phases.

a . Montrer que le circuit est le siège de la résonance d'intensité.

b . Préciser en le justifiant si l'on doit augmenter ou diminuer la valeur de N pour atteindre cet objectif.

Calculer la valeur de la fréquence à la résonance d'intensité.

c . Ecrire dans ce cas $u(t)$, $u_R(t)$, $u_C(t)$ et $u_b(t)$.



Exercice n°2 :

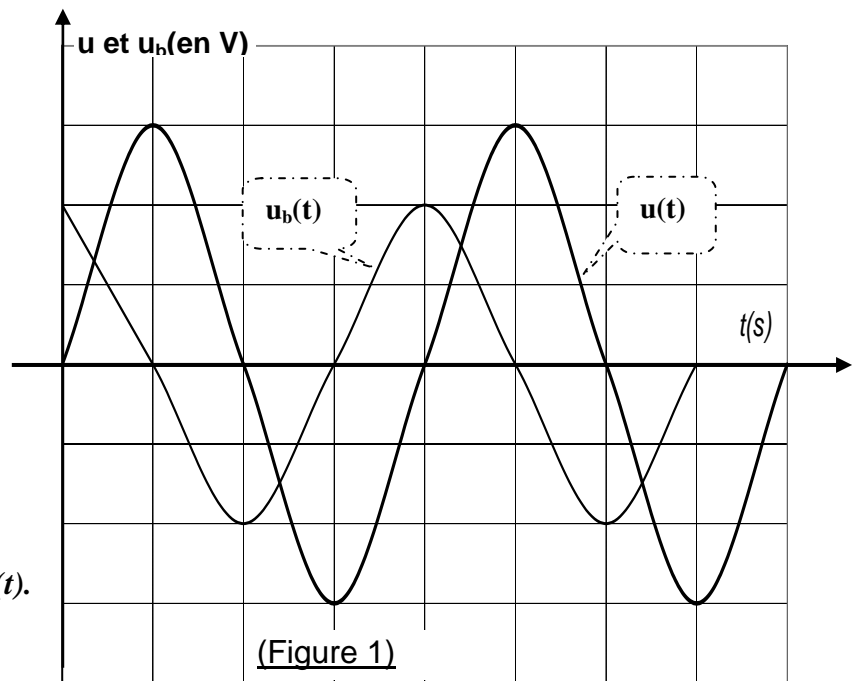
Un générateur de basse fréquence (GBF), délivrant une tension sinusoïdale $u(t)=30 \sin (2\pi Nt)$, de valeur efficace U constante et de fréquence N réglable, alimente un circuit électrique comportant les dipôles suivants, montés en série :

- ♦ Un résistor de résistance $R=32\Omega$
- ♦ une bobine d'inductance L et de résistance interne r .
- ♦ un condensateur de capacité C .

Prof: Trayia Nabil



1) Pour une fréquence N de la tension d'alimentation on obtient sur l'écran de l'oscilloscope les deux courbes de la **figure-1** correspondant aux tensions $u(t)$ et la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine.



a . Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{ub} - \varphi_u$ de la tension $u_b(t)$ par rapport à $u(t)$.

b . Déterminer les valeurs maximales U_{bm} de la tension $u_b(t)$ sachant que la sensibilité est la même sur les deux entrées et égale à : **10V/div**.

♦ Donner l'expression de $u_b(t)$.

2) L'équation différentielle reliant $i(t)$, sa dérivée première $\frac{di(t)}{dt}$ et sa primitive

$$\int i(t)dt \text{ s'écrit : } Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t)dt = u(t).$$

Nous avons tracé la construction de Fresnel relatives aux valeurs maximales des tensions.

a . Tracer les vecteurs de Fresnel relatives aux tensions $r.i(t)$ et $L \frac{di(t)}{dt}$

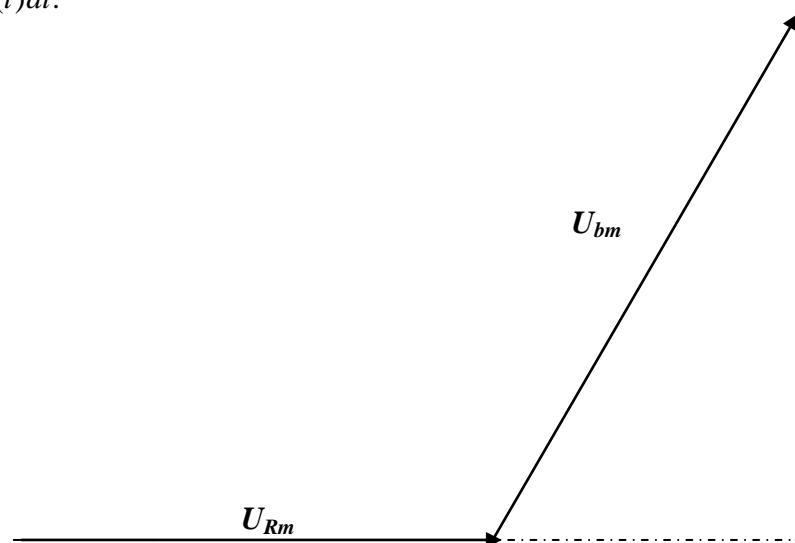
Déterminer à partir de cette construction :

- ♦ La valeur maximale I_m de l'intensité du courant $i(t)$.
- ♦ La résistance r de la bobine.
- ♦ L'inductance L de la bobine.
- ♦ Le déphasage $(\varphi_{ub} - \varphi_i)$ entre la tension $u_b(t)$ et l'intensité $i(t)$.

b . Montrer que $i(t)$ est en avance de phase de $\frac{\pi}{6}$ sur la tension $u(t)$. En déduire la nature du circuit.

c . Compléter la construction en traçant, dans l'ordre suivant et selon l'échelle indiquée, les vecteurs de Fresnel représentant $u(t)$ et $\frac{1}{C} \int i(t)dt$.

On donne : $1cm \longrightarrow 2.5V$



♦ Déduire la valeur de C .



3) Pour une fréquence N_0 , la puissance moyenne consommée prend une valeur maximale P_0 .

a . Préciser, en le justifiant l'état d'oscillation du circuit.

b . Calculer N_0 , I_0 puis P_0 .

c . Donner les expressions de $i(t)$ et $u_c(t)$.

d . Calculer le coefficient de surtension du circuit.

Exercice n°3 :

Un générateur impose une tension alternative sinusoïdale, telle que $u(t) = U_m \sin(\omega t)$, au dipôle AB, constitué d'un condensateur de capacité $C = 4 \cdot 10^{-6} \text{ F}$, d'une bobine d'inductance L de résistance négligeable et d'un résistor de résistance R , tous montés en série.

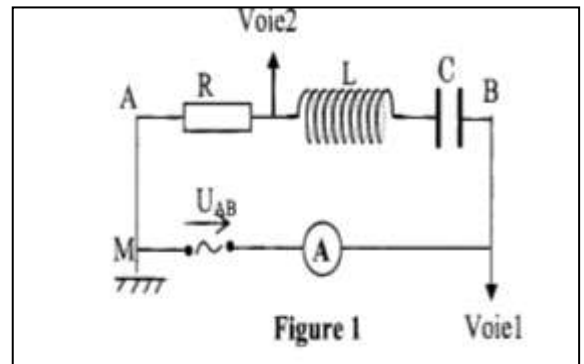
L'ampèremètre de résistance négligeable, indique une intensité de valeur $I = 14 \text{ mA}$.

On branche un oscilloscope bicourbe (voie 1 et voie 2) comme l'indique la figure 1.

Pour les 2 voies : le balayage horizontal est de : 10^{-3} s/div

La sensibilité verticale est de : 1 V/div

On obtient l'oscillogramme de la figure 2.



1) Identifier les deux courbes observées sur l'oscillogramme. Justifier.

2) Déduire des observations expérimentales :

a . La pulsation ω de la tension imposée par le générateur au dipôle AB.

b . Le déphasage entre l'intensité $i(t)$ et la tension $u_{AB}(t)$, ainsi que la nature du circuit (résistif, capacitif ou inductif).

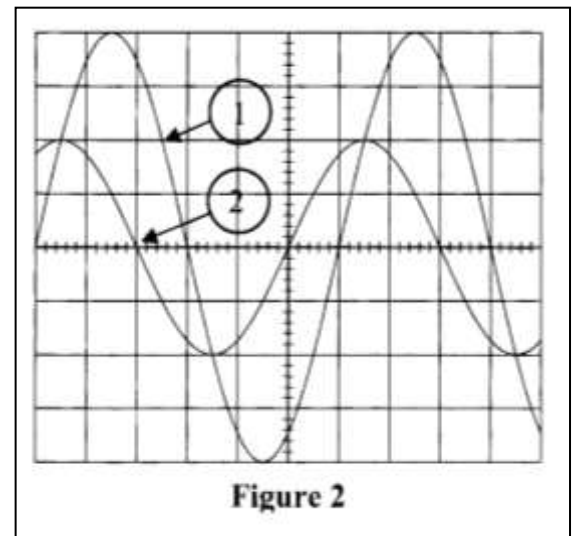
c . L'impédance Z du dipôle AB.

d . La résistance R du résistor.

3) On donne l'équation différentielle du circuit :

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

En utilisant la représentation de Fresnel, déterminer la valeur de l'inductance L . (On donne : $1 \text{ V} \longrightarrow 2 \text{ cm}$)



4) On modifie la pulsation de la tension délivrée par le générateur. On obtient la résonance d'intensité pour la pulsation $\omega_0 = 650 \pi \text{ rad.s}^{-1}$.

a . Quelle observation à l'oscilloscope conduit à cette affirmation ?

b . Que représente cette pulsation ω_0 pour le dipôle RLC ?

c . Quelle est la relation entre la pulsation ω_0 et les caractéristiques du dipôle ?

d . Retrouver la valeur de l'inductance L de la bobine.

e . Déterminer l'intensité efficace I_0 correspondante et la puissance moyenne P_0 consommée par le circuit.

f . Dans les conditions précédentes : Montrer que la tension efficace aux bornes du condensateur peut s'écrire $U_C = \frac{U}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

Calculer la tension efficace U_C aux bornes du condensateur. En déduire le facteur de qualité Q .

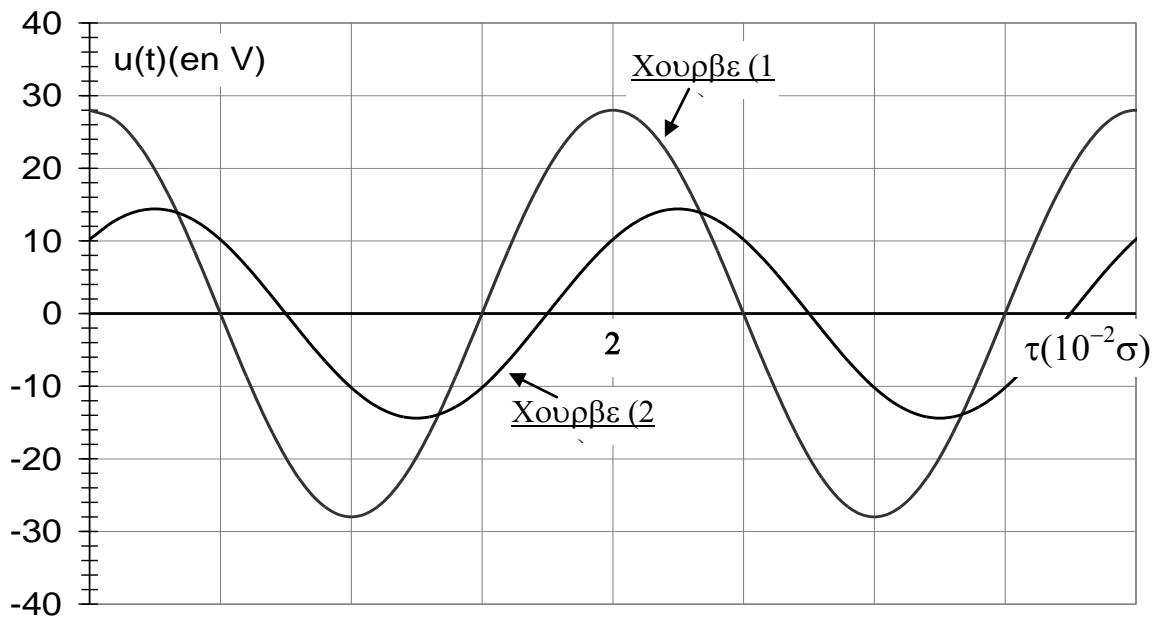


Exercice n°4 :

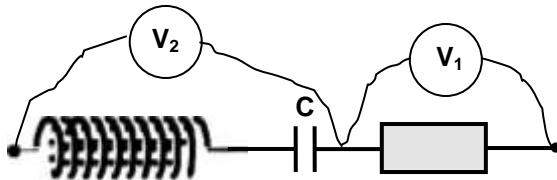
Un résistor de résistance $R=20\Omega$ et un condensateur de capacité $C=50\mu F$ sont branchés avec un dipôle D inconnu. L'ensemble est alimenté par une tension alternative $u(t)=U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi_u)$.

La puissance moyenne consommée par le dipôle D est $P=2\text{watt}$.

Sur l'oscilloscope bicourbe on visualise $u_R(t)$ et $u(t)$ on observe les courbes de la figure ci après :



- 1) a- Justifier laquelle des courbes est $u_R(t)$.
b- Quelle est la nature du dipôle D ? Justifier.
c- Déterminer les grandeurs caractéristiques de dipôle D .
- 2) a- Donner les expressions de $u(t)$ et $i(t)$.
b- Faire la construction de Fresnel correspondante.
c- Donner l'expression de $u_D(t)$.
- 3) On remplace le dipôle D par une bobine d'inductance L variable et de résistance négligeable et on réalise le circuit suivant :



- a- Pour une valeur L_1 de L les deux voltmètres indiquent la même valeur :
 - ♦ Préciser la nature du circuit. Calculer L_1 .
 - ♦ Qu'observe-t-on dans ce cas sur l'écran de l'oscilloscope ?
- b- Pour une valeur de L_2 ($L_2 > L_1$) le voltmètre V_2 indique $0V$.
 - ♦ Déterminer L_2
 - ♦ Qu'observe-t-on dans ce cas sur l'écran de l'oscilloscope ?

