

**Exercice 1 :(bac 98)**

Le circuit électrique de la figure-2 comporte en série :

- un résistor ( R ) de résistance  $R = 80 \Omega$
- une bobine ( B ) d'inductance L et de résistance propre r.
- un condensateur ( C ) de capacité  $C = 11,5 \mu\text{F}$ .
- un générateur ( G ) impose aux bornes D et M de l'ensemble { ( R ) , ( B ) , ( C ) } une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U_{DM} \sqrt{2} \sin(2\pi ft + \varphi_u)$  de fréquence f réglable et de valeur efficace  $U_{DM}$  constante.
- un voltmètre (  $V_1$  ) branché aux bornes D et N de l'ensemble { ( B ) , ( C ) } mesure la valeur de la tension efficace  $U_{DN}$ .
- un voltmètre (  $V_2$  ) branché aux bornes N et M de ( R ) mesure la valeur de la tension efficace  $U_{NM}$ .

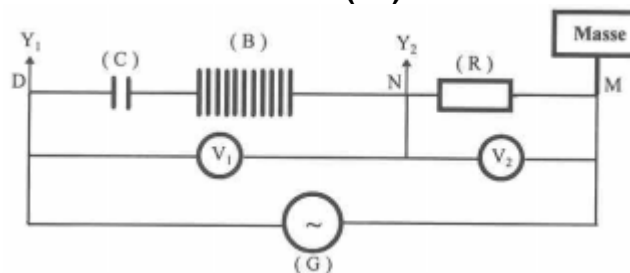


Figure - 2

Lorsqu'on ajuste la fréquence f à la valeur 50 Hz, un oscillographe bicourbe à deux entrées  $Y_1$  et  $Y_2$  convenablement branché sur le circuit électrique (figure-2) fournit deux oscillogrammes ( S ) et ( S' ) représentés sur la figure-3.

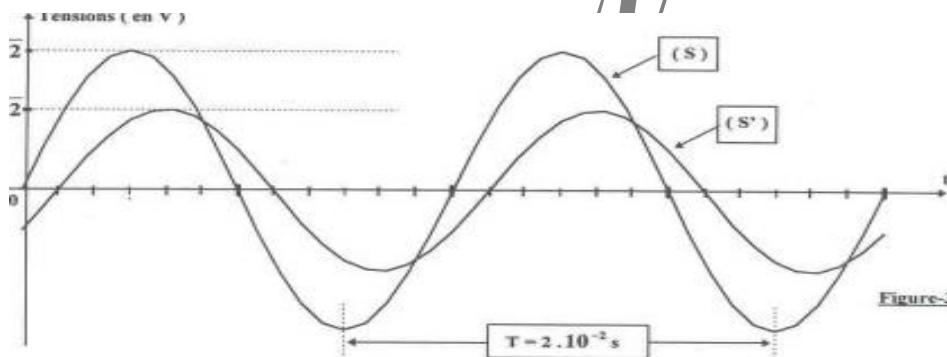


Figure-3

1) En utilisant les oscillogrammes de la figure-3 :

- a - Montrer que l'oscillogramme ( S ) correspond à la tension  $u(t)$ . A quoi correspond l'oscillogramme ( S' ) ? Quelle grandeur électrique, autre que la tension, peut être déterminée à partir de l'oscillogramme ( S' ) ?
- b - Déterminer le déphasage  $\Delta\varphi = (\varphi_u - \varphi_i)$  de la tension  $u(t)$  par rapport au courant  $i(t) = I_e \sqrt{2} \sin(2\pi ft + \varphi_i)$  qui parcourt le circuit électrique alimenté par le générateur ( G ).

- Déduire si ce circuit électrique est inductif, capacitif ou résistif.

c - Préciser la valeur de l'amplitude et de la phase de  $u(t)$  et de  $i(t)$ .

2) L'équation reliant  $i(t)$ , sa dérivée première :  $di(t)/dt$  et sa primitive  $\int i(t)dt$  est :

$$Ri(t) + ri(t) + L di(t)/dt + 1/C \int i(t)dt = u(t)$$

Nous avons tracé sur la page 2 deux constructions de Fresnel incomplètes ( figure-4-a et figure-4-b ).

a - Montrer, en le justifiant, laquelle parmi ces deux constructions celle qui correspond à l'équation décrivant le circuit.

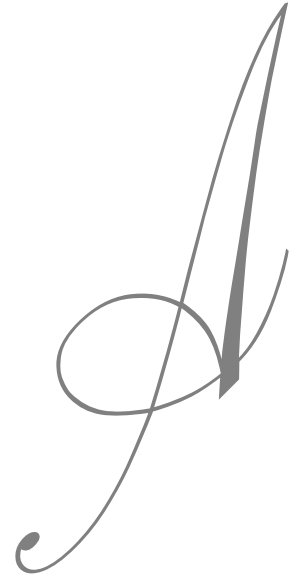
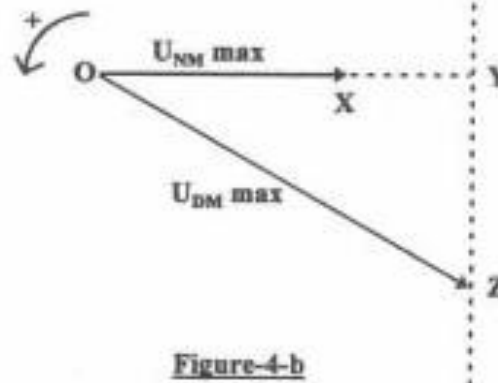
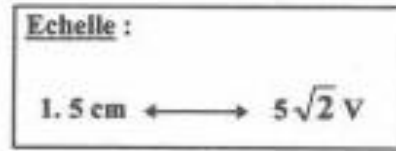
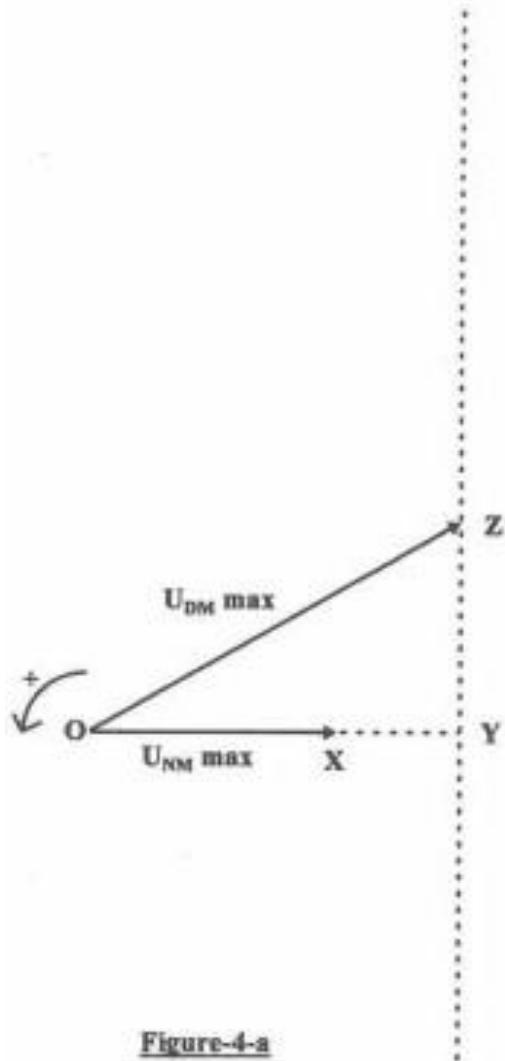
b - Compléter la construction de Fresnel choisie en traçant, dans l'ordre suivant et selon l'échelle indiquée dans la page 2, les vecteurs de Fresnel représentant  $ri(t)$ ,  $1/C \int i(t)dt$  et  $L di(t)/dt$

c - En déduire la valeur de r et L. Déterminer la tension instantanée  $u_{DN}(t)$ .

3)

a - Donner l'expression de l'amplitude  $I_{\max}$  de l'intensité instantanée du courant électrique en fonction de  $U_{DM\max}$ ,  $R$ ,  $r$ ,  $L$ ,  $C$  et  $f$ .

b- En déduire l'expression de l'amplitude  $Q_{\max}$  de la charge instantanée du condensateur en fonction des mêmes données.



## Exercice 2 : (bac 96)

On monte, en série, un résistor de résistance  $R_1=10\Omega$ , une bobine d'inductance  $L=0,6\text{ H}$  et de résistance  $R$  et un condensateur de capacité  $C$ . On applique entre les bornes A et M du dipôle ainsi obtenu une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence  $N$  réglable.

On relie la voie I, la voie II et la masse d'un oscilloscope bicourbe respectivement aux points A, B et M du circuit (figure 1).

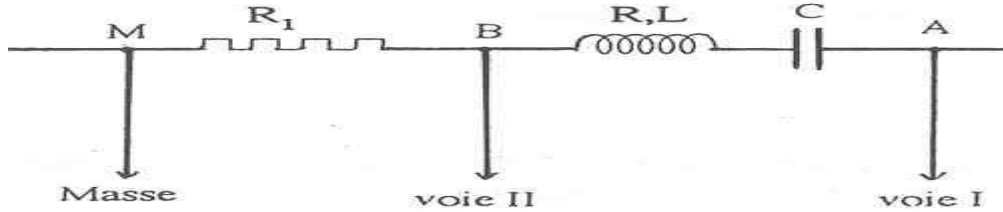


Figure 1

Pour une fréquence  $N=N_1$  de la tension d'alimentation, on obtient sur l'écran de l'oscilloscope les deux courbes (I) et (II) de la figure 2.

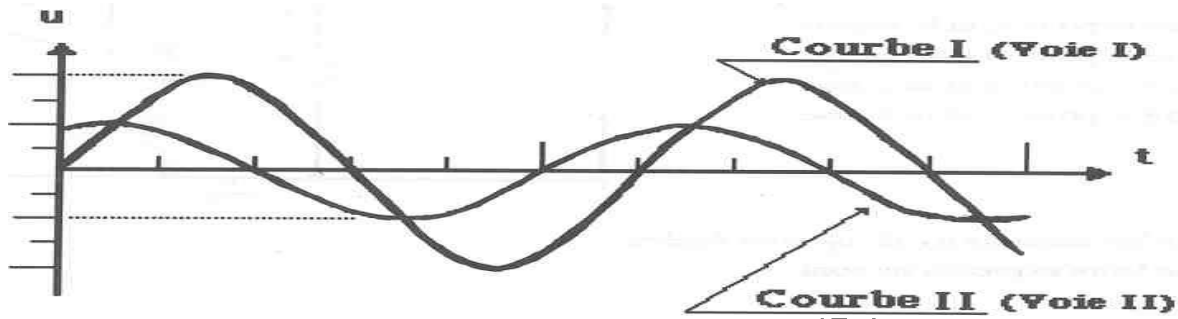


Figure 2

**Echelle :** 1cm sur l'axe des abscisses représente  $10^{-3}\text{ s}$   
1cm sur l'axe des ordonnées représente 2V pour la courbe I  
1cm sur l'axe des ordonnées représente 1V pour la courbe II

1) Dédurre à partir des courbes de la figure 2:

- La fréquence  $N_1$  de la tension d'alimentation.
- Les valeurs maximales  $U_m$  et  $U_{Bm}$  respectivement de la tension d'alimentation et de la tension aux bornes du résistor.
- Le déphasage de la tension instantanée  $U_{Bm}(t)$  par rapport à la tension d'alimentation.

2) Déterminer l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant qui circule dans le circuit, en précisant sa valeur maximale, sa fréquence et sa phase.

3) Déterminer la valeur de la résistance  $R$  et celle de la capacité  $C$ .

4) On ajuste la fréquence  $N$  à une nouvelle valeur  $N_2$  et on relève les tensions maximales suivantes :

- Entre A et B :  $U_{ABm} = 2\text{ V}$
- Entre B et M :  $U_{Bm} = 2\text{ V}$
- Entre A et M :  $U_m = 4\text{ V}$

a- Montrer que le circuit est, dans ces conditions, en résonance d'intensité. Calculer alors l'intensité efficace  $I_0$  du courant.

b- Déterminer la fréquence  $N_2$  de la tension excitatrice

## Exercice 3 : (bac 2002)

Une portion de circuit est formée par une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un condensateur de capacité  $C$  et un résistor de résistance  $R = 130\ \Omega$  montés en série. Un générateur basse fréquence (GBF) impose aux bornes de cette portion de circuit une tension sinusoïdale :  $u(t) = U\sqrt{2} \cdot \sin(2\pi N \cdot t)$

Avec  $U = 9,8\text{ V}$  cette description correspond au schéma de la figure -2

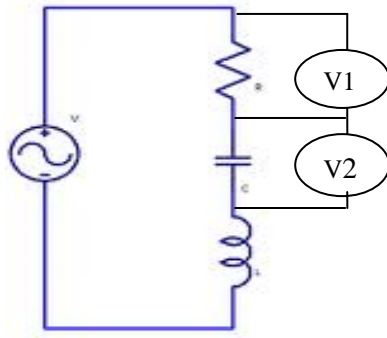
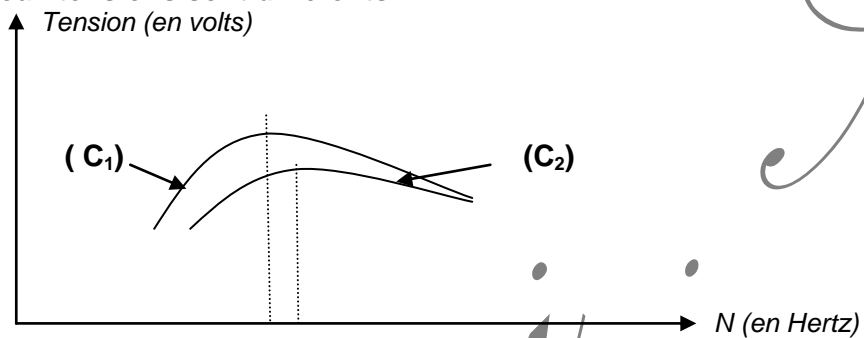


Figure-2

On fait varier la fréquence  $N$  du générateur. A l'aide de deux voltmètres ( $V_1$ ) et ( $V_2$ ), branchés respectivement aux bornes du résistor  $R$  et du condensateur, on mesure les tensions efficaces  $U_R$  et  $U_C$ . Les résultats des mesures permettent de tracer les courbes  $U_C(N)$  et  $U_R(N)$  correspondant aux diagrammes de la figure -3. L'échelle choisie pour l'axe des fréquences est la même pour les deux courbes. Par contre, les échelles choisies pour les deux tensions sont différentes.

Figure-3



Les deux courbes mettent en évidence deux phénomènes de résonance. Montrer que la courbe ( $C_2$ ) correspond à la résonance d'intensité du courant, et la courbe ( $C_1$ ) correspond à la résonance de charge.

- 1- La fréquence  $N$  du générateur est ajustée à la valeur  $N_0 = 891$  Hz correspondant à la résonance d'intensité. On lit 9.1 V sur ( $V_1$ ) et 125 sur ( $V_2$ ):
  - a- Calculer la valeur  $I_0$  de l'intensité efficace du courant électrique.
  - b- Montrer que :  $r = \left(\frac{U}{U_R} - 1\right) \cdot R$ . Calculer sa valeur.
  - c- Déterminer la valeur de  $C$  puis celle de  $L$ .
  - d- Déterminer l'expression de la charge électrique instantanée  $q(t)$  du condensateur  $C$  en précisant sa valeur maximale  $Q_m$  et sa phase initiale  $Q_0$ .

**Exercice 4 : (bac 2007)**

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  $N$ .

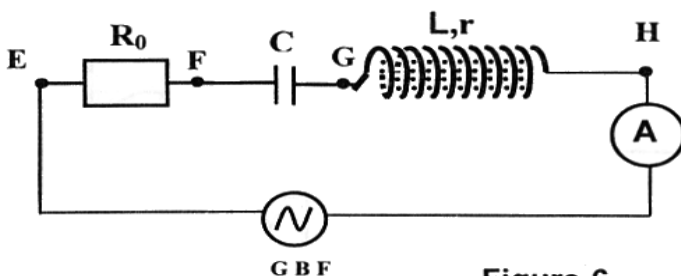
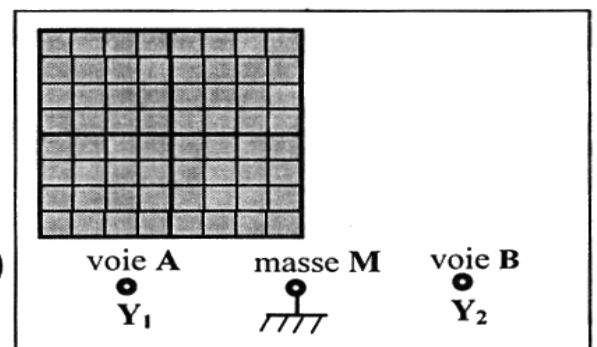


Figure-6



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 :  $2 \text{ V / div}$  et  $1 \text{ ms / div}$ .

- 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  $\Delta\varphi = \varphi_{u(t)} - \varphi_{u_{R_0}(t)}$  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 :

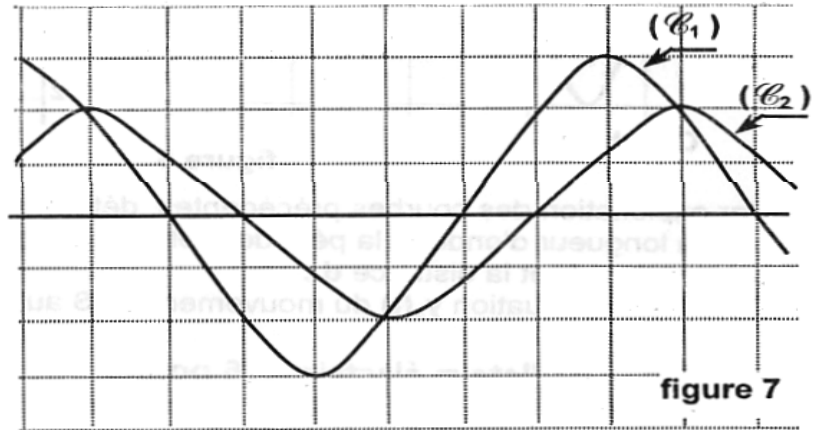
	Valeur maximale	Phase initiale	Fréquence $N_1$
$u(t)$			
$u_{R_0}(t)$			

- 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  $R_0$ .

On rappelle que l'impédance  $Z$  est :

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



## 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.

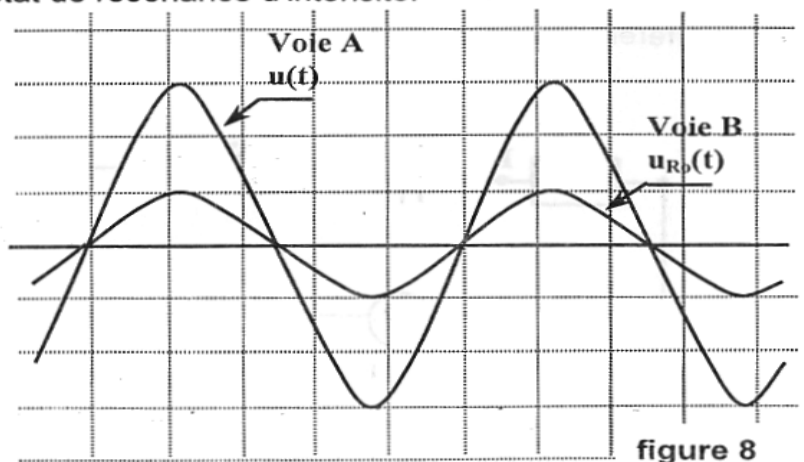
La sensibilité horizontale des oscillogrammes est  $2 \text{ ms / div}$ . La sensibilité verticale est  $2 \text{ V/div}$  pour la voie A qui visualise  $u(t)$  et  $5 \text{ V/div}$  pour la voie B qui visualise  $u_{R_0}(t)$ .

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

- 2) La valeur de  $R_0$  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  $12 \Omega$ .

- 4) Sachant que  $L = 1 \text{ H}$ , calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.



### Exercice 5 :(bac 2006)

On monte en série, un résistor de résistance  $R$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r = 20 \Omega$ , un condensateur de capacité  $C = 5 \mu\text{F}$  et un ampèremètre de résistance négligeable. Aux bornes de la portion de circuit ainsi réalisée ( figure 3 de la page 5/5), on applique une tension alternative sinusoïdale  $u_1(t)$  de fréquence  $N$  variable, d'amplitude  $U_{1m}$  maintenue constante et d'expression, en fonction du temps  $t$  :  $u_1(t) = U_{1m} \sin ( 2 \pi N t)$ . Soit  $u_2(t)$  la tension instantanée aux bornes du dipôle formé par l'ensemble { bobine, condensateur }. Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, permet de visualiser simultanément les tensions instantanées  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$ .

- 1) Indiquer les connexions à réaliser avec l'oscilloscope, pour visualiser  $u_1(t)$  et  $u_2(t)$ , en complétant le schéma de la figure - 3 de la page 5/5 à remplir par le candidat et à remettre avec la copie.
- 2) Pour une valeur  $N_1$  de la fréquence du générateur, on obtient les deux oscillogrammes de la figure 4.

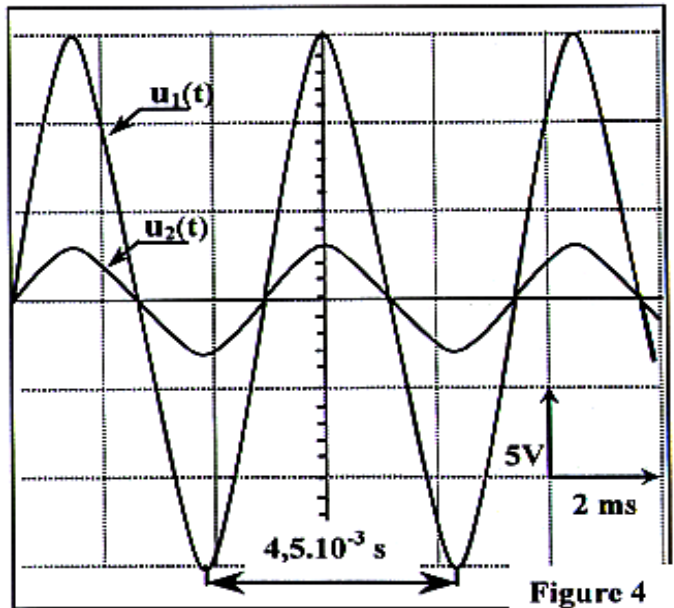
Déduire à partir de ces oscillogrammes, les valeurs de :

- a – la fréquence  $N_1$  du générateur ;
- b – la tension maximale  $U_{1m}$  aux bornes du générateur ;
- c – la tension maximale  $U_{2m}$  aux bornes du dipôle { bobine, condensateur }.

- 3) A la fréquence  $N_1$ , l'ampèremètre

indique la valeur efficace  $I = \frac{0,15}{\sqrt{2}} \text{ A}$ .

- a – Sachant que  $I_m$  est l'intensité maximale du courant qui circule dans le circuit, calculer la valeur de  $r I_m$  et la comparer à celle de  $U_{2m}$ .
- b – Montrer que l'on est à la résonance d'intensité.
- c – Calculer la valeur maximale  $U_{Cm}$  de la tension aux bornes du condensateur et la comparer à la valeur maximale  $U_{1m}$  de la tension d'alimentation. Nommer le phénomène ainsi obtenu.



- 4) On fait diminuer la fréquence du générateur à partir de la fréquence  $N_1$  et on suit l'évolution de la valeur efficace  $U_C$  de la tension aux bornes du condensateur à l'aide d'un voltmètre (V)- figure 3. Pour une fréquence  $N_2$ , le voltmètre indique la valeur de  $U_C$  la plus élevée :  $U_C = 16 \text{ V}$  et l'ampèremètre affiche  $I = 96 \text{ mA}$ .

### Exercice 6 :(bac2000)

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

- un résistor de résistance  $R$
- une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable
- un condensateur de capacité  $C$
- un générateur basse fréquence impose aux bornes de ce circuit une tension sinusoïdale :  $u(t) = U_m \sin ( 2 \pi N t )$ , de fréquence  $N$  variable et d'amplitude  $U_m$  maintenue constante.

Soit  $u_c(t)$  la tension aux bornes du condensateur. Un oscilloscope bi courbe convenablement branché permet de visualiser simultanément les tensions  $u(t)$  et  $u_c(t)$ .

- 1) Compléter le schéma du montage représenté par la figure -1- en ajoutant les connexions nécessaires avec l'oscilloscope afin de visualiser  $u(t)$  et  $u_c(t)$ .

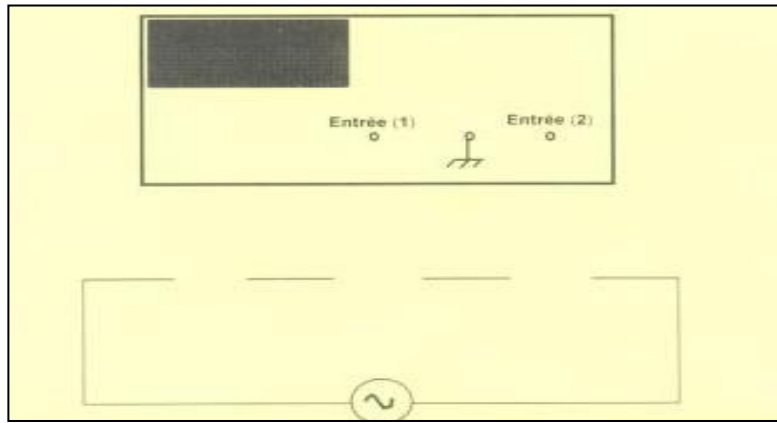


figure-1

2) Pour une fréquence  $N_1$ , l'ampèremètre indique un courant d'intensité efficace de valeur  $\sqrt{2} \cdot 10^{-2}$  A. et, sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les oscillogrammes de la figure -2- correspondant aux tensions  $u(t)$  et  $u_c(t)$ .

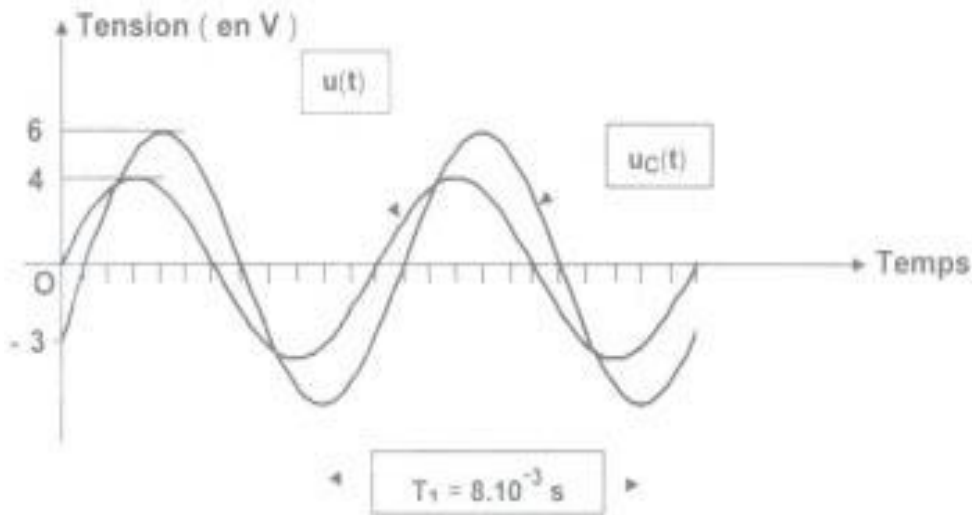


figure-2

a- Déterminer, à partir des oscillogrammes de la figure -2-, la fréquence  $N_1$ , l'amplitude  $u_m$  de la tension  $u(t)$ , l'amplitude  $u_{cm}$  de la tension  $u_c(t)$  et le déphasage d' $u_c(t)$  par rapport à  $u(t)$ .

b- En déduire la valeur de la capacité C.

c- Montrer que la tension  $u(t)$  est en retard de phase de  $\pi/3$  par rapport au courant  $i(t)$ .

Le circuit est-il inductif, capacitif ou équivalent à une résistance pure ?

4)

a- Effectuer la construction de Fresnel relative à ce circuit en prenant pour échelle : 1 cm ----- 1 volt.

b- En déduire la valeur de R et celle de L.

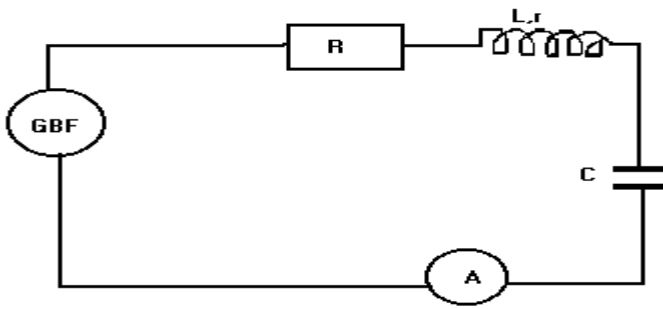
### Exercice 7 :

A) On étudie la résonance d'intensité d'un dipôle comprenant un résistor de résistance R variable, une bobine d'inductance L et de résistance r, un condensateur de capacité  $C = 1 \mu\text{F}$  et un ampèremètre de résistance négligeable

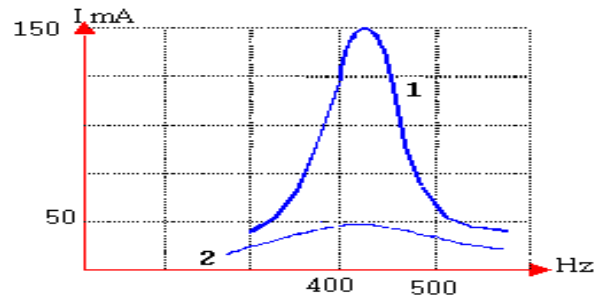
Ce circuit est alimenté par un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de fréquence f variable et de valeur efficace constante  $U = 4,5\text{V}$

La valeur R est ajustée de façon à ce quelle prenne successivement les valeurs  $R_1 = 20 \Omega$  et  $R_2 = 110 \Omega$ .

En faisant varier la fréquence de la tension délivrée par le générateur pour chaque valeur de f on relève l'intensité efficace I du courant dans le circuit puis on trace les variations de I en fonction de f pour deux valeurs de R choisies. On obtient le graphique de figure 2 .



**Fig1**



**Fig2**

- 1- A quelle résistance  $R_1$  ou  $R_2$  correspond la courbe 1? Justifier la réponse.
- 2- Dédurre de la courbe 1 la fréquence de résonance du circuit.
- 3- Que peut-t-on dire de l'influence de la valeur de la résistance du circuit sur la fréquence de résonance ?
- 4- Déterminer l'inductance  $L$  et la résistance  $r$  de la bobine.
- 5- Calculer le facteur de qualité  $Q$  du circuit dans le cas 1

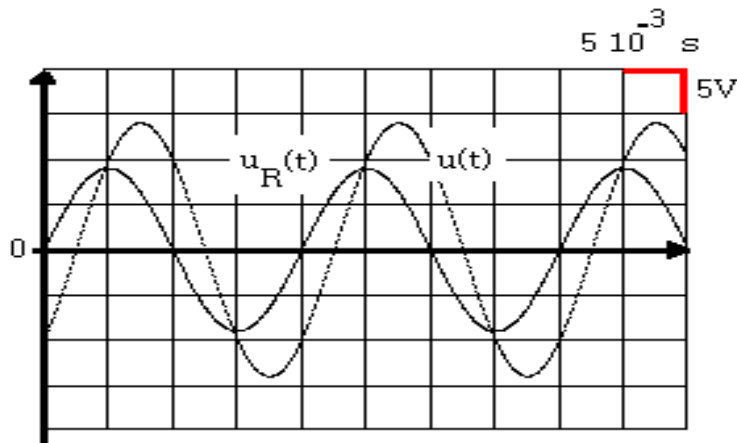
B) On s'intéresse au phénomène de résonance d'intensité étudié à l'oscilloscope pour un circuit RLC analogue à celui représenté à la figure 1 tels que  $C_1=10^{-5}F$  ;  $R_1= 200 \Omega$ ,  $L_1$  et  $r_1$  inconnus .

1- a- Reproduire le schéma de la figure 1 et indiquer les branchements de l'oscilloscope qui permettent de visualiser sur la voie A, la tension aux bornes du générateur  $u(t)$  et sur la voie B, la tension aux bornes du résistor  $u_R(t)$

b- Laquelle des deux tensions permet d'étudier l'intensité du courant  $i(t)$  ? Justifier.

2- On modifie la fréquence  $f$  de la tension délivré par le générateur de manière à chercher la résonance d'intensité.

Au cours de cette recherche on observe pour une fréquence  $f_1$  du générateur les courbes représentées ci-dessous :



Déterminer :

- a- La valeur numérique de la fréquence  $f_1$  .
- b- Le déphasage de la tension aux bornes du générateur par rapport à la tension aux bornes de la résistance  $R_1$ .
- c- Les valeurs maximales  $U_m$  de  $u(t)$  et  $U_{Rm}$  de  $u_R(t)$ .
- d- En déduire la valeur de l'impédance  $Z$  du circuit.
- e- Faire le diagramme de Fresnel correspondant. Déterminer les valeurs de  $r_1$  et  $L_1$
- f- Lorsque la résonance est atteinte, quelle particularité présente les deux courbes? Quel est alors le rapport d'amplitude de ces deux courbes?