

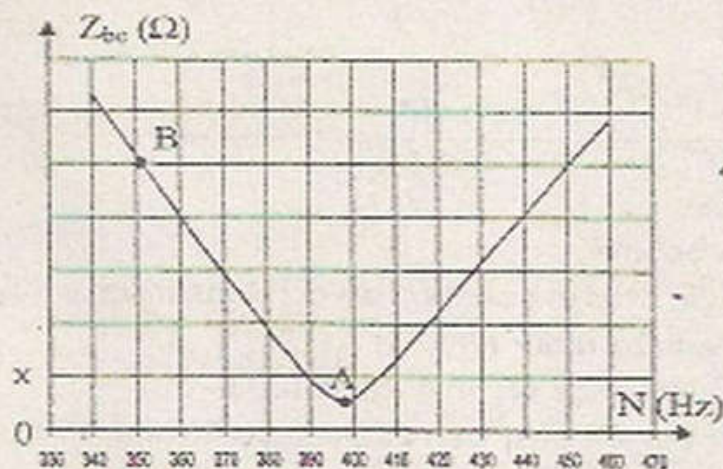
On réalise le montage du circuit formé par l'association série des dipôles suivants :

- \* un condensateur de capacité  $C$ ,
- \* un conducteur ohmique de résistance  $R = 90 \Omega$ ,
- \* un ampèremètre de résistance négligeable,
- \* une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ ,
- \* un générateur basse fréquence (GBF) maintenant entre ses bornes une tension sinusoïdale de fréquence  $N$  réglable :

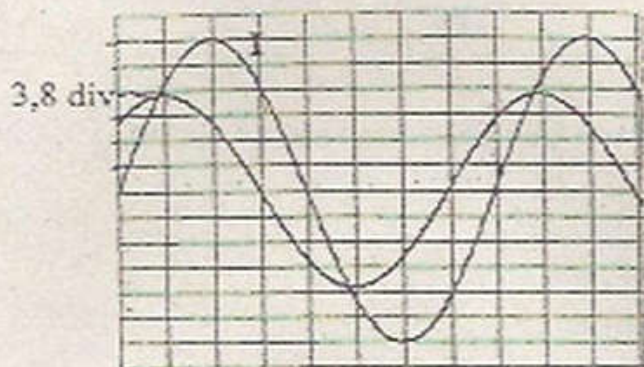
$$u(t) = 12 \sin(2\pi Nt).$$

Aux bornes de l'association bobine - condensateur, on branche un voltmètre  $V$ . L'indication du voltmètre et celle de l'ampèremètre pour différentes valeurs de la fréquence  $N$  nous ont permis de tracer l'évolution de l'impédance  $Z_{bc}$  de l'association bobine - condensateur en fonction de la fréquence  $N$ .

Les coordonnées du point  $A$  sont  $(397,88 \text{ Hz} ; \frac{1}{2} \times \Omega)$ .



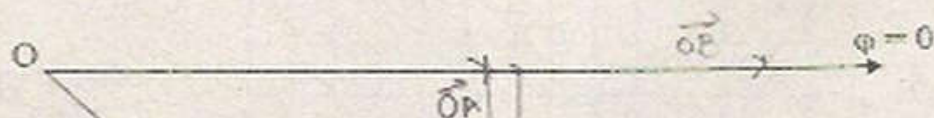
- 1) Etablir l'équation différentielle reliant l'intensité  $i$  du courant à sa dérivée et sa primitive.
  - 2) Les oscillations sont dites forcées. Expliquer.
  - 3) A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, utilisant les mêmes sensibilités verticales, on visualise simultanément la tension  $u(t)$  aux bornes du générateur sur la voie 1 et la tension  $u_R(t)$  aux bornes du résistor sur la voie 2.
- Pour une fréquence  $N_1$  de  $N$ , on obtient l'oscillogramme suivant :



- Montrer que la courbe I correspond à  $u(t)$ .
- Déterminer la valeur du déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_{UR} - \varphi_U$ .
- Préciser, en le justifiant, la nature du circuit.
- Représenter le diagramme de Fresnel relatif aux impédances à l'échelle :

$20 \Omega \rightarrow 1 \text{ cm}$  et en respectant l'ordre :

- \*  $\vec{OA} \rightarrow u_R(t)/I_m$
- \*  $\vec{OB} \rightarrow u(t)/I_m$
- \*  $\vec{AB} \rightarrow u_{bc}(t)/I_m$



e) Dédire la valeur de :

- \* la résistance interne de la bobine,
- \* l'impédance  $(Z_C - Z_L)$  avec  $Z_C$  est l'impédance du condensateur et  $Z_L$  est l'impédance de la bobine purement inductive.

4) Pour une valeur  $N_2$  de la fréquence  $N$ , on a  $Z_{bc} = 10 \Omega$ .

a) Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité.

b) Déterminer la valeur de l'échelle  $x$ .

c) Dédire la valeur de  $C$  et celle de  $L$ .

d) Déterminer la valeur du coefficient de surtension  $Q$ . Conclure.

e) Montrer que l'énergie électrique  $E$  totale de l'oscillateur se conserve.

Calculer sa valeur.

f) Calculer l'énergie  $E_d$  dissipée par l'oscillateur chaque période.

g) Comparer alors le rapport  $2\pi E/E_d$  avec  $Q$ .

## Oscillations électriques forcées(I)

On associe en série un résistor de résistance  $R = 70\Omega$ , un condensateur de capacité  $C$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable et un ampèremètre d'impédance négligeable. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  d'amplitude  $U_m$  constante et de fréquence  $N$  réglable.

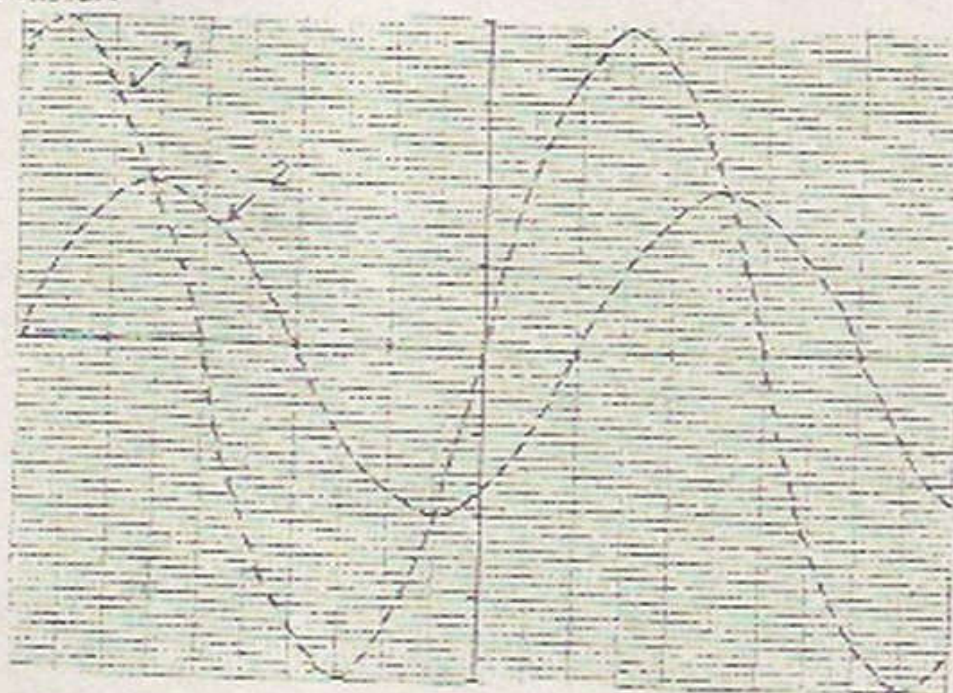
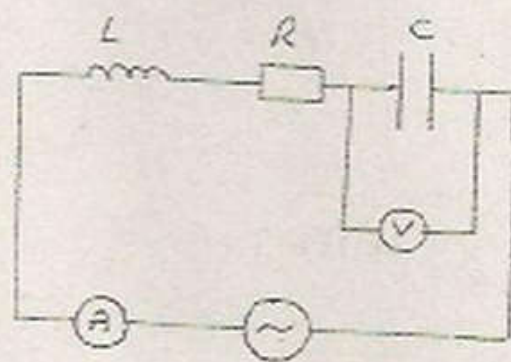
Un voltmètre est placé en parallèle avec le condensateur

A l'aide d'un oscilloscope bi-courbe, convenablement branché, on visualise simultanément les variations en fonction du temps des tensions  $u(t)$  aux bornes du générateur et  $u_C(t)$  aux bornes de la bobine.

1) Pour une valeur  $N_1$  de la fréquence  $N$  de la tension délivrée par le GBF, on obtient les oscillogramme ci-dessous avec le réglage suivant :

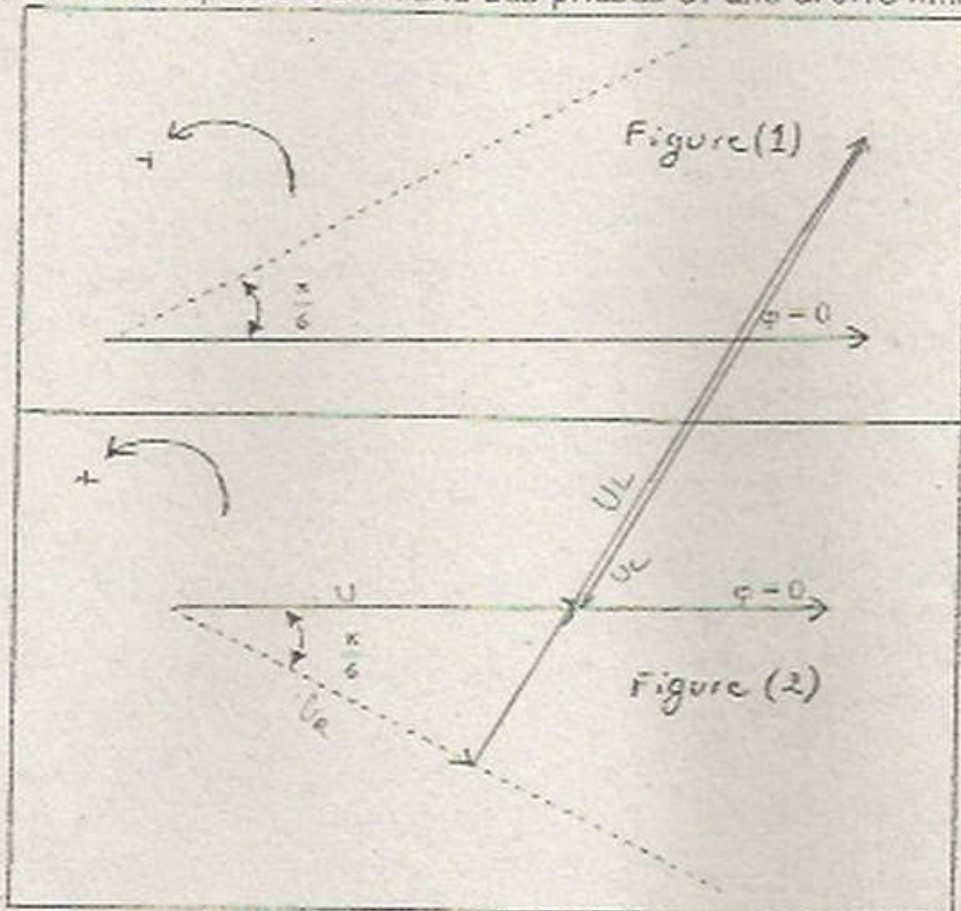
\* la sensibilité verticale est la même pour les deux voies :  $2V \cdot \text{div}^{-1}$

\* le balayage horizontal est  $1 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$



- Rappeler l'encadrement du déphasage  $(\varphi_v - \varphi_i)$  de la tension  $u(t)$  par rapport à l'intensité du courant  $i(t)$ .
  - Montrer que la courbe (1) représente  $u_C(t)$ .
- Déterminer graphiquement :
  - la fréquence  $N_1$  de la tension  $u(t)$ .
  - les valeurs maximales des tensions  $u(t)$  et  $u_C(t)$ .
  - le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_v - \varphi_i$ .
- Montrer que  $(\varphi_v - \varphi_i) = \pi/6 \text{ rad}$ .
  - Préciser, en justifiant la réponse, la nature du circuit : inductif, capacitif ou résistif.
- Établir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant  $i(t)$

5. On donne deux schémas représentant l'axe des phases et une droite limitant l'angle  $\pi/6$  rad.



L'un de ces deux schémas convient au circuit considéré.

- Faire la représentation de Fresnel sur le schéma convenable en traçant : à l'échelle  $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ V}$  les vecteurs de Fresnel associés à  $u(t)$ ,  $u_L(t)$ ,  $u_R(t)$  et  $u_C(t)$
- A partir de cette construction, montrer que  $I_m = 0,05 \text{ A}$  et  $C = 8 \mu\text{F}$ .
- Vérifier que l'inductance de la bobine est  $L = 0,15 \text{ H}$ .

II) On fait varier la fréquence  $N$  de la tension  $u(t)$ . Pour une valeur  $N_2$  de  $N$ , la tension  $u_L(t)$  devient en quadrature avancée de phase par rapport à  $u(t)$ .

- Quel est l'état du circuit ?
- En déduire la fréquence  $N_2$ .
- Quelle est l'indication de l'ampèremètre.
- Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit.
- Quelle est l'indication du voltmètre ?
- En déduire la valeur du facteur de surtension.

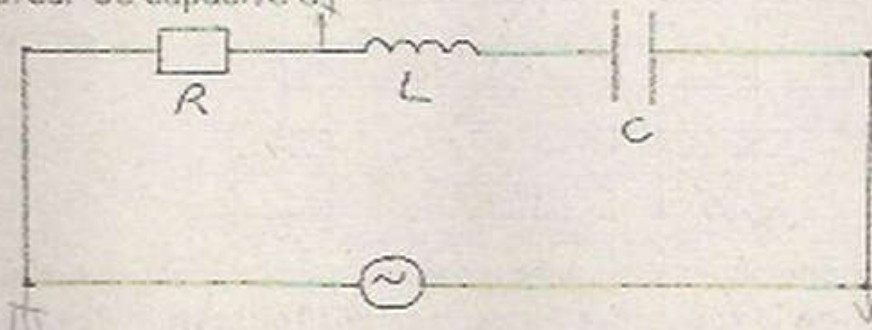
III) Pour une valeur  $N_3$  de la fréquence  $N$ , l'indication du voltmètre est maximale :

- Montrer qu'il ya une résonance de charge.
- Calculer la valeur de  $N_3$ .
- Donner le diagramme de Fresnel relatif aux tensions maximales en précisant la valeur du déphasage  $\phi_U - \phi_I$ .

### Oscillations électriques forcées(II)

Le circuit ci-contre est constitué des éléments suivants associés en série :

- \* un résistor de résistance  $R$
- \* une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable.
- \* un condensateur de capacité  $C$

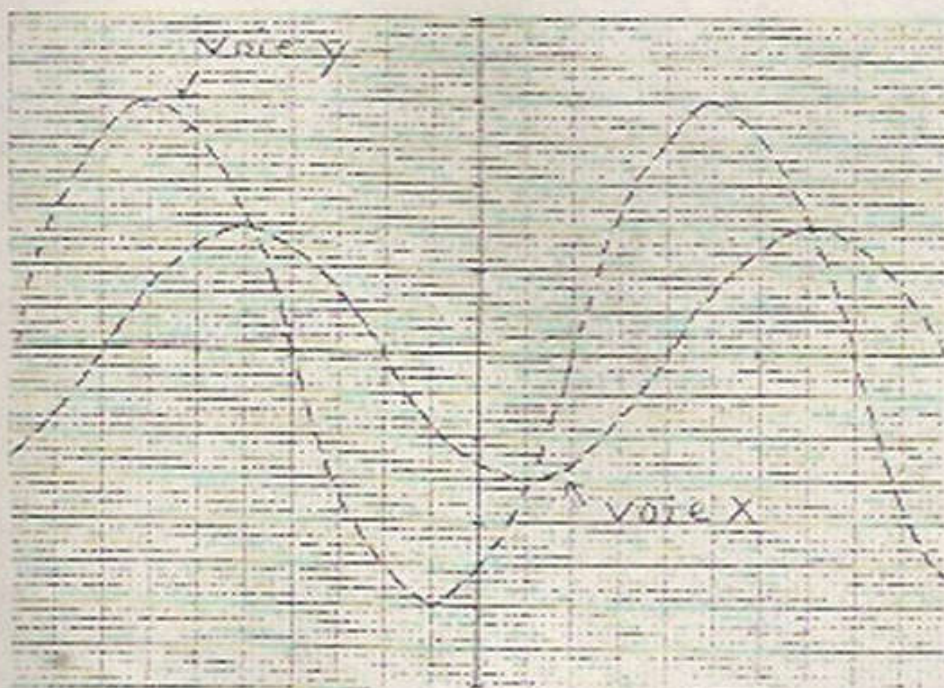


Le circuit est alimenté par un générateur GBF délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \phi_u)$  de valeur efficace  $U = 5V$  et de fréquence  $N$  réglable.

#### Expérience 1 :

A l'aide d'un oscilloscope à deux voies X et Y on visualise la tension  $u(t)$  aux bornes du GBF et la tension  $u_R(t)$  aux bornes du résistor.

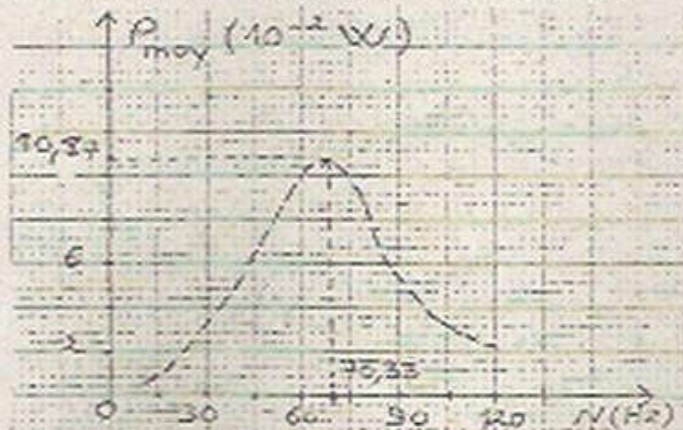
Pour une fréquence  $N_1$  du GBF, on observe les oscillogrammes ci-contre (les sensibilités verticales pour les deux voies sont identiques)



1. Reproduire le schéma du montage et indiquer les connexions avec les voies X et Y et avec la masse de l'oscilloscope. Justifier la réponse.
2. a. Calculer le déphasage  $\Delta\phi = \phi_u - \phi_i$  de la tension  $u(t)$  par rapport à l'intensité  $i(t)$ .  
b. Comparer alors la tension maximale aux bornes du condensateur à celle aux bornes de la bobine.

### Expérience 2 :

On suit les variations de la puissance moyenne consommée par le circuit en fonction de la fréquence  $N$  du GBF on obtient la courbe ci-dessous :



1. Quels sont les phénomènes qui correspondent au maximum observé sur la courbe ? Quelle est la valeur de la fréquence  $N_1$  permettant l'obtention de ces phénomènes ?
2. a. Exprimer la puissance moyenne maximale  $P_0$  en fonction de  $U$  et  $R$ .  
b. Déterminer la valeur de  $R$ .
3. Le facteur de qualité du circuit est  $Q = 0,61$ .  
a. Exprimer  $Q$  en fonction de  $C$ ,  $R$  et  $N_1$ .  
b. Déterminer les valeurs de  $C$  et  $L$ .
4. Pour la fréquence  $N = N_1$ , déterminer l'expression de la charge électrique  $q(t)$  du condensateur en précisant sa valeur maximale et sa phase initiale  $\phi_0$ , en fonction de  $\phi_u$ .

### Expérience 3 :

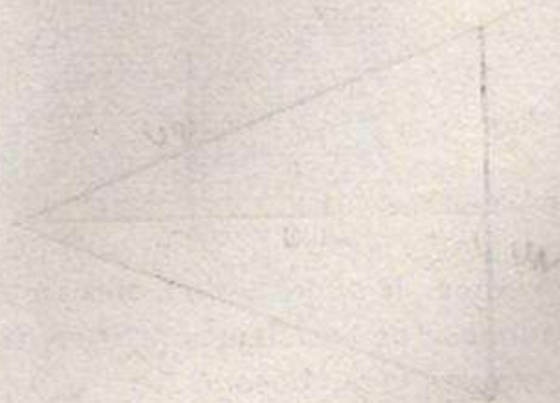
On se propose de retrouver les valeurs de  $R$ ,  $L$  et  $C$ .

Pour une valeur  $N_2 = 50\text{Hz}$  de la fréquence  $N$  du GBF on mesure les tensions efficaces aux bornes du condensateur, de l'ensemble {bobine + résistor} et aux bornes du générateur.

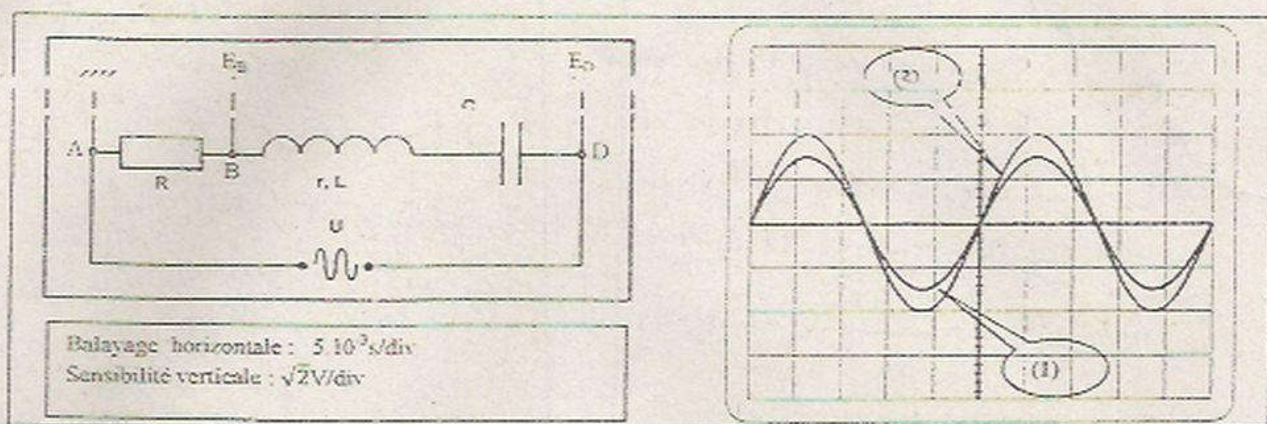
On trouve respectivement  $U_1 = 4\text{V}$ ,  $U_2 = 5\text{V}$  et  $U = 5\text{V}$ .

L'intensité du courant dans le circuit exprimée en ampère est  $i(t) = 0,02 \sqrt{2} \sin(2\pi N_2 t)$

1. En utilisant la loi des mailles, établir l'équation différentielle reliant  $u(t)$  et  $i(t)$ .  
$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = u$$
2. Représenter à l'échelle  $1\text{cm} \rightarrow 1\text{V}$  les vecteurs de Fresnel associés aux tensions  $u_1$ ,  $u_2$  et  $u$ .
3. A partir du diagramme de Fresnel :  
a. Retrouver les valeurs de  $C$ ,  $L$  et  $R$ .  
b. Déterminer la nature du circuit.
4. Exprimer  $u(t)$ .



EXERCICE N° 1



Le circuit de la figure comporte :

- Un condensateur de capacité :  $C$
- Un résistor de résistance :  $R$
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance propre :  $r$

Ce circuit est alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence :  $N$  variable et de valeur efficace :  $U_{\text{eff}}$ .

Les entrées ( $E_A$ ) et ( $E_B$ ) de l'oscilloscope bicourbe et sa masse sont connectées respectivement aux points B, D et A.

1°) Pour une valeur  $N_0$  des fréquences  $N$  on obtient les oscillogrammes : (1) et (2).

- a- Préciser, en le justifiant, l'état d'oscillation du circuit.
- b- Déterminer la valeur de  $N_0$ .
- c- Indiquer en le justifiant celui des oscillogramme (1) et (2) qui correspond à la tension  $u_{AB}(t)$ .  
En déduire la valeur de  $r$  sachant que  $R = 2\Omega$ .
- d- Calculer alors la valeur  $I_0$  de l'intensité efficace du courant.

2°) Le facteur de surtension (ou de qualité) du circuit est  $Q_c = 50$ .

- a- Déterminer les valeurs de  $L$  et  $C$ .
- b- Calculer la puissance  $P_0$ , consommée dans le circuit.

EXERCICE N° 2

Un circuit est constitué par un résistor de résistance :  $R$  monté en série avec un condensateur de capacité :  $C$  et une bobine d'inductance :  $L$  et de résistance négligeable, est alimenté par un générateur qui délivre une tension sinusoïdale :

$$u = U\sqrt{2} \sin \omega t \quad \text{de valeur efficace } U \text{ et de pulsation } \omega \text{ réglable.}$$

Soit :

$$i = I\sqrt{2} \sin (\omega t + \varphi)$$

L'expression de l'intensité instantanée du courant qui traverse le circuit.

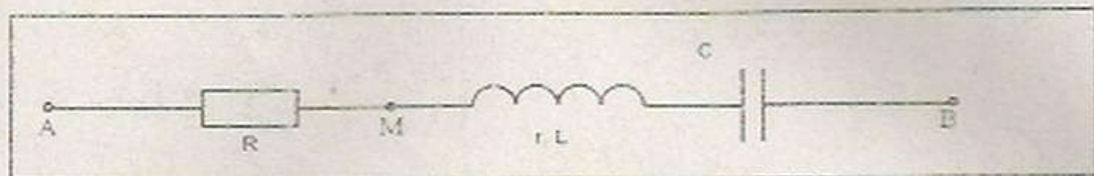
1°) Établir, en fonction de  $U$ ,  $R$ ,  $L$ ,  $C$  et  $\omega$  l'expression de l'intensité efficace  $I$ .

2°) Déterminer la puissance électrique  $P$  consommée dans le circuit en fonction de  $U$ ,  $R$ ,  $L$ ,  $C$  et  $\omega$ .

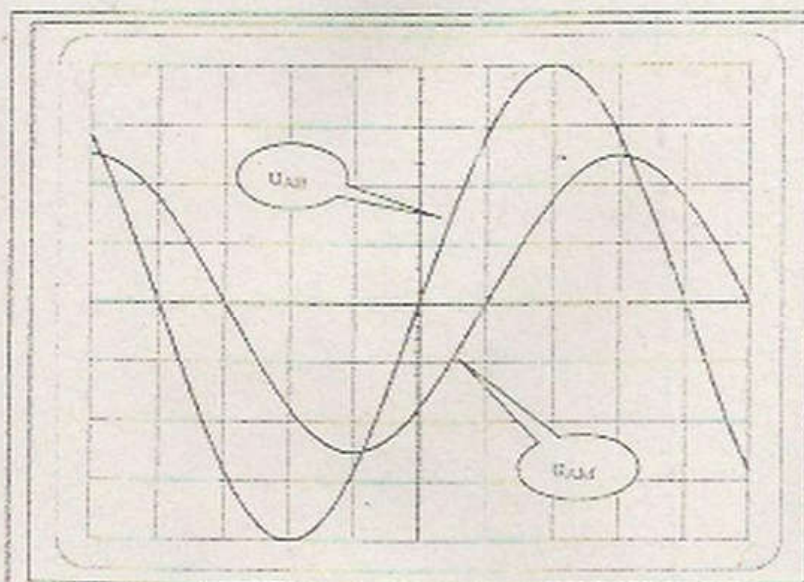
3°) Donner l'expression de la pulsation  $\omega$  pour laquelle la puissance consommée est maximale.

Une portion de circuit AB comprend montés en série

- Un résistor de résistance  $R = 20\Omega$ ,
- Une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$ ,
- Un condensateur de capacité  $C = 20\mu\text{F}$ ,
- Un générateur qui maintient, entre les bornes  $a$  et  $b$ , une tension alternative sinusoïdale  $u_{AB}$  de fréquence  $N$  variable.



Sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe, on observe simultanément les deux tensions  $u_{AM} = g(t)$  et  $u_{AB} = h(t)$ .  
L'oscilloscope bicourbe a donné l'oscillogramme suivant :



Balayage horizontal :  
 $75 \cdot 10^{-8} \text{ s/div}$

Sensibilité verticale :  
 $10\text{V/div}$  pour les deux voies

L'origine des temps est pris au centre de l'oscilloscope.

1<sup>o</sup>)

- Déterminer la période  $T$  et la fréquence  $N$  de la tension  $u_{AB}$ .
- L'intensité instantanée  $i$  du courant qui parcourt le circuit est elle en avance ou en retard par rapport à la tension  $u_{AB}$ ? Justifier la réponse.  
Quelle est la valeur de ce déphasage?

2<sup>o</sup>)

- Trouver les expressions de la tension instantanée  $u_{AB}$  et de l'intensité instantanée  $i$ , du courant qui parcourt le circuit.
- Calculer l'impédance de la portion AB.
- Calculer  $r$  et  $L$ .

3<sup>o</sup>) On modifie la fréquence  $N$  aux borne du générateur.

- Pour quelle valeur  $\omega_0$  de la pulsation, l'intensité efficace du courant est maximale.
- Calculer sa valeur  $I_0$ .
- Donner alors les expressions :
  - ☑ De la tension instantanée  $u_{AB}$
  - ☑ De l'intensité instantanée  $i$ .



A/

On dispose d'un condensateur de capacité  $C = 25 \mu\text{F}$  et d'une bobine d'inductance  $L = 0,25\text{H}$  et de résistance  $R = 10\Omega$ .

- 1°) Pour charger le condensateur, on le soumet à une tension  $U_0 = 100\text{V}$  délivrée par un générateur de courant continu.  
Déterminer la charge  $Q_0$  prise par l'armature (A) du condensateur reliée au pôle positif du générateur.
- 2°) Le condensateur étant chargé, on le branche aux bornes de la bobine. Des oscillations pseudo périodiques prennent naissance dans le circuit réalisé. L'amortissement entraîne une diminution de l'amplitude.
  - a- Calculer la pseudo-période  $T$  sachant qu'on peut la confondre avec la période propre de l'oscillateur utilisé.
  - b- Donner l'allure de la courbe représentant les variations de la charge  $q$  de l'armature (A) du condensateur en fonction du temps.
- 3°) Etablir, par application de la loi des mailles au circuit RLC utilisé, l'équation différentielle régissant les variations de la charge  $q$  de l'armature (A) du condensateur.
- 4°)
  - a- Rappeler les expressions des énergies  $E_c$  et  $E_l$  emmagasinée respectivement par le condensateur et la bobine, à une date  $t$  quelconque.
  - b- Montrer que :
 
$$\frac{dE}{dt} = -Ri^2$$
 où  $E$  désigne l'énergie totale de l'oscillateur et  $i$  désigne l'intensité instantanée du courant.  
En déduire une explication de la diminution de l'amplitude des oscillations libres du système.

B/

On branche maintenant le même oscillateur RLC aux bornes d'un générateur délivrant une tension  $u$  sinusoïdale de fréquence  $N$  réglable :

$$u = 6 \sin(2\pi Nt)$$

- 1°) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la charge  $q$  de l'armature (A) du condensateur.
- 2°) Montrer que :
 
$$\frac{dE}{dt} = u i - Ri^2$$
 où  $E$  désigne l'énergie totale de l'oscillateur et  $i$  désigne l'intensité instantanée du courant.  
En déduire que  $E$  prend à la résonance d'intensité une valeur constante que l'on calculera.
- 3°) Ecrire l'expression de la charge  $q$  à la résonance d'intensité en précisant les valeurs numériques de chaque paramètre.

A/

Une étude expérimentale d'un oscillateur R, L, C série en régime sinusoïdal forcé fournit la courbe de la figure-1 représentant l'intensité efficace  $I$  du courant électrique en fonction de la fréquence  $N$  de la tension d'alimentation  $u$  et la courbe de la figure-2 représentant le déphasage  $\varphi$  de l'intensité instantanée  $i$  du courant par rapport à la tension  $u$  en fonction de  $N$ .

On donne :  $u = 24\sqrt{2} \sin(2\pi Nt)$  (en V).

A partir de ces deux graphiques :

- 1°) a- Déterminer la fréquence propre  $N_0$  du résonateur R, L, C série, l'intensité efficace  $I_0$  et le déphasage  $\varphi_0$  de l'intensité  $i$  à la résonance.  
b- Ecrire l'expression de  $i$  à la résonance.  
c- Calculer la résistance  $R$  du circuit.
- 2°) Lorsque  $N = 40\text{Hz}$  :  
a- Déterminer l'intensité efficace  $I$  et le déphasage  $\varphi$ .  
b- Donner l'expression de l'intensité  $i$ .
- 3°) Préciser comment vibre  $i$  par rapport à  $u$  dans le cas où  $N$  est inférieur à  $N_0$  et dans le cas où  $N$  est supérieur à  $N_0$ .

B/

1°) Montrer que l'équation différentielle de l'oscillateur R, L, C série en régime sinusoïdal forcé s'écrit sous la forme :  $L \frac{d^2q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = U_m \sin(\omega t)$

avec  $q$  : charge du condensateur,

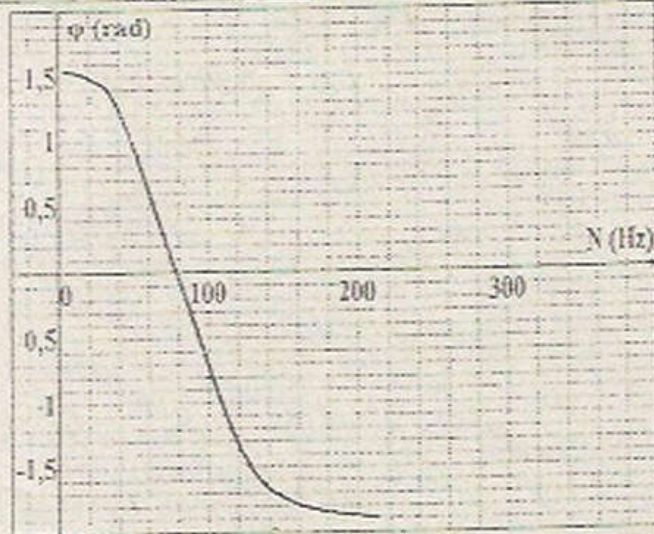
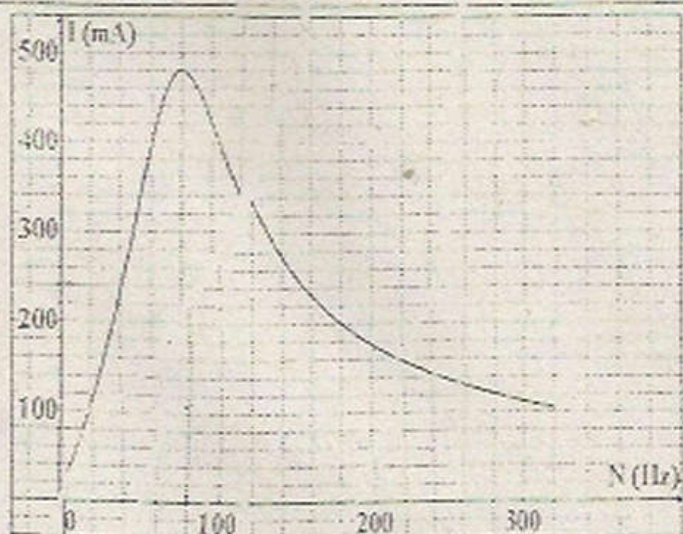
$\omega$  : pulsation de la tension d'alimentation  $u$ .

2°) En admettant que la charge du condensateur est de la forme :  $q = Q_m \sin(\omega t + \varphi')$

avec  $Q_m$  : charge maximale

$\varphi'$  : déphasage de  $q$  par rapport à  $u$ .

- a- Faire la construction de Fresnel relatives aux deux cas suivants :
    - Circuit capacitif ( $\frac{1}{C\omega} > L\omega$ )
    - Circuit inductif ( $\frac{1}{C\omega} < L\omega$ )
  - b- Dédire des constructions de Fresnel si la charge  $q$  du condensateur varie au cours du temps en avance de phase ou bien en retard de phase par rapport à la tension excitatrice  $u$ .
- 3°) Dédire par analogie comment vibre un résonateur mécanique par rapport à son exciteur.



## Exercice N°1:

Dans une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves étudie les oscillations électriques forcées en régime sinusoïdal d'un circuit RLC-série. Ce circuit comporte :

- Un résistor de résistance  $R = 96 \Omega$ .
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ .
- Un condensateur de capacité  $C$ .
- Un générateur de basse fréquence (G.B.F.) délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = U_0 \sqrt{2} \sin(2\pi N t)$  de fréquence  $N$  réglable et de valeur efficace  $U$  constante et égale à  $6,36 \text{ V}$ .

L'intensité du courant qui parcourt le circuit est  $i(t) = I_0 \sqrt{2} \sin(2\pi N t + \varphi)$ . Le groupe d'élèves se propose, entre autres, de déterminer les valeurs de  $r$ ,  $L$  et  $C$ . Pour atteindre cet objectif, deux expériences sont réalisées.

## 1) Expérience n°1:

Le groupe d'élèves insère dans le circuit un ampèremètre et note son indication  $I$  pour différentes valeurs de la fréquence  $N$  du G.B.F. tout en veillant à maintenir  $U$  constante à l'aide d'un voltmètre.

Ainsi il a été possible de tracer la courbe représentative de la variation de la valeur efficace  $I$  de l'intensité du courant en fonction de la fréquence  $N$ .

1°/ Faire un schéma du montage expérimental qui a servi à tracer la courbe de la figure 1.

2°/ a) Quel est le phénomène physique mis en évidence par cette courbe?

b) Indiquer, en justifiant votre réponse, la fréquence propre des oscillations électriques.

3°/ Pour  $N = N_1 = 182 \text{ Hz}$ .

a) Préciser, en le justifiant, si le circuit est inductif, capacitif ou résistif.

b) Quelle est l'impédance de l'impédance? Déduire l'impédance  $Z$  du circuit.

c) Montrez alors que l'intensité  $i(t)$  du courant est en avance de phase de  $\frac{\pi}{3}$  rad par rapport à la tension  $u(t)$  aux bornes du G.B.F.

## 1) Expérience n°2:

La fréquence  $N$  du G.B.F. étant ajustée à la valeur  $N_1 = 182 \text{ Hz}$ , le groupe d'élèves connecte les voies  $Y_1$  et  $Y_2$  d'un oscilloscope analogique au circuit comme indiqué sur la figure 2.

Les voies  $Y_1$  et  $Y_2$  sont réglées sur la même sensibilité verticale.

Sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les oscillogrammes représentés sur la figure 3.

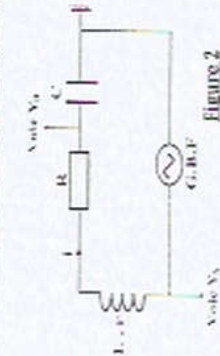


Figure 2

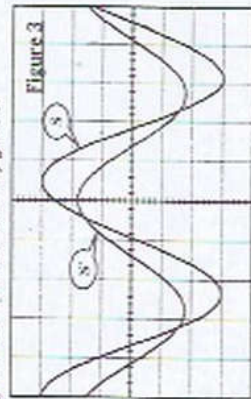


Figure 3

1°/ a) Quelles sont les tensions visualisées sur les voies  $Y_1$  et  $Y_2$  de l'oscilloscope?

b) Montrer que l'oscillogramme (S) correspond à la tension  $u(t)$  aux bornes du condensateur.

2°/ a) En se référant aux oscillogrammes de la figure 3, Montrez que la capacité  $C$  du condensateur vérifie la relation suivante:  $C = \frac{1}{10 \cdot 12}$

$Z$  est l'impédance du circuit correspondant à la fréquence  $N_1$  du G.B.F.

b) Calculer  $C$  et déduire la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.

## 1) Expérience n°2:

On modifie la fréquence du G.B.F. Pour une fréquence  $N_2$  on remarque que la tension  $u(t)$  est en quadrature retard de phase par rapport à  $i(t)$ .

1°/ a) Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b) Calculer l'énergie totale emmagasinée dans le circuit.

2°/ Quelle est l'oscillogramme d'un voltmètre branché aux bornes du diélectrique (bobine-condensateur).

3°/ Calculer l'amplitude  $U_{\text{max}}$  de la tension aux bornes du condensateur et la comparer à  $U_0$ . Nommer le phénomène mis en évidence.

4°/ a) Calculer le coefficient de surtension  $Q$ .

b) Sachant que la tension du claquage du condensateur indiquée par le fabricant est:

$U_3 = 20 \text{ V}$ . Calculer la valeur minimale de la résistance  $R_{\text{min}}$  pour qu'il n'y ait pas claquage.

## Exercice N°2:

On considère un circuit série formé par un G.B.F., un résistor de résistance  $R$ , un condensateur de capacité  $C$  et une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ .

Le G.B.F. délivre une tension d'amplitude  $U_{\text{max}}$  constante, de fréquence  $N$  réglable et de valeur instantanée  $u(t) = U_{\text{max}} \sin(2\pi N t)$ .

1°/ Un oscilloscope permet de visualiser simultanément les tensions  $u(t)$  et  $i(t)$  aux bornes respectivement du résistor et du condensateur.

2°/ Représenter le circuit électrique et faire les connexions à l'oscilloscope permettant de voir  $u(t)$  et  $i(t)$  respectivement sur ses voies  $Y_1$  et  $Y_2$ .

3°/ L'équation différentielle régissant les variations de l'intensité  $i$  du courant électrique dans le circuit s'écrit :  $L \frac{d^2 i}{dt^2} + (R+r) \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} i(t) = U_0 \sin(2\pi N t + \varphi)$ .

a) Reproduire et compléter le tableau suivant :

b) Faire, sans souci d'une échelle, la représentation de Fresnel relative aux tensions maximales dans le cas où le circuit est inductif.

c) Exprimer l'impédance  $Z$  du résistor en fonction de  $L$ ,  $N$ ,  $C$ ,  $R$  et  $r$ . En déduire son expression  $Z_0$  à la résonance d'intensité.

d) Pour une fréquence  $N_2$  de  $N$  et sur l'écran de l'oscilloscope, il apparaît les oscillogrammes de la figure 4).

Réglez de l'oscilloscope :

> Balayage vertical :

ⓐ Voie  $Y_1$  :  $2,0 \text{ V/div}$  ;

ⓑ Voie  $Y_2$  :  $5,0 \text{ V/div}$  ;

> Balayage horizontal :  $\frac{5}{12} \text{ ms/div}$  ;

1°/ Laquelle des deux courbes (a) et (b) celle qui correspond à  $u(t)$ ? Justifier la réponse.

2°/ En se servant des courbes de la figure 4), déterminer :

- La fréquence  $N_2$  du G.B.F.

- Les tensions maximales  $U_{\text{max}}$  et  $U_{\text{max}}$  respectivement des tensions  $u(t)$  et  $i(t)$ .

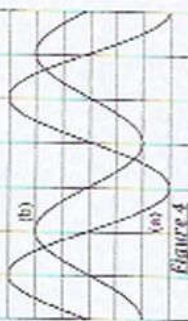


Figure 4

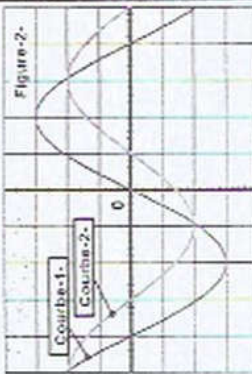
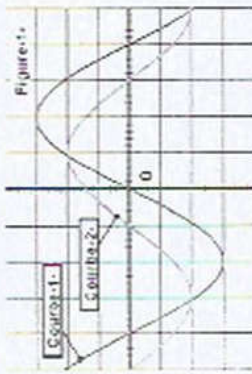
3°/ La courbe de la figure (3), représente les variations de l'impédance Z en fonction de la fréquence N du GBF.

- Déterminer graphiquement la valeur de Z<sub>0</sub> et celle de la fréquence propre N<sub>0</sub> du résonateur.
- Pour la fréquence N<sub>0</sub>:
  - Donner la valeur de l'impédance Z<sub>0</sub> du résonateur.
  - Préciser la nature inductive, capacitive ou résistive du circuit.
  - Montrer que  $\phi_1 = -\frac{\pi}{6}$  rad

- Montrer que  $L = 0,015$  H et déduire la valeur de C.
- Déterminer pour la fréquence N<sub>1</sub> l'intensité maximale I<sub>max</sub> du courant. **FIGURE 5**
- En déduire les valeurs de R, de r et de U<sub>max</sub>.

4°/ Calculer la puissance moyenne électrique consommée par le résonateur pour la fréquence N<sub>2</sub>. **FIGURE 5.1 & 5.2**

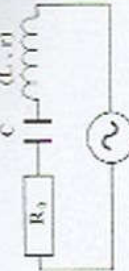
Un circuit électrique est formé par une association en série d'une bobine d'inductance L=0,8 H et résistance r, un résistor de résistance R=100Ω, un condensateur de capacité C variable. L'ensemble est alimenté par un générateur de tension sinusoïdale  $u(t) = 12\sqrt{2} \sin(100\pi t)$ . On réalise deux expériences pour deux valeurs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> de la capacité C du condensateur. Dans chaque expérience on donne les oscillogrammes représentant les tensions u(t) et us(t) tension aux bornes du résistor R, pour deux valeurs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> de la capacité du condensateur. On garde la même sensibilité verticale pour les deux voies de l'oscilloscope.



1. a- Identifier les courbes 1 et 2 représentées dans l'oscillogramme de la figure 1. Justifier.  
 b- En déduire le déphasage  $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$ .  
 c- Déduire dans chacun des cas le caractère du circuit. Justifier.  
 d- Déterminer l'intensité efficace I du courant électrique, en déduire l'impédance Z du circuit.
2. a- Faire le schéma du circuit puis établir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i(t).  
 b- Faire sur un papier millimétré une construction de Fresnel à l'échelle correspondant à l'expérience (figure 1). Echelle 1cm pour 2,2 V.

3. Déterminer la valeur de r.
  4. La tension efficace aux bornes du générateur reste constante et égale à 12V, on fixe la valeur de la capacité du condensateur à C= 7.10^-6F puis on fait varier la fréquence N du générateur.
- a- On remarque que l'oscillogramme de la figure 1 présente deux courbes en phase pour une valeur particulière N<sub>0</sub> de la fréquence du générateur. De quel phénomène s'agit-il ?  
 b- Déterminer N<sub>0</sub>  
 c- Enoncer pour N<sub>0</sub> la valeur de l'intensité efficace I qui circule dans le circuit

Experte N°14:   
 Une portion de circuit série comporte:

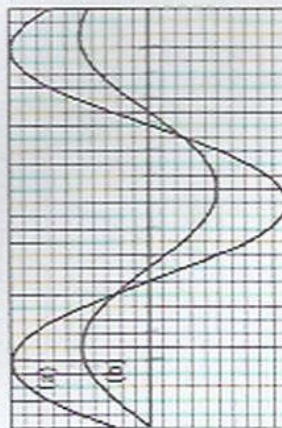


- Un condensateur de capacité C.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r.
- Un résistor de résistance R<sub>0</sub> = 50 Ω.

Un générateur basse fréquence (GBF) maintient entre les bornes de cette portion de circuit une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(\omega t + \phi_0)$  de valeur maximale U<sub>m</sub> constante et de pulsation ω variable.

Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité  $i(t) = I_m \sin(\omega t)$ . Un système d'acquisition, dont le branchement est identique à celui d'un oscilloscope, nous permet de visualiser simultanément la tension u(t) aux bornes du générateur sur la voie (Y<sub>1</sub>) et la tension U<sub>R0</sub>(C) aux bornes du résistor sur la voie (Y<sub>2</sub>).

- 1°/ Faire un schéma du montage électrique et indiquer les branchements nécessaires à la visualisation des tensions u(t) et U<sub>R0</sub>(C).
- 2°/ Pour une pulsation ω du GBF, on observe les deux courbes (a) et (b) ci-dessous:



- Réglages du système d'acquisition :
- Balayage vertical sur Y<sub>1</sub>:  $\sqrt{2}$  V.div<sup>-1</sup>
  - Balayage vertical sur Y<sub>2</sub>: 2 V.div<sup>-1</sup>
  - Balayage horizontal:  $\frac{1}{12}$  ms.div<sup>-1</sup>

a) Justifier que la courbe (a) correspond à u(t).

b) Déterminer graphiquement les valeurs :

- De la pulsation ω.
- Des tensions maximales U<sub>m</sub> et U<sub>R0</sub> respectivement aux bornes du générateur et du résistor.
- Du déphasage  $\Delta\phi = (\phi_2 - \phi_1)$  entre les tensions u(t) et U<sub>R0</sub>(C).

c) Justifier que le déphasage entre la tension u(t) et l'intensité i(t) du courant qui parcourt le circuit est  $\Delta\phi = (\phi_2 - \phi_1) = \frac{\pi}{12}$  rad. Préciser alors si le circuit est inductif, capacitif ou résistif.

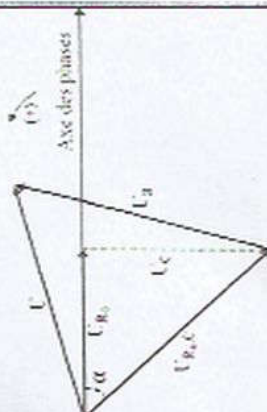
3°/ a) Calculer la valeur de l'intensité maximale I<sub>m</sub> du courant qui parcourt le circuit. Déduire alors la valeur de l'impédance Z du circuit.

b) En utilisant l'expression du facteur de puissance, déterminer la valeur de la résistance interne r de la bobine.

c) Calculer la valeur de la puissance moyenne P consommée par le circuit.

4°/ La mesure, à l'aide d'un voltmètre, de la tension aux bornes de la bobine donne U<sub>BR</sub> 10V et celle de la tension aux bornes de l'ensemble résistor-condensateur donne U<sub>RC</sub> = 10 V. Ces mesures permettent de faire la construction de Fresnel ci-dessous:

a) Donner, en le justifiant, la nature du triangle de côtés U, U<sub>RC</sub> et U<sub>BR</sub>  
 b) Déterminer la valeur de l'angle α entre le vecteur de Fresnel associé à U<sub>BR</sub> (c'est celui associé à U<sub>RC</sub>, r(C).



- b) Calculer la valeur de la tension efficace  $U_C$  aux bornes du condensateur.  
 En déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.  
 c) En utilisant l'expression de  $\tan \phi$ , déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.  
 d) Calculer alors la valeur de la puissance moyenne  $P$  de l'oscillateur électrique considéré.

5°/ a) Montrer qu'il existe une autre capacité  $C'$  du condensateur pour laquelle l'intensité efficace du courant circulant dans le circuit est la même que pour la capacité  $C$ . Calculer alors la valeur de  $C'$ .  
 Préciser dans ce cas si le circuit est inductif, capacitif ou résistif.

b) Calculer alors la valeur de la tension efficace  $U_C$  aux bornes du condensateur.

c) Faire la construction de Fresnel relative aux vecteurs associés aux tensions  $u_{R_0}$ ,  $u_C$ ,  $u_L$  et  $u(t)$ .  
 Echelle :  $1\text{cm} \rightarrow 2\text{V}$ .

On réalise un circuit électrique comportant un GBF, une bobine d'inductance  $L = 0,1\text{H}$ , une résistance  $r$ , un résistor de résistance  $R_0 = 24\ \Omega$ , un condensateur de capacité  $C$  et un ampèremètre monté en série (Figure 1). Le GBF délivre à son circuit en dérivant à ses bornes tension sinusoïdale  $u(t) = 12\sqrt{2}\sin(2\pi N t)$  (la fréquence  $N$  réglable et d'amplitude  $U_m$  constante).

Pour une valeur de la fréquence  $N = N_0 = 50\text{Hz}$ , un oscilloscope bicourbe convenablement branché permet de visualiser simultanément les deux tensions  $u(t)$  et  $u_{R_0}(t)$ , on obtient les oscillogrammes de la Figure 2.

La sensibilité verticale est la même pour les deux voies de l'oscilloscope.

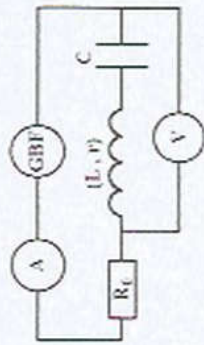


Figure 1

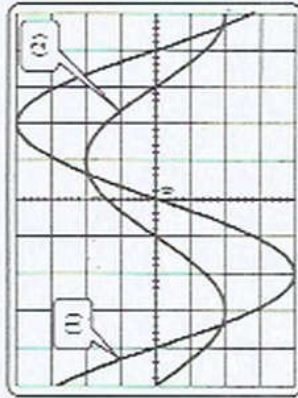


Figure 2

- 1°/ a) Montrer que la courbe (1) correspond à  $u(t)$ .  
 b) Justifier que le circuit est le siège d'oscillations électriques forcées.  
 c) Préciser, en le justifiant, la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif).  
 d) Quelle est l'indication de l'ampèremètre.

2°/ Établir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité  $i(t)$ .  
 3°/ La figure 3 de la page annexée représente la construction de Fresnel tracée et associée au circuit étudié à la fréquence  $N_0$ .

- a) Compléter la construction de Fresnel à l'échelle  $1\text{cm}$  pour  $\sqrt{2}\text{V}$ . On désignera:  
 ✓  $OA$  le vecteur associé à la tension  $u_0(t)$   
 ✓  $AB$  le vecteur associé à la tension  $u_{R_0}(t)$  (tension aux bornes de l'ensemble bobine condensateur).  
 ✓  $OB$  le vecteur associé à la tension  $u(t)$ .

- b) Déduire les valeurs de  $\tan \phi$ ,  $r$  et  $C$ .  
 4°/ On règle maintenant la fréquence  $N$  à une valeur  $N_2$  de façon à avoir  $U_{R_0} = 2,4\text{U}_{R_0}$ .  
 a) Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.  
 b) Écrire alors l'équation différentielle.  
 c) Déterminer la valeur de la fréquence  $N_2$ .

- d) Montrer que dans ces conditions, on a :  $\frac{U_C}{U} = \frac{1}{\sqrt{(R_0/r)^2 + 1}}$ .  
 e) Déduire la nature du phénomène qui se produit aux bornes du condensateur. Y a-t-il risque de claquage du condensateur sachant que sa tension nominale est égale à  $18\text{V}$  ?  
 f) Quelle est l'indication du voltmètre placé aux bornes de l'ensemble bobine condensateur ?  
 g) Calculer l'énergie  $E$  reçue par le circuit pendant une période.

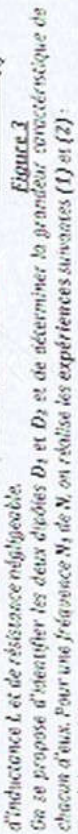
LABORATOIRE N°16

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  $u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$  de fréquence  $N$  réglable et d'amplitude  $U_m$  constante.

Le circuit électrique est parcouru par un courant électrique sinusoïdal d'intensité  $i(t) = I_m \sin(2\pi N t + \phi)$  d'amplitude  $I_m$  et de phase initiale  $\phi$ . 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



À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, on visualise simultanément l'évolution au cours du temps des tensions  $u_{D_1}(t)$  et  $u_{D_2}(t)$ .

EXPÉRIENCE (2) :  
 On change le branchement de l'oscilloscope et on visualise simultanément l'évolution au cours du temps des tensions  $u_{D_1}(t)$  et  $u_{D_2}(t)$ .  
 Les expériences réalisées, ont permis d'obtenir les courbes représentées sur les figures 4 et 5.

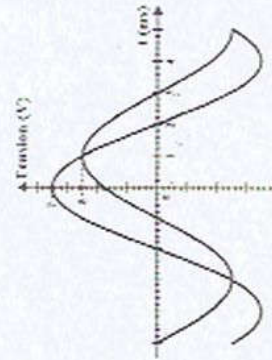


Figure 4

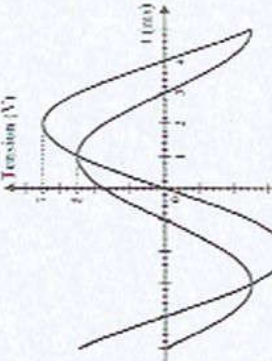
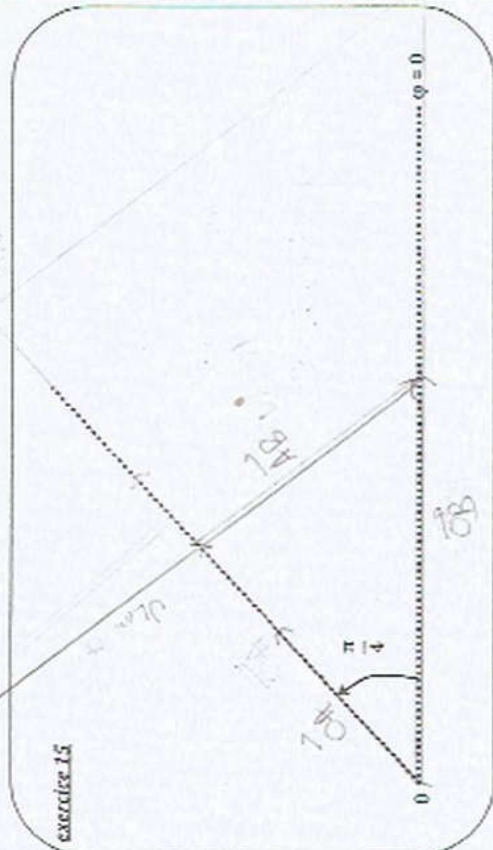


Figure 5

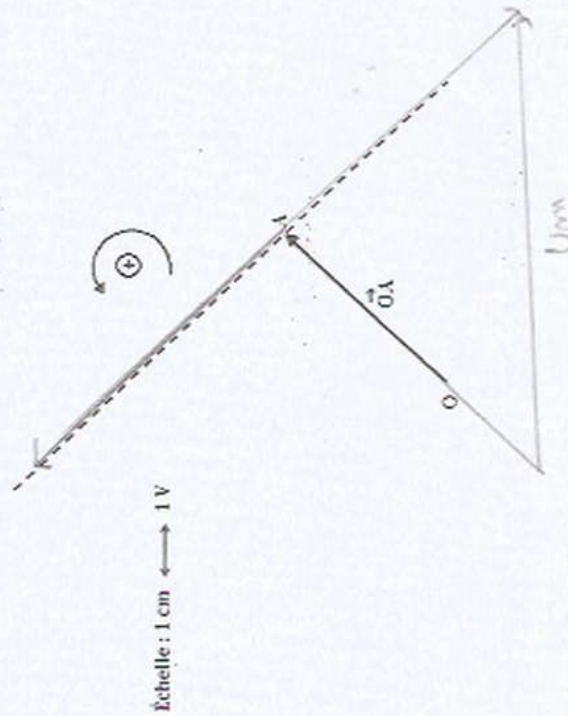
- 1°/ Justifier que les courbes de la figure 5 correspondent à l'expérience (2).  
 2°/ a) Déterminer graphiquement  $N_1$ ,  $U_{D_1}$  et  $I_m$ .  
 b) Montrer que  $\phi_1 = +\frac{\pi}{4}\text{rad}$ .  
 3°/ En exploitant les courbes représentées sur les figures 4 et 5.  
 a) Montrer que  $D_1$  est la bobine alors que  $D_2$  ne peut être que le condensateur.  
 b) Déduire que  $L = 6,2 \cdot 10^{-3}\text{H}$ .  
 4°/ La figure 6 de la page S/5, à remplir par le candidat et à rendre avec la copie, représente la construction de Fresnel tracée et correspondant au circuit électrique étudié à la fréquence  $N_1$  où le vecteur  $OA$  est associé à la tension  $u_{D_1}(t)$ .



- a) Compléter, avec toutes les indications nécessaires, la construction de Fresnel, en respectant l'échelle suivante: 1 cm  $\leftrightarrow$  1 V  
 b) En déduire la valeur de C.



exercice 16



Exercice 37/12:

On monte, en série, un résistor de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable et un condensateur de capacité C.

L'ensemble est alimenté par un générateur (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U constante et de pulsation  $\omega$  variable.

Lorsque la pulsation de la tension excitatrice est  $\omega_1 = 1000 \text{ rad.s}^{-1}$ , l'intensité efficace du courant qui parcourt le circuit est  $I = 4.10^{-2} \text{ A}$  et les tensions efficaces aux bornes du générateur, du résistor et de la bobine sont respectivement  $U = 5 \text{ V}$ ,  $U_R = 4 \text{ V}$  et  $U_L = 5 \text{ V}$ .

1°/ a) Faire la représentation de Fresnel relative aux tensions efficaces sachant que le circuit considéré est inductif. On prendra comme échelle pour toutes les représentations de Fresnel :

1cm  $\rightarrow$  1V.

b) Quelle est la tension efficace Uc aux bornes du condensateur ?

c) Déterminer les valeurs de R, de L et de C.

2°/ a) Calculer le facteur de puissance du circuit. En déduire la valeur de l'impédance Z du circuit.

b) Trouver une autre valeur C' de la capacité du condensateur pour laquelle le circuit aura la même

valeur de l'impédance Z. (on pourra exploiter la

représentation de Fresnel).

3°/ On fait varier la pulsation  $\omega$  du générateur et on

mesure chaque fois l'intensité efficace I du courant

qui parcourt le circuit (R, L, C). On trace la courbe I =

f( $\omega$ ) ci-contre :

a) Quelle est la pulsation  $\omega_0$  pour laquelle on a la

même intensité du courant  $I = 4.10^{-2} \text{ A}$  ?

b) Montrer que  $\omega_1 \cdot \omega_2 = \omega_0^2$  où  $\omega_2$  est la pulsation

propre du circuit. Calculer alors la valeur de  $\omega_0$ .

c) Déterminer le facteur de surtension Q du circuit.

d) Pour  $\omega = \omega_0$ , calculer la valeur de la puissance moyenne P consommée par le circuit.

4°/ Faire la représentation de Fresnel relative aux tensions efficaces lorsque  $\omega = \omega_0$ . En déduire dans ce cas si le circuit est inductif, capacitif ou résistif.

