

# Oscillations électriques en régime forcé

4eme/math

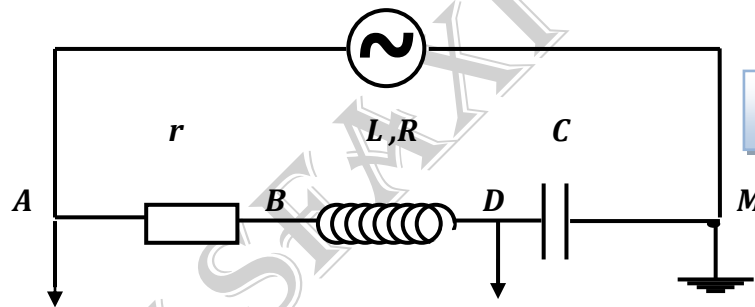
Sc/tec/info

Prof: SFAXI SALAH  
Lycée privé NIZAR 2010/2011

## PROBLEME N1

On réalise entre deux points A et M d'un circuit un montage série comportant un résistor de résistance  $r=40\Omega$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $R=13\Omega$  et un condensateur de capacité  $C$ .

On maintient entre A et M une tension excitatrice sinusoïdale  $U(t)$ , de pulsation  $\omega$  réglable et de valeur efficace  $U$  constante. On pose  $U(t) = U\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ .



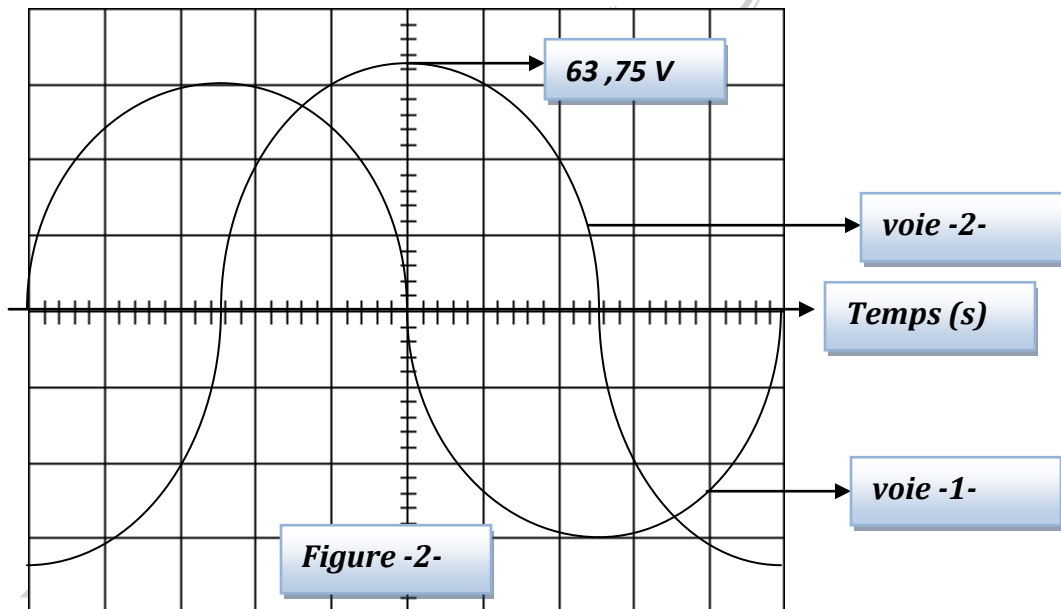
- 1) L'intensité instantanée  $i(t)$  du courant dans le circuit est donnée par l'expression :  $i(t) = I\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t)$ .
  - a) Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité  $i(t)$ .
  - b) Déterminer à partir de la construction de Fresnel, les expressions de l'intensité efficace  $I$  et de la valeur efficace  $U_c$  de la tension  $U_c(t)$  aux bornes du condensateur en fonction de :  $U, R, r, L, C$ , et  $\omega$ .
  - c) Exprimer  $U_c(t)$  en fonction de :  $t, \omega, C$  et  $I$ .
- 2) Un oscilloscope bicourbe branché comme l'indique la figure-1- permet de visualiser les tensions  $U(t)$  et  $U_c(t)$ .

Pour une valeur particulière  $\omega_1$  de la pulsation de la tension excitatrice  $U(t)$ , on obtient l'oscillogramme de la figure -2-.

Pour le balayage horizontal et la sensibilité verticale la division est la même et correspond au côté d'un carré tracé sur l'écran de l'oscilloscope.

  - Balayage horizontal :  $2 \cdot 10^{-3}$  s / division
  - a) Déterminer graphiquement le déphasage ( $\varphi_c - \varphi_u$ ) de  $U_c(t)$  par rapport à  $U(t)$ .

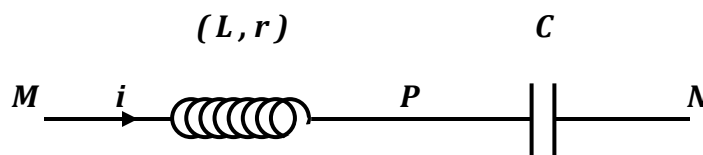
- b) Déduire la valeur de  $\varphi_u$ . Dans quel état particulier se trouve le circuit ?
- c) Sachant que  $C=10\mu F$ , calculer la valeur de l'inductance  $L$ .
- d) Calculer la valeur  $I_1$  de l'intensité efficace. En déduire la valeur de  $U$ .
- e) Déterminer la sensibilité verticale sur la voie -1-.
- f) Calculer  $U_{AB}$ , et  $U_{BM}$  valeurs efficaces des tensions  $U_{AB}(t)$ , et  $U_{BM}(t)$ .
- g) Définir et calculer le coefficient de surtension.
- 3) On règle la pulsation  $\omega$  à la valeur  $\omega_2$  telle que la valeur efficace  $U_{AD}$  de la tension aux bornes de l'ensemble (résistor, bobine) soit égale à la valeur efficace  $U$  de la tension excitatrice  $U$ .
- a) Trouver la relation qui existe entre  $L$ ,  $C$ , et  $\omega_2$ .
- b) Indiquer en le justifiant si le circuit est inductif ou capacitif. Faire la construction de Fresnel correspondante.
- c) Calculer la valeur de la pulsation  $\omega_2$  et celle du déphasage  $\Delta\varphi$  de l'intensité instantanée du courant par rapport à la tension excitatrice  $U(t)$ .
- d) Exprimer l'intensité instantanée  $i_2$  en fonction du temps.
- e) Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit.



### PROBLEME N2

Une portion de circuit MN voir figure, comporte en série une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$ , et un condensateur de capacité  $C$  est soumise à une tension :

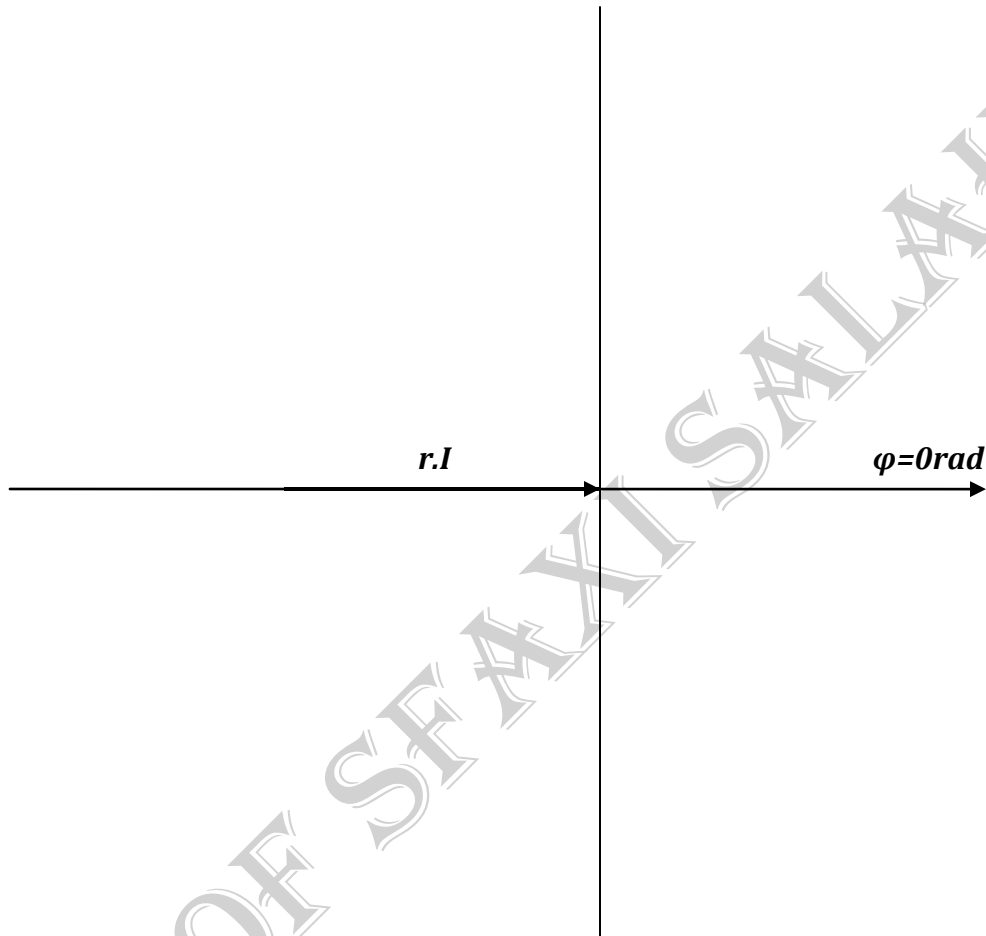
$$u(t)=U.\sqrt{2} .\sin(2500t +\varphi).$$



tout droit est réservé à l'auteur ( SFAXI SALAH : professeur hors classes)

La mesure des valeurs efficaces de l'intensité du courant et des tensions aux bornes de la bobine et du condensateur a donné les valeurs :  $I=150\text{mA}$  ,  $U_{MP}=19\text{V}$  ,  $U_{PN}=12\text{V}$  .

- 1) Reproduire puis compléter la construction de FRESNEL de la figure ci-contre en prenant comme échelle 1cm pour 2V .



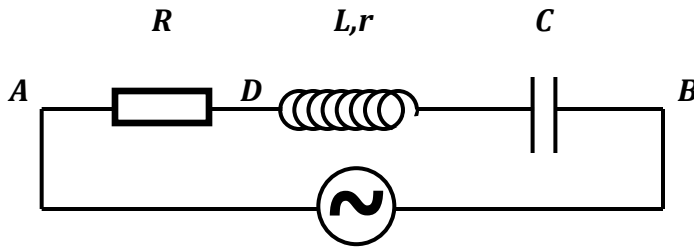
- 2) Déterminer à partir de cette construction :
- La nature du circuit .
  - Les valeurs de  $L$  ,  $r$  , et  $C$  .
  - La valeur efficace et la phase de la tension  $u(t)$  .
- 3) Exprimer les tensions instantanées  $U_{MP}(t)$  et  $U_{PN}(t)$  .
- 4) Calculer la puissance moyenne consommée par la portion MN du circuit .

### PROBLEME N3

Un circuit électrique est constitué des éléments suivants :

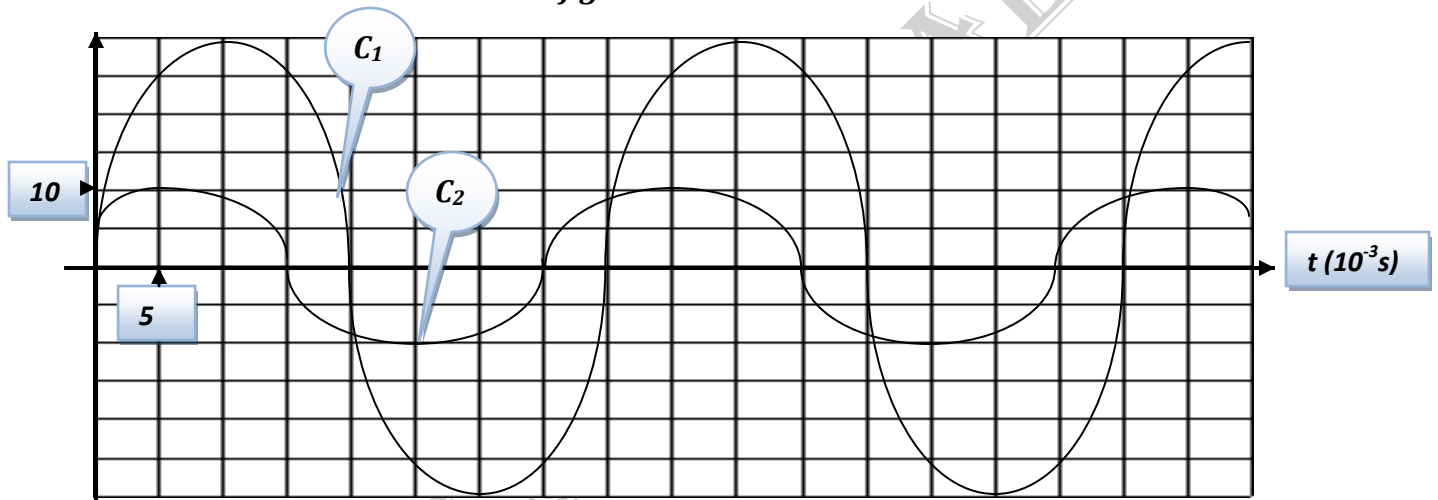
- Une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$  .

- Un condensateur de capacité  $C=12\mu F$ .
- Un résistor de résistance  $R=80\Omega$ .



L'ensemble associé en série est alimenté par un générateur de courant sinusoïdal qui délivre une tension alternative  $U(t)=U_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_u)$  avec  $U_m$  constante et  $\omega$  réglable.

Les tensions  $U_{AB}(t)$  et  $U_{AD}(t)$  sont observées sur un oscilloscope pour une pulsation  $\omega_1$ , on obtient les deux courbes de la figure ci-dessous.



- 1) Montrer que la courbe ( $C_1$ ) représente  $U(t)$  et calculer  $\varphi_u$ .
- 2) Déterminer les valeurs :
  - Des tensions maximales  $U_m$  et  $U_{Rm}$ .
  - De l'intensité efficace  $I_1$  du courant.
  - De l'impédance  $Z$  du circuit et de la pulsation  $\omega_1$ .
- 3) Déterminer le déphasage  $\Delta\varphi=(\varphi_u - \varphi_i)$  entre  $U(t)$  et  $i(t)$ . En déduire la valeur du facteur de puissance et la nature du circuit.
- 4) Faire la construction de fresnel à l'échelle : 1cm pour 5V. Déduire les valeurs de  $r$  et  $L$ .
- 5) Montrer qu'il y'a une deuxième pulsation  $\omega_2 \neq \omega_1$  pour laquelle on obtient une intensité efficace  $I_2=I_1$ . Calculer  $\omega_2$  et donner le diagramme de fresnel correspondant.
- 6) En faisant varier  $\omega$  on obtient pour une valeur :  $U_{AB} = U_{AD} + U_{DB}$ .
  - a) Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité.

- b) Calculer l'intensité efficace  $I_0$  du courant .
- c) Montrer que l'énergie de l'oscillateur est constante , et calculer sa valeur .
- d) Exprimer le rapport  $\frac{U_c}{U}$  en fonction de  $R, r, L$  et  $C$  . Calculer sa valeur . Quel est alors le phénomène observé ?
- 7) Pour une valeur  $\omega_3$  de la pulsation , on remarque que la tension  $U_c$  aux bornes du condensateur est maximale .
- a) Exprimer  $U_c$  en fonction de  $R, r, L, C, U_m$  et  $\omega_3$  .
- b) Donner l'expression de  $\omega_3$  et calculer sa valeur .

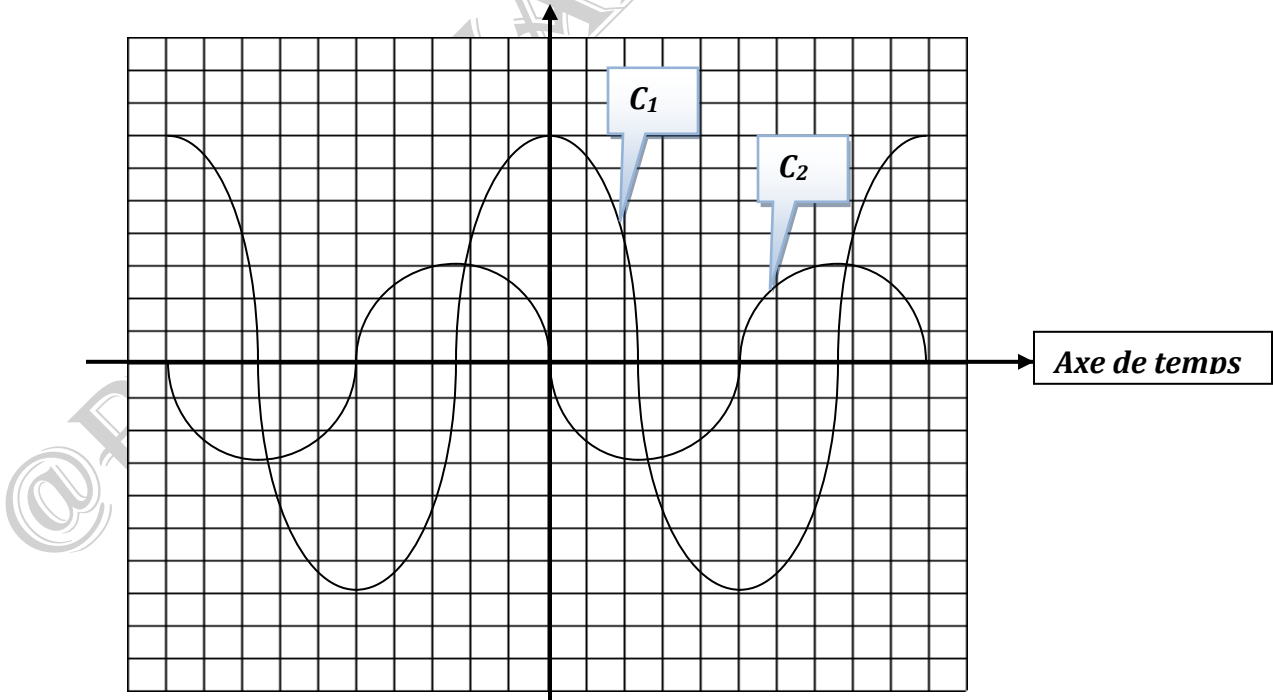
#### PROBLEME N4

Un dipôle RLC en série est constitué :

- D'un condensateur de capacité  $C=5\mu F$  .
- D'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $R$  .

Le circuit est branché aux bornes d'un générateur G.B.F délivrant une tension sinusoïdale de fréquence  $N$  réglable :  $U(t)=U_m \sin(\omega t + \pi/2)$  .

Pour une fréquence  $N_1$  du G.B.F , on observe sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe les graphes représentant les tensions  $U(t)$  aux bornes du générateur et  $U_c(t)$  aux bornes du condensateur .

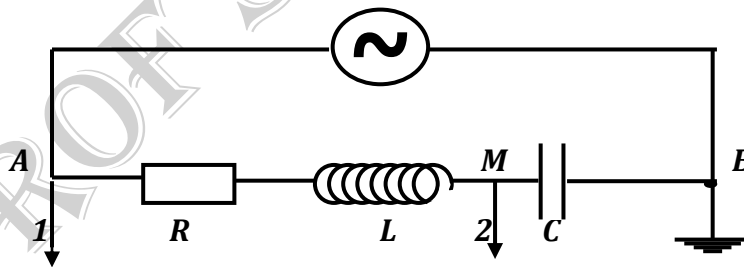


On donne :

- Sensibilité horizontale :  $2 \cdot 10^{-3} / \text{cm}$
- Sensibilités verticales : sur la voie 1 :  $2 \text{V/cm}$   
sur la voie 2 :  $20 / \text{cm}$

- 1) Faire le schéma du circuit en indiquant les branchements à réaliser pour observer ces deux courbes à l'écran de l'oscilloscope .
- 2) Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité  $i(t)$  du courant dans le circuit . En déduire qu'il s'agit des oscillations forcées .
- 3) Déterminer graphiquement les valeurs de  $U_m$ ,  $U_{cm}$  et du déphasage  $\Delta\phi_1$  de la tension  $U_c(t)$  par rapport à la tension  $U(t)$  .
- 4) a) quel est le déphasage  $\Delta\phi$  de la tension  $U(t)$  par rapport à l'intensité  $i(t)$  du courant dans le circuit .  
b) De quel phénomène physique s'agit-il ?  
c) En déduire l'expression de  $i(t)$  .
- 5) a) Déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine .  
b) Calculer le coefficient de surtension du circuit .  
c) En déduire la valeur de la résistance  $R$  de la bobine .  
d) Quelle serait l'indication d'un voltmètre branché aux bornes de la bobine ?
- 6) Déterminer la valeur de l'énergie moyenne  $\Delta E$  dissipée par effet joule pendant une période d'oscillation de l'intensité du courant .
- 7) Montrer que l'énergie électromagnétique  $E$  emmagasinée par le dipôle RLC est conservée au cours du temps .

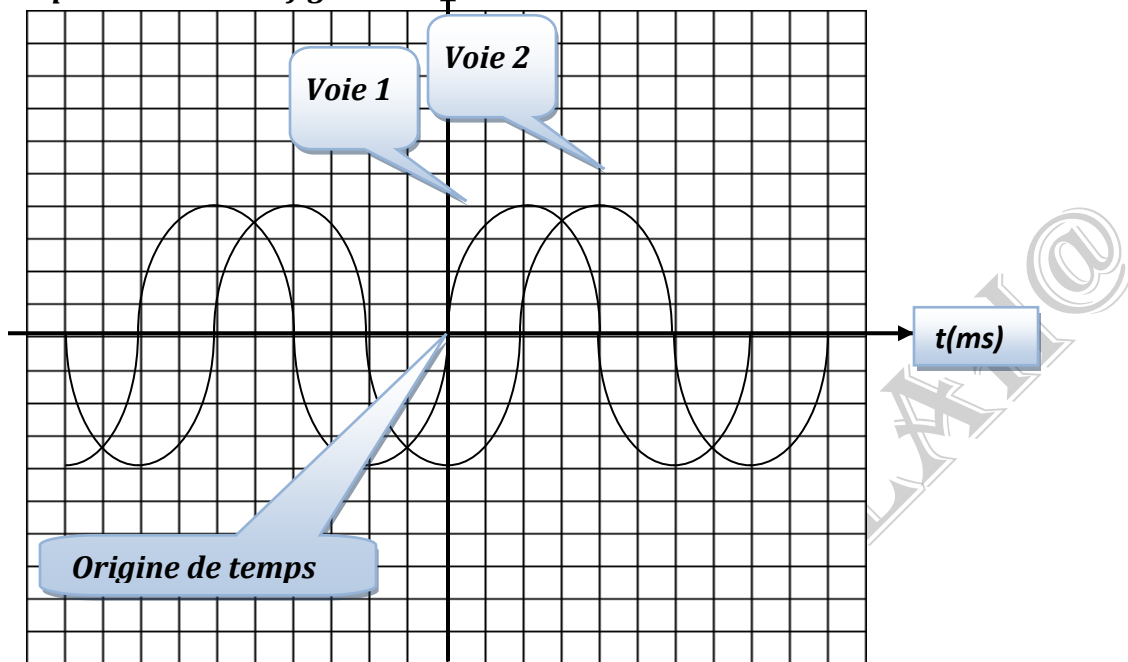
#### PROBLEME N5



On monte en série un résistor de résistance  $R$ , un condensateur de capacité  $C$  et une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable aux bornes A et B d'un générateur G.B.F délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace constante et de pulsation  $\omega$  constante .

- 1) On branche un oscilloscope bicourbe comme l'indique la figure ci-dessus .  
Quelle grandeurs électriques visualisent les courbes correspondantes à la voie 1 et à la voie 2 de l'oscilloscope .

2) On fixe  $L$  à la valeur  $L_1$  et  $C$  à la valeur  $C_1$ , l'oscillogramme obtenu est représenté sur la figure suivante.



On donne :

- La sensibilité sur la voie 1 est  $20V/cm$
- La sensibilité sur la voie 2 est  $40V/cm$
- Le balayage horizontal correspond à  $2,5ms/cm$

a) Déterminer :

- Les valeurs efficaces des tensions visualisées.
- Le déphasage entre  $i(t)$  et la tension d'alimentation  $U(t)$ .
- La valeur de la pulsation  $\omega$ .

b) En s'aidant à la construction de Fresnel déterminer la valeur efficace de la tension entre les bornes A et M.

c) Déterminer la valeur du rapport :  $\frac{E}{E'}$  où  $E$  désigne l'énergie électrique totale emmagasinée dans l'oscillateur ( $R, L_1, C_1$ ) étudié et  $E'$  désigne l'énergie moyenne consommée par effet joule dans l'oscillateur pendant une période.

d) Sachant que l'intensité efficace du courant est  $I_1 = 0,4 \sqrt{2} A$ , déterminer les valeurs de  $R, L_1$  et  $C_1$ .

3) En fixant  $L$  à la valeur  $L_0$  et  $C$  à la valeur  $C_0$  les mesures fournissent :

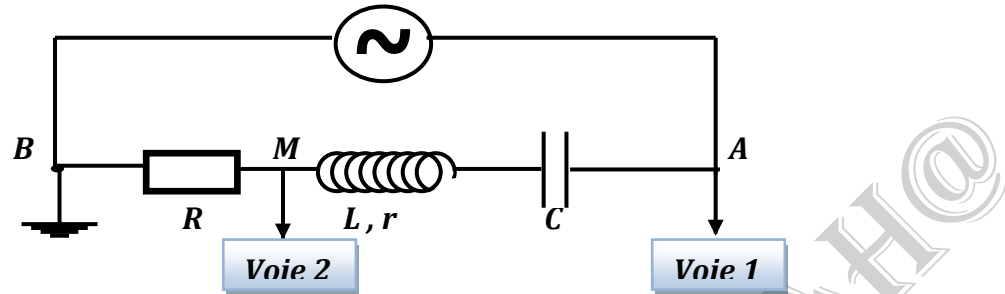
- Une tension efficace aux bornes du condensateur  $U_1 = 20 \sqrt{2} V$ .
- Une tension efficace entre les bornes A et M  $U_2 = 20 \sqrt{2} V$ .

a) Montrer que  $L_1 C_1 = 2 L_0 C_0$  tout en précisant si le circuit est inductif, résistif ou capacitif.

b) A l'aide de la construction de fresnel déterminer :

- La valeur de l'intensité efficace  $I_0$  du courant, les valeurs de  $L_0$  et  $C_0$ .

**PROBLEME N6**



Un générateur basse fréquence impose aux bornes d'un dipôle AB une tension sinusoïdale  $U(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  avec  $N$  variable et  $U_m$  maintenue constante.

1) Montrer que parmi les deux signaux celui ayant l'amplitude la plus grande correspond à  $U(t)$ .

2) La tension  $U(t)$  est déphasée de  $(+\frac{\pi}{6})$  par rapport à  $i(t)$ .

a) Faire la construction de fresnel correspondante à ce circuit.

b) Montrer que :  $(R+r) = -\sqrt{3} \left( \frac{1}{2\pi N C} - 2\pi N L \right)$ .

c) Déduire la nature du circuit.

3) On prend  $R = r = 10\Omega$ , et pour une valeur  $N_1$  de la fréquence du générateur on a :

- $U_{BMmax} = 2V$
- $U_{AMmax} = 2V$
- $U_{max} = 4V$

Montrer que dans ces conditions le circuit est à l'état de résonance d'intensité.

4) Soit :

- $P_1$  : la puissance moyenne consommée par la portion AM.
- $U_1$  : tension aux bornes de A et M.
- $U_2$  : tension aux bornes de M et B.

Montre que :  $P_1 = (U^2 - U_1^2 - U_2^2)/2R$

5) On prend  $U = 10V$ ,  $R = 50\Omega$  et on remplace la bobine par une autre bobine dont les caractéristiques sont  $(L', r')$ .

$\omega(\text{rad.s}^{-1})$	$U(V)$	$U_{MB}(V)$	$U_{AM}(V)$
$\omega_1 = 4000\Omega$	10	2,05	9,35
$\omega_1 = 5000\Omega$	10	5	5



- a) Déduire  $\omega_0$ ,  $r'$ ,  $L'$  et  $C$ .
- b) Ecrire l'expression de l'intensité  $i(t)$  pour les deux pulsations utilisées.
- 6) On remplace le condensateur précédent par un autre condensateur  $C'$ . Déterminer son impédance pour que l'intensité efficace dans ce circuit soit la même que dans le circuit initial par .
  - La méthode de fresnel
  - Par calcul .

### PROBLEME N7

On dispose de trois dipôle :

- Un conducteur ohmique de résistance  $R$ .
- Un condensateur parfait de capacité  $C$ .
- Une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ .

On réalise ainsi un circuit en montant tous ces composants en série et qu'on alimente par un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale de fréquence  $N$  variable et de valeur maximale  $U_{max}$ .

- 1) Dans une première expérience on choisit  $N=N_1$ .  
Un oscilloscope est branché comme l'indique la figure-1- , et permet de suivre les variations de deux tensions sur les voies  $Y_1$  et  $Y_2$  , l'oscillogramme obtenu est reproduit sur la figure-2- .
  - a) Quelle tension observe t-on sur chaque voie ? Pour chaque tension on précisera sa valeur maximale .
  - b) Quelle est la fréquence  $N_1$  des tensions visualisées .
  - c) Quelle est celle des deux tensions qui est en avance sur l'autre ?
  - d) Déterminer le déphasage  $\Delta\varphi$  de l'intensité par rapport à  $U(t)$  .En déduire  $\cos\Delta\varphi$ .
  - e) Représenter la construction de fresnel dans le cas étudié , puis donner l'expression de l'intensité maximale  $I_{max}$  en fonction de  $R$ ,  $r$ ,  $U_m$ , et  $\cos\Delta\varphi$ . Puis en déduire sa valeur sachant que l'ampèremètre indique une valeur de 59mA .
- 2) Dans une 2<sup>eme</sup> expérience , on fixe la fréquence du générateur à la valeur  $N_2$  et on branche dans le circuit trois voltmètres  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  comme l'indique la figure-3-  
On trouve respectivement les tensions  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  avec :
  - $U_1 = 4,38V$
  - $U_2 = 0,57V$
  - $U_3 = 4,95V$
  - a) Montrer que dans ces conditions , le circuit est le siège d'une résonance d'intensité .

- b) Quelle est l'indication de l'ampèremètre dans ces conditions .  
 c) Donner l'expression de la fréquence  $N_2$  .  
 3) Pendant une 3<sup>eme</sup> expression , on enlève le conducteur ohmique de résistance  $R$  et on alimente le circuit par le même générateur GBF . Pour une fréquence  $N_3=55,7\text{Hz}$  on constate que les tensions efficaces aux bornes du condensateur , aux bornes de la bobine et aux bornes de l'ensemble du circuit sont égales .  
 a) Faire la construction de fresnel correspondantes et préciser la nature du circuit .  
 b) En déduire les valeurs de  $L$  ,  $C$  , et  $N_2$  .

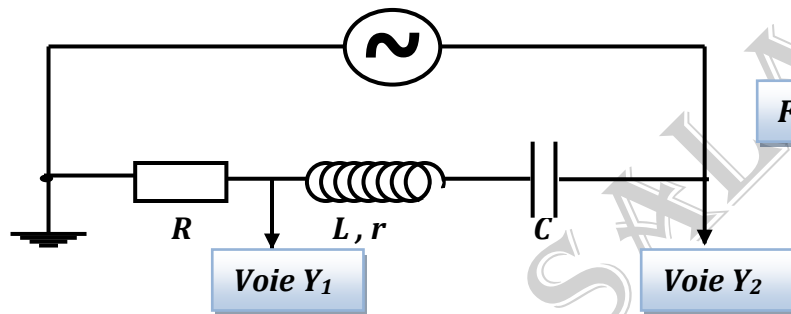


Figure -1-

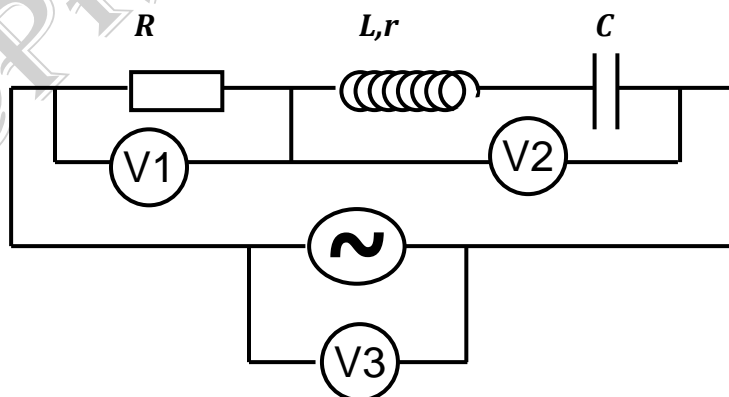
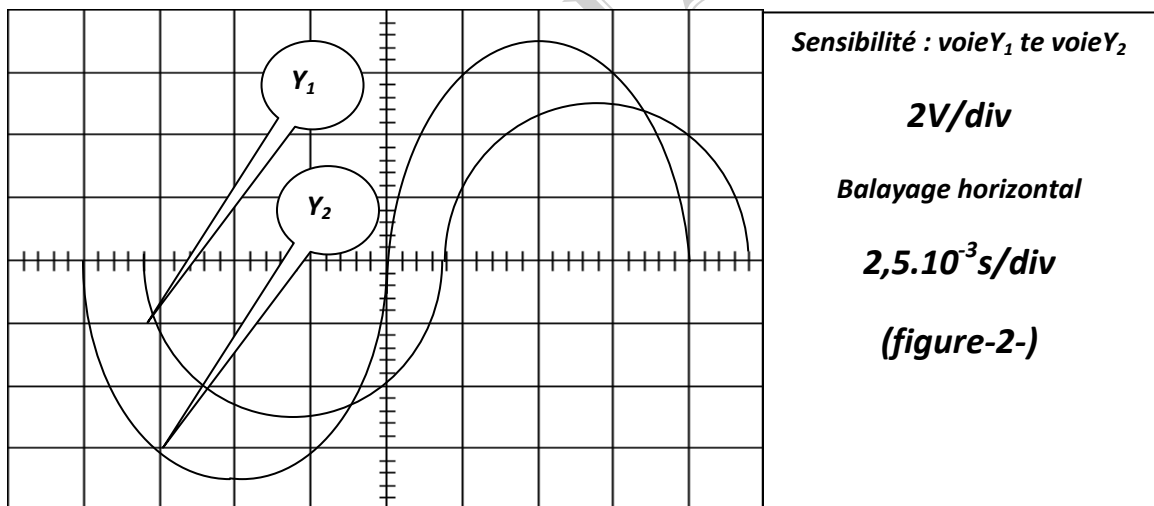


Figure -3-

Bon travail