

Oscillations électriques en régime forcé

4eme/math

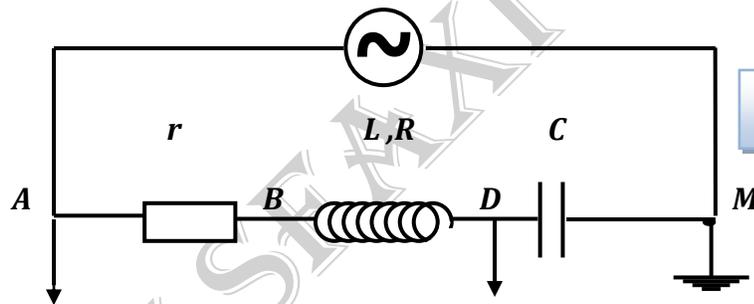
Sc/tec/info

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 ω réglable et de valeur efficace U constante. On pose $U(t) = U\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$.



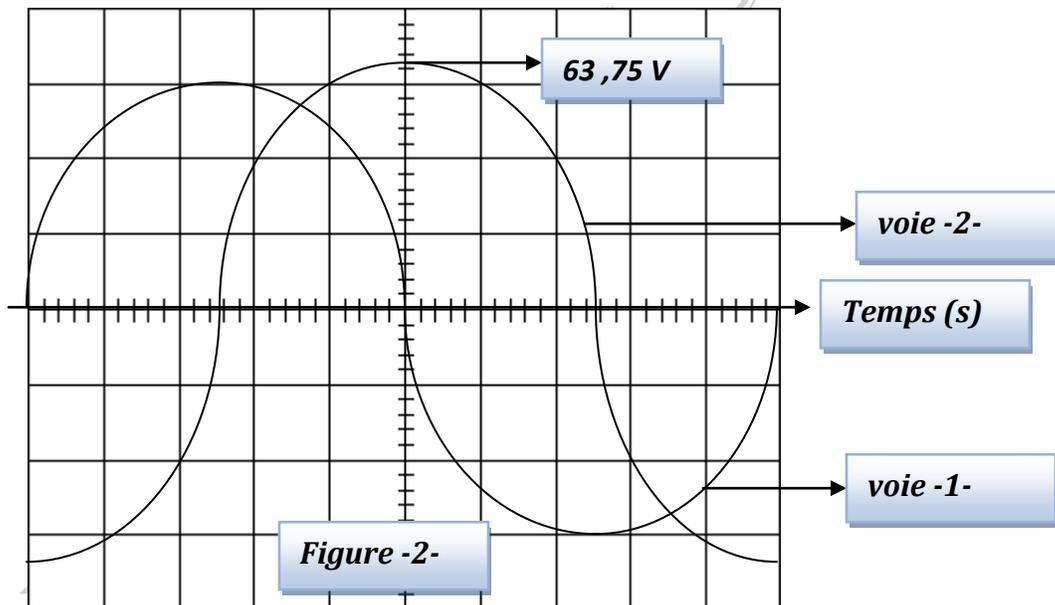
- 1) L'intensité instantanée $i(t)$ du courant dans le circuit est donnée par l'expression : $i(t) = I\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t)$.
 - a) Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité $i(t)$.
 - b) Déterminer à partir de la construction de Fresnel, les expressions de l'intensité efficace 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 ω .
 - c) Exprimer $U_c(t)$ en fonction de : t, ω, 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 ω_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 $U(t)$.

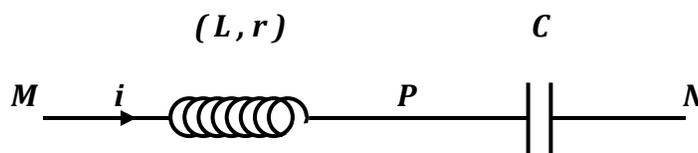
- b) Déduire la valeur de φ_u . Dans quel état particulier se trouve le circuit ?
- c) Sachant que $C=10\mu F$, calculer la valeur de l'inductance L .
- d) Calculer la valeur I_1 de l'intensité efficace. En déduire la valeur de U .
- e) Déterminer la sensibilité verticale sur la voie -1-.
- f) Calculer 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 ω à la valeur ω_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 ω_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 ω_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 :

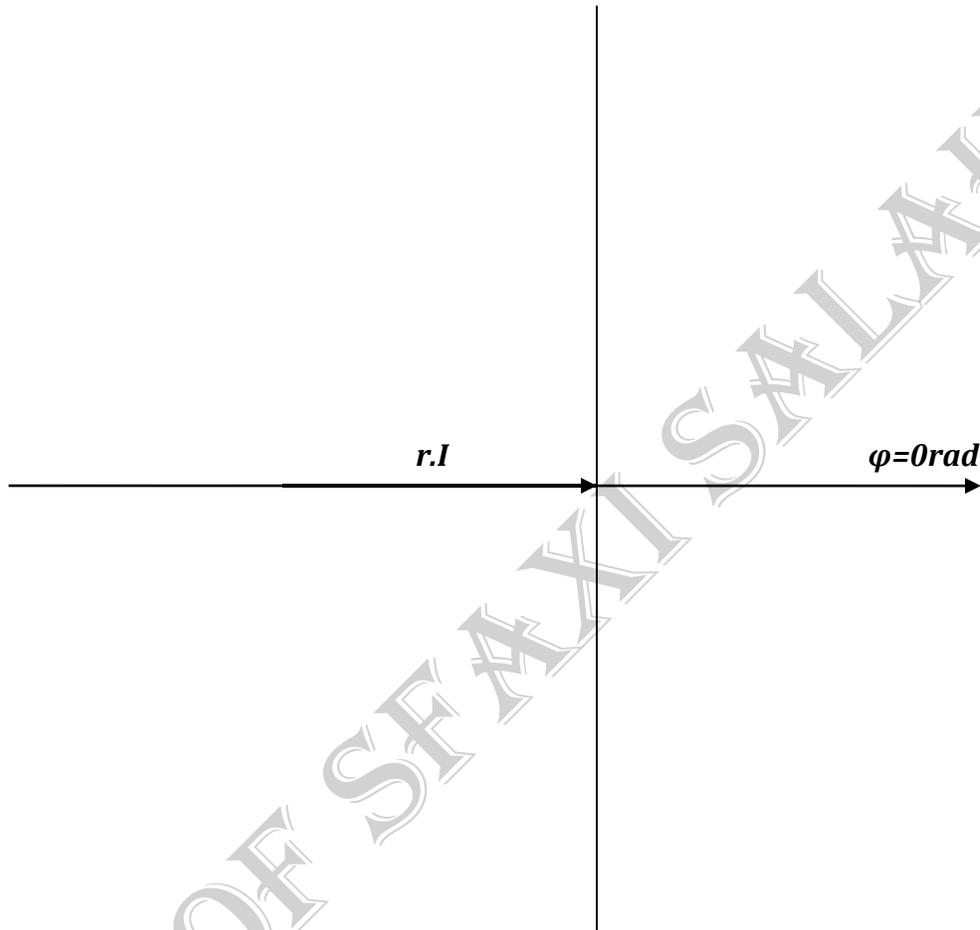
$$u(t) = U \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2500t + \varphi).$$



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 .

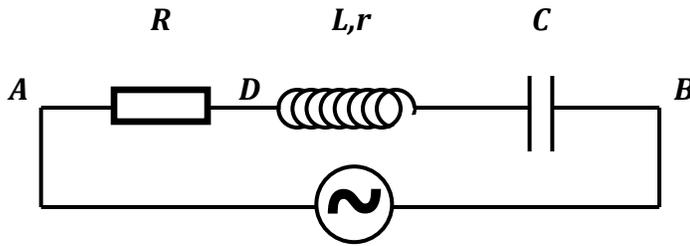
PROBLEME N3

Un circuit électrique est constitué des éléments suivants :

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

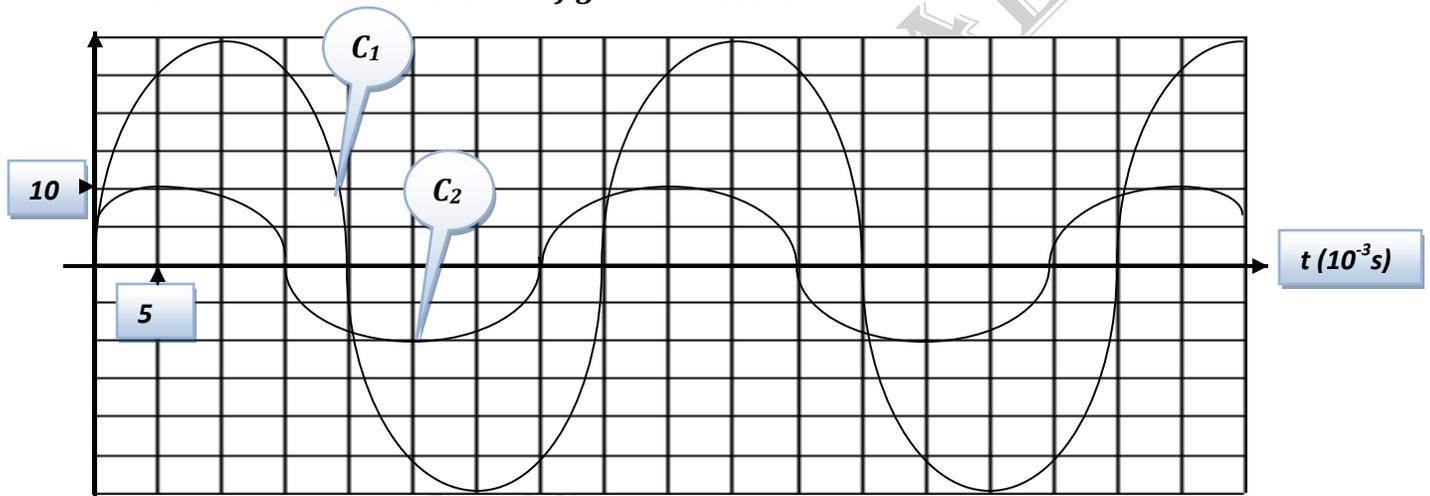
tout droit est réservé à l'auteur (SFAXI SALAH : professeur hors classes)

- 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 $U(t)=U_m.\sin(\omega t + \varphi_u)$ avec U_m constante et ω réglable.

Les tensions $U_{AB}(t)$ et $U_{AD}(t)$ sont observées sur un oscilloscope pour une pulsation ω_1 , on obtient les deux courbes de la figure ci-dessous.



- 1) Montrer que la courbe (C_1) représente $U(t)$ et calculer φ_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 ω_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 ω_2 et donner le diagramme de fresnel correspondant.
- 6) En faisant varier ω 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 ω_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 ω_3 .
- b) Donner l'expression de ω_3 et calculer sa valeur .

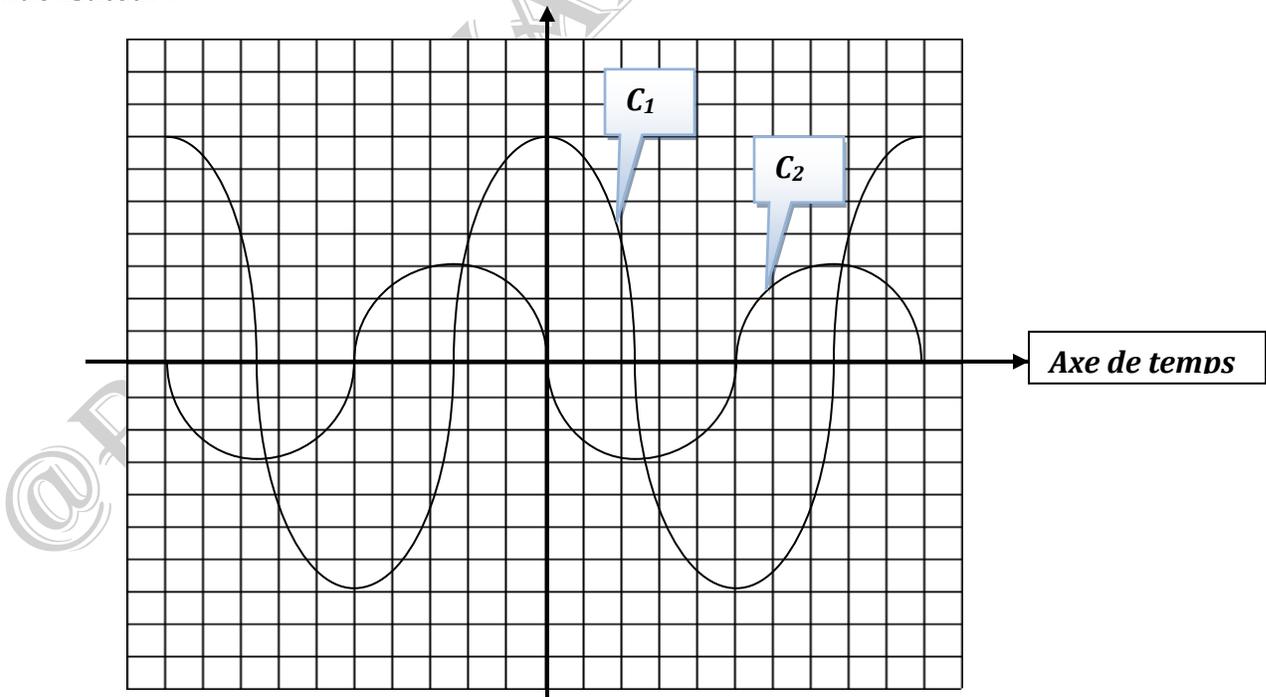
PROBLEME N4

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 .

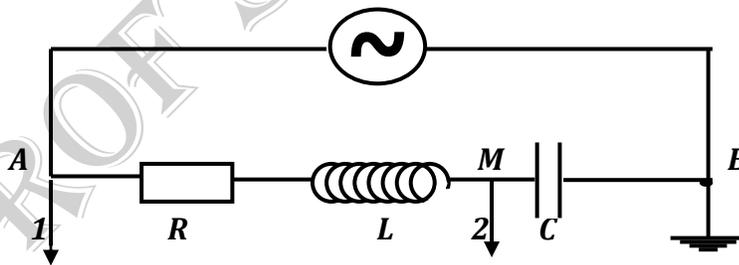


On donne :

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

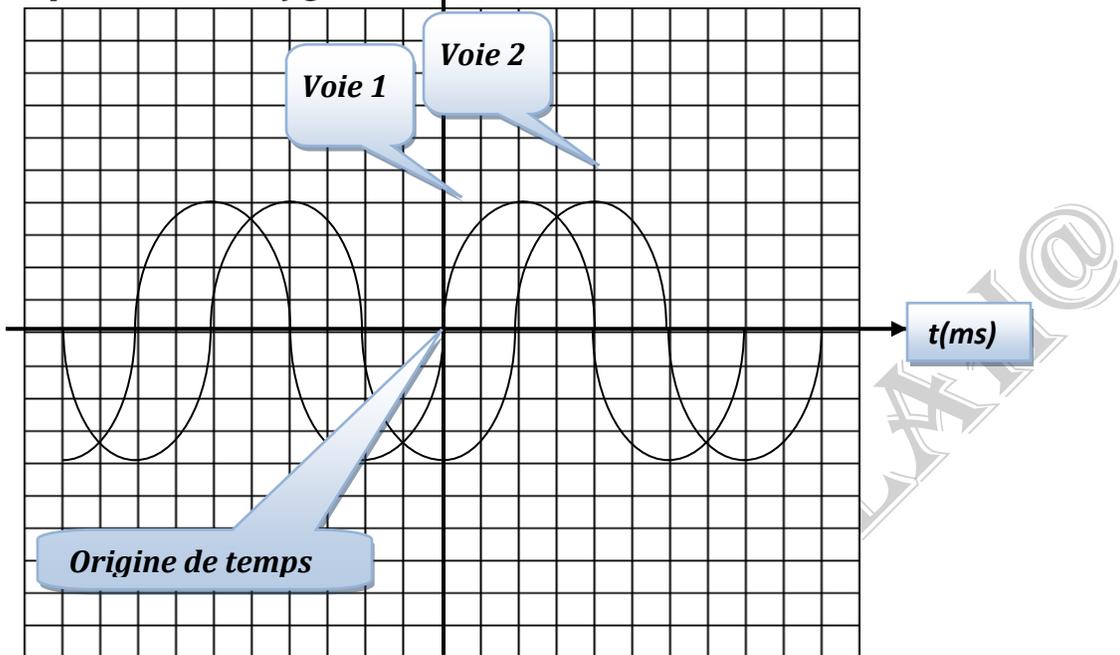
PROBLEME N5



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 ω 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 ω .

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 :

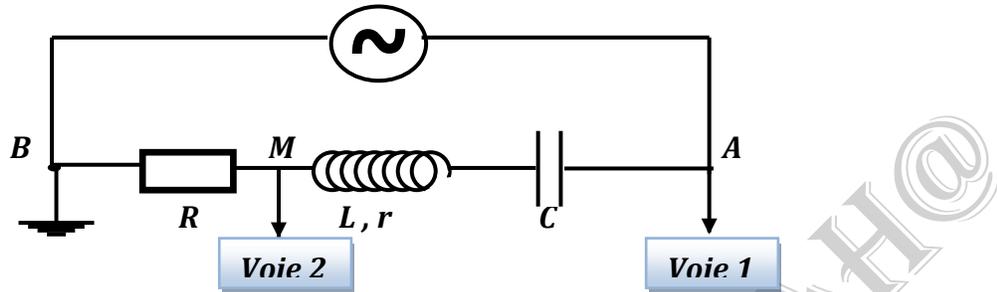
- Une tension efficace aux bornes du condensateur $U_1 = 20 \sqrt{2} V$.
- Une tension efficace entre les bornes A et M $U_2 = 20 \sqrt{2} V$.

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 : $(R+r) = -\sqrt{3} \left(\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL \right)$.

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 ω_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^{eme} 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^{eme} 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 .

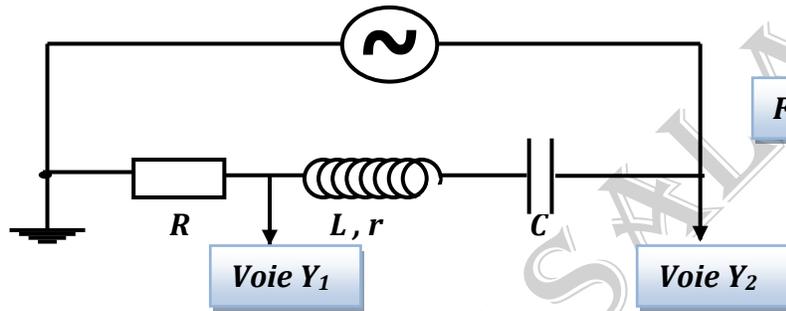


Figure -1-

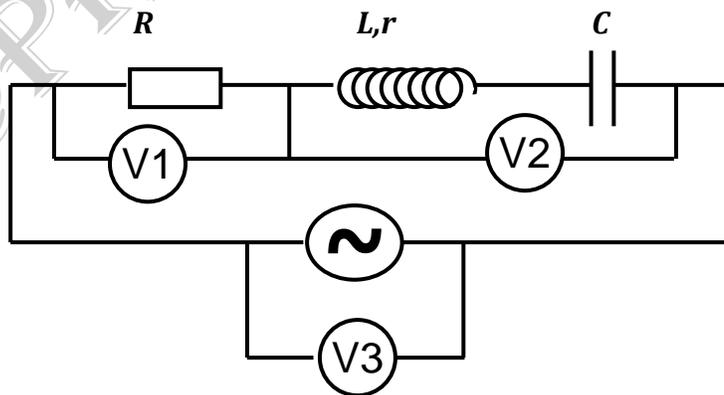
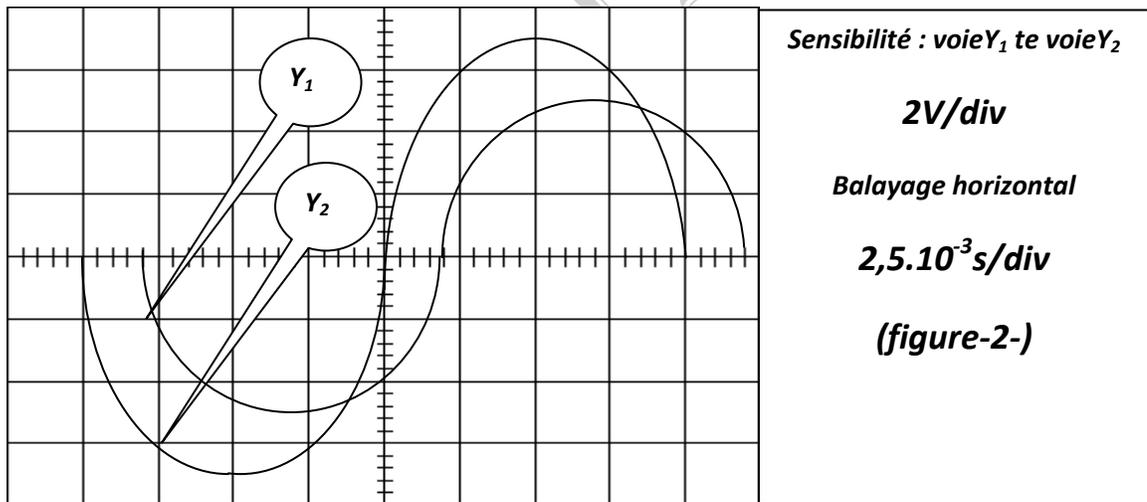


Figure -3-

Bon travail