

Exercice N° 1

Le circuit électrique de la figure (1) comporte : un résistor de résistance $R=24\Omega$, un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance $L=0.8\text{ H}$, de résistance interne r . L'ensemble est alimenté par un GBF délivrant une tension $u(t)=U_m \sin(2\pi Nt)$ telle que U_m est constante et la fréquence N est réglable. L'intensité instantanée du courant est $i(t)=I\sqrt{2}\sin(2\pi Nt+\phi_i)$.

- 1- Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser sur la voie Y_1 la tension $u(t)$ et sur la voie Y_2 la tension $U_R(t)$ aux bornes du résistor. Indiquer sur la figure (1) et (2) les connexions nécessaires.
- 2- Quand la fréquence N est ajusté à la valeur 202 Hz , sur l'écran de l'oscilloscope on observe les courbes (1) et (2) de la figure (3).
 - a- Montrer que la courbe (1) correspond à $u(t)$ et en déduire si le circuit est inductif, capacitif ou résistif.
 - b- Déterminer les valeurs de I et ϕ_i .
- 3- L'équation différentielle reliant $i(t)$, $\frac{di}{dt}$ et $\int i(t)dt$ s'écrit :

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

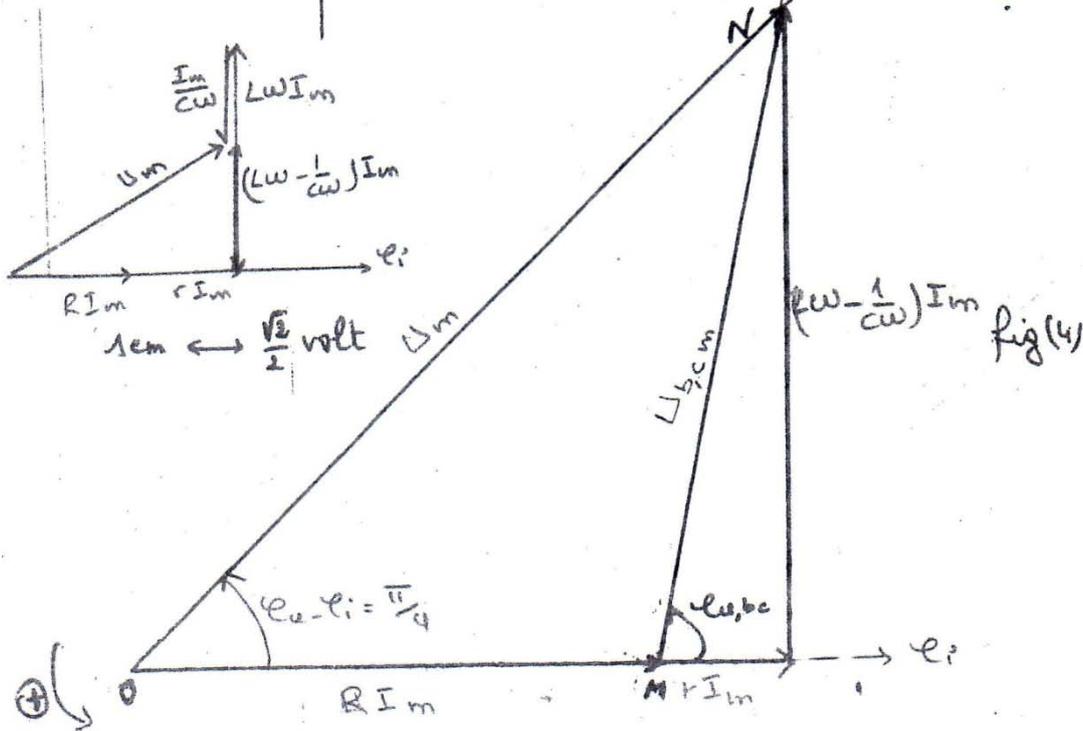
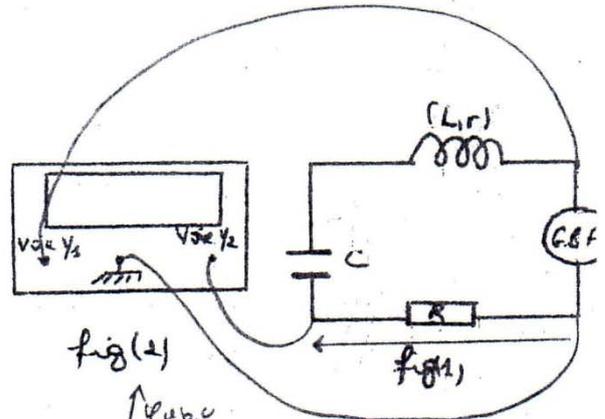
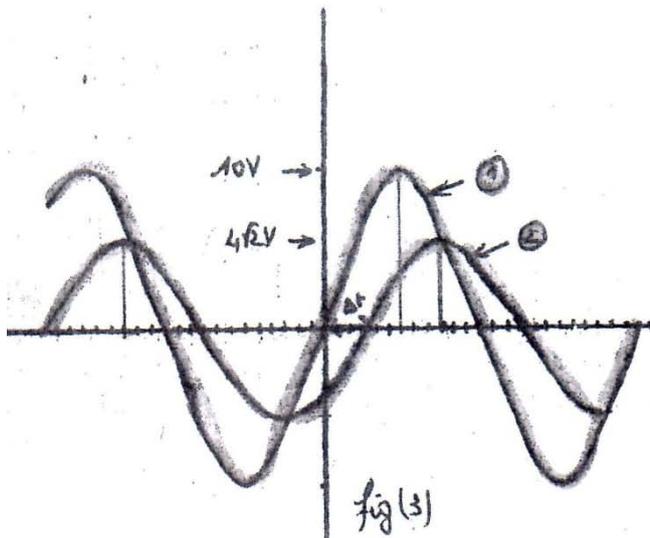
La construction de Fresnel correspond à la fréquence $N=202\text{ Hz}$ est donnée par la figure (4) où l'échelle adopté est $1\text{ cm} \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}\text{ V}$.

Dans cette figure : Le vecteur \overrightarrow{ON} est associé à $u(t)$.

Le vecteur \overrightarrow{OM} est associé à $u_R(t)$.

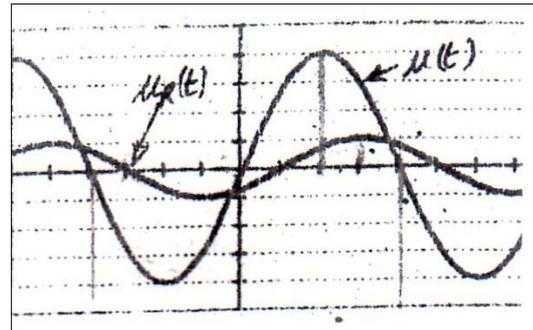
Le vecteur \overrightarrow{MN} est associé à la tension aux bornes (bobine + condensateur).

- a- déduire de cette construction de Fresnel la valeur de r et celle de C .
- b- Exprimer la tension instantanée aux bornes de l'ensemble (bobine + condensateur).
- 4- On agit sur N tout en gardant U_m constante, de manière à rendre $u(t)$ et $u_R(t)$ en phase.
 - a- Quel est le phénomène observé ?
 - b- Préciser, en le justifiant, si L'on doit augmenter ou diminuer la valeur de N pour atteindre cet objectif.
 - c- Calculer alors la valeur I_0 de l'intensité efficace du courant.
 - d- Montrer que dans ses conditions les tensions $U(t)$ et $U_c(t)$ (tension instantanée aux bornes de condensateur) sont en quadrature de phase.



Exercice N° 2

Un circuit comporte, en série, un condensateur (C), un ampèremètre de résistance supposé nulle, une bobine (b) et un résistor de résistance $R=5\Omega$. Ce circuit est alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence N réglable et d'expression $U(t)=4\sin(\omega t)$.



On fixe la fréquence à la valeur N_1 et on visualise à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, $U(t)$ sur la voie B et $U_R(t)$, tension aux bornes du résistor, sur la voie A. On obtient avec la même sensibilité verticale de $1V/div$. sur les deux voies, l'oscillographe ci-contre :

1- a- Faire le schéma du montage en indiquant les branchements à l'oscilloscope.

b- Déterminer la valeur maximale I_m et la phase φ_i de l'intensité du courant.

2- On fait varier la fréquence de générateur. Pour une valeur $N_2=520Hz$, L'ampèremètre indique la plus grande intensité du courant $I_0=283 mA$.

a- Calculer la valeur de la pulsation propre du circuit. En déduire une relation entre l'inductance L et la capacité C du condensateur.

b- La bobine est-elle purement inductive ? Si non, calculer sa résistance interne r .

c- Ecrire l'expression instantanée du courant.

3- On règle la fréquence à une valeur N_3 de manière que les valeurs des tensions efficaces U_c (aux bornes du condensateurs), U_b , aux bornes de la bobine et U_2 aux bornes de l'ensembles (condensateurs + bobine) soient égales : $U_c=U_b=U_2$.

a- Construire le diagramme de Fresnel vérifiant cette relation.

b- une relation entre L , C et N_3 .

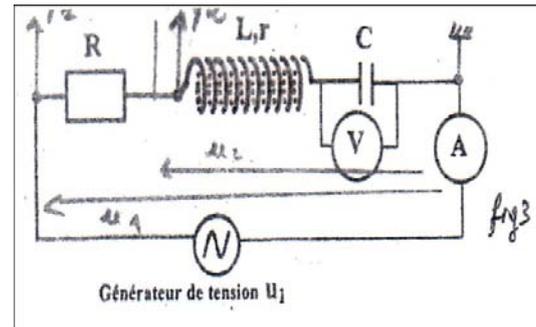
c- les valeurs de N_3 , L et C .

d- l'expression instantanée du courant.

e- Ecrire les expressions instantanées des tensions $u_c(t)$ aux bornes du condensateurs et $U_b(t)$ aux bornes de la bobine.

Exercice N° 3

On monte en série, un résistor de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance interne $r=20\Omega$, un condensateur de capacité $C=5\mu F$ et un ampèremètre de résistance négligeable. Aux bornes de circuit ainsi réalisé (**figure 3**), on applique une tension alternative sinusoïdale $U_1(t)$ de fréquence N variable, d'amplitude U_{1m} maintenue constante et son expression en fonction du temps $t: U_1(t)=U_{1m}\sin(2\pi Nt)$



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**.
- 2- Pour une valeur N_1 de la fréquence du générateur, on obtient les deux oscillogrammes, la **fig 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 $I = \frac{0.15}{\sqrt{2}}$ A.

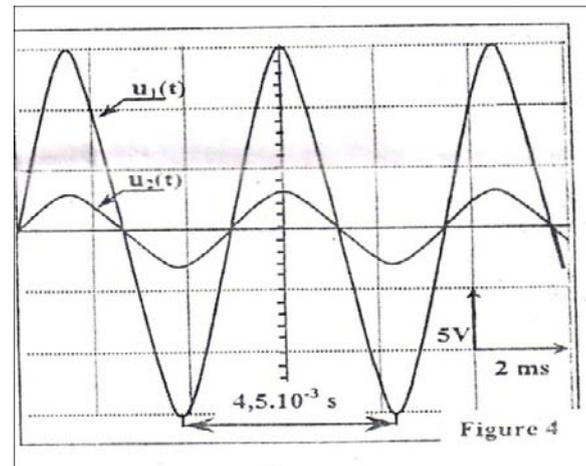
- a- Sachant que I_m est l'intensité maximale du courant qui circule dans le circuit, calculer la valeur de rI_m et la comparer à celle de U_{2m} .
- b- Montrer que l'on est à la résonance de l'intensité.
- c- Calculer la valeur maximale de U_{cm} de la tension aux bornes du condensateur et la comparer 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)

Pour une fréquence N_2 , le voltmètre indique la valeur de U_c la plus élevée : $U_c = 16v$ et l'ampèremètre affiche $I = 96 mA$.

- a- Déterminer la valeur de N_2 .
- b- que la fréquence N_2 correspond à une résonance de charge.
- c- Par analogie avec la résonance d'élongation d'un oscillateur mécanique, déterminer la valeur théorique de la fréquence N_2 correspondant à la résonance de charge et la comparer à sa valeur expérimentale calculée en (4-a). On rappelle que pour un pendule élastique en régime sinusoïdale forcé, la résonance d'élongation se produit à la fréquence

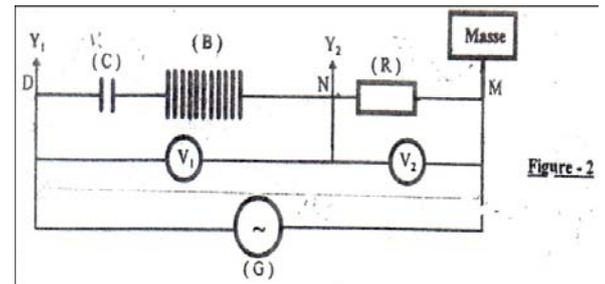
$$N_r \text{ telle que } : N_r^2 = \frac{1}{4\pi^2 m} \left(k - \frac{h^2}{2m} \right)$$



Exercice N°4

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

- un résistor (**R**) de résistance $R=80\Omega$.
- Une bobine d'inductance **L** et de résistance propre **r**.
- Un condensateur (**C**) de capacité $C=11.5\mu F$.



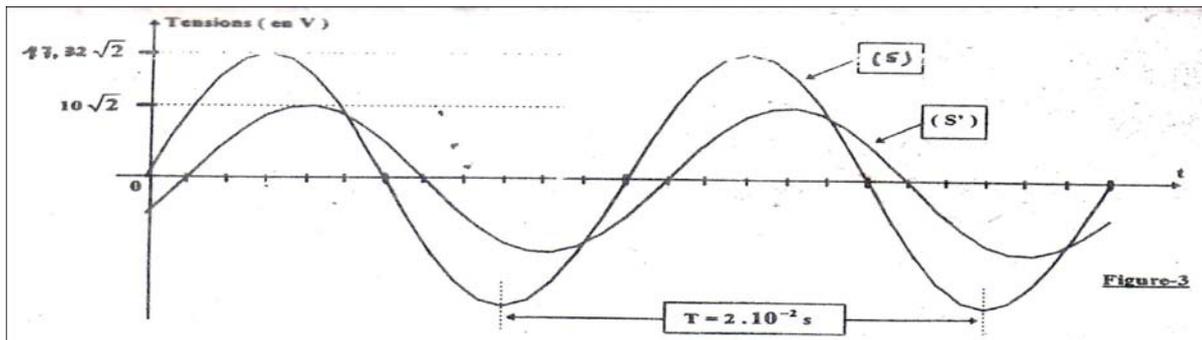
Un générateur (**G**) impose aux bornes **D** et **M** de l'ensemble $\{(R), (B), (C)\}$ une tension alternative sinusoïdale

$U(t)=U_{DM}\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \varphi_u)$ de fréquence **N réglable** et de valeur 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} .

Lorsque on ajuste la fréquence à la valeur **50Hz**, un oscillographe 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**.



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, autre que la tension, peut être déterminée à partir de l'oscillogramme (**S'**) ?

- b- Déterminer le déphasage électrique $\Delta\varphi=(\varphi_u-\varphi_i)$ de la tension $u(t)$ par rapport au courant $i(t)=I_e\sqrt{2}\sin(2\pi Nt+\varphi_i)$ qui parcourt le circuit électrique alimenté par le générateur (**G**).

Déduire si ce circuit 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 $\frac{di}{dt}$ et sa primitive $\int i(t) dt$ est :

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

Nous avons tracé 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.

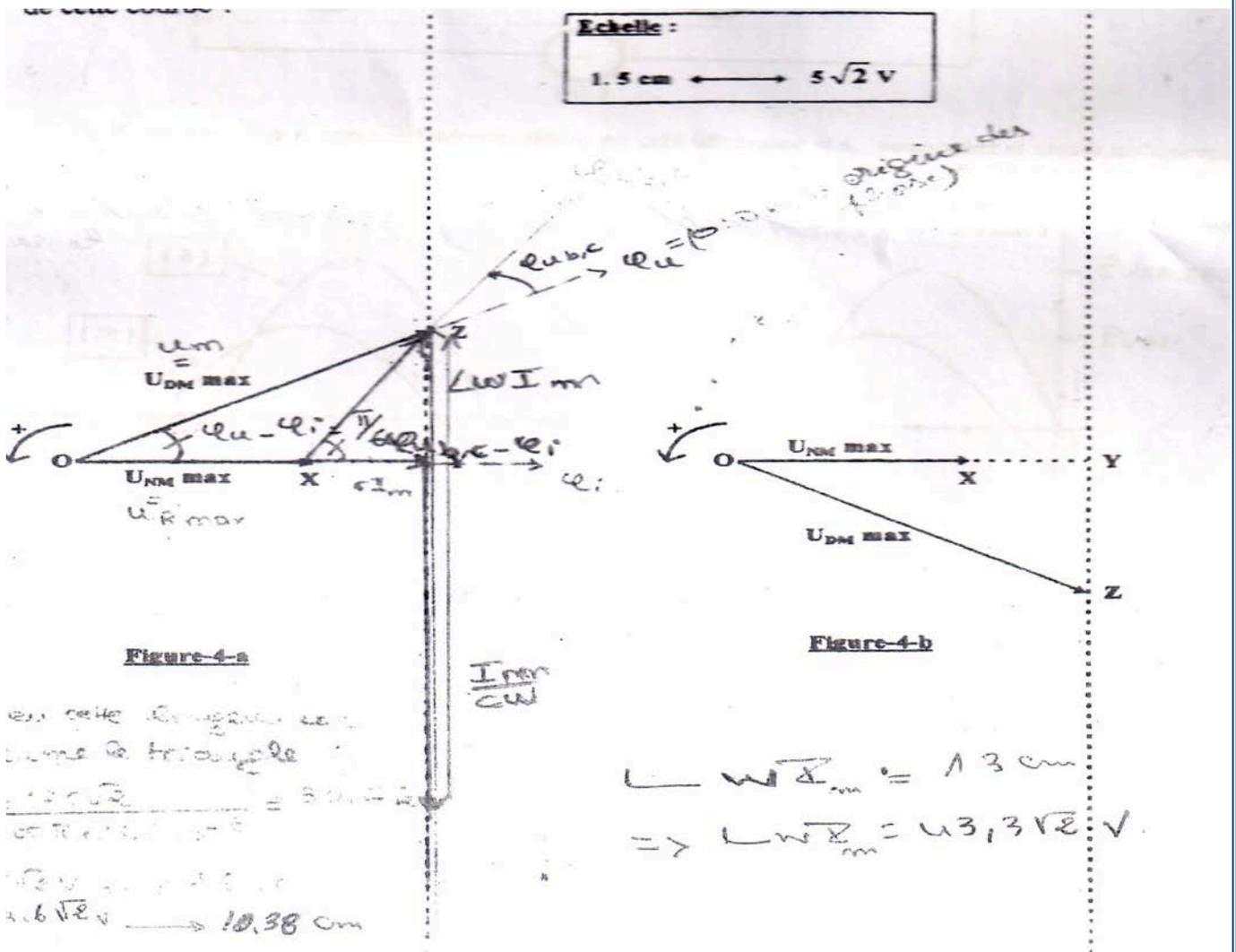
b- Compléter la construction de **Fresnel** choisie en traçant, dans l'ordre suivant, les vecteur de **Fresnel** représentant $i(t)$, $\frac{1}{C}i(t)$ et $L \frac{di}{dt}$.

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_{DMmax} , R , r , L , C et N . En déduire l'expression Q_{max} de la charge instantanée du condensateur en fonction des mêmes données.

b- Donner un équivalent mécanique du circuit électrique de la **figure-2** en précisant les analogies utilisées.

c- Etablir à l'aide de l'analogie électrique mécanique, l'expression de l'amplitude X_{max} des oscillations mécaniques forcés. Tracer l'allure des variations de X_{max} en fonction de la fréquence N ; on notera, approximativement sur le tracé, la position de la fréquence N_1 correspondant à la résonance d'amplitude par rapport à la fréquence propre N_0 de l'oscillateur. Quel est l'effet d'une augmentation des frottements sur l'allure de cette courbe ?



Exercice N°5

Un circuit électrique comprend en série les éléments suivants :

Un générateur de tension $U(t) = U \sqrt{2} \sin(2\pi Nt)$ de valeur efficace $U=10V$ invariable et de fréquence (N) réglable, un condensateur de capacité $C=5\mu F$, un résistor de résistance $R=80\Omega$ et une bobine (B) d'inductance (L) et de résistance interne $r=20\Omega$

1- On désire étudier la variation de l'intensité efficace du courant en fonction de la fréquence (N).

a- Schématiser le montage permettant cette étude expérimental.

2- En variant (N) on s'aperçoit que pour $N=N_0=100Hz$ la puissance moyenne consommée par la bobine vaut **0.2 Watt**.

a- Montrer que le circuit est le siège d'une résonnance d'intensité.

b- Déterminer l'inductance L de la bobine (B).

c- Déterminer l'expression de la tension aux bornes du condensateur.

d- l'énergie consommée par l'oscillateur pendant **1 heure** (en **KWh**).

e- Calculer le **coefficient de surtension**.

f- Quelle est la valeur de la tension indiquée par un voltmètre branché aux bornes de l'ensemble (**bobine + condensateur**).

g- Faire le branchement nécessaire avec un oscilloscope bicourbe afin de visualiser

Respectivement les tensions $U(t)$ et $U_R(t)$.

h- Représenter les deux tensions observées (allures).

i- Montrer que l'énergie électromagnétique totale emmagasinée par le circuit est **constante** et calculer sa valeur.

3- On remplace la bobine (B) par une bobine (B') et on visualise sur l'oscilloscope les tensions $U(t)$ et $U_c(t)$ aux bornes du condensateur. Pour une fréquence $N=N_1$, on obtient les oscillogrammes de la **figure-1-**.

a- Montrer que la tension $u(t)$ est toujours en **avance de phase** sur $u_c(t)$.

b- Identifier les deux courbes.

c- Montrer que $u(t)$ est en retard de phase de $\frac{\pi}{4}$ par rapport à $i(t)$.

d- Quelle est la nature du circuit électrique.

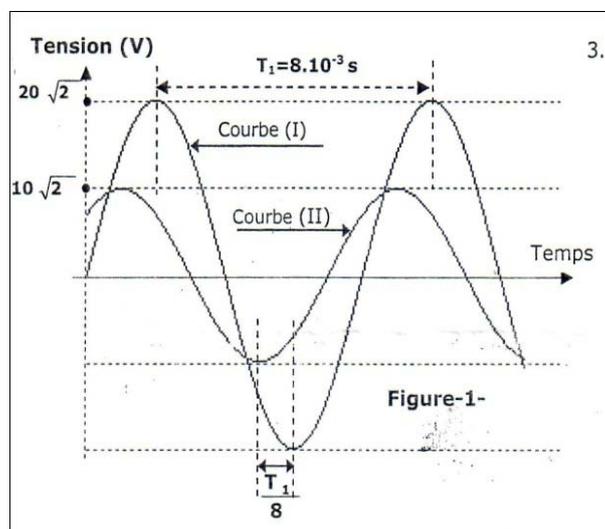
e- Etablir l'équation différentielle en fonction de l'intensité $i(t)$.

f- Compléter le tableau de **l'annexe**.

g- Compléter la construction de Fresnel relative à ce circuit en utilisant l'échelle convenable et déterminer les caractéristique de la bobine (B'). (**annexe**)

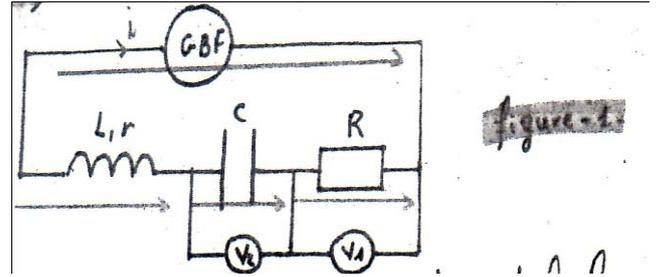
h- Déterminer l'expression de l'intensité du courant $i(t)$.

4- Peut-on obtenir la même valeur de l'intensité efficace (I) avec une fréquence différente de N_2 si oui, compare N_1 et N_2 .



Exercice N°6

On monte en série un résistor de résistance $R=130\Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance r et un condensateur de capacité C . On applique entre les bornes du dipôle ainsi réalisé une tension sinusoïdale $u(t)=U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$



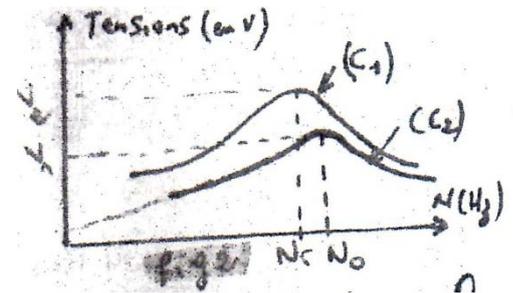
Avec $U=9.8\text{ v}$ et la fréquence N réglable. (fig1)

- 1- Etablir l'équation différentielle régissant les oscillations de la charge q du condensateur.
- 2- Montrer que la tension $u(t)$ est toujours en **avance de phase** par rapport à $q(t)$.
- 3- a- Exprimer la valeur maximale I_{max} de l'intensité du courant en fonction de U_m, R, r, L, C et ω .

b- En déduire l'expression de la valeur maximale Q_m de la charge q .

c- Montrer que le circuit entre en **résonance de charge** pour une fréquence N qui en exprimera en fonction de R, r, L et N_0 (fréquence propre du circuit).

- 4- On fait varier la fréquence N de la tension excitatrice. A l'aide des deux voltmètres (V_1) et (V_2), on mesure les tensions efficaces U_R et U_c . Les résultats des mesures permettent de tracer les courbes $U_c(N)$ et $U_R(N)$ (figure 2).



L'échelle choisie pour l'axe des fréquences est la même pour les deux courbes mais l'échelle des deux tensions sont différentes.

Identifier, en le justifiant, les courbes (C_1) et (C_2).

- 5- La fréquence N est ajusté à la valeur $N_0=88\text{Hz}$ correspond à la résonance d'intensité.

On lit 9.1V sur (V_1) et 125V sur (V_2).

- a- Calculer la valeur I_0 de l'intensité **efficace** du courant.
- b- Déterminer les valeurs de r, C et L .
- c- Déterminer l'expression de la charge instantanée $q(t)$ du condensateur.
- 6- Déterminer la valeur de la fréquence N_r à la résonance de charge.
- 7- a- Donner l'allure de la courbe $Q_m = f(N)$ dans le cas où la résistance du circuit est faible. Que devient l'allure de cette courbe si on augmente légèrement la valeur de cette résistance ?

b- Montrer que la résonance de charge disparaît lorsque la résistance du circuit dépasse une valeur limite R_L qui en exprimera en fonction de L et C .