M. DRAME LANS **Sciences physiques** **Renforcement 2019/2020**
Tel : 775028138

Oscillations électriques forcées 2019/2020

Exercice 1 :

On monte en série une bobine d'inductance **L=0,1 H** et de résistance **r**, un résistor de résistance $\mathbf{R_0=10\Omega}$ et un condensateur de capacité **C**. On applique aux bornes du circuit une tension alternative : $\boldsymbol{u(t)=U_m\sin(2\pi N t)}$ de fréquence **N** réglable. On visualise simultanément, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les deux tensions $u_{R_0}(t)$et $u(t)$ respectivement aux bornes du résistor R_0 et aux bornes de tout le circuit, on obtient les oscillogrammes de la **figure-1-**.

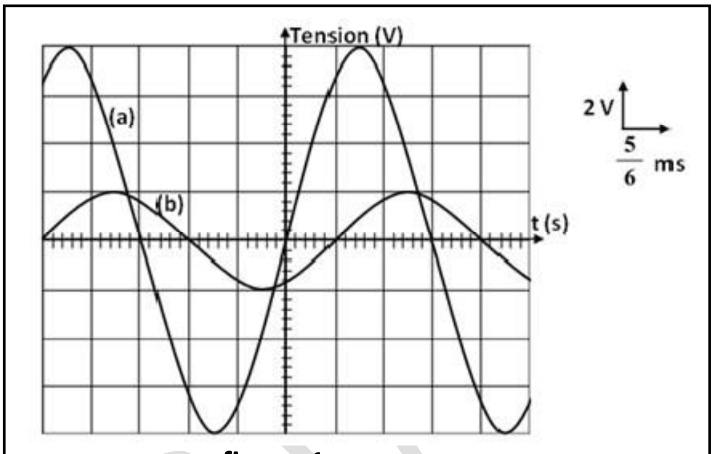


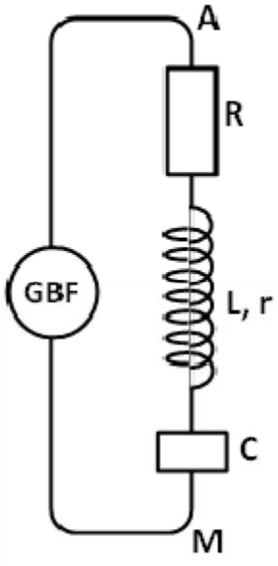
figure-1-

1) **a)** Montrer que la courbe (**a**) représente la variation de la tension aux bornes du circuit **RLC** série.
   b) Faire un schéma du montage en indiquant les branchements à effectuer entre l'oscilloscope bicourbe et le circuit électrique.
2) À partir des oscillogrammes ci-dessus, déterminer :
   a) La fréquence **N** de la tension $u(t)$ appliquée aux bornes du circuit **RLC** série.
   b) La valeur maximale de l'intensité $i(t)$ du courant débité dans le circuit et déduire l'impédance **Z**
   c) Le déphasage de l'intensité du courant $i(t)$ par rapport à la tension $u(t)$, et déduire,
   i. la nature du circuit,
   ii. la loi horaire de $i(t)$.
3) Écrire l'équation différentielle relative à cet oscillateur. Faire la représentation de Fresnel et déduire
   a) la résistance **r** de la bobine,
   b) la capacité **C** du condensateur,
   c) la puissance moyenne consommée par le circuit.
4) On règle la fréquence du générateur à la valeur $\mathbf{N_0}$ (la fréquence propre du résonateur). Déterminer dans ce cas :
   a) la fréquence $\mathbf{N_0}$,
   b) l'intensité du courant maximale $\mathbf{I_m}$,
   c) le coefficient de surtension **Q**.

Exercice 2 :

Une portion de circuit **AM** est formée par l'association en série d'un résistor de résistance **R = 150** Ω, d'une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r** et d'un condensateur de capacité **C = 5 µF**.
À l'aide d'un générateur G.B.F on applique entre **A** et **M** une tension alternative
$\boldsymbol{u(t)=U_m\sin(2\pi N.t+\varphi_u)}$ d'amplitude $U_m=7V$, de fréquence N et de phase initiale φ_u (**voir figure2**).
On utilise un oscilloscope bicourbe pour observer l'allure de la tension $\boldsymbol{u(t)}$ sur la voie $\mathbf{Y_1}$ et l'allure de la tension $\boldsymbol{u_C(t)}$**,** entre les bornes du condensateur, sur la voie $\mathbf{Y_2}$.

1) Reproduire le schéma et indiquer dessus, les branchements l'oscilloscope réalisés par l'opérateur.
2) Sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les oscillogrammes indiqués par la **figure-3-**.



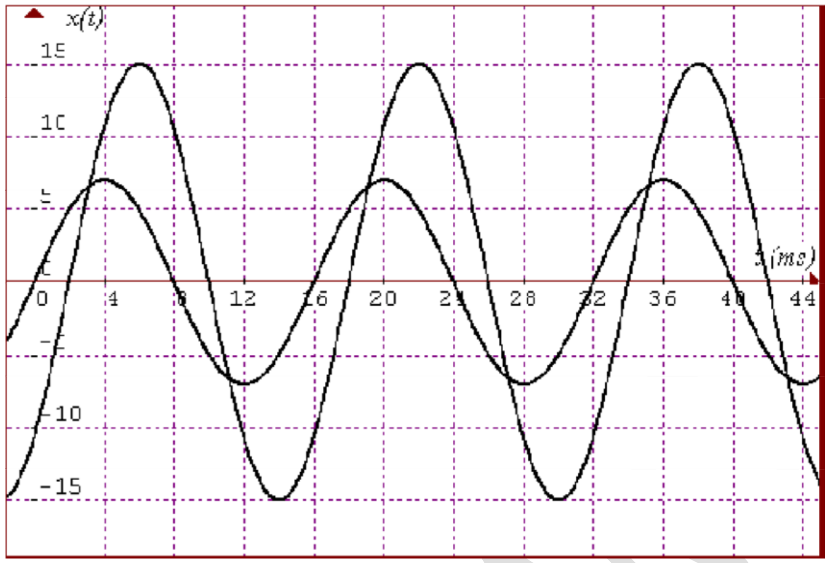


figure-2-

figure-3-

a) Déterminer la fréquence **N** de $u(t)$ et le déphasage $(\boldsymbol{\varphi_U - \varphi_C})$entre $u(t)$ et $u_C(t)$.

b) Écrire l'équation horaire $\boldsymbol{u_C(t) = U_{C_m}\sin(\omega t + \varphi_C)}$ en précisant les valeurs de $\boldsymbol{U_{C_m}}$, $\boldsymbol{\omega}$ et $\boldsymbol{\varphi_C}$.

3) L'intensité instantanée du courant traversant le circuit est : $\boldsymbol{i(t) = I_m\sin(\omega t + \varphi_i)}$

a) Trouver $\boldsymbol{I_m}$ et $\boldsymbol{\varphi_i}$.

b) Montrer que le circuit est de caractère capacitif.

4) a) Établir l'équation différentielle qui régit les oscillations en fonction de $u_C(t)$**,** de sa dérivée première et de sa dérivée seconde.

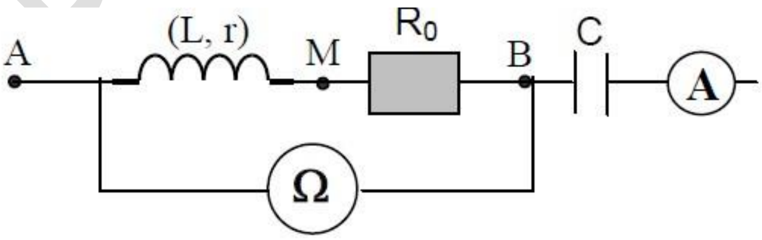
b) À l'aide d'une construction de Fresnel, montrer que : $\boldsymbol{U_{C_m} = \dfrac{U_m}{\sqrt{(R+r)^2C^2\omega^2+(1-LC\omega^2)^2}}}$

c) Exprimer $\mathbf{tg}(\boldsymbol{\varphi_U - \varphi_C})$en fonction de **R**, **r**, **C**, **L**, et $\boldsymbol{\omega}$.

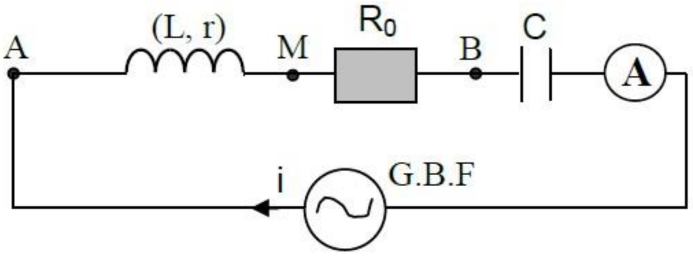
d) Calculer l'inductance **L** et la résistance **r**.

Exercice 3 :

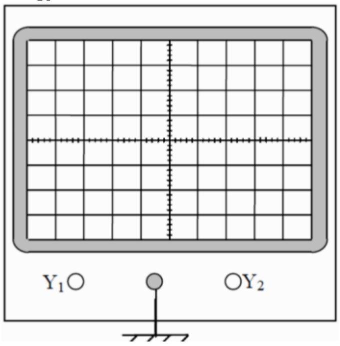
On considère une portion de circuit constituée d'un résistor de résistance **R_0** en série avec une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r**, un condensateur de capacité **C** et un ampèremètre de résistance supposée négligeable. Un ohmmètre branché aux bornes de l'ensemble (bobine résistor) donne la valeur **R = 20 Ω.**

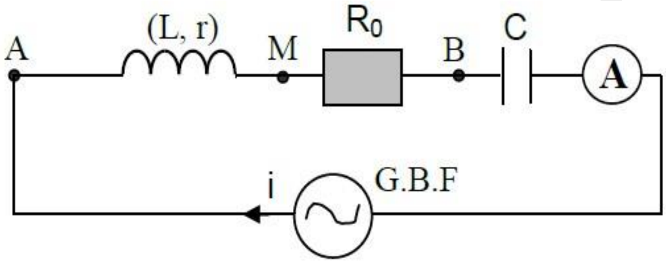


Ce circuit est branché aux bornes d'un générateur **B.F** délivrant une tension sinusoïdale $\boldsymbol{u(t) = 5,55\sqrt{2}\sin(2\pi N.t + \varphi_u)}$ ($u(t)$ est en volt) de fréquence N réglable.

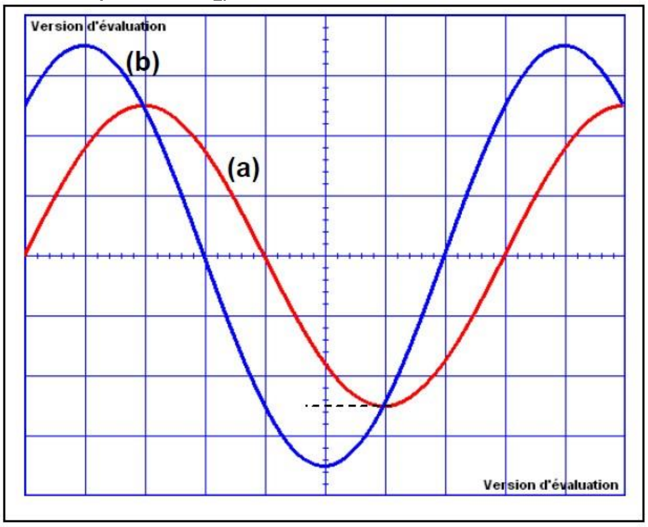


I-1) Représenter, les connexions entre le montage et l'oscilloscope afin de visualiser les tensions $u_b(t)$ sur la voie **Y₁** et $u_R(t)$ sur la voie **Y₂** où le signal est inversé ($u_b(t)$ est la tension aux bornes de la bobine).





2) Pour une fréquence $\mathbf{N_1}$, on observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes de la figure ci-dessous.



pour les deux voies
Sensibilité verticale : $\sqrt{2}$ V /div
Balayage temps $\frac{\pi}{4}$ ms/div

a) Montrer que la courbe **(a)** est celle de la tension aux bornes du résistor.

b) Détermine à partir des oscillogrammes, les grandeurs suivantes :

- La période $\mathbf{T_1}$ et déduire la fréquence N_1.
- Les valeurs maximales de $\boldsymbol{u_R(t)}$ et $\boldsymbol{u_b(t)}$.
- Le déphasage $(\boldsymbol{\varphi_{u_b} - \varphi_{u_R}})$ de la tension $\boldsymbol{u_b(t)}$ par rapport à $\boldsymbol{u_R(t)}$.

c) Sachant que la fréquence propre de l'oscillateur est $N_0 > 200Hz$.
Préciser en le justifiant la nature du circuit (résistif, inductif ou capacitif).

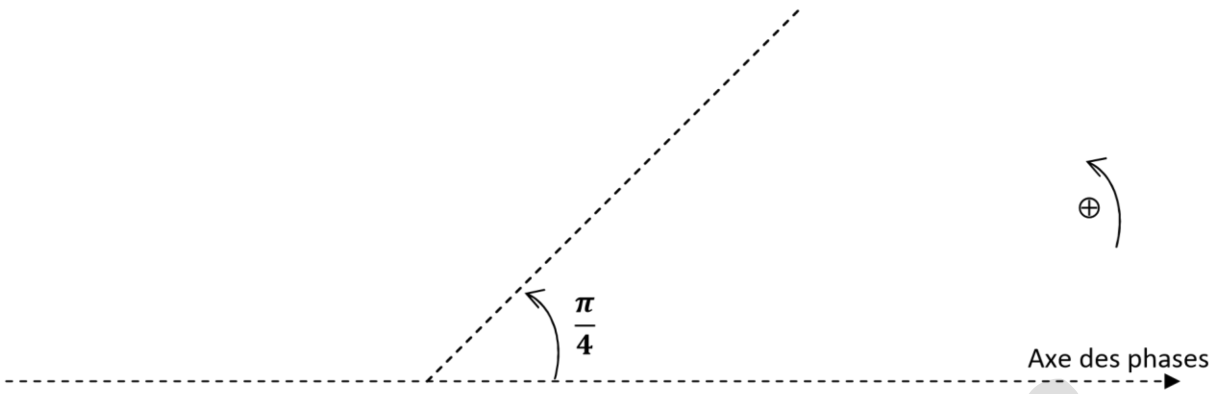
d) Sachant que l'intensité du courant $i(t)$ est de la forme $\boldsymbol{i(t) = I\sqrt{2}\sin(2\pi N.t)}$, donner les expressions numériques de $u_R(t)$ et $u_b(t)$.

3) **a)** Faire la construction de Fresnel sur ci-dessous lorsque le circuit étudié à la fréquence $\mathbf{N_1}$ échelle : **2cm** pour **2 V**.

On désignera par : $\overrightarrow{\boldsymbol{OA}}$ Vecteur associé à la tension $u_R(t)$.

$\overrightarrow{\boldsymbol{AB}}$ Vecteur associé à la tension $u_b(t)$. (tension aux bornes de la bobine)

$\overrightarrow{\boldsymbol{OB}}$ Vecteur associé à la tension excitatrice $\boldsymbol{u(t)}$.



b) Montrer que l'intensité maximale du courant est $\mathbf{I_{max} = 0{,}25\sqrt{2}\ A}$ et déduire la résistance $\mathbf{R_0}$ du résistor.

c) Compléter la représentation de Fresnel et déduire que l'inductance de la bobine est **L= 0,01 H**, sa résistance $\mathbf{r = R_0 = 10\ \Omega}$ et que la capacité du condensateur est $\mathbf{C = 5.10^{-5}\ F}$.

d) Déterminer la puissance moyenne consommée par le circuit.

II- Pour une fréquence $\mathbf{N_2}$, la valeur maximale de la tension aux bornes du résistor est $\mathbf{U_{Rmax} = 2{,}775\sqrt{2}V\ V}$

1) Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité et déterminer l'intensité du courant I_2 indiquée par l'ampèremètre.

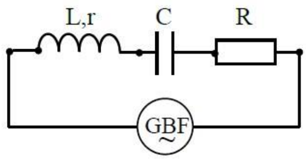
2) Déterminer la fréquence $\mathbf{N_2}$ de la tension excitatrice.

3) **a)** Calculer le coefficient de surtension **Q** du circuit.

b) Ya-il une surtension aux bornes du condensateur? Justifier.

Exercice 4 :

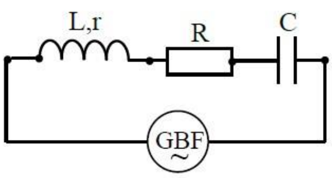
Le circuit électrique de la figure ci-contre comporte en série :

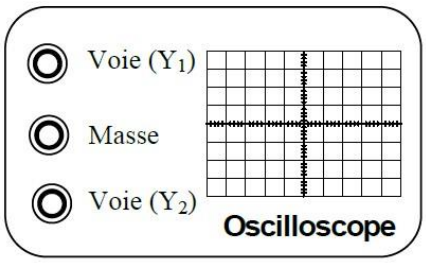


- un résistor de résistance **R** ;
- un condensateur de capacité $\mathbf{C = 5.10^{-5}\ F}$;
- une bobine d'inductance **L** et de résistance interne **r**.

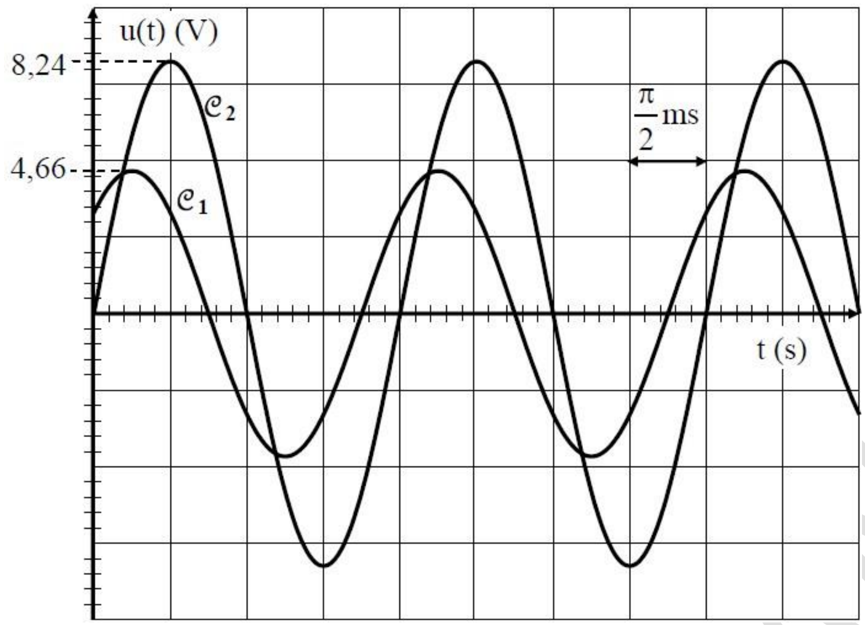
L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale :
$\boldsymbol{u(t) = 12\sin(2\pi N.t - \frac{\pi}{12})}$ ($u(t)$ en volt t et en seconde)

1) Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser sur la voie (**Y₁**) la tension aux bornes de la bobine et sur la voie (**Y₂**) la tension aux bornes du résistor. Indiquer les connexions nécessaires.
Le bouton inverse étant actionné.





2) Lorsque la fréquence **N** de la tension excitatrice est ajustée à la valeur $\mathbf{N_1}$, l'intensité instantanée du courant électrique est : $\boldsymbol{i(t) = 329{,}66.10^{-3}\sin(2\pi N_1.t)}$ ($\boldsymbol{i(t)}$ *en A et* $\boldsymbol{t}$ *en s*).
On obtient sur l'écran de l'oscilloscope les chronogrammes suivants :



a) Déterminer la période T_1 des oscillations et déduire la fréquence N_1.

b) Montrer que la courbe $\mathcal{C}_1$ correspond à $u_b(t)$.

c) Déterminer graphiquement la tension maximale $\boldsymbol{U_{bmax}}$ aux bornes de la bobine et $\boldsymbol{U_{Rmax}}$ aux bornes du résistor.

d) Montrer que le déphasage de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine par rapport à la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor est égal à $\frac{\pi}{4} rad$.

e) Déterminer la valeur de la résistance **R** du résistor ainsi que l'impédance **Z** du circuit.

f) Calculer U_{Cmax} la tension maximale aux bornes du condensateur et montrer que le circuit est capacitif.

3) L'équation reliant $\boldsymbol{i(t)}$, sa dérivée première $\frac{di(t)}{dt}$ et sa primitive $\int i(t).dt$ est :

$$\boldsymbol{R.i(t) + r.i(t) + L.\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C}\int i(t).dt = U_m \sin(2\pi N.t - \frac{\pi}{12})}$$

a) * Faire la construction de Fresnel correspondante à la fréquence $\boldsymbol{N_1}$. (sans souci d'échelle)

* Faire apparaitre sur la construction de Fresnel le vecteur associé à la tension $u_b(t)$ ainsi que le déphasage de la tension $\boldsymbol{u_b(t)}$ aux bornes de la bobine par rapport à la tension $\boldsymbol{u_R(t)}$ aux bornes du résistor.

b) Montrer alors que la valeur de la résistance interne de la bobine est égale à **r = 10** Ω et que la valeur de l'inductance **L = 0,01 H**.

4) On désire atteindre la résonance d'intensité.

a) Dire dans quel sens faut-il faire varier la fréquence **N** du **GBF**, à partir de la valeur N_1, pour atteindre cet objectif ? Justifier la réponse.

b) Donner l'expression de l'intensité instantanée du courant $\boldsymbol{i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)}$ en déterminant les valeurs numériques de $\boldsymbol{I_m}$, **N et** $\boldsymbol{\varphi_i}$.

c) Calculer la puissance moyenne consommée par le circuit à la résonance d'intensité.

d) Le facteur de surtension est $\boldsymbol{Q_0 = 404.10^{-3}}$.

- Déduire la tension maximale U_{Cmax} aux bornes du condensateur.
- Retrouver la valeur de la capacité **C** du condensateur.

Exercice 5 :

Au cours d'une séance de travaux pratiques deux groupes d'élèves se proposent d'étudier expérimentalement un circuit **R LC** en régime sinusoïdal forcé.

I- Le premier groupe réalise un circuit électrique comportant en série un conducteur ohmique de résistance **R = 150 Ω**, un condensateur de capacité **C,** une bobine d'inductance **L = 1H** et de résistance interne

négligeable et un GBF qui délivre une tension sinusoïdale $\boldsymbol{u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega.t + \varphi_u)}$ de pulsation ω variable et de valeur efficace $\boldsymbol{U}$ constante. Le courant traversant ce circuit est d'intensité
$\boldsymbol{i(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega.t + \varphi_i)}$ du générateur ;
Un oscilloscope bicourbe est branché de manière à visualiser :

- bsur la voie **A** la tension $\boldsymbol{u(t)}$ aux bornes du générateur
- sur la voie **B** la tension $\boldsymbol{u_R(t)}$ aux bornes du conducteur ohmique.

*<u>Données</u> : base de temps **: 1 ms.div^{-1}**;*
*sensibilité verticale : **1 V.div^{-1} pour la voie A et pour la voie B.***

1) Schématiser le circuit adéquat avec les données de l'exercice et y indiquer les connexions à réaliser à l'oscilloscope.
2) Pour une certaine fréquence **N**, on obtient les courbes du schéma ci-contre. (**figure-11-**):
   a) Montrer que la courbe **(C₁)** représente la tension $\boldsymbol{u(t)}$.
   b) Déterminer la fréquence **N** des tensions $\boldsymbol{u(t)}$ et $\boldsymbol{u_R(t)}$, l'impédance **Z** du circuit à cette fréquence ainsi que le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{i.}$

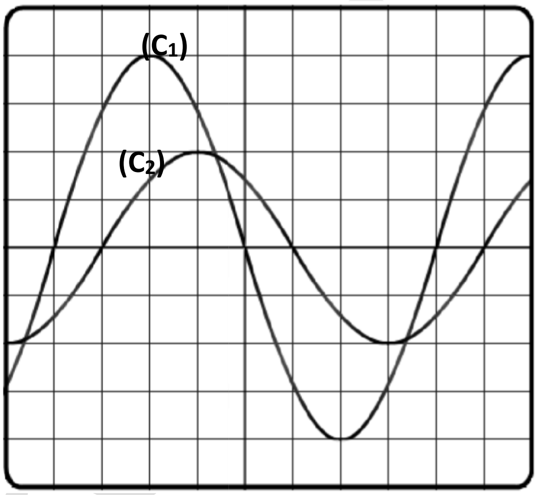


figure-11-

II- Le deuxième groupe souhaite construire point par point la courbe représentative $I_m = f(N)$où I_m représente l'intensité maximale et **N** la fréquence imposée par le **GBF**.

Il monte en série, un résistor de résistance **R'**, une bobine d'inductance **L'=1H** et de résistance interne négligeable, un condensateur de capacité **C'** et un ampèremètre de résistance négligeable. Aux bornes de la portion de circuit ainsi réalisée, il applique une tension sinusoïdale $\boldsymbol{u(t)}$ de fréquence **N** variable, d'amplitude U_m maintenue constante et d'expression $\boldsymbol{u(t) = 4sin(2\pi N.t)}$.

Des mesures et des calculs de l'intensité maximale I_m du courant dans le circuit, en fonction de la fréquence **N** de la tension sinusoïdale permettent de tracer la courbe suivante (**figure-12-)**:

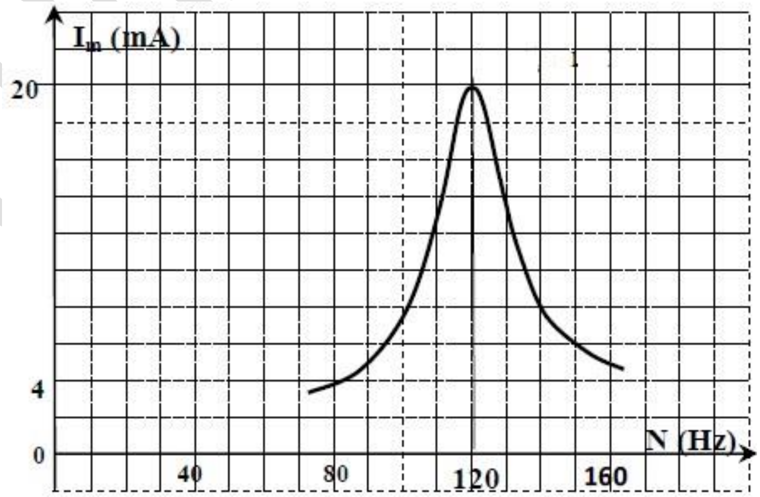


figure-12-

1) **a)** Déterminer graphiquement la fréquence **N₀** de résonance d'intensité.
   b) Déterminer, à l'aide de cette courbe , les valeurs de **R'** et de **C'**.
   c) Calculer la valeur du facteur de surtension **Q**.
2) **a)** Exprimer la tension efficace **U$_C$** aux bornes du condensateur en fonction de **U**, **R'**, **L'**, **C'** et **N**.

b) La tension efficace U_C prend sa valeur maximale pour une fréquence N_r.

Montrer que : $N_r = \sqrt{{N_0}^2 - \frac{R'^2}{8\pi^2 L'^2}}$. Calculer la valeur de N_r.

c) Calculer la puissance électrique moyenne consommée par le dipôle **RLC** à la fréquence **Nr**.

d) Montrer que la résonance de charge devient impossible pour les valeurs de **R'** supérieures à une valeur limite R_0 dont on déterminera la valeur.