

 Exercice 1:/ (Première série d'exercices)

 On considère le circuit de la figure 1, comprenant, montés en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 40\Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C et un générateur basses fréquences GBF délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$, de valeur efficace U constante et de fréquence N réglable.

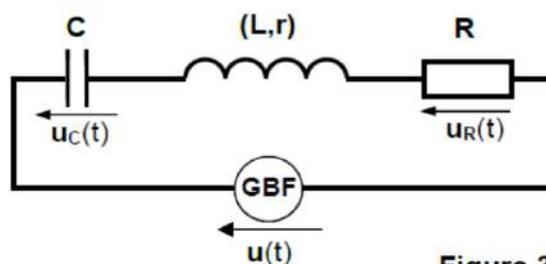


Figure 3

L'intensité du courant électrique traversant le circuit est : $i(t) = I\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \varphi_i)$. Dans une première expérience, on ajuste U à la valeur $4V$ et on fait varier la fréquence N du GBF . Un multimètre convenablement branché permet de mesurer l'intensité efficace I et par suite déterminer la valeur du quotient $\frac{U}{I}$. Les résultats ont permis de tracer la courbe de la figure 4.

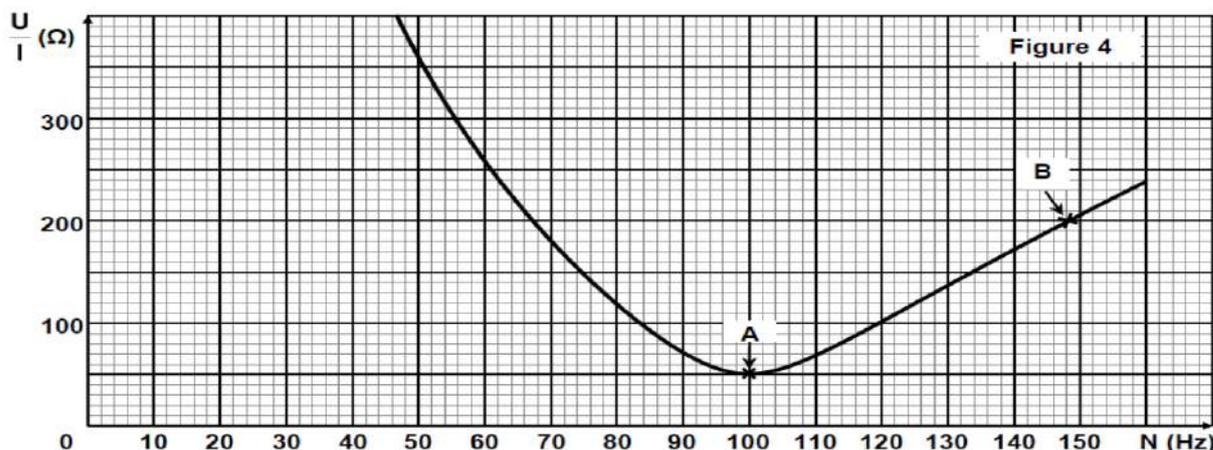
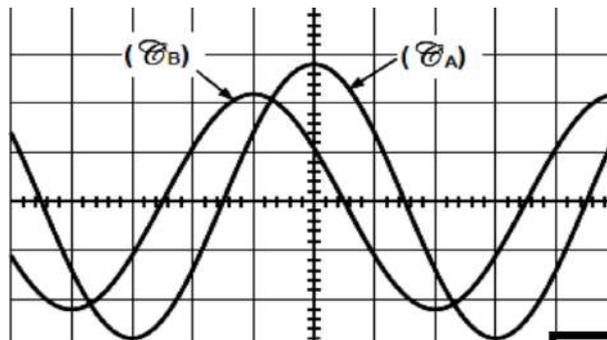


Figure 4

- ① Donner la signification physique du quotient $\frac{U}{I}$. L'exprimer en fonction de C , L , r , R et N .
- ② Les points A et B indiqués sur la courbe de la figure 2, correspondent chacun à un état du circuit.
 - a) Reproduire et compléter le tableau suivant :

Point de la courbe	A	B
Fréquence	$N_A = \dots$ Hz	$N_B = \dots$ Hz
Valeur de $\frac{U}{I}$	$\left(\frac{U}{I}\right)_A = \dots$	$\left(\frac{U}{I}\right)_B = \dots$

- b** Préciser, pour chacun des états correspondants aux points **A** et **B**, si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.
- c** Déterminer les valeurs de la résistance r , l'inductance L et la capacité C .
- 3** Dans une deuxième expérience, on garde $U = 4V$ et on modifie la fréquence du **GBF** jusqu'à une valeur N_1 . En visualisant la tension $u(t)$ sur la voie **A** d'un oscilloscope bicourbe et l'une des tensions $u_R(t)$ et $u_C(t)$ sur sa voie **B**, on obtient respectivement les oscillogrammes (\mathcal{C}_A) et (\mathcal{C}_B) de la figure 3.



- a** Justifier que la tension visualisée sur la voie **B** de l'oscilloscope ne peut être que $u_R(t)$. Vérifier alors que $\varphi_i = \frac{\pi}{3} rad$.
- b** Reproduire le schéma du circuit de la figure 1 et y indiquer les connexions à l'oscilloscope.
- c** Déterminer la valeur du quotient $\frac{U}{I}$ puis déduire, de la courbe de la figure 2, la valeur de la fréquence N_1 .
- d** Trouver, parmi les valeurs qui suivent, le balayage horizontal de l'oscilloscope ainsi que les sensibilités verticales des voies **A** et **B** : **1 ms/div**, **2 ms/div**, **5 ms/div**, **1V/div**, **2V/div**, **5V/div**.
- 4** En se mettant dans les conditions de la deuxième expérience :
- a** Trouver l'équation numérique décrivant l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du **condensateur**.
- b** Indiquer, parmi les sensibilités verticales données en 3.d, celle qui convient le mieux pour visualiser $u_C(t)$ sur la voie **B** de l'oscilloscope.

Exercice 2:/ (Les circuits RLC)

Le circuit de la figure 4 comporte, montés en série, un générateur basses fréquences (*GBF*) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude $U_m = 8 \text{ V}$ et de fréquence N réglable, un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance r , un conducteur ohmique de résistance R , un ampèremètre de résistance négligeable et un interrupteur (K).

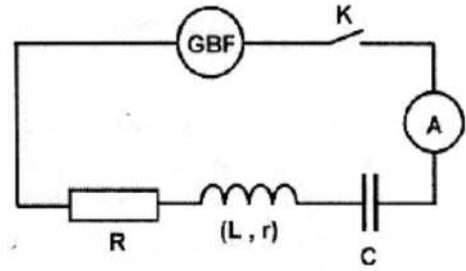


figure 6

Pour déterminer les valeurs de R , r , L et C , on réalise les deux expériences suivantes : **Expérience 1** : On relie la masse d'un oscilloscope à mémoire numérique et ses deux entrées Y_1 et Y_2 à trois points du circuit et on effectue au niveau de l'oscilloscope une opération afin de visualiser simultanément la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et la tension $u_1(t)$ aux bornes de l'ensemble bobine, condensateur ; puis, on ajuste la fréquence N du (*GBF*) à une valeur $N_1 = 164 \text{ Hz}$. Lorsqu'on ferme l'interrupteur (K), un courant électrique oscillant avec la même fréquence N_1 s'établit dans le circuit ; l'ampèremètre indique $70,7 \text{ mA}$ et l'oscilloscope enregistre les courbes de la figure 5.

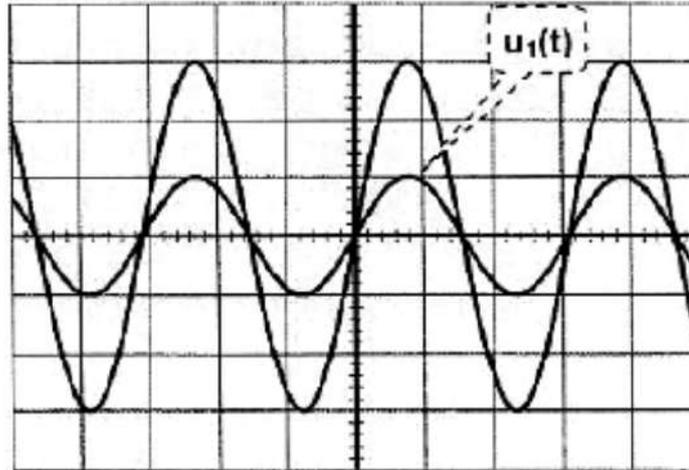


figure 7

- ① Reproduire le schéma du circuit de la figure 4, en faisant apparaître le branchement de l'oscilloscope et en indiquant l'opération effectuée pour visualiser simultanément $u_R(t)$ et $u_1(t)$.
- ② Préciser en le justifiant, si les oscillations du courant électrique sont libres ou forcées.
- ③ En exploitant les courbes de la figure 7 :
 - a Justifier que N_1 correspond à la fréquence propre N_0 du circuit ;
 - b Déterminer les valeurs de r et R .

Expérience 2 :

On ajuste maintenant la fréquence N du (*GBF*) à une valeur $N_2 = 150 \text{ Hz}$. Lorsqu'on ferme l'interrupteur (K), l'ampèremètre indique $64,0 \text{ mA}$.



- ① Préciser en le justifiant, la nature du circuit (résistif, inductif ou capacitif).
- ② Calculer la valeur de l'impédance Z_2 du circuit.
- ③ Déduire les valeurs de L et C .



Exercice 3:/ (Analyse des circuits RLC)

Le circuit électrique de la figure 3 comporte, montés en série :

- un générateur basse fréquence (**GBF**) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un conducteur ohmique de résistance R ;
- un **condensateur** de capacité C ;
- un ampèremètre (**A**) de résistance négligeable.

Pour une valeur N_1 de la fréquence N :

- l'ampèremètre (**A**) indique une intensité efficace du courant électrique de valeur : $I_1 = 70,71$ mA ;



On visualise simultanément à l'aide d'un **oscilloscope bicourbe**, la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R . On obtient les courbes (ζ_1) et (ζ_2) de la figure 4.

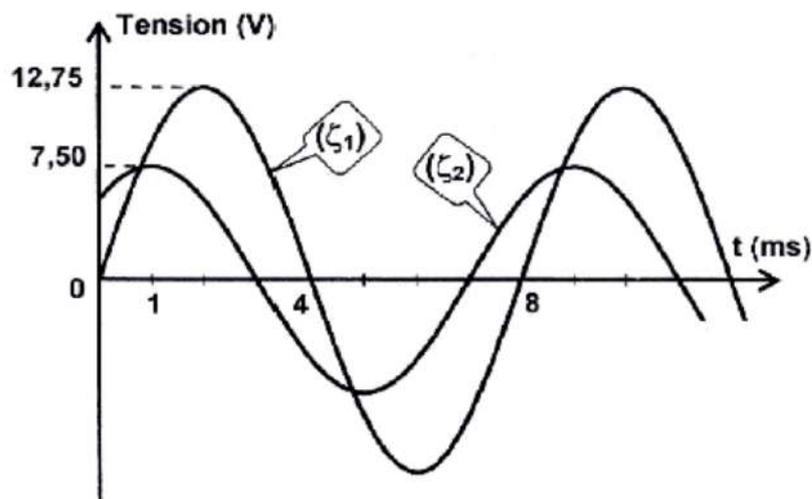


Figure 4

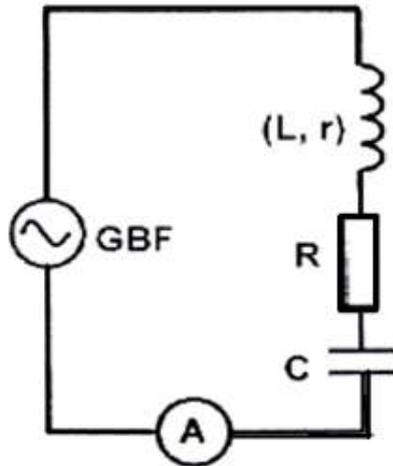


Figure 3

Exercice 4: / (Analyse des circuits LC)



On réalise le montage de la figure 4 constitué par un générateur de tension G , supposé idéal de force électromotrice E , un **condensateur** de capacité C , un commutateur K à deux positions (1) et (2), un conducteur ohmique de résistance $R = 40 \Omega$ et une **bobine** (b) qui peut être soit une **bobine** purement inductive d'inductance L , soit une **bobine** d'inductance L et de résistance r non nulle.

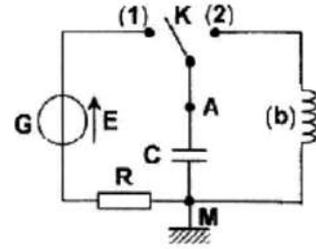
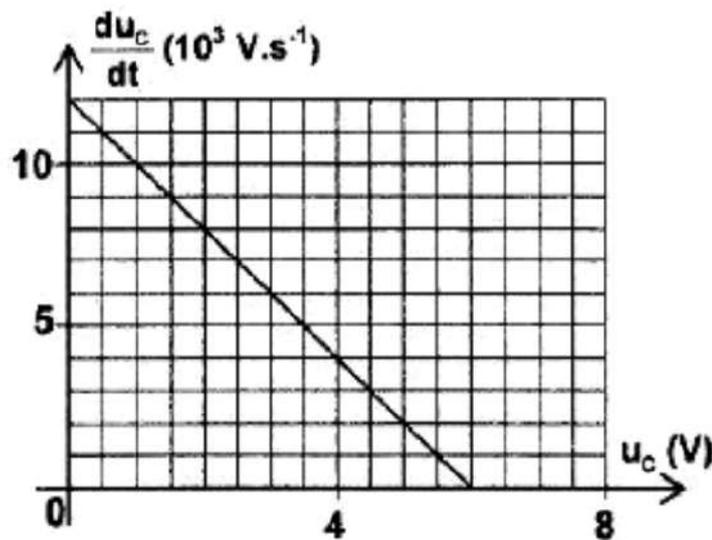
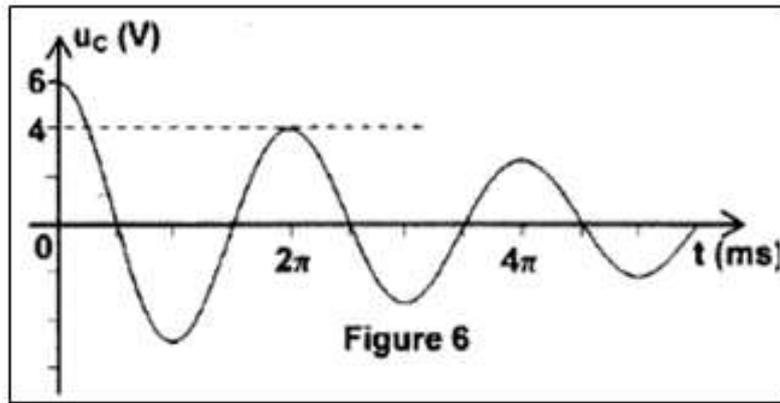


Figure 4

- ① Le **condensateur** est initialement déchargé. À l'instant $t = 0$, on place le commutateur K sur la position (1). On admet que l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la tension $u_C(t) = u_{AB}(t)$ aux bornes du **condensateur** pendant cette phase, est de la forme : $\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_C(t) = \frac{E}{\tau}$; où $\tau = RC$ la constante de temps du circuit. Un dispositif d'acquisition de données permet de suivre l'évolution temporelle de la tension u_C , de calculer $\frac{du_C}{dt}$ et de tracer la courbe $\frac{du_C}{dt} = f(u_C)$ donnée par la figure 5.



- a) En exploitant la courbe de la figure 5, déterminer la valeur de la constante de temps τ et celle de la fem E .
- b) Dédire la valeur de la capacité C .
- ② On bascule le commutateur K vers la position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des temps. Le dispositif d'acquisition de données enregistre alors la courbe de la figure 6 représentant l'évolution temporelle de la tension $u_C(t)$ aux bornes du **condensateur**.



En exploitant la courbe de la **figure 6** :

- Justifier que la **bobine (b)** n'est pas purement inductive ;
- Déterminer la valeur de l'inductance **L** de la **bobine** sachant que la pseudo-période **T** des oscillations électriques libres mises en jeu dans le circuit est pratiquement égale à la période propre **T₀** des oscillations libres non amorties ;
- Déduire la valeur de la résistance interne **r** de la **bobine**.

On admet que pour des oscillations faiblement amorties $\frac{E(T)}{E(0)} = e^{-\frac{r}{L}T}$; avec **E(T)** et **E(0)** les énergies totales du circuit respectivement aux instants $t_1 = T$ et $t_0 = 0$.

- On réalise maintenant le circuit de la figure 7, comportant en série le **condensateur** de capacité **C** initialement déchargé, le conducteur ohmique de résistance **R**, la **bobine** d'inductance **L** et de résistance interne que l'on considérera égale à $r = \frac{R}{4}$, un interrupteur **K'** et un générateur de basses fréquences (**GBF**) délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude **U_m** constante et de fréquence **N** réglable.

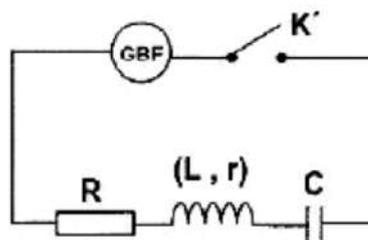


Figure 7

On règle la fréquence du GBF à une valeur $N_1 = 266,7$ Hz ; on ferme l'interrupteur **K'** et à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément sur l'une de ses voies la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et sur l'autre la tension $u(t)$ aux bornes du GBF. On obtient alors les oscillogrammes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) de la figure 8.



- a) À partir de l'exploitation des oscillogrammes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) représentés sur la figure 8 fournie en annexe :
- Identifier en le justifiant, parmi les oscillogrammes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2), celui qui correspond à la tension $u_R(t)$;
 - Déterminer l'amplitude U_{Rm} de $u_R(t)$ et déduire l'intensité efficace I_1 du courant dans le circuit ;
 - Déterminer la valeur du déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ entre la tension $u(t)$ et l'intensité $i(t)$ du courant dans le circuit et dire si celui-ci est capacitif, inductif ou résistif ;
 - Déduire que : $2\pi L N_1 - \frac{1}{2\pi C N_1} = 50\sqrt{3} \Omega$
- b) On règle maintenant la fréquence du GBF à une valeur $N_2 = 159,0$ Hz, tout en gardant la même valeur de l'amplitude U_m que précédemment. On branche également deux voltmètres (V) et (V') respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes de l'ensemble (**bobine + condensateur**). On constate alors que la tension efficace aux bornes du conducteur ohmique est égale à quatre (4) fois celle aux bornes de l'ensemble (**bobine + condensateur**).
- Montrer qu'à la fréquence N_2 , le circuit est en état de résonance d'intensité.
 - Écrire une relation simple entre L , C et N_2 .
 - En exploitant les relations établies aux questions 1) d- et 2) b-, retrouver les valeurs de L et C .

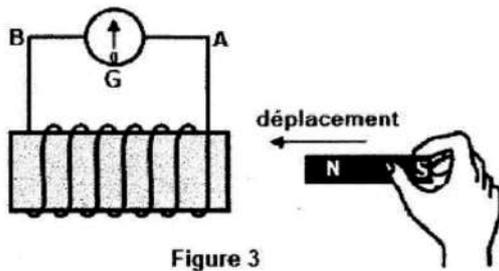


Figure 3

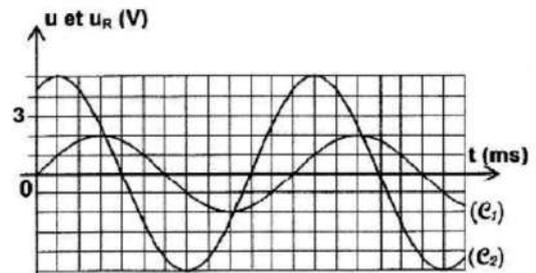


Figure 8

Exercice 5:/ (Analyse des circuits RLC)

On dispose, au laboratoire d'un lycée, d'un conducteur ohmique de résistance R , d'une bobine d'inductance L et de résistance r et d'un condensateur de capacité C dont on se propose de déterminer expérimentalement leurs grandeurs caractéristiques. Pour ce faire, on associe ces trois dipôles en série avec un ampèremètre de résistance négligeable et on alimente l'ensemble par un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude $U_m = 8$ V et de fréquence N réglable, comme il est indiqué sur la figure 1.



Afin de visualiser simultanément la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique, on relie la masse d'un oscilloscope et ses deux entrées Y_1 et Y_2 aux points B, D et E du circuit électrique.

Lorsqu'on ferme l'interrupteur K , un courant électrique oscillant d'intensité $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$ s'établit dans le circuit.

- ①
 - a) Indiquer, parmi les points B, D et E, celui qui est relié à la masse de l'oscilloscope.
 - b) Préciser si les oscillations du courant électrique sont libres ou forcées. Justifier.
- ② Pour une valeur $N_1 = 360$ Hz de la fréquence N du (GBF), on observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes de la figure 2 et l'ampèremètre indique une valeur efficace $I_1 = 86$ mA.

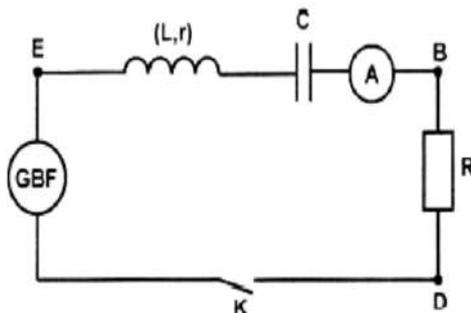
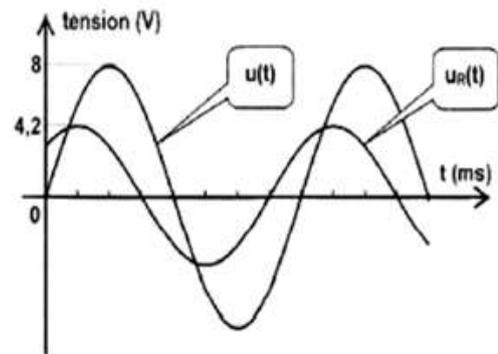


figure 1



- a) En exploitant les courbes de la figure 2, déterminer :
 - i. la valeur de R ;
 - ii. la valeur de la phase initiale de l'intensité du courant $i(t)$.
- b) Les oscillations électriques de $i(t)$ sont régies par l'équation différentielle suivante : $R i(t) + r i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t) dt = u(t)$.

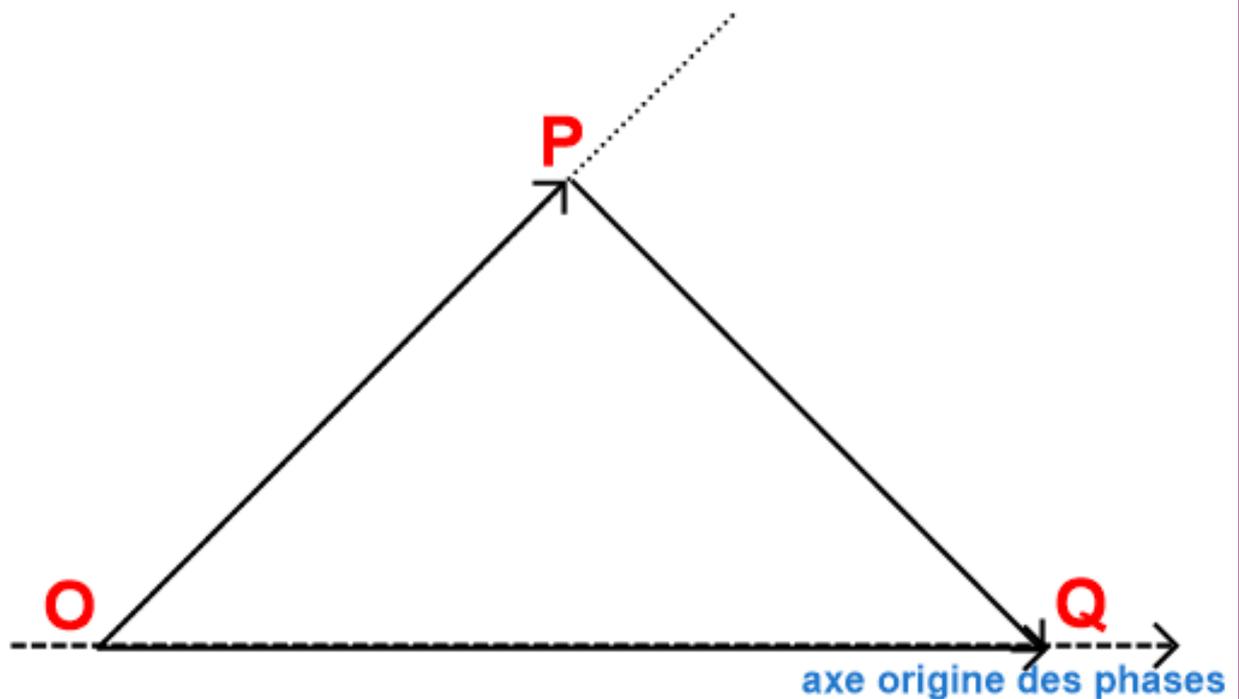
La figure 3 de la page 5/5 correspond à la construction de Fresnel relative au circuit étudié à la fréquence N_1 . Dans cette construction, les vecteurs \vec{OP} , \vec{OQ} et \vec{PQ} sont associés respectivement à la tension $u_R(t)$, la tension $u(t)$ et la tension $u_{L,C}(t)$ aux bornes de l'ensemble (bobine, condensateur).

En exploitant cette construction :



- i. Trouver la valeur de r ;
- ii. Vérifier que : $\frac{1}{2\pi N_1 C} - 2\pi N_1 L \approx 60 \Omega$

- 3 On prendra dans ce qui suit : $r = 15 \Omega$. En faisant varier la fréquence N du (*GBF*), on constate que la résonance d'intensité est obtenue pour une valeur $N_2 = 365$ Hz.
 - a Donner une observation à l'oscilloscope qui conduit à cette constatation.
 - b Préciser la nouvelle indication I_2 de l'ampèremètre.
 - c Déterminer les valeurs de l'amplitude U_{Lm} et de la phase initiale φ_0 de la tension $u_L(t)$ aux bornes de l'ensemble (**bobine, condensateur**).
- 4 Dédurre de ce qui précède les valeurs de L et C .



Échelle : 1V \rightarrow 2 cm

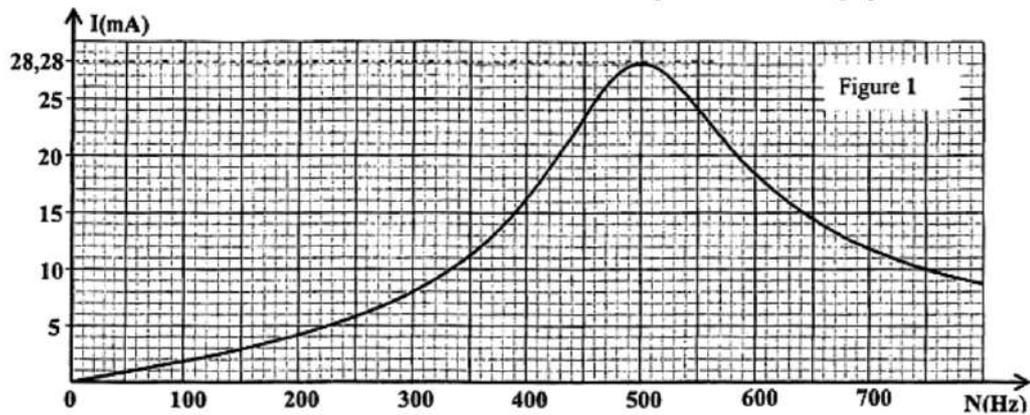


Exercice 6:/ (Résonance d'intensité dans un circuit RLC série)

Un générateur basse fréquence (*GBF*) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$ de valeur maximale constante $U\sqrt{2} = 8$ V et de fréquence N réglable, alimente un dipôle constitué par l'association en série d'un résistor de résistance R , d'un **condensateur** de capacité C et d'une **bobine** d'inductance L et de résistance r . Le dipôle est parcouru par un courant d'intensité $i(t) = I\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \varphi)$.

On fait varier la fréquence N de la tension alternative sinusoïdale délivrée par le (*GBF*) tout en maintenant U constante. Pour chaque valeur de la fréquence N on relève à l'aide

d'un ampèremètre à aiguille la valeur de l'intensité efficace I du courant circulant dans le circuit. Les résultats ont permis de tracer le graphe de la figure 1.

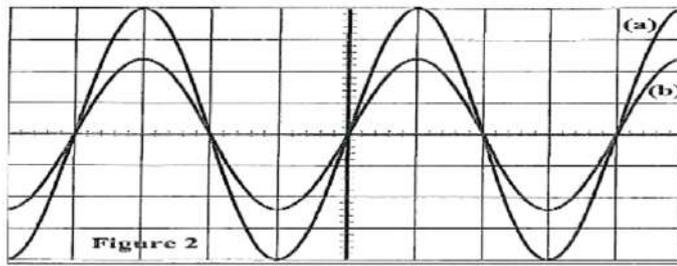


Pour une valeur N_0 de N , l'intensité efficace du courant est maximale : $I = I_0$.

- ①
 - a) Donner l'expression de l'intensité efficace I du courant en fonction de U , R , r , L , N et C
 - b) Établir en fonction de L et C l'expression de la fréquence N_0 .
 - c) Déterminer la valeur de $R + r$.
- ② Pour les fréquences N_1 et N_2 l'intensité efficace du courant est : $I_1 = 20$ mA
 - a) Déterminer graphiquement les deux fréquences N_1 et N_2 ($N_2 > N_1$) correspondant à la valeur de I_1 .
 - b) Indiquer parmi ces deux fréquences celle pour laquelle le circuit est inductif.
- ③ Pour caractériser la résonance d'intensité, on utilise une grandeur appelée facteur de qualité Q d'expression : $Q = \frac{2\pi N_0 L}{R + r}$.
On admet que la largeur de la bande de fréquences $\Delta N = N_2 - N_1$ a pour expression : $\Delta N = \frac{R + r}{2\pi L}$.
 - a) Exprimer la valeur du coefficient de surtension Q en fonction de ΔN et N_0 .
 - b) Calculer la valeur de Q .
 - c) En déduire les valeurs de L et C .
- ④ Un oscilloscope bicourbe convenablement branché permet de visualiser la tension instantanée $u(t)$, aux bornes (GBF), sur la voie 1 et la tension instantanée $u_R(t)$, aux bornes du conducteur ohmique, sur la voie 2. Les oscillogrammes de $u(t)$ et $u_R(t)$ sont représentés sur figure 2.



Données :



- Sensibilité horizontale : $0,5\text{ms/div}$.
- Voie1, sensibilité verticale : 2V/div
- Voie2, sensibilité verticale : 3V/div

Une division (div) correspond à un carreau de l'écran de l'oscilloscope.

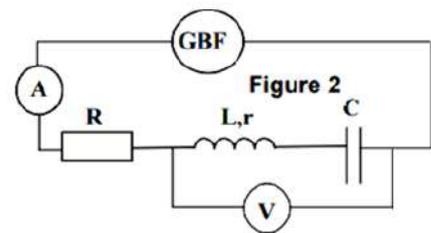
- Dessiner le schéma du circuit électrique en précisant les branchements à l'oscilloscope.
- Identifier les courbes $u(t)$ et $u_R(t)$ de la figure 2.
- Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
- Déterminer les valeurs de R et r .
- Montrer, qu'à la résonance d'intensité, l'énergie électrique totale W_T emmagasinée dans le circuit est constante et calculer sa valeur.



Exercice 7: / (Analyse d'un circuit RLC série)

Le circuit électrique, schématisé ci-contre (Figure 2) comporte :

- un générateur de basse fréquence (**GBF**),
- un conducteur ohmique de résistance $R = 120\ \Omega$,
- une **bobine** d'inductance L et de résistance r ,
- un **condensateur** de capacité C ,
- un ampèremètre,
- un voltmètre.



On fixe la fréquence de la tension de sorte que le générateur de basse fréquence (**GBF**) délivre la tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2000t + \frac{\pi}{3})$ de valeur efficace et de phase initiale constantes.

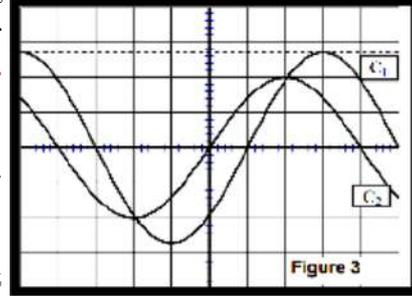
L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$ de valeur efficace $I = 25\sqrt{2}$ mA.

À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise la tension $u(t)$ sur la voie (1) et la tension



$u_c(t)$ aux bornes du **condensateur** sur la voie (2). Les deux voies ont la même sensibilité verticale, soit $5 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$. On obtient les oscillogrammes de la figure 3.

- 1 a Reproduire le schéma du montage de la figure 2, en faisant apparaître les connexions nécessaires pour visualiser sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe la tension $u(t)$ aux bornes du générateur et la tension $u_c(t)$ aux bornes du **condensateur**.



- 1 b Faire correspondre à chaque oscillogramme la tension correspondante.
- 1 c Déterminer les expressions de $u(t)$ et $u_c(t)$.
- 1 d Calculer φ_i . En déduire la nature du circuit.
- 2 a Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant $i(t)$ est donnée par :

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

- 2 b Effectuer la construction de Fresnel relative à ce circuit en prenant comme échelle: $1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ V}$
- 2 c Déduire les valeurs de C , L et r .
- 2 d Déterminer l'indication du voltmètre dans ces conditions.
- 3 a En s'appuyant sur la construction de Fresnel, établir l'expression de l'amplitude I_m de l'intensité du courant en fonction de U_m , R , r , L , C et ω .
- 3 b Déduire l'expression de Q_m , amplitude de la charge instantanée du **condensateur**.
- 3 c Montrer que la pulsation à la résonance de charge est $\omega_r = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{(R+r)^2}{2L^2}}$ où ω_0 est la pulsation propre du résonateur.
- 3 d Indiquer, en justifiant, s'il faut augmenter ou diminuer la fréquence N du **GBF** pour atteindre la résonance de charge.
- 3 e Montrer que l'amplitude Q_m de la charge instantanée du **condensateur** à la résonance de charge est donnée par la relation :

$$Q_m = \frac{U_m}{(R + r) \sqrt{\omega_0^2 - \frac{(R + r)^2}{4L^2}}}$$

On associe, en série, un générateur de basse fréquence (*GBF*), un conducteur ohmique de résistance R , une bobine d'inductance $L = 6,25 \cdot 10^{-2}$ H, de résistance interne négligeable et un condensateur de capacité C .

Le générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace constante et de fréquence N réglable.

On fixe la fréquence à une valeur N_1 et on visualise sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe les tensions $u_1(t)$ aux bornes du conducteur ohmique à la voie Y_1 et $u_2(t)$ aux bornes du générateur à la voie Y_2 . Les oscillogrammes (C_1) et (C_2) obtenus sont donnés par la figure 4.

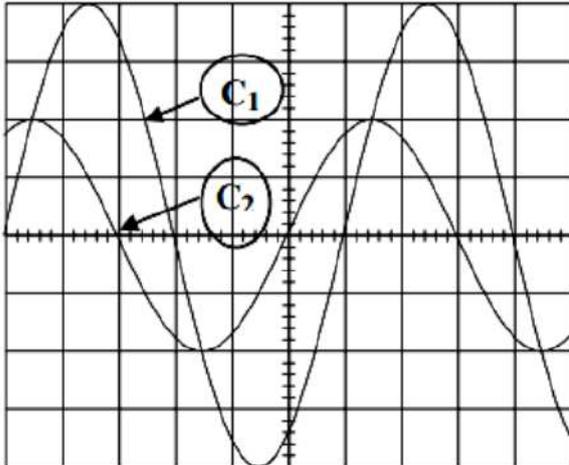


Figure 4

Données :

- balayage horizontal : $1 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$
- sensibilités verticales des voies :
 - voie Y_1 : $1 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$
 - voie Y_2 : $1 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$

- ①
 - a Schématiser le circuit et indiquer les connexions à l'oscilloscope.
 - b Attribuer chaque courbe de la figure 4 à la tension correspondante. Justifier.
- ② En exploitant les oscillogrammes, déterminer :
 - a la fréquence N_1 de la tension délivrée par le générateur, ainsi que la pulsation ω_1 .
 - b les tensions maximales U_{1m} et U_{2m} aux bornes du conducteur ohmique et du générateur,
 - c le déphasage $\Delta\varphi$ de la tension $u_2(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$, ainsi que la nature du circuit (résistif, capacitif ou inductif).
- ③ L'impédance du circuit est $Z = 200 \Omega$.
 - a Montrer que $Z = \sqrt{R^2(1 + \tan^2(\Delta\varphi))}$
 - b Déterminer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique.
 - c En déduire l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$ sachant que $u_2(t) = U_{2m} \sin(2\pi Nt)$.
 - d Calculer la capacité C du condensateur
- ④ On agit sur la fréquence du générateur de façon à annuler le déphasage entre la tension $u_2(t)$ et $u_1(t)$.
 - a Préciser l'état du circuit pour cette fréquence.

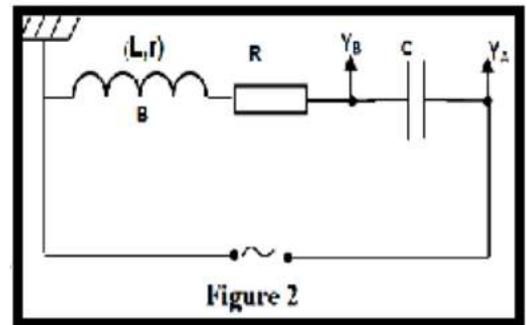
- b) Calculer la nouvelle valeur N_2 de la fréquence du générateur permettant cette observation.
- c) Déterminer alors l'intensité efficace I_0 correspondante et la puissance moyenne P_0 consommée par le circuit.

Exercice 8:/ (Analyse d'un circuit RLC série)

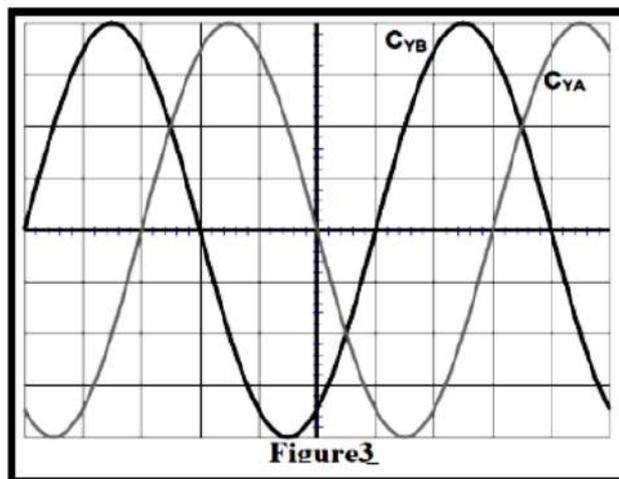
Un dipôle électrique est constitué par une association en série d'un résistor de résistance $R = 20 \Omega$, d'une bobine d'inductance L et de résistance r , d'un condensateur de capacité C et un ampèremètre de résistance négligeable. Un générateur basse fréquence (GBF) impose aux bornes de ce dipôle une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable et d'amplitude U_m maintenue constante (voir figure 2).

A l'aide d'un oscilloscope numérique on suit l'évolution temporelle des tensions :

- $u(t)$ aux bornes du GBF sur la voie Y_A
- $u_1(t)$ aux bornes du dipôle (résistor, bobine) sur la voie Y_B .



- ① On fixe la fréquence du générateur basse fréquence à une valeur $N_1 = 200$ Hz. L'amplitude du courant qui circule dans le circuit est alors $I_m = 140$ mA. On réalise un réglage fin de l'oscilloscope, on observe alors les deux chronogrammes (C_{Y_A}) et (C_{Y_B}) de la figure 3. Les deux voies Y_A et Y_B de l'oscilloscope ont la même sensibilité verticale $2 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1}$.

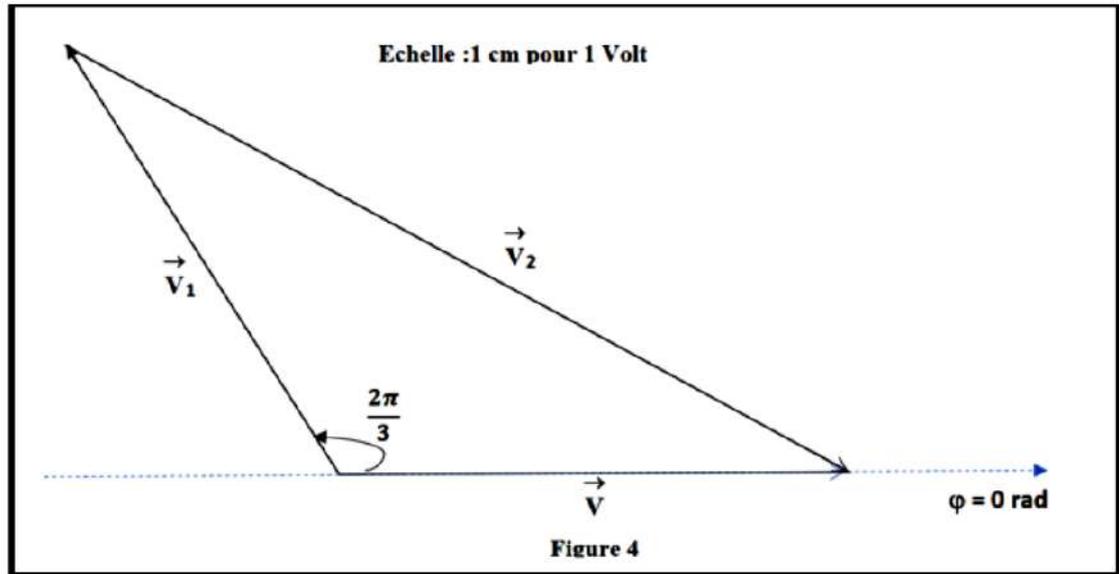


- a) Déterminer graphiquement les amplitudes U_m et U_1m respectivement des tensions $u(t)$ et $u_1(t)$.
- b) Montrer que la phase initiale de la tension $u_1(t)$ vaut $\varphi_{u1} = \frac{2\pi}{3}$ rad.

- ② L'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant $i(t)$ dans le circuit est :

$$(R + r).i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t).dt = u(t).$$

Une solution de cette équation est : $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1.t + \varphi_i)$. Sur la **figure 4** on a représenté trois vecteurs de *Fresnel* \vec{V} , \vec{V}_1 et \vec{V}_2 , correspondants respectivement aux tensions $u(t)$, $u_1(t) = (R + r).i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$ et $u_c(t) = \frac{1}{C} \int i(t).dt$. L'échelle adoptée est 1cm pour 1Volt.

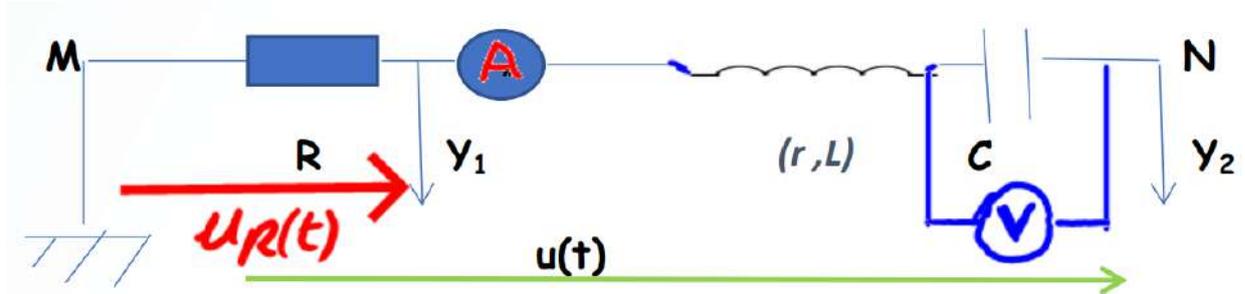


- a) Représenter sur la figure 4 dans l'ordre, les vecteurs correspondants à $(R + r).i(t)$ et à $L \frac{di(t)}{dt}$.
- b) Dédire de cette construction :
- le caractère (inductif, capacitif ou résistif) du circuit.
 - la valeur de la phase initiale du courant φ_i .
 - les valeurs de L , C et r .
- ③ On prendra dans la suite de l'exercice $L = 0,04H$, $C = 8.10^{-6}F$ et $r = 8,5\Omega$. On modifie la fréquence du GBF. Pour une fréquence N_2 on remarque que les amplitudes des tensions U_{1m} , U_m et U_{Cm} , U_{Cm} étant l'amplitude de la tension aux bornes du condensateur, vérifient la relation : $U_{1m}^2 = U_m^2 + U_{Cm}^2$
- a) Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité et calculer la fréquence N_2 .
- b) Calculer l'amplitude U_{Cm} de la tension aux bornes du condensateur et la comparer à U_m . Nommer le phénomène mis en évidence.

Exercice 9:/ (Les oscillateurs électriques forcés)

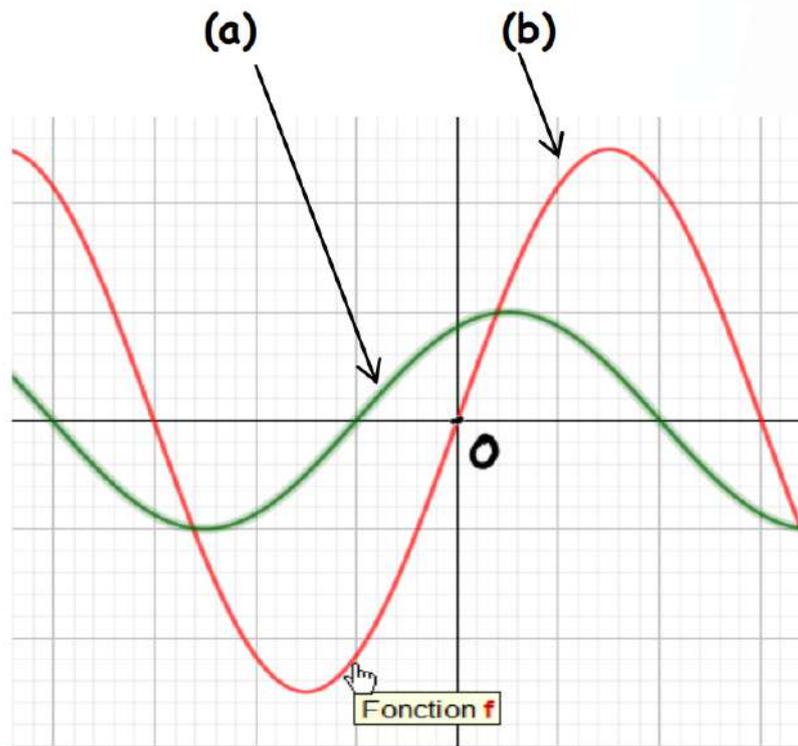


On considère une portion du circuit MN comportant en série un **résistor** de résistance $R = 10\Omega$, une **bobine** d'inductance L et de résistance r , un **condensateur** de capacité C , un ampèremètre et un voltmètre branché aux bornes du condensateur. Voir figure ci-dessous:



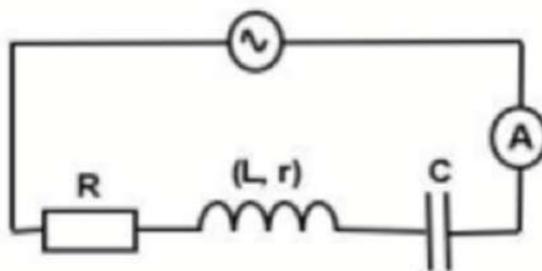
L'ensemble est alimenté par un **GBF** qui délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$, la valeur de la tension efficace est $U = 30V$ et la fréquence $N = 160Hz$.

- ① Donner l'équation différentielle décrivant les variations de l'intensité i du courant qui circule dans le circuit.
- ② Sur l'écran d'un oscilloscope, on visualise les tensions aux bornes du résistor et aux bornes du GBF, on obtient les oscillogrammes suivants : On a même sensibilité sur les deux voies.
 - a Identifier les deux courbes. Justifier.
 - b Déterminer le déphasage $\Delta\varphi$ de la tension u par rapport à i .
Déduire le caractère du circuit.
 - c Déterminer la valeur de l'intensité indiquée par l'ampèremètre,
Déduire l'impédance Z du circuit.
- ③ Donner les expressions de $u(t)$ et de $i(t)$.
- ④ Le voltmètre indique $U_c = 48V$. Représenter à l'échelle, la Construction de Fresnel (Échelle $5I \rightarrow 1cm$). En déduire graphiquement les valeurs de la résistance r de la bobine et de son inductance L .



Exercice 10:/ (Les oscillateurs électriques forcés)

Le circuit électrique de la **figure 1** comporte, montés en série, un **résistor** de résistance $R = 130\Omega$, une **bobine** d'inductance L et de résistance r , un **condensateur** de capacité C et un ampèremètre (A). Un générateur basse fréquence (**GBF**) impose, aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.



L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$, avec I_m son amplitude et φ_i sa phase initiale. À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément la tension $u(t)$ aux bornes de GBF et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor de résistance R . Pour une fréquence $N = N_1$, on obtient les courbes de la **figure 2**.

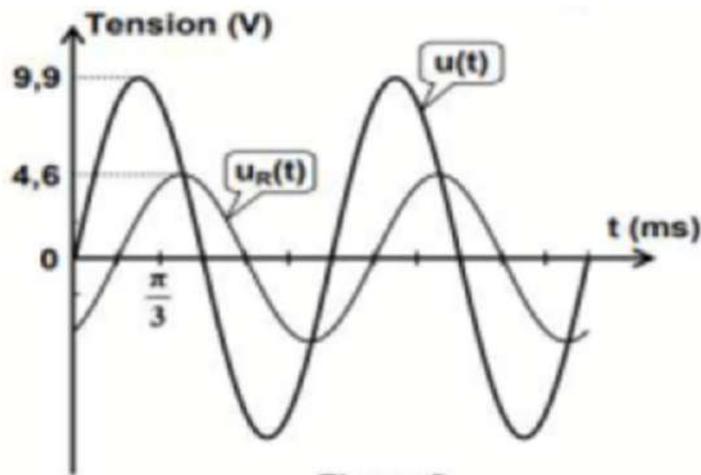


Figure 2

- ① En exploitant les courbes de la **figure 2**
 - a) Déterminer la valeur de fréquence N_1 de la tension excitatrice $u(t)$.
 - b) Montrer que le déphasage de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique est : $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3}$ rad.
En déduire la nature du circuit (capacitif, inductif ou résistif).
- ②
 - a) Déterminer la valeur de l'intensité efficace I_1 du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.
 - b) Déterminer la valeur de l'impédance électrique Z_1 du circuit.
 - c) Montrer que : $r = \frac{Z_1 - 2R}{2}$. Calculer sa valeur.
- ③ Le voltmètre (V) est maintenant branché aux bornes de l'ensemble (bobine, condensateur). On règle la fréquence N à une valeur N_2 de façon à annuler le déphasage $\Delta\varphi$.
 - a) Déterminer la valeur de l'intensité efficace I_2 du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.
 - b) Déterminer la valeur de la tension efficace U_2 indiquée par le voltmètre (V).

Exercice 11:/ (Les oscillateurs électriques forcés)



Un **dipôle RLC** comporte, en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 100\Omega$, une **bobine** d'inductance $L = 0,382H$ et de résistance négligeable et un **condensateur** de capacité C . L'ensemble est alimenté par un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ La tension maximale U_m est constante.
À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, on visualise simultanément les variations en fonction du temps des tensions $u(t)$ aux bornes de GBF sur la voie Y_1



et $u_L(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_2 .

- I- (a) Pour une valeur N de la fréquence du générateur, on obtient les oscillogrammes de la figure ci-contre :

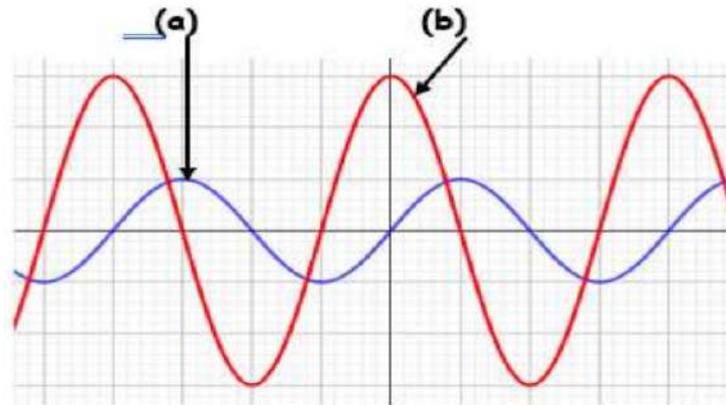
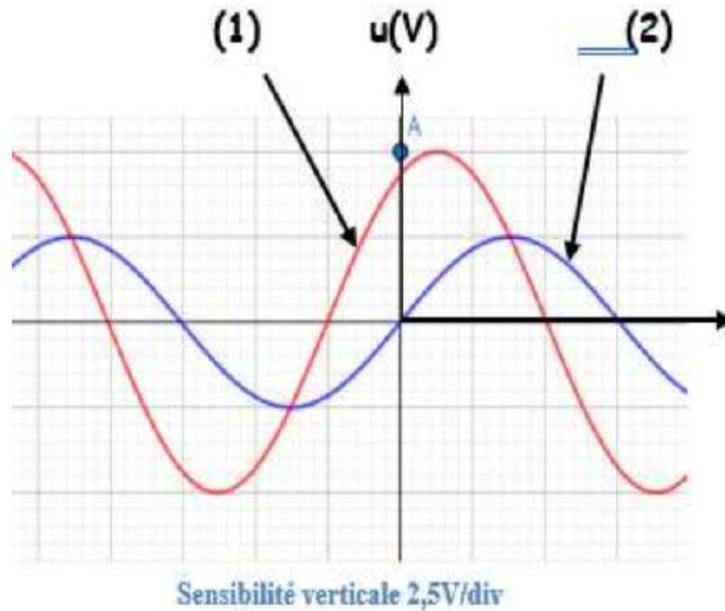


Figure 1 Sensibilité verticale pour les deux voies 5V/div

- i. Identifier les courbes (a) et (b). Justifier.
 - ii. Déterminer graphiquement :
 - Les tensions maximales U_m de $u(t)$ et U_{Lm} de $u_L(t)$.
 - Le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_{uL}$.
 Déduire l'état du circuit. Justifier.
 - iii. Déterminer l'intensité maximale I_m du courant $i(t)$ parcourant le circuit.
 - iv. Déterminer la valeur la fréquence N du GBF. Donner la sensibilité horizontale de l'Oscilloscope.
 - v. En déduire la valeur de la capacité C de condensateur.
- (b) Un oscilloscope branché convenablement permet de visualiser la tension aux bornes de l'ensemble {bobine + condensateur}. Représenter l'allure de la courbe observée sur l'écran de l'oscilloscope.
- II- On garde la valeur de la fréquence N et on ne modifie que la valeur de la capacité C . Un dispositif approprié permet de tracer les courbes des variations en fonction du temps des tensions $u(t)$ aux bornes de GBF et $u_R(t)$ aux bornes de résistor. (Voir figure ci-dessous).



- Identifier les courbes (1) et (2). Justifier.
- En exploitant les courbes ci-contre, déterminer :
 - L'intensité maximale du courant $i(t)$ parcourant le circuit.
 - La valeur algébrique du déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$. Avec φ_i est la phase initiale de $i(t)$.
- Préciser dans ces conditions si le circuit a un comportement capacitif ou inductif. Justifier la réponse.
- A-t-on augmenté ou diminué la valeur la capacité C du condensateur.
- Établir l'expression numérique de $i(t)$.
- Tracer la construction de Fresnel correspondante à l'état du circuit. Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.

Exercice 12:/ (Les oscillateurs électriques forcés)

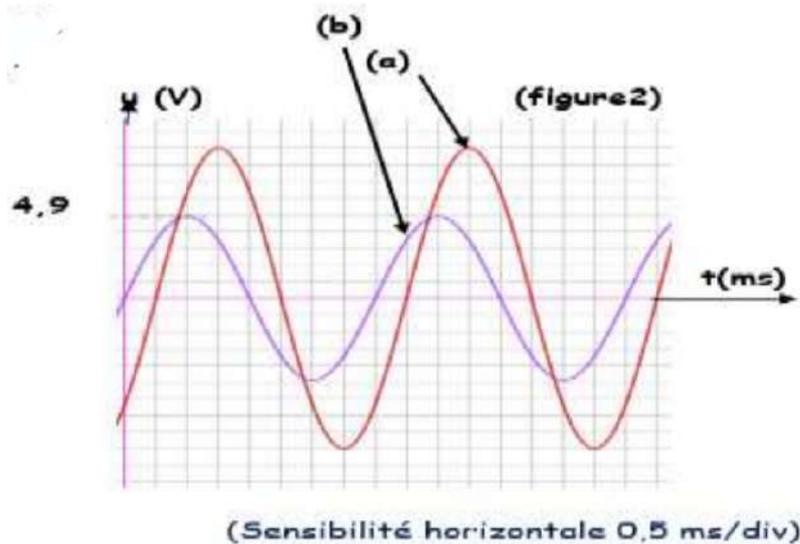
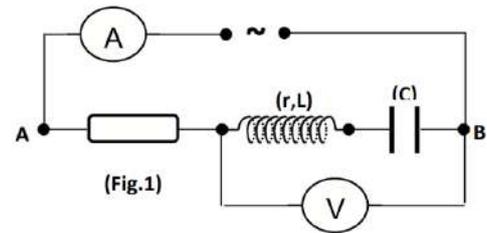
Un circuit électrique comporte en série une bobine b d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité $C = 5 \mu\text{F}$, un conducteur Ohmique de résistance R , un générateur basse fréquence délivrant aux bornes du circuit une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt + \varphi_u)$ de fréquence N réglable, et un ampèremètre A (Voir figure 1).



Un oscilloscope permet de visualiser deux tensions :

- $u(t)$ aux bornes du générateur sur la voie Y_1
- $u_c(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y_2

Pour une fréquence $N = N_1$, on obtient les oscillogrammes de la figure 2.



- 1 Indiquer sur le schéma les connections qui permettent de visualiser ces deux tensions $u(t)$ et $u_c(t)$.
- 2 Établir l'équation différentielle qui régit l'intensité i du courant qui circule dans le circuit.
- 3 Les oscillations sont dites forcées. Expliquer.
- 4 À partir des oscillogrammes de la figure 2:
 - a Identifier les deux courbes (a) et (b). Justifier.
 - b Déterminer la valeur de la fréquence N_1 .
 - c Déterminer les valeurs des amplitudes U_m et U_{cm} .
 - d Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_{uc} - \varphi_u)$ où φ_{uc} représente la phase initiale de $u_c(t)$.
 - e En déduire le caractère du circuit.
- 5 Montrer la relation suivante : $R + r = \frac{U_m}{U_{cm}} \cdot \frac{1}{2\pi N_1 C \sqrt{2}}$. Calculer alors $R + r$.
- 6 On branche un voltmètre aux bornes de l'ensemble **bobine-condensateur** et on augmente la fréquence N jusqu'à la valeur $N_2 = 318 \text{ Hz}$. On constate que $u(t)$ et $u_c(t)$ deviennent en quadrature de phase et que le voltmètre indique une tension $U = \frac{0,9}{\sqrt{2}} \text{ V}$.



- a) Montrer que le circuit RLC est le siège d'une résonance d'intensité.
- b) Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.
- c) Calculer la valeur de r . En déduire celle de R .

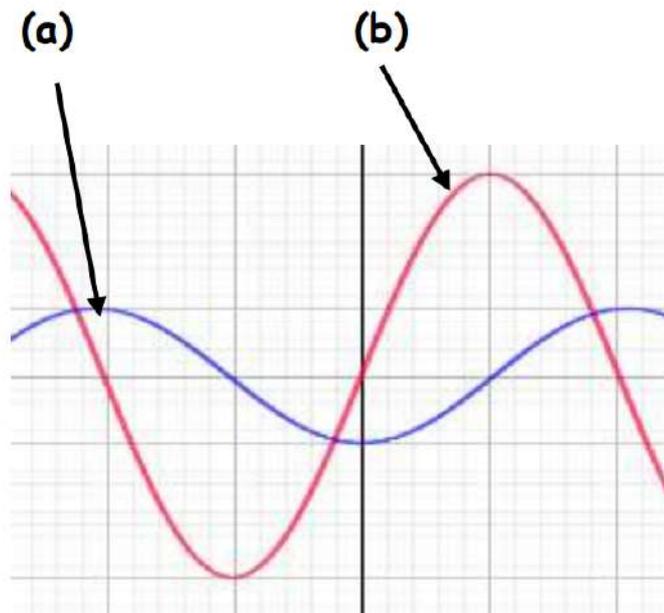


Exercice 13:/ (Les oscillateurs électriques forcés)



Un dipôle AD comporte en série, un **conducteur ohmique** de résistance $R = 100 \Omega$, une **bobine** d'inductance $L = 0,382\text{H}$ et de résistance interne négligeable et un **condensateur** de capacité C . L'ensemble est alimenté par un **générateur (GBF)** délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$. À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément les variations en fonction du temps des tensions $u(t)$ aux bornes du GBF sur la voie Y_1 et $u_L(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_2 .

- 1 Faire le schéma du circuit qui permet d'observer les oscillogrammes $u(t)$ et $u_L(t)$ et indiquer les connexions avec l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u(t)$ et $u_L(t)$.
- 2 Pour une fréquence N_1 imposée par le GBF, on obtient les oscillogrammes de la figure ci-dessous :



Sensibilité Verticale $5\text{V}/\text{div}$

- a) Identifier les deux courbes. Justifier.
- b) Déterminer graphiquement :
 - Les amplitudes U_m et U_{Lm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_L(t)$.
 - Le déphasage de $u(t)$ par rapport à $u_L(t)$.



- c) Déterminer le facteur de qualité Q .
- d) Dédire :
 - La valeur de la fréquence N_1 du GBF, donner la sensibilité horizontale de l'oscilloscope.
 - La valeur de la capacité C du condensateur.

3 On monte les trois dipôles selon le schéma du circuit suivant :



On fait varier la fréquence du GBF, on constate que pour une fréquence N_2 les tensions efficaces mesurées respectivement entre les points A et B et les points A et D sont égales.

- a) Faire la construction de Fresnel.
- b) Dédire le caractère du circuit.
- c) Déterminer la valeur de la fréquence N_2 .
- d) Calculer la valeur de l'intensité efficace qui circule dans le circuit.
- e) On constate qu'on peut obtenir la même valeur de l'intensité précédente avec une fréquence N_3 du GBF. Déterminer sa valeur et préciser dans ce cas le caractère du circuit.

4 Écrire dans le cas où $N = N_2$, les expressions :

- a) Des tensions instantanées aux bornes de A et D et de A et B.
- b) De l'intensité instantanée du courant qui circule dans le circuit.



Exercice 14:/ (Les oscillateurs électriques forcés)

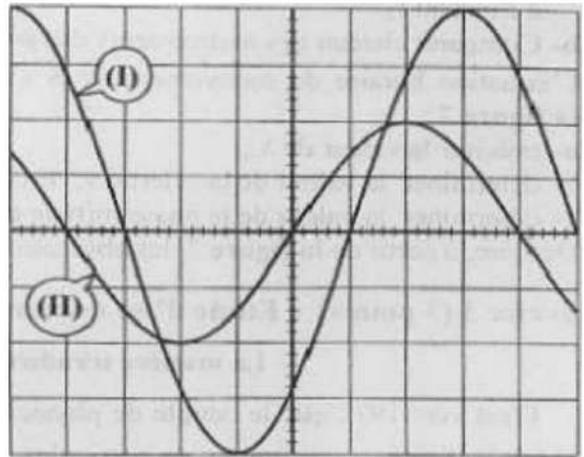


On réalise un circuit électrique qui comporte, montés en série :

- un **générateur basse fréquence (GBF)** délivrant une tension alternative sinusoïdale, $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.
- un **résistor** de résistance R .
- une **bobine** d'inductance L et de résistance négligeable.
- un **condensateur** de capacité $C = 2,5 \mu F$.

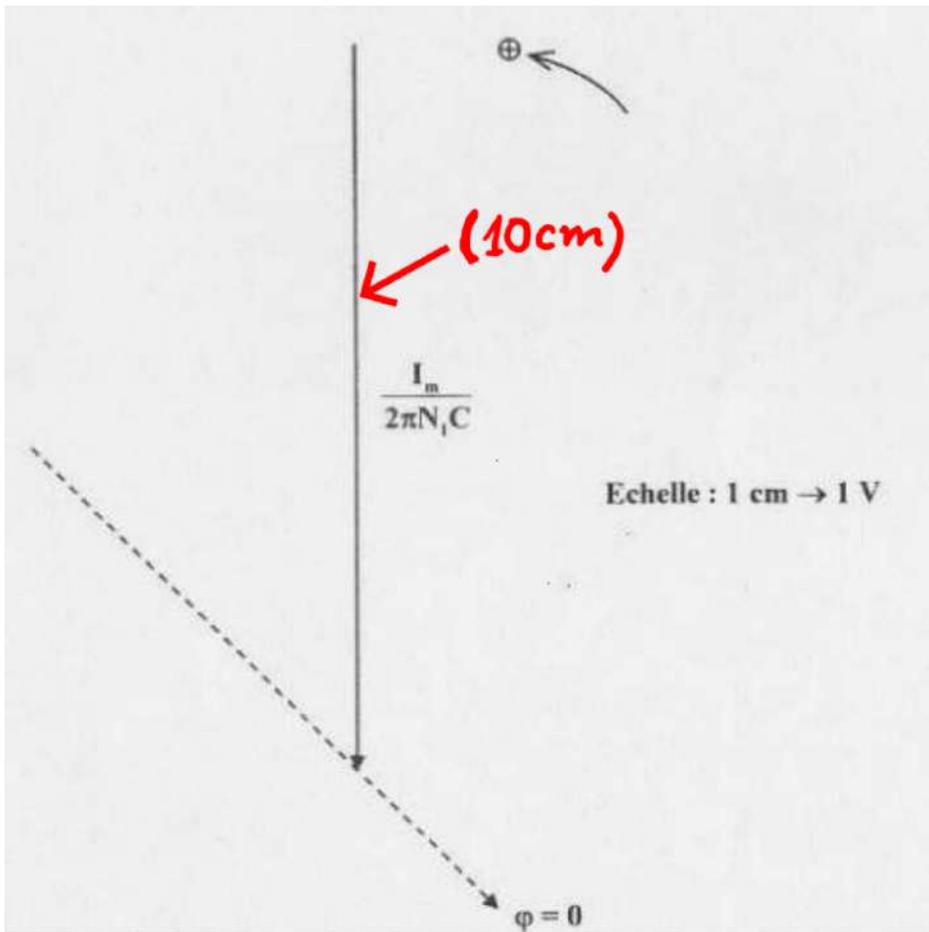


On dispose d'un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit électrique. Il permet de visualiser simultanément la tension $u(t)$ sur sa voie Y_1 , et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur sur sa voie Y_2 . Pour une valeur N_1 de la fréquence N du (GBF), on observe, sur l'écran de l'oscilloscope, les oscillogrammes (I) et (II) de la figure 1 avec les réglages suivants :

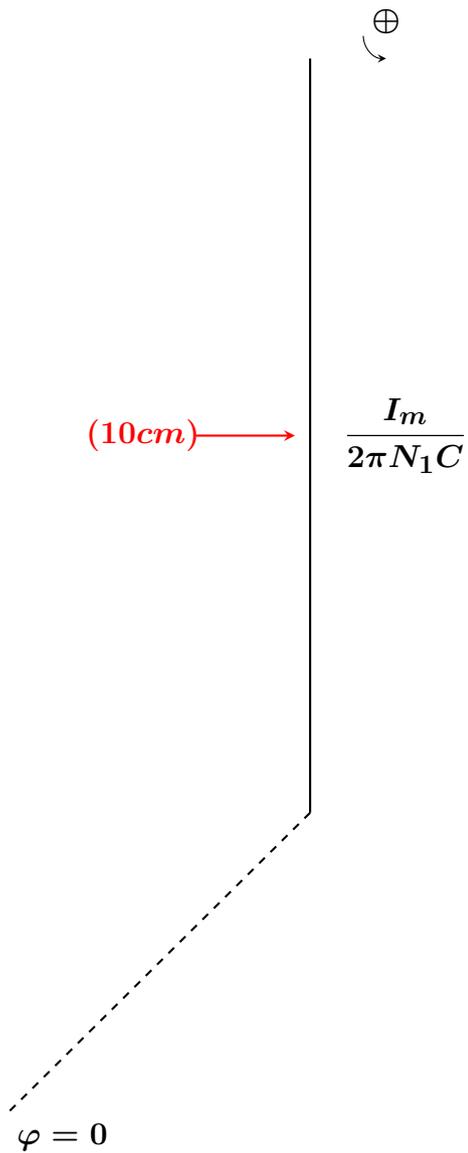


- Sensibilité horizontale : 1 ms/div
- Sensibilité verticale sur la voie Y_1 : 2,75 V/div
- Sensibilité verticale sur la voie Y_2 : 2,5 V/div

- ①
 - a Faire un schéma du circuit électrique étudié, en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u(t)$ et $u_c(t)$.
 - b Justifier que l'oscillogramme (I) correspond à $u_c(t)$.
- ② Déterminer graphiquement :
 - a Les amplitudes U_m et U_{cm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_c(t)$.
 - b la fréquence N_1 .
 - c le déphasage de $u(t)$ par rapport à $u_c(t)$.
- ③ L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t + \varphi_i)$, avec I_m son amplitude et φ_i sa phase initiale. L'équation différentielle régissant l'évolution de $i(t)$ au cours du temps s'écrit : $L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$.
 - a Exprimer I_m en fonction de N_1 , C et U_{cm} . Calculer sa valeur.
 - b Déterminer φ_i . Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.
 - c La figure 2 représente la construction de Fresnel inachevée relative à l'équation différentielle précédente et à la fréquence N_1 .



Échelle : $1\text{ cm} \rightarrow 1\text{ V}$



Echelle : $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ V}$

Compléter, en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la figure 2.
En déduire les valeurs de R et L .