

## Exercice RLC forcée

### Exercice 1 (7,5 points)

On se propose de déterminer l'inductance  $L$  et la résistance  $r$  d'une bobine. Pour ce faire, on réalise un circuit électrique comportant en série :

- un générateur basses fréquences délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = 5\sin(2\pi Nt)$  de fréquence  $N$  réglable ;
- un résistor de résistance  $R = 150 \Omega$  ;
- la bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  ;
- un condensateur de capacité  $C = 5 \mu\text{F}$  ;
- un ampèremètre de résistance négligeable.

I- Pour une valeur  $N = N_1$  de la fréquence du générateur basses fréquences, on visualise à l'aide d'un oscilloscope bicourbe les tensions  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur et  $u(t)$  aux bornes du générateur. Les courbes  $e_1$  et  $e_2$  de la figure-1 représentent les variations, au cours du temps, des deux tensions  $u_C(t)$  et  $u(t)$ .

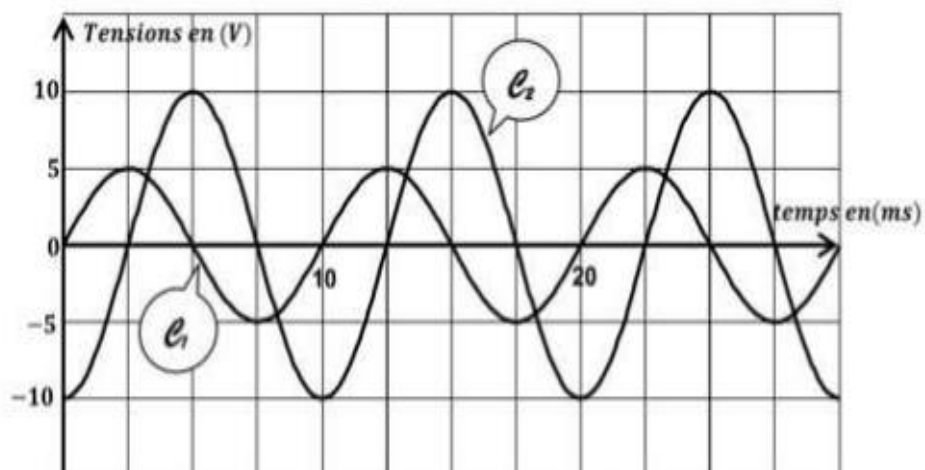


Figure-1

1. a. Représenter le schéma du circuit considéré et indiquer les connexions nécessaires.  
b. Montrer que la courbe  $e_1$  correspond à  $u(t)$ .
2. Déterminer graphiquement :
  - a. la valeur de la période  $T_1$  et en déduire celle de la fréquence  $N_1$  du générateur,
  - b. le déphasage de  $u(t)$  par rapport à  $u_c(t)$ .
3. Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
4. En déduire les valeurs de :
  - a. l'inductance  $L$  de la bobine,
  - b. la résistance  $r$  de la bobine,
  - c. l'intensité  $I_1$  indiquée par l'ampèremètre.
5. Exprimer l'énergie totale  $E$  emmagasinée dans le circuit à la fréquence  $N = N_1$  en fonction de  $L$  et  $I_1$ . Calculer sa valeur.

II- Pour une valeur  $N = N_2$  de la fréquence du G.B.F, on visualise à l'oscilloscope, simultanément la tension  $u(t)$  aux bornes du générateur basse fréquence et la tension  $u_R(t)$  aux bornes du résistor  $R$ . On obtient l'oscillogramme de la figure-2.

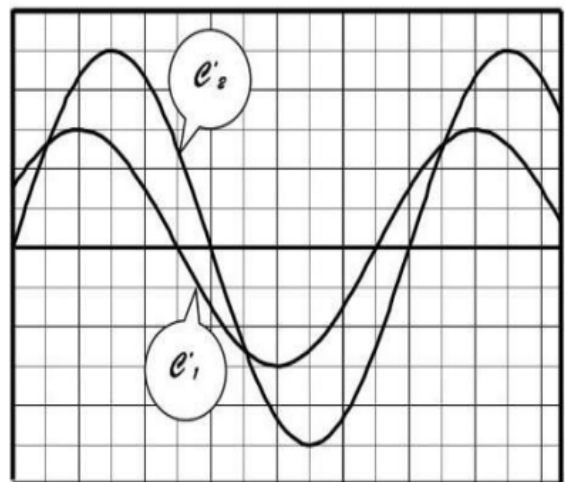


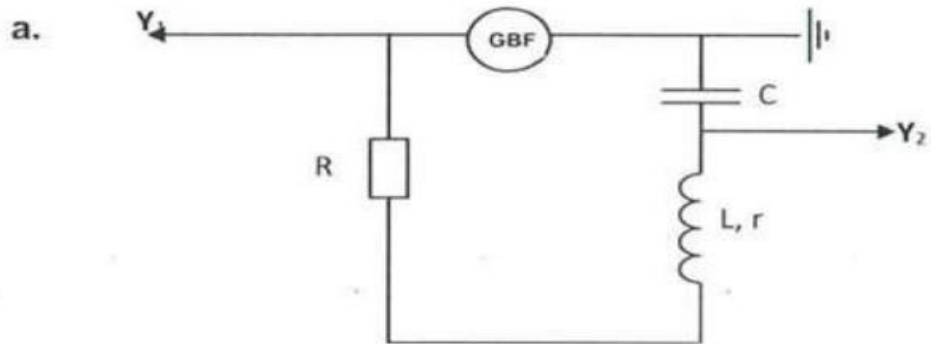
Figure -2

1. Identifier, en le justifiant, les deux courbes  $e_1$  et  $e_2$ , sachant que la sensibilité verticale est la même pour les deux voies de l'oscilloscope.
2. À partir de cet oscillogramme, déterminer :
  - a. la valeur de la tension  $U_{Rm}$ , aux bornes du résistor,
  - b. le déphasage de la tension  $u(t)$  par rapport à  $u_R(t)$  puis préciser le caractère (capacitif, inductif ou résistif) du circuit,
  - c. l'intensité  $I_2$  indiquée par l'ampèremètre.

## Correction

I.

1.



b.  $\forall N$  on a  $\varphi_u > \varphi_{uc}$  alors la courbe  $e$  correspond à  $u(t)$ .

2.

a.  $T_1 = 10\text{ms}$  alors  $N_1 = \frac{1}{T_1} = 100\text{Hz}$ .

b.  $\varphi_u - \varphi_{uc} = \frac{2\pi \cdot \Delta t}{T_1} = \frac{\pi}{2} \text{rad}$

3.  $\varphi_u - \varphi_{uc} = \frac{\pi}{2}$  or  $\varphi_{uc} = \varphi_q = \varphi_i - \frac{\pi}{2}$  donc  $\varphi_u - (\varphi_i - \frac{\pi}{2}) = \frac{\pi}{2}$

ce qui donne  $\varphi_u - \varphi_i = 0$  donc le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

4.

a. Résonance d'intensité donc  $L 2\pi N_1 = \frac{1}{C 2\pi N_1}$  alors

$$L = \frac{1}{4\pi^2 C N_1^2} = 0,5 \text{ H.}$$

b.  $Z = R + r = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_m}{\omega \cdot Q_m} = \frac{U_m}{2\pi N_1 \cdot C \cdot U_{cm}}$  alors

$$r = \frac{U_m}{2\pi N_1 \cdot C \cdot U_{cm}} - R \quad \text{A.N} \quad r = 9,155 \Omega$$

c.  $I_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{U_m}{R + r} = 0,022 \text{ A}$

5.  $E = \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} C u_c^2$

Pour  $i = I_m$   $u_c = 0$  alors  $E = \frac{1}{2} L I_m^2 = L I_1^2$  AN  $E = 2,42 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

---

II.

1.

$Z > R$  donc  $U_m > U_{Rm}$  alors pour la même sensibilité de l'oscilloscope la courbe ( $e_x$ ) correspond à  $u(t)$ .

2.

a.  $U_m = 5V$  donc 1 carreau correspond à 1V alors  $U_{Rm} = 3V$ .

b.

- $\varphi_U - \varphi_{UR} = -\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T_1} = -\frac{2\pi \times 1}{12} = -\frac{\pi}{6} \text{ rad.}$

- $\varphi_U - \varphi_{UR} < 0$  donc  $\varphi_U - \varphi_i < 0$  le circuit est capacitif.

c.  $I_2 = \frac{I_{2m}}{\sqrt{2}} = \frac{U_{Rm}}{R\sqrt{2}} = \frac{3}{150\sqrt{2}} = 14,14 \cdot 10^{-3} \text{ A.}$