

Exercice n°1

Un filtre électrique comprend en série : un résistor de résistance R_0 réglable, un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance r . Ce filtre est alimenté par une tension sinusoïdale de valeur maximale U_{Em} constante, de fréquence N réglable et d'expression $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$. La tension de sortie $u_S(t)$ est la tension aux bornes du résistor : $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \phi)$.

A- Etude théorique :

- 1) a- Le filtre considéré est-il actif ou passif ? Justifier.
b- Schématiser le circuit. Choisir un sens positif pour le courant électrique et représenter les tensions aux bornes des différents dipôles du circuit.

- 2) Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de $u_S(t)$ est :

$$\left(1 + \frac{r}{R_0}\right) u_S(t) + \frac{L}{R_0} \cdot \frac{d u_S(t)}{dt} + \frac{1}{R_0 C} \int u_S(t) \cdot dt = u_E(t)$$

- 3) a- Faire la construction de Fresnel relative à l'équation différentielle précédente.
b- En exploitant cette construction de Fresnel, montrer que la transmittance T du filtre étudié

est donnée par l'expression : $T = \frac{R_0}{R} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi N L}{R} - \frac{1}{2\pi N R C}\right)^2}}$ avec $R = R_0 + r$

On rappelle que $T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}}$

- c- Ecrire, en fonction de r et R_0 , l'expression de la transmittance maximale T_0 du filtre.
En déduire que le filtre considéré est un atténuateur de tension.

Pour une tension U_{Em} donnée, on fait varier la fréquence N du générateur. Pour chaque valeur de N , on mesure la tension maximale U_{Sm} et par la suite on détermine la valeur de la transmittance T du filtre. La courbe de la **figure3** traduit la variation de T en fonction de N .

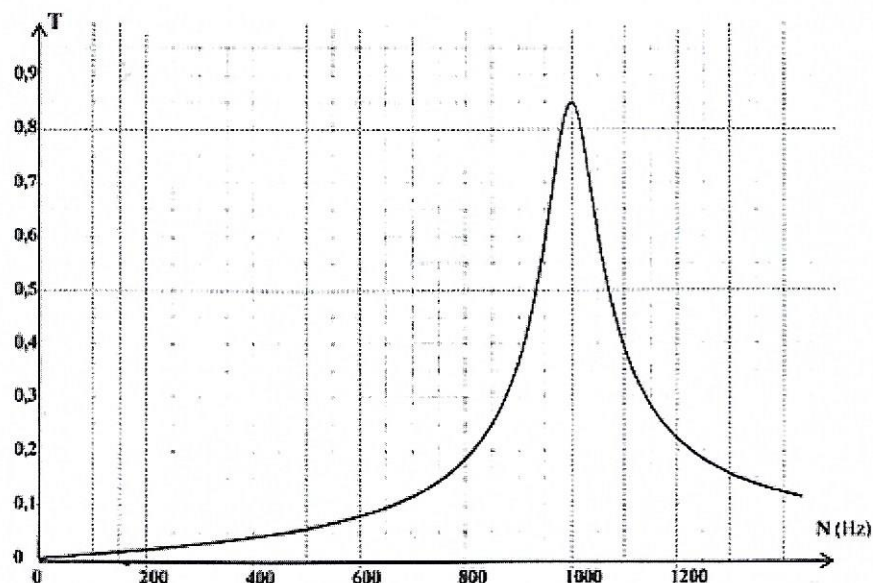


Figure3

- 1) A partir du graphe, déduire la valeur de :
a- la transmittance maximale T_0 du filtre,
b- la fréquence propre N_0 du filtre,

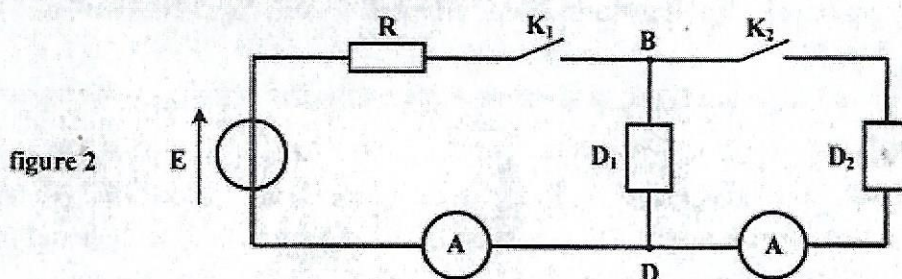
- c- la largeur ΔN de la bande passante. Préciser en le justifiant, si le filtre est passe bas, passe haut ou passe bande.
- 2) Pour $N = N_0$, le circuit est en état de résonance d'intensité.
- Sachant que l'impédance du filtre est $Z = 500 \Omega$, montrer que la valeur de la résistance R_0 est 425Ω .
 - Sachant que $L = 0,8 \text{ H}$, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
 - Le facteur de qualité Q du filtre, est donné par : $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$. Calculer Q .
 - Choisir et recopier la proposition correcte parmi celles données ci-dessous :
Un filtre passe bande est d'autant plus sélectif si :
 - sa bande passante est nettement grande devant sa fréquence propre,
 - son facteur de qualité est nettement supérieur à 1.
- 3) On applique à l'entrée du filtre un signal (S) dont la valeur de la fréquence est $N = 800 \text{ Hz}$.
- Justifier que le signal (S) n'est pas transmis.
 - Doit-on augmenter ou diminuer la résistance R_0 pour qu'il y ait transmission du signal. Justifier.

Exercice n°2

Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

On dispose au laboratoire de physique du matériel suivant: un générateur basse fréquence (GBF), un générateur idéal de tension de fem $E = 6 \text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 48 \Omega$, deux interrupteurs K_1 et K_2 , deux ampèremètres, un oscilloscope à mémoire numérique et des fils de connexion. On dispose aussi de deux dipôles D_1 et D_2 , l'un est un condensateur de capacité C et l'autre est une bobine d'inductance L et de résistance r .

I- Pour identifier les dipôles D_1 et D_2 et déterminer leurs grandeurs caractéristiques, on réalise avec le montage de la figure 2, les trois expériences suivantes:



Expérience 1: circuit en régime permanent

K_1 et K_2 sont fermés. Lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit, chaque ampèremètre indique la valeur $I = 0,1 \text{ A}$.

1- En exploitant les résultats de cette expérience, justifier que le dipôle D_1 est le condensateur.

2- Montrer que la résistance de la bobine s'exprime par: $r = \frac{E}{I} - R$. Calculer sa valeur.

Expérience 2: charge du condensateur à travers le conducteur ohmique

K_1 et K_2 sont ouverts et le condensateur est initialement déchargé. A un instant pris comme origine des temps, on ferme K_1 et à l'aide de l'oscilloscope à mémoire numérique, on visualise l'évolution au cours du temps de la tension $u_{BD}(t)$ aux bornes du dipôle D_1 . Une portion de la courbe enregistrée est représentée sur la figure 3 de la page 5/5.

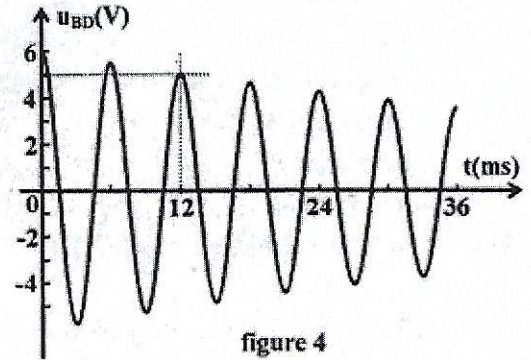
La tension aux bornes du dipôle D_1 est, à tout instant, donnée par : $u_{BD}(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$; où τ est une constante positive non nulle.

- 1- Nommer τ et donner son expression.
- 2- En exploitant la courbe de la **figure 3 de la page 5/5**:
 - a- dire en le justifiant, si à l'instant $t = 0,25 \text{ ms}$, le condensateur est complètement chargé ou non ;
 - b- déterminer la valeur de τ . En déduire celle de C .

Expérience 3: décharge du condensateur dans la bobine

K_1 est fermé et K_2 est ouvert. A un instant pris comme origine des temps, on ouvre K_1 et on ferme K_2 . L'oscilloscope, branché aux bornes du dipôle D_1 , enregistre la courbe représentée sur la **figure 4**.

- 1- Nommer le régime des oscillations obtenues.
- 2- Déterminer la valeur de la pseudo-période T des oscillations électriques enregistrées.
- 3- En admettant que la pseudo-période est égale à la période propre du circuit, déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.
- 4- On désigne par E_1 et E_2 les valeurs respectives de l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit aux instants de dates $t_1 = 0$ et $t_2 = 12 \text{ ms}$.

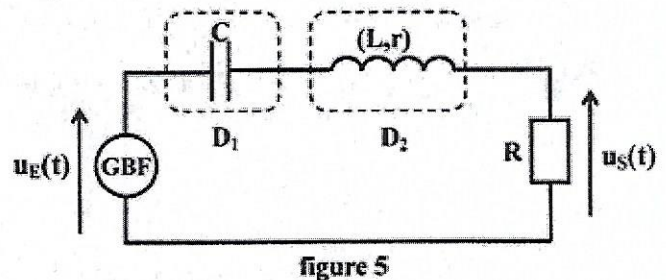


a- Montrer que: $\frac{E_2}{E_1} = 0,69$.

- b- En déduire que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit diminue au cours du temps.
- c- Indiquer la cause de cette diminution.

II- Pour vérifier les valeurs de r , L et C trouvées précédemment, on réalise avec le dipôle D_1 , le dipôle D_2 et le conducteur ohmique de résistance $R = 48 \Omega$, le filtre passe bande schématisé sur la **figure 5**.

L'entrée de ce filtre est alimentée par le (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale $u_E(t)$ d'amplitude $U_{E\max}$ constante et de fréquence N réglable. La tension de sortie $u_S(t)$, prise aux bornes du conducteur ohmique, est également sinusoïdale de même fréquence N que la tension d'entrée et d'amplitude $U_{S\max} = T \cdot U_{E\max}$; T étant la transmittance de ce filtre.



Une étude expérimentale, réalisée sur ce filtre, a permis de tracer la courbe de la **figure 6 de la page 5/5** traduisant l'évolution du gain G en fonction de la fréquence N de la tension d'entrée.

- On rappelle que :
- $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = 2\pi N_0 \frac{L}{R+r}$; où Q et ΔN désignent respectivement, le facteur de qualité et la largeur de la bande passante du filtre. N_0 étant la fréquence propre du circuit ;
 - pour $N = N_0$, la transmittance T du filtre prend sa valeur maximale $T_0 = \frac{R}{R+r}$.

- 1- Donner la relation entre G et T .
- 2- Ecrire la condition que doit satisfaire le gain G pour que le filtre soit passant.
- 3- En exploitant la courbe de la **figure 6 de la page 5/5**, déterminer la valeur maximale G_0 de G , la valeur de N_0 ainsi que celle de ΔN .
- 4- Montrer que: $r = R \left(10^{-\frac{G_0}{20}} - 1 \right)$. Calculer sa valeur.
- 5- Déterminer les valeurs de L et C .

