

## 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.

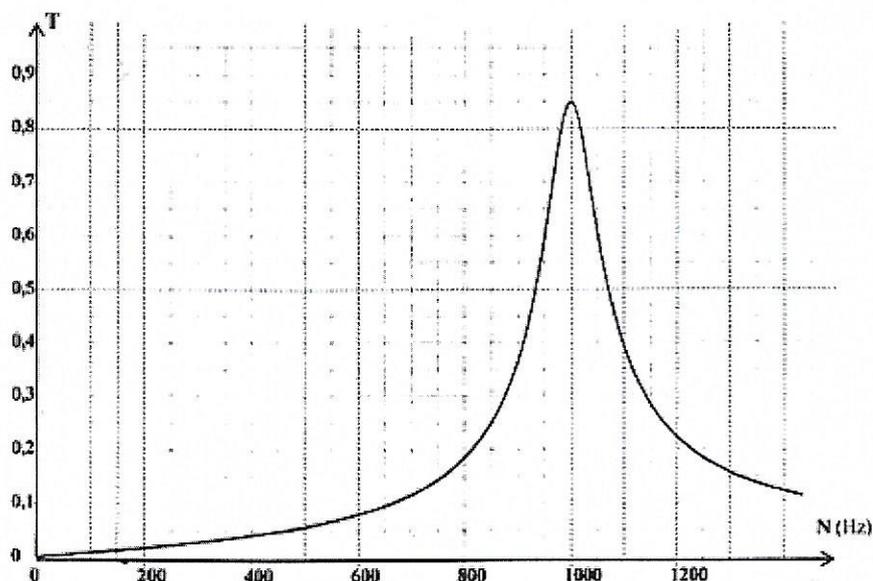
b- En exploitant cette construction de Fresnel, montrer que la transmittance  $T$  du filtre étudié

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 :
- la transmittance maximale  $T_0$  du filtre,
  - la fréquence propre  $N_0$  du filtre,

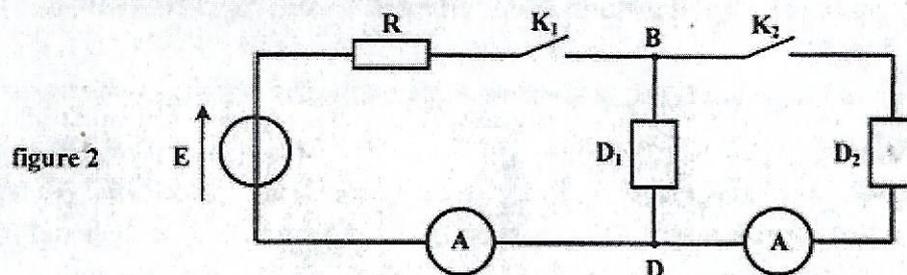
- c- la largeur  $\Delta N$  de la bande passante. Préciser en le justifiant, si le filtre est passe bas, passe haut ou passe bande.
- 2) Pour  $N = N_0$ , le circuit est en état de résonance d'intensité.
- Sachant que l'impédance du filtre est  $Z = 500 \Omega$ , montrer que la valeur de la résistance  $R_0$  est  $425 \Omega$ .
  - 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.

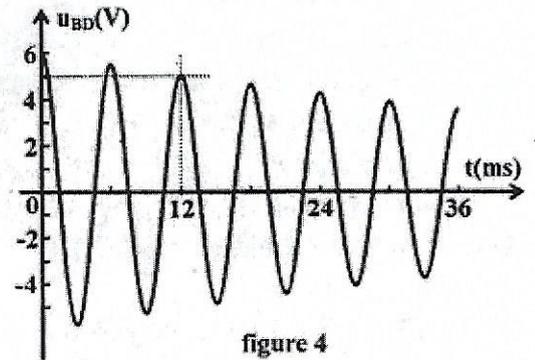
La tension aux bornes du dipôle  $D_1$  est, à tout instant, donnée par :  $u_{BD}(t) = E \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ ; où  $\tau$  est une constante positive non nulle.

- 1- Nommer  $\tau$  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  $\tau$ . 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  $t_2 = 12 \text{ ms}$ .

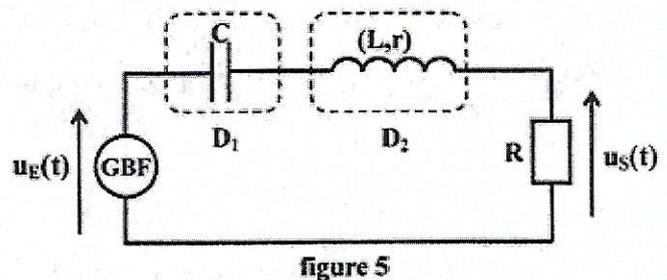


a- Montrer que:  $\frac{E_2}{E_1} = 0,69$ .

- 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  $\Delta N$  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  $\Delta N$ .
- 4- Montrer que:  $r = R \left( 10^{-\frac{G_0}{20}} - 1 \right)$ . Calculer sa valeur.
- 5- Déterminer les valeurs de  $L$  et  $C$ .

