

Exercice n°1

On considère un filtre électrique RC constitué d'un résistor de résistance R et d'un condensateur de capacité $C=0,47\mu\text{F}$.

Lorsqu'on applique à l'entrée du filtre une tension sinusoïdale $u_E(t)=U_{Em}\sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable, on obtient à la sortie une tension $u_S(t)=U_{Sm}\sin(2\pi Nt+\varphi_S)$.

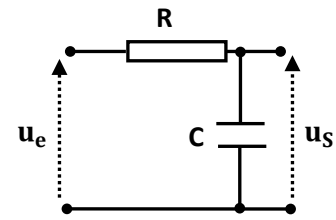
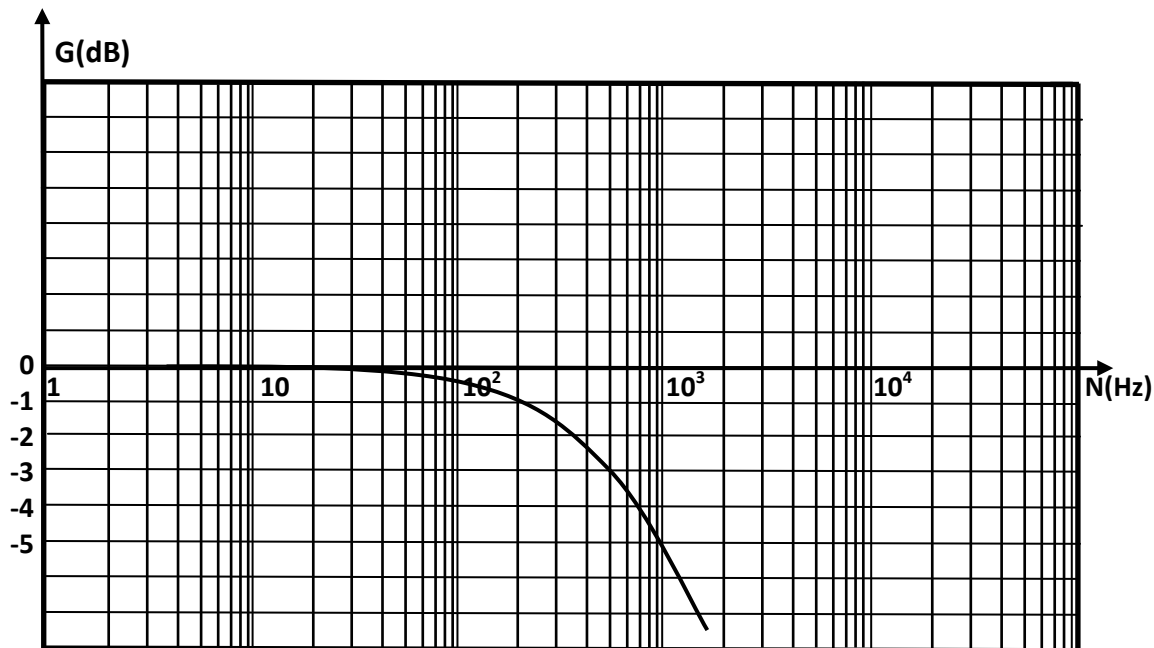


Fig. 1

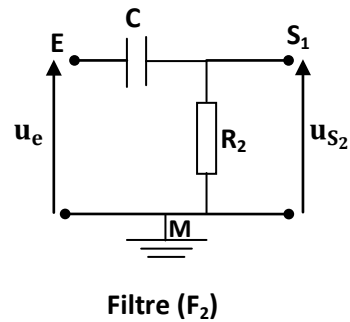
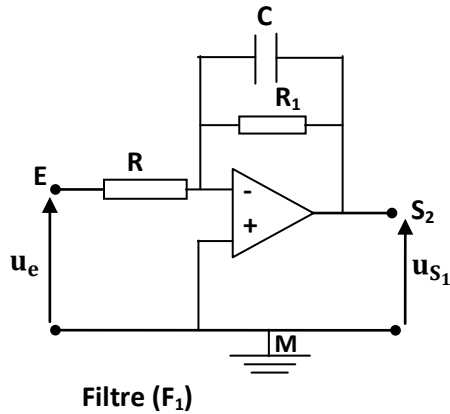
1. a. En appliquant la loi des mailles, établir l'équation différentielle régissant la tension $u_S(t)$.
- b. Faire la construction de Fresnel relative à cette équation différentielle.
- c. Déterminer l'expression de la transmittance T en fonction de R , C et N .
- d. En déduire que le gain de ce filtre s'écrit : $G = -10\log(1 + (2\pi NRC)^2)$.
2. La courbe suivante représente l'évolution du gain G du filtre en fonction de la fréquence N .



- a. Déterminer graphiquement :
 - la valeur maximale G_0 du gain G .
 - la fréquence de coupure N_C .
 - la largeur de la bande passante.
- b. On applique à l'entrée de ce filtre une tension électrique $u_E(t)=9\sin(800\pi t)$.
 - b₁. Indiquer, en justifiant, si cette tension sera transmise ou non.
 - b₂. Si oui, calculer la valeur maximale U_{Sm} de la tension transmise ?
3. a. Etablir l'expression de la fréquence de coupure N_C de ce filtre en fonction de R et C .
- b. Calculer la valeur de la résistance R .
4. Sans modifier la valeur de R , faut-il augmenter ou diminuer la valeur de C pour que la bande passante du filtre soit plus large ? Justifier.

Exercice n°2

On considère deux filtres électriques (F_1) et (F_2) schématisés ci-contre. Chacun de ces filtres est alimenté par une tension alternative sinusoïdale $u_e(t)$ d'amplitude U_{Em} et de fréquence N réglable. L'amplificateur opérationnel est idéal polarisé à $\pm 15V$, les deux condensateurs ont la même capacité $C = 0,47 \mu F$ et R , R_1 et R_2 sont les résistances des trois résistors.



Les tensions de sorties $u_{S_1}(t)$ et $u_{S_2}(t)$ des filtres (F_1) et (F_2) sont sinusoïdales de même fréquence N que $u_e(t)$ et d'amplitude respective $U_{S_{1m}}$ et $U_{S_{2m}}$.

Les gains des filtres (F_1) et (F_2) sont respectivement :

$$G_1 = 20 \log \frac{R_1}{R} - 10 \log [1 + (2\pi N R_1 C)^2]$$

et

$$G_2 = -10 \log \left[1 + \frac{1}{(2\pi N R_2 C)^2} \right]$$

On rappelle qu'un filtre électrique est passant lorsque $G \geq G_0 - 3\text{dB}$ avec G_0 son gain maximal.

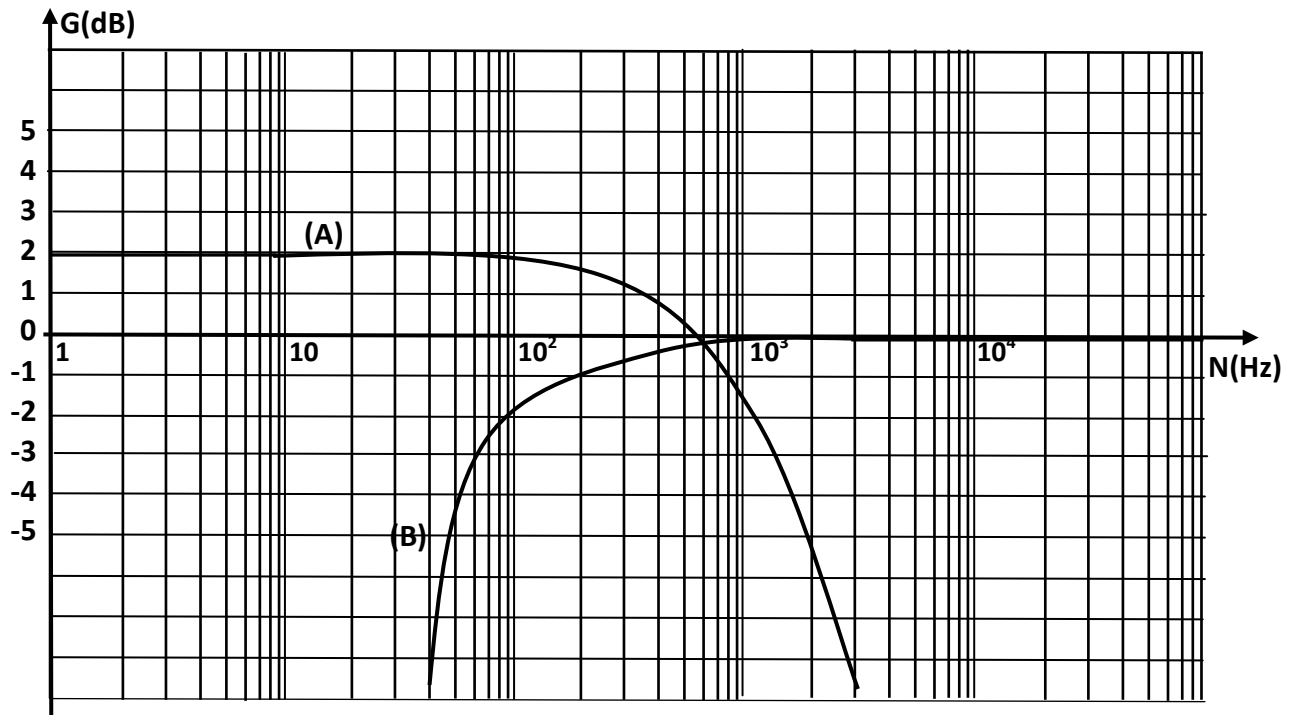
1. Préciser, en le justifiant, s'il s'agit d'un filtre passif ou actif pour (F_1) et (F_2).
2. On suit l'évolution du gain G de chacun des filtres (F_1) et (F_2) en fonction de la fréquence N . On obtient alors les courbes (A) et (B) (annexe).

En exploitant les courbes (A) et (B) ainsi que les expressions de G_1 et G_2 :

- a. justifier que la courbe (A) représente le gain G_1 en fonction de N .
- b. déterminer les valeurs maximales G_{01} et G_{02} respectivement de G_1 et G_2 .
- c. identifier, lequel des deux filtres (F_1) ou (F_2) permet d'amplifier la tension électrique.
- d. déterminer les valeurs des fréquences de coupures N_{C1} et N_{C2} , respectivement de (F_1) et (F_2).
- e. préciser la nature (passe bas, passe haut) de chacun des filtres.

3. a. Montrer que les fréquences de coupures N_{C1} et N_{C2} , respectivement de (F_1) et (F_2) ont pour expressions : $N_{C1} = \frac{1}{2\pi R_1 C}$ et $N_{C2} = \frac{1}{2\pi R_2 C}$.

- b. Calculer les valeurs de R_1 , R_2 et R .



Exercice n°3

Un filtre électrique est constitué d'un GBF délivrant une tension sinusoïdale de fréquence N réglable et d'amplitude U_{Em} constante, d'un condensateur de capacité $C=2\mu\text{F}$, d'une bobine d'inductance $L=0,8\text{H}$ et de résistance r , et d'un conducteur ohmique de résistance $R=200\Omega$ (voir figure 1).

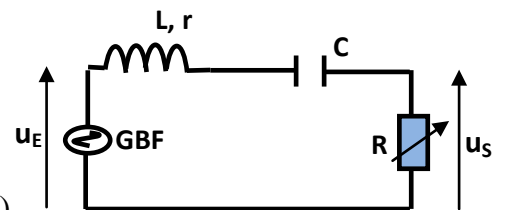


Figure 1

La tension de sortie du filtre est notée : $u_s(t)=U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi_s)$.
Cependant, la tension d'entrée est notée $u_E(t)=U_{Em} \sin(2\pi Nt)$.

Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché aux bornes de ce filtre, permet de visualiser, simultanément, les tensions $u_E(t)$ et $u_s(t)$.

Pour les fréquences N_1 et N_2 de N , on obtient, respectivement les chronogrammes des figures 2 et 3.

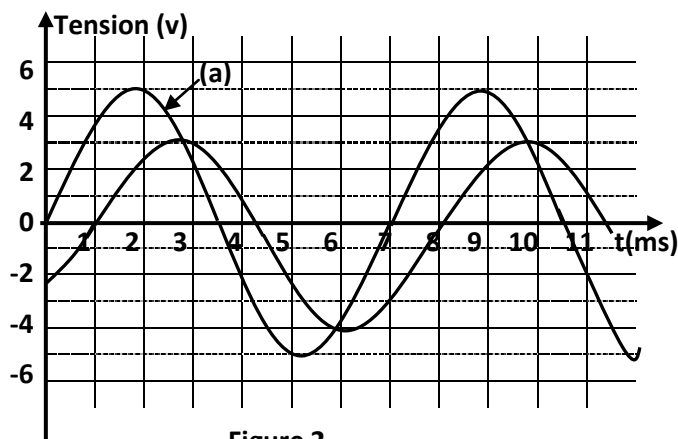


Figure 2

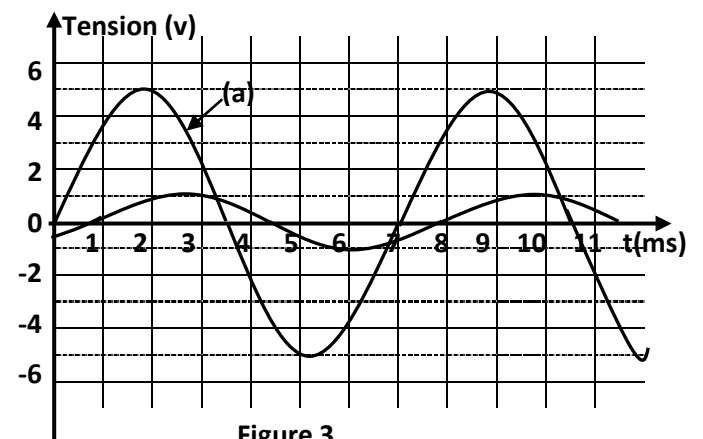


Figure 3

- Définir un filtre électrique.
- Déterminer, par exploitation des figures 2 et 3, les fréquences N_1 et N_2 du GBF.
- Justifier, pour les deux figures 2 et 3, que la courbe (a) correspond à la variation de $u_E(t)$.
- Préciser, en le justifiant, la nature de ce filtre (actif ou passif).

2. On rappelle que la transmittance d'un filtre est donnée par la relation : $T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}}$.
- Déterminer, pour la fréquence N_1 , la valeur de la transmittance T_1 de ce filtre.
 - Donner la relation entre la transmittance maximale T_0 et la transmittance T_1 pour que N_1 soit une fréquence de coupure.
 - Sachant que $T_0=0,90$; vérifier que N_1 est une fréquence de coupure de ce filtre.
3. Pour une fréquence N_0 de N , les tensions $u_E(t)$ et $u_S(t)$ sont en phase, avec une transmittance T qui atteint sa valeur maximale T_0 .
- Déterminer la valeur de la fréquence N_0 .
 - Montrer que l'expression de T_0 peut se mettre sous la forme : $T_0 = \frac{R}{R+r}$.
 - En déduire que la valeur de r est pratiquement égal à 20Ω .
4. Pour une fréquence N_3 inférieur à N_0 la transmittance T_3 est telle que $T_3=T_1$.
- Montrer que N_3 est aussi une fréquence de coupure.
 - Préciser, en le justifiant, la nature de ce filtre (passe-bas, passe- haut ou passe- bande).
 - En déduire la largeur de la bande passante ΔN de ce filtre. On donne $N_3=105$ Hz.
 - Calculer la valeur du facteur de qualité Q de ce filtre.

Exercice n°4

On considère le circuit de la figure 1 (en annexe) comportant un résistor de résistance R réglable, une bobine d'inductance L et de résistance r négligeable, un condensateur de capacité C et un générateur GBF délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ de fréquence N réglable. La tension efficace du GBF est fixée à la valeur $U_1=4V$ et la résistance du résistor est réglée à la valeur $R=450 \Omega$.

On fait varier la fréquence N du GBF est on mesure à l'aide d'un voltmètre la tension efficace U_R aux bornes du résistor correspondante. Les mesures réalisées permettent de tracer la courbe $U_R=f(N)$ donnée par la figure 3 en annexe. Une zone de cette partie est agrandie sur la figure 4.

On rappelle que la fréquence propre du circuit $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; Le facteur de qualité $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{1}{R_t} \sqrt{\frac{L}{C}}$ avec ΔN la largeur de la bande passante et R_t la résistance totale du circuit électrique.

- Déterminer graphiquement la valeur de la fréquence propre du circuit N_0 du circuit.
 - En déduire la valeur du produit LC .
2. Le circuit étudié constitue un filtre électrique. Les tensions $u(t)$ et $u_R(t)$ sont respectivement, la tension d'entrée et la tension de sortie du filtre.
- En exploitant la figure 3, indiquer la nature de ce filtre (passe bas, passe haut, passe bande).
 - Déterminer, graphiquement, la (ou les) fréquence(s) de coupure(s) du filtre. En déduire la largeur de la bande passante ΔN .
 - Calculer la valeur du facteur de qualité Q . En déduire la valeur du quotient $\frac{L}{C}$.
3. Déduire, des calculs précédents, la valeur de L et la valeur de C .
4. Sans changer les autres composants du circuit, on règle la valeur de la résistance du résistor à une valeur $R_3 > R_2$. Indiquer, si les grandeurs suivantes sont modifiées ou non :
- la fréquence propre N_0 .
 - la largeur de la bande passante ΔN .

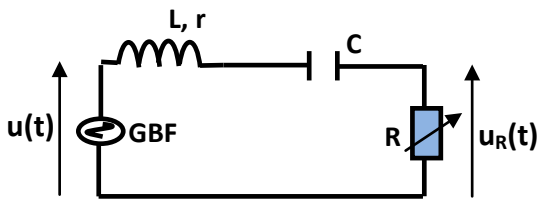


Figure 1

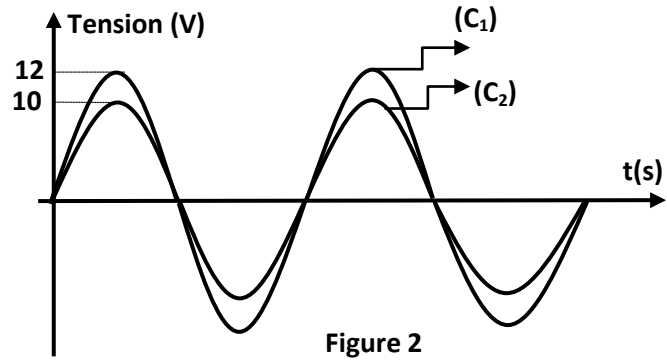


Figure 2

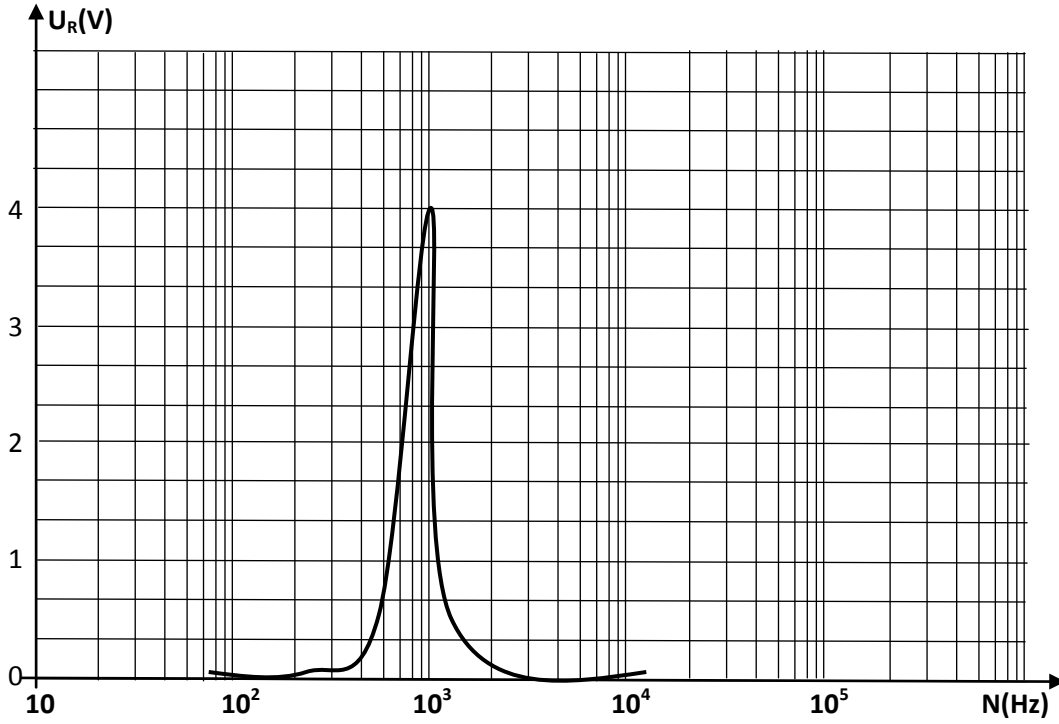


Figure 3

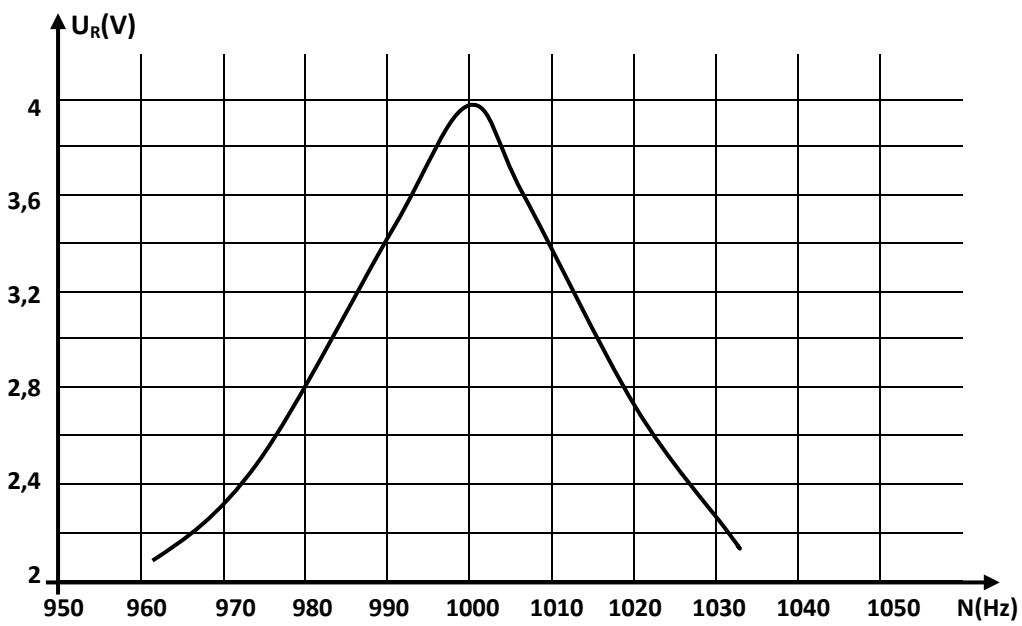


Figure 4

Exercice n°5 :

A l'entrée du filtre (F) schématisé ci-contre, on applique une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$ de valeur maximale U_{Em} constante, et de fréquence N réglable.

La tension de sortie du filtre est $u_S(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt + \varphi)$.

A/ Etude théorique :

1) a- Définir un filtre électrique.

b- Indiquer la différence entre un filtre passe-bas et un filtre passe-haut.

2) La transmittance T du filtre ainsi réalisée est $T = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2}}}$

a- Montrer que le gain du filtre s'écrit : $G = -10 \log\left(1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2}\right)$.

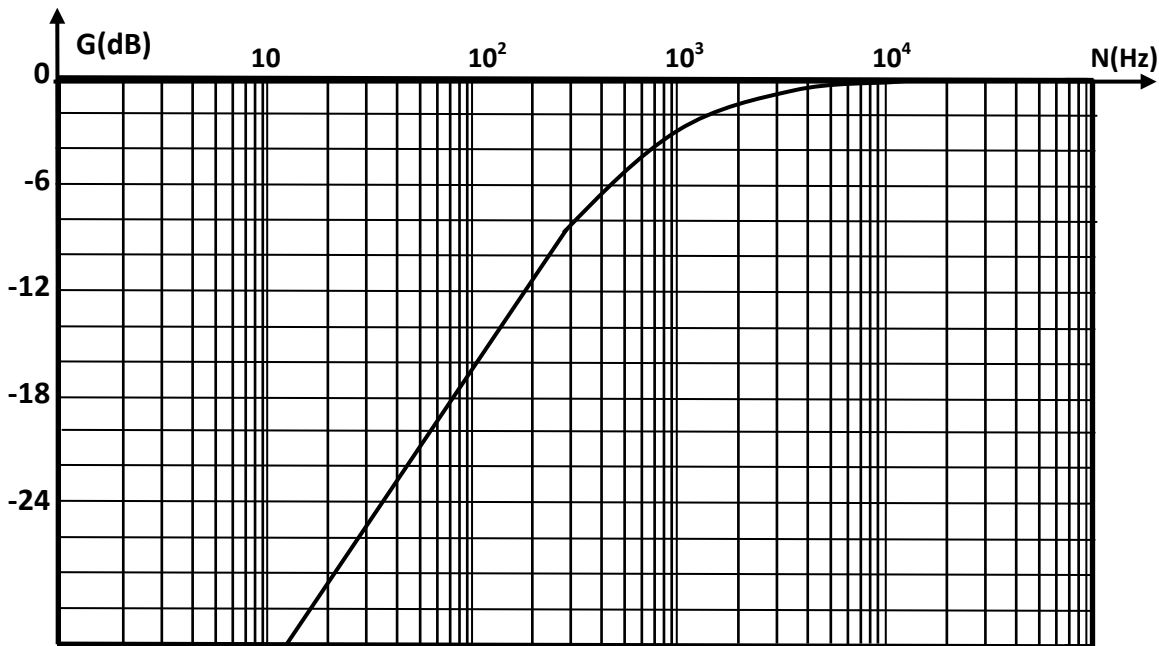
b- Montrer que la valeur maximale G_0 du gain du filtre est nulle ($G_0 = 0$ dB).

3) a- Quelle condition doit satisfaire le gain G pour que le filtre soit passant ?

b- Montrer que la fréquence de coupure du filtre est : $N_C = \frac{1}{2\pi RC}$

B/ Etude expérimentale :

Pour une tension maximale U_{Em} donnée, l'évolution du gain G du filtre en fonction de la fréquence N est donnée par le graphique ci-dessous :



1) a- Montrer que le filtre (F) est passif.

b- Déterminer graphiquement la valeur de sa fréquence de coupure N_c .

c- En déduire la bande passante du filtre. Ce filtre est-il passe-haut ou passe-bas ?

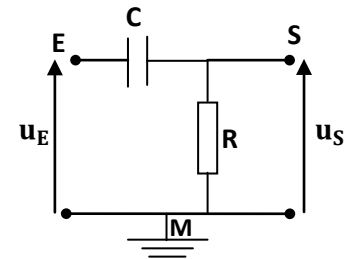
d- Déterminer la valeur de la capacité C . On donne $R = 500 \Omega$.

2) On applique à l'entrée du filtre, deux signaux (S_1) et (S_2) de fréquences respectives : $N_1 = 600$ Hz et $N_2 = 2000$ Hz.

a- Préciser, en le justifiant, lequel des deux signaux est transmis.

b- On garde le condensateur précédent de capacité C , et on remplace le conducteur ohmique de résistance R par un autre de résistance $R' = 2R$.

Justifier que les deux signaux (S_1) et (S_2) sont transmis.



Filtre (F)