



Durée : 5 heures



Speedrun Mode



Exercice 1:/ (Filtre RC)



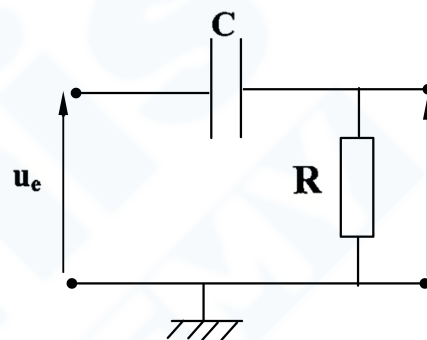
On applique à l'entrée d'un filtre, constitué d'un résistor de résistance $R = 300\Omega$ et d'un condensateur de capacité C inconnue, (Voir figure ci-contre), une tension sinusoïdale $u_e(t) = 4 \sin(2\pi Nt)$.



Le circuit est représenté sur la figure ci-contre. On cherche à étudier les caractéristiques de ce filtre et à déterminer ses paramètres.



Alors, après avoir fait le cours avec ton prof, et que tu es capable de répondre directement aux questions, Réponds de manière structurée et précise sur toutes ces questions:



- ①
 - a En appliquant la loi des mailles, déterminer l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension de sortie $u_s(t)$
 - b En déduire l'expression de la tension de sortie $u_s(t)$
- ②
 - a En utilisant la construction de Fresnel, déterminer les expressions de la transmittance T et du gain G du filtre
 - b Montrer que :
 - i. Quelque soit la fréquence N de la tension d'entrée $u_e(t)$, la transmittance $T \leq 1$ et $G \leq 0$
 - ii. Aux hautes fréquences (N tend vers l'infini), $T = 1$ et $G = 0$ dB
 - iii. Déduire la nature de ce filtre
 - c Déterminer l'expression du déphasage entre les deux tensions $u_e(t)$ et $u_s(t)$. Laquelle des deux grandeurs est toujours en avance de phase par rapport à l'autre
- ③
 - a Montrer que l'expression de la fréquence de coupure de ce filtre est $N_c = \frac{1}{2\pi RC}$
 - b Sachant que $N_c = 1180 \text{ Hz}$, calculer la valeur de la capacité C du condensateur
 - c En déduire la largeur de la bande passante de ce filtre

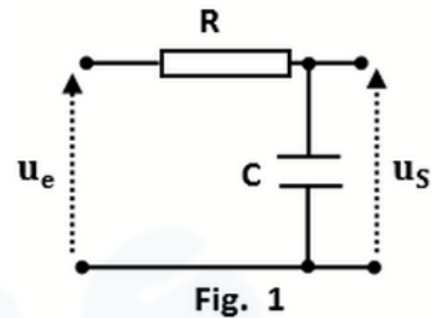
Exercice 2:/ (Filtre RC)



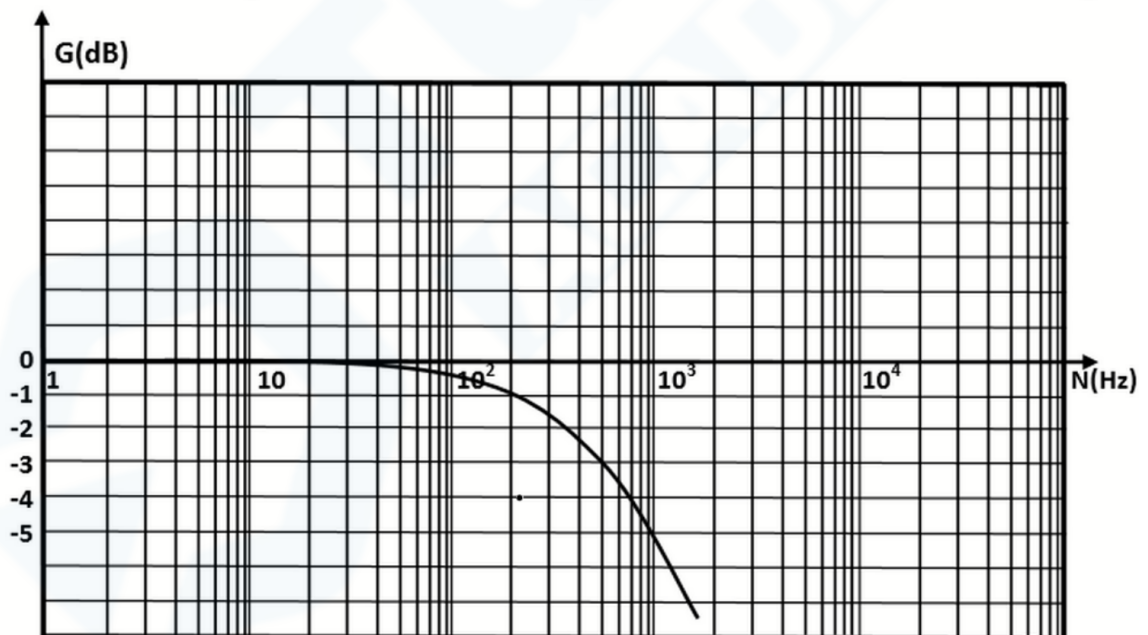
On considère un filtre électrique RC constitué d'un résistor de résistance R et d'un condensateur de capacité $C = 0.47\mu F$. Lorsqu'on applique à l'entrée du filtre une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable, on obtient à la sortie une tension $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi_s)$.



Le circuit RC est représenté sur la figure ci-contre. Il est composé d'un résistor et d'un condensateur montés en série.



- 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 $u_E(t) = 9 \sin(800\pi t)$
 - i. Indiquer, en justifiant, si cette tension sera transmise ou non



ii. Si oui, calculer la valeur maximale U_{Sm} de la tension transmise

- 3 a Établir 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.



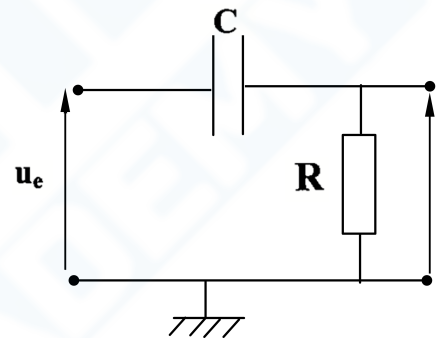
Exercice 3:/ (Filtre RC)



À 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 $u_S(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt + \varphi)$.



Le filtre (F) est constitué d'un condensateur C et d'une résistance R montés en dérivation, avec une mise à la masse au point M comme indiqué sur la figure ci-contre. (même figure que l'exercice 1 de cette magazine)



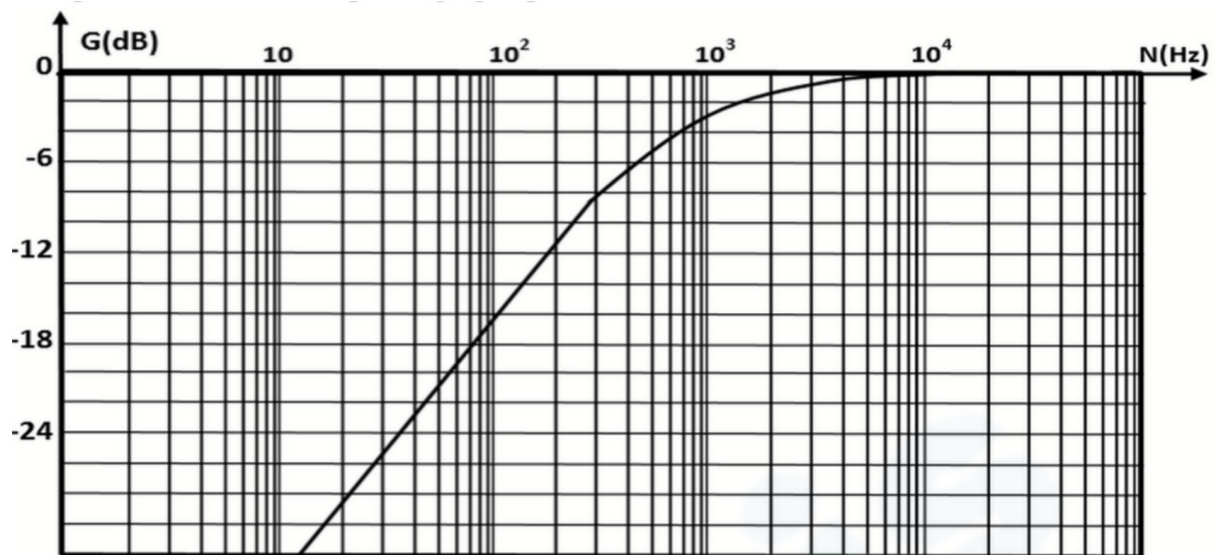
A/ Étude théorique :

- 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 : $G = -10 \log(1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2})$
- b Montrer que la valeur maximale G_0 du gain du filtre est nulle ($G_0 = 0dB$)
- 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/ Étude 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 **passé-haut** ou **passé-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

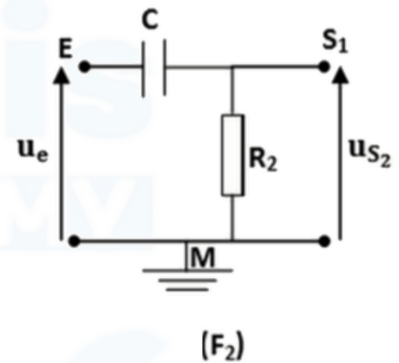
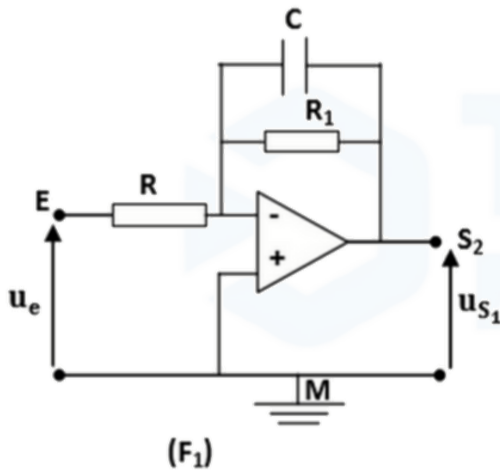
Exercice 4:/ (Filtres RC)



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 deux montages sont représentés ci-dessous. Le filtre (F_1) utilise un amplificateur opérationnel tandis que le filtre (F_2) est un montage **passif**.



Les tensions de sorties $u_{S1}(t)$ et $u_{S2}(t)$ des filtres (F_1) et (F_2) sont sinusoïdales de même fréquence N que $u_e(t)$ et d'amplitude respective U_{S1m} et U_{S2m} .
Les gains des filtres (F_1) et (F_2) sont respectivement :

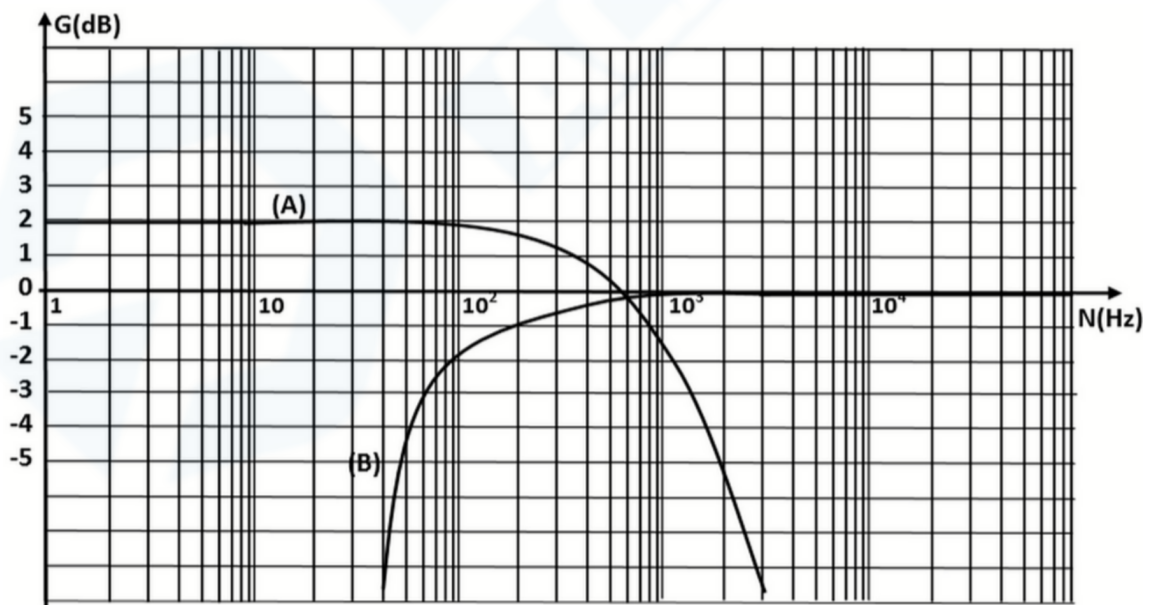
$$G_1 = 20 \log \frac{R_1}{R} - 10 \log[1 + (2\pi N R_1 C)^2]$$

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



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) ci-dessous :



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 (*passee bas*, *passee 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
- 4 Établir la condition que doit satisfaire les résistances R_1 , R_2 et R pour avoir à la fois la même valeur maximale de G_0 du gain et la même fréquence de coupure N_C



Exercice 5:/ (Filtre RLC)



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 $C = \mu F$, d'une bobine d'inductance $L = 0,8 H$ et de résistance r , et d'un conducteur ohmique de résistance $R = 200 \Omega$ (voir 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 $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$.



Le circuit représenté est un filtre RLC série alimenté par un **GBF**. Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché aux bornes de ce filtre, permet de visualiser, simultanément, les tensions $u_E(t)$ et $u_s(t)$.

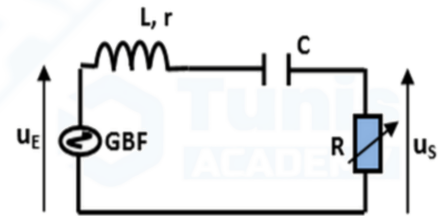


Figure 1

Pour les fréquences N_1 et N_2 de N , on obtient, respectivement les chronogrammes des figures ci-dessous :

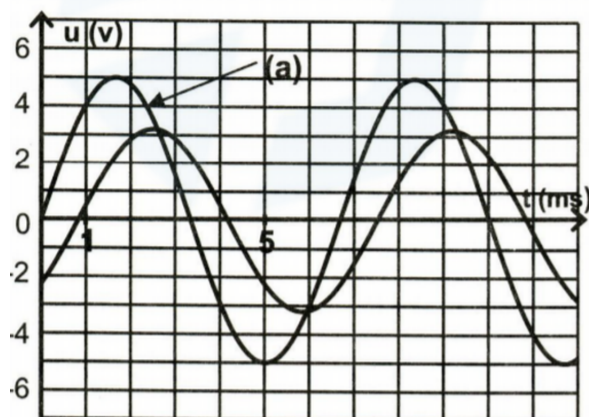


Figure 2

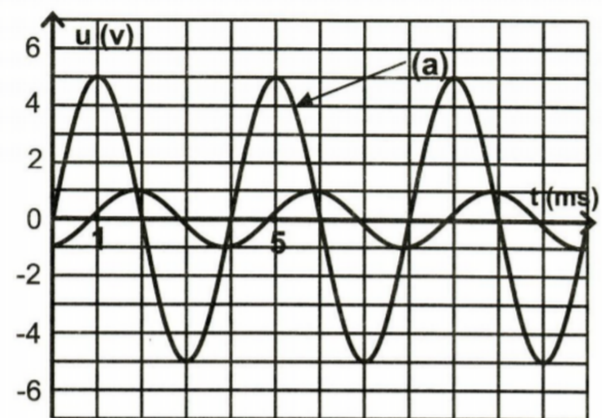


Figure 3



- 1
 - a Définir un filtre électrique
 - b Déterminer, par exploitation des *figures 2* et *3*, les fréquences N_1 et N_2 du GBF
 - c Justifier, pour les deux *figures 2* et *3*, que la courbe (a) correspond à la variation de $u_E(t)$
 - d 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 : $T = \frac{U_{sm}}{U_{Em}}$
 - a Déterminer, pour la fréquence N_1 , la valeur de la transmittance T_1 de ce filtre
 - b Donner la relation entre la transmittance maximale T_0 et la transmittance T_1 pour que N_1 soit une fréquence de coupure
 - c 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
 - a Déterminer la valeur de la fréquence N_0
 - b Montrer que l'expression de T_0 peut se mettre sous la forme : $T_0 = \frac{R}{R+r}$
 - c 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 $T_3 = T_1$
 - a Montrer que N_3 est aussi une fréquence de coupure
 - b Préciser, en le justifiant, la nature de ce filtre (*pas-se-bas, pas-se-haut ou pas-se-bande*)
 - c En déduire la largeur de la bande passante ΔN de ce filtre. On donne $N_3 = 105 \text{ Hz}$
 - d Calculer la valeur du facteur de qualité Q de ce filtre



Exercice 6:/ (Filtre RLC)



On considère le circuit de la figure 1 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.



i Le circuit étudié est un filtre RLC série dont 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 et on mesure à l'aide d'un voltmètre la tension efficace U_R aux bornes du résistor correspondante.



Figure 1

S Les mesures réalisées permettent de tracer la courbe $U_R = f(N)$ donnée par la figure ci-dessous. Une zone de cette partie est agrandie sur la **Figure 4**

(Voir l'Annexe dans la page Suivante).

i 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.

- 1
 - a Déterminer graphiquement la valeur de la fréquence propre du circuit N_0 du circuit
 - b 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
 - a En exploitant la **figure 3**, indiquer la nature de ce filtre (passe bas, passe haut, passe bande)
 - b Déterminer, graphiquement, la (ou les) fréquence(s) de coupure(s) du filtre. En déduire la largeur de la bande passante ΔN
 - c 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

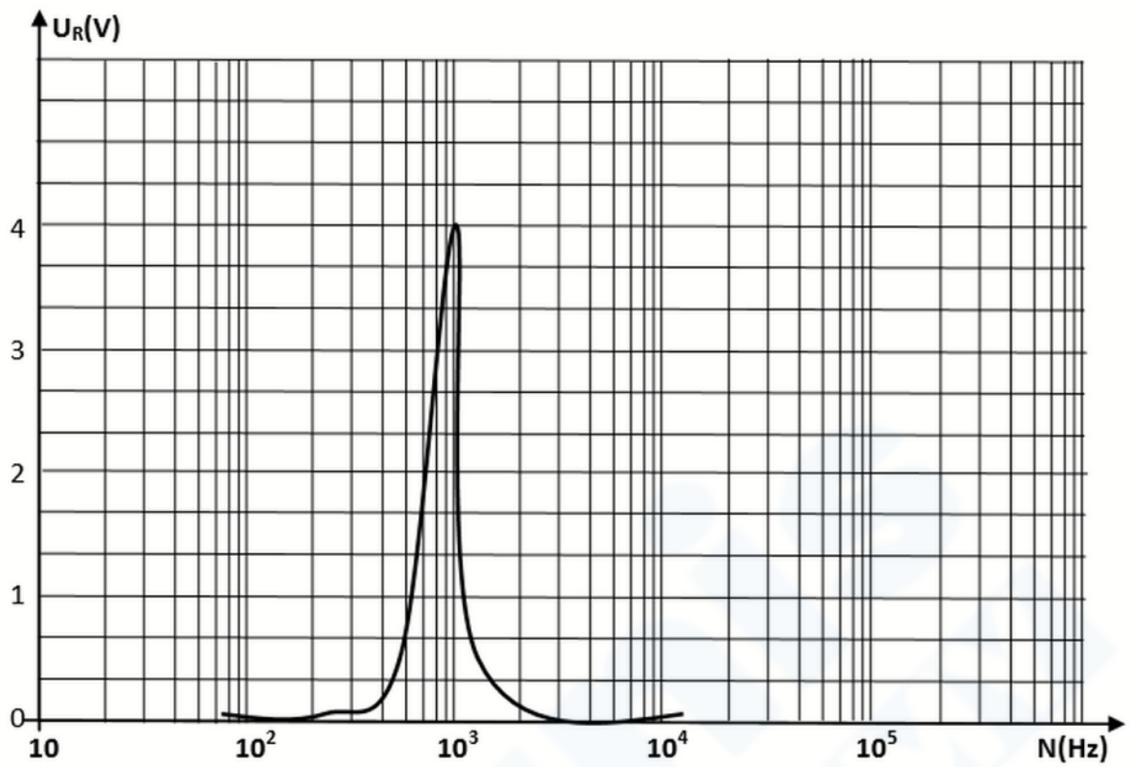


Figure 3

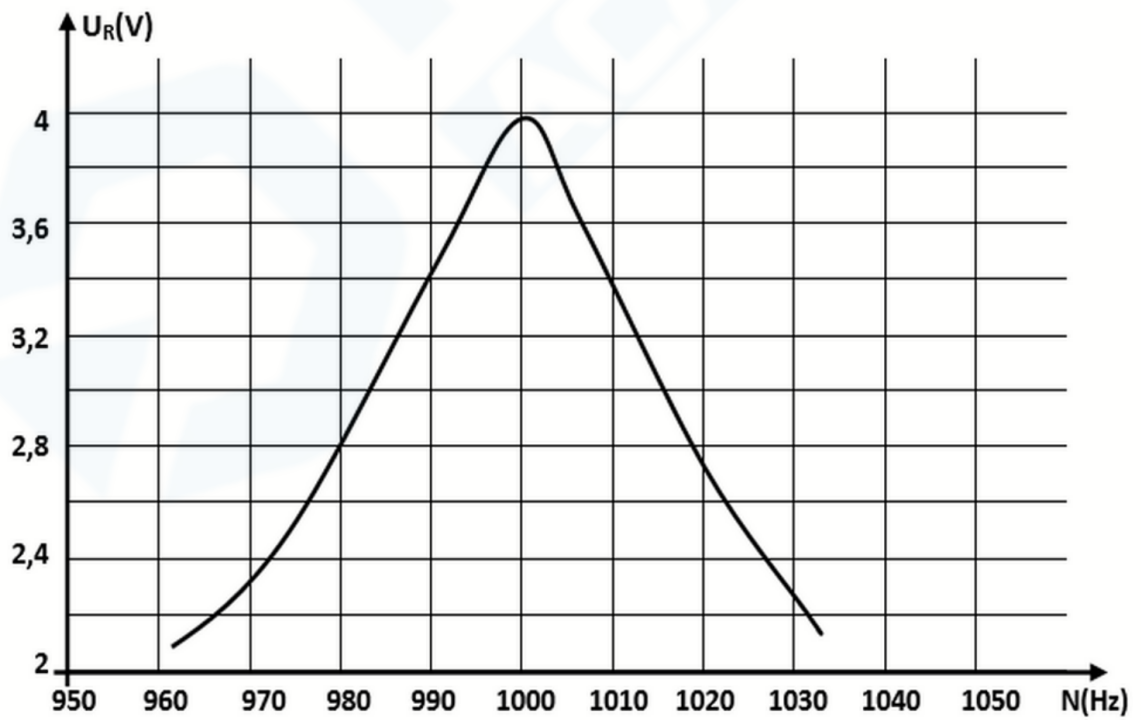


Figure 4



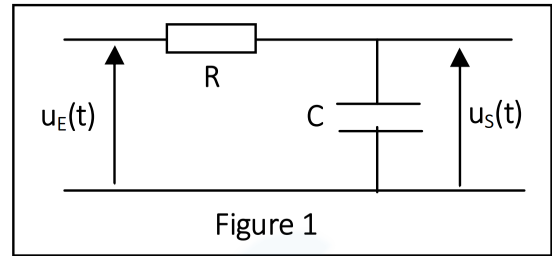
Exercice 7:/ (Problème)



Le montage du filtre électrique (F), schématisé par la **figure 1** est constitué d'un conducteur ohmique, de résistance $R = 150\Omega$, et d'un condensateur de capacité C . Un générateur basse fréquence, délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude constante $U_{Em} = 4V$ et de fréquence N réglable, alimente l'entrée du filtre (F).



Les tensions d'entrée et de sortie sont respectivement : $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$ et $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi)$.



1 Définir un filtre électrique

2 a Montrer que la transmittance T de ce filtre s'écrit : $T = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi NRC)^2}}$

b Préciser le comportement du filtre (F) pour les faibles et pour les hautes fréquences

c En déduire sa nature (passe-bas, passe-haut ou passe-bande)

d Le filtre (F) permet-il d'amplifier la tension d'entrée ? Justifier

3 a Donner l'expression du gain G du filtre

b Donner la condition que doit satisfaire le gain G pour que le filtre soit passant

c En déduire l'expression de la fréquence de coupure N_C du filtre

4 Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe d'évolution du gain G en fonction de la fréquence N (Voir **figure 2**)

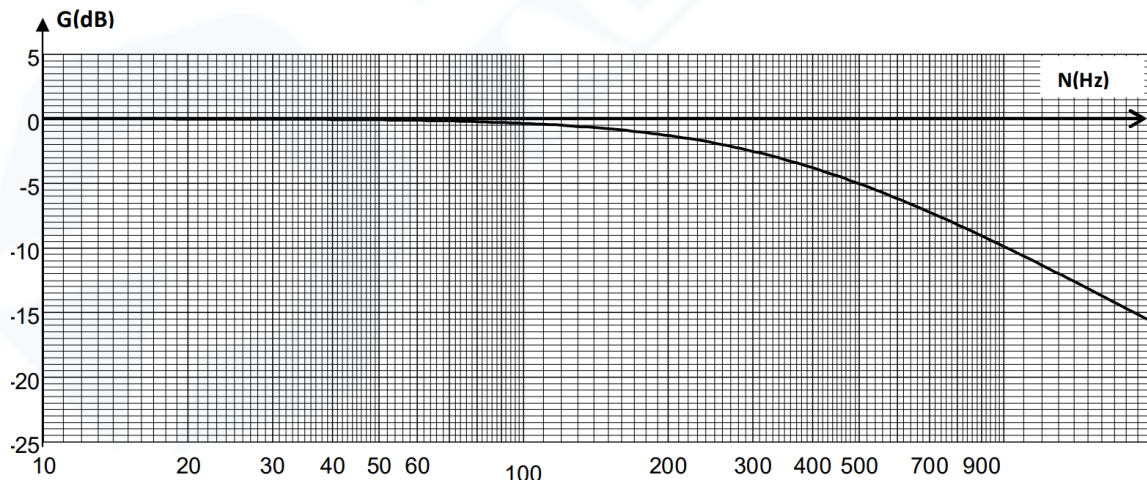


Figure 2

a Déterminer graphiquement la valeur de N_C

b En déduire la valeur de la capacité C du condensateur

c Pour $N = N_C$, préciser l'indication d'un voltmètre branché à la sortie du filtre (F)



5 À l'entrée du filtre (F), on applique un signal (S) de fréquence $N = 3000$ Hz

- a Vérifier que ce signal n'est pas transmis par le filtre
- b Sans faire varier les valeurs de R et de C , préciser la modification qu'il faudrait apporter au filtre représenté par la figure 1 pour que (S) soit transmis. Justifier la réponse

Partie B :

i On réalise le montage du filtre électrique schématisé par la figure 3 et constitué de deux conducteurs ohmiques de résistances respectives R_1 et R_2 , d'un amplificateur opérationnel supposé idéal et d'un condensateur de capacité C .

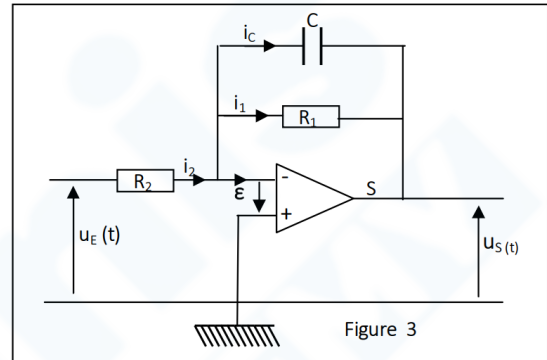
Une tension électrique sinusoïdale

$$u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$$

, d'amplitude constante et de fréquence N réglable est appliquée à l'entrée du filtre.

i La tension de sortie est

$$u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi)$$



1 Justifier qu'il s'agit d'un *filtre actif*

2 a Établir l'équation différentielle reliant $u_S(t)$ à $u_E(t)$

b Faire la construction de Fresnel correspondante

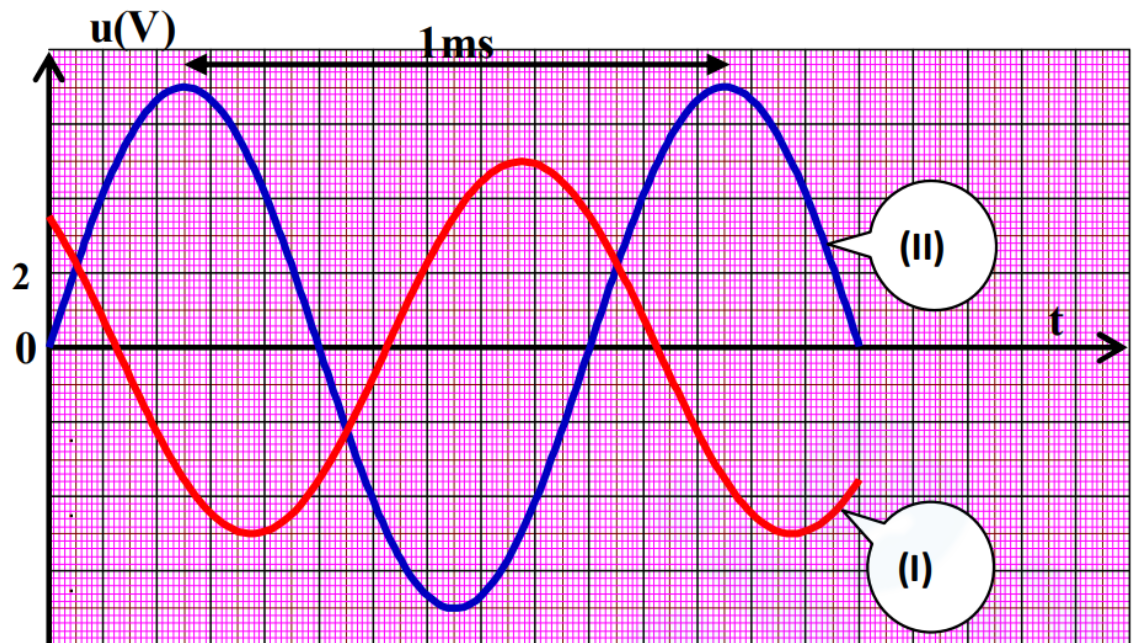
c Montrer que la transmittance T de ce filtre a pour expression : $T = \frac{T_0}{\sqrt{1 + (2\pi N R_1 C)^2}}$ avec $T_0 = \frac{R_1}{R_2}$

d Préciser le comportement de ce filtre pour les faibles et les hautes fréquences

e En déduire la nature du filtre (passe-bas ou passe-haut)

f Déterminer l'expression de sa fréquence de coupure N_C

3 Pour une fréquence N_1 de la tension d'entrée et pour $R_2 = R_1$, les variations des tensions $u_E(t)$ et $u_S(t)$ au cours du temps sont données par les courbes (I) et (II) de la *figure 4* dans la page qui suit.



- Justifier que la courbe (I) correspond à $u_S(t)$
- Déterminer la valeur de la fréquence N_1 et montrer qu'elle correspond à la fréquence de coupure N_C du filtre (on prendra $\sqrt{2} \approx 1,4$)
- Calculer la valeur de la capacité C du condensateur. On donne $R_1 = R_2 = 320\Omega$