Exercice n°1

Le filtre électrique schématisé sur **la figure 4**, est constitué d'un condensateur de capacité C, de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 et d'un amplificateur opérationnel supposé idéal.

À l'entrée de ce filtre, on applique une tension alternative sinusoïdale $u_E(t)$, d'amplitude U_{Emax} constante et de fréquence N réglable. À la sortie, on recueille une tension $u_S(t)$, également sinusoïdale, de même fréquence N que la tension d'entrée et d'amplitude $U_{Smax} = \frac{R_1}{R_2}\frac{U_{Emax}}{\sqrt{1+(2\pi NR_1C)^2}}$.

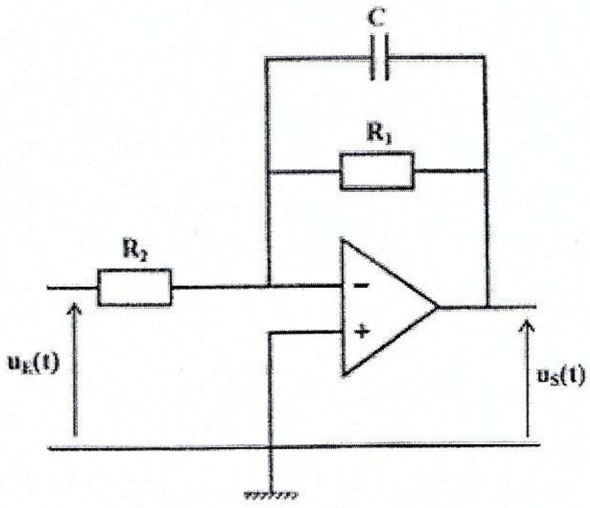

figure 4

1- a- Définir un filtre électrique.
   b- Justifier que ce filtre est linéaire.
   c- Préciser, en le justifiant, si le filtre étudié est actif ou passif.
   d- Par exploitation de l'expression de U_{Smax}, indiquer la nature (passe-bas ou passe-haut) de ce filtre.

2- a- Montrer que le gain G de ce filtre s'exprime par: $G = G_0 - 10\log\left[1+(2\pi NR_1C)^2\right]$; où G_0 est la valeur maximale de G que l'on exprimera en fonction de R_1 et R_2.
   On rappelle que $G = 20\log T$; où T désigne la transmittance du filtre étudié.
   b- Rappeler la condition sur G, pour qu'un filtre électrique soit passant.
   c- En déduire l'expression de la fréquence de coupure N_C de ce filtre.

3- Le suivi expérimental de l'évolution du gain G de ce filtre pour quelques valeurs de la fréquence N de la tension d'entrée, fournit les résultats consignés dans le tableau suivant:

N(Hz)	20	50	100	200	400	700	900	1000	3000	9000
G(dB)	6,0	6,0	6,0	5,8	5,2	4,0	3,0	2,5	-5,0	-14,0

   a- Relever du tableau la valeur de G_0. En déduire celle de N_C.
   b- Déterminer alors les valeurs de R_2 et C. On donne $R_1 = 150\ \Omega$.

Exercice n°2

Le filtre électrique schématisé dans la **figure 7**, est constitué de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2, d'un amplificateur opérationnel supposé idéal et d'un condensateur de capacité C. On applique, à l'entrée de ce filtre, une tension électrique $u_E(t)=U_{Em}\sin(2\pi Nt)$ d'amplitude U_{Em} constante et de fréquence N réglable.

1- Dire, en le justifiant, si le filtre étudié est actif ou passif.

2- La tension de sortie de ce filtre est de la forme : $u_S(t)=U_{Sm}\sin(2\pi Nt+\varphi)$, avec

$$U_{Sm}=\frac{R_1\,U_{Em}}{R_2\sqrt{1+(2\pi NR_1C)^2}}.$$

a- Monter que la transmittance T du filtre s'exprime par : $T = \dfrac{T_0}{\sqrt{1+(2\pi N R_1 C)^2}}$, où T_0 est la transmittance maximale du filtre.

b- Préciser le comportement du filtre pour les faibles et les hautes fréquences. En déduire sa nature (passe-bas, passe-haut ou passe-bande).

c- Rappeler la condition sur T, pour qu'un filtre électrique soit passant.

d- En déduire l'expression de la fréquence de coupure N_C du filtre étudié.

3- L'étude de l'évolution de la transmittance T du filtre en fonction de la fréquence N de la tension d'entrée, fournit la courbe de la **figure 8**.

a- Déterminer graphiquement, la valeur de T_0 et la valeur de N_C. On prendra : $\dfrac{\sqrt{2}}{2} = 0,7$.

b- En déduire la valeur de R_2 et la valeur de C. On donne $R_1 = 320\ \Omega$.

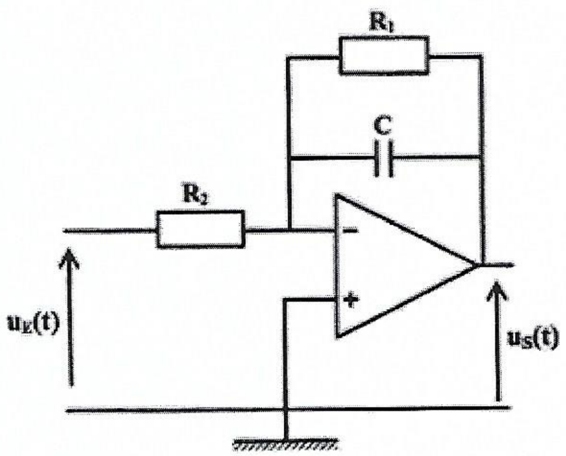

figure 7

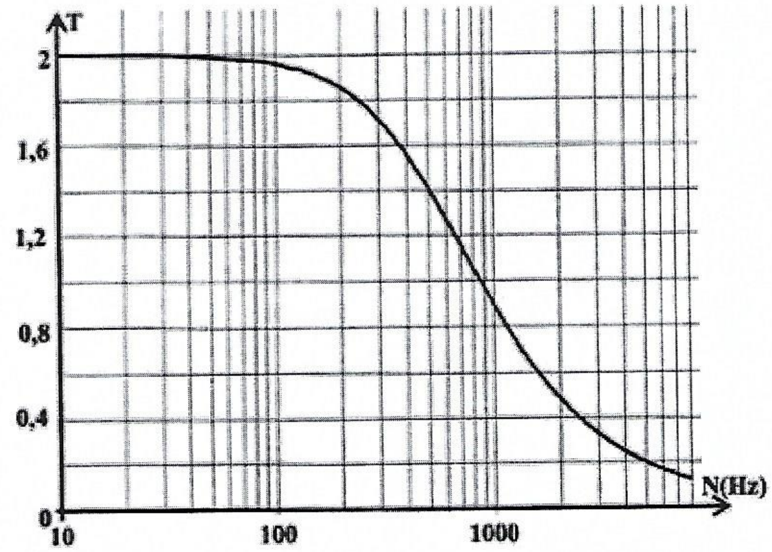

figure 8

Exercice n°3

A l'aide d'un amplificateur opérationnel supposé idéal, de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 et d'un condensateur de capacité C, on réalise le filtre électrique schématisé sur la **figure** 4.

Le signal d'entrée du filtre est une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi N t)$, de fréquence N réglable et d'amplitude U_{Em} constante. Sa tension de sortie est $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi N t + \varphi)$.

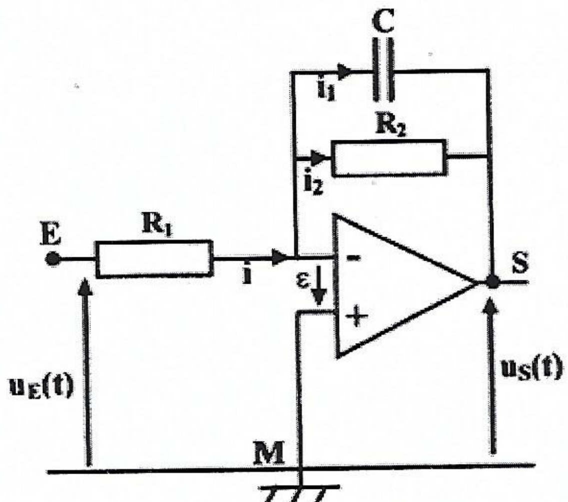

Fig.4

I-1-a- Donner la relation entre les intensités des courants **i**, i_1 et i_2.

b- Exprimer : - l'intensité **i** en fonction de u_E et R_1,

- l'intensité i_2 en fonction de u_S et R_2.

c- Montrer que $i_1 = -C\dfrac{du_S}{dt}$.

d- En déduire que l'équation différentielle relative à l'évolution de $u_S(t)$ est de la forme :

$$\frac{R_1}{R_2}u_S(t) + R_1C\frac{du_S(t)}{dt} = -u_E(t)$$

2- a- Faire la construction de Fresnel, en tensions maximales, relative à cette équation différentielle.

b- En déduire que la transmittance T du filtre a pour expression :

$$T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}} = \frac{T_0}{\sqrt{1+(2\pi NR_2C)^2}}\ , \quad \text{avec } T_0 = \frac{R_2}{R_1}.$$

c- Préciser le comportement de ce filtre pour les basses et les hautes fréquences.

d- En déduire qu'il s'agit d'un filtre passe-bas.

e- Donner la condition sur la transmittance T pour que le filtre soit passant.

f- En déduire l'expression de la fréquence de coupure N_C du filtre.

II- L'évolution du gain G, du filtre précédent, en fonction de N est donnée par la courbe de la **figure 5**.

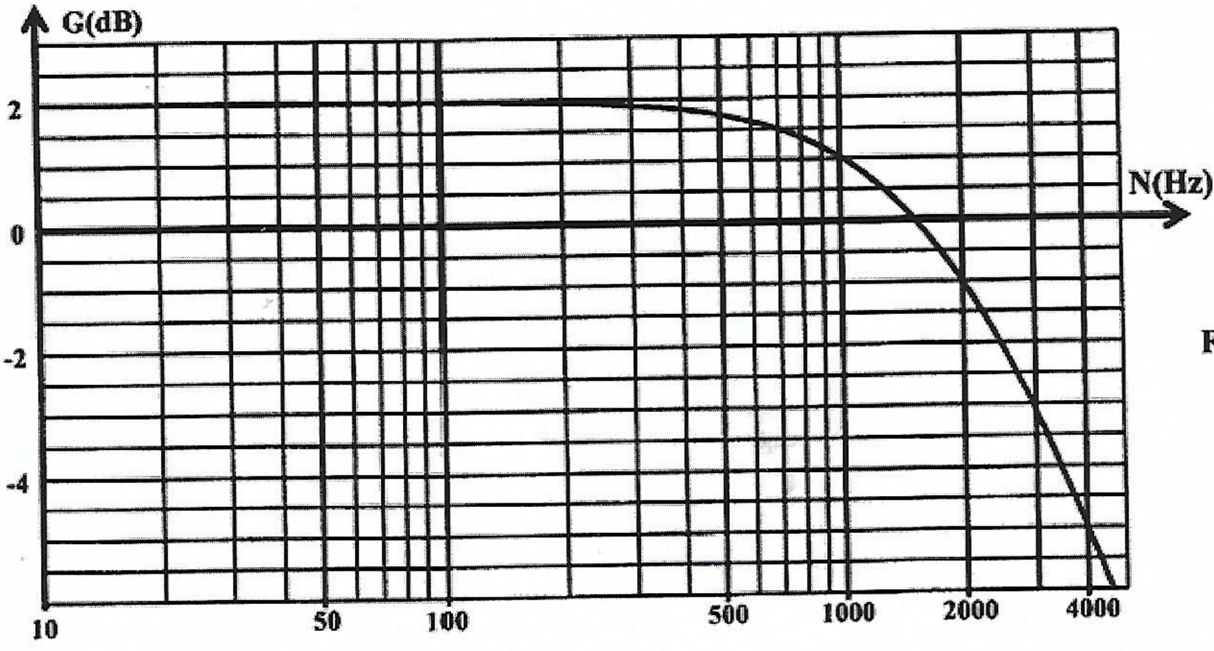

Fig.5

1- Justifier qu'il s'agit d'un filtre actif.

2- Déterminer, graphiquement, la valeur de la fréquence de coupure N_C du filtre.

3- En déduire la valeur de R_2 sachant que $C = 0{,}25\ \mu F$.

4- Exprimer le gain maximal G_0 du filtre en fonction de R_1 et R_2. En déduire la valeur de R_1.

5-a- Justifier que ce filtre est non passant pour un signal d'entrée (S) de fréquence $N_1 = 2400$ Hz.

b- Calculer la valeur maximale que peut prendre R_2 pour assurer la transmission du signal (S).