Exercice n°1

Le quadripôle schématisé sur la figure **2** est constitué d'un amplificateur opérationnel, supposé idéal et polarisé à **± 15 V**, de deux conducteurs ohmiques de résistances respectives R_1 et R_2 et d'un condensateur de capacité **C**. Les tensions d'entrée et de sortie de ce quadripôle sont notées, respectivement, $u_E(t)$ et $u_S(t)$. Avec un générateur basse fréquence, on applique à l'entrée du quadripôle une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em}\sin(2\pi Nt)$, d'amplitude constante U_{Em} et de fréquence **N** réglable.

La tension de sortie du quadripôle est : $u_S(t) = U_{Sm}\sin(2\pi Nt + \varphi_S)$.

A-1-Justifier qu'il s'agit d'un quadripôle linéaire.

2-Exprimer l'intensité du courant d'entrée i_1 :

a- en fonction de $u_E(t)$ et de R_1,

b- en fonction de C, R_2, $u_S(t)$ et $\frac{du_S(t)}{dt}$.

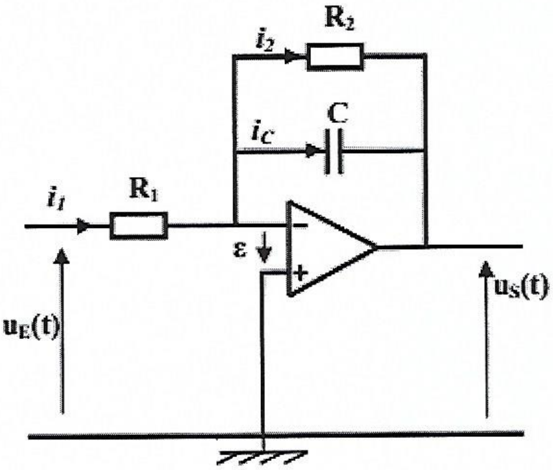

Fig 2

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

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

4- a- Etablir l'expression de la transmittance **T** de ce quadripôle et montrer que :

$$T=\frac{R_2}{R_1}\frac{1}{\sqrt{1+(2\pi NR_2C)^2}}.$$

b- Déterminer les limites de la transmittance **T**, pour les hautes et les basses fréquences.

c- En déduire qu'il s'agit d'un filtre électrique.

d- Préciser sa nature (passe-bas, passe-haut, passe-bande).

e- Déterminer l'expression de la fréquence de coupure N_c de ce filtre.

B- L'étude expérimentale de ce filtre, permet de tracer la courbe de réponse **G = f(N)** donnée par la figure **3**, avec **G** le gain du filtre et **N** la fréquence du signal d'entrée.

1- Par exploitation de la courbe de réponse **G = f(N)**, déterminer :

a- la valeur du gain maximal G_0 de ce filtre,

b- la fréquence de coupure N_c, en précisant la méthode utilisée,

c- la largeur de la bande passante de ce filtre.

2- Calculer la valeur de la capacité **C** du condensateur et la valeur de la résistance R_1 du conducteur ohmique, sachant que $R_2 = 220\ \Omega$.

3- On considère deux signaux électriques S_1 et S_2 de fréquences respectives, $N_1 = 300$ Hz et $N_2 = 900$ Hz.

a- Préciser, en le justifiant, le signal pour lequel le filtre en question est passant.

b- Proposer une méthode expérimentale permettant de rendre ce filtre passant pour les deux signaux électriques S_1 et S_2, tout en gardant la valeur de G_0 constante.

4- Tracer, sur le graphique de la figure 3 (**de la feuille annexe de la page 5/5 à rendre avec la copie**), l'allure de la courbe de réponse $G = f(N)$ de ce filtre lorsque N_2 devient sa fréquence de coupure.

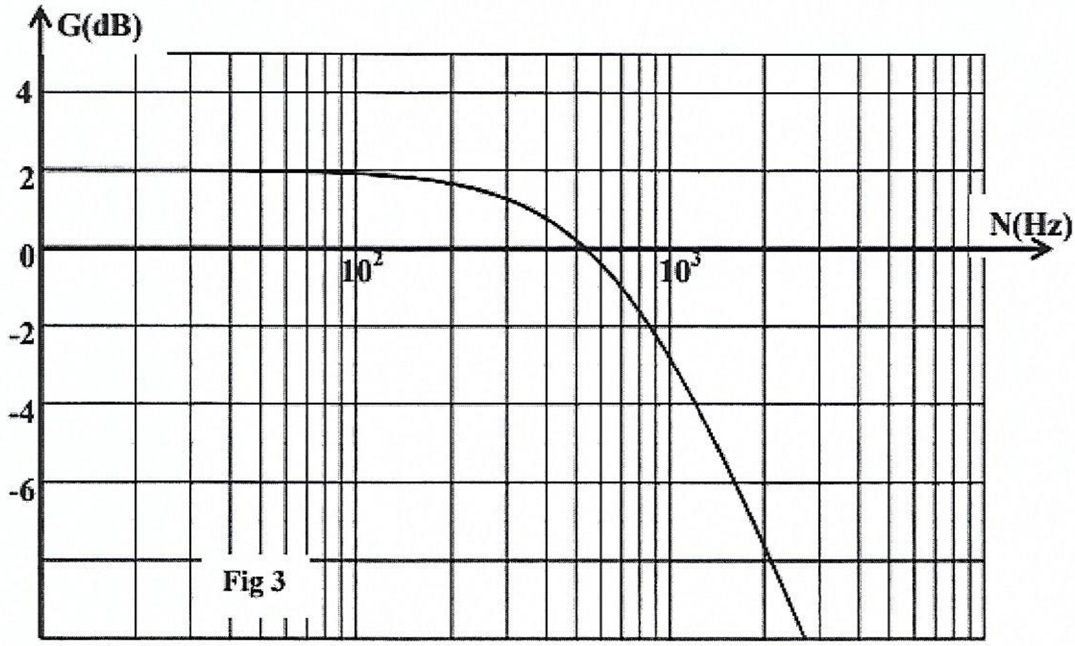

Fig 3

Exercice n°2

A l'aide d'un amplificateur opérationnel supposé idéal, et polarisé à ± 15 V, de deux condensateurs de même capacité **C = 0,47 µF** et de trois conducteurs ohmiques de résistances **R, R′** et **R″**, on réalise deux filtres électriques (F_1) et (F_2) schématisés respectivement sur les figures **2** et **3**. L'entrée de chacun de ces filtres est alimentée par un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale $u_e(t)$ d'amplitude constante U_{Em} et de fréquence **N** réglable.

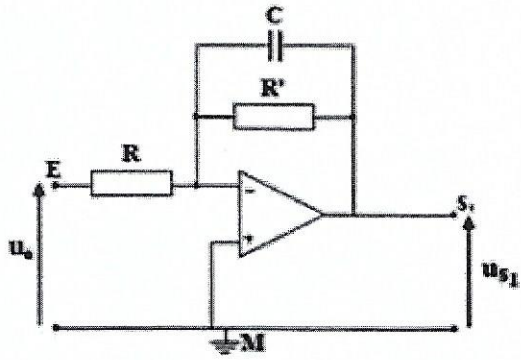

figure 2

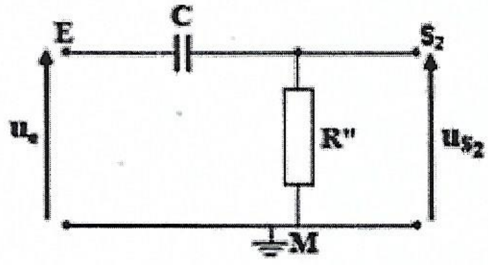

figure 3

Les tensions de sortie $u_{S_1}(t)$ et $u_{S_2}(t)$ de (F_1) et (F_2) sont sinusoïdales de même fréquence N que la tension d'entrée $u_e(t)$ et d'amplitudes respectives U_{S_1m} et U_{S_2m}.

On donne les expressions des gains G_1 et G_2 respectivement de (F_1) et (F_2) :

$$G_1 = 20\log\frac{R'}{R} - 10\log\left[1 + (2\pi NR'C)^2\right] \text{ et } G_2 = -10\log\left[1 + \frac{1}{(2\pi NR''C)^2}\right]$$

où **log** désigne le logarithme décimal.

Un filtre électrique est supposé passant lorsque son gain **G** satisfait la condition: $G \geq G_0 - 3dB$ avec G_0 son gain maximal.

1-Définir un filtre électrique.

2-Préciser, en le justifiant, s'il s'agit d'un filtre passif ou actif pour (F_1) et (F_2).

3-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 ($\mathscr{C}$) et ($\mathscr{C}'$) représentées sur la figure **4** de la page **5/5** (feuille annexe).

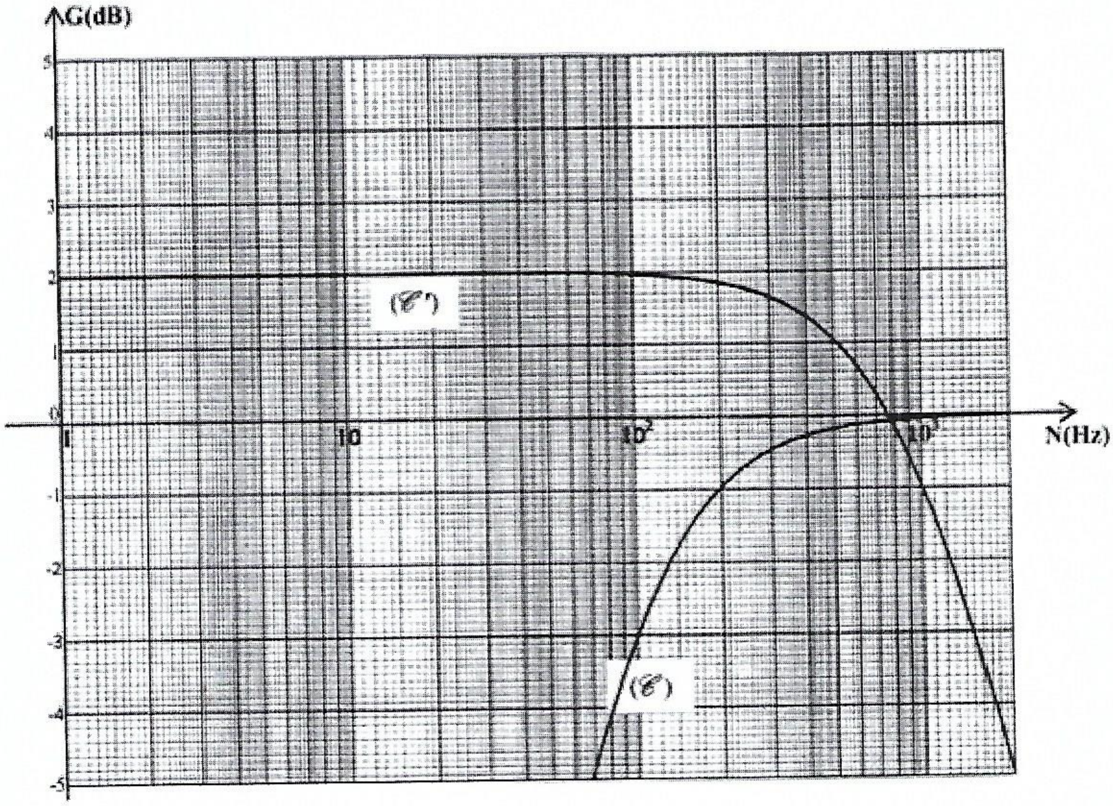

figure 4

En exploitant les courbes ($\mathscr{C}$) et ($\mathscr{C}'$) ainsi que les expressions de G_1 et G_2:

a-vérifier que la courbe ($\mathscr{C}$) correspond à l'évolution du gain G_2 du filtre (F_2) en fonction de la fréquence **N**;

b-déterminer les valeurs maximales G_{0_1} et G_{0_2} respectivement de G_1 et G_2;

c-identifier, en le justifiant, lequel des deux filtres (F_1) et (F_2) peut amplifier la tension électrique;

d-déterminer les fréquences de coupure N_{C1} et N_{C2}, respectivement, de (F_1) et (F_2);

e-préciser la nature (passe bas, passe bande, passe haut) de chacun des filtres;

f- hachurer, sur la figure **4** de la page **5/5** (feuille annexe), le domaine de fréquence pour lequel les deux filtres (F_1) et (F_2) soient passants pour une même fréquence.

4-a-Montrer que les fréquences de coupure N_{C1} et N_{C2}, respectivement, des filtres (F_1) et (F_2), ont pour expressions: $N_{C1} = \frac{1}{2\pi R'C}$ et $N_{C2} = \frac{1}{2\pi R''C}$.

b-Calculer les valeurs de **R**, **R′** et **R″**.

5-Etablir la condition que doit satisfaire les résistances **R**, **R′** et **R″**, pour avoir à la fois, la même valeur maximale G_0 du gain et la même fréquence de coupure N_C de (F_1) et (F_2).