Exercice

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

Les tensions d'entrée et de sortie sont respectivement :

$u_E(t) = U_{Emax} \sin(2\pi Nt)$ et $u_S(t) = U_{Smax} \sin(2\pi Nt + \varphi)$.

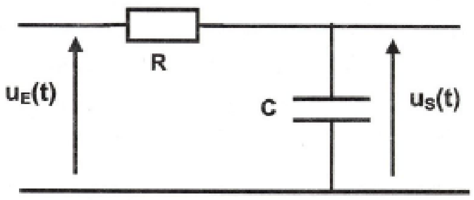


Figure 4

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

2) L'expression de la transmittance **T** de ce filtre s'écrit : $T = \dfrac{1}{\sqrt{1+(2\pi NRC)^2}}$

   a- Préciser le comportement du filtre **(F)** pour les faibles et pour les hautes fréquences.

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

3) a- Montrer que le gain **G** du filtre est donné par la relation suivante : $G = -10 \log [1 + (2\pi NRC)^2]$.
   On rappelle que $G = 20 \log T$.

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

   c- En déduire que la fréquence de coupure N_C du filtre est : $N_C = \dfrac{1}{2\pi RC}$

4) Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe d'évolution du gain **G** en fonction de la fréquence **N** (voir **Figure 5**).

   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)**.

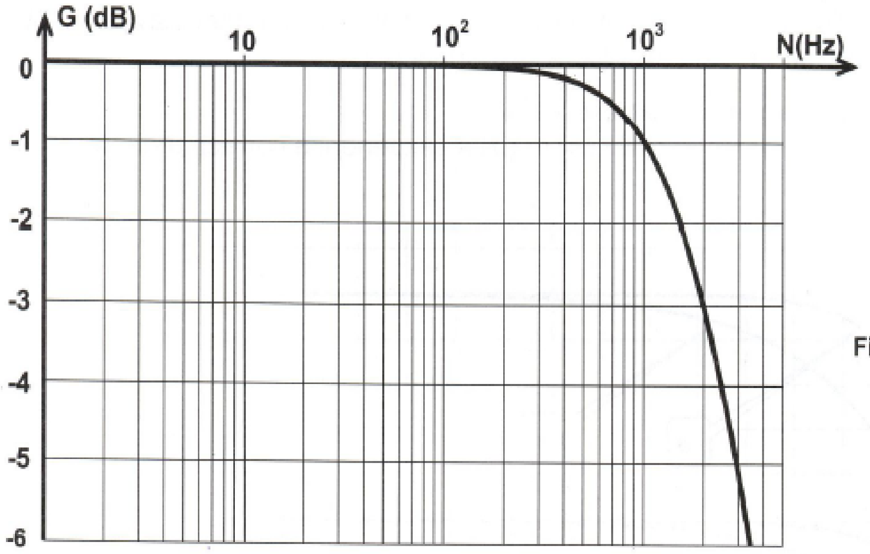


Figure 5

5) A 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 4** pour que **(S)** soit transmis. Justifier la réponse.

Exercice

A l'aide d'un condensateur de capacité **C** et d'un conducteur ohmique de résistance **R = 480 Ω**, on réalise un filtre électrique (**F**). L'entrée de ce filtre est alimentée par un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale **$u_E(t)$**, d'amplitude **U_{Emax}** constante et de fréquence N réglable. La tension de sortie **$u_S(t)$** de ce filtre est également sinusoïdale, de même fréquence N que la tension d'entrée et d'amplitude $U_{Smax} = \dfrac{U_{Emax}}{\sqrt{1+(2\pi NRC)^2}}$.

On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance $T = \dfrac{U_{Smax}}{U_{Emax}}$ vérifie la condition :

$T \geq \dfrac{T_0}{\sqrt{2}}$; où T_0 est la valeur maximale de T. On prendra $\dfrac{\sqrt{2}}{2} = 0,7$.

1- Définir un filtre électrique.

2- Préciser, en le justifiant, si le filtre réalisé est :
- passif ou actif ;
- passe bas, passe haut ou passe bande.

3- Schématiser le filtre (**F**) en précisant la tension d'entrée et la tension de sortie.

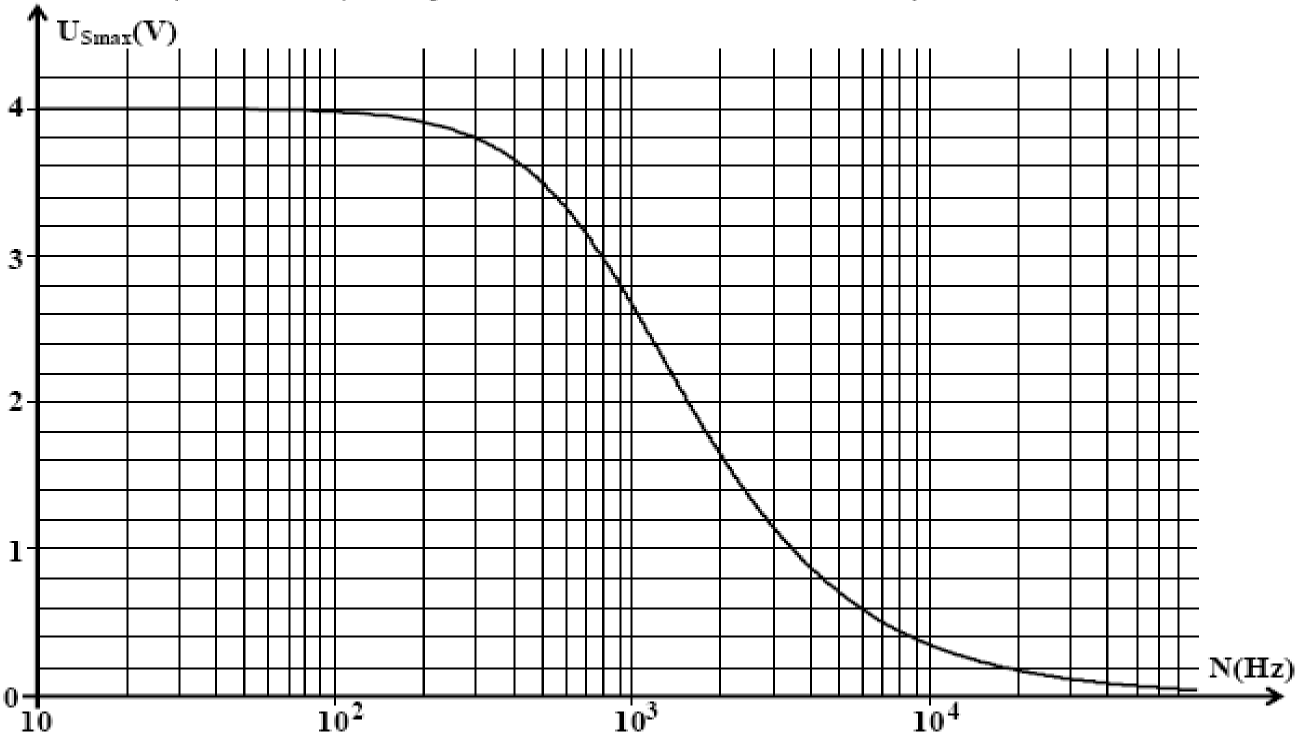
4- Etablir l'expression de la fréquence de coupure N_C de ce filtre.

5- La courbe traduisant l'évolution de l'amplitude U_{Smax} de la tension de sortie en fonction de la fréquence N de la tension d'entrée est donnée par la **figure 5 de l'annexe (page 5/5)**.

En exploitant cette courbe, déterminer :

a- la valeur de l'amplitude $U_{E_{max}}$ de la tension d'entrée ;

b- la fréquence de coupure N_C du filtre. En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.



Exercice

On considère le circuit représenté sur la figure 1, qui comporte :

- un générateur basses fréquences GBF qui délivre une tension sinusoïdale : $u_e(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N variable et d'amplitude $U_{Em} = 2$ V maintenue constante tout au long de l'expérience ;
- un conducteur ohmique de résistance **R** réglable ;
- un condensateur de capacité $\mathbf{C} = 10^{-6}$ F.

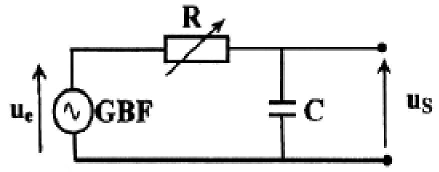


Figure 1

On fait varier la fréquence N du GBF et on mesure à chaque fois la valeur maximale U_{Sm} de la tension aux bornes du condensateur notée $\mathbf{u_s}(t)$. Les mesures permettent d'obtenir les courbes $\mathscr{C}_1$ et $\mathscr{C}_2$ de la figure 2 :

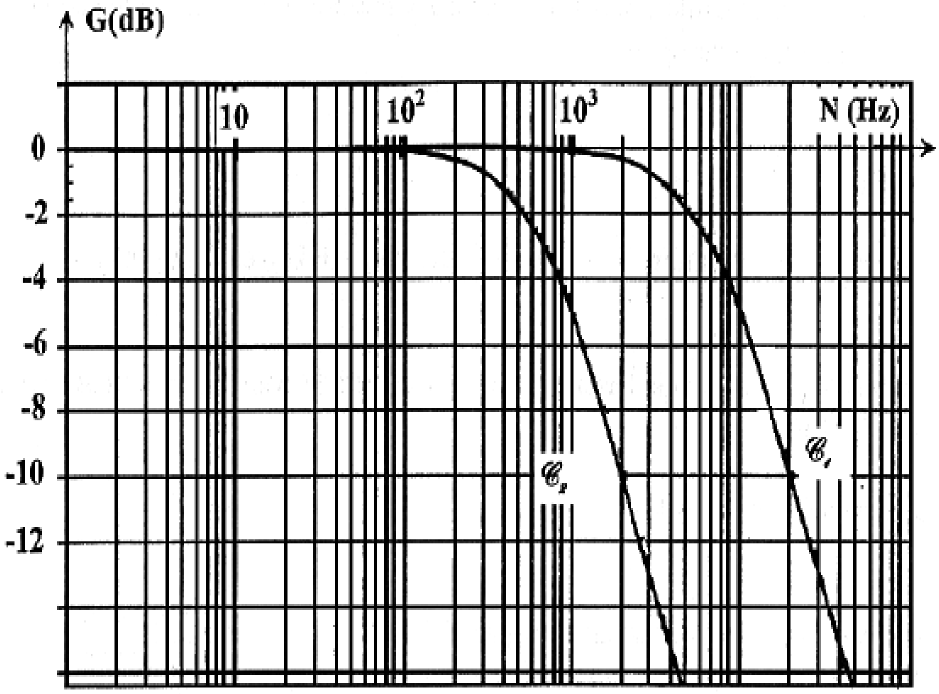


Figure 2

1- Rappeler l'expression du gain **G**(dB) en fonction de la transmittance $\mathbf{T} = \dfrac{U_{Sm}}{U_{Em}}$.

2- Déterminer à partir de la courbe $\mathscr{C}_1$:

a- la valeur maximale U_{Sm} de la tension aux bornes du condensateur pour **N** = 2 kHz ;

b- la fréquence de coupure N_c du filtre ;

c- l'intervalle de fréquences pour lequel le filtre est passant. En déduire la nature du filtre.

3- a- Etablir l'équation différentielle reliant la tension $\mathbf{u_s}(t)$ aux bornes du condensateur, sa dérivée première $\dfrac{du_s}{dt}$, $\mathbf{u_e}(t)$ et la constante de temps $\tau = RC$.

b- Par construction de Fresnel, établir l'expression de la transmittance **T** en fonction de **N** et τ.

c- Déduire l'expression du gain **G**(dB) en fonction de **N** et τ.

4- a- Etablir l'expression générale de la fréquence de coupure N_c du filtre à -3dB, en fonction de τ.

b- Déterminer à partir de la courbe $\mathscr{C}_2$ la valeur de la fréquence de coupure N'_c.

c- Déduire les valeurs des résistances R_1 et R_2 prises par R sachant que R_1 est inférieure à R_2.

Exercice

A- Avec un générateur de tension, supposé idéal, de fem **E**, un condensateur de capacité **C**, un conducteur ohmique de résistance **R** et un interrupteur **K**, on réalise le montage de la figure **2**.

A un instant t = 0, on ferme le circuit. L'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur est donnée par le chronogramme ($\mathscr{C}$) de la figure 3, avec (Δ) la tangente à la courbe ($\mathscr{C}$) pour t = 0.

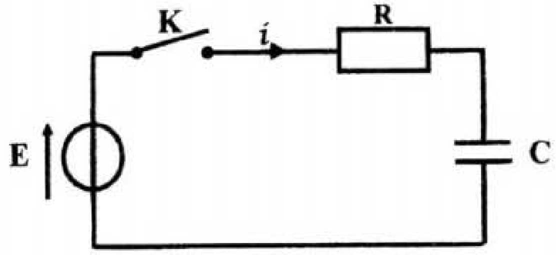


Fig. 2

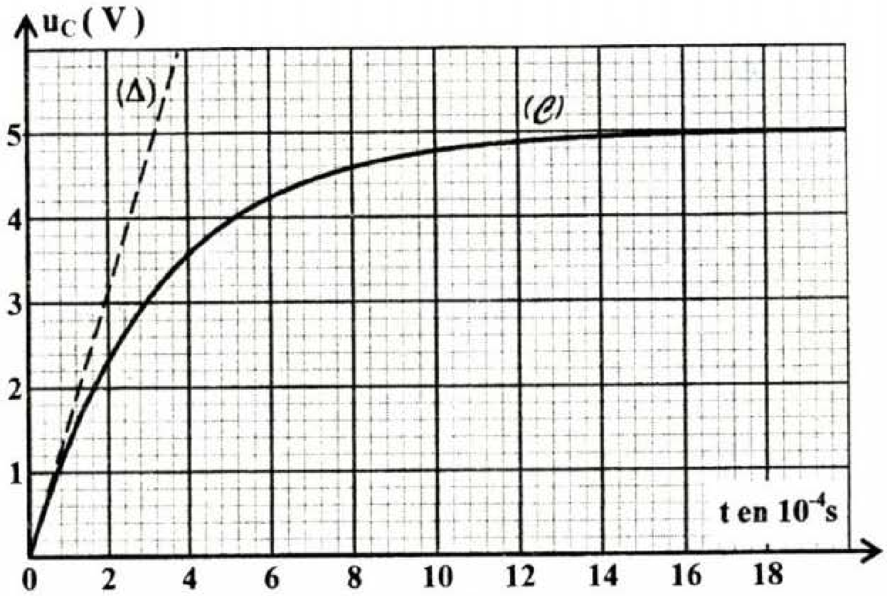


Fig. 3

1- Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de $u_C(t)$ s'écrit sous la forme :

$$\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_C(t) = \frac{E}{\tau} \quad \text{, avec} \quad \tau = RC.$$

2-a-Vérifier que $u_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est solution de cette équation différentielle pour une expression de **A** que l'on précisera.

b- Préciser ce que représente la constante de temps τ.

3-a-Déterminer, graphiquement, la valeur de τ.

b- En déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur sachant que **R= 260 Ω**.

c- Calculer la valeur de l'énergie emmagasinée par le condensateur à la fin de sa charge.

B- On considère les quadripôles schématisés par les figures **4a** et **4b**. Avec les dipôles **R** et **C** précédents, on réalise l'un des deux quadripôles donnés par les figures **4a** et **4b**, avec $u_E(t)$ la tension d'entrée et $u_S(t)$ la tension de sortie.

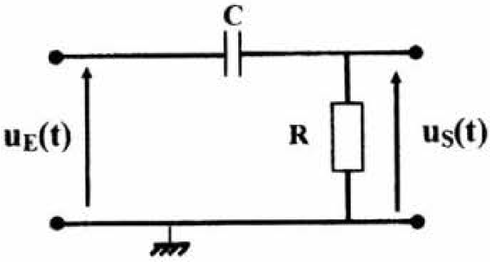


Fig. 4a

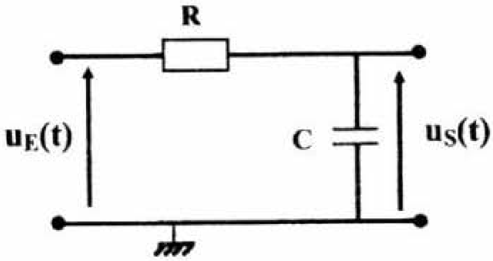


Fig. 4b

A l'aide d'un générateur basse fréquence, on applique à l'entrée du quadripôle réalisé une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$, de fréquence **N** réglable et d'amplitude constante. La tension de sortie est $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi)$. Pour deux valeurs différentes N_1 et N_2 de la fréquence **N**, on obtient, respectivement, les oscillogrammes donnés par les figures **5a** et **5b** et relatifs aux variations des tensions $u_E(t)$ et $u_S(t)$.

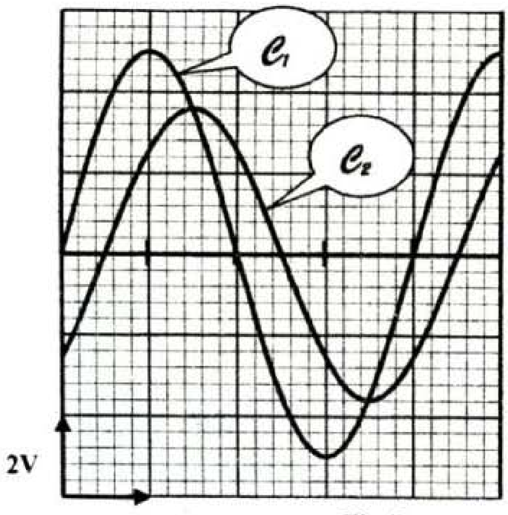


Fig.5a

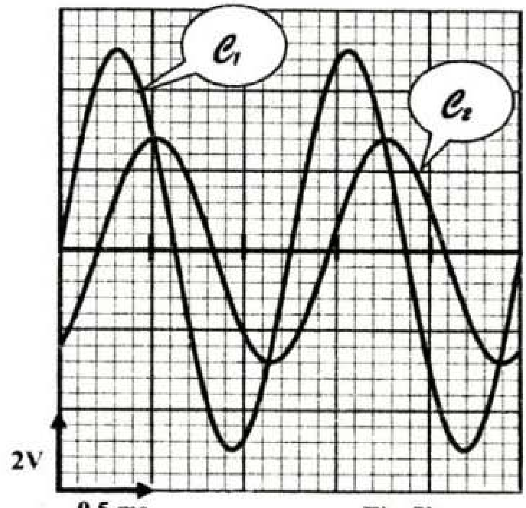


Fig.5b

1- a- Justifier que la courbe $\mathcal{C}_1$ correspond à $u_E(t)$.

b- Déterminer les valeurs des fréquences N_1 et N_2 du générateur.

c- Justifier que le quadripôle réalisé est un filtre électrique dont on précisera la nature (passe-bas ou passe-haut).

d- Identifier, parmi les figures **4a** et **4b**, le schéma du quadripôle étudié.

2- a- Déterminer, graphiquement, la valeur de la transmittance T_1 correspondante à la fréquence N_1.

b- En déduire que la valeur de N_1 est pratiquement égale à la fréquence de coupure du filtre étudié.

c- Justifier que le filtre réalisé est non passant pour le signal de fréquence N_2.

d- Une modification de la valeur de la capacité **C** du condensateur peut rendre le filtre étudié passant pour le signal de fréquence N_2. Calculer la valeur limite C_L de la capacité pour laquelle ce signal est transmis.

Exercice

A- Un conducteur ohmique de résistance **R = 320 Ω** et un condensateur, de capacité **C** variable sont montés en série avec un générateur de **fem E = 6 V** (Figure 2).

Un système d'acquisition approprié permet de suivre simultanément, l'évolution au cours du temps, des tensions $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. La fermeture de l'interrupteur **k**, à l'instant **t = 0,** déclenche l'acquisition.

Pour **C = C_1**, on obtient les courbes **(a)** et **(b)** de la figure 3 de la page 5/5 **(feuille annexe).**

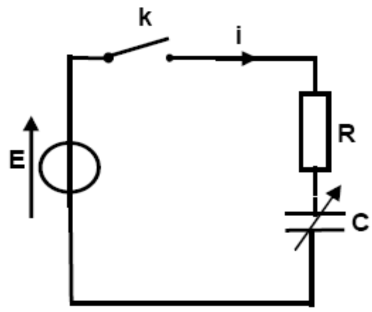


Figure 2

1-Montrer, en respectant l'orientation du circuit, que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension instantanée $u_c(t)$ peut se mettre sous la forme :

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau}u_C = \frac{E}{\tau}, \text{ avec } \tau = RC.$$

2- Justifier que la courbe **(b)** correspond à $u_R(t)$.

3-a- Déterminer, graphiquement, la valeur de la constante de temps τ .

b- En déduire la valeur de la capacité C_1 du condensateur.

B- Avec le conducteur ohmique de résistance **R** et le condensateur de capacité **C** variable, on réalise un filtre **RC** (Figure 4).

Pour $C = C_2$, un générateur basse fréquence impose à l'entrée du filtre une tension sinusoïdale : $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_{Em} constante et de fréquence **N** réglable.

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

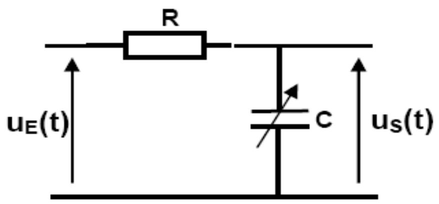


Figure 4

1- Préciser la nature de ce filtre (passif ou actif).

2- L'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée $u_S(t)$ est de la forme : $RC\dfrac{du_s}{dt} + u_s = u_E$.

Faire la construction de Fresnel relative à cette équation différentielle.

3- Montrer que la fonction de transfert **T**, de ce filtre, a pour expression : $T = \dfrac{1}{\sqrt{1+(2\pi NRC)^2}}$.

4- Déterminer l'expression de la fréquence de coupure N_C du filtre.

C- L'évolution du gain **G** du filtre, en fonction de la fréquence **N**, est donnée par la courbe de la figure 5 de la page 5/5 **(feuille annexe à rendre avec la copie)**.

1- Préciser la nature de ce filtre (passe-haut ou passe-bas).

2- Déterminer graphiquement la valeur de N_C.

3- En déduire la largeur de la bande passante du filtre.

4- On considère deux signaux sinusoïdaux de fréquences respectives N_1 **= 2 kHz** et N_2 **= 6 kHz.** Préciser, en le justifiant, le signal pour lequel le filtre est non passant.

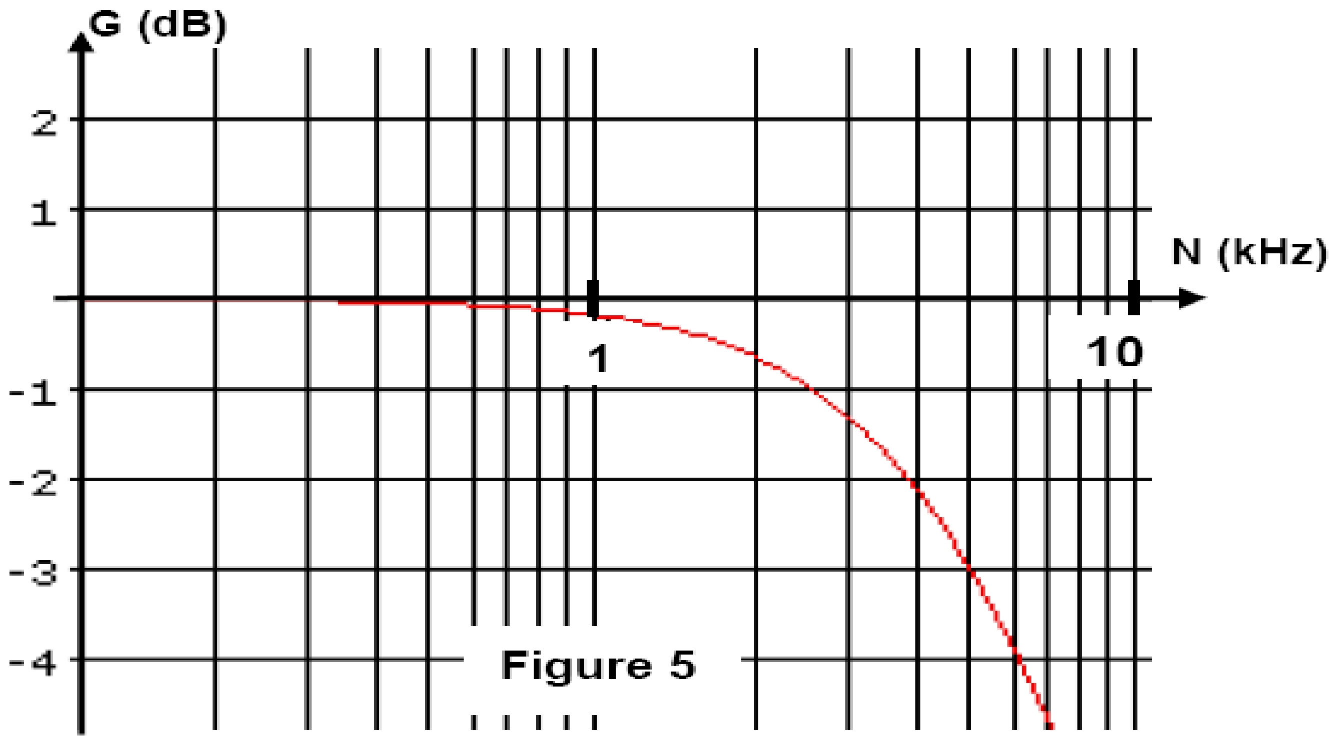


Figure 5