

Devoir N°2 : Analyse des signaux & Montages simples à ampli-op



Exercice n°1 : Correcteur audio

On étudie dans le cadre de cet exercice un correcteur audio visant à rehausser le niveau des aigus (Treble). Ce filtre peut être activé par un simple interrupteur K comme l'indique les figures ci dessous.

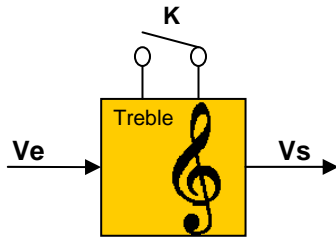


Figure 1 : Correcteur audio

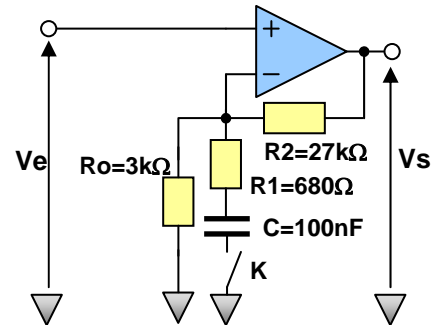


Figure 2 : Réalisation du correcteur

Afin d'étudier le comportement de ce filtre sur un signal audio on considère pour simplifier notre étude que le signal présent à l'entrée du filtre est de la forme :

$$V_e(t) = A. [\sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi f_2 t) + \sin(2\pi f_3 t)] \text{ avec } f_1=100\text{Hz}, f_2=1\text{kHz} \text{ et } f_3=10\text{kHz}$$

Q1 : Tracer le module du spectre en amplitude et en puissance normalisée du signal $V_e(t)$.

Q2 : A partir des tracés précédents, exprimer la valeur efficace du signal V_e en fonction de A. En déduire la valeur de A afin d'obtenir une valeur efficace standard pour les signaux audio de 700mV.

Q3 : Expliquer pour quelles raisons ce signal permet d'effectuer un test d'un équipement audio.

On s'intéresse maintenant à l'étude de ce filtre et l'on considère que l'amplificateur opérationnel du montage de la figure 2 est parfait.

Q4 : Quelle est la relation entre V_s et V_e lorsque l'interrupteur K est ouvert ? Quel est le rôle de cet interrupteur ?

On considère à présent que l'interrupteur K est constamment fermé. Afin d'analyser le comportement de ce filtre on vous propose une étude de ce filtre en régime harmonique.

Q5 : Lorsque la fréquence du signal d'entrée tend vers 0, comment se comporte le condensateur C ? Dans ces conditions exprimer V_s en fonction de V_e et effectuer l'application numérique.

Q6 : Lorsque la fréquence est cette fois ci très grande, comment se comporte le condensateur C ? Dans ces conditions exprimer V_s en fonction de V_e et effectuer l'application numérique.

Q7 : Afin de caractériser de façon plus précise le montage, exprimer la fonction de transfert de ce montage et

montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :

$$\frac{V_s(j\omega)}{V_e(j\omega)} = T_o. \frac{1 + \frac{j\omega}{\omega c2}}{1 + \frac{j\omega}{\omega c1}}$$

Exprimer T_o , $\omega c1$ et $\omega c2$ en fonction de R_o , $R1$, $R2$ et C

Q8 : A partir des valeurs fournis sur le schéma calculer les valeurs de T_o , f_{c1} et f_{c2}

Q9 : Exprimer le module et l'argument de la fonction de transfert en fonction de f. Calculer ces quantités pour les valeurs de fréquences suivantes : 30Hz, 100Hz, 300Hz, 1kHz, 3kHz, 10kHz et 30kHz. Tracer alors le diagramme de Bode asymptotique et réel en gain et en phase

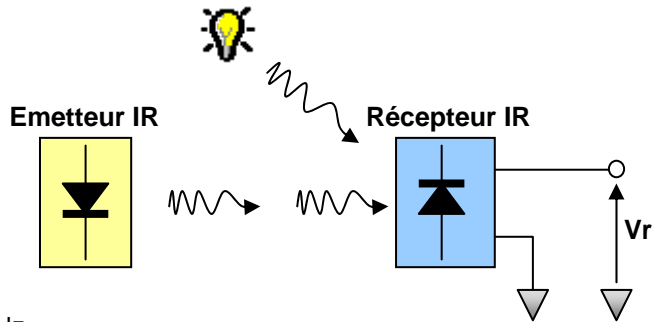
Q10 : On injecte le signal $V_e(t)$ défini en début de problème sur l'entrée de ce filtre. Tracer le spectre du signal V_s à la sortie de ce filtre. Montrer que ce filtre joue bien son rôle.

Q11 : Vérifier les résultats de vos calculs en effectuant une simulation grâce au logiciel LTSpiceIV.

Exercice n° 2 : Transmission Infrarouge

On considère une transmission d'information par infrarouge dans laquelle les rayonnements d'une lampe à incandescence viennent perturber la transmission comme l'illustre la figure ci-contre. Le signal de réception V_r peut alors s'écrire sous la forme :

$V_r(t) = V_i(t) + V_o \cdot \cos(2\pi \cdot f_L \cdot t)$
 $f_L = 100\text{Hz}$
 $V_o = 100\text{mV}$
 $V_i(t)$ représente l'information transmise



Cas n° 1 : $V_i(t) = A \cdot \cos(2\pi \cdot f_R \cdot t)$ avec $A=50\text{mV}$ et $f_R=36\text{kHz}$

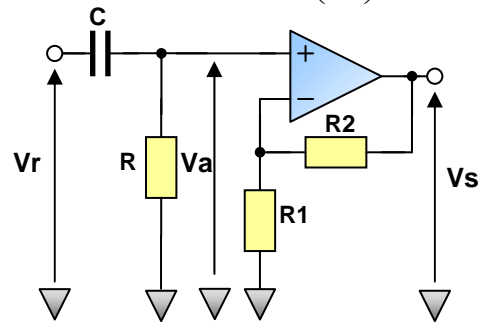
Q1 : Tracer le module du spectre en amplitude et le spectre en puissance normalisée du signal V_r .

Q2 : Si P_s désigne la puissance normalisée du signal utile à 36kHz et P_b la puissance normalisée du signal de perturbation (bruit) à 100Hz calculer le rapport signal sur bruit en dB défini par : $RSB_{dB} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_s}{P_b}\right)$

Le signal V_r est appliqué sur le montage à amplificateur opérationnel suivant :
 L'amplificateur opérationnel est supposé parfait et fonctionne en régime linéaire. On donne $R_2=190\text{k}\Omega$, $R_1=10\text{k}\Omega$ et $R=10\text{k}\Omega$

Q3 : Calculer la fonction de transfert et montrer qu'elle peut s'écrire

sous la forme $\frac{V_a(j\omega)}{V_r(j\omega)} = \frac{j\omega}{1 + \frac{j\omega}{\omega_c}}$. Exprimer ω_c en fonction de R et C.



Q4 : Montrer que $V_s = K \cdot V_a$ et préciser la valeur de K en fonction de R1 et R2.

Q5 : En déduire la fonction de transfert complète du montage $T(j\omega) = \frac{V_s(j\omega)}{V_r(j\omega)}$ en fonction des quantités K, ω_c

et $j\omega$. On fixe $f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = 5\text{kHz}$. Tracer le diagramme de Bode asymptotique (Gain+phase) de ce montage.

Q6 : Quelle est la fonction réalisée par ce montage.

Q7 : Exprimer le module de la fonction de transfert $|T(jf)|$ en fonction de la fréquence f et des quantités K et f_c . Calculer ce module pour $f=100\text{Hz}$ et $f=36\text{kHz}$.

Q8 : À partir des valeurs calculées à la question précédente, tracer le module du spectre en amplitude et le spectre en puissance normalisée du signal V_s .

Q9 : En adoptant la même définition du rapport signal sur bruit de la question 2 en déduire le nouveau rapport signal sur bruit. Conclure sur l'intérêt du montage proposé.

Cas n° 2 : $V_i(t) = [A_0 + A_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f_1 \cdot t)] \cdot \cos(2\pi \cdot f_R \cdot t)$ avec $A_0=50\text{mV}$, $A_1=25\text{mV}$, $f_1=1\text{kHz}$ et $f_R=36\text{kHz}$

Q10 : Tracer le module du spectre en amplitude et le spectre en puissance normalisée du signal V_r .