

DL : Systèmes linéaires du 2nd ordre : Passe bas, passe bande & passe haut



Exercice n°1 : Un filtre à amortissement réglable

On vous propose l'étude du montage représenté ci-contre dans lequel on considère que les 2 amplificateurs opérationnels sont parfaits.

Q1 : Quelle montage simple retrouve-t-on entre V_{S2} et V_s ? En déduire une relation entre V_{S2} et V_s .

Q2 : Montrer que $V_{S1} = \alpha \cdot V_s$ où α représente le rapport potentiométrique du potentiomètre P.

Q3 : Exprimer le théorème de Millman au point A en fonction des éléments du montage.

Q4 : Quel montage simple se trouve entre les points A & S2. En déduire une relation entre V_{S2} et V_A .

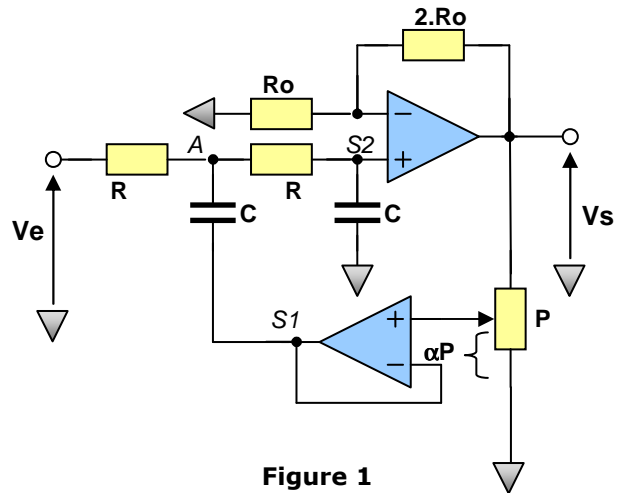


Figure 1

Q5 : En utilisant les équations précédentes, montrer que la fonction de transfert du montage de la figure 1 peut se mettre sous la forme :

$$T = \frac{T_0}{1 + 2m \frac{j\omega}{\omega_0} + \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

Exprimer T_0 , ω_0 et m en fonction des éléments du montage.

Q6 : Quel type de filtre a t'on réalisé ? Justifier le nom de « filtre à amortissement variable ».

Q7 : Quelle condition doit on imposer sur α pour obtenir une réponse de type Butterworth ($m = 1/\sqrt{2}$).

Q8 : Tracer alors l'allure du diagramme de Bode et calculer la fréquence de coupure (-3dB) de ce filtre. Proposer un couple de valeur RC afin d'obtenir $f_c = 3,4\text{kHz}$.

Q9 : Vérifier le résultat en effectuant une simulation LTSpice correspondante.

Exercice n°2 : Un filtre audio pour Medium

On s'intéresse dans ce problème à l'étude d'un filtre pour un haut parleur médium utilisé dans les enceintes acoustiques pour restituer les parties centrales du spectre audio. Le montage proposé fait appel à une structure passive comme le montre la figure 1 suivante. Afin de simplifier l'étude de ce filtre on suppose que le haut parleur possède une impédance constante en fonction de la fréquence égale à $R = 8\Omega$.



Q1 : Exprimer la fonction de transfert $T(j\omega) = \frac{V_h(j\omega)}{V_a(j\omega)}$ de ce montage en écrivant un simple pont diviseur de tension.

Q2 : Montrer la fonction de transfert peut se mettre sous la forme canonique d'un filtre passe bande du 2nd ordre et exprimer les paramètres caractéristiques Q et ω_0 en fonction de R, L et C.

Q3 : On fixe $Q=1$ et on souhaite obtenir une fréquence centrale de 2kHz. En déduire les valeurs de L et C.

Q4 : Vérifier le résultat de votre calcul en effectuant une simulation LTSpice.

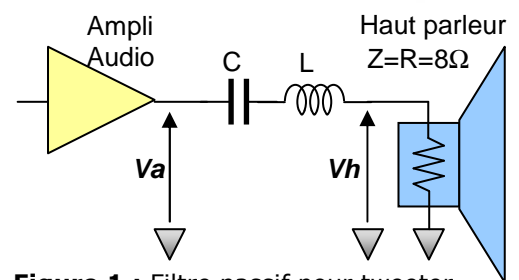


Figure 1 : Filtre passif pour tweeter

Exercice n°3 : Analyse d'un extrait de documentation constructeur

L'extrait de la documentation constructeur donné dans cet exercice est issu du document suivant : http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/AMIS-30585-D.PDF et concerne un circuit utilisé pour la transmission de données numériques sur courant porteur en ligne. Dans le cadre de cet exercice on ne s'intéresse qu'au filtre de réception décrit dans cet extrait.

Pin 2: RX_OUT

RX_OUT is the output analog pin of the receiver low noise input op-amp. This op-amp is in a negative feedback configuration. To know how to use this pin, refer to the explanations given for pin RX_IN.

Pin 3: RX_IN

RX_IN is the positive analog input pin of the receiver low noise input op-amp. Together with the pins two and three, an active high pass filter is realized. This filter removes the main frequency (50 or 60 Hz) from the received signal. The filter characteristics are determined by external capacitors and resistors. Typical values are given in Table 2. For these values and after this filter, a typical attenuation of 80 dB at 50 or 60 Hz is obtained. Table 2 represents external components connection. The present construction supposes the presence of a previous formed with the coupling transformer and a parallel capacitance is placed on the mains. This last one performs a typical attenuation of 60 dB. The combined effect of the two filters decreases the voltage level of the main frequency well below the sensitivity of the AMIS-30585.

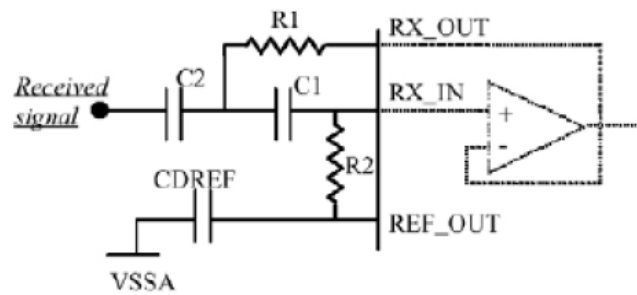


Figure 3. External Component Connection

The goal of the CDREF capacitance is to put the DC voltage of the received signal at the right level for the internal components. See also description of the pin REF_OUT.

Table 2. VALUE OF THE RESISTORS AND CAPACITORS

C1	560 pF
C2	560 pF
R1	82 k Ω
R2	39 k Ω
CDREF	1 mF

Pin 4: REF_OUT

REF_OUT is the analog output pin, which provides the voltage reference used by the A/D converter. This pin must be decoupled from the analog ground by a 1 mF ± 10 percent ceramic capacitance (CDREF). This must be done as close as possible on the PCB. See Figure 4. It is not allowed to load this pin with other impedance load.

Afin de simplifier l'étude on peut considérer que vis-à-vis des signaux alternatifs tout se passe comme si la borne REFOUT est reliée à la masse (Il s'agit en réalité d'un point de polarisation car l'aop est utilisé avec une alimentation simple).

Q1 : Quel est le type de filtre réalisé par le montage représenté sur la figure 3 ?

Q2 : Quel est le nom de la structure mettant en œuvre l'amplificateur opérationnel ?

Q3 : Exprimer la fonction de transfert de ce montage (on pose $C=C1=C2$) et l'écrire sous une forme canonique du 2nd ordre.

Q4 : A partir des valeurs de composants, calculer le coefficient d'amortissement et la pulsation propre de ce filtre.

Q5 : Montrer que ce filtre répond bien à l'application envisagée.