

TD n°2 : AOP et Ampli Diff

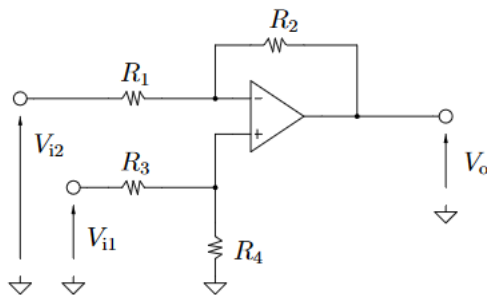
Objectifs pédagogiques :

AOP → Révision
 Alimentation Non Symétrique → Polarisation autour de $V_{cc}/2$
 Amplificateur Différentiel → Montage à 1 AOP
 Mode Différentiel, Mode Commun → TRMC

Exercice 1 : Amplificateur différentiel à 1 AOP

Cet exercice est à préparer à la maison. On reviendra en séance sur la question 6.

Dans un grand nombre d'applications, un circuit de conditionnement de type **pont de mesure** permet de transformer le signal issu du capteur en tension. L'exemple le plus connu est le **pont de Wheatstone** qui délivre une **différence de tension proportionnelle à la grandeur physique à mesurer**. La tension différentielle aux bornes du pont doit en général être amplifiée avec un **amplificateur différentiel**.



Rappel des définitions :

- Tension différentielle :
 $V_d = V_{i1} - V_{i2}$
- Tension de mode commun :
 $V_{mc} = \frac{V_{i1} + V_{i2}}{2}$

1. Faire une liste des critères de sélection d'un « bon » amplificateur d'instrumentation.
2. Donner l'expression de la tension de sortie V_o en fonction des tensions d'entrée V_{i1} et V_{i2} en supposant l'AOP idéal.
3. Exprimer V_{i1} et V_{i2} en fonction de V_d et V_{mc} .
4. Montrer que V_o peut s'écrire sous la forme : $V_o = A_d V_d + A_{mc} V_{mc}$ et donner les expressions de A_d , gain différentiel, et A_{mc} , gain de mode commun.
5. En déduire la condition sur le choix des résistances pour annuler A_{mc} . Donner A_d dans ce cas ainsi que le taux de réjection de mode commun défini par : $(T_{rmc})_{dB} = 20 \log \left(\frac{A_d}{A_{mc}} \right)$
6. En pratique on choisit souvent $R_1 = R_3$ et $R_2 = R_4$, mais il est difficile de réaliser cette condition à cause de la précision des résistances : $R_i = R_{in}(1 \pm \varepsilon_r)$ où R_{in} est la valeur nominale de la résistance.

Dans le pire cas les résistances sont données par les relations suivantes :

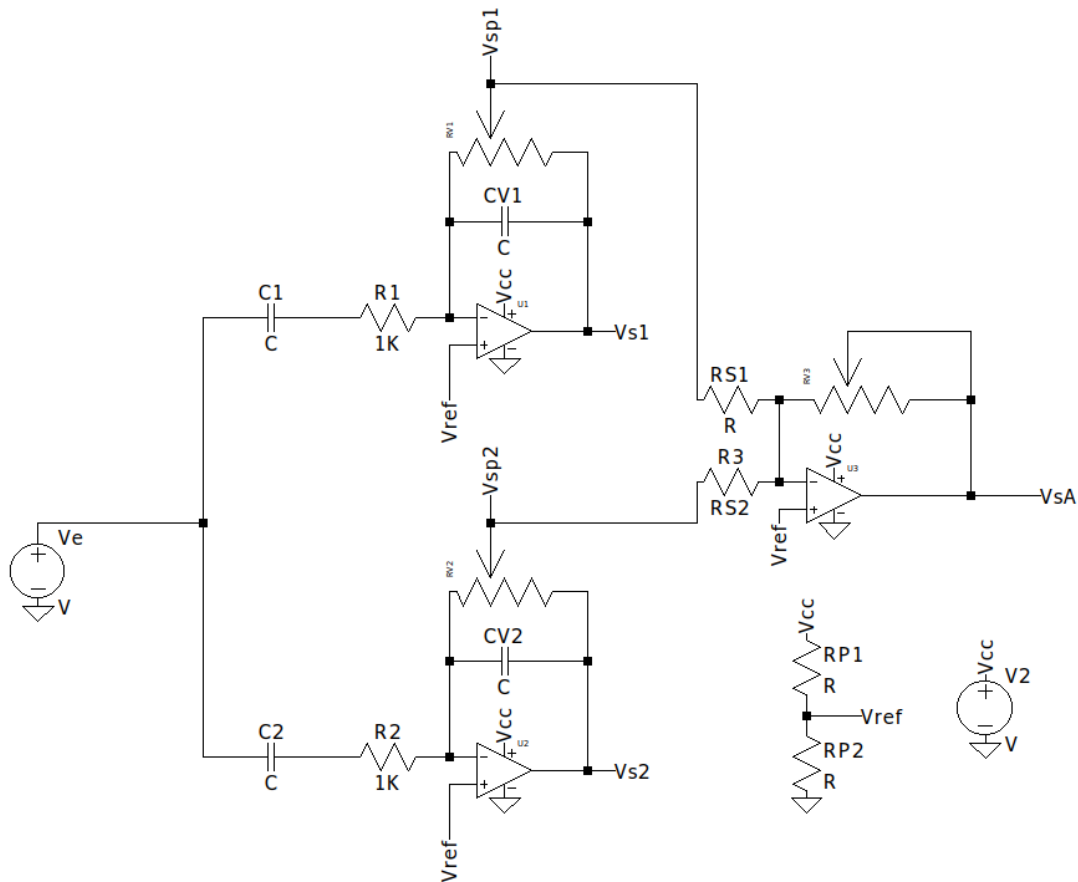
$$R_1 = R_{1n}(1 + \varepsilon_r), R_2 = R_{2n}(1 - \varepsilon_r), R_3 = R_{3n}(1 - \varepsilon_r), R_4 = R_{4n}(1 + \varepsilon_r)$$

- a. Donner l'expression de A_{mc} en fonction de R_{1n} , R_{2n} et ε_r . Ne pas hésiter à simplifier les expressions dès que possible en négligeant les termes qui peuvent l'être.
- b. Calculer la valeur de $(T_{rmc})_{dB}$ en supposant que le gain différentiel reste inchangé pour ε_r faible, on prendra $\varepsilon_r = 0.1\%$, et $R_{2n}/R_{1n} = 100$.

Exercice 2 : Révisions sur les AOPs : Filtrés

Cet exercice permettra une révision des montages à AOP alimentés en non symétrique et utilisés en régime linéaire. N'hésitez pas à simuler le fonctionnement du montage grâce à l'outil LT-Spice, que vous connaissez maintenant bien. Cela permettra de valider votre dimensionnement.

Le but de ce montage est de réaliser un correcteur de tonalité pour un ampli audio. L'objectif est de filtrer les graves et de les amplifier avec un gain $G_g(f)$, parallèlement de filtrer les aigus et de pouvoir les amplifier avec un autre gain $G_a(f)$. Le signal de sortie du montage est la somme (graves + aigus) pondérée.

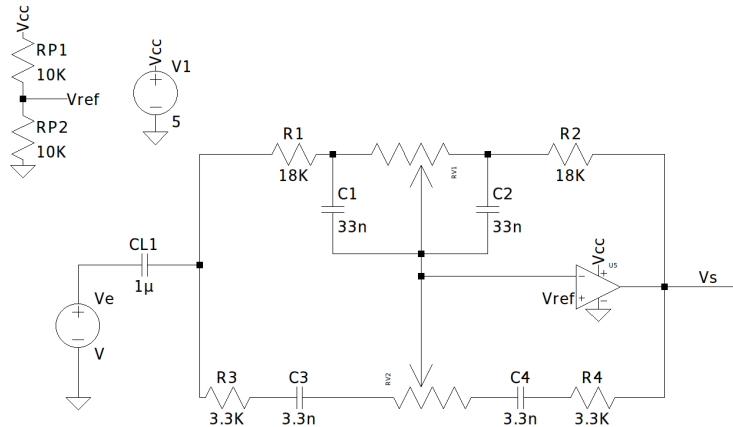


On donne $V_{CC} > 0$. $R_1 = R_2 = 1k\Omega$. Pour une tension d'entrée V_e sinusoïdale d'amplitude inférieure à V_{CC} :

1. Comment choisir la tension de polarisation du montage ? En déduire des valeurs possibles de R_{P1} et R_{P2} , justifier le choix de l'ordre de grandeur.
2. Faire l'étude de la polarisation du montage : montrer qu'en polarisation, on a bien V_{ref} en tout point du montage. Quel défaut de l'AOP pourrait induire de légère variation.
3. Etude dynamique : Faire le schéma équivalent petit signal, en considérant des AOPs idéaux.
4. Déterminer les fonctions de transfert V_{s1}/V_e , V_{s2}/V_e , V_{sp1}/V_e et V_{sp2}/V_e .
5. Choisir les valeurs des composants (dans la série E12) pour obtenir :
 - (a) des gains max (proches) de 10, dans la bande passante de chaque filtre,
 - (b) une bande passante « grave » entre 50Hz et 1kHz,
 - (c) une bande passante « aigüe » entre 1kHz et 20kHz.
6. Déterminer V_{sA} en fonction de V_{sp1} et V_{sp2} .

Exercice 3 : Révisions sur les AOPs, Montage de Baxandall

Le montage Baxandall permet de réaliser un amplificateur audio avec deux gammes de fréquences amplifiées différemment avec un seul amplificateur opérationnel. Vous l'étudiez en pratique en BE, nous vous proposons ici une étude théorique guidée.



$V_{CC} > 0$,
 $R_{V1} = 160k\Omega$,
 $R_{V2} = 32k\Omega$,
 chaque potentiomètre, en fonction de son réglage de curseur sera équivalent à deux résistances αR et $(1 - \alpha)R$

1. Faire l'étude de la polarisation du montage : montrer qu'en polarisation, on a bien un potentiel V_{ref} en tout point du montage.
2. Soit la fonction de transfert $H_1(j\omega) = G_{01} \frac{1+j\frac{\omega}{\omega_{01}}}{1+j\frac{\omega}{\omega_{02}}}$. Représenter son diagramme de Bode asymptotique (amplitude uniquement) pour les trois cas suivant : $\omega_{01} = \omega_{02}$, $\omega_{01} = 10.\omega_{02}$, $\omega_{01} = \omega_{02}/10$
3. En très basses fréquences C_1, C_2, C_3, C_4 seront alors des interrupteurs ouverts. Déterminer la fonction de transfert du montage. Que pensez-vous de la fréquence de coupure basse.
4. On se place maintenant dans les basses fréquences, telles que l'effet de C_{L1} est négligeable, et que C_3 et C_4 sont des interrupteurs ouverts.
 - (a) Faire le schéma équivalent.
 - (b) Déterminer la fonction de transfert et la mettre sous la forme d'un produit de fonction du type $H_1(j\omega)$.
 - (c) Tracer la fonction de transfert pour $\alpha=0;0.25;0.5;0.75;1$.
 - (d) Bonus : vérifier la validité des hypothèses sur C_3 et C_4 dans la gamme de fréquences obtenues.
5. Faire de même pour les hautes fréquences, telles que l'effet de C_{L1}, C_1, C_2 est négligeable.
6. En déduire le fonctionnement global du montage.