

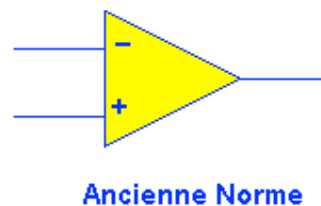
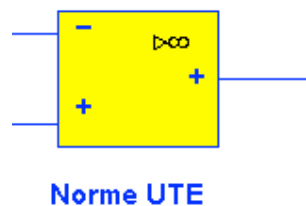
TP2 CAO : Étude de filtres à amplificateurs opérationnels

1- Objectifs pédagogiques de ce TP

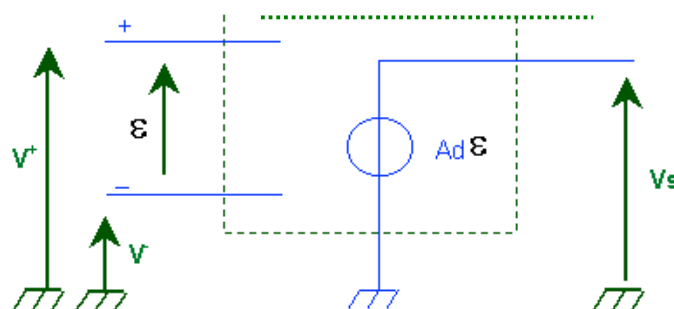
L'objectif principal de ce TP est d'acquérir les bases nécessaires à l'utilisation de circuits intégrés « Amplificateurs opérationnels » pour résoudre des problèmes soulevés par l'électronique analogique linéaire.

2- Introduction

Dans ce travail nous utiliserons des amplificateurs opérationnels qui se représentent par :



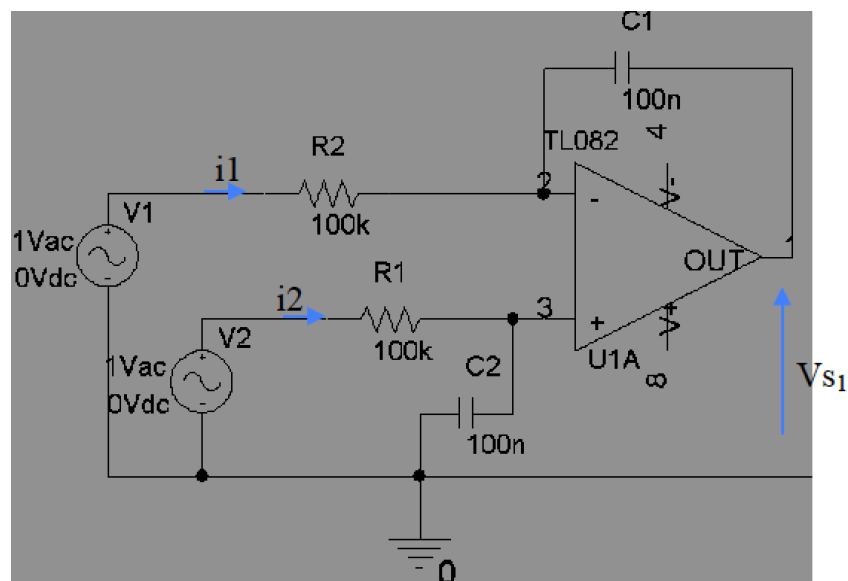
Lorsqu'ils sont idéaux, ils se caractérisent par un circuit équivalent très simple :



Avec $Ad \rightarrow \infty$

3- Préparation

On considère le circuit :



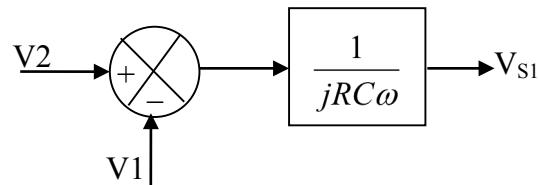
1) On pose $R_1 = R_2 = R$ et $C_1 = C_2 = C$. Montrer que :

$$V_{S1} = -\frac{1}{R.C} \int V_1 . dt + \frac{1}{R.C} \int V_2 . dt$$

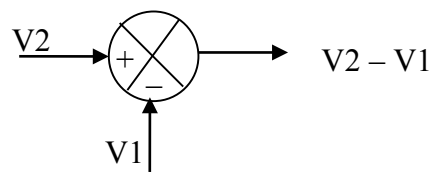
Soit, en régime sinusoïdal, avec V_1 et V_2 de même fréquence :

$$V_{S1} = \frac{1}{jRC\omega} (V_2 - V_1)$$

On représente ce circuit par le schéma « unifilaire » :

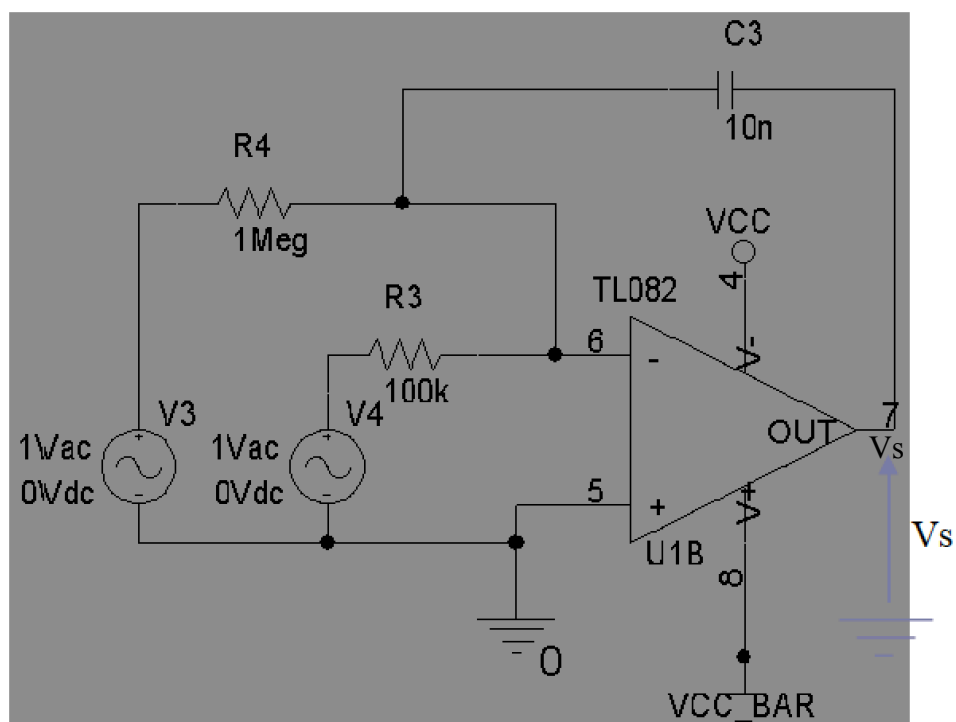


Où le bloc :



Représente un sommateur algébrique de tensions (ici, avec 2 entrées (flèches entrantes) et une sortie (flèche sortante)).

2) On considère le circuit :

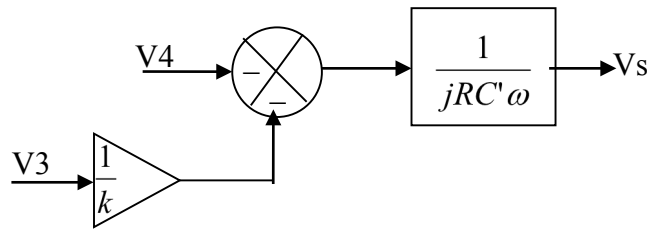


On pose : $R_3 = R$, $R_4 = k.R$, $C_3 = C'$

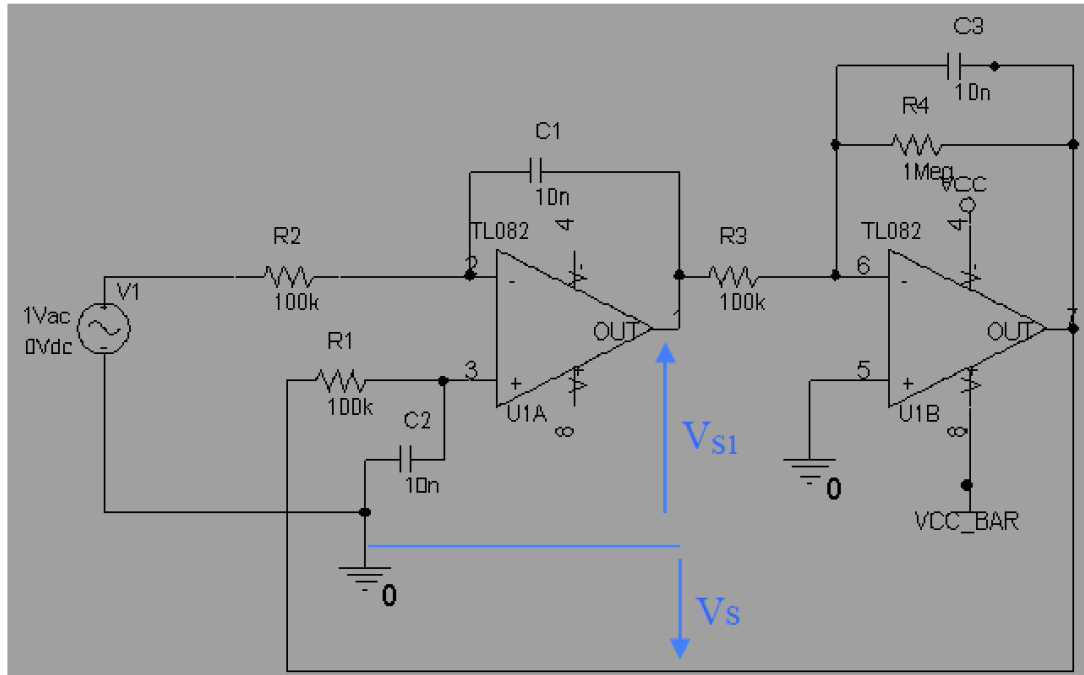
Montrer que :
$$V_S = -\frac{1}{R.C'} \left(\int V_4 . dt + \frac{1}{k} \int V_3 . dt \right)$$

Soit, en régime sinusoïdal, avec V_1 et V_2 de même fréquence :
$$V_S = -\frac{1}{jRC'\omega} \left(V_4 + \frac{V_3}{k} \right)$$

On représente ce circuit par le schéma unifilaire :



3) On réalise maintenant le filtre dit « à variables d'états » :

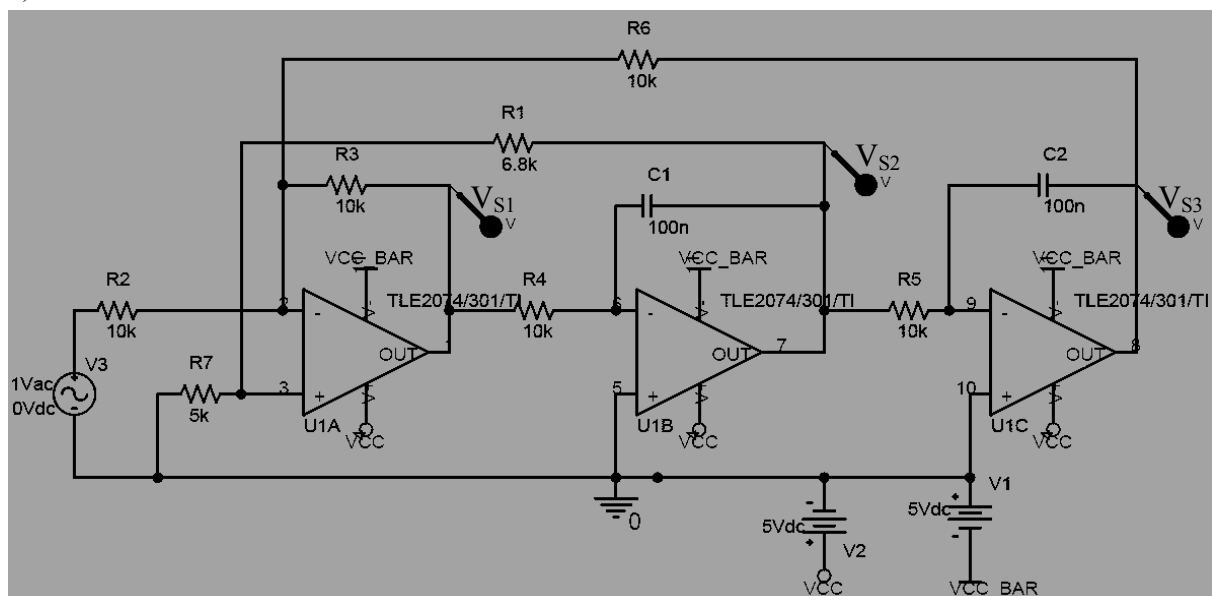


Faire le schéma unifilaire correspondant à ce circuit puis calculer $V_{S1} / V1$ et $V_s / V1$ en fonction de R, C, C', k et ω .

4- Partie expérimentale

4-1. Réalisation d'un filtre à variables d'états

1) Faire la saisie du schéma du filtre :



Introduire les alimentations $V_{cc} = +5$ volts, $V_{cc_Bar} = -5$ volts) ;

2) Relever le diagramme de Bode : (V_{S1}) en dB en Y, fréquence en X en coordonnées logarithmiques entre 1 Hz et 100 kHz. Conclusions ?

3) Relever le diagramme de Bode : (V_{S2}) en dB en Y, fréquence en X en coordonnées logarithmiques entre 1 Hz et 100 kHz. Conclusions ?

4) Relever le diagramme de Bode : (V_{S3}) en dB en Y, fréquence en X en coordonnées logarithmiques entre 1 Hz et 100 kHz. Conclusions ?

5) Faire varier la valeur de $R1$ (3,3 k Ω , puis 22 k Ω et 100 k Ω). Reprendre rapidement les mesures précédentes. Que constatez-vous ?

N.B. : Le circuit TLE2074 est un amplificateur opérationnel rapide de « 3^{ème} génération », il est « rail to rail », capable de courants instantanés en sortie élevés, présentant une vitesse de montée de la tension de sortie supérieure à 50 volts/ μ s et les intégrateurs U1B et U1C présentent un déphasage très proche de 90°, points très importants pour les filtres à variables d'états.

4-2. Étude d'un filtre pour électrocardiogramme

On désire filtrer un signal d'électrocardiographie et réaliser un ensemble qui présente une bande passante à 3 dB s'étendant de 1 Hz à 40 Hz (élimination des fréquences basses provenant des potentiels de contact électrodes-peau, élimination des fréquences hautes provenant notamment du rayonnement secteur (50 Hz) et des signaux myographiques (les muscles produisent des tensions dont le spectre s'étend de 100 Hz à 1000 Hz)). Pour réaliser la coupure haute on choisit la sortie en V_3 et, comme valeurs initiales : $C1 = C2 = 390$ nF, $R1 = R2 = R3 = R4 = R5 = R6 = 10$ k Ω . Ajuster $R1$ pour que, dans ces conditions, on obtienne une fréquence de coupure haute à 3 dB juste sans résonance (réponse « Maximally flat ») ? Faut-il ajuster les valeurs des composants pour obtenir une fréquence de coupure à 3 dB de 40 Hz ? Étudier la réponse de votre filtre à une impulsion positive triangulaire périodique de période 800 ms simulant une systole de sportif (les plus chargées en fréquences hautes et donc les plus « déformables » par notre filtre passe-bas) :



Qu'en déduisez-vous ? (Faire varier $R1$).

4-3. Filtre réjecteur

Avec le 4^{ème} A. Op. du TL084 réaliser un circuit faisant la somme exacte de $V1$ et $V3$. Essayer ce montage avec $C1 = C2 = 100$ nF, $R1 = R2 = R3 = R4 = R5 = R6 = 10$ k Ω . Faire varier $R1$, que se passe-t-il ? Conclusions sur la réalisation d'un réjecteur de 50 Hz de bande rejetée de 10 Hz à 3 dB.

Conclusion générale sur ce TP.