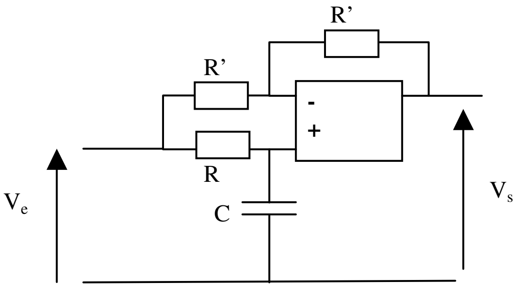
AMPLI-OP - EXERCICES

1. Passe-tout déphaseur :

On considère le circuit ci-contre.

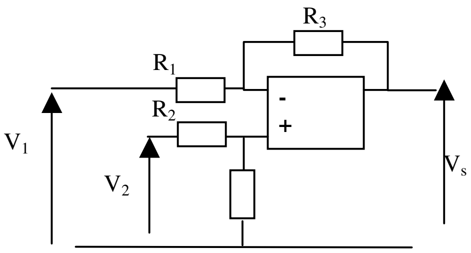
a) Quelle est sa fonction de transfert ?

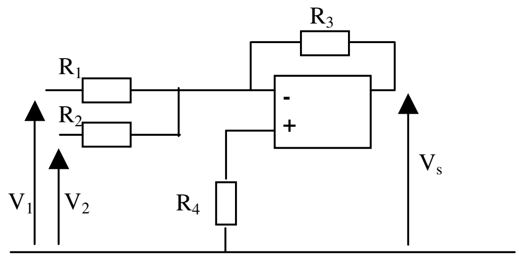
b) Tracer son diagramme de Bode asymptotique.



2. Circuits à plusieurs entrées :

Quelles sont les fonctions de transfert $V_s = f(V_1, V_2)$ des deux montages ci dessous ? En déduire leur fonction.





3. Amplificateur non-inverseur : effet du slew-rate :

a) Rappeler le schéma de l'amplificateur non-inverseur.

b) On a $e(t) = E.\cos\omega t$; quelle est en régime permanent sinusoidal (RPS) la pente maximale du signal de sortie ? Cette pente est limitée par le slew-rate σ de l'AO (ou vitesse de balayage).

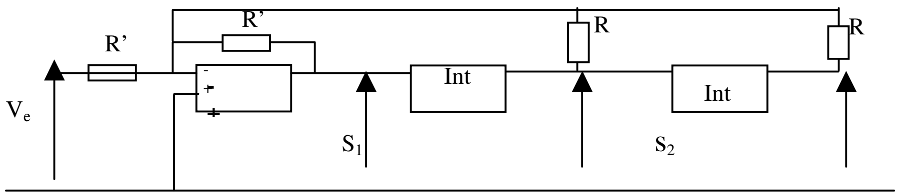
Quelle est en conséquence l'inégalité que doivent vérifier E, R_1, R_2 et sa fréquence f ?

c) L'amplitude du signal d'entrée est de 5 V, $R_1 = R_2 = 10\ k\Omega$, $\sigma = 1\ V.\mu s^{-1}$.

A quelle fréquence verra-t-on apparaître l'effet du slew-rate ?

4. Filtre universel :

On considère le circuit ci-dessous, dans lequel les intégrateurs sont supposées idéaux avec $e(t) = \tau ds(t)/dt$.



a) Si l'on applique le signal d'entrée $V_e(t)$, on peut récupérer le signal de sortie sur l'une des sorties s_1, s_2 ou s_3. Quel type de filtre obtient-on dans chaque cas ? Justifier l'appellation de filtre universel.

b) Déterminer le facteur de qualité et la pulsation de coupure du filtre passe-bande.

Corrigé filtre universel :

a) On se place en RPS et l'on applique le théorème de Millmann à l'entrée inverseuse de l'AO.

On obtient :

$0 = \frac{V_e}{R'} + \frac{S_1}{R'} + \frac{S_2}{R} + \frac{S_3}{R}$; de plus $S_1 = j\omega\tau S_2$ $S_2 = j\omega\tau S_3$

On en déduit : $\underline{H_1}(j\omega) = \frac{S_1}{\underline{V_e}} = \frac{-\frac{R'}{R}(j\omega\tau)^2}{1 + j\omega\tau + \frac{R'}{R}(j\omega\tau)^2}$: filtre passe-haut.

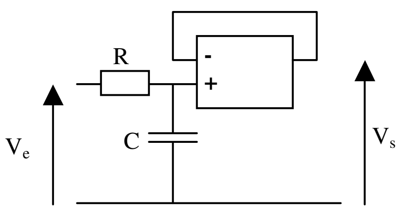
On a aisément : $\underline{H_2}(j\omega)=\frac{\underline{S_2}}{\underline{V_e}}=\frac{-\frac{R'}{R}(j\omega\tau)}{1+j\omega\tau+\frac{R'}{R}(j\omega\tau)^2}$: filtre passe-bande

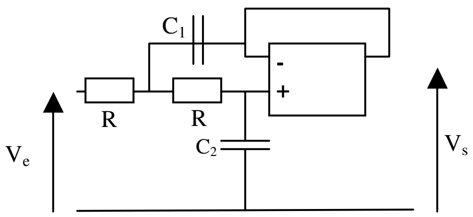
et $\underline{H_3}(j\omega)=\frac{\underline{S_3}}{\underline{V_e}}=\frac{-\frac{R'}{R}}{1+j\omega\tau+\frac{R'}{R}(j\omega\tau)^2}$: filtre passe-bas.

b) On identifie la fonction de transfert du filtre passe-bande avec la formule canonique ; on obtient Q = $\sqrt{\frac{R}{R'}};\omega_0=\sqrt{\frac{R'}{R}}\cdot\frac{1}{\tau}$.

5. Filtres de Butterworth :

Les AO sont idéaux en fonctionnent en régime linéaire.





a) Filtre d'ordre 1:
On considère le montage (a), où R = 10 kΩ. Calculer sa fonction de transfert. Quel est sa fonction ? Quelle valeur de C donne une coupure à -3 dB à f_0 = 1 kHz ? Quel est le rôle de l'AO ? Tracer le diagramme de Bode.
b) Filtre d'ordre 2 :
On considère le montage de la figure (b) où les deux résistances sont identiques et égales à R = 10 kΩ. Calculer la fonction de transfert. Déterminer C_1 et C_2 pour que le gain s'écrive

$$G_{dB} = -10 \log (1 + x^4)$$

et que la fréquence de coupure à - 3 dB soit encore f_0 = 1 kHz. Tracer le diagramme de Bode.
c) Comment réaliser un filtre d'ordre 3 ? d'ordre 4 ?

Corrigé : filtres de Butterworth :

a) Le filtre est un passe-bas du premier ordre, de fonction de transfert : $\underline{H_1}(j\omega)=\frac{1}{1+jRC\omega}$;

L'AO est un suiveur, permettant de rendre le montage insensible à l'utilisation faite en aval.

$\omega_c=2\pi f_c=\frac{1}{RC}$ d'où C = 16 nF.

b) On calcule $\underline{H}(j\omega)=\frac{1}{1+2\,jRC_2\,\omega-R_2C_1C_2\,\omega}$.

Le gain a la forme proposée si $C_1 = 2\,C_2$; on a alors $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ avec $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{2}\,RC_2}$.

La pulsation de coupure est ω_0 ; on calcule donc : C_2 = 112 nF.
Le diagramme de Bode présente une asymptote BF G_{dB} = 0 et une asymptote HF G_{dB} = -40 logx.