

TD - RETROACTION

Exo 1 — Gain et bande passante

On considère le montage non inverseur de la figure ci-dessous.

a - Exprimer le gain G du montage si l'amplificateur est parfait.

Courants d'entrées nuls et tension différentielle d'entrée : $\varepsilon = V_+ - V_- = 0$.

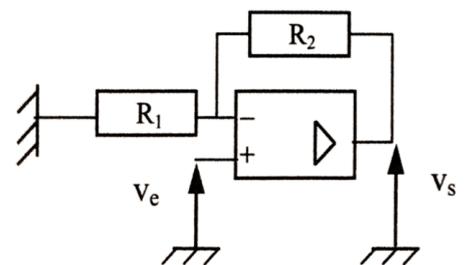
Dans la pratique G est de l'ordre de 10.

b - En fait, l'équation d'état de l'amplificateur opérationnel est : $\frac{1}{\omega_0} \frac{dV_s}{dt} + V_s = \mu_0 \varepsilon$

ω_0 et $\mu_0 \approx 10^4$ sont des constantes. Déterminer la réponse à un signal sinusoïdal.

En déduire que l'amplificateur opérationnel agit comme un filtre passe bas dont le gain G dans la bande passante et la largeur de la bande ω_{max} vérifient la relation :

$$G\omega_{max} = \mu_0\omega_0.$$

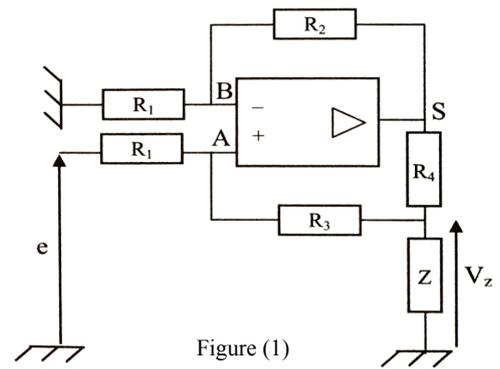


Exo 2 — Générateur de courant

L'amplificateur opérationnel du montage de la figure un est idéal et travaille en régime linéaire.

a - Établir la relation entre les résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 pour que le montage soit un générateur de courant pour l'impédance Z .

b - La condition étant remplie, déterminer l'expression du courant i en fonction de e , R_1 , R_2 et R_4 .



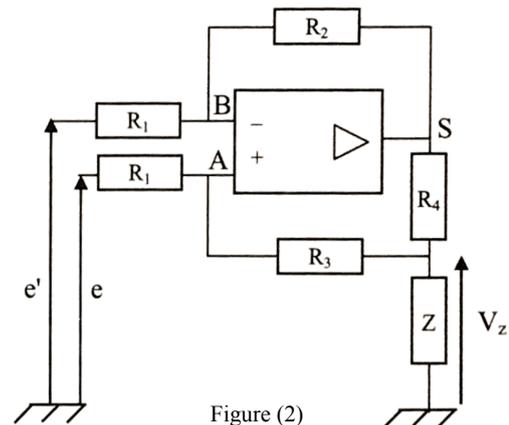
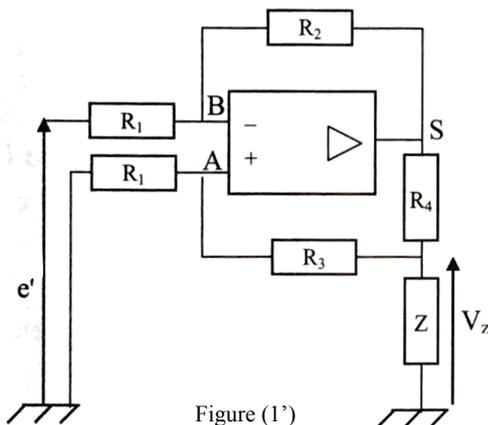
Exo 3 — Générateur de courant (Variante)

Le montage précédent est maintenant attaqué sur l'entrée inverseuse de l'AO conformément au montage de la figure (1').

a - Quelle est la nouvelle relation entre les résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 qui permet au montage de la figure (1') d'agir comme un générateur de courant pour l'impédance Z ?

b - Quelle est alors l'expression du courant i' en fonction de e , R_1 , R_2 et R_4 ?

c - Mêmes question pour le montage de la figure (2) comprenant les deux générateurs e et e' .

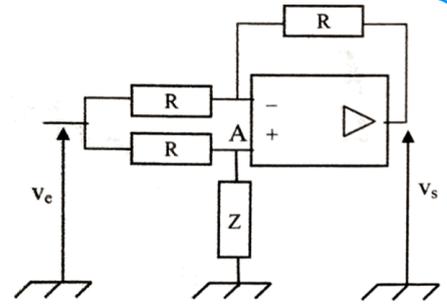


Exo 4 — Montage déphaseur

Le montage comporte trois résistances identiques R , une impédance Z et un amplificateur opérationnel travaillant en régime linéaire.

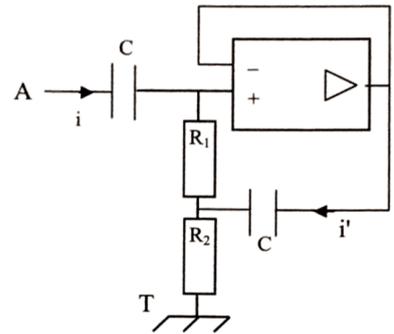
1. Quelle est la fonction de transfert ? Quelle est la valeur de Z qui annule la fonction de transfert ?

2. Quelle est la nature du filtre si Z est l'impédance d'un condensateur de capacité C ?



Exo ## — Impédance simulée

L'amplificateur opérationnel du montage ci-dessus travaille en régime linéaire. La tension d'entrée v_A est sinusoïdale. Quelle est l'impédance d'entrée Z_e de ce montage ? Quel est l'intérêt de l'amplificateur opérationnel ?



Exo ## — Rejecteur de bande

Entre le point A et la terre du montage de l'exercice 325, on place le montage de l'exercice 326.

Quelle est la relation entre R_1 , R_2 et R qui transforme le montage global en filtre réjecteur de fréquence ?

Exo 5 — Simulation d'un gros condensateur

1. Quelle est la fonction de transfert du montage ci-dessous ?

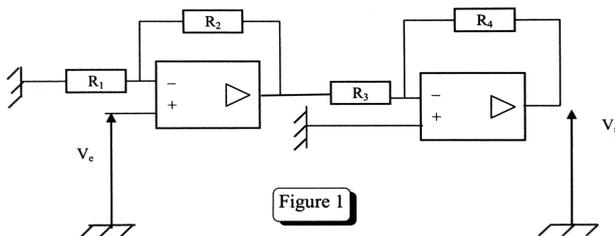


Figure 1

2. On branche un condensateur entre l'entrée et la sortie (Figure 2). La fonction de transfert est-elle modifiée ? Commenter. Que devient l'impédance d'entrée ? Que simule-t-on à l'entrée du montage ? Quel est l'intérêt pratique ?

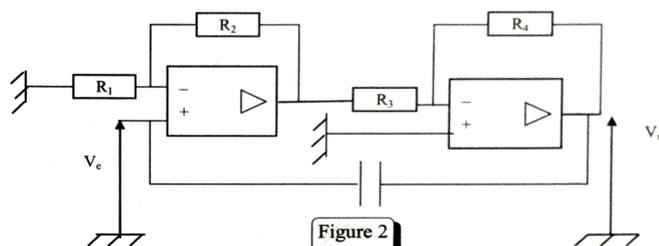
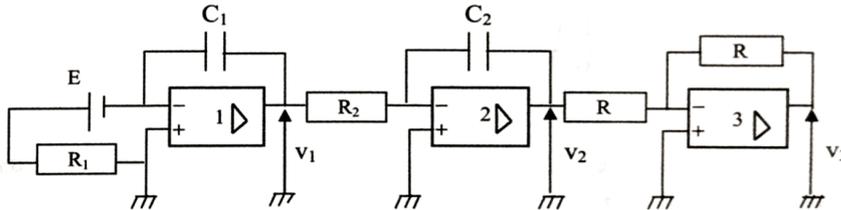


Figure 2

Exo 6 — Simulation électronique de la chute des corps

On considère le montage électronique ci-dessous. Les trois amplificateurs opérationnels sont identiques et travaillent en régime linéaire. On note v_1, v_2 et v_3 les tensions de sortie. Les charges initiales des condensateurs de capacité C_1 et C_2 sont : $q_{10} = 0$ et $q_{20} = Q$.



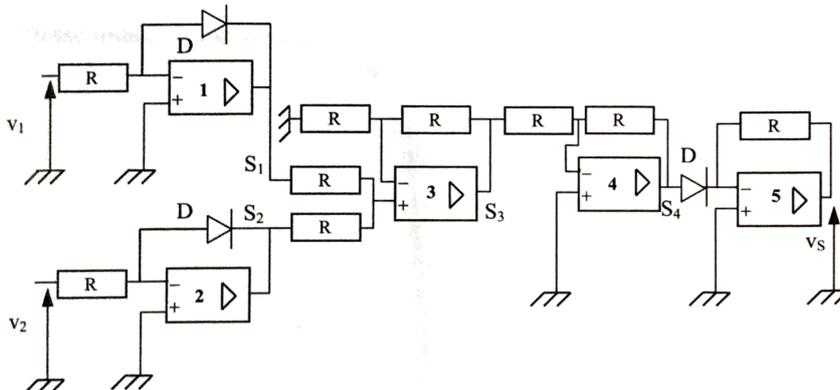
1. Déterminer l'équation différentielle suivie par la tension v_3 .
2. Quelle expérience de mécanique simule-t-on ainsi ? Quels rôles jouent les charges initiales des condensateurs ?

Exo 7 — Synthèse d'un multiplicateur

Les cinq amplificateurs opérationnels du montage travaillent en régime linéaire. Les diodes D ont pour caractéristique :

$$i = i_0 e^{-\frac{v}{v_0}} \text{ où } i_0 \text{ et } v_0 \text{ sont des constantes}$$

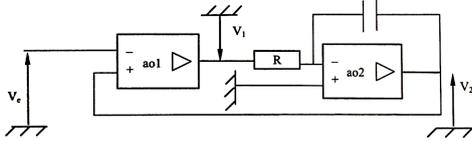
Déterminer la fonction $v_S = f(v_1, v_2)$ du montage ci-dessous. Commenter.



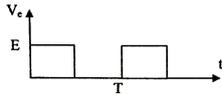
Exo 8 — Caractérisation d'un AO

336. Mesure de la constante $\mu_0\omega_0$ d'un ampli-opérationnel *Solution page 377*

Le montage de la figure ci-dessous contient deux amplificateurs opérationnels, une résistance $R = 33 \text{ k}\Omega$ et un condensateur de capacité $C = 220 \text{ pF}$.



Le circuit est attaqué par une tension périodique de période T dont l'évolution est représentée graphiquement ci-dessous. On donne $E = 5 \text{ V}$ et $T = 5 \text{ ms}$. A l'instant initial, le condensateur n'est pas chargé.



Les tensions de saturation des amplificateurs opérationnels sont : $\pm V_{\text{sat}} = \pm 13 \text{ V}$

1. Caractériser le fonctionnement de chaque amplificateur opérationnel.
2. Quelle est la valeur initiale de V_1 ? En déduire l'évolution de V_2 pour $0 < t < \frac{T}{2}$. Montrer notamment que le deuxième amplificateur ne commute pas sur cet intervalle de temps.
3. Déterminer l'évolution de V_1 et V_2 pour : $\frac{T}{2} < t < T$. Représenter graphiquement l'évolution de V_1 et V_2 sur une période de la tension d'entrée.
4. On change la valeur de E qui devient $E_2 = 3 \text{ V}$. A quel instant t_1 la tension de sortie V_2 passe-t-elle par la valeur E_2 ? (le condensateur est toujours supposé déchargé à l'instant initial).
Quelle est l'évolution de V_2 dans l'intervalle : $t_1 < t < \frac{T}{2}$?

5. En déduire la représentation de la fonction $V_2(t)$ sur une période de V_1 .
6. Dans la réalité, on constate une oscillation de V_2 dans l'intervalle de temps $t_1 < t < \frac{T}{2}$. L'origine de ces oscillations s'explique par les fluctuations de la tension de sortie et de la tension différentielle d'entrée du premier amplificateur : $\varepsilon_1 = V_2 - E_2$. Pour montrer la stabilité de l'état $V_2 = E_2$, on pose $V_2 = E_2 + v'$ et on étudie l'évolution de v' à partir de l'équation d'état du premier amplificateur opérationnel :

$$\frac{1}{\omega_0} \frac{dV_1}{dt} + V_1 = \mu_0 \varepsilon_1 \quad \text{où } \omega_0 \text{ et } \mu_0 \text{ sont des constantes}$$

et de l'équation différentielle de couplage de V_1 et V_2 trouvée précédemment.

Montrer que v' suit l'équation différentielle : $\frac{d^2 v'}{dt^2} + \omega_0 \frac{dv'}{dt} + \frac{\mu_0 \omega_0}{RC} v' = 0$

7. Expérimentalement, on observe des oscillations très faiblement amorties de période $\tau = 50 \mu\text{s}$. En déduire la valeur de la constante $\mu_0\omega_0$ de l'amplificateur opérationnel. Où cette constante intervient-elle ?