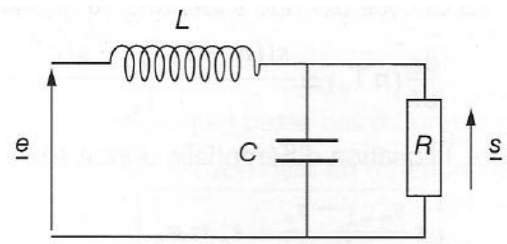
Physique-Chimie	Devoir surveillé n° 1	PSI*

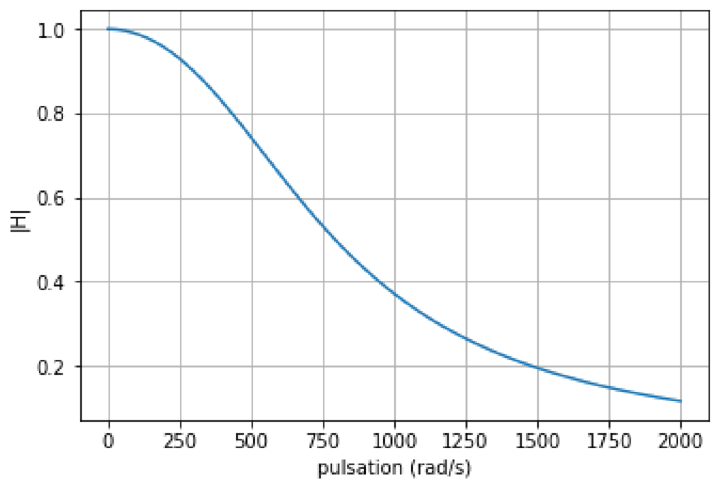
- **L'usage de la calculatrice est autorisé.**
- Un résultat non démontré peut être utilisé pour la suite du problème.
- Tout résultat fourni sans justification ainsi que toute application numérique sans unité seront considérés comme sans valeur.
- **On accordera la plus grande importance à la concision et la clarté de la rédaction. En particulier, encadrer les résultats.**

1. Filtrage

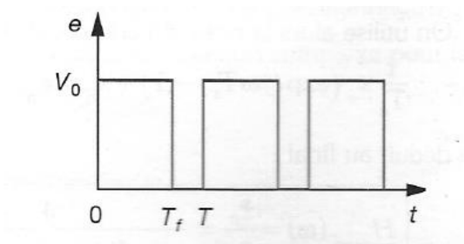
On considère le filtre ci-contre pour lequel $R = 80\,\Omega, L = 200\,mH, C = 10\mu F$. On pose $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$.



a. Quel est la nature du filtre (qualitatif) ?
b. Déterminer sa fonction de transfert.
c. On donne le tracé : $\omega \rightarrow |\underline{H}(\omega)|$. En déduire l'ordre de grandeur de la fréquence de coupure.



Le filtre est alimenté par un signal créneau périodique de fréquence $f = 1000\,Hz$ représenté ci-contre. Sa décomposition en série de Fourier s'écrit :



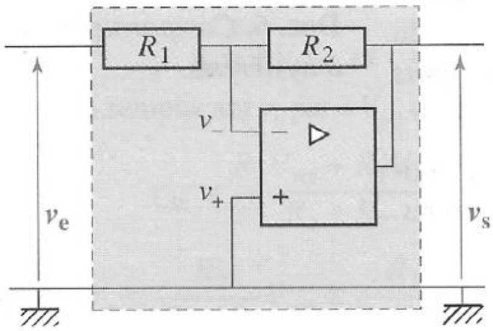
$$e(t) = \alpha V_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2V_0}{n\pi} |\sin(n\pi\alpha)| \cos(n\omega t + \phi_n)$$

Où $\alpha = T_f/T$

d. Evaluer l'amplitude de l'harmonique $n = 2$ et justifier pourquoi la tension de sortie est sensiblement constante dans le temps. Déterminer l'expression s_m de cette constante en fonction de V_0 et α.
e. En réalité, le signal de sortie oscille légèrement (avec une amplitude appelée ondulation résiduelle) Vérifier que pour obtenir un ordre de grandeur convenable de l'ondulation résiduelle il suffit de ne considérer que la fondamentale dans la série de Fourier. On calculera son rapport avec l'harmonique $n = 2$ pour $\alpha = 3/4$.
f. Déterminer alors l'ondulation $\Delta s = s_{max} - s_{min}$ de la tension de sortie puis le taux d'ondulation $\frac{\Delta s}{s_m}$ (expression littérale et application numérique.
g. Représenter le signal de sortie en fonction du temps.

2. ALI réel

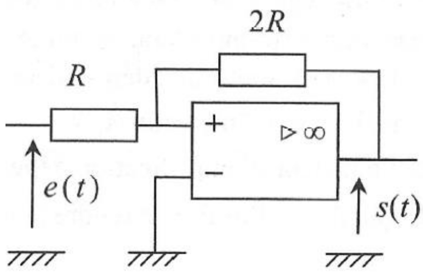
On considère le montage à ALI ci-dessous.



a. Quel nom lui donne-t-on ? Justifier en déterminant sa fonction de transfert dans un cas idéal.
b. Déterminer la fonction de transfert du montage dans le cas où l'ALI est considéré comme réel avec une bande passante finie. On notera τ sa constante de temps intrinsèque et A_d le gain différentiel statique.
c. Déterminer les comportements asymptotiques du diagramme de Bode en gain et la fréquence de coupure à $-3\ dB$ en revenant à sa définition.
d. En déduire une différence majeure avec l'amplificateur non inverseur vu en cours en démontrant une propriété fondamentale de l'amplificateur non inverseur que ne vérifie pas le montage de cet exercice.
e. A l'aide d'une approche temporelle, vérifier la stabilité du montage. Commenter.

3. Trigger de Schmidt (ou comparateur à hystérésis)

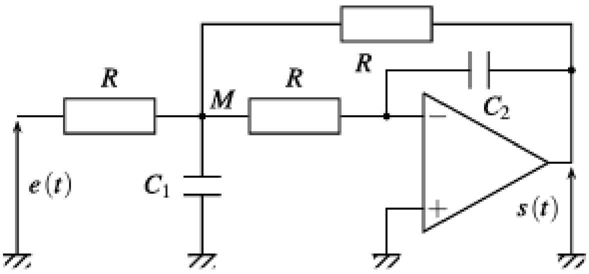
On considère le montage de la figure ci-contre où l'ALI est supposé idéal. Le montage est alimenté par une tension $e(t)$ d'amplitude variable.



a. A quelle condition sur V_+ a-t-on $s = +V_{sat}$?
b. Montrer que le potentiel V_+ s'écrit comme une combinaison linéaire des tension e et s : $V_+ = \alpha \cdot e + \beta \cdot s$ et préciser les expressions de α et β.
c. Supposons que la tension e soit suffisamment négative pour que $s = -V_{sat}$. La tension e augmente alors. Pour quelle valeur V_1 de e la sortie s bascule de $-V_{sat}$ à $+V_{sat}$?
d. Supposons maintenant que la tension e soit suffisamment positive pour que $s = V_{sat}$. La tension e diminue alors. Pour quelle valeur V_2 de e la sortie s bascule de $+V_{sat}$ à $-V_{sat}$?
e. Tracer alors avec soin l'allure de la caractéristique $s(e)$ du montage.
f. On applique un signal $e(t) = V_0 \cdot \cos(\omega t)$ en entrée. On suppose qu'à $t = 0$, la sortie est saturée à $-V_{sat}$. Tracer sur une même figure les signaux $e(t)$ et $s(t)$ dans les deux cas suivants : $0 < V_0 < V_1$ et $V_0 > V_1$.
g. Au lieu de relier l'entrée inverseuse à la masse, on la branche désormais à une alimentation stabilisée imposant E_0 constante. Etablir aussi précisément que possible le cycle d'hystérésis de ce montage dans le cas où $E_0 = \frac{V_{sat}}{2}$.
h. Donner un exemple d'application où les comparateurs à hystérésis peuvent avoir un rôle important.

4. Filtrage d'un signal créneau

On considère le montage à ALI ci-contre.



a. En expliquant les hypothèses faites, établir l'expression de sa fonction de transfert sous la forme suivante :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{H_0}{1 + 2\xi \frac{j\omega}{\omega_0} + \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

Préciser les expressions des différents paramètres.
De quel type de filtre s'agit-il ?

b. On parle d'ajustage fonctionnel quand on peut régler les valeurs des paramètres caractéristiques du filtre, en particulier ω_0 et ξ. Expliquer comment on peut choisir les valeurs de ces deux coefficients, indépendamment l'une de l'autre.

c. Le diagramme de Bode du filtre fait intervenir deux segments rectilignes, tant pour le gain que pour la phase. Que valent les deux pentes ? les deux phases ?

d. On alimente le montage avec un signal d'entrée en créneaux entre 0 et E_0, de période $T_e = 2{,}5 \, . \, 10^{-5} \, s$. Comment choisir la valeur de la résistance pour que la sortie soit un signal constant, dans le cas où $C_1 = 22 \, nF$ et $C_2 = 330 \, nF$? Que vaut alors la sortie ?

e. Dans le cas où $\omega \gg \omega_0$, proposer une allure qualitative à la tension de sortie en justifiant le raisonnement. Donner alors un nom au montage. *Pour cette question seulement, on considérera que le créneau d'entrée n'a pas de valeur moyenne.*