

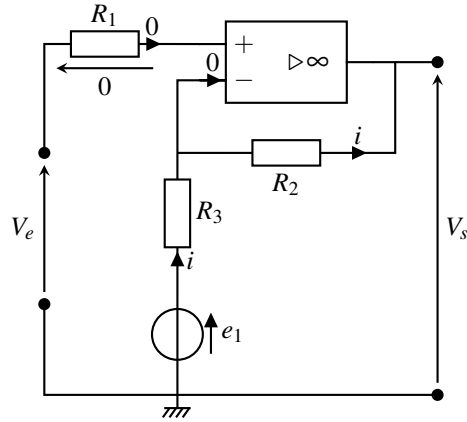
Corrigé DM16

Exercice : Utilisation d'un matériau piézoélectrique en capteur de force

1. Modèle de l'ALI idéal :

- en régime linéaire, la tension différentielle est nulle : $V_+ = V_-$,
- les courants d'entrée sont nuls : $i_- = i_+ = 0$.
- les impédances d'entrée sont infinies, l'impédance de sortie est nulle.

On annote le schéma de la figure 1 :



Le potentiel du côté inférieur de la lame est nul car il est relié à la masse donc le potentiel du côté supérieur de la lame vaut V_e . La tension aux bornes de R_1 est nulle car $i_+ = 0$. On en déduit que $V_+ = V_e$. Comme l'ALI est idéal et fonctionne en régime linéaire on conclut que $V_+ = V_- = V_e$.

Le potentiel "en-dessous" de R_3 est égal à e_1 . On écrit la loi des nœuds en termes de potentiel au niveau de l'entrée inverseuse :

$$\frac{e_1 - V_e}{R_3} = \frac{V_e - V_s}{R_2} \iff V_e = \frac{R_2 e_1 + R_3 V_s}{R_2 + R_3}$$

2. L'AN donne $V_e = 0,95 \text{ V}$.

3. La force vaut : $F = \frac{CV_e}{K} = 0,76 \text{ N}$.

4. On commence par calculer la fonction de transfert du montage 2. En associant les impédances en série (à l'entrée) et en dérivation (dans la boucle) on retrouve un schéma classique avec une fonction de transfert qui s'écrit sous la forme :

$$\underline{H} = -\frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \underline{Z}_1 = \frac{1}{jC_1\omega} + R_1 \\ \underline{Z}_2 = \frac{R_2/jC_2\omega}{R_2 + 1/jC_2\omega} = \frac{R_2}{1 + jR_2C_2\omega} \end{cases}$$

Après simplifications on trouve que :

$$\underline{H} = -\frac{\frac{R_2}{R_1}}{1 + \frac{R_2C_2}{R_1C_1} + j\left(R_2C_2\omega - \frac{1}{R_1C_1\omega}\right)}$$

Les signaux d'entrée et de sortie sont en opposition de phase à condition que $\arg(\underline{H}) = \pi$, c'est-à-dire que $\underline{H}$ soit un **réel négatif**. On vérifie rapidement que c'est le cas à condition que :

$$R_2C_2\omega - \frac{1}{R_1C_1\omega} = 0 \iff \omega = \frac{1}{\sqrt{R_1R_2C_1C_2}}$$

$$\iff f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2}} = 3,2 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$