

Conditionnement d'un capteur

Objectifs :

- Étudier expérimentalement un montage en pont de Wheatstone et un montage de compensation à AOP.
- Étudier une application pratique utilisant un simulateur de jauge de contrainte comme capteur de force.

Préparation : Obligatoire.

Compte rendu papier : À remettre à la fin de la séance de TP.

1 Préparation (5 points)

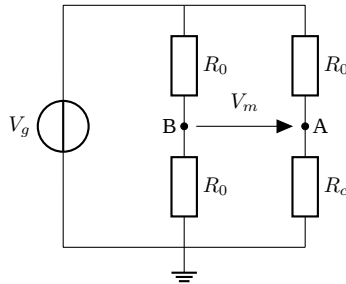


Figure 1. Montage en pont.

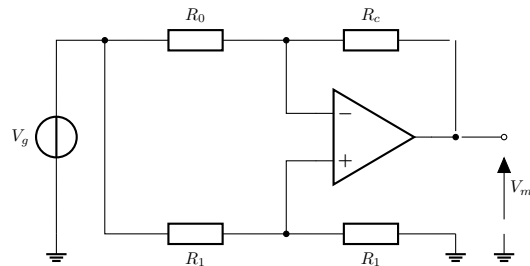


Figure 2. Montage de compensation à AOP.

1.1 Montage en pont

Un capteur de force (jauge de contrainte) est collée sur un corps d'épreuve d'une balance afin de mesurer la masse M de celui-ci. Le capteur est représenté par une résistance $R_c = R_0 + \Delta R$, où R_0 est la résistance de la jauge au repos et ΔR les variations de la résistance de la jauge. Les variations relatives de la résistance de la jauge sont proportionnelles à la masse M . On admettra que :

$$\frac{\Delta R}{R_0} = K M$$

avec : M en kg, $K = 4.10^{-3} \text{ kg}^{-1}$ et $R_0 = 1 \text{ k}\Omega$. La jauge est insérée dans le pont de Wheatstone (figure 1).

1. Montrer que la tension V_m vérifie l'équation suivante : $V_m = \frac{V_g}{2} \frac{\frac{\Delta R}{2R_0}}{1 + \frac{\Delta R}{2R_0}}$
2. Les variations relatives de résistance $\frac{\Delta R}{R_0}$ sont inférieures à 10 %. Quelle masse M maximum peut-on mesurer ?
3. Tracer l'évolution de la tension V_m en fonction de ΔR . Placer sur l'axe des abscisses la correspondance en fonction de la masse M .
4. On admet que si $\frac{\Delta R}{R_0} < 1 \%$ alors l'expression approchée de V_m à 1 % près est :

$$V_m \approx \frac{V_g}{4} \frac{\Delta R}{R_0}$$

Pour $V_g = 10 \text{ V}$, tracer sur le même système d'axes les équations exacte et approchée de l'évolution de V_m en fonction de M . Indiquer également sur le graphe la zone où l'approximation reste valable. Notamment indiquer les valeurs limites de ΔR et M .

1.2 Montage de compensation à AOP

La jauge de contrainte est maintenant insérée dans le montage de la figure 2. L'AOP est supposé parfait : les courants d'entrées i_+ et i_- sont nuls et la sortie se comporte comme un générateur de tension parfait.

1. Exprimer v_+ en fonction de V_g .
2. Exprimer v_- en fonction de V_m , V_g , R_0 et R_c .
3. Sachant que l'AOP fonctionne en régime linéaire ($v_+ = v_-$), montrer que la tension V_m vérifie l'équation suivante :

$$V_m = -\frac{V_g}{2} \frac{\Delta R}{R_0}$$

Pour $V_g = 10 \text{ V}$, tracer l'évolution de V_m en fonction de ΔR , avec $0 \leq \Delta R \leq 100 \Omega$. Indiquer sous l'axe des abscisses les valeurs correspondantes de M .

2 Manipulations (15 points)

Une maquette est à votre disposition.

2.1 Montage en pont

Le montage d'étude est celui de la préparation. La jauge sera simulée par une résistance variable et on utilisera des **résistances de précision** pour $R_0 = 1\text{ k}\Omega$.

1. Après avoir réglé avec précision V_g à 10 V, câbler le montage et régler R_c à 1 k Ω . Mesurer la tension V_m au voltmètre numérique. Cette tension est-elle nulle ? Pourquoi ?
2. Régler R_c pour obtenir la tension V_m la plus faible possible (tension d'équilibre). On note R_{0exp} la valeur ainsi réglée.
3. Les variations de R_c par rapport à R_{0exp} sont $\Delta R = R_c - R_{0exp}$. Tracer sur papier millimétré la courbe $V_m = f(\Delta R)$ pour ΔR variant de 0 à 100 Ω (au moins 10 mesures). Comparer avec la courbe théorique et justifier les éventuels écarts.

2.2 Montage de compensation à AOP

Le montage d'étude est celui de la préparation. L'AOP TL081 sera alimenté en -10 V et 10 V. La jauge sera simulée par une résistance variable et on utilisera des **résistances de précision** pour $R_0 = R_1 = 1\text{ k}\Omega$.

1. Après avoir réglé avec précision V_g à 10 V, câbler le montage et régler R_c à 1 k Ω . Mesurer la tension V_m au voltmètre numérique. Cette tension est-elle nulle ? Pourquoi ?
2. Régler R_c pour obtenir la tension V_m la plus faible possible (tension d'équilibre). On note R_{0exp} la valeur ainsi réglée.
3. Les variations de R_c par rapport à R_{0exp} sont $\Delta R = R_c - R_{0exp}$. Tracer sur papier millimétré la courbe $V_m = f(\Delta R)$ pour ΔR variant de 0 à 100 Ω (au moins 10 mesures). Comparer avec la courbe théorique et justifier les éventuels écarts.