Travaux pratiques

D'Électricité – Électronique

IUT GEII Neuville sur Oise

Conditionnement d'un capteur de déformation

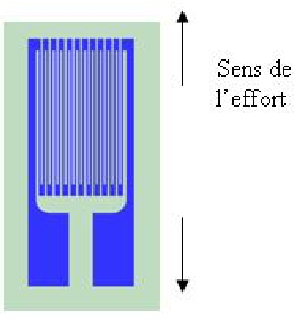
Objectifs :

- Etudier une application pratique utilisant une jauge de contrainte comme capteur de force.
- Utiliser un pont de Wheatstone.

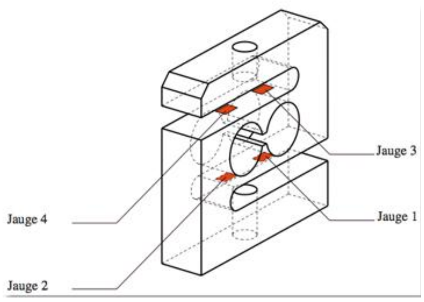
1 Présentation

Il existe plusieurs méthodes pour mesurer une déformation, la plus courante est le recours à la jauge de contrainte. Une jauge de contrainte est un capteur dont la résistance varie en fonction de sa déformation. Elle permet la mesure indirecte d'une force, d'une pression, d'un poids, etc., par déformation du corps d'épreuve sur lequel elle est solidaire (en général par collage)

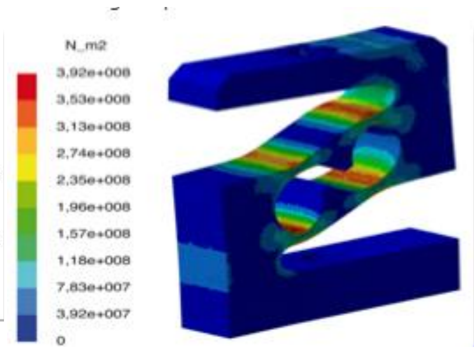
La jauge la plus courante est la jauge de contrainte métallique encollée, elle se compose d'un fil très fin, monté en spirale :



Exemple de jauge



Exemple de corps d'épreuve



Mise en évidence des zones de déformations du corps d'épreuve

On rappel que la résistance du fil vérifie la relation $R = \rho \frac{l}{S}$. Ainsi lors de la déformation la longueur l varie et par conséquent la résistance R.
On note R_0 la résistance de la jauge au repos et ΔR la variation de la résistance : $R = R_0 + \Delta R$.

Pour des raisons pratiques la jauge sera simulée au cours du TP par une résistance variable (boite à décade).

2 Préparation

2.1 Pont de Wheatstone avec une seule jauge active

Une jauge de contrainte est collée sur le corps d'épreuve d'une balance. La masse M à mesurer déforme le corps d'épreuve. Les variations relatives de la résistance de la jauge sont proportionnelles à la masse M . On admettra que :

$$\frac{\Delta R}{R_0} = K\ M \qquad \text{M en kg} \qquad \text{et} \qquad K=4.10^{-3}\ kg^{-1}$$

$$R_0 = 1\ k\Omega$$

La jauge est insérée dans le pont de Wheatstone suivant :

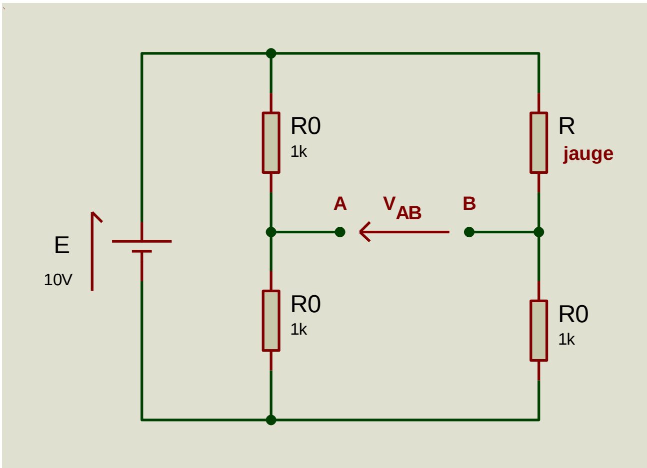


Figure 1

1. Montrer que la tension V_{AB} vérifie l'équation suivante : $V_{AB} = \frac{E}{2} \frac{\frac{\Delta R}{2R_0}}{1+\frac{\Delta R}{2R_0}}$
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_{AB} en fonction de ΔR. Placer sur l'axe des abscisses la correspondance en fonction de la masse M.
4. On admet que si $\frac{\Delta R}{2R_0}$ < 1% alors l'expression de V_{AB} peut être approchée à 1% près par :

   $V_{AB} \approx \frac{E}{4} \frac{\Delta R}{R_0}$

   Tracer sur le même système d'axes qu'à la question 3 l'évolution de V_{AB} approchée. Indiquer également sur le graphe la zone où l'approximation reste valable. Notamment indiquer les valeurs limites de ΔR et M.

2.2 Correction de la non linéarité

Pour obtenir une tension V_{AB} proportionnelle à la masse M on peut par exemple :

- Utiliser une deuxième jauge identique à la première et placée de telle façon que sa variation de résistance soit opposée à celle de la première jauge.
- Insérer la jauge dans un montage à AOP.

2.2.1 Pont de Wheatstone à deux jauges actives

Le pont de Wheatstone possède maintenant deux jauges actives :

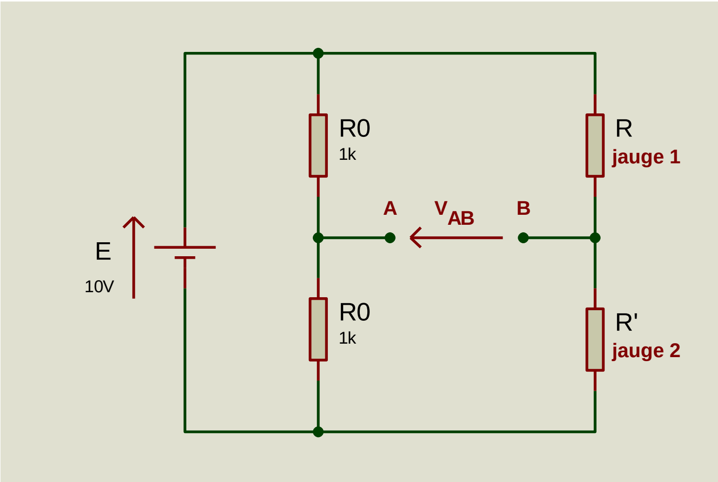


Figure 2

La jauge 1 à une résistance $R = R_0 + \Delta R$.
La jauge 2 à une résistance $R' = R_0 - \Delta R$.

Montrer que la tension V_{AB} vérifie l'équation suivante : $V_{AB} = \frac{E}{2}\frac{\Delta R}{R_0}$

2.2.2 Montage de compensation à AOP

La jauge de contrainte est insérée dans le montage suivant :

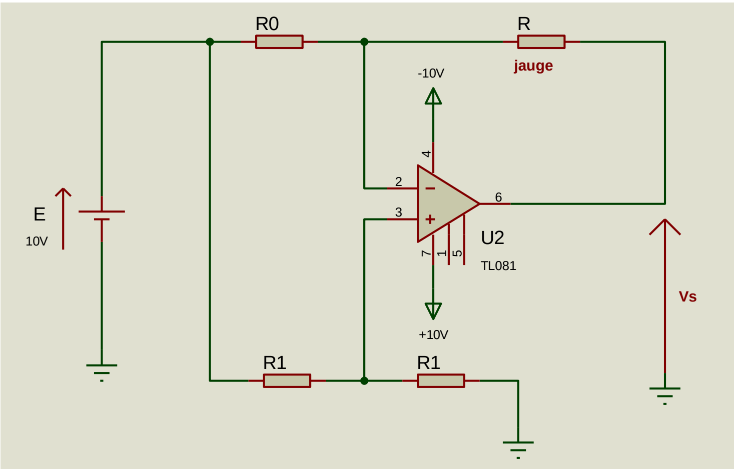


Figure 3

La résistance de la jauge vérifie la relation : $R = R_0 + \Delta R$
L'AOP est supposé parfait : les courants d'entrés i+ et i- sont nuls et la sortie se comporte comme un générateur de tension parfait.

1. Exprimer V+ en fonction de E.
2. Exprimer V- en fonction de Vs, E R_0 et R.
3. Sachant que l'AOP fonctionne en régime linéaire (V+=V-), montrer que $V_s = -\frac{E}{2}\frac{\Delta R}{R_0}$

3 Manipulation

3.1 Pont de Wheatstone avec une seule jauge active

Le montage d'étude est celui de la figure 1. La jauge sera remplacée par une résistance variable. Utiliser pour cela la boite à décade.

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

3.2 Correction de la non linéarité

3.2.1 Pont de Wheatstone à deux jauges actives.

Le montage d'étude est celui de la figure 2. Chaque jauge est remplacée par une boite à décade.

1. Tracer sur papier millimétré la courbe $V_{AB}=f(\Delta R)$ pour ΔR variant de 0 à 100Ω.
   Comparer avec la courbe théorique et justifier les éventuels écarts.

3.2.2 Montage de compensation à AOP

Le montage d'étude est celui de la figure 3.

$R_0=R_1= 1$ kΩ

1. Après avoir régler avec précision E à 10V. Câbler le montage et régler R à 1 kΩ
2. Régler R pour obtenir la tension V_{AB} la plus faible possible. On note R_{0exp} la valeur ainsi réglée.
3. Les variations de R par rapport à R_{0exp} sont $\Delta R = R - R_{0exp}$.
   Tracer sur papier millimétré la courbe $V_S=f(\Delta R)$ pour ΔR variant de 0 à 100Ω.
   Comparer avec la courbe théorique et justifier les éventuels écarts.