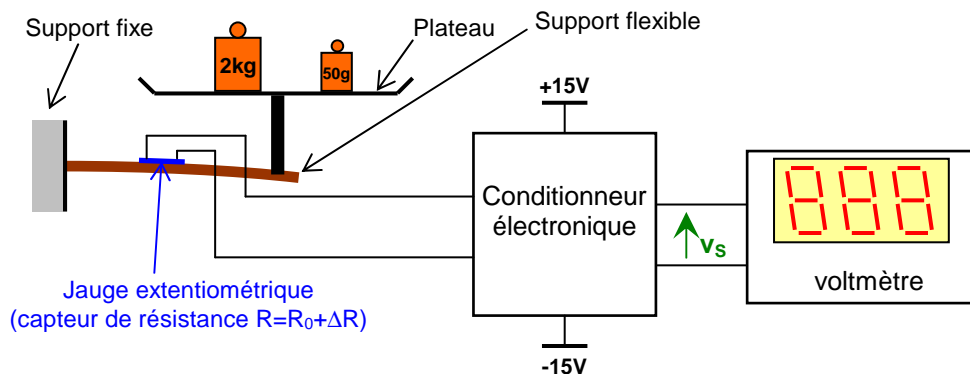


# LES CAPTEURS (2) PRINCIPE D'UNE BALANCE

## PRÉSENTATION

La mesure de poids repose sur le principe de déformation d'une jauge de contrainte collée sur le support flexible de pesage (schéma ci-dessous):

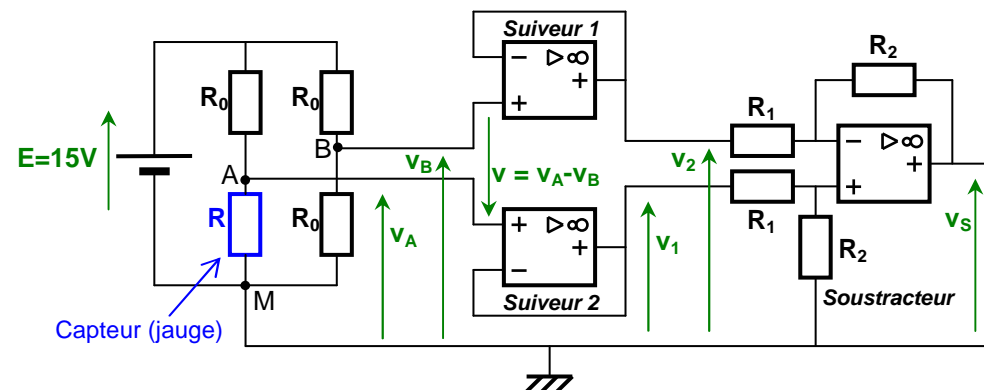


La jauge est une résistance  $R$  qui varie avec la déformation due à la masse  $m$  sur le plateau :

$$R = R_0 + \Delta R \quad \text{avec } R_0 = 360\Omega \quad \text{et} \quad \frac{\Delta R}{R_0} = K.m \quad \text{avec } K = 4.10^{-3} \text{ kg}^{-1}$$

## 1- ÉTUDE DU CONDITIONNEUR

Le schéma général du conditionneur est représenté ci-dessous:



Les amplificateurs différentiels intégrés (ADI) sont supposés parfaits :

- ⇒ pas de courants d'entrée :  $i^+ = i^- = 0A$
- ⇒ tension différentielle d'entrée  $\epsilon = v^+ - v^- = 0V$  (ce qui donne :  $v^+ = v^-$ )
- ⇒ tension maximale et minimale en sortie :  $+15V$  ou  $-15V$ .

### 1- Etude du pont de jauge

- ① Exprimer la tension  $v_A$  en fonction de  $E$ ,  $R_0$  et  $\Delta R$ .
- ② Exprimer la tension  $v_B$  en fonction de  $E$ .
- ③ En déduire que  $v$  peut se mettre sous la forme:  $v = E \frac{\Delta R}{4R_0 + 2\Delta R}$ .
- ④ Montrer que l'on peut simplifier l'expression de  $v$  pour obtenir :  $v = \frac{E}{4} \frac{K.m}{1 + \frac{K.m}{2}}$ .
- ⑤ Calculer la valeur de la tension  $v$  pour  $m = 10kg$ .
- ⑥ On admet qu'avec une masse  $m < 15kg$ , on a le produit  $K.m \ll 1$  (petit devant 1); simplifier alors l'expression de  $v$  pour le rendre linéaire.

### 2- Etude des montages suiveurs

- ① Montrer que  $v_1 - v_2 = v$ .
- ② Expliquer le rôle de ces étages.

### 3- Etude du montage soustracteur

- ① Exprimer  $v^+$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $v_1$ .
- ② Exprimer  $v^-$  en fonction de  $v_2$ ;  $v_s$ ;  $R_1$  et  $R_2$ .
- ③ En déduire que  $v_s = \frac{R_2}{R_1}(v_1 - v_2)$ .
- ④ On donne  $R_2 = 10k\Omega$ .  
Calculer la valeur de  $R_1$  pour obtenir  $v_s = 10V$  lorsque  $m = 10kg$ .  
Justifier l'intérêt de ce choix.

## 2- MISE AU POINT DE L'ENSEMBLE

- ① Calculer la puissance dissipée au repos ( $m=0$ ) par l'ensemble du pont de jauge.
- ② Tracer la caractéristique  $v_s = f(m)$ . En déduire la masse maximale mesurable.
- ③ On désire augmenter la sensibilité de la balance en utilisant une deuxième jauge identique à la première.  
Où faudrait-il placer cette jauge sur le support flexible ?  
A la place de quelle résistance  $R_0$  du pont faudrait-il connecter cette jauge ?

**LES CAPTEURS (2)**  
**PRINCIPE D'UNE BALANCE**

**1- ÉTUDE DU CONDITIONNEUR**

**1- Etude du pont de jauge**

On est en présence de deux ponts diviseurs alimentés par la même source de tension  $E = 15V$ .

① Pont diviseur de "droite" :  $v_B = E \frac{R_0}{R_0 + R_0}$

$\Rightarrow v_B = \frac{E}{2}$

② Pont diviseur de "gauche" :  $v_A = E \frac{R}{R_0 + R}$

③  $v = v_A - v_B = E \left[ \frac{R}{R_0 + R} - \frac{1}{2} \right] = E \left[ \frac{2R}{2R_0 + 2R} - \frac{R_0 + R}{2R_0 + 2R} \right] = E \frac{R - R_0}{2R_0 + 2R}$

mais on a  $R = R_0 + \Delta R \Rightarrow v = E \frac{R_0 + \Delta R - R_0}{2R_0 + 2R_0 + 2\Delta R} \Rightarrow v = E \frac{\Delta R}{4R_0 + 2\Delta R}$

④ Il suffit de diviser numérateur et dénominateur par  $R_0$  :  $v = \frac{E}{4} \frac{K.m}{1 + \frac{K.m}{2}}$

$\Rightarrow v = E \frac{\frac{\Delta R}{R_0}}{4 + 2 \frac{\Delta R}{R_0}} = \frac{E}{4} \frac{\frac{\Delta R}{R_0}}{1 + \frac{\Delta R}{2R_0}} \Rightarrow v = \frac{E}{4} \frac{K.m}{1 + \frac{K.m}{2}}$  car  $\frac{\Delta R}{R_0} = K.m$

⑤ Pour  $m = 10kg$  on a  $v = \frac{15}{4} \frac{4.10^{-3} \times 10}{1 + \frac{4.10^{-3} \times 10}{2}}$  soit  $v \approx 0,147V$

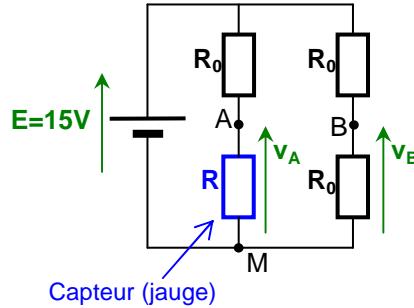
⑥ Si  $K.m \ll 1$  alors  $\frac{K.m}{2} \ll 1 \Rightarrow 1 + \frac{K.m}{2} \approx 1 \Rightarrow v = \frac{E}{4} \frac{K.m}{1} \Rightarrow v = \frac{E.K}{4} m$

Pour  $m < 10kg$  on peut donc considérer que  $v$  est proportionnel à  $m$ .

**2- Etude des montages suiveurs**

① Le montage "suiveur 1" donne  $v_1 = v_A$  et le montage "suiveur 2" donne  $v_2 = v_B$

$\Rightarrow v_1 - v_2 = v_A - v_B = v$



② Le montage suiveur répercute, en sortie, la même tension qu'en entrée tout en ne prélevant pas de courant en entrée (adaptation d'impédance).

**3- Etude du montage soustracteur**

① On a directement  $v^+ = v_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$  (relation du pont diviseur).

② On a aussi  $v^- = v_2 \frac{R_2}{R_1 + R_2} + v_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$  (pont diviseur avec 2 tensions en entrée).

③ On est en régime linéaire donc  $v^+ = v^- \Rightarrow v_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2} = v_2 \frac{R_2}{R_1 + R_2} + v_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

$\Rightarrow v_1.R_2 = v_2.R_2 + v_s.R_1 \Rightarrow v_s = \frac{R_2}{R_1}(v_1 - v_2)$

④ On a  $v_s = \frac{R_2}{R_1}(v_1 - v_2) = \frac{R_2}{R_1}.v \Rightarrow v_s = \frac{R_2}{R_1} \frac{E.K}{4} m \Rightarrow R_1 = \frac{1}{v_s} R_2 \frac{E.K}{4} m$

$\Rightarrow R_1 = \frac{1}{10} \times 10.10^3 \times \frac{15 \times 4.10^{-3}}{4} \times 10$  soit  $R_1 = 150\Omega$

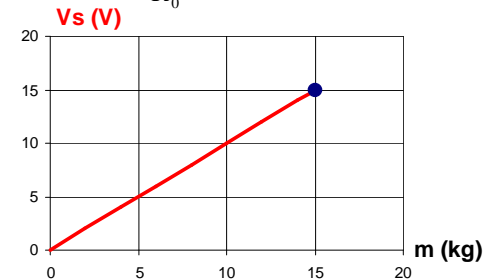
**2- MISE AU POINT DE L'ENSEMBLE**

① Au repos, le courant qui traverse la résistance  $R_0$  vaut :  $I_0 = \frac{E}{R_0 + R_0}$  et la puissance

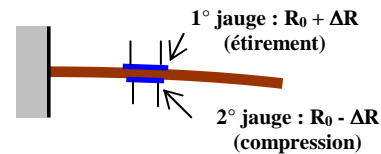
dissipée par le pont est  $P_0 = 4R_0 I_0^2 = 4R_0 \frac{E^2}{4R_0^2} = \frac{E^2}{R_0} = \frac{15^2}{360}$  soit  $P_0 = 0,625W$

On peut remarquer que l'ensemble du pont au repos est équivalent à la résistance  $R_0$  et donc la puissance dissipée s'exprime directement :  $P_0 = \frac{E^2}{R_0}$

② Caractéristique  $v_s = f(m)$



③ Pour augmenter la sensibilité de la balance on peut rajouter une autre jauge comme indiqué ci-dessous :



Dans le pont, la deuxième jauge sera connectée à la place de la résistance  $R_0$  située entre les points B et M.