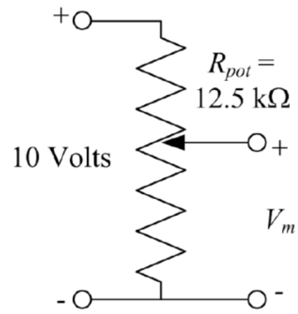
UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN - MOHAMMED BOUDIAF		
Faculté de Génie électrique	**Département d'électronique**	**L2 S4**
Génie Biomédical	**TD n°3**	**Capteurs de Grandeurs Physiques**

Exercice 1 :

Soit un potentiomètre de 12,5 kΩ utilisé comme capteur de déplacement, pour mesurer une plage de déplacements de 0 à 600 cm, et alimenté par une tension de 10 Volts.



1. Quelle est la sensibilité de ce dispositif en V/mm?

2. Si la classe d'exactitude de ce capteur est de ±0,25 % E.M., quelle est son erreur absolue et son erreur relative à 375 cm ?

3. Répéter la question (2) pour une distance de 1 cm. Discuter le résultat.

Exercice 2 :

Une jauge de contrainte d'un facteur de jauge de 2,1 et d'une résistance de 120,2 Ω, est collée sur une structure. En soumettant cette structure à une contrainte, la valeur de la résistance devient 120,25 Ω. Calculer la déformation et la contrainte. (E = 205 GPa).

Exercice 3 :

Quatre jauges de contrainte placées dans un pont avec une seule jauge active. La résistance nominale de toutes les jauges est de 120 Ω. Le facteur de jauge est de 2,1 et la tension d'alimentation est de 10 V. Calculez la déformation lorsque la sortie du pont est de 20 mV.

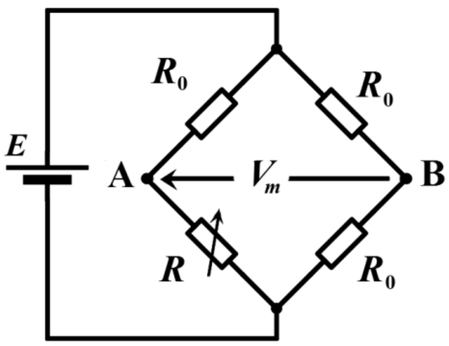
Exercice 4 :

Le circuit de la figure sert à mesurer la pression atmosphérique par rapport à 1013 mbar (pression atmosphérique moyenne) avec une sensibilité de 1 mV/mbar.

1. Déterminer l'expression de v_m en fonction de E, R et R_0.

2. Montrer que l'équilibre du pont est assuré si $R = R_0$.

3. R est un capteur résistif linéaire ayant les caractéristiques suivantes :



Pression (mbar)	0	4000
Résistance R (Ω)	1000	3000

Déterminer la valeur de la résistance réglable R_0 qui assure $v_m = 0$.

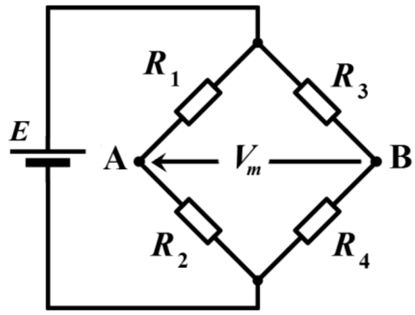
4. a. Exprimer v_m en fonction de E et de la pression P.

b. $v_m = f(E, P)$ est-elle linéaire ?

5. Prenant E = 12 V, calculez la valeur de la sortie pour P = 900 mbar.

Rappel sur les jauges de contrainte et le montage en pont :
Facteur de jauge (sensibilité) :

$$K = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\varepsilon} \quad => \quad R = R_0 + \Delta R = R_0\left(1 + \frac{\Delta R}{R_0}\right) = R_0(1 + K\varepsilon)$$



Montage en pont :

Pont équilibré si : $v_A = v_B$ => $v_m = v_A - v_B = 0$

et on a également : $R_1 = R_2$ et $R_3 = R_4$ ou $R_1 R_4 = R_2 R_3$

Tension différentielle de mesure :

$$v_m = v_A - v_B = E\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4}\right)$$

Exercice 1 :

1.

On assume que le potentiomètre est connecté à la source de 10 Volts et que la résistance entre le curseur et la masse est de 0 kΩ (ce qui donne 0 V en sortie) à 0 cm et de 12.5 kΩ (ce qui donne 10 V en sortie) à 600 cm.

Puis, en utilisant la relation (1.1) on peut écrire :

$$S = \frac{10\text{ V} - 0\text{V}}{6000\text{ mm} - 0\text{ mm}} = \frac{10\text{ V}}{6000\text{ mm}} = 0.00167\text{ V/mm}$$

2.

L'erreur absolue du capteur, correspondant à une classe de précision de ± 0.25 % E.M., est :

$$E_{\text{Abs}} = \pm 0.25\,\% \times 600\text{ cm} = \frac{\pm 0.25}{100} \times 600\text{ cm} = \pm 1.5\text{ cm}$$

Connaissant cette valeur, nous pouvons maintenant calculer l'erreur relative à une mesure de 375 cm :

$$E_{\text{Rel}} = \frac{E_{\text{Abs}}}{\text{Mesure}} \times 100\,\% = \frac{\pm 1.5\text{ cm}}{375\text{ cm}} \times 100\,\% = \pm 0.4\,\%$$

3.

L'erreur absolue ayant été obtenue en #2 c), ne reste à évaluer l'erreur relative pour une mesure à 1 cm. Cette erreur est :

$$E_{\text{Rel}} = \frac{E_{\text{Abs}}}{\text{Mesure}} \times 100\,\% = \frac{\pm 1.5\text{ cm}}{1\text{ cm}} \times 100\,\% = \pm 150\,\%$$

L'erreur relative s'accroit au fur et à mesure que la mesure décroit vers 0 cm. Elle est égale à la classe de précision lorsque la mesure est égale à l'étendue de mesure de 600 cm. Elle devient infinie à 0 cm.

Ainsi, si la mesure à 375 cm est sensée, celle à 1 cm ne l'est pas.

Exercice 2 :

ΔR = 12,25 - 120,2 = 0,05 Ω

ΔR/R = 0,05/120,2 = $4{,}16.10^{-4}$ ⇒ ε=(ΔR/R)/K = $4{,}16.10^{-4}$ /2,1=$1{,}981.10^{-4}$ ⇒ σ=εE=$1{,}981.10^{-4}$ x 209.10^{9}=40,61MPa

Exercice 3 :

Vm ≈ E K ε /4 ⇒ ε = 4 x Vm/EK = (4 x 0,02) / (10 x 2,1) = $3{,}8.10^{-3}$

Exercice 4 :

1. $v_m = v_A - v_B = \frac{R}{R_0+R}E - \frac{R_0}{2R_0}E = \left(\frac{R-R_0}{R+R_0}\right)\frac{E}{2}$

2. Si $R = R_0 \Rightarrow v_m = 0.$

3. $R = a \times P + b$ avec b= 1000 Ω

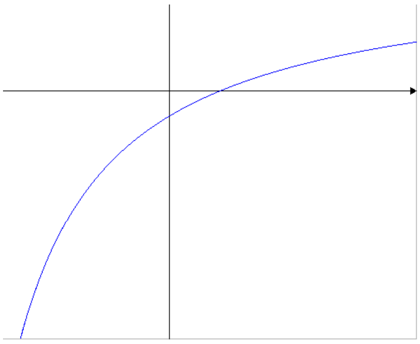
R1 = a x 4000 +1000 = 3000 $\Rightarrow$ a = 0,5 Ω/mbar

R (Ω) = 0,5 (Ω/mbar) x P(mbar) + 1000 Ω

$v_m = 0 \Rightarrow$ P = P_{atm} = 1013 mbar

R_0 = 0,5 x 1013 + 1000 = 1506,5 Ω

4. a. $v_m = \left(\frac{R-R_0}{R+R_0}\right)\frac{E}{2} = \frac{0{,}5\ \mathrm{P} + 1000 - 1506{,}5}{0{,}5\ \mathrm{P} + 1000 + 1506{,}5} . \frac{E}{2} = \frac{0{,}5\ \mathrm{P} - 506{,}5}{0{,}5\ \mathrm{P} + 2506{,}5} . \frac{E}{2}$



5. P = 900 mbar : $v_m = \left(\frac{R-R_0}{R+R_0}\right)\frac{E}{2} = \frac{0{,}5\ \mathrm{P} + 900 - 1506{,}5}{0{,}5\ \mathrm{P} + 900 + 1506{,}5} . \frac{12}{2} = -114{,}6$ mV