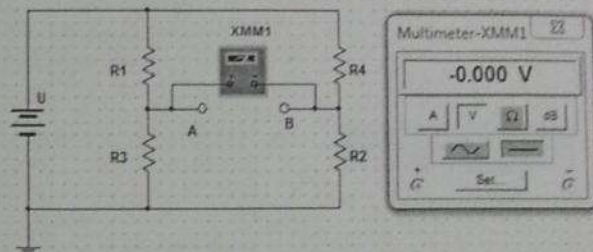


## I. MESURE D'UNE RESISTANCE

Q1. Rappel sur le pont de Wheatstone.

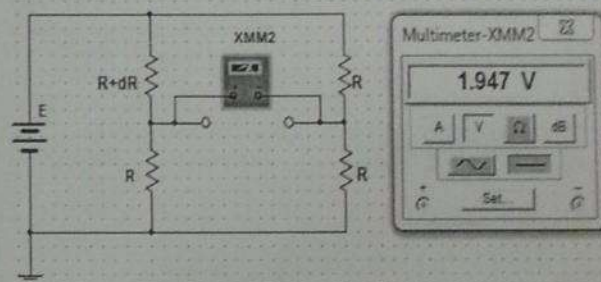
- A quelle condition sur la valeur des résistances  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  et  $R_4$  peut-on assurer la mesure de 0 Volt en sortie du pont de la figure ci-contre.
- Comment peut-on utiliser le pont pour mesurer une résistance ?



Q2. Considérons un capteur passif de résistance  $R_c$  telle que :

$R_c = R + \Delta R$  avec  $\Delta R = \alpha \cdot \Phi \ll R$   
où  $\Phi$  désigne la grandeur physique à mesurer.

- Exprimer la sortie du pont en fonction de la grandeur à mesurer avec  $R_1 = R + \Delta R$ ,  $R_2 = R_3 = R_4 = R$ .
- NB:  $(1+u)^{-1} = 1 - u + u^2 - u^3 \dots$  ( $u \ll 1$ )
- Examiner la linéarité du circuit de conditionnement.



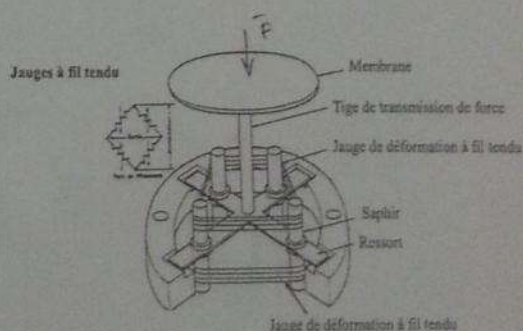
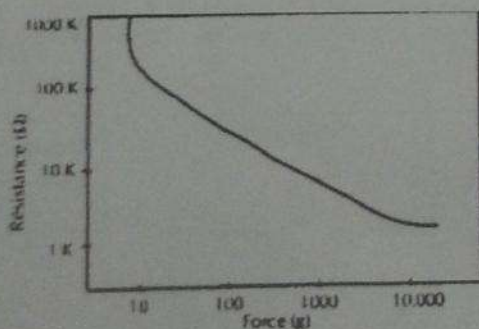
Q3. Même exercice avec  $R_1 = R_2 = R + \Delta R$  et  $R_3 = R_4 = R - \Delta R$  avec  $\Delta R = \alpha \cdot \Phi$ . Commentaires.

## II. MESURES DYNAMOMETRIQUES

### PRINCIPE PHYSIQUE

Q4. On souhaite mesurer une force entre 10g et 1000g ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ) en exploitant la piézorésistivité d'un conducteur de résistivité  $\rho$ , de diamètre  $D$  et de longueur  $L$ , soumis à une force d'étirement  $F$ .

- Rappeler le phénomène de piézorésistivité et établir l'expression de la variation relative de sa résistance  $\Delta R/R$  du matériau en fonction de  $F$ .
- Evaluer graphiquement la résistance du capteur à 100g à l'aide de sa caractéristique ci-dessous.



### MISE EN ŒUVRE MATÉRIELLE

- Proposer un circuit de conditionnement de jauge de contrainte au moyen d'un câblage adéquat de capteurs fonctionnant en compression/étirement, à l'équilibre pour 100g.
- Commenter la technologie ci-dessus.

### III. CHAÎNE DE MESURE DE TEMPERATURE

#### CAS D'UN CAPTEUR RESISTIF

On se place dans le cas d'un capteur de température passif comme la sonde platine PT-100, ou le HIL-700-TO-A de Honeywell, dont les données techniques figurent ci-contre.

- Q5. Donner la meilleure approximation linéaire du capteur entre  $-20$  et  $+20^{\circ}\text{C}$ :  $R(T) = R_0(1 + \alpha T)$  dans la famille à  $R_0(0) = 100\Omega$ .
- Quelle est sa sensibilité  $\alpha$  de  $-20^{\circ}\text{C}$  à  $+20^{\circ}\text{C}$ ?

#### CONDITIONNEMENT ET MISE EN FORME

- Q6. Paramétrer un circuit de conditionnement de manière à avoir en sortie  $V_{AX} = 0$  volt à  $0^{\circ}\text{C}$ .
- Quelle est la sensibilité  $\alpha$  du circuit de conditionnement:  $V_{AX}(T) = \alpha T$ , ainsi ses valeurs pour  $T = \pm 20^{\circ}\text{C}$ .
  - Quel gain doit-on imposer à l'étage d'amplification de manière à avoir:  $-15\text{V} < V_{AX} < +15\text{V}$  pour  $-20^{\circ}\text{C} < T < +20^{\circ}\text{C}$ ?

#### INSTRUMENTATION ANALOGIQUE

- Q7. Amplificateur différentiel et amplificateur d'instrumentation, CTD.

#### Temperature Sensors Platinum RTDs

##### FUNCTIONAL BEHAVIOR

$$R_t = R_0(1 + AT + BT^2 + 100CT^3 + CT^4)$$

$R_t$  = Resistance ( $\Omega$ ) at temperature  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $R_0$  = Resistance ( $\Omega$ ) at  $0^{\circ}\text{C}$   
 $T$  = Temperature in  $^{\circ}\text{C}$

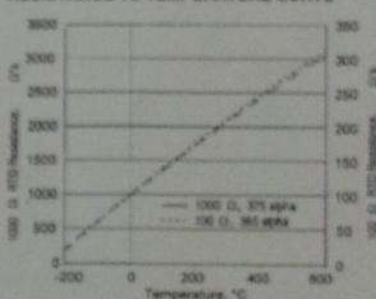
$$A = \alpha + \frac{\alpha\beta}{150} \quad B = \frac{-\alpha\beta}{100} \quad C_{100} = \frac{-\alpha\beta}{100^2}$$

##### CONSTANTS

|                                             |                           |                            |
|---------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Alpha, $\alpha$ ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) | 0.00375<br>$\pm 0.000029$ | 0.003850<br>$\pm 0.000010$ |
| Delta, $\delta$ ( $^{\circ}\text{C}$ )      | $1.605 \pm 0.009$         | $1.4990 \pm 0.007$         |
| Beta, $\beta$ ( $^{\circ}\text{C}$ )        | 0.16                      | 0.10893                    |
| A ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )               | $3.81 \times 10^{-4}$     | $3.908 \times 10^{-4}$     |
| B ( $^{\circ}\text{C}^{-2}$ )               | $-6.02 \times 10^{-7}$    | $-5.775 \times 10^{-7}$    |
| C ( $^{\circ}\text{C}^{-3}$ )               | $-6.0 \times 10^{-12}$    | $-4.183 \times 10^{-12}$   |

Both  $\beta = 0$  and  $C = 0$  for  $T > 0^{\circ}\text{C}$

##### RESISTANCE VS TEMPERATURE CURVE



### IV. INSTRUMENTATIONS ANALOGIQUES

#### CONVERSION COURANT-TENSION

- Q8. Dans tout ce qui suit, les amplificateurs opérationnels sont réputés idéaux pour l'ensemble de leur caractéristiques:  $R_E \rightarrow \infty$ ,  $R_S \rightarrow 0$ ,  $G_D \rightarrow \infty$ ,  $\epsilon \rightarrow 0$ . Par ailleurs, le capteur est modélisé par une résistance:  $R = R_0 + \Delta R$  avec  $\Delta R = \alpha \Phi$

où  $\Phi$  désigne la grandeur physique à mesurer.

- Exprimer la sortie du dispositif ci-contre en fonction de  $\Phi$ .
- Même exercice avec le montage ci-dessous après l'avoir qualitativement commenté.

