

**Exo I-1 :** La résistance d'un capteur peut varier de  $100\ \Omega$  en absence de mesurande à  $120\Omega$  au maximum. Trouver le conditionneur nécessaire et l'alimentation à utiliser pour obtenir une tension de sortie qui varie de 0 à 1V avec une dissipation maximale du capteur de 100 mW.

**Exo I- 2 :** On effectue une série de 20 mesures de la période de rotation d'un moteur et on trouve : 961, 965, 962, 961, 961, 960, 959, 955, 960, 954, 961, 960, 957, 959, 960, 962, 956, 964, 957, 960.

- 1) Calculer la valeur moyenne, l'écart standard et l'intervalle de confiance à 99 %.
- 2) Tracer l'histogramme des mesures et déduire à quelle loi obéissent ces résultats.

**Exo I-3 :** Pour mesurer la température, on utilise 3 capteurs : une sonde de platine, une thermistance CTN et une paire de thermocouples dont une soudure est à la température ambiante. Pour étalonner ces capteurs, on effectue 2 séries de mesures :

$\theta = 0\ ^\circ\text{C}$  :  $R_{pt} = 100\ \Omega$  ,  $R_{CTN} = 200\ \text{k}\Omega$  ,  $U_{th} = - 1\ \text{mV}$

$\theta = 100\ ^\circ\text{C}$  :  $R_{pt} = 140\ \Omega$  ,  $R_{CTN} = 2\ \text{k}\Omega$  ,  $U_{th} = 4\ \text{mV}$

- 1) Trouver les relations de variation en fonction de la température des 3 capteurs.
- 2) On met la résistance de platine dans un pont de Wheatstone. Calculer les éléments du pont ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , E) pour avoir une tension de déséquilibre du pont qui varie de 0 à 400 mV lorsque  $\theta$  varie de 0 à 40  $^\circ\text{C}$ .
- 3) Calculer l'erreur relative maximale qu'on commet en approximant la variation de la tension du pont par une relation linéaire.
- 4) Comment réaliser un capteur de même sensibilité que le précédent en utilisant le thermocouple.
- 5) On désire utiliser la thermistance pour mesurer  $\theta$  de 0 à 40  $^\circ\text{C}$ . Calculer la résistance de linéarisation nécessaire et déduire la relation linéaire par laquelle elle est approximée.
- 6) Quels sont les résistances nécessaires pour mettre la thermistance linéarisée dans un pont de Wheatstone. Calculer la sensibilité du pont si on garde la tension d'alimentation précédente trouvée à la 2<sup>ème</sup> question.

**Exo I-4 :** Pour réaliser un capteur de température, on utilise une résistance métallique dont la résistance à 0  $^\circ\text{C}$  est de  $50\ \Omega$  et celle à 100  $^\circ\text{C}$  est  $75\ \Omega$ . On utilise cette résistance métallique avec deux résistances de  $56\ \Omega$  et une résistance variable dans un pont de Wheatstone.

- 1) Trouver la loi de variation linéaire de la résistance en fonction de la température.
- 2) Calculer la valeur de la résistance variable qui procure l'équilibre du pont à 0  $^\circ\text{C}$ .
- 3) Calculer la tension d'alimentation du pont pour obtenir une tension de déséquilibre du pont qui varie linéairement de 0 à 1 V lorsque la température varie de 0 à 100  $^\circ\text{C}$ .
- 4) Quelle est la température correspondante à 400 mV.
- 5) Calculer l'erreur due à l'auto-échauffement de la résistance métallique si son coefficient de dissipation est de 30 mW/ $^\circ\text{C}$ . Déduire la température réelle du milieu lorsque la sortie du pont est 400 mV.

## TD N°2

**Exo II.1 :** Une lampe de 60 W, supposée ponctuelle, a un rendement en éclairage de 8 %. Une photo résistance de  $1 \text{ cm}^2$  de surface sensible, placée à 2 m de la source, présente une résistance de  $400 \Omega$ .

- 1) Trouver la formule de variation de la résistance de la photo résistance en fonction du flux.
- 2) Tracer la courbe  $R = f(\Phi)$ .
- 3) Comment peut-on effectuer la linéarisation entre  $\Phi_1 = 1 \mu\text{W}$  et  $\Phi_2 = 10 \mu\text{W}$ . Calculer l'erreur maximale de non linéarité.

**Exo II.2 :** Une photodiode de surface sensible  $0.1 \text{ cm}^2$ , ayant un facteur de conversion photons-électrons de 60 % est utilisée pour mesurer le flux lumineux d'une diode électroluminescente rouge ( $0.8 \mu\text{m}$ ) de 10 mW supposée ponctuelle et placée à 10 Cm.

- 1) Calculer le nombre de photons arrivant sur la photodiode si on suppose que le rendement de la LED est égal à 1.
- 2) Calculer le courant engendré dans la photodiode.
- 3) Calculer le rendement de la LED si on mesure un courant de  $0.1 \mu\text{A}$ .

On donne  $h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ SI}$   $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  et  $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**Exo II.3 :** On utilise un transformateur différentiel pour réaliser un capteur de position de 10 cm de course.

- 1) Quelles sont les conditions sur les dimensions des bobines et du noyau.
- 2) Quelle est la sensibilité nécessaire pour lire directement la position en mm sur un voltmètre de classe 1, de calibre 1 V et de cadran de 100 divisions.
- 3) Dédurre la résolution lorsqu'on apprécie  $\frac{1}{2}$  division.
- 4) Calculer la position et l'incertitude relative lorsqu'on lit 0.25 V.
- 5) Quelle est la résolution le transformateur différentiel est utilisé avec un convertisseur analogique – numérique de 10 bits.

**Exo II.4 :** Pour mesurer une force, on utilise 2 jauges métalliques (20 spires, de 8 Cm de fil de résistance  $1\Omega/\text{Cm}$ ,  $k=2$ ) collées au milieu d'un corps d'épreuve en Plexiglas ( $5 \times 50 \times 200 \text{ mm}^3$ , module de Young  $Y = 350 \text{ KgF/mm}^2$ ).

- 1) Calculer la résistance au repos des jauges.
- 2) Trouver la relation entre la variation de résistance et la force appliquée en flexion.
- 3) Comment placer les jauges sur le support et dans le pont de Wheatstone et mesurer une tension de déséquilibre de 0 à 10 mV lorsque la force varie de 0 à 10 N sans erreur de non linéarité.
- 4) Calculer l'erreur due à une variation de température de  $10^\circ\text{C}$  si le coefficient de température est de  $10^{-3}/^\circ\text{C}$ . Comment la compenser ?
- 5) Comment mesurer la force de 0 à 10 N par la mesure d'une tension de 0 à 10 mV en utilisant un quartz de sensibilité  $2 \text{ pC/N}$ .