



المدرسة الوطنية للمهندسين بتونس

École Nationale d'Ingénieurs de Tunis

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Matière : Mesure et Instrumentation                             | Examen                  |
| Profil : GC, GHE, GI, Minds, Telecom                            | Date : 28 Octobre 2016  |
| Classe : 1ère Année   | Durée : 2 heures        |
| Semestre : 1  | Documents NON AUTORISES |
| Enseignantes : A. Belkahia, Y. Boukhris, R. Brini, F. Chaabouni | Nombre de pages : 4     |

NB : un résultat sans unité sera considéré comme faux

## Questions de cours

1. Définissez la notion de médiane pour une population en statistique.
2. Que représentent les grandeurs d'influence?
3. Expliquer la différence entre une caractéristique statique et une caractéristique dynamique d'un instrument de mesure. Donner un exemple.
4. Pour mesurer une température de 1500°C, quel(s) type(s) de capteur(s) est-il possible d'utiliser?

## Exercice 1

Le débit d'un liquide est calculé en permettant son écoulement dans une cuve cylindrique (placée verticalement sur un plan) et en mesurant la hauteur du liquide avant et après l'écoulement pour une durée de 10mn. Le volume collecté au bout de 10mn est :

$$V = (h_2 - h_1) \times \pi \times r^2$$

où  $r$  est le rayon du cylindre

1. Si  $h_1 = 2\text{m}$ ,  $h_2 = 3\text{m}$  et  $r = 1\text{m}$ , calculez le débit du liquide en l/s.
2. Si l'erreur possible sur la mesure de  $h_1$ ,  $h_2$  et  $r$  est de 1%, estimez l'erreur possible sur la valeur calculée du débit du liquide.

## Exercice 2

Soit une résistance destinée à la mesure de la température dont les caractéristiques telles que définies par le fabricant sont données par le tableau suivant :

|        |     |     |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| T (°C) | 0   | 25  | 50  | 75  | 100 |
| R (Ω)  | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |

Tableau 1 : Caractéristique de la résistance

- Déterminez la sensibilité de cette résistance en utilisant la régression linéaire.
- On utilise un ohm-mètre qui a une résolution de  $0,1 \Omega$ . Quelle est la résolution en température qu'on peut avoir avec l'ensemble ohmmètre-résistance?
- Maintenant, on branche la résistance dans le circuit suivant :

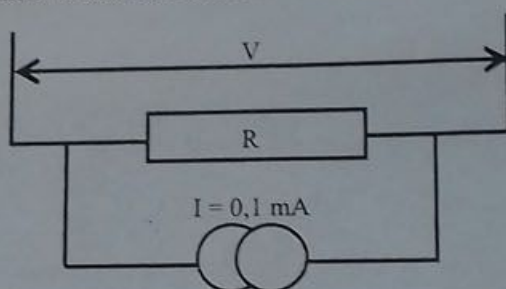


Figure 1 : Montage ohmique

On mesure la tension au lieu de mesurer directement la résistance. La personne qui a effectué le branchement n'est pas expérimentée en soudure. Elle a mis une grosse boule d'étain lors de la soudure de la résistance. On mesure alors la tension aux bornes de la résistance en fonction de la température, on trouve le tableau suivant (le courant  $I$  étant constant et égal à  $0,1 \text{ mA}$ ) :

|        |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|
| T (°C) | 0    | 25   | 50   | 75   | 100  |
| U (mV) | 10,2 | 11,2 | 12,2 | 13,2 | 14,2 |

Tableau 2 : Résultats de l'expérience

Déduire les valeurs de la résistance en fonction de la température.

- Quel est l'effet de cette boule d'étain sur ce capteur de température?
- Comment appelle-t-on ce phénomène?
- Comment classez-vous ce type d'erreur? (systématique ou aléatoire)?

On donne :

$$(1) m = \frac{\sum x \sum y - n \sum xy}{(\sum x)^2 - n \sum x^2} ; (2) b = \frac{\sum y - m \sum x}{n}$$

## Problème

On mesure la température de l'eau d'un bassin solaire en utilisant 6 thermocouples de type T (Cuivre/Constantan) répartis sur ses parois. Les fem E données par les 6 thermocouples sont :

| N° Thermocouple | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| E (mV)          | 1,528 | 1,445 | 1,612 | 1,738 | 1,823 | 1,654 |

Tableau 3 : Tensions délivrées par les 6 thermocouples de type T

1. Donner le schéma de principe d'un thermocouple. Quel est le phénomène physique utilisé?
2. Énoncer la loi des températures successives et la loi des métaux successifs.
3. Déterminer les températures en utilisant la table fournie, sachant que les soudures de références des thermocouples sont placées à la glace fondante.
4. Calculer la température moyenne, l'écart type et l'erreur standard sur la moyenne.
5. Exprimer correctement le résultat de mesure de la température.
6. L'un de ces thermocouples est maintenant utilisé avec une soudure de référence à 15°C. Déterminer la nouvelle température du liquide si la fem délivrée est  $E = 0,607$  mV.
7. Une thermistance est elle aussi plongée dans le bassin. Les caractéristiques de cette thermistance sont:  $R_0 = 5000 \Omega$  à 293 K et  $\beta = 4800$  K.
  - a. Donner l'expression de la résistance de la thermistance en fonction de la température.
  - b. Déterminer l'expression de la sensibilité de la thermistance.
  - c. Ce capteur est-il linéaire? Justifier votre réponse.
  - d. La valeur de la résistance donnée par la thermistance est:  $R = (1700 \pm 4) \Omega$ . Calculer la température correspondante et son incertitude absolue.
  - e. Exprimer correctement le résultat de mesure de la température.

| T(°C) | 0     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0     | 0,000 | 0,039 | 0,078 | 0,117 | 0,156 | 0,195 | 0,234 | 0,273 | 0,312 | 0,352 | 0,391 |
| 10    | 0,391 | 0,431 | 0,470 | 0,510 | 0,549 | 0,589 | 0,629 | 0,669 | 0,709 | 0,749 | 0,790 |
| 20    | 0,790 | 0,830 | 0,870 | 0,911 | 0,951 | 0,992 | 1,033 | 1,074 | 1,114 | 1,155 | 1,196 |
| 30    | 1,196 | 1,238 | 1,279 | 1,320 | 1,362 | 1,403 | 1,445 | 1,486 | 1,528 | 1,570 | 1,612 |
| 40    | 1,612 | 1,654 | 1,696 | 1,738 | 1,780 | 1,823 | 1,865 | 1,908 | 1,950 | 1,993 | 2,036 |

Tableau 4 : Tension thermométrique en mV d'un thermocouple type T  
(jonction de référence à 0°C)