المدرسة الوطنية للمهندسين بتونس

École Nationale d'Ingénieurs de Tunis

SERIE D'EXERCICES N°3

Exercice 1 :

On veut mesurer la stratification thermique dans un réservoir de stockage d'eau chaude. Pour cela, on place 10 sondes pour la mesure de la température de type PT100.

Pour une PT100, la caractéristique telle que donnée par le fabricant est la suivante :

$$R = R_0(1 + 0{,}00385T)$$

R est la résistance en Ohm.

T est la température en °C.

R_0 est la valeur de la résistance à 0°C, sa valeur est 100 ohms.

En effectuant les mesures, on remarque que la température représente une irrégularité au niveau d'une des sondes. On procède alors à son étalonnage et on obtient le tableau suivant :

Température (°C)	20	30	40	50	60
Résistance (Ω)	106,15	110,25	114,3	118,35	122,45

1. Calculer, en utilisant la méthode de régression linéaire, les meilleurs paramètres m et b tels que $y = mx+b$.
2. En déduire la caractéristique de cette sonde. Qu'est ce que vous pouvez en conclure ?
3. Citez 3 inconvénients de ce type de capteur de température.
4. Lors d'un test, on doit chauffer et bien mélanger l'eau du réservoir jusqu'à 60°C. Le mélange doit être effectué jusqu'à ce que la différence entre la température de la couche n°1 et celle de la couche n°10 soit inférieure à 0,5°C. Quel doit être l'incertitude relative de l'ohm-mètre pour obtenir une telle précision ?

Exercice 2

Un capteur d'humidité est composé d'un transducteur résistif «HOS201» dont la résistance R dépend de l'humidité relative de l'air h. Ce capteur est installé en parallèle avec une résistance R' de valeur R'=1MΩ (voir figure 1)

Pour une humidité relative (h ≥ 50%), la valeur de la résistance R de «HOS201» peut être déterminée par l'expression suivante :

$$R = A.\, e^{-B.h} \qquad (1)$$

Avec A et B sont des constantes et h l'humidité relative (%)

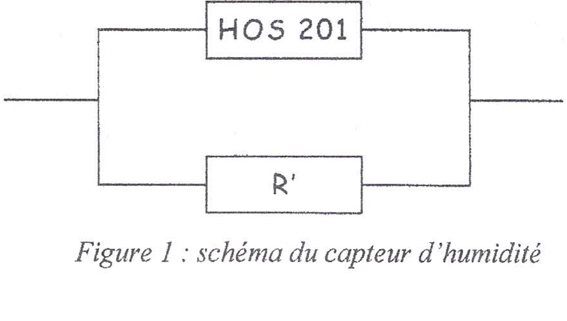

Figure 1 : schéma du capteur d'humidité

1) Quelle est l'unité de A ?
2) Les valeurs de A et B sont données par le constructeur ; par ailleurs il a été décidé de faire un étalonnage du capteur. Définir la notion d'étalonnage.
3) Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 1 :

Tableau 1: Variation de la résistance R en fonction de l'humidité de l'air

h(%)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
R(Ω)	700	420	300	210	160	100	80	60	40	26

   a. En utilisant la méthode des moindres carrées démontrer que A =20504,5 SI et B = 0,0697 SI.
   b. Est-ce que les résultats obtenus confirment bien la relation donnée dans l'équation (1) ? Justifier votre réponse.
4) Si la valeur de la résistance R=600 Ω et l'erreur relative sur sa mesure est de 5% :
   a. Quelle est la valeur de l'humidité correspondante ?
   b. Quelle est l'erreur absolue sur la mesure de cette humidité ?
5) Comme il est montré dans la figure 1, le capteur d'humidité (HS 201), avec une résistance R, est montée en parallèle avec une autre résistance R'. La résistance équivalente est R_1, donner l'expression de la résistance R_1 en fonction de l'humidité h.

La résistance R_1 est maintenant installée avec un pont de Wheatstone (voir figure 2). Les résistances R_2 et R_4 sont identiques, leur valeur est de 10 kΩ (R_2=R_4=10kΩ). La valeur de la f.e.m. du générateur est E=12V.

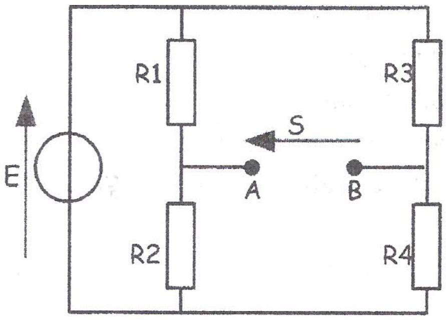

Figure 2 : Mise en pont de wheatstone

6) Démontrer que l'expression de la tension (S) entre A et B, en fonction des résistances R_1, R_2, R_3 et R_4 et E peut être donnée par l'équation suivante:

$$\boxed{S = E\left(\frac{R_2}{R_1+R_2} - \frac{R_4}{R_3+R_4}\right)} \qquad (2)$$

7) Quelle est la condition d'équilibre du pont ? On l'exprimera comme une fonction des quatre résistances ?
8) Quelle est la valeur de la résistance R, notée R_{58} correpondant à une valeur d'humidité de 58% ?
9) Déduire la valeur de la résistance R_3 dans le cas (h=58%) permettant d'atteindre l'équilibre du pont.
10) Dans une expérience similaire, la tension de déséquilibre S= 3,59V a été obtenue pour une humidité h' donnée. Déduire la valeur de l'humidité h'dans le cas où la valeur de la résistance R_3 est de 5000 Ω.

Exercice 3

La variation de la résistance d'une thermistance en fonction de la température est donnée par la relation suivante :

$$R(T) = Ae^{B/T}$$

Avec : T la température.

R(T) la résistance à la température T.

On a relevé avec cette thermistance les mesures suivantes :

Température en °C	0	60	100
Résistance en KΩ	33.8	3.16	0.994

1. Déterminer les coefficients A et B.
2. Donner l'allure de la courbe d'étalonnage.
3. Citez 3 avantages de ce type de capteur de température.
4. On veut utiliser cette thermistance à une température de 27°C. Quelle est la plus petite variation de température qu'on puisse mesurer, sachant qu'on peut mesurer une variation relative de résistance de 10^{-4}. Qu'appelle-t-on cette grandeur ?

Exercice 4

Soit un capteur de température dont le signal de sortie est une résistance dont l'expression :

$$R = R_0.\exp\left[\beta\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right]$$

Où R : la résistance (en ohm) à la température T

R_0 : la valeur de la résistance à la température T_0

β : une constante (°K)

T : la température mesurée (°K)

T_0 : une température de référence (°K)

Un étalonnage est réalisé afin de déterminer la valeur de la constante β.

1- Quel est la nature de ce capteur ? Justifier votre réponse

2- Donner la signification de l'étalonnage et expliquer comment conduire une telle expérience.

3- Pour T_0 = 23°C et R_0 = 5000 Ω, les résultats expérimentaux obtenus sont illustrés dans le tableau suivant :

T (°C)	23	30	35	40	45	50	55	60
R (Ω)	5000	3950	3365	2890	2500	2150	1860	1630

En utilisant la régression linéaire, déterminer la valeur de β.

4- Si la valeur mesurée d'une résistance est R = 1000 ± 5 Ω, calculer la température correspondante T et son incertitude ΔT.

5- Définir et calculer la sensibilité du capteur aux alentours de cette dernière température.

On donne :

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

$$\rho^2 = 1 - \frac{n-1}{n-2}\frac{\left[y^2\right] - m\left[xy\right]}{\left[y^2\right]}, \left[y^2\right] = \sum y^2 - \frac{\left(\sum y\right)^2}{n} \quad \text{et} \quad \left[xy\right] = \sum xy - \frac{\left(\sum x\right)\left(\sum y\right)}{n}$$