

Module : Capteurs intelligents et MEMS
Niveau : Master 2/ Electronique des systèmes embarqués

TP1 Capteurs de température

A. Objectifs

Les objectifs de ce TP sont :

1. Caractérisation de la résistance PT100 et la thermistance CTN en déterminant les constants nécessaires dans leurs équations caractéristiques.
2. Usage de ces résistances pour la mesure des températures.

B. Théorie

Le fonctionnement des thermomètres à résistance et des thermistances est basé sur un même phénomène physique, à savoir la variation de la **résistance** électrique d'un conducteur avec la température.

B1. Thermomètres à résistance

Lorsque la température varie on a :

$$R = R_0(1 + a \theta + b \theta^2 + c \theta^3 + \dots)$$

La formule la plus connue est :

$$R = R_0(1 + a \theta) \tag{1}$$

Avec :

- θ : la température en °C ;
- R_0 : la résistance à 0 °C ;
- a, b et c des coefficients positifs, spécifiques au métal

La sonde « Pt100 » est une sonde platine qui a une résistance de 100 Ohms pour une température de 0 °C.

B2. Thermomètre à thermistance CTN

Une thermistance est un agglomérat d'oxydes métalliques frittés, c'est-à-dire rendus compacts par haute pression exercée à température élevée, de l'ordre de 150 bars et 1000 °C .

Lorsque la température varie on a :

$$R_T = R_0 e^{B\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T}\right)} \tag{2}$$

Avec :

R_T : Résistance à la température T

R_0 : Résistance à la température ambiante T_0

B : Constante de la CTN

Les températures T et T_0 sont en degré Kelvin avec :

$$T (\text{kelvin}) = T (\text{Celsius}) + 273,15$$

Partie 1 Résistance Pt100

Dans cette expérience un thermomètre et la Pt100 reliée à un Ohm-mètre sont plongés dans un bain d'eau refroidie jusqu'à -50°C puis chauffé pour atteindre 80°C .

Soit le tableau ci-dessous reportant les mesures de résistances de la Pt100 pour différentes températures.

$\theta(^\circ\text{C})$	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	25	30	40	50	60	70	80
R(Ω)	80. 31	84. 27	88. 22	92. 16	96. 09	10 0	103 .9	107. 79	109. 74	111. 67	115. 54	119 .4	123. 24	127. 07	130. 99
a															
Δa															

1. Tracer la courbe $R=f(\theta)$ montrant la variation de la résistance de la Pt100 en fonction de la température.
2. Tirer la valeur de R_0 de cette Pt100.
3. Calculer la valeur de la constante a pour les différentes valeurs de la température θ .
4. En utilisant la même procédure expliquée dans le TD1 pour le calcul de k dans l'exercice 1, Déterminer $a = a_N \pm \Delta a_N$. Interpréter ce résultat.
5. Sur la même figure contenant la courbe de la question 1, Tracer deux courbes supplémentaires de cette Pt100 en utilisant l'équation (2) la première en prenant $a = a_N + \Delta a_N$ et la deuxième en prenant $a = a_N - \Delta a_N$. Quelles sont vos conclusions.
6. Maintenant la résistance PT100 est caractérisée, trouver :
 - a. La résistance de la Pt100 qui s'affichera sur l'Ohm-mètre si elle est plongée dans un milieu de 32°C .
 - b. La température d'un milieu inconnu si la résistance affichée par l'Ohm-mètre est 110.5Ω .

Partie 2 Thermistance CTN

Dans cette partie de l'expérience la CTN $5k\Omega$ (Résistance à Coefficient de Température Négatif) reliée à un Ohm-mètre sont plongés dans un bain d'eau refroidie jusqu'à -50°C puis chauffé pour atteindre 80°C . La CTN $5k\Omega$ à la température ambiante de 25°C et relié un Ohm-mètre, ce dernier affiche une résistance de $5k\Omega$.

Soit le tableau ci-dessous reportant les mesures de résistances de la CTN $5k\Omega$ pour différentes températures.

T(°C)	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	25	30	40	50	60	70	80
R(Ω)	3339 14	1678 35	883 42	484 87	276 49	163 25	995 1.8	624 6.8	50 00	40 28	366 2.4	1800 .49	1243 .53	875. 81	628. 09
B															
ΔB															

1. Tracer la courbe $R=f(T)$ montrant la variation de la résistance de la CTN 5kΩ en fonction de la température. T doit être pris en Kelvin.
2. Tirer du tableau la valeur de R_0 de cette CTN.
3. Calculer la valeur de la constante B pour les différentes valeurs de la température T.
4. En utilisant la même procédure expliquée dans le TD1 pour le calcul de k dans l'exercice 1, Déterminer $B=B_N \pm \Delta B_N$. Interpréter ce résultat.
5. Sur la même figure contenant la courbe de la question 1, Tracer deux courbes supplémentaires de cette CTN en utilisant l'équation (2) la première en prenant $B=B_N + \Delta B_N$ et la deuxième en prenant $B=B_N - \Delta B_N$. Quelles sont vos conclusions.
6. Maintenant la résistance CTN 5kΩ est caractérisée, trouver :
 - c. La résistance de la CTN 5kΩ qui s'affichera sur l'Ohm-mètre si elle est plongée dans un milieu de 64°C.
 - d. La température d'un milieu inconnu si la résistance affichée par l'Ohm-mètre est 120.8Ω.

N.B. : Les solutions seront données au chargement (uploading) du TP2 sur le site.