

Capteurs et Métrologie

Dr. Ahmed Chaouki LAHRECH

Université Ziane Achour de Djelfa

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Mécanique

Filière : Electromécanique

Email : ahmed.lahrech@univ-djelfa.dz

1.0 Mars 2024



Table des matières

Objectifs	3
I - Chapitre 2 : Les capteurs de température	4
1. Capteurs de température à résistance.....	4
2. Thermistances.....	5
3. Thermocouples	6
3.1. Différents types de thermocouples	6
Bibliographie	7

Objectifs

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- Enumérer, nommer les éléments constitutifs d'une chaîne de mesure, les capteurs (passifs, actifs) et les circuits de conditionnement.
- Expliquer, démontrer le principe de fonctionnement des capteurs et les caractéristiques métrologiques.
- Appliquer, employer les différents capteurs.
- Comparer les différents capteurs (passifs, actifs).
- Evaluer, argumenter en donnant son point de vue sur les avantages et les inconvénients des différents capteurs.

Chapitre 2 : Les capteurs de température

1. Introduction

A l'issue de ce chapitre, l'étudiant sera capable de :

- Décrire les différents capteurs de température.
- Expliquer, démontrer le principe de fonctionnement des capteurs de température (Sonde de platine, thermistance, thermocouple, ...).
- Comparer les différents capteurs (Sonde de platine, thermistance, thermocouple, thermomètre à semi-conducteur, pyromètre optique).
- Justifier, recommander en donnant son point de vue sur les avantages et les inconvénients des différents capteurs de température.

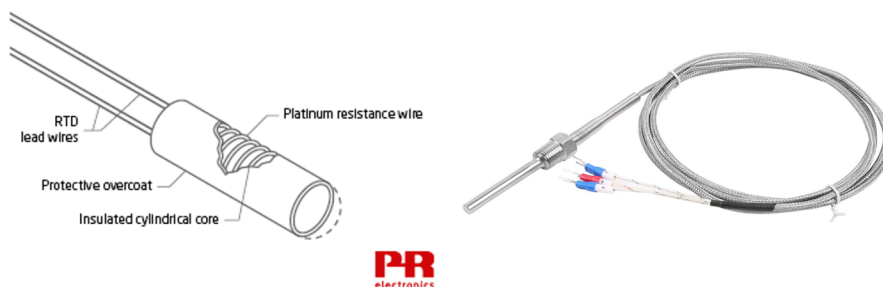
La mesure de **température** a lieu avec des éléments qui varient en fonction de la température : **thermistances** (la résistance de l'élément varie proportionnellement ou suivant une loi logarithmique avec la température), **thermocouples** (basés sur l'effet Seebeck qui est un **effet thermoélectrique** où la tension de type **f.é.m.** dépend de la température). On décompose les capteurs de température en deux sous-catégories :

- Les capteurs passifs, à résistance ou **thermistance** ;
- Les capteurs actifs, à couple **thermoélectrique**.

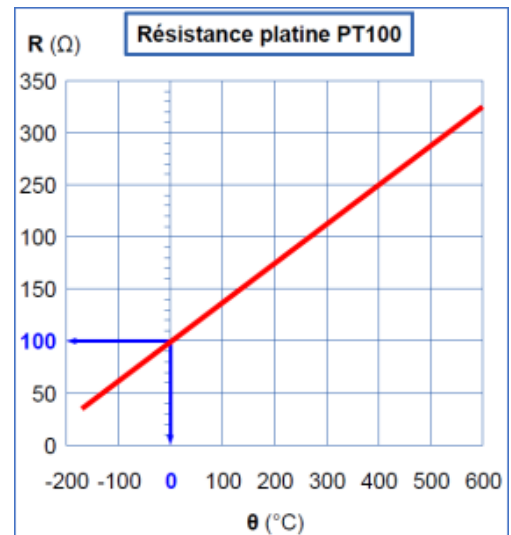
2. Capteurs de température à résistance

Définition :

Les capteurs de température à résistance fonctionnent sur le principe de la détection des variations de résistance électrique des métaux purs : **leur résistance varie de façon linéaire avec la température**. Les éléments types utilisés pour réaliser ces capteurs incluent le nickel (Ni) et le cuivre (Cu) mais le platine (Pt) est de loin le plus courant, en raison de l'étendue de sa gamme de températures, de sa précision et de sa stabilité.



Les sondes capteurs de température à résistance sont habituellement classées par résistance nominale à **0°C**. Les valeurs de résistance nominale typiques pour les capteurs de température à résistance à film métallique en platine sont **100 Ω** et **1 000 Ω**. La relation entre résistance et température est presque linéaire.



Resistance platine PT100

3. Thermistances

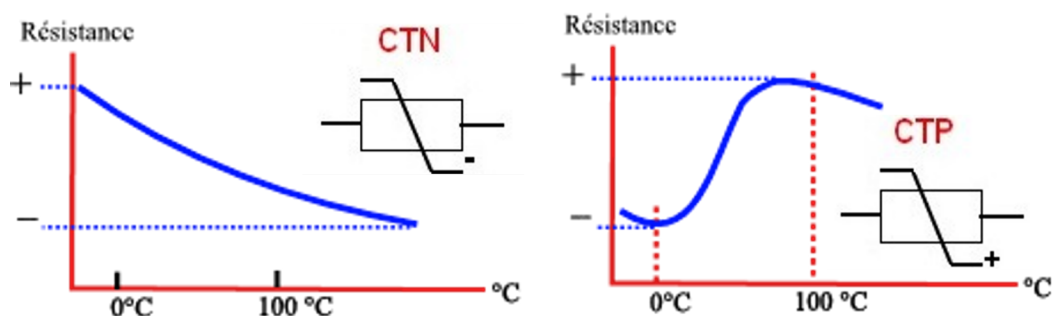
Définition :

La propriété primordiale de ce type de résistance est une sensibilité thermique très supérieure, de l'ordre de **10 fois**, à celle des résistances métalliques ; en outre leur coefficient de température est généralement négatif et dépend fortement de **T**. Elles sont constituées à partir de mélanges d'oxydes métalliques **semi-conducteurs polycristallins** tels que : **Fe₂O₃** (oxyde ferrique) ; **MgAl₂O₄** (aluminate de magnésium) ; **Zn₂TiO₄** (titane de zinc).

Les propriétés électriques d'un semi-conducteur sont très sensibles à la température du milieu où il est plongé. Donc, une **thermistance** est un composant électronique dont la résistance électrique est très sensible à la température.

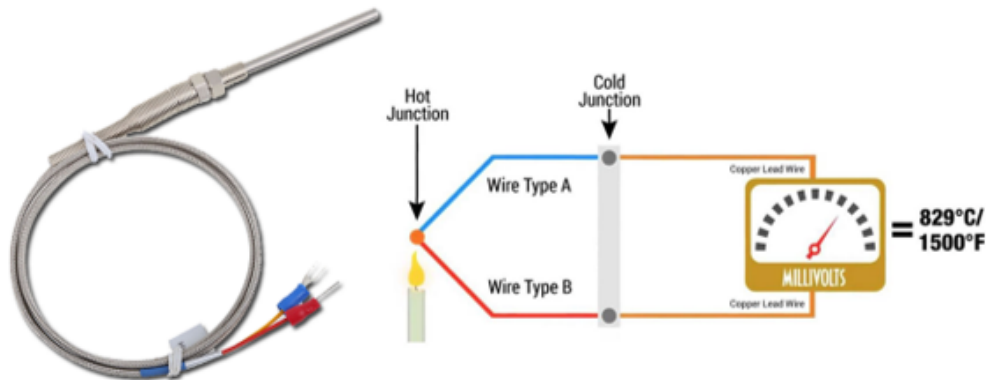


On distingue deux types de thermistances : **CTN** (Coefficient de Température Négatif) et les thermistances **CTP** (Coefficient de Température Positif).



4. Thermocouples

En physique, les **thermocouples**¹* sont utilisés pour la mesure de **températures**. Ils sont bon marché et permettent la mesure dans une grande gamme de températures. Leur principal défaut est leur précision : il est relativement difficile d'obtenir des mesures avec une erreur inférieure à 0,1-0,2 °C. La mesure de température par des thermocouples est basée sur **l'effet Seebeck**.



🔗 Définition : Principe de mesure

Le **thermocouple** est constitué de **deux** conducteurs de **métaux différents** raccordés à l'une de leurs extrémités. Lorsque la jonction est **chauffée** ou réfrigérée il **apparaît une tension de quelques mV** aux bornes des conducteurs.



4.1. Différents types de thermocouples

- **Type J**

Composition : Fer / Constantan (alliage nickel+cuivre)

Fonctionne bien dans le vide et dans une plage de température de 0 à 750°C.

- **Type K**

Composition : Chromel (alliage nickel + chrome) / Alumel (alliage nickel + aluminium (5%) + silicium)

Il permet une mesure dans une gamme de température large : -200 °C à 1250°C.

- **Type T**

Composition : Cuivre / Constantan (alliage cuivre + nickel) Ce thermocouple est particulièrement adapté pour une utilisation à basse température (-200 à 350°C) comme pour des applications cryogéniques.

Bibliographie

Asch, G., & Poussery, B. (2017). Les capteurs en instrumentation industrielle-8e éd. Dunod.