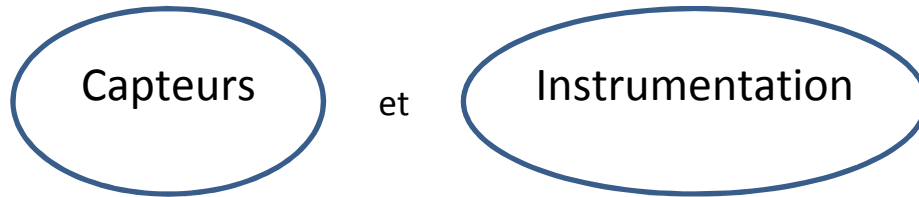


Chapitre I:



I. Définitions

a) Les capteurs : Des dispositifs qui transforment l'état d'une grandeur physique en une grandeur électrique utilisable.

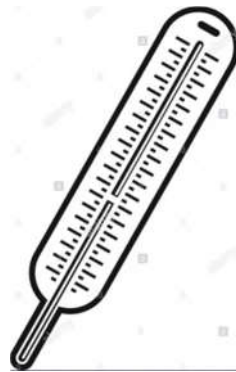
b) L'instrumentation : C'est l'ensemble des procédés utilisés pour la détection, la mesure ou le contrôle d'un phénomène physique par l'utilisation de capteurs comme éléments principaux.

c) La mesure : C'est le processus qui consiste à associer des nombres à une quantité physique.

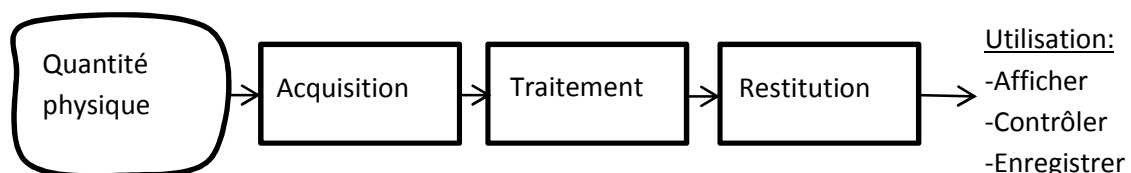
d) Le mesurande : grandeur physique objet de la mesure (température, pression, vitesse, ...)

II. Eléments d'un système de mesure : Un système de mesure fournit une information vis-à-vis de la valeur physique d'une certaine variable à mesurer.

Dans le cas le plus simple ce système est constitué d'une seule unité (cas du thermomètre à mercure) qui nous donne une lecture directe de la température



Dans le cas le plus complexe, un système de mesure comprend plusieurs unités comme indiqué sur le schéma suivant :



Détaillons la fonction de chaque unité :

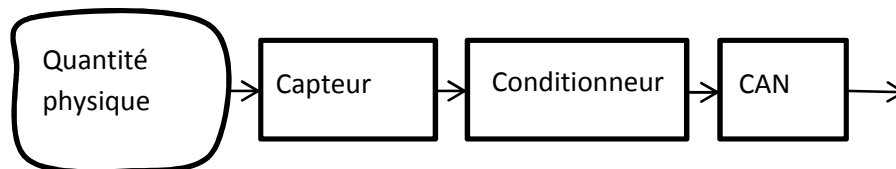
Acquisition : Acquérir une information sur l'objet à mesurer et le convertir en données de mesure de nature électrique.

Traitement : Manipuler les données de mesure selon un programme prédéfini réalisé par l'intermédiaire d'un processeur.

Restitution : Représenter les données de mesure un écran (affichage), enregistrer les données dans un dispositif de stockage ou activer un actionneur pour contrôler un processus.

Par la suite nous allons détailler ces unités en sous unités.

II.1 Unité d'acquisition :



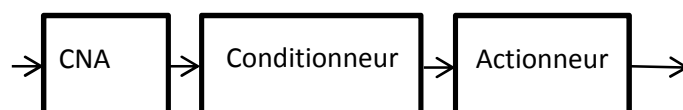
Le capteur : C'est le premier élément de n'importe quel système de mesure. Il produit à sa sortie un signal analogique qui est une tension ou un courant image de la grandeur physique à laquelle il est soumis.

Le conditionnement : Adapter la sortie du capteur pour une meilleure exploitation, cette étape peut contenir les opérations suivantes :

- Amplification : cas du thermocouple qui délivre une tension de l'ordre du mV.
- Filtrage pour éliminer le bruit ou la composante continue.
- Modulation : Lors d'une transmission du signal à un point éloigné.
- Démodulation : L'opération inverse lors de la réception.
- Opérations arithmétiques non linéaires.

La conversion analogique numérique (CAN) : permet de représenter les tensions continues par des nombres entiers allant de 0 à $2^N - 1$ avec N nombre de bits du CAN.

II.2 Unité de restitution :



Après le traitement, l'opération inverse est effectuée c'est la restitution. Cette unité peut être décomposée en sous unités comme indiqué sur la figure.

Le signal numérique est converti en signal analogique par l'unité CNA (Conversion Numérique Analogique).

Le signal analogique obtenu est appliqué à un étage de conditionnement et ensuite à l'actionneur approprié.

L'actionneur peut être :

- Un afficheur
- Un enregistreur : imprimante, plotter ou disque dur
- Une valve ou élément chauffant (Contrôle d'un processus).

Trois termes qu'il faut retenir :

Capteur (sensor) : est un dispositif qui détecte un changement dans un stimulus physique et le transforme en un signal qui peut être mesuré

Transducteur (transducer) : est un dispositif qui transfère l'énergie d'un système à un autre sous la même ou différente forme

- Un thermistor est un capteur et il devient transducteur s'il est placé dans un pont qui convertit le changement de résistance en changement de tension.
- La cellule solaire est un capteur et transducteur.

Actionneur : est un dispositif qui transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie.

- LED transforme l'énergie électrique en une énergie radiative ou rayonnante.
- Un Moteur transforme l'énergie électrique en une énergie mécanique.
- Disque dur (enregistrement) transforme l'énergie électrique en une énergie magnétique.

III. Types de capteurs



S est un signal de type électrique

Un grand nombre de capteurs sont disponibles pour des grandeurs physiques différentes. Avant de les étudier il est primordial de les classer.

Plusieurs façons de classer les capteurs, on peut citer :

1. En fonction de la grandeur mesurée. On parle de capteurs de position, de température, de force, de pression, d'accélération, de vitesse ...etc.
2. Selon qu'ils nécessitent une alimentation ou non, on distingue les capteurs :
 - Les capteurs actifs : ils fournissent directement une énergie fonction du mesurande, cette énergie est généralement faible et nécessite une amplification
 - Les capteurs passifs : variation d'un paramètre du capteur qui est fonction du mesurande généralement c'est des impédances (résistance, capacité et inductance)
3. Selon les signaux de sortie du capteur. On distingue
 - Les capteurs analogiques : nécessitent un CAN
 - Les capteurs numériques : n'ont pas besoin d'un CAN (Codeur optique).
 - Capteur logiques : appelés aussi détecteurs.

IV Conditionnement des capteurs (Passifs)

Alimentation en tension ou en courant

- Exemple de capteur résistif



IV.1 Source de tension

Si on alimente le capteur par une source de tension continue (voir figure a), alors quel que soit R_c $V_c=V_0$.

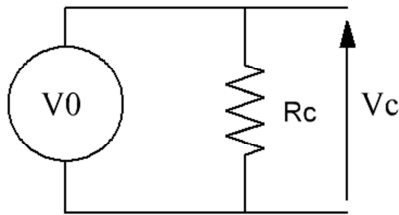


Figure a

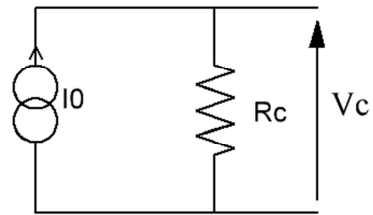


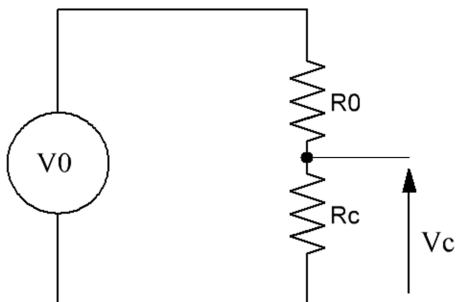
Figure b

IV.2 Source de courant

Pour remédier à ça, on utilise une source de courant (voir figure b). La tension aux bornes du capteur devient : $V_c=I_0 \cdot R_c$. Dans ce cas on voit bien que la tension de sortie est une image de la variation de la résistance.

Il reste que l'inconvénient de ce montage est que la source de courant nécessite une circuiterie électronique un peu complexe. Solution est :

IV.3 Diviseur de tension :

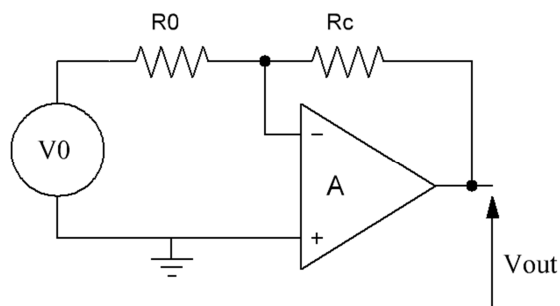


$$V_c = \frac{R_c}{R_c + R_0} V_0$$

Si R_c varie alors V_c varie aussi $V_c = f(R_c) = f(m)$ (la variation n'est pas linéaire)

Si on ajoute un amplificateur opérationnel comme indique sur la figure on obtient une relation linéaire :

$$V_{out} = -\frac{R_c}{R_0} V_0$$



IV.4 Pont de Wheatstone

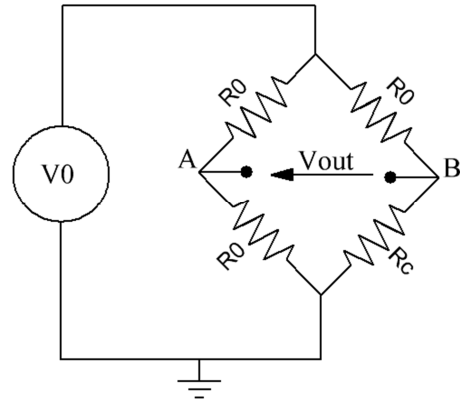
$$V_{out} = V_A - V_B$$

$$V_A = \frac{1}{2}V_0 \text{ et } V_B = \frac{R_C}{R_0 + R_C}V_0$$

$$\text{Alors } V_{out} = \frac{R_0 - R_C}{2(R_0 + R_C)}V_0$$

Si on pose $R_C = R_0 + \Delta R$ et si on néglige ΔR devant R_0

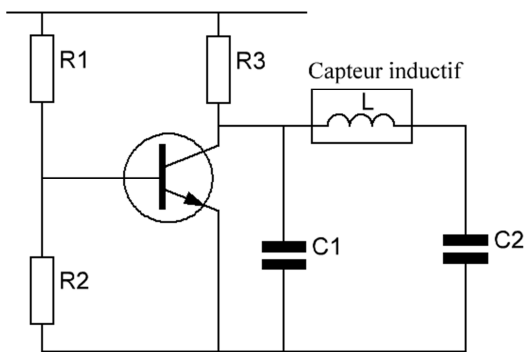
$$\text{Alors } V_{out} = -\frac{\Delta R}{2R_0}V_0$$



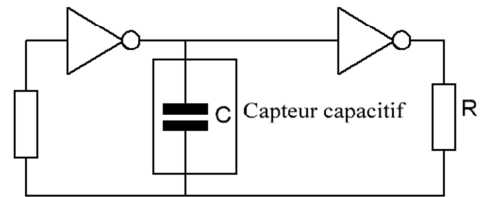
On voit bien que la tension de sortie est directement proportionnelle à la variation dans la résistance

IV.5 Capteurs Inductifs et Capacitifs

On ce qui concerne les capteurs capacitifs et inductifs, on utilise les circuits oscillateurs sinusoïdaux LC pour les capteurs inductifs et les oscillateurs a relaxation pour les capteurs capacitifs.



$$f = \frac{k}{\sqrt{L}}$$



$$f = \frac{k}{C}$$