

Licence Télécommunication  
Module : Capteurs et mesures en télécommunications (TLC58 )

Questions de cours

1. **Le principe de fonctionnement d'un transducteur** : il converti la mesurande en une variation d'un signal électrique. Ou bien Il assure la conversion de la grandeur intermédiaire en une grandeur électrique, généralement une tension ou une fréquence. Exemple : l'effet photoélectrique. (1.25pts)

2- **Le transducteur actif** :Fonctionnant en générateur, un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie à la grandeur physique à prélever, énergie thermique, mécanique ou de rayonnement. La valeur fournie étant généralement faible, il faudra l'amplifier.

**Les effets physiques les plus rencontrés en instrumentation sont :**

- ✓ **Effet thermoélectrique** : Un circuit formé de deux conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont à des températures  $T_1$  et  $T_2$ , est le siège d'une force électromotrice d'origine thermique  $e(T_1, T_2)$ .
- ✓ **Effet piézo-électrique** : L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézo-électriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une même charge électrique de signe différent sur les faces opposées.
- ✓ **Effet d'induction électromagnétique** : La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique (détection de passage d'un objet métallique).
- ✓ **Effet photo-électrique** : La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.
- ✓ **Effet Hall** : Un champ magnétique  $B$  et un courant électrique  $I$  créent dans le matériau une différence de potentiel  $U_H$ .
- ✓ **Effet photovoltaïque** : Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction PN illuminée, leur déplacement modifie la tension à ses bornes.

**Le transducteur passif** : Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte :

- ✓ -Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile.
- ✓ -Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (Armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable). (1.25pts)

3- **La justesse** est la qualité d'un capteur à fournir des indications précises.

-**La fidélité** est la qualité d'un capteur à fournir des indications identiques pour une même valeur de la grandeur à mesurer.

Un capteur est **fidèle** si ses valeurs ne changent pas au cours du temps (mesures reproductibles) : si on mesure deux fois la même grandeur à deux moments différents, on doit obtenir deux fois la même valeur.

Un capteur est **juste** si ses valeurs ne changent pas quand on les compare à des valeurs étalon, ou à des valeurs données par d'autres capteurs normalisés. (1.25pts)

4- **Les erreurs aléatoires** sont d'origine non consistante et ne peuvent pas être déterminées. Elles sont non constantes et ne peuvent être qu'estimées à partir des méthodes statistiques.

Par ailleurs, **les erreurs systématiques** sont celles qui n'ont aucun caractère aléatoire. Elles sont d'origine consistante et provoquent un écart constant entre la valeur mesurée et la vraie valeur de la mesure. Elles peuvent être éliminées par un bon étalonnage du capteur.

Exemple : Erreur d'interpolation et erreur sur le zéro zéro offset (erreur systématique) ; Bruit thermique et le parasitage (erreur aléatoire). (1.25pts)

5- **Un capteur CCD**(charge coupled device) assure la conversion d'un signal lumineux en un signal électrique

Un matériau **piézoélectrique** à la propriété de produire une tension électrique lorsqu'il est déformé. (1.25pts)

6- On peut choisir les microphones selon plusieurs critères :

**D'après leurs utilisations :**

Les microphones de service (Ex téléphones)

Les microphones de prise de son (micros de sonorisation, de studio d'enregistrement)

Les microphones de mesure (élément de sonomètre)

**D'après le mode de conversion :**

Les microphones électrodynamiques

Les microphones électrostatiques

Les microphones piézoélectriques

**D'après le type de directivité :**

Les microphones omnidirectionnels

Les microphones bidirectionnels

Les microphones unidirectionnels (ex cardioïdes). (1.25pts)

7- Les caractéristiques statiques sont indépendantes du temps, c'est-à-dire qu'elles sont mesurées lorsque tout effet transitoire s'est estompé. Ex. la sensibilité, la linéarité ... etc

D'autre part Les caractéristiques dynamiques (i.e. dépendant du temps) ont trait au comportement dynamique du système de mesure sont dépendantes du temps. Ex. 1.Rapacité/temps de réponse: c'est le temps au bout duquel la sortie atteint 90% ou 95% de sa valeur finale quand la grandeur d'entrée est un échelon.

2.Bande passante: C'est la plage de fréquence pour laquelle le fonctionnement du capteur est correct. (1.25pts)

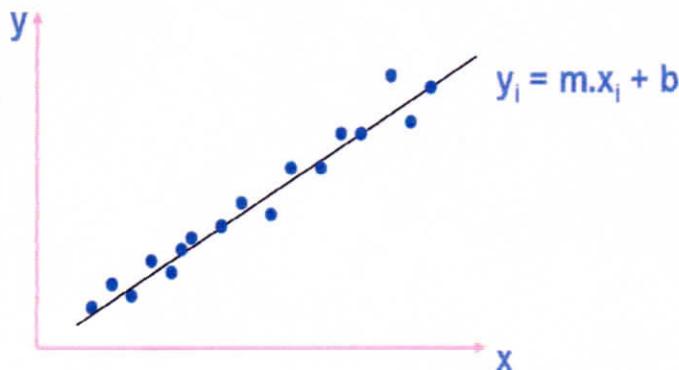
8- Un **analyseur de spectre** est un instrument de mesure destiné à afficher les différentes fréquences contenues dans un signal ainsi que leurs amplitudes respectives. Les signaux peuvent être de natures diverses : électrique, optique, sonore, radioélectrique.

Un **analyseur réseau** (appelé également analyseur de trames) ou en anglais sniffer, traduisez « renifleur ») est un dispositif permettant d'écouter le trafic d'un réseau, c'est-à-dire de capturer les informations qui y circulent, permettant ainsi l'analyse fréquentielle des lignes de transmission. Cependant il ne permet pas d'analyser les réseaux sans fils. (1.25pts)

### Exercice 01

1. Le principe de la méthode des moindres carrées est le suivant : (1.25pts)

Soit un nombre de points expérimentaux, déterminons la droite qui minimise la somme des erreurs (écart entre la valeur mesurée (expérimentale) et la valeur prédite par la droite (théorique)) :  $\Delta^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2$



2. Démontrons les relations : (1.25pts)

L'erreur globale est ainsi donnée par :  $\Delta^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2$

Il s'agit d'une fonction convexe dépendant des deux paramètres  $m$  et  $b$ .

Cette fonction atteint son minimal quand son gradient est nul, c.-à-d. :

$$\begin{cases} \frac{\partial \Delta^2}{\partial m} = 0 \\ \frac{\partial \Delta^2}{\partial b} = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

Ce qui nous donne :

$$\begin{cases} \frac{\partial \Delta^2}{\partial m} = \frac{\partial}{\partial m} \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - mx_i - b)^2 \right] = 0 \\ \frac{\partial \Delta^2}{\partial b} = \frac{\partial}{\partial b} \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - mx_i - b)^2 \right] = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - mx_i - b) \times x_i = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - mx_i - b) \times 1 = 0 \end{cases}$$

La résolution de ce système avec les inconnus  $m$  et  $b$  donne les équations (1) et (2) (voir aussi le cour).

3. D'après la figure, nous avons :

$$V_0 = R_s i + b$$

En utilisant la relation de la méthode des moindres carrés, nous obtenons : (1.25pts)

$$R_s = \frac{\sum i_i \sum V_{0,i} - 5 \sum i_i V_{0,i}}{(\sum i_i)^2 - n \sum i_i^2} = 35.12 \text{ m}\Omega$$

4. Le décalage par rapport à zéro du voltmètre est: (1.25pts):

$$b = \frac{\sum V_{0,i} - R_s \sum i_i}{5} = 0.15 \text{ mV}$$

5. La sensibilité du système de mesure est  $S$ .

Or on a  $i = S_i \times T$  avec  $S_i = 1 \text{ mA/K}$

Et  $V_0 = S_v \times T + b = R_s \times i + b = R_s \times S_i \times T + b$  d'ou  $S_v = R_s \times S_i = 35,12 \mu\text{V/K}$ . (1.25pts)

6. La résolution du voltmètre est  $\Delta V_0 = 0,1 \text{ mV}$ , (1.25pts)

$$\Delta T = \frac{\Delta V_0}{S} = \frac{0.1}{35.12} = 2.84 \text{ mk}$$

7.  $V_0 = S_v \times T + b = R_s \times i + b = R_s \times S_i \times T = S_v \times T + b = 0.03512 \times T + 0.015$

$V_0 = 0.03512 \times T + 0.15 = 0.03512 \times 250 + 0.15 = 8.79 \text{ mV}$  (1.25pts)

8. On a  $V_0 = S_v \times T + b$  donc  $T = \frac{V_0 - b}{S_v}$

Pour le domaine de mesure (Range) du voltmètre, il est de 0,0 à 15,0 mV, l'étendu est alors de : [-4,28 K ; 422,80 K] (1.25pts):