

## GENERALITES SUR LES APPAREILS DE MESURE

### I- LES APPAREILS DE MESURE ANALOGIQUES:

Un appareil de mesure comprend généralement un ou plusieurs inducteurs fixes ( aimant permanent ou électroaimant) agissant sur un équipage à cadre mobile autour d'un axe fixe.

#### I-1- Classifications des appareils à déviation :

La classification usuelle des appareils à déviation utilise la nature du phénomène physique qui régit le fonctionnement de l'appareil. On distingue plusieurs types d'appareils, dont les principaux types sont :

\* Appareil magnéto électrique (  ) :

L'inducteur fixe est un aimant fixe en forme de U, la déviation de l'aiguille est proportionnelle au courant moyen qui traverse une bobine placée à l'intérieur du champ magnétique créé par l'aimant fixe.

\* Appareils ferromagnétiques (  ) :

Le principe de fonctionnement d'un appareil ferromagnétique est basé sur l'action d'un champ créé par un circuit parcouru par un courant sur une ou plusieurs pièces de fer doux et dont certaines sont mobiles. On distingue deux types d'appareils : à **attraction** ou à **répulsion**.

Pour le type d'appareil à attraction, le principe utilisé est l'action magnétique produite par une bobine fixe traversée par un courant sur une palette en fer doux (organe mobile) montée sur deux pivots. Cet équipage mobile est muni d'une aiguille et d'un dispositif d'amortissement.

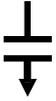
Pour le type d'appareil à répulsion, le champ magnétique créé par la bobine fixe agit sur deux palettes placées dans ce champ qui subissent une aimantation de même sens. La répulsion des deux palettes fait dévier l'aiguille.

Un appareil ferromagnétique est très simple à construire, robuste, utilisable en courant continu et en alternatif. La graduation de son échelle est non linéaire.

\* Appareils électrodynamiques (  ) :

Un appareil électrodynamique est formé principalement par un circuit fixe (généralement deux demi bobines) créant un champ magnétique à l'intérieur duquel se déplace un cadre mobile de faible inertie monté sur deux pivots et entraînant une aiguille.

Les appareils électrodynamiques sont non polarisés. Ils sont utilisables en courant continu et en courant alternatif. Ils sont généralement utilisables pour la fabrication des wattmètres.

\* Appareils électrostatiques (  ) :

Ce type d'appareils est caractérisé par une force exercée par l'armature fixe d'un condensateur sur son armature mobile. Ce type d'appareils est toujours utilisé en voltmètre. Lorsqu'on applique une tension entre les deux plaques de cet appareil, l'une se

charge positivement et l'autre négativement, ce qui produit une force d'attraction qui tend à faire tourner la plaque mobile qui est solidaire d'une aiguille. Ils sont utilisables en courant continu et en courant alternatif et possèdent une échelle non linéaire.

\* Appareils thermiques (  ) :

Le principe de fonctionnement de ce type d'appareils est basé sur la dilatation d'un fil conducteur qui s'échauffe lors du passage d'un courant électrique d'intensité  $I$ . Cet effet est la conséquence directe de la puissance dissipée par effet joule dans le fil à dilatation. Le fil à dilatation utilisée est généralement en bronze ou un alliage platine et argent.

Les appareils thermiques sont non polarisés, utilisable en courant continu et en courant alternatif.

### I-2- Symboles portés sur les cadrans des appareils de mesure analogiques :

Sur le cadran d'un appareil de mesure analogique, le constructeur indique souvent, le type d'appareil, la nature du courant, la tension d'épreuve diélectrique, la position de lecture, la classe de précision, la sensibilité etc...

Dans le tableau 5, on résume les principaux symboles trouvés pour la plus part des appareils :

Symbole	Signification
  	<b>Nature du courant :</b> Courant continu Courant alternatif Courant continu et alternatif
 	<b>Tension d'isolement</b> entre les deux bornes de l'appareil est 2 KV  <b>Tension d'isolement</b> entre les deux bornes de l'appareil est 500 V
  	<b>Position de lecture :</b>  Verticale  Horizontale  Inclivée

20 Hz .... 500 KHz	<b>Bande de fréquence</b> dans la quelle L'appareil peut fonctionner correctement
0.5	<b>Classe de précision</b> de l'appareil est de 0.5% du calibre
1	<b>Classe de précision</b> de l'appareil est de 1% du calibre
2	<b>Classe de précision</b> de l'appareil est de 2% du calibre

Tableau 5 : Principaux symboles portés sur le cadrant d'un appareil de mesure analogique

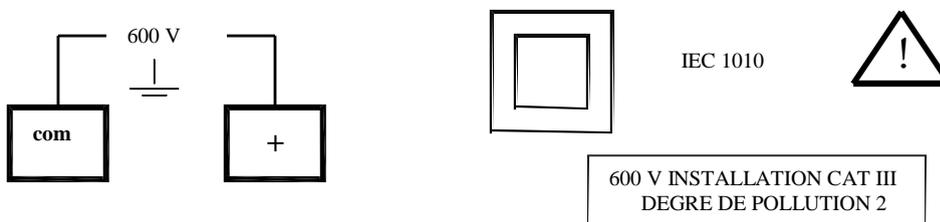
### I-3- Sécurité des appareils de mesure :

Les appareils de mesure doivent être conformes aux normes de sécurité qui leur sont applicables et doivent porter le marquage **CE** qui atteste la conformité à la directive **CEM** et à la directive basse tension. Le marquage de l'appareil doit comporter :

- la valeur assignée de la tension phase - neutre,
- la catégorie d'installation,
- le degré de pollution.

**CEM** : signifie compatibilité électromagnétique.

Exemple :



**Figure 1** : faces avant et arrière d'un multimètre ( d'après Chauvin Arnoux )

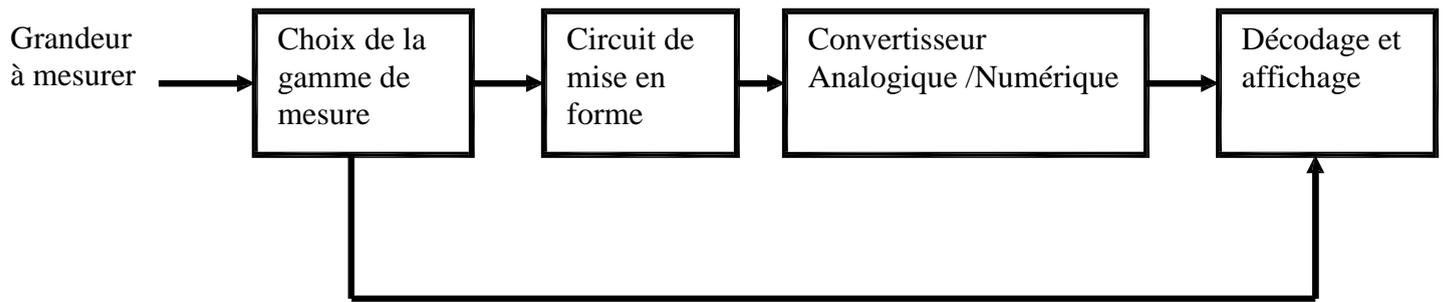
L'appareil de l'exemple précédent est conforme à la norme IEC 1010 avec :

- double isolation  ,
- degré de pollution 2,
- tension phase - terre 600 V.

## II- LES APPAREILS DE MESURE NUMERIQUES:

### II-1- Schéma synoptique d'un appareil de mesure numérique :

Le schéma synoptique général d'un appareil de mesure numérique est donnée par le schéma fonctionnel suivant :



**Figure 2 :** Schéma synoptique d'un appareil numérique

## II-2- Vocabulaire propre aux techniques numériques :

Les appareils de mesure numériques sont de plus en plus utilisés du fait de leur fiabilité, leur précision, leur robustesse et leur facilité de lecture. Ils sont aussi de moins en moins onéreux et deviennent même compétitifs avec les appareils analogiques de bas de gamme. Les principales définitions utilisées par les constructeurs des appareils numériques sont :

- *Information* : Ce terme désigne la donnée physique à l'entrée de l'appareil
- *Signal* : C'est la grandeur électrique (courant ou tension) image de l'information.
- *Capteur* : C'est le dispositif qui saisit l'information et la transforme en un signal exploitable par l'appareil de mesure. (exemple : le microphone est un capteur qui transforme le son en un signal électrique)
- *Nombre de points* : ( N ) Il correspond au nombre de valeurs différentes que peut afficher l'appareil dans une gamme de mesure ( exemple : pour un appareil à 4 afficheurs, le nombre de points de mesure est  $N = 10^4$  ).
- *Pas de quantification* : ( q ) la plus petite valeur différente de 0 dans la gamme de mesure ( exemple : pour un appareil de mesure à 4 afficheurs, utilisé dans la gamme de 10 V, le pas de quantification est  $q = 10/N = 1 \text{ mV}$  ).
- *Digit* : Désigne le dispositif qui affiche tous les chiffres de 0 à 9 de même poids dans un nombre.

## II-3- Vocabulaire propre aux techniques numériques :

- *Résolution* : C'est la valeur du pas de quantification dans la gamme. Elle correspond à la plus petite variation de la valeur de la grandeur que l'appareil peut détecter dans une gamme.  $\text{Résolution} = \text{gamme de mesure} / \text{nombre de points } N$ . (Exemple : la résolution d'un appareil de 100000 points dans la gamme de 1 V est égale à  $10 \mu\text{V}$ ).
- *Précision* : La précision d'un appareil dépend de la résolution de l'appareil, de la qualité des composants, la précision des références de tension et de temps etc... La précision d'un appareil numérique est généralement donnée en pourcentage de la lecture pour chaque gamme. Cette précision peut être très grande pour certains appareils (exemple 0.0005% pour le modèle 7075 d'Enertec Schlumberger pour la gamme de 10 V). Les appareils portatifs courants ont des précisions variant de 0.1% à 1% de la lecture suivant la gamme et la grandeur mesurée, et dans la plus part des cas à une ou deux unités (ou digits) près. ( Exemple : gamme 2 V ; Résolution 1 mV ; précision  $\pm 0.1\% + 2 \text{ dgt}$  ; lecture 1V. La précision de cette mesure sera  $\pm 0.1\% * 1\text{V} + 2 * 1\text{mV} = 3 \text{ mV}$  ).

- *Cadence de lecture* : Elle indique le nombre de mesures qu'effectue l'appareil en une seconde.
- *Réjection des interférences* : Elle caractérise l'affaiblissement par l'appareil des signaux parasites issus du secteur. Ils fausseraient la mesure s'ils n'étaient pas filtrés.

### **III- COMPARAISON ENTRE LES APPAREILS NUMERIQUES ET ANALOGIQUES:**

Les appareils numériques sont de plus en plus utilisés. Il ne faut pas s'imaginer que les appareils analogiques vont disparaître complètement. Dans la pratique, le technicien aura à sa disposition durant plusieurs années les deux types d'appareils. En général leur coût est moins élevé que celui de leurs homologues numériques. Enfin un certain nombre d'utilisateurs préfèrent l'affichage par aiguille que par valeur numérique.