

CHAPITRE 2

CONSTRUCTION D'UN APPAREIL DE MESURE

2.1 Introduction :

On appelle appareil de mesure un instrument qui nous permet de déterminer la valeur ou la taille d'une grandeur. Par exemple un ampèremètre est un instrument qui sert à déterminer par indication la valeur du courant qui le traverse.

Les appareils de mesures peuvent être classés en deux catégories :

- Appareils analogiques
- Appareils digitaux (à affichage numérique)

Les appareils analogiques (dits aussi les appareils électromécaniques) sont des appareils dont la lecture se fait d'une façon continue. Exemple déviation d'une aiguille le long d'une échelle graduée. Par contre les appareils digitaux sont des appareils dont le résultat de la mesure est donné sous forme d'un nombre.

2.2 Constitution

Les appareils analogiques sont constitués de deux parties essentielles, l'une fixe et l'autre mobile. La grandeur à mesurer est utilisée pour produire un couple moteur qui s'exerce sur l'équipage mobile. On appelle **élément moteur** la partie principale d'un appareil qui fait correspondre à une intensité ou une tension le déplacement d'une aiguille (fig.2.1).



Fig. 2.1 : Principe d'un appareil de mesure

2.2.1 Couples exerçants sur les éléments moteurs

2.2.1.1 couple moteur

Le couple moteur est dû à l'action de la grandeur électrique appliquée à l'appareil sur l'équipage mobile. Son expression dépend du type d'élément moteur utilisé dans l'appareil de mesure

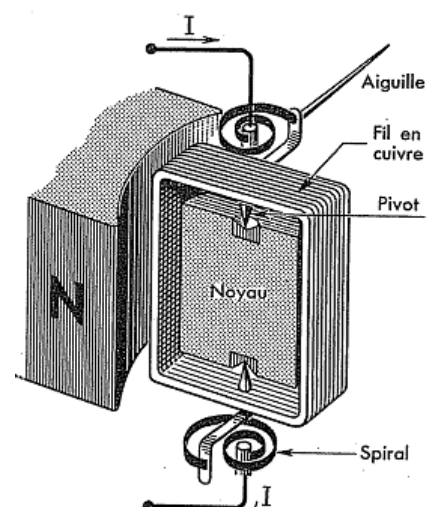
2.2.1.2 couple de rappel

C'est un couple qui s'oppose au couple moteur. L'équilibre est obtenu par l'égalisation du couple de rappel au couple moteur. En général il est créé par:

- un ressort
- un fil de torsion

Sa forme est $C_r = -C\alpha$

où C est la constante de torsion du ressort ou de fil.



2.2.1.3 Couple de freinage

C'est un couple qui se manifeste lors de la mise en mouvement de l'équipage mobile. Son rôle est d'éviter les trop nombreuses oscillatoires des équipages mobiles. On distingue deux sortes d'amortissement :

- amortissement magnétique ;
- amortissement par air.

Les figures 2.2a et 2.2b montrent l'exemple d'amortissement magnétique et par air. Dans le premier cas un disque conducteur se déplace entre les pôles d'un aimant permanent, il est le siège des courants de Foucault. Ces courants produisent un couple qui s'oppose au mouvement du disque. Ce couple est sensiblement proportionnel à la vitesse de rotation.

Dans le deuxième cas une palette solidaire de l'équipage mobile se déplace dans une enceinte fermée.

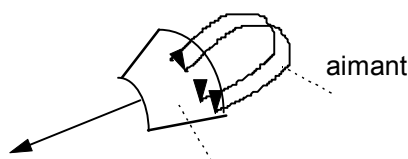


Fig.2.2a : amortissement magnétique

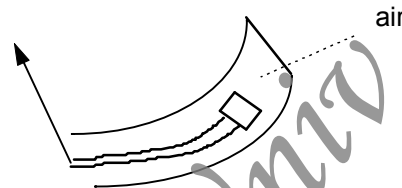


Fig. 2.2b : amortissement par air

2.2.2 Classifications des appareils analogiques

Selon le principe de fonctionnement on distingue 10 classes:

- élément moteur magnétoélectrique
- élément moteur magnétique (à aimant mobile)
- élément moteur ferromagnétique (fer mobile)
- élément moteur électrodynamique
- élément moteur ferrodynamique
- élément moteur à induction
- élément moteur électrostatique

2.3 Appareil de mesure magnétoélectrique

a) Principe

Le couple moteur est dû à l'action d'une induction magnétique B créée par un aimant permanent fixe sur un cadre mobile parcouru par un courant I . Exemple un galvanomètre à cadre mobile.

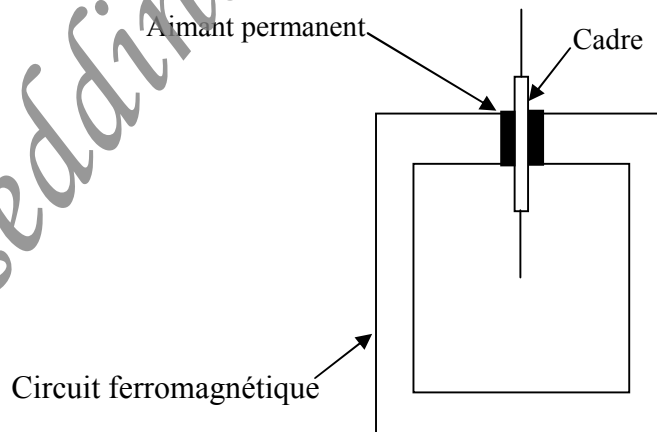


Fig2.3: Principe d'un appareil de mesure magnétoélectrique

b) Qualités

Ces appareils sont sensibles et en général fidèle. Ils ont une consommation faible et ne supporte pas de surcharge.

2.4 Appareil de mesure électrodynamique :

a) Principe

Le couple moteur est du à l'action d'une bobine fixe parcourue par un courant i_1 sur une bobine mobile parcourue par un courant i_2 .

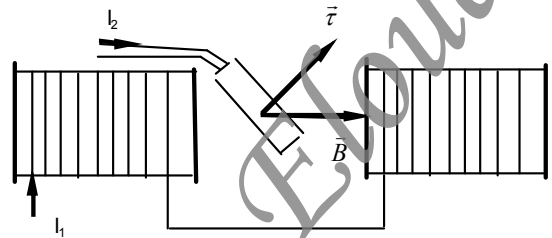


Fig. 2.4 : Principe d'un appareil de mesure électrodynamique

b) Qualité

- L'influence des champs magnétiques extérieurs sur ces éléments moteurs est nettement plus importante que dans le cas des éléments moteurs magnétoélectrique (l'amélioration peut se faire par l'association des montages dites astatiques).

2.5 Appareil de mesure Ferromagnétique (à fer mobile) :

a) Principe

Le couple moteur est du à l'action d'une induction B créée par une bobine parcourue par un courant i sur une ou plusieurs pièces en fer doux.

Exemple : Appareil à attraction

Le passage d'un courant i dans la bobine crée un champ magnétique d'induction qui attire la pièce en fer doux de façon que la self de la bobine augmente.

b) Qualité

- Utilisation en CC et en CA
- Consommation plus importante que dans les éléments moteurs magnétoélectrique.
- Ils ont une grande précision, elle est de l'ordre de 0.2.

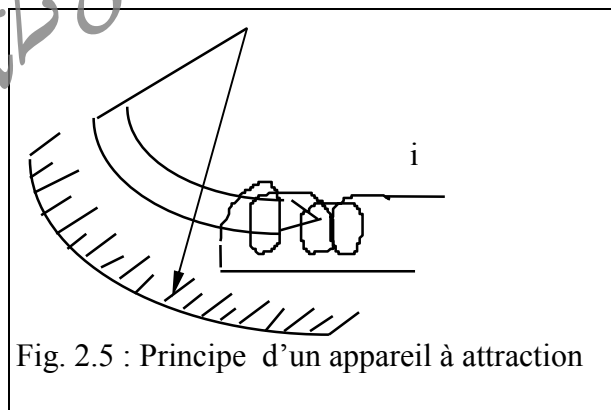


Fig. 2.5 : Principe d'un appareil à attraction

2.6 Appareil de mesure électrostatiques

a)Principe

Le couple moteur est du à l'action d'une armature fixe d'un condensateur sur une armature mobile (Fig. 2.6).

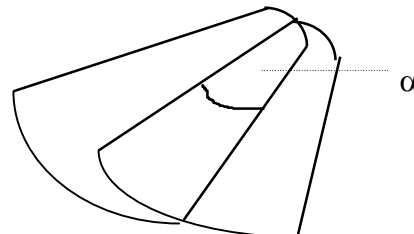


Fig.2.6 : Principe d'un appareil de mesure électrostatique

b) Qualité

- Couple moteur faible
- peu sensible
- consommation négligeable

- Utilisation en courant continu et en courant alternatif quelque soit la forme de l'onde et la fréquence

2.7 Classe de précision des appareils de mesure

L'utilisateur d'un appareil de mesure (ampèremètre, voltmètre...) a besoin de savoir quelle confiance il doit accorder à son appareil. Le fabricant va lui indiquer, en guise de garantie, la classe de précision.

Exemple: Un ampèremètre de classe 1 est utilisé sur le calibre 500mA.

Il donne une mesure de 240mA. Classe 1 veut dire que l'incertitude relative sur une mesure égale au calibre (500mA) est de 1 %

Soit une incertitude absolue de $500\text{mA} \times (1/100) = 5 \text{ mA}$

Cette incertitude absolue va s'appliquer sur toutes les mesures effectuées sur ce calibre. La valeur exacte de la mesure est donc: $235\text{mA} < \text{intensité} < 245 \text{ mA}$. On remarque que les mesures les plus précises sont celles qui sont les plus grandes (les plus proches du calibre)

Azeddine-Merazga Univ - Eloued