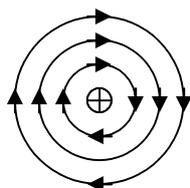


LES APPAREILS A DEVIATION EN COURANT CONTINU (LES APPREILS MAGNETOELECTRIQUES)

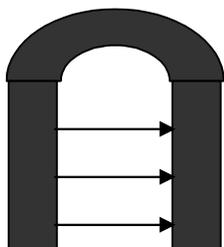
I- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

Le principe de fonctionnement d'un appareil magnéto-électrique est basé sur les forces agissant sur un conducteur porteur de courant et placé dans un champ magnétique B uniforme.



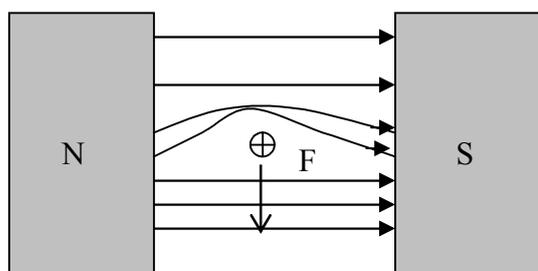
Un conducteur parcouru par un courant I, crée autour de lui un champ magnétique dont les lignes sont circulaires et concentriques.

Figure 3 : lignes de champ créées par un conducteur parcouru par un courant rentrant



Champ magnétique uniforme créé par un aimant en U. Les lignes de champ sont rectilignes et dirigées du pôle nord vers le pôle sud.

Figure 4 : lignes de champ magnétique créées par un aimant en forme de U.



Superposition du champ magnétique du conducteur avec celui de l'aimant :

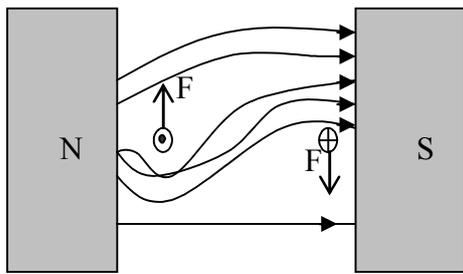
- Au dessus du conducteur, les lignes de champ ont la même direction, et par conséquent la densité du flux augmente.
- Au dessous du conducteur, les lignes de champ sont opposées, et par conséquent la densité du flux diminue.

Figure 5 : Force agissant sur un conducteur porteur de courant dans un champ magnétique uniforme B

Le fil conducteur, porteur de courant I, qui est placé dans un champ magnétique uniforme est soumis à une force $F = B.I.l$ avec I : Intensité du courant dans le fil conducteur.[A]

l : longueur du fil conducteur qui régit dans le champ magnétique B.[m]

B : Intensité du champ magnétique créé par l'aimant.[T]



Lorsqu'on place deux conducteurs (deux cotés d'une boucle) porteurs d'un même courant, dans un champ magnétique B uniforme , il ya apparition de deux forces directement opposées et distante d'une distance d dont le couple mécanique est

$$C = F \cdot d = B \cdot I \cdot l \cdot d$$

Si la boucle comporte N spires, alors $C = N \cdot B \cdot I \cdot l \cdot d$

Figure 6 : couple mécanique généré par un courant électrique

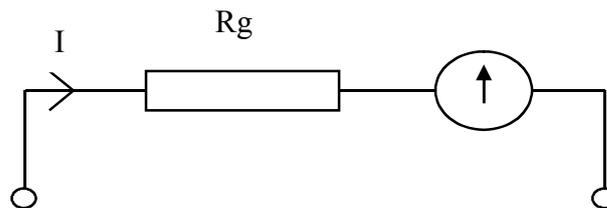
Si on associe à ce dispositif une aiguille , un ressort spiral de rappel et une échelle graduée , on obtient un appareil de mesure élémentaire dont la déviation de l'aiguille est proportionnelle au courant qui traverse la bobine (boucle à N spires) appelé équipage à cadre mobile (ECM).

II- SCHEMA EQUIVALENT D'UN EQUIPAGE A CADRE MOBILE

Si on note

- I_g : Le courant maximal qui fait dévier l'aiguille de l'ECM à sa pleine échelle.
- R_g : résistance totale de la bobine à N spire .

On peut modéliser un équipage à cadre mobile (ECM) suivant le schéma simplifiée suivant :



$I = I_g$ si l'aiguille de L'ECM dévie à sa pleine échelle.

Figure 7 : Schéma équivalent d'un ECM

III- CARACTERISTIQUES DES APPREILS MAGNETO-ELECTRIQUES

- Les appareils magnéto-électriques ne sont utilisables qu'en courant continu. En effet, en courant alternatif et pour des fréquences dépassant quelques dizaines de Hz , l'inertie de l'équipage mobile est trop grande pour que celui ci suit les variations du couple mécanique exercé sur la bobine.
- Les appareils magnéto électriques sont des appareils polarisés.
- Les appareils magnéto électriques ont des graduations d'échelle linéaires.
- Le champ magnétique créer par l'aimant permanent est important, ce qui rend l'effet des champs magnétiques externes et négligeables.

IV- UTILISATION DES APPREILS MAGNETO-ELECTRIQUES

La plus part des appareils magnéto-électriques est utilisés en : Ampèremètres, voltmètres et ohmmètres.

IV-1- Utilisation en ampèremètres :

L'ECM est un ampèremètre qui mesure des courants inférieurs à I_g . Ce courant I_g est limité par les dimensions de la bobine et du ressort de rappel. Pour obtenir un ampèremètre qui mesure des courants supérieurs à I_g , on lui adjoint des résistances additionnelles (appelées **shunts**) en parallèle avec l'ECM, qui doivent être précises et assez faibles.

Deux cas de figures sont possibles :

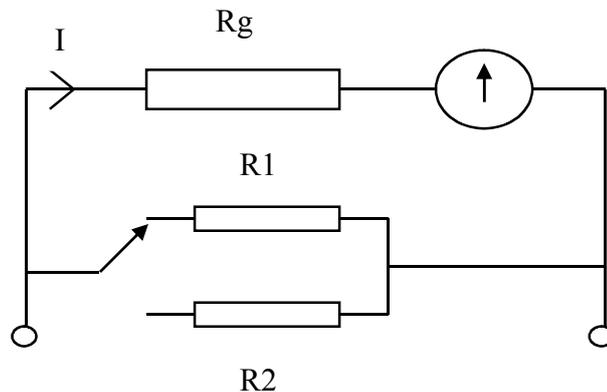


Figure 8 : Schéma de principe d'un **ampèremètre multigamme** à deux calibres.

En écrivant la loi d'ohm entre les deux bornes de l'appareil pour chaque calibre, on peut calculer les valeurs de $R1$ et $R2$. En effet :

$$R1 = Rg \cdot I_g / (I_{cal1} - I_g)$$

$$R2 = Rg \cdot I_g / (I_{cal2} - I_g)$$

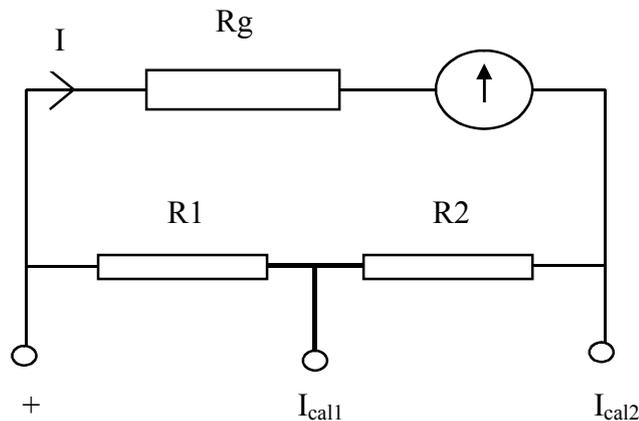


Figure 9 : Schéma de principe d'un **ampèremètre universel** à deux calibres.

Les résistances $R1$ et $R2$ sont déterminées en écrivant la loi d'ohm entre les bornes d'utilisation de l'appareil. En effet :

$$(R1 + R2) \cdot (I_{cal2} - I_g) = Rg \cdot I_g \text{ et } R1 \cdot (I_{cal1} - I_g) = (Rg + R2) \cdot I_g$$

ce qui donne : $R2 = [Rg \cdot I_g \cdot (I_{cal1} - I_g) / (I_{cal2} - I_g) - Rg \cdot I_g] / I_{cal1}$.

$$R1 = [Rg \cdot I_g / (I_{cal2} - I_g) - R2] .$$

La caractéristique principale d'un ampèremètre est la chute de tension que peut introduire dans un circuit. Un ampèremètre est aussi caractérisé par sa résistance interne notée **Ra**.

En pratique on doit choisir un ampèremètre dont sa résistance Ra est beaucoup plus faible que l'impédance du circuit de mesure.

IV-2- Utilisation en voltmètres :

Un ECM seul est un voltmètre qui mesure des tensions inférieures à $R_g \cdot I_g$. Pour obtenir un voltmètre qui mesure des tensions supérieures à $R_g \cdot I_g$, on doit ajouter des résistances additionnelles en série qui doivent être assez grandes, insensibles aux variations de la température ambiante. Ces résistances sont généralement fabriquées en manganite ou en constantin.

Deux cas de figures sont possibles :

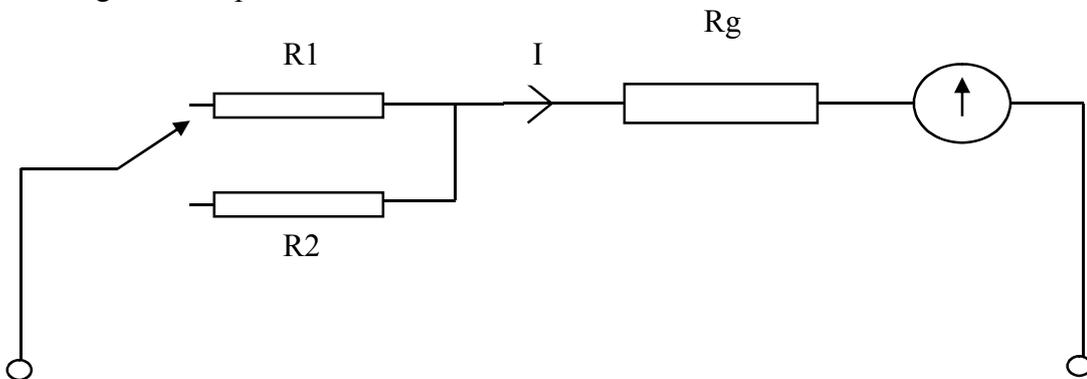


Figure 10 : Schéma de principe d'un **voltmètre multigamme** à deux calibres.

Les résistances R1 et R2 sont déterminées en écrivant la loi d'ohm entre les bornes d'utilisation de l'appareil. En effet :

$$R1 = U_{cal1} / I_g - R_g$$

$$R2 = U_{cal2} / I_g - R_g$$

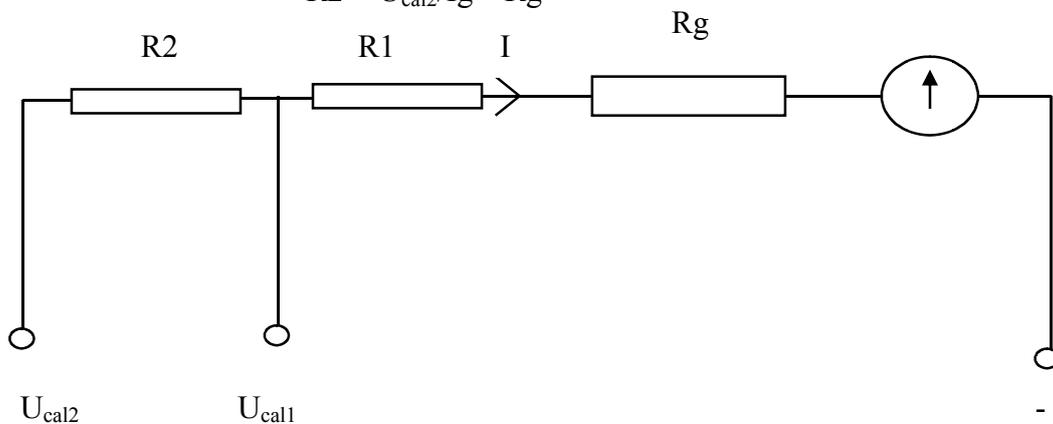


Figure 11 : Schéma de principe d'un **voltmètre universel** à deux calibres.

Les résistances R1 et R2 sont déterminées en écrivant la loi d'ohm entre les bornes d'utilisation de l'appareil. En effet :

$$R1 = U_{cal1}/I_g - R_g$$

$$R2 = U_{cal2}/I_g - (R_g + R1)$$

La caractéristique principale d'un voltmètre est la chute de courant que peut introduire dans un circuit. Un voltmètre est aussi caractérisé par sa résistance interne notée R_v .

En pratique, on doit choisir un voltmètre dont sa résistance interne R_v est beaucoup plus élevée que l'impédance du circuit aux bornes du quel il est branché.

IV-3- Utilisation en ohm-mètre :

Un ohm-mètre mesure la résistance d'un circuit ou d'un composant. Le schéma simplifié d'un ohm-mètre est constitué par une pile qui fournit le courant à la résistance à mesurée à travers l'ECM, selon la figure 11.

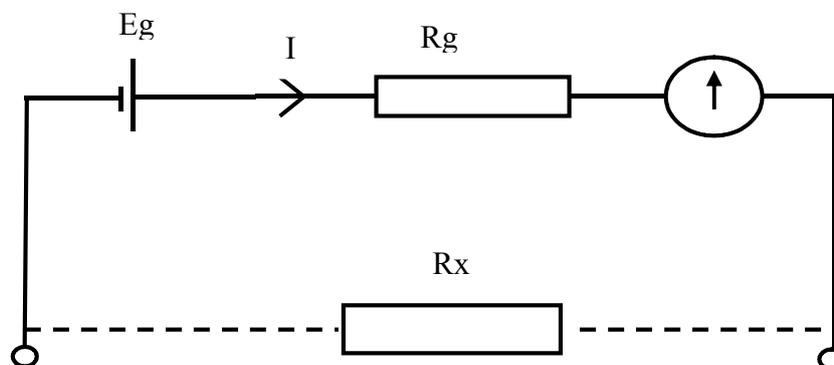


Figure 12 : Schéma de principe d'un ohm-mètre .

R_x : Résistance à mesurer.

$$R_x = E_g/I - R_g \text{ avec } E_g = R_g \cdot I_g$$

Avant de mesurer R_x , il faut :

- débrancher toute source de tension,
- déconnecter le composant dont on veut mesurer sa résistance R_x ,
- mettre les deux bornes de l'appareil en court circuit, afin d'obtenir une déviation pleine échelle,
- enlever le court circuit,
- connecter la résistance R_x (à mesure) entre les bornes de l'ohm-mètre et lire la déviation de l'aiguille.

La résistance R_x est inversement proportionnel au courant I qui circule dans l'ECM, de ce fait l'échelle de l'ohm-mètre est donc non linéaire et une faible résistance conduit à un déplacement maximale de l'aiguille de l'ECM.

IV-4- Utilisation en multimètre :

Dans un multimètre, qui combine plusieurs fonctions (ampèremètre, voltmètre, ohm-mètre) en un seul, le passage d'une fonction à l'autre se fait en agissant sur un commutateur pour sélectionner la fonction et le calibre désiré.

Actuellement, pour la plus part des applications, les appareils à aiguilles ont été supplantés par des appareils à affichage numérique, généralement moins chers, plus robustes et plus précis. Ceux ci ne sont pas basés sur un équipage à cadre mobile (ECM), mais sur des circuits électroniques comportant des composants permettant une mesure directe de différence de potentiel. Les autres échelles (ampèremètres et ohmmètres) sont obtenus à partir de ce voltmètre par des opérations analogues à celles à base de l'ECM.