

Appareil du type électromagnétique

3-1 PRINCIPE

Ces appareils sont également appelés “à cadre mobile”. L'appareil comprend un aimant permanent fixe qui crée dans l'entrefer une induction magnétique radiale. Une bobine mobile parcourue par le courant à mesurer i peut se déplacer dans l'entrefer. Le couple moteur C_m , dû aux forces électromagnétiques qu'exerce l'aimant sur la bobine, est proportionnel au courant à mesurer I .

$$C_m = k.I$$

k est une constante de proportionnalité (force de l'aimant et nombre de spires de la bobine)

Des ressorts spiralés par lesquels on amène le courant créent un couple résistant proportionnel à l'angle de déviation a de la bobine.

$$C_r = k'.a$$

k' est une constante de proportionnalité (raideur des ressorts).

Lorsque la bobine est traversée par un courant, le couple moteur est constant. A l'équilibre, il est égal au couple résistant, et on a : $C_m = C_r$

$$\text{ou encore : } k.I = k'.a$$

On en déduit que l'angle de déviation est proportionnel au courant mesuré I .

3-2 SCHEMA EQUIVALENT D'UN EQUIPAGE A CADRE MOBILE :Si on note :

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

On peut modéliser un équipement a cadre mobile (ECM) suivant le schéma simplifiée suivant :

$I = I_g$ si l'aiguille de l'ECM a sa Pleine échelle.

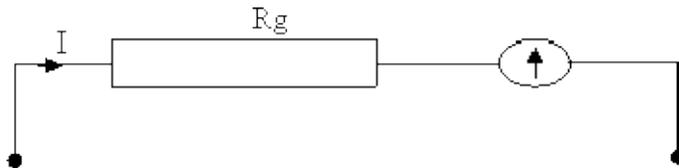


Schéma équivalent d'un ECM

3-3 CARACTERISTIQUES DES APPAREILS MAGNETOELECTRIQUES

- 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
- 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 négligeables.

3-4 UTILISATION DES APPAREILS MAGNETOELECTRIQUES

La plus part des appareils magnétoélectriques sont utilisés en : Ampèremètre, Voltmètre et ohmmètre.

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 appelées shunts.

Deux cas de figures sont possibles :

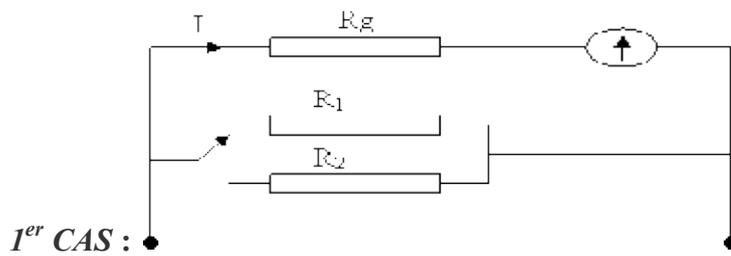


Schéma de principe d'un ampèremètre multi gamme à deux calibres.

En écrivant la loi d'ohm entre les deux bornes de l'appareil pour chaque calibre, on peut calculer les valeurs de R_1 et R_2 . En effet :

$$R_1 = \frac{R_g \cdot I_g}{I_{cal1} - I_g}$$

$$R_2 = \frac{R_g \cdot I_g}{I_{cal2} - I_g}$$

2^{eme} CAS :

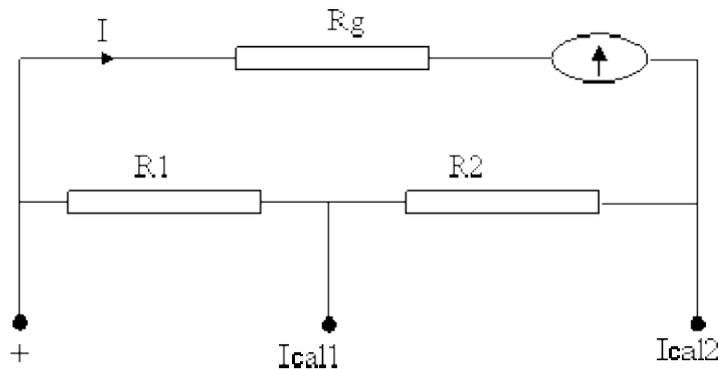


Schéma de principe d'un ampèremètre universel à deux calibres.

Les résistances R_1 et R_2 sont déterminées en écrivant la loi d'ohm entre les bornes d'utilisation de l'appareil. En effet :

$$(R_1 + R_2) \cdot (I_{cal2} - I_g) = R_g \cdot I_g \quad \text{et} \quad R_1 \cdot (I_{cal1} - I_g) = (R_g + R_2) \cdot I_g$$

Ce qui donne :

$$R_2 = [R_g \cdot I_g \cdot (I_{cal1} - I_g) / (I_{cal2} - I_g) - R_g \cdot I_g] / I_{cal1}$$

$$R_1 = [R_g \cdot I_g / (I_{cal2} - I_g) - R_2]$$

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 R_a .

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

2 Utilisation en voltmètre

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 :

1^{er} CAS :

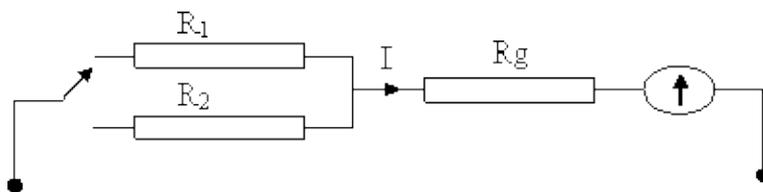


Schéma de principe d'un voltmètre multi gamme à deux calibres.

Les résistances R_1 et R_2 sont déterminées en écrivant la loi d'ohm entre les bornes d'utilisation de l'appareil. En effet :

$$R_1 = U_{cal1} / I_g - R_g$$

$$R_2 = U_{cal2} / I_g - R_g$$

2^{eme} CAS :

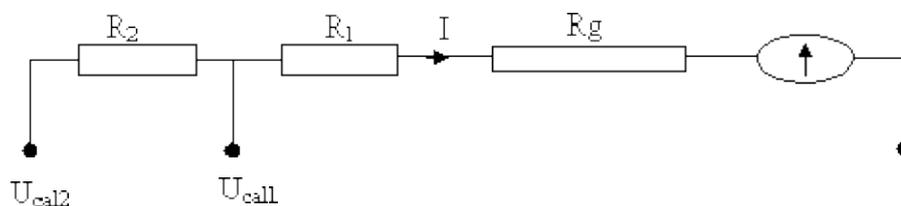


Schéma de principe d'un voltmètre universel à deux calibres.

Les résistances R_1 et R_2 sont déterminées en écrivant la loi d'ohm entre les bornes d'utilisation de l'appareil. En effet :

$$R_1 = U_{cal1} / I_g - R_g$$

$$R_2 = U_{cal2} / I_g - (R_g + R_1)$$

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 duquel il est branché.

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 une résistance à mesurer à travers l'ECM, selon la figure IV.10.

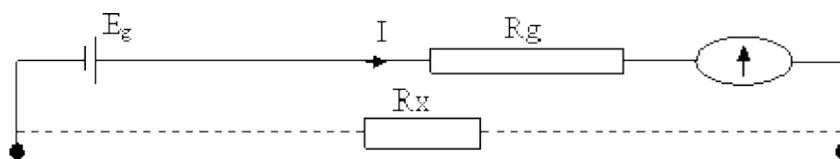


Schéma de principe d'un ohm-mètre.

R_x : résistance à mesurer.

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

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 mesurer) 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.

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, plus robuste 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 (ampèremètre et ohm-mètre) sont obtenu à partir de ce voltmètre par des opérations analogues à celles à base de l'ECM.