

## Chapitre I: 3

### Généralités sur les mesures électrique et électronique

La mesure est un outil très important dans la conception des dispositifs électrique et électronique elle a pour but:

- la vérification expérimentale d'un circuit
- le dépannage d'un montage
- la maintenance ou la réparation d'un dispositif électrique ou électronique

système international d'unités (SI)

le système international comporte 7 unités:

mètre, la seconde, le kilogramme, l'ampère, pour l'intensité électrique, la mole pour la quantité de matière, le Kelvin pour la température et le candela pour l'intensité lumineuse

Toutes les autres unités peuvent être dérivées à partir de ces unités de base.

grandeur physique	lettre utilisées	unités de mesure SI	symbole de l'unité
Masse	M	Kilogramme	Kg
longueur	L	mètre	m



temps	T	Seconde	s
Intensité ELO	I	Ampère	A
température	$\theta$	Kelvin	K
Inten lumineuse	J	candela	cd
Quantité de matière	N	mole	mol

### Remarque :-

Toute grandeur physique peut - être exprimée en fonction d'une ou plusieurs de ces 7 grandeurs SI

### 1 - 1 - Les unités dérivées :-

Les unités dérivées sont exprimées en fonction des unités de base certaines ont reçu des noms particuliers souvent de scientifique ayant travaillé dans les domaines concernées leur symbole est une lettre majuscule

### Exemple :-

volumes: (longueur)<sup>3</sup>

$$\text{la masse volumique} = \frac{\text{masse}}{(\text{longueur})^3}$$

$$\text{la fréquence} = \frac{1}{\text{Temps}}$$

$$\text{la quantité d'électricité} = (\text{Intensité} \times \text{temps})$$



## Equations aux dimensions :-

Dans une relation entre grandeurs, on remplace chaque terme par la grandeur fondamentale correspondante plus généralement dans la symbolique dimensionnelle des grandeurs de base, on appelle dimension d'une grandeur dérivée  $G$  la relation  $\dim G = [G] = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} N^{\epsilon} J^{\theta}$  cas particulier : si  $\alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \theta = 0$   $\dim G = [G] = 1$  et la grandeur est dite sans dimension  $[F] = M \cdot L \cdot T^{-2}$

### Exemple :-

1) la vitesse  $v = \frac{x}{t}$

$$\dim v = [v] = L \cdot T^{-1}$$

2) la force  $F = m \cdot a$

$$[F] = M \cdot L \cdot T^{-2}$$

3) champ électrique

$$E = q \cdot \mathcal{E}$$

$$\mathcal{E} = \frac{F}{q} = \frac{F}{I \cdot T}$$

$$[E] = M \cdot L \cdot T^{-3} \cdot I^{-1}$$

Potentiel  $V$

$$E = - \frac{\Delta V}{\Delta x} \Rightarrow \Delta V = - E \Delta x$$



## Les appareils de mesure: -

Il existe deux grandes catégories d'appareils de mesure

- Les appareils analogiques
- " " numérique

## Les appareils des mesure analogique

appelés Appareils à aiguille ou à déviation, ils indiquent une valeur exactement proportionnelle à la valeur mesurée.

- les principales caractéristiques de choix de ces appareils sont :

- le calibre
- la résistance interne
- l'échelle
- la classe de précision

## le calibre (cal):

c'est la plus grande valeur mesurable par l'appareil, il existe plusieurs calibre pour les fonctions données ex: 1V, 10V, 100V.

- un commutateur permet de passer d'un calibre à un autre

## Echelle (ech):

c'est l'étendue de la graduation sur le cadran



on appelle lecteur (lec).

la valeur indiquée par la position de l'aiguille lors d'une mesure elle s'exprime en divisions

$V_m = \text{valeur mesurée}$

$$V_m = \frac{\text{cal} \times \text{lec}}{\text{ech}}$$

Exemple :-

cal = 250V

ech = 100 divisions

lec = 40 division

$$V_m = \frac{250 \times 40}{100} = 100V$$

la résistance interne :-

on si que pour pouvoir fonctionner, un voltmètre doit prélever une faible intensité en circuits sur les plus en prélever l'intensité plus en perturbe cette tension est souvent différent de celle quand on veut mesurer.

pour minimiser ce problème un (V) doit avoir une très grande résistance interne.

de même un (A) doit avoir une résistance très faible pour éviter des chutes de tension et ses bornes

### la classe de précision :-

tout appareil doit donc des indications plus ou moins exactes d'erreurs.

Pour chiffrer l'incertitude de mesure d'un appareil, on se sert d'une quantité appelée classe d'appareil, est donnée par le constructeur.

ex :-

les appareils I.T.B.N. : 0,5    0,1    0,2

industriel : 1,5    2,5

l'appareil est d'autant <sup>plus</sup> précis que la classe de précision est faible.

Symboles portés sur les cadrans des appareils de mesure analogique.

### Symbole

—

~

∩

⊥

⌊

∟

0,5

### Signification

courant continu

" alternatif

" A et C

position de lecture verticale

" " horizontale

" " inclinée

classe de précision



2 Kv

50 Hz

100 Hz

Tension d'isolement  
Bande de fréquence

### Classification des Appareils analogiques :-

on class les appareils analogiques suivant la nature du phénomène physique qui détermine leur fonctionnement

- les appareils électrostatique
- " " ferromagnétiques
- " " électrodynamique.

les appareils électrostatiques ou encore appelés galvanomètres ou équipage à cadre mobile

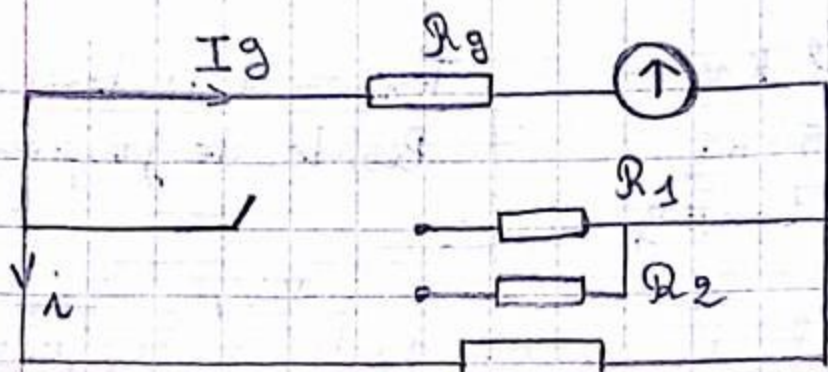


$R_g$ : résistance interne du galvanomètre.

$I_g$ : le courant qui traverse le galvanomètre.

1) utilisation en Ampèremètre

2) Ampèremètre multigrades à 2 calibres.



$I_1$  ( $R_1$  connectée) et  $I_2$  ( $R_2$  connectée)  
 les 2 calibres sur calibre  $I_1$ ;  $i = I_1$   
 $R_g I_g = (I_1 - I_g) R_1$

$$I_g = \frac{R_1 \cdot I_1}{R_g + R_1}$$

sur calibre  $I_2$ :-

$$R_g I_g = (I_2 - I_g) R_2$$

$$I_g = \frac{R_2}{R_g + R_2} I_2$$

on pose:  $m = \frac{I_1}{I_g}$  et  $m_2 = \frac{I_2}{I_g}$

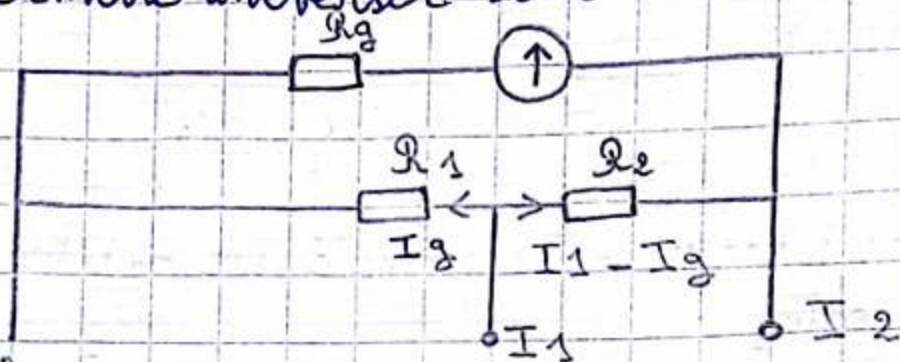
facteurs multiplicateur de l'ampèremètre



$$R_1 = \frac{R_g}{m_1 - 1}$$

$$R_2 = \frac{R_g}{m_2 - 1}$$

b. Ampèremètre universel à 2 câbles



sur calibre  $I_1$  :-

$$-I_g R_1 - I_g R_g + R_2 (I_1 - I_g) = 0$$

$$\Rightarrow -I_g R_1 + I_g R_g + I_g R_2 = I_1 R_2$$

$$I_g = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_g} \quad (1)$$

sur calibre  $I_2$  :-

$$(R_1 + R_2) (I_2 - I_g) = R_g I_g$$

$$R_1 I_2 - R_1 I_g + R_2 I_2 - R_2 I_g - R_g I_g = 0$$

$$I_g (R_1 + R_2 + R_g) = I_2 (R_1 + R_2)$$

$$I_g = \frac{I_2 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_g} \quad (2)$$

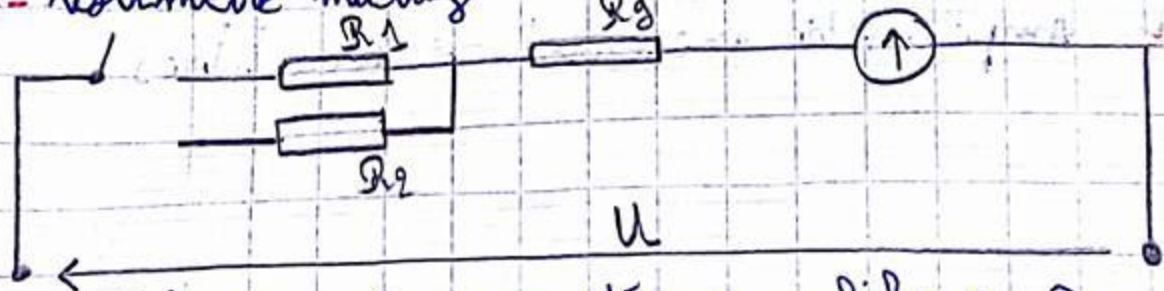
$$\text{de (1)} \Rightarrow R_1 + R_2 + R_g = m_1 R_2$$

$$\text{de (2)} \Rightarrow R_1 + R_2 + R_g = m_2 (R_1 + R_2)$$



## 2. utilisation en volt mètre

a. voltmètre multigamme 2 calibre



sur calibre  $U_1 = R_1$  connectée sur calibre  $U_2 = R_2$  connectée

- sur calibre  $U_1 \neq U = U_1$

$$U_1 = (R_1 + R_g) I_g$$

$$\Rightarrow I_g = \frac{U_1}{R_1 + R_g}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_g} = \left( \frac{U_1}{I_g} - R_g \right) = \left( \frac{U_1}{R_g I_g} - 1 \right)$$

$\frac{U_1}{R_g I_g} = M_1$ : facteur multiplication du voltmètre

sur calibre  $U_2 = U = U_2$

$$U_2 = (R_2 + R_g) I_g \Rightarrow R_2 = \left( \frac{U_2}{R_g I_g} - 1 \right) R_g$$

$\frac{U_2}{R_g I_g} = M_2$ : facteur multiplication du voltmètre



$$R_1 = (M_1 - 1) R_g$$

$$R_2 = (M_2 - 1) R_g$$

b - voltmètre universel à 2 calibre.



sur calibre  $U_1$ :

$$U_1 = (R_1 + R_g) I_g$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_g} - R_g = (M_1 - 1) R_g$$

sur calibre  $U_2$ :-

$$U_2 = (R_1 + R_2 + R_g) I_g \Rightarrow R_1 + R_2 = \frac{U_2}{I_g} - R_g$$

$$= (M_2 - 1) R_g$$

### Exercice 01:-

Les caractéristique d'un cadre mobile (galvanometre):

$R_g = 1000 \Omega$  et  $I_g = 50 \mu A$  on veut réaliser un voltmètre universel à 4 calibres (1V, 3V, 10V, 30V)

1. Représenter le schéma équivalent.

2. Déterminer les résistance addiammel ( $R_1, R_2, R_3, R_4$ )

### Exercice 02:-

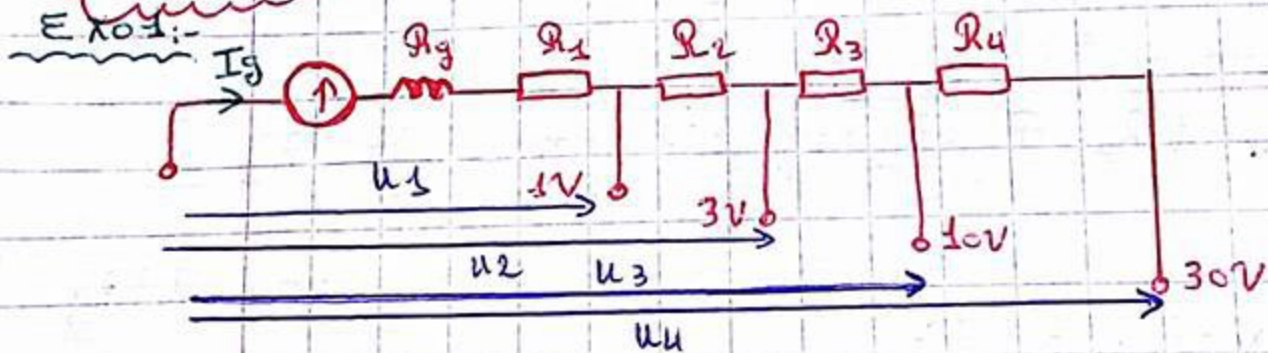


Les caractéristiques d'un cadre mobile  $R_g = 50 \Omega$  et  $I_g = 0.4 \text{ mA}$

On veut réaliser un ampèremètre multigrade à 3 calibre (0,6 A, 0,2 A, 0,05 A).

- 1) Représenter le schéma correspondant.
- 2) déterminer les facteurs multiplicateurs de chaque calibre
- 3) déterminer les valeurs de  $R_1, R_2, R_3$

**Solution :**



sur calibre  $u_1$

$$u_1 = (R_1 + R_g) I_g$$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{u_1}{I_g} - R_g = \frac{1}{50 \cdot 10^{-6}} - 10^{-3} = 19 \text{ K}\Omega$$

sur calibre  $u_2$

$$u_2 = (R_1 + R_2 + R_g) I_g$$

$$R_2 = \frac{u_2}{I_g} - R_1 - R_g = 40 \text{ K}\Omega$$



sur calibre  $u_3$ :-

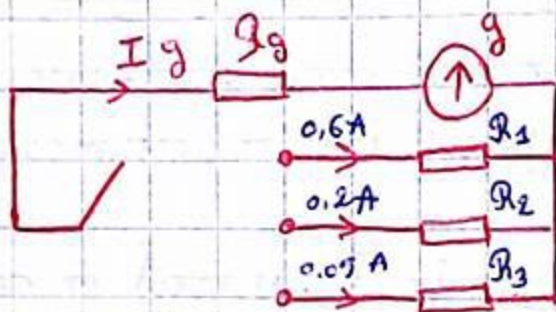
$$u_3 = (R_1 + R_2 + R_3 + R_g) I_g$$

$$R_3 = 140 \text{ K}\Omega$$

sur calibre  $u_4$ :-

$$R_4 = 400 \text{ K}\Omega$$

Ex 2:-



$$m_1 = \frac{I_1}{I_g} = \frac{0.6}{0.4 \times 10^{-3}} = 1500$$

$$m_2 = \frac{I_2}{I_g} = \frac{0.2}{0.4 \times 10^{-3}} = 500$$

$$m_3 = \frac{I_3}{I_g} = \frac{0.05}{0.4 \times 10^{-3}} = 125$$

$$R_1 = \frac{R_g}{m_1 - 1} = \frac{50}{1500 - 1} = 0.033 \Omega$$

$$R_2 = \frac{R_g}{m_2 - 1} = \frac{50}{500 - 1} = 0.1 \Omega$$

$$R_3 = \frac{R_g}{m_3 - 1} = \frac{50}{125 - 1} = 0.4 \Omega$$



### Utilisation en ohmmètre =

Le schéma simplifié d'un ohmmètre comprend en plus d'un cadre mobile une pile qui alimente le montage



$R_x$  : résistance à mesurer avant de mesurer  $R_x$  il faut ;

- 1 - déconnecter le composant dont on veut mesurer sa résistance.
- 2 - mettre les 2 bornes de l'appareil en court circuit et ajuster afin d'obtenir une déviation pleine échelle.
- 3 - entrever le court circuit.
- 4 - connecter la résistance  $R_x$  et lire la déviation de l'aiguille.

$R_x$  : résistance à mesurer

$$R_x = \left( \frac{E_g}{I} \right) - (r + R_g)$$

$$E_g = (r + R_g) I_g$$



avant de mesurer  $R_x$  :

déconnecter le composant dont on veut mesurer la résistance.

mettre les 2 bornes de l'appareil en court-circuit afin d'obtenir une dérivation pleine-telle

enlever le court-circuit

connecter  $R_x$  et lire la dérivation de l'angle

Soient :

$G$  : la valeur mesurée de la grandeur.

$G_e$  : la valeur théorique exacte de la même grandeur.

L'erreur absolue est l'écart entre la valeur mesurée et la valeur théorique exprimée avec la même unité

$$\Delta G = G - G_e$$

Erreur relative, Dérivation de relative : -

L'erreur relative est le rapport de l'erreur absolue à la valeur exacte :

$$E_r = \frac{\Delta G}{G_e} = \frac{G - G_e}{G_e}$$