

LES APPREILS DE MESURE EN COURANT ALTERNATIF

I- PARAMETRES CARACTERISTIQUES D'UN SIGNAL ALTERNATIF :

Un signal alternatif est caractérisé par sa forme (sinus, carré, dent de scie,...), sa période (fréquence ou pulsation) et son amplitude. On peut aussi attribuer à un signal alternatif, deux autres paramètres, qui sont : **valeur moyenne** et **valeur efficace**.

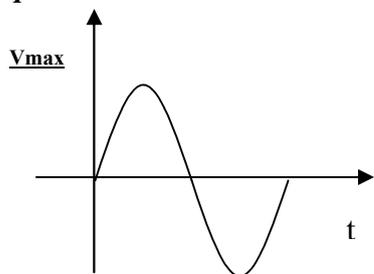
I-1- Valeur moyenne :

La valeur moyenne d'un signal périodique $s(t)$ est définie par :

$$S_{moy} = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt$$

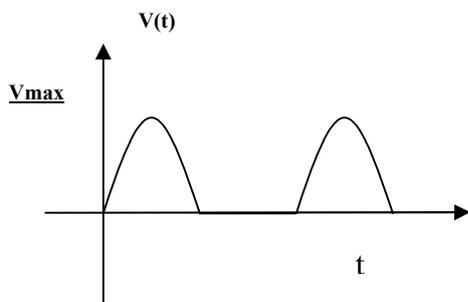
La valeur moyenne d'un signal est la valeur de la composante continue dans le signal (offset).

Exemples : $v(t)$



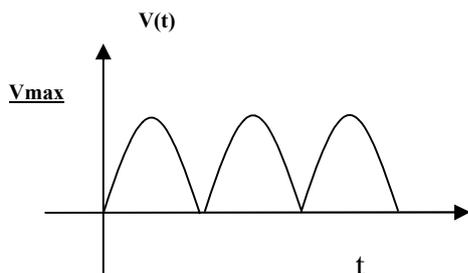
$$V_{moy} = 0$$

Figure 13 : signal sinusoïdal



$$V_{moy} = \frac{V_{max}}{\pi}$$

Figure 14 : signal sinusoïdal redressé simple alternance



$$V_{moy} = \frac{2 \cdot V_{max}}{\pi}$$

Figure 15: signal sinusoïdal redressé double alternance

I-2- Valeur efficace :

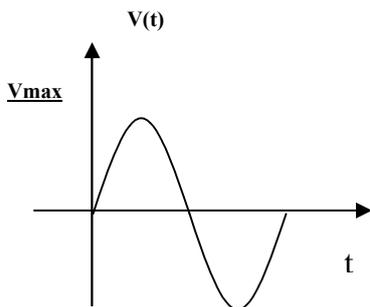
La valeur efficace S_{eff} d'un signal périodique $s(t)$ est définie de la façon suivante :

$$S_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T S^2(t) dt}$$

Il s'agit du racine carré de la valeur moyenne du carré du signal (RMS : Root Mean Square)

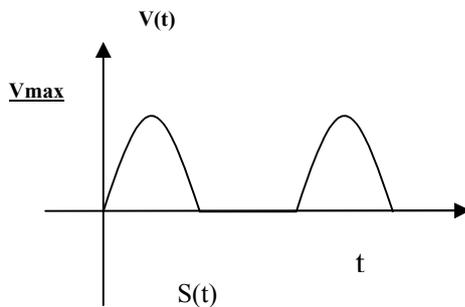
La valeur efficace étant liée aux effets énergétiques, en effet, elle représente la valeur de la même grandeur en courant continu qui à les mêmes effets énergétiques que le signal alternatif pendant la même durée.

Exemples :



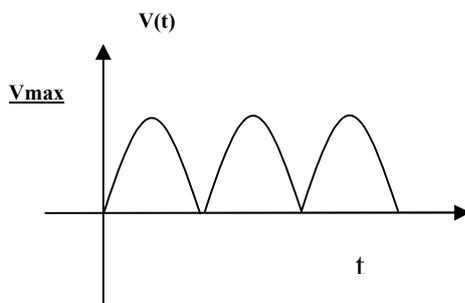
$$V_{\text{eff}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

Figure 16 : signal sinusoïdal



$$V_{\text{eff}} = \frac{V_{\text{max}}}{2}$$

Figure 17 : signal sinusoïdal redressé simple alternance



$$V_{\text{eff}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

Figure 18: signal sinusoïdal redressé double alternance

II- LES APPAREILS MAGNETOELECTRIQUES EN COURANT ALTERNATIF

D'après le principe de fonctionnement de ces appareils, le dispositif qui fait dévier l'aiguille est sensible à la composante continue du signal. La déviation de l'aiguille de ces appareils est proportionnel à la valeur moyenne du signal.

On peut schématiser ce type d'appareils par le schéma synoptique suivant :

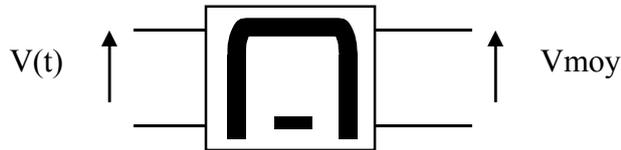


Figure 19 : schéma synoptique d'un appareil magnétoélectrique en courant alternatif.

III- LES APPREILS MAGNETOELECTRIQUES AVEC REDRESSEUR.

Le symbole de la diode, caractérise l'existence d'un montage redresseur à l'intérieur de l'appareil de mesure. Ce type d'appareils, réalise le redressement du signal à mesurer (redressement simple alternance ou double alternance), puis l'aiguille dévie proportionnellement à la valeur moyenne du signal redressé. Le dispositif magnétoélectrique mesure la valeur moyenne du signal mesuré.

Comme en courant alternatif, on a besoin souvent de la valeur efficace du signal mesuré. Les fabricants de ce type d'appareils, utilisent un facteur correctif dans les graduations de l'échelle de l'appareil pour avoir une correspondance entre la valeur mesurée par le dispositif et la valeur que doit lire l'utilisateur, en effet :

- cas d'un redresseur simple alternance : le facteur correctif est $k = \frac{V_{\max}}{\frac{V_{\max}}{\pi}} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} = 2.22$

- cas d'un redresseur double alternance : le facteur correctif est $k = \frac{V_{\max}}{\frac{2 \cdot V_{\max}}{2\sqrt{2}}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$

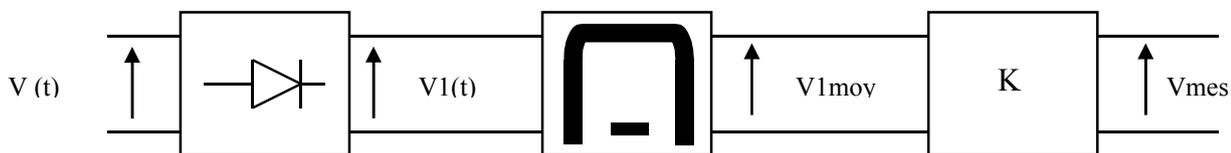


Figure 20 : schéma synoptique d'un appareil magnétoélectrique avec redresseur en courant alternatif.

Le facteur correctif (k) est calculé pour le cas d'un signal sinusoïdal, cela est due au fait qu'on manipule dans la plus part des cas des signaux sinusoïdaux.

Remarque :

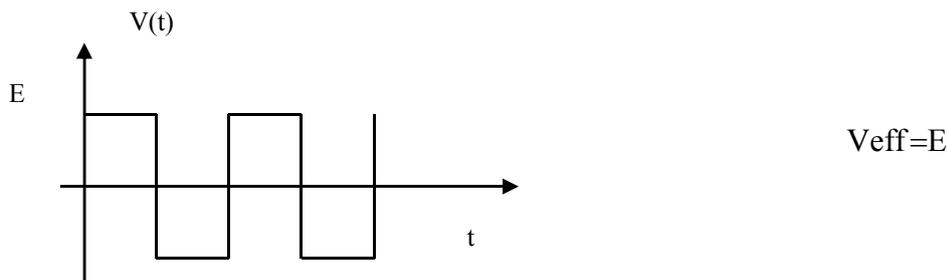


Figure 21 : signal carré.

Si on mesure ce signal par un appareil magnétoélectrique avec redresseur, celui ci donne $1,11.E \neq E$, ce qui prouve que la valeur mesurée ne correspond pas à la vraie valeur efficace u signal .

IV- LES APPREILS FERROMAGNETIQUES :

En se basant sur le principe de fonctionnement de ce type d'appareils, on remarque que la déviation de leurs aiguilles est rigoureusement proportionnelle à la vraie valeur efficace de la grandeur mesurée. Ce type d'appareils est classé en appareils TRMS (True RMS) quelque soit la forme du signal mesuré.

La déviation de l'aiguille est proportionnelle à la vraie valeur efficace du signal mesuré, donc l'échelle de ce type d'appareils est non linéaire.

V- PRINCIPE DES MULTIMETRES A AFFICHAGE NUMERIQUES :

La plus part des multimètres numériques, peuvent permettre de mesurer des intensités et des tensions (moyennes et efficaces) ainsi que des résistances, mais dans tous les cas, le système va dans un premier temps transformer l'information (tension, intensité ou résistance) en une tension, transformée par la suite en tension continue. Cette dernière sera numérisée au moyen d'un convertisseur analogique- numérique (CAN) en un mot binaire. Un circuit électronique, convertit ce mot binaire en une valeur lue.

V-1- Conversion du signal mesuré en tension :

Dans le cas ou le signal étudié n'est pas une tension, on va dans un premier temps le convertir en une tension qui lui est proportionnelle.

- **cas d'un courant** : Le principe consiste à mesurer la tension aux bornes d'une résistance connue, traversée par le courant à mesuré. Cette résistance doit être la plus faible possible pour ne pas perturber le circuit étudié. Le circuit électronique qui permet de faire cette conversion est donné par la figure suivante (figure 22).

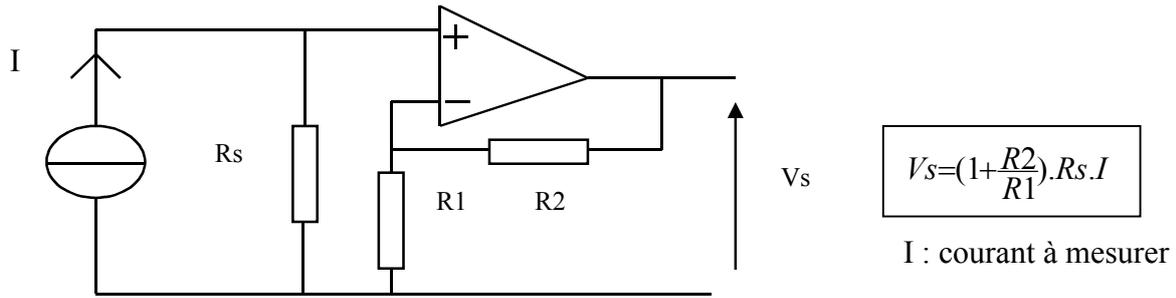


Figure 22 : principe de mesure d'un courant.

L'avantage de cette méthode réside essentiellement dans sa simplicité. Les inconvénients sont, quand à eux, plus nombreux :

- pour mesurer des courants d'intensités supérieures à quelques ampères, il faut utiliser un shunt extérieur,
- la limite en fréquence se situe aux alentours de 25 KHz,
- etc...

- **cas d'une résistance** : Le principe de l'ohm-mètre, consiste à faire un courant fixé dans la résistance à mesurer. On mesure alors la tension entre ses bornes (figure 23).

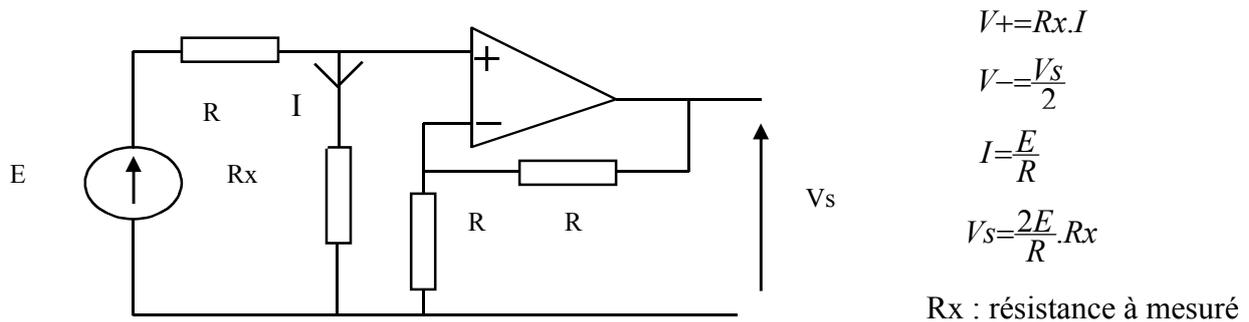


Figure 23 : principe de mesure d'une résistance.

V-2- Obtention d'une valeur moyenne :

Le principe consiste à filtrer le signal pour ne conserver que sa composante continue. Le principal problème sera de réaliser un filtre suffisamment sélectif pour éliminer intégralement la partie variable du signal. Le schéma fonctionnel est donné par la figure 24 :

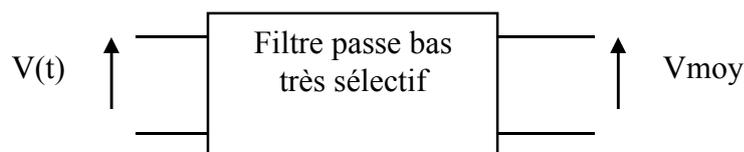


Figure 24 : principe d'obtention de la valeur moyenne

V-3- obtention d'une valeur efficace :

On distingue deux types d'appareils :

- les appareils à vraie valeur efficace (True RMS)
- Les appareils qui donnent la valeur efficace pour des signaux de forme particulière (sinusoïdale)

V-3-1- Obtention par redressement et prise de la valeur moyenne :

Le signal à l'entrée de l'appareil est redressé puis filtré à fin d'obtenir la valeur moyenne du signal redressé. L'avaleur obtenu est multiplié par un coefficient constant ($k = 1.11$ ou $k = 2.22$) puis envoyé vers le bloc d'affichage selon le schéma fonctionnel suivant (figure 25).

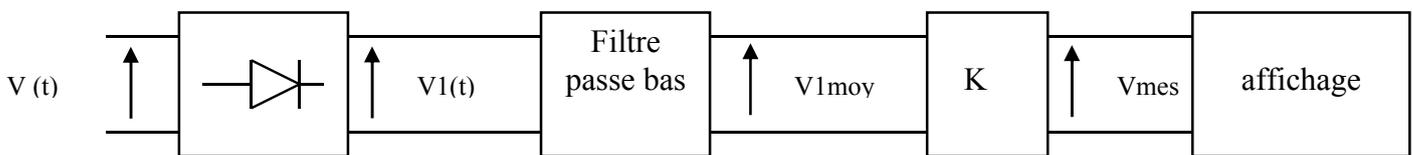


Figure 25 : schéma de principe d'un appareil numérique

En pratique, les appareils de ce type ne donnent une valeur efficace que pour des signaux sinusoïdaux sans composante continue. Ils sont principalement utilisé pour faire des mesures sur le réseau électrique à 50 Hz.

V-3-1- Obtention de la vraie valeur efficace :

Dans ce type d'appareils on réalise chacune des étapes permettant de calculer la valeur efficace d'après sa définition c'est à dire $V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt}$.

Le schéma de principe de ces appareils est donné par la figure suivante (figure 26).

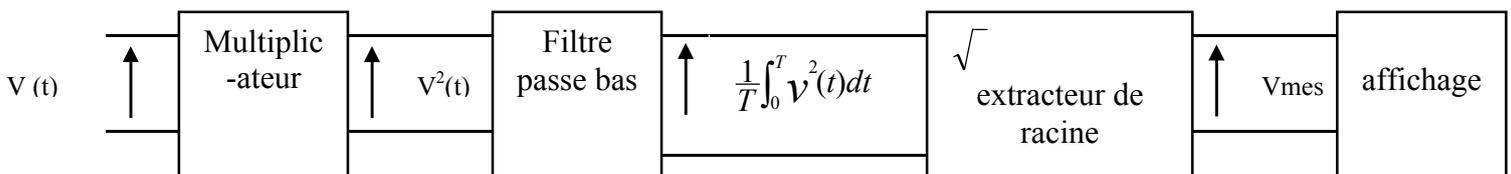


Figure 26 : schéma de principe d'un appareil numérique True RMS

En pratique on utilise très souvent le circuit intégré de mesure de la valeur efficace vraie : le AD 636 de « Analog devices », dont le schéma de principe ainsi que ses caractéristiques se trouve dans l'annexe.