

MESURE DES TENSIONS ET DES COURANTS

I- MESURE DES TENSIONS :

I-1- Généralités :

Pour mesurer la tension U_{AB} aux bornes d'un récepteur, il faut brancher un voltmètre entre les points A et B (le point A est relié à la borne marquée **V** ou (+) et le point B est relié à la borne marquée « **com** » ou (-)).

Le calibre est la plus forte tension que peut mesurer le voltmètre. Pour éviter de détériorer le voltmètre, on a intérêt à le brancher sur le plus grand calibre.

On a intérêt à abaisser le calibre si nécessaire pour obtenir une lecture suffisamment précise. Le bon calibre est celui immédiatement supérieure à la tension mesurée.

L'indication lue sur le cadran d'un voltmètre , ne représente qu'un nombre de divisions. Il faut déduire la tension à partir de cette lecture en tenant compte du calibre :

$$\text{tension mesurée} = \frac{\text{lecture} \cdot \text{calibre}}{\text{echelle}}$$

pour un voltmètre numérique, la valeur de la tension mesurée est celle indiquée par l'afficheur du voltmètre.

I-2- mesure de tension en courant alternatif :

En courant alternatif on a besoin souvent de la valeur efficace du signal mesuré. Pour cela on peut utiliser un voltmètre de type ferromagnétique ou magnétoélectrique avec redresseur lorsque le signal mesuré est de type sinusoïdal ou un voltmètre numérique.

Pour les voltmètres numériques de type TRMS, on distingue deux modes de couplage :

- **mode DC** : Le voltmètre indique la valeur efficace du signal mesuré selon l'algorithme suivant :

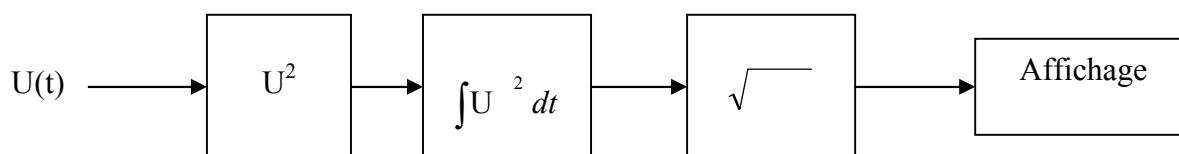


Figure 32 : schéma de principe d'un voltmètre TRMS en mode DC.

- **mode AC** : Le voltmètre indique la valeur efficace de la composante alternative du signal à mesuré, c'est à dire il élimine en premier lieu la composante continu du signal, puis affiche la valeur efficace de la composante alternative selon l'algorithme suivant :

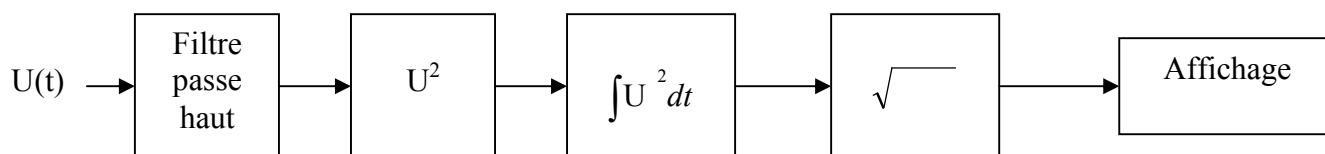


Figure 33 : schéma de principe d'un voltmètre TRMS en mode AC.

I-3- Utilisation d'un transformateur de tension :

Les transformateurs de tension (ou de potentiel) sont utilisés surtout pour les mesures de tension alternative dont la valeur est trop élevée pour les calibres usuels des voltmètres et pour la sécurité. Le primaire du transformateur est branché en dérivation sur la ligne et le secondaire relié au voltmètre usuel.

La tension secondaire, en général 100 V ou 110 V, est, dans les conditions normales d'utilisation, pratiquement proportionnelle à la tension primaire.

La norme NFC 42-501 a énoncé les définitions concernant la classe de précision, l'erreur nominale $K = \frac{V1}{V2}$ et le déphasage nominal entre la tension du primaire V1 et celle du secondaire V2 (voir tableau 5)

Classes de précision	Erreur nominale de rapport (%)	Déphasage nominal	
		minutes	Centi-radians
0.2	±0.2	±10	±0.3
0.5	±0.5	±20	±0.6
1	±1	±40	±1.2
2	±2	Non spécifié	

Tableau 5 : Précision des transformateurs de tension

II- MESURE DES COURANTS (AMPEREMETRES) :

II-1- Généralités :

Un ampèremètre se branche en série dans un circuit électrique, cela veut dire qu'il faut ouvrir le circuit pour intercaler l'ampèremètre entre les deux points d'ouverture en respectant le sens de branchement. En effet, le courant doit entrer dans l'ampèremètre par la borne marqué **A** (ou **mA** ou +) et ressortir par la borne commune marquée **com** ou (-).

Pour éviter de détériorer l'ampèremètre, on a intérêt à le brancher sur le plus grand calibre et n'oubliant pas d'abaisser le calibre si nécessaire pour obtenir un affichage suffisamment précis.

L'indication lue sur le cadran d'un ampèremètre , ne représente qu'un nombre de divisions. Il faut déduire la tension à partir de cette lecture en tenant compte du calibre :

$$\text{courant mesuré} = \frac{\text{lecture} \cdot \text{calibre}}{\text{echelle}}$$

pour un ampèremètre numérique, la valeur de la tension mesurée est celle indiquée par l'afficheur de l'appareil.

I-2- mesure de courant en alternatif :

En courant alternatif on a besoin souvent de la valeur efficace du signal mesuré. Pour cela on peut utiliser un ampèremètre de type ferromagnétique ou magnétoélectrique avec redresseur lorsque le signal mesuré est de type sinusoïdal ou un ampèremètre numérique.

Pour les ampèremètre numériques de type TRMS, on distingue deux modes de couplage :

- **mode DC** : L'ampèremètre indique la valeur efficace du signal mesuré selon l'algorithme suivant :

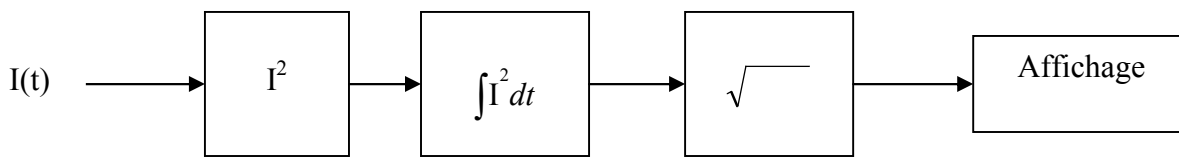


Figure 34 : schéma de principe d'un ampèremètre TRMS en mode DC.

- **mode AC** : L'ampèremètre indique la valeur efficace de la composante alternative du signal à mesuré, c'est à dire il élimine en premier lieu la composante continu du signal, puis affiche la valeur efficace de la composante alternative selon l'algorithme suivant :

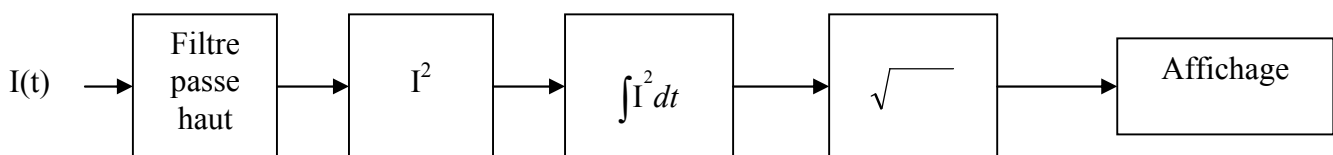


Figure 35 : schéma de principe d'un ampèremètre TRMS en mode AC.

Pour les fortes intensités, on utilise le shunt extérieur pour le courant continu et le transformateur de courant (TI) ou pince ampère- métrique en courant alternatif.

II-2- Shunts extérieurs :

Ils sont utilisés en courant continu et montés en parallèle aux bornes d'un milliampèremètre magnétoélectrique, dont la consommation n'exécède pas quelques milliampères. Un shunt est relié à l'instrument de mesure par des cordons spéciaux dont la résistance totale ne doit pas dépasser 0.05Ω afin de limiter l'incertitude dans la lecture.

La norme C 42-100 donne la classe de précision des shunts :

- 0.5 pour la mesure (shunt de table)
- 1 et 2 pour les appareils de tableau.

Les chutes de tensions pour les shunts usuels sont donnés par le tableau 6 :

Chute de tension	50 mV	100 mV	150 mV	300 mV
constructeur	METRIX	AOIP	PEKLY	Chauvin Arnoux

Tableau 6 : chutes de tension de quelques shunts extérieur

II-3- Transformateur de courant ou d'intensité (TC ou TI) :

C'est un transformateur monophasé dont l'intensité secondaire I_2 , de faible valeur est proportionnelle au courant primaire I_1 , qui est beaucoup plus élevé. Les deux enroulements de N_1 et N_2 spires, placés sur un circuit magnétique sans fuite (tore) de grande perméabilité et travaillant à faible induction (0.1 T) assurent un transfert des courants tels que :

$N_1.I_1 + N_2.I_2 = 0$ ou encore $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = K$ (N_1 et N_2 : nombres de spires primaires et secondaire et K : rapport de transformation).

A la limite pour les intensités élevées à mesurer, le primaire se réduit à une spire, c'est à dire au passage direct du conducteur dans « l'œil » du tore.

Un transformateur de courant doit toujours travailler à secondaire en court circuit (c'est à dire fermé sur un ampèremètre de faible résistance).

Les caractéristiques essentielles d'un transformateur de courant sont :

- * courants primaires : 10 A; 12.5 A; 16 A ; 20 A; 32 A; 40 A; 64 A; 80 A ;....
- * courants secondaires : 1 A et 5 A.
- * fréquences nominales : 50 Hz et 400 Hz.
- * classes de précision : 0.1 ; 0.2 ; 0.5 ; 1 ; 2 ; ...
- * puissances apparentes disponibles au secondaires : de 2.5 à 100 VA.

La norme NFC 42-501 a énoncé les définitions concernant la classe de précision, l'erreur nominale $K = \frac{I_1}{I_2}$ et le déphasage nominal entre le courant du primaire I_1 et celui du secondaire I_2 (voir tableau 7)

Classe de précision	Erreurs de rapport (en %)			Déphasage (en min)		
	Pour 0.1In	Pour 0.2In	Pour In	Pour 0.1In	Pour 0.2In	Pour In
0.1	0.25	0.2	0.1	10	8	5
0.2	0.5	0.35	0.2	20	15	10
0.5	1	0.75	0.5	60	45	25
1	2	1.5	1	120	90	50
2	4	3	2	Non spécifié		

Tableau 7 : Précision des transformateurs de courant

II-4- la Pince ampèremétrique :

C'est un transformateur à circuit magnétique ouvrable. Le primaire de ce transformateur est constitué par le conducteur sur lequel porte la mesure, le secondaire est bobiné sur un circuit magnétique pouvant s'ouvrir pour enserrer le conducteur.

Le rapport de transformation de la pince dépend du nombre de spires de l'enroulement secondaire qui est caractéristique de la pince. La sortie de mesure peut aussi s'effectuer en tension, le rapport de transformation est alors donné en volt/ampère (V/A).

Les pinces pour courant continu utilisent le principe de l'effet Hall. Un capteur à effet Hall transforme le champ magnétique produit par l'intensité qui lui est proportionnelle. Ces pinces permettent la mesure de tout type de courant.

Le choix d'une pince ampère métrique dépend :

- de la nature du courant à mesurer et de son intensité,
- du diamètre du conducteur entourer,
- du type d'appareil de mesure en sortie et de sa sensibilité.

Exemple :

Une pince de rapport 500/1 fournit 1 A pour 500 A. Si l'intensité dans le conducteur est 20 A, le courant de sortie sera de 0.04 A soit 40 mA.

II-5- Sondes de courant pour oscilloscopes et acquisition de données :

Une sonde de courant fonctionne de la même manière qu'une pince ampère métrique mais avec une bande passante plus importante. Elle permet l'observation des formes d'ondes dans un conducteur et la mesure des harmoniques éventuels.

Une sonde de courant peut être connectée à un oscilloscope ou à un analyseur de réseau.

Remarque :

- La bande passante est l'ensemble des fréquences transmises par la sonde. Elle est de l'ordre de 20 Hz à 1 KHz.