

I Principe

I.1 Grandeurs

Un multimètre peut mesurer au choix (mais pas simultanément) :

- la tension aux bornes d'un dipôle,
- l'intensité du courant qui le parcourt,
- sa résistance.

Notons que le multimètre est un appareil dit « flottant » : ses bornes ne sont pas reliées à la terre du réseau électrique. On peut donc le brancher n'importe où dans le circuit sans risquer de faire une « boucle de masse ».

I.2 Types de signaux mesurés

Dans les modes voltmètre et ampèremètre, on devra choisir entre les modes

continu notés respectivement DCV et DCI pour des tensions et intensités stationnaires ou lentement variables (« courant continu ») : le multimètre mesure alors la valeur instantanéeⁱ du signal observé.

alternatif notés respectivement ACV et ACI pour des tensions et intensités périodiques (« courant alternatif ») : le multimètre mesure alors la valeur *efficace* (voir au III.2) du signal observé.

À chaque changement de mode (voltmètre/ampèremètre) on veillera à :

- choisir le mode **DC** ou **AC**
- choisir la borne **V** ou **mA** correspondante.

En mode voltmètre, on ne branche le multimètre sur le circuit étudié qu'une fois que celui-ci a été complètement câblé.

I.3 Calibres, nombre de points et résolution

En mode voltmètre, le multimètre peut mesurer des tensions allant du mV à la centaine de V (du μA à quelques A).

La **résolution** désigne la plus petite variation de la grandeur mesurée décelable par l'appareil : elle est de l'ordre de grandeur de la dernière position décimale de la valeur affichée sur l'écran.

Pour que les mesures aient la même résolution relative quelle que soit l'ordre de grandeur de la tension mesurée, on doit adapter le **calibre** (voir la figure 1a par exemple). Ce paramètre désigne un réglage de la valeur maximale mesurable : on peut le régler manuellement ou utiliser le réglage automatique.

Ces deux grandeurs dépendent du **nombre de points de mesure** : plus celui-ci est élevé, plus la résolution sera faible (ce qui est mieux !) pour un même calibre.

Exemple :

Le multimètre présenté ici a $1,2 \cdot 10^5$ points de mesure. Sur le calibre 2V, la résolution sera de $2/1,2 \cdot 10^5 = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{V}$: l'afficheur utilise donc *num6* chiffres.

I.4 Précision

La précision de l'appareil est caractérisée par l'**incertitude-type** σ de ses mesures. Celle-ci a une composante proportionnelle à la valeur mesurée et une composante fixe dépendant uniquement du calibre.

Exemple :

Pour le multimètre utilisé, en mode voltmètre continu, on a :

$$\sigma = 0,012\% + 5d,$$

où d représente le dernier chiffre de l'affichage. Sur le calibre 2V, comme l'afficheur présente 6 chiffres, cette valeur correspond à $5 \times 1 \cdot 10^{-6} \text{V}$. L'incertitude-type de type B d'une mesure affichant 1,52365V sera donc

$$\sqrt{(0,012\% \times 1,52365)^2 + (5 \cdot 10^{-6})^2} \approx 1,9 \text{V}.$$

Remarque :

On constate que si, comme c'est le cas ici, la valeur mesurée est proche du calibre, l'erreur fixe est négligeable devant l'erreur proportionnelle.

On choisira donc toujours le calibre le plus faible permettant l'affichage de la valeur mesurée pour obtenir l'incertitude la plus faible.

II Utilisation

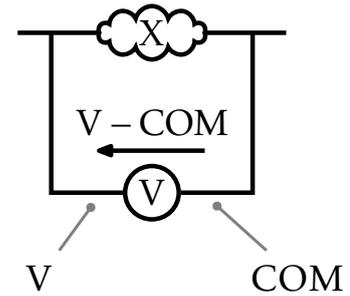
II.1 Voltmètre

On branche le multimètre en **parallèle** (on dit aussi en dérivation) aux bornes du dipôle, en utilisant les bornes V et COM (voir la figure 1a). On considérera qu'un voltmètre idéal a une **résistance d'entrée** infinieⁱⁱ : le courant qui le traverse sera négligeable.

- choisir le mode ACV ou DCV ainsi que le calibre,
- connecter les bornes V et COM aux bornes du dipôle étudié,
- on veillera à ne brancher le multimètre qu'une fois le circuit réalisé : on peut ainsi le débrancher sans défaire le circuit.

ⁱil ne peut cependant effectuer que quelques mesures par seconde

ⁱⁱElle vaut $100 \text{M}\Omega$



(b) . Le voltmètre est branché en dérivation sur le dipôle étudié.

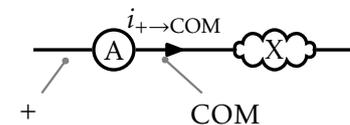
(a) Le multimètre mesure ici 5,0738V en continu (DC), sur un calibre de 10 V, réglé automatiquement AUTO.

FIG. 1 : Multimètre en mode voltmètre.

II.2 Ampèremètre

On branche l'ampèremètre en **série** avec le dipôle, en utilisant les bornes 2 A (pour les calibres inférieurs à 2 A) ou 10 A (pour le calibre 10 A) et COM. On considérera qu'un ampèremètre idéal a une résistance nulleⁱⁱⁱ : la tension à ses bornes sera négligeable.

- couper l'alimentation du circuit,
- choisir le mode ACI ou DCI ainsi que le calibre,
- insérer le multimètre entre le dipôle étudié et le reste du circuit par les bornes 2 A (ou 10 A) et COM,
- alimenter le circuit.



(b) L'ampèremètre est branché en série avec le dipôle étudié.

(a) Le multimètre mesure ici 0,2305A en continu (DC), sur un calibre de 1 V, réglé automatiquement AUTO.

FIG. 2 : Multimètre en mode ampèremètre.

II.3 Ohmmètre

On branche l'ohmmètre en parallèle aux bornes du dipôle en utilisant les mêmes bornes que pour le voltmètre.

- débrancher complètement le dipôle du circuit,
- choisir le mode 2/4 Ω ainsi que le calibre,
- connecter les bornes V et COM aux bornes du dipôle étudié.

ⁱⁱⁱ Elle varie selon les calibres et est d'autant plus élevée que le calibre est faible.

III Autres modes

III.1 Mode dB

Pour l'étude des filtres, on sera amené à mesurer le signal en *décibels*, notés dB, par rapport à un signal de référence. Pour une tension U , comparée à une tension de référence U_{ref} , sa valeur en dB, notée U_{dB} est :

$$U_{\text{dB}} = 20 \log \frac{U}{U_{\text{ref}}}$$

Sur l'exemple ci-contre, le signal de référence est 5,9991 V. La tension mesurée est 7,2054 V, sa valeur en dB affichée est $20 \log(7,2054/5,9991) = 1,5915$.



FIG. 3 : Mesure en dB :

- choisir le mode ACV, DCV, ACI, DCI, et brancher le multimètre de la manière correspondante,
- effectuer la mesure du signal de référence U_{ref} et l'enregistrer par SHIFT + dBm,
- effectuer la mesure du signal U par SHIFT + dB.

III.2 Signaux périodiques et bande passante

Pour un signal périodique $s(t)$, on définit :

La valeur moyenne sur une période, notée $\langle s \rangle$: elle est mesurée en utilisant les modes « continu » DCV et DCI,

La valeur efficace de la composante variable ou RMS^{iv} égale à $\sqrt{\langle (s - \langle s \rangle)^2 \rangle}$: elle est mesurée en utilisant les modes « alternatifs » ACV et ACI

La valeur efficace « vraie » ou TrueRMS égale à $\sqrt{\langle s^2 \rangle}$: elle est mesurée en sélectionnant *simultanément* les modes ACV et DCV (ou ACI et DCI).

La réponse de l'appareil aux signaux variables ne pouvant pas être instantanée, il n'est pas réalisable de réaliser des mesures fiables sur des signaux trop rapides. De même la fréquence de rafraîchissement de ses mesures est trop élevée pour qu'il puisse réaliser les moyennes sur des signaux trop lents. Pour cette raison, un multimètre possède une **bande-passante** caractérisant la gamme de fréquence en dehors de laquelle on ne peut pas l'utiliser en régime variable.

Exemple :

Pour le multimètre présenté ici, la bande passante est de :

- de 20Hz à 100kHz en voltmètre alternatif ;
- de 20Hz à 10kHz en ampèremètre alternatif.

^{iv}de l'anglais Root Mean Square.