



FICHE TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE 5

UTILISATION D'UN MULTIMÈTRE (I)

D.Malka – MPSI 2018-2019 – Lycée Jeanne d'Albret

Dans cette fiche, on ne s'intéresse qu'à la mesure de tension et d'intensité en régime continu mais, à part le mode d'acquisition, toutes les préconisations demeurent valables en régime variable.



FIGURE 1 – Un multimètre numérique

1 Mesure d'une tension continue

1.1 Principe du voltmètre numérique

Un voltmètre numérique mesure une tension analogique qui est convertie en signal numérique par un convertisseur analogique-numérique (CAN) puis transmis au système d'affichage numérique. In fine, c'est une tension continue qui est mesurée.

1.2 Branchement d'un voltmètre

Un voltmètre mesure la tension d'un dipôle à ses bornes. Il se branche donc *en parallèle* du dipôle aux bornes duquel on veut mesurer la tension (Fig.2).

1.3 Choix du mode d'acquisition

Pour mesurer une tension continue, on choisit le mode d'acquisition *DC* ou *AVG* qui mesure la tension moyenne aux bornes du voltmètre.

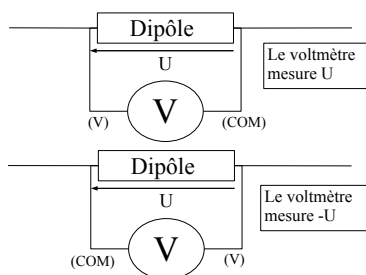


FIGURE 2 – Branchement d’un voltmètre

1.4 Résultat du mesurage – Choix du calibre

Comme tout appareil de mesure, la précision d’un voltmètre numérique est limitée.

Un affichage stable d’une valeur par le voltmètre ne signifie en aucun cas que la valeur mesurée est exacte ou bien cela ne signifie pas que l’erreur la mesure est donnée par le dernier digit affiché. L’incertitude-type $\sigma\xi$ sur le résultat du mesurage ξ est donnée par le constructeur. Elle s’écrit souvent la forme :

$$\sigma\xi = a\% \xi + b.\text{digit}$$

Il faut se référer à la notice des appareils (fig.6) pour l’évaluer, les valeurs de a et b dépendant souvent du calibre.

📖 Minimisation de l’erreur sur la tension mesurée
 Pour minimiser l’erreur sur une mesure de tension, il faut choisir le plus petit calibre permettant d’effectuer la mesure.

👉 Les appareils modernes choisissent automatiquement le calibre adapté à la mesure.

1.4.1 Erreur d’insertion du voltmètre

L’insertion d’un voltmètre dans un circuit perturbe ce circuit en prélevant une partie du courant, et donc, en particulier, la tension à mesurer. Vis à vis du circuit, le voltmètre se comporte comme une résistance R_e : la résistance d’entrée du voltmètre. La valeur de cette résistance est fournie par le constructeur (fig.6).

📖 Résistance d’entrée d’un voltmètre
 La résistance d’entrée R_e d’un voltmètre est de l’ordre de $10\text{ M}\Omega$. Si cette résistance est très supérieure à celle du dipôle aux bornes duquel est mesurée la tension, l’erreur est négligeable.

Un voltmètre idéal possède une résistance d’entrée infini. Il ne perturbe donc pas le circuit dans lequel il est inséré. On modélise alors un voltmètre réel de résistance d’entrée R_e par l’association parallèle d’un voltmètre idéal et d’une résistance R_e (Fig.3).

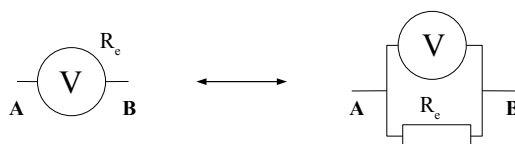


FIGURE 3 – Modélisation d’un voltmètre réel

2 Mesure d’une intensité continue

2.1 Principe de l’ampèremètre numérique

Même principe que le voltmètre. La mesure du courant est ramenée à la mesure d’une tension aux bornes d’une résistance connue (le *shunt*) qui dépend du calibre utilisé.

2.2 Branchement d’un ampèremètre

Un ampèremètre mesure le courant qui le traverse. Il se branche donc en série avec le dipôle dont on veut mesurer le courant qui le traverse (Fig.4).

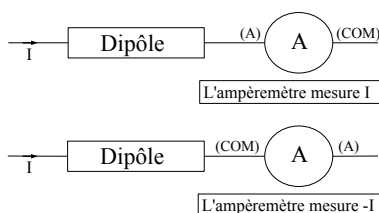


FIGURE 4 – Branchement d’un ampèremètre

2.3 Choix du mode d’acquisition

Pour mesurer une intensité continue, on choisit le mode d’acquisition *DC* ou *AVG* qui mesure l’intensité moyenne du courant traversant le voltmètre.

2.4 Résultat du mesurage – Choix du calibre

Comme tout appareil de mesure, la précision d’un ampèremètre numérique est limitée.

Un affichage stable d’une valeur par un ampèremètre ne signifie en aucun cas que la valeur mesurée est exacte ou bien cela ne signifie pas que l’erreur la mesure est donnée par le dernier digit affiché. L’incertitude-type $\sigma\xi$ sur le résultat du mesurage ξ est donnée par le constructeur. Elle s’écrit souvent la forme :

$$\sigma\xi = a\%\xi + b.\text{digit}$$

Il faut se référer à la notice des appareils (fig.6) pour l’évaluer, les valeurs de a et b dépendant souvent du calibre.



Minimisation de l’erreur sur l’intensité mesurée

Pour minimiser l’erreur sur une mesure d’intensité, il faut choisir le plus petit calibre permettant d’effectuer la mesure.

2.4.1 Erreur d’insertion d’un ampèremètre



Erreur d’insertion d’un ampèremètre

L’insertion d’un ampèremètre modifie le circuit ce qui perturbe son fonctionnement en l’absence d’ampèremètre. Cette erreur est en général non négligeable : il faut tenir compte de la résistance interne de l’ampèremètre. Vis à vis du circuit, l’ampèremètre se comporte comme une résistance R_m allant en général de $10^{-2}\Omega$ à 10Ω suivant le calibre utilisé.

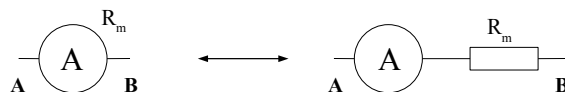


FIGURE 5 – Modélisation d’un ampèremètre réel

Un ampèremètre idéal a une résistance interne nulle. Un ampèremètre réel possède une résistance interne R_m non nulle. On le modélise alors par l’association série d’un ampèremètre idéal et d’une résistance R_m (Fig.5).

3 Mesure d’une résistance

3.1 Principe de la mesure

Encore une fois, la mesure se ramène à celle d’une tension. Régulé en ohmmètre, un multimètre génère un courant d’intensité η donnée à travers le dipôle, mesure la tension u à ses bornes et en déduit la résistance en calculant le rapport $\frac{u}{\eta}$.

3.2 Branchement de l’ohmmètre

L’ohmmètre se branche aux bornes du dipôle en dehors de tout circuit.

3.3 Résultat du mesurage – Choix du calibre

Comme tout appareil de mesure, la précision d’un ohmmètre numérique est limitée.

Un affichage stable d’une valeur par le voltmètre ne signifie en aucun cas que la valeur mesurée est exacte ou bien cela ne signifie pas que l’erreur la mesure est donnée par le dernier digit affiché. L’incertitude-type $\sigma\xi$ sur le résultat du mesurage ξ est donnée par le constructeur. Elle s’écrit souvent la forme :

$$\sigma\xi = a\%\xi + b.\text{digit}$$

Il faut se référer à la notice des appareils (fig.6) pour l’évaluer, les valeurs de a et b dépendant souvent du calibre.



Minimisation de l’erreur sur la résistance mesurée

Pour minimiser l’erreur sur une mesure de résistance, il faut choisir le plus petit calibre permettant d’effectuer la mesure.

Technical specifications	MX 20HD	MX 44HD
DC VOLTAGES		
Ranges	200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 1000 V	400 mV, 4 V, 40 V, 400 V, 1000 V
Resolution	100 µV, 1 mV, 10 mV, 100 mV, 1 V	
Accuracy	0.8 %R + 4 D	0.3 %R + 1 D
Input impedance	>1000 MΩ, 11 MΩ, 10 MΩ, 10 MΩ, 10 MΩ	100 MΩ, 9.1 MΩ, 9.1 MΩ, 9.1 MΩ, 9.1 MΩ
AC & AC+DC VOLTAGES		
Range	2 V, 20 V, 200 V, 750 V	400 mV, 4 V, 40 V, 400 V, 750 V
Resolution	1 mV, 10 mV, 100 mV, 1 V	100 µV, 1 mV, 10 mV, 100 mV, 1 V
Bandwidth	DC at 500 Hz	DC at 1 kHz
Basic accuracy	1 %R + 8 D	0.8 %R + 3 D
Input impedance	11 MΩ, 10 MΩ, 10 MΩ, 10 MΩ	100 MΩ, 10 MΩ, 9.1 MΩ, 9.1 MΩ, 9.1 MΩ
DC CURRENTS		
Range	20 mA, 200 mA, 10 A	40 mA, 10 A
Resolution	10 µA, 100 µA, 10 mA	0.01 mA, 10 mA
Basic accuracy	1.2 %R + 1 D	0.8 %R + 2 D
AC & AC+DC CURRENTS		
Range	20 mA, 200 mA, 10 A	40 mA, 10 A
Resolution	10 µA, 100 µA, 10 mA	0.01 mA, 10 mA
Bandwidth	DC at 500 Hz	DC at 1 kHz
Basic accuracy	1.5 %R + 8 D	1.2 %R + 4 D
RESISTANCE & CONTINUITY		
Range	200 Ω, 2 kΩ, 20 kΩ, 200 kΩ, 2 MΩ, 20 MΩ	400 Ω, 4 kΩ, 40 kΩ, 400 kΩ, 4 MΩ, 40 MΩ
Resolution	0,1 Ω, 1 Ω, 10 Ω, 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ	
Basic accuracy	0.8 %R + 4 D	0.3 %R + 1 D
Continuity detection	Buzzer – Protection 380 Vac	Buzzer – Threshold < 40 Ω à 20 Ω – Response < 100 ms
DIODE TEST		
Diode voltage test	1.2 V to 1.8 V	0 to 3 V
CAPACITANCE		
Range	4 nF to 40 µF	
Basic accuracy	2 %R + 4 D	
Display	2,000 counts – 7 segments – 2 meas./s – Height of digits 17 mm	4,000 counts – 7 segments – 2 meas./s – Height of digits 14 mm
Bargraph	42 segments – 20 meas./s	
Safety & Certification	IEC 1010-1 Cat. I, 1,000 V – Cat. II, 600 V	IEC 1010-1 Cat. III, 600 V – Cat. II, 1,000 V
Temperature	Operation: 0 °C to +40 °C – Storage: -20 °C to +60 °C	Operation: 0 °C to +50 °C – Storage: -20 °C to +60 °C
Power supply	2 x 1.5 V batteries (R6)	9 V alkaline battery (6LF22 or 6LR61)
Battery life	250 hours	500 hours – Auto-shutdown 30 min
Mechanical specifications	Dimensions 189 x 82 x 40 mm – Weight 400 g – Ingress protection IP67	

FIGURE 6 – Notice du multimètre

