

— OS – TP 5 —

Instruments de mesure en électricité

Objectifs

- Prendre en main le matériel d'électricité
- Utiliser un multimètre (*Mesurer une tension, une intensité, une résistance*)
- Étudier l'influence des résistances d'entrée des instruments sur les signaux mesurés

I - Manipulation d'un multimètre

Le multimètre est un appareil pouvant faire office au minimum de voltmètre (mesure de tensions), d'ampèremètre (mesure d'intensités) ou d'ohmmètre (mesure de résistances), et comprenant éventuellement d'autres fonctions plus évoluées (inductancemètre, capacimètre,...).

Consigne : multimètre

Les bornes de branchement dépendent de la fonction utilisée, on utilise toujours la borne COM et une autre borne.

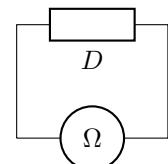
Il possède plusieurs calibres (gammes de mesures) ; on commence par précaution par utiliser le plus grand pour ensuite le diminuer et choisir celui immédiatement supérieur à la valeur à mesurer pour avoir le maximum de chiffres significatifs et donc la meilleure précision possible.

1.1 - Fonctionnement en ohmmètre

L'ohmmètre se place aux bornes du dipôle dont on veut mesurer la résistance : une borne du dipôle est reliée à la borne COM, et l'autre borne du dipôle est reliée à la borne possédant le symbole Ω .

Le sens du branchement n'a pas d'importance.

L'appareil envoie un courant dans le conducteur et détermine sa résistance par application de la loi d'Ohm en mesurant la tension à ses bornes : $R = \frac{U_{\text{mesuré}}}{I_{\text{envoyé}}}$.



Consigne : ohmmètre

Il est donc impératif de l'utiliser hors de toute autre connexion susceptible de modifier ce courant et donc fausser la mesure.

Manipulation 1

Mesurer la résistance des deux conducteurs ohmiques mis à votre disposition.

1. Écrire le résultat des deux mesurages.
2. Ces valeurs sont-elles compatibles avec les valeurs de référence des résistances utilisées ?

1.2 - Fonctionnement en voltmètre

Consigne : voltmètre

Le voltmètre se place toujours en **parallèle** (dérivation) sur le dipôle dont on veut mesurer la tension à ses bornes. La borne COM est reliée au point de potentiel le plus bas pour avoir une tension positive.

Manipulation 2

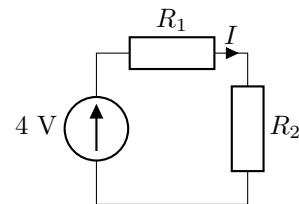
Le GBF délivre une tension continue d'environ 4 V (à l'aide du bouton OFFSET du GBF) : munir le voltmètre respectivement d'un fil noir et d'un fil rouge et choisissez le calibre approprié pour mesurer la tension de sortie (fil rouge à la borne rouge, fil noir à la borne noire).

Inverser le branchement (fil rouge à la borne noire, fil noir à la borne rouge).

3. Écrire le résultat du mesurage de E .
4. Après avoir inversé les branchements, quelle valeur mesure-t-on ?

Manipulation 3

- Reproduire le montage suivant avec le matériel à votre disposition ($R_1 < R_2$).
- Placer un voltmètre permettant de mesurer la tension U_2 aux bornes de R_2 .
- Faire la mesure de U_2 et noter sa valeur.



5. Faire un schéma faisant apparaître le voltmètre.
6. Écrire le résultat du mesurage de U_2 .
7. Comparer la valeur mesurée à la valeur théorique obtenue avec le diviseur de tension.

1.3 - Fonctionnement en ampèremètre

Consigne : ampèremètre

Un ampèremètre se place toujours en **série** avec le dipôle pour lequel on veut mesurer l'intensité le traversant.

L'intensité du courant sera positive si le courant entre par la borne A (ou mA) et sort par la borne COM.

Manipulation 4

Reprendre la manipulation 3 et mesurer l'intensité du courant dans le circuit.

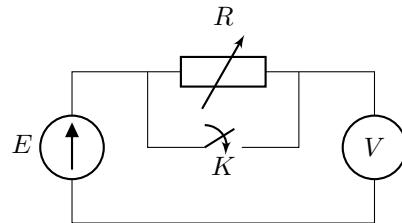
8. Écrire le résultat du mesurage de I .
9. La mesure est-elle en cohérence avec la valeur attendue ?
10. L'ampèremètre peut être modélisé comme une résistance R_a . A votre avis, quel est l'ordre de grandeur de R_a ?

II - Résistance d'entrée du voltmètre

Un voltmètre peut être modélisé par une résistance interne R_e . L'objectif est de déterminer la valeur de cette résistance.

Manipulation 5

- Réaliser le montage ci-contre (avec $E=4V$)
- Pour K fermé (utiliser un fil), noter la valeur de la tension affichée sur le voltmètre
- K ouvert, noter pour quelle valeur de R la tension affichée par le voltmètre commence à changer sensiblement.
- K ouvert, régler R telle que la tension affichée soit $\frac{E}{2}$. Noter les valeurs minimale et maximale qui permettent d'obtenir cette valeur de U .



11. Montrer que dans ces conditions, $R = R_e$.
12. Écrire le résultat du mesurage de R_e .
13. A votre avis, comment expliquer l'ordre de grandeur de cette résistance ?

III - Pour aller plus loin (si on a le temps...)

On souhaite déterminer le fonctionnement en régime sinusoïdal forcé du circuit ci-dessous en utilisant un ampèremètre modélisé par une résistance r_a pour mesurer la valeur efficace de l'intensité qui le traverse et un voltmètre numérique modélisé par une résistance r_v en dérivation pour mesurer la valeur efficace de la tension aux bornes du dipôle D modélisé par une résistance R . On souhaite étudier l'influence des diverses résistances (R , r_a et r_v) sur la tension lue au voltmètre selon les configurations proposées sur la figure 1.1 et en déduire le montage à utiliser selon la valeur de R pour minimiser les erreurs de mesure.

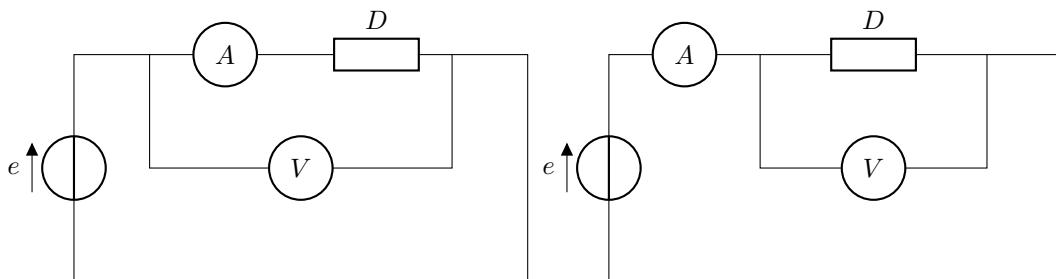


FIGURE 1.1 – Montages longue dérivation (à gauche) et courte dérivation (à droite).

1. Proposer un protocole pour déterminer la valeur apparente de la résistance R_m du dipôle D à partir du courant I_m et de la tension V_m mesurées.
2. Si le dipôle D est un résistor de résistance R , déterminer la relation entre R , R_m et les résistances internes du voltmètre r_v et de l'ampèremètre r_a .
3. Mettre en œuvre le protocole et en déduire une mesure de R_m du dipôle selon les 2 montages. Vous ferez les mesures pour 2 dipôles différents : le 1^{er} sera une résistance de 10Ω , le 2nd une résistance de $1M\Omega$
4. Déterminer l'erreur absolue de mesure dans les 2 montages : $\Delta R = |R_m - R|$
5. Quel type de montage privilégié selon les valeurs des résistances r_a , r_v et R ?

Annexe : notice d'utilisation du multimètre



NOTICE D'UTILISATION
EmJi V1, référence 291875
Multimètre 2000 points

Sécurité

Ce multimètre est conforme à la norme de sécurité IEC61010 Cat III 600V, degré de pollution 2.

AVERTISSEMENTS

- Ne pas utiliser l'appareil si le boîtier ou les cordons de mesure sont endommagés.
- Ne jamais dépasser les valeurs limites aux bornes d'entrées.
- Assurez-vous que la position du sélecteur correspond à votre mesure.
- Changer manuellement le calibre après avoir déconnecté les cordons de mesures.
- Utilisez par défaut le calibre le plus élevé lorsque le niveau de la mesure est inconnu.
- Ne pas utiliser ce multimètre en atmosphère explosive.

CONSIGNES DE SECURITE

Un usage inapproprié de cet appareil peut causer des dommages, blessures ou décès. Il est donc essentiel de lire et de comprendre ce mode d'emploi avant toutes utilisations. Déconnecter impérativement les cordons de mesures avant un remplacement des piles. Soyez particulièrement prudent pour vos mesures dont les tensions supérieures à 30 VAC rms ou 60 VDC. Ces tensions sont susceptibles de causer un choc électrique.

Retirer les piles en cas de non utilisation prolongée de l'appareil.

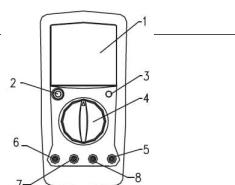
Mettre à l'arrêt les circuits testés et décharger les circuits capacitifs avant d'engager des mesures du diode, résistance ou de continuité.

- Pour les mesures de tensions, vérifier le bon contact des pointes de touches sur les bornes testées.
- Ne pas oublier que si un équipement n'est pas utilisé d'une manière conforme, ses systèmes de protection peuvent en être affectés.

Symboles électriques internationaux	
~ AC – Signaux alternatifs	Diode
⎓ DC – Signaux continus	⎓ AC ou DC
⏚ Terre	Fusible
□ Double isolation	Test de continuité sonore
⎓ Pile ou batterie défaillante	Conforme à la norme CE
⚠ Danger. Se référer au mode d'emploi	

Description

- Afficheur LCD
- Commande on / off
- Mode « Gel de l'affichage »
- Sélecteur
- Borne commun
- Borne 20A
- Borne mA
- Borne pour les autres mesures



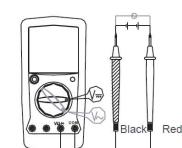
Caractéristiques générales

Affichage	2000 points, 2 à 3 mesures / seconde
Changement de calibre	Manuel
Affichage de polarité	Automatique
Dépassement de calibre	3.1/2 digits (2000 points) LCD
Température	Utilisation : de 0 à 40 °C. Stockage : de -10 à +50 °C
Humidité relative	Utilisation : < 75%. Stockage : < 50%
Altitude	Utilisation jusqu'à 2 000 m, Stockage jusqu'à 10 000 m
Surtensions	Conforme à la norme CE, Catégorie III 600V, catégorie II 1000V
Pile	1 pile type 9V NEDA1604, 6F22 ou 006P
Extinction automatique	après 15 minutes
Dimensions/Masse	179x88x39 mm / 380g

Utilisation

Mode d'emploi: Lire et comprendre tous les conseils et avertissements situés dans la première partie de ce mode d'emploi est prioritaire avant d'utiliser cet appareil. Mettre l'appareil sur arrêt (off) si il n'est pas utilisé.

- Mesure de tension AC/DC**
- Insérer le cordon noir dans la borne COM, le cordon rouge dans la borne V.
 - Pivoter le sélecteur sur le calibre VAC ou VDC choisi.
 - Connecter les cordons en parallèle au circuit à mesurer.
 - Lire la tension mesurée sur l'affichage.
- Remarque :** Utiliser le calibre le plus élevé si vous ignorez l'échelle de la valeur à mesurer.

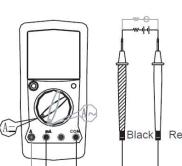


Mesure de courant AC/DC

Avertissement: Assurer vous que l'alimentation du circuit à tester soit déconnectée et décharger tout circuit capacitif avant d'effectuer une mesure de courant.

- Insérer le cordon rouge dans la borne 20 A ou mA, puis le cordon noir dans la borne COM.

Remarque : Utiliser le calibre le plus élevé si vous ignorez l'échelle de la valeur à mesurer.

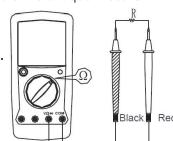


- Pivoter le sélecteur sur le calibre AAC ou ADC choisi.
- Connecter les cordons en série au circuit à mesurer.
- Remettre en route le circuit à mesurer.

5. L'afficheur indique la valeur de courant.

Remarque : Après la mesure, coupez l'alimentation du circuit, cordons du circuit à testé, puis déconnecter les cordons aux bornes du multimètre.

Avertissement: Pour les mesures de courants fort dépassant les 10A le temps de mesure doit être inférieur à 10 secondes et il est conseillé d'attendre 15 minutes entre chaque mesure au risque d'endommager le multimètre.

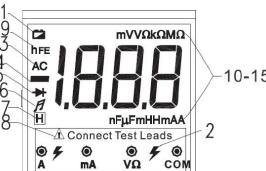


Mesure de résistance

- Insérer le cordon noir dans la borne COM, le rouge dans la borne Ω.
- Pivoter le sélecteur sur la position du calibre choisi Ω.
- Disposer les pointes de touches aux bornes du circuit ou du

Positions du sélecteur	
V...	Mesures de tensions continues
V~	Mesures de tensions alternatives
hFE	Test transistor
A~	Mesures de courants alternatifs
A...	Mesures de courant continu
Fcx	Mesures de capacités
→	Test diode
↓	Test de continuité
Ω	Mesures de résistances

- Indicateur de batterie faible
- Symbole d'avertissement
- Mesure de signaux alternatifs
- Indication de polarité négative
- Test diode
- Buzzer de continuité activé
- Mode maintien de mesure activé
- Aide à la connexion activée
- Test transistor
- Test diode
- Unités de mesures



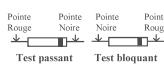
Caractéristiques

Fonction	Calibre	Précision	Protection
Tension DC	200,0 mV	0,5% +1d	250 V
	20,00 V		1000 V
	200,0 V		
	1000 V	0,8% +2d	
Tension AC	2,000 V	0,8% +3d	750 V
	200,0 V		
	750 V	1,2% +3d	
Courant DC	20,00 μA	0,8% +1d	Fusible 0,5A / 250V rapide
	2,000 mA	0,8% +1d	5x20mm
	20,00 mA	0,8% +1d	
	200,0 mA	1,5% +1d	
	2,00 A	2,0% +5d	
Mesure 20 A max < 10s. Sans fusible			
Courant AC	2,000 mA	1% +3d	Fusible 0,5A / 250V rapide
	200,0 mA	1,8% +3d	5x20mm
	20,00 A	3% +5d	Mesure 20 A max < 10s. Sans fusible
Résistance	200,0 Ω	0,8% +3d	250 Vrms
	2,000 kΩ	0,8% +1d	
	20,0 kΩ		
	2,000 MΩ	0,8% +1d	
Capacité	2,000 nF	4% +3d	250 Vrms
	200,0 nF	4% +3d	
	100 μF	5% +4d	si valeur > 40 μF, mesure indicative

Test diode Résolution 1 mV, Protection 250 Vrms

Test de continuité Résolution 1Ω, Protection 250 Vrms

Test transistor hFE Transistor NPN ou PNP, Calibre 1000 β. Test avec Ibo de 10 μA et Vce de 2,8V



composant à tester. Il est préférable de déconnecter un coté de la partie à tester du reste du circuit afin d'éviter d'éventuelles interférences.

4. Lire la résistance mesurée sur l'affichage

Remarque : Pour des mesures de faibles résistances, il faut intégrer dans votre mesure la résistance intrinsèque des cordons. Pour des mesures supérieures à 1 MΩ, il est normal de patienter quelque secondes.

Test diode et test de continuité

Les branchements sont identiques à la mesure de résistance

- Pivotez le sélecteur sur la position → ↗

2. Pour un test diode, disposer les pointes de touches aux bornes de la diode. Elle sera passante si une tension de 0,4 à 0,7 V est indiquée à l'affichage, bloquante si il est indiqué "1". 0 mV ou environ signifie une diode en court-circuit. "1" dans les deux sens signifie une diode en circuit ouvert.

- Pour un test de continuité, la tonalité sera présente si la résistance est < 70 ohms.

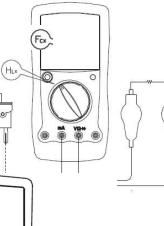
Mesure de capacité Connecter vos cordons (ou l'adaptateur bornes mA et V.

- Pivotez le sélecteur sur la position du calibre choisi C pour mesure de capacité.

Remarque : Utilisez le calibre le plus élevé si vous ignorez l'échelle de la valeur à mesurer.

- Disposer les pointes de touches aux bornes du circuit ou du composant à tester. Déconnecter un côté de la partie à tester du reste du circuit afin d'éviter d'éventuelles interférences

- Lire la valeur mesurée sur l'affichage



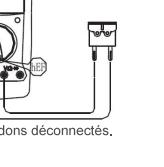
Test transistor

- Connectez l'adaptateur fourni sur les bornes mA et V

- Pivotez le sélecteur sur la position hFE

- Insérez le transistor dans les contacts de l'adaptateur

- Lire la valeur mesurée sur l'affichage



Remplacement de la pile ou du fusible

Avant toutes interventions, le multimètre doit être à l'arrêt et ses cordons déconnectés.

Retirer la gaine de protection en la déboulant par le haut de l'appareil. Démonter les 3 vis situées à l'arrière du multimètre puis déboulter avec précaution la demi-coque. Procéder au remplacement de la pile ou du fusible, puis remonter l'appareil

Fusible : 250V / 0,5A type rapide, dimension 5x20mm

Pile : 9V type NEDA1604, 6F22 ou 006P

Nettoyage

Eviter l'usage de produits chimiques, utiliser uniquement de l'eau savonneuse pour le lavage et un chiffon doux pour le séchage

