

## TP 8 - RÉSISTANCES D'ENTRÉE ET DE SORTIE

On va dans ce TP étudier en pratique les notions de résistances d'entrée et de sortie vues en cours, et en particulier, on a va mesurer leur valeur pour les appareils typiquement utilisés en TP cette année.

### I Les appareils de mesure

#### Objectifs :

- Savoir brancher ohmmètre, voltmètre et ampèremètre.
- Utiliser les notices techniques pour estimer l'incertitude associée à une mesure.

#### I.1 Ohmmètre

Un ohmmètre est un appareil qui permet de mesurer la résistance électrique d'un dipôle. Les ohmmètres que nous utiliserons aujourd'hui sont intégrés à un appareil multifonctions : le multimètre (marque *Metrix*).

##### Question (I.1.1)

En utilisant le multimètre en mode ohmmètre, mesurez une résistance indiquée à  $220 \Omega$ . Faites de même avec une résistance variable à  $3 \Omega$  et  $9 \text{ M}\Omega$ .

##### Question (I.1.2)

Commentez les valeurs trouvées. Quelle information vous manque t'il afin de juger de la pertinence de vos résultats ?

#### Indications :

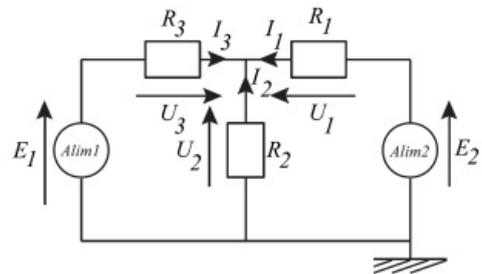
- La notice de l'ohmmètre indique  $p = 0,3\%L + 3U.R.$ , ce qui veut dire que la précision associée à une mesure est  $0,3 \%$  de la valeur lue  $L$  à laquelle on ajoute 3 fois la valeur de l'unité de représentation (la précision du dernier chiffre significatif). En anglais ceci s'écrit  $p = 0,3\%R + 3DG$  pour *reading* et *digit*.
- l'incertitude-type associée (à  $68 \%$ ) est la précision divisée par  $\sqrt{3}$ .

##### Question (I.1.3)

Associez une incertitude-type à chacune de vos 3 mesures et commentez.

#### I.2 Voltmètre et ampèremètre

Vous allez réaliser le montage ci-contre. Pour ce montage, les générateurs que vous allez utiliser sont des alimentations stabilisées que l'on peut assimiler à des sources idéales de tension sous certaines conditions.



##### Question (I.2.1)

**Sans les brancher encore au reste du circuit**, réglez les alimentations : tournez le bouton de réglage du courant au quart de sa course puis ajustez le réglage de la tension aux valeurs  $E_1 = 5,0 \text{ V}$  et  $E_2 = 6,0 \text{ V}$ .

##### Question (I.2.2)

Réalisez le circuit en prenant  $R_1 \simeq 3,3 \times 10^2 \Omega$ ,  $R_2 \simeq 1,0 \times 10^2 \Omega$  et  $R_3 \simeq 2,2 \times 10^2 \Omega$ .

##### Question (I.2.3)

Mesurez  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $U_1$ ,  $U_2$  et  $U_3$ .

##### Question (I.2.4)

La notice du multimètre indique en plus que pour le mode voltmètre et pour le mode ampèremètre  $p = 0,3\%L + 2UR$ . Présentez vos résultats de manière convenable.

## Question (I.2.5)

Commentez vos résultats. En particulier vous vérifierez qu'ils sont cohérents entre eux, si certaines lois que vous connaissez sont respectées, si les valeurs mesurées sont compatibles avec les résultats attendus par la théorie, etc.

## II Résistance d'entrée

**Objectifs :**

- Modéliser un voltmètre et un ampèremètre réels.
- Mesurer leurs résistances d'entrée.

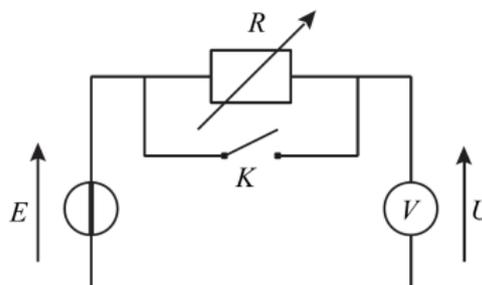
### II.1 Voltmètre et ampèremètre réels

**Indications :** Un voltmètre réel n'est pas équivalent à un interrupteur ouvert (ce qu'on appelle un coupe-circuit et modélisé par une résistance infinie). On doit au contraire le modéliser par une résistance finie  $R_V$ .

On va essayer de mesurer cette résistance  $R_V$  dans le cas du voltmètre utilisé ici.

## Question (II.1.1)

Réalisez le circuit schématisé ci-contre. On prendra comme valeur  $E \simeq 10V$  pour l'alimentation stabilisée. L'interrupteur pourra être un fil que l'on branchera ou non selon la position de l'interrupteur. L'interrupteur n'est pas nécessaire, mais on demandera au **professeur de valider le circuit**.



## Question (II.1.2)

Mesurez la valeur de la tension  $U_0$  quand l'interrupteur est fermé.

## Question (II.1.3)

Ouvrez l'interrupteur et réglez la résistance variable de telle sorte que la tension mesurée au voltmètre soit  $U = \frac{U_0}{2}$ .

## Question (II.1.4)

Débranchez alors la résistance variable (après avoir coupé l'alimentation...) et mesurez sa valeur à l'ohmmètre.

## Question (II.1.5)

Montrez que la valeur mesurée de la résistance  $R_{mes} = R_V$ . On appelle cette étape la justification du protocole. Pour cette étape il peut être utile d'exprimer la valeur de  $U_0$  en fonction de  $E$ , puis celle de  $U$  en fonction de  $E$ ,  $R_{mes}$  et  $R_V$ .

## Question (II.1.6)

Un ampèremètre réel est aussi modélisable par une résistance  $R_A$ . A votre avis,  $R_A$  est-elle du même ordre de grandeur que  $R_V$ ? Pourquoi?

## Question (II.1.7)

Mesurez  $R_A$  à l'ohmmètre.

## II.2 Conséquence de la résistance d'entrée finie du voltmètre

Question (II.2.1)

Réalisez le circuit schématisé ci-contre. On prendra  $R = 10 \text{ M}\Omega$ .

Question (II.2.2)

Quelles sont les valeurs attendues des tensions  $U_{PM}$  et  $U_{MN}$  en l'absence du voltmètre ?

Question (II.2.3)

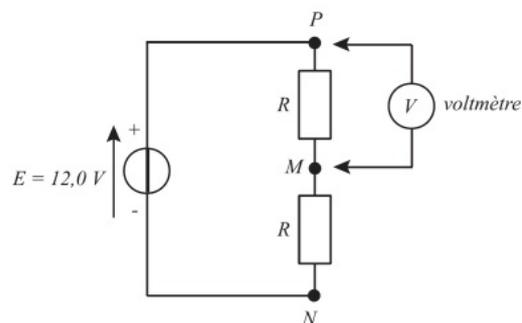
Mesurez ces deux tensions. Commentez.

Question (II.2.4)

Faites de même en prenant cette fois  $R = 10 \text{ k}\Omega$ .

Question (II.2.5)

Sous quelles conditions peut-on considérer le voltmètre comme idéal ?



## II.3 Si on a le temps : résistance d'entrée de l'oscilloscope

Question (II.3.1)

Etablir puis réaliser un protocole de mesure de la résistance d'entrée d'un oscilloscope.

## III Résistance de sortie

### Objectifs :

- Modéliser un GBF par un générateur de Thévenin.
- Déterminer sa résistance de sortie.
- Prendre garde aux résistances d'entrée et de sortie lors de l'enchaînement de blocs.

### III.1 Mesure de la résistance de sortie d'un GBF

#### Indications :

- Un GBF est équivalent à un générateur de Thévenin.
- Un GBF n'est pas un appareil destiné à produire une tension continue. On effectuera les mesures en utilisant une tension sinusoïdale (amplitude 2,0 V, fréquence 1,0 kHz), et on admettra que les résultats obtenus à propos de l'amplitude (ou la tension efficace) d'un signal sinusoïdal sont les mêmes que ceux vus en cours dans le cas de tension constante.

Question (III.1.1)

Représentez le schéma d'un circuit dans lequel un GBF alimente une résistance variable branchée en série sur un interrupteur, la tension aux bornes du GBF étant mesuré à l'oscilloscope.

Question (III.1.2)

**Après avoir montré votre schéma au professeur**, réalisez le montage proposé, et élaborer un protocole de mesure de  $R_g$  la résistance interne du GBF en vous inspirant du protocole de mesure de  $R_V$ .

Question (III.1.3)

Appliquez le protocole et mesurez  $R_g$ .

Question (III.1.4)

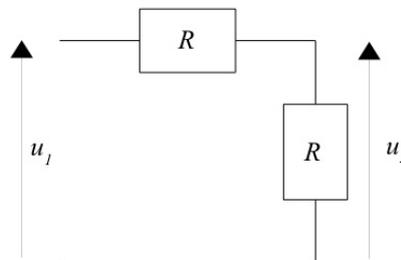
En branchant directement le GBF sur la résistance variable, mesurez la tension aux bornes de la résistance quand elle prend les valeurs  $R = 10 \Omega$ ,  $R = 100 \Omega$ ,  $R = 500 \Omega$ ,  $R = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R = 5 \text{ M}\Omega$ .

Question (III.1.5)

Déduisez de ces mesures et de celle de la tension en l'absence de résistance un critère permettant de considérer le GBF comme une source idéale de tension.

### III.2 Adaptation d'impédance

On souhaite réaliser un circuit qui diviserait la tension d'entrée par 4. On dispose à cet effet d'autant de "blocs" comme celui présenté ci-contre que nécessaire ( $r = 100 \text{ k}\Omega$ ).



Question (III.2.1)

Exprimez  $u_2$  en fonction de  $u_1$  pour ce bloc.

Question (III.2.2)

Montez ce bloc sur l'alimentation stabilisée en prenant  $E = 10 \text{ V}$ , et vérifiez le lien établi à la question précédente.

Question (III.2.3)

Comment feriez-vous pour obtenir avec plusieurs de ces blocs un circuit qui divise par 4 la tension ? Réalisez ce circuit et vérifiez son fonctionnement avec un voltmètre. Quel est le problème ?

On représente ci-dessous un montage appelé suiveur tel que  $u_s(t) = u_e(t)$ .

Question (III.2.4)

D'après le modèle équivalent du montage suiveur, que vaut la résistance d'entrée  $R_e$  et la résistance de sortie  $R_s$  de ce montage ?

Question (III.2.5)

Intercalez le montage suiveur entre deux des blocs de résistance vus précédemment, et vérifiez alors que le montage divise bien la tension par 4. Vous avez alors réalisé ce qui s'appelle une **adaptation d'impédance**.

