

**Objectifs :**

- Déterminer expérimentalement les caractéristiques d'un générateur linéaire.
- Mesurer des résistances par différentes méthodes.

- On produira un schéma électrique pour chaque manipulation décrite.
- On s'assurera que la puissance reçue par les résistances est inférieure à 0,5 W.

**Matériel :**

- alimentation stabilisée, multimètre numérique de table (de marque *Metrix*), contrôleur universel, tableur informatique, oscilloscope,
- boîtes de résistance à décades, boîtes AOIP, résistances radio sur support,
- rhéostat

**I Utilisation du multimètre****I.1 Précision**

La notice du multimètre et du contrôleur universel (rangée sous la paillasse pour le multimètre) indique l'imprécision statistique des mesures. Elle se compose :

- d'une imprécision proportionnelle, proportionnelle à l'amplitude affichée de la grandeur mesurée,
- d'une imprécision fixe, égale à quelques (de 1 à 10) *unités de représentation*, notées UR. L'UR est l'unité de la décade de poids le plus faible, ie un « 1 » sur le dernier chiffre.

Ces imprécisions dépendent du calibre et on doit les sommer quadratiquement.

**Exemple :**

Sur le calibre 2 V du multimètre, l'imprécision proportionnelle sur la mesure d'une tension  $U$  est de  $0,03\%U$  et l'imprécision fixe de 1 V. Si l'affichage indique 1,9284 V, l'imprécision absolue sera  $1,9284 \times 3 \cdot 10^{-4} \simeq 6 \cdot 10^{-4}$  V et l'imprécision absolue sera 0,0001 V. On estimera donc l'imprécision totale à  $\sqrt{(6 \cdot 10^{-4})^2 + (1 \cdot 10^{-4})^2} \simeq 6 \cdot 10^{-4}$  V et on devra donc écrire  $U = 1,9284(7)$  V.

**Questions :**

Justifier que choisir le calibre le plus faible permettant d'afficher la grandeur à afficher permet de rendre négligeable l'imprécision absolue devant l'imprécision relative.

**I.2 Utilisation en ohmmètre**

En mode ohmmètre, le multimètre se comporte comme un générateur idéal de courant faisant passer un courant d'intensité contrôlé dans la résistance à mesurer. La mesure de la tension à ses bornes permet donc de déterminer la valeur de la résistance.

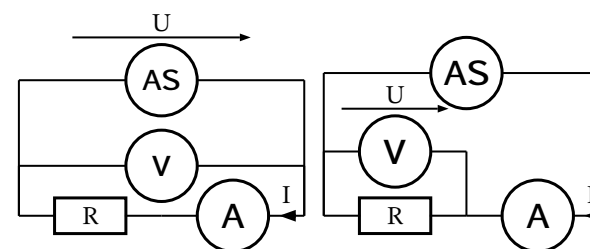
**Manipulations :**

- Mesurer à l'ohmmètre la résistance d'entrée de l'oscilloscope et déterminer la précision de cette mesure.
- Vérifier la compatibilité avec la mesure au pont diviseur de tension de la séance précédente. On reprendra au besoin cette mesure.

**I.3 Résistances internes****Manipulations :**

Brancher le multimètre réglé en ohmmètre sur le contrôleur en voltmètre, puis le contrôleur réglé en ohmmètre sur le multimètre réglé en ampèremètre et mesurer ainsi les résistances de l'ampèremètre ( $r_A$ ) et du voltmètre ( $R_V$ ). Dépendent-elles du calibre ?

Ces résistances peuvent être la source d'erreurs dans les mesures réalisées au multimètre. On l'illustre sur la mesure de la résistance  $R$  d'un dipôle par le calcul du quotient de la tension  $U$  aux borne du dipôle et de l'intensité  $I$  du courant qui le traverse. On peut en effet en effet les deux montages ci-dessous, dits en longue et courte dérivation. On représente l'alimentation stabilisée par le symbole AS.



(a) Longue dérivation.

(b) Courte dérivation.

**Questions :**

On modélise l'ampèremètre par un résistor de résistance  $r_A$  et le voltmètre par un résistor de résistance  $R_V$ .

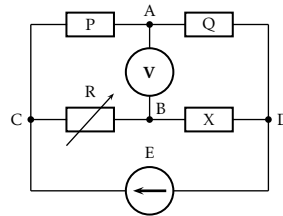
- Déterminer, pour la longue dérivation, la tension aux bornes  $U_R$  du résistor en fonction de la tension  $U$  indiquée par le voltmètre et des résistances  $R$  et  $r_A$ . En déduire une condition portant sur  $r_A$  et  $R$  pour que la mesure de  $R$  soit fiable.
- Déterminer, pour la courte dérivation, l'intensité  $I_R$  traversant le résistor en fonction de l'intensité  $I$  indiquée par l'ampèremètre et des résistances  $R$  et  $R_V$ . En déduire une condition portant sur  $R_V$  et  $R$  pour que la mesure de  $R$  soit fiable. Comparer aux résultats des mesures.
- Que doivent valoir  $R_V$  et  $r_A$  pour un voltmètre et un ampèremètre idéaux ?

## II Mesures de résistances au pont de Wheatstone

### Questions :

➤ On considère le montage ci-contre.

- Exprimer la tension  $U_{AB}$  en fonction des résistances  $P, Q, R, X$  et  $E$  quand le voltmètre est idéal.
- Le pont est dit « équilibré » quand  $U_{AB} = 0$ . Quelle relation vérifient alors les résistances ?



### Manipulations :

Réaliser le montage avec des boîtes ADIP  $\times 1000$  pour  $P$  et  $Q$ , une boîte à décades pour la résistance  $R$ , un résistor radio quelconque pour  $X$  et l'alimentation stabilisée réglée sur environ 5 V, 50 mA. Mesurer la résistance  $X$  en recherchant la valeur de  $R$  minimisant la tension  $U_{AB}$ . On effectuera cette mesure en réglant le quotient  $m = P/Q$  à 1 puis à  $m = 10$ .

### Questions :

- Quelle est l'influence de la valeur de  $m$  sur la précision de la mesure ?
- Donner un ordre de grandeur typique de la précision relative avec laquelle on peut fabriquer la résistance  $R$  utilisée dans le pont ? Peut-on dire qu'on a mesuré  $X$  à 1 ohm près ? Justifier qu'on peut néanmoins comparer à l'aide de ce pont deux résistances avec une précision de l'ordre de l'ohm.
- Vérifier que la valeur de  $X$  obtenue est bien dans l'intervalle de confiance indiqué par le fabricant.

## III Modèles de Norton et Thévenin

Tout générateur linéaire peut être modélisé au choix comme :

- un générateur de Thévenin de force électromotrice  $E_T$  et de résistance interne  $r$ ,

- un générateur de Norton de courant électromoteur  $\eta_N = E/r$  et de même résistance interne  $r$ .

On vérifie ces caractéristiques sur le pont de Wheatstone précédent, vu comme un générateur linéaire dont les bornes de sortie sont  $A$  et  $B$ .

### Manipulations :

- Choisir  $P = 1 \text{ k}\Omega$  et  $Q = 2 \text{ k}\Omega$ , conserver la résistance  $X$  et prendre une autre résistance radio pour  $R$ , d'une valeur suffisamment différente de celle équilibrant le pont.
- Mesurer la force électromotrice  $E_T$ , le courant électromoteur  $\eta_N$  et la résistance interne  $r$  du générateur linéaire ainsi constitué, en branchant différents dipôles (multimètre, résistors) entre les bornes  $A$  et  $B$ .
- Tracer la caractéristique statique du générateur linéaire ainsi constitué.

### Exploitation :

Vérifier qu'on a  $E_T = r\eta_N$ .