

## ***TP :2 MESURE DES RESISTANCES***

### ***(Méthodes Indirectes)***

#### ***I. Complément théorique :***

##### ***I.1) Méthodes indirectes***

###### ***1- Mesure des résistances par la méthode Volt-Ampèremétrique***

Cette méthode est particulièrement bien adaptée aux mesures des résistances moyennes ( $10\Omega < R_x < 1M\Omega$ )

Cette méthode consiste à :

- ✓ Mesurer à l'aide d'un Ampèremètre le courant parcourant la résistance inconnue.
  - ✓ Mesurer à l'aide d'un Voltmètre la tension appliquée à la résistance inconnue.
- La résistance mesurée est alors le rapport de la tension mesurée par l'intensité mesurée du courant, soit:

$$R_m = \frac{U_m}{I_m}$$

##### ➤ **Montages utilisés**

Selon l'emplacement du voltmètre par rapport à l'Ampèremètre, on distingue deux types de montages : montage Amont (ou Longue Dérivation) et le montage Aval (ou Courte Dérivation).

###### **1.1) montage Amont (ou Longue Dérivation)**

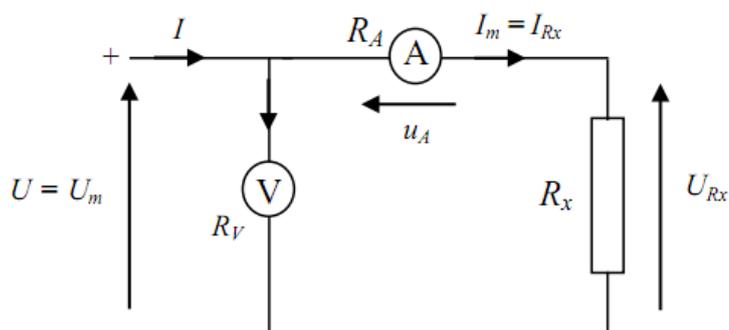


Figure 5. Montage amont

➤ **Incertitudes due à la méthode de mesure**

La résistance mesurée  $R_m$  est donc :

$$R_m = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_{Rx} + u_A}{I_{Rx}} = \frac{R_x \cdot I_{Rx} + R_A \cdot I_{Rx}}{I_{Rx}} = R_x + R_A \quad \text{soit :} \quad R_m > R_x$$

L'expression de l'incertitude absolue due à la méthode est :

$$\Delta R_{x-meth} = R_m - R_x = R_A$$

Et donc l'incertitude relative due à la méthode a pour expression :

$$\delta R_{x-meth} = \frac{\Delta R_{x-meth}}{R_x} = \frac{R_A}{R_x} = \frac{R_A}{R_m - R_A}$$

Cette expression montre que l'erreur relative de méthode est d'autant plus faible que la résistance de l'ampèremètre est plus petite devant celle de la résistance à mesurer.

**1.2) montage Aval (ou Courte Dérivation)**

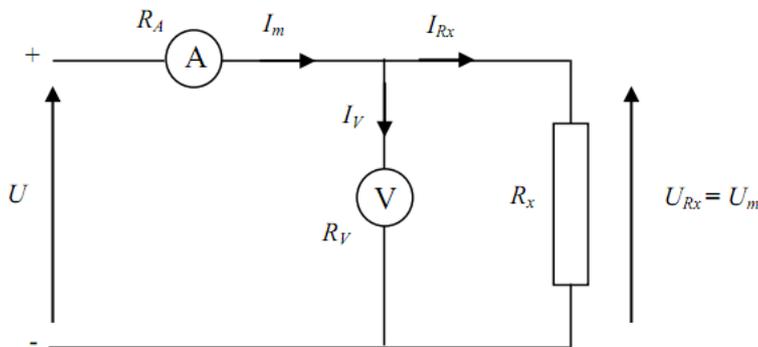


Figure 6. Montage aval

### ➤ Incertitudes due à la méthode de mesure

La résistance mesurée  $R_m$  est donnée par la relation :

$$R_m = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U_{Rx}}{I_m} = \frac{R_V \cdot R_x}{R_V + R_x} \quad \text{soit :} \quad R_m < R_x$$

La valeur exacte de la résistance  $R_x$  en fonction de la valeur mesurée  $R_m$  est donnée par :

$$R_m \cdot (R_V + R_x) = R_V \cdot R_x \quad \Rightarrow \quad R_m \cdot R_V = R_x \cdot (R_V - R_m)$$

$$R_x = \frac{R_m \cdot R_V}{R_V - R_m}$$

L'expression de l'incertitude absolue due à la méthode est alors :

$$\Delta R_{x-meth} = R_m - R_x = R_m - \frac{R_m \cdot R_V}{R_V - R_m} = -\frac{R_m^2}{R_V - R_m}$$

et donc l'incertitude relative due à la méthode a pour expression :

$$\delta R_{x-meth} = \frac{\Delta R_{x-meth}}{R_x} = -\frac{R_m^2 / (R_V - R_m)}{R_m \cdot R_V / (R_V - R_m)} = -\frac{R_m}{R_V}$$

En conclusion, l'erreur relative de méthode est d'autant plus faible que la résistance du voltmètre est plus grande devant celle de la résistance à mesurer.

#### • Incertitude totale sur le résultat de la mesure

La précision de la mesure, quel que soit le montage utilisé, est donnée par l'incertitude relative en tenant compte des erreurs instrumentales et dues à l'opérateur :

$$\delta R_x = \frac{\Delta R_x}{R_x} = \left( \frac{\Delta U_{mesurée}}{U_{mesurée}} \right)_{totale} + \left( \frac{\Delta I_{mesurée}}{I_{mesurée}} \right)_{totale} + \left( \frac{\Delta R_x}{R_x} \right)_{methode}$$

les incertitudes sur les mesures de tension et de courant étant donnée par les relations suivantes :

$$\left( \frac{\Delta U_{mesurée}}{U_{mesurée}} \right)_{totale} = \left( \frac{\Delta U_{mesurée}}{U_{mesurée}} \right)_{instr} + \left( \frac{\Delta U_{mesurée}}{U_{mesurée}} \right)_{opérat}$$

$$\left( \frac{\Delta I_{mesurée}}{I_{mesurée}} \right)_{totale} = \left( \frac{\Delta I_{mesurée}}{I_{mesurée}} \right)_{instr} + \left( \frac{\Delta I_{mesurée}}{I_{mesurée}} \right)_{opérat}$$

➤ **Choix du montage**

Le choix du montage sera fait selon la règle suivante :

- si  $R_x \text{ approchée} \leq \sqrt{R_A \cdot R_V}$  (résistances de faibles valeurs) on privilégie le montage aval ;
- si  $R_x \text{ approchée} \geq \sqrt{R_A \cdot R_V}$  (résistances de fortes valeurs) on privilégie le montage amont.

**2- Mesure des résistances par la méthode de comparaison**

Cette méthode est particulièrement bien adaptée aux mesures des résistances faibles ( $R_x < 10\Omega$ )

• **Principe de la méthode**

La méthode étudiée consiste à comparer la résistance inconnue  $R_x$  à une résistance étalon  $R_e$  faible et parfaitement connue, en mesurant au voltmètre les tensions entre leurs bornes.

Les deux résistances sont placées en série dans un même circuit, alimenté par une source de tension continu, et donc parcourut par un même courant  $I$  (figure 7 ).

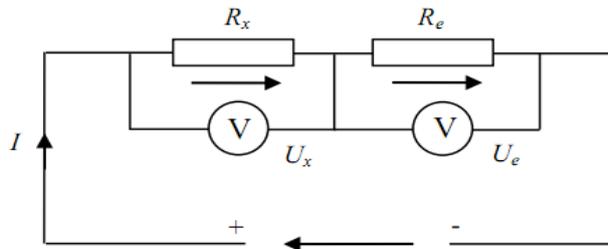


Figure 7 . Schéma de principe pour la méthode de comparaison

Les tensions mesurées par les voltmètres ont alors pour expression :

$$\begin{cases} U_e = R_e \cdot I \\ U_x = R_x \cdot I \end{cases}$$

d'où :

$$R_x = R_e \cdot \frac{U_x}{U_e}$$

➤ **Calcul de l'Incertitude totale sur le résultat de mesure**

$$\delta R_x = \frac{\Delta R_x}{R_x} = \frac{\Delta R_e}{R_e} + \left( \frac{\Delta U_x \text{ mesurée}}{U_x \text{ mesurée}} \right)_{\text{totale}} + \left( \frac{\Delta U_e \text{ mesurée}}{U_e \text{ mesurée}} \right)_{\text{totale}}$$

$$\left( \frac{\Delta U_x \text{ mesurée}}{U_x \text{ mesurée}} \right)_{\text{totale}} = \left( \frac{\Delta U_x \text{ mesurée}}{U_x \text{ mesurée}} \right)_{\text{instr}} + \left( \frac{\Delta U_x \text{ mesurée}}{U_x \text{ mesurée}} \right)_{\text{opérat}}$$

$$\left( \frac{\Delta U_e \text{ mesurée}}{U_e \text{ mesurée}} \right)_{\text{totale}} = \left( \frac{\Delta U_e \text{ mesurée}}{U_e \text{ mesurée}} \right)_{\text{instr}} + \left( \frac{\Delta U_e \text{ mesurée}}{U_e \text{ mesurée}} \right)_{\text{opérat}}$$

|  |  |  |               |             |
|--|--|--|---------------|-------------|
| <i>Nom et Prénoms</i>                        |  |  | <i>Groupe</i> | <i>Note</i> |
| <i>Nom et Prénoms</i>                        |  |  |               |             |
| <i>Date:..... Horaire:..... Lab. N°.....</i> |  |  |               |             |

## ***TP :2 MESURE DES RESISTANCES (Méthodes Indirectes)***

### ***II. Objectifs :***

I.1) Mesure de la résistance à l'aide des différentes méthodes, indirectes :

- mesure de la résistance par la méthode Volt-Ampèremétrique
- mesure de la résistance par la méthode de comparaison

I.2) Calcul de l'incertitude relative pour chacune des méthodes

**III. Matériel utilisé :** Pour la manipulation de ce **TP**, le matériel est le suivant :

- ❑ Une Alimentation stabilisée.
- ❑ Deux multimètres numériques.
- ❑ Câbles de connexion.
- ❑ Deux Résistances ( $R_x = 1\text{k}\Omega$  ;  $R_e = 10\text{ k}\Omega$ ).

### ***IV. Etude expérimentale***

#### ***1) Mesures indirectes***

##### ***1.1) mesure par la méthode Volt-Ampèremétrique***

###### **➤ montage Aval (ou Courte Dérivation)**

- Réaliser le montage correspondant ; fig.8
- Régler la tension d'alimentation  $U$  à 10 V
- Ajuster les calibres des appareils de mesure (20mA, 20V)
- Relever les indications du voltmètre et de l'ampèremètre.
- Calculer et compléter les tableaux suivants

###### **➤ montage Amont (ou Longue Dérivation)**

- Refaire la même opération pour le montage Amont (fig.9)

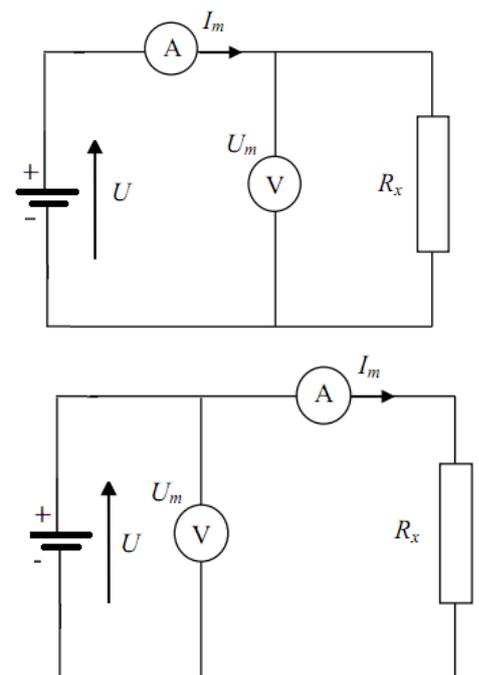


Figure 9 Montage amont





- Calculer et compléter le tableau suivant:

Tableau de mesure 3 : Mesures par la méthode de comparaison

|                      |                 |            |
|----------------------|-----------------|------------|
| $U_x$                | .....           | V          |
| $U_e$                | .....           | V          |
| $R_e$                | .....           | k $\Omega$ |
| $R_x$                |                 | $\Omega$   |
| $\Delta R_e$         |                 | $\Omega$   |
| $\Delta R_x / R_x$   |                 | %          |
| $\Delta R_x$         |                 | $\Omega$   |
| $R_x \pm \Delta R_x$ | $\leq R_x \leq$ | $\Omega$   |

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

***V) Travail à effectuer***

1/ Comparer les précisions (incertitudes relatives) obtenues avec les différentes méthodes de mesure indirectes.

2/ Donner une conclusion à ce travail.

***1/ Comparaison:***

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

***2/ Conclusion:***

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |