

MESURES DES RÉSISTANCES & DES IMPÉDANCES

Mesure des résistances

La résistance est un paramètre très important des circuits électriques. Il existe différentes méthodes de mesure des résistances :

- Mesure directe
- Mesure indirecte
- Mesure de comparaison

La mesure des résistances se fait en courant continu le plus souvent. Les méthodes et les appareils utilisés dépendent de la nature de la résistance mesurée et de son ordre de grandeur. On distingue :

- Les faibles résistances : généralement inférieures à 1Ω ,
- Les résistances de moyennes valeurs : de 1Ω à $1M\Omega$,
- Les grandes résistances : généralement supérieures à $1M\Omega$

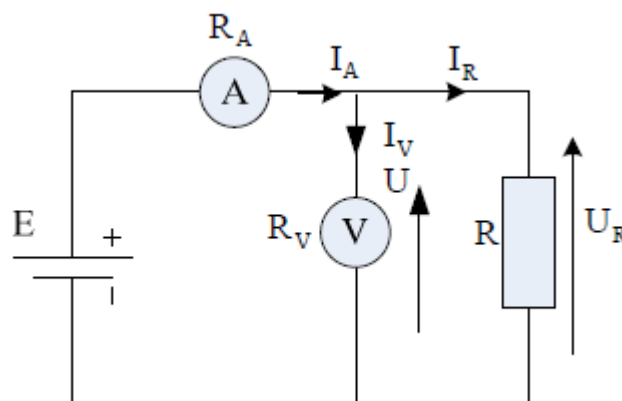
I. Méthode voltmètre-Ampèremètre :

Cette méthode utilise la loi d'Ohm ($U = R \cdot I$). On cherche la résistance R à partir de la tension U aux bornes de la résistance et de l'intensité I du courant dans le circuit.

Selon la résistance on choisit le montage « aval » ou « amont ». Il s'agit d'un montage en série du générateur, de l'ampèremètre et de la résistance ; selon l'emplacement du voltmètre **avant ou après** l'ampèremètre, deux montages sont possibles les montages aval et amont.

1) Montage aval :

Pour le montage aval, l'ampèremètre est placé avant le voltmètre.



R_A et R_V : Résistances internes respectives de l'ampèremètre et du voltmètre sur les calibres respectifs, des **montage aval** .

$$R = \frac{U_R}{I_R} \Rightarrow \frac{\Delta R_{R-aval}}{R} = \frac{\Delta U_{R-aval}}{U_R} + \frac{\Delta I_{R-aval}}{I_R}$$

$$U_v = U_R \Rightarrow (\Delta U_{R-aval} = 0),$$

$$I_R = I_A - I_v \Rightarrow \left(\Delta I_{R-aval} = I_v = \frac{U}{R_v} : \text{erreur sur le courant} \right)$$

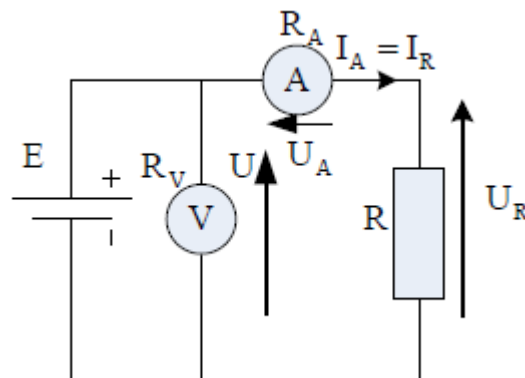
$$\Rightarrow \frac{\Delta R_{aval}}{R} = \frac{\Delta I_{R-aval}}{I_R}$$

$$\Delta I_{R-aval} = I_v = \frac{U_v}{R_v} \Rightarrow \frac{\Delta I_{R-aval}}{I_R} = \frac{U_v}{R_v I_R} = \frac{R}{R_v} \Rightarrow \frac{\Delta R_{aval}}{R} = \frac{R}{R_v} \ll 1 \Rightarrow R \ll R_v$$

Car l'incertitude relative est généralement très faible.

2) Montage amont :

Pour le montage amont, l'ampèremètre est placé après le voltmètre.



montage amont

$$R = \frac{U_R}{I_R} \Rightarrow \frac{\Delta R_{\text{amont}}}{R} = \frac{\Delta U_{R\text{-amont}}}{U_R} + \frac{\Delta I_{R\text{-amont}}}{I_R}$$

$$I_A = I_R \Rightarrow (\Delta I_{R\text{-amont}} = 0)$$

$$U_R = U_v - R_A I_A \Rightarrow (\Delta U_{R\text{-amont}} = U_A = R_A I_A : \text{erreur sur la tension})$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta R_{\text{amont}}}{R} = \frac{\Delta U_{R\text{-amont}}}{U_R}$$

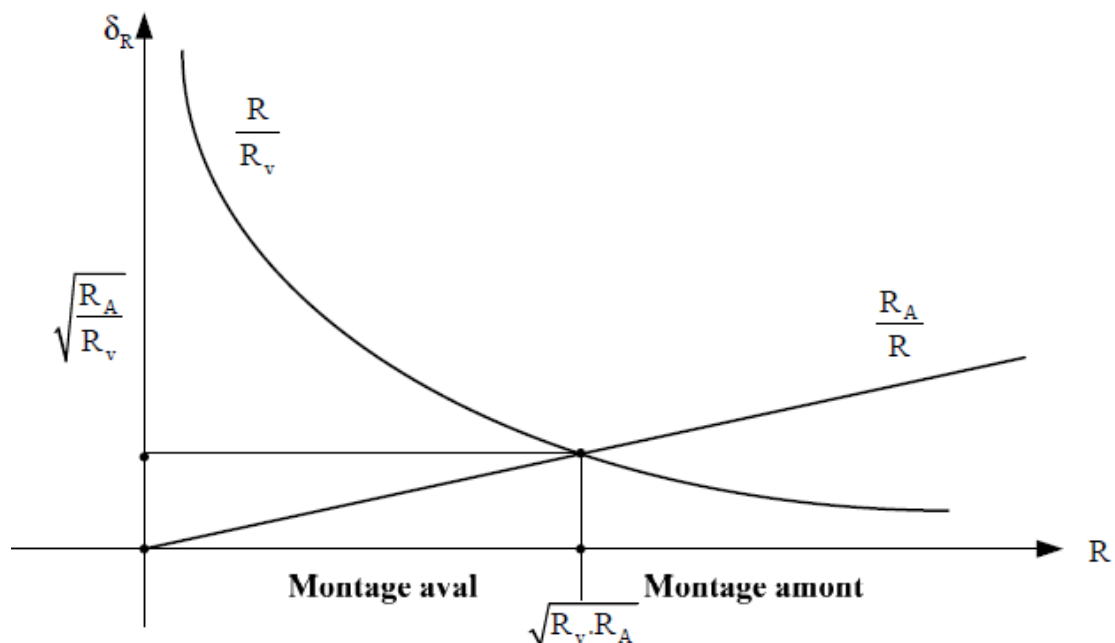
$$\Delta U_{R\text{-amont}} = U_A = R_A I_A \Rightarrow \frac{\Delta R_{\text{amont}}}{R} = \frac{R_A I_A}{U_R} = \frac{R_A}{R} \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta R_{\text{amont}}}{R} = \frac{R_A}{R} \ll 1 \Rightarrow R_A \ll R \text{ ou } R \gg R_A$$

Car l'incertitude relative doit être toujours très faible.

3) Évolution de l'incertitude relative : $\left(\delta_R = \frac{\Delta R}{R} \right)$

La courbe de l'incertitude (erreur) relative $\delta_R = \frac{\Delta R}{R}$ en fonction de R est :



évolution des incertitudes (erreurs) relatives en fonction de la valeur de résistance à mesurer

En conclue que le montage aval est utilisé pour mesurer **les faibles résistances**.

Comme conclusion le montage amont est utilisé pour mesurer **les résistances élevées**.

À l'intersection de deux courbes :

$$\delta_R = \frac{\Delta R}{R} = \frac{R}{R_v} = \frac{R_A}{R} \Rightarrow R^2 = R_A R_v \Rightarrow R = +\sqrt{R_A R_v} \Rightarrow \delta_R = \frac{\sqrt{R_A R_v}}{R_v} = \sqrt{\frac{R_A}{R_v}}$$

Le choix du montage sera fait selon la règle suivante :

- Si $R < \sqrt{R_A \cdot R_V}$:
(résistances de faibles valeurs) on privilégie le montage aval ;
- Si $R > \sqrt{R_A \cdot R_V}$:
(résistances de grandes valeurs) on privilégie le montage amont ;
- Si $R = \sqrt{R_A \cdot R_V}$:
les deux montages sont équivalents du point de vue précision.

Le choix de l'appareillage doit tenir compte des incertitudes introduites et de la précision recherché. En électrotechnique (domaine des courants forts) les perturbations introduites par les appareils sont pratiquement négligeables, mais il convient d'être plus prudent en électronique (domaine des courants faibles).