

## MESURES DE RESISTANCES – INCERTITUDES

*Objectifs : illustrer la prise en compte des incertitudes sur les mesures de résistances, et la dispersion des valeurs d'un composant.*

### 1) Mesures directes d'une résistance à l'ohmmètre :

#### Influence du calibre :

➤ Utilisation du MX554 : On passe en calibration manuelle, par un appui court sur la touche RANGE. On change de calibre aussi par appui court sur la touche RANGE. On revient en calibration automatique par un appui long sur la touche RANGE

A l'aide du multimètre MX 554, mesurer la résistance du résistor C en utilisant successivement tous les calibres.

Pour l'utilisation des boîtes AOIP, le picot doit se situer en bas à gauche, et les deux bornes sont celles du haut. Avec l'ohmmètre, identifier quelle résistance se trouve entre les autres bornes.

Déterminer l'incertitude  $\Delta R$  pour chaque calibre, et pour plusieurs résistances. Conclure sur le calibre à utiliser.

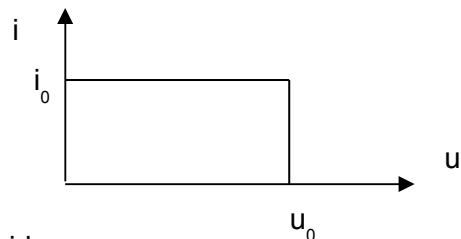
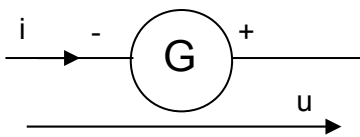
Comparer vos incertitudes à celle indiquée par le constructeur.

### 2) Utilisation d'un voltmètre et d'un ampèremètre

Sachant que la puissance admissible est 4 W, quelle est la tension à ne pas dépasser aux bornes de  $R_c$  ?

#### 2.1) Réglage de l'alimentation stabilisée :

Rappel de la caractéristique :



$i_0$  étant le courant de court-circuit et  $u_0$  la tension à vide.

Réglage de  $u_0$  :

Aucun dipôle ne doit être branché aux bornes du générateur.

Tourner un peu le potentiomètre de l'intensité pour qu'il ne soit pas à 0.

Tourner le potentiomètre de la tension jusqu'à afficher environ 10 V. (Cette valeur est-elle compatible avec la valeur déterminée précédemment ?)

Réglage de  $i_0$  :

Mettre le potentiomètre d'intensité à 0 A

Court-circuiter l'alimentation avec un fil (**Attention avant de réaliser cette opération, il faut toujours s'assurer que l'alimentation est limitée en courant**).

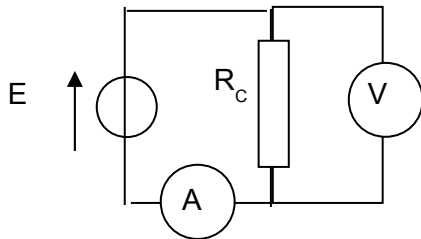
Tourner le potentiomètre jusqu'à afficher 0.1 A

(Remarquer que le voyant indiquant le fonctionnement en générateur de courant est allumé).

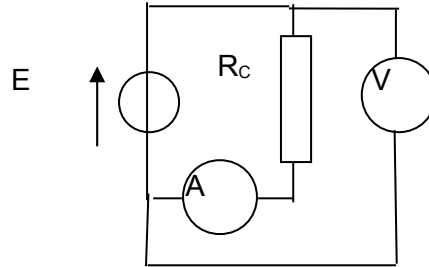
## 2.2) Montage :

On rappelle que les résistors sont détruits si on dépasse le courant maximum indiqué par le constructeur. Vérifier que cela n'arrive pas !

Pour différentes résistances (balayant une gamme la plus large possible), effectuer un montage courte-dérivation puis longue-dérivation :



Courte dérivation



Longue dérivation

Quelle résistance mesure-t-on en réalité dans chaque cas, sachant que le voltmètre et l'ampèremètre possèdent une résistance interne ? Mesurer ces résistances internes avec un ohmmètre pour tous les calibres.

Comparer les résultats pour les différentes résistances. Quel est le meilleur choix compte tenu de l'erreur systématique induite par le montage ?

Effectuer le calcul d'incertitudes concernant les erreurs aléatoires des appareils de mesure, dans chaque cas.

## 3) Vérification des lois d'association :

- Utiliser le multimètre MX554 pour déterminer  $R_A$  et  $R_B$  ainsi que les incertitudes correspondantes :

	Lecture	Expression $\Delta R$	Valeur $\Delta R$	$R \pm \Delta R$
$R_A$				
$R_B$				

- Association parallèle :

Mesurer la résistance de l'association  $R_A$  et  $R_B$  en parallèle (notée  $R_p$ )

	Lecture	Expression $\Delta R$	Valeur $\Delta R$	$R \pm \Delta R$
$R_p$				

La mesure donne :  $R_{pm} = \dots \pm \dots$  soit  $R_{pm} \in [ \dots , \dots ]$

### Comparaison avec la valeur théorique :

Calculer la valeur théorique de  $R_p$  :  $R_{pt} =$

Déterminer l'expression de  $\Delta R_p$  en fonction de  $\Delta R_A$  et  $\Delta R_B$  (on aura intérêt à utiliser les conductances) :

Expression  $\Delta R_p =$

Valeur  $\Delta R_p =$

La théorie donne :  $R_{pt} = \dots \pm \dots$  soit  $R_{pt} \in [ \dots , \dots ]$

Comparer les deux intervalles et conclure quant à la conformité de la mesure et de la théorie.

➤ Association série :

Mesurer la résistance de l'association  $R_A$  et  $R_B$  en série (notée  $R_s$ )

	Lecture	Expression $\Delta R$	Valeur $\Delta R$	$R \pm \Delta R$
$R_s$				

La mesure donne :  $R_{sm} = \dots \pm \dots$  soit  $R_{sm} \in [ \dots , \dots ]$

**Comparaison avec la valeur théorique :**

Calculer la valeur théorique de  $R_s$  :  $R_{st} = \dots$

Déterminer l'expression de  $\Delta R_s$  en fonction de  $\Delta R_A$  et  $\Delta R_B$  (on aura intérêt à utiliser les résistances) :

Expression  $\Delta R_s = \dots$

Valeur  $\Delta R_s = \dots$

La théorie donne :  $R_{st} = \dots \pm \dots$  soit  $R_{st} \in [ \dots , \dots ]$

Comparer les deux intervalles et conclure quant à la conformité de la mesure et de la théorie.

**4) Répartition aléatoire des mesures :**

Lorsqu'on mesure plusieurs fois une même grandeur, on trouvera des valeurs différentes. En cas d'absence d'erreur systématique, un très grand nombre de mesures se répartissent suivant une courbe de Gauss représentant la probabilité  $P$  qu'une mesure donne le résultat  $x$ .

$$P(x) = P_{\max} \exp\left(-\frac{(x - X)^2}{2\sigma^2}\right), \sigma \text{ étant l'écart type et } X \text{ la valeur la plus probable.}$$

Pour reconstituer la gaussienne, il faudrait disposer d'un nombre infini de mesures, ce qui n'est pas possible pratiquement. Une méthode basée sur la loi de Student, permet d'estimer  $X$  et  $\sigma$  pour un nombre fini  $n$  de mesures donnant les valeurs  $x_i$ .

Les meilleurs estimateurs sont : Pour  $X$  :  $m = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$  et pour  $\sigma$  :  $s = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - m)^2}{n - 1}}$ , alors

l'intervalle de confiance de  $X$  est estimé par  $m - t \frac{s}{\sqrt{n}} \leq X \leq m + t \frac{s}{\sqrt{n}}$ , où  $t$  dépend du nombre de mesures et du niveau de confiance :

n	8	10	12	14	16
t (95%)	2.37	2.26	2.20	2.16	2.13
T (99%)	3.5	3.25	3.11	3.01	2.95

**4.1) Influence de l'appareil :**

Faire circuler une plaquette : chaque binôme mesure la valeur de la résistance du même résistor C, à l'aide du multimètre MX554.

Comparer les diverses valeurs obtenues : sont-elles comprises dans l'intervalle donné par le constructeur. ?

**4.2) Influence du résistor :**

Mesurer la résistance de tous les résistors C sur le même appareil.


Valeur maximale :  $R_{\max} =$

Valeur minimale :  $R_{\min} =$

Intervalle des mesures :  $R_{\max} - R_{\min} =$

Intervalle de tolérance sur le résistor ( $2\Delta R$ ):

Conclusion :