

TP9 : Mesures de résistances

CAPACITÉS EXPÉRIMENTALES TRAVAILLÉES :

- ▷ Mesurer une résistance à l'ohmmètre.
- ▷ Choisir les calibres adaptés à la mesure faite.
- ▷ Mesurer une résistance de manière indirecte à l'oscilloscope ou au voltmètre sur un diviseur de tension.
- ▷ Étudier l'influence des résistances d'entrée ou de sortie sur le signal délivré par un GBF sur la mesure effectuée par un oscilloscope ou un multimètre.
- ▷ Extraire des grandeurs électriques de la notice d'un appareil afin d'appréhender les conséquences de son utilisation sur le fonctionnement d'un circuit.

MATÉRIEL :

Boîte à décades de résistances, multimètre, notice papier du multimètre, GBF, oscilloscope, fils avec fiches banane, câbles coaxiaux avec adaptateurs BNC-banane.

De nombreux appareils électroniques peuvent être modélisés par un dipôle ohmique, ou par une association d'un dipôle idéal et d'une résistance interne. Pour comprendre leur fonctionnement, il est utile de connaître la valeur de la **résistance**.

PROBLÉMATIQUE :

Comment mesurer une résistance ?

1 Mesures directes de résistances hors circuit

Pour mesurer la résistance d'un dipôle dans un circuit électrique, il suffit de l'isoler du circuit (il faut donc l'en retirer), puis le connecter à un **ohmmètre**.

1.1 Protocole 1 - Ohmmètre et incertitude sur une mesure unique

▷ Utiliser la fonction ohmmètre du multimètre pour vérifier rapidement le bon fonctionnement des résistances des calibres $1\text{M}\Omega$, $100\text{k}\Omega$, 10Ω et 1Ω de la boîte à décades de résistances.

▷ Avec le calibre $1\text{M}\Omega$ de la boîte à décades, régler la résistance sur la valeur $R_1 = 1\text{M}\Omega$. Utiliser alors l'ohmmètre, avec un calibre approprié, pour mesurer la valeur R_1 . Noter la valeur lue.

▷ Avec le calibre $100\text{k}\Omega$ de la boîte à décades, régler la résistance sur la valeur $R_2 = 1\text{M}\Omega$. Utiliser alors l'ohmmètre, avec un calibre approprié, pour mesurer la valeur R_2 . Noter la valeur lue.

Q1. En utilisant la notice du multimètre, calculer les incertitudes $u(R_1)$ et $u(R_2)$. Écrire alors le résultat des mesures sous la forme $R_i = R_{i,lue} \pm u(R_i)$, avec $i \in \{1, 2\}$. Rappeler ce que signifie cette notation.

Q2. Plus tard dans la séance, nous utiliserons une résistance de l'ordre de $1\text{M}\Omega$. Faudra-t-il faire attention au calibre utilisé sur la boîte à décades ($100\text{k}\Omega$ ou $1\text{M}\Omega$) ?

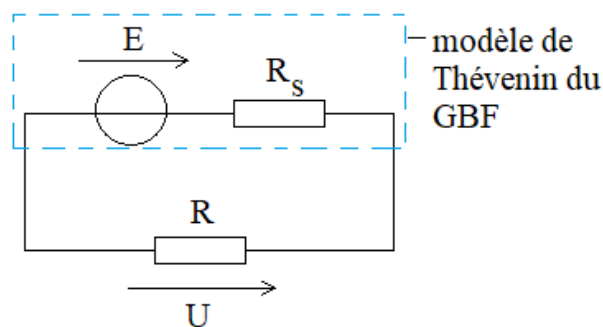
2 Mesures indirectes de résistances dans un circuit

Parfois, il s'avère peu pratique, voire impossible, de sortir un dipôle ohmique du circuit pour mesurer sa résistance avec un ohmmètre. On procède alors à une mesure indirecte de résistance.

2.1 Résistance de sortie d'un GBF et perturbation induite

Un GBF, quand il délivre une tension continue, peut être modélisé par un **générateur de Thévenin** de force électromotrice (f.é.m.) E en série avec une résistance interne R_s , aussi appelée **résistance de sortie** car placée "en sortie" du générateur. C'est la résistance du générateur de Thévenin vue par le reste du circuit.

Dans le circuit ci-dessous, le GBF alimente un dipôle ohmique de résistance R .



Q3. Justifier que $U = \frac{R}{R+R_s} E$.

Q4. Indiquer comment se simplifie l'expression ci-dessus dans les cas suivants :
 $R \gg R_s$, $R = R_s$ et $R \ll R_s$.

2.1.1 Protocole 2 - Résistance de sortie

- ▷ Construire le circuit schématisé ci-dessus.
- ▷ Faire débiter au GBF une tension continue (pour cela, prendre un signal de très haute fréquence, de très basse amplitude et ajouter un décalage (offset)).
- ▷ Prendre le décalage le plus important permis par le GBF (ce qui permettra de s'affranchir des incertitudes, qui sont élevées quand on mesure des tensions faibles).
- ▷ Visualiser la tension produite par le GBF sur l'écran d'un oscilloscope afin de s'assurer qu'elle a bien une valeur "élevée" et qu'elle est continue.
- ▷ Proposer une suite du protocole pour déterminer la valeur de la résistance de sortie R_s du GBF. Le faire valider par l'enseignant, puis le mettre en œuvre.

Q5. Rédiger le protocole retenu.

Q6. Exploiter les mesures pour obtenir la valeur de la résistance de sortie R_s du GBF.

Q7. Comparer la valeur obtenue à celle indiquée sur le GBF lui-même.

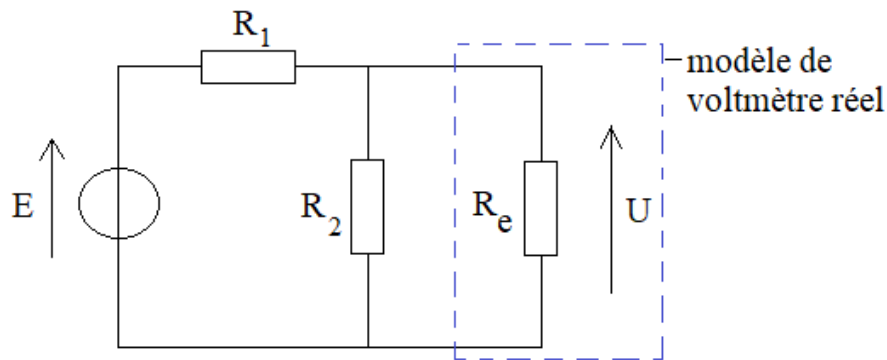
Q8. Évaluer l'ordre de grandeur de l'incertitude $u(R_s)$.

2.2 Résistance d'entrée d'un voltmètre

Pour mesurer la tension aux bornes d'un dipôle, on peut utiliser un voltmètre.

Un voltmètre idéal, de résistance interne infinie, ne perturbe pas le fonctionnement du dipôle car il n'absorbe aucun courant.

En pratique, un voltmètre réel possède une résistance interne finie mais très élevée (le voltmètre laisse entrer une partie du courant), appelée **résistance d'entrée**, que nous noterons R_e . C'est la résistance du voltmètre vue par le reste du circuit.



On peut montrer que dans le circuit schématisé ci-dessus,

$$R_e = \frac{R_1 R_2 U}{R_2 E - (R_1 + R_2) U}.$$

Q9. (facultative) Démontrer l'expression ci-dessus.

Q10. Indiquer comment elle se simplifie si $R_1 = R_2 = R$.

2.2.1 Protocole 3 - Résistance d'entrée

▷ Proposer un protocole pour déterminer la valeur de la résistance d'entrée R_e du voltmètre. Le faire valider par l'enseignant et le mettre en œuvre.

Q11. Rédiger le protocole.

Q12. Calculer la valeur de R_e obtenue avec les mesures.

Q13. Rechercher la valeur de R_e de référence dans la notice du multimètre. Commenter.

Q14. Reprendre l'étude en remplaçant le voltmètre par un oscilloscope. La valeur de référence pour la résistance d'entrée est alors écrite sur l'oscilloscope lui-même.

