

## TP 5 – Partie 1 : caractéristiques de dipôles

**Matériel :** GBF, résistance  $r \sim 1 \text{ k}\Omega$ , résistance variable, pile, multimètres ( $\times 2$ ).

**Objectifs :** se familiariser avec les mesures en électronique, tracer une caractéristique, vérifier un modèle.

### Introduction

La caractéristique d'un dipôle est le tracé de la relation entre la tension  $U$  à ses bornes et le courant  $I$  le traversant : c'est donc un graphe de  $U$  en fonction de  $I$ . On peut tracer cette courbe point par point en mesurant à chaque point tension et intensité. Dans ce cas la caractéristique obtenue est appelée caractéristique statique.

On produit deux caractéristiques dans ce TP. **Il est demandé, sur l'ordinateur, de les regrouper sur une seule page et d'imprimer cette page pour la joindre à votre compte rendu.**

## I Mesure de la caractéristique d'une résistance

On souhaite tracer la caractéristique statique, en convention récepteur, d'une résistance  $R$  inconnue. On dispose pour cela de : la résistance  $R$  (inconnue) ; un générateur de tension continue de fem réglable (on prendra pour cela le GBF réglé en mode continu, appeler le professeur) qui alimente la résistance ; un ampèremètre ; un voltmètre.

- 1 - L'objectif est de mesurer à la fois l'intensité  $I$  qui parcourt la résistance et la tension  $U$  à ses bornes.

**Faire un schéma du circuit** avec les différents composants, noter la tension et l'intensité parcourant la résistance, faire figurer les appareils de mesure.

- 2 - Faire six mesures de couples  $(U, I)$ , obtenus pour des tensions d'alimentation différentes, et noter les valeurs obtenues sous la forme d'un tableau.
- 3 - On va ensuite estimer l'incertitude sur une mesure. On s'intéresse à la dernière mesure uniquement (si possible celle qui a la plus grande valeur de tension).

On donne les caractéristiques suivantes du multimètre (notice), qui permettent de calculer la **précision  $\Delta$**  :

- Mesure de tension DC (continue) : précision  $0,1\% + 5d$ , impédance  $10 \text{ M}\Omega$ .
- Mesure d'intensité DC (continue) de  $1 \text{ mA}$  à  $400 \text{ mA}$  : précision  $0,5\% + 5d$ .
- Mesure d'intensité DC (continue) de  $400 \text{ mA}$  à  $1 \text{ A}$  : précision  $1,5\% + 5d$ .

**Exemple :** Un voltmètre indique une tension  $V_0 = 2,34 \text{ mV}$ . Le calibre utilisé est de  $200 \text{ mV}$ .

La précision est de  $\pm 0,1\% + 5d$ .

Il y a donc deux contributions à la précision  $\Delta$  :

- $0,1\% \times V_0 = 0,00234 \text{ V}$ .
- Le "d" signifie dernier digit affiché, c-à-d de la plus petite variation perceptible à l'affichage : ici cette plus petite variation est de  $0,01 \text{ mV}$ . On remarque qu'elle dépend du calibre utilisé.

Ainsi,  $5d = 5 \times 0,01 = 0,05 \text{ mV}$ .

On a donc une précision  $\Delta = 0,00234 + 0,05 = 0,05234$  mV.

Puis l'incertitude-type :  $u(V_0) = \Delta/\sqrt{3} = 0,030$  mV.

**Remarque** : on voit que l'incertitude est plus grande que la variation du dernier chiffre affiché sur l'appareil.

En déduire la alors la valeur de la précision  $\Delta$  de la de  $U$ , puis de celle de  $I$ . En déduire ensuite les incertitude-type  $u(U)$  et  $u(I)$  en divisant la précision par  $\sqrt{3}$  (cf poster incertitude, ici de type B).

Ces incertitudes sont-elles petites ou grandes par rapport aux valeurs de  $U$  et  $I$  ?

Dans la suite on les ignorera.

4 - Utiliser le notebook Python (aller sur Éclat, puis Ressources numériques  $\rightarrow$  Capytale, activité code df5c-825934) pour tracer  $U$  en fonction de  $I$ .

5 - Le modèle de la loi d'Ohm est-il vérifié ? Si oui, en déduire par une régression linéaire la valeur de  $R$ .

Comparer avec la valeur mesurée directement au multimètre (en mode ohmmètre).

## II Mesure de la caractéristique d'une pile

On souhaite maintenant tracer la caractéristique statique (en convention générateur) d'une pile du commerce dans le but de déterminer les caractéristiques de son modèle de Thévenin : la fem  $E$  et la résistance interne  $r$ . On dispose pour cela de : la pile ; une résistance  $R$  de valeur réglable (le boîtier métallique avec molettes) ; un ampèremètre ; un voltmètre.

6 - Proposer un protocole qui utilise la pile et le boîtier de résistances réglables pour mesurer à la fois la tension aux bornes de la pile, et le courant qu'elle débite. On proposera ce protocole sous la forme d'un schéma du circuit avec les différents composants, la tension et l'intensité mesurées, et les appareils de mesure.

7 - Mettre en œuvre le protocole précédent. Attention : on ne fera jamais débiter la pile avec une résistance  $R$  nulle, sans quoi elle se viderait rapidement.

On réalisera des mesures pour les valeurs suivantes de  $R$  :  $200\ \Omega$ ,  $100\ \Omega$ ,  $50\ \Omega$ ,  $30\ \Omega$ ,  $10\ \Omega$ ,  $5\ \Omega$ .

Faire un tableau sur votre compte rendu.

**Attention** : ne pas rester très longtemps sur les petites valeurs car ceci vide la pile.

On ne calculera pas les incertitudes.

Ensuite, on utilisera le notebook Python pour tracer  $U$  en fonction de  $I$ .

Le modèle de Thévenin est-il vérifié ? Si oui, en déduire par une régression linéaire la valeur de la fem  $E$  et de la résistance interne  $r$  de la pile.

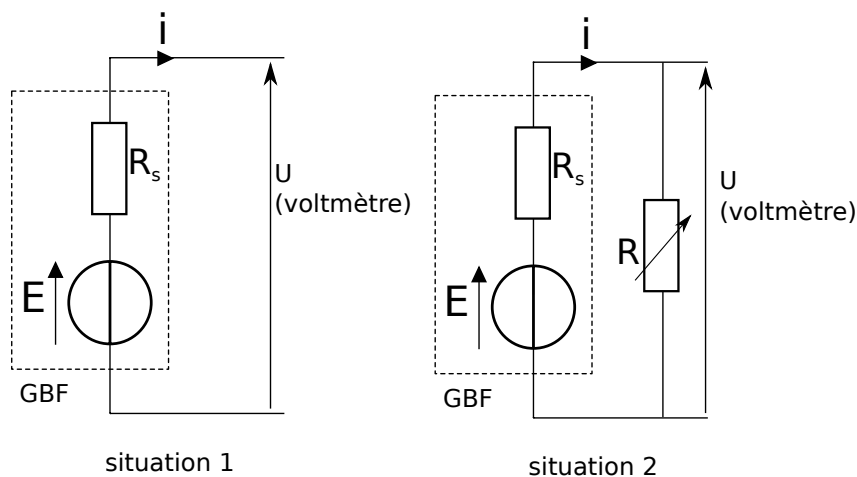
## TP 5 – Partie 2 : impédances d'entrée et de sortie

**Matériel :**  $R = 10\text{ k}\Omega$  ( $\times 2$ ),  $R = 10\text{ M}\Omega$  ( $\times 2$ ), résistance variable, multimètre, GBF.

**Objectifs :** étudier l'existence et l'influence des résistances d'entrée et de sortie.

## III Résistance de sortie d'un GBF

Le GBF n'est pas une source idéale de tension : c'est une source de tension que l'on peut modéliser par un générateur de Thévenin caractérisé par une fem  $E$  et une résistance de sortie  $R_s$ .



## 8 - Côté expérience :

Situation 1 : mesurer à l'aide du voltmètre la tension  $E$  aux bornes d'un GBF (GBF en continu réglé sur 5 V).

Situation 2 : placer une boîte à décades de résistances  $R$  (en prenant uniquement les petits calibres) aux bornes du GBF et déterminer la résistance  $R$  permettant d'obtenir une tension égale à  $E/2$  aux bornes de cette résistance  $R$ .

## 9 - Côté théorie :

Situation 1 : donner l'expression de  $U$  en fonction de  $E$ .

Situation 2 : donner l'expression de  $U$  en fonction de  $E$ ,  $R_s$  et  $R$ .

En exploitant le fait que dans la situation 2, on s'est placé tel que  $U = E/2$ , en déduire la valeur de la résistance interne  $R_s$  du GBF.

**Résistance de sortie**

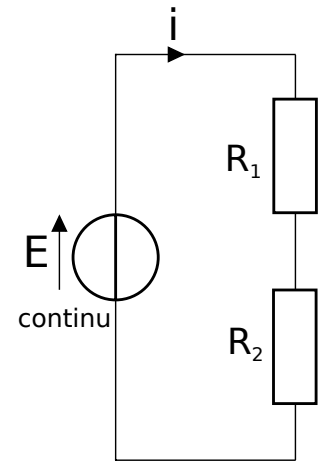
La résistance de sortie peut avoir une influence sur un circuit connecté en aval si la résistance équivalente du reste du circuit est du même ordre que  $R_s$  ou plus petite.

On retiendra donc qu'il faut  $R_s$  petit devant la résistance équivalente au reste du circuit.

## IV Résistance d'entrée d'un voltmètre

On considère le montage ci-contre.

- 9 - Proposer un moyen de mesure de la tension aux bornes de  $R_2$  à l'aide d'un voltmètre. On le fera apparaître sur un schéma.
- 10 - On prend  $R_1 = R_2$  que l'on note  $R$ . Quelle est l'expression de la tension aux bornes de  $R_2$  en fonction de  $E$  ?



La résistance d'entrée  $R_V$  d'un voltmètre est une caractéristique importante puisqu'elle conditionne la façon dont l'appareil perturbe ou non le circuit dans lequel il est inséré.  $R_V$  est la résistance "vue" par un courant entrant dans l'appareil, le voltmètre est donc équivalent à une résistance  $R_V$ .

- 11 - Remplacer le voltmètre par une résistance  $R_V$  sur votre schéma. Donner l'expression de la tension mesurée par le voltmètre en fonction de  $E$ ,  $R_1 = R_2$  (noté  $R$ ) et  $R_V$ .
- À quelle condition sur  $R_V$  cette tension est-elle environ égale à la tension aux bornes de  $R_2$  en l'absence du voltmètre ?

### Voltmètre idéal

On considère un voltmètre idéal si sa résistance d'entrée est très grande devant les résistances mesurées.

Ceci implique qu'il est équivalent à un interrupteur ouvert, et donc qu'il ne perturbe pas le circuit.

Il en est de même pour tout appareil de mesure de tension : oscilloscope, carte d'acquisition.

- 12 - Faire le montage précédent avec  $R_1 = R_2$  (noté  $R$ ),  $E$  tension continue, et mesurer  $U_{R_2}$  dans le cas où  $R$  est petit, puis grand (prendre les deux résistances de quelques mégaohms).
- Noter vos observations : quand le fonctionnement est-il normal ? Sont-elles en accord avec les considérations des questions précédentes ?