

**Objectifs :**

- Tracer la caractéristique statique d'une *alimentation stabilisée*,
- utiliser cette alimentation pour illustrer le principe des ponts diviseurs de tension et de courant, ainsi celui que d'une boîte de résistances AOIP<sup>i</sup> et d'un potentiomètre,
- étudier l'influence d'une résistance *de charge* sur un pont diviseur de tension.
- déterminer les paramètres de dipôle *inaccessibles* : la résistance de sortie d'un *générateur basse fréquence* et la résistance d'entrée d'un *oscilloscope*.

- On produira un schéma électrique pour chaque manipulation décrite.
- On s'assurera que l'intensité du courant dans les boîtes AOIP ne dépasse pas la valeur maximale admise (250 mA pour les boîtes AOIP  $\times 10$  et 75 mA pour les boîtes  $\times 100$ ) sous peine de les endommager.
- Les manipulations désignées par le symbole ☹ seront effectuées en dernier, s'il reste du temps.

**Matériel :**

- *alimentation stabilisée, multimètre numérique de table,*
- *générateur basse fréquence, oscilloscope,*
- *boîtes de résistance à décades, boîtes AOIP, résistances radio sur support, potentiomètre,*
- *câbles « banane ».*
- *logiciel QtPlot pour le tracé des courbes.*

**I Utilisation du multimètre****I.1 Modes de fonctionnement**

Le multimètre permet de mesurer des tensions, des intensités et des résistances. Le choix entre ces modes s'effectue à l'aide des boutons :

=**A** et  $\sim$ **A** pour les intensités de courants continus (=) et alternatifs ( $\sim$ ),

=**V** et  $\sim$ **V** pour les tensions continues (=) et alternatives ( $\sim$ ).

Le branchement du multimètre est différent dans chaque mode :

**Voltmètre:** le multimètre est branché en parallèle,

**Ampèremètre:** le multimètre est branché en série,

Pour le voltmètre et l'ohmmètre, on utilise les bornes **V**  $\Omega$  et **COM**, pour l'ampèremètre, les bornes **mA** (**A** pour les fortes intensités) et **COM**. Pour les dipôles polarisés (voltmètre et ampèremètre) l'inversion des deux bornes, **COM** et **V** par exemple, changera le signe de la valeur affichée.

À chaque changement de mode (voltmètre/ampèremètre) on veillera à :

- choisir le mode **DC** pour les manipulations de cette séance,
- choisir la borne **V** ou **mA** correspondante.

En mode voltmètre, on ne branche le multimètre sur le circuit étudié qu'une fois que celui-ci a été complètement câblé.

**I.2 Calibres**

Dans chacun de ces modes, on doit choisir un *calibre*, ie ajuster la sensibilité de l'appareil à la valeur mesurée<sup>ii</sup>. Le calibre désigne la plus grande valeur mesurable.

- Les valeurs des calibres d'intensité se lisent sur fond gris, celles des résistances sur fond bleu clair et celles des tensions sur fond bleu foncé.
- Le calibre indique l'unité de l'affichage : une tension de 0,1 V sera affichée 0,100 sur le calibre 2 V mais 100,0 sur le calibre 200 mV.
- Si la valeur mesurée dépasse le calibre, l'affichage clignote.

On choisira toujours le calibre permettant d'afficher un maximum de chiffres significatifs.

**II Alimentation stabilisée**

L'alimentation stabilisée est un générateur dipolaire non linéaire (mais linéaire par morceaux) très utilisé en laboratoire. On détermine expérimentalement sa caractéristique (très simple...) courant-tension  $I = f(U)$  qu'on tracera avec QtPlot.

**Manipulations (Réglages préliminaires) :**

- *Brancher le multimètre réglé en voltmètre aux bornes de l'alimentation. Régler la valeur de la tension affichée à environ  $E_{max} = 10$  V.*
- *Brancher le multimètre réglé en ampèremètre aux bornes de l'alimentation. Régler la valeur de l'intensité du courant affichée à environ  $I_{max} = 50$  mA.*

On ne changera plus ces réglages pendant toute la suite de cette mesure.

On réalise un *court-circuit* quand on branche l'ampèremètre sur l'alimentation. Il n'est pas dangereux ici car l'alimentation est limitée en courant. ☹ *Il ne faut jamais réaliser cette opération sur une alimentation quelconque*

**Manipulations (Caractéristique) :**

*Proposer un montage utilisant une résistance variable (une boîte à décades), un ampèremètre et un voltmètre permettant de mesurer simultanément la tension  $U$  aux bornes de l'alimentation stabilisée et l'intensité  $I$  du courant qu'elle délivre. Relever les différents points de fonctionnement ( $U, I$ ) quand on fait varier la valeur de  $R$ .*

ii. La mesure est évidemment d'autant plus précise que le calibre est petit mais la précision du multimètre est supérieure à une unité du chiffre de plus faible poids (nommée *unité de représentation, UR*). On se reportera à la notice pour connaître l'imprécision.

i. Association des Ouvriers en Instruments de Précision.

**Questions :**

- Obtient-on la caractéristique en convention générateur ou récepteur ? Représenter sur la même figure la caractéristique en convention récepteur d'un résistor. Où lit-on la valeur de sa résistance ?
- À quels points de la courbe les réglages préliminaires correspondent-ils ?
- Comment se comporte l'alimentation pour les grandes valeurs de  $R$ , pour les faibles valeurs de  $R$  ? Exprimer la valeur critique  $R_C$  en fonction de  $E_{max}$  et  $I_{max}$ .
- Montrer que l'alimentation est limitée en puissance. Exprimer la puissance maximale en fonction de  $E_{max}$  et  $I_{max}$ .

Pour toutes les manipulations ultérieures on réglera l'alimentation avec  $E_{max} = 10\text{ V}$  et  $I_{max} = 100\text{ mA}$ . Quelles sont les nouvelles valeurs de  $R_C$ , de  $\mathcal{P}_{max}$  ?

**III Pont diviseur de tension****III.1 Réalisation****Manipulations :**

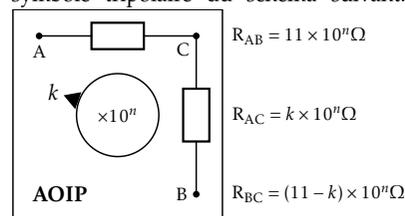
- Réaliser un pont diviseur de tension avec deux résistances sur support (de l'ordre du  $\text{k}\Omega$ ). Vérifier la relation du pont quand il est alimenté par l'alimentation stabilisée.
- Vérifier cette relation en utilisant les différentes résistances d'une boîte à décade (si la vôtre comporte un connecteur par décade).

**Questions :**

Justifier que  $U_{tot}$  ne varie pas quand  $R$  varie.

**III.2 Boîtes AOIP**

Une boîte AOIP est un ensemble de 11 résistances très précises (à 0,2%). La boîte possède trois bornes  $A, B, C$  et la valeur de la résistance entre deux bornes dépend de la position du curseur de la molette. On la représente par le symbole tripolaire du schéma suivant.

**Manipulations :**

- Alimenter une boîte AOIP  $\times 1000$  avec l'alimentation stabilisée de manière à avoir  $U_{AC}$  qui varie linéairement avec la position de la molette entre 0 et  $E_{max}$ .
- Tracer la courbe de  $U_{AC}/E$  en fonction de  $k$ .

**Questions :**

⚡ Déterminer l'expression de  $U_{AC}/E$  en fonction de  $k$ .

**Exploitation :**

Vérifier la linéarité de  $U_{AC}/E$  et donner le coefficient de proportionnalité.

**III.3 Potentiomètre ☹**

Les potentiomètres fonctionnent sur le même principe que les boîtes AOIP mais le réglage de la résistance est continu au lieu d'être discret. La course complète est le plus souvent de 3, 5 ou 10 tours.

**Manipulations :**

Obtenir à l'aide de la source de tension 10 V une tension de 4 V par exemple à l'aide d'un potentiomètre 1 k $\Omega$  sur support.

**III.4 Influence d'une charge sur un diviseur de tension**

On étudie le fonctionnement d'un diviseur de tension sur lequel on branche non pas un voltmètre de très grande résistance mais un dipôle d'utilisation (lampe, circuit électronique...) modélisé par une résistance  $R_u$  dite utile, ou de charge, de valeur plus faible.

**Manipulations :**

Alimenter la boîte à décade par un pont diviseur de tension. Tracer sur le graphe précédent la courbe  $U_u/E$  en fonction de la position  $k$  de la molette de la boîte AOIP pour deux valeurs de  $R_u$  de l'ordre de quelques 0,1 k $\Omega$  à quelques k $\Omega$ .

**Exploitation :**

- D'après les mesures précédentes, peut-on utiliser un pont diviseur de tension pour alimenter une charge qui doit recevoir du courant ?
- Vérifier sur cette expression que  $U_u/E$  est toujours inférieur à sa valeur pour  $R_u \rightarrow \infty$  (ie quand  $R_u$  n'est pas branchée).

**Questions :**

⚡ Exprimer  $U_u/E_{max}$  en fonction de  $k$ ,  $R_C$  et la résistance nominale  $R_0 = 1\text{ k}\Omega$  de la boîte AOIP.

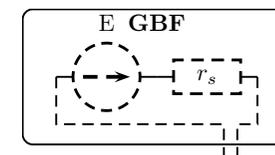
**IV Exemples d'applications de ponts diviseurs****IV.1 Résistance de sortie d'un générateur basse fréquence GBF**

Dans cette manipulation, le générateur de tension n'est plus l'alimentation stabilisée mais le générateur basse fréquence. On se branchera sur la sortie OUTPUT au moyen d'un connecteur BNC-banane. On réglera la tension continue de sortie en tirant puis tournant le bouton DC OFFSET après avoir déclenché les trois boutons réglant la forme du signal (sinus, triangle carré).

**Manipulations :**

On donne ci-contre la modélisation linéaire de la sortie OUTPUT d'un GBF comme l'association série d'un générateur idéal de tension de force électromotrice  $E$  et d'une résistance  $r_s$ .

- Réaliser un pont divisant la tension  $E$  entre  $r_s$  et la résistance variable  $R$  d'une boîte à décades.
- Mesurer la tension  $U_{max}$  aux bornes de  $R$  pour  $R \rightarrow \infty$ .
- Mesurer la valeur  $R_{1/2}$  de  $R$  pour laquelle  $U_R = U_{max}/2$ .

**Exploitation :**

Déterminer la valeur de  $r_s$  en fonction de  $R_{1/2}$ .

**Questions :**

- Justifier que  $U_{max} = E$ .
- Exprimer  $U_R/E$  en fonction de  $R$  et  $r_s$  pour  $R$  quelconque.

Cette utilisation du pont diviseur de tension pour mesurer une résistance à laquelle on n'a pas physiquement accès est fondamentale. Elle est mise en œuvre dans la manipulation suivante.

**IV.2 Résistance d'entrée d'un oscilloscope**

On reprend à nouveau l'alimentation stabilisée comme source de tension. On se branchera sur la voie 1 de l'oscilloscope à l'aide d'un connecteur BNC-banane.

**Manipulations :**

On modélise l'entrée de l'oscilloscope comme une résistance  $R_e$ .

- Réaliser un pont divisant la tension  $E$  de l'alimentation stabilisée entre la résistance  $R_e$  et la résistance  $R$  variable d'une boîte à décades.
- Mesurer la valeur  $E$  de la tension  $U$  aux bornes de l'oscilloscope pour  $R = 0$ .
- Déterminer la valeur  $R_{1/2}$  pour laquelle la  $U = E/2$  (on se contentera d'une estimation).

**Exploitation :**

Déduire de la valeur de  $R_{1/2}$  la valeur de  $R_e$ .

**Questions :**

- Justifier que la tension  $E$  (mesurée pour  $R = 0$ ) est la force électromotrice de l'alimentation.
- Justifier qu'on utilise l'oscilloscope comme un voltmètre.
- À quelle condition portant sur la valeur de la résistance du voltmètre cette mesure de la résistance d'entrée de l'oscilloscope sera-t-elle fiable ?

**Remarque :**

- On peut se dispenser de voltmètre en affichant simultanément, en position DC, la tension aux bornes de l'alimentation sur une voie de l'oscilloscope et la tension  $U$  sur l'autre voie.
- Dans ce montage, l'oscilloscope est branché en série. Ce n'est évidemment pas son utilisation habituelle : l'oscilloscope est un voltmètre, toujours branché en dérivation.
- La modélisation de l'entrée de l'oscilloscope possède également une capacité en dérivation sur  $R_e$ , dont les effets ne deviennent notables qu'à très haute fréquence.

**IV.3 Diviseur de courant ☹****Manipulations :**

Réaliser, avec l'alimentation stabilisée, deux résistors (une boîte AOIP réglée sur  $100\ \Omega$  et une boîte AOIP  $\times 10$ ) et le multimètre utilisé en ampèremètre, un montage illustrant le pont diviseur de courant. On justifiera que pour ces valeurs l'alimentation fonctionne bien en générateur idéal de courant et on vérifiera que les intensités des courants demeurent inférieures aux valeurs limites admissibles.