

**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*.

**Capacités mises en œuvre :**

- ☐ expliquer le lien entre résolution, calibre, nombre de points de mesure
- ☐ mesure directe d'une tension au voltmètre numérique
- ☐ mesure directe d'une intensité à l'ampèremètre numérique
- ☐ mesure indirecte d'une résistance au voltmètre sur un diviseur de tension
- ☐ mesure indirecte d'une intensité aux bornes d'une résistance adaptée

- 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 ».*

- *script ExploitationDonnees pour les tracés de courbes et ajustements : version python ou Jupyter*

notebook sur Cappytale



ou partagé sur l'ENT.



<sup>i</sup> Association des Ouvriers en Instruments de Précision.

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

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  $R$ .

**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  $\mathcal{P}_{\max}$  ?

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

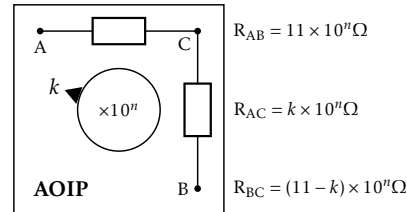
- Réaliser un pont diviseur de tension avec deux résistances sur support (de l'ordre du k $\Omega$ ). Vérifier la relation du pont quand il est alimenté par l'alimentation stabilisée.
- Vérifier cette relation en utilisant les différentes résistances d'une boîte à décade (si la vôtre comporte un connecteur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

**Questions :**

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

## II.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.

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

## II.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 0,1k $\Omega$  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.

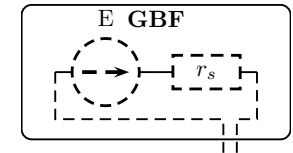
## III Exemples d'applications de ponts diviseurs

### III.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.

### III.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.

### III.3 Diviseur de courant

**Manipulations :**

Réaliser, avec l'alimentation stabilisée, deux résistors (une boîte *AOIP* réglée sur  $100\Omega$  et une boîte *AOIP*  $\times 10$ ) un montage illustrant le pont diviseur de courant.

On utilisera :

- un multimètre utilisé en ampèremètre pour mesurer l'une des intensités
- un multimètre utilisé en voltmètre pour réaliser la mesure indirecte d'une autre intensité

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.