

# Oscilloscope et tracé de caractéristiques

## Au programme



### Savoirs

- ◇ Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites (bande passante, résistance d'entrée) ;
- ◇ Définir la nature de la mesure effectuée (valeur efficace, valeur moyenne, amplitude, valeur crête à crête, etc.) ;



### Savoir-faire

- ◇ Mesurer une tension au voltmètre ou à l'oscilloscope ;
- ◇ Gérer, dans un circuit électronique, les contraintes liées à la liaison entre les masses.
- ◇ Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données.
- ◇ Mettre en œuvre une méthode de mesure de fréquence ou de période.



## I Objectifs

- ◇ Se familiariser avec le GBF et l'oscilloscope numérique.
- ◇ Réaliser des montages simples d'électricité.
- ◇ Tracer une caractéristique de dipôle en utilisant un transformateur d'isolement.



Vous prendrez soin de refaire tous les schémas des circuits mis en place ou étudiés.

## II S'approprier

### A Résistances d'entrée et de sortie

#### II.A.1 Résistance de sortie du générateur basse fréquence (GBF)

#### Résistance d'entrée

Le GBF est un générateur réel pouvant être modélisé comme une association série d'un générateur idéal de tension de force électromotrice  $e$  associé à une résistance de sortie  $r_s$  (modèle de THÉVENIN). Comme vu en cours, on branche le GBF sur une résistance variable  $R'$  puis on mesure la tension  $U_1$  aux bornes de  $R'$ .

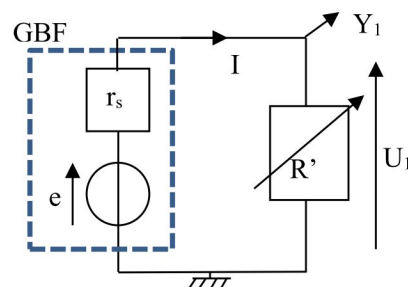


FIGURE 5.1

- ① Montrer que lorsque  $U_1 = e/2$ , alors  $R' = r_s$ .
- ② En déduire une méthode simple de mesure expérimentale de  $r_s$ .

### Aide

Afin de mesurer  $U_1$ , l'oscilloscope se branche entre la masse (reliée à la borne noire de l'oscilloscope) et le nœud  $Y_1$  (relié à la borne rouge de l'oscilloscope). Notez que dans un circuit, **la masse est un nœud commun à tous les appareils branchés**.

Par conséquent, la borne noire du GBF ainsi que les deux bornes noires de l'oscilloscope doivent être impérativement reliées entre elles. Si ce n'est pas le cas, votre montage ne fonctionnera pas.

### II.A.2 Résistance d'entrée de l'oscilloscope

#### Résistance de sortie

L'entrée d'un oscilloscope est assimilable à une résistance d'entrée  $R_e$  en dérivation avec une capacité  $C_e$ . À **basse fréquence**, le condensateur est assimilable à un **interrupteur ouvert**, si bien que l'on peut dans un tel régime négliger sa présence.

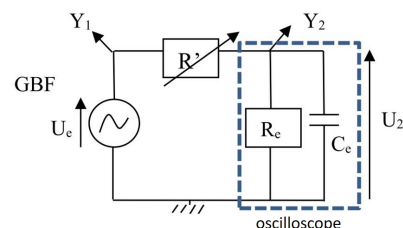


FIGURE 5.2

- ③ Montrer alors, en vous aidant du schéma, que la tension  $U_2$ , mesurée par l'oscilloscope (modélisée par une résistance et une capacité en parallèle), est égale à  $U_e/2$  lorsque  $R' = R_e$ .
- ④ En déduire une méthode simple de mesure expérimentale de  $R_e$ .

Remarquez que, contrairement à ce qui est fait dans le cours, la résistance de sortie du GBF n'apparaît pas. Elle est en réalité très faible devant les autres résistances  $R_e$  et  $R'$  et sera donc négligée.

## B Mesures avec un oscilloscope

À partir du menu mesure, l'oscilloscope est capable de réaliser des mesures automatiques des principales caractéristiques des signaux électriques. Vous pourrez en particulier afficher :

- ◇ la période et la fréquence du signal ;
- ◇ la tension crête-crête  $U_{pp}$  du signal (valeur mesurée entre le maximum et le minimum du signal) ;
- ◇ la tension efficace  $U_{eff}$  définie par

$$S_{eff} = \sqrt{\langle s^2(t) \rangle} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s^2(t) dt}$$

#### Amplitude et tensions

L'amplitude  $A$  d'un signal (qui intervient dans l'expression d'un signal sinusoïdal selon  $s(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$ ) est liée à  $U_{pp}$  selon

$$A = U_{pp}/2$$

Par ailleurs, pour un signal sinusoïdal, **et uniquement pour un signal sinusoïdal** la tension efficace s'écrit :

$$U_{eff} = U_{pp}/\sqrt{2} = \sqrt{2}A$$

**Attention**

Pour toute mesure, vérifier que la source du menu mesure correspond bien à la courbe sur laquelle vous faites des mesures.

**C Utilisation des oscilloscopes****II.C.1** Imprimer une courbe avec un oscilloscope Rigol

- 1) Allumer l'ordinateur et se connecter au réseau.
- 2) Puis, programme, discipline, physique-chimie, physique, oscillo rigol.
- 3) Tools, connect to oscillo, puis refresh.
- 4) Passer en noir et blanc (B & W) et enfin print.

**II.C.2** Imprimer une courbe avec un oscilloscope Tektronix

- 1) Ouvrir Open Choice Desktop. Sélectionner instrument USB puis Afficher écran.
- 2) Copier vers le presse-papier. Ouvrir paint et coller.
- 3) Puis cliquer droit, inverser les couleurs.
- 4) Sélection rectangulaire, pour ne garder que les oscillogrammes et les réglages de l'oscilloscope.
- 5) Copier ; Basculer dans libre-office ou word et Coller ;
- 6) Faire une belle mise en page et mettre des titres et commentaires éventuels. Puis imprimer.

**II.C.3** Incertitudes de lecture**Incertitudes composées à 2 variables : somme ou différence**

$$y = x_1 \pm x_2 \quad \Rightarrow \quad u(y) = \sqrt{(u(x_1))^2 + (u(x_2))^2}$$

**III Réaliser****A Visualisation et mesures de tensions et période du signal****Mesures de tension et période**

- 1) Brancher le GBF sur la voie 1 de l'oscilloscope ;
- 2) Choisir une fréquence d'environ 1000 Hz et une tension sinusoïdale crête-crête de 2 V (bouton DC offset enfoncé) ;
- 3) Affichez la mesure de la tension *via* l'oscilloscope en sélectionnant  $V_{pp}$  de la voie 1 (CH<sub>1</sub>) dans le menu **measure** ;
- 4) Régler le *level* du GBF, tel que  $V_{pp} = 2$  V pour CH<sub>1</sub> ;
- 5) Visualiser le signal en réglant les vis d'échelles X et Y ;
- 6) Mesurer la valeur maximale de tension ainsi que la période de la tension en utilisant les règles de lectures et en réglant les sensibilités de l'oscilloscope.

- 1 Écrire les résultats en mV et  $\mu\text{s}$ . Vous ferez attention à évaluer les incertitudes.
- 2 En déduire la tension efficace ainsi que la fréquence  $f$  du signal.
- 3 Dans le mesure **mesure**, lire directement les valeurs des tensions  $U_{\text{max}}$ ,  $U_{\text{eff}}$  (notée  $V_{\text{rms}}$ ) et de la période sur CH<sub>1</sub>.
- 4 Dans le menu **Trigger**, changer la source pour CH<sub>2</sub> : que constatez-vous ?
- 5 Revenez à la source 1, modifier le niveau de déclenchement. Quel est le rôle de ce bouton ?

## B Tracé d'une caractéristique de résistor à l'oscilloscope

### Transformateur d'isolement

Dans le montage ci-contre, ce qui relie les deux circuits est un **transformateur d'isolement**. Il permet de reproduire à l'identique une tension sans utiliser de câble, comme présenté sur le schéma ci-contre.

On se sert de ce dispositif pour imposer une nouvelle maille au circuit, permettant des mesures impossibles sinon.

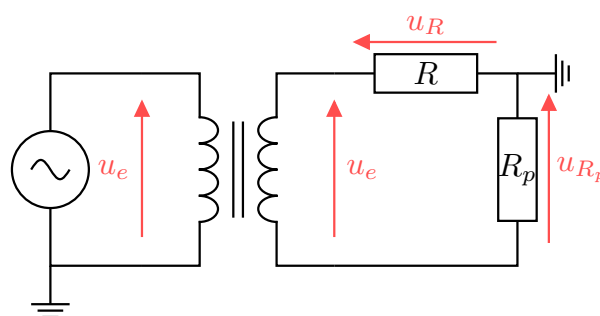


FIGURE 5.3

- 5 Retracer le circuit ci-contre, en enlevant le transformateur. La masse étant imposée par le générateur, proposer des branchements et manipulations pour observer  $u_{R_p}$  sur la voie 1 et  $u_R$  sur la voie 2.
- 6 Faire de même avec le circuit de la Figure 5.3. Conclure.

### Tracé d'une caractéristique

- 1) Réaliser le montage précédent en utilisant le GBF, avec  $f = 1 \text{ kHz}$ ,  $\text{level} \approx (2 ; 3) \text{ V}$ , sans offset,  $R_p = 100$  et  $R$  inconnue.
- 2) Observer les 2 tensions à l'oscilloscope en centrant les deux voies.

- 6 Visualise-t-on  $u_{R_p}$  sans problème ? Que faut-il faire ?
- 7 Imprimer les deux courbes en prenant le **même gain vertical**, et en déduire  $R_{\text{inconnue}}$ .

- 1) Dans le menu **horizontal**, passer en mode **XY**. On visualise alors CH2 en fonction de CH1, soit  $u_R$  en fonction de  $u_{R_p}$ .

- 8 Que représente cette courbe ? La figer avec le bouton **STOP** et l'imprimer.
- 9 En déduire la valeur de  $R_{\text{inconnue}}$  avec une autre méthode que précédemment.
- 10 Conclure sur leur compatibilité grâce à un écart normalisé.

Pour prendre l'opposé d'un signal, dans le menu de la voie presser  $\downarrow$ , puis activer **Inversée**.

## IV Valider

### A Effet de la résistance de sortie du GBF

Brancher l'oscilloscope aux bornes du GBF (toujours réglé à une fréquence de 1 kHz) et régler le **level** de celui-ci pour obtenir une tension crête-crête de 2 V. Comme précédemment, nous mesurons ici la tension à vide  $e$  du GBF.

- 10 Brancher aux bornes du GBF deux résistances identiques de  $R_1 = R_2 = 47\ \Omega$  en série. Faire un schéma, puis relever à l'aide de l'oscilloscope la tension  $U_2$  aux bornes de  $R_2$ .
- 11 En appliquant le principe du pont diviseur de tension, que devrait valoir  $U_2$ ? Est-ce la valeur que vous relevez?
- 12 Expliquez cet écart en considérant la résistance de sortie du GBF.
- 13 Comment choisir  $R_1$  et  $R_2$  pour que l'on puisse négliger l'effet de la résistance de sortie du GBF? Reproduire le montage précédent en utilisant désormais  $R_1 = R_2 = 10\ \text{k}\Omega$ . Montrer qu'alors  $U_1$  prend la valeur attendue.
- 14 Pourrait-on brancher l'oscilloscope aux bornes de  $R_1$ ? Justifier.

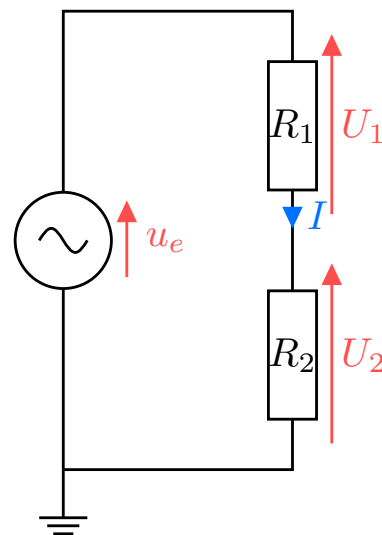


FIGURE 5.4

### B Effet de la résistance d'entrée de l'oscilloscope

- 15 Brancher l'oscilloscope aux bornes du GBF (toujours réglé à une fréquence de 1 kHz) et régler le **level** de celui-ci pour obtenir une tension crête-crête de 4 V. Comme précédemment, nous mesurons ici la tension à vide  $e$  du GBF.
- 16 Brancher aux bornes du GBF deux résistances identiques de  $R_1 = R_2 = 1\ \text{M}\Omega$  en série puis relever à l'aide de l'oscilloscope la tension  $U_1$  aux bornes de l'une d'elle.
- 17 La tension  $U_1$  obtenue est-elle conforme à vos attentes? Expliquez cet écart en tenant compte de la résistance d'entrée de l'oscilloscope.
- 18 Comment choisir  $R_1$  et  $R_2$  pour que l'on puisse négliger l'effet de la résistance d'entrée de l'oscilloscope? Reproduire le montage précédent en utilisant désormais  $R_1 = R_2 = 10\ \text{k}\Omega$ . Montrer qu'alors  $U_1$  prend la valeur attendue.

## V Conclure

- 19 Résumer les recommandations pratiques que vous avez pu déduire de ce TP afin de réaliser des mesures correctes en électricité.