

# Oscilloscope et tracé de caractéristiques

## ✂ Capacités exigibles

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites (bande passante, résistance d'entrée);<br><input type="checkbox"/> Définir la nature de la mesure effectuée (valeur efficace, valeur moyenne, amplitude, valeur crête à crête, etc.);<br><input type="checkbox"/> Mesurer une tension au voltmètre ou à l'oscilloscope; | <input type="checkbox"/> Gérer, dans un circuit électronique, les contraintes liées à la liaison entre les masses.<br><input type="checkbox"/> Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données.<br><input type="checkbox"/> 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'appropriier

### II/A Résistances d'entrée et de sortie

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

#### Définition TP6.1 : Résistance de sortie

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  $R'$ .

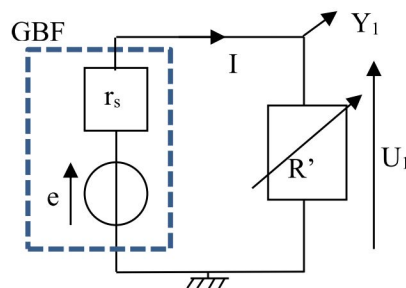


FIGURE 6.1

- ① Montrer que lorsque  $U_1 = e/2$ , alors  $R' = r_s$ .

**Réponse**

Par un pont diviseur de tension,

$$U_1 = \frac{R'}{R' + r_s} e$$

donc 
$$U_1 = \frac{e}{2} \Leftrightarrow \frac{R'}{R' + r_s} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \boxed{R' = r_s}$$



- ② En déduire une méthode simple de mesure expérimentale de  $r_s$ .

**Réponse**

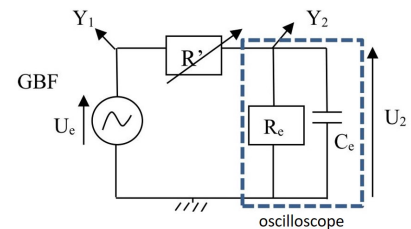
On mesure la tension à vide du GBF en branchant un voltmètre directement dessus. On branche ensuite une résistance variable à ses bornes et le voltmètre par-dessus. On fait varier la résistance entre  $[1 ; 100] \Omega$ . Lorsque la tension lue est la moitié de la tension à vide, on relève la valeur de  $R'$  : c'est la valeur de  $r_s$ .



**II/A) 2** Résistance d'entrée de l'oscilloscope

**Définition TP6.2 : Résistance d'entrée**

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**.



**FIGURE 6.2**

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.

- 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  $R' = R_e$ .

**Réponse**

Avec  $C_e$  un interrupteur ouvert, aucune intensité ne passe dans la branche de la capacité. On se retrouve donc avec un autre pont diviseur de tension, avec

$$U_2 = \frac{R_e}{R_e + R'} U_e$$

donc 
$$U_2 = \frac{U_e}{2} \Leftrightarrow \frac{R_e}{R_e + R'} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \boxed{R' = R_e}$$



- ④ En déduire une méthode simple de mesure expérimentale de  $R_e$ .

**Réponse**

Avec un  $U_e$  connu, par exemple,  $U_e = 5 \text{ V}$  constant, on branche l'oscilloscope et on observe la tension mesurée. On fait varier  $R'$  jusqu'à ce que l'oscilloscope affiche une tension moitié celle du GBF. Alors,  $R' = R_e$ .



## II/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  $U_{\text{eff}}$  définie par

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

### Définition TP6.3 : Amplitude et tensions

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

$$U_{\text{max}} = U_{pp}/2$$

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

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{U_{pp}}{2\sqrt{2}}$$

### Attention TP6.1 : Attention

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

### Rappel TP6.1 : 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

### Branchements et masse

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.

## III/A Visualisation et mesures de tensions et période du signal

### Expérience TP6.1 : 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 **mesure** ;
- 4) Régler le *level* du GBF, tel que  $V_{pp} = 2 \text{ V}$  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  $\mu$ s. Vous ferez attention à évaluer les incertitudes.

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_  
 solu  
 \_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- 2) En déduire la tension efficace ainsi que la fréquence  $f$  du signal.

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_  
 solu  
 \_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- 3) Dans le mesure **mesure**, lire directement les valeurs des tensions  $U_{\max}$ ,  $U_{\text{eff}}$  (notée  $V_{\text{rms}}$ ) et de la période sur CH<sub>1</sub>.

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_  
 solu  
 \_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- 4) Dans le menu **Trigger**, changer la source pour CH<sub>2</sub> : que constatez-vous ?

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_  
 solu  
 \_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- 5) Revenez à la source 1, modifier le niveau de déclenchement. Quel est le rôle de ce bouton ?

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_  
 solu  
 \_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

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

#### Définition TP6.4 : 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.

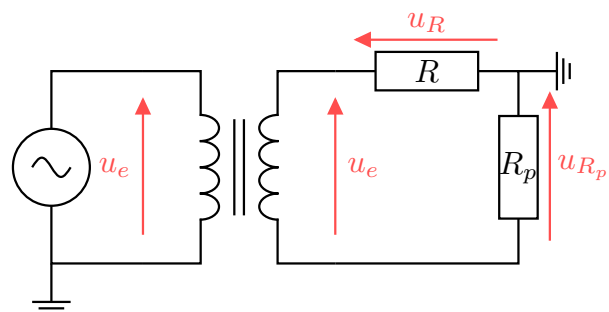


FIGURE 6.3

- 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.

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_  
 solu  
 \_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- ⑥ Faire de même avec le circuit de la Figure 6.3. Conclure.

Réponse

solu



### Expérience TP6.2 : 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,  $R_P = 100 \Omega$  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 ?

Réponse

solu



- ⑦ Imprimer les deux courbes en prenant le même gain vertical, et en déduire  $R_{\text{inconnue}}$ .

Réponse

solu



### Expérience TP6.3 : Mode XY

- ◇ 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.

Réponse

solu



- ⑨ En déduire la valeur de  $R_{\text{inconnue}}$  avec une autre méthode que précédemment.

Réponse

solu



- ⑩ Conclure sur leur compatibilité grâce à un écart normalisé.

Réponse

solu



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

## IV Valider

### IV/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.

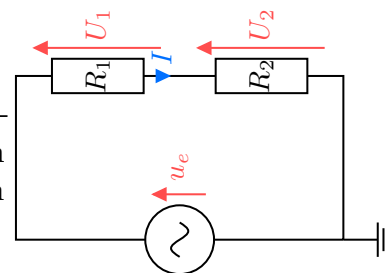


FIGURE 6.4

- [11] 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  $R_2$ .

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_

solu

\_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- [12] En appliquant le principe du pont diviseur de tension, que devrait valoir  $U_2$  ? Est-ce la valeur que vous relevez ?

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_

solu

\_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- [13] Expliquez cet écart en considérant la résistance de sortie du GBF.

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_

solu

\_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- [14] 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.

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_

solu

\_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- [15] Pourrait-on brancher l'oscilloscope aux bornes de  $R_1$  ? Justifier.

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_

solu

\_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

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

- [16] 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.

\_\_\_\_\_ Réponse \_\_\_\_\_

solu

\_\_\_\_\_ ◇ \_\_\_\_\_

- 17 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.

Réponse

solu



- 18 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.

Réponse

solu



- 19 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.

Réponse

solu



## V Conclure

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

Réponse

solu

