

Oscilloscope et tracé de caractéristiques

✂ Capacités exigibles

- 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.);
- 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.

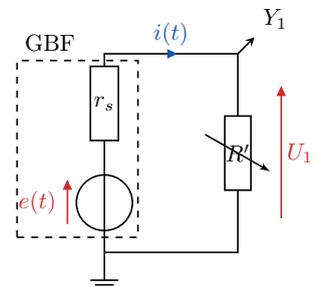
II S'appropriier

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 TD (TDE1-E2_app|I), on branche le GBF sur une résistance variable R' puis on mesure la tension U_1 aux bornes de R' .



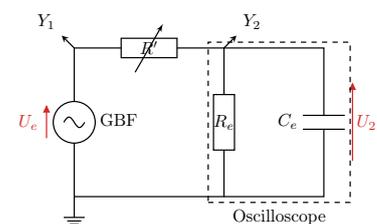
Vous prendrez soin de refaire tous les schémas des circuits mis en place ou étudiés.

- ① Montrer que lorsque $U_1 = e/2$, alors $R' = r_s$. Élaborer alors un protocole de mesure expérimentale 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**.





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.

- ② 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 $R' = R_e$.
- ③ En déduire une méthode simple de mesure expérimentale de 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_{eff} définie par

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

Définition TP6.3 : 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

$$A = \frac{U_{pp}}{2}$$

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

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

Attention TP6.1 : Source de mesure

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 et écarts

Somme ou différence $y = x_1 \pm x_2 \Rightarrow u(y) = \sqrt{(u(x_1))^2 + (u(x_2))^2}$
 Fonction quelconque $y_{calc} = f(x_{exp}) \Rightarrow u(y_{calc}) = |f'(x_{exp})| \cdot u(x_{exp})$

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 un signal sinusoïdale et une fréquence d'environ 1000 Hz sur le GBF. Régler l'amplitude par le bouton **level**, jusqu'à observer une tension sinusoïdale crête-crête de 2 V ;
- 3) Affichez la mesure de la tension *via* l'oscilloscope en sélectionnant V_{pp} ou C-C (selon l'oscillo) de la voie 1 (CH₁) dans le menu **mesure** ;
- 4) Régler le *level* du GBF, tel que $V_{pp} = 2$ V pour CH₁ ;

- 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 (menu curseur).

- 1) Écrire les résultats en mV et μ s. Vous ferez attention à évaluer les incertitudes.
- 2) En déduire la tension efficace et la fréquence f du signal, avec leurs incertitudes. Attention à la différence d'un inverse (cf. Apl.N2.4)
- 3) Dans le menu **mesure**, lire directement les valeurs des tensions U_{\max} , U_{eff} (notée V_{rms}) et de la période sur CH₁. Comparer avec les valeurs précédentes.
- 4) Dans le menu **Trigger**, changer la source pour CH₂ : que constatez-vous ? Faire un schéma de ce que vous observez.
- 5) Revenez à la source 1, modifier le niveau de déclenchement. Qu'observez-vous ? Expliquer alors le principe de fonctionnement du déclenchement, toujours à l'aide d'un schéma.

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

Définition TP6.4 : Mesure de résistances en série

On s'intéresse en premier lieu au montage ci-contre, où R_P et R sont deux résistances en série dont on souhaite observer les tensions grâce à un oscilloscope. On propose pour cela les branchements Y_1 et Y_2 ci-contre.

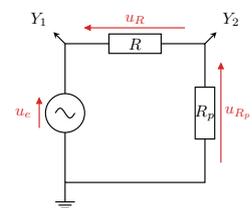


FIGURE TP6.1

- 4) Recopier la Figure TP6.1 sur votre compte-rendu. Quelles tensions mesurerait-on sur les voies 1 et 2 avec les branchements proposés ? Répondre en terme de u_R et u_{R_P} .

Puisqu'on ne peut pas déplacer la masse, imposée par le GBF, il faut donc « ruser » pour mesurer les tensions voulues. Or, un oscilloscope peut effectuer quelques opérations sur les signaux : tracer l'**opposé** d'un signal, calculer et afficher des **sommes et différences** des deux voies.

- 5) Proposer alors une manipulation pour observer u_R et u_{R_P} .

Définition TP6.5 : 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, ce qui simplifiera souvent les branchements, ici pour nous éviter la situation précédente.

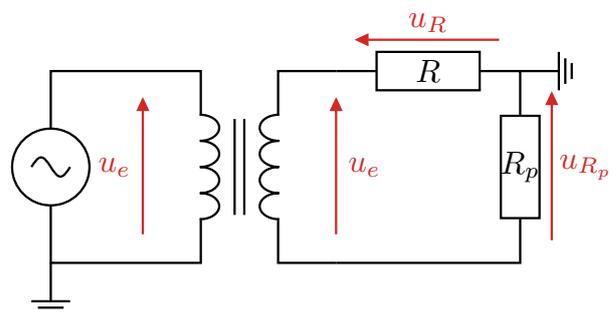


FIGURE TP6.2

- 6) Recopier la Figure TP6.2 sur votre compte-rendu. Proposer alors des branchements et manipulations afin d'observer u_R et u_{R_P} .

Expérience TP6.2 : Tracé d'une caractéristique

- 1) Réaliser le montage précédent, avec le transformateur et en utilisant le GBF, avec $f = 1$ kHz, $\text{level} \approx [2 ; 3]$ 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 ?



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

7 Imprimer les deux courbes en prenant le **même gain vertical**, et en **déduire** R_{inconnue} .

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.

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

10 Conclure sur leur compatibilité grâce à un écart normalisé.

IV Valider

IV/A Effet de la résistance de sortie du GBF

Expérience TP6.4 : 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.

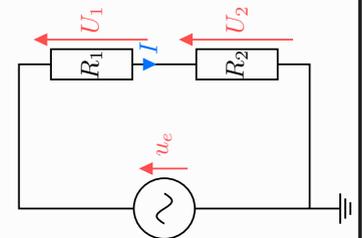


FIGURE TP6.3

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 .

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

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

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.

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

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.

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.

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.

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.

V Conclure

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