

[E] TP N°1 – FONDEMENTS DE L'ÉLECTROCINÉTIQUE (4H)

Capacités exigibles dans ce TP

- ☐ Choisir une résolution, un calibre et un nombre de points adaptés à la mesure
- ☐ Différencier valeur efficace, valeur moyenne, amplitude, valeur crête à crête, etc. Évaluer la résistance de sortie d'une source de tension réelle
- ☐ Utiliser la fonction `np.polyfit` pour effectuer une régression affine

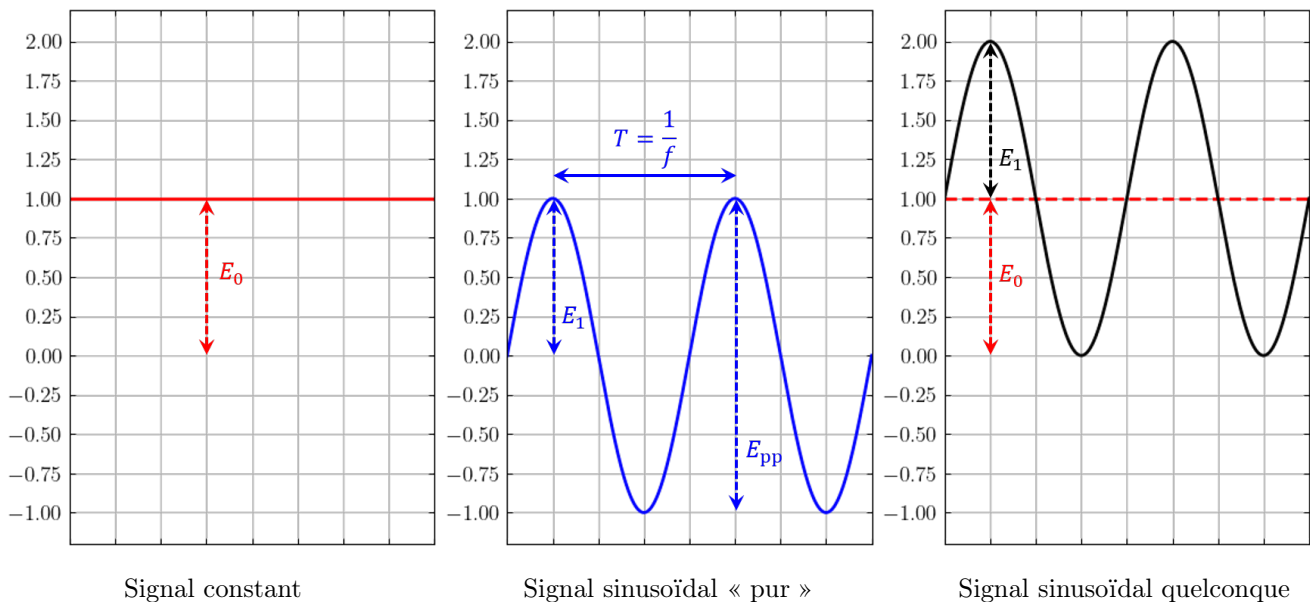
Le but de ce TP est de se familiariser avec le matériel d'électronique : le GBF (générateur de basses fréquences) pour l'émission des signaux, le multimètre et l'oscilloscope pour les mesures et les observations des signaux. Nous allons en particulier apprendre à connaître les limitations de ces appareils.

 Un compte-rendu est à rendre pour ce TP

I) Introduction

1) Signaux

Dans ce TP, nous allons générer ces trois signaux.



Un est un signal constant dans le temps (figure de gauche), de la forme $e(t) = E_0$.

Un **signal sinusoïdal (pur)** est un signal de la forme :

$$e(t) = E_1 \cos(\omega t) \quad \text{avec : } \omega = 2\pi f$$

où E_1 est l'**amplitude** du signal, ω la **pulsation** et f la **fréquence**. Le signal est de valeur moyenne nulle : la fonction cosinus oscille autour de 0.

Par définition (cf. figure du milieu), l'**amplitude** E_1 du signal sinusoïdal correspond à la différence entre sa valeur maximale et sa valeur moyenne. On définit également l'**amplitude crête à crête** (ou **peak to peak** en anglais) $E_{pp} = 2E_1$ la différence entre sa valeur maximale et sa valeur minimale. Finalement, nous définirons prochainement dans le cours la **valeur efficace** (ou valeur **rms** en anglais) $E_{rms} = \frac{E_1}{\sqrt{2}}$

Un **signal sinusoïdal** de moyenne non nulle s'obtient en sommant un signal continu et un signal sinusoïdal pur :

$$e(t) = E_0 + E_1 \cos(\omega t)$$

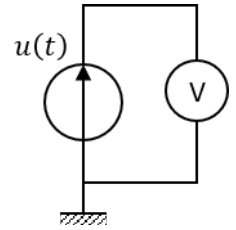
On dit que le signal sinusoïdal est « décalé » (**offset** en anglais) de la valeur E_0 . Sa valeur moyenne vaut E_0 et son amplitude E_1 .

2) Multimètre

⚙️ Réaliser le circuit ci-dessous, où $u(t)$ est un signal sinusoïdal de fréquence 1,0 kHz, de valeur moyenne 1,0 V et d'amplitude 1,0 V.

Un multimètre permet de mesurer une intensité (ampèremètre), une différence de potentiel (voltmètre) ou une résistance (ohmmètre). Il faut veiller à :

- brancher l'appareil en utilisant les bonnes bornes (détaillées au cours du TP) ;
- choisir le bon mode (AC ou DC) ;
- choisir le bon calibre.



Mode AC & DC

Le mode DC (*courant continu* ou *Direct Current*, cf. symbole ci-contre) permet de mesurer la valeur moyenne d'une tension ou d'une intensité.



⚙️ 📄 Mesurer la tension $u(t)$ en mode DC.

Le mode AC (*courant alternatif* ou *Alternating Current*, cf. symbole ci-contre) permet de mesurer la valeur efficace (ou valeur RMS) d'un signal.



⚙️ 📄 Mesurer la tension $u(t)$ en mode AC.

Choix du calibre

Le calibre choisi doit être cohérence avec la mesure : il faut prendre le plus petit calibre au-dessus de la valeur mesurée.

Exemple :

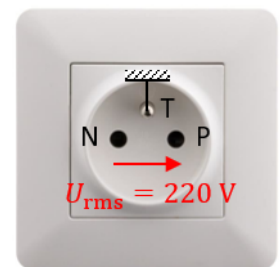
Pour une mesure de résistance, les calibres proposés sont 200 Ω , 2 k Ω , 20 k Ω , 200 k Ω et 2 M Ω . Pour mesurer précisément la valeur d'une résistance se situant autour de 1 k Ω , il faut donc choisir le calibre 2 k Ω .

3) Prise électrique : phase, neutre et masse

Une prise électrique possède 3 bornes : la Terre (T), le neutre (N) et la phase (P).

La Terre est, par définition, au potentiel de 0 V. Le neutre est également au potentiel nul, bien que non connectée à la Terre. Enfin, le réseau EDF impose la différence de potentiel entre le neutre et la phase :

$$u(t) = U_0 \cos(2\pi ft) \quad \text{avec :} \quad \begin{cases} f = 50 \text{ Hz} \\ U_{\text{rms}} = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 220 \text{ V} \end{cases}$$



4) Câble BNC et gestion des masses

Lorsqu'un appareil est branché sur le secteur avec une prise Terre, alors cet appareil est relié à la Terre. Ces appareils possèdent en général en sortie une connexion de câble coaxial. Il faut utiliser un adaptateur BNC, qui possède deux sorties : une rouge et une noire. **La sortie noire est connectée à la prise Terre** (comme indiqué sur l'adaptateur). La sortie rouge est la sortie « utile » de l'appareil : la tension d'alimentation pour un GBF, la tension de mesure pour un oscilloscope...

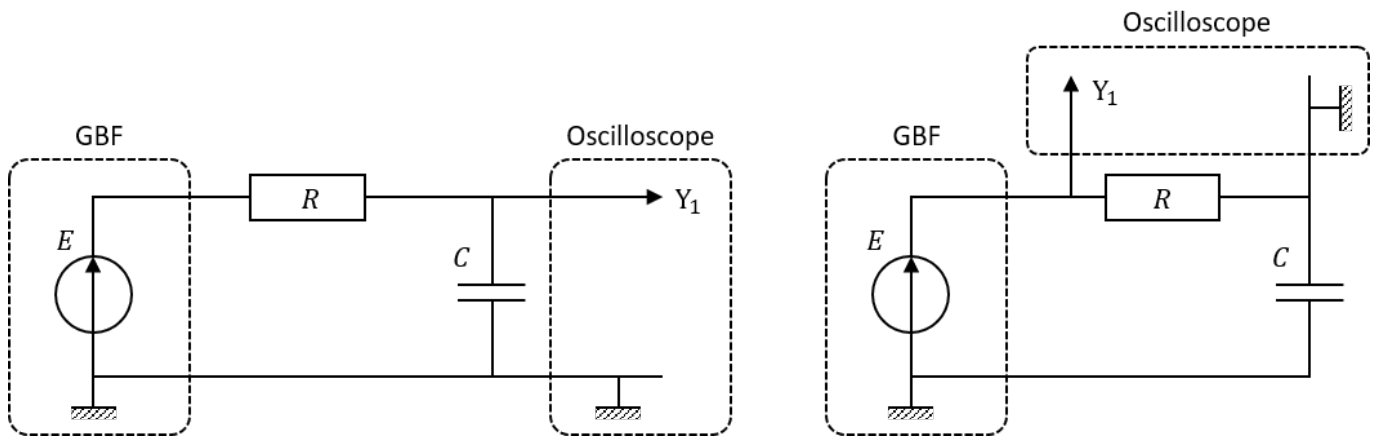
On en déduit deux conséquences qu'il faut bien avoir en tête :

- si cet appareil est connecté à un circuit, ce dernier est donc relié à la Terre (via la prise noire) ;
- si plusieurs appareils sont connectés au même circuit, toutes les prises noires sont connectées entre elles (via la Terre).

Ainsi, si deux câbles noirs ne sont pas connectés au même nœud du circuit, alors ils créent un court-circuit dans le montage. Il faut donc veiller à ce que cela ne se produise pas, puisque le circuit ne fonctionnerait pas de la manière voulu.



Exemple :



Bonne gestion des masses : les deux masses sont reliées par un câble électrique. Ce montage est correct.

Mauvaise gestion des masses : le condensateur est court-circuité. Ce montage est incorrect.

Une bonne habitude consiste à utiliser des câbles noirs uniquement pour indiquer où se trouvent les masses du circuit. Tous les câbles noirs d'un circuit doivent alors être reliés entre eux !



Attention ! Il est formellement interdit, car très dangereux, de toucher au Neutre (N) ou à la Phase (P) d'une prise électrique. Vous avez uniquement le droit de toucher la prise Terre (T), qui est sans danger.

En cas de doute, s'adresser au professeur...

Le mode « continuité » (cf. symbole ci-contre) d'un multimètre permet d'emmètre un signal sonore lorsque les deux câbles sont reliés par un simple fil électrique.



⚙️ Prendre un multimètre. Le régler en mode « continuité ». Brancher deux câbles aux bornes $V\Omega$ et COM. Vérifier le bon fonctionnement du multimètre du mode « continuité » en court-circuitant les deux câbles.

Nous allons vérifier que deux objets, bien que très distants physiquement, peuvent en réalité être reliés par un simple fil électrique.

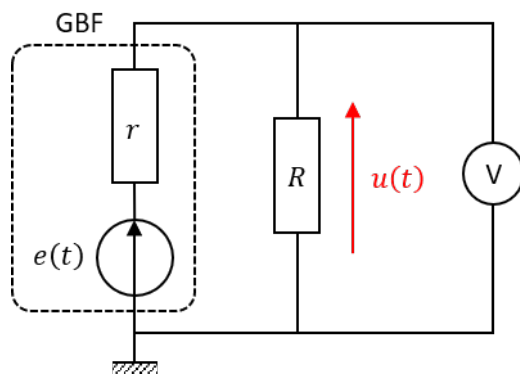
⚙️ Regarder si des objets métalliques sont électriquement connectés : carcasse métallique de l'unité centrale d'un ordinateur, armatures extérieures des connecteurs des GBF et oscilloscopes, carcasse métallique de la carte d'acquisition, etc.

II) Mesures de résistances d'entrée et de sortie

1) Résistance de sortie d'un GBF

On rappelle qu'un générateur réel de tension est équivalent à l'association en série d'un générateur idéal de tension et d'une résistance r .

⚙️ Réaliser le montage ci-dessous où $e(t)$ est une tension sinusoïdale pure (ie. de moyenne nulle).



L'impédance d'entrée du voltmètre étant très grande devant la résistance de sortie du GBF, le voltmètre peut être considéré comme idéal.

L'application de la formule du diviseur de tension nous donne :

$$u(t) = \frac{R}{R+r} e(t) \quad \text{et} \quad U_{\text{rms}} = \frac{R}{R+r} E_{\text{rms}}$$

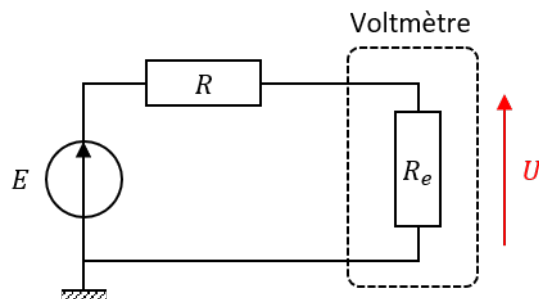
⚙️ Mesurer U_{rms} au voltmètre lorsque R est infinie. Régler l'amplitude du signal afin que $E_{\text{rms}} = 4,0 \text{ V}$.

⚙️ Ajuster la valeur de R pour obtenir $U_{\text{rms}} = \frac{E_{\text{rms}}}{2}$. En déduire la valeur de r et comparer aux indications du constructeur du GBF.

2) Résistance d'entrée d'un voltmètre en mode DC

Remarque : C'est la seule fois où vous serez amenés à brancher un voltmètre en série avec un autre dipôle.

On rappelle qu'un voltmètre réel est équivalent une résistance R_e . Cette dernière étant très grande devant la résistance de sortie du GBF, ce dernier peut être considéré comme idéal.



L'application de la formule du pont diviseur de tension nous donne :

$$U = \frac{R_e}{R+R_e} E$$

⚙️ Réaliser le montage ci-dessus. Mesurer $U = E$ lorsque $R = 0$. Régler l'amplitude du signal afin que $E = 4,0 \text{ V}$.

⚙️ Ajuster la valeur de R pour obtenir $U = \frac{E}{2}$. En déduire la valeur de R_e et comparer aux indications du constructeur du voltmètre.

3) Résistance d'entrée d'un voltmètre en mode AC

⚙️ Proposer et réaliser un protocole expérimental permettant de mesurer la résistance d'entrée du voltmètre en mode AC.

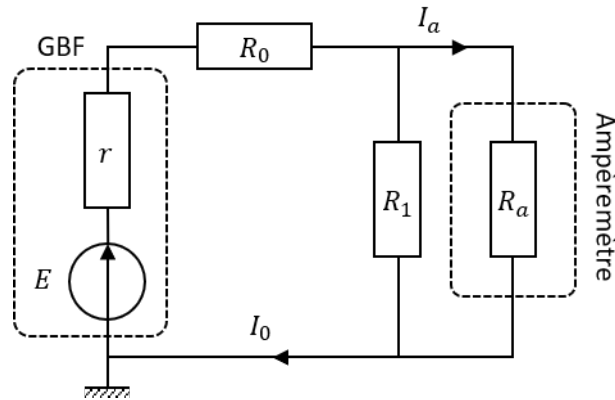
4) Résistance d'entrée d'un ampèremètre

Remarque : C'est la seule fois où vous serez amenés à brancher un ampèremètre en dérivation avec un autre dipôle. Les calibres mA des multimètres sont fragiles (les fusibles sautent facilement), il est donc indispensable de faire vérifier votre

montage par le professeur avant de mettre l'alimentation continue en marche. Le changement d'un seul fil constitue un nouveau montage.

On rappelle qu'un ampèremètre réel est équivalent à une résistance R_a .

🔧📄 Réaliser le montage ci-dessous. Choisir $E \simeq 10$ V continue et $R = 10$ k Ω .



La résistance R_0 étant très grande devant toutes les autres, la résistance équivalente totale du montage vaut : $R_{eq} \simeq R_0$.

On en déduit alors le courant traversant le GBF : $I_0 \simeq \frac{E}{R_0}$.

L'application de la formule du pont diviseur de courant nous donne :

$$I_a = \frac{R_1}{R_1 + R_a} I_0$$

🔧📄 Mesurer $I_a = I_0$ lorsque $R_1 = \infty$. Régler l'amplitude du signal afin que $I_0 = 1,0$ mA.

🔧📄 Ajuster la valeur de R_1 pour obtenir $I_a = \frac{I_0}{2}$. En déduire la valeur de R_a et comparer aux indications du constructeur de l'ampèremètre.

III) Caractéristique d'une résistance

On souhaite déterminer la caractéristique statique d'une résistance à l'aide d'une régression linéaire.

📄📄 Proposer et réaliser un protocole expérimental permettant de déterminer la valeur d'une résistance par régression linéaire, en utilisant la fonction `polyfit` de la bibliothèque `numpy`.

AIDE POUR PYTHON

`import numpy as np` permet d'importer l'ensemble des fonctions du module `numpy`.

`len(u)` renvoie le nombre d'éléments contenus dans `u`.

`np.array(u)` crée un tableau `numpy` contenant les éléments de la liste `u`.

`a, b = np.polyfit(x, y, 1)` stocke dans les variables `a` et `b` le résultat de la régression affine $y = ax + b$.