



Lycée Gustave EIFFEL
DIJON

Classe de PTSI



Influence des résistances d'entrée et de sortie sur le fonctionnement d'un circuit

Cette séance de travaux pratiques s'inscrit dans la continuité de la précédente. Nous continuons à présenter les caractéristiques des appareils du laboratoire, en particulier l'oscilloscope et le GBF.

Les dernières pages du poly sont des compléments de cours utiles en TP, à lire !

Compétences expérimentales concernées par le TP

- ✿ Produire un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF.
- ✿ Préciser la perturbation induite par l'appareil de mesure sur le montage et ses limites (résistance d'entrée R_e).

⚠ Réalisation des circuits : cf TP2 ; la préparation exige l'élaboration de protocoles, des schémas, des calculs théoriques.

⚠ Toutes les questions mentionnées avec un astérisque (*) doivent faire l'objet d'une préparation à la maison avant le déroulement du TP. C'est le cas ici des questions 2, 4 et 7.

1 Savoir générer une tension alternative

Dans cette première partie, on cherche simplement à afficher sur l'écran de l'oscilloscope une tension réglée à partir d'un générateur basses fréquences (GBF). On s'intéressa aux caractéristiques d'entrée de l'oscilloscope et de sortie du GBF dans les paragraphes suivants. Les caractéristiques d'un signal périodique sont présentées dans la partie « *Compléments du TP* » présentée à la fin de cette énoncé.

- Après avoir relié avec un câble coaxial la sortie du GBF à l'entrée d'une des voies de l'oscilloscope, afficher les tensions suivantes :
 - une tension sinusoïdale de valeur moyenne nulle, de fréquence $f = 500$ Hz de d'amplitude $A = 4$ V ;
 - une tension crête à crête de valeur moyenne $V_{moy} = 1$ V, de fréquence $f = 10$ kHz et d'amplitude $A = 5$ V ;
 - une tension triangulaire de valeur moyenne $V_{moy} = -2$ V, de fréquence $f = 2,0$ KHz et d'amplitude $A = 2$ V.

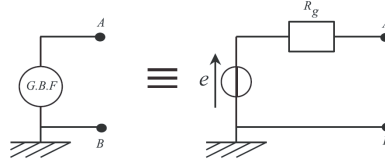
2 Résistance d'entrée de l'oscilloscope

Comme nous l'avons vu au TP précédent, les instruments de mesure possèdent des résistances internes. En entrée, l'oscilloscope réel se comporte comme une résistance R_e .

- * Reprendre le protocole de la tension moitié (TP2) pour déterminer expérimentalement la résistance interne d'un oscilloscope. On prendra une tension sinusoïdale d'amplitude $A = 6$ V et d'une fréquence de l'ordre du kHz pour éviter d'autres effets parasites (effets capacitifs de l'impédance d'entrée de l'oscilloscope). Un schéma du montage est attendu.
- Comment choisir les valeurs des résistances dans un circuit pour pouvoir considérer l'oscilloscope comme idéal ?

3 Résistance de sortie du GBF

De même, le GBF n'est pas une source de tension idéale car il possède en sortie une résistance interne R_g (modèle de Thévenin) de l'ordre de $50\ \Omega$, d'après le constructeur.



4. * En vous inspirant de la mesure de la résistance d'entrée, proposer un protocole pour la détermination de la résistance de sortie R_g et le réaliser. On prendra la même tension sinusoïdale utilisée dans le paragraphe précédent.
5. Comment choisir les valeurs des résistances dans un circuit pour pouvoir considérer le GBF comme idéal ?

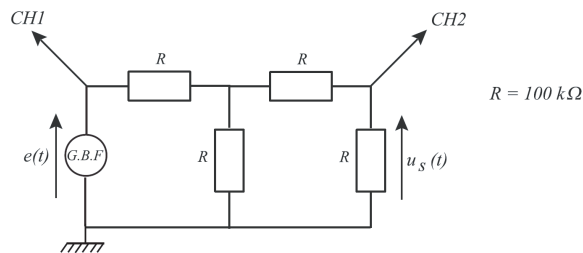
4 Adaptation d'impédance en tension



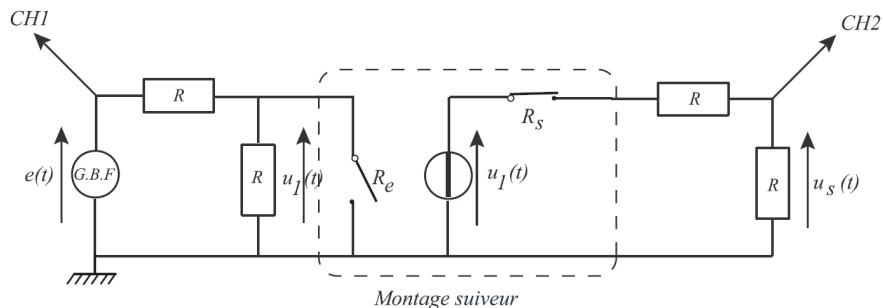
Problématique :

Un G.B.F. fournit à vide une tension sinusoïdale de fréquence $f = 1,0\ \text{kHz}$, d'amplitude $E_m = 6,0\ \text{V}$ et de valeur moyenne nulle. On souhaite obtenir deux tensions sinusoïdales d'amplitude $3,0\ \text{V}$ et $1,5\ \text{V}$ **sans modifier** les réglages du G.B.F.

6. Réaliser dans un premier temps un pont diviseur pour obtenir une tension sinusoïdale d'amplitude $3,0\ \text{V}$. Attention au choix des valeurs de résistances.
7. * À la suite de ce pont diviseur, on souhaite en placer un deuxième, et ce afin d'obtenir une tension sinusoïdale d'amplitude $1,5\ \text{V}$. Expliquer pourquoi le montage suivant ne convient pas, déterminer la valeur théorique attendue et comparer à l'expérience.



Avant de pouvoir associer deux ponts diviseurs, il est nécessaire d'isoler les deux ponts à l'aide d'un quadripôle présentant une **résistance d'entrée très élevée** et une **résistance de sortie quasi nulle** (voir ci-dessous). Le quadripôle utilisé est un montage suiveur comprenant notamment un **amplificateur linéaire intégré** (composant actif, cf 2e année).



8. Réaliser le montage et mesurer l'amplitude de la tension de sortie $u_s(t)$.

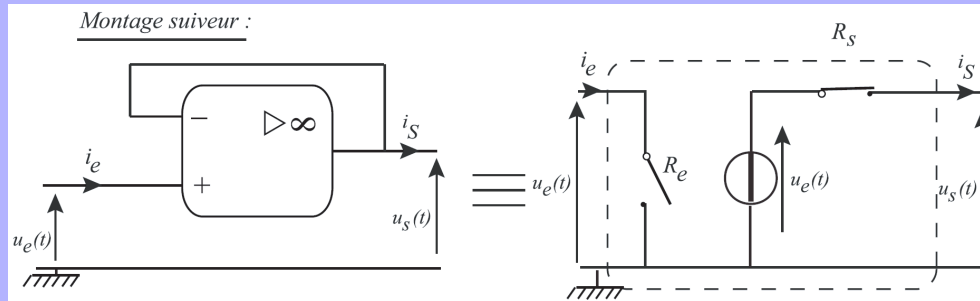


Caractéristiques du montage suiveur :

Le montage suiveur est un adaptateur de tension. Ces caractéristiques sont les suivantes :

- Coefficient d'amplification en tension : $G_V = \frac{u_s}{u_e} = 1$,
- Résistance d'entrée : $R_e \rightarrow +\infty$,
- Résistance de sortie : $R_s \rightarrow 0$.

Attention ! Composant actif, ne pas oublier de l'alimenter !



Compléments du TP

I. Présentations sommaires du G.B.F. et de l'oscilloscope

I.1. Le G.B.F.

"GBF" signifie "Générateur Basses Fréquences". Il s'agit d'un appareil délivrant une tension périodique dont on peut choisir un certain nombre de paramètres parmi lesquels :

- la forme du signal (sinusoïdal, triangulaire, rectangulaire (créneau)...),
- l'amplitude du signal,
- la fréquence du signal,
- la tension de décalage (l'offset),
- le rapport cyclique.

I.2. L'oscilloscope numérique

C'est un appareil constitué de "deux voltmètres", ceux-ci mesurent des tensions instantanées et affichent le résultat sur un écran. Il est possible de choisir :

- la durée totale que représente la largeur de l'écran (sensibilité horizontale)
- quelle voie sert de référence pour le balayage (trigger)

Etant avant tout un voltmètre, il se branche **en dérivation** sur la portion de circuit aux bornes de laquelle on désire mesurer la tension.

Pour chaque voie notée **CH1** ou *X* (voie 1) et **CH2** ou *Y* (voie 2), on peut indépendamment régler :

- la différence de potentiel que représente la hauteur de l'écran (sensibilité verticale)
- la position de la valeur $V = 0$ (sélectionner **couplage MASSE** dans le menu **CH1** ou **CH2** ou utiliser le bouton **Position Curseur** de l'oscilloscope numérique).
- l'affichage (**DC** qui signifie Direct Current) ou non (**AC** qui signifie Alternative Current) de la composante continue de la tension.

Pour les oscilloscopes numériques dont on dispose, il est également possible :

- d'afficher une seule des deux voies (au choix), ou les deux voies simultanément,
- de tracer la courbe $Y(X)$ (mode **XY**) au lieu de tracer les courbes $X(t)$ et $Y(t)$,
- d'afficher $-Y$ au lieu de Y ,
- d'afficher une seule courbe correspondant à $X+Y$ ou $X-Y$,
- de mémoriser un écran,
- d'imprimer un écran,
- d'afficher la transformée de Fourier d'un signal,
- d'utiliser des curseurs pour repérer des points et réaliser des mesures de tensions et de durées (**CURSORS**),
- de faire des mesures automatiques de tensions et de durées (**MEASURES**),
- d'afficher la fréquence du signal, la période du signal...

I.3. Les câbles de connexion utilisés

Le câble banane-banane :

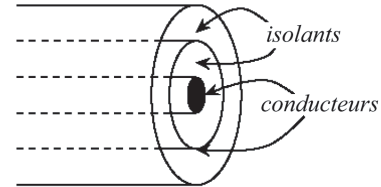
Il s'agit d'un conducteur ohmique unique (1 seul fil) permettant de relier différents points d'un circuit. Sur la plupart des fiches, il existe en plus un trou (fiche banane femelle) permettant de faire repartir plusieurs câbles de ce point.

Le câble coaxial :

Pour éviter les parasites, on utilise des câbles coaxiaux pour relier le GBF, l'oscilloscope et le circuit étudié.

Un câble coaxial est constitué de **deux conducteurs** métalliques cylindriques de même axe. Le conducteur externe est relié à la masse (M) de l'appareil sur lequel on le branche tandis que le conducteur interne transporte le signal (S) utile.

Le câble coaxial est muni à ses extrémités d'un connecteur **BNC** (qui possède exactement la même structure que le câble coaxial) ou d'un adaptateur **BNC-banane**.



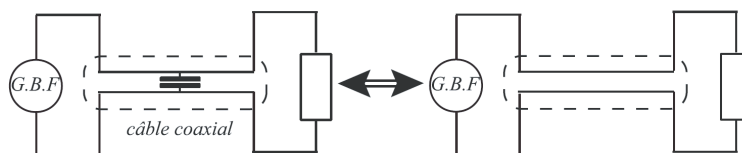
Il existe différents modèles de câbles coaxiaux :

- Câble coaxial BNC-BNC : le câble se termine par un connecteur BNC aux deux extrémités ; il permet de relier directement le GBF à l'oscilloscope.
- Câble coaxial BNC-Banane : le câble possède un connecteur BNC à une extrémité et deux fiches banane à l'autre extrémité : la fiche rouge correspond au conducteur interne du câble (donc au signal S) et la fiche noire au conducteur externe (donc à la masse M) ; il permet de raccorder le GBF ou l'oscilloscope à un circuit.



A retenir :

Comme toute paire de conducteurs séparés par un isolant, un câble coaxial constitue aussi un condensateur (de capacité environ égale à 10 pF). La plupart du temps, il sera possible de négliger l'effet de ce condensateur.



I.4. Electricité au laboratoire

La terre :

Pour des petites installations électriques (les particuliers), EDF achemine deux fils l'un étant appelé la "phase" et l'autre "le neutre". Entre ces deux fils existe une tension alternative, sinusoïdale de valeur moyenne nulle, de valeur efficace 230 V et de fréquence 50 Hz.

Pour des raisons de sécurité, chaque installation doit comporter un troisième fil relié à la Terre. C'est la fiche métallique des prises lorsque celle-ci est présente. Ce fil se note $\text{---}\overline{\text{---}}$. Pour ces mêmes raisons de sécurité, les carcasses métalliques des appareils doivent être reliées à la terre. En effet, supposons un contact électrique (dû à un dysfonctionnement) entre la phase et la carcasse d'un appareil, si celle-ci est reliée à la Terre, cela occasionne un court-circuit et le disjoncteur différentiel coupe l'alimentation. Si la carcasse n'est pas reliée à la Terre, la carcasse est alors à un potentiel différent du sol et une personne qui la touche établit une liaison électrique entre cette carcasse et le sol : elle est parcourue par un

courant qui provoque l'électrocution...

La masse flottante :

On peut distinguer deux types d'appareils qui se relient à des circuits électriques :

- Les appareils dits "à masse flottante" n'ont aucune de leurs bornes reliée à la terre (mais leur carcasse l'est). C'est le cas des alimentations stabilisées et des multimètres.
- Les appareils qui ne sont pas à masse flottante, par exemple un GBF ou un oscilloscope, ont une de leurs bornes reliée à la terre. Par convention, il s'agit :
 - de toutes les bornes noires des embouts fiche banane,
 - de tous les conducteurs externes des embouts BNC,

Par conséquent, dès qu'on les branche, l'oscilloscope et le GBF ont une de leurs bornes reliée.

La masse :

Comme on ne sait, au final, que mesurer des différences de potentiel parce que le potentiel électrique est défini à une constante près, on choisit de poser, arbitrairement, que le potentiel est nul à la masse notée $\text{---}\text{---}\text{---}$.

Ainsi la masse n'est ni plus ni moins qu'une référence pour les potentiels électriques. Et le fait est, puisque les appareils ont souvent une de leurs bornes reliée à la terre, que l'on choisit précisément ce point (la terre) comme masse du circuit. **Toutefois, bien que les appareils soient déjà reliés entre eux par la terre, il faudra toujours relier leurs masses entre elles et à la masse du circuit.**

II. Généralités sur les signaux périodiques



A retenir :

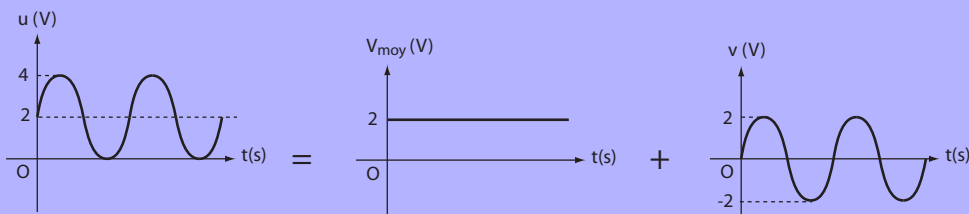
Tout signal périodique $u(t)$ sera considéré comme la somme de deux signaux :

→ Un signal continu constant appelé **composante continue** (ou offset) : on la note V_{moy} .

→ Un signal variable $v(t)$ de valeur moyenne nulle appelé composante variable ou **composante alternative**.

$$u(t) = V_{moy} + v(t)$$

Exemple :



- De manière classique, V_{moy} est définie par :

$$V_{moy} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

V_{moy} se calcule par une simple intégrale sur une période T du signal.

La valeur V_{moy} peut être positive, négative ou nulle.

Elle correspond à l'**offset** du signal périodique.

- $v(t)$ peut être déduit de la connaissance de $u(t)$ et de V_{moy} : $v(t) = u(t) - V_{moy}$.
A partir d'un signal donné $u(t)$, on peut aisément éliminer la composante continue V_{moy} de ce signal et obtenir $v(t)$ qui est la composante alternative du signal.
- On appelle **amplitude** d'un signal périodique $u(t)$, la valeur maximale que prend sa partie alternative $v(t)$. Dans l'exemple ci-dessus, l'amplitude du signal vaut 2 V.



Important : reprenons l'exemple du signal de gauche. La valeur moyenne V_{moy} et l'amplitude A peuvent ici se déterminer aisément en considérant la valeur maximale u_{max} et minimale u_{min} prise par la tension $u(t)$. Par lecture graphique on peut mesurer :

$$u_{max} = 4\text{V} \quad \text{et} \quad u_{min} = 0\text{V}$$

On pourra vérifier que :

$$\boxed{V_{moy} = \frac{u_{max} + u_{min}}{2}} = 2\text{V} \quad \text{et} \quad \boxed{A = \frac{u_{max} - u_{min}}{2}} = 2\text{V}$$

Ces résultats s'appliquent également aux deux autres signaux, le signal du milieu étant un signal continu ($A = 0$ et $V_{moy} = 2\text{V}$), le signal de droite étant un signal de valeur moyenne nulle $V_{moy} = 0\text{V}$ et d'amplitude $A = 2\text{V}$.



Les deux expressions précédentes encadrées sont à bien connaître car elles permettent en séance de travaux pratiques d'évaluer rapidement les deux grandeurs que sont la valeur moyenne et l'amplitude d'un signal.