

Instrumentation numérique

La maîtrise de l'énergie électrique a constitué l'un des axes principaux de recherche scientifique du XIX^{ème} siècle. De nombreux magiciens utilisèrent l'électricité à l'origine pour enrichir leurs spectacles d'effets impressionnants et prétendument magiques. Toutefois, des industries cernèrent rapidement le potentiel d'une telle source d'énergie et celle-ci rentra peu à peu dans le quotidien de nombreux pays occidentaux. On estime aujourd'hui à 85% la part d'êtres humains ayant accès à l'électricité dans leur domicile.

L'étude et l'exploitation de l'électricité fait ainsi logiquement partie de la formation de tout ingénieur généraliste et c'est pour cela que l'étude des signaux électriques occupera une large part dans vos deux premières années d'études. Dans ce TP, nous allons nous intéresser aux outils et aux techniques expérimentales qui nous permettent d'extraire une information donnée d'un signal électrique : c'est ce qu'on appelle le traitement du signal.

Dans la première partie de ce TP, nous nous intéresserons à l'observation de signaux à l'aide d'un oscilloscope. Dans la deuxième partie, nous tenterons de mesurer la valeur de la résistance d'un conducteur ohmique.

Matériel à disposition

- | | |
|--|---|
| ↪ Oscilloscope numérique à double entrée | ↪ Voltmètre |
| ↪ Générateur à basse fréquence | ↪ Ampèremètre |
| ↪ Câbles électriques | ↪ Conducteur ohmique de résistance inconnue |
| ↪ Ohmmètre | ↪ Conducteur ohmique de résistance 100 Ω |

Travail personnel

Il est conseillé de préparer les questions précédées du symbole  chez vous afin de ne consacrer votre temps qu'aux manipulations. Un TP bien préparé vous fait gagner du temps en séance expérimentale.

Pour bien vous préparer à la séance, vous pouvez compléter ces questions par la vidéo en ligne sur YouTube (lien dans l'onglet TP du site) présentant le matériel étudié dans ce TP.

À l'issue du TP, je vous recommande de rédiger une fiche rassemblant les points auxquels il faut faire attention lorsqu'on utilise un GBF, un oscilloscope ou un multimètre.

Génération et observation d'un signal électrique

Document 1 - Générateur basse fréquence

Un générateur basse fréquence est un appareil très utilisé en électronique pour produire des signaux périodiques. Parfois appelé générateur de fonctions, il permet de produire des signaux sinusoïdaux, créneaux ou triangles jusqu'à une fréquence d'environ 20 MHz.

Document 2 - Oscilloscope numérique

Un oscilloscope est un voltmètre un peu évolué. À l'instar d'un voltmètre, il est composé entre autres d'une grande résistance d'entrée, quelques M, et est toujours monté en dérivation du dipôle aux bornes duquel on souhaite mesurer la tension.

C'est un appareil très pratique qui permet d'afficher l'évolution de la tension aux bornes d'un ou deux dipôles en fonction du temps. Il est même possible d'afficher l'évolution de la tension d'un dipôle en fonction de celle d'un autre.

L'affichage de l'oscilloscope est hérité d'un fonctionnement analogique dans lequel des électrons étaient envoyés sur un écran fluorescent pour faire l'image du signal. Nous étudierons le fonctionnement de ces appareils antiques ^a plus tard dans l'année.

a. Que j'utilisais moi-même à votre âge...

- 1/ Quel appareil utiliser pour générer un signal sinusoïdal d'amplitude 2,00 V, avec une composante continue de 1 V et de fréquence 1,0 kHz ?
- 2/ Quel appareil utiliser pour observer ce signal ? Comment branche-t-on TOUJOURS cet appareil ?
- 3/ Schématiser le circuit électrique réalisé pour observer le signal délivré. Faire apparaître les tensions délivrées et mesurées.

INFO

Lorsque vous utilisez un GBF, il faut au préalable vérifier deux choses :

- Le bouton "Output" est allumé. Cela signifie que le générateur fournit bien l'énergie que vous lui demandez ;
- Enfoncer le bouton "Top Menu" puis sélectionner "Menu Sortie", puis "Impédance de charge", puis "Impédance élevée". Ensuite, revenir à la construction des signaux en pressant à deux reprises le bouton .

-  Observer le signal délivré. Quel est le rôle du TRIG ? Quel est le rôle du bouton Level ?
-  Presser le bouton "CH1 Menu".
- 4/ Expliquer quel est le rôle des couplages d'entrée Masse, AC, CC (vous pouvez modifier le signal pour répondre à cette question : par exemple, rajouter une composante continue sur le GBF).
-  Faire varier la fréquence du signal émis.
- 5/ Pouvez-vous évaluer la bande passante de l'appareil d'observation ? Comparer avec l'indication du constructeur.
-  Générer un créneau de basse fréquence.
- 6/ L'observer avec divers couplages d'entrée. Commenter.

Mesure de la valeur d'une résistance

Document 3 - Multimètre

Mesure de résistances : Ohmmètre Une mesure directe de la résistance d'un conducteur ohmique peut être réalisée à l'aide d'un ohmmètre. Pour procéder à la mesure, il faut impérativement retirer le conducteur ohmique du circuit.

L'ohmmètre injecte ainsi un courant dans le conducteur ohmique, mesure la tension à ses bornes et en déduit la valeur de la résistance grâce à la loi d'Ohm. Si on n'enlève pas le dipôle du circuit, la mesure est alors nécessairement faussée.

La valeur mesurée sur cette position est assortie de l'incertitude suivante : $\delta R = 0,1\% + 3UR$ avec UR le dernier chiffre affiché par l'appareil.

Mesure de tensions : Voltmètre

Type de signal	Continu	Sinusoïdal pur	Sinusoïdal avec offset
Mesure en fonction du couplage	Position DC : Tension moyenne	Position AC : Tension efficace	Position DC : Composante continue Position AC : Valeur efficace ondulation Position AC+DC : Valeur efficace totale

Document 4 - Mesures de tensions périodiques

Lors de l'étude d'un signal périodique, différentes grandeurs homogènes à une tension peuvent intéresser le manipulateur.

- L'**amplitude** du signal : elle est intéressante dans la mesure où elle est directement mesurable sur l'écran de l'oscilloscope ou de tout appareil d'affichage de l'évolution du signal en fonction du temps ;
- L'**amplitude pic à pic** du signal : elle est intéressante pour la même raison ;
- La **valeur moyenne** du signal : certains appareils électriques sont sensibles à la valeur moyenne du signal qu'ils reçoivent. Pour rappel, la valeur moyenne d'un signal s est :

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

Pour rappel, soient a et b deux signaux : $\langle a(t) + b(t) \rangle = \langle a(t) \rangle + \langle b(t) \rangle$.

- La **valeur efficace** du signal : nous allons voir plus loin que cette grandeur semble la plus pertinente à étudier lorsqu'on souhaite accéder à l'énergie transportée par le signal. Son expression est la suivante :

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

Dans le cas d'un signal sinusoïdal, on a : $u(t) = u_m \cos(\omega t + \varphi)$.

- 🏠 7/ Que représentent u_m , ω et φ ?
 - 🏠 8/ Calculer $\langle u(t) \rangle$.
 - 🏠 9/ Cette grandeur paraît-elle pertinente pour rendre compte de l'énergie électrique qui traverse un fil ?
 - 🏠 10/ Exprimer u_{eff} en fonction de u_m .
On ajoute à ce signal une composante continue u_0 , ce qui donne : $u(t) = u_0 + u_m \cos(\omega t + \varphi)$
 - 🏠 11/ Calculer la nouvelle valeur de $\langle u(t) \rangle$.
 - 🏠 12/ Exprimer u_{eff} en fonction de u_m et u_0 .
 - 🏠 13/ À l'aide d'un schéma, proposer un protocole permettant de mesurer la valeur de la résistance à l'aide d'un Générateur Basse Fréquence et de deux multimètres.
- 🔧 Mesurer la valeur de la résistance que vous devez tester directement à l'aide d'un ohmmètre.
- 14/ Donner le résultat en précisant les incertitudes.
- 🏠 15/ On désire générer un signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz et de valeur efficace $u_{eff} = 2,00$ V. Quelle valeur d'amplitude faut-il choisir ?
- 🔧 Brancher alors le multimètre ainsi que l'oscilloscope aux bornes du GBF et se mettre en couplage AC sur le multimètre et l'oscilloscope. Visualiser le signal obtenu sur l'oscilloscope ainsi que la valeur efficace mesurée par le multimètre.
- 🔧 Nous allons à présent ajouter par l'OFFSET du GBF une tension continue. Faire varier la valeur de cette tension.
- 16/ Quelle influence cette tension d'OFFSET a-t-elle sur la valeur efficace mesurée par le multimètre ainsi que sur le signal visualisé à l'oscilloscope ?
- 🔧 Se mettre à présent en couplage DC sur le multimètre et CC sur l'oscilloscope. Faire à nouveau varier la tension d'offset.
- 17/ Cette tension a-t-elle dorénavant une influence sur la valeur mesurée par le multimètre ainsi que sur le signal visualisé à l'oscilloscope ?
 - 18/ Remplir la feuille annexe.
- 🔧 Réaliser votre deuxième protocole, avec les réglages pertinents.
- 19/ Donner votre un résultat en précisant les incertitudes.
 - 20/ Confronter les valeurs expérimentales obtenues aux données constructeur.
 - 21/ Réaliser à nouveau votre protocole avec la résistance de 100Ω . Que constatez-vous ?