

TP 4 : Etude d'une tension variable dans le temps

Objectifs :

- Prise en main du GBF et de l'oscilloscope
- Obtenir un oscillogramme
- Mesurer un signal variable dans le temps
- Mesurer les résistances internes (d'entrée et de sortie) des générateurs et des appareils de mesures

Matériel :

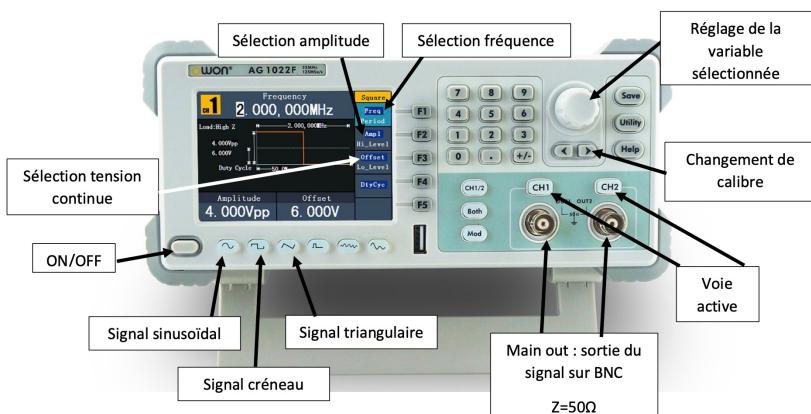
- GBF
- Oscilloscope
- Multimètre
- Résistances et condensateurs

I Générateur basse fréquence (GBF)

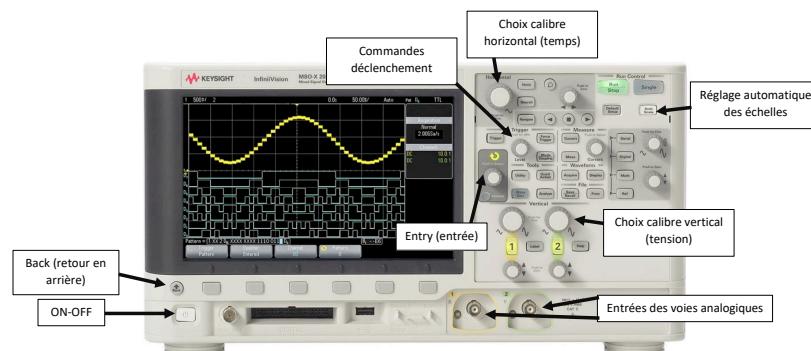
Le GBF délivre une tension dont les paramètres (amplitude, fréquence) peuvent être choisis.



- Le GBF n'est pas à masse flottante, il est relié à la masse via le cordon d'alimentation.
- Le signal est envoyé au circuit seulement lorsque la voie est activée en appuyant sur *CH1* ou *CH2*. Le bouton est alors allumé.
- Le point sur l'affichage correspond à une virgule alors que la virgule sépare les milliers, millions, millièmes, millionnèmes etc... Exemple sur la figure ci-dessous on lit 2 MHz.

**II Oscilloscope numérique Agilent KEYSIGHT****1 présentation**

L'oscilloscope est un instrument qui permet de mesurer une tension en fonction du temps. Il s'apparente à un voltmètre et doit donc être branché en **dérivation**. La masse de l'oscilloscope est reliée à la terre par le cordon d'alimentation, situé dans le rangement sous le couvercle.

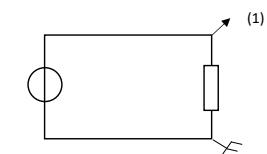


La connectique se fera avec des adaptateurs BNC représentés ci-contre. Les fils noirs sont reliés à la masse de l'instrument qui doit être la même que celle du circuit à étudier. Les fils rouges permettent de visualiser l'évolution de la tension choisie au cours du temps.

Nous utilisons deux entrées analogiques (1 et 2) non différentielles qui correspondent respectivement à la voie 1 CH1 (ou Y1) et la voie 2 CH2 (ou Y2).

**2 Observation d'un premier signal**L'essentiel de la navigation se fait avec les boutons *Entry* et *Back*.Vous pouvez aussi appuyer sur la touche *Help* si besoin, et un appui long sur n'importe quelle touche affiche l'aide sur les fonctions de cette touche.

- Régler sur le GBF un signal sinusoïdal de fréquence $f = 1 \text{ kHz}$, d'amplitude crête-à-crête $V_{pp} = 10 \text{ V}$ et comportant une tension continue appelée offset $u_0 = 5 \text{ V}$. Le signal s'écrit : $u(t) = u_0 + \frac{V_{pp}}{2} \cos(2\pi ft)$
- connecter le GBF sur la voie 1 de l'oscilloscope
- Faire le schéma du montage sur votre compte rendu, en pensant à bien placer les masses. On indique la différence de potentiel mesurée par l'oscilloscope grâce à une flèche dans le circuit comme dans l'exemple ci-contre

**3 Commandes horizontales**

- Expérimenter le rôle des deux potentiomètres (si on tourne, si on appuie).
- Appuyer sur le bouton *Horiz* pour appeler le menu horizontal en bas de l'écran.



- Les touches de fonctions (sous l'écran) permettent de choisir le **mode normal** pour lequel la tension u est visualisée en fonction du temps, ou le **mode XY** pour lequel la tension envoyée sur la voie 2 est visualisée en fonction de la tension envoyée sur la voie 1.

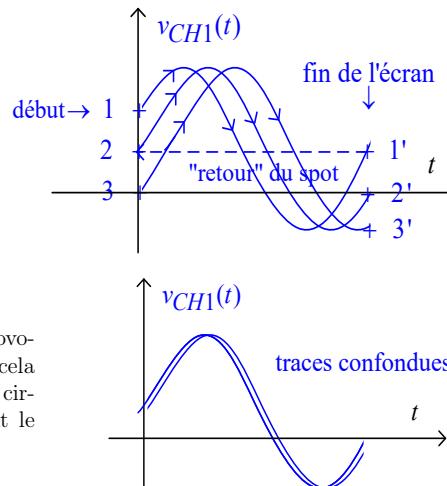
4 Commandes verticales

- Appeler le menu grâce au bouton 1 de la voie 1 (ou le bouton 2 de la voie 2 si vous êtes branché sur la voie 2...)
- Comparer les modes de coupages DC et AC : quel est le signal visualisé en mode DC ? celui visualisé en mode AC ? Quel est le rôle du mode AC ?
- Le menu permet aussi d'accéder à la fonction sonde : cette fonction ajoute un facteur de multiplication sur la sensibilité de la voie verticale.
Sauf indication contraire il faut toujours utiliser le rapport 1.



5 Déclenchement = trigger = synchronisation

Si le signal observé n'est pas stable, c'est qu'il y a un problème de synchronisation : les différentes traces du signal au cours du temps ne se superposent pas car leur départs sont différents.



On souhaite que les traces se superposent, provoquant l'immobilité apparente du signal. Pour cela il faut synchroniser le début du signal avec les circuits internes de l'oscilloscope qui permettent le balayage du spot.

Le déclenchement est utilisé quand la base de temps est active (c'est-à-dire en mode normal).

Réglage des paramètres de déclenchement :

- Niveau de déclenchement : bouton level

Ce bouton ajuste la tension de départ du signal, mise en évidence sur l'écran par le symbole T à gauche de l'écran.

Qu'observe-t-on si le niveau choisi n'est jamais atteint par le signal ?

- Paramètres du menu déclenchement :

- On sélectionne a priori le déclenchement sur front.
- la Source doit être sur la voie visualisée.



- le déclenchement se fait pour une valeur de tension fixée par le bouton level mais cette tension peut être choisie sur une pente positive ou une pente négative. Le signe de la pente est choisi avec la touche Pente.



- Touche mode/coupling :

- Le mode Auto est le réglage par défaut. Dans ce mode, même si les conditions de déclenchement ne sont pas satisfaites, des traces apparaissent à l'écran.
- Dans le mode normal, si les conditions de déclenchement ne sont pas satisfaites, les acquisitions ne se produisent pas : on ne voit rien à l'écran.

On se place toujours en mode Auto

- Le choix de couplage n'intervient pas pour les signaux simples que vous aurez à visualiser.

6 Premières Mesures

A l'aide du menu cursors

- Faire une mesure de période en déplaçant alternativement les curseurs x1 et x2.
- Faire une mesure de tension crête à crête en déplaçant alternativement les curseurs y1 et y2.
- Comparer aux valeurs choisies sur le GBF



A l'aide du menu meas (mesures automatiques)



- Mesurer la période, la fréquence, la tension crête-à-crête.
- Comparer aux valeurs choisies sur le GBF

7 Mesure de déphasage

Réaliser le montage d'un circuit (R, C) série avec $R = 1\text{ k}\Omega$ et $C = 100\text{ nF}$.

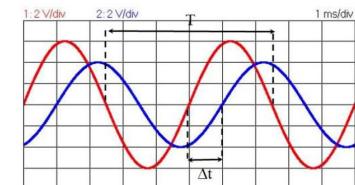
On règle le GBF sur un signal sinusoïdal e de fréquence $f = 1600\text{ Hz}$ et d'amplitude $A = 2,5\text{ V}$: $e = A \cos(2\pi ft)$.

On note $u_c(t) = U_0 \cos(2\pi ft - \varphi)$ la tension aux bornes du condensateur. φ est le **déphasage** de $u_c(t)$ par rapport à $e(t)$.

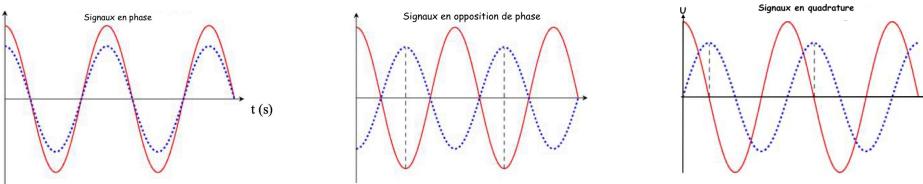
Le déphasage φ d'une grandeur par rapport à une autre est une notion que l'on rencontre souvent (en électronique et aussi en optique, mécanique, électromagnétisme...).

Un déphasage se mesure entre deux signaux **synchrones** : c'est-à-dire de **même fréquence** f et on a $[\varphi = 2\pi f \Delta t]$ avec Δt le décalage temporel entre les deux signaux. φ s'exprime en radians et peut prendre a priori n'importe quelle valeur entre $-\pi$ rad et $+\pi$ rad.

Dans le cas ci-dessous le signal bleu est en **retard de phase** par rapport au signal rouge : le déphasage entre les signaux bleu et rouge est **négatif**.



Il y a des déphasages particuliers comme lorsque les signaux sont en phase $\varphi = 0 [2\pi]$ rad : les sommets des courbes sont aux mêmes instants ; en opposition de phase $\varphi = \pi [\pi]$ rad : le minimum d'un signal correspond au maximum de l'autre ; en quadrature de phase $\varphi = \frac{\pi}{2} [\pi]$ rad : lorsqu'un signal est au maximum, l'autre passe par 0.



- Visualiser les deux tensions dans une même fenêtre : $e(t)$ sur CH1 et $u_c(t)$ sur CH2. u_c est-elle en avance ou en retard par rapport à $e(t)$?
- Mesurer Δt et la période des signaux T grâce aux curseurs. En déduire le déphasage φ avec les incertitudes associées.
- Faire de même avec la mesure automatique.

On se place maintenant dans le mode XY , la représentation de $u_c = f(e)$ est une ellipse.

Quand $e = 0$, $u_c = \pm U_0 \sin \varphi$ aux points M et N . Comme $OA = U_0$, on a :

$$\sin \varphi = \frac{OM}{OA} = \frac{MN}{AB}$$

On peut donc déterminer rapidement le déphasage. Mais cette méthode ne permet pas de déterminer le signe de cette phase... Elle est surtout utilisée pour des signaux en phase, en opposition de phase ou en quadrature de phase.

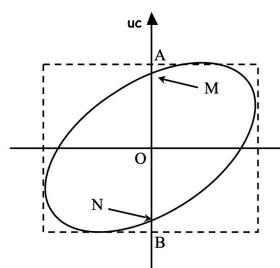
- Dessiner rigoureusement les courbes obtenues
- Déterminer φ dans le mode XY avec son incertitude
- Comparer les résultats et conclure.

III Mesures de résistances internes

1 Travail préliminaire

On considère deux résistances R_1 et R_2 branchées en série aux bornes d'un générateur idéal de tension E . On mesure la tension U aux bornes de la résistance R_2

- Faire le schémas du circuit
- Donner l'expression de la tension U en fonction de R_1 , R_2 et E
- Quelle est la valeur de E lorsque $R_1 = R_2$?
- La résistance R_2 étant variable, proposer un protocole permettant de déterminer la valeur de la résistance R_1 .



2 Mesure de la résistance interne d'un GBF

- A l'aide du travail préliminaire, proposer un protocole permettant de mesurer la résistance interne du GBF (Faites des schémas!!!)
- Effectuer les mesures
- Donner une estimation de la résistance interne du GBF (n'oubliez pas les incertitudes!)

3 Mesure de la résistance d'entrée d'un oscilloscope

- A l'aide du travail préliminaire, proposer un protocole permettant de mesurer la résistance d'entrée de l'oscilloscope (Faites des schémas!!!)
- Effectuer les mesures
- Donner une estimation de la résistance d'entrée de l'oscilloscope (n'oubliez pas les incertitudes!)
- Commentaires : comparer la résistance interne du GBF à la résistance d'entrée de l'oscilloscope.

IV Annexe : mode XY

Considérons deux tensions sinusoïdales : $u_1(t) = U_1 \cos(\omega t)$ et $u_2(t) = U_2 \cos(\omega t + \varphi)$, envoyées respectivement sur CH1 et CH2.

Dans le mode XY , on visualise u_2 en fonction de u_1 . Or on peut écrire :

$$\frac{u_2}{U_2} = \cos(\omega t + \varphi) = \cos(\omega t) \cos(\varphi) - \sin(\omega t) \sin(\varphi) = \frac{U_1}{U_2} \cos(\varphi) - \sqrt{1 - \frac{U_1^2}{U_2^2}} \sin(\varphi)$$

Donc en réarrangeant les termes et en passant aux carrés : $\left(\frac{U_2}{u_2} - \frac{u_1}{U_1} \cos(\varphi) \right)^2 = \left(1 - \frac{u_1^2}{U_1^2} \right) \sin^2(\varphi)$
En développant on trouve l'équation d'un ellipse :

$$\left(\frac{u_1}{U_1} \right)^2 + \left(\frac{u_2}{U_2} \right)^2 - 2 \frac{u_1}{U_1} \frac{u_2}{U_2} \cos(\varphi) = \sin^2(\varphi)$$

- Si $\varphi = 0$ rad ou $\varphi = \pi$ rad, la courbe décrite par le spot est une droite passant par l'origine du repère et de pente égale au quotient des amplitudes des signaux (en valeur absolue) :

$$\left(\frac{u_1}{U_1} \pm \frac{u_2}{U_2} \right)^2 = 0 \Leftrightarrow u_2 = \pm \frac{U_2}{U_1} u_1$$

- Si $\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$ rad, la courbe est une ellipse dont les axes sont parallèles aux axes des coordonnées :

$$\left(\frac{u_1}{U_1} \right)^2 + \left(\frac{u_2}{U_2} \right)^2 = 1$$

Si en plus on a des signaux de même amplitudes $U_1 = U_2$, alors la courbe est un cercle.

- pour toute autre valeur de φ , MN correspond à la valeur $2u_2$ pour $u_1 = 0$ V. Donc en remplaçant dans l'équation de l'ellipse on a : $MN = 2U_2 |\sin \varphi|$

De plus $AB = 2u_2$, tension crête-à-crête du signal $U_2(t)$ donc

on obtient le déphasage en mesurant sur le graphe le rapport $\frac{MN}{AB} = |\sin \varphi|$.

Pour aller plus loin :

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Elec/Alternatif/mesure_dephasage.html
<http://subaru.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/electro/lissajou.html>

