

TP 9 : Prise en main de l'oscilloscope numérique

💡 Compétences expérimentales exigibles du programme :

- ✓ Mesurer une tension avec un oscilloscope numérique
- ✓ Produire un signal électrique analogique périodique simple à l'aide d'un GBF



But du TP

Apprendre à utiliser un oscilloscope numérique et un générateur basses fréquences (GBF), puis mettre en application pour étudier le régime transitoire d'un circuit RC .

Matériel :

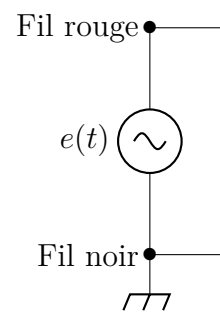
- | | | |
|----------------------------|---------------------|------------------------------------|
| — 1 oscilloscope numérique | — fils de connexion | — 1 boîte à décades de résistances |
| — 1 GBF | — 1 multimètre | — 1 boîte à décades de capacités |

I Travail préparatoire (présentation du matériel) 🏠

🔧 Matériel : GBF

Un GBF est une source de tension (non idéale) de résistance interne 50Ω . Pour des raisons de sécurité la carcasse du GBF est reliée à la prise de Terre. La partie extérieure des bornes BNC de sortie sont reliées à la carcasse donc à la prise de Terre.

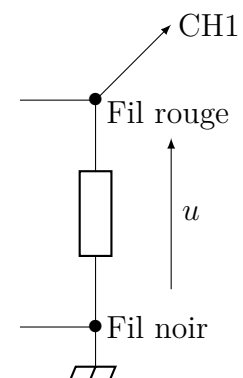
Dans les câbles BNC-banane (un côté BNC que l'on branche directement sur le GBF et un côté avec un fil noir et un fil rouge), le fil noir est relié à la partie extérieure de la borne BNC de sortie du GBF, et donc à la carcasse, et donc à la Terre.



🔧 Matériel : Oscilloscope

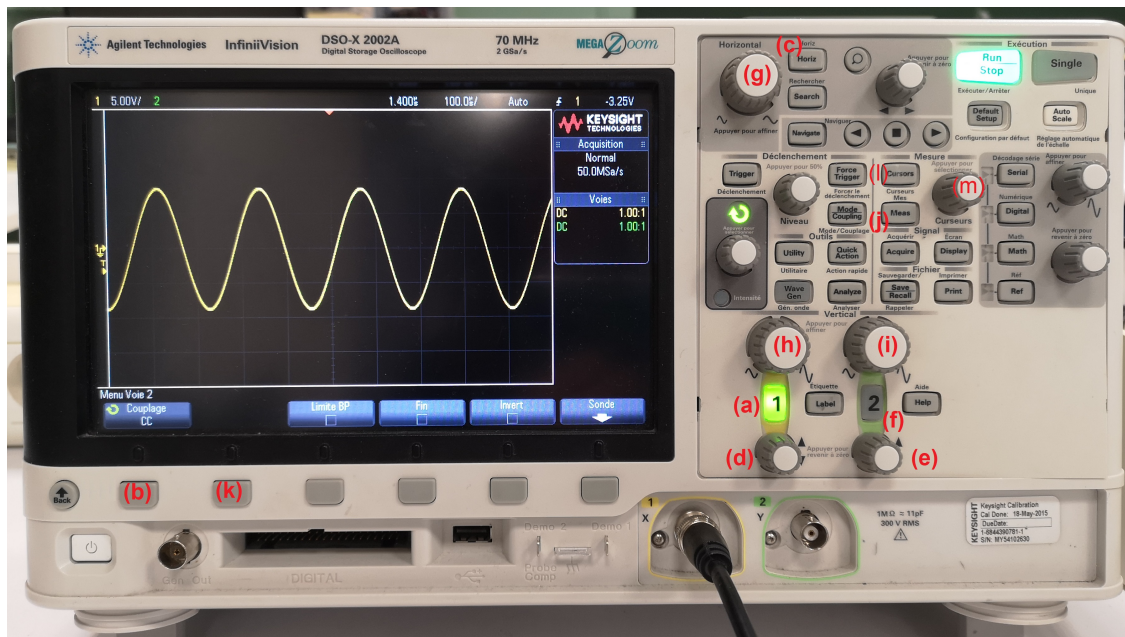
Un oscilloscope numérique permet l'acquisition, l'affichage et le traitement d'une ou deux tensions électriques variant en fonction du temps. Il possède deux voies d'entrée appelées Voie 1 (ou CH1) et Voie 2 (ou CH2). Pour des raisons de sécurité la carcasse de l'oscilloscope est reliée à la prise de Terre. Les prises d'entrée sont de type BNC (la partie extérieure est reliée à la carcasse donc à la Terre et la partie intérieure au potentiel mesuré). Un adaptateur BNC-banane peut être installé : ainsi, chaque voie se branche grâce à deux bornes (rouge et noire), la borne noire correspondant à la masse de l'oscilloscope, donc à la Terre.

Le branchement de l'oscilloscope se fait de façon similaire à celui d'un voltmètre, mais il introduit nécessairement une masse dans le circuit. Sur un schéma, le branchement de l'oscilloscope se représente avec une flèche placée à la pointe de la flèche de la tension u mesurée et un symbole de masse de l'autre côté de la flèche de la tension mesurée u (voir schéma ci-contre).



Oscilloscope Agilent

Au lycée, vous disposez du modèle Agilent DSO - X2002A. Voici une description de sa face avant :



- En haut de l'écran une ligne résume la configuration de l'oscilloscope.
- En bas de l'écran, 6 touches de fonction (menu) sont accessibles après avoir sélectionné une des touches grises du pavé de droite. Sur le pavé de droite, les touches grises sont regroupées en zones, dont : « Horizontal », « Vertical », « Mesure », « Déclenchement » et « Exécution ».

Couplage

Pour chaque voie, il existe deux couplages d'entrée possibles, accessibles avec les touches (a) = ouverture du menu Voie 1, puis (b) = choix du couplage :

- mode CC (couplage continu) : la tension visualisée sur l'écran correspond à la tension d'entrée (avec ses composantes variable et continue)
- mode CA (couplage alternatif) : la tension visualisée n'est pas la tension d'entrée, mais seulement sa composante variable (= la tension d'entrée moins sa moyenne temporelle). Par exemple, pour un signal d'entrée $E_0 + E_m \cos(\omega t)$, on observe à l'écran seulement $E_m \cos(\omega t)$. En pratique, l'entrée CA supprime les composantes basses fréquences d'un signal (inférieures à quelques hertz).

On se placera toujours en couplage CC (sauf cas exceptionnel, ce sera précisé).



Remarques

- Comparaison avec le multimètre :
 - le multimètre en mode DC mesure la valeur moyenne du signal
 - le multimètre en mode AC mesure la valeur efficace de la composante variable du signal
 - le multimètre en mode AC+DC mesure la valeur efficace du signal complet

Avec, pour un signal périodique $y(t)$ de période T :

- valeur moyenne = $\langle y(t) \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T y(t) dt$
- valeur efficace = $Y_{\text{eff}} = \sqrt{\langle y^2(t) \rangle} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T y^2(t) dt}$

Q1. Prévoir pour chacun des 3 modes du multimètre, la valeur mesurée pour une tension sinusoïdale $E_0 + E_m \cos(\omega t)$.

Affichage

Avec un oscilloscope, deux modes sont possibles, accessibles avec les touches (c) = ouverture du menu Horizontal, puis (b) = choix du mode temps :

- **Mode normal (= balayage)** : La position verticale représente la tension mesurée, et la position horizontale est « balayée » temporellement. Si on note u la tension mesurée, on visualise sur l'écran la fonction $u(t)$. Ce mode permet en particulier de mesurer la période et l'amplitude d'un signal périodique. On peut également représenter simultanément deux signaux. S'ils sont périodiques synchrones (= de même fréquence) on peut mesurer leur déphasage. Le zéro de chaque voie peut être réglé indépendamment de l'autre avec les boutons (d) et (e), sa position se visualise avec un curseur de la couleur de la trace concernée sur la gauche de l'écran. Un appui sur ces boutons permet de recentrer à zéro la trace. Cela permet de superposer deux courbes, ou au contraire les écarter l'une de l'autre pour les voir mieux. Une voie est affichée à l'écran si la LED du bouton de la voie correspondante (a) et/ou (f) est allumée.
- **Mode XY** : La position verticale représente la tension u_y envoyée sur la voie 2 et la position horizontale représente cette une autre tension indépendante, notée u_x , envoyée sur la voie 1. On visualise alors sur l'écran la courbe d'équation $u_y(u_x)$ une voie en fonction de l'autre.

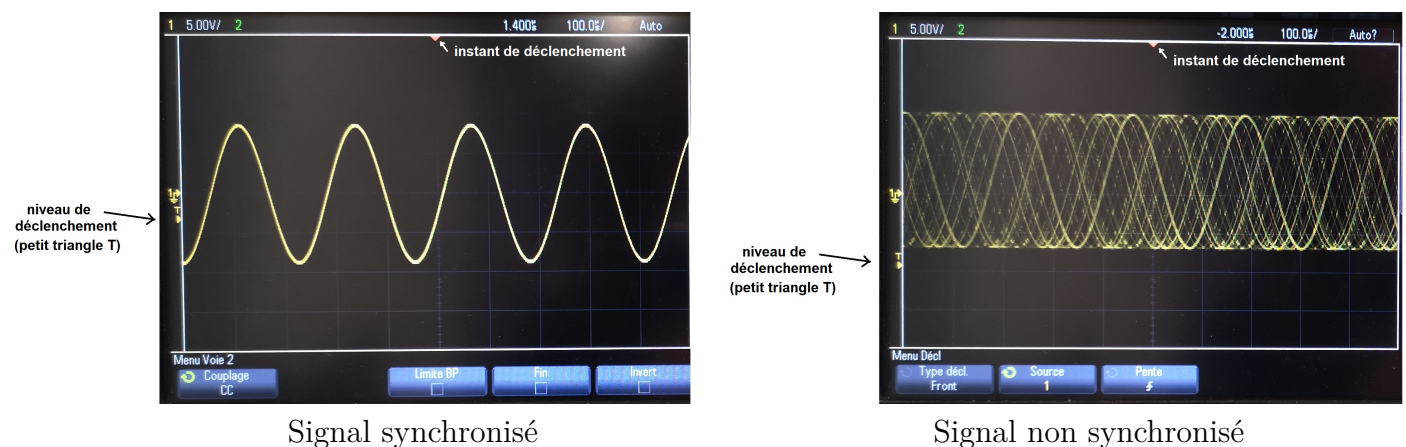
Base de temps

En mode balayage, on doit choisir la vitesse à laquelle le balayage temporel est réalisé. On règle pour cela la « base de temps » = la durée représentée par une division horizontale, au moyen du potentiomètre Horizontal (g). Ce réglage est commun aux deux voies de l'oscilloscope. Il faut adapter la base de temps aux caractéristiques du signal observé : pour un signal de période T , on choisira par exemple une base de temps de l'ordre de $T/4$ pour observer :

- plusieurs périodes sur toute la largeur de l'écran (qui à 10 fois la base de temps)
- mais pas trop pour conserver une précision suffisante

Synchronisation (Trigger)

Si la durée de balayage de l'écran n'est pas un multiple de la période du signal, on observera la superposition de différentes traces rendant le signal difficile à interpréter (voir exemple ci-dessous). On doit donc synchroniser avec le potentiomètre « niveau » de la zone « Déclenchement » le balayage temporel avec le signal en réglant le niveau de déclenchement.



On doit préciser la voie à utiliser pour la synchronisation. On choisira celle dont le signal est le plus propre (= le moins bruité). (On peut également réaliser la synchronisation sans utiliser les voies d'entrée, on fait alors un déclenchement externe. Pour cela, on peut utiliser une synchronisation avec le signal à 50 Hz du secteur ou une synchronisation avec un autre signal, qui est alors branché sur l'entrée Ext à l'arrière de l'appareil.

Calibres verticaux

Les potentiomètres de la zone « Vertical » (h) et (i) règlent le nombre de volts correspondant à la hauteur d'une division verticale (chaque voie possède son propre réglage vertical). Le calibre (= l'échelle verticale) est affichée sur en haut à gauche de l'écran (nombre de volts par division verticale).

Mesures

L'oscilloscope permet de réaliser des mesures (zone « Mesures ») :

- **Mesures automatiques** : période, fréquence, amplitude. Pour effectuer les mesures automatique, appuyer sur le bouton Meas (j) dans la zone « Mesure » puis choisir le type de mesures en appuyant sur le bouton (k).
- **Mesures avec des curseurs** : appuyer sur le bouton Meas (l) dans la zone « Mesure », il faut d'abord préciser la voie sur laquelle on effectue les mesures puisque le calibre vertical change avec la voie. On change le curseur sélectionné en appuyant sur le potentiomètre (m). On peut choisir dans le menu « Unités » l'option « Rapport (%) » pour effectuer des mesures relatives de tension : un appui sur « Utiliser Curseurs Y comme 100% » permet d'utiliser l'écart entre les deux curseur à un instant donné comme référence pour les mesures futures. Leur précision sera d'autant meilleure que le signal sera bien « lisible » à l'écran (= on observe suffisamment mais pas trop de périodes, on utilise au maximum l'écran verticalement...)

II Mesures d'une tension sinusoïdale avec composante continue (offset)

Protocole 1

- Réglage du GBF : Brancher le GBF sur la voie 1 de l'oscilloscope. Choisir une tension sinusoïdale de fréquence $f = 5 \text{ kHz}$. Régler l'amplitude à 6,0 V (bouton AMPL LEVEL), puis ajouter une composante continue de 2,5 V (bouton OFFSET).
- Effectuer les réglages de l'oscilloscope de façon à observer en mode CC 2 ou 3 périodes couvrant en grande partie l'écran (utiliser pour cela les boutons de réglages vertical et horizontal).
- Passer en mode CA. Noter vos observations.
- Mesurer par plusieurs méthodes les caractéristiques du signal : amplitude, valeur crête à crête, valeur moyenne, valeur efficace, période, fréquence.

Q2. On souhaite analyser le signal généré par le GBF avec le multimètre numérique. Quelles grandeurs ne seront pas mesurables avec le multimètre ?

Protocole 2

Effectuer les mesures des grandeurs mesurables au multimètre et vérifier leur cohérence avec celles obtenues avec l'oscilloscope.

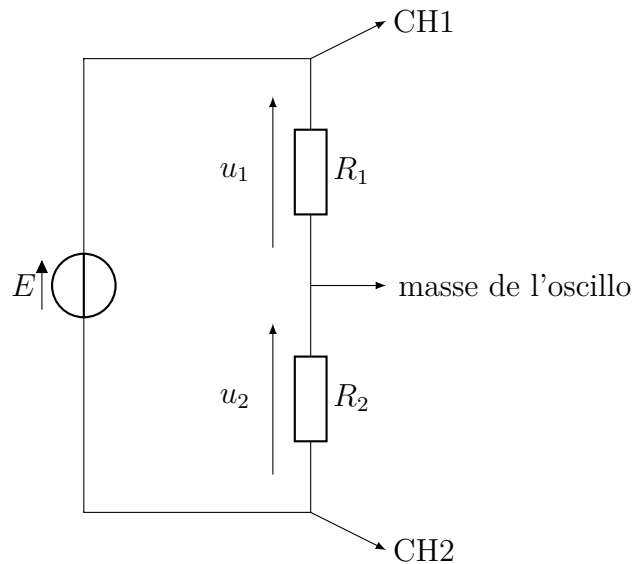


Ne pas confondre les modes AC et DC du multimètre et CA et CC de l'oscilloscope !

III Mise en évidence de la masse commune

On veut mesurer les tensions u_1 et u_2 aux bornes de deux résistances positionnées en série et alimentées par un générateur de tension continue dont une des bornes est une masse.

On choisira $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 200 \text{ k}\Omega$ et $E = 4,5 \text{ V}$.



Q3. Prévoir les valeurs de u_1 et u_2 qu'on devrait obtenir sans perturbation de l'oscilloscope.

Protocole 3

- Réglage du GBF : Régler le GBF afin qu'il délivre une tension continue de 4,5 V.
- Réaliser le circuit représenté ci-dessus.
- Mesurer à l'oscilloscope les valeurs de u_1 et u_2 . Commenter les résultats.
- Proposer un autre branchement de l'oscilloscope (faire le schéma sur votre compte-rendu), permettant de déduire les valeurs de u_1 et u_2 .
- Réaliser le montage et donner les valeurs de u_1 et u_2 obtenues.

IV Étude d'un circuit RC série à l'oscilloscope

Pour observer à l'oscilloscope des cycles de charge et décharge d'un condensateur placé dans un circuit RC série, on utilise une GBF délivrant un signal créneau de période notée T_g . Sur chaque demi période, on souhaite observer une charge ou une décharge du condensateur.

Données : $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$

Q4. Prévoir la fréquence maximale permettant de visualiser une charge et une décharge complète du condensateur.

Q5. Représenter le montage du circuit avec les branchements de l'oscilloscope.

Protocole 4

Réaliser le montage et les mesures permettant d'observer les cycles de charge et décharge du condensateur.



Auto-évaluation

J'ai compris et réalisé correctement les protocoles expérimentaux :



J'ai rédigé clairement les réponses aux questions :

