

## TP-4 *L'oscilloscope*

### **But du TP**

- Apprendre à utiliser l'oscilloscope
- Exploiter un GBF : générateur de signaux basse fréquence

### **L'oscilloscope**

C'est un appareil de *mesure* permettant d'observer la variation de la *tension* en fonction du temps. Il est particulièrement adapté à l'étude de tensions alternatives (qui sont les plus fréquentes en électricité et en électronique). L'oscilloscope admet deux voies d'entrée, ce qui offre la possibilité d'étudier, sur un même écran, deux signaux électriques distincts (pouvant ainsi comparer amplitudes, périodes et déphasages).



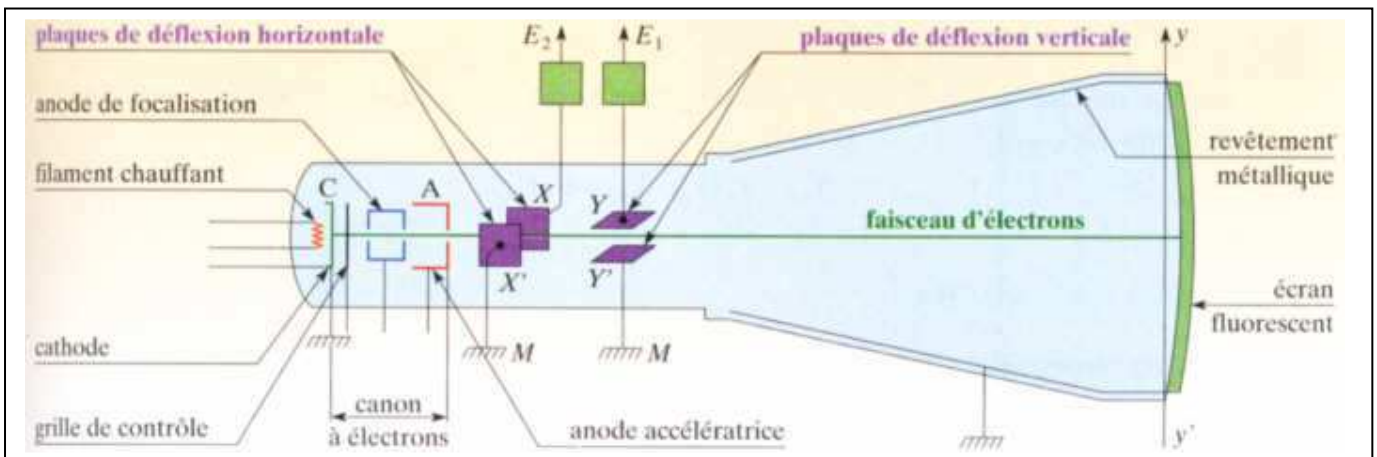
Oscilloscope Hameg HM 303-6

#### **Caractéristique du Hameg HM303-6**

Deux voies: CH I et CH II  
Modes de fonctionnement : Y-T, X-Y  
Bande passante : 0 à 35 MHz  
Impédance d'entrée :  $1\text{M}\Omega$  ; 20pF  
Couplage d'entrée : DC , AC , GND  
Tension d'entrée max. : 400V (DC+crête AC)

### **Principe de fonctionnement**

#### **Description :**



### **Constitution de l'oscilloscope**

L'oscilloscope comprend les principaux éléments suivants :

- une *alimentation* électrique stabilisée
- un *tube cathodique*
- deux *amplificateurs* pour modifier le calibre des voies d'entrée du signal

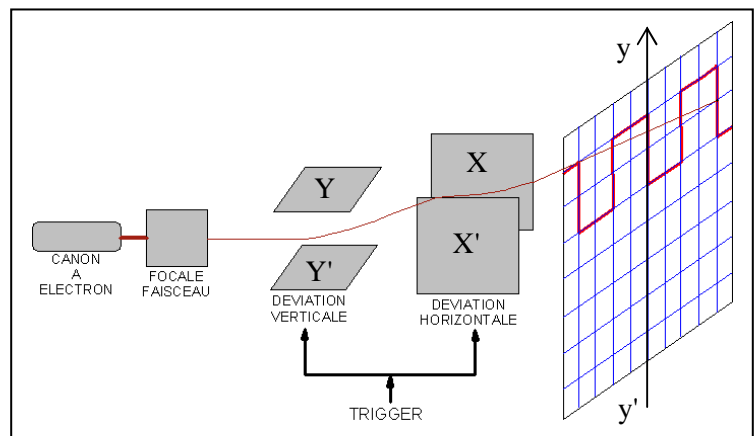
- un générateur de tension pour assurer le balayage horizontal (**base de temps**), muni d'un dispositif de synchronisation ("**trigger**").
- L'ensemble est entouré d'un **blindage métallique** pour le protéger des parasites radio (cage de Faraday).

Le **tube cathodique** est constitué selon le schéma suivant :

- ✓ la **cathode**, chauffée, émet des électrons par effet thermoélectrique ;
- ✓ l'**anode**, portée à un potentiel d'environ 2000 V par rapport à la cathode, attire les électrons et forme le faisceau ;
- ✓ la **grille de contrôle**, à un potentiel légèrement plus négatif que la cathode, elle règle le débit des électrons (et donc la luminosité) ;
- ✓ l'**anode de focalisation** a un potentiel légèrement moins positif que l'anode, elle règle la concentration du faisceau (et donc la finesse du tracé) ;
- ✓ les **plaques verticales** X et X', provoquent une déviation horizontale du faisceau ;
- ✓ les **plaques horizontales** Y et Y', provoquent une déviation verticale du faisceau.
- ✓ l'**écran fluorescent**, sur lequel l'impact du faisceau laisse une trace lumineuse : le **spot**.
- ✓ L'**enceinte de verre** : tous les éléments du tube cathodique sont placés dans une enceinte de verre dans laquelle règne un vide de  $10^{-6}$  mm de mercure. L'extrémité de cette enceinte est recouverte d'une substance fluorescente, c'est l'**écran** de l'oscilloscope.

## Mode de fonctionnement

Le signal à mesurer est appliqué à l'entrée de la voie 1 ou 2 de l'oscilloscope. La tension du signal est convertie - grâce à un amplificateur - en une "haute" tension  $U_{YY'}$ , qui sera appliquée entre les plaques Y et Y'. La haute tension  $U_{YY'}$ , qu'on peut modifier à l'aide du commutateur Volts/div., provoque une déviation verticale du faisceau d'électrons. Le **spot** se déplace alors selon l'axe vertical (y'y') d'une hauteur proportionnelle à la valeur de  $U_{YY'}$ ; cette dernière dépend bien sûr du calibre choisi.

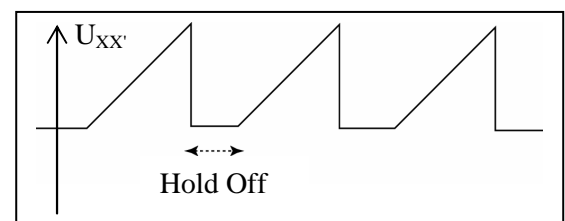
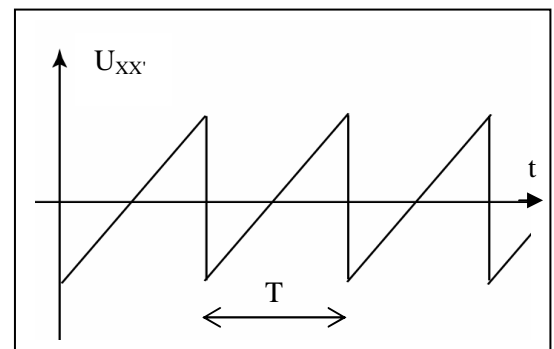


Un dispositif incorporé à l'oscilloscope, appelé **base de temps**, produit en mode **balayage** une tension  $U_{XX'}$  en dents de scie, de période T (appelée période de balayage). T est ajustable grâce au bouton Time/Div.

Pour afficher des signaux dépendant du temps, l'oscilloscope affiche une succession d'images de ces signaux. Sans **synchronisation** du balayage, les images successives se superposent avec un décalage et on observe un mouvement "apparent" de l'image.

La **synchronisation**, qui est l'affaire du circuit de **déclenchement** (ou "**Trigger**"), impose un délai d'attente de déclenchement (**Hold Off**), afin de démarrer le signal toujours du même endroit. Ainsi les images successives se superposent de façon "synchronisée", et on observe alors une image "stable".

**Réglage du Trigger** : pour réussir la synchronisation, le départ de la « dent de scie » doit être "correctement" déclenché (voir détails plus loin).



### Vitesse des électrons dans le tube cathodique

La vitesse des électrons du faisceau est déterminée par la tension accélératrice  $U_0$  entre anode et cathode; en négligeant la vitesse initiale des électrons :

$$E_c = |q_e| U_0 \approx 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ J ce qui donne : } v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} \approx 27000 \text{ km.s}^{-1}.$$

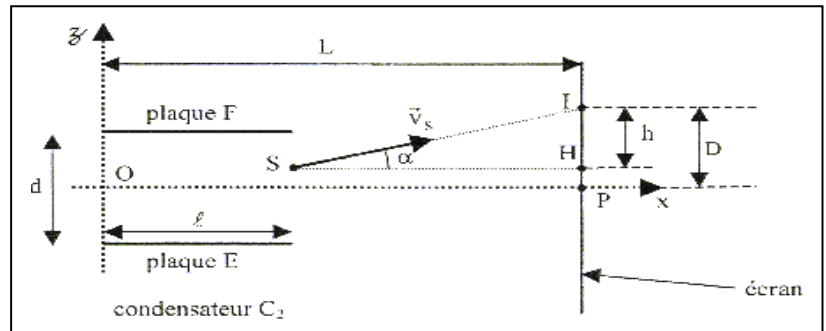
Avec de telles vitesses, le tracé de  $U(t)$  sur l'écran fluorescent est quasi instantané.

### Tension entre les plaques et déviation du faisceau d'électrons

La déviation  $D$  du faisceau est proportionnelle à la tension  $U(t)$  appliquée entre les plaques de déviation :

$$D = \frac{|q_e| l L}{m v^2 d} U$$

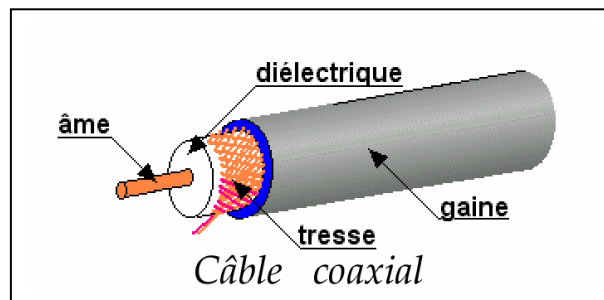
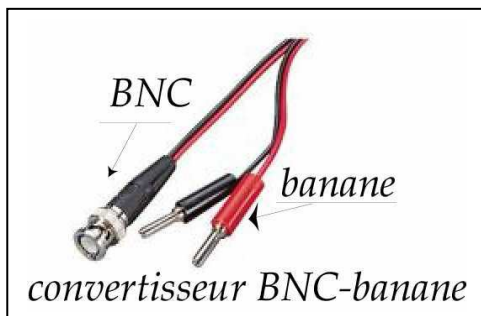
où  $l$  est la longueur des plaques de déviation,  $d$  la distance qui les sépare, et  $L$  la distance entre leur centre et l'écran fluorescent.



### Câbles de connexion

Pour recueillir le signal à l'oscilloscope, on utilise un câble coaxial. Le câble coaxial contient deux conducteurs cylindriques de même axe. Aux extrémités du câble coaxial se trouvent des fiches BNC ou des fiches bananes. Pour les convertisseurs BNC-banane, l'embout rouge est relié au conducteur interne et le noir au conducteur externe. C'est toujours le conducteur externe qui est relié à la masse.



Il convient que les câbles de mesure destinés à la transmission des signaux entre le point de mesure et l'oscilloscope soient aussi courts que possible. Tous les câbles de transmission de signaux doivent en principe être blindés, afin d'éviter que des signaux parasites ne viennent perturber le signal à étudier (d'où utilisation de câbles coaxiaux, la "tresse" faisant "effet d'écran"). Il faut toujours veiller à une bonne liaison de masse.





### Les commandes d'un oscilloscope

Pour pouvoir utiliser un oscilloscope, on commence toujours par localiser les diverses commandes visibles sur sa face avant (voir page ci-contre).

#### Propriétés des voies d'entrée

- Il existe deux **voies** d'entrée : voie 1 (**CH I**) et voie 2 (**CH II**).
- Chaque voie comporte deux bornes (regroupées dans une seule connexion **coaxiale**, nécessitant une fiche BNC) l'une des deux bornes est la "**masse**" (  ), reliée au boîtier métallique de l'oscilloscope afin de protéger contre les parasites radio (cage de Faraday). Souvent, la masse de l'oscilloscope est reliée à la prise de terre (  ).
- Chaque voie est munie d'un **commutateur** Volts/div. (div. est l'abrégié de *division*); celui-ci permet de changer le calibre de la voie choisie (le commutateur est directement relié à un

amplificateur de signaux électriques, et chaque "calibre" est relié à un "gain" donné de cet amplificateur).

- Le commutateur Volts/div. est aussi muni d'un bouton central qui joue le rôle de "**zoom**". Ce **zoom** "allonge" le signal verticalement pour, par exemple, faciliter la comparaison de la forme de deux signaux. Toutefois, pour passer à la mesure des amplitudes des signaux, il ne faut jamais oublier d'annuler la fonction "zoom" et de remettre le commutateur en position "calibrée" (c.-à-d. bouton central en butée à droite). Il faut systématiquement vérifier la position des boutons "zoom" avant d'effectuer une quelconque mesure d'amplitude.
- Pour régler le "zéro" à la position désirée sur l'écran (le milieu de l'écran, en général), on n'a pas besoin de débrancher les fils raccordés sur les entrées de l'oscilloscope, il suffit juste d'appuyer sur le bouton **GND** ("ground" ou masse). Dans ce cas, l'entrée est court-circuitée à la masse.
- Chaque voie dispose de deux positions de fonctionnement : "**entrée directe**" (**DC**) ou "**entrée alternative**" (**AC**). En général, un signal électrique, reçu à l'entrée de l'oscilloscope, admet une **composante continue** (parfois appelé **OFFSET**) à laquelle s'ajoute une **composante alternative**. En appuyant sur la touche **DC** de la voie d'entrée, le signal est reçu, par l'oscilloscope, dans sa totalité. En appuyant sur la touche **AC**, l'entrée de l'oscilloscope va sélectionner juste la composante alternative du signal (car, dans ce cas, un condensateur série élimine la composante continue du signal). Comment choisir entre **DC** et **AC**? Si la composante continue gêne une bonne visualisation du signal, on sélectionne la touche **AC**. Mais il faut toujours avoir à l'esprit que la touche **AC** comporte un condensateur d'entrée (quelques dizaines de pF) qui risque de déformer les signaux, ou de les déphaser (surtout en basse fréquence). Il faut donc toujours commencer l'observation des signaux en position **DC**, même lorsqu'on mesure des signaux alternatifs. Le passage en **AC** (rarement utile) ne doit se faire qu'en toute connaissance du signal total.
- Commutateur "**Base de temps**" : permet le réglage de la "**vitesse**" de balayage horizontal par valeurs calibrées (**Time/DIV**). Le bouton central du commutateur, ou "**zoom**" temporel, permet de "dilater" horizontalement la courbe du signal (ce qui peut être utilisé quand on a besoin d'effectuer des mesures relatives). Mais dans ce cas, l'axe temporel n'est plus calibré; pour revenir à une **base de temps** "calibrée", le bouton central doit être en butée droite (commencer toujours par vérifier ce bouton avant d'effectuer des mesures de périodes et de fréquences).
- Réglage du Trigger (ou circuit de déclenchement). Pour assurer une bonne synchronisation de la base de temps avec les signaux à visualiser, l'utilisateur doit indiquer à l'oscilloscope :
  - a- sur quel signal il doit synchroniser le déclenchement. En appuyant sur **CHI**, nous sélectionnons la voie 1 et nous la prenons comme source de déclenchement. Idem si nous appuyons sur **CHII**. En appuyant sur la touche **ALT**, la synchronisation est déclenchée alternativement par **CHI** et **CHII**. Le déclenchement peut aussi provenir d'un signal externe (si on utilise la commande **EXT.**). En appuyant sur la touche **AT/NM** le déclenchement a lieu même en l'absence de signal sur les voies d'entrée. En appuyant simultanément sur **AT/NM** et **ALT** le déclenchement se fait par le signal 50Hz du secteur (symbole ~).
  - b- si le signal de déclenchement est choisi, on peut alors sélectionner la pente de déclenchement et le niveau de celui-ci? Les pentes sont symbolisées par  et  ; le seuil de déclenchement peut, quant à lui, être modifié grâce au bouton **Level** (ce "**level**" indique la valeur de la tension du signal d'entrée à partir de laquelle le balayage commence à gauche de l'écran).
  - c- aussi il est possible d'indiquer sur quel mode le déclenchement sera couplé au signal; en effet, il peut y avoir choix entre les modes : **DC**, **AC**, avec filtre passe-bas **LF** (utile pour les signaux avec bruits) ou **TV** (signaux de télévision). On choisit la meilleure option en fonction du type de signal étudié.

**Remarque :** si la courbe obtenue est instable, il s'agit d'un problème de synchronisation. Le remède le plus simple consiste à modifier la vitesse de balayage (commutateur base de temps) pour voir si la courbe s'en trouve stabilisée. Si ce n'est pas le cas, on peut essayer un réglage manuel : modifier le **Hold off** (qui conditionne la vitesse de retour du spot à gauche de l'écran) et le bouton **Level**.

## **Modes d'affichage**

- On peut utiliser l'oscilloscope en mode **CH I** seul ou **CH II** seul (c'est un mode à "balayage" où un seul signal est visualisé en fonction du temps).
- Ou bien en mode "**CH I** et **CH II**" (mode "**DUAL**") afin d'étudier, sur un même oscillogramme, deux signaux en fonction du temps (c'est aussi un mode à "balayage" où deux signaux sont "simultanément" visualisés en fonction du temps).
- On peut aussi utiliser le mode "**CH I + CH II**" (mode "**ADD**") afin de visualiser la somme des deux signaux en fonction du temps.
- Il y a également le mode "**CH I – CH II**", où au signal de la voie 1 on "retranche" le signal de la voie 2. On réalise cette commande en appuyant simultanément sur **ADD** et **INV**.
- Enfin, on peut utiliser l'oscilloscope en mode "**X-Y**"; dans ce cas, la tension  $U_1$  de **CHI** est appliquée en déviation horizontale (à la place de la base de temps), et la tension  $U_2$  de **CHII** est gardée en déviation verticale. Ainsi, on visualise sur l'écran  $U_2$  (en ordonnée) en fonction de  $U_1$  (en abscisse). Le mode **X-Y** est aussi appelé aussi mode "**Lissajous**". Il est souvent utilisé pour estimer le déphasage  $\varphi$  entre les signaux des voies d'entrée.

## **Manipulations**

### **Mise en marche de l'oscilloscope**

#### **Avant la mise en marche :**

- ✓ Repérer, sur la face avant de l'oscilloscope, les trois "blocs" qui regroupent les boutons de commande de la voie 1 (**CH I**), de la voie 2 (**CH II**) et la **base de temps**.
- ✓ Vérifiez qu'aucune tension n'est appliquée sur les entrées **CH I** et **CH II**.

#### **Mise en marche :**

- ✓ Mettre les boutons de réglage du spot (**INTENS** et **FOCUS**) en position médiane, ainsi que les boutons de cadrage vertical et horizontal (**Y-POS I**, **Y-POS II** et **X-POS**).
- ✓ Brancher l'appareil au secteur et allumer l'oscilloscope par le bouton **POWER**.
- ✓ Obtenant une trace en ligne (due au balayage), commutez au mode **X-Y** pour visualiser un **spot**.
- ✓ Agir sur les commande **INTENS** et **FOCUS** pour obtenir un spot fin et "peu" lumineux.
- ✓ Agir sur les commandes **Y-POS II** et **X-POS** pour déplacer et centrer le spot.

**Attention!** Chaque fois que l'on visualise un spot sur l'écran, il faut réduire au maximum sa luminosité (grâce au bouton **INTENS**) pour ne pas abîmer le revêtement fluorescent de l'écran. Quand on revient au mode balayage, le signal n'est souvent plus visible, il suffit alors d'augmenter la luminosité pour que la courbe réapparaisse.

### **Mesure de tensions continues**

#### **1- réglages préalables**

- ✓ Quittez le mode **X-Y** pour passer au mode balayage (**Y-t**), augmentez l'intensité pour que la trace soit visible. Vous obtenez alors une ligne continue sur l'écran.
- ✓ Mettre le bouton **VOLTS/DIV** de **CH I** en position moyenne et "calibrée" (bouton "rouge" du commutateur **VOLTS/DIV** en butée droite).
- ✓ Mettre la vitesse de balayage (bouton **TIME/DIV.**) sur une position moyenne et "calibrée" (bouton "rouge" du commutateur **TIME/DIV.** en butée droite).
- ✓ Mettre le bouton **AC/DC** sur **DC**.
- ✓ Mettre **HOLD OFF** en butée à gauche (position la plus fréquente).
- ✓ Mettre **LEVEL** en position moyenne.

## 2- Mesure d'une tension continue de 1,5V

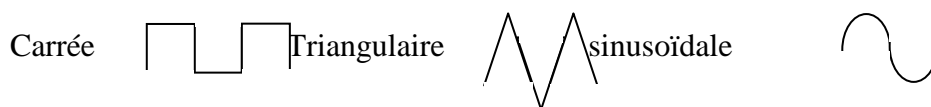
- ✓ A l'aide d'un câble à fiches BNC-Bananes, connectez l'entrée **CH I** de l'oscilloscope aux bornes d'un générateur de tension continue. Réglez votre générateur sur 1,5V.
- ✓ Une trace horizontale doit apparaître, sinon diminuez le calibre **VOLTS/DIV.** de la voie **CHI** jusqu'à la retrouver.
- ✓ Régler l'intensité et la netteté du faisceau (avec **INTENS** et **FOCUS**)
- ✓ Faire le cadrage horizontal à l'aide du bouton **X-POS.**
- ✓ Se placer sur **GND** de **CH I** : l'oscilloscope doit alors mesurer une tension nulle. La "trace" doit donc se situer sur la ligne centrale, qu'on prend en général comme ligne 0 Volt. Si la "trace" n'est pas bien centrée, la déplacer verticalement grâce au bouton **Y-POS.**
- ✓ Désactiver la commande **GND** et remettre **CH I** sur **DC.**
- ✓ Notez le calibre utilisé (1 division → .... Volts); comptez le nombre **n** de divisions "verticales" occupées par le signal; multipliez **n** par le calibre, retrouvez-vous 1,5V ?
- ✓ Changer de calibre; recomptez le nombre de divisions verticales **n**, multipliez **n** par le calibre; la tension du signal garde-t-elle la même valeur? Quel calibre, à votre avis, permet une meilleure précision sur la mesure?
- ✓ Eteindre l'alimentation, puis inverser l'emplacement des fiches "bananes" (la noire à la borne + et la rouge à la borne -).
- ✓ Rallumer votre alimentation, que remarquez-vous?

## 3- Mesure de plusieurs valeurs de tensions continues

- ✓ Faite varier la tension continue, délivrée par l'alimentation, de 1 à 6 V (par pas de 1V). Visualisez ces diverses tensions à l'oscilloscope en utilisant un même calibre. Pour cela : soit on choisit un calibre tel que la plus grande valeur de la tension (ici 6 V) ne soit pas en dehors de l'écran; soit on met la voie d'entrée sur GND et on repositionne, vers le bas de l'écran, la référence 0V (ce cas de figure permet d'utiliser un calibre plus faible que dans le cas précédent, et donc une meilleure précision sur la mesure). Représentez les lignes obtenues en indiquant le calibre utilisé.
- ✓ Fixer la tension de sortie de l'alimentation à 2V, l'appliquer simultanément sur les deux voies de l'oscilloscope (**CHI** et **CHII**). Que remarquez-vous concernant les traces des deux voies? Utilisez les boutons **GND** pour visualiser la trace de **CHI** puis la trace de **CHII**.
- ✓ Appuyer sur la commande **INV.** Laquelle des deux traces a été inversée?

## Mesure de tensions variables

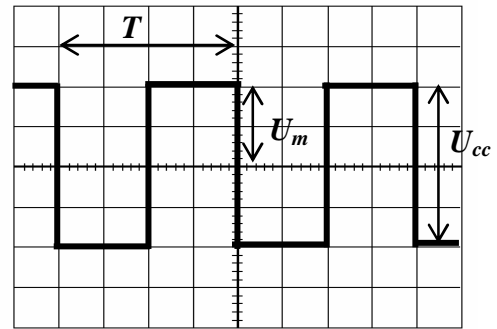
Dans cette partie, nous allons utiliser un "Générateur Basses Fréquences" (**GBF**); celui-ci peut délivrer, à diverses fréquences, des tensions sous forme :



### Visualisation d'un signal carré :

- ✓ Mettre **CHI** de l'oscilloscope sur **GND.**
- ✓ Connectez le **GBF** (par sa sortie **OUTPUT 50 Ω**) à la voie **CHI** de l'oscilloscope, par un câble à fiches **BNC.**
- ✓ Allumer le **GBF** (en enfonçant le bouton "vert"); mettre le bouton rotatif **OFFSET** en position médiane, mettre **AMPL** sur max, et **Duty** en butée à gauche. Le bouton poussoir **ATT -20dB** ne doit pas être enfoncé (sinon l'amplitude du signal délivré sera trop faible).
- ✓ Réglez le **GBF** pour qu'il délivre un signal **carré** de fréquence **1,4 kHz.**
- ✓ Actionnez le mode **DC** de la voie **CHI** de l'oscilloscope.
- ✓ Réglez la "**base de temps**" et le calibre **VOLTS/DIV.** afin d'obtenir un signal visible en entier sur l'écran, et contenant au moins 2 périodes.

- ✓ Relever l'amplitude  $U_m$  (Volt) de ce signal.
- ✓ Relever l'amplitude crête à crête  $U_{cc}$  (Volt).
- ✓ Relever la période  $T$  du signal, en déduire sa fréquence  $f$  ( $f = 1/T$ ). Comparer cette fréquence avec celle que vous avez sélectionné sur le **GBF**.



#### Visualisation d'un signal triangulaire :

- ✓ Refaire la même procédure que précédemment, en injectant cette fois-ci, à partir du **GBF**, un signal **triangulaire** de **12kHz**.
- ✓ Relevez l'amplitude  $U_m$ , l'amplitude crête à crête  $U_{cc}$ , la période  $T$ , et déduire la fréquence  $f$ . La comparer avec celle qui a été sélectionnée sur le **GBF**.

#### Visualisation d'un signal sinusoïdal :

- ✓ Refaire la même procédure que précédemment, en sélectionnant un signal sinusoïdal de **200Hz**.
- ✓ Relevez sur l'oscilloscope l'amplitude  $U_m$ , l'amplitude crête à crête  $U_{cc}$ , la période  $T$ , et déduire la fréquence  $f$ . La comparer avec celle que vous avez sélectionné sur le **GBF**.
- ✓ Mesurez la tension de votre signal sinusoïdal en utilisant un **voltmètre** directement branché au **GBF** (**NB**. Ne pas oublier de mettre le voltmètre sur  $V_{\sim}$ , c.-à-d. tensions alternatives; sur certains voltmètres il faut alors appuyer sur un bouton poussoir **AC/DC** à côté du bouton **ON/OFF**).
- ✓ Le voltmètre vous donne-t-il l'amplitude  $U_m$  du signal? Vous donne-t-il l'amplitude crête à crête  $U_{cc}$ ? Ou est-ce qu'il vous donne la "**valeur efficace**"  $U_{eff} = U_m / \sqrt{2}$  ?

## Mesure de déphasage

### 1- Procédure pour la mesure du déphasage

#### • Méthode directe

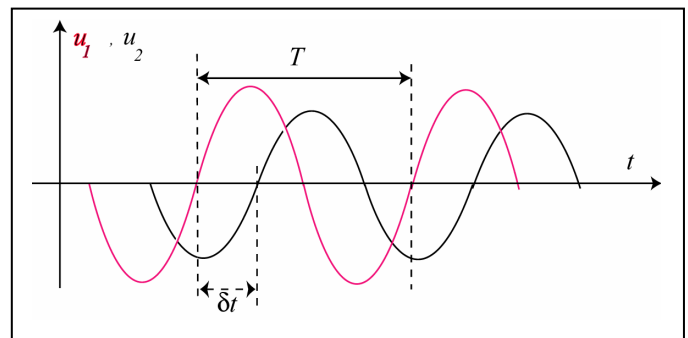
Soient deux signaux électriques tels que :

$$u_1(t) = U_{m1} \cos(\omega t) \text{ et } u_2(t) = U_{m2} \cos(\omega t + \varphi)$$

Ils ont la même fréquence, mais il existe un déphasage  $\varphi$  entre eux :

$$\varphi = 2\pi \frac{\delta t}{T} \quad (\text{en radians})$$

$$\varphi = 360 \frac{\delta t}{T} \quad (\text{en degrés})$$



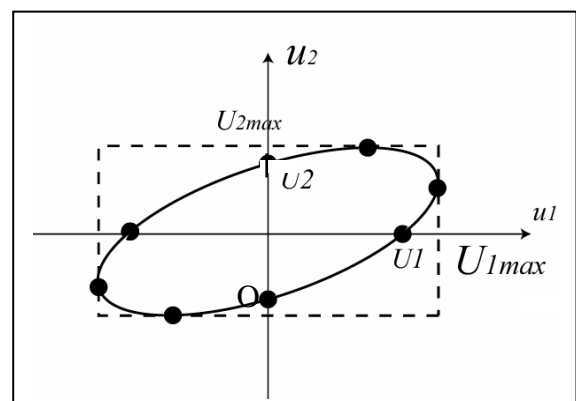
#### • Méthode de Lissajous

En choisissant le mode **X-Y** de l'oscilloscope, nous obtenons sur l'écran  $U_2$  en fonction de  $U_1$ .

$U_2(U_1)$  a la forme d'une ellipse, elle est appelée courbe de Lissajous.

À partir de cette ellipse, on peut extraire le déphasage  $\varphi$ , car :

$$\sin \varphi = \frac{U_1}{U_{m1}} \quad \text{ou bien} \quad \sin \varphi = \frac{U_2}{U_{m2}}$$

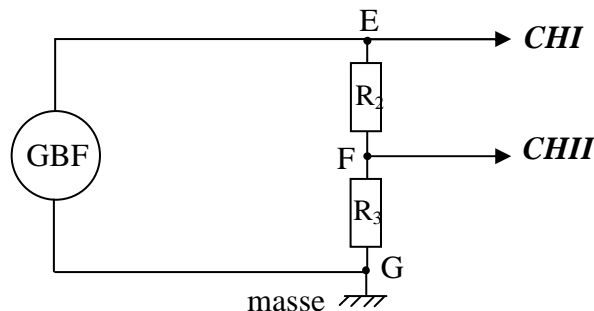




## 2- Mesure du déphasage

### a- Déphasage dans un circuit comportant deux résistances

- ✓ Réaliser le circuit ci-dessous.
- ✓ Réglez le **GBF** sur **2kHz**, le bouton **Ampl** sur max.
- ✓ A l'aide de câbles à fiches BNC-Bananes, reliez les points **E** et **F** respectivement aux voies **CHI** et **CHII**. Le point **G** sera reliée à la masse de l'une des deux voies de l'oscilloscope (l'autre le sera automatiquement, car les masses des deux voies sont reliées entre elles).
- ✓ On appellera  $U_{EG}$  la tension aux bornes de  $(R_2 + R_3)$ , visualisée par **CHI**; et  $U_{FG}$  la tension aux bornes de  $R_3$ , visualisée par **CHII**.
- ✓ Représentez les signaux recueillis par **CHI** et par **CHII**.
- ✓ Qu'observez-vous en **DUAL**? Quel est le déphasage d'après la méthode directe?
- ✓ Passez au mode **X-Y**. Obtenez-vous une droite? Quel est alors le déphasage d'après la méthode de Lissajous?



### b- Déphasage dans un circuit comportant une résistance et un condensateur

- ✓ Réalisez le montage ci-dessous.
  - ✓ Réglez le **GBF** sur **2kHz**, le bouton **Ampl** sur max.
  - ✓ Refaite la même procédure que précédemment : On appellera  $U_{EG}$  la tension aux bornes de  $(R + C)$ , recueillie par **CHI**; et  $U_{FG}$  la tension aux bornes de  $C$  recueillie par **CHII**.
  - ✓ Visualisez les deux tensions en mode **DUAL** : calculez par la méthode directe le déphasage entre les deux tensions.
  - ✓ Se mettre en mode **X-Y** : calculez le déphasage entre les deux tensions par la méthode de Lissajous.
- N.B.** Pour pouvoir faire une bonne mesure de déphasage à partir de cette courbe, il faut visualiser le **spot** initial et le mettre sur O (c.-à-d. au centre de l'écran). Pour cela, on met **CHI** et **CHII** sur **GND**, puis on tourne **Y-POSII** et **X-POS** afin de centrer le **spot** (nous devons toujours "diminuer" l'intensité du spot grâce au bouton **INTENS**, pour ne pas abîmer l'écran de l'oscilloscope). Après avoir centré le spot, on revient à la courbe de Lissajous (en désactivant les boutons **GND** des deux voies).
- ✓ En pratique, pour relever aisément  $U_{1m}$ , on met **CHII** sur **GND**, le trait obtenu à l'écran est  $2U_{1m}$ . De même, pour relever  $U_{2m}$ , on met **CHI** sur **GND**, le trait obtenu à l'écran sera  $2U_{2m}$ .
  - ✓ Vérifiez que vous obtenez le même déphasage  $\varphi$  avec les deux méthodes.

