

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE  
HOUARI BOUMEDIENE



FACULTE DE PHYSIQUE

L1 - ST/SM

TRAVAUX PRATIQUES

D'ELECTRICITE

(Edition 2017)

K. Belhous

A. El-Mehdaoui

## TP1 : L'OSCILLOSCOPE

(Salles : C105 - C106 - C108 - C110)

L'oscilloscope est un appareil conçu pour visualiser les variations d'une tension électrique au cours du temps (même très rapides), mesurer des tensions à des instants précis (fonction voltmètre) ainsi que mesurer des intervalles de temps, des déphasages et des périodes (fonction chronomètre).

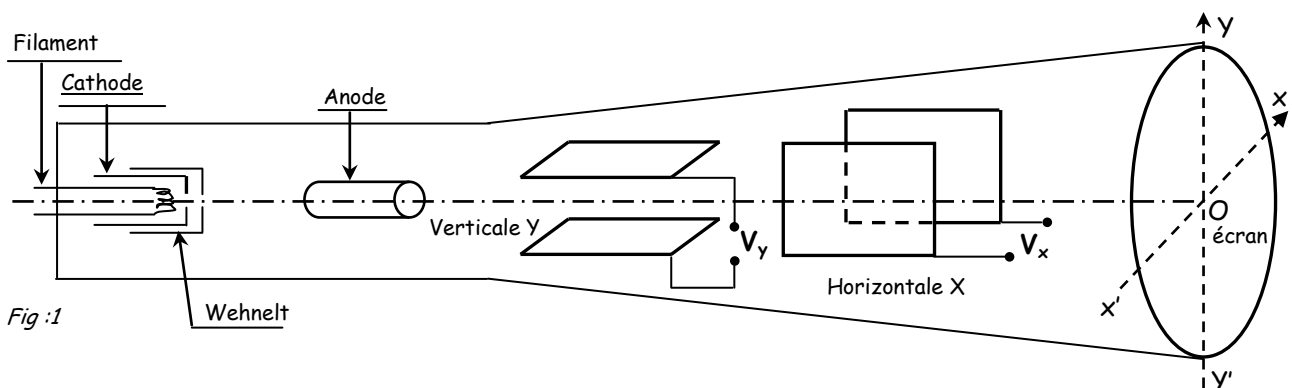
### 1°) Objectifs du T.P. :

- savoir utiliser les multiples commandes apparentes sur la face avant de l'appareil,
- apprendre à synchroniser des signaux simples délivrés par un générateur de fréquence,
- savoir effectuer une mesure rapide d'une amplitude (tension), d'une fréquence et d'un déphasage en utilisant au mieux les calibres de déviation horizontale et verticale.

*L'oscilloscope est un appareil complexe et fragile qu'il convient de manipuler avec soin.*

### 2°) Description sommaire de l'oscilloscope (figure 1) :

Dans un tube en verre (tube cathodique) vidé d'air, un filament chauffé émet des électrons (émission thermoélectronique). Ils sont éjectés grâce au potentiel de la cathode. Une électrode cylindrique, le wehnelt, porté à un potentiel légèrement positif par rapport à la cathode évite que les électrons ne soient émis dans toutes les directions et commande l'intensité du flux d'électrons, donc la luminosité du spot sur l'écran (bouton "lumière" sur le panneau de l'oscilloscope). Une anode (tension positive réglable élevée par rapport au système cathode-wehnelt) accélère les électrons et les focalise de façon à obtenir un spot ponctuel sur l'écran (bouton "focalisation"). Le faisceau d'électrons est dévié verticalement par des plaques de déviation horizontales (Y) et horizontalement par des plaques de déviation verticales (X). Ces déviations sont proportionnelles aux d.d.p.  $V_x$  et  $V_y$  appliquées entre les plaques.



### 3°) Fonctionnement en mode XY :

En mode XY (commande **(12)** sur XY) l'oscilloscope est analogue à deux voltmètres, où la voie CH1 représente la voie X et CH2 la voie Y. La déviation du spot dépend de la forme et de l'amplitude du signal et de la voie utilisés.

- Régler la luminosité **(2)** et la focalisation **(3)** pour obtenir un spot fin et peu lumineux afin de ne pas détériorer la couche fluorescente de l'écran.

- Centrer le spot au milieu de l'écran avec les commandes **(8)** et **(6<sub>B</sub>)**.
- En utilisant chaque signal délivré par le générateur (carré, triangulaire et sinusoïdal) pour des fréquences faibles, observer le mouvement du spot en  $X$  (voie  $CH1$ ) et noter les différences. Expliquer. Agir sur le bouton de sensibilité verticale **(7<sub>A</sub>)**. Observer les changements.
- Mêmes manipulations en  $Y$  (voie  $CH2$ ). Agir sur le bouton de sensibilité verticale **(7<sub>B</sub>)**.
- Mêmes manipulations en appliquant simultanément le même signal sur les deux voies.

#### 4°) Fonctionnement en balayage :

Pour obtenir une déviation horizontale du spot de manière périodique, il faut appliquer aux bornes des plaques verticales une tension  $u_x(t)$ , fonction linéaire du temps, du type représenté sur la *figure 2* (dents de scie).

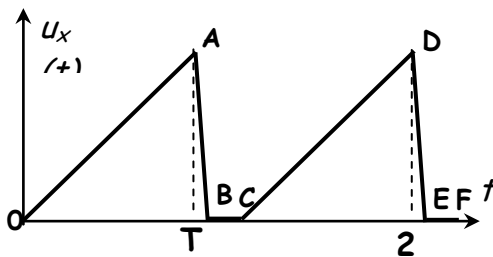


Fig :2

Cette tension est mise en œuvre lorsque le commutateur de la base de temps **(12)** n'est pas en  $XY$  (ou bouton  $XY$  non enfoncé).

A  $t = 0$  s, le spot est à gauche de l'écran. Il balaye l'écran de gauche à droite avec une vitesse constante entre  $t=0$  s et  $t=T$  (portion  $OA$ ) et retourne rapidement à gauche (portion  $AB$ ). Il y reste un très court instant (portion  $BC$ ) et entame un nouveau cycle ( $CDEF$ ). La valeur de la vitesse de balayage dépend de la position du commutateur **(12)**.

- Mettre la commande de balayage **(12)** sur  $0.5$  s/div. Vérifier que l'étalonnage est correct, c'est à dire que le spot parcourt tout l'écran ( $10$  divisions) en  $5$  secondes.
- Utiliser l'entrée  $CH1$ , sélecteur **(5<sub>A</sub>)** sur  $DC$ , commutateur **(13)** sur  $CH1$ . Observer le mouvement du spot pour chaque signal, pour un gain en tension adéquat, à partir d'une fréquence de  $1$  Hz et en l'augmentant progressivement jusqu'à  $100$  Hz. Changer la position de la commande de balayage jusqu'à visualiser nettement les signaux délivrés par le générateur.

Pour que le signal observé à l'écran soit fixe, il faut qu'il y ait synchronisation entre la tension appliquée  $V(t)$  et la tension de balayage  $u_x(t)$ . Pour cela,  $u_x(t)$  doit toujours démarrer à un même instant du signal  $V(t)$ . Utiliser pour cela le bouton **(9)** du seuil de déclenchement pour stabiliser le signal.

Comparer la fréquence du signal observé (calculée à partir de sa période) avec celle affichée par le générateur.

#### 5°) Mesure de déphasages :

##### 5.1) Observation en balayage :

Appliquons une tension sinusoïdale sur l'entrée  $X$  ( $CH1$ ) de l'oscilloscope,  $V_x = a \sin(\omega t)$  et une autre de même fréquence mais déphasée de  $\varphi$  sur l'entrée  $Y$  ( $CH2$ ),  $V_y = b \sin(\omega t + \varphi)$ . Ces tensions sont représentées sur la *figure 3*.

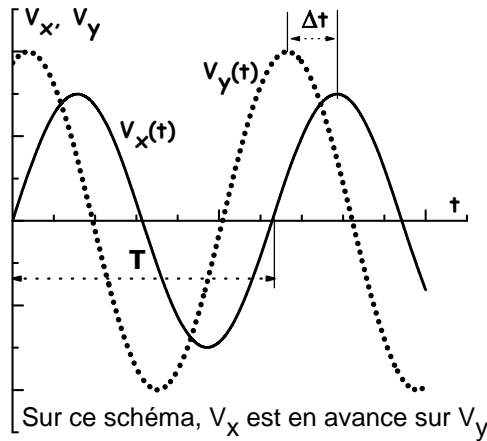


Fig :3

La grandeur  $\varphi$  est le déphasage entre  $V_y$  et  $V_x$ .  
Il se calcule avec la mesure du décalage temporel  $\Delta t$  entre les 2 tensions et la période  $T$ .

$$V_y = b \sin(\omega t + \varphi) = b \sin[\omega(t + \varphi/\omega)]$$

$$V_y = b \sin[\omega(t + \Delta t)]$$

$$\Delta t = \varphi/\omega \text{ et } \omega = 2\pi f = 2\pi/T$$

$$\varphi = 2\pi \Delta t / T \text{ (en radians)}$$

- pour  $0 < \varphi < \pi$  :  $V_y$  est en avance sur  $V_x$ .
- pour  $-\pi < \varphi < 0$  :  $V_y$  est en retard sur  $V_x$ .
- pour  $\varphi = 0$  :  $V_y$  et  $V_x$  sont en phase.
- pour  $\varphi = \pi$  :  $V_y$  et  $V_x$  sont en « opposition de phase ».
- pour  $\varphi = \pm\pi/2$  :  $V_y$  et  $V_x$  sont en « quadrature de phase »

### 5.2 - Observations en mode XY :

Si on appelle par  $x$  la déviation du spot proportionnelle à  $V_x$  et par  $y$  la déviation proportionnelle à  $V_y$  et en éliminant le temps dans les expressions de  $V_x$  et  $V_y$  on montre que la déviation du spot (figure 4) est une ellipse (figure de Lissajous) inscrite dans un rectangle  $ABCD$  ( $AB=2a$  et  $BC=2b$ ) centrée en  $O$  et d'équation :

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{ab} \cos\varphi = \sin^2\varphi$$

Le déphasage est donné par :  $\sin\varphi = \frac{OE}{OF}$

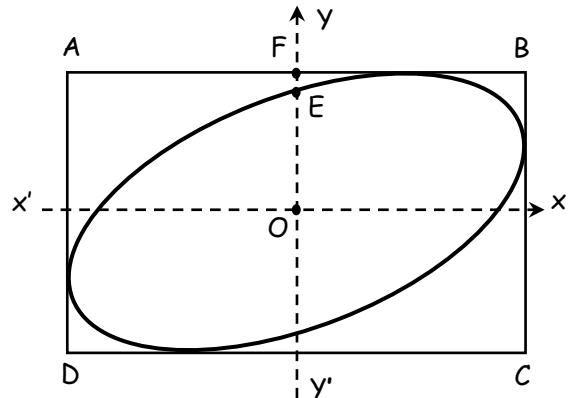


Fig : 4

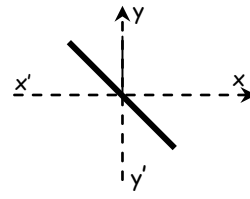
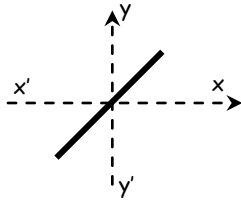
### Cas particuliers :

$$- \varphi = 0 : \frac{x}{a} - \frac{y}{b} = 0$$

équation d'une droite de pente  $+b/a$

$$- \varphi = \pi : \frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 0$$

équation d'une droite de pente  $-b/a$

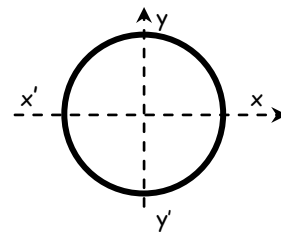
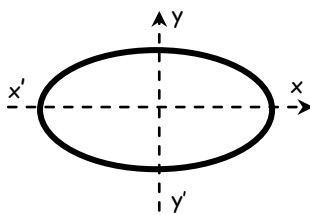


-  $\varphi = \pi/2$  ou  $3\pi/2$  :  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

-  $\varphi = \pi/2$  ou  $3\pi/2$  :  $x^2 + y^2 = a^2 = b^2$   
avec  $a = b$

équation d'une ellipse droite d'axes  $x'x$  et  $y'y$   
(CH1 et CH2)

(même gain en tension sur les deux voies)



5°) Manipulations : La sensibilité doit être la même sur les deux voies [commandes (7A) et (7B)].

5.1 - Réaliser le montage ci-contre en utilisant un signal sinusoïdal de fréquence  $f$  et une résistance inconnue  $R_x$ .

- Relier les voies CH1 et CH2 aux points A et C et la masse de l'oscilloscope au point B comme indiqué sur la figure 5.

- Inverser le signal (voie CH2) avec la commande (18) pour observer  $(V_B - V_C)$ .

- Utiliser le couplage AC sur les sélecteurs (5A) et (5B) pour bien centrer les 2 signaux.

- Déterminer la valeur de la résistance inconnue. Pour cela, changer la valeur des résistances des boîtes à décade jusqu'à obtenir  $(V_A - V_B) = (V_B - V_C)$ .

- Représenter sur une feuille de papier millimétré les signaux observés.

- Déterminer le déphasage entre  $(V_A - V_B)$  et  $(V_B - V_C)$ .

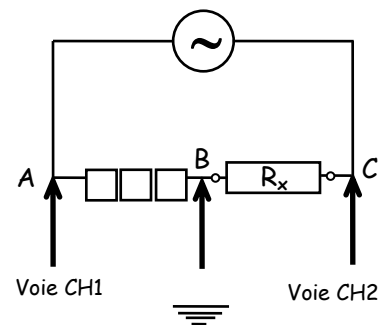


Fig : 5

- Passer en mode *XY* et représenter le signal observé sur l'écran. Est-il conforme à votre attente ? Confirme t-il la valeur du déphasage obtenu précédemment ?

5.2 - Réaliser le montage ci-contre en utilisant un signal sinusoïdal de fréquence  $f$  et un condensateur de capacité  $C$ .

- Relier les voies *CH1* et *CH2* aux points *A* et *C* et la masse de l'oscilloscope au point *B* comme indiqué sur la figure 6.

- Inverser le signal (voie *CH2*) avec la commande (18) pour observer  $(V_B - V_C)$ .

- Utiliser le couplage *AC* sur les sélecteurs (5A) et (5B) pour bien centrer les 2 signaux.

- Déterminer l'impédance  $Z_C$  du condensateur. Pour cela, changer la valeur des résistances des boites à décade jusqu'à obtenir  $(V_A - V_B) = (V_B - V_C)$ .

Comparer avec la valeur théorique  $Z_C = 1/C \omega$

- Représenter sur une feuille de papier millimétré les signaux observés.

- Déterminer le déphasage entre  $(V_A - V_B)$  et  $(V_B - V_C)$ .

- Passer en mode *XY* et représenter le signal observé sur l'écran. Est-il conforme à votre attente ? Confirme t-il la valeur du déphasage obtenu précédemment ?

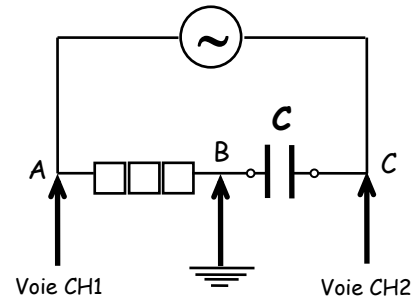
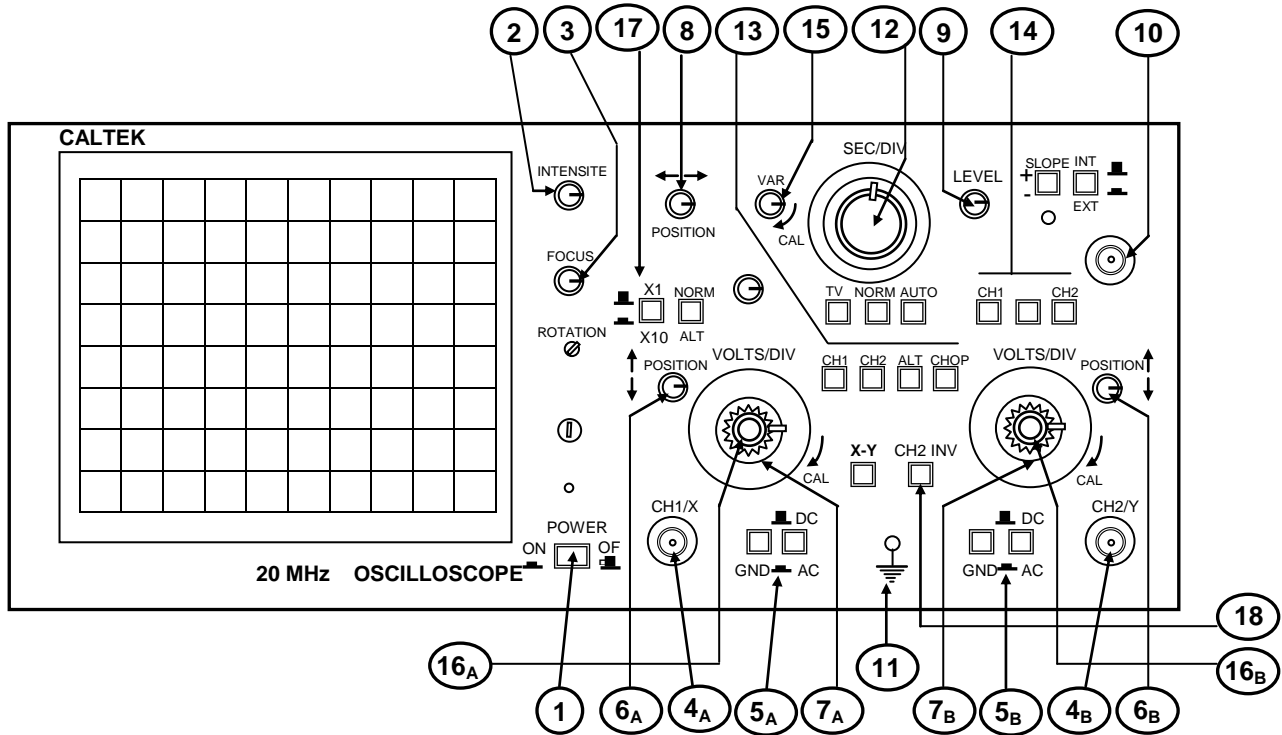
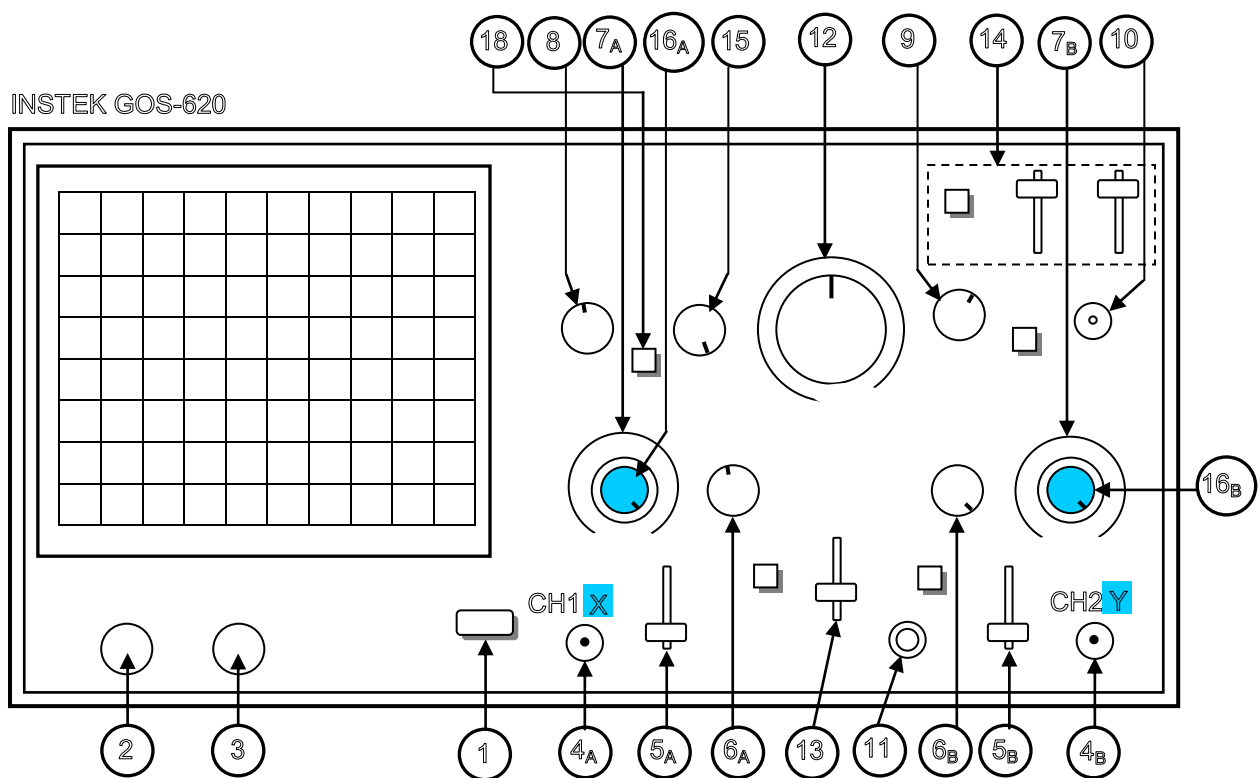


Fig : 6



- 1 - Interrupteur de mise en marche
- 2 - Commande de la luminosité
- 3 - Commande de la concentration
- 4<sub>A</sub> - Entrée CH1 X                      4<sub>B</sub> - Entrée CH2 Y
- 5<sub>A</sub> et 5<sub>B</sub> - Sélecteurs AC-DC-GROUND
- 6<sub>A</sub> et 6<sub>B</sub> - Commandes de la position verticale du signal en CH1 et du signal en CH2
- 7<sub>A</sub> et 7<sub>B</sub> - Commandes de sensibilité verticale en A et en B (VOLTS/DIV)
- 8 - Commande de la position horizontale
- 9 - Commande du seuil de déclenchement (LEVEL)
- 10 - Entrée de déclenchement extérieur
- 11 - Masse commune
- 12 - Commande de la vitesse de balayage
- 13 - Commande du mode de fonctionnement
- 14 - Commandes du mode de déclenchement
- 15 - Commande de calibrage du balayage
- 16<sub>A</sub> et 16<sub>B</sub> - Commandes d'ajustement fin et de calibrage de la sensibilité verticale CH1 et CH2
- 17 - Amplitude X (x1 ou x10)
- 18 - Inversion du signal en CH2

*Les boutons 15, 16<sub>A</sub> et 16<sub>B</sub> doivent être sur la position "calibrée" (CAL) et 17 ne doit pas être enfoncé.*



- 1 - Interrupteur de mise en marche
- 2 - Commande de la luminosité
- 3 - Commande de la concentration
- 4<sub>A</sub> - Entrée CH1 X                      4<sub>B</sub> - Entrée CH2 Y
- 5<sub>A</sub> et 5<sub>B</sub> - Sélecteurs AC-DC-GROUND
- 6<sub>A</sub> et 6<sub>B</sub> - Commandes de la position verticale du signal en CH1 et du signal en CH2
- 7<sub>A</sub> et 7<sub>B</sub> - Commandes de sensibilité verticale en A et en B (VOLTS/DIV)
- 8 - Commande de la position horizontale
- 9 - Commande du seuil de déclenchement (LEVEL)
- 10 - Entrée de déclenchement extérieur
- 11 - Masse commune
- 12 - Commande de la vitesse de balayage
- 13 - Commande du mode de fonctionnement
- 14 - Commandes du mode de déclenchement
- 15 - Commande de calibrage du balayage
- 16<sub>A</sub> et 16<sub>B</sub> - Commandes d'ajustement fin et de calibrage de la sensibilité verticale CH1 et CH2
- 17 - Amplitude X (x1 ou x10)
- 18 - Inversion du signal en CH2

*Les boutons 15, 16<sub>A</sub> et 16<sub>B</sub> doivent être sur la position "calibrée" (CAL) et 17 ne doit pas être enfoncé.*