

Sahlaoui Mohammed
 mohammed.sahlaoui@gmail.com
 Sekkal Abdessamad
 a.sekkal@epsta.dz

Premier Cycle Classe Préparatoire,
 École Supérieure en Sciences Appliquées
 de Tlemcen.

1 INTRODUCTION

Un oscilloscope est un appareil de mesure électronique de représentation graphique sur un écran d'une ou de plusieurs différences de potentiels (ou autres grandeurs physiques préalablement transformées en tension) variables en fonction du temps. Ainsi, il peut s'apparenter à un voltmètre et doit être branché en dérivation. Avec cet appareil il est possible de voir directement la forme de variation d'une ou deux tensions appelée oscillogrammes. La visualisation des signaux nous permet la mesure des amplitudes, des périodes et les déphasages. L'oscilloscope est caractérisé par la propriété de ne pas modifier, d'une façon sensible, la mesure d'un signal. On distingue généralement deux types d'oscilloscopes : analogiques et numériques.

Les oscilloscopes analogiques¹ utilisent directement un multiple de la tension d'entrée pour produire la visualisation d'un signal électrique (en particulier périodiques). La tension mesurée traverse un amplificateur réglable et est projetée sur un écran. Il est constitué principalement d'un tube cathodique² et un système de déviation des électrons.

- **Tube cathodique** : Il comprend un canon à électrons³ qui produit (par effet thermoélectronique et à l'aide de lentille électrostatique) un faisceau électronique mince. Celui-ci vient frapper un écran couvert d'une couche électroluminescente réagissant aux collisions des électrons par l'émission d'une lumière. Le point lumineux créé sur l'écran est appelé spot.
- **Système de déviation** : il est constitué de deux paires de plaques métalliques (chaque paire est disposée parallèlement l'une à l'autre). Lorsqu'une paire de plaques est soumise à une d.d.p un champ électrique est créé. Influencé par ce champ, le faisceau électronique est dévié suivant la direction du champ électrique. Une paire de plaques disposées verticalement (noté X) a pour effet la création d'une déviation horizontale (balayage horizontal de l'écran) et l'autre paire de plaques disposées horizontalement (noté Y) crée la déviation verticale (balayage vertical).

Les oscilloscopes numériques (DSO : Digital Sampling Oscilloscope) sont utilisés de plus en plus fréquemment.

¹Les oscilloscopes analogiques ne jouent plus aujourd'hui qu'un rôle mineur. Les raisons sont d'ordre technique et pratique : possibilités réduites, taille de l'écran à tube cathodique trop importante et des oscilloscopes numériques toujours plus compétitifs. Les seuls domaines d'application des oscilloscopes analogiques simples sont dans le domaine de l'apprentissage, dans un lycée technique ou dans un cercle privé.

²Un tube cathodique est une ampoule de verre dans laquelle le vide est très poussé.

³dans le cas d'un téléviseur couleurs, c'est en fait un ensemble de trois canons à électrons disposés côte à côte, correspondants aux trois couleurs fondamentales : rouge, bleu, et vert.

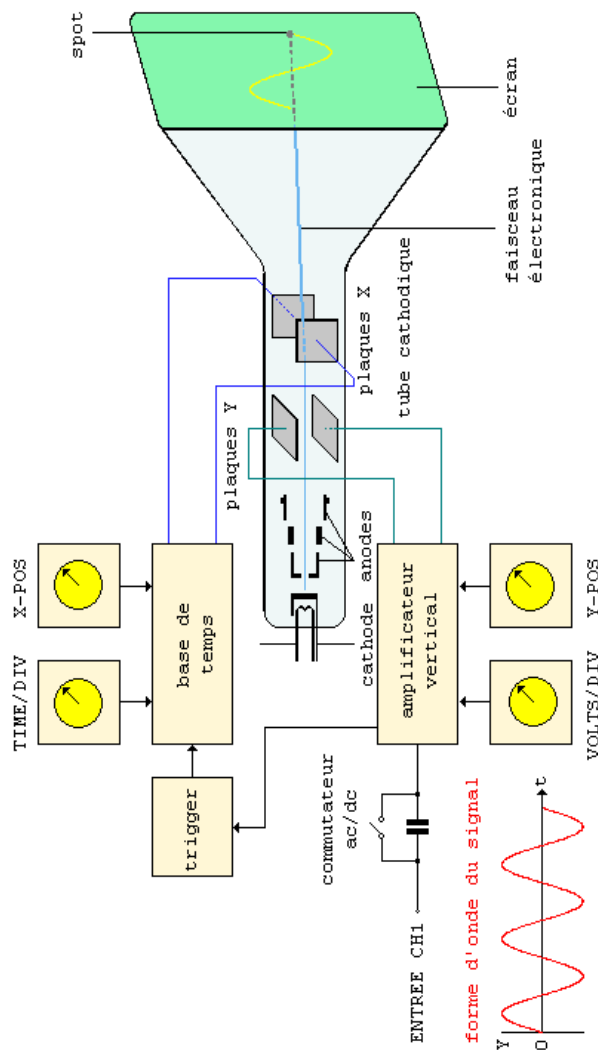


Figure 1: Tube cathodique.

Ils transforment, préalablement à tout traitement, la tension d'entrée en valeurs numériques. Exécutent un traitement numérique et analogique et sont capables de stocker les données mesurées. Les données sauvegardées sont ensuite transférées vers une clé USB ou un ordinateur. L'affichage est reconstruit après coup. Il devient alors une fonction annexe de l'appareil, la visualisation du signal étant effectuée par un ordinateur intérieur ou extérieur.

L'oscilloscope numérique dispose également d'une multitude de fonctions supplémentaires :

- **Pré-déclenchement**: Cette option permet d'enregistrer et de visualiser le signal avant l'instant de déclenchement.
- **Création d'une valeur moyenne** sur la base de nombreuses périodes mesurées.
- **Possibilité d'incorporer un logiciel analytique** pour

calculer par exemple, le temps de montée, l'étendue des oscillations, l'amplitude, la fréquence, ... etc.

- **Réglage automatique** sur un signal inconnu.
- **Calcul des sommes et différences** entre les signaux.
- affichage de spectres de fréquence, histogrammes, statistiques.

La tension d'entrée est traitée avec un convertisseur analogique numérique. Afin de gérer des signaux à haute fréquence, plusieurs convertisseurs numériques sont connectés en parallèle. La tension est déterminée par une résolution verticale (axe Y) et temporelle. Elle sera définie également par la largeur de bande analogique de l'oscilloscope et de la fréquence d'échantillonnage. Plus cette fréquence sera élevée, plus la résolution possible sera élevée. Une autre donnée importante chez un oscilloscope est sa capacité mémoire, autrement dit le nombre de valeurs mémorisables. Elle se répartit sur le nombre de canaux utilisés pour la mesure de la tension.

1.1 Commandes de base

1 Commandes relatives au tube cathodique.

- Bouton ON/OFF ou POWER : permet la mise en marche (ou arrêt) de l'oscilloscope.
- Bouton INTEN ou INTENSITY: permet de régler l'intensité lumineuse du spot.
- Bouton FOCUS : permet le réglage de la dimension du spot.

2 Commandes relatives a la déviation verticale.

- Rotacteur VOLTS/DIV : permet le réglage de l'échelle des tensions dans la direction verticale de l'écran.

Chaque 1cm (carreau) correspond à une tension égale à celle indiquée par le rotacteur si le bouton de calibration CAL est dans sa position extrême dans le sens de la flèche.

- Bouton POSITION (\updownarrow) (ou Y-POS): permet de déplacer le spot dans la direction verticale de l'écran.
- Bouton CH2 INVERT : permet d'inverser de bas en haut le signal de la voie d'entrée CH2 (Y).
- Commutateur DC/AC/GND : DC (Direct Curent) permet de visualiser un signal continu, AC pour visualiser un signal alternatif et GND correspond a un signale 0 volt.
- Commutateur $\times 5$ MAG : permet de multiplier l'échelle vertical par 5, par exemple, si le rotacteur VOLTS/DIV est réglé sur le calibre 1 Volt par centimètre, en appuyant sur le commutateur $\times 5$ MAG l'échelle passe a $1V/5cm$, c-a-d; $0.2V/cm$.

3 Commandes relatives a la déviation horizontale.

- Rotacteur TIME/DIV (ou SEC/DIV) : permet le réglage de l'échelle du temps dans la direction horizontale de l'écran. Chaque 1cm (carreau) correspond a un intervalle de temps égale a celui indiquer par le rotacteur

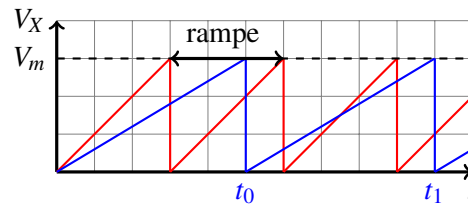


Figure 2: Tension en forme de dents de scie appliquée sur les plaques X.

si le bouton de calibration CAL est dans sa position extrême dans le sens de la flèche.

- Bouton POSITION (\leftrightarrow) (ou X-POS): permet de déplacer le spot dans la direction horizontale de l'écran.
- Commutateur $\times 5$ MAG : permet de multiplier l'échelle horizontale par 5, par exemple, si le rotacteur SEC/DIV est réglé sur le calibre $2ms/cm$, en appuyant sur le commutateur $\times 5$ MAG l'échelle passe a $2ms/5cm$, c-a-d; $0.4ms/cm$.
- Mode X-Y : est utilisé pour supprimer la base de temps, ainsi il permet de visualiser le signale de la voie 2 (CH2 (Y)) en fonction du signale de la voie 1 (CH1 (X)).

4 Commandes du système de déclenchement.

Le système de déclenchement permet de stabiliser l'affichage d'un signal sur l'écran. Il existe deux modes de déclenchement, mode relaxé et mode déclenché. Pour bien définir ces modes il faut d'abord définir le système d'horloge ou base de temps qui contrôle la période de la différence de potentiel, en forme de dents de scie, appliquée au plaques de déviation horizontale du tube cathodique.

- **Base de temps** : elle contient un commutateur de calibre (SEC/DIV) et un potentiomètre de position horizontale (\leftrightarrow). En l'absence de signale sur les voie 1 et 2 (position ground GND) le spot lumineux ce déplace de gauche a droite avec une vitesse constante dont la valeur dépend du calibre de la base de temps. Lorsque le spot atteint l'extrémité droite de l'écran, il revient rapidement à l'extrémité gauche. Ce processus se répète d'une façon périodique avec une période qu'on note t_0 . En mode X-Y, la base de temps est remplacée par le signale de la voie 1.
- **Balayage** La tension appliquée sur les plaques X est une rampe linéaire d'équation $V_x = a \cdot t$, figure 2. Pour produire cette tension, un condensateur de capacité C est chargé avec un courant constant I. A partir des relations $dQ = CdV_x$ et $I = dQ/dt$, ou dQ est la charge, nous pouvons déduire que $a = I/C$.

Quand la tension V_x atteint la valeur V_m qui correspond à l'extrémité droite de l'écran un comparateur de tension commande la décharge brutale du condensateur ce qui ramène le spot à l'extrémité gauche de l'écran. En modifiant les valeurs de I et de C, nous pouvons régler la durée t_0 que met le spot pour parcourir l'écran. Ceci est possible grâce au rotacteur

SEC/DIV. Si on choisi, par exemple, un réglage de 0.2 seconde le spot mettra 2 secondes pour parcourir les 10 carreaux (ou 10 cm) de l'écran.

Le mode X-Y est un mode sans balayage; c-a-d que les plaques de déviation horizontale ne sont plus soumises a la d.d.p en dents de scie de la base de temps. Dans ce mode les plaques X sont soumises a la tension associé au signale de la voie 1 (CH1 (X)).

Remarque : l'horizontalité de la trace du spot peut être réglée, en mode balayage, en agissant avec un tournevis sur la vis TR (TRACE ROTATION).

• **Modes de balayage**

Mode relaxé : Dans ce type de balayage, on démarre immédiatement une nouvelle rampe à la suite de la précédente. Si la durée du balayage n'est pas exactement égale à un multiple de la période T du signal observé, la valeur de la tension du départ du nouveau balayage va être différente de celle du précédent. Il en résulte que les oscillogrammes de chaque rampe ne vont pas se superposer, l'image est donc instable.

Mode déclenché manuel : Dans ce mode, après le retour du spot, on diffère le départ du nouveau balayage. Celui-ci ne démarre que lorsque la tension du signal devient égale à une tension de seuil réglée par l'utilisateur. Le comparateur change d'état et déclenche le départ de la rampe. On assure ainsi la synchronisation du balayage avec le signal à observer. Le mode déclenché manuel est déclenché en appuyant sur le commutateur NORMAL. Le réglage se fait a l'aide du bouton LEVEL et du commutateur (+/-).

Dans le mode déclenché manuel, le système de balayage est enclenché, il n'y a déclenchement que s'il existe un signale sur la voie choisie comme source. En l'absence de signale sur cette voie, aucune trace n'est visualiser.

Mode déclenché automatique : Quand ce mode est en marche, la tension de seuil du comparateur est préréglée à une valeur voisine de zéro. Dès qu'un signal est appliqué la synchronisation fonctionne. Le mode déclenché automatique est déclenché en appuyant sur le commutateur AUTO.

En mode choppé ou en mode alterné, la rampe de balayage est commune aux deux signaux. Pour obtenir la synchronisation des deux voies, il faut impérativement que les deux signaux étudiés aient exactement la même fréquence.

Dans les commandes relatives au débranchement nous trouvons aussi le commutateur SOURCE (FC) (CH1, CH2, LINE et EXT). Une entré TRIG IN qui permet de provoquer le déclenchement par une tension externe. Les modes TV: V et TV: H sont utilisés quant on travail sur un poste de télévision.

5 Commandes de sélection des signaux a visualiser

Le commutateur a quatre positions : CH1, CH2, DUAL et ADD permet de sélectionner quelle(s) trace(s) sera visible(s) sur l'écran. On peu ainsi obtenir :

- Un seul signal (celui de la voie d'entrée CH1 ou celui de CH2).
- Deux signaux simultanément en position DUAL.
- Le signal somme en position ADD.

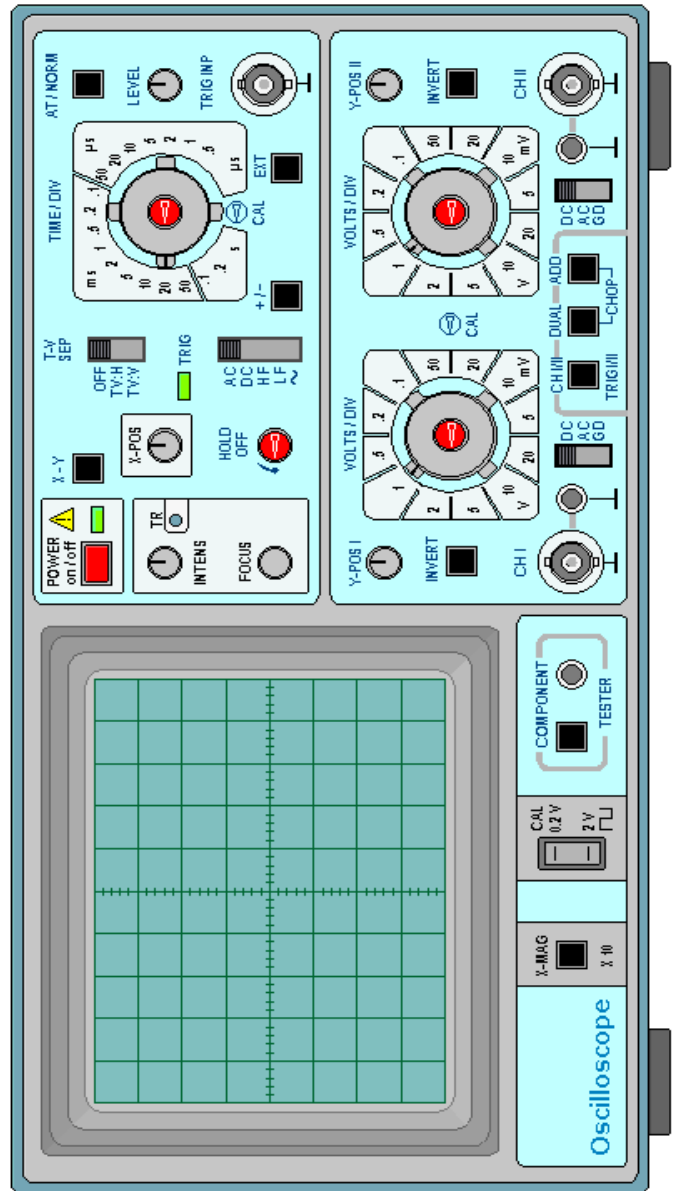


Figure 3: Oscilloscope.