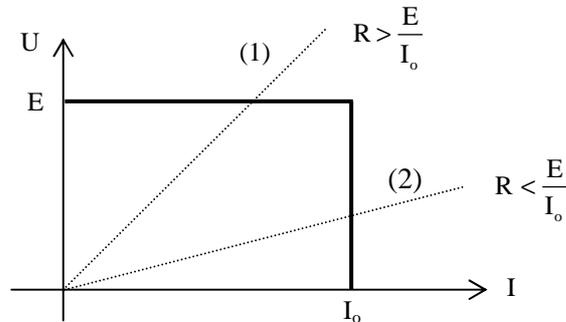
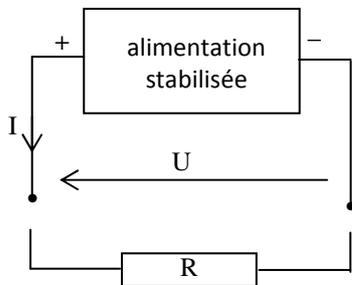


A. Générateur de tension électrique

I. Alimentation stabilisée

Une alimentation stabilisée est un **dipôle actif** se comportant, selon les conditions d'utilisation, comme une **source idéale de tension ou de courant**. Sa caractéristique est donnée ci-dessous (trait plein).



Les valeurs de E et I_0 sont réglables dans une certaine plage (par exemple 0-30 V pour E et 0 -3 A pour I_0). Si par exemple, on connecte à l'alimentation stabilisée une résistance R , on obtient le point de fonctionnement à l'intersection de la caractéristique de l'alimentation et de la droite d'équation $U = R.I$ (loi d'Ohm) :

- si $R > \frac{E}{I_0}$ - cas (1) - $U = E$: fonctionnement en générateur de tension et $I = \frac{E}{R}$.
- si $R < \frac{E}{I_0}$ - cas (2) - $I = I_0$: fonctionnement en générateur de courant et $U = R.I_0$.

II. Générateur basses fréquences (GBF) ou générateur de fonction

Il s'agit d'un **dipôle actif générant des tensions périodiques** de différents types. Le domaine de fréquences accessibles varie de quelques Hz (signaux continus) à quelques MHz.

1) Types de signaux délivrés

La plupart des GBF possèdent au moins deux sorties différentes.

- Sortie notée « output 50 Ω » pour laquelle on peut sélectionner entres autres :
 - * une tension sinusoïdale (\sim)
 - * une tension triangulaire (\wedge)
 - * une tension rectangulaire (\square)

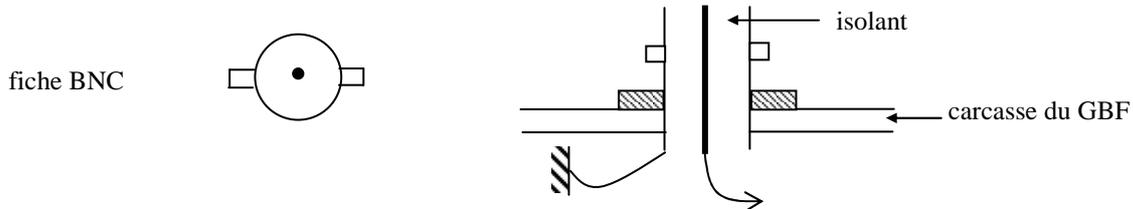
On peut régler la **fréquence** de quelques 0,1 Hz à quelques MHz. Comme nous l'avons vu dans le chapitre 1 d'électrocinétique, on se place dans le cadre de l'approximation des régimes quasi-stationnaires (les lois de Kirchhoff sont valables). L'indication de la fréquence donnée par l'appareil n'est en général pas précise, sauf si l'appareil comporte un fréquencemètre et affiche la fréquence du signal délivré.

L'**amplitude** de la tension de sortie est réglable de quelques mV à quelques dizaines de volts. On dispose également d'atténuateurs qui permettent de diminuer la valeur de E_{\max} : par exemple une atténuation de 20 dB permet de diviser l'amplitude de la tension de sortie par 10.

Il est possible de superposer à la **tension alternative** choisie une **tension continue** dite tension de décalage ou d'**offset**. La valeur de cette tension de décalage, positive ou négative, est réglable dans la limite des tensions que peut délivrer le GBF.

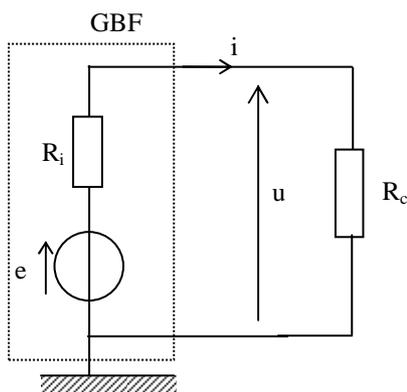
- Sortie notée « output TTL » ou « sync OUT » qui délivre une tension rectangulaire d'amplitude 5 V constante de même fréquence que celle du signal « output 50 Ω ». Ce signal est utilisé en logique TTL où l'on ne s'intéresse qu'à deux niveaux : niveau bas ici 0V et niveau haut ici 5V.

Remarque : « sortie » du GBF = 2 bornes dont l'une est en général reliée à la terre par la carcasse de l'appareil. On utilise une fiche BNC, la partie métallique extérieure étant reliée à la masse.



2) Résistance interne (ou résistance de sortie)

Le GBF n'est pas une source idéale de tension. Son schéma équivalent (générateur de Thévenin), vu de ses deux bornes de sortie est une source de tension idéale en série avec une résistance R_i , résistance interne du GBF (souvent égale à 50 Ω).



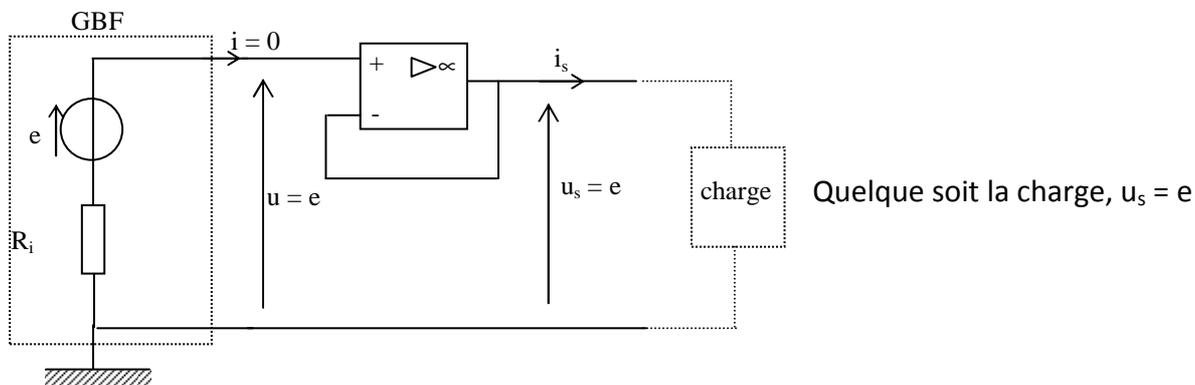
Conséquence : lorsque l'on connecte une charge aux bornes du GBF, une résistance R_c par exemple :

$$u = e \frac{R_c}{R_c + R_i} = e \frac{1}{1 + R_i/R_c} \text{ dépendant de } R_c \text{ en général.}$$

Dans le cas où $R_c \gg R_i$: $u \approx e$

Ce qui précède donne une méthode de mesure de R_i : il suffit de régler R_c pour avoir $u = e/2$, (e ayant été mesurée en circuit ouvert), on a alors $R_i = R_c$.

Cette résistance de sortie peut poser problème dans certains montages. Pour y pallier, on place un suiveur à A.O à l'entrée du montage (voir TP sur l'amplificateur opérationnel).



Quelque soit la charge, $u_s = e$

3) Balayage en fréquence ou vobulation

De nombreux GBF possèdent la fonction « vobulation » ou balayage en fréquence qui permet de faire varier la fréquence du signal au cours du temps. Cette variation peut être linéaire ou logarithmique.

Par exemple, dans le cas d'une tension sinusoïdale, avec balayage linéaire en fréquence, la tension délivrée par le générateur est de la forme : $v_e = V_e \sqrt{2} \cos(\theta(t))$.

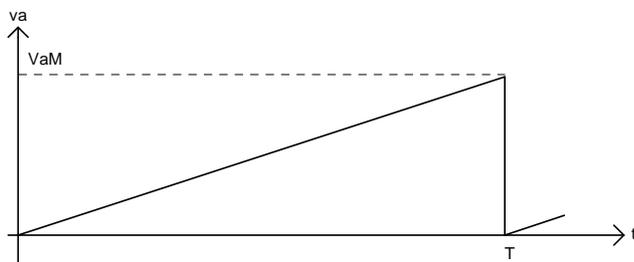
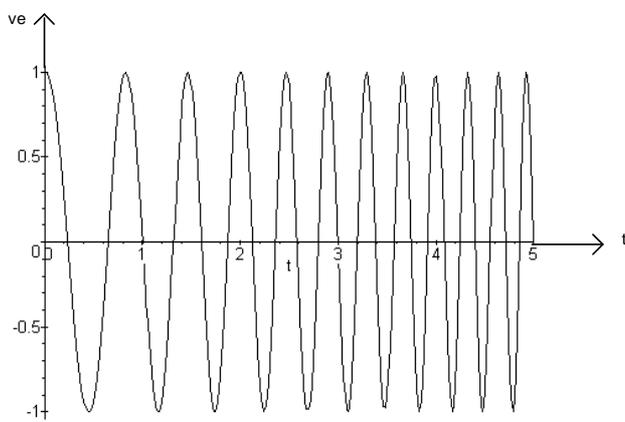
La pulsation instantanée ω_i est telle que $\omega_i(t) = \frac{d\theta}{dt} = \omega_1 + k \cdot v_a(t)$ et la fréquence instantanée $f_i(t) = f_1 + k' \cdot t$.

La variation de f_i est commandée par une tension $v_a(t)$ en dents de scie, d'amplitude V_{aM} et de période T_a . Ces deux grandeurs V_{aM} et T_a sont réglables par l'expérimentateur.

L'expérimentateur peut également choisir les valeurs extrêmes des fréquences : $f_1 = f_{\min}$ et $f_2 = f_{\max} = f_1 + \alpha \cdot V_{aM}$ ainsi que T_a

$$f_i(t) = f_{\min} + \frac{f_{\max} - f_{\min}}{T_a} \cdot t$$

Les figures ci-dessous représentent la tension $v_e(t)$ et la tension de commande $v_a(t)$.



Remarque : Il existe une sortie délivrant la tension de commande $v_a(t)$ notée SWP OUTPUT (ou freq. Out).

B. Multimètres

I. Description et utilisation

Un multimètre comporte 3 bornes d'entrée :

- * une borne commune à tout type de mesure - **COM** -
- * une borne pour la mesure d'une intensité (bornes **mA** et **A**)
- * une borne pour la mesure d'une tension ou d'une résistance (borne **VΩ**)

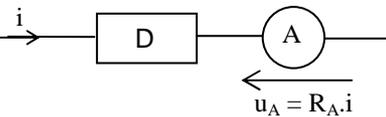
1) Ohmmètre

En fonction ohmmètre, un générateur de courant (de faible intensité η connue), inclus dans le multimètre, alimente le conducteur ohmique. Le multimètre mesure la tension aux bornes du conducteur et en déduit sa résistance $R = V/\eta$ (d'après la loi d'ohm).

Il faut donc « sortir » le dipôle du circuit pour mesurer sa résistance. L'ohmmètre ne permet que la mesure de la résistance d'un **dipôle passif**.

2) Ampèremètre

Il est placé **en série** avec le dipôle D parcouru par l'intensité à mesurer.

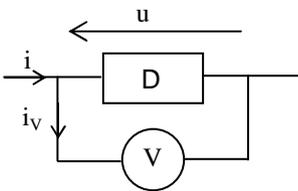


Pour ne pas perturber le circuit, la résistance d'entrée de l'ampèremètre doit être très faible ($u_A = R_A \cdot i$: cas idéal $u_A = 0$).

On donne, en général, dans la notice la chute de tension maximale U aux bornes de l'ampèremètre pour un calibre d'intensité donné C : $U = R_A \cdot C$. On en déduit $R_A = U/C$.

3) Voltmètre

Il est placé **en parallèle** aux bornes du dipôle dont on veut mesurer la tension.



Pour ne pas perturber le circuit, l'impédance d'entrée du voltmètre doit être très supérieure à celle de D ($i_v = \frac{u}{R_v}$: cas idéal $i_v = 0$).

Cette condition est souvent réalisée, la résistance d'entrée du voltmètre est en général comprise entre 1 MΩ et 10 MΩ (consulter la notice).

II. Mesures effectuées

1) Valeur moyenne de $i(t)$, de $u(t)$ (voir fiche : Grandeurs périodiques)

En mode **DC** (=), les multimètres fournissent la valeur moyenne de l'intensité ou de la tension.

2) Valeur efficace (voir fiche : Grandeurs périodiques)

- Multimètre de type RMS : permet d'obtenir
 - la valeur efficace vraie du signal (signal complet = composante alternative et composante continue) - mode **AC + DC** ($\sim + =$)
 - la valeur efficace de la composante alternative du signal - mode **AC** (\sim)
- Multimètre non RMS : consulter la notice. Il est possible que le multimètre fournisse la valeur moyenne du signal redressé multipliée par $\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1,1$; l'indication donnée ne sera alors correcte que pour des signaux sinusoïdaux.

3) Précision des mesures (consulter la notice)

Il faut choisir le calibre le mieux adapté (le plus petit possible mais supérieur à la mesure) pour minimiser l'incertitude de mesure.

Exemple de mesure d'une résistance à l'aide d'ohmmètres présents en travaux pratiques :

	R= 68 Ω		
Ohmmètre (modèle)	ELIX	AOIP	METRIX
calibre	200 Ω	200 Ω	500 Ω
Précision (voir notice)	0,8% lecture + 3 ch	0,1% lecture + 2d	0,07% lecture + 5UR
Valeur lue à l'écran	68,4 Ω	67,71 Ω	67,87 Ω
Incertitude absolue ΔR	~ 0,9 Ω	~ 0,09 Ω	~ 0,1 Ω
Valeur mesurée R_m	(68,4 ± 0,9)Ω	(67,71 ± 0,09)Ω	(67,9 ± 0,1)Ω
Incertitude relative ou précision ($\frac{\Delta R}{R} * 100$)	~ 1%	~ 0,1%	~ 0,2%

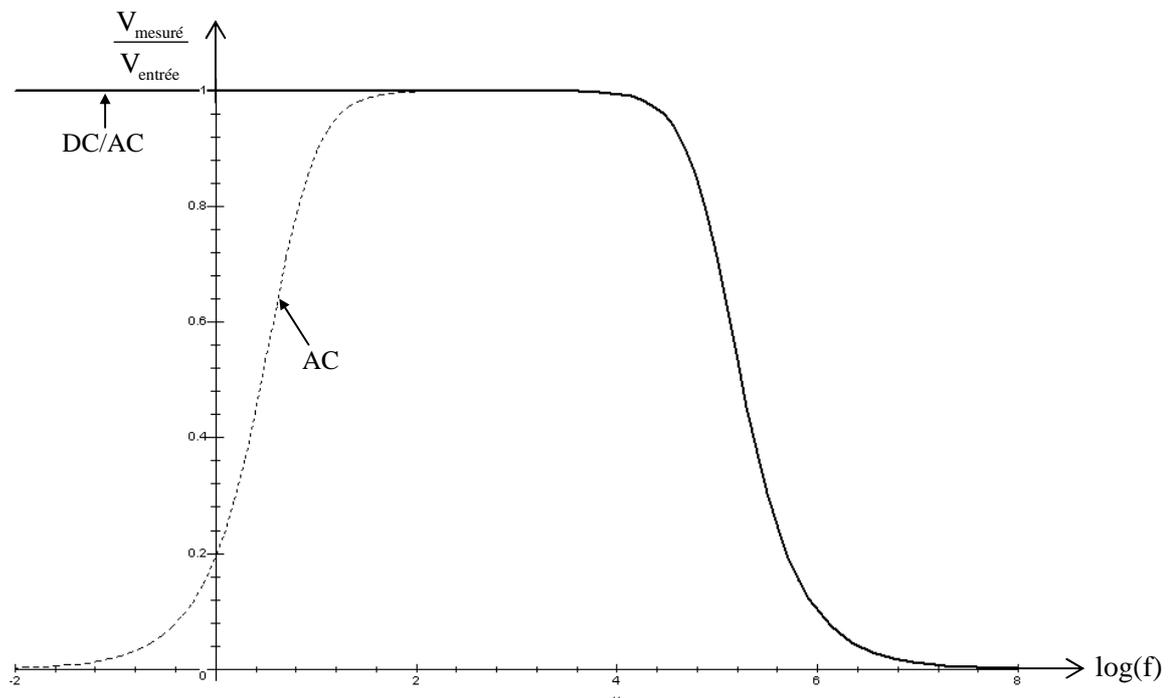
ch(=chiffre) - d(=digit) - UR(= unité de représentation) : plus petite unité affichée par l'appareil de mesure.

Incertitude absolue (exemple ELIX) : $\Delta R = 0,8\% * valeur\ lue (\frac{0,8}{100} * 68,4\Omega) + 3\ unités(3 * 0,1\Omega)$

Valeur mesurée : $R_m = R \pm \Delta R$ (R donné avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec l'incertitude)

4) Bande passante des multimètres (consulter la notice)

Les multimètres se comportent comme des filtres passe-bas (coupent les hautes fréquences), leur fréquence de coupure est relativement faible, comprise entre 10 et 100 kHz. Il faut donc se limiter pour les mesures à des signaux de fréquence inférieure à 10 kHz.



C. Oscilloscopes

Il existe deux types d'oscilloscopes : les oscilloscopes **analogiques** et les oscilloscopes **numériques**.

Un signal analogique est un signal qui varie de manière continue alors qu'un signal numérique prend un nombre discret de valeurs à des instants également discrets (nT_E) - voir paragraphe II figures 6 -

I. Principe de fonctionnement des oscilloscopes analogiques

Les oscilloscopes sont essentiellement constitués d'un tube cathodique et de circuits électroniques permettant de visualiser et d'analyser des signaux électriques.

1) Le tube cathodique

C'est une ampoule de verre dans laquelle on a fait le vide et qui comporte plusieurs éléments - FIGURE 1-

1-1- Le canon à électrons : Ensemble d'électrodes dont le rôle est d'émettre les électrons, de leur imposer la vitesse \vec{v}_0 convenable et enfin de faire converger le faisceau d'électrons sur la face avant de l'oscilloscope : l'écran.

a-Cathode : C

Electrode métallique chauffée indirectement qui émet des électrons. Les électrons émis le sont avec une vitesse quelconque - direction et module - .

b-Anodes accélératrices : A₁ , A₂

Leur rôle est double :

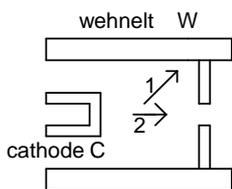
* Elles accélèrent les électrons en étant portées à un potentiel positif par rapport à la cathode (de l'ordre de 1000 V).

* Elles rendent le faisceau d'électrons homocinétique et le focalisent sur l'écran. Ces 2 conditions a priori contradictoires sont réalisées si le faisceau d'électrons est "mince" et peu incliné sur l'axe du système.

Régler le potentiel des anodes revient à régler la vergence du faisceau d'électrons - focus -

c-Le wehnelt : W

Electrode qui entoure la cathode et dont le potentiel est négatif par rapport à la cathode et réglable (de 0 à $\approx - 50$ V).



Le rôle du wehnelt est :

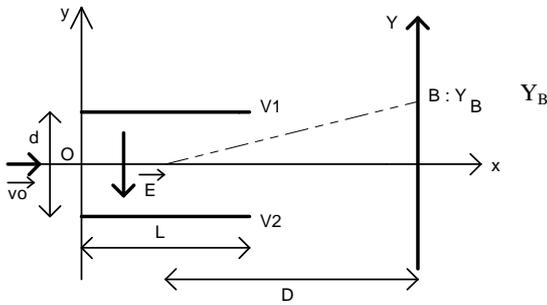
* de régler le débit d'électrons en repoussant plus ou moins les électrons émis par la cathode selon les valeurs de $V_W - V_C$. **On règle la luminosité du "spot" en réglant le potentiel du wehnelt.**

* de réaliser une première focalisation du faisceau d'électrons.

Remarque : Après le wehnelt, la vitesse des électrons est inférieure à 10^4 m.s⁻¹ alors qu'après les anodes accélératrices elle est de l'ordre de 10^7 m.s⁻¹.

1-2-Plaques de déviation : ensemble de deux condensateurs plans à armatures respectivement horizontales (plaques Y) et verticales (plaques X) déviant le faisceau d'électron.

Nous verrons ultérieurement que le champ électrique existant à l'intérieur d'un condensateur produit sur un faisceau d'électron une déviation proportionnelle à la tension appliquée entre les deux armatures.



Des électrons de vitesse $\vec{v}_0 = v_0 \vec{e}_x$ avant l'entrée entre les plaques du condensateur sont déviés entre les plaques sous l'action du champ \vec{E} .

L'ordonnée du point d'impact B sur l'écran donnée par :

$$Y_B = \frac{e}{m} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{D}{v_0^2} \cdot U \quad U = V_1 - V_2$$

Pour un faisceau homocinétique d'électrons - ensemble d'électrons arrivant en O avec la même vitesse \vec{v}_0 - $Y_B = K \cdot U$.

La déviation est proportionnelle à la différence de potentiel U. La mesure de Y_B permet d'accéder à U.

Les grandeurs d'entrée de l'oscilloscope sont donc des tensions.

1-3- Ecran fluorescent : Il permet la visualisation du point d'impact des électrons.

L'écran est caractérisé par :

- * la couleur du "spot" (dépend de la nature de la substance fluorescente)
- * la rémanence du "spot" (propriété que possède la tache lumineuse de subsister après que l'excitation due aux électrons incidents ait cessé). Cette propriété, associée à la rémanence de l'œil, permet d'observer sur l'écran la trajectoire des électrons (et non une succession de points) : **les oscillogrammes.**

2) Structure d'ensemble d'un oscilloscope

Dans l'oscilloscope tube et écran sont l'aboutissement d'un ensemble d'organes destinés à rendre visibles des oscillogrammes dans des conditions variées.

2-1- Alimentation du tube cathodique

Les différentes tensions nécessaires à l'alimentation du tube cathodique - électrodes - sont prélevées sur une chaîne de résistances et potentiomètres jouant le rôle de diviseur de tension. L'ensemble est alimenté par une haute tension continue.

Il est possible de superposer une tension continue (réglable par l'utilisateur) à la tension variable à étudier. Ceci permet de centrer sur l'écran la partie d'oscillogramme intéressante.

2-2- Signaux d'entrée FIGURE 2

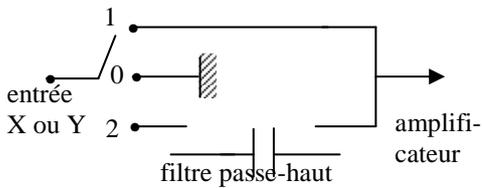
a- Calibration

D'après l'expression donnée paragraphe 1-2- pour la déviation Y_B , avec les valeurs caractéristiques des oscilloscopes ($d \approx 1 \text{ cm}$; $L \approx 1 \text{ cm}$; $D \approx 40 \text{ cm}$; $v_0 \approx 10^7 \text{ m/s}$), il faudrait une tension de l'ordre de 100 V pour balayer tout l'écran. Le signal d'entrée (voie X ou Y - voie I ou II) est calibré par un atténuateur puis amplifié d'un facteur constant A.

C'est l'amplificateur qui détermine une des caractéristiques de l'oscilloscope, sa bande passante $[f_1, f_2]$ indiquée dans la notice de l'appareil (bande passante : voir multimètres). Suivant la qualité de l'oscilloscope f_2 varie de qqz MHz à qqz GHz; $f_1 = 0 \text{ Hz}$ en mode DC et qqz Hz en mode AC.

b- Les deux modes de couplage

La composante continue d'un signal peut masquer sa composante variable (exemple : signal d'amplitude 10 mV autour d'une composante continue de 10 V). Pour résoudre ce problème, on peut utiliser le mode de couplage AC pour la voie utilisée.



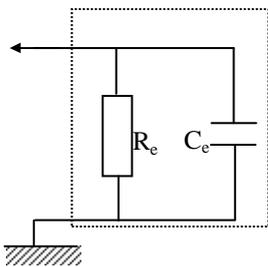
- **Mode DC** (direct current) : K en position 1. Tout le signal est amplifié et envoyé sur les plaques de déviation.
- **Mode AC** (alternative current) : K en position 2. Un filtre passe haut élimine la composante continue du signal (à relier au comportement en fréquence décrit plus haut).
- **Mode GND** : K en position 0. Aucune tension n'est appliquée sur les plaques de déviation.

Attention, il ne faut utiliser le mode AC qu'exceptionnellement, le filtre passe haut (fréquence de coupure qqs 10 Hz) pouvant perturber la forme des signaux d'entrée particulièrement si leur fréquence est faible.

c- Impédance d'entrée

Schéma équivalent vu de 2 bornes d'entrée (Y et masse ou X et masse)

La - ou les - tensions étudiées sont entrées sur 2 bornes dont une, la **masse** est commune à toutes les voies (X, Y, Ext.).



Vu de ses 2 bornes, l'oscilloscope, comme tout appareil de mesure, est équivalent à une impédance désignée par impédance d'entrée dont les caractéristiques sont indiquées sur la notice de l'appareil.

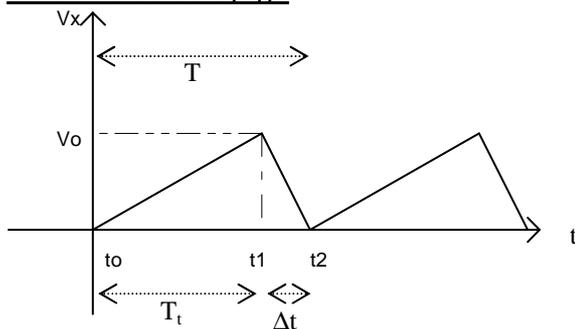
Dans le cas de l'oscilloscope, cette impédance est équivalente à une résistance (souvent égale à 1 MΩ) en parallèle avec un condensateur (de capacité de l'ordre de 20 à 50 pF).

2-3- La base de temps

Elle est utilisée pour l'étude des variations d'une grandeur Y (à laquelle on a associé une tension v_y envoyée sur la voie verticale de l'oscilloscope) en fonction du temps.

Une tension proportionnelle au temps doit donc être appliquée sur les plaques de déviation horizontale. Cette tension, dite tension de balayage, est délivrée par un générateur interne à l'oscilloscope qui est désigné par " base de temps ".

a- Forme du balayage : tension en dents de scie (voir figure ci-dessous).



* A t_0, t_2, \dots : le "spot" est à gauche de l'écran.

* A $t_1 \dots$: le "spot" est à droite de l'écran.

* $T = t_2 - t_0$ représente la période de la tension de balayage (grandeur peu intéressante)

* $\Delta t = t_2 - t_1$: le "spot" est ramené de la droite vers la gauche de l'écran pour éviter de voir sur l'écran la trace correspondant à ce retour, on "éteint" le tube cathodique pendant cet intervalle de temps. (Le wehnelt est porté à un potentiel fortement négatif par rapport à la cathode de manière à arrêter le débit d'électrons).

* $T_t = t_1 - t_0$ représente la **durée de balayage**, temps que met le spot pour décrire horizontalement tout l'écran. Il existe un **réglage** discret et **étalonné** de cette durée de balayage (le constructeur donne l'inverse de la vitesse de balayage en s/division). Cette durée peut également être réglée de manière continue entre 2 positions étalonnées. Mais dans ce cas la vitesse de balayage n'est pas connue.

b- Formation de l'oscillogramme - synchronisation

Un oscilloscope analogique permet de visualiser uniquement un signal qui varie périodiquement dans le temps. De plus s'il n'existe aucune relation entre la période T_y du signal v_y observé et la période T_t de la tension de balayage, on observera sur l'écran des fragments de courbe et l'oscillogramme ne sera pas stable. Il est donc nécessaire de synchroniser la tension de balayage et la tension v_y .

- **Fonctionnement relaxé de la base de temps** FIGURE 3

L'oscillogramme sera stable si la période de la tension en dents de scie est un multiple de la période T_y . Par exemple si $T = 2.T_y$, on observera sur l'écran 2 périodes du signal étudié v_y . Pour réaliser cette condition, il faut jouer sur le réglage continu de la base de temps, qui ne sera donc pas étalonnée. Il sera donc impossible de faire des mesures de temps. De plus ce réglage est difficile et nécessite des signaux de fréquence très stable. **Ce type de synchronisation n'existe d'ailleurs plus sur les oscilloscopes actuels.**

- **Fonctionnement déclenché de la base de temps** FIGURES 4

La période T de la tension en dents de scie est asservie à celle du signal observé. Il faut pouvoir contrôler la période T - c'est à dire les instants $t_0, t_2 \dots$ sans modifier la durée T_t du balayage si l'on désire effectuer des mesures de temps. Cette opération est accomplie par le circuit de déclenchement.

Le signal de déclenchement - en général la tension v_y - est envoyé à l'entrée du circuit de déclenchement et comparé à une tension V_{ref} - désignée par tension seuil ou tension de déclenchement (**LEVEL**) - **réglée par l'utilisateur**. Celui-ci choisit également la polarité de cette comparaison : pour des signaux de déclenchement croissants - pente positive - ou décroissants - pente négative. Lorsque $v_y = V_{ref}$, avec la pente choisie, le circuit de déclenchement génère une impulsion qui commande le départ de la dent de scie (instant t_A figure 4-1). Toute nouvelle impulsion est ignorée jusqu'à la fin du balayage : instant t_B . Le spot est ramené vers la gauche (instant t_C) et ne repartira, après un temps d'inhibition ($t_D - t_C$), que lorsqu'une nouvelle impulsion redéclenche le balayage. La valeur minimale du temps d'inhibition peut être réglée par le « hold off ».

La période $T = t_D - t_A$ de la base de temps est liée à celle du signal de déclenchement, en revanche, la durée du balayage $T_t = t_B - t_A$ ne dépend que de l'étalonnage de la base de temps.

Les figures 4-1 et 4-2 représentent le signal de balayage, le signal étudié ainsi que les oscillogrammes associés.

Remarques :

a- On rencontre en général sur les oscilloscopes 2 modes de fonctionnement déclenché.

- le mode " normal " : le seuil de déclenchement est choisi par l'utilisateur.

- le mode " automatique " : le seuil de déclenchement est fixé à 0. Ceci permet d'obtenir une trace horizontale en l'absence de signal.

b- Dans la plupart des cas le signal de déclenchement est le signal observé sur la voie Y.

Dans le cas du fonctionnement bicourbe de l'oscilloscope (2-4), le signal servant à la synchronisation est soit celui envoyé sur la voie I soit celui envoyé sur la voie II. On peut également synchroniser la base de temps par un signal "extérieur" non visualisé.

c- Il existe plusieurs modes de synchronisation

- le mode DC : le signal de déclenchement est directement envoyé à l'entrée du circuit de déclenchement.

- le mode AC : seule la composante variable du signal de déclenchement est conservée.

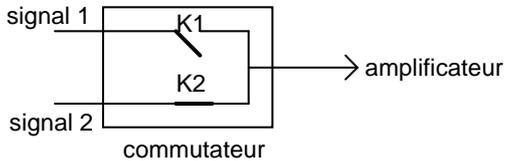
- le mode LF (low frequency) : seule la composante basse fréquence du signal de déclenchement est conservée.

- le mode HF (high frequency) : seule la composante haute fréquence est conservée.

2-4- Fonctionnement bicourbe d'un oscilloscope FIGURES 5

Pour l'étude des propriétés d'un système électronique, il est commode de pouvoir visualiser simultanément pour les comparer les signaux d'entrée et de sortie du dispositif.

L'oscilloscope, à un seul canon et une seule paire de plaques de déviation, est muni d'un commutateur électronique. Le principe consiste à envoyer alternativement entre les plaques de déviation le premier puis le second signal à étudier.



Le commutateur se comporte comme un interrupteur double laissant passer tantôt un signal, tantôt l'autre. Lorsque K_1 est ouvert, K_2 est fermé et inversement.

Il existe deux modes de commutation :

a- le mode alterné (ALT)

K_1 reste fermé (et K_2 ouvert) pendant la durée d'un balayage. L'état du commutateur change à chaque retour de balayage. Ce mode n'est utilisable que pour l'étude de signaux haute fréquence (durée de balayage faible) pour éviter le clignotement.

b- le mode découpé (CHOP)

Pendant une période du balayage, K_1 et K_2 s'ouvrent et se ferment alternativement n fois. La fréquence du découpage étant quelconque (de l'ordre de 500 kHz), la courbe - sauf cas exceptionnel - apparaîtra continue sur l'écran (et non sous forme de pointillés) car ceux-ci ne se superposeront pas exactement à chaque balayage. Ce mode est utilisé pour l'étude des phénomènes basse fréquence (période grande devant celle de découpage). Suivant l'oscilloscope, le mode de découpage est choisi par l'utilisateur ou automatiquement par l'oscilloscope.

2-5- Conclusion : les différents modes de fonctionnement de l'oscilloscope

* **Mode XY** : deux tensions extérieures sont envoyées, l'une u_y sur la voie Y (Y_2), l'autre u_x sur la voie X (Y_1). On visualise u_y en fonction de u_x (exemple tracé de caractéristique de dipôle). La base de temps n'est alors pas utilisée.

* **Mode Y(t)** : visualisation des variations d'une - fonctionnement monocourbe - ou deux tensions - fonctionnement bicourbe - entrées sur les voies Y_1 ou (et) Y_2 . La base de temps est alors utilisée.

II. Oscilloscopes numériques

Le principe de fonctionnement est le même que celui d'un oscilloscope classique. Il possède en plus un convertisseur analogique-numérique, une mémoire numérique et un convertisseur numérique analogique.

Le signal est d'abord échantillonné puis numérisé (codage binaire par exemple) - figures 6 -

L'intérêt des oscilloscopes numériques réside surtout dans la possibilité de traitement des signaux, dans la réalisation d'opérations mathématiques telles que la mesure d'une valeur moyenne, l'intégration, la dérivation, la transformée de Fourier ...

On dispose aussi de curseurs permettant d'effectuer des mesures de temps, d'amplitude ...

Ils permettent également d'observer des phénomènes non répétitifs (mode "single") mais sont limités dans le domaine des hautes fréquences (vitesse de la conversion analogique - numérique).

FIGURE 1 : Le tube cathodique et son alimentation

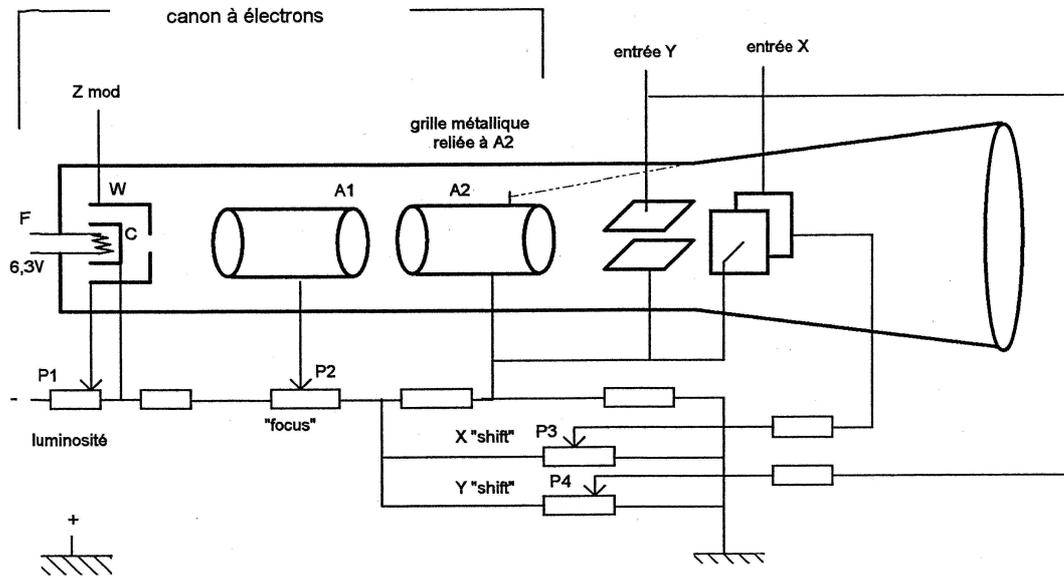


FIGURE 2 : Principe d'un oscilloscope

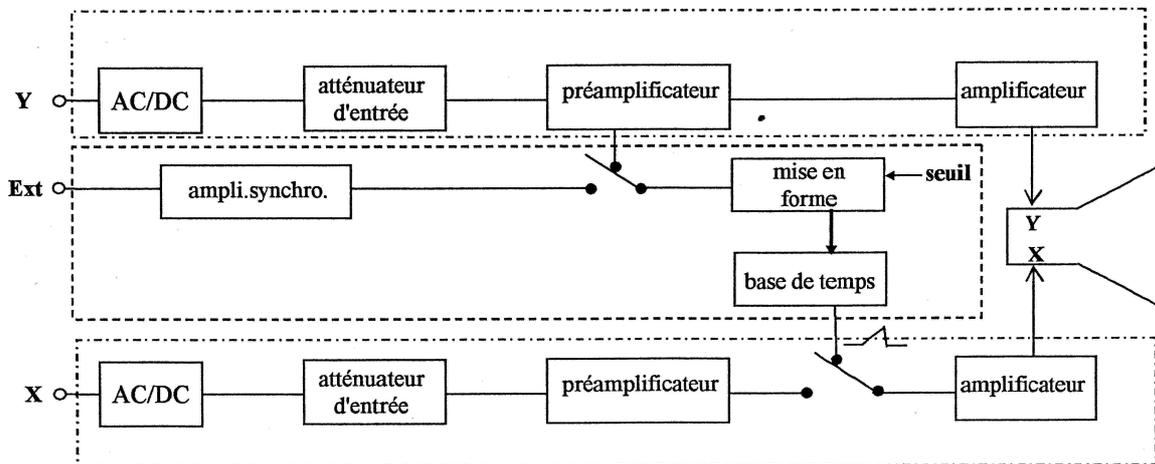


FIGURE 3 : base de temps relaxée : signal et balayage non synchronisés

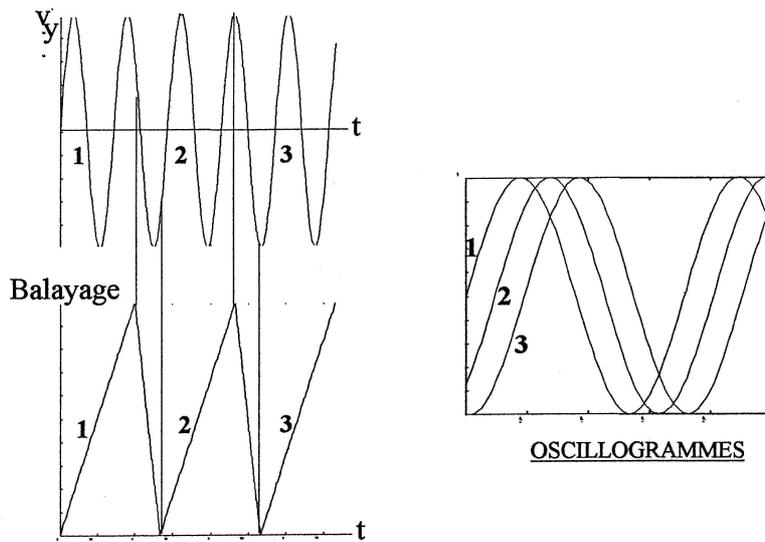


FIGURE 4 : base de temps déclenchée : signal et balayage synchronisés

figure 4-1 : tension de sortie du circuit de balayage

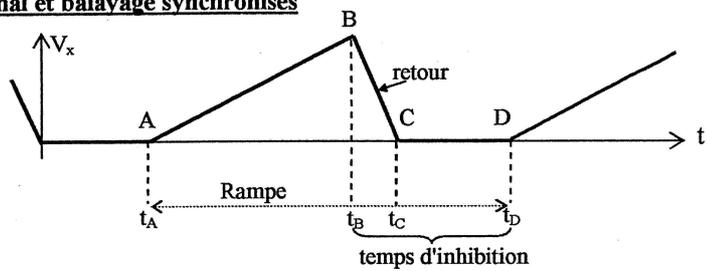
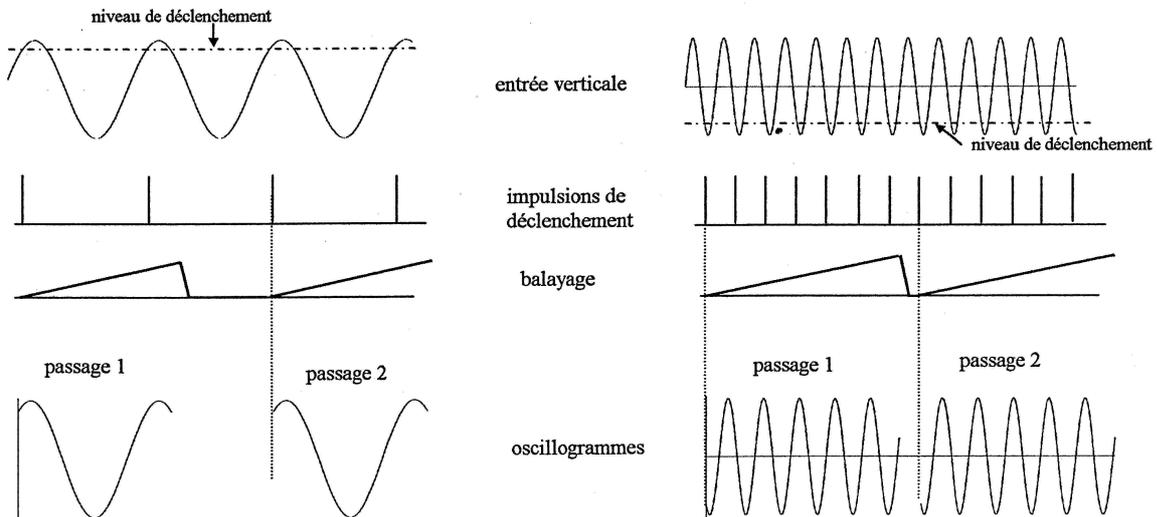
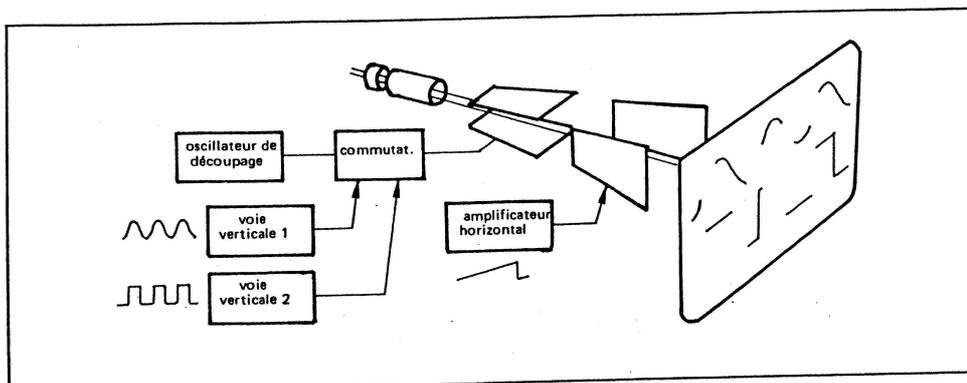


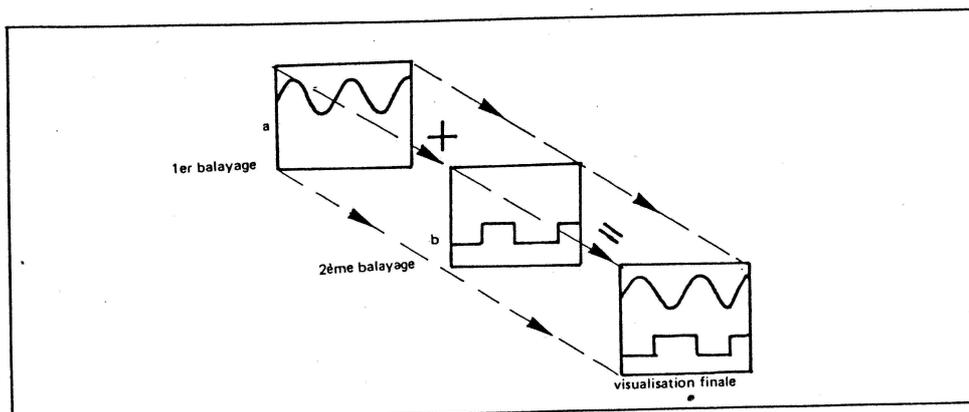
figure 4-2 : réglage de la vitesse de balayage et oscillogrammes



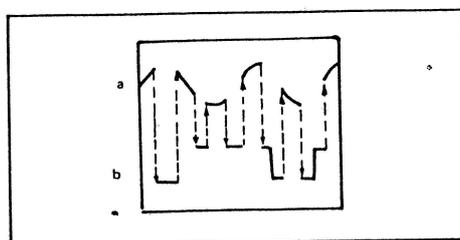
Figures 5 : Oscilloscope bicourbe à commutateur électronique
Mode alterné - Mode découpé



Système à découpage temporel.

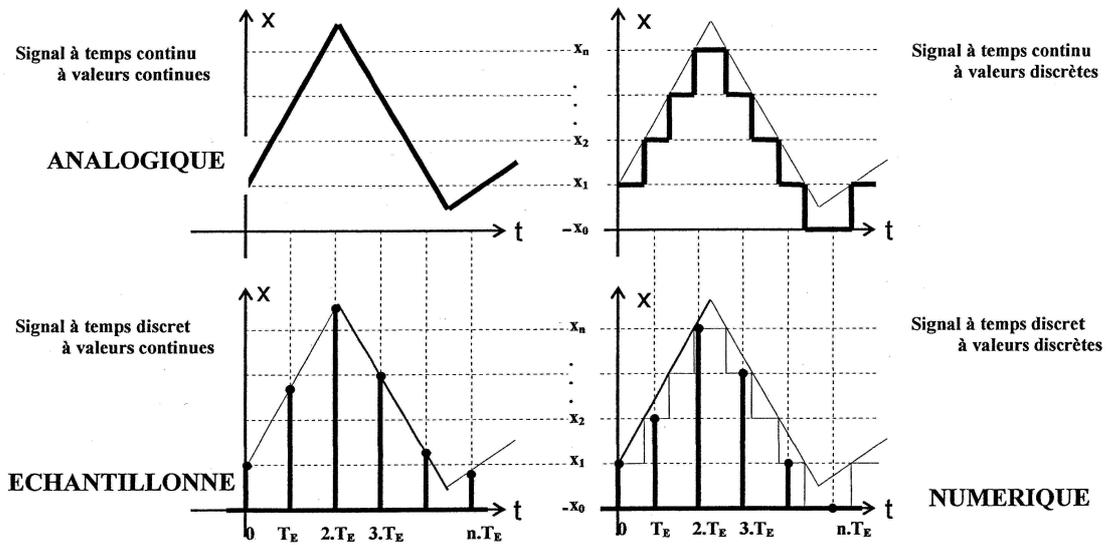


Représentation alternée.



Mode découpé.

Classification morphologique des signaux



Figures 6

Organisation générale d'un oscilloscope à mémoire numérique

