

UTILISATION DE L'OSCILLOSCOPE CATHODIQUE

Le but de cette étude est de familiariser l'étudiant avec l'utilisation d'un oscilloscope au travers de mesures de diverses grandeurs physiques : tensions, fréquences, déphasages,

L'oscilloscope est destiné à observer des phénomènes électriques variant rapidement dans le temps. Les indications qu'il donne sont proportionnelles aux tensions qui lui sont appliquées. Il possède une grande résistance interne et se comporte donc **comme un voltmètre par rapport au circuit sur lequel il est branché.**

I - CONSTITUTION ET FONCTIONNEMENT DE L'OSCILLOSCOPE CATHODIQUE

L'élément essentiel est le tube cathodique (figure 1) dans lequel règne un vide très poussé. A l'entrée du tube, des électrons sont émis par la cathode chauffée **K** puis accélérés et focalisés par une série d'électrodes **E**, portées à une tension élevée. Ce faisceau vient frapper l'extrémité du tube sur laquelle a été déposée une substance fluorescente : on observe donc un spot lumineux au point d'impact des électrons sur l'écran.

Sur son parcours, le faisceau peut être dévié horizontalement par le champ électrique créé entre deux plaques d'un condensateur ; le déplacement correspondant x du spot est proportionnel au champ électrique et par conséquent à la tension V_x existant entre les plaques de déviation horizontale :

$$\Rightarrow x = k_x V_x$$

De même, le faisceau peut être dévié verticalement par deux autres plaques portées au potentiel V_y et l'on a :

$$y = k_y V_y$$

Le spot a donc, à chaque instant, une position telle que ses coordonnées (x, y) soient proportionnelles aux tensions V_x et V_y appliquées sur les plaques de déviation horizontale et verticale.

Les amplificateurs de la figure 1 permettent de régler l'amplitude du signal afin que le spot couvre convenablement l'écran et soit facilement observable.

En général l'oscilloscope possède **2 voies en Y** et permet alors d'observer **deux tensions V_{y1} et V_{y2}** en fonction du temps. Pour l'observation de **l'évolution de tensions en fonction du temps, la tension V_x** est une tension de balayage horizontal, proportionnelle au temps, qui est fournie par l'élément dit "**base de temps**" (figure 2).

Les tensions V_{y1} et V_{y2} à mesurer sont appliquées sur les plaques de déviation verticale pendant une période pour V_{y1} , la période suivante pour V_{y2} et ainsi de suite. Grâce à la persistance des impressions

réiniennes, on observe simultanément l'amplitude des deux tensions V_{y1} et V_{y2} en fonction du temps, réglé par V_x (base de temps).

Si la tension visualisée V_y est périodique de période T , on obtient une figure fixe commodément observable si la période T_0 de la base de temps V_x est un multiple entier de T . Cette condition est réalisée en faisant agir la tension V_y sur la base de temps par un dispositif de "synchronisation" qui fait débiter la période de balayage en même temps qu'une période de la tension étudiée.

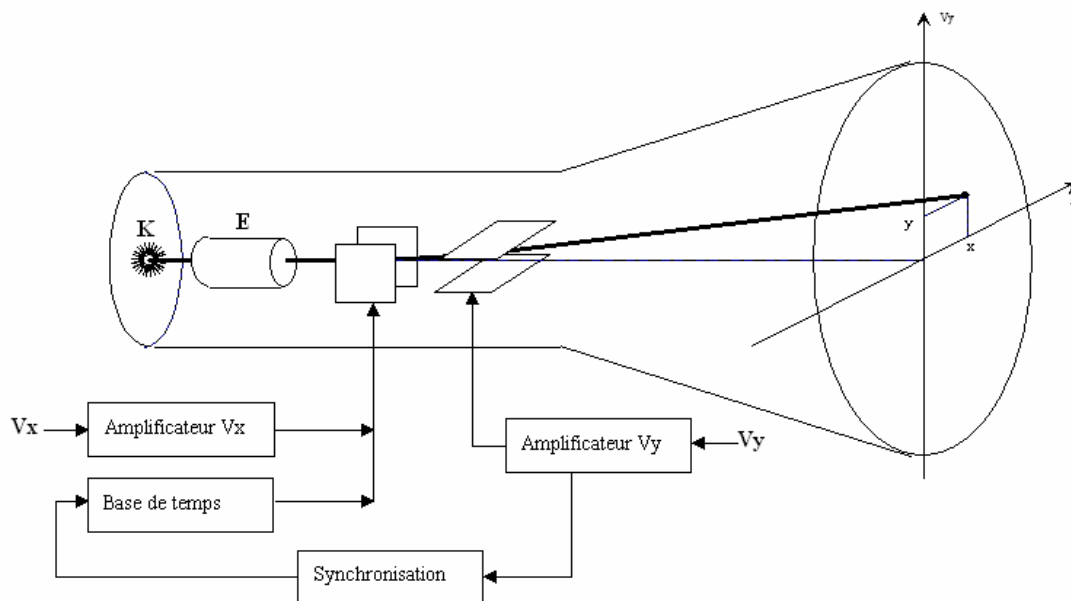


Figure 1 : Principe de l'oscilloscope.

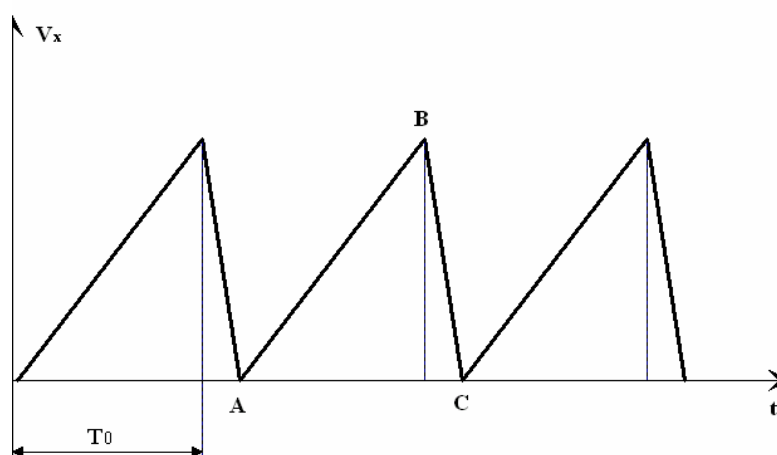


Figure 2 : Forme du signal appliqué à V_x pour la base de temps.

II - UTILISATION DE L'OSCILLOSCOPE

II - 1 - Mesure de tensions

Soit une tension $v(t) = \hat{V} \cos(\omega t - \phi)$, l'oscilloscope permet de mesurer l'amplitude crête \hat{V} de la tension appliquée à ses bornes. Dans le cas d'une tension sinusoidale, **la tension efficace** V_e mesurée par un voltmètre est :

$$V_e = \frac{\hat{V}}{\sqrt{2}}$$

II - 2 - Mesure du déphasage entre deux tensions

a) Méthode directe

Soient $v_1(t) = V_1 \cos \omega t$ et $v_2(t) = V_2 \cos(\omega t - \phi)$, deux tensions sinusoidales de même période $T = \frac{2\pi}{\omega}$, mais déphasées l'une par rapport à l'autre d'un angle ϕ . La figure 3 montre ce qu'on observe sur l'écran de l'oscilloscope.

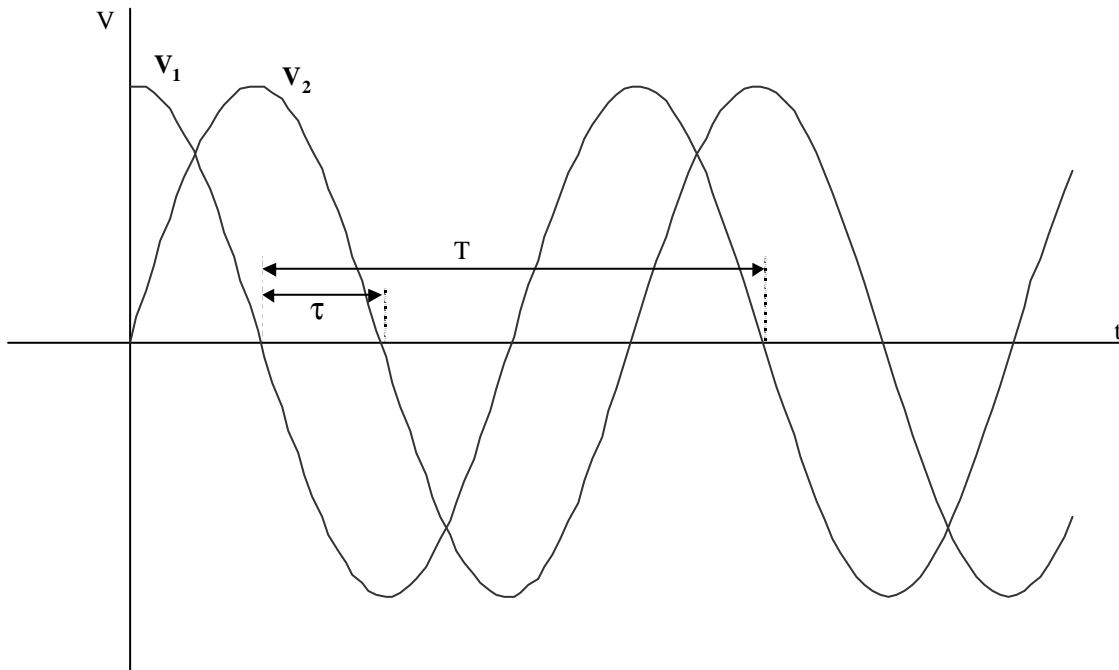


Figure 3 : Observation du déphasage entre V_1 et V_2 .

Le déphasage est alors donné par : $f = 2\delta \frac{\tau}{T}$ (en radian) = $360 \frac{\tau}{T}$ (en degré)

Si ϕ est positif : on dit que V_1 est en avance sur V_2 .

b) Méthode de Lissajous

Une autre méthode consiste à appliquer les tensions V_1 et V_2 respectivement sur les voies Y_1 et Y_2 . **La touche de fonction (X - Y) est actionnée.** La tension V_2 est alors appliquée au balayage de x tandis que V_1 est appliquée au balayage de y :

$$x = V_2 \cos(\omega t) \quad y = V_1 \cos(\omega t + \phi)$$

Le spot va alors décrire sur l'écran une ellipse (figure 4) inscrite dans un rectangle de côtés $(2V_1, 2V_2)$

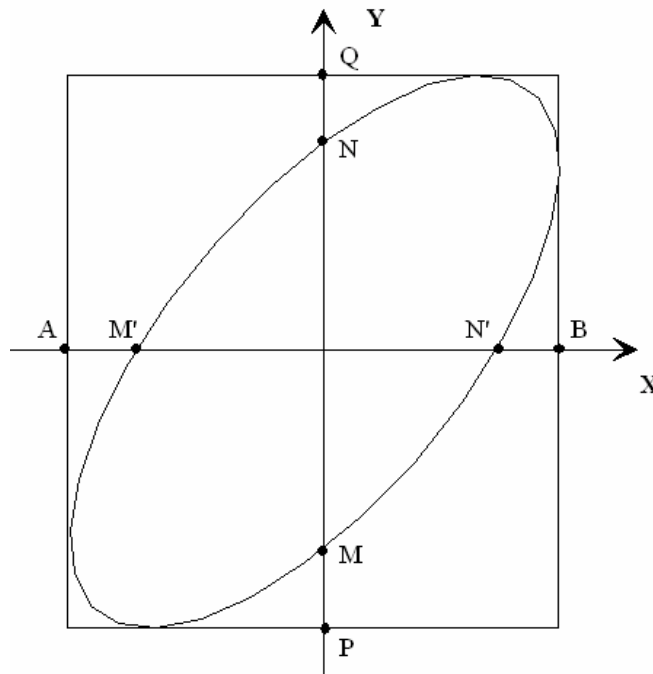


Figure 4 : Figure de Lissajous

L'équation de cette ellipse est : $\frac{x^2}{V_2^2} + \frac{y^2}{V_1^2} - \frac{2xy}{V_1 V_2} \cos \phi = \sin^2 \phi$

La valeur du déphasage est donnée par : $\sin f = \frac{MN}{PQ} = \frac{M'N'}{AB}$

Remarque : On obtiendra une meilleure précision dans la mesure, en agrandissant au maximum le rectangle dans lequel s'inscrit l'ellipse (**action sur les calibres**).

III - MANIPULATION

III - 1 - Mesure de tensions et de fréquences à l'oscilloscope

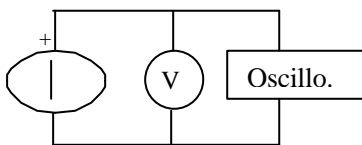
a) Signal continu : montage 1

- Mesurer la tension V à l'aide d'un oscilloscope puis d'un voltmètre.
- Evaluer l'erreur de mesure ΔV dans les deux cas. **Conclusion ?**

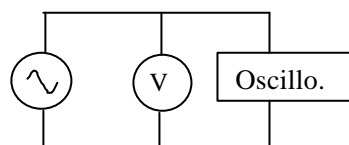
b) Signal alternatif : montage 2

Le signal alternatif est fourni par un générateur basse fréquence qui sera utilisé dans la gamme $100 \rightarrow 1000$ Hz. **Pour une fréquence quelconque :**

- Mesurer la tension V à l'aide d'un oscilloscope puis d'un voltmètre.
- Evaluer l'erreur commise dans les deux cas. Conclusion.
- Mesurer sur l'oscilloscope la période T du signal. Evaluer ΔT .
- En déduire f et Δf .
- Comparer avec la valeur de f lue sur le générateur.
- Refaire la mesure pour 2 fréquences différentes.



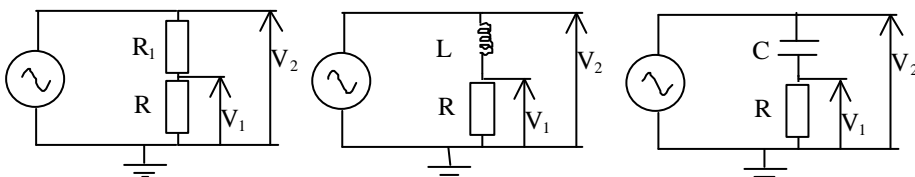
Montage 1



Montage 2

III - 2 - Mesure de déphasages à l'oscilloscope

Pour les trois montages suivants : **on prendra $f = 400$ Hz.**



Montage 3

$$R = R_1 = 1 \text{ kW}$$

Montage 4

$$R = 30 \text{ W}$$

$$r = 32 \text{ W}$$

$$L = 0,1 \text{ H}$$

Montage 5

$$R = 10 \text{ kW}$$

$$C = 0,1 \text{ mF}$$

- Mesurer le déphasage ϕ entre les tensions V_1 et V_2 par la méthode directe et la méthode de Lissajous. Evaluer $\Delta\phi$.
- Préciser si V_1 est en avance ou en retard sur V_2 .
- Comparer, aux incertitudes près, les valeurs obtenues avec les valeurs théoriques.
- Quelle est la méthode la plus précise ?

Rappel : Montage R,L $\tan f = \frac{L\omega}{R_t}$ avec $R_t = R + r$

Montage R,C $\tan f = - \frac{1}{RC\omega}$

III - 3 - Détermination des composants**a) Mesures de résistances**

- Déterminer la valeur de R et de la résistance r associée à la self à l'aide d'un ohmmètre. Evaluer les erreurs.

b) Mesures en alternatif

- Déterminer, à l'aide du montage ci-dessous, à une fréquence de 400 Hz, la valeur de la self L puis de la capacité C. Evaluer les erreurs.

