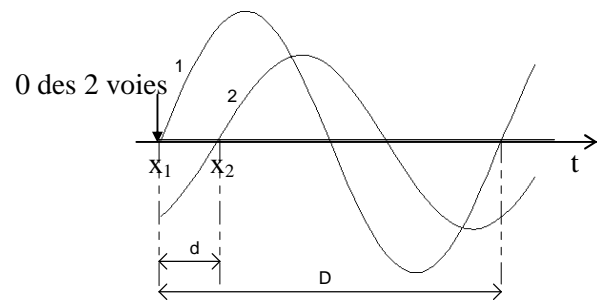


Annexe : MESURES DE DEPHASAGES A L'OSCILLOSCOPE

(Voir animation sur internet «Figures animées pour la physique» dans *électricité - courant alternatif - mesure d'un déphasage*)

I. Mesure du déphasage en mode balayage $Y(t)$

La tension d'entrée v_1 est envoyée sur la voie Y_1 de l'oscilloscope, la tension v_2 sur la voie Y_2 .



On obtient sur l'écran de l'oscilloscope 2 sinusoïdes :

$$y_1 = Y_1 \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$y_2 = Y_2 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) = Y_2 \cdot \cos[\omega (t + \tau)]$$

$$\tau = \frac{\varphi}{\omega} = k \cdot (x_1 - x_2) = \pm k \cdot d \quad \text{où } k \text{ désigne le calibre de la base de temps (signe - dans le cas de figure)}$$

La mesure de τ permet donc d'accéder à φ :

La mesure de τ permet donc d'accéder à φ :

$$\boxed{\varphi = \omega \cdot \tau = 2\pi \cdot f \cdot \tau = 2\pi \frac{\tau}{T}}$$

Signe du déphasage : τ représente l'avance temporelle - algébrique - de v_2 par rapport à v_1 . Si v_1 passe par 0 avec une pente de signe donné à l'instant t_0 , v_2 passe par 0 avec la même pente à l'instant $t_0 - \tau$. Si τ est positif, v_2 est en avance sur v_1 et φ est positif. Si τ (donc φ) est négatif c'est v_1 qui est en avance sur v_2 (cas de la figure ci-contre).

1) Première méthode de mesure: usuellement utilisée car la plus simple.

D = déviation horizontale correspondant à l'intervalle de temps T , période des signaux : $T = k \cdot D$

d = déviation horizontale correspondant à l'intervalle de temps τ . $\tau = \pm k \cdot d = \pm T \cdot \frac{d}{D}$

On en déduit $\boxed{\varphi = \frac{\tau}{T} \cdot 2\pi = \pm 2\pi \cdot \frac{d}{D}}$ (en rad) ou $\boxed{\varphi = 360 \cdot \frac{\tau}{T} = \pm 360 \cdot \frac{d}{D}}$ (en degrés).

Le signe de φ est connu - voir plus haut.

Intérêt de la méthode pour un oscilloscope analogique :

Le calibre k de la base de temps s'élimine, la base de temps ne doit donc pas obligatoirement être étalonnée.

* Déphasage quelconque (méthode des 9 carreaux) : on **désétalonne** la base de temps de manière à avoir $D = 9$ divisions, alors, en degrés, $\varphi = 40 \cdot d$. Les valeurs de φ s'obtiennent ainsi très simplement.

* Pour régler un déphasage à une valeur particulière choisir pour D une valeur commode.

Par exemple $\varphi = \pi/2$ choisir $D = 8$ div alors $d = 2$ div $\varphi = \pi/4$ choisir $D = 8$ div alors $d = 1$ div

Cette méthode, toujours possible avec un oscilloscope analogique, ne l'est pas toujours avec les oscilloscopes numériques si l'on ne peut désétalonner la base de temps. On pourra en revanche déterminer manuellement τ à l'aide de curseurs et T (automatiquement ou manuellement à l'aide des curseurs).

De plus certains oscilloscopes numériques permettent de mesurer automatiquement le déphasage entre les tensions envoyées sur chacune des voies.

2) Deuxième méthode de mesure : à utiliser pour les **déphasages petits** si la **fréquence des signaux est connue**

On a : $\varphi = 2\pi.f.\tau = \pm 2\pi.f.k.d$ (en radians) ou $\pm 360.f.k.d$ (en degrés).

Si f est connue ainsi que k, calibre de la base de temps - qui doit donc être ici **étalonnée** - la mesure de d permet d'accéder à φ .

Pour un maximum de précision, on utilise un calibre de la base de temps tel que d soit compris entre 5 et 10 divisions.

Remarque :

Dans les deux méthodes, pour que la mesure de d soit correcte, elle doit correspondre à l'intervalle de temps séparant les passages successifs de v_1 et v_2 par 0 avec la même pente. Il faut donc que les axes des temps associés à chacune des 2 voies soient confondus. On devra, donc, **en l'absence de signal (mode GRND) faire coïncider les 2 traces horizontales** (base de temps en mode automatique).

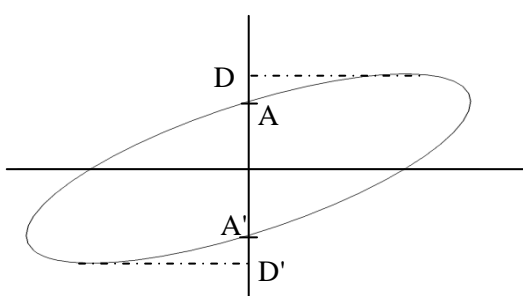
Dans le cas où l'on effectue une série de mesures de déphasages, cette vérification du réglage des positions des zéros des 2 voies doit être régulièrement faite.

II. Mesure de déphasage en XY : méthode de Lissajous

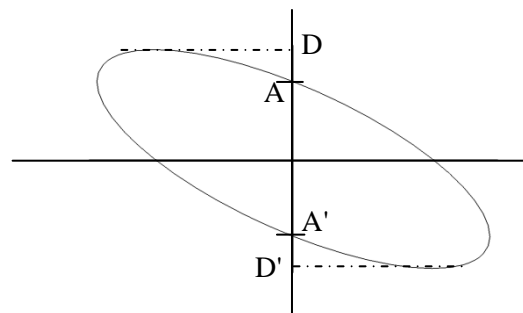
Cette méthode ne sera jamais utilisée pour des mesures de déphasages parce qu'elle conduit à des calculs plus complexes que ceux des méthodes précédentes mais surtout parce qu'elle ne **permet pas de déterminer le signe du déphasage** contrairement aux précédentes. Elle est en revanche très utile pour **régler un déphasage à 0 ou π** .

La tension v_1 est envoyée sur la voie Y de l'oscilloscope, la tension v_2 sur la voie X.

L'équation paramétrée du "spot" sur l'écran est : $x = X_0.\cos(\omega.t + \varphi)$ et $y = Y_0.\cos(\omega.t)$. C'est l'équation d'une ellipse de centre O, suivant les valeurs de φ deux cas peuvent se produire.



$0 < |\varphi| < \pi/2$



$\pi/2 < |\varphi| < \pi$

En A et A' : $x = 0$ soit $\omega.t + \varphi = \pm \frac{\pi}{2} (2.k.\pi)$ $y_{A\text{ou}A'} = Y_0.\cos\left(\pm \frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \pm Y_0.\sin(\varphi)$

$AA' = 2.Y_0.|\sin(\varphi)|$ et $DD' = Y_{cc} = 2.Y_0$ soit $|\sin(\varphi)| = \frac{AA'}{DD'}$.

Les mesures de AA' - intersections de l'ellipse avec l'axe vertical - et de DD' = 2 Y₀ permettent d'accéder à la valeur absolue de φ . D'où la critique de la méthode qui nécessite de connaître le signe de φ .

Dans le cas où $\varphi = 0$, l'ellipse devient un segment de droite de pente positive (si $\varphi = \pi$, on obtient un segment de droite de pente négative). Cette méthode est en fait souvent utilisée pour régler un **déphasage à 0 ou π** .