

MESURAGE RAPIDE DU DEPHASAGE : LA COURBE DE LISSAJOUS

Remarque liminaire :

La méthode de Lissajous ne permet pas d'accéder au signe du déphasage. Celui-ci est visible sur le chronogramme (courbe en fonction du temps, figure 1) des signaux d'entrée u_i et de sortie u_o . Rappelons que $-\pi < \varphi < \pi$.

Méthode :

Comme φ est de signe inconnu, φ est arbitrairement placé dans l'expression du signal d'entrée.

$$\begin{cases} u_i = U_i \sin(\omega t + \varphi) \\ u_o = U_o \sin(\omega t) \end{cases}$$

Appliquons l'entrée u_i sur la

voie X de l'oscilloscope et la sortie u_o sur la voie Y (figure 2). L'amplitude U_i du signal d'entrée est indépendante de la fréquence. Donc la longueur de la projection A de l'ellipse sur l'axe des abscisses est constante : $A = 2U_i$. Par contre les intersections de l'ellipse avec l'axe des abscisses, P_1 et P_2 , sont séparées par b, qui dépend de φ .

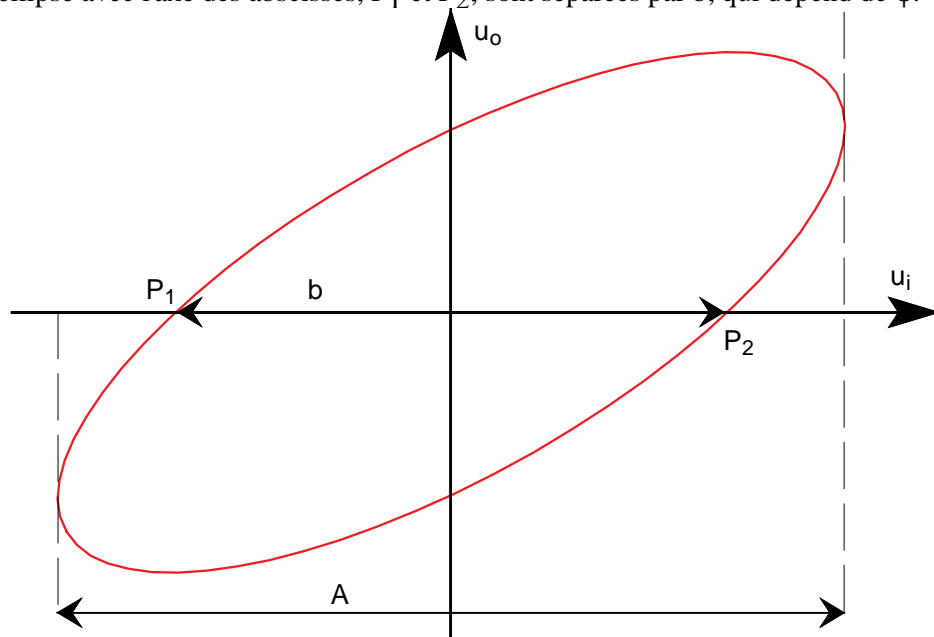


Figure 1 : Chronogramme de l'entrée u_i et de la sortie u_o .
a) u_o est en retard sur u_i , $\Rightarrow \varphi < 0$ b) u_o est en avance sur u_i , $\Rightarrow \varphi > 0$

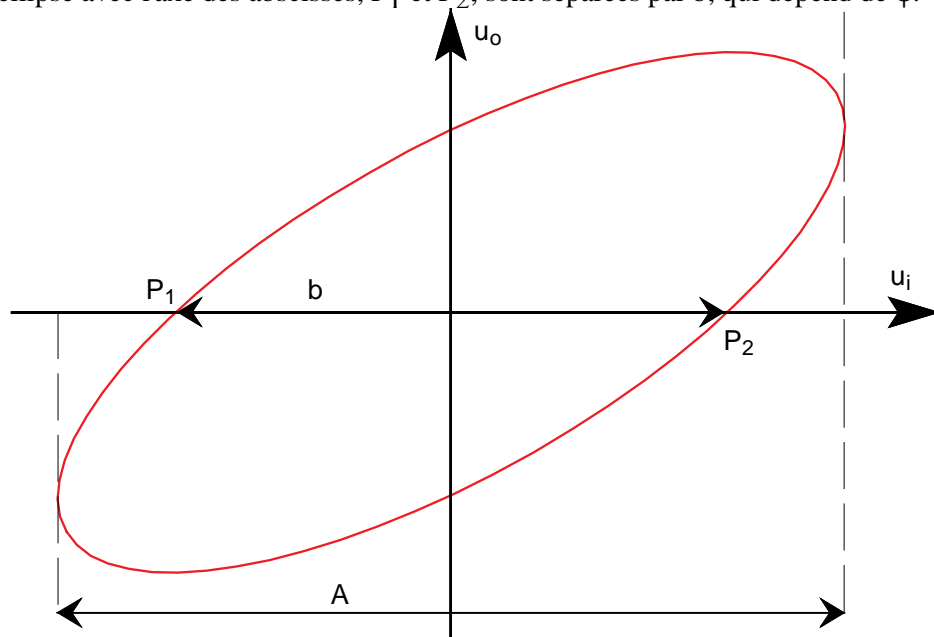


Figure 2 : Ellipse $u_o(u_i)$ produite par la composition des fonctions sinusoïdales u_i et u_o .

Aux points P_1 et P_2 , $u_o = 0 \Rightarrow t = 0 \pm k\pi/\omega \Rightarrow u_i = U_i \sin(\varphi)$ soit donc : $b = 2U_i \sin(\varphi)$

d'où $\varphi = \arcsin\left(\frac{b}{A}\right)$

Pour simplifier les calculs, choisissons l'amplitude U_i et le calibre de la voie X de l'oscilloscope (axe des abscisses) de telle sorte que A égale exactement 10 carreaux. Il suffit alors de compter b en carreaux, sans tenir compte du calibre.

Remarques : (1) Les réglages se font dans la bande passante du système. (2) Nous pouvons mesurer simultanément le gain et le déphasage, en réglant $U_i = 0$ dB, et A égale 10 carreaux. (3) Le bruit qui s'ajoute au signal épaissit la trace, nous choisissons donc U_i , et l'échelle des X, assez grands pour que le bruit soit négligeable, sans saturer le système.

Avantages : (1) La lecture de b est rapide. (2) Les réglages de l'oscilloscope sont fixes tant que U_i n'est pas modifiée.

Inconvénients : (1) La précision de la mesure est faible. L'épaisseur du trait à l'écran et le centrage de l'ellipse introduisent des incertitudes sur A et sur b. (2) La mesure est délicate lorsque φ est proche de 0 (l'ellipse est une droite) ou de $\pi/2$ (l'ellipse est un cercle). Il est toujours possible de dilater l'échelle verticale pour mieux localiser P_1 et P_2 .