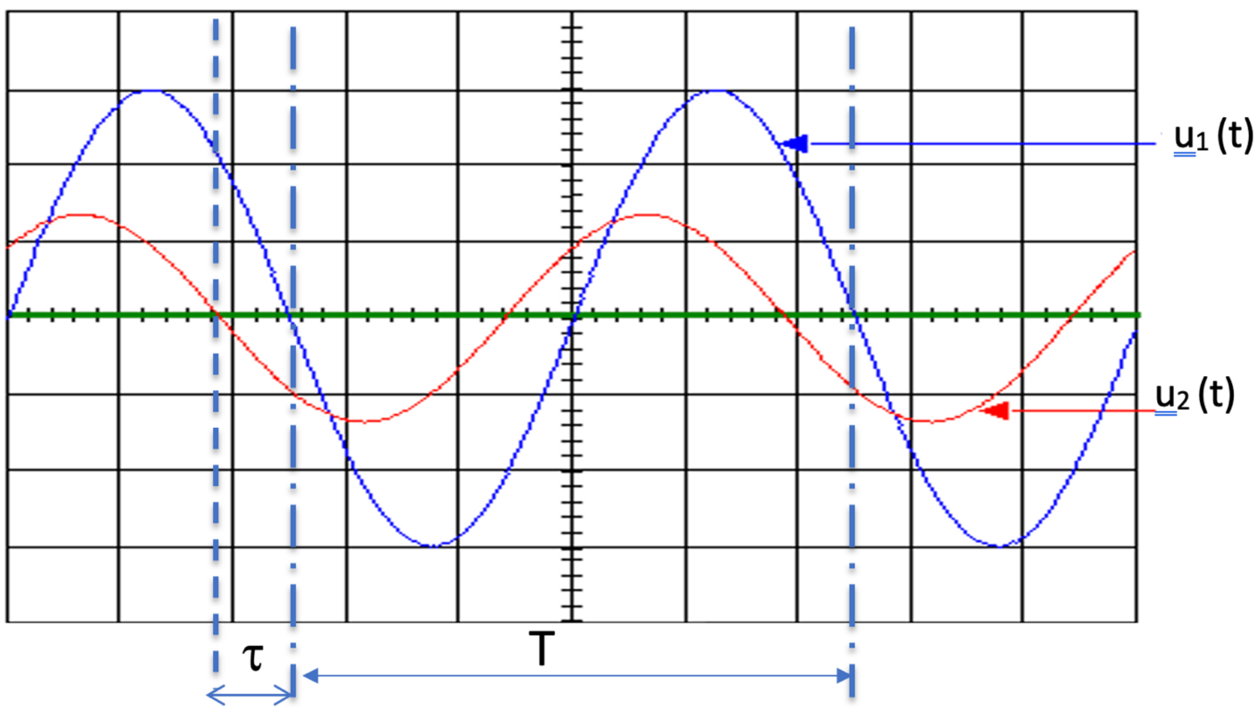
FM8

Mesure expérimentale à l'oscilloscope du déphasage entre 2 signaux sinusoïdaux synchrones

On suppose qu'un transducteur relié à un oscilloscope a permis de convertir deux signaux physiques quelconques en signaux électriques $u_1(t)$ et $u_2(t)$. On s'intéresse à la mesure expérimentale du déphasage du signal sinusoïdal **u_2(t) par rapport à u_1(t)** noté $\Delta\varphi_{2/1}$ par plusieurs méthodes à l'aide de l'oscilloscope numérique.

Exemple : on place deux récepteurs d'ondes US à des distances différentes d'un émetteur d'US et on relie les récepteurs aux voies I et II de l'oscilloscope.

1. A partir des signaux temporels (en mode temporel) et des curseurs



On mesure les durées τ et T à l'aide des curseurs (**touche [cursors] du menu *Measure***) pour calculer la valeur absolue du déphasage exprimée <u>en radians</u> : $|\Delta\varphi| = 2\pi.\frac{\tau}{T}$. Il est plus précis de faire la mesure au niveau de l'axe des abscisses plutôt qu'au sommet des courbes. Il est intéressant d'utiliser des bases de temps différentes pour la mesure de τ et de T afin d'être le plus précis possible dans le positionnement des curseurs.

Pour connaître le signe de $\Delta\varphi_{2/1}$, on observe les positionnements relatifs des signaux $u_2(t)$ et $u_1(t)$

→ si $u_2(t)$ est en retard par rapport à $u_1(t)$ alors $\varphi_2 < \varphi_1$: le déphasage 2/1 est négatif : $\Delta\varphi_{2/1} < 0$

→ si $u_2(t)$ est en avance par rapport à $u_1(t)$ alors $\varphi_2 > \varphi_1$, le déphasage 2/1 est positif : $\Delta\varphi_{2/1} > 0$.

Dans l'exemple ci-dessus, le signal $u_2(t)$ est en avance sur $u_1(t)$ car $u_2(t)$ passe par un maximum à une date antérieure à celle pour laquelle $u_1(t)$ passe par un maximum donc $\Delta\varphi_{2/1} > 0$.

2. Par mesure automatique (en mode temporel)

Cliquer sur le bouton **Meas** pour voir apparaître des mesures automatiques à droite de l'écran (4 au maximum). Pour ajouter une mesure automatique à la liste apparaissant sur l'écran : appuyer sur le bouton sous l'écran correspondant à **type** puis utiliser le bouton rotatif de réglage ↻ pour choisir **phase** parmi la liste déroulante, pour le sélectionner, appuyer sur le bouton « ajouter mesure » ou cliquer le bouton ↻. *Attention au choix des voies, si vous visualisez le déphasage de 2 par rapport à 2, par exemple, vous obtiendrez évidemment un déphasage nul.*

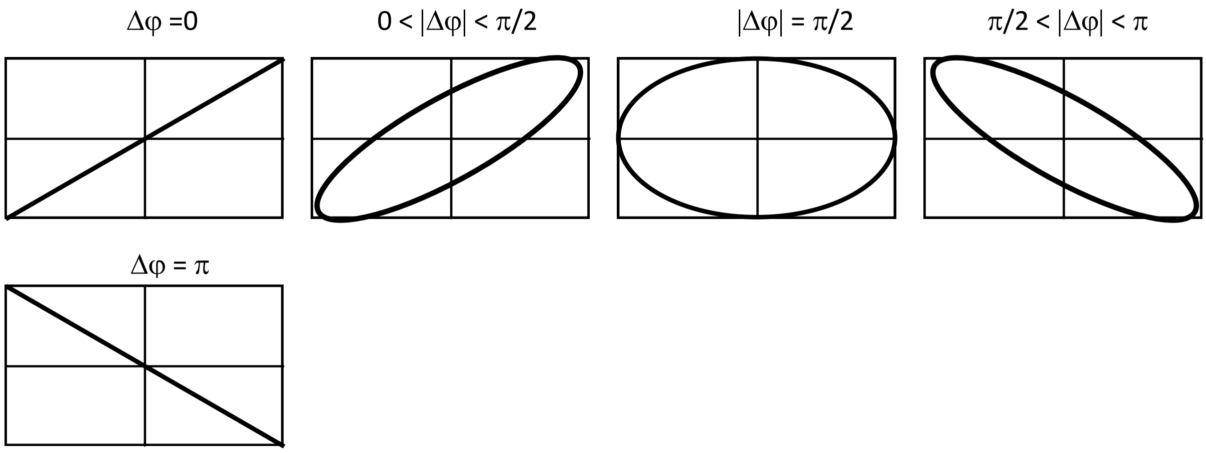
3. Par la méthode de Lissajous (en mode XY)

On visualise toujours en voie Y1 la tension u_1 et en voie Y2 la tension u_2. En passant en mode XY (enclencher le bouton « horiz » puis sélectionner le mode XY dans le menu « mode temps » sur l'écran), on visualise $u_2=f(u_1)$ et on peut utiliser la méthode de Lissajous, qui est une manière rapide mais peu précise de déterminer un ordre de grandeur du déphasage $\Delta\varphi$ de $u_2(t)$ par rapport à $u_1(t)$: en effet la forme de l'ellipse dépend de la valeur $|\Delta\varphi|$ du déphasage existant entre les deux courbes.

On ne peut connaitre le signe de $\Delta\varphi$ en mode XY (car on n'a pas accès au sens de parcours du spot sur l'ellipse), Il faut donc revenir en mode temporel pour déterminer le signe de $\Delta\varphi$ (compris dans l'intervalle $-\pi < \Delta\varphi < \pi$).

Cette méthode est surtout utilisée pour repérer deux courbes en phase, en opposition de phase, ou en quadrature. On peut donc repérer une résonance en intensité en passant en mode XY (car à la résonance e(t) et $u_R(t)$ sont en phase).

Courbes de Lissajous



HORS PROGRAMME : la méthode de Lissajous permet de calculer quantitativement le déphasage $\Delta\varphi$ entre les deux signaux à partir de l'ellipse, on suppose que u_1 possède une phase à l'origine nulle soit $u_1(t) = a.\cos(\omega t)$ et que $u_2(t) = b.\cos(\omega t+\varphi)$: ainsi $|\varphi| = |\Delta\varphi|$.
Pour $u_1 = 0$ (spot situé sur l'ordonnée), on a $\omega t = \pi/2[\pi]$. Il vient : $u_2 = b.\cos(\pi/2[\pi] + \varphi) = \pm$ b.sin (φ) et le spot est alors en B ou B' , ainsi $\sin|\varphi| = OB'/b$ soit $\sin|\Delta\varphi| = BB'/b'b$ ce qui permet d'éviter les imprécisions dues à un défaut de centrage de l'ellipse.
Un raisonnement analogue (en partant de $u_2=0$) conduit à $sin|\Delta\varphi|$=A'A/a'a
On conclut que $|\Delta\varphi| = arcsin\frac{B'B}{b'b} = arcsin\frac{A'A}{a'a}$.
Expérimentalement, il suffit de mesurer à l'aide des curseurs de l'oscilloscope les valeurs de a'a et A'A ou b'b et B'B pour déterminer |Δφ| puis de revenir en mode temporel pour déterminer le signe de Δφ.
Remarque : l'utilisation de la méthode est délicate et donc peu précise lorsque l'ellipse tend vers un « cercle » ($|\Delta\varphi| = \pi/2$) ou une droite ($|\Delta\varphi| = 0$).