

TP12 – Écholocalisation

L'écholocalisation permet à certains animaux de repérer des obstacles ou des proies. Pour cela, la pipistrelle (une espèce de chauve-souris) envoie de brèves impulsions sonores et est capable de déterminer la distance qui la sépare des objets qui l'entourent en écoutant leurs échos. Le dauphin utilise des impulsions ultrasonores sur le même principe.

Objectifs

- Mesurer une longueur d'onde acoustique à l'aide d'un support gradué et d'un oscilloscope bicourbe.
- Reconnaître une avance ou un retard de phase.
- Passer d'un décalage temporel à un déphasage et inversement.
- Repérer précisément le passage par un déphasage de 0 ou π en mode XY.
- **Mesurer la vitesse de phase, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène ondulatoire.**

Célérité d'une onde ultrasonore

Période d'une onde ultrasonore

APP REA

1. Déterminer la période T_0 et la fréquence f_0 du signal émis par l'émetteur d'onde ultrasonore. On choisira la période pour laquelle la réception est maximale.

Étude du déphasage

- Placer le récepteur sur le banc gradué face à un émetteur d'onde ultrasonore, alimenté par un signal sinusoïdal de période T_0 . L'émetteur est fixe, alors que le récepteur est mobile.
- Nous allons nous intéresser aux signaux de l'émetteur et du récepteur et observer leur évolution relative lorsque le récepteur est rapproché ou éloigné de l'émetteur : visualiser à l'oscilloscope les signaux émis (CH1) et reçus (CH2). On prendra soin de synchroniser (Trigger) la base de temps de l'oscilloscope sur la voie associée à l'émetteur fixe.
- Placer le récepteur de manière à ce que les signaux observés se superposent parfaitement.
- Passer en mode « XY » dans le menu Horiz, puis Mode Temps de l'oscilloscope et représenter le signal observé.

APP ANA

2. Interpréter l'allure de celui-ci (Doc. 3). Conclure.

- Éloigner lentement le récepteur de l'émetteur et observer simultanément l'évolution des signaux à l'oscilloscope, en alternant entre le mode « XY » et le mode Normal.

APP COM

3. Représenter l'allure des signaux temporels et de la courbe obtenue dans le mode « XY » pour quelques positions du récepteur.

- Recommencer la dernière manipulation en vous rapprochant cette fois de l'émetteur.

APP ANA

4. Conclure sur le lien qui existe entre avance et retard d'un côté, et déphasage positif ou négatif de l'autre (Doc. 2).

APPEL PROF 1

Longueur d'onde

5. Déterminer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour **mesurer la longueur d'onde de l'onde ultrasonore**. Faire des observations avec le mode temporel et le mode XY.

APP ANA
REA VAL
COM

Célérité d'une onde ultrasonore

6. Déterminer la célérité des ondes ultrasonores. On comparera la valeur obtenue avec la valeur mesurée grâce au chronomètre sonore de Phyphox et avec la valeur tabulée pour 20 °C : $c = 343,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

REA VAL

Élaboration d'un SONAR

7. Déterminer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de constituer un SONAR (*sound navigation and ranging*).
On pourra par exemple mesurer la hauteur de la paillasse.

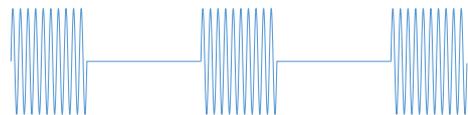
APP ANA
REA VAL
COM

Documents

Document 1 – Émetteur ultrasons

Il est possible d'émettre des ultrasons de deux façons :

- signal sinusoïdal simple
- salves

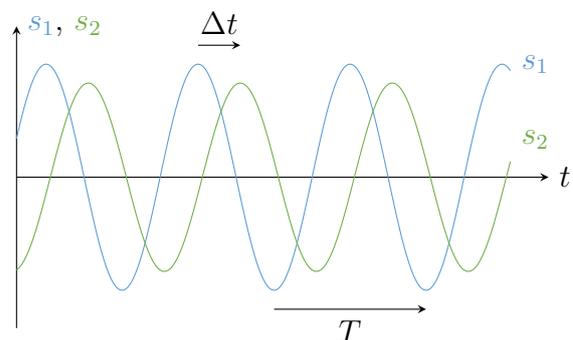


Document 2 – Déphasage entre deux signaux synchrones

Le déphasage entre deux signaux quantifie leur décalage temporel. Il peut s'exprimer en radians ou en degrés.

Soient les signaux sinusoïdaux synchrones (de même fréquence)

$$\begin{cases} s_1(t) = s_{m1} \cos(\omega t + \varphi_1) \\ s_2(t) = s_{m2} \cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$$

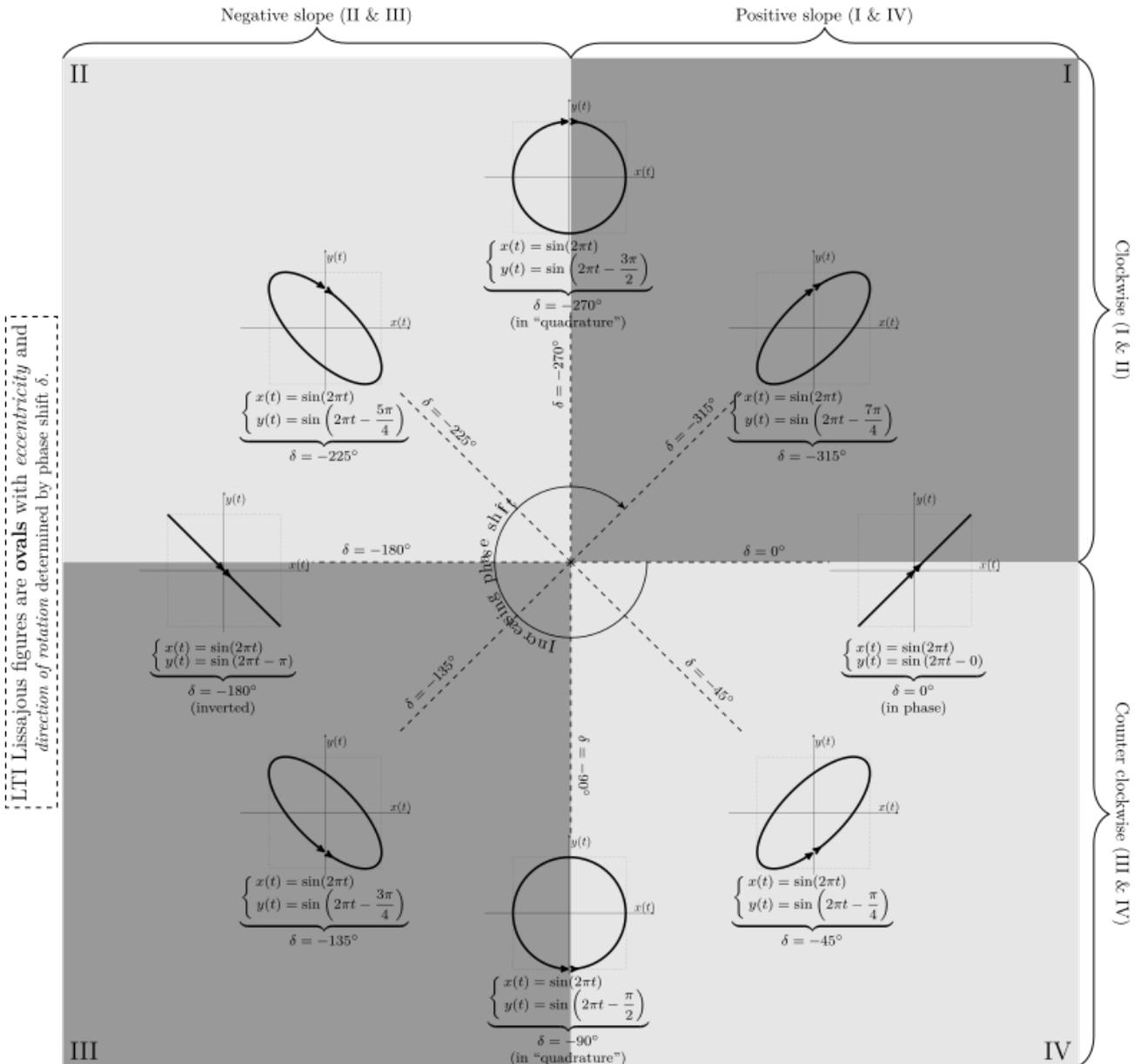


La différence $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{-2\pi\Delta t}{T}$ est la différence de phase ou déphasage entre $s_1(t)$ et $s_2(t)$. On dit que $s_2(t)$ est en **avance** sur $s_1(t)$ s'il atteint son maximum « avant $s_1(t)$ » sur une période. Dans le cas contraire, on dit qu'il est en **retard** sur $s_1(t)$:

- si $\Delta\varphi < 0$ alors le signal 2 est en **retard** sur le signal 1 (décalage à droite) ;
- si $\Delta\varphi > 0$ alors le signal 2 est en **avance** sur le signal 1 (décalage à gauche).

Document 3 – Courbes de Lissajous

Une courbe de Lissajous est une représentation paramétrique d'une fonction sinusoidale $y(t) = \sin(2\pi\omega_1 t + \delta)$ en fonction d'une autre fonction sinusoidale $x(t) = \sin(2\pi\omega_2 t)$. Le temps t n'est alors plus l'abscisse des figures, mais un paramètre. Lorsque les deux signaux sont synchrones ($\omega_1 = \omega_2$), les courbes de Lissajous sont des ovales dont l'excentricité (l'aplatissement), la direction du grand axe et le sens de parcours au cours du temps sont déterminés par le déphasage δ entre les deux fonctions. Considérer des signaux d'amplitudes différentes modifie le détail de la forme des ovales, mais l'allure globale des courbes de Lissajous reste inchangée.



Document 4 – Matériel

- émetteur et récepteur à ultrason ;
- rail gradué ;
- GBF et oscilloscope ;
- générateur de salve.

