

OS – TP 12

Caractéristiques et propagation d'un signal

Pré-requis

- Cours OS-N.
- OS-TD 10.
- Fascicule Compétences transverses.

I - Caractéristiques des ondes sinusoïdales

- Allumer l'oscilloscope et appuyer sur « default » (en haut à droite) pour initialiser les réglages.
- Régler le GBF en mode sinusoïdal à $f = 40 \text{ kHz}$. On a alors un signal du type $s(t) = s_m \cos(2\pi f t)$.
- Relier la sortie du GBF à l'entrée CH1 de l'oscilloscope. Visualiser le signal, régler la base de temps (Horizontal>TIME/DIV) et le calibre en tension (Vertical>VOLTS/DIV) afin de voir le signal en entier sur quelques périodes (au moins deux).
- Centrer verticalement le signal de la voie CH1, en appuyant sur le bouton lumineux de la voie, puis en sélectionnant dans le menu qui s'affiche en bas de l'écran la fonction « position / ↓ set to 0 ».

Les fonctionnalités de mesurages de l'oscilloscope sont accessibles via le bouton « Measure » situé en haut de l'oscilloscope. Apparaissent ensuite des menus en dessous et à droite de l'écran, permettant notamment d'ajouter/retirer des mesurages. Pour les menus déroulants du côté droit, les sélections s'effectuent avec la molette « Variable » et le bouton « select ». Ajouter les mesurages des grandeurs suivantes, pour la voie CH1 :

- période,
- fréquence,
- amplitude. Attention : sous le terme « amplitude », l'oscilloscope mesure en réalité toujours deux fois l'amplitude, c'est-à-dire $2 s_m$.

Régler le GBF (bouton Amplitude) pour que l'amplitude vaille 10 V.

II - Propagation d'un signal sinusoïdal

- Positionner un dédoubleur coaxial en « T » sur le GBF. Relier un côté du « T » à l'émetteur E et l'autre à la voie CH1 de l'oscilloscope. Positionner l'émetteur en bout de banc.
 - Positionner le récepteur à une dizaine de centimètres de l'émetteur. Relier le récepteur à la voie CH2 de l'oscilloscope. Afficher les deux voies à l'écran. L'émission et la réception des ultrasons étant très sensibles à la fréquence, affiner la fréquence du signal délivré par le GBF pour obtenir un maximum d'amplitude sur le récepteur.
1. À l'oscilloscope, mesurer la fréquence f du signal. Si l'indication est fluctuante entre deux valeurs f_{min} et f_{max} , relever ces deux valeurs et déterminer la valeur centrale $\bar{f} = \frac{f_{max} + f_{min}}{2}$ et la demi-étendue $\frac{f_{max} - f_{min}}{2}$.
 2. Déduire de ce qui précède une mesure de f .
 3. Quel signal est en avance sur l'autre ?
 4. À l'aide des fonctionnalités « cursors » mesurer le décalage temporel Δt entre les deux courbes. Quel est le déphasage ? Vérifier ce résultat avec l'outil de mesure du déphasage entre la voie 2 et la voie 1 de l'oscilloscope. De quelle distance faudrait-il rapprocher le récepteur de l'émetteur pour que les signaux soient en phase ?
 5. On souhaite repérer une position du récepteur pour laquelle les signaux sont en phase. Pour cela on passe en mode d'acquisition XY (Acquire > XY > Trigger XY). On déplace ensuite le récepteur de façon à obtenir une ellipse plate (c'est-à-dire un segment) de pente positive. Noter les valeurs extrêmes $x_{10,max}$ et $x_{10,min}$ des positions du récepteur qui vous semblent acceptables, ainsi que la position moyenne x_{10} et la demi-étendue. Si une seule position x_{10} vous semble acceptable, on prendra comme demi-étendue une demi-graduation.

6. Déplacer le récepteur de façon à voir apparaître cinq nouvelles annulations du déphasage. Noter alors, comme précédemment, la valeur centrale et la demi-étendue pour cette position $x_{60,max}$.
7. Dédire des mesurages précédents une mesure de λ puis une première estimation c_1 de la célérité de l'onde.

III - Propagation d'un paquet d'onde

- Revenir à l'affichage normal de deux voies.
 - Passer le GBF en mode créneau $[0 - 10 \text{ V}]$ de fréquence $f_c = 100 \text{ Hz}$. Ceci permet de transformer l'émetteur en générateur de salves, localisables dans le temps, et dont on peut suivre la propagation spatiale (sur le banc gradué) et temporelle (grâce à l'oscilloscope). À chaque basculement du signal créneau, l'oscillateur de l'émetteur entame un régime transitoire libre pendant lequel il émet des ondes ultrasonores à la fréquence f mesurée précédemment. Ce régime s'éteint progressivement. Une nouvelle salve d'émission reprend au basculement suivant du signal créneau.
1. Positionner le récepteur à une dizaine de centimètres de l'émetteur. Noter la position x_1 du récepteur. À l'aide des curseurs, mesurer l'écart temporel entre le début d'une valeur positive du créneau et le début d'un signal en réception. Noter ce temps de propagation t_1 . Si plusieurs positions des curseurs vous semblent acceptables, relever la valeur centrale et la demi étendue des valeurs de t_1 ; sinon, prendre comme demi-étendue un demi-digit.
 2. Éloigner le récepteur d'une vingtaine de centimètres. Noter la position x_2 du récepteur. Recommencer le mesurage précédent, pour ce nouveau temps de propagation noté t_2 .
 3. Dédire de ce qui précède l'écriture du résultat du mesurage de la vitesse de phase c . Quelles sont les contributions respectives à la variance des différentes grandeurs d'influence dans l'incertitude-type composée de c ? (Cf Compétences transverses, chapitre C IV.4.)
 4. On donne ci-dessous les différentes valeurs de référence de la vitesse de phase du son dans l'air à la pression atmosphérique, en fonction de la température :

$T \text{ (}^\circ\text{C)}$	$c \text{ (m s}^{-1}\text{)}$
5	334,5
10	337,5
15	340,5
20	343,4
25	346,3

La mesure de vitesse de phase du son effectuée est-elle compatible avec sa valeur de référence ?

Bien qu'il soit excité par un signal créneau de fréquence 100 Hz, l'émetteur continue d'émettre les mêmes ondes ultrasonores (même fréquence) que dans la partie précédente.

5. Remplacer le récepteur à une dizaine de centimètres de l'émetteur. Visualiser sur l'oscilloscope quelques périodes du signal reçu par le récepteur. Utiliser l'outil mesure pour effectuer un mesurage de la fréquence de ce signal. Comparer avec la valeur obtenue au II.1.
6. Dédire des questions précédentes une mesure de la longueur d'onde λ , par la formule : $\lambda = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \frac{1}{f}$. Quelles sont les contributions respectives à la variance des différentes grandeurs d'entrée dans l'incertitude composée de λ ? Comparer avec la valeur obtenue au II.7.

IV - Mesures de déphasages

On repasse le GBF en mode sinusoïdal, de fréquence f (celle déterminée au II).

À partir d'une position du récepteur donnant des signaux en phase (repérée par une acquisition en mode XY), éloigner le récepteur de l'émetteur de deux millimètres.

1. Mesurer à l'aide des curseurs le décalage temporel entre les deux signaux et en déduire le déphasage (acquisition en mode temporel normal).
2. La valeur du décalage temporel est-elle cohérente avec le décalage spatial, compte tenu de la vitesse de phase c mesurée précédemment ?
3. Recalculer le déphasage grâce à la valeur de la longueur d'onde et du décalage spatial. Commentaire ?