

MP29 : Ondes : Propagation et conditions aux limites

Mai 2021

Introduction

1 Propagation libre : ondes acoustiques dans l'air

On étudie la propagation libre des ondes acoustiques dans l'air à l'aide d'un rail et deux récepteurs. On utilise des ondes ultrasonores. On va mesurer la célérité de ces ondes en mesurant la fréquence et la longueur d'onde de l'onde.

On commence par mesurer la période des signaux à l'oscilloscope, ce qui nous donne la fréquence.

On doit trouver : $f \sim 40kHz$.

On mesure ensuite la longueur d'onde en décalant un récepteur par rapport à un autre fixe. En mode XY, on mesure 20 longueurs d'ondes :

On doit trouver : $20\lambda \sim 170$.

Cela nous permet de remonter à la célérité des ondes. On peut prendre la température ambiante et utiliser la valeur tabulée : $c_{tab} = 20.05\sqrt{T}$.

Quelques remarques : L'émetteur et les récepteurs sont des capteurs piézoélectriques, ils possèdent une bande passante très piquée. On ajuste la fréquence utilisée de sorte à avoir un maximum de signal reçu.

L'humidité de l'air n'influence que très peu la mesure mais a tendance à augmenter la vitesse du son.

Transition : On ne peut pas propager une onde à grande distance dans le vide à cause de l'atténuation, on a besoin de guider cette onde. Un des outils que l'on utilise le plus pour guider est le câble coaxial.

2 Réflexion et impédance caractéristique : le câble coaxial

On utilise des câble coaxial pour guider les ondes dont on se sert en élec notamment. On va étudier la propagation des ondes à l'intérieur de celui-ci. On prend un câble coax de 100m. On met un T sur l'oscilloscope. On lui branche le GBF et un bout du câble de 100m. L'oscilloscope est branché en parallèle du circuit donc il ne fait que lire la tension.

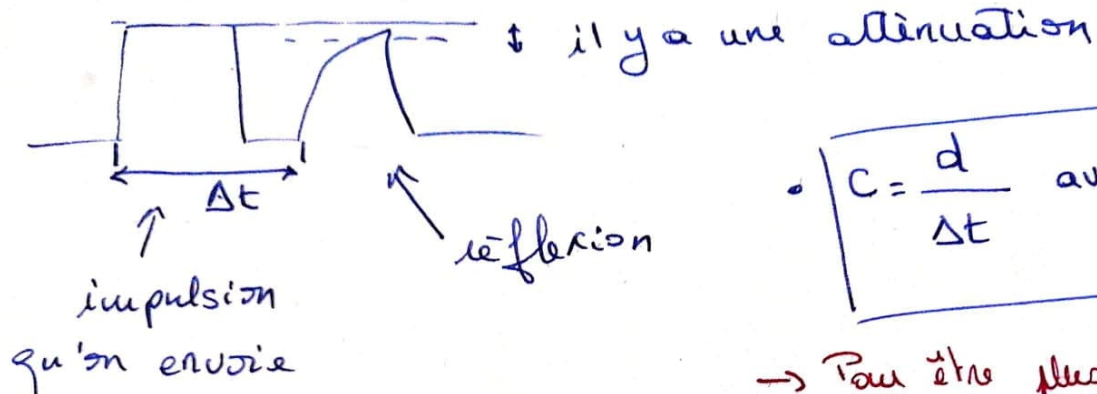
On envoie une impulsion avec le GBF. On voit à l'oscilloscope l'impulsion et la réflexion.

L'impulsion, on doit mettre un offset de 500mV, une amplitude de 1Vpp. On doit avoir un temps de pulse qui est plus petit que le temps que met l'onde à se réfléchir. La vitesse de l'onde dans le câble est : $2 \times 10^8 m.s^{-1}$. Donc un temps de pulse de 600ns.

Le but ici est d'avoir accès à la vitesse de propagation des ondes dans le câble et d'avoir l'impédance du câble.

2.1 Vitesse de l'onde

→ on envoie une impulsion



$$C = \frac{d}{\Delta t} \text{ avec } d = 2 \times \text{câble}$$

→ Pour être plus précis on ajoute la longueur du câble que l'on ajoute.
 car de réflexion

2.2 Mesure de l'impédance

• Pour avoir l'impédance du câble : Γ coef de réflexion

→ on veut l'impédance entre 2 milieux : $R = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$

avec ① : air, milieu ext

② : câble.

→ on met des bouchons de résistance \neq (à vérifier à l'ohmmètre) ou fait donc varier Z_2 .

en mesure $R = \frac{\text{amplitude avec bouchon}}{\text{amplitude avec fil (donc bouchon nul)}}$

→ on trace une dte pour avoir Z_2

⚠ Il faut bien prendre en compte les valeurs algébriques

CS Scanné avec CamScanner

3 Condition aux limites et dispersion : Corde de Melde

On fixe un bout de la corde sur un vibreur, l'autre partie on le fixe à une masse qui passe sur une poulie. On le fait vibrer, on atteint la résonance.

Les conditions aux limites imposent :

$$\omega_n = n \frac{\pi c}{L}$$

, avec L , la longueur de la corde. La fréquence que l'on délivre est connue, on prend celle donnée par le GBF. On relève les différentes fréquences des différents modes. On en déduit la célérité des ondes dans la corde en traçant une droite.

On peut vérifier cette valeur car on a : $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ avec μ la masse linéique et $T = mg$ avec m la masse que l'on met au bout.

Pour tout ce qui est formule, on peut se référer à [Expérience de Physique, optique, mécanique, ondes, fluides, DUNOD, Jean-Paul Bellier]