

M30 : Acoustique

Remarque Jury : Ce montage se limite souvent à la mesure de la célérité du son dans l'air et à l'étude du diapason. La propagation dans d'autres milieux que l'air est apprécié par le jury. L'utilisation d'émetteurs et récepteurs ultrasonores est répandue, mais leur principe de fonctionnement doit être connu. Par ailleurs, certains dispositifs commerciaux conduisent à des réflexions parasites qui perturbent les mesures. Le choix de dispositifs plus performants conduit à des mesures plus satisfaisantes. Les phénomènes d'interférences, de réflexion / transmission et d'impédance ont aussi leur place dans ce montage. En outre, le jury apprécie qu'on ne se limite pas à la propagation dans l'air ni à une gamme de fréquences restreinte aux fréquences audibles. En tout état de cause, le montage ne doit pas se limiter à des mesures de la célérité du son. Signalons enfin que les mesures d'atténuation des ondes acoustiques dans l'air qui ont été proposées par les candidats n'ont pas donné de résultats probants.

Introduction :

Les ondes acoustiques sont celles que nous utilisons pour communiquer. Ce sont des ondes mécaniques qui nécessitent un milieu matériel support pour se propager. Celles présentées possèdent les caractéristiques des ondes et leur célérité dépendent du milieu dans lequel elles se propagent.

I - Production d'onde sonore : le diapason

(Possibilité d'évoquer le lien avec le montage M33 : régime transitoire)

M30 : Explication du principe du diapason avec sa caisse de résonance.

On reprend la manip sur le diapason (**M33 régime transitoire**) et on commence par la TF puis la première partie pour avoir m.

Objectif : Mesurer le Q_{exp} et le comparé avec le $Q_{attendu}$.

Utilisation Latis Pro : **Clic droit sur EAO et régler sur +/- 1 V.**

Pour la transfo de Fourier:

- Taper en haut du diapason pour meilleur son. (mais avec une force raisonnable : sinon la modélisation décroît + vite que le signal réel !!). On doit faire une acquisition longue (30 sec)
- Style de la courbe : Points (mieux pour la modélisation)

Modélisation : Attention prendre bonne courbe (*Amplitude...*)

Zoomer beaucoup la courbe (TF) sinon Latis n'arrive pas à converger.

- Trouver approximativement le max d'amplitude de la TF = S_0 (en mV)
- On rentre le Q approximatif : $\approx \pi * 440/m$ (pour évaluer m : inverse du temps correspondant à 36.8% ≈ 0.5)
- On prend la formule avec $(440+A)$ pour avoir le F_0 exact (au début on met $A=0$)

$$S_Amplitude = S_0 / (1 + Q^2 * ((440 + A) / Fréquence - Fréquence / (440 + A))^2)^{0.5}$$

- (→ En rentrant d'abord les param approximativement, on aide Latis)
- On obtient une modélisation légèrement en décalage avec notre TF.
- Puis on active tous les paramètres, pour avoir valeurs exactes de A(ie Fo), So et Q.

Mesure de m :

Mettre mêmes paramètres que ceux du poly p4 du M33 (cette fois acquisition + courte)

-Idem : Taper en haut du diapason pour meilleur son. (mais avec une force raisonnable : sinon la modélisation décroît + vite que le signal réel !! et pour rester dans un modèle de réponse linéaire.)

-Style de la courbe : Points (mieux pour la modélisation)

-Après avoir calibré la courbe, on fait "Mesures automatiques" pour avoir la valeur de Fo.

-Dans modélisation, on rentre la bonne formule, on évalue grossièrement Ym et m (inverse du temps correspondant à 36.8% ≈ 0.5) pour aider Latis.

-Pour vérifier le Fo donné, on superpose la modélisation avec courbe obtenue. On zoome au début et à la fin du signal pour voir si c'est bien superposé et donc si valeur est bonne : à la fin si Fo mal choisi alors les signaux ne coïncident plus du fait de l'erreur engendré sur le grand nombre de période avant.

-Pour avoir vraies valeurs : Activer les paramètres Ym, m et A (on prend la formule avec $(440+A)$ pour ne pas qu'il y ait de problèmes de convergence, en effet il y'a plus de 1000 périodes sur le signal donc compliqué pour Latis) → On obtient la valeur précise de Fo qui doit être la même que celle déterminée lors de la TF.

(-On peut laisser ϕ dans la formule et montrer que la valeur est très proche de 0))

→ **Relever le m donné (en s^{-1})**

On peut maintenant calculer le Q attendu : $Q_{attendu} = \pi F_o / m$ (en prenant le F_o corrigé et le m trouvé) et comparer.

On va avoir une différence entre le Q trouvé et le Q théorique du fait du manque de point au niveau de la résonance (Montrer en zoomant sur le graphe).

(Note : préparer 1 tableau où les résultats de la préparation apparaissent.)

II - Propagation d'une onde acoustique dans un solide

M30 - II.2

Utilisation d'un microphone sensible relié à un oscillo + une tige de cuivre, fixée en son centre.

Au milieu : noeud (fixation), sur les bords : ventres (libres) → à la résonance on a donc : $\lambda = 2L$

-On frotte la tige avec un chiffon imbibé d'alcool.

Attention, on n'est pas obligés d'aller vite, on doit aller à une vitesse constante et surtout appuyer fort. C'est ce que l'on appelle le *slip-stick* (ou *glisser-coller*). Le phénomène se produit si rapidement qu'il est imperceptible. Pourtant c'est exactement le même qui se produit quand un archet accroche sur les cordes d'un violon. Les doigts collent à la tige, laquelle est légèrement étirée, puis d'un coup les doigts glissent et la tige retrouve sa forme,

ainsi de suite. Cette série de *slip-stick* provoque une vibration entretenue qui est amplifiée à chaque passage des doigts sur la tige.

-On a à l'oscillo la fréquence du son, on règle l'échelle de temps de façon à voir défiler notre signal sur l'écran de l'oscillo.

-On appuie sur stop une fois qu'on n'entend plus le son. Penser éventuellement à zoomer.

→ Avec la fréquence, on peut ainsi en déduire la vitesse au sein du solide (comparée avec les tables) $\lambda = v/f$ (sachant que $\lambda = 2L$), considérer incertitudes

Si on a le temps : faire plusieurs mesures de f à l'oscillo.

On compare la vitesse à celle tabulée dans un Handbook

→ On en déduit l'impédance caractéristique : $Z = \rho_{\text{cuivre}} \cdot v$ (Cela caractérise la résistance du milieu au passage d'une onde acoustique.)

Voir Excel

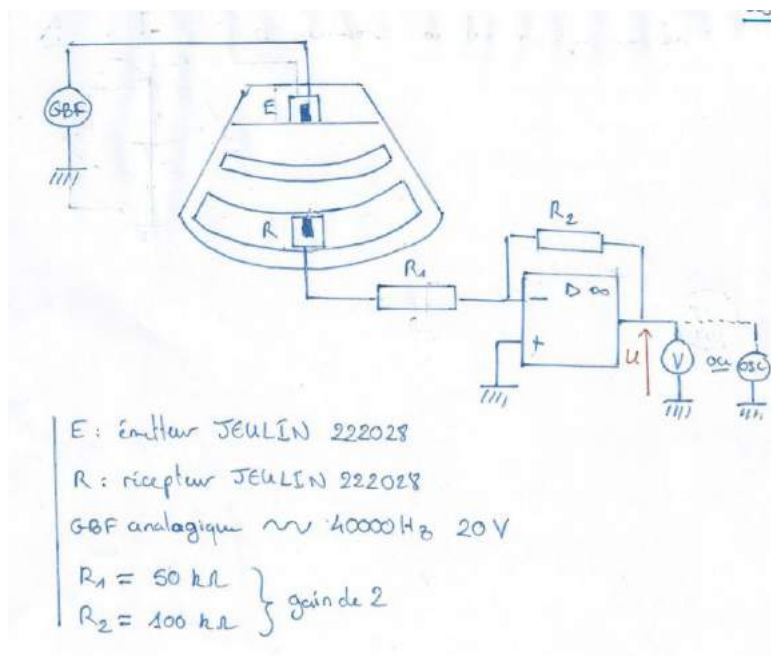
2 propositions pour le III- :

III - Production des ultrasons

M30- I.2

But : Tracer le diagramme d'émission d'un émetteur US.

Montage :



-Fréquence d'émission : $\sim 40\,000\text{ Hz}$ (ultrasons, car insensible aux bruits parasites et moins pénible que domaine audible).

-Attention à ce qu'il n'y ait aucun objet susceptible de provoquer des réflexions parasites

-Brancher le GBF sur Trigger Ext de l'oscillo (ou utiliser voltmètre).

-On va avoir une distorsion du signal due à l'ALI (utilisation d'un Ali non inverseur pour amplifier le signal)

-Moyennage x16 nécessaire

-On relève la tension U_{cc} en fonction de différents angles θ (angle entre source et récepteur).

Sur Regressi :

Tracé de U/U_0 en fonction de θ = rayonnement normalisé en coordonnées polaires.
avec $U_0 = 20$ V (je pense).

→ Conclure sur la directivité de l'émetteur : cône d'émission serré (utile pour sonar et télémètre) → voir poly.

On va caractériser cette directivité en relevant les angles pour lesquels le niveau a chuté de -3dB, ie on cherche θ tel que $U/U_0 = 1/\sqrt{2}$ sur le diagramme (correspond à l'ouverture angulaire)

Pour cela, modèle dans Régressi : $Y = 1/\text{SQRT}(2)$

On compare avec la valeur attendue : $\Delta\theta_{-3dB} = 29.5 \frac{\lambda}{a}$ où a est le rayon en sortie de l'émetteur.

Voir Excel (pour avoir λ on calcule la vitesse avec formule : $v_{son\ gaz} = \sqrt{\gamma R_s T}$)

OU :

III - Propagation des ondes acoustiques

M30 - II.1

But : Mesure de la vitesse d'ondes acoustiques dans l'air.

On utilise des ondes ultrasonores car les mesures ne seront pas perturbées par l'environnement → Utilisation émetteur, 2 récepteurs et rail Moduson (dispositif Jeulin).

-Émetteur alimenté avec un boîtier générant des salves

-Les 2 récepteurs sont écartés d'une distance D (faire dessin au tableau, cf poly).

Il vaut mieux prendre D assez grand pour optimiser le résultat.

-On visualise les signaux des 2 récepteurs sur un oscilloscope.

-On relève Δt pour différentes distances D (prendre un point de repère anguleux pour avoir Δt + précis, voir poly)

Incertitudes :

-Pour D , on l'estime à ± 2 mm

-Pour Δt : ± 0.01 ms (dépend de l'oscillo)

Sur Regressi :

-Tracé de D en fonction de Δt

-Ajustement avec une affine car la référence de temps est arbitraire (pas forcément à zéro)

-Le coeff directeur nous donne v (avec incertitude).

On compare à la vitesse attendue : $v_{son\ gaz} = \sqrt{\gamma R_s T}$ (T doit être mesurée car la vitesse dépend de la température!)

$\gamma = C_p/C_v$ (=Constante des gaz propres diatomiques = 1.4)

$$R_s = \frac{cte\ des\ GP}{M(air)} = 287\ J/kg/K$$

Calcul de l'impédance acoustique : $Z_{c(air)} = \rho v$

Voir Excel

Discussion Impédance : détermine si l'onde se transmet bien ou non dans le milieu. On peut la comparer avec celle de l'eau et expliquer que leur différence explique pourquoi la transmission se fait mal entre ces 2 milieux.

Conclusion:

Questions :

-Connaître le fonctionnement du diapason, caisse de résonance.

Voir poly p4-5 Expliquer noeud et ventre sur diapason

- Questions sur le théorème de Shannon avec le temps d'échantillonnage

La fréq d'échantillonnage doit être au moins 2 fois supérieur à la fréquence mise en jeu

-Connaître fonctionnement émetteur et récepteur US : voir poly p5-6

-Question sur la création d'une onde dans le cuivre :

Dues aux vibrations de molécules d'air → Phénomène de coller-glisser : pour expliquer le bruit (force frottement solide)

→ Sur la tige , envoie de plusieurs surpression → propagation : onde longitudinale (vitesse de 5000 m/s). Dans la barre , le problème est que la barre est finie, donc lors des surpressions, la barre se déforme au niveau des surpressions : compression suivant X et dilatation suivant Y

Pour avoir une bonne adhérence lors du coller glisser : alcool car il dégraisse.