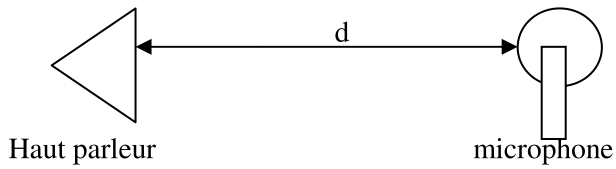
DM 1

A propos du TP…..

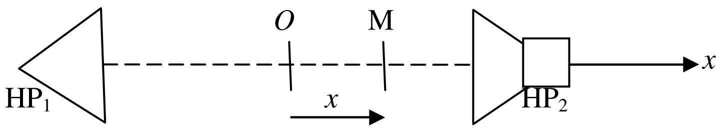
I) Un générateur basse fréquence, fournissant une tension $u(t) = U_m \cos(2\pi f t)$, alimente un haut-parleur qui émet ainsi un son pur de même fréquence $f = 1500$ Hz qui se propage avec une célérité c. Un microphone est placé à la distance d du haut-parleur et convertit le signal sonore en une tension électrique $u'(t)$.

On visualise sur les deux voies d'un oscilloscope les tensions $u(t)$ et $u'(t)$. On constate que pour une position d quelconque $u(t)$ et $u'(t)$ sont déphasées mais qu'on peut les mettre en phase pour certaines valeurs de d :



1) Ecrire l'expression de $u'(t)$ pour une position d quelconque du microphone. En déduire une condition sur d en fonction de c et f pour que les 2 tensions soient en phase.
2) On trouve les 2 courbes en phase pour 2 positions d_1 et d_2 **successives** du micro. En déduire l'expression de la vitesse du son en fonction de f, d_1 et d_2. AN : Calculer c avec d_1 =35cm et d_2 =57cm.

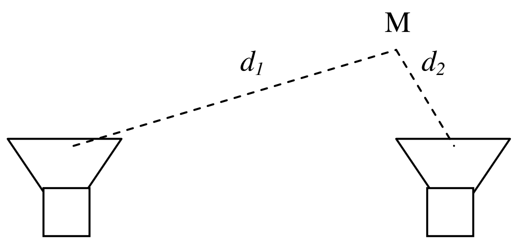
II) On considère maintenant 2 haut-parleurs identiques (HP_1 et HP_2) émettant dans l'ultrason, de même axe Ox, orientés l'un vers l'autre. Ils émettent des vibrations acoustiques en phase et de même amplitude se propageant à la célérité c=330 ms^{-1} :



Les vibrations émises créent des surpressions de l'air. Au point O, milieu du segment HP_1–HP_2 et d'abscisse x=0, les surpressions sont identiques et s'écrivent : $p_1(0,t) = p_2(0,t) = P_m \cos(2\pi f t)$ avec f = 25 kHz.

1) Ecrire les surpressions $p_1(x,t)$ et $p_2(x,t)$ issues de HP_1 et HP_2 au point M d'abscisse x.
2) En déduire la surpression $p(x,t)$ résultant de la superposition des 2 ondes acoustiques précédentes. Quelle est la nature de cette onde résultante?

   On donne $\cos(a)+\cos(b) = 2\cos\left(\frac{a+b}{2}\right)\cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$.
3) On constate qu'en certains points de l'axe Ox, la surpression $p(x,t)$ est nulle. Exprimer les abscisses x_N de ces points en fonction de c et f.
4) Calculer les valeurs des 4 abscisses x_N les plus proches du point O.
5) On dispose désormais les 2 HP comme suit et on s'intéresse à la vibration résultante au point M distant de d_1 de HP_1 et de d_2 de HP_2 :



Dire, en le justifiant si la surpression p(M) est maximale ou nulle pour $d_1 - d_2$ = 19,8 mm.

Application : CONTROLE ACTIF DU BRUIT EN CONDUITE

On s'intéresse à un système conçu pour l'élimination d'un bruit indésirable transporté dans une conduite.

Le bruit est détecté par un premier micro (micro 1) qui délivre (instantanément) un signal électrique reçu par un contrôleur électronique. Ce contrôleur envoie vers le haut parleur, situé au dessus du point A dans la conduite, la tension adéquate pour générer une onde sonore dans la conduite de façon à ce que l'onde résultante au point A et en aval de A soit nulle (voir figure 1).

1) Exprimer, en fonction de L (distance entre le micro 1 et le point A), l (distance entre le haut parleur et le point A) et la célérité du son c, le temps Δt disponible pour le calcul du signal envoyé sur le haut parleur.
2) On suppose que le bruit est sinusoïdal de pulsation ω. On appelle φ_1 la phase initiale du signal détecté par le micro 1, ce qui revient à dire que le signal au niveau du micro 1 peut s'écrire $s(\text{micro1},t) = S\cos(\omega t + \varphi_1)$, exprimer le signal arrivant en A (en l'absence de contrôle) en fonction de S, ω, t, φ_1, L et c.
3) On appelle φ_{HP} la phase initiale du signal émis par le haut parleur. Le signal émis au niveau du haut parleur s'écrit donc : $S\cos(\omega t + \varphi_{HP})$. Exprimer le signal arrivant en A depuis le haut parleur, en fonction de S, ω, t, φ_{HP}, l et c.
4) Exprimer $\Delta\varphi = \varphi_{HP} - \varphi_1$ en fonction de ω, L, l et c pour obtenir l'élimination du bruit recherchée.
5) Expliquer l'utilité du micro 2.

Figure 1