

DM de physique n° 17

Exercice 1 : Réduction active de bruit

On considère une conduite dans laquelle est générée un bruit par un ventilateur ou une pompe. Le bruit est capté par un micro qui envoie un signal électrique vers un contrôleur. Le contrôleur traite en temps réel l'information venant du micro afin de piloter un haut-parleur (HP). Celui-ci émet une onde qui arrive au point M en opposition de phase avec le bruit incident. La célérité des ondes sonores dans la conduite est $c = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

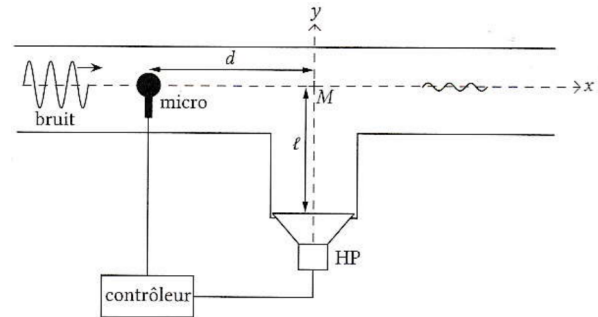


Figure 13.9. Réduction active du bruit dans une conduite. HP : haut-parleur.

1. En négligeant le temps de propagation dans les câbles, déterminer l'intervalle de temps Δt dont dispose le contrôleur pour traiter l'information venant du micro. On prendra $d = 1,00 \text{ m}$ et $\ell = 10,0 \text{ cm}$.

On suppose que le bruit est une onde progressive sinusoïdale suivant l'axe (Mx) de fréquence f . Le haut-parleur crée une onde progressive sinusoïdale suivant l'axe (My) , de même fréquence f .

2. En notant φ_i la phase à l'origine du signal associé au bruit au niveau du micro, donner l'expression du champ de surpression $p_b(d, t)$ associé au bruit en M en prenant l'origine de l'axe x au niveau du micro. On notera p_0 son amplitude.

3. En notant $\varphi_{\text{HP},0}$ la phase à l'origine du signal au niveau du haut-parleur, donner l'expression du champ de surpression $p_{\text{HP}}(\ell, t)$ associée à l'onde sonore émise par le haut-parleur en M . On prendra l'origine de l'axe y au niveau du haut-parleur et on notera $p_{0,\text{HP}}$ son amplitude.

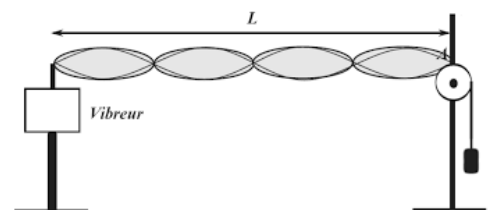
4. Exprimer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{\text{HP},0} - \varphi_i$ que doit appliquer le contrôleur afin que le signal émis par le haut-parleur arrive en M en étant en opposition de phase avec le bruit.

5. Exprimer la surpression résultante $p(M, t)$ obtenue en superposant le bruit et le son produit par le haut-parleur (on admet que les deux signaux s'additionnent). Conclure quant à l'utilité du montage.

Exercice 2 : Corde de Melde

On fait vibrer un fil de longueur $L = 80 \text{ cm}$ et de masse m_f à la fréquence $f = 40 \text{ Hz}$ à l'aide d'un vibreur. On observe l'apparition de quatre fuseaux. Dans cette expérience on peut considérer en première approximation que le fil est immobile au niveau du vibreur et de la poulie. On rappelle que la célérité des ondes sur le fil est donnée par la relation $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ où T est la force de tension imposée au fil et $\mu = \frac{m_f}{L}$ est sa masse linéique.

Le fil est tendu à l'aide d'une masse $m = 49 \text{ g}$ suspendue à son extrémité. On admet que l'équilibre de cette masse impose $T = mg$ avec $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ l'accélération de la pesanteur.



1. Calculer la masse m_f du fil. Quelle est sa fréquence fondamentale f_0 ?

Tout autre paramètre restant égal à celui de la question 1 :

2. On tend le fil avec une masse m' . Calculer la valeur de m' pour observer six fuseaux.

3. On déplace la poulie de sorte que la nouvelle longueur vibrante soit $L' = 50 \text{ cm}$. Quelle fréquence f' faut-il imposer au vibreur pour observer quatre fuseaux ?

4. On double le fil en le tressant avec un autre fil identique. Observe-t-on encore des fuseaux à $f = 40 \text{ Hz}$? Calculer la nouvelle fréquence fondamentale f'_0 .