Prof. I. Massa - Corsi di Laurea in Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni
FISICA GENERALE L-C – 2 Aprile 2007
Onde

Un oscillatore ***G***, che genera segnali sinusoidali di frequenza $f = 40\ \text{kHz}$, alimenta, tramite due linee elettriche identiche L_1 ed L_2 su cui si trovano i due interruttori ideali T_1 ed T_2 (vedi figura), due altoparlanti A_1 ed A_2, pure essi identici, aventi ciascuno una potenza di 40 W.
La distanza tra i due altoparlanti (considerati come sorgenti isotrope e puntiformi di onde sonore sferiche) è $d = 2\ \text{m}$.
Supponendo che l'interruttore T_1 sia **aperto** e che T_2 sia **chiuso**, determinare:

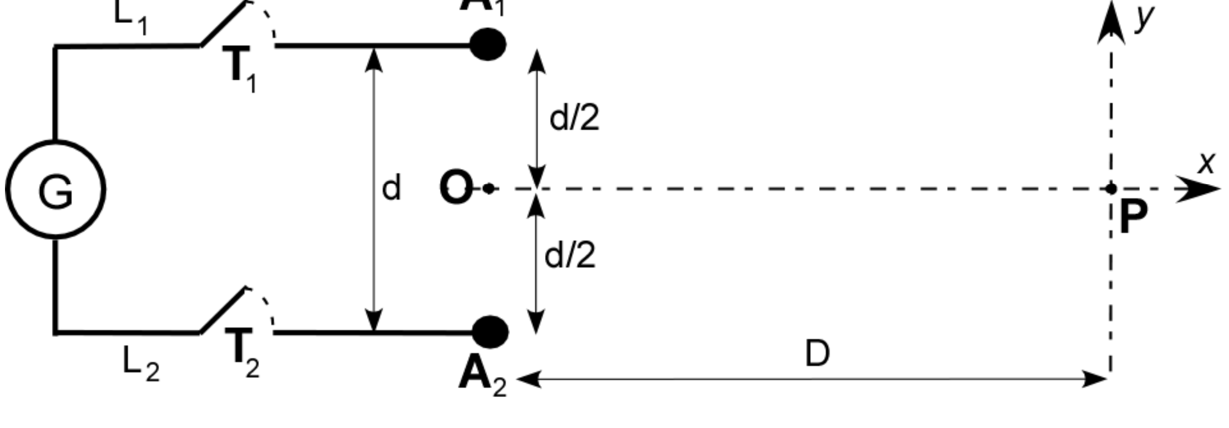
1) il livello sonoro avvertito in un punto P dell'asse *x*, posto a distanza $D = 100\ \text{m}$ da O, considerando che la densità dell'aria sia $\rho_a = 1{,}1\ \text{g/dm}^3$ e che il suono si propaghi alla velocità $v_a = 340\ \text{m/s}$;
2) l'ampiezza dell'onda sonora, in tali condizioni, nel punto P;

Si supponga ora di porre in P un pannello fonoassorbente piano e circolare (avente diametro $\Phi = 20\ \text{cm}$ e centro in P), con la superficie perpendicolare all'asse *x*. Determinare:

3) il tempo di esposizione necessario perché l'energia assorbita da tale pannello sia $E_P = 6\ \text{mJ}$.

Successivamente si **chiuda** anche l'interruttore T_1. Determinare in tale nuova situazione:

4) il livello sonoro avvertito in P;
5) la minima distanza da P, lungo la direzione *y*, alla quale non si avverte alcun suono.



Soluzione

1) Distanza tra A_2 e $P = r$

$$r = \sqrt{D^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

Potenza $A_2 \equiv W_{A_2} = 4\pi r^2 I_P \implies I_P = \dfrac{40}{4\pi\left(100^2 + 1^2\right)} \cong 3{,}18 \times 10^{-4} \dfrac{W}{m^2}$

$$\beta_P = 10 \log_{10} \frac{I_P}{I_0} \simeq 85 \ dB$$

2) $I_P = \frac{1}{2} \rho_a v_a \omega^2 A_P^2$ con $\omega = 2\pi f$

$$A_P = \sqrt{\frac{2 I_P}{\rho_a v_a \omega^2}} = \frac{1}{2\pi \times 40 \times 10^3} \sqrt{\frac{2 \times 3{,}18 \times 10^{-4}}{1{,}1 \times 340}} \cong 5{,}2 \times 10^{-9} \ m$$

3) $E_P = I_P S_\phi \cos\varphi \implies \Delta t = \dfrac{E_P}{S_\phi \ I_P \cos\varphi}$ $\quad S_\phi = \pi\left(\dfrac{\phi}{2}\right)^2$

$\Delta t = \dfrac{6 \times 10^{-3}}{\pi\left(\frac{0{,}2}{2}\right)^2 \times 3{,}18 \times 10^{-4}} \cong 600 \ s$ $\quad \cos\varphi = \dfrac{D}{r} \simeq 1$

4) Quando si hanno entrambi gli altoparlanti se ha in P interferenza (costruttiva) e si ha

$$I_P^* = 4 I_P \cong 1{,}27 \times 10^{-3} \ W/m^2$$

Pertanto $\beta_P^* = 10 \log_{10} \dfrac{1{,}27 \times 10^{-3}}{10^{-12}} \cong 91 \ dB$

5) Occorre spostarsi dove c'è un minimo di interferenza

$$\delta = (2m+1)\frac{\lambda}{2} = \frac{d}{D} x^* \implies x^* = \frac{D}{d}(2m+1)\frac{\lambda}{2}$$

dove $\lambda = \dfrac{v}{f} = 8.5 \times 10^{-3} \ m$

Il minimo valore di x^* si ha per $m = 0$

$$x^*_{min} = \frac{D}{d} \frac{v}{2f} \cong 0{,}21 \ m$$