

### Problema N. 20

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  $40 \text{ W}$ .

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:

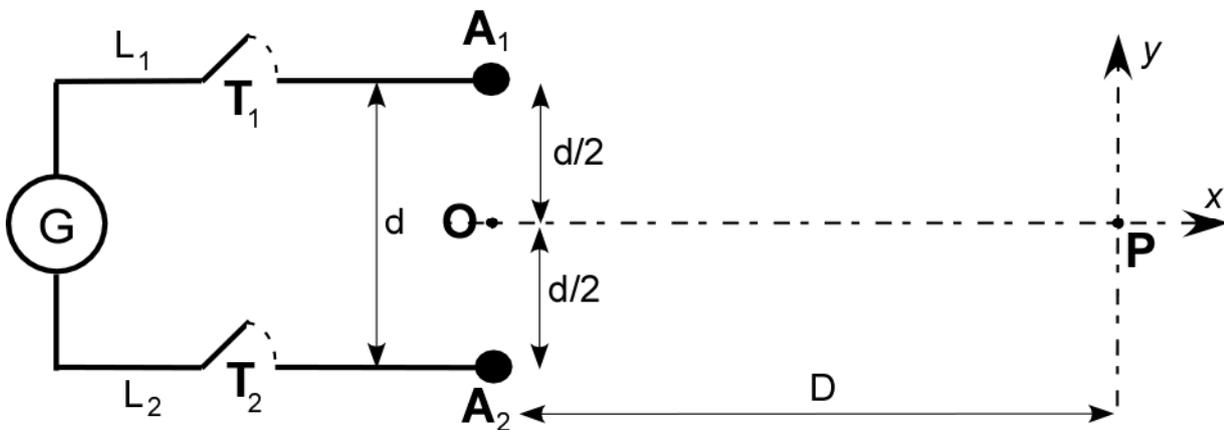
- 1) il livello sonoro avvertito in un punto  $P$  dell'asse  $x$ , posto a distanza  $D = 100 \text{ m}$  da  $O$ , considerando che la densità dell'aria sia  $\rho_a = 1,1 \text{ g/dm}^3$  e che il suono si propaghi alla velocità  $v_a = 340 \text{ m/s}$ ;
- 2) l'ampiezza dell'onda sonora, in tali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

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

$$\text{Potenza } A_2 \equiv \frac{W}{A_2} = 4\pi x^2 \bar{I}_P \Rightarrow \bar{I}_P = \frac{40}{4\pi (100 + 1^2)} \approx 3,18 \times 10^{-4} \frac{W}{m^2}$$

$$\beta_P = 10 \log_{10} \frac{\bar{I}_P}{I_0} \approx 85 \text{ dB}$$

2)  $\bar{I}_P = \frac{1}{2} \rho_a v_a \omega^2 A_p^2$  con  $\omega = 2\pi f$

$$A_p = \sqrt{\frac{2\bar{I}_P}{\rho_a v_a \omega^2}} = \frac{1}{2\pi \times 40 \times 10^3} \sqrt{\frac{2 \times 3,18 \times 10^{-4}}{1,1 \times 340}} \approx 5,2 \times 10^{-9} \text{ m}$$

3)  $E_p = \bar{I}_P S_\phi \cos\varphi \Rightarrow \Delta t = \frac{E_p}{S_\phi \bar{I}_P \cos\varphi}$   $S_\phi = \pi \left(\frac{\phi}{2}\right)^2$

$$\Delta t = \frac{6 \times 10^{-3}}{\pi \left(\frac{0,2}{2}\right)^2 \times 3,18 \times 10^{-4}} \approx 600 \text{ s}$$

$$\cos\varphi = \frac{D}{r} \approx 1$$

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

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

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

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

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

$$\text{dove } \lambda = \frac{v}{f} = 8,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

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

$$x_{\min}^* = \frac{D}{d} \frac{v}{2f} \approx 0,21 \text{ m}$$