

cl. 11a - (S13.2) - Noțiuni de Acustică

09.12.2020

pg. 154-156

1. Def. acustică

2. Clarif. u. mecanice după ν -frecvență

3. Tipuri de sunete $\left\{ \begin{array}{l} \text{fundamentale } (\nu_1) \\ \text{armonice superioare } (\nu_2, \nu_3, \dots, \nu_n) \\ \text{sunete compuse} \end{array} \right.$

4. Calitățile sunetelor (\dot{I} , ν , Δt , timbrul). Intensitatea sonoră, $\dot{I}(\nu, A, s, \nu)$

5. Nivelul sonor, $L = 10 \cdot \lg(I/I_0)$, dB

6. Cădere de audibilitate, $\text{Prog} < \frac{\text{min(audibilitate)}}{\text{Max(tactil/durros)}}$

(1). Def. Acustică - reprezintă știința care studiază producerea, propagarea și recepția sunetelor și efectele produse asupra omului

(2). Clasificarea undelor mecanice (cu med. elastice) după frecvență (ν):

- a. $\nu < 16 \text{ Hz} \rightarrow$ infrasunete
- b. $\nu \in (16 \text{ Hz} - 20 \text{ KHz}) \rightarrow$ sunete
- c. $\nu > 20 \text{ KHz} \rightarrow$ ultrasunete

(3). Tipuri de sunete:

- pure sau fundamentale (ν_1)
- armonice superioare ($\nu_2, \nu_3, \dots, \nu_n$)
- sunete compuse

def.1 Se numește sunet pur/fundamental acel sunet care are ($\nu = \nu_1$) frecvență (ν) egală cu cea fundamentală (ν_1)

def.2 Se numește armonică superioară acel sunet care are frecvență egală cu un multiplu întreg (k) al armonicei fundamentale ($\nu_k = k \cdot \nu_1$)

def.3 Se numește sunet compus sunetul format/obținut prin suprapunerea celui fundamental cu armonicele superioare emise de sursa sonoră.

$\nu_{sc} = \nu_1 + k \cdot \nu_k$, (Acordurile/sunetele instrumentelor orchestrale)

Sursa sonoră - reprezintă corpul care oscilează cu $\nu \in (20 \text{ Hz}, 20 \text{ KHz})$ în care (cedază E-med) se formează unde (moduri) staționare, periodice numite sunete.

Obs. dacă vibrațiile nu sunt periodice \rightarrow zgomote \neq sunete.

(4) Calitățile sunetelor: Sunetele sunt caracterizate de o serie de proprietăți, numite calitățile sunetelor:

- Înălțimea (ν), Intensitatea (\dot{I}), durata (Δt), timbrul (armonica)

(ν)-înălțimea sunetelor este dată de frecvența lor (ν_{mic} -grave, ν_{mare} -acute/ascuțite)

* Def. \dot{I} -intensitatea sunetului este definită prin raportul ($E/\Delta t \cdot S$) dintre energia de energie (E) care trece/cade pe o supraf. (S) în $\Delta t = 1 \text{ s}$.

$$\dot{I} = \frac{E}{\Delta t \cdot S} = \left(\frac{P}{S} \right) \cdot \frac{1}{w^2}, \text{ unde } P = (E/\Delta t), \dot{I}/S = W - \text{puterea sursei sonore}$$

$$\text{Se poate arăta că } \dot{I} = 2\pi^2 \nu^2 A^2 \rho \cdot \nu$$

demonstrăm.

$$E = \left(\frac{kA^2}{2} \right) = \frac{m \omega^2 A^2}{2} = \frac{\rho L S \cdot 4\pi^2 \nu^2 A^2}{2} = \frac{\rho L S \cdot 4\pi^2 \nu^2 A^2}{2}$$

$$\omega = 2\pi \nu, m = \rho V = \rho \cdot L \cdot S$$

$$\dot{I} = \left(\frac{E}{\Delta t \cdot S} \right) = \frac{2 \rho L S \pi^2 \nu^2 A^2}{(\Delta t) S} = 2\pi^2 \nu^2 A^2 \rho \cdot \nu$$

$$\nu = \left(\frac{E}{\Delta t} \right) - \text{viteza sunetului în med. elastic}$$

decă $\vec{I} = 2\pi^2 v^2 A^2 g \cdot v$ - intensitatea sunetului / undei sonore,

unde v - frecvența osc. sonore (Hz) - înălțimea.

A - amplitudinea (m).

g (kg/m³) - densitatea med. elastice

v (m/s) - este viteză de fază a undei sonore.

Obs \vec{I} depinde de \rightarrow caracteristicile sunetului (v, A)

$\vec{I} = \vec{I}(v, A, g, v)$. \rightarrow proprietățile mediului (g, v)

(5) L - nivelul sonor - este definit de mărimea fizică adimensională, L prin raportul logaritmic al intensității (I) unui sunet, față de intensitatea de referință ($I_0 = 10^{-12}$ W/m²), unită proz. min. de audibilitate

$$L \stackrel{\text{def}}{=} 10 \cdot \lg(I/I_0), \text{ dB}$$

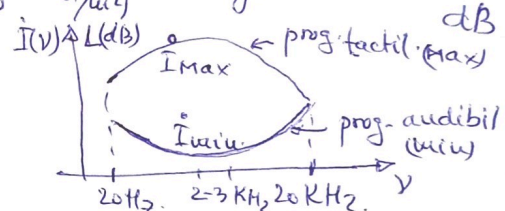
- $I_0 = 10^{-12}$ W/m² - pragul minim de audibilitate ($L_{\min} \approx 5 \text{ dB}$)

- Sensibilitatea max. a urechii normale a omului este la $v \in (2-3) \text{ kHz}$.

- $I_{\max} = 10^{-4}$ W/m² - pragul max. tactil / dureros ($L_{\max} = 130 \text{ dB}$), $\lg(10^3) = 3 \lg 10 = 3 \cdot 1$.

$$L_{\max} = 130 \text{ dB} = 10 \cdot \lg\left(\frac{I_{\max}}{I_0}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{10^{-4} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) = 10 \cdot \lg(10^8) = 10 \cdot 8 = 80 \text{ dB}$$

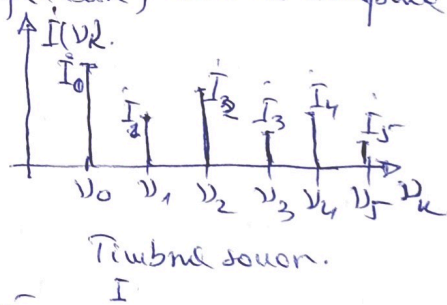
- ex:
- vorbitul cu șoaptă, $L \sim 20 \text{ dB}$
 - foșnetul frunzelor, $L \sim 10 \text{ dB}$
 - conversația normală, $L \sim 60 \text{ dB}$
 - motor de avion supersonic $L \sim 120 \text{ dB}$



Intensitatea sunetelor pure / fundamentale crește odată cu frecvența, v

Pentru sunetele reale / compuse, sursele / instrumentele emit intensități diferite pentru fiecare fundamentală sau armonice superioară a acestuia astfel încât avem o distribuție de perechi (v_k, I_k) pt. fiecare, ceea ce compune timbrul sunetului / instrumentului / sursei sonore

* (Δt) - durata sunetului $\geq 0,1 \text{ s}$ - sunet.
 $\begin{cases} \text{zgornit}; \Delta t < 0,1 \text{ s} - \text{pocnet} / \text{zgornit} \end{cases}$



Fenomene produse de sunete: $v_s(\text{aer}) = 340 \text{ m/s}$.

- reflexia sunetelor $\begin{cases} \text{ecou} \\ \text{reverberație multiplo} \end{cases}$
- refracția
- difracția / interferența sunetelor

Obs. Sunetele produc unde de presiune în aer care ajung și sunt captate de urechea umană care trimite semnale nervoase la creier care le decodifică ca sunete

• Sunetele prea puternice $L > (90-140) \text{ dB}$ - pot leza urechea

• Protecția împotriva sunetelor puternice care pot produce efecte nedorite ca:

- ca:
- accelerarea ritmului cardiac
 - crește pres. arterială
 - oboseala cardiacă
 - secreții hormonale anormale
 - crește stresul / nervozitatea

Măsuri de protecție:

- \rightarrow căști / paravane de protecție (20 dB)
- \rightarrow dopuri / earmuffs (10-15 dB)
- îndepărtarea de sursele puternice