

# cl.11a - §.23.1-2 - Clasificarea undelor electromagnetice (u.e.l.-magn.). Aplicații

pag. (96-97)

1. - Natura undei el.-magn.
2. - Tipuri de unde: (mecanice, seismice, sonore, el.-magn.);
3. - Clasificarea u.e.l.-magn. după:
  - $\nu$  - frecvența (Hz);
  - $\lambda$  - lungimea de undă (m);
4. - Clasificarea u.e.l.-magn. după - modul de emisie;
5. - Surse de u.e.l.-magn. Detectarea rad. el.-magn.
6. - Interacțiunea diverselor rad. el.-magn. cu sistemele biologice.

① Unda el.-magn. este o rad. transversală care constă din propagarea în spațiu a celor două câmpuri ( $\vec{E}$  - electric și  $\vec{B}$  - magnetic) care oscilează și se generează reciproc, în plan perpendicular ( $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{v}$ ) propagându-se cu viteza luminii în spațiu  $\perp \vec{E}, \vec{B}$

$$\left| \vec{v} = \frac{c}{n} \right| \quad \left| n = \sqrt{\epsilon_r \mu_r} \right| \text{ - ind. de refracție al med. de propagare}$$

$$\left| \vec{v} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} \right| \text{ - viteza într-un med. de propagare}$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \text{ - viteza luminii în vid.}$$

$$\epsilon_0 = 8,856 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \text{ - permisivitatea electrică a vidului}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/A}^2 \text{ - permeabilitatea magnetică a vidului}$$

$$\left| \vec{E} = \epsilon_0 \cdot \vec{E}_r \right|; \left| \vec{B} = \mu_0 \cdot \vec{B}_r \right|$$

Relația care leagă toate aceste mariimi/constante este dată de formula vitezei de propagare  $\vec{v}$  - a undelor el.-magn. într-un mediu oarecare:

$$\vec{v} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{1}{\sqrt{(\epsilon_0 \cdot \epsilon_r)(\mu_0 \mu_r)}} = \left\{ \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \right\} \left\{ \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \right\} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} = \frac{c}{n} \left( \frac{c}{v} = n \right)$$

② Tipuri de unde:

- mecanice
  - oscilații mecanice (pendul, lamă vibrantă, valuri etc.)
  - unde seismice
  - unde sonore (înfra sunete, sunete, ultrasunete)
- unde el.-magnetice / rad. el.-magnetice.
- lumina (UV, viz, IR), rad. X, rad.  $\gamma$

③ Clasificarea u.e.l.-magn.:

după

$$\left\{ \begin{array}{l} \nu \text{ (Hz) - frecvență: } (10^2 \rightarrow 10^{22}) \text{ Hz} \\ \lambda \text{ (m) - lungimea de undă: } (10^4 \text{ m} \rightarrow 10^{-15} \text{ m}) \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \lambda = v \cdot T = \left( \frac{v}{\nu} \right) \text{ - med. oarecare} \\ \lambda_0 = c \cdot T = \left( \frac{c}{\nu} \right) \text{ - vid.} \end{array} \right.$$

$$\text{sau } \left[ \frac{\lambda_0}{\lambda} = \left( \frac{c}{v} \right) = n \right]$$

- 1) - Undele Radio
  - UL - lungi,  $\lambda \in (600 \text{ m} \rightarrow 2 \text{ km})$
  - UM - medii,  $\lambda \in (100 \rightarrow 600) \text{ m}$
  - US - scurte,  $\lambda \in (10 \rightarrow 100) \text{ m}$
  - VUS - ultrascurte (1 cm  $\rightarrow$  10 cm)

- 2) - Microunde,  $\lambda \in (1 \text{ mm} \rightarrow 30 \text{ cm})$  iar  $\nu \in (1 \rightarrow 300) \text{ GHz}$ 
  - sunt generate de circ. electronice (radar, telecom.)

- 3) - Rad. (IR) infraroșie,  $\lambda_{ir} \in (1 \text{ mm} \rightarrow 0,78 \text{ } \mu\text{m})$ ;  $\nu_{ir} \in (0,3 - 400) \text{ THz } (10^{12})$

- 4) - Rad. Vizibilă (viz),  $\lambda_{viz} \in (400 - 780 \text{ nm})$ ;  $\nu_{viz} \in (4 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{14}) \text{ Hz}$  (bee, soare, flacără)

- 5) - Rad. UV - ultravioletă,  $\lambda_{uv} \in (380 \rightarrow 96 \text{ nm})$ ;  $\nu_{uv} \in (10^{15} - 10^{16}) \text{ Hz}$  (plasma în gaze  $\text{He}, \text{Ne}, \text{Ar}$ )

$$\begin{array}{l} 1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz} \\ 1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz} \\ 1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz} \\ 1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz} \\ 1 \text{ PHz} = 10^{15} \text{ Hz} \\ 1 \text{ EHz} = 10^{18} \text{ Hz} \end{array}$$



6) - Rad. X (Röntgen);  $\lambda_x \in (5-100) \frac{10^{-12} \text{m}}{\text{fm}}$ ;  $\nu_x \in (3 \cdot 10^{15} - 10^{18}) \text{Hz}$ .

- produse în tuburile de rad. X, prin bombardarea unor filme metalice Cu(K $\alpha$ ) cu fluxuri rapide de electroni accel.  $U \sim (1-50) \text{KV}$ .

7) - Radiatia  $\gamma$  (gamma);  $\lambda_\gamma \in (5 \cdot 10^{-12} - 10^{-16}) \text{m}$ , și  $\nu_\gamma \in (3 \cdot 10^{18} - 3 \cdot 10^{22}) \text{Hz}$ .  
(5000 - 91) fm.

- emise în reacțiile nucleare de nuclele atomice

④ - Clasificarea rad. el.-magn după modul de emisie:

(A) - unde hertziene - produse de osc. electronilor  $e^-$  în circ. oscilante (LC) sau "cavitățile rezonante"

(B) - Rad. termică - produse prin conversia energ. termică a corpurilor (caldurii) în rad. el.-magn.

(C) - Rad. de frânare - apare la frânarea bruscă a unui flux de electroni în câmpul electric al nucleului atomic, datorită interacției metalice, X

(D) - Rad. sincrotronică - apare prin radiația  $e^-$  multiplicate într-o MISC. accelerată în câmpuri magnetice intense (B-wave)

⑤ - Surse de unde el.-magn.

El.-magn. sunt produse de surse diverse (dispozitive)

- surse de încălzire termică
- becuri cu incandescență
- circuite electronice / oscilatoare LC
- sursă de UV - lampi / becuri / LED-uri
- surse LASER (diverse culori: IR, VIZ, UV)
- RH - reacții nucleare (bombe atomice, Reactoare nucleare, explozii solare)

Detectarea rad. el.-magn.

- receptarele RADIO/TV.
- filmul/placa fotografică
- pielea (cu IR)
- ochiul (vizibil)
- filme pt. rad. X
- medii de stocare digitală pt. imagini cu spectre larg sau specifice.

⑥ - Interacțiunea diverselor rad. el.-magn. cu sistemele biologice  
(celule, plante, animale)

→ depinde de intensitatea rad. el.-magn. ( $I$ )  
- de cantitatea de (E) energie

Rad. el.-magn → Ne ionizante (nu extirg  $e^-$  din atomi/celule) → nu afectează sănătatea  
(microunde, RADIO, IR, VIZ, UV(A))  
→ Ionizante → rad.  $\gamma$  → pot afecta sănătatea prin  
→ rad. X → insolabile, risc de cancer  
→ rad. UV(B+C) → arsuri ale pielii



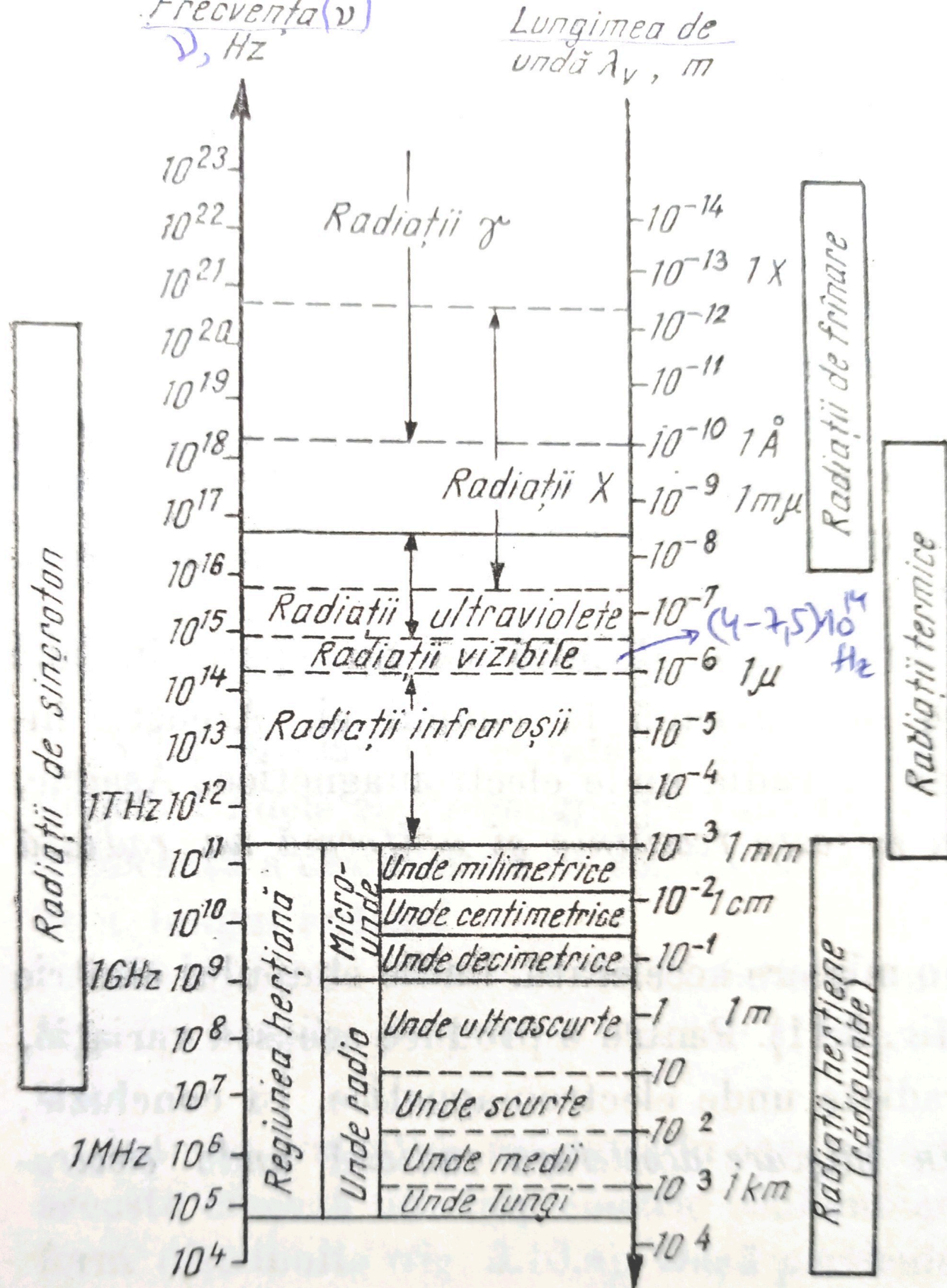


Fig. 3.12. Clasificarea undelor (radiatiilor) electromagnetice, în raport de frecvența  $\nu$  și lungimea de undă în vid  $\lambda_\nu$ . În interiorul scalei  $\nu - \lambda_\nu$  sînt date denumirile uzuale pentru diferite intervale de frecvențe (lungimi de undă). În afara scalei sînt indicate cele patru moduri de producere a radiatiilor electromagnetice.