

Prva domaća zadaća iz Elektroakustike

1. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val reflektira se od poda prekrivenog tapisonom. Izmjereni intenzitet reflektiranog vala je 7 mW/m². Koliki je intenzitet upadnog vala ako je frekvencija emitiranog zvuka 1 kHz?

Koeficijent apsorpcije α – frekvencijski je ovisan i pokazuje koliki dio zvučne energije je pretvoren u drugi oblik. Omjer je nereflektirane zvučne snage ($P_U - P_R$) prema ukupnoj upadnoj snazi P_U (P_R je reflektirana snaga):

$$\alpha = (P_U - P_R) / P_U$$

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

$$I_R = 7 \text{ mW/m}^2$$

$$f = 1 \text{ kHz}$$

$$\alpha \text{ (tapison pri 1 kHz)} = 0.25 \rightarrow \text{tablica s koeficijentima}$$

$$I_U = ?$$

$$\alpha = (I_U - I_R) / I_U$$

$$0.25 = (I_U - 7 \cdot 10^{-3}) / I_U$$

$$I_U = 9.333 \text{ mW/m}^2$$

2. Definirajte Dopplerov efekt. Čovjek stoji na krovu vagona vlaka koji se kreće brzinom od 90 km/h. Ako sirena lokomotive emitira zvuk frekvencije 800 Hz, koju frekvenciju čuje spomenuti čovjek?

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljavanja izvora) zvučnih valova u jedinici vremena, čime se mijenja visina tona.

$$f_p = [(c \pm c_p) / (c \pm c_i)] \cdot f_i$$

(p = prijemna, i = izvora)

$$c_i = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$c_p = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$f_i = 800 \text{ Hz}$$

$$f_p = ?$$

$$f_p = [(c \pm c_p) / (c \pm c_i)] \cdot f_i = 800 \text{ Hz}$$

3. Što su to treptaji i kada i kako nastaju? Kolika je frekvencija novonastalog tona, a kolika frekvencija treptaja? Dva izvora zvuka bliskih frekvencija proizvode treptaje frekvencije 10 Hz. Ako je frekvencija jednog izvora 510 Hz, kolika je frekvencija drugog izvora i frekvencija novonastalog tona?

$$f_t = 10 \text{ Hz}$$

$$f_i = 510 \text{ Hz}$$

$$f_2, f_s = ?$$

$$f_t = f_i - f_z$$

$$f_z = f_i - f_t = 500 \text{ Hz}$$

$$f_s = (f_1 + f_2)/2 = 505 \text{ Hz}$$

4. Definirajte Dopplerov efekt. Automobil vozi cestom brzinom od 70 km/h. Iza njega dolazi drugi automobil brzinom od 120 km/h. Iživciran sporošću prvog automobila, vozač drugog automobila trubi i pretječe prvi automobil. Ako njegova truba emitira zvuk frekvencije 600 Hz, koju frekvenciju čuje vozač prvog automobila prije pretjecanja, a koju poslije?

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljavanja izvora) zvučnih valova u jedinici vremena, čime se mijenja visina tona.

$$f_p = [(c \pm c_p)/(c \pm c_i)] \cdot f_i$$

(p = prijemna, i = izvora)

$$c_i = 70 \text{ km/h} = 19.44 \text{ m/s}$$

$$c_p = 120 \text{ km/h} = 33.33 \text{ m/s}$$

$$f_i = 600 \text{ Hz}$$

$$f_p = ?$$

PRIJE PRETJECANJA:

$$f_p = 343/(343 - (33.33 - 19.44)) \cdot 600$$

$$f_p = 625.32 \text{ Hz}$$

POSLIJE PRETJECANJA:

$$f_p = 343/(343 + (33.33 - 19.44)) \cdot 600$$

$$f_p = 576.648 \text{ Hz}$$

5. Objasni, sa fizikalnog gledišta, što je valna duljina? Odredi razinu snage zvuka čija je snaga 5,2 μW!

Valna duljina je razmak između dvije točke najvećeg zgušnjavanja ili razrjeđenja medija kroz koji se val širi. Taj razmak se naziva perioda.

$$P = 5.2 \text{ μW}$$

$$P_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

$$L_P = ?$$

$$L_P = 10 \log [P (\text{W}) / P_0]$$

$$L_P = 10 \log [5.2 \cdot 10^{-6} / 10^{-12}]$$

$$L_P = 67.16 \text{ dB}$$

6. Kako se zvuk širi u plinovima? Odredi zvučnu snagu zvuka čija razina zv. snage iznosi 63 dB!

U plinovima i tekućinama zvuk se širi samo kao longitudinalni val, a u čvrstim medijima i kao transverzalni val.

$$L_p = 63 \text{ dB}$$

$$P_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

$$P = ?$$

$$L_P = 10 \log [P (W) / P_0]$$

$$63 = 10 \log [P / 10^{-12}]$$

$$6.3 = \log [P / 10^{-12}]$$

$$10^{6.3} = P / 10^{-12}$$

$$P = 2 \mu W$$

7. Koje frekvencijsko područje obuhvaća infrazvuk? Izračunaj brzinu zvuka u glicerinu ako je gustoća glicerina 1,261 g/cm³, a faktor kompresibilnosti 21,4 · 10⁻¹² cm · s² / g.(brzinu zvuka izraziti u m/s!!!!

Infrazvuk obuhvaća frekvencijsko područje ispod 16 Hz.

$$\rho = 1.261 \text{ g/cm}^3$$

$$K = 21.4 \cdot 10^{-12} \text{ cm} \cdot \text{s}^2 / \text{g}$$

$$c = ?$$

$$c = \sqrt{1/(K \cdot \rho)}$$

$$c = 1925.02 \text{ m/s}$$

8. Kako je definiran stupanj usmjerenosti izvora? Kolika je zvučna snaga zvučnika ugrađenog u beskonačnu ploču, polumjera 0,2 m i zvučnog intenziteta 5 W/m²?

Stupanj usmjerenosti izvora definiran je kao:

$$Q_U = (4 \pi r^2) / A$$

4 π r² je površina idealnog kuglastog izvora, a A je površina usmjerenog izvora s usporedivim srednjim razmakom od akustičkog centra izvora. Za idealni kuglasti izvor Q_U = 1, a za membranski izvor u beskonačnom zvučnom zidu (A_M = 2 π r²) Q_M = 4.

$$r = 0.2 \text{ m}$$

$$I = 5 \text{ W/m}^2$$

$$Q_M = 4$$

$$P = ?$$

$$P = I A = I [(2 \pi r^2) / Q_M]$$

$$P = 0.314 \text{ W}$$

9. Definirajte Dopplerov efekt. Motociklist vozi brzinom od 180 km/h. Ususret mu dolazi kamion brzinom od 90 km/h. Truba kamiona emitira zvuk frekvencije 500 Hz. Ako vozač kamiona potrubi motociklistu prije i poslije mimoilaženja, koje će frekvencije čuti motociklist u jednom i drugom slučaju?

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljavanja izvora) zvučnih valova u jedinici vremena, čime se mijenja visina tona.

$$f_p = [(c \pm c_p) / (c \pm c_i)] \cdot f_i$$

(p = prijemna, i = izvora)

$$c_i = 180 \text{ km/h} = 50 \text{ m/s}$$

$$c_p = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$f_i = 500 \text{ Hz}$$

$$f_p = ?$$

PRIJE MIMOILAŽENJA:

$$f_p = [(343 + 50) / (343 - 25)] \cdot 500$$

$$f_p = 617.92 \text{ Hz}$$

POSLIJE MIMOILAŽENJA:

$$f_p = [(343 - 50) / (343 + 25)] \cdot 500$$

$$f_p = 398.08 \text{ Hz}$$

10. Koje frekvencijsko područje obuhvaća ultrazvuk? Izračunaj brzinu zvuka u petroleju ako je gustoća petroleja $0,825 \text{ g/cm}^3$, a faktor kompresibilnosti $74,5 \cdot 10^{-12} \text{ cm s}^2 / \text{g}$. (brzinu zvuka izraziti u m/s !!!!)

Ultrazvuk obuhvaća područje od 20 kHz do 10^9 Hz .

$$\rho = 0.825 \text{ g/cm}^3$$

$$K = 74.5 \cdot 10^{-12} \text{ cm} \cdot \text{s}^2 / \text{g}$$

$$c = ?$$

$$c = \sqrt{1/(K \cdot \rho)}$$

$$c = 1275.54 \text{ m/s}$$

11. Kad se pojavljuje usmjerenost zvučnog izvora? Kolika je zvučna snaga idealnog kuglastog izvora, polumjera $0,1 \text{ m}$ i zvučnog intenziteta $0,01 \text{ W/m}^2$?

Usmjerenost se pojavljuje smanjenjem valne duljine u odnosu na dimenziju izvora (membrane).

$$r = 0.1 \text{ m}$$

$$I = 0.01 \text{ W/m}^2$$

$$Q_u = 1$$

$$P = ?$$

$$P = I A = I [(4 \pi r^2) / Q_u]$$

$$P = 1.257 \text{ mW}$$

12. Što je šum? Izračunaj brzinu zvuka u maslinovom ulju ako je gustoća maslinovog ulja $0,904 \text{ g/cm}^3$, a faktor kompresibilnost $58,7 \cdot 10^{-12} \text{ cm s}^2 / \text{g}$. (brzinu zvuka izraziti u m/s !!!!)

Šum je nepravilno titranje u čijem spektru nema niti stalnih frekvencija, niti stalnih amplituda.

$$\rho = 0.904 \text{ g/cm}^3$$

$$K = 58.7 \cdot 10^{-12} \text{ cm} \cdot \text{s}^2 / \text{g}$$

$$c = ?$$

$$c = \sqrt{1/(K \cdot \rho)}$$

$$c = 1372.77 \text{ m/s}$$

13. Kako pada snaga ružičastog šuma na višim frekvencijama? Kolika je razlika u brzini zvuka pri temperaturi zraka od 35°C i pri temperaturi od 15°C ?

Snaga ružičastog šuma pada s 3 dB po oktavi, tako da snaga bude ujednačena na cijelom tonfrekvencijskom području.

$t_1 = 35^\circ\text{C}$
 $t_2 = 15^\circ\text{C}$
 $\Delta c = ?$

$c = 331.4 + 0.6 t (^{\circ}\text{C}) \text{ m/s}$
 $c_1 = 352.4 \text{ m/s}$
 $c_2 = 340.4 \text{ m/s}$
 $\Delta c = c_1 - c_2 = 12 \text{ m/s}$

14. O čemu ovisi brzina širenja zvuka u zraku? (3 parametra navesti) Kolika je razlika u brzini zvuka pri temperaturi zraka od 303,15 K i pri temperaturi od 253,15 K?

Ovisi o gustoći zraka, atmosferskom tlaku i konstanti γ , koja daje omjer specifične topline zraka uz konstantan tlak prema onoj uz konstantan volumen. Za zrak je $\gamma = 1.4$.

$T_1 = 303.15 \text{ K}$; $t_2 = 30^\circ\text{C}$
 $T_2 = 253.15 \text{ K}$; $t_1 = -20^\circ\text{C}$
 $\Delta c = ?$

$c = 331.4 + 0.6 t (^{\circ}\text{C}) \text{ m/s}$
 $c_1 = 349.4 \text{ m/s}$
 $c_2 = 319.4 \text{ m/s}$
 $\Delta c = c_1 - c_2 = 30 \text{ m/s}$

15. Kako se ponaša zvučni intenzitet s obzirom na udaljenost ako se udaljavamo od izvora zvuka ? Odredi zvučni intenzitet zvuka čija razina zv. intenziteta iznosi 83 dB!

Zvučni intenzitet u kuglastom valu opada s kvadratom udaljenosti od izvora.

$L_I = 83 \text{ dB}$
 $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$
 $I = ?$

$L_I = 10 \log [I / I_0]$
 $83 = 10 \log [I / 10^{-12}]$
 $8.3 = \log [I / 10^{-12}]$
 $10^{8.3} = I / 10^{-12}$
 $I = 0.2 \text{ mW/m}^2$

16. Što su to treptaji i kada i kako nastaju? Kolika je frekvencija novonastalog tona, a kolika frekvencija treptaja? Dva izvora zvuka bliskih frekvencija proizvode treptaje frekvencije 2 Hz. Ako je frekvencija novonastalog tona 900 Hz, kolike su frekvencije izvora?

Razlikuju li se valne duljine dva vala vrlo malo, nastaje novi val frekvencije f_s koja je srednja vrijednost osnovnih frekvencija, ali će mu se amplitude mijenjati od 0 do maksimuma frekvencijom f_t koja je razlika obje osnovne frekvencije. Ako razlika frekvencija pada u čujno područje, čuje se ton frekvencije f_t (tako zvučnici mogu reproducirati frekvencije niže od nazivnih frekvencija zvučnika).

$f_t = 2 \text{ Hz}$
 $f_s = 900 \text{ Hz}$

$$f_1, f_2 = ?$$

$$f_1 = f_1 - f_2 ; f_1 = 2 + f_2$$

$$f_s = (f_1 + f_2) / 2$$

$$1800 = f_1 + f_2$$

$$1800 = 2 + f_2$$

$$f_2 = 899 \text{ Hz}$$

$$f_1 = 901 \text{ Hz}$$

17. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val reflektira se od poda prekrivenog parketom. Izmjereni intenzitet reflektiranog vala je 20 mW/m². Koliki je intenzitet upadnog vala ako je frekvencija emitiranog zvuka 250 Hz?

Koeficijent apsorpcije α je omjer nereflektirane zvučne snage ($P_U - P_R$) prema ukupnoj upadnoj snazi P_U (P_R je reflektirana snaga):

$$\alpha = (P_U - P_R) / P_U$$

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

$$I_R = 20 \text{ mW/m}^2$$

$$f = 250 \text{ kHz}$$

$$\alpha (\text{parket pri } 250 \text{ kHz}) = 0.04 \rightarrow \text{tablica s koeficijentima}$$

$$I_u = ?$$

$$\alpha = (I_U - I_R) / I_U$$

$$0.04 = (I_U - 20 \cdot 10^{-3}) / I_U$$

$$I_U = 20.83 \text{ mW/m}^2$$

18. Što je titrajna brzina? Odredi zvučni tlak zvuka čija razina zv. tlaka iznosi 115 dB!

Titrajna brzina je ona promjenjiva brzina kojom pojedine titrajuće čestice prijenosnog medija osciliraju oko svog središnjeg (mirnog) položaja. Pomak od položaja mirovanja se odvija brzinom koja nije konstantna. Titrajna brzina je u ravnom putujućem valu najveća tamo gdje se amplitude najbrže mijenja, odnosno prilikom prolaska kroz mirni (nulti) položaj.

$$L_p = 115 \text{ dB}$$

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$p = ?$$

$$L_p = 20 \log [p (\text{Pa}) / p_0]$$

$$115 = 20 \log [p / 2 \cdot 10^{-5}]$$

$$115/20 = \log [p / 2 \cdot 10^{-5}]$$

$$p / 2 \cdot 10^{-5} = 10^{115/20}$$

$$p = 11.247 \text{ Pa}$$

19. Što je to Dopplerov efekt i kada se javlja? Motociklist vozi brzinom od 120 km/h. Ususret mu dolazi kamion brzinom od 54 km/h. Truba kamiona emitira zvuk frekvencije 600 Hz. Ako vozač kamiona potrubi motociklistu prije i poslije mimoilaženja, koje će frekvencije čuti motociklist u jednom i drugom slučaju?

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljšavanja izvora) zvučnih valova u jedinici vremena, čime se mijenja visina tona.

$$f_p = [(c \pm c_p)/(c \pm c_i)] \cdot f_i$$

(p = prijemna, i = izvora)

$$c_i = 120 \text{ km/h} = 33.33 \text{ m/s}$$

$$c_p = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$$

$$f_i = 600 \text{ Hz}$$

$$f_p = ?$$

PRIJE MIMOILAŽENJA:

$$f_p = [(343 + 33.33) / (343 - 15)] \cdot 600$$

$$f_p = 688.408 \text{ Hz}$$

POSLIJE MIMOILAŽENJA:

$$f_p = [(343 - 33.33) / (343 + 15)] \cdot 600$$

$$f_p = 519 \text{ Hz}$$

20. Definiraj zvučni intenzitet! Odredi razinu intenziteta zvuka čiji je intenzitet 3,5 mW/m²!

Zvučni intenzitet (jakost zvuka) I je ona količina energije koja u sekundi prostruji kroz plohu površine 1 m^2 , postavljene okomito na smjer širenja vala.

$$I = 3.5 \text{ mW/m}^2$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$L_I = ?$$

$$L_I = 10 \log [I (\text{W/m}^2) / I_0]$$

$$L_I = 10 \log [3.5 \cdot 10^{-3} / 10^{-12}]$$

$$L_I = 95.44 \text{ dB}$$

21. Definirajte koeficijent transmisije pri prijelazu zvučne energije iz jedne tvari u drugu. (Matematički izvedite uvjet kada će taj prijelaz biti maksimalan.) Akustička ploča izvedena je od pluta obloženog gumom. Izračunajte koeficijent prijenosa zvučne energije između ta dva materijala.

Dio zvučne energije, koji se ne reflektira i ne apsorbira, prolazi kroz material pregrade na drugu stranu (transmisija). Koeficijent transmisije θ je omjer propuštenog zvučnog intenziteta I_d prema upadnom I_u .

$$\theta = I_d / I_u$$

$$Z_p = 0.12 \cdot 10^6 \text{ Ns/m}^2$$

$$Z_g = 0.05 \cdot 10^6 \text{ Ns/m}^2$$

$$E_1 : E_2 = k = ?$$

$$E_p : E_g = k = ?$$

$$E_p : E_g = k = 4 \cdot Z_p \cdot Z_g : (Z_p + Z_g)^2$$

$$= 4 \cdot 0.12 \cdot 10^6 \cdot 0.05 \cdot 10^6 : (0.12 \cdot 10^6 + 0.05 \cdot 10^6)^2$$

$$= 0.83$$

22. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val intenziteta 50 mW/m² reflektira se od poda prekrivenog parketom. Koliki je intenzitet reflektiranog vala ako je frekvencija emitiranog zvuka 8 kHz?

Koeficijent apsorpcije α je omjer nereflektirane zvučne snage ($P_U - P_R$) prema ukupnoj upadnoj snazi P_U (P_R je reflektirana snaga):

$$\alpha = (P_U - P_R) / P_U$$

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

$$I_U = 50 \text{ mW/m}^2$$

$$f = 8 \text{ kHz}$$

α (parket pri 1 kHz) = 0.06 -> tablica s koeficijentima

$$I_R = ?$$

$$\alpha = (I_U - I_R) / I_U$$

$$0.06 = (50 - I_R) / 50$$

$$I_R = 47 \text{ mW/m}^2$$

23. Što je to Dopplerov efekt i kada se javlja? Promatrač stoji na livadi i promatra avion koji prelijeće u niskom letu brzinom od 720 km/h. Ako se u zvuku koji pri toj brzini proizvodi avion posebno ističe frekvencija od 1 kHz, koju će frekvenciju čuti promatrač kad mu se avion približava, a koju kad se udaljava od njega?

Do uha dolazi više (kod približavanja izvora) ili manje (kod udaljšavanja izvora) zvučnih valova u jedinici vremena, čime se mijenja visina tona.

$$f_p = [(c \pm c_p) / (c \pm c_i)] \cdot f_i$$

(p = prijemna, i = izvora)

$$c_i = 720 \text{ km/h} = 200 \text{ m/s}$$

$$c_p = 0 \text{ m/s}$$

$$f_i = 1000 \text{ Hz}$$

$$f_p = ?$$

PRIJE MIMOILAŽENJA:

$$f_p = 343 / (343 - 200) \cdot 1000$$

$$f_p = 2398.6 \text{ Hz}$$

POSLIJE MIMOILAŽENJA:

$$f_p = 343 / (343 + 200) \cdot 1000$$

$$f_p = 631.676 \text{ Hz}$$

**24. Koliki je referentni zvučni intenzitet? (napisati iznos i mjernu jedinicu)
Odredi zvučni tlak zvuka čija razina zv. tlaka iznosi 96 dB!**

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$L_p = 96 \text{ dB}$$

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$p = ?$$

$$L_p = 20 \log [p / p_0]$$

$$96 = 20 \log [p / 2 \cdot 10^{-5}]$$

$$96/20 = \log [p / 2 \cdot 10^{-5}]$$

$$p / 2 \cdot 10^{-5} = 10^{96/20}$$

$$p = 10^{96/20} \cdot 2 \cdot 10^{-5} = 1.26 \text{ Pa}$$

**25. Kolika je referentna zvučna snaga? (napisati iznos i mjernu jedinicu)
Odredi razinu intenziteta zvuka čiji je intenzitet 0,0025 W/m²!**

$$P_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$I = 0.0025 \text{ W/m}^2$$

$$L_I = ?$$

$$L_I = 10 \log [I (\text{W/m}^2) / I_0]$$

$$L_I = 10 \log [0.0025 / 10^{-12}]$$

$$L_I = 93.979 \text{ dB}$$

26. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val intenziteta 200 mW/m² reflektira se od zida nepoznate građe. Ako je izmjereni intenzitet reflektiranog vala 150 mW/m², a frekvencija emitiranog zvuka 1 kHz, koliki je koeficijent apsorpcije na toj frekvenciji?

Koeficijent apsorpcije α je omjer nereflektirane zvučne snage ($P_U - P_R$) prema ukupnoj upadnoj snazi P_U (P_R je reflektirana snaga):

$$\alpha = (P_U - P_R) / P_U$$

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

$$I_U = 200 \text{ mW/m}^2$$

$$I_R = 150 \text{ mW/m}^2$$

$$\alpha = (I_U - I_R) / I_U$$

$$\alpha = 50 / 200$$

$$\alpha = 0.25 \rightarrow \text{tapison}$$

27. Što su to treptaji i kada i kako nastaju? Kolika je frekvencija novonastalog tona, a kolika frekvencija treptaja? Dva izvora zvuka bliskih frekvencija proizvode treptaje frekvencije 8 Hz. Ako je frekvencija jednog izvora 400 Hz, kolika je frekvencija drugog izvora i frekvencija novonastalog tona? (Napomena: frekvencija drugog izvora viša je od frekvencije prvog)

Razlikuju li se valne duljine dva vala vrlo malo, nastaje novi val frekvencije f_s koja je srednja vrijednost osnovnih frekvencija, ali će mu se amplituda mijenjati od 0 do maksimuma frekvencijom f_t koja je razlika obje osnovne frekvencije. Ako razlika frekvencija pada u čujno područje, čuje se ton frekvencije f_t (tako zvučnici mogu "reproducirati" frekvencije niže od nazivnih frekvencija zvučnika).

$$f_t = 8 \text{ Hz}$$

$$f_1 = 400 \text{ Hz}$$

$$f_2, f_s = ?$$

$$f_t = f_2 - f_1$$

$$f_2 = 408 \text{ Hz}$$

$$f_s = (f_1 + f_2) / 2$$

$$f_s = 404 \text{ Hz}$$

28. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val intenziteta 30 mW/m² reflektira se od betonske deke. Koliki je intenzitet reflektiranog vala ako je frekvencija emitiranog zvuka 500 Hz?

Koeficijent apsorpcije α je omjer nereflektirane zvučne snage ($P_U - P_R$) prema ukupnoj upadnoj snazi P_U (P_R je reflektirana snaga):

$$\alpha = (P_U - P_R) / P_U$$

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

$$I_U = 30 \text{ mW/m}^2$$

$$f = 500 \text{ Hz}$$

$$\alpha (\text{beton pri } 500 \text{ Hz}) = 0.02 \rightarrow \text{tablica s koeficijentima}$$

$$I_R = ?$$

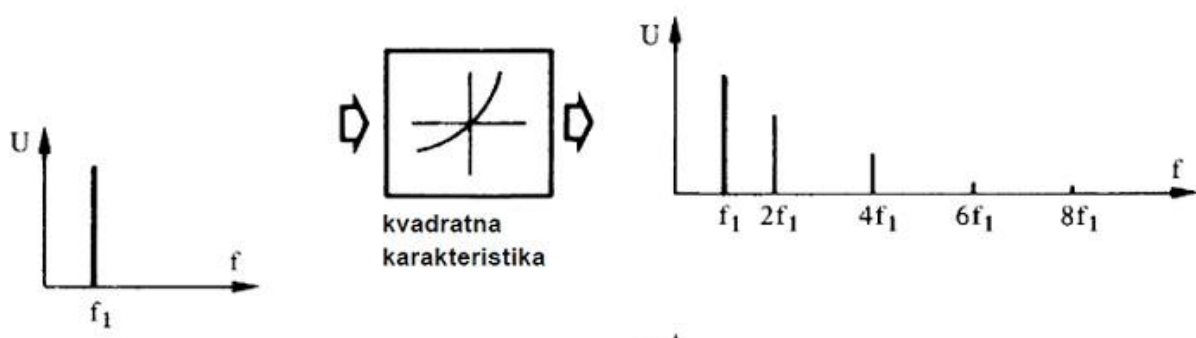
$$\alpha = (I_U - I_R) / I_U$$

$$0.02 = (30 - I_R) / 30$$

$$I_R = 29.4 \text{ mW/m}^2$$

29. Objasni harmonička izobličenja. Koje se komponente dobivaju ako imamo kvadratnu prienosnu karakteristiku (nacrtaj grafove).

Pojam harmoničkog nelinearnog izobličenja odnosi se na pojavu tzv. viših harmonika u izlaznom električnom signalu sustava, a koji ne postoje u izvornom izmjeničnom signalu na ulazu u sustav. Viši harmonici se generiraju na nelinearnoj prienosnoj karakteristici aktivnih elektroničkih elemenata. Na taj način se uz ulazni signal određene frekvencije f_1 i amplitude u_1 , u frekvencijskom spektru izlaznog signala pojavljuju novi sadržaji frekvencije u harmoničkom odnosu, dakle, frekvencije f_2, f_3, f_4, \dots , a odgovarajućih amplituda u_2, u_3, u_4, \dots , gdje amplitude harmonika viših frekvencija opadaju prema nuli.



30. Definirajte koeficijent apsorpcije. Zvučni val upadnog intenziteta 150 mW/m² i frekvencije 125 Hz reflektira se od staklene stijene. Koliki je intenzitet reflektiranog vala?

Koeficijent apsorpcije α je omjer nereflektirane zvučne snage ($P_U - P_R$) prema ukupnoj upadnoj snazi P_U (P_R je reflektirana snaga):

$$\alpha = (P_U - P_R) / P_U$$

Isti omjer vrijedi i za intenzitete.

$$I_U = 150 \text{ mW/m}^2$$

$$f = 125 \text{ Hz}$$

$$\alpha (\text{staklo pri } 500 \text{ Hz}) = 0.11 \rightarrow \text{tablica s koeficijentima}$$

$$I_R = ?$$

$$\alpha = (I_U - I_R) / I_U$$

$$0.11 = (125 - I_R) / 125$$

$$I_R = 133.5 \text{ mW/m}^2$$

31. Kako je definiran stupanj usmjerenosti izvora? Kolika je zvučna snaga idealnog kuglastog izvora, polumjera 1 m i zvučnog intenziteta 1 W/m²?

Stupanj usmjerenosti izvora definiran je kao:

$$Q_U = (4 \pi r^2) / A$$

$4 \pi r^2$ je površina idealnog kuglastog izvora, a A je površina usmjerenog izvora s usporedivim srednjim razmakom od akustičkog centra izvora. Za idealni kuglasti izvor $Q_U = 1$, a za membranski izvor u beskonačnom zvučnom zidu ($A_M = 2 \pi r^2$) $Q_M = 4$.

$$r = 1 \text{ m}$$

$$I = 1 \text{ W/m}^2$$

$$Q_U = 1$$

$$P = ?$$

$$P = I A = I [(4 \pi r^2) / Q_U]$$

$$P = 12.567 \text{ W}$$

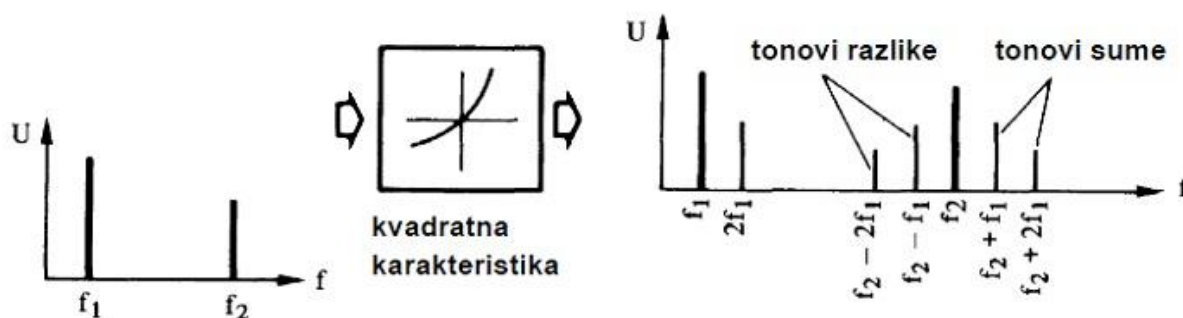
32. Objasni razliku između idealnog kuglastog izvora i modela kuglastog izvora prvog reda.

Površina idealnog kuglastog izvora titra istofazno jednakom brzinom i amplitudom prema van i unutra. Obje polovice kuglastog izvora prvog reda titraju prema unutra i van u odnosu na centar, protufazno, odvojene najvećim promjerom (krug čvorova).

33. Objasni intermodulacijska izobličenja. Koje se komponente dobivaju ako imamo kvadratnu prijenosnu karakteristiku (nacrtaj grafove).

Intermodulacijska izobličenja nastaju pri pojavi dvije ili više frekvencija u spektru koje međusobno nisu u harmoničkom odnosu.

Na nelinearnom elementu nastaju nove komponente u omjerima $f = m \cdot f_1 \pm n \cdot f_2$, uz $m, n = 1, 2, 3, \dots$



34. Što je zvuk? Kolika je razlika u brzini zvuka pri temperaturi zraka od 315,15 K i pri temperaturi od 253,15 K?

Zvuk je periodična promjena tlaka koji se širi elastičnim medijem nekom određenom brzinom.

$T_1=315.15 \text{ K}$; $t_1= 42^\circ\text{C}$
 $T_2=253.15 \text{ K}$; $t_2= -20^\circ\text{C}$
 $\Delta c=?$

$c = 331.4 + 0.6 t (^\circ\text{C}) \text{ m/s}$
 $c_1 = 356.6 \text{ m/s}$
 $c_2 = 319.4 \text{ m/s}$
 $\Delta c = c_1 - c_2 = 37.2 \text{ m/s}$

**35. Kolika je referentna zvučna snaga? (napisati iznos i mjernu jedinicu)
Odredi razinu intenziteta zvuka čiji je intenzitet $0,0075 \text{ W/m}^2$!**

$$P_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$
$$I = 0.0075 \text{ W/m}^2$$
$$L_I = ?$$

$$L_I = 10 \log [I (\text{W/m}^2) / I_0]$$
$$L_I = 10 \log [0.0075 / 10^{-12}]$$
$$L_I = 98.75 \text{ dB}$$

36. Što je zvuk? Kolika je razlika u brzini zvuka pri temperaturi zraka od $320,15 \text{ K}$ i pri temperaturi od $243,15 \text{ K}$?

Zvuk je periodična promjena tlaka koji se širi elastičnim medijem nekom određenom brzinom.

$T_1=320.15 \text{ K}$; $t_1= 47^\circ\text{C}$
 $T_2=243.15 \text{ K}$; $t_2= -30^\circ\text{C}$
 $\Delta c=?$

$c = 331.4 + 0.6 t (^\circ\text{C}) \text{ m/s}$
 $c_1 = 359.6 \text{ m/s}$
 $c_2 = 313.4 \text{ m/s}$
 $\Delta c = c_1 - c_2 = 46.2 \text{ m/s}$