

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
Fakultet elektrotehnike i računarstva  
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija

## **Biomedicinska instrumentacija**

### **Ispitna pitanja i zadaci za vježbu**

3. dio

Autori teksta:  
dr.sc. Siniša Sovilj  
prof.dr.sc. Ratko Magjarević

Zagreb, 2010.

## Teorijska pitanja

1. Što je ultrazvuk i kako se primjenjuje u medicini? Što je 3D ultrazvuk?
2. Opišite rasprostiranje ultrazvuka. O čemu ovisi brzina širenja? Koji je red veličine brzine prostiranja zvuka u tkivu?
3. Kako se vrši pretvorba zvuka u napon? Što je akustička impedancija?
4. Što je koeficijent refleksije, a što je koeficijent transmisije i kako su definirani?
5. Opišite prigušenje ultrazvučnog vala. Što je Fresnelova, a što Fraunhoferova zona?
6. Kako dolazi do rasapa snopa? Kako definiramo razlučivost ultrazvučnog snopa? Za što u medicinskoj dijagnostici koristimo niže frekvencije, a za što više frekvencije?
7. Da li je s tehničke strane moguće ostvariti ultrazvučnu biopsiju?
8. Da li se apsorpcija ultrazvuka povećava ili smanjuje s povećanjem frekvencije. Je li apsorpcija veća u tkivu mišića ili u krvi?
9. Opišite ultrazvučni piezoelektrični pretvornik. Kako je konstruirana ultrazvučna sonda?
10. Opišite ultrazvučni A prikaz. Objasnite zašto se koristi sklopovlje za dobivanje eksponecijalne funkcije pojačanja? Skicirajte blok shemu ehoencefalograma.
11. Opišite ultrazvučni B prikaz. Zašto je bitno odrediti točnu poziciju ultrazvučne sonde tijekom ovog načina snimanja? Skicirajte blok shemu uređaja za dobivanje B prikaza.
12. Za što se koriste sonde sa mehaničke skeniranjem, a za što sonde sa linearnim nizom pretvornika?
13. Opišite rad uređaja koji koristi sondu sa linearnim nizom pretvornika. Objasnite elektroničko fokusiranje.
14. Opišite ultrazvučni M prikaz. Koja je razlika između B i M prikaza?
15. Opišite rad ultrazvučnog uređaja za mjerenje brzine strujanja krvi zasnovanog na mjerenju prolaznog vremena.
16. Opišite rad ultrazvučnog uređaja za mjerenje brzine strujanja krvi zasnovanog na Dopplerovom efektu.
17. Skicirajte blok shemu impulsnog Doppler uređaja.
18. Što je elektroporacija i kako se koristi u biologiji, biotehnologiji i biomedicini?
19. Što je reverzibilna, a što ireverzibilna elektroporacija? Skicirajte blok shemu elektroporatora i objasnite njegov rad.
20. Koji oblici elektroda se koriste u elektroporaciji, kako električno polje ovisi o izvedbi elektrode te i koji su oblici najefikasniji u elektrokemoterapiji?
21. Kako se tretiraju tumori koji se nalaze duboko ispod kože te kakva je uspješnost tretmana?
22. Što je linearni akcelerator i za što se koristi u medicini? Nacrtajte blok shemu i objasnite je. Što je kolimator i kako se koristi?
23. Što je stereotaktička radioterapija? Što je gama-nož i kako se koristi u medicini?

## **Zadaci**

1. Izračunajte može li ultrazvučni pretvornik promjera 20 mm dati uski ultrazvučni val u tkivu na frekvenciji od 1 MHz. Izračunajte približno atenuaciju ultrazvučnog signala iste frekvencije od 1 MHz koji je prošao 10 cm duboko u mišićno tkivo ako je apsorpcija ultrazvuka za mišićno tkivo oko  $1 \text{ dB cm}^{-1} \text{ MHz}^{-1}$ .
- 

Rješenje:

Može. Promjer pretvornika je veći više od 10 puta od valne duljine  $\lambda = 1.5 \text{ mm}$  dakle uski ultrazvučni val je moguće proizvesti.

2. Ultrazvučni val nailazi okomito na granicu dva različita tipa tkiva.
- Ako je se 4% intenziteta ultrazvučnog vala reflektira na granici između dva različita tipa tkiva, koliki je tada omjer akustičkih impedancija?
  - Izračunajte omjer brzina zvuka unutar ta dva tipa tkiva ako je omjer gustoća tkiva  $\sqrt{3} : 1$
  - Koje od ta dva tipa tkiva ima veću akustičnu impedanciju?
- 

Rješenje:

a) 
$$\left( \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2 = R$$
$$\left( \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right) = (0.04)^{1/2} = \pm 0.2$$

Omjer je ili 2:3 ili 3:2

b) 
$$\cos \theta_t = \sqrt{1 - (c_2 / c_1)^2 \sin^2 \theta_i}$$
$$\frac{c_1}{c_2} = \sin \theta_i = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

c) 
$$1 : \sqrt{3} \rightarrow \rho_2 > \rho_1$$
$$\sqrt{3} : 1 \rightarrow \rho_2 < \rho_1$$
$$Z_1 : Z_2 = \rho_1 c_1 : \rho_2 c_2$$
$$\rightarrow 1 : 2 \text{ ili } 3 : 2 \text{ (iz prvog dijela zadatka), } \rho_2 > \rho_1$$