

## Ultrazvuk

---

Područje frekvencije zvuka koje se nalazi iznad 20 kHz naziva se područje ultrazvuka. U našem organizmu nema receptora za takve valove. Ultrazvučni valovi primjenjuju se u medicinskoj dijagnostici i terapiji. U medicinskoj se dijagnostici rabe ultrazvučni valovi frekvencije između 1 i 20 MHz, a u terapiji oko 800 kHz.

Brzina zvuka u tkivu iznosi 1500 m/s, odnosno 1,5 mm/ $\mu$ s. Elektroničkim strujnim krugovima mogu se vrlo točno mjeriti vremenski intervali od 10 ns, što u širenju ultrazvuka kroz homogeno sredstvo znači udaljenost od 15  $\mu$ m. Preciznost mjerenja udaljenosti u ultrazvučnoj dijagnostici i oslikavanju ograničena je i time što se brzina zvuka malo razlikuje u različitim tkivima, no glavno je ograničenje longitudinalna rezolucija. Longitudinalna rezolucija je minimalna mjerljiva udaljenost između dviju reflektirajućih površina na putu širenja zvučnog vala, a ograničena je duljinom (trajanjem) zvučnog pulsa. Vrijeme između dvaju uzastopnih refleksija može se mjeriti samo onda ako puls sadržava barem dva vala, dakle maksimalna je rezolucija određena valnom duljinom ultrazvučnog vala.



Slika 1 Ultrazvučni uređaj.

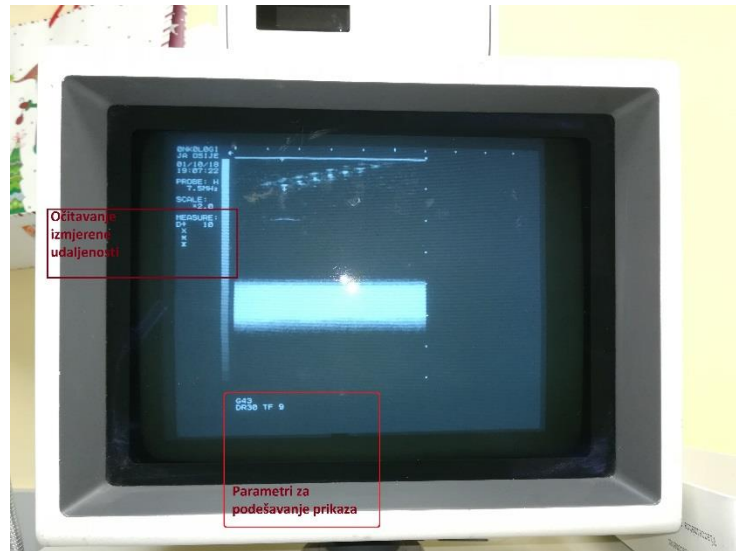


Slika 2 Ultrazvučna sonda.

Fantom je svaki objekt koji zamjenjuje ljudsko tijelo u medicinskim postupcima. Slika nastala korištenjem fantoma i određenog UZV uređaja sa određenom sondom, pohranjena, služi kao referenca za kvalitetu prikaza uređaja.

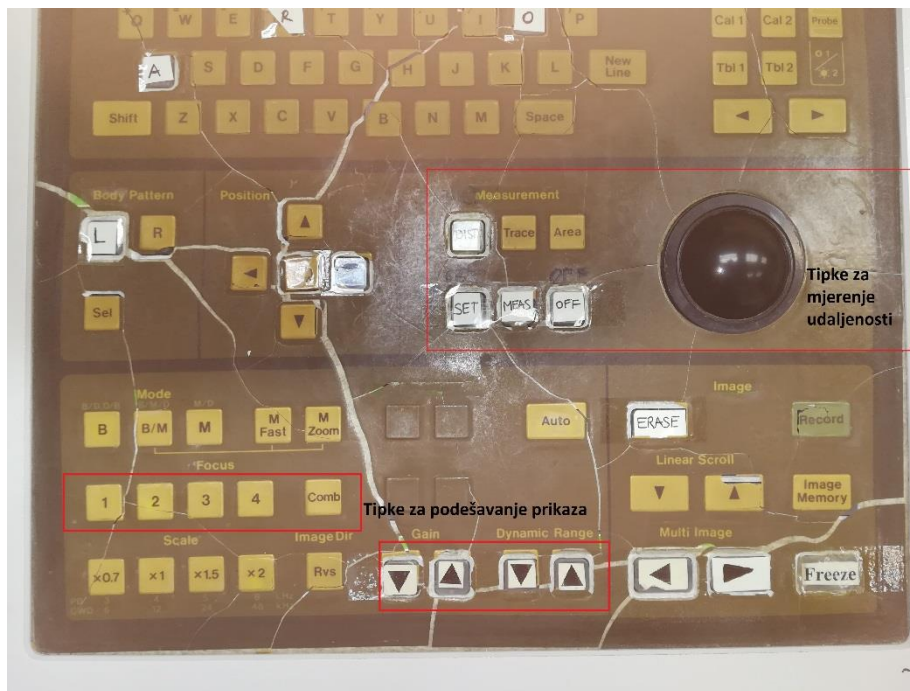
Postavke koje možete podešavati na ultrazvučnom uređaju za bolji prikaz slike su:

- Gain (G)
- Dynamical Range (DR)
- Focus (TF)



**Slika 3.** Lokacije postavki koje valja pratiti na zaslonu

Vrijednosti tih postavki motrite u dnu monitora, gdje su one prikazane skraćenicom. Skraćenica postavke koja se vidi na monitoru navedena je u tekstu u zagradi uz oznaku postavke. Tipke koje koristite za podešavanje navedenih postavki prikaza vide se na slici 4.



**Slika 4.** Tipke koje se koriste za mjerenje udaljenosti i podešavanje prikaza.

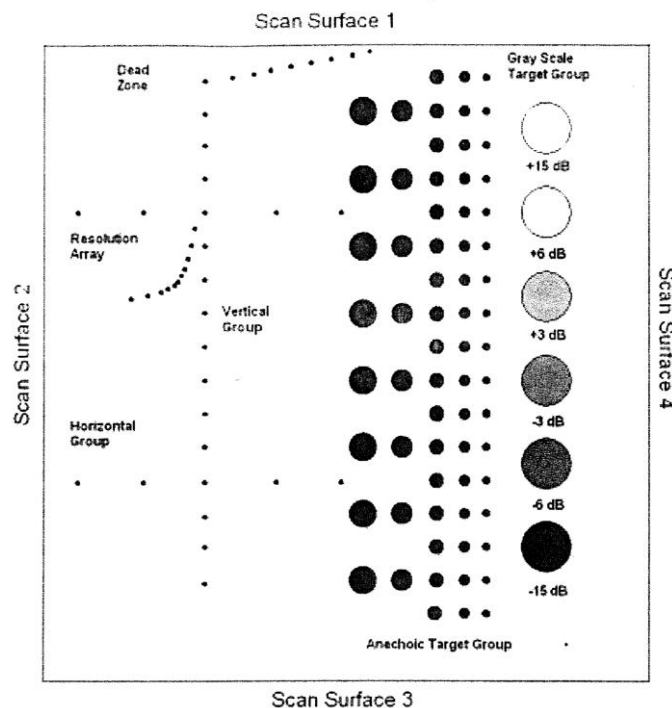
Za mjerenje udaljenosti koristite redom tipke redom tipke Off, Set, Dist. Nakon toga pomoću crne kugle dovesti pokazivač na mjesto koje označava početak tijela koje se mjeri, i pritisnuti tipku Set. Ponovno pomoću crne kugle dovesti pokazivač na mjesto koje označava kraj predmeta (ovisno mjerimo li visinu, ili duljinu predmeta), i lijevo od slike očitati vrijednost duljine izraženu u milimetrima.

U vježbi je potrebno pomoću uređaja za ultrazvučnu dijagnostiku odrediti dubine mrtve zone na fantomu, provjeriti vertikalnu kalibraciju uređaja pomoću fantoma i odrediti volumen predmeta koji se nalaze unutar bolusa (žuta guma unutar koje se nalaze stiropor, kamen, plastični čep, i aluminijska pločica).



**Slika 5** Kontaktni gel i bolus na kojem se izvode mjerenja.

Mrtva zona je udaljenost od ultrazvučne sonde kad je u kontaktu sa fantomom/pacijentom do prve ehogene strukture koju možemo jasno identificirati. U području mrtve zone ne prikupljaju se klinički podaci. Dubina mrtve zone ovisi o frekvenciji ultrazvučne sonde i izvedbi ultrazvučnog uređaja.



**Slika 6.** Shema fantoma koji služi za provjeru kalibracije ultrazvučnog uređaja. Na shemi su brojevima označene površine za skeniranje.

**Zadatak 1.** Odrediti dubinu mrtve zone

Postupak:

1. postavite fantom na čistu, ravnu površinu tako da je površina za skeniranje sa oznakom #1 postavljena prema gore
2. Nanesite kontaktni gel na površinu fantoma koju ćete skenirati.
3. Prislonite sondu na fantom i skenirajte ga dok se ne prikaže jasno područje mrtve zone. Slobodno koristite postavke prikaza za jasniju sliku. Kad ste zadovoljni slikom, zamrznite ju koristeći tipku <Freeze> koja se nalazi u donjem desnom uglu upravljačke ploče. Slika koju vidite treba nalikovati prikazu na slici 3.
4. Na fantomu se područje mrtve zone sastoji od 9 tankih žica koje se na zaslonu vide kao razmazane točke. Prvi objekt mrtve zone nalazi se na dubini 2 mm ispod površine u gelu fantoma. Svaki sljedeći objekt ( od preostalih 8) nalazi se dublje u gelu za 1 mm, a posljednji je na dubini od 10 mm.
5. Izmjerite dubinu mrtve zone.

**Zadatak 2.** Provjerite je li uređaj pravilno vertikalno kalibriran koristeći fantom.

Postupak:

1. postavite fantom na čistu, ravnu površinu tako da je površina za skeniranje sa oznakom #1 postavljena prema gore
2. Nanesite kontaktni gel na površinu fantoma koju ćete skenirati.
3. Prislonite sondu na fantom iznad vertikalne grupe kalibracijskih objekata. Slobodno koristite postavke prikaza za jasniju sliku. Kad ste zadovoljni slikom, zamrznite ju koristeći tipku <Freeze> koja se nalazi u donjem desnom uglu upravljačke ploče.
4. Izmjerite razmak između susjednih objekata koje vidite na slici i provjerite je li taj razmak u skladu sa specifikacijama navedenim na fantomu.

**Zadatak 3:** Odredite volumen triju tijela koja se nalaze unutar bolusa. Mjerenja izvršite više puta te provedite račun pogreške i zaokružite konačni rezultat.

Formule za računanje volumena cilindra (valjka) i kvadra:

$$V_{cilindra} = r^2 \pi \cdot h = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi \cdot h$$

$$V_{kvadra} = a \cdot b \cdot c$$

Cilindar			
$r[mm]$	$\Delta r[mm]$	$h[mm]$	$\Delta h[mm]$
$\bar{r} =$	$\overline{\Delta r} =$	$\bar{h} =$	$\overline{\Delta h} =$
$\frac{\overline{\Delta r}}{\bar{r}} =$	$\frac{\overline{\Delta h}}{\bar{h}} =$		

$\bar{V} = \bar{r}^2 \pi \bar{h} =$
$\frac{\Delta \bar{V}}{\bar{V}} = 2 \cdot \frac{\Delta \bar{r}}{\bar{r}} + \frac{\Delta \bar{h}}{\bar{h}} =$
$\Delta \bar{V} = \left( \frac{\Delta \bar{V}}{\bar{V}} \right) \cdot \bar{V} =$
$V = \bar{V} \pm \Delta \bar{V} =$

Kvadar					
$a[mm]$	$\Delta a[mm]$	$b[mm]$	$\Delta b[mm]$	$c[mm]$	$\Delta c[mm]$
$\bar{a} =$	$\Delta \bar{a} =$	$\bar{b} =$	$\Delta \bar{b} =$	$\bar{c} =$	$\Delta \bar{c} =$
$\frac{\Delta \bar{a}}{\bar{a}} =$		$\frac{\Delta \bar{b}}{\bar{b}} =$		$\frac{\Delta \bar{c}}{\bar{c}} =$	
$\bar{V} = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$					
$\frac{\Delta \bar{V}}{\bar{V}} = \frac{\Delta \bar{a}}{\bar{a}} + \frac{\Delta \bar{b}}{\bar{b}} + \frac{\Delta \bar{c}}{\bar{c}} =$					
$\Delta \bar{V} = \left( \frac{\Delta \bar{V}}{\bar{V}} \right) \cdot \bar{V} =$					
$V = \bar{V} \pm \Delta \bar{V} =$					

**Zadatak 4:** Odredite dubinu i promjer karotide (jedno mjerenje).

**NAPOMENA:** Nakon završene vježbe, papirnatim ubrusima obrisati ultrazvučnu sondu i fantom i ugasiti uređaj.