

ULTRAZVOK

Ultrazvok je zvok s frekvenco, višjo od zgornje meje slišnega območja, kar je pri človeku približno 20 kHz.

Ultrazvok izrabljajo v industrijske in medicinske namene. Diagnostični ultrazvok je neinvazivna medicinska tehnika, s katero lahko dobimo vpogled v notranjost mehkih tkiv; pogosto se uporablja za preglede ploda med nosečnostjo. Diagnostični ultrazvočni aparati navadno delujejo s frekvencami 2-13 MHz. Močnejši ultrazvočni viri se uporabljajo za lokalno gretje bioloških tkiv za fizikalno terapijo in eksperimentalno za zdravljenje raka. Usmerjeno ultrazvočno valovanje lahko uporabimo za razbijanje ledvičnih kamnov ali za zdravljenje kataraktov.

Ultrazvok s frekvencami 20-40 kHz se uporablja tudi za čiščenje nakita, leč in drugih optičnih delov, ur, zobozdravniškega in kirurškega pribora ter raznih industrijskih sestavnih delov. Čistilniki delujejo na načelu energije, ki se sprosti ob sesedanju milijonov majhnih kavitacij, do katerih pride v tekočini.

V posebnih okoliščinah lahko ultrazvok privede do nenavadnih pojavov.

1. KAJ JE ULTRAZVOK ?

Ultrazvok je mehansko nihanje elastičnega sredstva, je **longitudinalno valovanje**. Njegovo frekvenčno območje se razprostira nad mejo človeškega sluha, to je **nad 20 kHz**. Zgornja meja frekvence je dana s tehnično zmogljivostjo proizvodnje hitrih mehanskih nihanj, najvišje dosežene frekvence so okrog **250 MHz**.

Tako hitra mehanska nihanja ne morejo prodreti do slišnega centra možganov in jih zato **ne moremo slišati**, pač pa jih občutimo kot posebno bolečino, glavobol.

Ultrazvok je tudi **del ropota**, ki ga proizvajajo hitro se vrteči stroji in naprave. Posebno močan izvor ropota so raketni motorji.

Zaznavajo in oddajajo ga nekatere **živali**. Slišijo ga psi in delfini, saj je njihova zgornja meja slišnega območja višja kot pri človeškem ušesu, zato lahko slišijo tudi ultrazvok. Netopirji se orientirajo in lovijo plen z ultrazvokom podobno kot z radarjem. Ultrazvok, ki ga oddajajo ima frekvenco od 20 do 60 kHz. Delfini in kiti uporabljajo ultrazvok za medsebojno komunikacijo in orientacijo. Vsak izmed njih ima svojo govorico t.i. ultrazvočne zvene. Ultrazvok, ki ga oddajajo ima frekvenco 150 kHz. To je velika prednost, saj se ultrazvok v vodi absorbira veliko manj kot običajni zvok.

2. KAKO PROIZVAJAMO ULTRAZVOK ?

Za proizvodnjo ultrazvočnih nihanj izkoriščamo različne fizikalne pojave. Mehanično lahko ultrazvočne valove povzroči na primer žvižganje, pri katerem ustvarja tok zraka ali plina tlačne valove. Najstarejši viri so piščali. Preprost izvor ultrazvoka je **Galtonova piščal**.

V zgornjo cev dovajamo komprimiran zrak (močan curek zraka, ki ga poganja kompresor) skozi šobo proti priostrenemu obodu, ki obdaja resonančno votlino v spodnji polovici piščali. Z zgornjim mikrometrskim vijakom reguliramo razdaljo med šobo in obodom, s spodnjim pa spreminjamo volumen in s tem lastno frekvenco piščali. Te piščali uporabljamo od 4'5 do 30 kHz.

Hartmannov generator povzroči tok zraka ali drugega plina z ultrazvočno hitrostjo tlačni val, katerega "tonsko višino" naravnavamo z resonatorjem. V zraku dosežemo pri tem frekvenco 127 kHz, v vodiku pa do 500 kHz.

Ultrazvok proizvaja tudi **ultrazvočna sirena**. Velikost frekvence je odvisna od števila luknjic na sireni in hitrosti vrtenja. Z ultrazvočnimi sireni meglo spreminjamo v dežne kapljice.

Ker je **valovna dolžina ultrazvoka kratka** (v zraku manj kot 1'5 cm), lahko izvor ultrazvoka oblikujemo kot nekakšno anteno, tako da oddaja večino energijskega toka v ozkem, usmerjenem curku. S tem dosežemo, da se oddani energijski tok ne razprši v vse smeri in tako lahko doseže precejšnje oddaljenosti.

Uporaba ultrazvoka se vedno bolj uveljavlja v sodobni tehniki, zlasti za **preizkušanje homogenosti (ultrazvočna defektoskopija)** in **debeline snovi**.

3. ULTRAZVOK V MEDICINI

Sodobna polprevodniška elektronika je ultrazvočne naprave za diagnostiko izboljšala in opremila tako, da je ultrazvočna diagnostika postala **nepogrešljiva v ginekologiji in porodništvu** (začetek 1955, Dr. Donald, Velika Britanija, pregledal še nerojenega otroka v maternici), medtem pa že nadomešča nekatere nevarne preiskave v interni medicini, posebej v kardiologiji in, radiologiji. Preiskava z ultrazvokom posreduje zdravniku, ki jo navadno opravlja neposredno, podatke o topologiji in patomorfologiji določenega predela telesa na **neboleč** in ponovljiv način.

Večina zdravnikov je mnenja, da je diagnoza z ultrazvokom popolnoma nenevarna, kljub temu pa se nekaj ur po pregledu, zlasti pri srčnih bolnikih pojavlja povečan pulz, težko dihanje, napadi podobni angini pektoris... Opaženo je, da lahko ultrazvok pri starejših osebah, ki niso srčni bolniki povzroči srčne napake in napade. Uporablja se ga tudi v terapiji tumorjev, vendar je delovanje zelo različno. Pri tumorjih, ki se razvijajo neizrazito in počasi lahko delovanje UZ še pospeši in razširi razvoj metastaz; že razširjene tumorje pa se uspešno zdravi, vendar le na lokalnih področjih. Medicinska diagnostika uporablja ultrazvok med **0'5 in 10 MHz**.

Ultrazvočne naprave za diagnostiko obdelujejo določen prerez skozi zanimivo telesno področje. Sliko takega prereza imenujemo **tomogram**. Ultrazvočno slikanje gibajočih se organov (žile, srce, plod nosečnice) dosežemo s tvorjenjem hitrih, zaporednih tomogramov v isti ravnini.

Postopek diagnostičnega ultrazvočnega pretvornika: Ultrazvok pošljemo v telo v obliki zelo kratkih impulzov s pretvornikom (to je element, ki električne signale pretvarja v akustične in obratno). Osnovni element pretvornika je **piezoelektrični kristal** ali posebna plastika s podobnim efektom. Razen tega je v ohišju pretvornika še prilagodljiv člen, ki skrbi za akustično prilagoditev piezoelementa na telo preiskovanca. Oddajni impulz ultrazvoka potuje v telo in pri tem slabi predvsem zaradi absorpcije v tkivu in nešteti odbojev. Odbito valovanje sprejema piezoelektrični pretvornik. Ker so odboji iz večjih globin bolj dušeni, je potrebno to dušenje kompenzirati (sprejemni del spreminja ojačanje v času, ko prihajajo odmevi iz telesa). Del sporočila o zgradbi preiskovanega dela telesa je skrit v **amplitudi** kompenziranega sprejetega odboja. Na mejnih ploskvah, ki ločijo tkiva podobnih akustičnih lastnosti, bo amplituda odbitega vala značilno majhna. Na zaslonu s spominom klasičnega tipa z bistabilno svetlobno karakteristiko imajo vse prikazane točke enako svetlost, torej tudi tiste, ki označujejo položaj šibkih odbojev. Sestavljanje ultrazvočne slike na standardnih pomnilnih katodnih ceveh je torej povezano z izgubami, zato se ga izogibamo. Svetlobno modulacijo zaslona, pri kateri prikažemo amplitudo ultrazvočnih odbojev, imenujemo "siva slika". Prikazovanje sive slike dosežemo s pomočjo **analognih ali digitalnih** pretvornikov slike. Diagnostični ultrazvočni pretvorniki oddajajo in sprejemajo ultrazvok in delujejo impulzno, medtem ko terapijski samo kontinuirano sevajo ultrazvok visokih energijskih gostot.

4. KAJ JE EHOGRAM?

Najstarejši način izkoriščanja ultrazvoka v diagnostične namene (Dussik 1937). Preiskovalec usmeri en sam pretvornik v zanimivo področje telesa in opazuje odmeve, razvrščene po zaslonu katodne cevi. Na abscisi ima globinsko merilo, na ordinati pa amplitudo odbojev.

Poseben primer enodimenzionalnega prikaza je merjenje srčnih struktur. Razen dimenzij votlin, srčnih sten in zaklopk dobi kardiolog z ehokardiografijo podatke o dinamiki predelov srca. Zaradi gibanja odbiti valovi nenehno spreminjajo lego na abscisi ehograma. Ti odmevi se zato beležijo na premikajočem se traku, kjer se rišejo krivulje gibanja struktur v smeri ultrazvočnega snopa. Tak zapis gibanja odbojnih površin je znan kot "tm" (time motion) prikaz.

5. ULTRAZOK V ZOBOZDRAVSTVU

V zobozdravstvu v novejšem času poznamo manj boleče ultrazvočne svedre in čiščenje z ultrazvokom: nihanje s tako visoko frekvenco povzroči, da zobne obloge in druga umazanija razpokajo in odpadejo. Z ultrazvočnim nastavkom je mogoče odstranjevanje zobne sklenine na skoraj neboleč način. Znani so tudi nastavki za brizge, ki nihajo v ultrazvočnem področju.

6. ULTRAZVOK PLODA

Na **plod** usmerimo ultrazvok in merimo čas, ki ga potrebuje odmev, da se vrne (podoben postopek kot ultrazvočna defektoskopija), (rentgenski žarki za to niso primerni, ker lahko zarodek poškodujejo). Velikost plodove glavice lahko določimo z več snopi valov in podatke predelamo v računalniku. Podobno, čeprav manj natančno, merimo z ultrazvokom obseg plodovega trebuha in dolžino od temena do trtice.

7. ULTRAZVOČNA OČALA

Ultrazvok, ki ima zelo kratke valovne dolžine, lahko tudi precej dobro usmerimo, podobno kot snop svetlobe pri žepni svetilki. To izkoristimo pri **ultrazvočnih očalih za slepe**. Ta očala imajo oddajnik in sprejemnik. Sprejemnik odbitega signala nato odda v uho osebe visok ali nizek ton. Višina tona je odvisna od tega, ali je predmet, od katerega se je signal odbil, blizu ali daleč.

8. LITERATURA

- Ardley Neil, LEKSIKON ZNANOSTI, MK, Ljubljana, 1997
- Adlešič Miroslav, Leopold Andree, France Avčin,..., KAKO DELUJE 1, TZS, Ljubljana, 1984
- Bizjak Matjaž, Dolar Pavel, Erjavec Marjan, OSNOVE MEDICINSKE ELEKTROTEHNIKE, DDV Univerzum, Ljubljana, 1983
- Johnson Keith, FIZIKA, PREPROSTE RAZLAGE FIZIKALNIH POJAVOV, MK, Ljubljana, 1996

