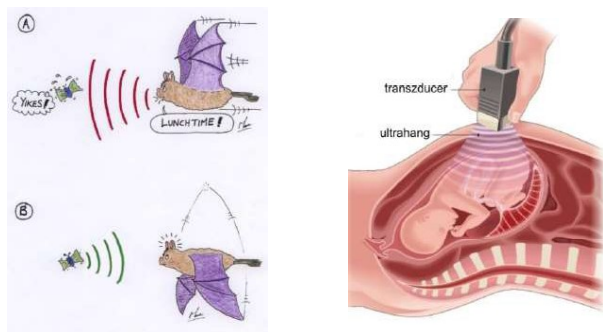


# Ultrahang

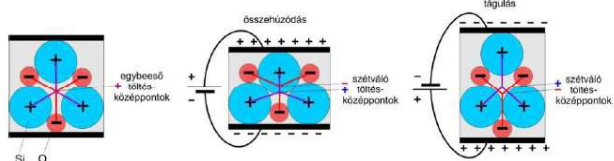


2020

## Ultrahang keltése és detektálása

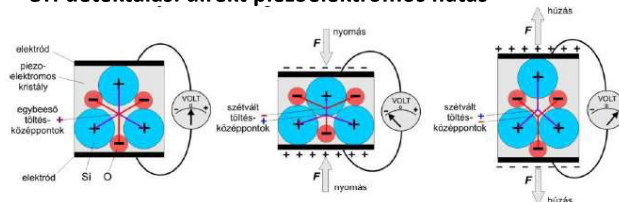
Piezeoelektromos kristály: pl. kvarc, turmalin

**UH keltés: inverz piezeoelektromos hatás**



**Elektromos feszültség hatására a piezeoelektromos anyag deformálódik.**

**UH detektálás: direkt piezeoelektromos hatás**



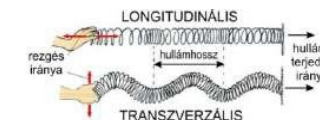
**Mechanikai deformáció hatására elektromosan polarizálódik.**

## Ultrahang

Mechanikai hullám

20 kHz feletti frekvenciájú hang

Terjedés: - Longitudinális: gázban, folyadékban, szilárd anyagban  
- Transzverzális: szilárd anyagban



Közeghatáron: 1) Áthaladás

2) Elnyelődés

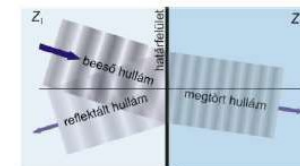
Gyengülési tv.:  $J = J_0 e^{-\mu x}$

Csillapítási tényező:  $\alpha = 10 \lg \frac{J_0}{J} (\text{dB}) = 10 \mu \cdot x \cdot \lg e$

3) Visszaverődés

Akusztiikus impedancia:  $Z = \rho \cdot c$

Reflexió:  $R = \frac{J_R}{J_0} = \left( \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2$



Nagy akusztikus impedancia különbségek  $\rightarrow R \approx 1$



**Csatolóközeg kell!**

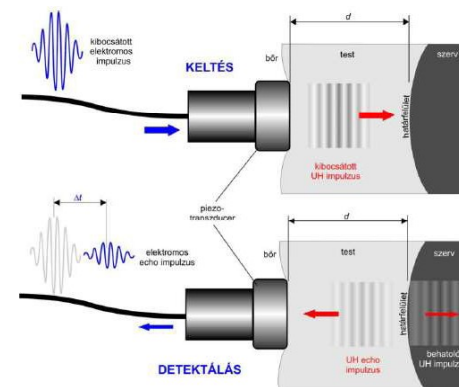
## Ultrahang orvosi diagnosztikai alkalmazása

Ultrahang visszaverődése a **különböző akusztikus impedanciájú biológiai szövetek határfelületeiről**. Az ultrahang kibocsátása és a visszhang közötti időt megmérve megállapítható, ill. grafikusan rekonstruálható a határfelületek távolsága.

**Impulzus-echo elv**

A transzducerből a hullámcsoomag jellegű **ultrahangimpulzus indítása** és az útba kerülő határfelületről visszaverődő **visszhang érkezése** között eltelt **időből ( $\Delta t$ )** kiszámítható a transzducer és a határfelület **távolsága ( $d$ )**, ha ismerjük az ultrahang sebességét ( $c$ ) az adott közegben

$$d = \frac{c \cdot \Delta t}{2}$$



# Diagnosztikus UH üzemmódok

## A-kép: amplitúdó modulált

Vízszintes tengely az időt, ill. az ennek megfelelő távolságot mutatja, a függőleges tengely pedig a reflektált echo-jel intenzitása

## B-kép: fényességmodulált

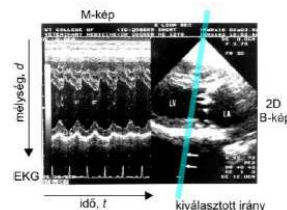
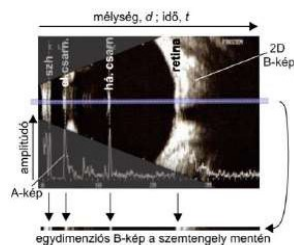
A vízszintes időtengelyen ábrázolt pontok fényessége a reflektált ultrahang amplitúdójával arányos, ún. szürkeskála

## 2D B-kép: fényességmodulált

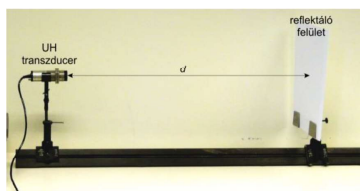
Sok egymás mellett elhelyezkedő transzducer egy síkot (legezőformában) tapogatunk le

## M-kép: mozgás detektálható

2D B-képen kiválasztott irányban egymás utáni időpillanatokban rögzített egydimenziós B-képek sorozata



## 1, Ultrahangos távolság mérés - UH A-kép kialakítása



A digitális oszcilloszkóp használatát a gyakorlatvezető bemutatja, mely az értékek meghatározásához szükséges.

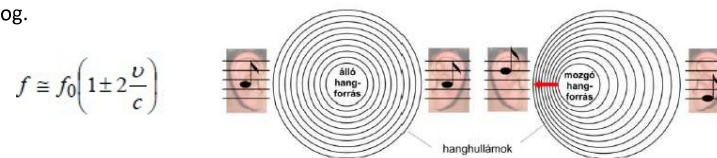
- Colstok segítségével állítsa be az adott távolságokat
- A digitális oszcilloszkóp segítségével olvassa le a reflexiós időket
- Ábrázolja az UH impulzus által levegőben megtett utat a reflexiós idő függvényében és határozza meg a hangsebességet levegőben
- Határozza meg az UH terjedési sebességét a levegőben az ábra alapján
- Random távolság mellett mérje meg a reflexiós időt és határozza meg a távolságot

felület távolsága a transzducertől d (cm)	reflexiós idő Dt (ms)	reflexiós idő Dt (s)	UH impulzus által megtett út s (m)
50			
60			
70			
80			

$$d = \frac{c \cdot \Delta t}{2}$$

# Doppler-módszer

Doppler-effektus: a hullám frekvenciájában és ezzel együtt hullámhosszában megjelenő változás, mely amiatt alakul ki, hogy a hullámforrás és a megfigyelő egymáshoz képest mozog.



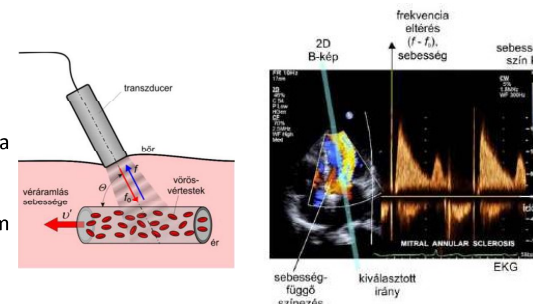
$$v' = \frac{c(f - f_0)}{2f_0 \cos \theta}$$

$v'$  - vér áramlási sebessége

$c$  - UH terjedési sebessége a közegben

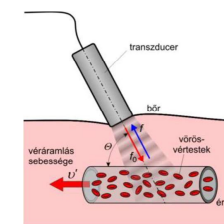
$f - f_0$  - Doppler-eltolódás

$\theta$  - UH-nyaláb és a véráram tengelye által bezárt szög



## 2, Doppler effektus alapján véráramlás detektálása

A mérés során csak a jelenség megfigyelése szükséges, amennyiben sikerül, pulzusszám meghatározása javasolt.

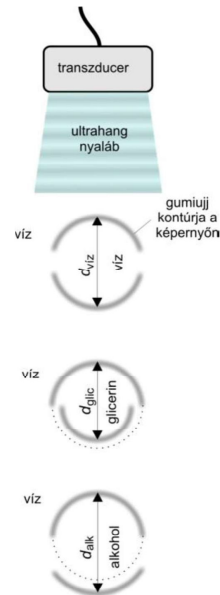


UH zselé használata a terület és a transzducer között!!!!

- A nyak verőereire megfelelő szögben elhelyezett transzducerből kilépő folytonos 8 MHz-es ultrahanggal történik a besugárzás.
- Az áramló vér alakos elemeiről visszaszóródott ultrahangot egy másik transzducer alakítja át elektromos jellé.
- A kibocsátott és a visszazórt ultrahang **frekvenciája** között az áramlás **sebességével** arányos különbség észlelhető (Doppler-effektus). Ez a különbségi jel kellő erősítés után pl. hangszóró segítségével hallhatóvá tehető

### 3, Mérések különböző minőségű fantomokkal – bemutató mérés

HITACHI EUB-40 típusú diagnosztikai ultrahang készülék.



- MÉRJÜK MEG A KÜLÖNBÖZŐ 3,5 MHz TRANSZDUCERREL EGY VÍZZEL TELT KESZTYŰ UH KÉPÉT. FÜGGŐLEGES IRÁNYÚ MOZGATÁSÁVAL KÜLÖNBÖZŐ RÉTEGEK **METSZETI KÉPÉT** FIGYELHETJÜK MEG.
- SÜLLYESSZÜNK LEVEGŐVEL TÖLTÖTT GUMIKESZTYŰT A FANTOMBA, FIGYELJÜK MEG AZ **ÁRNYÉKKÉPZŐDÉST!**
- SÜLLYESSZÜNK GLICERINNEL, MAJD ALKOHOLLAL TÖLTÖTT GUMIKESZTYŰT A FANTOMBA. KÉSZÍTSÜNK VÁZLATOKAT A KÖZÉPSŐ UJJ KÉPERNYŐN MEGFIGYELT ALAKTORZULÁSÁRÓL. - MÉRJÜK MEG AZ ÁTMÉRŐK KÖZEGTŐL FÜGGŐ VÁLTOZÁSÁT ÉS BECSÜLJÜK MEG A **KÖZEGBELI HANGSEBESSÉGEKET** A KÉPLET ALAPJÁN

$$c_{\text{köze g}} = c_{\text{v í z}} \frac{d_{\text{v í z}}}{d_{\text{köze g}}}$$

Az UH vízben történő terjedési sebessége ennél a készüléknél: 1428 m/s

### 4, Mérések emberi testen - egyéni mérés

**A hallgató nyaki ütőerének** (carotis arteria) megfigyelése. A kép megfelelő pillanatban történő kimerevítése után a kurzor segítségével mérjük meg az ér belső átmérőjét, a bőrfelszíntől való távolságát, majd kontúrját a kurzorral körberajzolva annak területét.

**2 készülék is rendelkezésre áll, bármelyikkel elvégezhető a mérés:**



Klinikai UH  
2 transzducerrel  
Carotishoz a lineáris fej javasolt



Hordozható  
1 transzducerrel

- A készülékekhez a leírás minden esetben a készülék mellett található, tanári felügyelet mellett végezhető!!
- A transzducer febre UH zselé használata szükséges!!
- **A mérés végeztével a transzducert vissza kell helyezni a helyére, NEM KÉZBE ADNI** a következő méréshez, mert így könnyen elejthető, mely kár megfizetése a diákok terheli.
- A készülékről leolvasandó a carotis arteria átmérője cm-ben és rögzíteni a jegyzőkönyben.