

Orvosi jelfeldolgozás

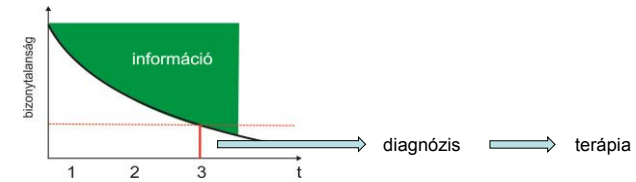


Információ

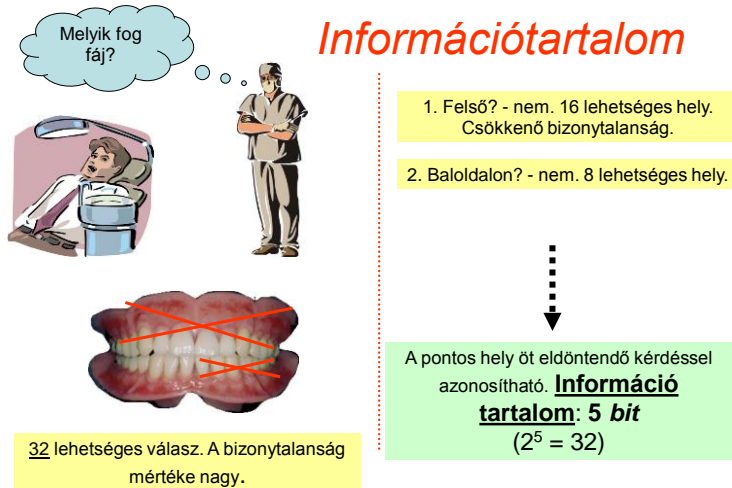


információ:

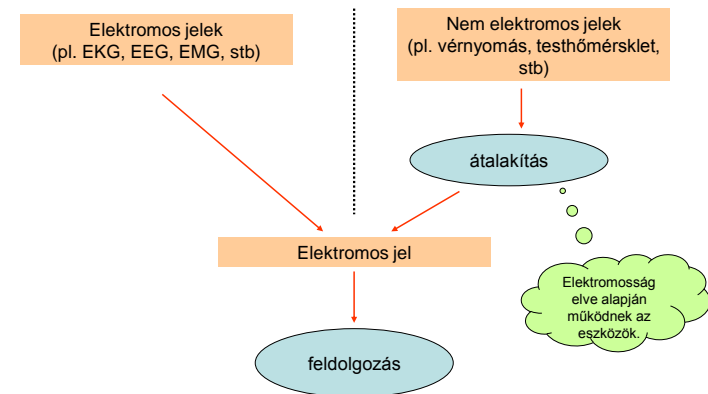
- | | |
|---------------|-------------------|
| 1. Megjelent. | 1. Egy beteg. |
| 2. Panasza? | 2. Fáj a fogam. |
| 3. Melyik? | 3. Bal alsó 2-es. |



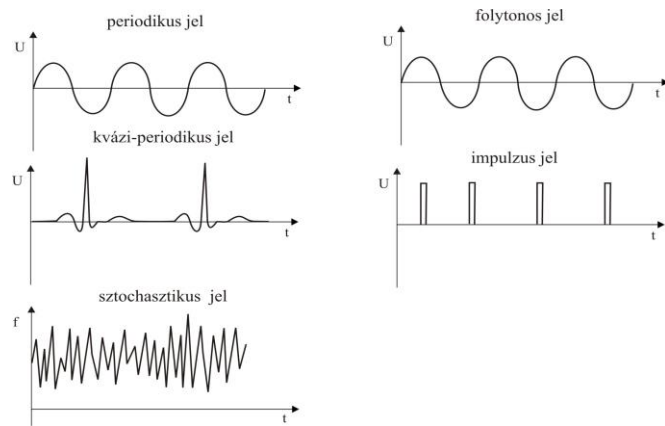
Információtartalom



Jelek osztályozása 1.



Jelek osztályozása 2.



Jelek osztályozása 3.

analóg jel

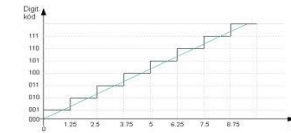


hang



ekg

digitális jel



Egy adott tartományon belül
bármilyen értéket felvehet.

Csak meghatározott, véges
számú értékeket vehet fel.



Testmagasság:

analóg jel

mérés



Magasság:
175 cm

(csak
meghatározott értékek)

Jel és zaj

A zaj gyakran véletlen jelenség!

Ideális eset: nincs zaj!

Valódi mérés: a zaj mindig jelen van!

Jel/zaj arány:

Ez a mennyiség jellemzi a mérés
minőségét.

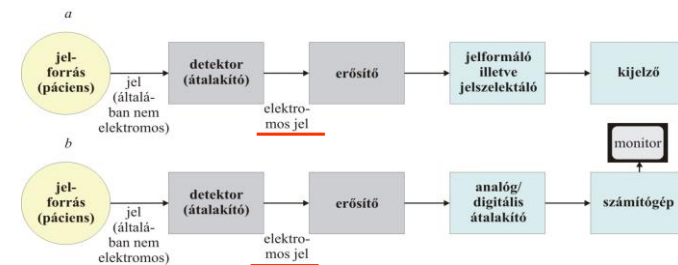
A magasabb érték a kedvezőbb!

Hogyan növelhetjük?

Növeljük a jel arányát.

Csökkentjük a
zajszintet.

Jelfeldolgozó lánc



Analóg (a) és digitális (b) jelfeldolgozás.

Áramköri elemek

passzív



ellenállás



kondenzátor



induktivitás

aktív



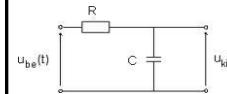
dióda



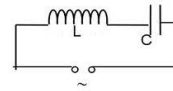
tranzisztor

Áramkörök

Elektromos elemekből álló egység.

egyszerű
(passzív elemekből álló)

RC kör



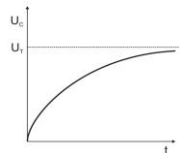
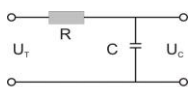
LC kör

összetett
(passzív és aktív elemekből álló)integrált
áramkör

erősítő

RC-kör egyenáramú viselkedése

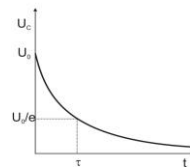
Feltöltődés



$$U_C = U_T \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$\tau = RC$$

Kisülés

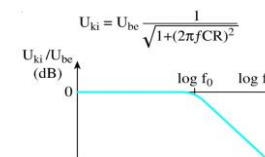
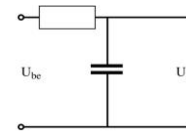


$$\tau = \text{időállandó}$$

$$U_C = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

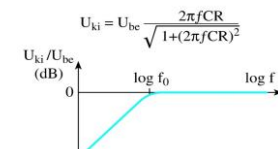
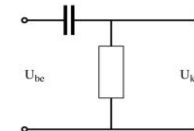
RC-kör váltóáramú viselkedése

Aluláteresztő szűrő



$$U_{ki} = U_{be} \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi f CR)^2}}$$

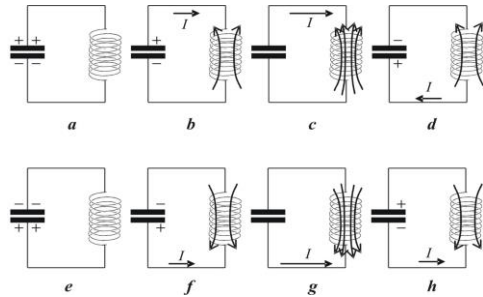
Felüláteresztő szűrő



$$U_{ki} = U_{be} \frac{2\pi f CR}{\sqrt{1 + (2\pi f CR)^2}}$$

Rezgőkör (LC-kör)

Elektromos és mágneses tér



Az elektromos és mágneses tér periódikusan felépül és lebomlik.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Rezonancia

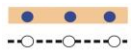
Energiacsere egy oszcilláló rendszer és a környezete között akkor lehetséges, ha a rendszer saját frekvenciája és a gerjesztő erő frekvenciája megegyezik.



Félvezető eszközök

n-típusú félvezető

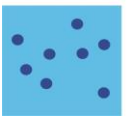
elektronok mozognak



vezetési sáv



vegyértéksáv

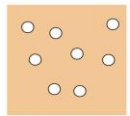


Az eredő töltés nulla!

p-típusú félvezető

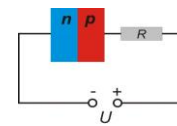


„lyukak” mozognak

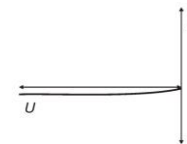
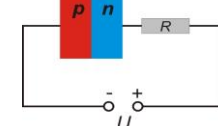


Dióda áramkörben

nyitóirány

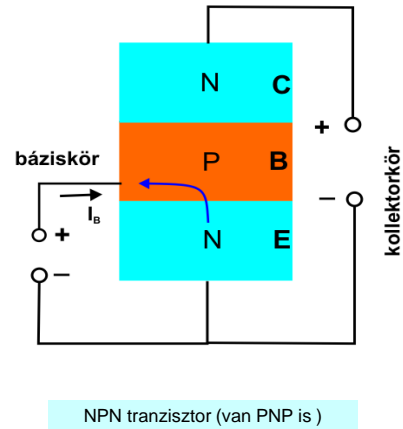


záróirány

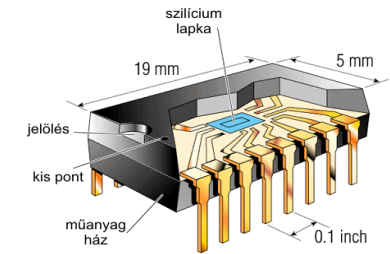
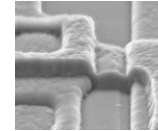
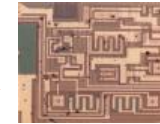
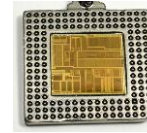


A tranzisztor működése

Három félvezető rétegből épül fel.

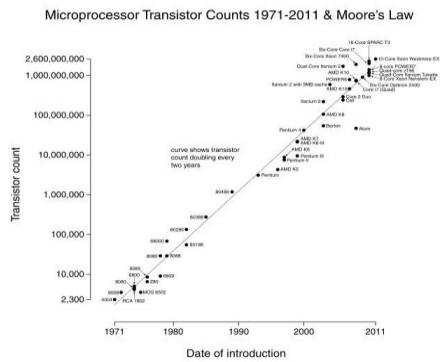


Integrált áramkörök (IC)



Félvezető elemek, ellenállások, kondenzátorok egyetlen félvezető lapkán kialakítva.

Az IC-k fejlődése



Detektorok

hang



mikrofon

nyomás



vérnyomás mérő (nyomáscella)

fény



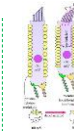
fotodióda

szcintillációs mérőfej

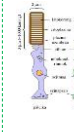


elektromos jel

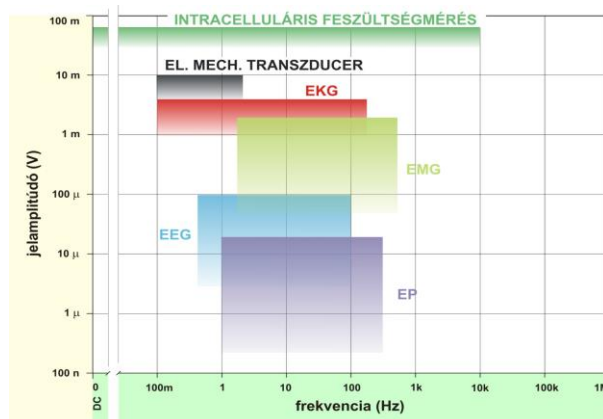
szőrsejtek



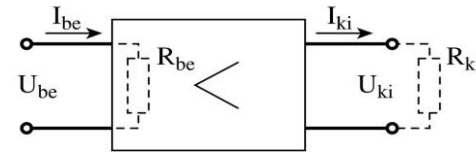
csapok és pálcikák



Biológiai jelek



Erősítő



Erősítő:
 $P_{ki} > P_{be}$

Teljesítményerősítés:
 (K_P)

$$K_P = \frac{P_{ki}}{P_{be}}$$

Feszültségerősítés:
 (K_U)

$$K_U = \frac{U_{ki}}{U_{be}}$$

A decibel skála

Egyszerű teljesítmény arányok helyett gyakran azok logaritmusát használjuk. Decibel-skála.

$$n = 10 \cdot \lg \frac{P_{ki}}{P_{be}} \text{ (dB)}$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$K_P = \frac{U_{ki}^2 / R_{ki}}{U_{be}^2 / R_{be}} = \frac{U_{ki}^2}{U_{be}^2} \cdot \frac{R_{be}}{R_{ki}} = K_U^2 \cdot \frac{R_{be}}{R_{ki}}$$

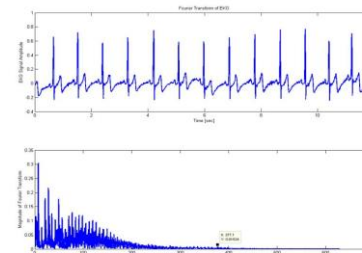
$$n(\text{dB}) = 10 \cdot \lg K_U^2 + 10 \cdot \lg \frac{R_{be}}{R_{ki}} = 20 \cdot \lg K_U + 10 \cdot \lg \frac{R_{be}}{R_{ki}}$$



Fourier-tétel

$$y(t) = \sum_k a_k \sin(k \cdot \omega_0 \cdot t + \Phi_k)$$

Minden periodikus jel felbontható szinuszos és koszinuszos jelek összegére!

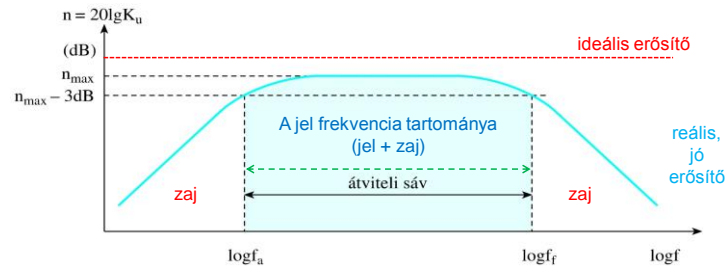


Egy ekg jel és frekvencia komponensei.

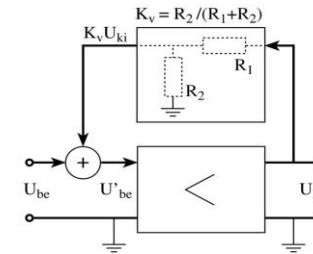
Átviteli karakterisztika

A dB-ben kifejezett erősítés frekvencia szerinti változását leíró összefüggés.

Zaj jelenlétében a reális erősítő a jobb.

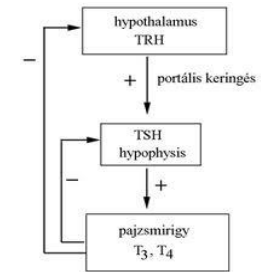


Visszacsatolás



$$U'_{be} = U_{be} + K_v \cdot U_{ki}$$

$$K_{U,V} = \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{K_U}{1 - K_v \cdot K_U}$$



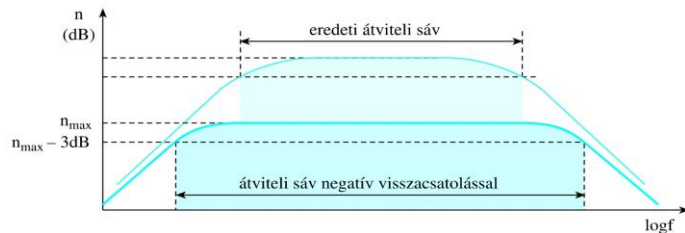
Visszacsatolás a szervezetben

Negatív visszacsatolás

A kimenőjel visszacsatolt hányadát ellentétes fázisban adjuk hozzá a bemenőjelhez.

$$K_{U,V} = \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{K_U}{1 - K_v \cdot K_U}$$

$$K_v < 0$$



A negatív visszacsatolás előnyei

$$K_{U,V} = \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{K_U}{1 + K_v \cdot K_U} \text{ általában } K_v \cdot K_U \gg 1, \text{ tehát } K_{U,V} \approx \frac{K_U}{K_v \cdot K_U} = \frac{1}{K_v}$$

A negatív visszacsatolású erősítő tulajdonságait gyakorlatilag a visszacsatolás szabja meg.

Következmények:

1. Az erősítő paraméterei (erősítés, átviteli sáv) könnyen tervezhető, kézben tartható.
2. A zajszint a kimeneten csökkenthető.
3. Az erősítő stabilitása növekszik.

Pozitív visszacsatolás

A kimenőjel visszacsatolt hányadát azonos fázisban adjuk hozzá a bemenőjelhez.

$$K_{U,V} = \frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{K_U}{1 - K_V \cdot K_U}$$

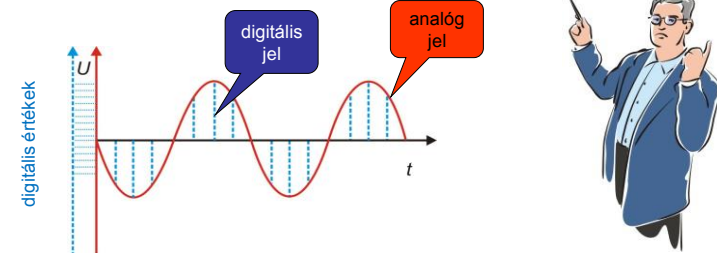
$$K_V > 0$$

$K_V K_U = 1$ esetén instabilitás, oszcilláció.

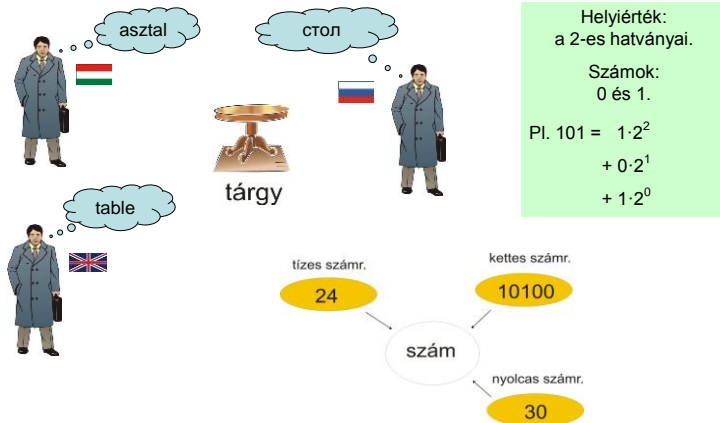
Rezgéskeltők, oszcillátorok.

Digitalizálás (AD átalakító)

Meghatározott időpontokban (mintavétel), diszkrét értékekkel jellemzett jel.



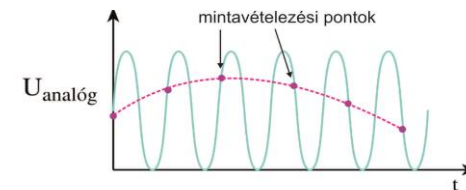
Kettes számrendszer



Shannon-tétel

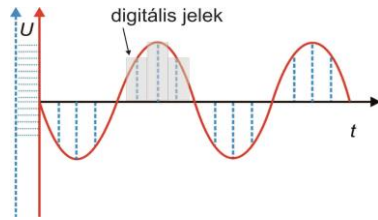
$$f_{\text{mintavétel}} \geq 2 \cdot f_{\text{jel}}$$

Ha a mintavételezés nem felel meg a fenti követelményeknek, hamis frekvencia komponensek is megjelennek.



Felbontás szerepe

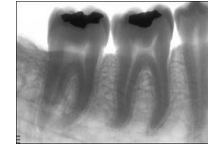
Kvantálási zaj:
a diszkrét értékekre bontás
következtében megjelenő zaj.



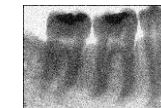
A digitalizálás következtében
négyzetjelek sorozata jelenik meg.
Ezek frekvencia tartománya eltér az
eredeti jel frekvencia tartományától.
Minél nagyobb a felbontás annál
kisebb ez a fajta zaj.

A zajszint hatása

eredeti felvétel



Részletekben gazdag kép,
elegendő információ.



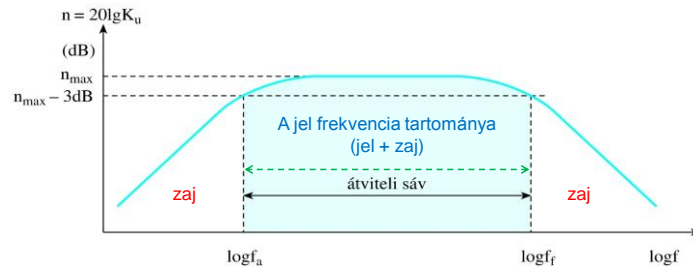
zajszint

A zajszint növekedése
egyre csökkenti a
kinyerhető információ
mennyiségét.

A zajszint
csökkentése fontos
része a
jelfeldolgozásnak.

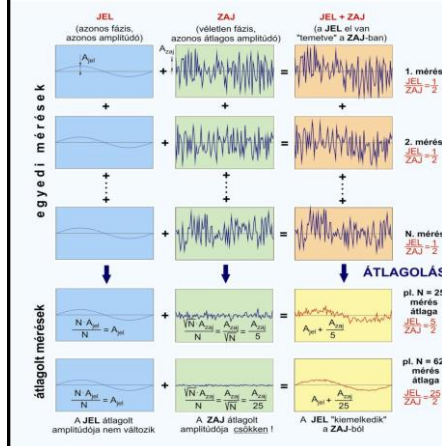
Helyes erősítő tervezés

Alapja: zaj a teljes frekvencia tartományt átfogja.



A jel/zaj viszony javul, mert az átviteli sávon kívüli zaj jóval kisebb mértékben nő.

Zaj csökkentése átlagolással



Alapja:

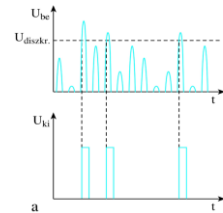
jel – determinisztikus,
zaj - sztochasztikus.

A sztochasztikus jel várható
értéke
minden időpillanatban nulla.

Zajcsökkentés impulzus jelek esetében

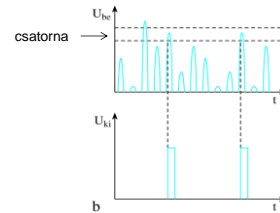
Alapja: A zaj impulzusok többségének amplitúdója eltér a jelimpulzusok többségétől.

Integrál diszkriminátor (ID)



Egy adott szint feletti nagyság esetében ad jelet.

Differenciál diszkriminátor (DD)



Egy adott szint feletti és egy másik szint alatti nagyság esetében ad jelet.

Megjelenítők

Katódsugárcsöves (CRT, már nemigen használt)



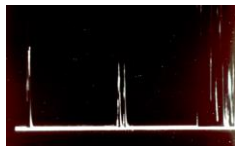
TFT LCD, LED

OLED



XEL-1

Időbeli folyamatok megjelenítése



Vízszintes tengely az időtengely, a függőlegesen a jel nagysága (amplitúdója) jelenik meg.
Vízszintesen egyenletesen mozog a képpont.

A kép információ tartalma

Mit látunk egy fényképen?

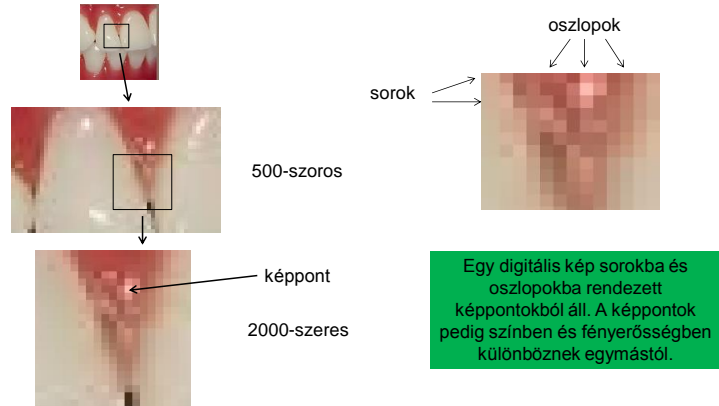
„Egy tájkép, egy gyönyörű kert.”



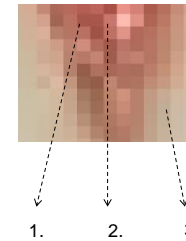
Valójában:

Az egyes objektumok milyen mértékben nyelik el, verik vissza a látható fényt.

Egy kép felépítése



A kép fizikai tartalma



Minden egyes képpont megfelel a test egy adott kis részének, ami általában négyzet alakú. Ez a **pixel**. A pixelt homogénnek tekintjük.

A képpont tulajdonságai a pixel valamilyen fizikai jellemzőjével vannak összefüggésben.

Az 1.-es és a 2. pixel abszorpciós jellemzői hasonlóak, de reflexió képességük különböző.

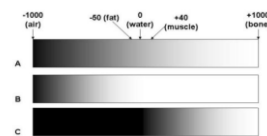
A 3. pixel még az elnyelő képesség tekintetében is eltérő.

Egy röntgen kép

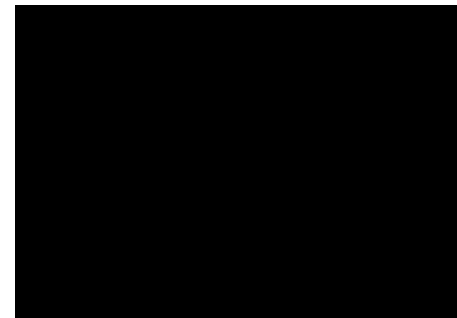


Milyen információ van mögötte?
Az adott pixel milyen mértékben képes elnyelni a röntgensugárzást.
Azaz mekkora a μ értéke.

Egy CT szürke skálái különböző „ablakok” esetében.



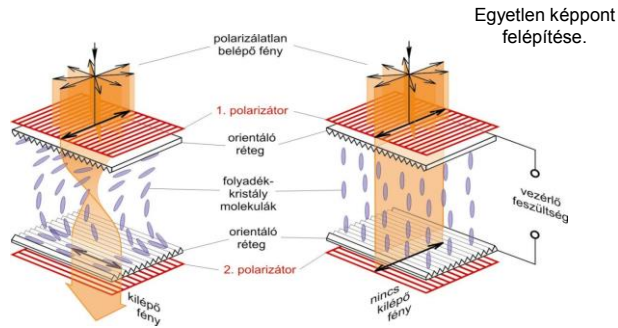
3D megjelenítés



Minden egyes képpont megfelel a test egy adott kis térfogatú részének, ami általában kocka alakú. Ez a **voxel**.

A képpont tulajdonságai a voxel valamilyen fizikai jellemzőjével vannak összefüggésben.

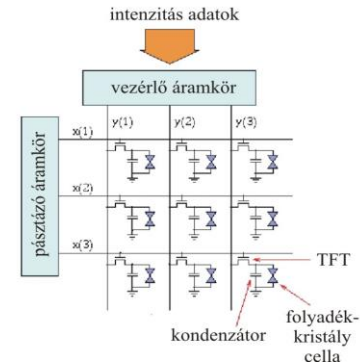
LCD kijelző



Egyetlen képpont felépítése.

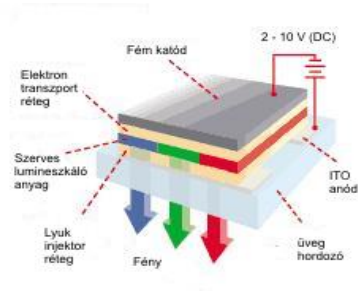
Hátránya: lassú változások, nem alkalmas mozgóképek megjelenítésére.

TFT-LCD kijelző



Egy folyadékkristályos cellát (lásd előbb) összeépítünk a hozzátartozó elektronikával. Felgyorsítható a megjelenítés.

Ehhez nagyon vékony félvezető réteg szükséges, ami átlátszó! (TFT – Thin Film Transistor)



O_{(r)ganic} LED kijelzők

Egy képpont felépítése. A z elektronos és a „lyukak” rekombinációja eredménye a fénykibocsátás. A szín megfelel az energia szintek különbségének. (Természetesen az egyik elektródának átlátszónak kell lennie.)

LED:

Light Emitting Diode

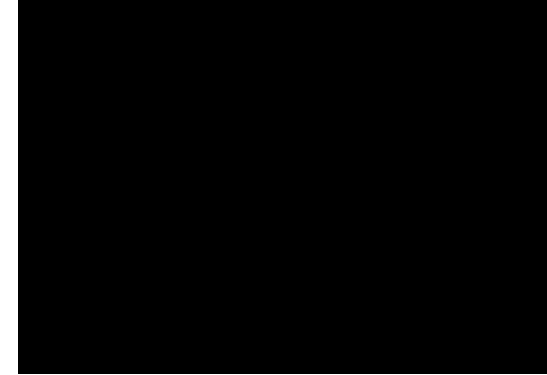
Megjelenítők összehasonlítása

	CRT (képcsöves)	LCD	TFT-LCD (LED)	Plazma	OLED
Fényerő (cd/m ²)	~100	200-300	200-300	400-1000	Néhány-szor 100
Kontraszt- arány	> 1000:1	~ 600:1	600:1 (de LED: 1000000:1)	> 1000:1	> 1000:1
Látószög	teljes tartomány	~140-160 fok	~140-160 fok	~160 fok	teljes tartomány
Képfrissí- tés	<1 ms	8-20 ms	<8 ms	<1 ms	<1 ms

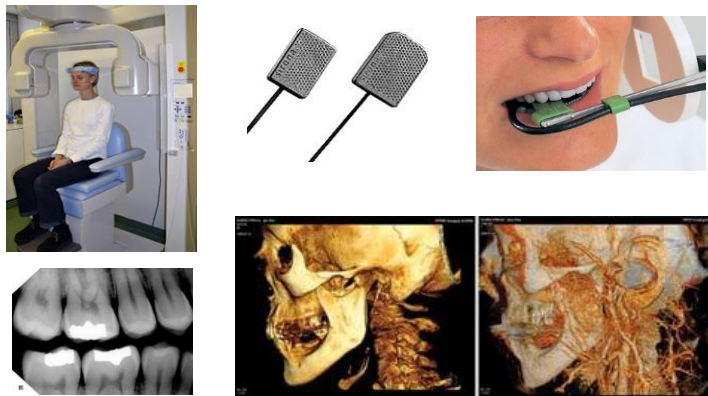
Hajlékony kijelzők



Átlátszó kijelzők



CCD képlemez alkalmazása



CCD képlemez egy cellája

