

Méréstechnika labor

12. előadás

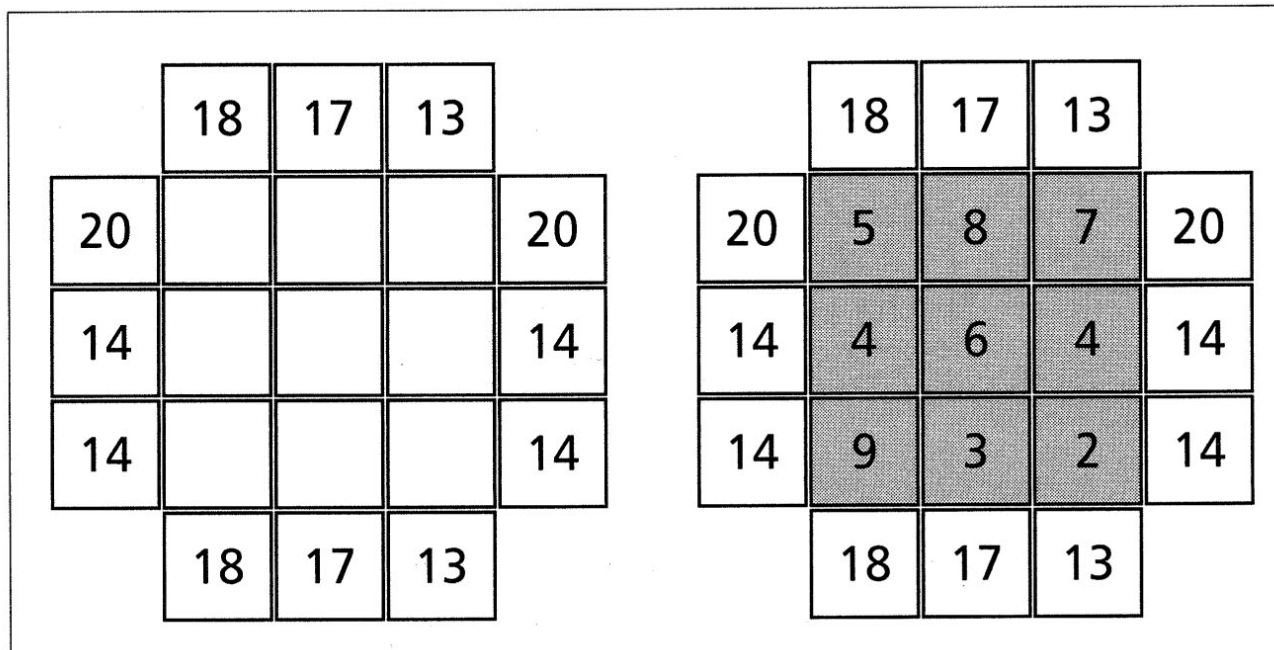
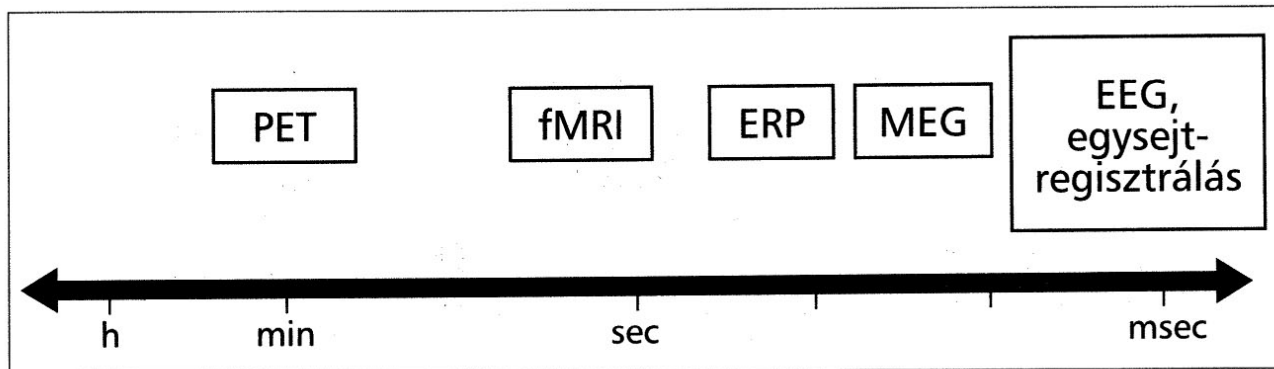
Funkcionális képalkotó eljárások
Viselhető technológiák
Ismétlés

Cserey György
2018. 12. 07.

Funkcionális képalkotó eljárások

- Funkció – agyi struktúra
- Biológiai képalkotó eljárások
- PET pozitronemissziós tomográfia
- fMRI funkcionális mágneses rezonancia képalkotás
- EEG, MEG magnetoencefalográfia, elektroencefalográfia alapú agyaktiváció-térképezés BEAM (brain electric activity mapping)
- ERP event related potential – kiváltott potenciálok módszere
- Pléh atall: Kognitív idegtudomány

Tomográfia alapja



Funkcionális képalkotó eljárások

- A tomográfiás módszerek közül a SPECT, PET és az fMRI képes hatékonyan időbeli állapotváltozást követni. Ezeket a módszereket funkcionális képalkotási módszerek néven különítjük el az időbeli változások „on-line” követésére nem alkalmas, de az előbbi módszereknél pontosabb térbeli felbontóképességgel rendelkező anatómiai képalkotási eljárásoktól (CT, MRI).
- A kognitív idegtudományi kutatásban használatos invazív vagy nem-invazív mérőmódszerek esetében azonban nem csupán a térbeli és időbeli felbontóképességet kell figyelembe venni, hanem az adatgyűjtés lehetséges frekvenciáját is, hiszen gyors változások pontos időbeli követésére csak olyan módszerek alkalmasak, amelyek magas adatgyűjtési frekvenciával dolgoznak.

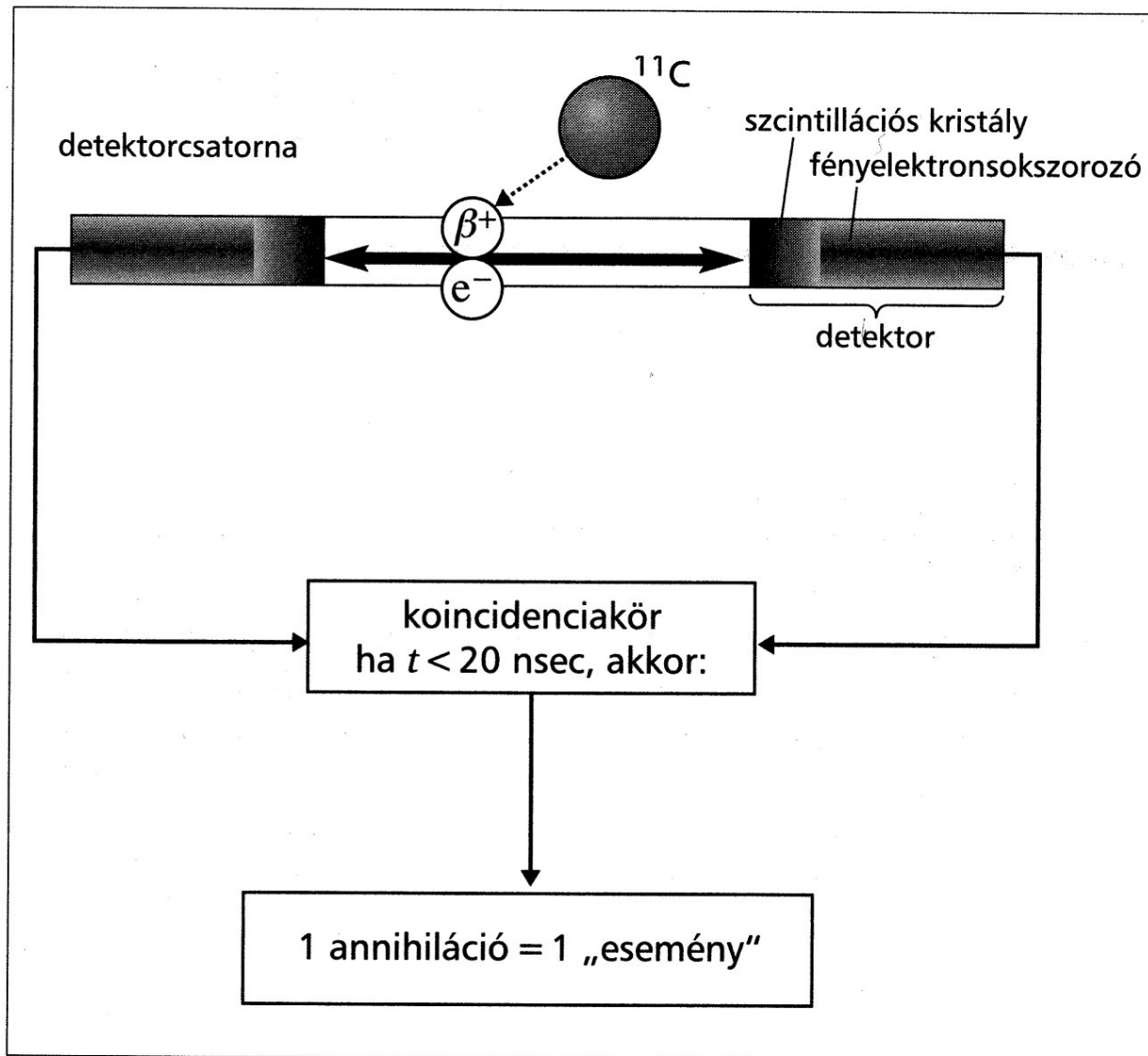
Funkcionális képalkotó eljárások

- A pozitronemissziós tomográfia (PET) lényege, hogy pozitronkibocsátással bomló izotóppal jelzett biológiailag aktív jelzőmolekulákat juttatunk a szervezetbe, majd a szervezetből származó szétsugárzó fotonokat detektorrendszerrel érzékeljük, a jeleket számítógép memóriájában tároljuk, majd számítógépes program segítségével kétdimenziós térképekké rekonstruáljuk.
- Az fMRI segítségével is mérni lehet az agyi vérátáramlást. Emellett a keringő vérben levő hemoglobin oxigénkötésének mértékét is mérhetjük a módszerrel, s ebből következtethetünk az agy egyes régióiban történő oxigénfelhasználás mértékére, amely a regionális idegműködések intenzitásával változik, azaz így közvetve az idegműködés intenzitását mérhetjük.

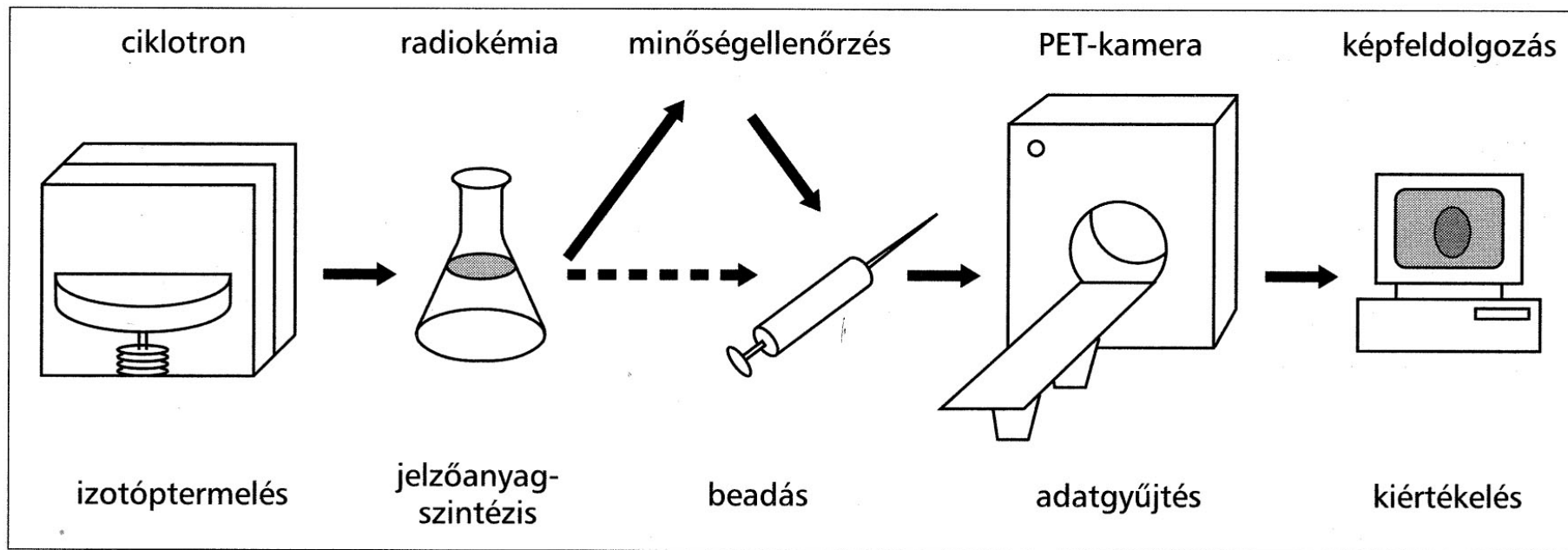
Tomográfiás elvek összehasonlítása

	MRI	CT	SPECT	PET
Alapja	atommagok mágneses rezonanciája	röntgensugár- transzmisszió	foton- emisszió	pozitron- emisszió, koincidencia- detektálás
Felhasználható jelzőanyag	gadolinium	jódos kontrasztanyag	fotonemittáló radionuklid	pozitronemittáló radionuklid
Leggyakrabban használt izotópok (PET, SPECT) illetve vizsgált atomok (MRI)	^1H , ^{23}Na , ^{31}P	–	^{123}I , ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{133}Xe	^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{18}F
Mit vizsgál elsősorban	struktúra	struktúra	funkció	funkció
Legjobb térbeli feloldás (mm)	< 1	1	4–5	2,8
Tipikus adatgyűjtési idő (perc)	20	2	15	20
Biológiai sugárterhelés egy átlagos vizsgálat során (mSv)	nincs	2–8	6–10	2–10

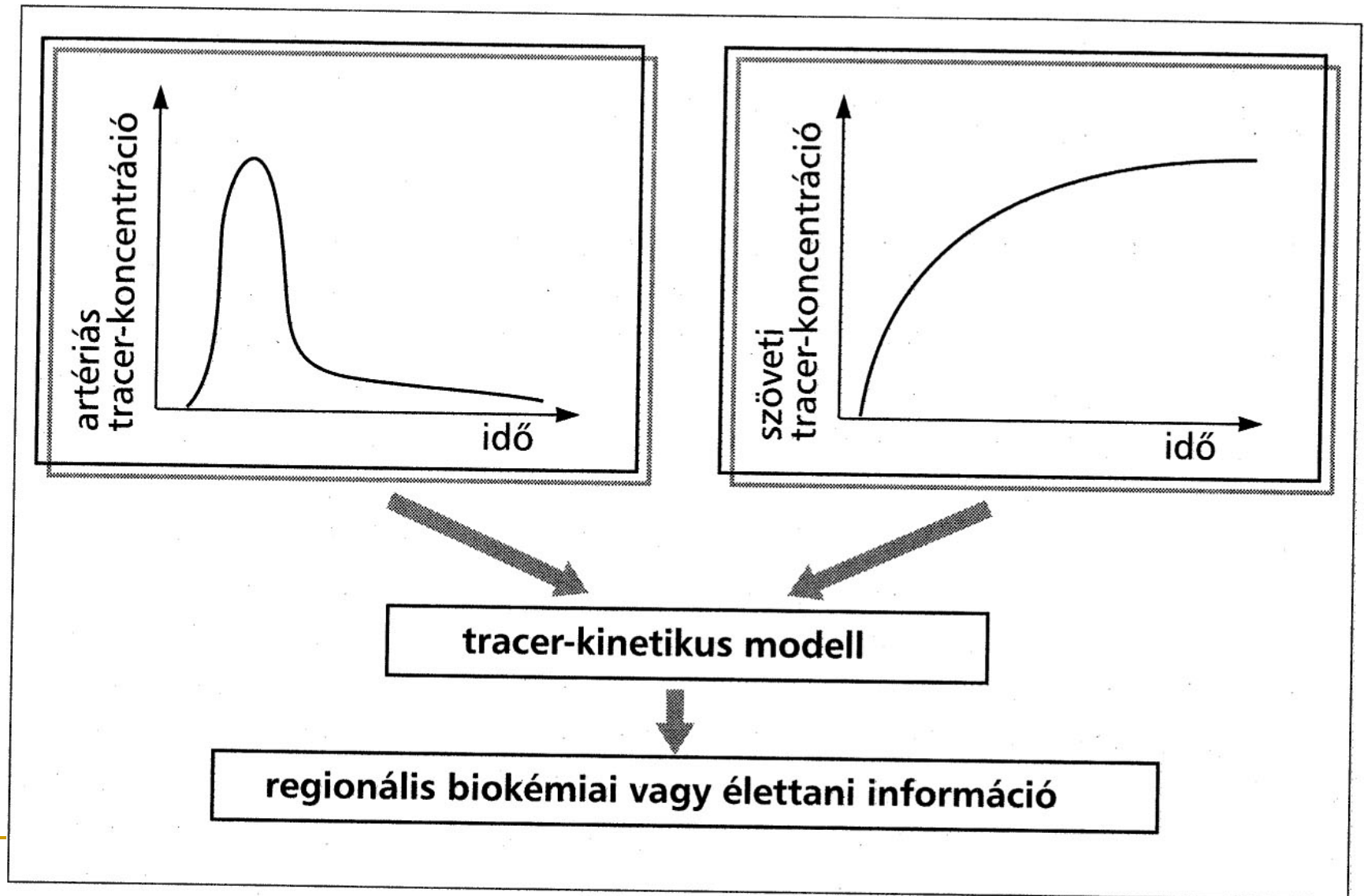
Koincidenciadetekció PET-ben



PET rendszer



Parametrikus mérés alapelve



Vérátáramlás és vértérfogat

Szöveti pH

Anyagcsere és transzport

oxigén

glükóz, glükóz-analógok és metabolitok

aminosavak (például metionin, tirozin,

alanin, leucin)

szabad zsírsavak

fluor

Molekuláris diffúzió

Membránpermeabilitás

Receptor- és neurotransmitter-rendszerek

dopaminerg

kolinerg

benzodiazepin-GABA_A

opioid

adrenerg

szerootonin

muszkarin

(egyéb)

Enzimaktivitás és enzimkoncentráció

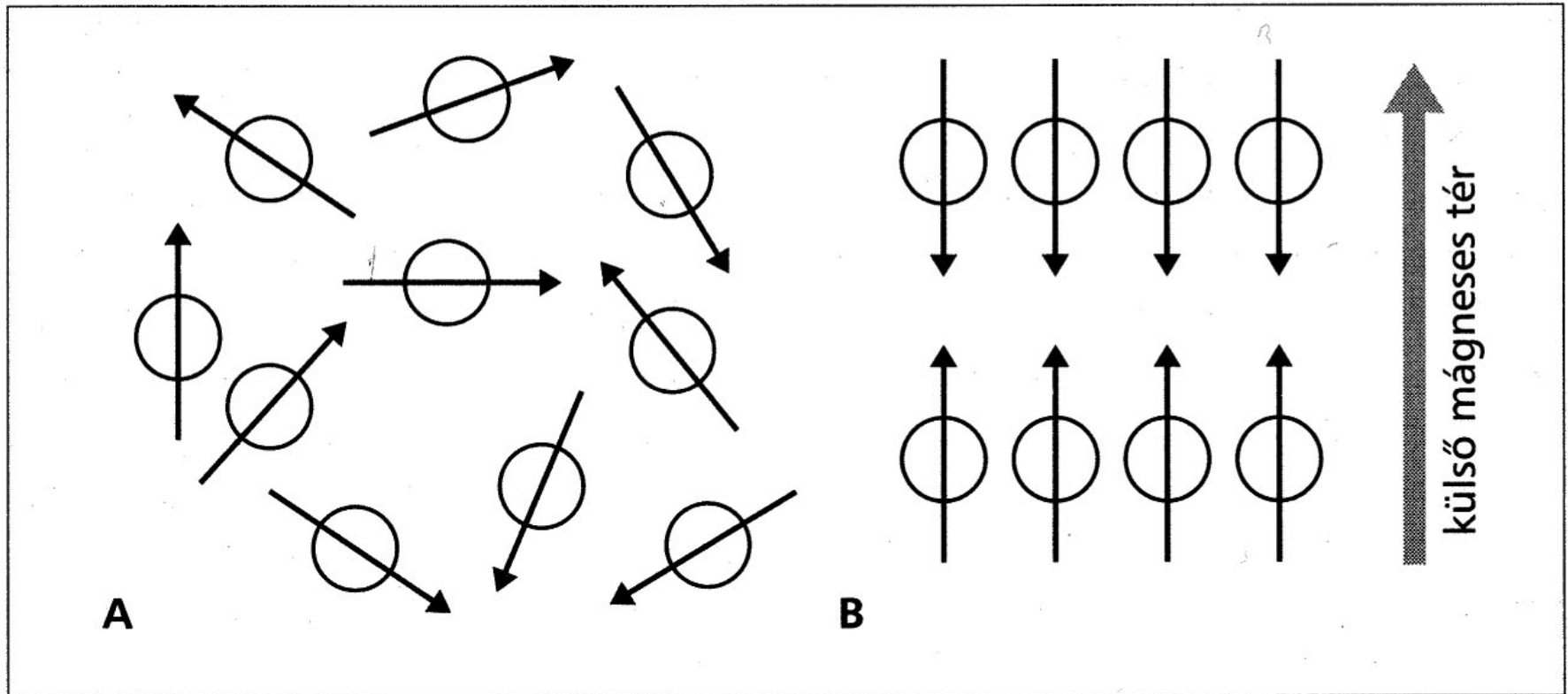
In situ hibridizáció

Secondmessenger-rendszerek

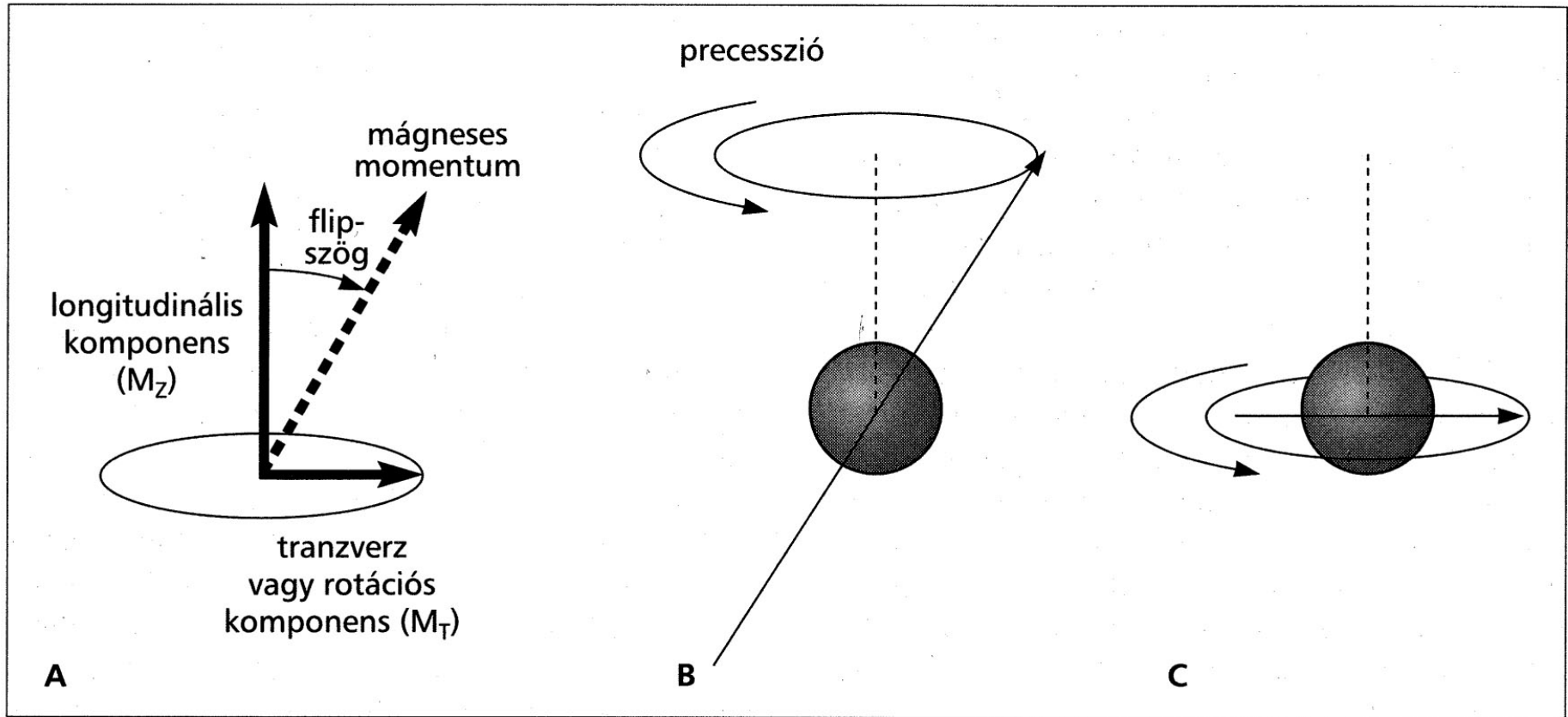
Farmakokinetikai és farmakodinamikai

paraméterek

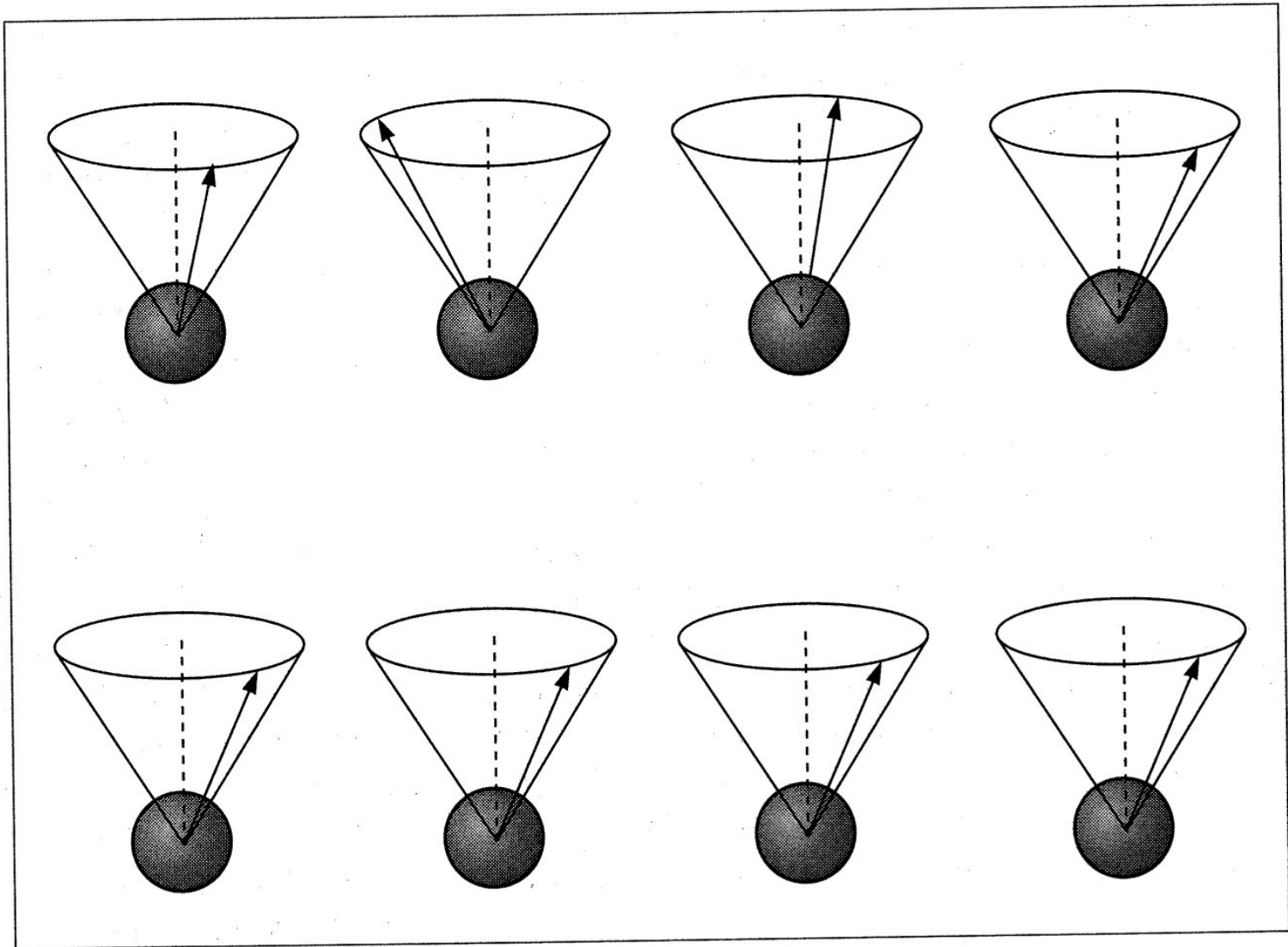
fMRI – hidrogén protonjának mágneses momentuma



Mágneses jel



Mágneses rezonancia

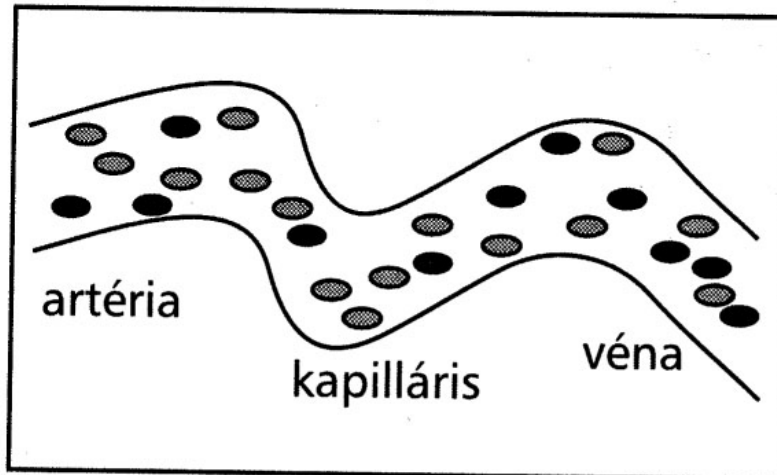


Az fMRI vizsgálat

- Nincs radioaktív sugárzás, mint a CT esetén
- $\sim\text{mm}^2$ terület aktivitását vizsgáljuk vs. EEG
- A vér (víz) aktivitását mérjük, lassabb válasz, mint az elektromos aktivitásé, de nagyobb térbeli felbontás
- Mérés fekvé történik, nem szabad mozogni
- Mérés ideje 15 perc – 2 óra (filmnézés, zenehallgatás, szaglás, memorizálás, a méréstől függően)
- Biztonsági kérdések, legalább 1.5 Tesla

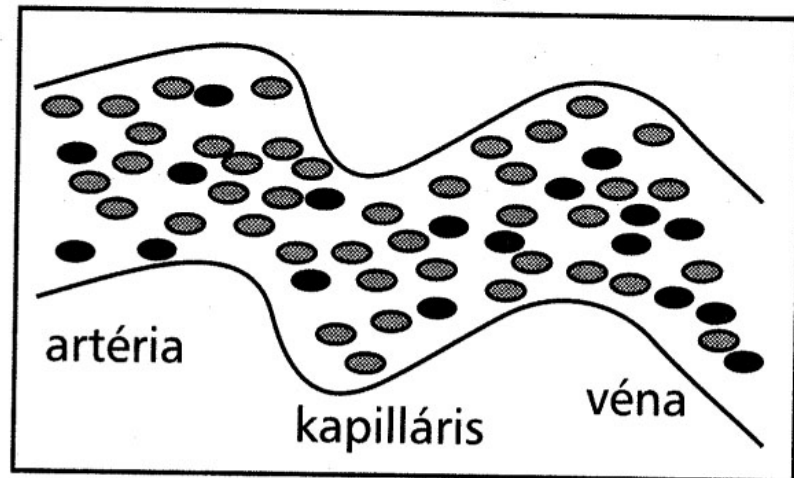
Blood Oxygenation Level Dependent

Alapállapot



- véráramlás: alapszint
- sejtanyagcsere: alapszint
- oxigénanyagcsere: alapszint
- oxigénextrakció: alapszint
- oxihemoglobin: alapszint
- deoxihemoglobin: alapszint
- oxi-Hb/deoxi-Hb: alapszint
- MR-jel: alapszint

Aktivált állapot



- véráramlás: megnövekedett
- sejtanyagcsere: megnövekedett
- oxigénanyagcsere: megnövekedett
- oxigénextrakció: alapszint
- oxihemoglobin: megnövekedett (↑↑)
- deoxihemoglobin: megnövekedett (↑)
- oxi-Hb/deoxi-Hb: megnövekedett
- MR-jel: megnövekedett

Jellemzők

- A hordozható eszközöket a felhasználójuk viseli -, feladatuk a viselővel valamiféle kapcsolatba lépni különösebb vezérlés nélkül
 - folyamatos működés - monitorozás
 - elvégzik a számításokat és az információk feldolgozását is
- A viselhető technológia két részből áll:
 - szenzorok és feldolgozás

Alkalmazások

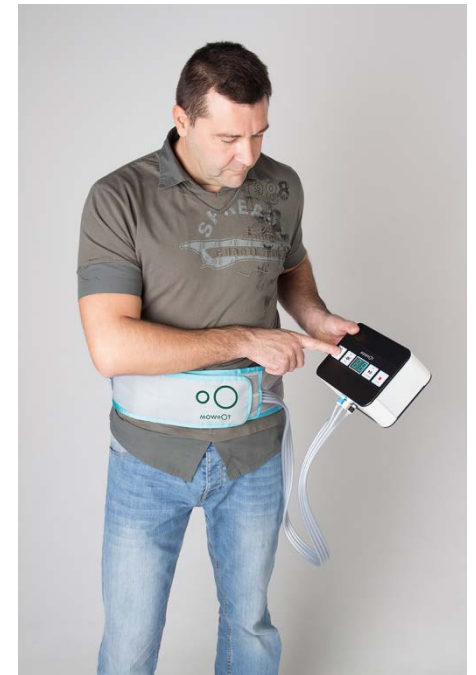
- Google szemüveg – virtual reality
- Okos kontaktlencse, glükóz szint mérés a könnyben
- Baby monitorozás – hőmérséklet, légzés, orientáció
- Sleeve by seaver – lovakhoz
- LifeSense Carin – smart underwear
- Sign language rings – értelmezi a jelbeszédet
- Ybrain – depresszió ellen

Alkalmazási területek

- **Egészség és jólét**
 - Vizeletszabályzási problémák kezelése (Carin), Asztma érzékelésére (ADAMM)
- **Sport és fitness**
 - Síelés mozgás analízis (PomocUp), futás technika (Run Up)
- **Játék és életmód**
 - Nem csak érzékeli a kézmozgást, hanem stimulálja is (UnlimitedHand), alvásérzékelő fejhallgató (Kokoon)
- **Biztonság és védelem**
 - Nyomtatott aktív fénytechnológia (Light Flex), világító pötty (I Lume)
- **Okos ruha és okos ékszerek**
 - Fitness gyűrű (Motiv ring), karkötő (Ejoy), bőr élettani jelzéseit figyeli (Bonbouton), Sportruha izomstimulációval növeli az izomaktivitást (ANTELOPE), változtatható mintájú karkötő (tago arc)

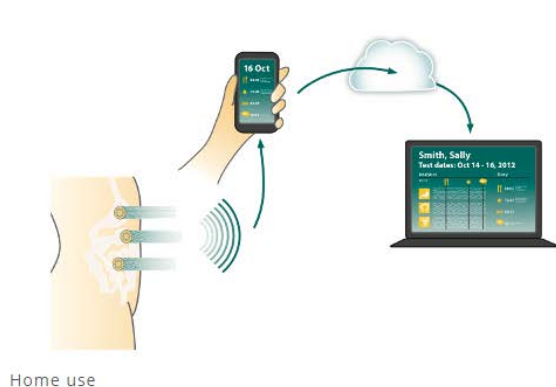
Emésztés - Mowoot

- A MOWOOT egy orvosi eszköz, amely olyan masszázsterápiát nyújt a krónikus székrekedés kezelésére, mint a fizioterapeuta.



Emésztés – G-Tech Medical

- A G-Tech vezeték nélküli hordozható patch rendszer folyamatosan figyelemmel kíséri az emésztőrendszer motoros aktivitását kényelmesen és nem invazív módon



Emésztés – Vibrant gastro

- A kapszula mechanikusan indukálja a perisztaltikus hullámot a vastagbélben, segítve a székrekedő betegek enyhítésében mellékhatások nélkül.



Myontec MBody

- A Myontec Mbody az izmok elektromos aktivitását méri (EMG, elektromiográfia). a technológiát valós idejű sportteljesítményelemzésben alkalmazzák, függetlenül attól, hogy a környezet vagy a sport típusa milyen.



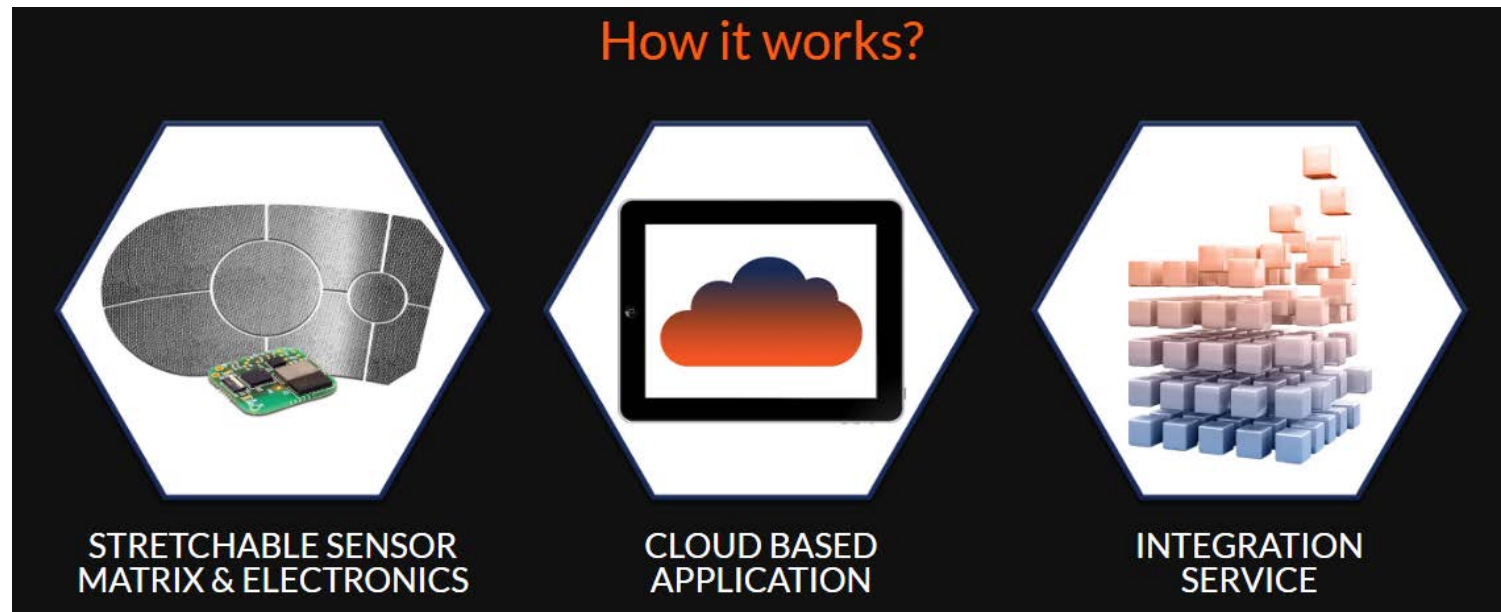
Rehabilitáció - Bioservo

- Markolaterősítő segédeszköz a nem invazív SEM[™] technológián (Soft Extra Muscle) alapulva. A SEM Glove[™] egy kesztyűből és egy könnyű erőfejlesztő részből áll. A kesztyű és a hajtómű együttes tömege körülbelül 700 gramm. A maximális teljesítmény és a hozzáadott erő mértéke az egyéni igény szerint állítható be, lehetővé téve a kesztyű különböző igényekhez való alkalmazkodását.



Rehabilitáció - FORCIOT

- A maximális, a minimális és az átlagos erő, az ugrás teljesítménye, a súlyeloszlás és egyéb mozgás kritikus paraméterek mérésére számos sportágban. A mérőrendszer beépíthető különböző sportruházatba, például sportcipőkbe, talpbetétekbe vagy kesztyűkbe.



Rehabilitáció - Shimmer

- A Shimmer hordozható érzékelő platformja egyszerű és hatékony biofizikai és kinematikai adatgyűjtést tesz lehetővé.



A white, rectangular Shimmer3 IMU device with a grey strap. It features the Shimmer logo (an orange circle with a white signal icon) and the text "discover in motion". There are two small blue buttons and a larger orange button on the front.

PRODUCT

- SHIMMER3 IMU
- SHIMMER3 BRIDGE AMP
- SHIMMER3 ECG/EMG
- SHIMMER3 GSR+
- SHIMMER3 PROTO3
- NEUROLYNQ

WHAT IT MEASURES...

ACCELEROMETER

ELECTROMYOGRAPHY STRAIN RESPIRATION

HEART RATE GYROSCOPE MAGNETOMETER SKIN

SURFACE TEMPERATURE PRESSURE FORCE GALVANIC

SKIN RESPONSE PHOTOPLETHYSMOGRAM

RESISTANCE ALTIMETER LOAD

ELECTROCARDIOGRAM WEIGHT

TORQUE INERTIAL MEASUREMENT

AND MORE

Rehabilitáció - TracPatch

A breakthrough in wearable technology
for patient recovery monitoring.



ROM



AMBULATION



ACTIVITY



TEMPERATURE



EVENTS

Rehabilitáció - EGZOTech

- Elektromiográfiát használ. A beteg mozgása aktív - a páciens izmairól felvett bio-elektromos jelek (EMG) alapján. Különösen hatásos a klinikai problémákkal rendelkező betegeknél, így 10x nagyobb mozgásszervi aktivitás érhető el az izom feszítés során, mint a kézi kezelés esetén.



Rehabilitáció – Gait Up



Physilog
Sensors



Activity
Monitor



Gait
Analysis



Running
Analysis



Shoulder
testing



Algo
Library

Rehabilitáció - Mollii

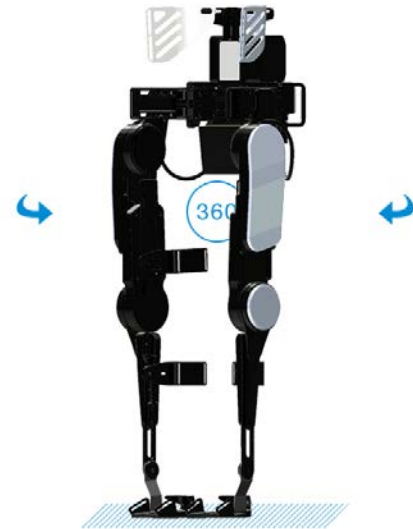
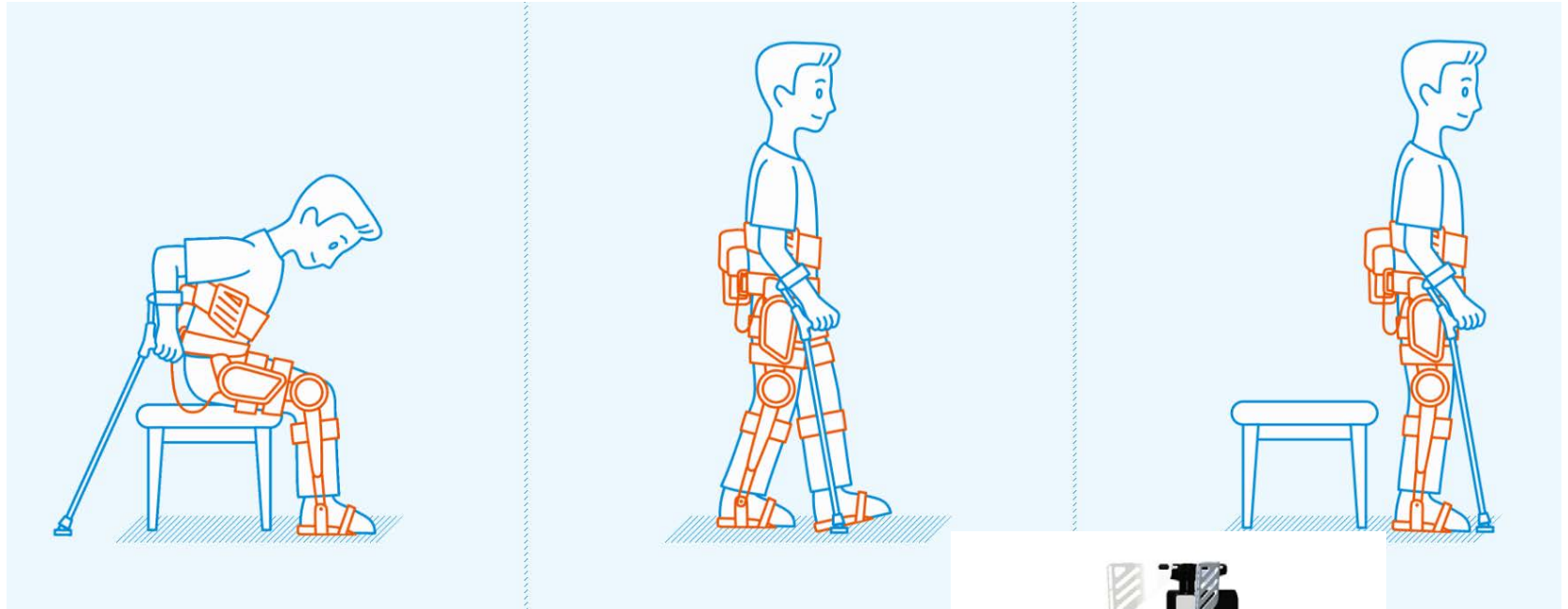
- Segédeszköz, amely a feszes és fájdalmas izmokat biztonságosan és egyszerűen ellazítja, ezáltal sok mozgáskárosodásban szenvedő embernek segít. A Mollit az agyi bénulás, agyvérzés, a gerincvelő sérülése és a szerzett agykárosodás, valamint egyéb, a motoros fogyatékkal rendelkező emberek használják.



Mollii is a unique assistive device for people with spasticity, motor disability, increased or decreased muscular tension.



Rehabilitáció – FREE Bionics



Hátrányok

- Specifikus, nem sokoldalú eszközök
- Kicsi méret
- Környezeti zaj
- Nincsenek elterjedve
- Drága
- Akkumulátor
- Hőterhelés irritációt okozhat
- Fejfájás jelentkezhethet
- Elvesztéskor biztonsági problémák

Kérdések – a teljesség igénye nélkül

- Mi a biopotenciálok eredete?
- Milyen elektródokat ismer?
- Melyik elektród alkalmas egyenfeszültség mérésére?
- Milyen a mikroelektródok szerkezete és mire használjuk őket?
- Mit mér a pO₂ elektród?

Kérdések

- Mire használjuk a vérgáz analízist?
 - Milyen paramétereket mérnek a vérgáz analízis során? Soroljon fel 3-at!
 - Milyen esetei vannak a fényelnyelődésnek?
 - Mi a koloriméter?
 - Miért „zselézik” be az ultrahangos transzducert?
 - Mi az echo?
 - Milyen zavarok léphetnek fel a biopotenciálok erősítőinél?
-

Kérdések

- Mit jelent a „meghajtott jobb láb”?
 - Milyen tartományokban (1mA és 1A között) az áramnak milyen hatása van az emberi szervezetre?
 - Az áram fiziológiás hatása mitől függ?
 - Mekkora a bőr ellenállása?
 - Mekkora a belső szervek ellenállása?
 - Mekkora áram okoz ventikuláris fibrillációt mikrosokk esetén?
-

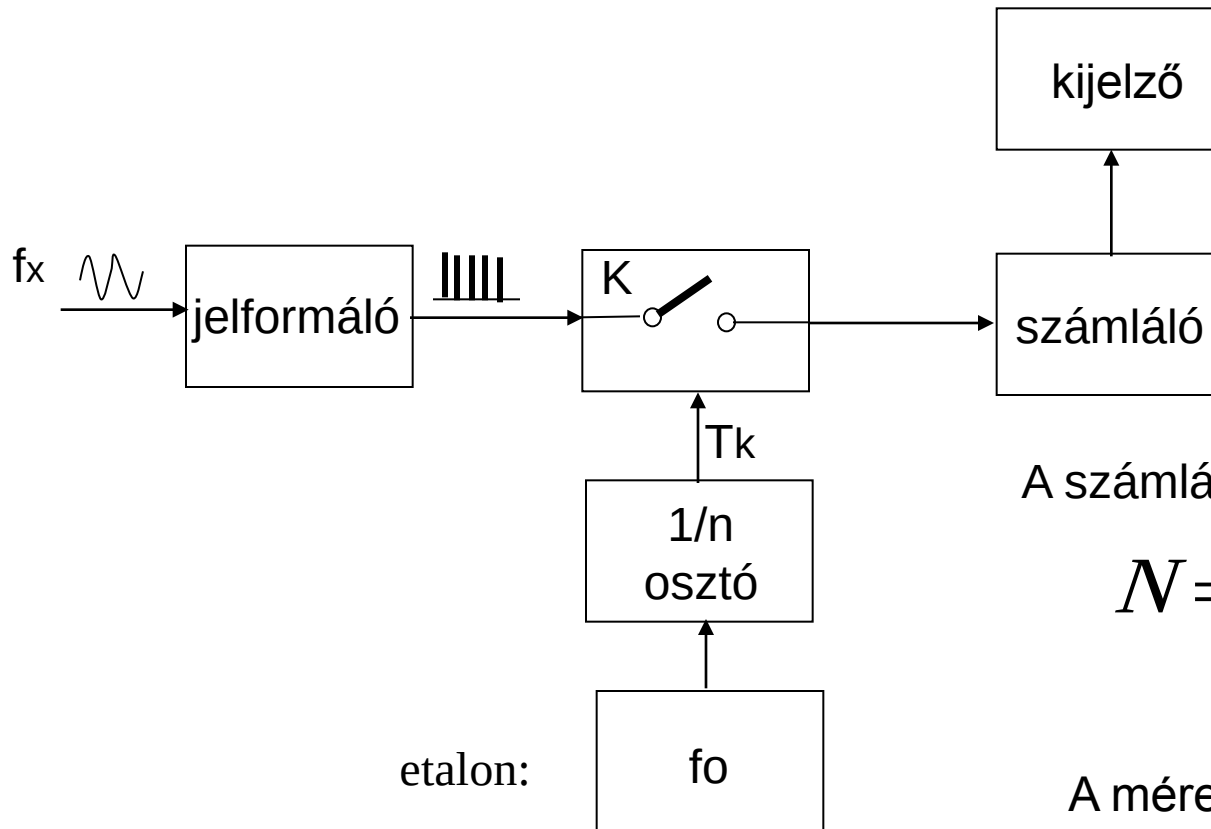
Kérdések

- Mi a GFCI?
- Miért nem lehet GFCI az intenzív osztályon?
- Sorolja fel Eindhoven feltételezéseit!
- Rajzoljon fel egy tipikus EKG jelet (egy ciklusra) és jelölje be rajta a tipikus hullámokat!
- Melyek a tipikus paraméterei a cikluson belüli formaanalízisnek?
- Mi jellemző a Holter EKG-re?
- Milyen érzékelői lehetnek egy szívritmus szabályzónak?

Kérdések

- Hogyan működik a defibrillátor?
 - Miért DC defibrillátort alkalmazunk?
 - A légzés vizsgálata során milyen térfogatokat mérhetünk?
 - Soroljon fel orvosi képalkotó eljárásokat!
 - Hogyan működik az fMRI?
-

Digitális frekvenciamérő a frekvencia definíciója alapján
(FREKVENCIA=IDŐEGYSÉG ALATT A PERIÓDUSOK SZÁMA)



A számláló által kijelzett frekvencia:

$$N = f_x T_k = f_x \frac{n}{f_0}$$

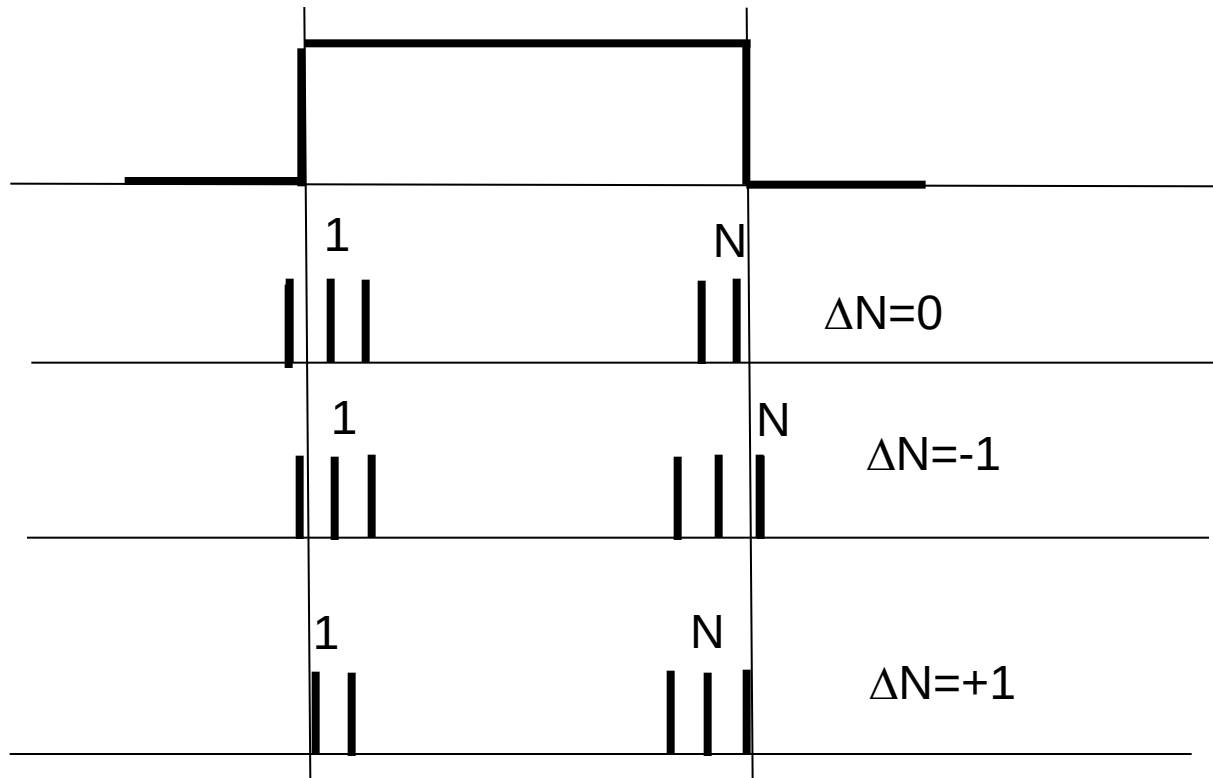
A mérendő frekvencia:

$$f_x = N \frac{f_0}{n}$$

Digitális frekvenciamérő relatív mérési hibája

$$\frac{\Delta f_x}{f_x} = \frac{\Delta f_0}{f_0} \pm \frac{1}{N}$$

$$T_k = N/f_0$$



Példa!

Feladat: kb 1000 Hz frekvenciájú jel frekvenciájának pontos (10^{-6} relatív hibánál kisebb) mérése

Feltételek: a frekvencia etalon frekvenciája 1 MHz
az osztó decimális lépésekben állítható
az etalon frekvencia pontossága 10^{-10}

Kérdés: teljesíthető-e a feladat?

Hogyan teljesíthető a feladat?

Megfejtés:

Akkor oldható meg a feladat, ha a számláló legalább 7 jegyű

és

1000,000

Ha az osztó beállítható legalább 10^9 értékre

és

Legalább 1000 másodpercig mérünk!

Mivel:

$$\frac{\Delta f_x}{f_x} = \frac{\Delta f_0}{f_0} \pm \frac{1}{N}$$

$$10^{-6} = 10^{-10} \pm 1/N$$

$$10^{-6} \approx 1/N$$

és

$$f_x = N \frac{f_0}{n}$$

$$10^3 = 10^6 \times 10^6/n$$

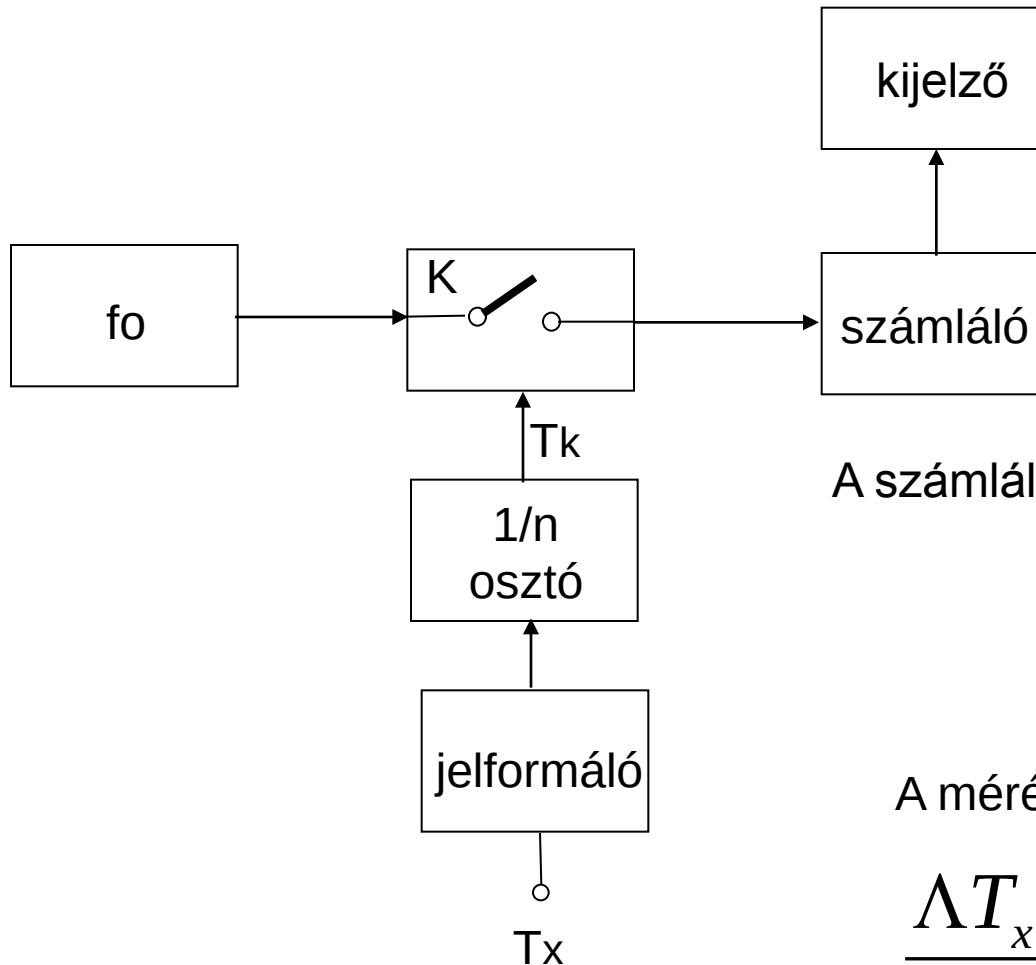
$$n = 10^9$$

és

$$T_k = n/f_0$$

$$T_k = 10^9/10^6 = 1000$$

Digitális periódusidő-mérő

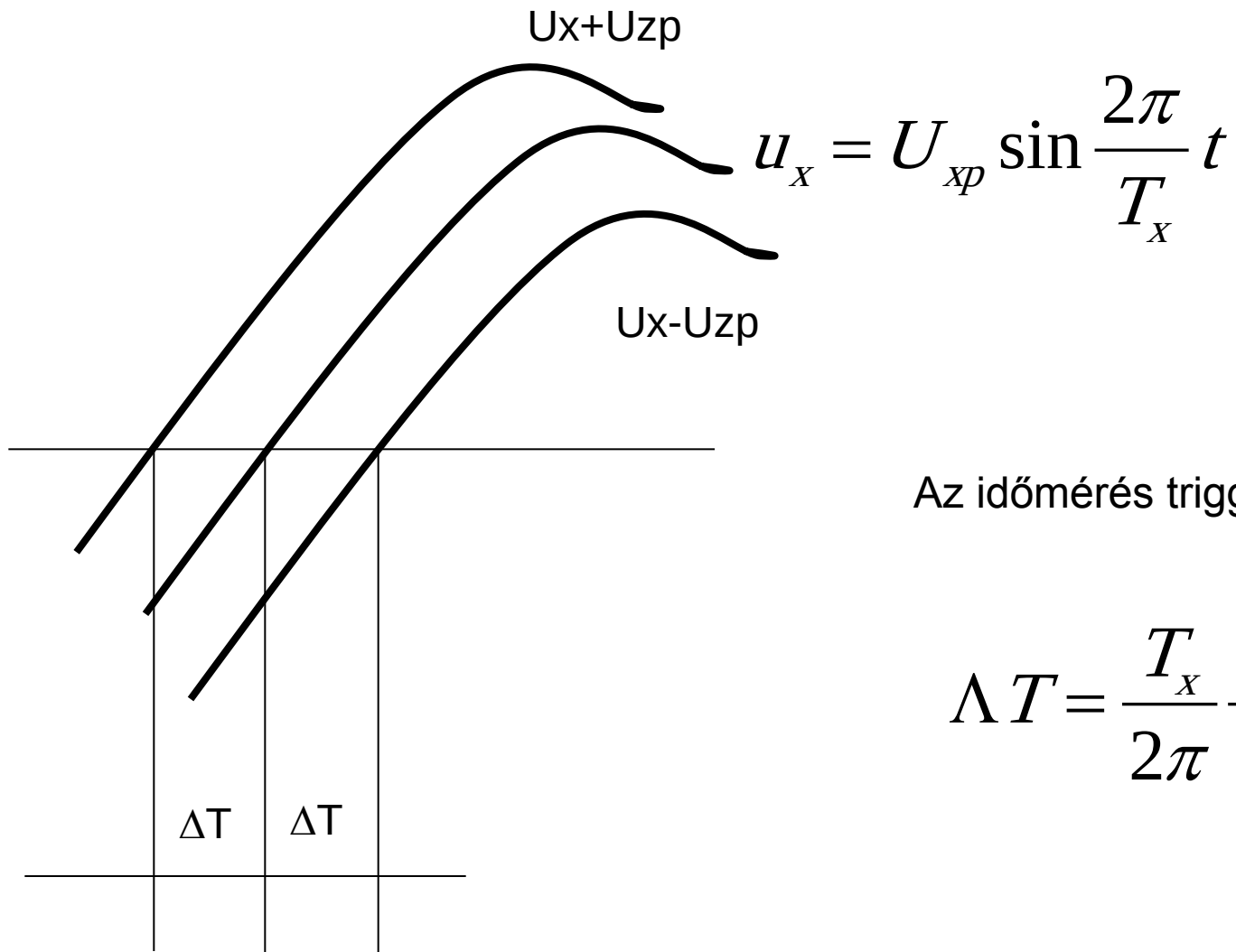


A számláló által kijelzett periódusidő:

$$N = T_x n f_0$$

A mérés relatív hibája:

$$\frac{\Delta T_x}{T_x} = \frac{\Delta f_0}{f_0} \pm \frac{1}{N}$$



Az időmérés triggerhibája:

$$\Delta T = \frac{T_x}{2\pi} \frac{U_{zp}}{U_{xp}}$$

Példa!

Feladat: mekkora a digitális periódusidő-mérő triggerhibája,
ha a mérendő jel frekvenciája 1kHz és a jel-zaj viszony 20 dB

Megfejtés:

0,016 ms vagy másként 1,6%

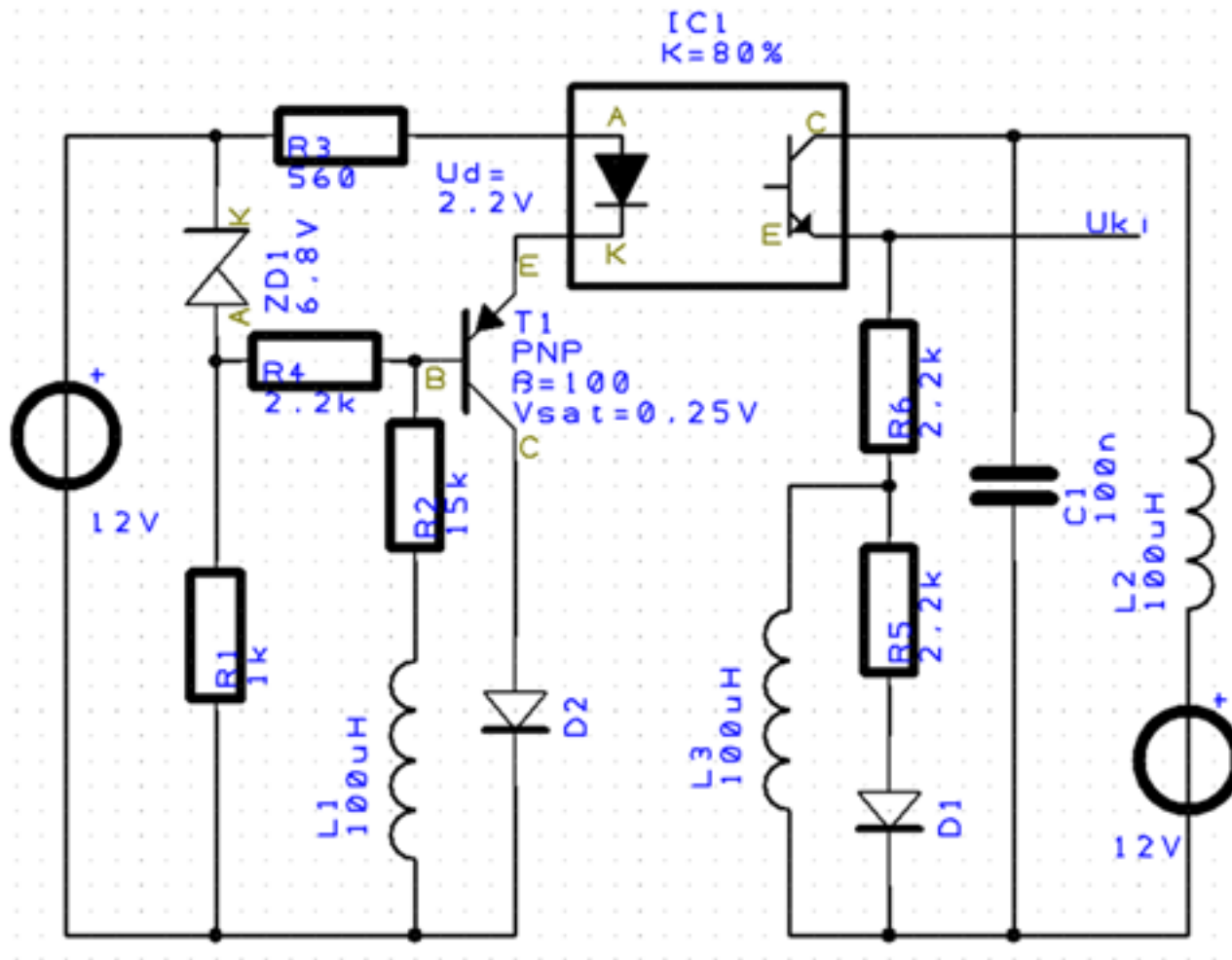
Mivel:

$$20\lg(U_{xp}/U_{zp})=20$$

$$U_{xp}/U_{zp}=10$$

$$\Delta T = \frac{T_x}{2\pi} \frac{U_{zp}}{U_{xp}} = \frac{10^{-3}}{2\pi 10} = 1,6 * 10^{-5}$$

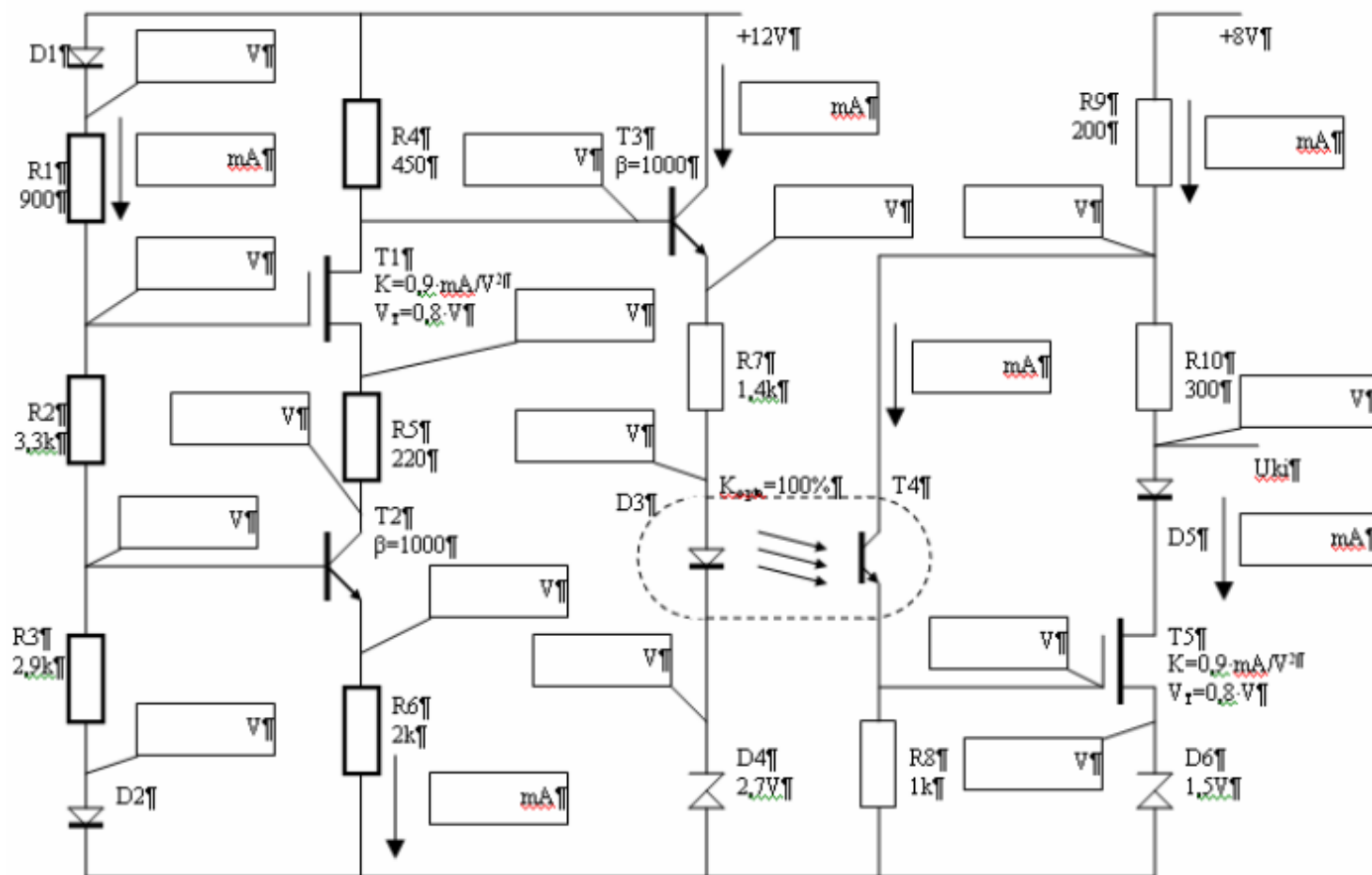
$$\Delta T/T = 1,6 * 10^{-5} / 10^{-3} = 1,6\%$$

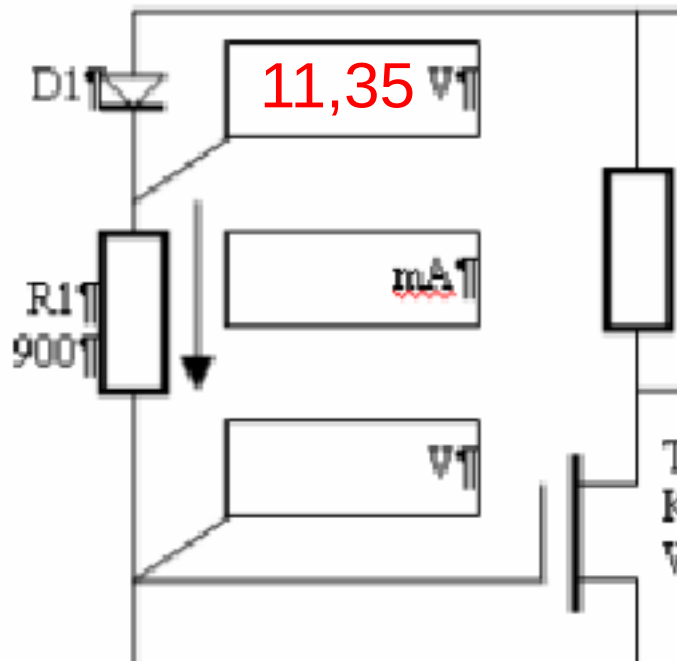




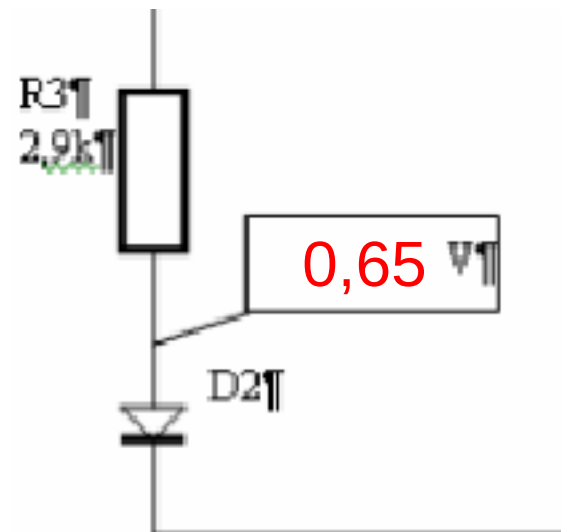
Határozza meg az alábbi áramkör munkaponti áram és feszültség adatait!

A1

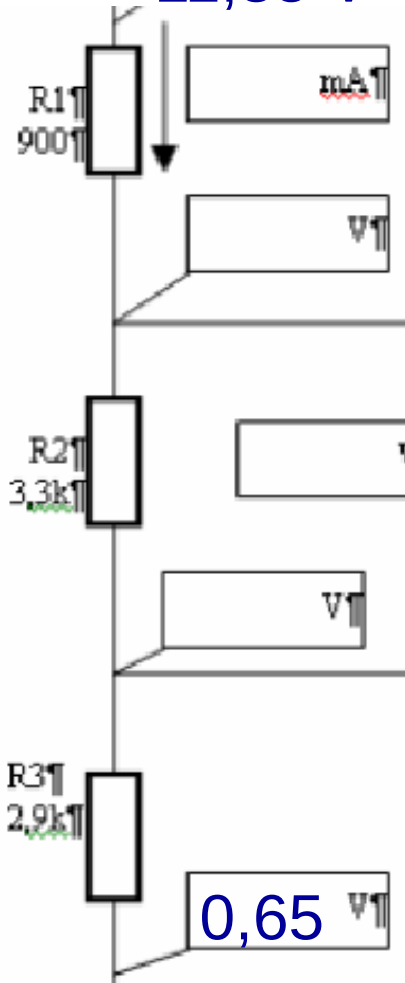




$$U_d = 0,65\text{ V}$$

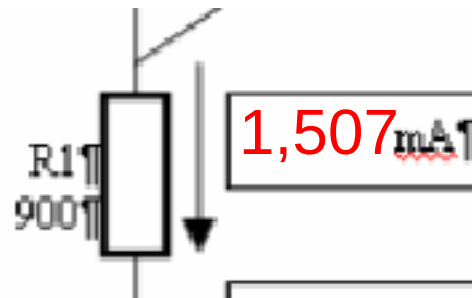


11,35 V

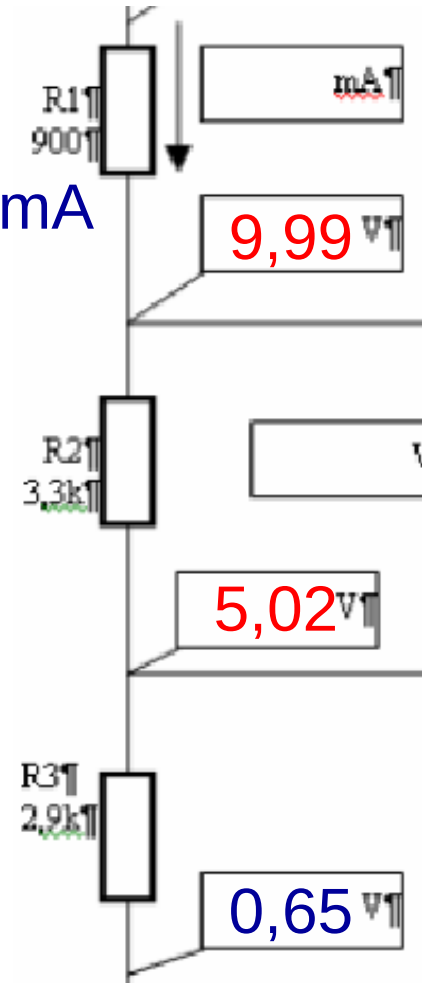


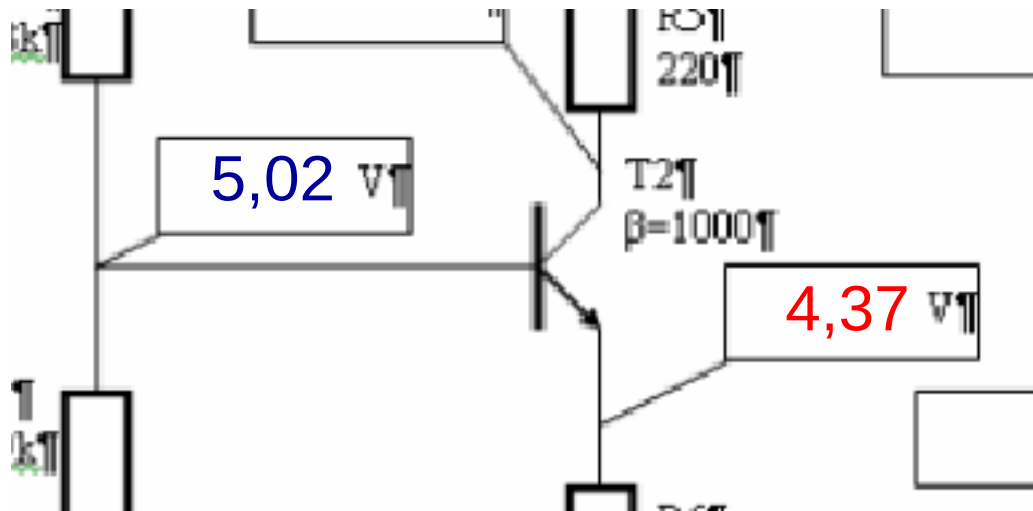
$$R=R1+R2+R3=7.1K \Omega$$

$$I=U/R=10,7V/R=1,507mA$$

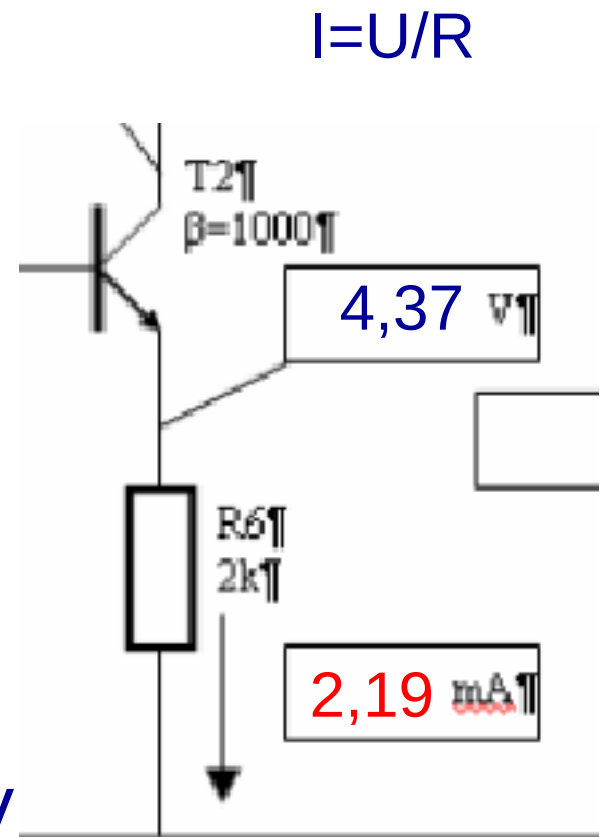


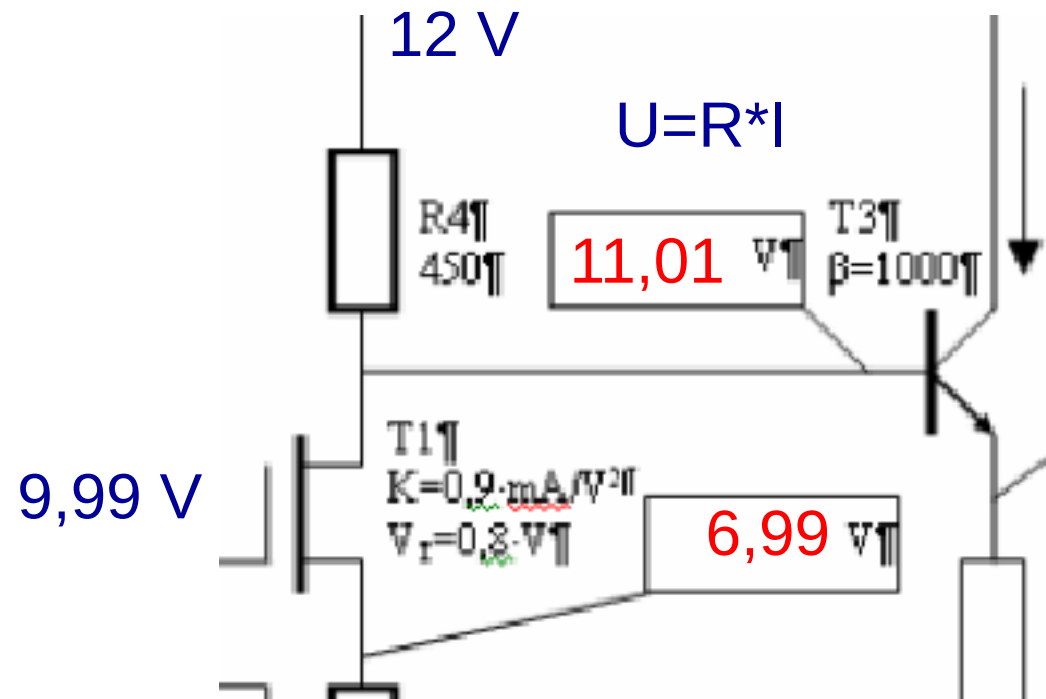
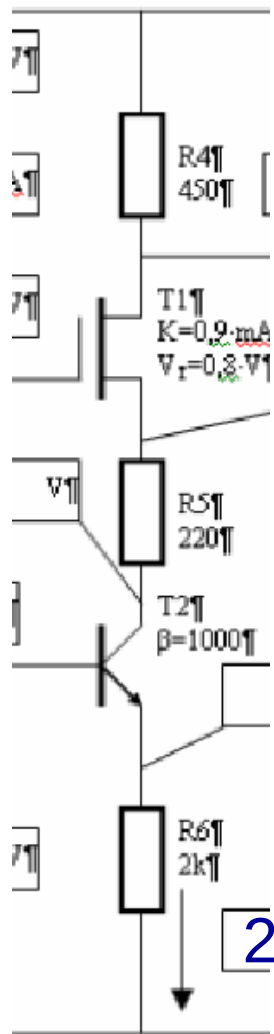
$$U=I \cdot R$$





- Telítéses üzemmód: $i_C = \beta \cdot i_B$
- $U_{BE} = 0.65 \text{ V}$
- Szaturáció: $U_{CE} = V_{sat} \approx 0.2 \text{ V}$

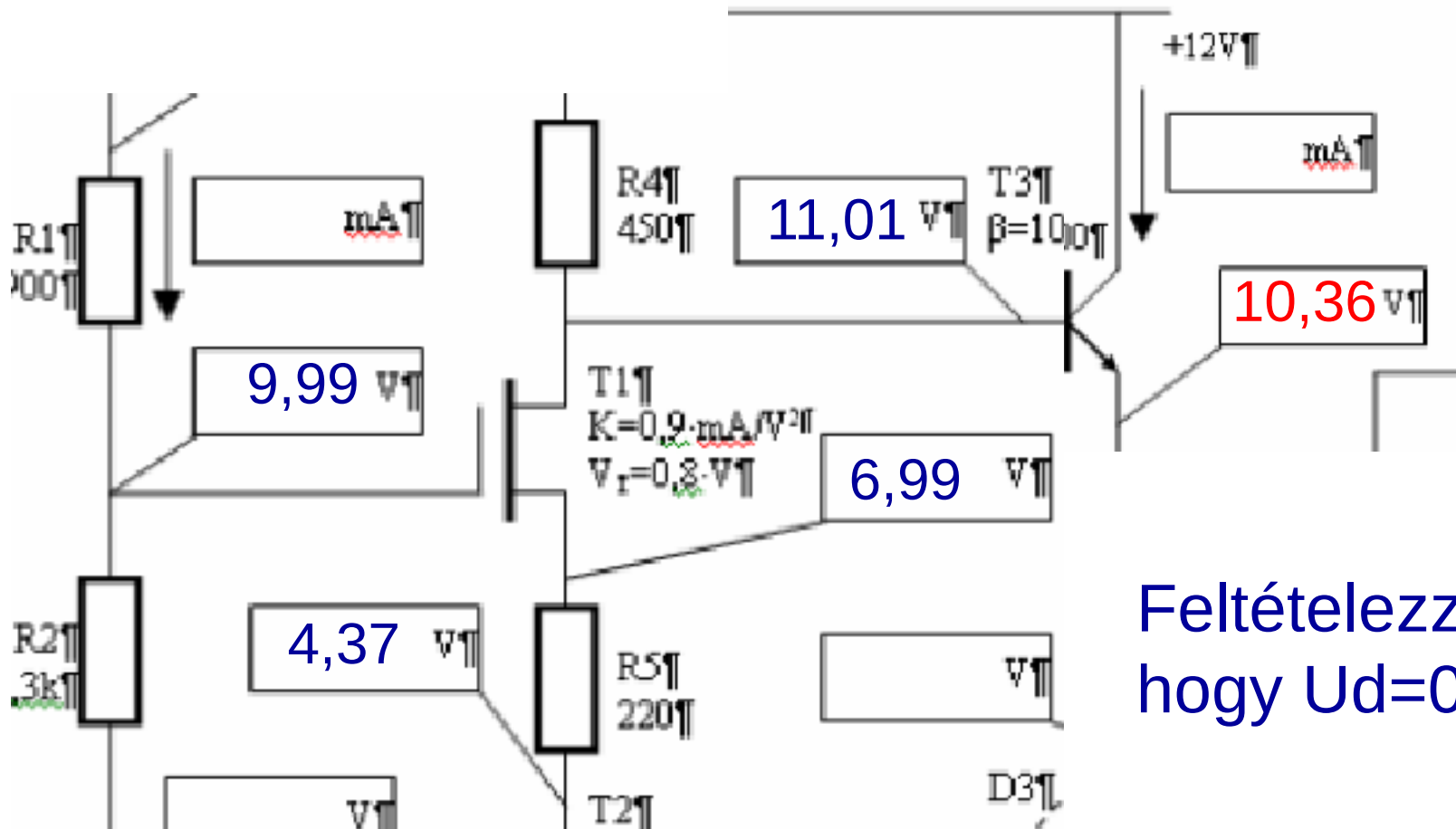




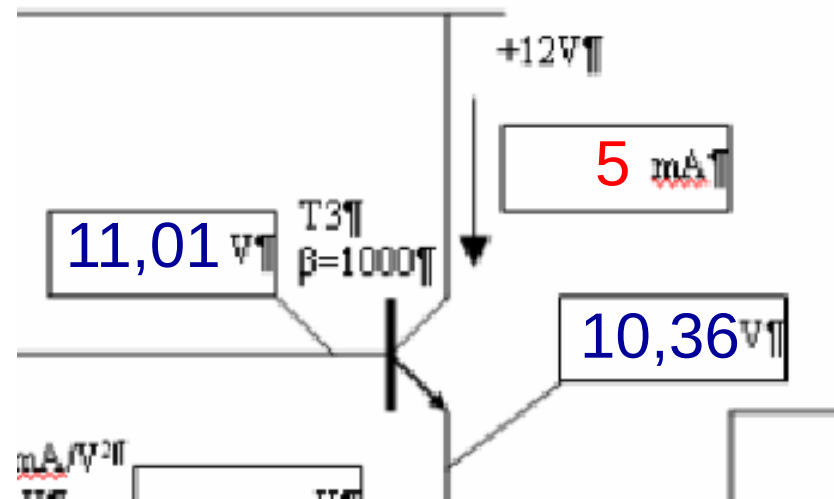
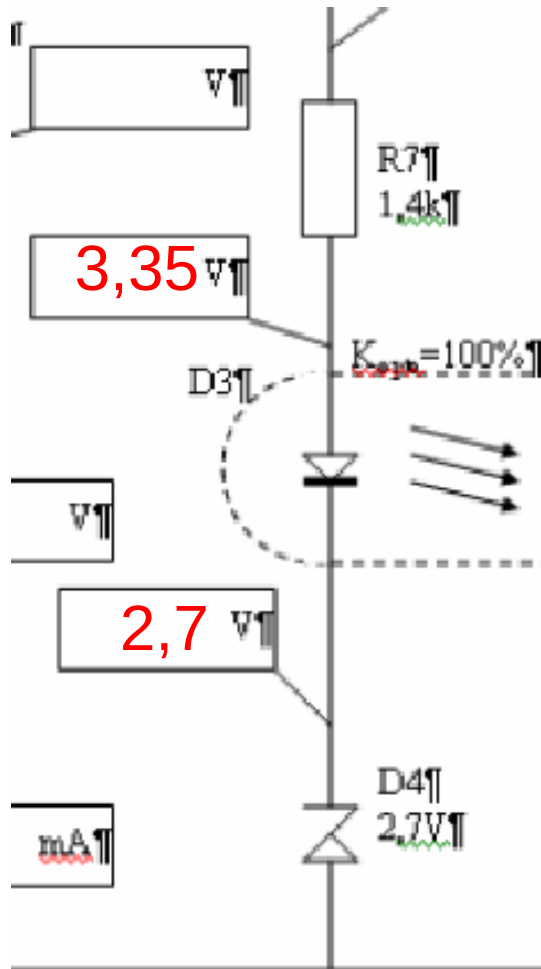
$$U_{DS} \geq (U_{GS} - V_T),$$

$$I_D = K/2 \cdot (U_{GS} - V_T)^2$$

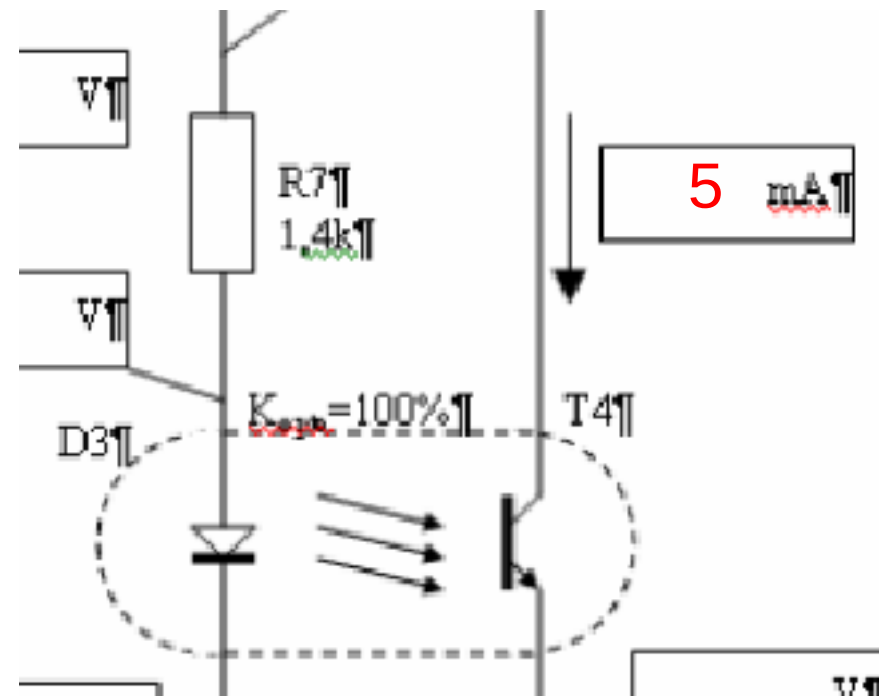
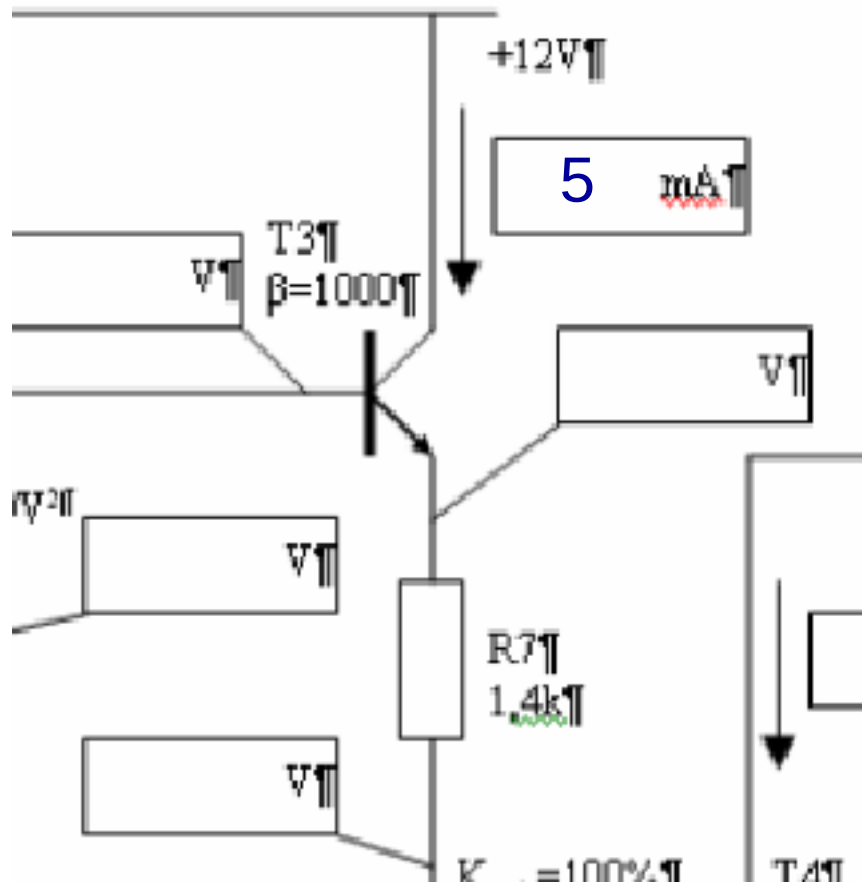
$$\rightarrow U_{GS} = 3V$$



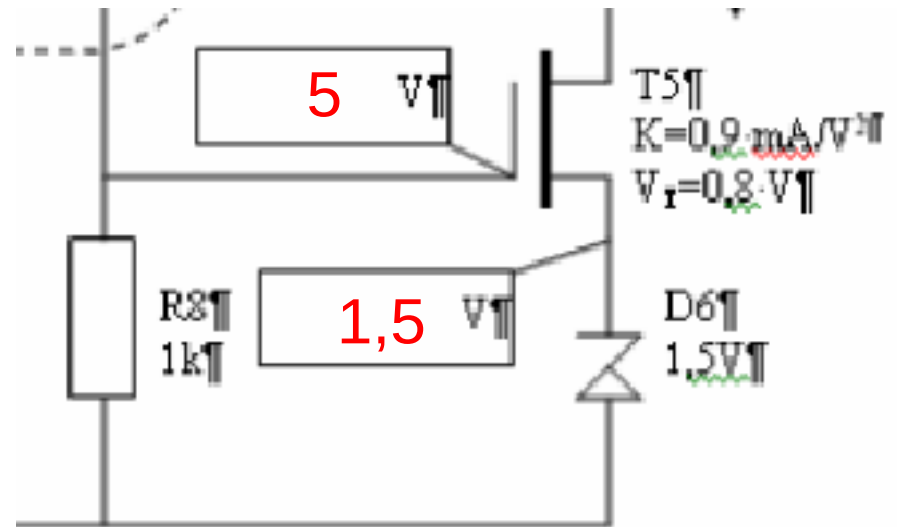
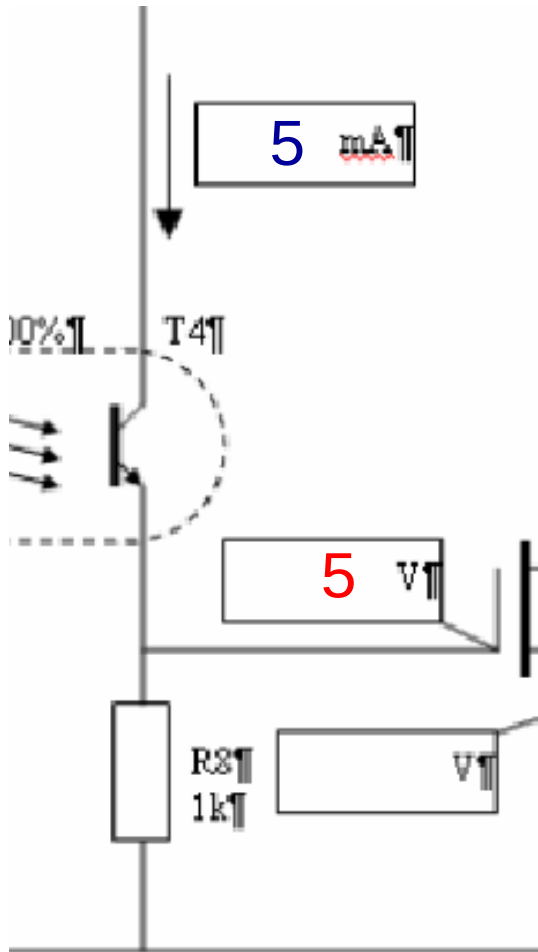
Feltételezzük,
hogy $U_d = 0.65 \text{ V}$



$$I = U/R = (10,36 - 3,35) / 1,4 = 5 \text{ mA}$$

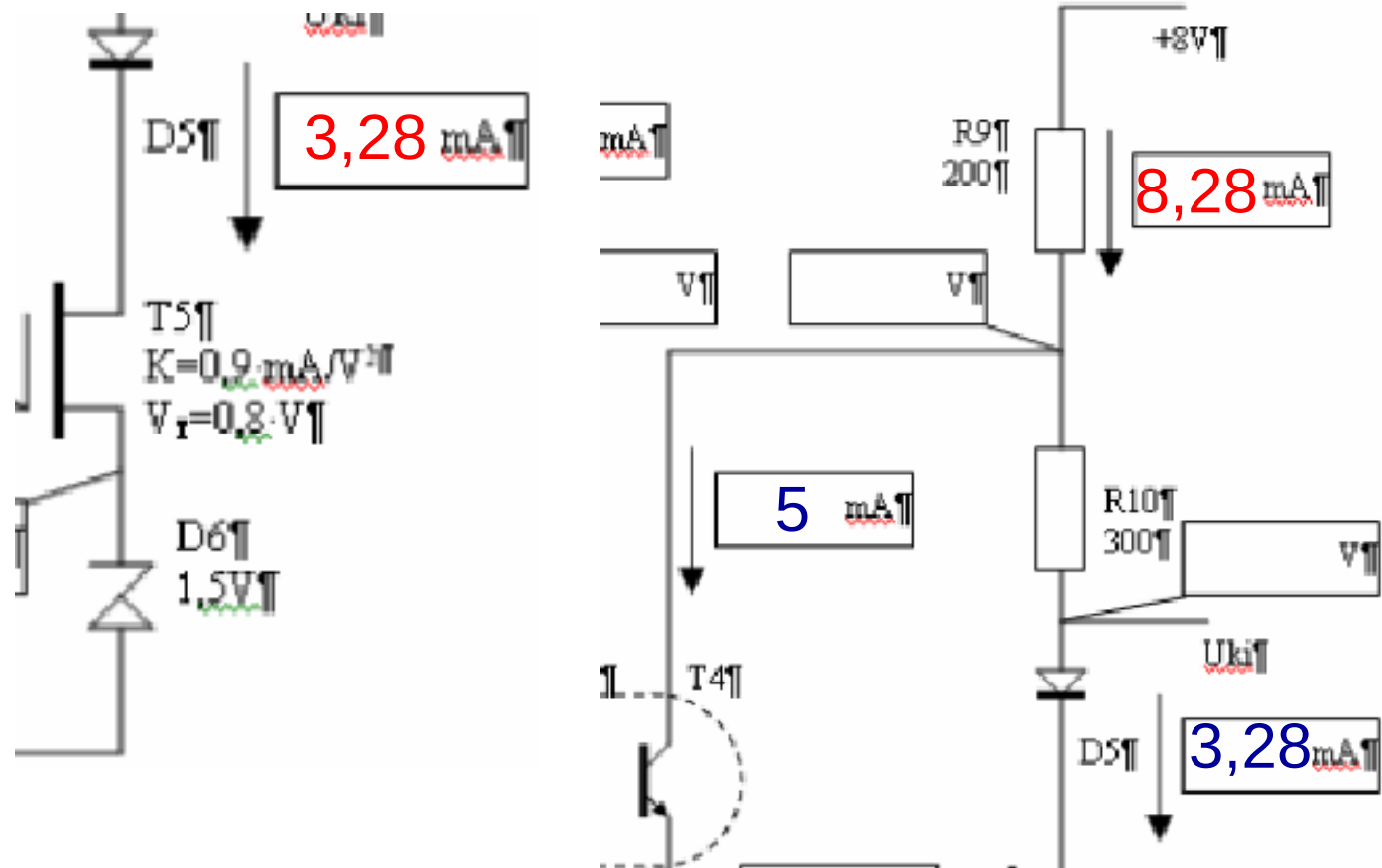


$$I_c = K_{opto} \cdot I_{LED}$$

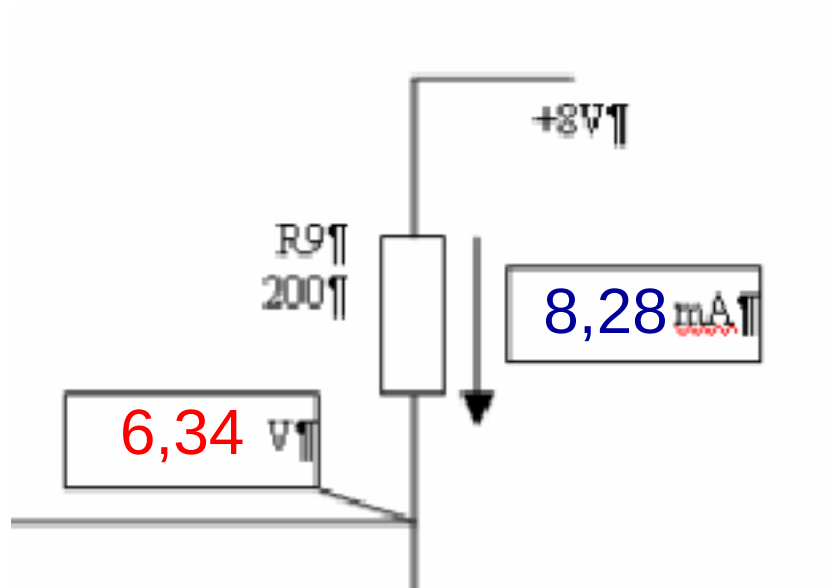


$$U = R \cdot I$$

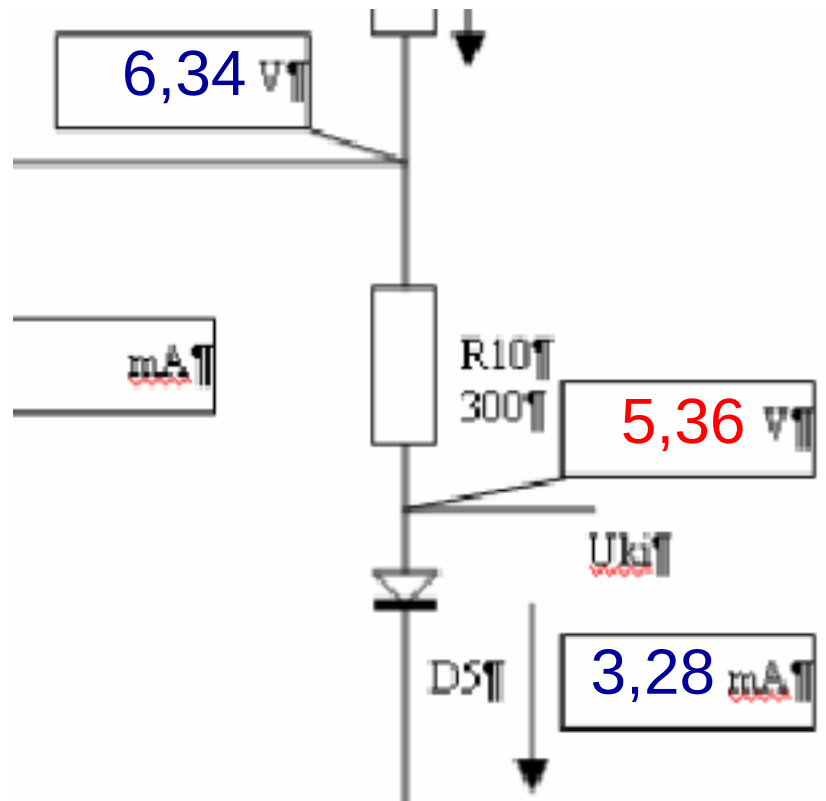
■ $U_{GS} = 3.5 \text{ V}$



■ $U_{DS} \geq (U_{GS} - V_T), \quad I_D = K/2 \cdot (U_{GS} - V_T)^2 \rightarrow$
 $I_D = 3,28 \text{ mA}$



$$U = R \cdot I$$



Vége az 12. előadásnak

Funkcionális képalkotó eljárások
Viselhető technológiák
Ismétlés

Cserey György
2018. 12. 07.