

ELEKTRONIKA

AZ ALKALMAZOTT FIZIKA AZON SZAKTERÜLETE, AMELY AZ **ELEKTRONOK** KÖLCSÖNHATÁSÁN ALAPULÓ JELENSÉGEK GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSÁVAL FOGLALKOZIK

Gyanta (borostyán) = $\eta \lambda \epsilon \kappa \tau \rho \nu$

Ókori görögök, Thales: i.e. 600

A megdörzsölt borostyán magához vonzotta a száraz falevelet, madártollat



W. Gilbert: 1600

A névadó: **elektromos** és **nemelektromos** anyagokra osztotta az anyagokat

Ch. Dufay, B. Franklin: 1773

Felfedezik a kétféle elektromosságot, bevezetik a **pozitív** ill. a **negatív** töltés fogalmát

J. J. Thomson: 1897

Az elektromos töltés **elemi és oszthatatlan** egysége a negatív **elektron**

R. Millikan: 1909

Megméri az elektron töltését: $-1,6 \cdot 10^{-19}$ coulomb



BIOELEKTRONIKA

AZ ÉLŐ SZERVEZETTEL KAPCSOLATOS ELEKTRONIKA

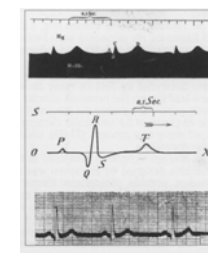
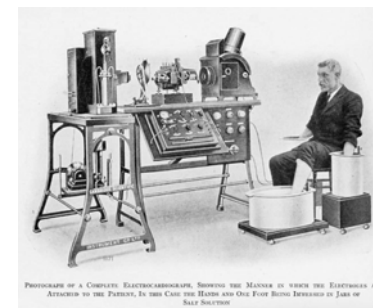
L. Galvani: 1791

Kísérlete: különböző fémek + békacomb = összehúzóadás → **GALVÁNELEM**



W. Einthoven: 1901

Az első elektrokardiogram (EKG)



2

AZ ELEKTRONIKA ALAPFOGALMAI

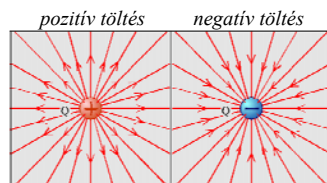
(ismétlés)

ELEKTROMOS-

TÖLTÉS: szubatomi részecskék tulajdonsága (pl. elektron, proton)
makroszkópikus jelenség: vonzás (+ -), taszítás (++, --).
Jele: Q (coulomb, C)

$$1 \text{ C} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ elemi töltés}$$

TÉRERŐSSÉG: Két töltés között erőhatás keletkezik melyet az elektromos tér közvetít. Ábrázolása: erővonalakkal.



erővonalak



töltések

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

erő

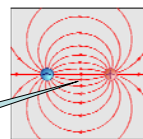
távolság

konstans

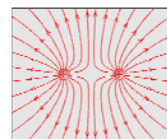
$$E = \frac{F}{Q} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} = \frac{\text{V}}{\text{m}} \right)$$

elektromos térerősség

DIPÓLUS



vonzás



taszítás

3

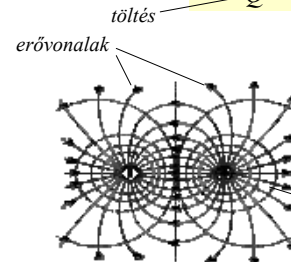
ELEKTROMOS-

POTENCIÁL: egy töltést az erővonalak mentén mozgatunk, munkát végzünk, miközben a töltés magasabb potenciálú helyre kerül.
A potenciál jele: U (volt, V)

elektromos energia

elektromos potenciál:

$$U = \frac{E_e}{Q} \left(\frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{V} \right)$$



töltés

erővonalak

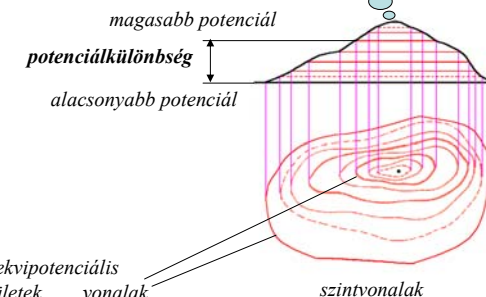
magasabb potenciál

potenciálkülönbség

alacsonyabb potenciál

gravitációs erőter analogia:

hegycsúcs
(legmagasabb
gravitációs
potenciál)



POTENCIÁLKÜLÖNBSÉG (FESZÜLTÉG): a feszültség jele: U (volt, V)

4

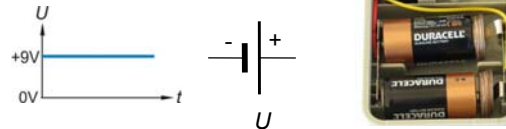
ELEKTROMOS-

ÁRAM: Töltött részecskék áramlása (elektronok, ionok).

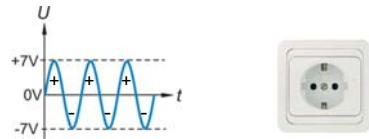
Az időegység alatt átáramlott töltés.

$$\text{elektromos áram: } I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \left(\frac{C}{s} = \frac{A \cdot s}{s} = \text{amper, A} \right)$$

EGYENÁRAM: az áram csak egy irányban folyik (DC)



VÁLTÓÁRAM: az áram periodikusan ellentétes irányban folyik (AC)



FESZÜLTÉGFORRÁS: (elem, akkumulátor, tápegység, adapter, el. hálózat)

5

ELEKTROMOS-

VEZETŐ: olyan anyag, amelyen keresztül a töltések áramolhatnak (fémek, félvezetők, elektrolitok)

SZIGETELŐ: olyan anyag, amelyen keresztül a töltések nem áramolhatnak (szigetelőanyagok, műanyagok, levegő)

VEZETÉK: szigetelővel (műa., levegő) körülvett jó vezető (Cu, Al)

római vízvezeték



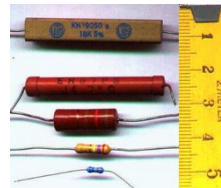
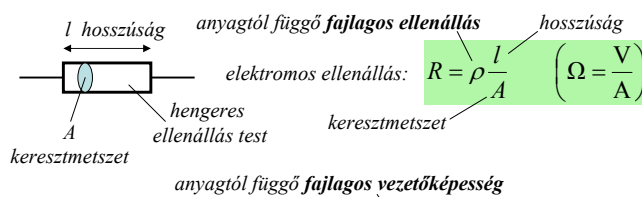
elektromos vezetékek



6

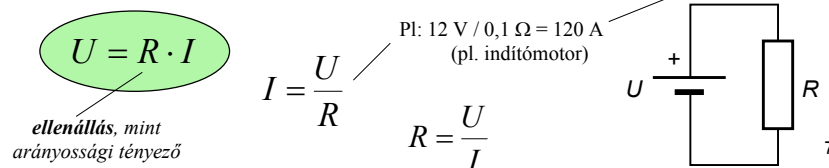
ELEKTROMOS-

ELLENÁLLÁS: a vezető anyagától és geometriai alakjától függő paramétere. Jele R (ohm, Ω)



VEZETŐKÉPESSÉG: az ellenállás reciproka $\frac{1}{R} = \sigma \frac{A}{l}$ (siemens, $S = \frac{1}{\Omega}$)

OHM TÖRVÉNY: egy ellenálláson keletkező feszültség arányos a rajta átfolyó árammal.



7

FESZÜLTÉGGENERÁTOR

A feszültséggenerátor által szolgáltatott U feszültség konstans, árama a rákapcsolt R ellenállástól függ.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{\text{konstans}}{R}$$

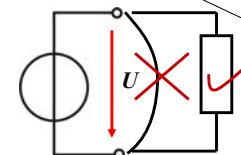
Pl: $U = 12 \text{ V} = \text{konstans}$

Ha $R = 1 \Omega$, akkor $I = U/R = 12 \text{ V} / 1 \Omega = 12 \text{ A}$ (pl. fényszóró)

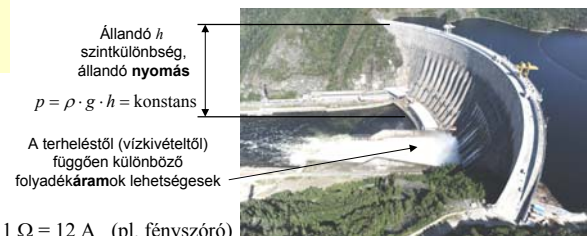
Ha $R = 10 \Omega$, akkor $I = U/R = 12 \text{ V} / 10 \Omega = 1,2 \text{ A}$ (pl. indexlámpa)

A feszültséggenerátort nem szabad rövidre zární (zérus ellenállású vezetővel terhelni), hiszen így végtelen nagy áram folyhat!

Jele:



Hidrosztatikai analógia:
hidrosztatikai nyomás (p) = elektromos feszültség (U)
folyadékáram = elektromos áram (I)
a nyílás áramlási ellenállása = elektromos ellenállás (R)



$$I = \frac{U}{0} = \infty \quad (R=0)$$



A gyakorlatban a legtöbb generátor feszültséggenerátor.

8

ÁRAMGENERÁTOR

Az áramgenerátor által szolgáltatott
 I áram konstans,
feszültsége a rákapcsolt
 R ellenállástól függ.

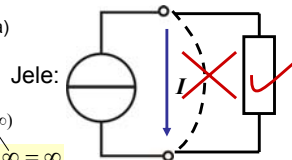
$$U = I \cdot R = \text{konstans} \cdot R$$

Pl: $I = 1 \text{ A} = \text{konstans}$

Ha $R = 1 \Omega$, akkor $U = I \cdot R = 1 \text{ A} \cdot 1 \Omega = 1 \text{ V}$.
Ha $R = 10 \Omega$, akkor $U = I \cdot R = 1 \text{ A} \cdot 10 \Omega = 10 \text{ V}$

Az áramgenerátort
nem szabad terheletlenül
(fogyasztó nélkül, áramlás nélkül lezárva)
hagyni, hiszen sarkain végtelen nagy
feszültség keletkezhet!

$$(R=\infty) \quad U = I \cdot \infty = \infty$$



Laboratóriumi analógia: fecskendő

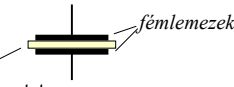


pl. dugulás = törés!

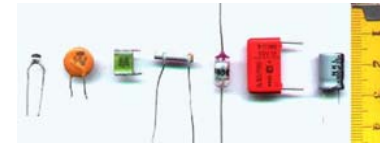


KONDEZÁTOR:

két fémlemez
közé helyezett szigetelőréteg
töltésfelhalmozó tulajdonságot mutat.

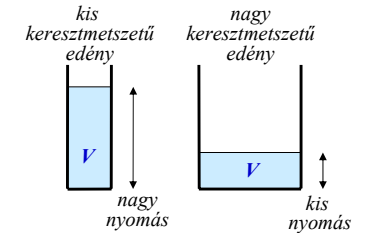


kapacitás, mint arányossági tényező
töltés $Q = C \cdot U$ feszültség



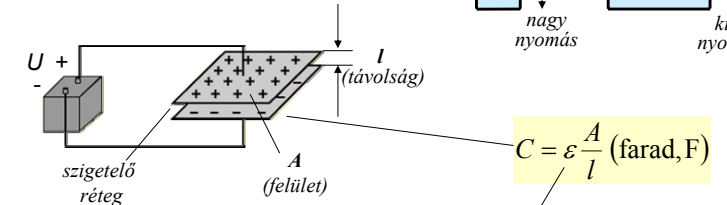
Hidrosztatikai analógia:

hidrosztatikai nyomás (p) = elektromos feszültség (U)
 A folyadék térfogata (V) = elektromos töltés (Q)
Az edény keresztmetszete = kondenzátor kapacitása (C)



KAPACITÁS: a kondenzátor kapacitása a szigetelő
anyagától, és geometriai alakjától függő paramétere.

Jele:



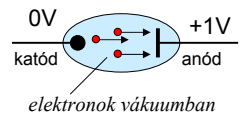
szigetelőanyagtól függő dielektromos állandó

10

ELEKTROMOS-

ENERGIA: munkavégző képesség.

Jele: E_e (joule = J, elektronvolt = eV)



$$E_e = Q \cdot U \quad (\text{AsV} = \text{Ws} = \text{J})$$

$$E_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 1 \text{ V} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ AsV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1 \text{ eV}$$

egy elektron töltése

(elektronvolt)

TELJESÍTMÉNY: Időegységre jutó energia.

Jele: P (watt, W)

$$P = \frac{E_e}{t} \quad \left(\frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W} \right)$$

$$P = \frac{QU}{t} = UI$$

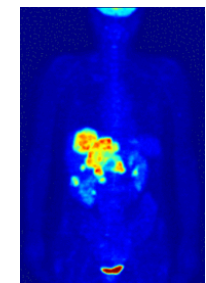
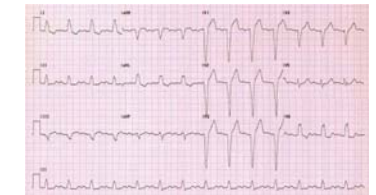
$$P = IR I = I^2 R$$

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

11

JELFELDOLGOZÁS

„Hírek, vagy adatok fizikai ábrázolása”

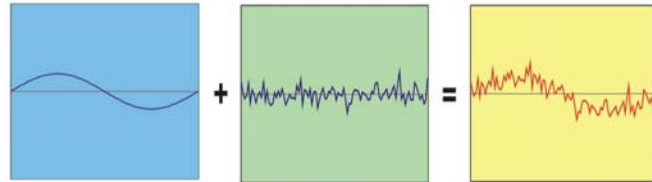


12

MI A JEL?

A **JEL** olyan (fizikai) mennyiség, amely **információt** hordoz, továbbít vagy tárol.

...azt a jelet, amely számunkra **nem** hordoz **információt**,
zavaró jelnek, **ZAJ**-nak nevezzük



TISZTA JEL + ZAJ = ZAJOS JEL

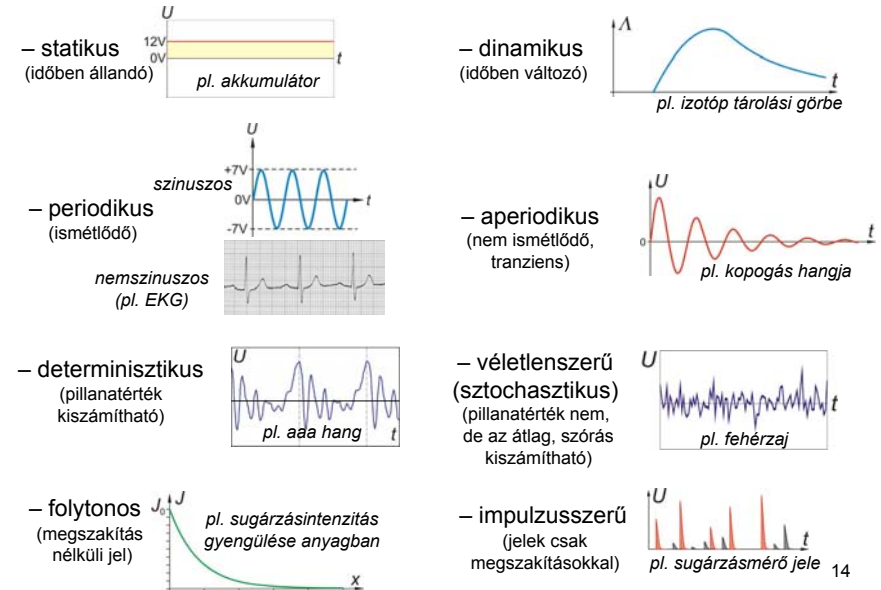
A JEL / ZAJ viszony maximalizálására törekszünk.

PI.: előadóterem: megértendő beszéd / a hallgatók beszélgetése (hangzavar),
Izotópdiaosztika: a vizsgálandó izotópból eredő jel / egyéb sugárforrások jelei (háttérzaj),
EEG: kiváltott potenciál jele / az egyéb agytevékenység jele (háttérzaja)

A **JEL** nemcsak információt hordoz, hanem egyben **energia transzport** is.

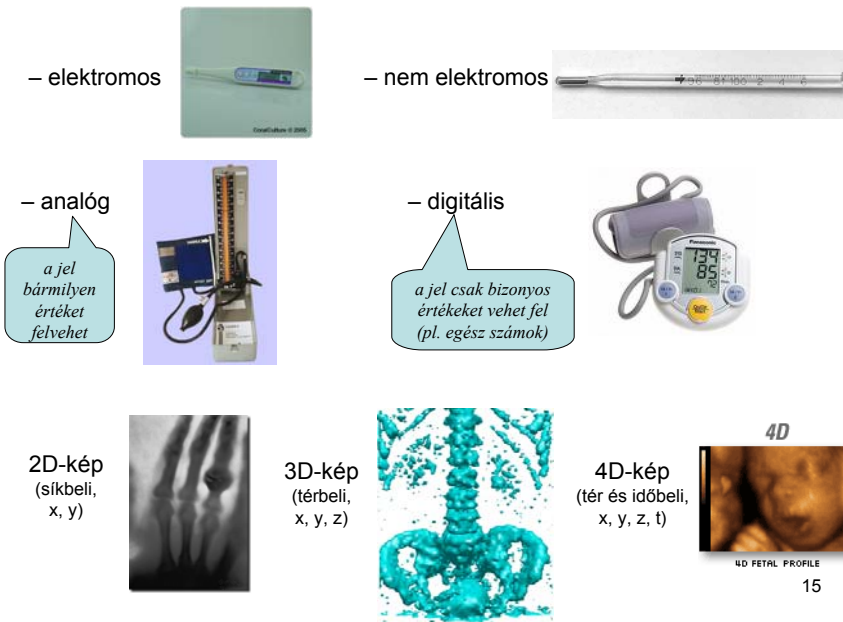
13

A JELEK OSZTÁLYOZÁSI LEHETŐSÉGEI



14

A FELDOLGOZOTT JELEK OSZTÁLYOZÁSI LEHETŐSÉGEI

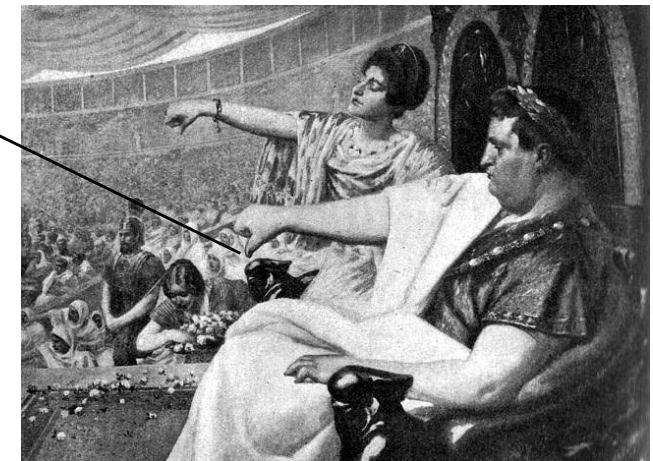


15

MI AZ „ABSZOLUT DIGITÁLIS JEL”?

digitus
10 ujj (10 állapot)
↓
10-es
számrendszer

elektronika
„1 ujj” (mutatja,
vagy nem,
2 állapot)
↓
2-es
számrendszer



16

MI A FOURIER TÉTEL?

Minden periodikus jel **felbontható** amplitúdójukkal súlyozott szinuszos jelek összegére (alapharmonikus + felharmonikusok).

HARMONIKUSOK:
1-szeres, 2-szeres,
3-szoros, stb.
frekvenciájú
szinuszos rezgések

idő-amplitúdó
függvény

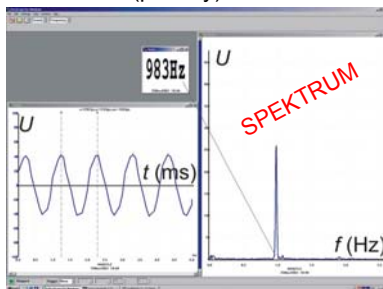


FOURIER
TRANSZFORMÁTOR
(fekete doboz)

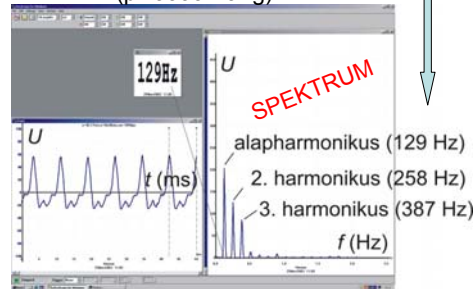


SPEKTRUM
frekvencia-amplitúdó
függvény

tiszta szinuszos hang
(pl. fűtő)



periodikus hang
(pl. aaaa-hang)



Fourier-
komponensek

FOURIER ANALIZIS

Az analizálandó függvény

$$f(t) = A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots + A_k \sin k\omega t + \dots$$

alapharmonikus 2. harmonikus 3. harmonikus k. harmonikus

Fourier sor

$$\omega = 2\pi f$$

Pl. az „aaaa” hang jelentősebb Fourier komponensei:

$$f(t)_{aaaa} = 200 \sin(2\pi \cdot 1 \cdot 129t) + 130 \sin(2\pi \cdot 2 \cdot 129t) + 80 \sin(2\pi \cdot 3 \cdot 129t) \dots$$

FOURIER SZINTÉZIS

Minden periodikus jel **előállítható** amplitúdójukkal súlyozott szinuszos jelek összegeként (alapharmonikus + felharmonikusok)

idő-amplitúdó
függvény



INVERZ FOURIER
TRANSZFORMÁTOR
(fekete doboz)



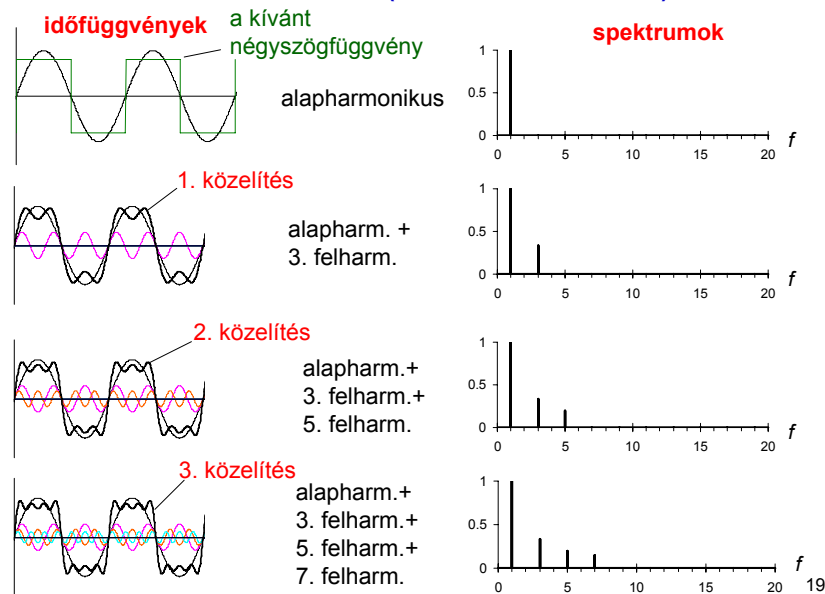
SPEKTRUM
frekvencia-amplitúdó
függvény

A szintetizálandó függvény

$$f(t) = A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + \dots + A_k \sin k\omega t + \dots$$

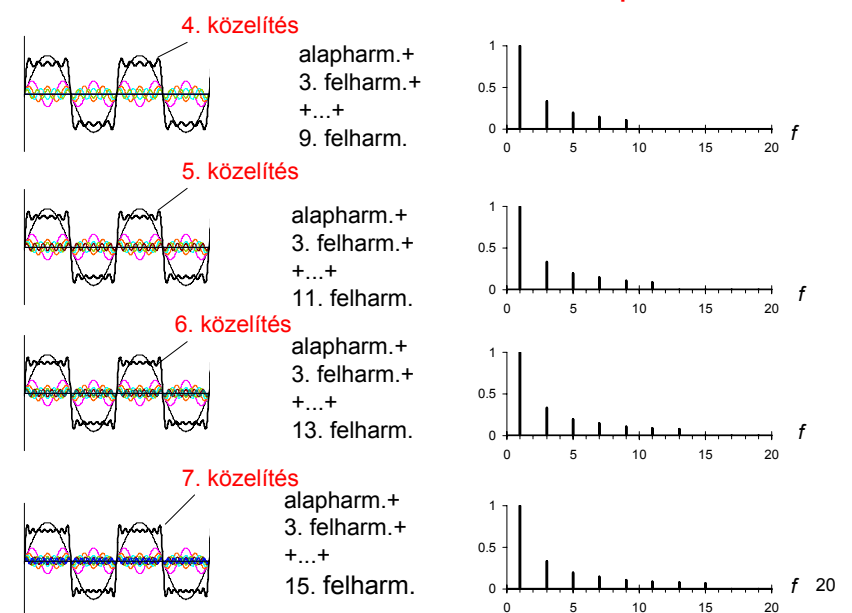
Fourier sor
18

NÉGYSZÖGFÜGGVÉNY SZINTÉZISE ALAP- ÉS FELHARMONIKUSOK ÖSSZEGZÉSÉVEL (INVERZ FOURIER TR.)

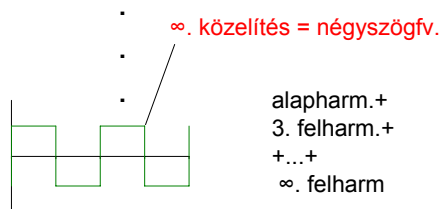
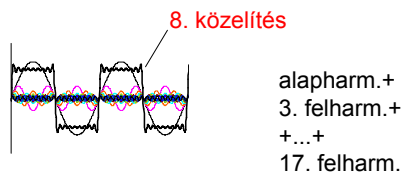


időfüggvények

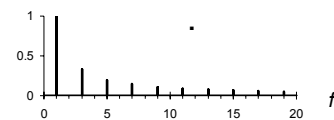
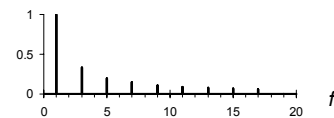
spektrumok



időfüggvények



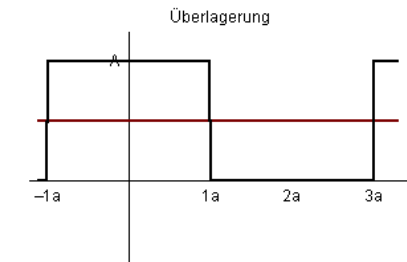
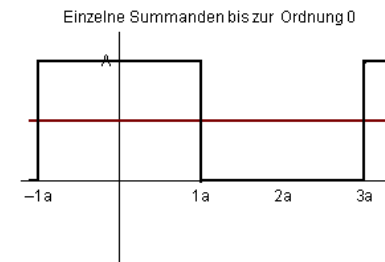
spektrumok



21

v.ö. konvergens függvényesor

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2^k} = \frac{1}{2^0} + \frac{1}{2^1} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \dots = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots = 2$$

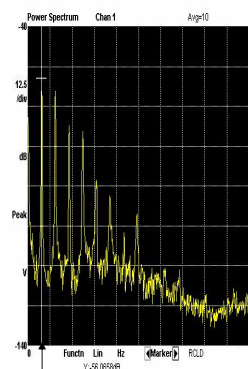


22

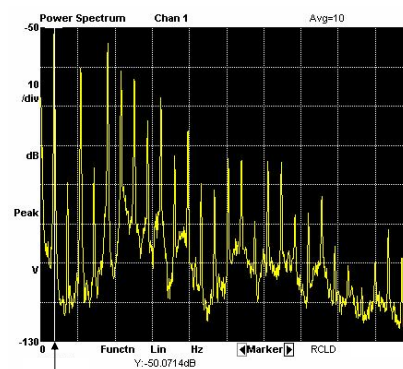
MI HATÁROZZA MEG A HANGSZÍNT?



a fuvola spektruma



a klarinét spektruma



periodikus jel \longrightarrow vonalas spektrum

23

A FOURIER TÉTEL ÁLTALÁNOSÍTÁSA

Minden jel (aperiodikus is) előállítható
amplitúdójukkal súlyozott szinuszos jelek (nem harmonikus) összegeként.

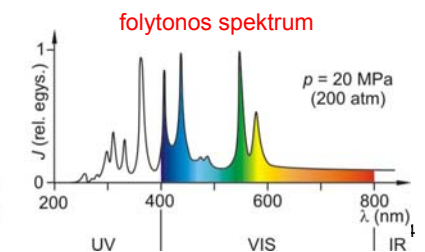
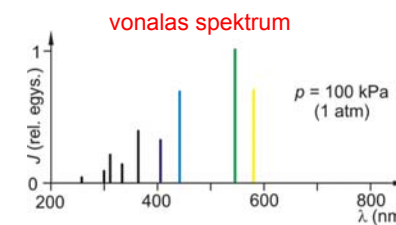
SPEKTRUMOK TÁGABB ÉRTELEMBEN:

frekvencia helyett fotonenergia, vagy hullámhossz

$$E_{\text{foton}} = h f, \quad \lambda = \frac{c}{f}$$

v.ö. emissziós spektrumok

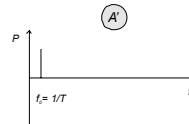
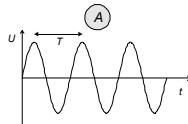
Pl.: Hg-gőz lámpa fényemissziója:



IDŐFÜGGVÉNY

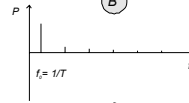
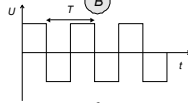
SPEKTRUM

végtelen
szinusz
függvény



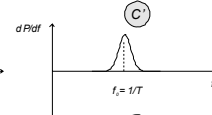
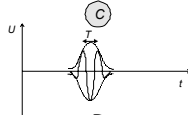
vonalas spektrum (1 vonal)

végtelen
periodikus
függvény



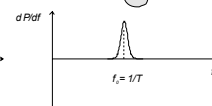
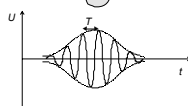
vonalas spektrum (több vonal)

néhány
szinuszos
periódus



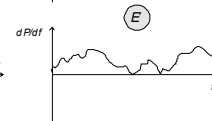
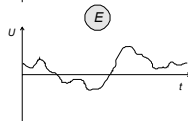
sávos spektrum

kicsit több
szinuszos
periódus



sávos spektrum

aperiodikus
függvény



folytonos spektrum

25

ZENE IDŐ-FREKVENCIA REPREZENTÁCIÓBAN

Inisheer

Traditional

Penny Whistle

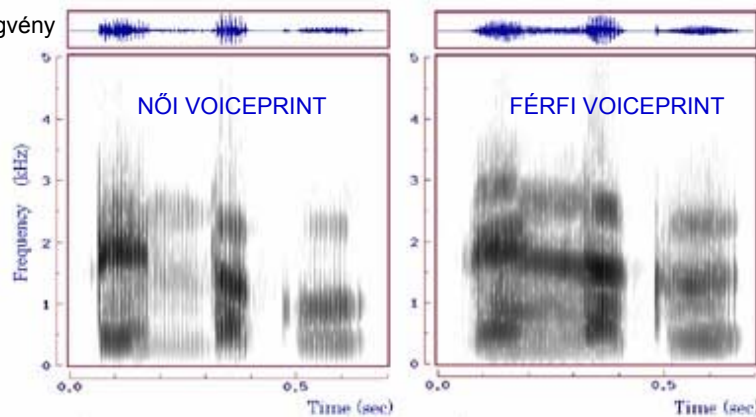


26

KIEJTETT HANGOK HANGLENYOMATA (VOICEPRINT)

idő – frekvencia reprezentáció

időfüggvény



kimondott szó:

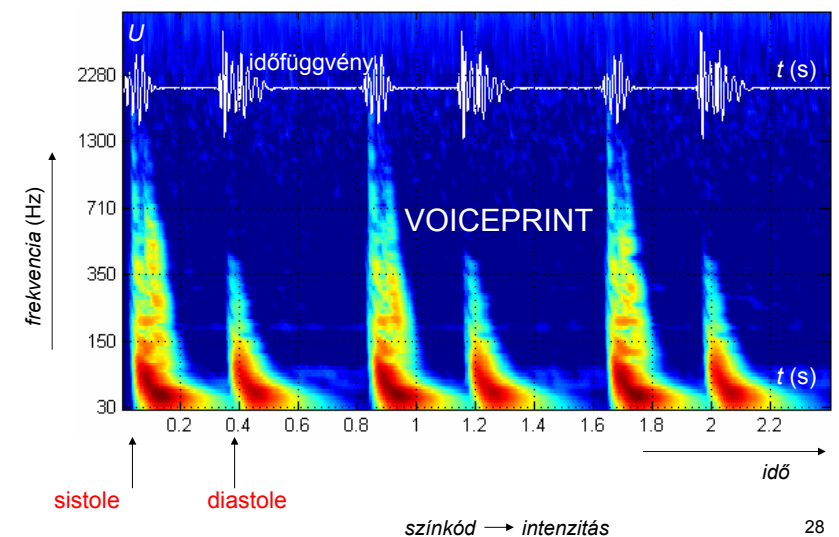
/ RE N RA KU /

/ RE N RA KU /

27

SZÍVHANGOK IDŐ-FREKVENCIA REPREZENTÁCIÓBAN

normális szívhangok

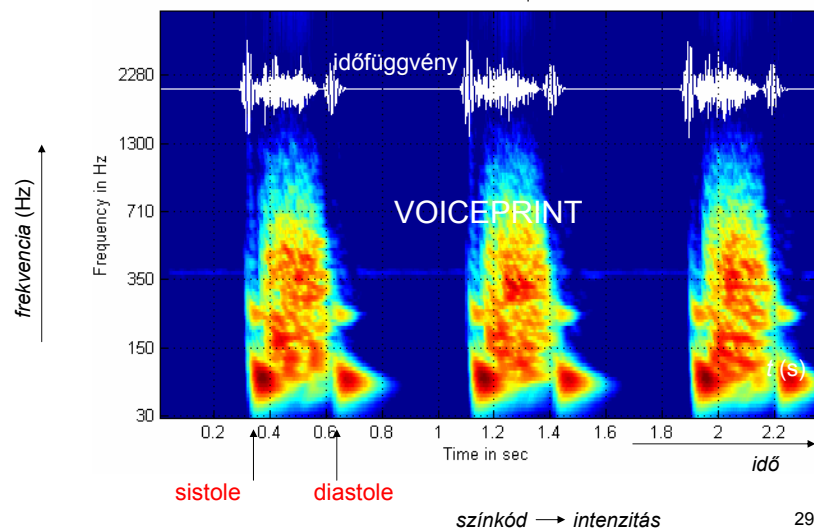


28

SZÍVHANGOK IDŐ-FREKVENCIA REPREZENTÁCIÓBAN

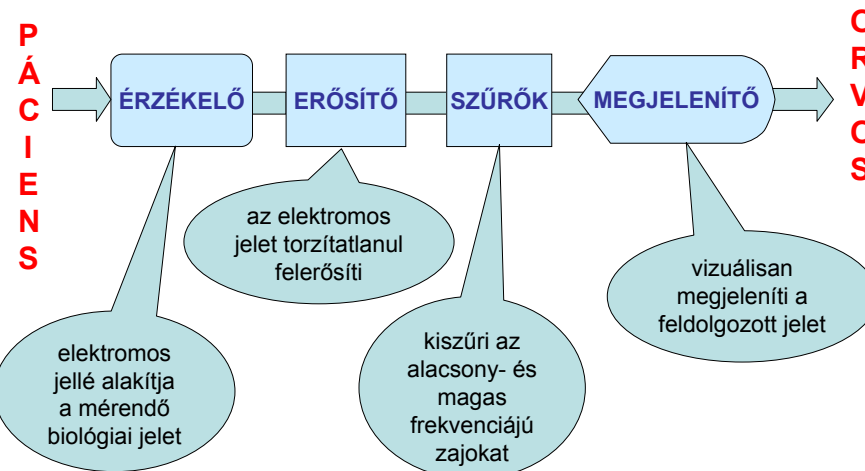
abnormális szívhangok

Aortic Stenosis - bpm = 47



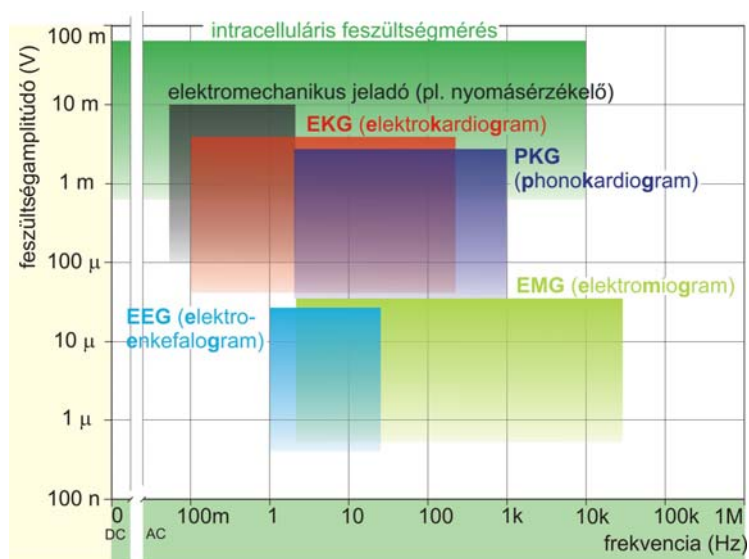
29

AZ ANALÓG JELFELDOLGOZÁS FOLYAMATÁBRÁJA



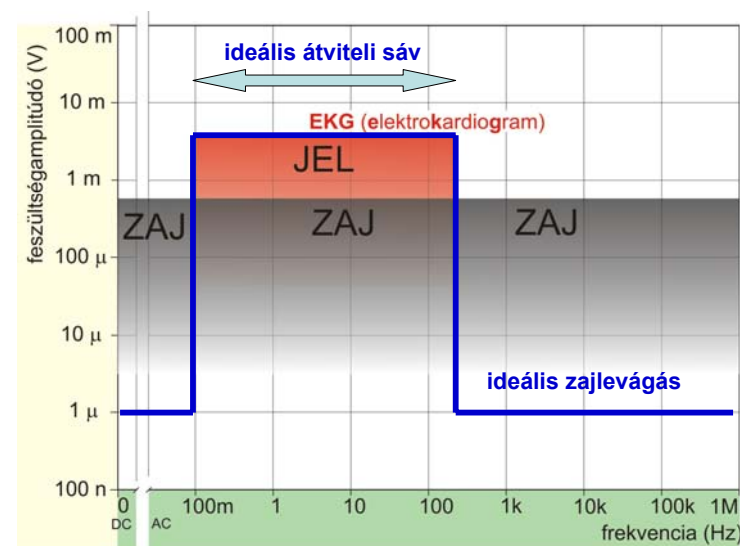
30

BIOLÓGIAI JELEK FREKVENCIA ÉS AMPLITÚDÓ VISZONYAI



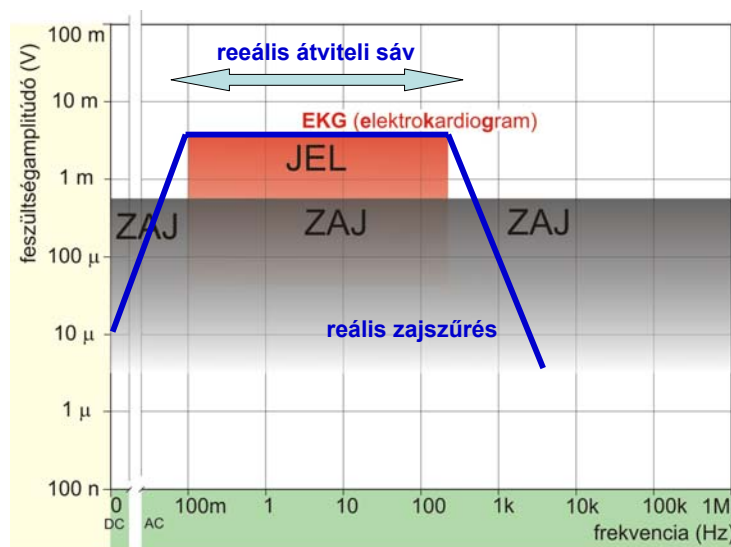
31

AZ EKG JEL FREKVENCIA, AMPLITÚDÓ ÉS ZAJVISZONYAI



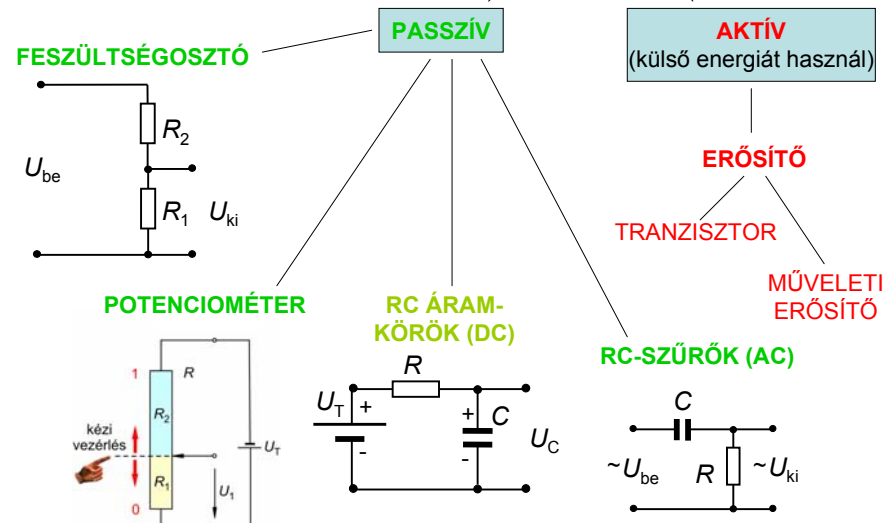
32

AZ EKG JEL FREKVENCIA, AMPLITÚDÓ ÉS ZAJVISZONYAI



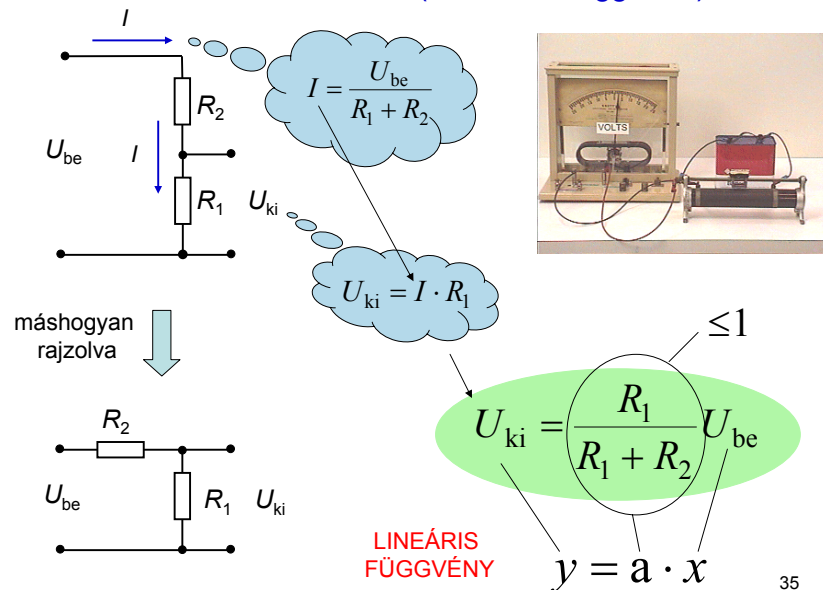
33

A JELFELDOLGOZÁS ALAPÁRAMKÖREI



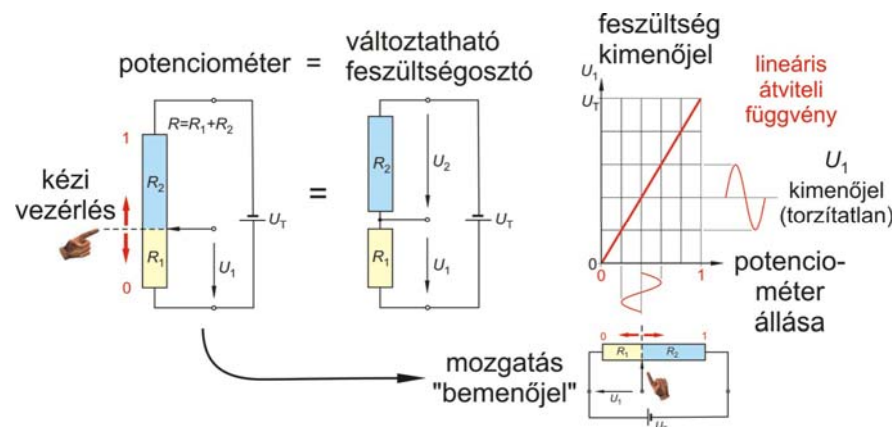
34

FESZÜLTÉSGOSZTÓ (frekvenciafüggetlen)



35

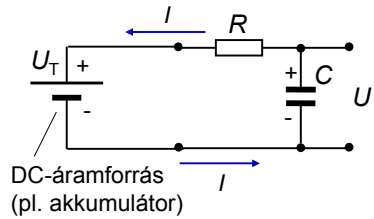
POTENCIOMÉTER (frekvenciafüggetlen, lineáris feszültségosztó)



36

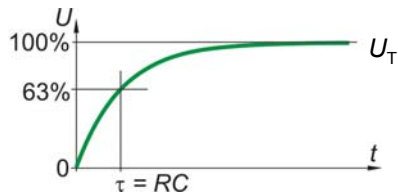
ELLENÁLLÁS ÉS KONDENZÁTOR EGYENÁRAMÚ KÖRBE

TÖLTETLEN
C KONDENZÁTOR FELTÖLTÉSE
R ELLENÁLLÁSON KERESZTÜL:



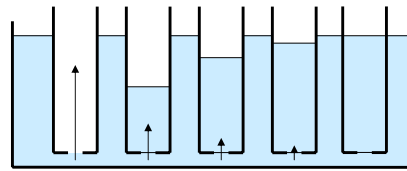
$$U = U_T \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

időállandó:
 $\tau = RC$



hidrodinamikai analógia:

hidrosztatikai nyomás = elektromos feszültség
folyadékáram = elektromos áram
a lyuk áramlási ellenállása = elektromos ellenállás

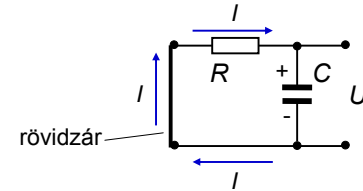


pl. $t_0=0s$ $t_1=1s$ $t_2=2s$ $t_3=3s$ $t=\infty$

37

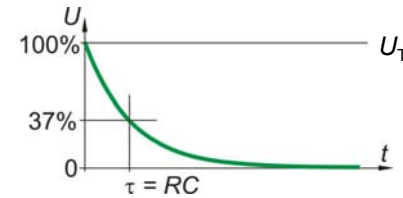
ELLENÁLLÁS ÉS KONDENZÁTOR EGYENÁRAMÚ KÖRBE

U_T FESZÜLTÉSRE FELTÖLTÖTT
C KONDENZÁTOR KISÜTÉSE
R ELLENÁLLÁSON KERESZTÜL:



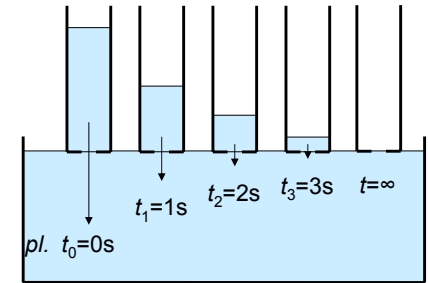
$$U = U_T e^{-\frac{t}{\tau}}$$

időállandó:
 $\tau = RC$



hidrodinamikai analógia:

hidrosztatikai nyomás = elektromos feszültség
folyadékáram = elektromos áram
a lyuk áramlási ellenállása = elektromos ellenállás



38