

Misák Sándor

# ELEKTRONIKA I.

DE TTK

v.0.1 (2007.08.19.)

## IRODALOM

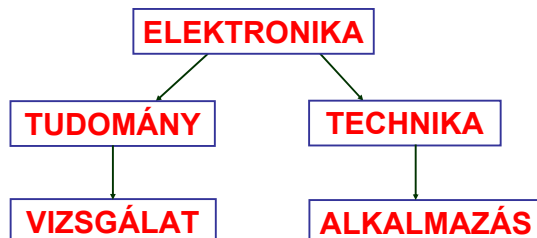
1. Székely V., Tarnay K., Valkó I.P. Elektronikus eszközök. Budapest: Műegyetemi Kiadó, 2000.
2. Gergely L. Elektronikai alkatrészek és műszerek I. Budapest: Tankönyvkiadó, 1985.
3. Rumpf K.-H. Elektronikai alkatrészek kislexikonja. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1992.
4. Bársony I., Kökényesi S. Funkcionális anyagok és technológiájuk // DE MFK (főiskolai jegyzet), 2003.
5. Sze S.M. Semiconductor Devices: Physics and Technology. New York: 2nd edition, Ed.-Wiley. 2002.
6. Wang F.F.Y. Introduction to solid state electronics. Amsterdam; New York: North-Holland; New York, NY, USA: Sole distributors for the USA and Canada, Elsevier Science Pub. Co., 1989.

## 1. előadás

1. Elektronika fogalma;
2. Villamos alapfogalmak;
3. Elektronikai alkatrészek kategóriái;
4. Passzív és aktív, lineáris és nemlineáris, vákuum és szilárdtest alkatrészek definíciója;
5. Az anyagok csoportosítása villamos szempontból.

## AZ ELEKTRONIKA FOGALMA

## AZ ELEKTRONIKA FOGALMA



## AZ ELEKTRONIKA FOGALMA

**Elektronika a tudomány azon ága, amely az elektromosan töltött részecskék mozgásával kapcsolatos jelenségeket vizsgálja.**

**A töltésmozgás történhet vákuumban, gázokban, folyadékokban és szilárd testben.**

**Elektronika a technika azon ága, amelyben kidolgozzák az elektron és ion jelenségek alkalmazási, hasznosítási módszereit.**

## AZ ELEKTRONIKA FOGALMA

Az **elektronika** magában foglalja:

- a fizikai folyamatok **vizsgálatát**;
- az **elektronikai eszközök** (lámpák, tranzistorok, integrált áramkörök, stb.) és **bonyolultabb, ezekből az eszközökből álló berendezések tervezését, gyártási technológiájuk kidolgozását.**

## VILLAMOS ALAPFOGALMAK

## AZ ANYAG SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

Minden anyag **molekulákból, atomokból** épül fel (**Bohr, Rutherford, Schrödinger**).

Az **atom** alkotórészei:

- **atommag**: **pozitív** töltésű **protonokból** és töltéssel nem rendelkező (semleges) **neutronokból** áll;
- **elektronok**: **negatív** töltésű **elektronok** elektronfelhőt alkotnak.

(Manapság kb. **200-féle** elemi részecskét ismerünk. Az elemi részecskék közé tartozik a **proton**, a **neutron** és az **elektron** is.)

## A VILLAMOS KÖLCSÖNHATÁS

A villamos töltéssel rendelkező részecskék között erőhatás tapasztalható, amely kölcsönös **vonzásban** vagy **taszításban** nyilvánul meg.

A különböző töltések **vonzák**, az azonos töltésűek **viszont taszítják** egymást.

Két töltés között fellépő **erő** (Coulomb erő):

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

## A VILLAMOS TÖLTÉSMENNYISÉG

**Elemi töltés**: egy **proton** vagy egy **elektron** töltése –  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C

Az elemi töltés **6,25 trilliószorosát** választották egységnyi töltésmennyiségnek.

A töltésmennyiség jele: **Q, q**

Mértékegysége: [ C ] coulomb

1 C = 6,25 trillió

( $6.250.000.000.000.000=6,25 \cdot 10^{18}$ )

darab **proton** vagy **elektron** töltése

## TEST TÖLTÉSE

A test **kifelé töltést** mutat, ha

- a) **elektronokat viszünk rá**: **elektrontöbblet**,
- b) **elektronokat veszünk el róla**: **elektronhiány**,
- c) a **pozitív és negatív töltések egyenletes megoszlását megszüntetjük**: **egyenlőtlen töltésmegoszlás**.

Valamely **test töltése egyenlő** a **testre rávitt** vagy a **testről elvett elektronok töltésével**, illetve a **test kívülről tapasztalható töltésével**.

## ALAPFOGALMAK

### Az ion:

Az elektron hiánnyal vagy elektrontöbblettel rendelkező atomot (vagy atomcsoportot) ionnak nevezünk.

### Töltéshordozók:

Az elmozdulásra, áramlásra képes elektronokat és ionokat töltéshordozóknak nevezünk.

## ALAPFOGALMAK

### A villamos áram:

A töltéshordozók rendezett áramlását villamos áramnak nevezük.

### A villamos áram hatásai:

- hő,
- fény,
- mágneses,
- vegyi,
- élettani.

## A VILLAMOS ERŐTÉR

Az elektron negatív, a proton pozitív villamos töltéssel rendelkezik.

Elemi töltés:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

Az elektrontöbblettel rendelkező test negatív töltésű. Az elektronhiánnyal rendelkező test pozitív töltésű.

A villamos töltéseket villamos tér veszi körül. A térnek azt a részét, amelyben villamos töltésre erő hat, villamos térnek nevezük.

Azonos nemű töltések taszítják, különböző töltések vonzzák egymást.

## VILLAMOS ERŐVONALAK

A villamos teret villamos erővonalakkal ábrázoljuk.

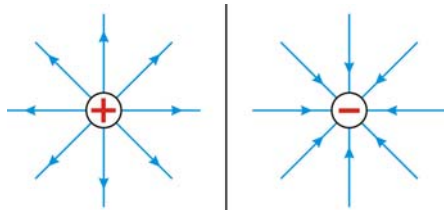
### A villamos erővonalak tulajdonságai:

- pozitív töltésen erednek, negatív töltésen végződnek;
- egyirányú erővonalak taszítják egymást;
- az erővonalak gumiszalag módjára rövidülni igyekeznek;
- az erővonalak sohasem keresztezik egymást és merőlegesek a test felületére.

## A VILLAMOS TÉR ÁBRÁZOLÁSA ERŐVONALAKKAL

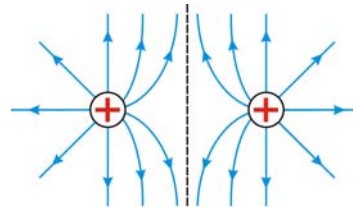
pozitív

negatív



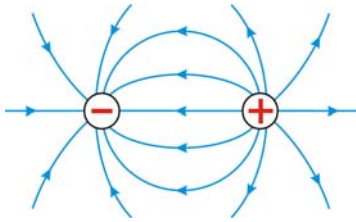
töltés körül kialakuló villamos tér

## A VILLAMOS TÉR ÁBRÁZOLÁSA ERŐVONALAKKAL



két pozitív, egymáshoz közeli töltés körül kialakuló villamos tér

### A VILLAMOS TÉR ÁBRÁZOLÁSA ERŐVONALAKKAL



két különböző előjelű, egymáshoz közeli töltés körül kialakuló villamos tér

### COULOMB TÖRVÉNYE

Két villamos töltéssel rendelkező test között fellépő erő (F) egyenesen arányos a testek villamos töltésével ( $Q_1$ ,  $Q_2$ ), és fordítottan arányos a köztük lévő távolság négyzetével ( $r^2$ ):

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad [N]$$

### COULOMB TÖRVÉNYE

k értéke függ a teret kitöltő anyagtól.

k értéke vákuum (légüres tér) és levegő esetén:

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{V \cdot m}{A \cdot s}$$

### A VILLAMOS TÉRERŐSSÉG

A villamos erőterben a villamos töltésű testekre erő hat.

- Az egységnyi (1 C) töltésre ható erőt villamos térerősségnek nevezük.

$$E = \frac{F}{Q}$$

[ V/m ] F : erő [ N ]

Q : töltésmennyiség [ C ]

- A villamos térerősség vektormennyiség. Hatásvonalát a vizsgált ponton átmenő villamos erővonalhoz húzott érintő, nagyságát és irányát a pozitív töltésre ható erő adja meg.

### A VILLAMOS TÉRERŐSSÉG

A villamos tér minden pontja jellemezhető egy-egy térerősség-vektorral.

- Homogén a villamos tér, ha a térerősség nagysága és iránya a tér minden pontjában megegyezik.
- Homogén villamos térben az egységnyi erővonalhosszra jutó feszültséget villamos térerősségnek nevezük.

$$E = \frac{U}{d} \quad [V/m] \quad U : \text{feszültség [ V ]}$$

d : erővonalhossz [ m ]

### A VILLAMOS POTENCIÁL

A villamos tér két pontja között feszültség mérhető. A villamos tér pontjainak feszültségét a tér egy kiválasztott pontjához viszonyítva is mérhetjük, illetve számíthatjuk.

A villamos tér pontjainak a tér egy kiválasztott pontjához viszonyított feszültségét villamos potenciálnak (U [ V ]) nevezük.

A villamos tér minden pontja jellemezhető egy-egy potenciálértékkel. A villamos tér kiválasztott pontját, amelyhez a többi pontjának feszültségét viszonyítjuk, nulla potenciálú helynek vagy nulla-pontnak nevezük.

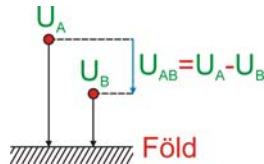
### A VILLAMOS POTENCIÁL

Nulla potenciálú helyként általában a Földet, illetve a Föld nedves rétegeivel vezetői összeköttetésben levő fémtesteket választjuk.

A villamos tér két pontja közötti feszültség egyenlő a két pont potenciáljának különbségével.

feszültség = potenciálkülönbség

$$U_{AB} = U_A - U_B$$



### A VILLAMOS MEGOSZTÁS

A villamos tér hatására a vezető anyagokban megszűnik a pozitív és negatív töltések egyenletes eloszlása.

A vezető anyag villamos töltést mutat, mert az egyik részén elektrontöbblet, a másik részén elektronhiány alakul ki. Ezt a jelenséget villamos megosztásnak nevezzük.

Ha a vezetőt kivesszük a villamos térből, a megosztás megszűnik.

### KAPACITÁS (TÖLTÉSBEGOGADÓ KÉPESSÉG)

A kapacitás:  $C$  [ F ] farad

Valamely vezetőre vitt  $Q$  töltés egyenesen arányos az általa létesített  $U$  potenciállal: hányadosuk állandó és jellemző az adott vezetőre.

A vezető villamos kapacitása:

$$C = \frac{Q}{U} \quad [ F ]$$

### KAPACITÁS (TÖLTÉSBEGOGADÓ KÉPESSÉG)

1 F a kapacitása annak a vezetőnek, amelyen 1 C töltés 1 V potenciált hoz létre.

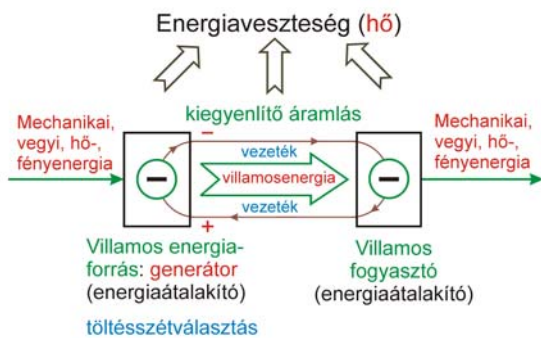
A farad a gyakorlat számára igen nagy egység, ezért annak törtrészeit használjuk.

mikrofarad :  $1 \mu F = 10^{-6} F$

nanofarad :  $1 nF = 10^{-9} F$

pikofarad :  $1 pF = 10^{-12} F$

### AZ ÁRAMKÖRÖK ALAPMODELLJE



### AZ EGYSZERŰ ÁRAMKÖR

Rajzjelek:

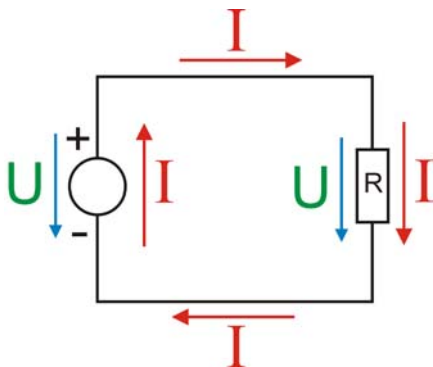
ideális feszültséggenerátor

ideális galvánelem

fogyasztó (ellenállás)

ideális vezeték

### AZ EGYSZERŰ ÁRAMKÖR



### FESZÜLTÉS

A feszültség:  $U$  [V] volt

töltésszétválasztás  $\rightarrow$  feszültség

feszültség: töltéskiegyenlítődésre törekvő hatás

Két pont között a feszültség egyenlő azzal a munkával (W), amit akkor végzünk, amikor a 1 C töltést az egyik pontból a másikba viszünk.

$$U = \frac{W}{Q} \quad [V]$$

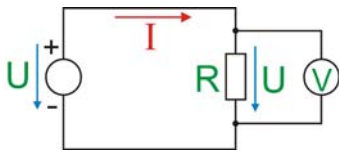
### FESZÜLTÉS

A feszültséget **voltmérővel** mérjük.



A voltmérő **belső ellenállása nagy**, ideális voltmérőé **végtelen**.

A voltmérőt a fogyasztóval **párhuzamosan** kell bekötni!



### ÁRAMERŐSSÉG

Az áramerősség:  $I$  [A] amper

töltéskiegyenlítődés  $\rightarrow$  áram

A vezető keresztmetszetén 1 s alatt átáramló töltésmennyiséget **áramerősségnek** nevezzük.

$$I = \frac{Q}{t} \quad [A]$$

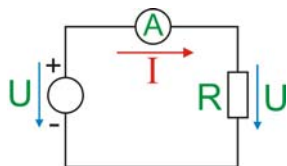
### ÁRAMERŐSSÉG

Az áramerősséget **ampermérővel** mérjük.



Az ampermérő **belső ellenállása kicsi**, ideális ampermérőé **nulla**.

Az ampermérőt a fogyasztóval **sorosan** kell bekötni!



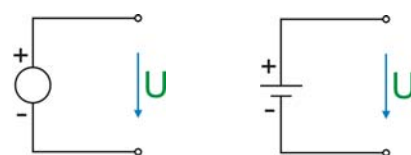
### IRÁNYSZABÁLYOK

Feszültség hatására zárt áramkörben **áram** folyik.

a) Feszültségirány  $\rightarrow$

A feszültség nyila

a **pozitív pólustól** a **negatív felé** mutat



### IRÁNYSZABÁLYOK

b) Megállapodás szerinti vagy technikai áramirány

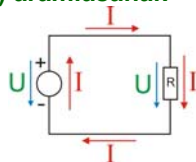


Az áramerősség nyila

A pozitív pólustól a fogyasztón keresztül a negatív pólus felé haladva kijelöli a pozitív töltések (képzelt) áramlásának irányát

U és I iránya:

- fogyasztón megegyező;
- generátoron ellentétes.



### ELLENÁLLÁS

Az ellenállás:  $R$  [  $\Omega$  ]

A villamos ellenállás a testeknek az a tulajdonsága, hogy a villamos áram áthaladását anyagi minőségüktől és méreteiktől függően gátolják.

Az ellenállás jele:  $R$

Mértékegysége: [  $\Omega$  ] Ohm

1  $\Omega$  az ellenállása annak a vezetőknek, amelyen 1 V feszültség 1 A áramot hajt.

### VEZETŐKÉPESSÉG

A vezetőképesség:  $G$  [  $S$  ]

Az ellenállás reciprok értékét vezetőképességnek nevezük.

$$G = \frac{1}{R}$$

A vezetőképesség jele:  $G$

Mértékegysége: [  $S$  ] siemens

$$1 S = \frac{1}{1 \Omega}$$

### OHM TÖRVÉNYE

Az áramerősség egyenesen arányos a feszültséggel és fordítottan arányos az ellenállással.

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

### FAJLAGOS ELLENÁLLÁS

A fajlagos ellenállás:  $\rho$  [  $\Omega m$  ]

Valamilyen anyag, 1 m hosszú ( $l$ ) 1 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű ( $A$ ) darabjának 20 °C-on mért ellenállását ( $R$ ) az adott anyagra villamos szempontból jellemző értéknek, fajlagos ellenállásnak ( $\rho$ ) nevezük.

$$\rho = R \frac{A}{l}$$

### FAJLAGOS ELLENÁLLÁS

A fajlagos ellenállás jele:  $\rho$  (ró)

Mértékegysége: [  $\Omega m$ ,  $\Omega mm^2/m$  ]

$$1 \Omega m = 10^6 \Omega mm^2/m.$$

Vörösrézre:  $\rho_{Cu} = 0,0175 \Omega mm^2/m$

Alumíniumra:  $\rho_{Al} = 0,03 \Omega mm^2/m$

### FAJLAGOS VEZETŐKÉPESSÉG

A fajlagos vezetőképesség:  $\gamma$  [ S/m ]

Valamely anyag,  $1 \text{ mm}^2$  keresztmetszetű (A)  $20^\circ\text{C}$ -on  $1 \Omega$  ellenállású (R) darabjának méterben mért hosszát (l) az adott anyagra villamos szempontból jellemző értéknek, fajlagos vezetőképességnek ( $\gamma$ ) nevezzük.

A fajlagos vezetőképesség a fajlagos ellenállás reciprok értéke:

$$\gamma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \frac{l}{A}$$

### FAJLAGOS VEZETŐKÉPESSÉG

A fajlagos vezetőképesség jele:  $\gamma$  (gamma)

Mértékegysége: [ S/m, S·m/mm<sup>2</sup> ]

$$1 \text{ S/m} = 10^{-6} \text{ S}\cdot\text{m}/\text{mm}^2.$$

Vörösrézre:  $\gamma_{\text{Cu}} = 57 \text{ S}\cdot\text{m}/\text{mm}^2$

Alumíniumra:  $\gamma_{\text{Al}} = 33 \text{ S}\cdot\text{m}/\text{mm}^2$

### VEZETÉK ELLENÁLLÁSA

A vezeték ellenállása függ:

- a vezeték anyagától,
- a vezeték geometriai méreteitől.

A vezető ellenállása (R) egyenesen arányos a vezetékanyag fajlagos ellenállásával ( $\rho$ ) valamint a vezeték hosszával (l) és fordítottan arányos a vezeték keresztmetszetével (A).

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad [\Omega]$$

$\rho$  : fajlagos ellenállás [  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  ],  
l : vezeték hossz [ m ],  
A : keresztmetszet [  $\text{mm}^2$  ]

### VEZETÉK ELLENÁLLÁSA

Mintafeladat:

$$\rho_{\text{Al}} = 0,03 \Omega\text{mm}^2/\text{m}, \quad l = 50 \text{ m}, \quad A = 2,5 \text{ mm}^2.$$

$$R = (0,03 \cdot 50) / 2,5 = 0,6 \Omega$$

$$\rho = R \frac{A}{l} \left[ \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \right]$$

$$A = \rho \frac{l}{R} \left[ \text{mm}^2 \right]$$

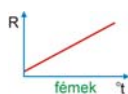
$$l = \frac{RA}{\rho} \left[ \text{m} \right]$$

### AZ ELLENÁLLÁS HŐMÉRSÉKLETFÜGGÉSE

Az anyagok ellenállása függ a hőmérséklettől.

A hőmérséklet emelkedésével

- a fémek ellenállása növekszik ( $\alpha$  pozitív);
- a szén, a félvezetők és az elektrolitok ellenállása csökken ( $\alpha$  negatív).



### A HŐMÉRSÉKLETI TÉNYEZŐ (HŐFOKTÉNYEZŐ)

A hőmérsékleti tényező (hőfoktényező) jele:  $\alpha$  (alfa) [ $1/^\circ\text{C}$ ]

A hőmérsékleti tényező megadja, hogy valamely anyag  $1 \Omega$  ellenállású darabjának hány ohmmal változik meg az ellenállása, ha hőmérsékletét  $20^\circ\text{C}$ -ról  $21^\circ\text{C}$ -ra növeljük.

(A hőmérsékleti tényezőt általában  $20^\circ\text{C}$ -ra adják meg.)

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,0038 \text{ } 1/^\circ\text{C}, \quad \alpha_{\text{Al}} = 0,004 \text{ } 1/^\circ\text{C},$$

$$\alpha_{\text{C}} = -0,0004 \text{ } 1/^\circ\text{C}.$$



### A MELEGELLENÁLLÁS ÉS SZÁMÍTÁSA

**R'** : melegellenállás (ellenállás 20 °C-tól eltérő hőmérsékleten);

**R<sub>20</sub>** : ellenállás 20 °C-on;

**α** : hőfoktényező 20 °C-ra vonatkoztatva.

**°t** : a 20 °C-tól eltérő hőmérséklet.

**Δ°t** = t<sub>1</sub> - t<sub>2</sub> = °t - 20 : hőmérsékletváltozás 20 °C-hoz képest.

**ΔR** = R' - R<sub>20</sub> = RαΔ°t : ellenállásváltozás R<sub>20</sub>-hoz képest.

### A MELEGELLENÁLLÁS ÉS SZÁMÍTÁSA

$$R' = R_{20} + \Delta R$$

$$R' = R_{20} + R_{20} \alpha \Delta^{\circ}t$$

$$R' = R_{20} + R_{20} \alpha (^{\circ}t - 20) \quad [\Omega]$$

$$R' = R_{20} (1 + \alpha \Delta^{\circ}t)$$

**°t számítása:**

$$^{\circ}t = \frac{R' - R_{20}}{R_{20} \alpha} + 20 \quad [^{\circ}C]$$

### A VILLAMOS MUNKA

A villamos energia a fogyasztóban más energiává alakul át és így villamos motorokat hajt, hőt fejleszt, világít, stb.

A villamos munkát a villamos mező feszültsége hozza létre a töltések mozgásával.

$$U = \frac{W}{Q} \rightarrow W = Q \cdot U \quad \text{és}$$

$$I = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = I \cdot t$$

### A VILLAMOS MUNKA

$$W = U \cdot I \cdot t = P \cdot t \quad [J = W \cdot s] \quad \text{joule}$$

$$3600 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ W} \cdot \text{h} \quad \text{és} \quad 1000 \text{ W} \cdot \text{h} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

A villamos munka egyenesen arányos a feszültséggel, az áramerősséggel és az áram áthaladásának idejével.

$$W = U \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = P \cdot t$$

### A VILLAMOS MUNKA

**Meghatározása:**

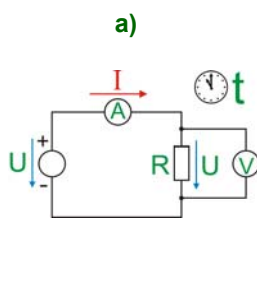
a) U, I, és t méréssel;

b) I, R és t méréssel;

c) U, R és t méréssel;

d) P és t méréssel

e) fogyasztásmérővel.



### A VILLAMOS TELJESÍTMÉNY

A villamos teljesítmény egyenlő az időegység alatt végzett villamos munkával.

A villamos teljesítmény egyenesen arányos a feszültséggel és az áramerősséggel.

$$P = U \cdot I = I^2 R = \frac{U^2}{R} = \frac{W}{t} \quad [W] \quad \text{watt}$$

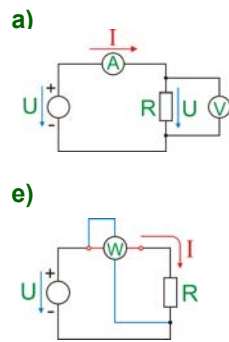
$$1000 \text{ W} = 1 \text{ kW} \quad \text{és} \quad 1000 \text{ kW} = 1 \text{ MW}$$

1 W annak a villamos berendezésnek a teljesítménye, amelyekben 1 V feszültség 1 A áramerősséget hajt keresztül.

### A VILLAMOS TELJESÍTMÉNY

**Meghatározása:**

- a) **U** és **I** mérésével;
- b) **I** és **R** mérésével;
- c) **U** és **R** mérésével;
- d) **W** és **t** mérésével
- e) **wattmérővel**.



### A HATÁSFOK

A villamos gépek és készülékek energiát alakítanak át. Az energiaátalakítás során a bevezetett energia egy része mindig olyan energiává (elsősorban hőenergiává) alakul át, amely nem hasznosítható. Ezt veszteségi energiának (veszteségnek) nevezzük.

- Bevezetett energia (teljesítmény):  $W_b$  ( $P_b$ )
- Hasznosított energia (teljesítmény):  $W_h$  ( $P_h$ )
- Veszteségi energia (teljesítmény):  $W_v$  ( $P_v$ )

$$W_h = W_b - W_v$$

### A HATÁSFOK

A hatásfok:  $\eta$  (éta)

A hatásfok az a szám, amely megmutatja, hogy a bevezetett energia hányadrészét hasznosíthatjuk.

A hatásfok mindig kisebb 1-nél, illetve 100%-nál.

$$\eta = \frac{W_h}{W_b} \quad \text{ill.} \quad \eta = \frac{P_h}{P_b} \quad \text{százalékban:}$$

$$\eta = \frac{W_h}{W_b} \cdot 100\% \quad \text{ill.} \quad \eta = \frac{P_h}{P_b} \cdot 100\%$$

### A VILLAMOS ÁRAM HŐHATÁSA

A villamos áram melegíti a vezetőket. A villamos energia ( $W$ ) hőenergiává ( $Q$ ) alakul.

Joule törvénye:

A villamos energia átalakulása során keletkezett hőenergia egyenesen arányos az áramerősség négyzetével, a vezető ellenállásával és az áram áthaladásának idejével.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad \text{J (Joule)}$$

1 J  $\approx$  0,24 cal (kalória)

1 cal  $\approx$  4,2 J

### A HŐÁTADÁS HATÁSFOKA

A villamos hőfejlesztő berendezések hőátadása során a keletkezett hőenergia egy része veszteség. (Ezért  $\eta < 100\%$ )

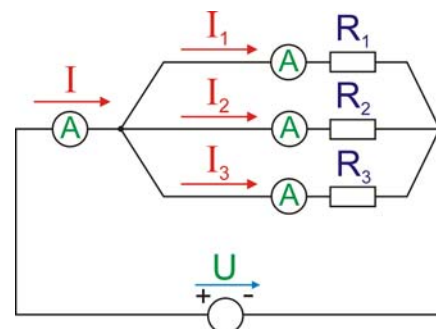
A bevezetett villamos energia:  $W_b = UIt = Pt$

A hasznosított hőenergia:  $Q_h = mc\Delta^o t$

A hőátadás hatásfoka:  $\eta = \frac{Q_h}{W_b}$

### KIRCHHOFF I. TÖRVÉNYE

#### CSOMÓPONTI TÖRVÉNY



### KIRCHHOFF I. TÖRVÉNYE

#### CSOMÓPONTI TÖRVÉNY

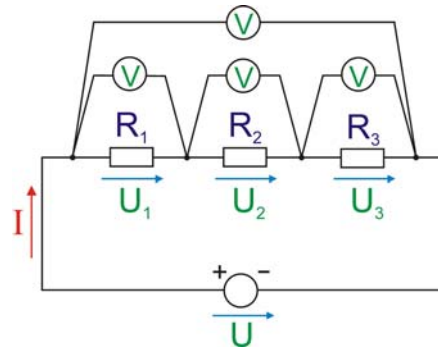
**Áramelágazás** esetén a csomópontba befolyó áramok összege egyenlő a csomópontból kifolyó áramok összegével.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

párhuzamos kapcsolás

### KIRCHHOFF II. TÖRVÉNYE

#### HUROKTÖRVÉNY



### KIRCHHOFF II. TÖRVÉNYE

#### HUROKTÖRVÉNY

**Zárt áramkörben** az áramot fenntartó feszültség egyenlő az ellenállásokon eső feszültségek összegével.

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

soros kapcsolás

### A MÁGNESES ERŐTÉR

**Mozgó, áramló töltések (áramok) körül** mágneses tér alakul ki.

**Nyugvó töltések körül** → **villamos tér.**

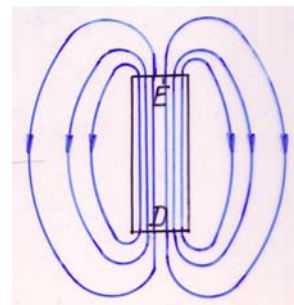
**Mozgó töltések körül** → **mágneses tér:**  
elektromágneses tér

**A mágneses teret** mágneses indukcióvonalakkal ábrázoljuk.

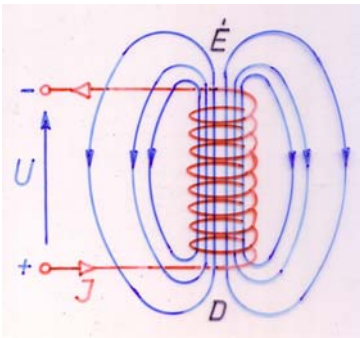
### A MÁGNESES INDUKCIÓVONALAK TULAJDONSÁGAI

- **A mágnes É (északi) sarkán** lépnek ki és a **D (déli) sarkán** lépnek be, a mágnesen belül a **D saroktól az É sarok felé** haladnak;
- önmagukban **záródnak**;
- **egyirányú** indukcióvonalak **taszítják egymást**;
- **gumiszalag módjára rövidülni** igyekeznek;
- egymást **sohasem keresztezik** (eredőjük hat).

### ÁLLANDÓ MÁGNES MÁGNESES TERE

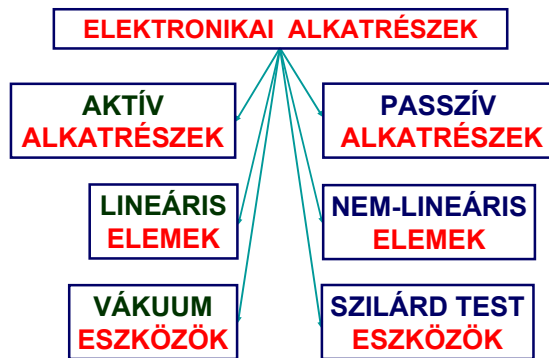


### ÁRAMJÁRTA EGYENES TEKERCS (szolenoid) MÁGNESES TERE



## ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK KATEGÓRIÁI

### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK KATEGÓRIÁI



### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK KATEGÓRIÁI

**Aktív alkatrészek** növelik a hozzájuk vezetett energiaszintet (pl. trióda, tranzisztor).

**Passzív alkatrészek** csökkentik a hozzájuk vezetett energiaszintet (pl. ellenállás, kondenzátor, indukciós tekercs, transzformátor, dióda, stb.).

**A lineáris alkatrészekben** a feszültség és áram között lineáris összefüggés van.

**A nemlineáris elemekben** a feszültség és áram között nemlineáris összefüggés van.

### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK KATEGÓRIÁI

Általános esetekben a **nemlineáris elemekhez** soroljuk a tranzisztorokat, elektroncsöveket, induktív tekercseket, vasmagos transzformátorokat, átalakítókat (optikai-elektromos, adócsövek; elektromos-optikai, vevőcsövek). Ezeket közelítőleg **lineáris elemként** vizsgáljuk (kezeljük), különösen kisjel-szintű működésnél.

**A vákuum elemekben** alkalmazzák a vákuumban végbemenő elektromos jelenségeket.

**A szilárd elemekben** alkalmazzák a szilárd testekben végbemenő szabad töltéshordozók mozgását.

## ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Elektronikai alkatrész (eszköz, elem)** egy olyan eszköz, amely bizonyos elektromos (esetleg mágneses, optikai) funkciót végez.

**Elektronikai áramkör** elektronikus eszközök elektromos kapcsolásából létrejött elektromos hálózat.

**Ellenállás** egy elektronikai áramkör azon eleme, mely bizonyos állandó vagy változó (szabályozható) ellenállást visz az áramkörbe.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

Az **ellenállás** lineáris karakterisztikájú, passzív elektronikai alkatrész.

A **villamos ellenállása** független a rákapcsolt feszültség nagyságától és polaritásától.

Az **ellenállás** értéke közelítőleg független a hőmérséklettől és az üzemi frekvenciatartományban a frekvenciától is.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Kondenzátor** egy elektronikai áramkör azon eleme, mely bizonyos állandó vagy változó (szabályozható) kapacitást visz az áramkörbe.

**Kondenzátor** elektromos töltéseket tároló passzív elektronikai alkatrész.

A **kondenzátorok** két, egymással szemben levő, elektromosan vezető felületről (fegyverzet) állnak, amelyeket egymástól nem vezető dielektrikum választ el.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Indukciós tekercs** egy elektronikai áramkör azon eleme, mely bizonyos állandó vagy változó (szabályozható) induktivitást visz az áramkörbe.

**Tekercs** passzív elektronikai eszköz, amelyet úgy állítanak elő, hogy szigetelőtesten (vagy szigetelőtest nélküli, önhordozó kivitelben), szigetelt huzalból egymástól elszigetelt meneteket alakítunk ki.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Indukciós tekercs** egy elektronikai áramkör azon eleme, mely bizonyos állandó vagy változó (szabályozható) induktivitást visz az áramkörbe.

**Tekercs** passzív elektronikai eszköz, amelyet úgy állítanak elő, hogy szigetelőtesten (vagy szigetelőtest nélküli, önhordozó kivitelben), szigetelt huzalból egymástól elszigetelt meneteket alakítunk ki.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Kétpólus** két kivezető kapocccsal vagy egy be- és egy kimeneti kapocccsal rendelkező „feketedoboz”.

Van bemeneti és kimeneti kapocccsal rendelkező aktív kétpólus (pl. **negatív ellenállás, negatív differenciális ellenállás**), kétkimenetű aktív kétpólus (**generátorok és oszcillátorok**), továbbá passzív kétpólus (**ellenállás, kondenzátor, tekercs, dióda**).

A kétpólusokból felépített hálózatok számításainak alapját a **Kirchhoff-törvények** adják.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Négypólus** két bemeneti és két kimeneti kapoccsal rendelkező „fekete-doboz”.

Van **aktív (erősítő) négypólus** (pl. **tranzisztor, trióda**) és **passzív kétpólus** (pl. **transzformátor, szűrők és vezetékek**).

A **négypólus viselkedése a négypólus-paraméterekkel** írható le. **Tranzisztoros erősítőknél a h-paramétereknek és az y-paramétereknek van jelentősége.**

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Kapcsoló** egy áramköri elem, amely két pont között **szakadást** vagy **rövidzárat** alakít ki, alkalmas **digitális jel előállítására**.

**Erősítő** ugyanabban az **energiafajtában állítja elő egy gyenge jel felnagyított mását**.

Ezt a **vezérlés** teszi lehetővé, vagyis az, hogy a **felerősítendő (bemenő) jel** az eszköz egy **fontos paraméterét** befolyásolja. A **felerősített (kimenő) jel**hez szükséges energiát külön **energiaforrás** szolgáltatja.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Oszcillátor** **elektromos rezgéseket előállító berendezés**, lényege sok esetben **erősítő**, melyben a **kimenő jel egy részét megfelelő fázisban visszavezetik vezérlő jelnek**.

**Elektróda** egy **elektronikus eszköz olyan belső pontja**, amely az **áramkör (hálózat) csomópontjaihoz definiálható módon csatlakozhat**.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Egyenirányító** olyan eszköz, amely két pont között **egyik irányban lényegében átengedi, másik irányban lényegében megszakítja az áramot**. Az az **elektródája**, amely **áramvezetésekor pozitívabb, az anód**, a másik a **katód**.

**Dióda (vákuum, félvezető)** két elektródával rendelkező eszköz, amely többnyire **egyenirányításra képes**.

**Dióda nemlineáris, aszimmetrikus karakterisztikájú passzív kétpólus**, amely a **rákapcsolt feszültség polaritásától függően eltérő viselkedést mutat**.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Elektroncső (vákuumcső)** igen **kis légnomásra szivattyúzott lezárt edény**, amely **rögzített elektródákat tartalmaz, azok kivezetéseivel**. Egyik **elektródája (katód) elektromosan izzítható**.

**Trióda (vákuum)** **három elektródás cső**. Az **anód és katód között rácsa van**.

A **rácra adott feszültség a katódból az anód felé haladó elektronok mennyiségét vezérli**.

**Tranzisztor** **három elektródás félvezető eszköz**. Két típusa van: **bipoláris és térvezérlésű tranzisztor**.

#### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Bipoláris tranzisztor** **elterjedt erősítő és kapcsoló félvezető eszköz**.

**Lényege: egykristályos lapkában p-n-p vagy n-p-n adalékolású zónák (területek, tartományok), melyek közül a középső nagyon keskeny**.

A **három zóna a tranzisztor három elektródája: emitter, bázis (vezérlő elektróda) és kollektor**.

### ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK DEFINÍCIÓI

**Fém-szigetelő (oxid) – félvezető tranzisztor** (szigetelt elektródás térvezérlésű tranzisztor, MIS-, MOS-tranzisztor): igen elterjedt félvezető erősítő és kapcsoló eszköz.

**Elektródái:** a forrás (Source), a nyelő (Drain) és a vezérlő elektróda, a kapu (Gate).

### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**Elsőrendű vezetők** azok, amelyekben az áramvezetés nem jár anyagátvitellel.

**Pl.:** a fémek, a félvezetők, a szén grafit módosulata (bennük a töltéshordozók az elektronok).

**Másodrendű vezetők** azok, amelyekben az áramvezetés anyagátvitellel jár.

**Pl.:** sók, savak, lúgok vizes oldata vagy olvadéka – elektrolitok (bennük a töltéshordozók az ionok, melyeknek mozgása a közegben anyagátvitellel jár).

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**Harmadrendű vezetők:** a gázok csak külső ionizáló hatásra válnak vezetővé (bennük töltéshordozók az ionok és az elektronok).

**Anyag:** technikai értelemben az ember által alkotott szerszámok, gépek, eszközök, berendezések, műtárgyak építőeleme.

A modern atomfizika egyre mélyebbre hatol az anyag szerkezetébe.

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**Vezetők:** nagymennyiségű töltéshordozóval rendelkeznek (vezetik a villamos áramot).

**Félvezetők:** kis hőmérsékleten szigetelnek, külső hatásra (hő, fény, sugárzás) vezetővé válnak.

**Szigetelők (dielektrikumok):** gyakorlatilag nem rendelkeznek szabad töltéshordozókkal (nem vezetik a villamos áramot).

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**Vezetőknek** nevezzük azokat az anyagokat, melyek alapvető tulajdonsága a kis elektromos ellenállással jellemezhető jó áramvezetés:  $10^{-11} \leq \rho \leq 10^{-4}$  Ohm·m.

**Félvezetőknek** nevezzük azokat a szilárd anyagokat, melyek fajlagos ellenállása a vezetőké és a dielektrikumok között van és nagymértékben függ az adalékok, a különböző rácshibák fajtájától és koncentrációjától, csakúgy, mint a különböző külső hatásoktól (hőmérséklet, megvilágítás, stb.):  $10^{-4} \leq \rho \leq 10^7$  Ohm·m.

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**Szigetelőknek** nevezzük azokat a szilárd anyagokat, amelyekben nagy feszültségek hatására sem folyik számottevő áram.

**Tökéletes szigetelő nincs**, elegendően nagy feszültség esetén mindig mérhető csekély áramerősség.

**Aktív (nagy-) és passzív (kis-) kapacitású szigetelők.**

**Különleges tulajdonságuk az, hogy bennük létezik elektrosztatikus mező (polarizáció):**

$$10^7 \leq \rho \leq 10^{16} \text{ Ohm}\cdot\text{m}.$$

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**Mágneses anyagoknak** nevezzük azokat, amelyeket mágneses térbe helyezve a teret kisebb vagy nagyobb mértékben megváltoztatják.

**A mágneses anyagokban a külső tér befolyásolásának mértéke több nagyságrenddel nagyobb, mint más anyagok esetében.**

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**Néhány anyag fajlagos ellenállásának értéke:**

• **fémek:**

$$\rho_{\text{Ag}} \text{ (ezüst)} = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ } \Omega \cdot \text{m};$$

$$\rho_{\text{Cu}} \text{ (réz)} = 1,75 \cdot 10^{-4} \text{ } \Omega \cdot \text{m};$$

$$\rho_{\text{Ni-Cr}} \text{ (nikkel-króm)} = 1,08 \cdot 10^{-6} \text{ } \Omega \cdot \text{m}.$$

• **félvezetők:**

$$\rho_{\text{CdS}} \text{ (kadmium szulfid)} = 10^{-3} \div 10^{12} \text{ } \Omega \cdot \text{m};$$

$$\rho_{\text{Ge}} \text{ (germánium)} = 10^{-6} \div 4,7 \cdot 10^{-1} \text{ } \Omega \cdot \text{m}.$$

• **dielektrikumok:**

$$\rho \text{ (csillám)} = 10^{11} \div 10^{14} \text{ } \Omega \cdot \text{m};$$

$$\rho \text{ (üveg)} = 10^6 \div 10^{13} \text{ } \Omega \cdot \text{m}.$$

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**A megadott példákban észrevehető, hogy a különböző anyagcsoportok fajlagos ellenállásai fedhetik egymást. Ezért az anyagokat egyértelműen nem csoportosíthatjuk a fajlagos ellenállás értékek alapján.**

**Segítségünkre lehet a fajlagos ellenállás (vezetőképesség) hőmérsékleti függése, ami különböző a fémek és félvezetők esetében.**

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**A fémeknél a  $\rho$  értéke növekszik a  $T$  abszolút hőmérséklet növekedésével:**

$$\rho_T = \rho_0 (1 + \alpha t) = \frac{\rho_0}{T_0} T,$$

ahol  $\rho_0$  a fém fajlagos ellenállása  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ -nál,  $\alpha$  a fém hőfoktényezője,  $t$  hőmérséklet ( $^\circ\text{C}$ -ben),  $T_0 = 273 \text{ K}$ .

#### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

**A félvezetőknel a  $\rho$  értékének hőmérsékleti függése más, mint a fémeknél:**

$$\rho_T = \rho_0 \exp\left(\frac{\beta}{T}\right),$$

ahol  $\beta$  egy bizonyos hőmérsékleti tartományban egy állandó, amely minden egyes félvezető anyagnál egy jellemző érték.



### AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

Legyen  $\delta$  a fajlagos ellenállás hőmérsékleti tényezője:

$$\delta = \frac{\Delta\rho}{\Delta T} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{T_2 - T_1}.$$

A fémeknél  $\delta > 0$ , a félvezetőkénél pedig  $\delta < 0$ .

A  $\delta$  előjele ugyancsak **nem lehet** az anyagok csoportosításának meghatározó kritériuma, mert egy félvezető bizonyos hőmérsékleti tartományban hasonlóképpen viselkedhet, mint egy fém.

### A DIELEKTROMOS POLARIZÁCIÓ (SARKÍTÁS)

A villamos tér hatására a szigetelőanyagok molekuláiban a pozitív és negatív töltések súlypontja **szétválik** és az így kialakult dipólusmolekulák **beállnak** a villamos tér irányába. Ezt a jelenséget **dielektromos polarizációnak** nevezzük.



### A DIELEKTROMOS VESZTESÉG

Váltakozó irányú villamos térben a szigetelőanyag molekulái **át polarizálódnak**: a villamos tér irányának változásakor átfordulnak.

Az **át polarizálódás** hőfejlődéssel, energiavesztéssel jár, melyet **dielektromos veszteségnek** nevezünk.

Ez a jelenség felhasználható szigetelőanyagok **hevítésére**.

### A SZIGETELŐANYAGOK ÁTÜTÉSE

Az átütési szilárdság:  $E_{kr}$  [ kV/cm ]

Ha a szigetelő anyagokban növeljük a térerősséget, a molekuláik polarizációja egyre nagyobb mértékű. Egy, a szigetelőanyagra jellemző térerősségnél a molekulákról elektronok szakadnak le, így a szigetelőanyagban **szabad töltéshordozók** keletkeznek.

Ezt a lavinaszerűen bekövetkező jelenség az **átütés**, aminek következtében a legtöbb szigetelő anyag **tönkremegy**.

Azt a kritikus térerősséget, amelynél a szigetelőanyag átütése bekövetkezik, **átütési szilárdságnak** nevezzük. (Levegő esetén:  $E_{kr} = 21$  kV/cm)

### VILLAMOS VEZETÉS FOLYADÉKOKBAN

**Elektrolit**: sók, savak, bázisok (lúgok) vizes oldata vagy olvadéka.

**Elektrolitikus disszociáció**: a molekulák **szétválása** az elektrolitban pozitív és negatív ionokra.

Ha az elektrolitba két szilárd vezetőt helyezünk be és rájuk feszültséget kapcsolunk az áramkörben **villamos áram folyik**. Az elektrolitban az ionok **változtathatják helyüket**: az elektrolitok **vezetik a villamos áramot**.

### AZ ELEKTROLÍZIS

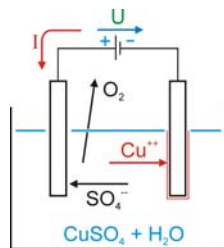
Az elektrolitokban feszültség hatására a pozitív ionok (**kationok**) a negatív elektródhoz (**katódhoz**) vándorolnak és ott elektronokat vesznek fel, míg a negatív ionok (**anionok**) a pozitív elektródhoz (**anódhoz**) vándorolnak és ott elektronokat adnak le.

Az ionok az elektródáknál **semleges atomcsoportokká** alakulnak és **kiválnak** az oldatból.

**Elektrolízis**: a villamos áram elektroliton való áthaladása során **lejátszódó, anyagkiválással** járó folyamat.

### AZ ELEKTROLÍZIS

Példa elektrolízisre:



Műszaki alkalmazása:

- galvanizálás (galvanosztégia, galvanoplasztika);
- eloxálás;
- nagy tisztaságú fémek előállítása;
- alumíniumgyártás.

### GALVÁNELEMEK (PRIMER ELEMÉK)

Ha két különböző fém (vagy fém és szén) olyan elektrolitba mártunk, amelyben legalább az egyik fém oldódik, **energiaforrást** kapunk, amelyet **galvánelemnek** nevezünk.

Az elektrolitba merülő két fém (illetve fém és szén) **elektrodoknak** nevezzük, köztük **feszültség mérhető**.

A pozitív elektród neve: **anód**.

A negatív elektród neve: **katód**.

A galvánelemek kémiai energiát alakítanak át villamos energiává.

### GALVÁNELEMEK (PRIMER ELEMÉK)

Működésük során az  $U_f$  forrásfeszültséggel ellentétes **polarizációs feszültség** keletkezik: nő az  $R_i$  belső ellenállás, csökken az  $U_k$  kapocsfeszültség.

A polarizációs feszültség csökkentésére **depolarizátort** alkalmaznak.

### GALVÁNELEMEK (PRIMER ELEMÉK)

a) **Volta elem**

$U_f = 1,1 \text{ V}$

Anód: réz

Katód: cink

Elektrolit: hígított kénsav

Depolarizátor: nincs

b) **Leclanché elem**

(a mai száraz elem őse)

$U_f = 1,5 \text{ V}$

Anód: szén

Katód: cink

Elektrolit: szalmiáksóoldat

Depolarizátor: barnakőpor

### AKKUMULÁTOROK (SZEKUNDER ELEMÉK)

Működésük az elektrokémiai folyamatok **megfordíthatóságán** alapszik.

**Töltéskor** az akkumulátorba bevezetett **villamos energia** **kémiai energiává** alakul és így tárolódik.

**Kisütéskor** (az akkumulátorra fogyasztót kapcsolva) a tárolt **kémiai energia** **viszalaalul** **villamos energiává**.

Fajtái: savas- és lúgos akkumulátorok.

### AKKUMULÁTOROK (SZEKUNDER ELEMÉK)

a) **Savas akkumulátor (ólomakkumulátor)**

$U_f \approx 2 \text{ V / cella}$

Anód: ólomdioxid

Katód: ólom

Elektrolit: hígított kénsav

A savas akkumulátorok **belső ellenállása:**

$R_b = 0,01 \div 0,001 \ \Omega$

A rövidzárásra **érzékeny**.

### AKKUMULÁTOROK (SZEKUNDER ELEMÉK)

#### b) Lúgos akkumulátor

vas-nikkel (FeNi) akkumulátor

$U_f \approx 1,2 \text{ V} / \text{cella}$

Anód: nikkeldioxid

Katód: vas

Elektrolit: káliilúg

### AZ AKKUMULÁTOROK FONTOSABB TECHNIKAI ADATAI

**Amperóra (Ah) kapacitás:** az az Ah-ban mért töltésmennyiség, amely a teljesen feltöltött akkumulátorból a megengedett legkisebb feszültségig kisütve kivehető.

**Wattóra (Wh) kapacitás:** az a Wh-ban mért villamos energia, amely a teljesen feltöltött akkumulátorból a megengedett legkisebb feszültségig kisütve kivehető.

**Névleges töltőáram:** a 10 órás kisütéshez tartozó áram.

### AZ AKKUMULÁTOROK JELLEMZŐI

**Amperóra – hatásfok:**

$$\eta_{Ah} = \frac{Q_{\text{visszanyert}}}{Q_{\text{bevezett}}} \cdot 100 \quad (\%)$$

**Wattóra – hatásfok:**

$$\eta_{Wh} = \frac{W_{\text{visszanyert}}}{W_{\text{bevezett}}} \cdot 100 \quad (\%)$$

### AZ AKKUMULÁTOROK JELLEMZŐI

Jellemzők	Savas	Lúgos
Mechanikai igénybevételre		
Nagy töltő- és kisütő áramra	érzékeny	érzékeny
Rövidzárlatra		
Kisüthető	1,83 V-ig	1,0 V-ig
Kisütés után	mielőbb tölteni	sokáig tárolható
Elektrolit cseréje	ritkán	1-1,5 évenként
Cellafeszültsége	2 V	1,2 V
Ah – hatásfok	85-95 %	70-80 %
Wh – hatásfok	70-80 %	50-60 %
Ára	olcsóbb	drágább

### AZ AKKUMULÁTOROK JELLEMZŐI

**Figyelmeztetés!**

**A kénsav és káliilúg veszélyes, maró anyag!**

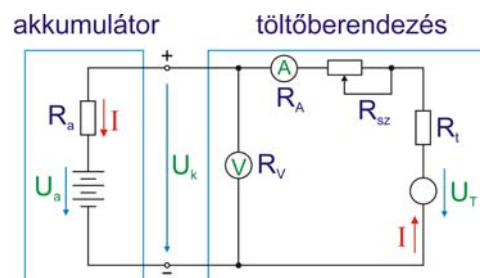
**Savas akkumulátorok töltésekor hidrogén fejlődik, amely robbanásveszélyes!**

**Akkumulátorok alkalmazása:**

- szükség- és vészvilágításhoz;
- híradástechnikai berendezésekhez;
- gépjárművekhez;
- védelmi berendezésekhez.

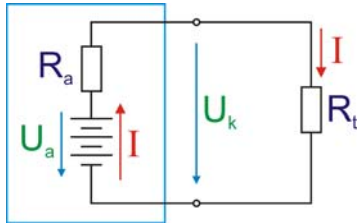
### AKKUMULÁTOR TÖLTÉSE

**A töltés feltétele:  $U_k > U_a$**



**ellen- vagy szembekapcsolás**

### AKKUMULÁTOR KISÜTÉSE



### VILLAMOS VEZETÉS GÁZOKBAN

A levegő és más gázok normális körülmények között jó szigetelők.

a) hő-, radioaktív-, vagy röntgensugarak hatására a gázok vezetővé válnak, mert a semleges gázmolekulák ionokra és elektronokra bomlanak (ionizáció).

A vezetés csak addig tart, amíg a külső ionizáló hatás fennáll. (Önállótlan vezetés.)

### VILLAMOS VEZETÉS GÁZOKBAN

b) Meghatározott (gyújtási) feszültségértékektől kezdve a töltéshordozók annyira felgyorsulnak, hogy a semleges gázmolekulákkal ütközve elektronokat ütnek ki belőlük és így ionokat és elektronokat hoznak létre (ütközési ionizáció). Ezek megint újabb molekulákkal ionizálnak és így tovább. A töltéshordozók száma lavinaszerűen nő. (Önálló vagy önfenntartó vezetés.)

### VILLAMOS VEZETÉS GÁZOKBAN

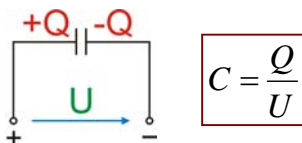
Nagy feszültség esetén, ritkított gáztérben – a nyomástól függő – fényjelenség mellett jön létre a vezetés. Kb. 1 Pa-nál kisebb nyomáson, a csőben fényjelenség nincs. A katód felületéről katódsugarak (elektronok) indulnak ki.

### A KONDENZÁTOR (SŰRÍTŐ)

Azokat a berendezéseket, amelyek két egymástól szigetelőanyaggal elválasztott vezetőből állnak, kondenzátornak nevezzük.

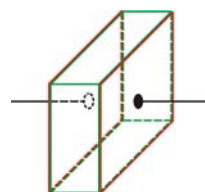
A kondenzátor rajzjele:

Kondenzátor kapacitása általában:



### SÍKKONDENZÁTOR KAPACITÁSA

A síkkondenzátor felépítése:



A szembenálló vezetőket fegyverzeteknek nevezzük.

A : egy fegyverzet hatásos felülete;

d : a fegyverzetek közötti távolság;

$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$  : dielektromos állandó (a fegyverzetek között lévő szigetelőanyagra jellemző érték)

### SÍKKONDENZÁTOR KAPACITÁSA

A síkkondenzátor kapacitása egyenesen arányos a fegyverzetek közötti szigetelőanyag dielektromos állandójával valamint a fegyverzetek egymással szembenálló felületével, és fordítottan arányos a köztük lévő távolsággal:

$$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_o \frac{A}{d} \quad [F]$$

### A DIELEKTROMOS ÁLLANDÓ (PERMITTIVITÁS)

A dielektromos állandó:  $\epsilon$  (epszilon) [ F/m ]

A dielektromos állandó a szigetelőanyagok egyik, villamos szempontjából jellemző állandója.

$$\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_o$$

$\epsilon$  : (abszolút) dielektromos állandó [ F/m ]

$\epsilon_o$  : a vákuum dielektromos állandója [ F/m ]

$\epsilon_r$  : relatív dielektromos állandó (a szigetelőanyagnak a vákuuméhoz viszonyított dielektromos állandója)  $\epsilon_r > 1$ . Levegő esetén:  $\epsilon_r \approx 1$ .

### A DIELEKTROMOS ÁLLANDÓ (PERMITTIVITÁS)

A vákuum dielektromos állandója:

$$\epsilon_o = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \frac{A \cdot s}{V \cdot m} = \frac{10^{-9}}{36\pi} \frac{A \cdot s}{V \cdot m}$$

$$\epsilon_o \approx 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$\epsilon_r$  meghatározása kondenzátor kapacitásának mérésével.

$$\epsilon_r = \frac{C}{C_o}$$

C : kapacitás a vizsgált szigetelőanyag esetén;

C<sub>o</sub> : kapacitás vákuum esetén.

### COULOMB TÖRVÉNYÉNEK TELJES ALAKJA

A Coulomb törvény:  $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$

k arányossági tényező:

$$k = \frac{1}{4\pi \epsilon_r \epsilon_o}$$

Vákuum esetén:  $k_o = \frac{1}{4\pi \epsilon_o} = 9 \cdot 10^9 \frac{V \cdot m}{A \cdot s}$

### COULOMB TÖRVÉNYÉNEK TELJES ALAKJA

A Coulomb törvény teljes alakja:

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_o \epsilon_r} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

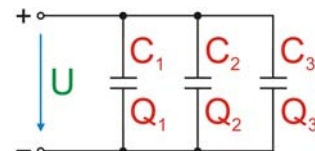
$$F = \frac{1}{\epsilon_o \epsilon_r} \frac{Q_1 Q_2}{4\pi r^2}$$

$4\pi r^2$  : a gömb felszíne, mivel az erőhatás gömbszimmetrikus.

### KONDENZÁTOROK PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

Párhuzamosan kapcsolt kondenzátorokon azonos a feszültség.



### KONDEZÁTOROK PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

A töltésmennyiségek összegződnek:

$$Q_e = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$C_e U = C_1 U + C_2 U + C_3 U$$

U-val egyszerűsítve:  $C_e = C_1 + C_2 + C_3$  [ F ]

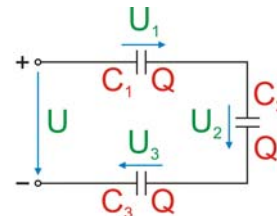
n darab azonos C kapacitás párhuzamos eredője:

$$C_e = nC$$

### KONDEZÁTOROK SOROS KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

Ha a sorosan kapcsolt kondenzátorokra U feszültséget kapcsolunk, a feszültség hatására ezek feltöltődnek ( $Q=Q_e=Q_1=Q_2=Q_3$  töltésre) és kapcsaik között  $U_1, U_2, U_3$  feszültség jelenik meg.



### KONDEZÁTOROK SOROS KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

A feszültségek összegződnek:

$$U_e = U_1 + U_2 + U_3$$

$$\frac{Q}{C_e} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

### KONDEZÁTOROK SOROS KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

Q-val egyszerűsítve: [ F ]

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

n darab azonos C kapacitás párhuzamos eredője:

$$C_e = \frac{C}{n}$$

### KONDEZÁTOROK VEGYES KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

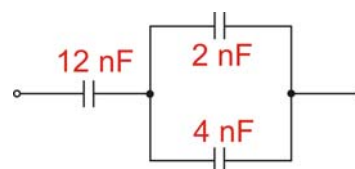
Vegyes kapcsolás: sorosan és párhuzamosan kapcsolt részeket egyaránt tartalmaz.

Vegyes kapcsolás esetén az eredőt úgy számítjuk ki, hogy a soros és a párhuzamos eredő számítási szabályait alkalmazva a kapcsolást lépésről-lépésre mind egyszerűbb alakra hozzuk.

### KONDEZÁTOROK VEGYES KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

MINTAFELADAT:



### KONDENZÁTOROK VEGYES KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

MINTAFELADAT:

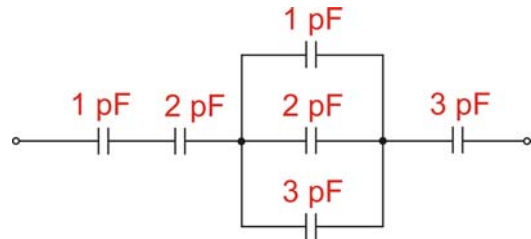
$$C_p = 2 + 4 = 6 \text{ nF}$$

$$C_e = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = 4 \text{ nF}$$

### KONDENZÁTOROK VEGYES KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

MINTAFELADAT:



### KONDENZÁTOROK VEGYES KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

MINTAFELADAT:

$$C_p = 1 + 2 + 3 = 6 \text{ pF}$$

$$C_{s1} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2 \text{ pF}$$

$$C_{s2} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \text{ pF}$$

$$C_e = \frac{1 \cdot 1}{1 + 1} = 0.5 \text{ pF}$$

### A KONDENZÁTORBAN TÁROLT ENERGIA

A kondenzátor töltésekor az energiaforrás töltést szállít a kondenzátor fegyverzeire: a kondenzátor energiát tárol. (Kisütéskor a tárolt energiát visszaszolgáltatja.).

A kondenzátorban felhalmozott energia:

$$W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2 \quad [W \cdot s]; [J]$$