

Misák Sándor

ELEKTRONIKA I.

DE TTK

v.0.1 (2007.08.19.)

IRODALOM

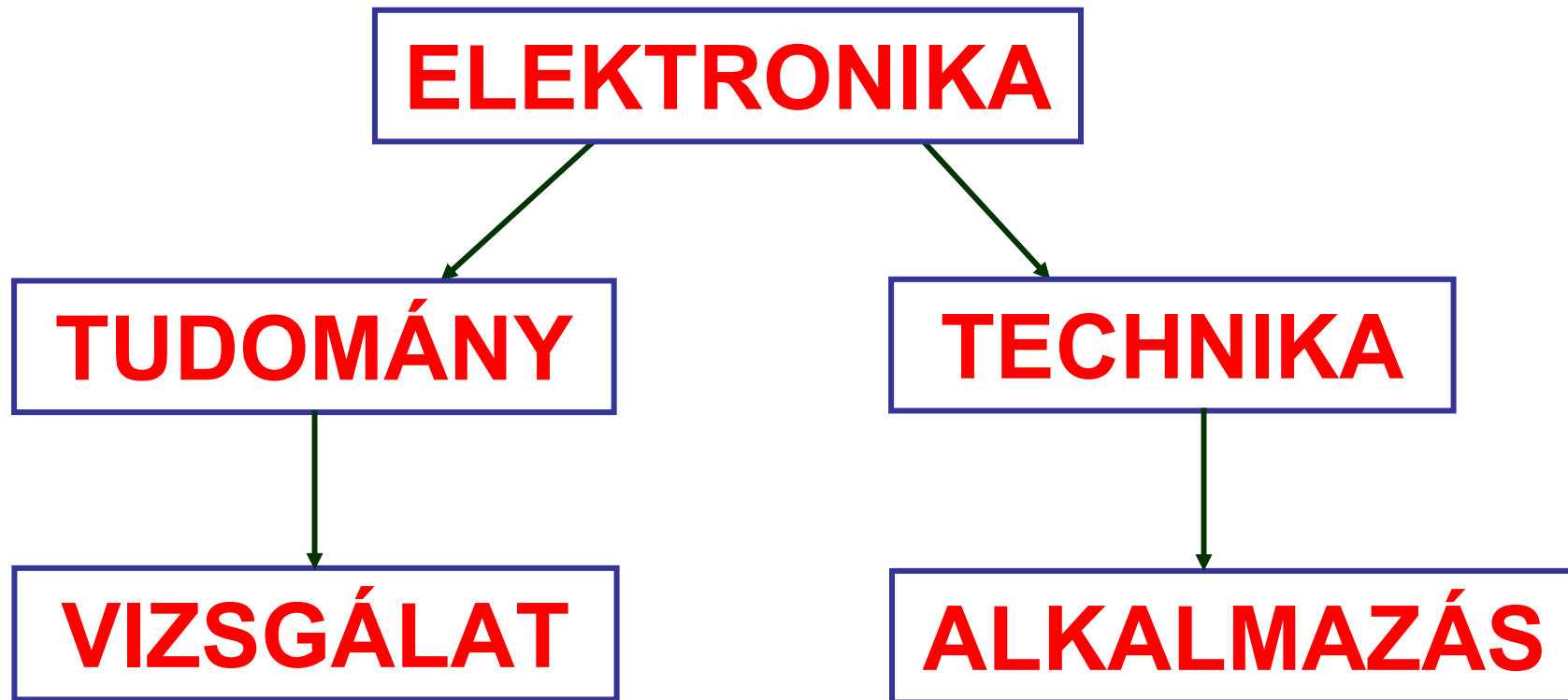
1. **Székely V., Tarnay K., Valkó I.P.** Elektronikus eszközök. Budapest: Műegyetemi Kiadó, 2000.
2. **Gergely L.** Elektronikai alkatrészek és műszerek I. Budapest: Tankönyvkiadó, 1985.
3. **Rumpf K.-H.** Elektronikai alkatrészek kislexikonja. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1992.
4. **Bársony I., Kökényesi 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, tranzisztorok, 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):

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4 \pi \varepsilon_0 r^2}$$

A VILLAMOS TÖLTÉSMENNYISÉG

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

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

A töltésmennyiség jele: **Q, q**

Mértékegysége: [**C**] coulomb

1 C = 6,25 trillió

(6.250.000.000.000.000.000=6,25·10¹⁸)

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 nevezzük.

A villamos áram hatásai:

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

A VILLAMOS ERŐTÉR

Az elektron negatív, a proton pozitív villamos töltéssel rendelkezik.

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

Azonos nemű töltések taszítják, különemű töltések vonzzák egymást.

VILLAMOS ERŐVONALAK

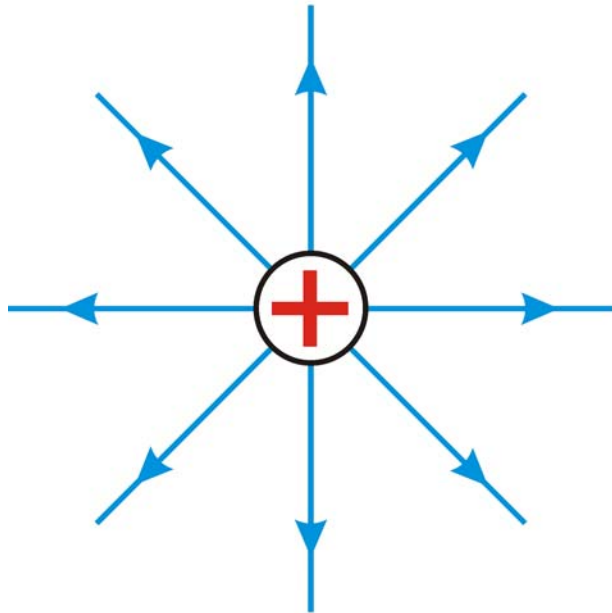
A villamos teret villamos erővonalakkal ábrázoljuk.

A villamos erővonalak tulajdonságai:

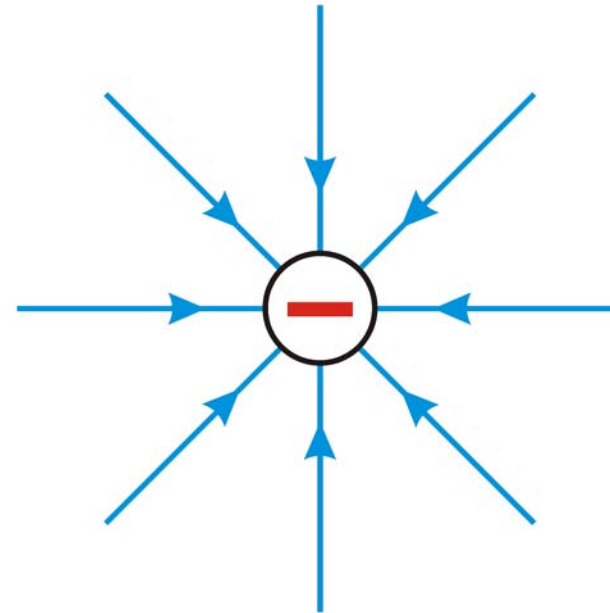
- pozitív töltésen **erednek**, negatív töltésen **végződnek**;
- egyirányú erővonalak **taszítják egymást**;
- az erővonalak **gumiszalag módjára rövidülni igyekeznek**;
- az erővonalak **sohasem keresztezik egymást és merőlegesek a test felületére.**

A VILLAMOS TÉR ÁBRÁZOLÁSA ERŐVONALAKKAL

pozitív

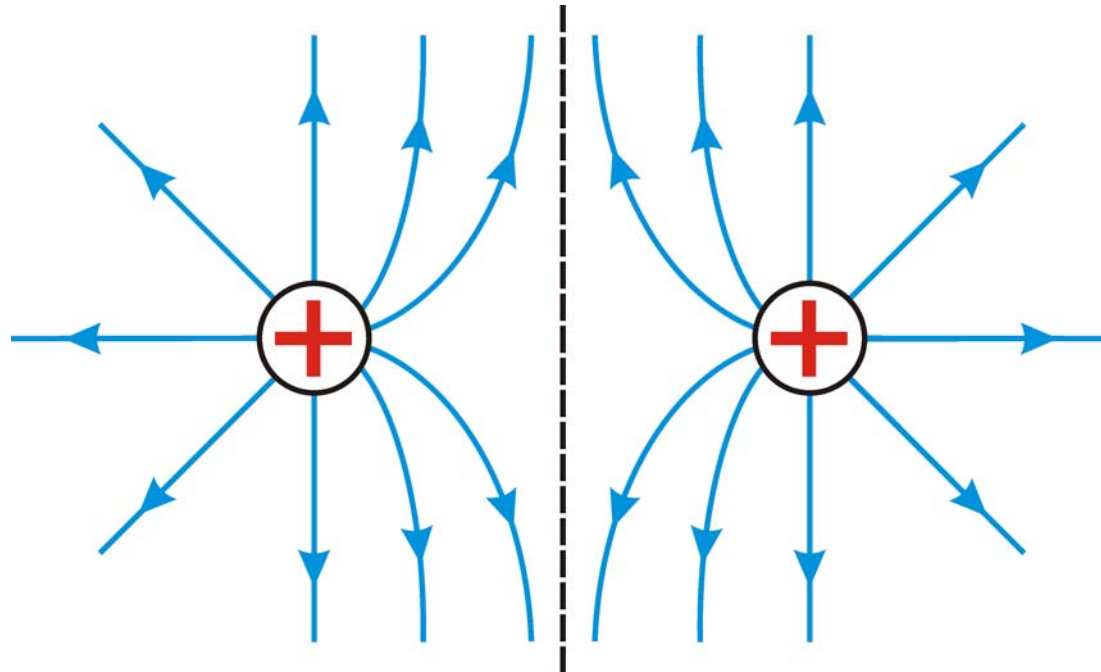


negatív



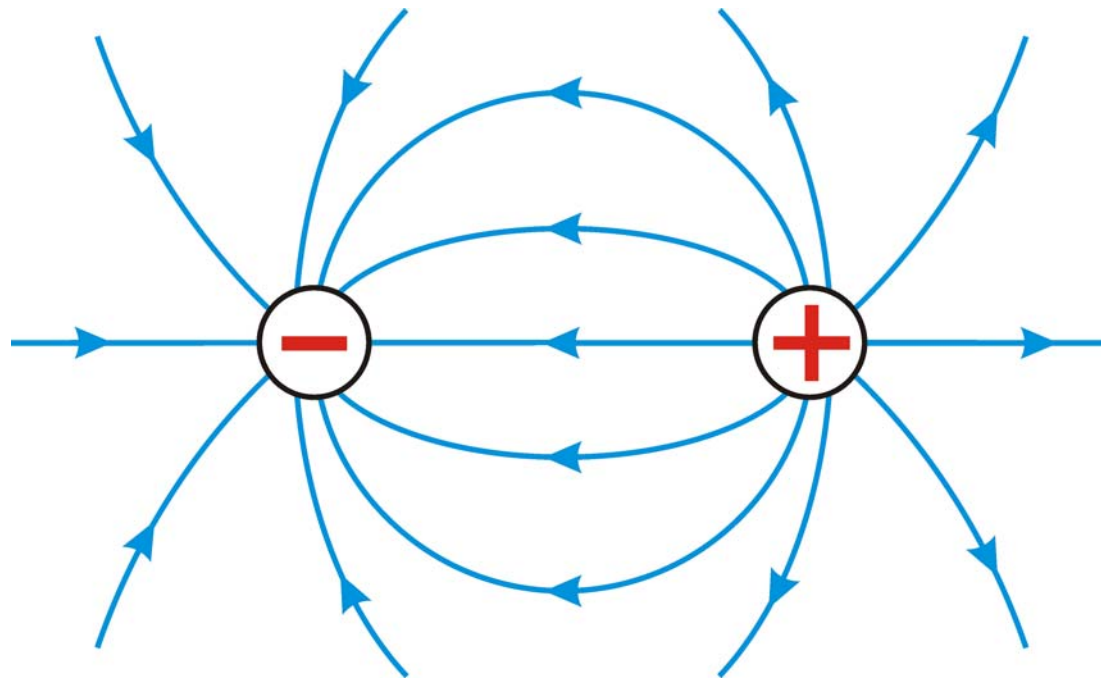
töltés körül kialakuló villamos tér

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 (**Q₁**, **Q₂**), és fordítottn arányos a köztük lévő távolság négyzetével (**r²**):

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

COULOMB TÖRVÉNYE

k értéke függ a teret kitöltő anyagtól.

k értéke vákuum (légyüres 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** nevezzük.

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

[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.**

$$E = \frac{U}{d}$$

[V/m]

U : 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** ($U [V]$) nevezzük.

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** nevezzük.

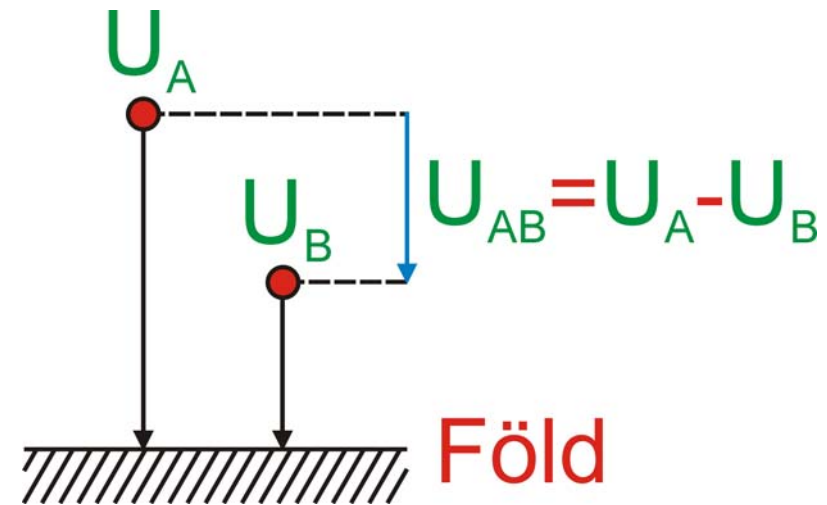
A VILLAMOS POTENCIÁL

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 = potenciál-
különbség**

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



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:

$$C = \frac{Q}{U}$$

[F]

KAPACITÁS (TÖLTÉSBEGGADÓ KÉPESSÉG)

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

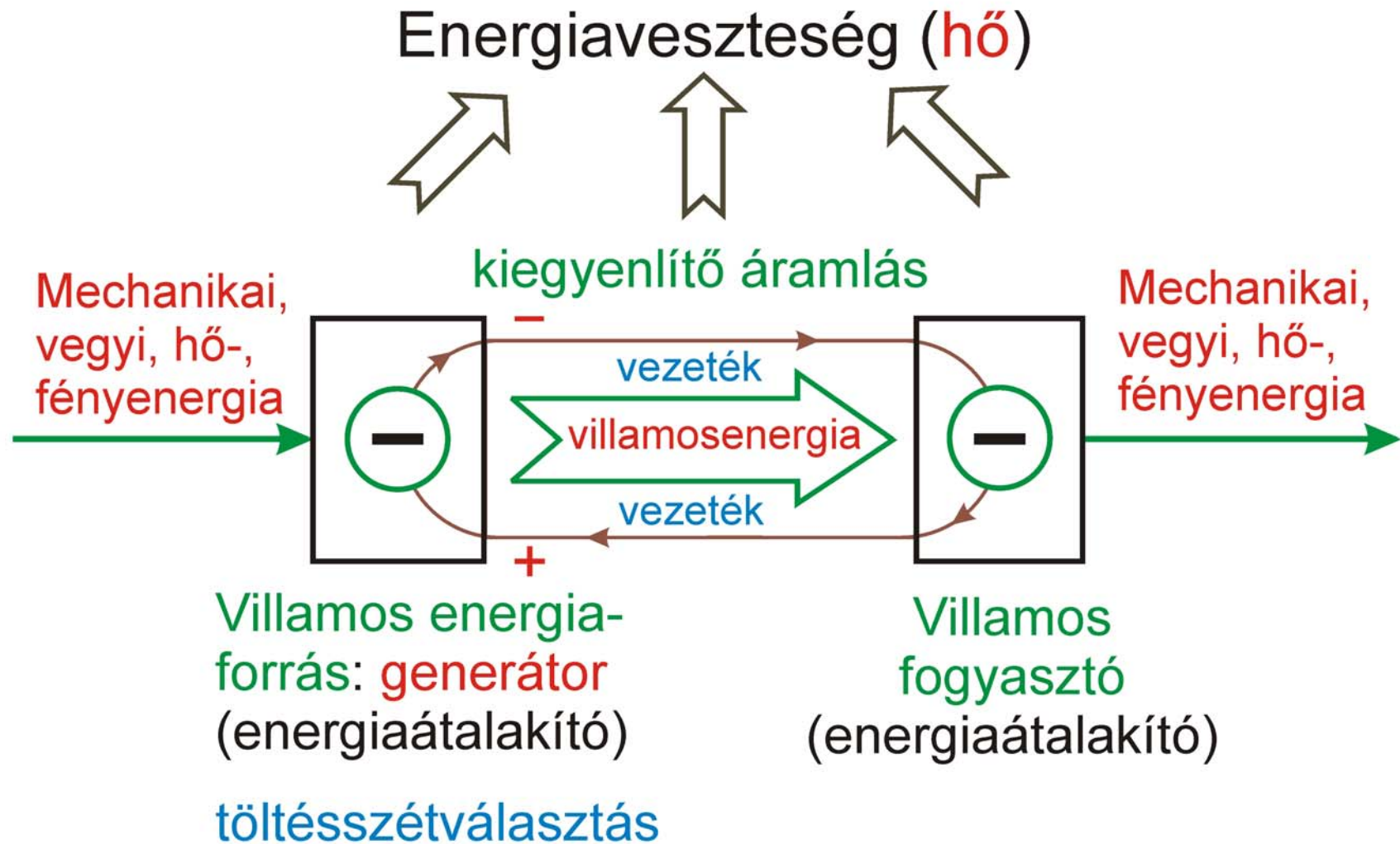
A farad a gyakorlat számára igen nagy egység, ezért annak törtrészeit használjuk.

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

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

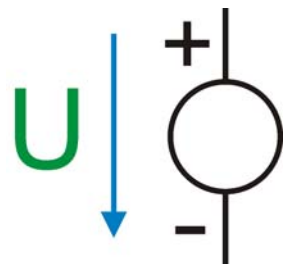
pikofarad : $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

AZ ÁRAMKÖRÖK ALAPMODELLJE

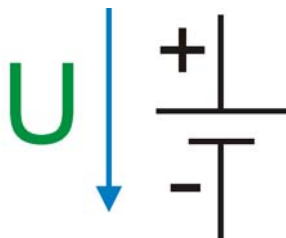


AZ EGYSZERŰ ÁRAMKÖR

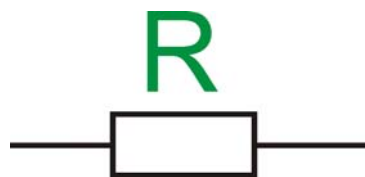
Rajzjelek:



ideális feszültséggenerátor



ideális galvánelem

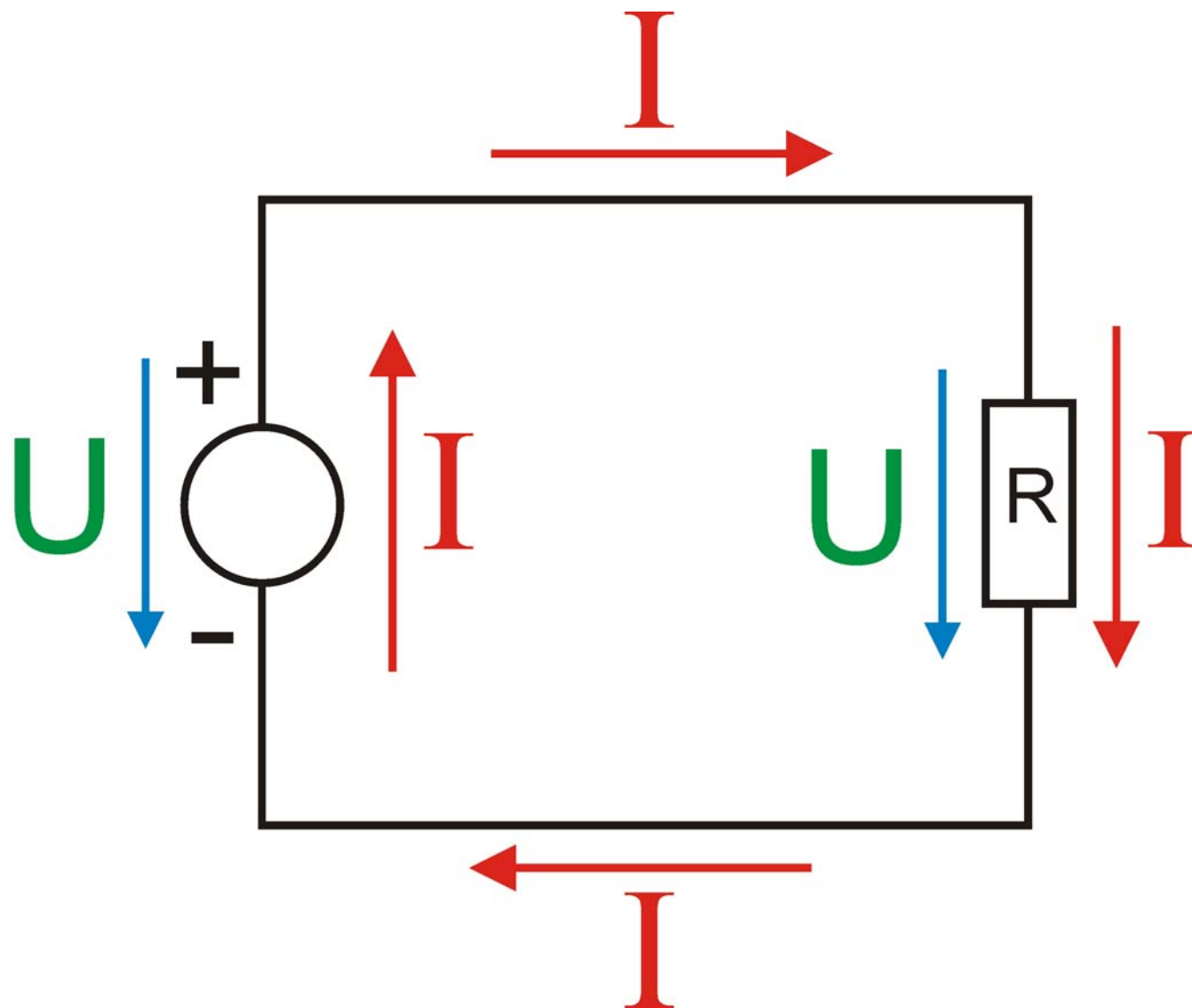


fogyasztó (ellenállás)



ideális vezeték

AZ EGYSZERŰ ÁRAMKÖR



FESZÜLTSG

A feszültség: U [V] volt

töltésszétválasztás \rightarrow feszültség

feszültség: töltés kiegyenlítődésre 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.

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

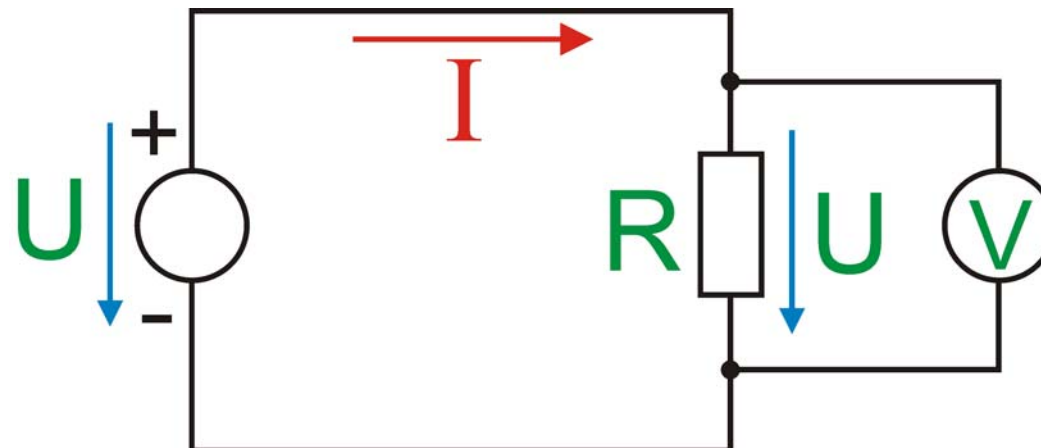
FESZÜLTÉS

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

töltés kiegyenlítődés → áram

A vezető keresztmetszetén 1 s alatt átáramló töltésmennyiséget áramerősségnek nevezzük.

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

[A]

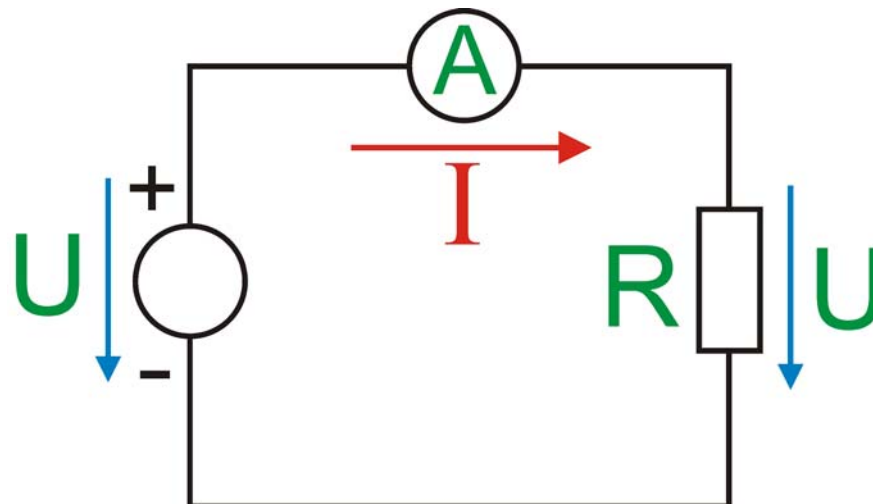
ÁRAMERŐSSÉG

Az áramerősséget **ampermérővel** mérjük.



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

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



IRÁNYSZABÁLYOK

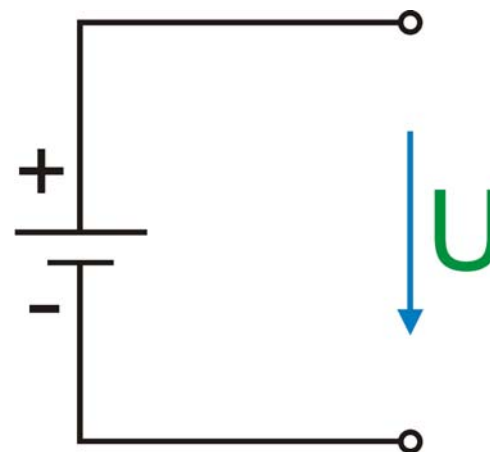
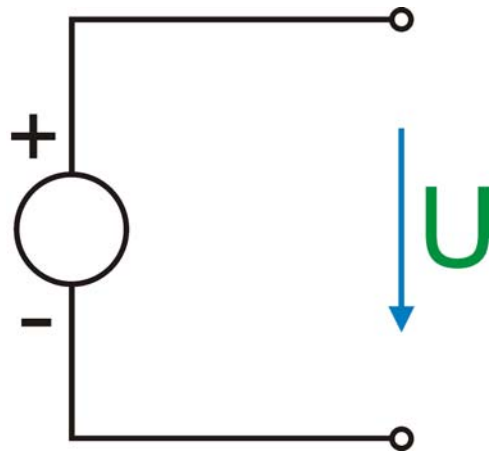
Feszültség hatására zárt áramkörben áram folyik.

a) Feszültségirány



A feszültség nyila

a pozitív pólustól a negatív felé mutat



IRÁNYSZABÁLYOK

b) Megállapodás szerinti vagy technikai áramirány

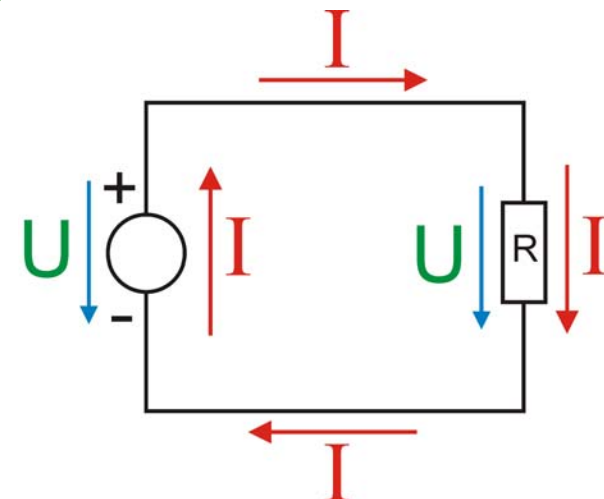


Az áramerősség nyila

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 [Ω]

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

Az ellenállás jele: R

Mértékegysége: [Ω] Ohm

1 Ω az ellenállása annak a vezetőnek, amelyen 1 V feszültség 1 A áramot hajt.

VEZETŐKÉPESSÉG

A vezetőképesség: G [S]

**Az ellenállás reciprok értékét
vezetőképességnek nevezzük.**

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

A vezetőképesség jele: G

Mértékegysége: [S] siemens

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

OHM TÖRVÉNYE

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

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

FAJLAGOS ELLENÁLLÁS

A fajlagos ellenállás: ρ [Ωm]

Valamely anyag, 1 m hosszú (l) 1 mm² keresztmetszetű (A) darabjának 20 °C-on mért ellenállását (R) az adott anyagra villamos szempontból jellemző értéknek, fajlagos ellenállásnak (ρ) nevezzük.

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

FAJLAGOS ELLENÁLLÁS

A fajlagos ellenállás jele: ρ (ró)

Mértékegysége: [Ωm , $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]

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

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

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

FAJLAGOS VEZETŐKÉPESSÉG

A fajlagos vezetőképesség: γ [S/m]

Valamely anyag, 1 mm^2 keresztmetszetű (A) 20 °C -on 1Ω ellenállású (R) darabjának méterben mért hosszát (l) az adott anyagra villamos szempontból jellemző értéknek, fajlagos vezetőképességnek (γ) 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: γ (gamma)

Mértékegysége: [S/m, S·m/mm²]

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

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

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

VEZETÉK ELLENÁLLÁSA

A vezeték ellenállása függ:

- a **vezeték anyagától,**
- a **vezeték geometriai méreteitől.**

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

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

ρ : fajlagos ellenállás [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$],

l : vezeték hossz [m],

A : keresztmetszet [mm^2]

VEZETÉK ELLENÁLLÁSA

Mintafeladat:

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

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

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

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

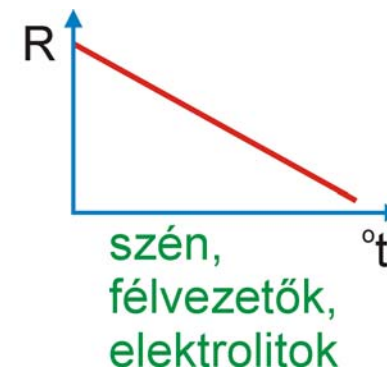
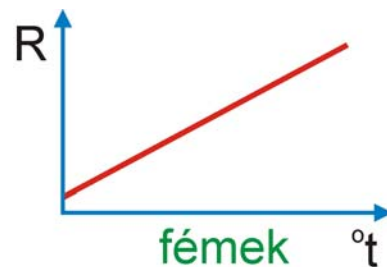
$$l = \frac{RA}{\rho} \left[\text{m} \right]$$

AZ ELLENÁLLÁS HŐMÉRSÉKLETFÜGGÉSE

Az anyagok ellenállása függ a hőmérséklettől.

A hőmérséklet emelkedésével

- a **fémek** ellenállása **növekszik** (α **pozitív**);
- a **szén, a félvezetők és az elektrolitok** ellenállása **csökken** (α **negatív**).



A HŐMÉRSÉKLETI TÉNYEZŐ (HŐFOKTÉNYEZŐ)

A hőmérsékleti tényező
(hőfoktényező) **jele:** α (alfa) **[1/°C]**

A hőmérsékleti tényező megadja, hogy
valamely anyag **1 Ω** ellenállású darabjának
hány ohmmal változik meg az ellenállása, ha
hőmérsékletét **20 °C-ról 21 °C-ra** növeljük.

(A hőmérsékleti tényezőt általában 20 °C-ra
adják meg.)

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

$$\alpha_C = - 0,0004 \text{ 1/°C}.$$

A MELEGELLENÁLLÁS ÉS SZÁMÍTÁSA

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

R_{20} : ellenállás **20 °C** - on;

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

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

$\Delta\theta_t$ = $t_1 - t_2 = \theta_t - 20$: hőmérsékletváltozás **20 °C** -hoz képest.

ΔR = $R' - R_{20} = R\alpha\Delta\theta_t$: ellenállásváltozás **R_{20}** -hoz képest.

A MELEGELLENÁLLÁS ÉS SZÁMÍTÁSA

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

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

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

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

$^{\circ}t$ 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 mozgatásával.

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

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

A VILLAMOS MUNKA

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

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

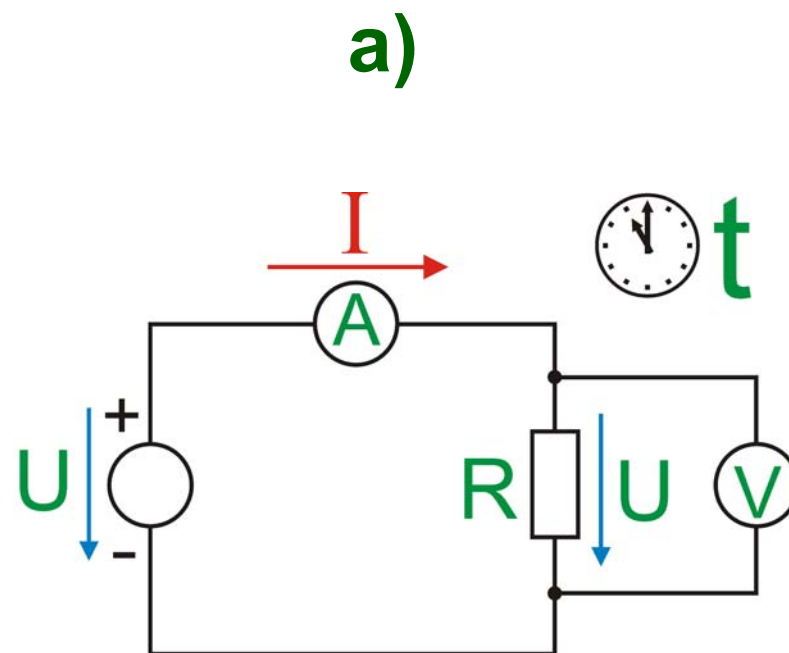
A villamos munka egyenesen arányos a feszültséggel, az áramerősséggel és az áram áthaladásának idejével.

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

A VILLAMOS MUNKA

Meghatározása:

- a) **U**, **I**, és **t** mérésével;
- b) **I**, **R** és **t** mérésével;
- c) **U**, **R** és **t** mérésével;
- d) **P** és **t** mérésével
- 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 W = 1 kW és 1000 kW = 1 MW

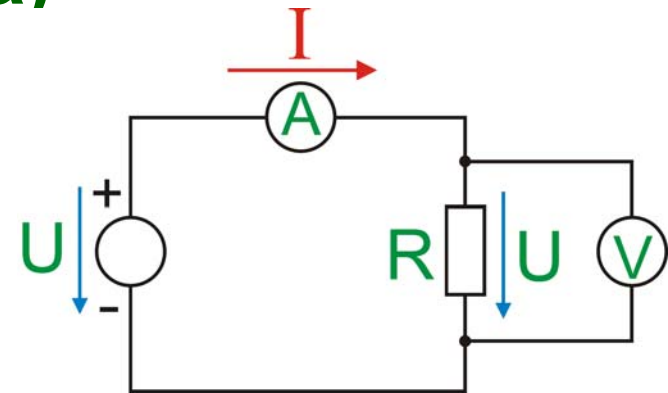
1 W annak a villamos berendezésnek a teljesítménye, amelyikben 1 V feszültség 1 A áramerősséget hajt keresztül.

A VILLAMOS TELJESÍTMÉNY

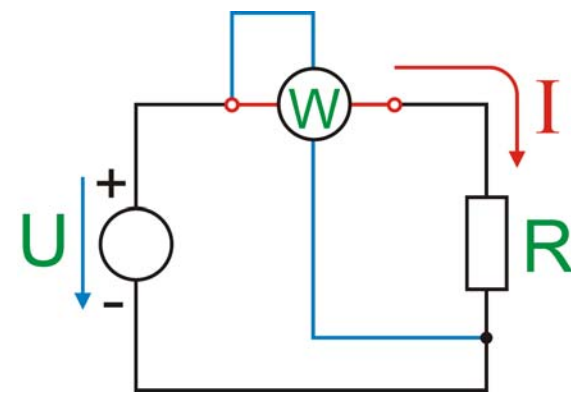
Meghatározása:

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

a)



e)



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: η (éta)

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

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

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

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.**

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

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 $\eta < 100\%$)

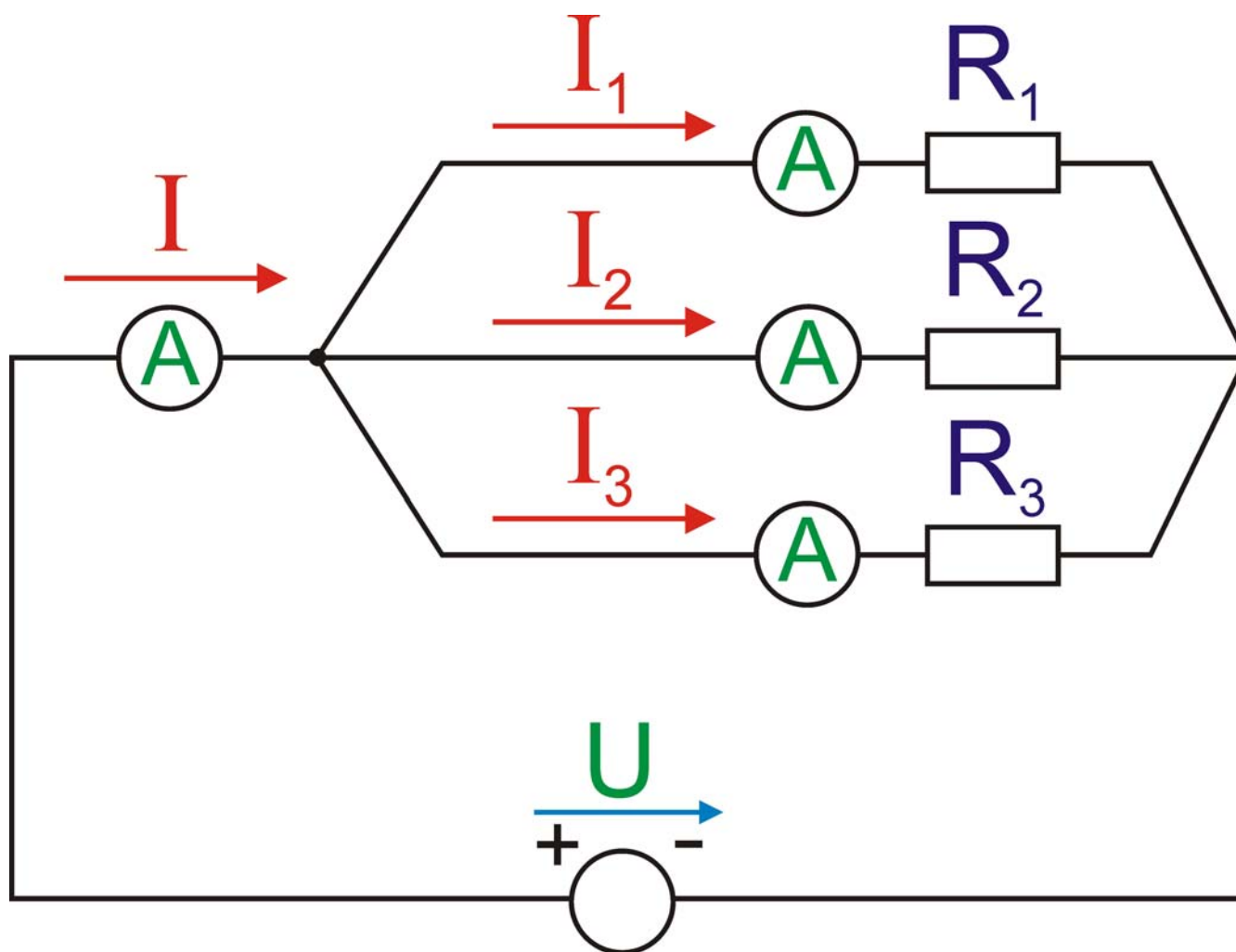
A bevezetett villamos energia: $W_b = UIt = Pt$

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

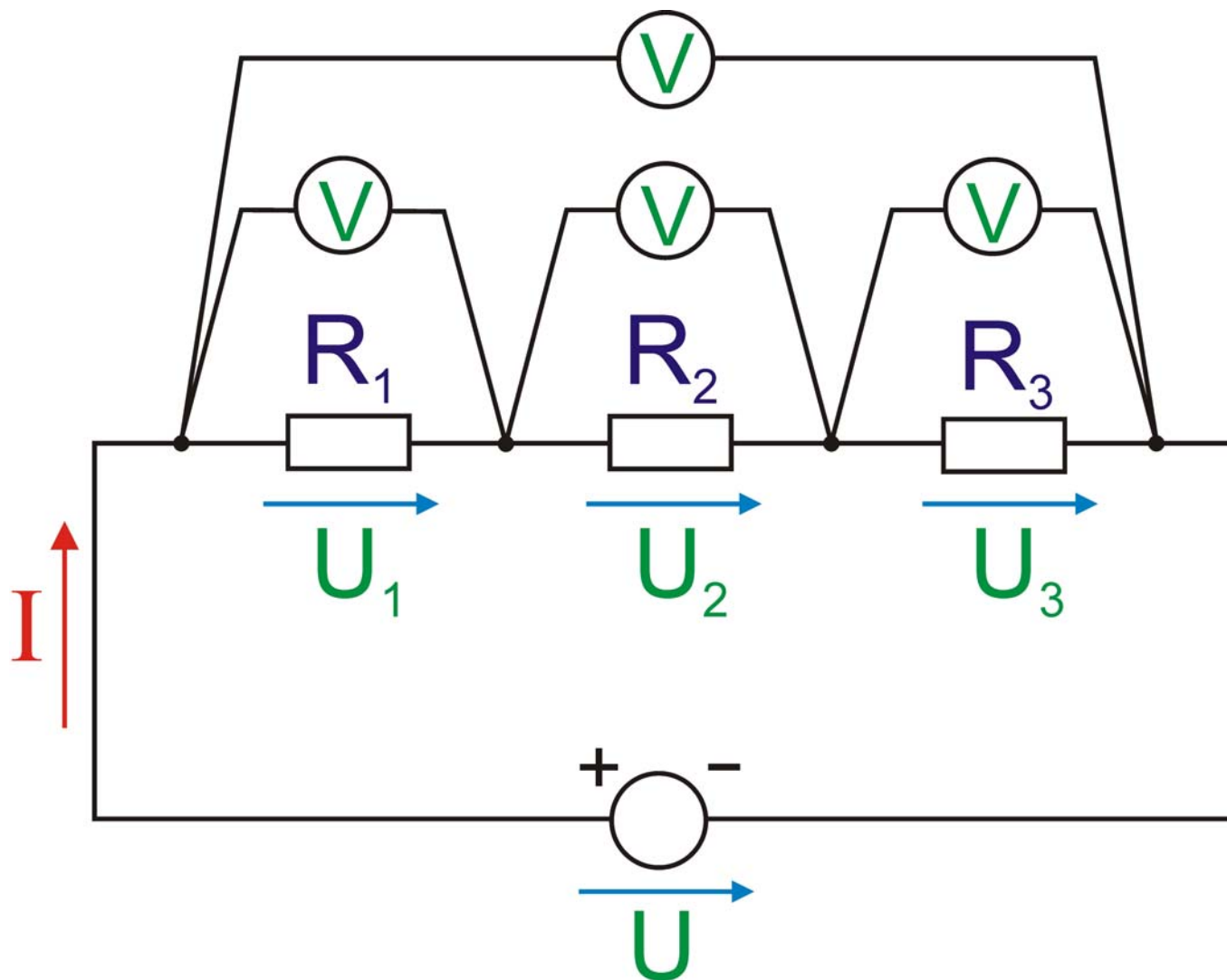
Áramelágazás esetén a csomópontba befolyó áramok összege egyenlő a csomópontból kifolyó áramok összegével.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

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.

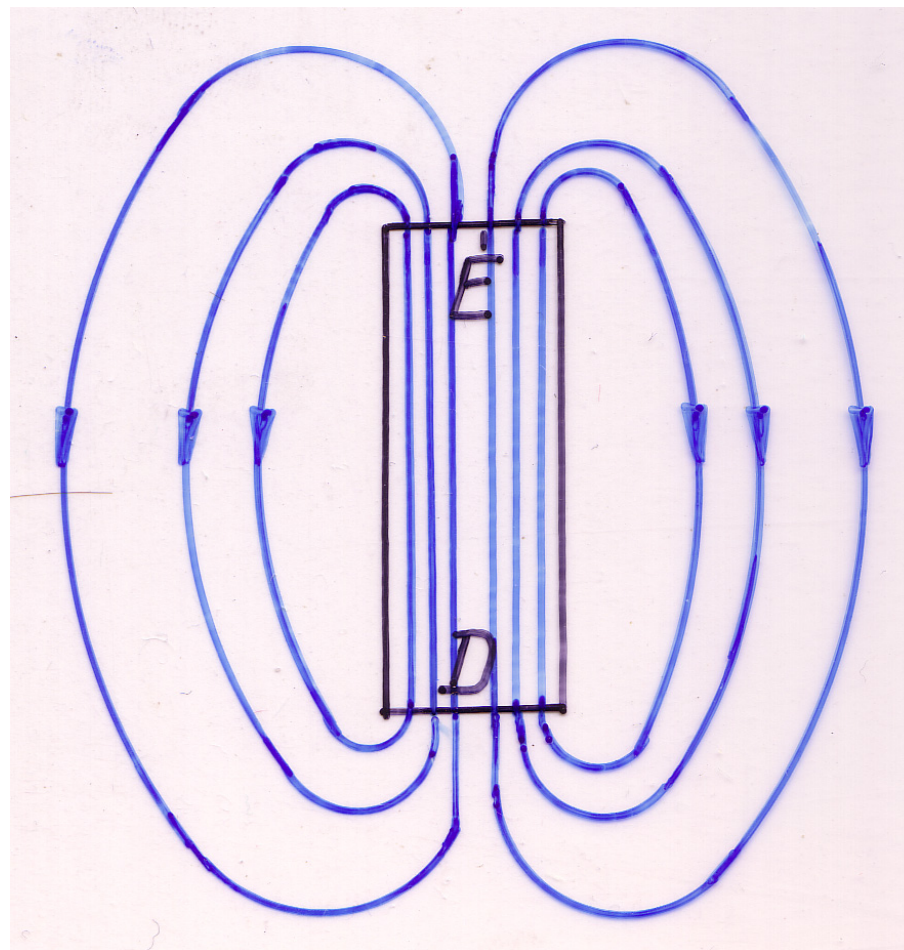
**Mozgó töltések körül → mágneses tér:
elektromágneses tér**

A mágneses teret mágneses indukcióvonalakkal ábrázoljuk.

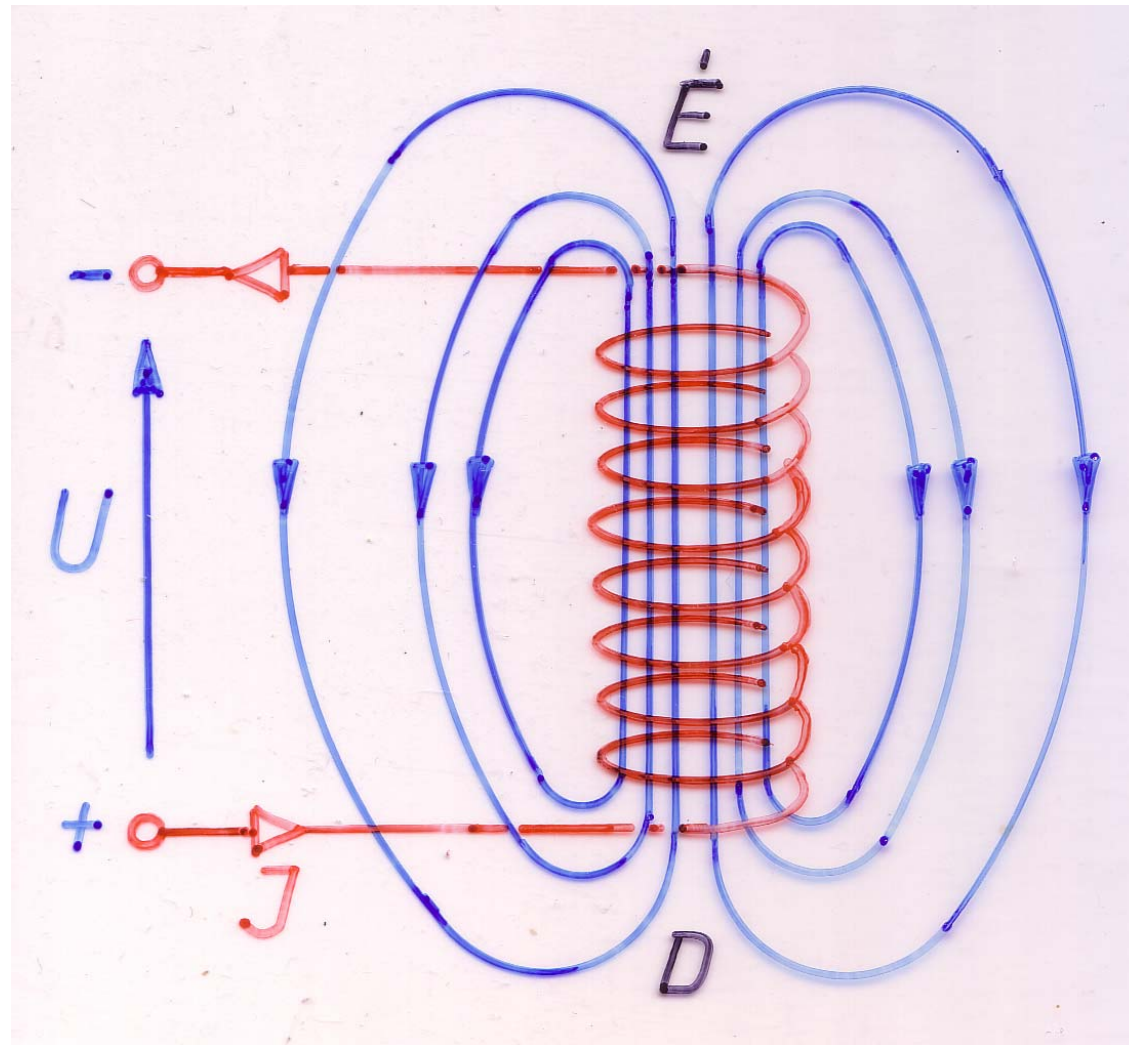
A MÁGNESES INDUKCIÓVONALAK TULAJDONSÁGAI

- 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

```
graph TD; A[ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK] --> B[AKTÍV ALKATRÉSZEK]; A --> C[PASSZÍV ALKATRÉSZEK]; B --> D[LINEÁRIS EMEK]; B --> E[VÁKUUM ESZKÖZÖK]; C --> F[NEM-LINEÁRIS EMEK]; C --> G[SZILÁRD TEST ESZKÖZÖK];
```

AKTÍV
ALKATRÉSZEK

PASSZÍV
ALKATRÉSZEK

LINEÁRIS
ELEMEK

NEM-LINEÁRIS
ELEMEK

VÁKUUM
ESZKÖZÖK

SZILÁRD TEST
ESZKÖZÖK

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

Négy-pólus két bemeneti és két kimeneti kapcsolással rendelkező „fekete-doboz”.

Van aktív (erősítő) négy-pólus (pl. tranzisztor, trióda) és passzív kétpólus (pl. transzformátor, szűrők és vezetékek).

A négy-pólus viselkedése a **négy-pólus-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 rövidzárát 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)** jelhez 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 áramvezetéskor 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 légnyomásra 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 rácstra 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 vezetők 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):

$10^7 \leq \rho \leq 10^{16}$ Ohm·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:**

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

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

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

- **félvezetők:**

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

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

- **dielektrikumok:**

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

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

AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

A megadott példákból 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 ρ értéke növekszik a T abszolút hőmérséklet növekedésével:

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

ahol ρ_0 a fém fajlagos ellenállása 0 °C-nál, α a fém hőfoktényezője, t hőmérséklet (°C-ben),
 $T_0 = 273$ K.

AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

A félvezetőknel a ρ értékének hőmérsékleti függése más, mint a fémeknél:

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

ahol β egy bizonyos hőmérsékleti tartományban egy **állandó**, amely minden egyes félvezető anyagnál egy **jellemző érték**.

AZ ANYAGOK CSOPORTOSÍTÁSA VILLAMOS SZEMPONTBÓL

Legyen δ a fajlagos ellenállás hőmérsékleti tényezője:

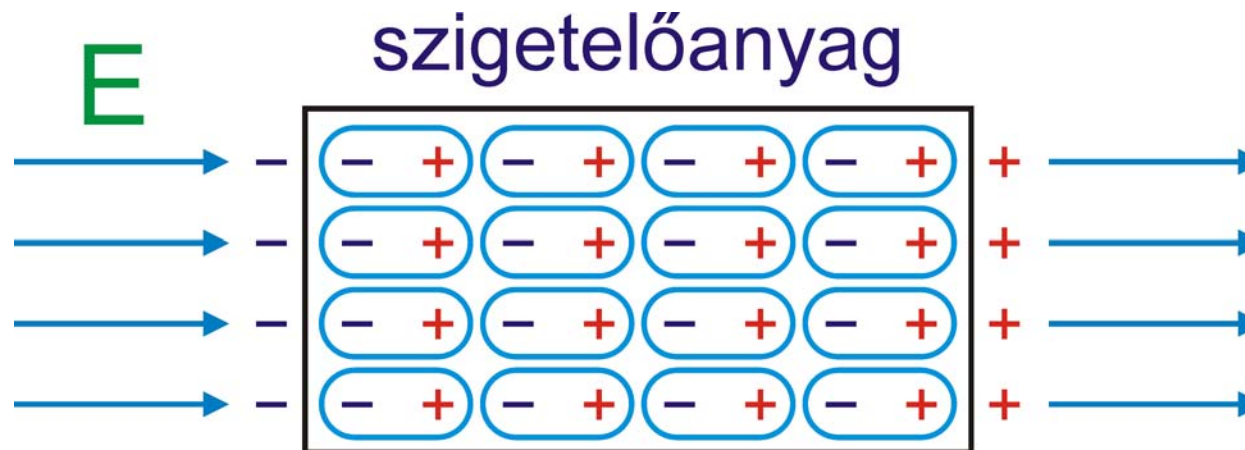
$$\delta = \frac{\Delta\rho}{\Delta T} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{T_2 - T_1}.$$

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

A δ 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.



dielektrikum = szigetelőanyag

A DIELEKTROMOS VESZTESÉG

Váltakozó irányú villamos térben a szigetelőanyag molekulái átpolarizálódnak: a villamos tér irányának változásakor átfordulnak.

Az átpolarizálódás 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

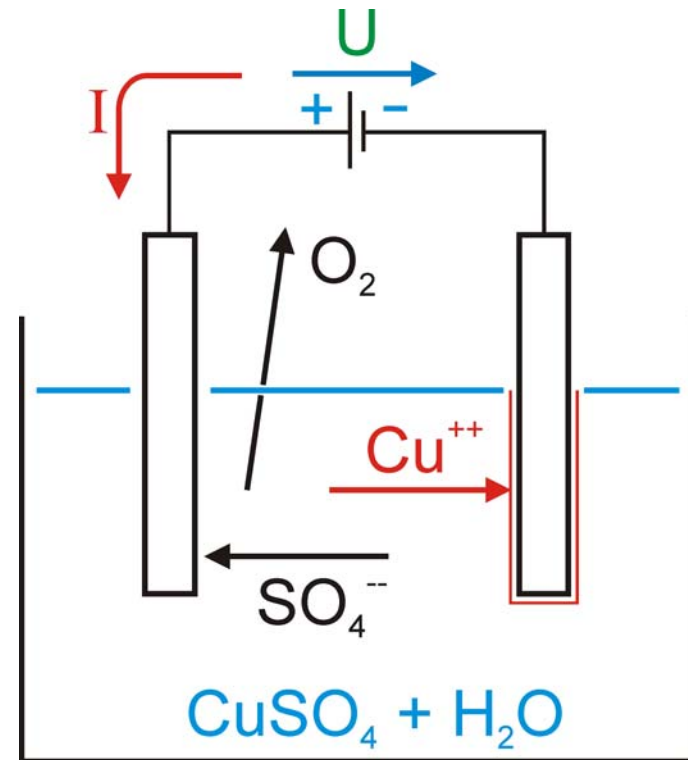
Az elektrolitokban feszültség hatására a pozitív ionok (**kationok**) a negatív elektródhoz (**katódhoz**) vándorolnak és ott elektronokat vesznek fel, míg a negatív ionok (**anionok**) a pozitív elektródhoz (**anódhoz**) vándorolnak és ott elektronokat adnak le.

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

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

AZ ELEKTROLÍZIS

Példa elektrolízisre:



Műszaki alkalmazása:

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

GALVÁNELEMEK (PRIMER ELEMEEK)

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

Az elektrolitba merülő két fémet (illetve fémet és szenet) **elektródoknak** 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_t belső ellenállás, csökken az U_k kapocsfeszültség.

A polarizációs feszültség csökkentésére depolarizátort alkalmaznak.

GALVÁNELEMEK (PRIMER ELEMEK)

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 ELEMEEK)

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 visszaalakul villamos energiává.

Fajtái: savas- és lúgos akkumulátorok.

AKKUMULÁTOROK (SZEKUNDER ELEMEK)

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: nikkelhidroxid

Katód: vas

Elektrolit: kálilúg

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 feltöltődött akkumulátorból a megengedett legkisebb feszültségig kisütve kivehető.

Névleges töltőáram: a 10 órás kisütéshez tartozó áram.

AZ AKKUMULÁTOROK JELLEMZŐI

Amperóra – hatásfok:

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

Wattóra – hatásfok:

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

AZ AKKUMULÁTOROK JELLEMZŐI

Jellemzők	Savas	Lúgos
Mechanikai igénybevételre	érzékeny	érzékeny
Nagy töltő- és kisütő áramra		
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 kálilúg veszélyes, maró anyag!

Savas akkumulátorok töltésekor hidrogén fejlődik, amely robbanásveszélyes!

Akkumulátorok alkalmazása:

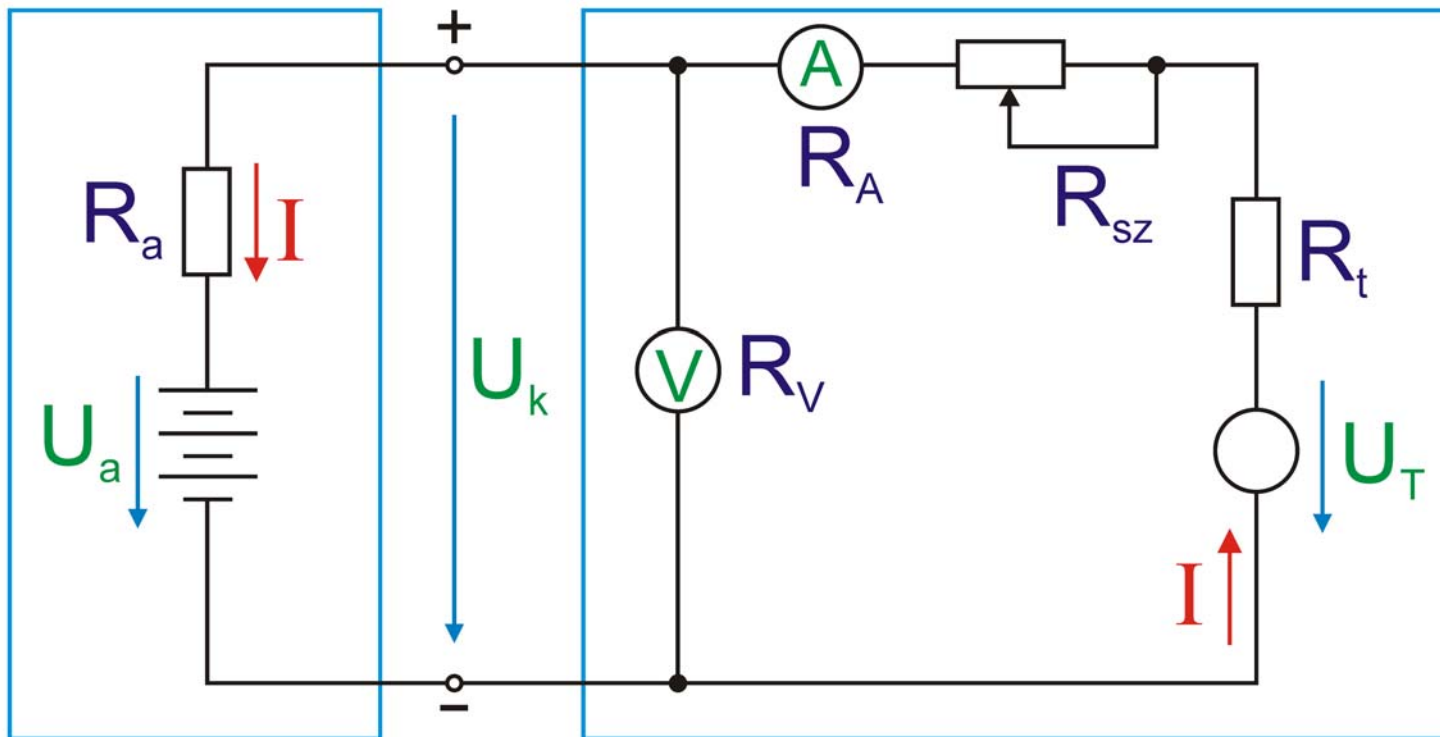
- **szükség- és vészvilágításhoz;**
- **híradástechnikai berendezésekhez;**
- **gépjárművekhez;**
- **védelmi berendezésekhez.**

AKKUMULÁTOR TÖLTÉSE

A töltés feltétele: $U_k > U_a$

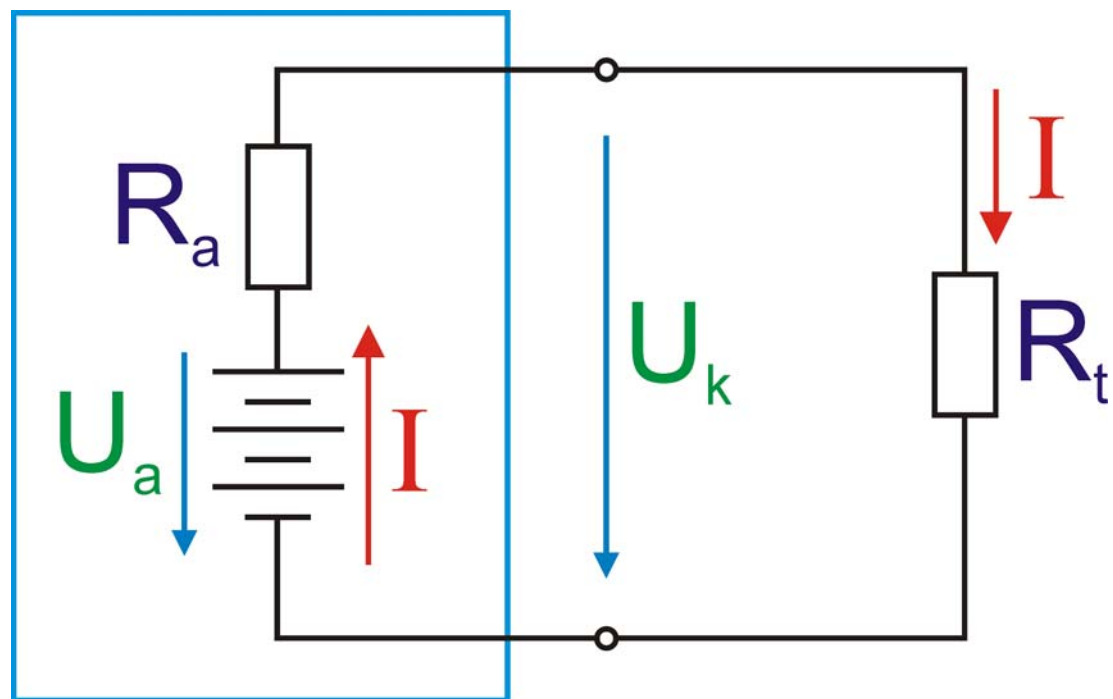
akkumulátor

töltőberendezés



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

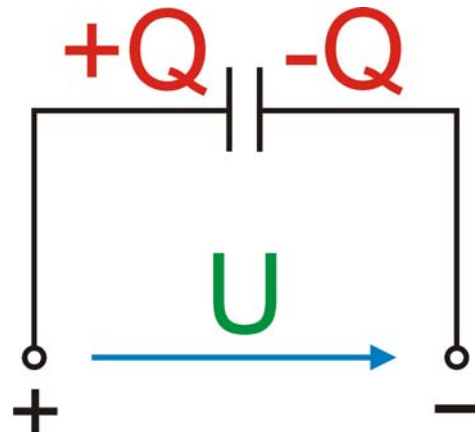
Nagy feszültség esetén, ritkított gáztérben – a nyomástól függő – fényjelenség mellett jön létre a vezetés. Kb. 1 Pa -nál kisebb nyomáson, a csőben fényjelenség nincsen. A katód felületéről katódsugarak (elektronok) indulnak ki.

A KONDENZÁTOR (SŰRÍTŐ)

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

A kondenzátor rajzjele: 

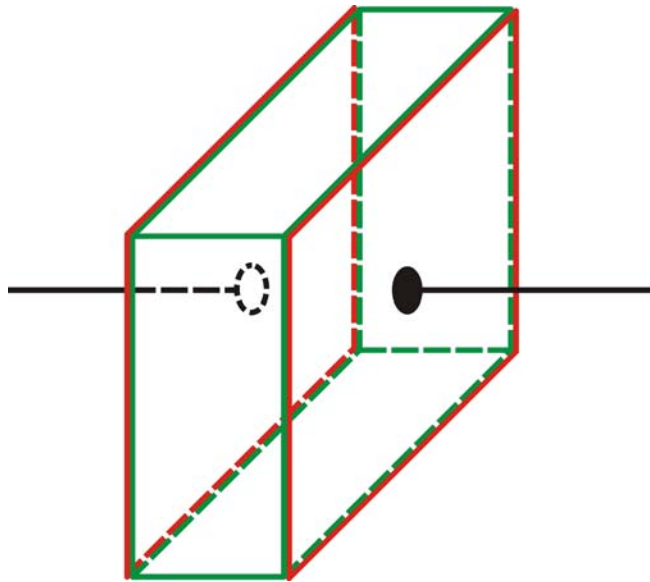
Kondenzátor kapacitása általában:



$$C = \frac{Q}{U}$$

SÍKKONDENZÁTOR KAPACITÁSA

A síkkondenzátor felépítése:



A szembenálló vezetőket fegyverzeteknek nevezünk.

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:

$$C = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad [F]$$

A DIELEKTROMOS ÁLLANDÓ (PERMITTIVITÁS)

A dielektromos állandó: ε (epszilon) [F/m]

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

$$\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0$$

ε : (abszolút) dielektromos állandó [F/m]

ε_0 : a vákuum dielektromos állandója [F/m]

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

A DIELEKTROMOS ÁLLANDÓ (PERMITTIVITÁS)

A vákuum dielektromos állandója:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \frac{A \cdot s}{V \cdot m} = \frac{10^{-9}}{36\pi} \frac{A \cdot s}{V \cdot m}$$

$$\varepsilon_0 \approx 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

ε_r meghatározása kondenzátor kapacitásának mérésével.

$$\varepsilon_r = \frac{C}{C_0}$$

C : kapacitás a vizsgált szigetelőanyag esetén;

C₀ : kapacitás vákuum esetén.

COULOMB TÖRVÉNYÉNEK TELJES ALAKJA

A Coulomb törvény:

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

k arányossági tényező:

$$k = \frac{1}{4 \pi \epsilon_r \epsilon_0}$$

Vákuum esetén:

$$k_0 = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{V \cdot m}{A \cdot s}$$

COULOMB TÖRVÉNYÉNEK TELJES ALAKJA

A Coulomb törvény teljes alakja:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{Q_1Q_2}{r^2}$$

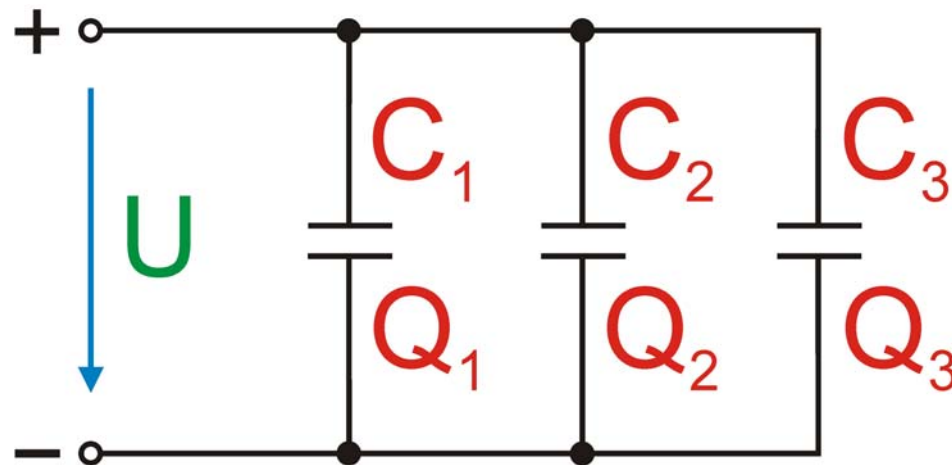
$$F = \frac{1}{\epsilon_0\epsilon_r} \frac{Q_1Q_2}{4\pi r^2}$$

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

KONDEZNÁTOROK PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

Párhuzamosan kapcsolt kondenzátorokon azonos a feszültség.



KONDENZÁTOROK 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]

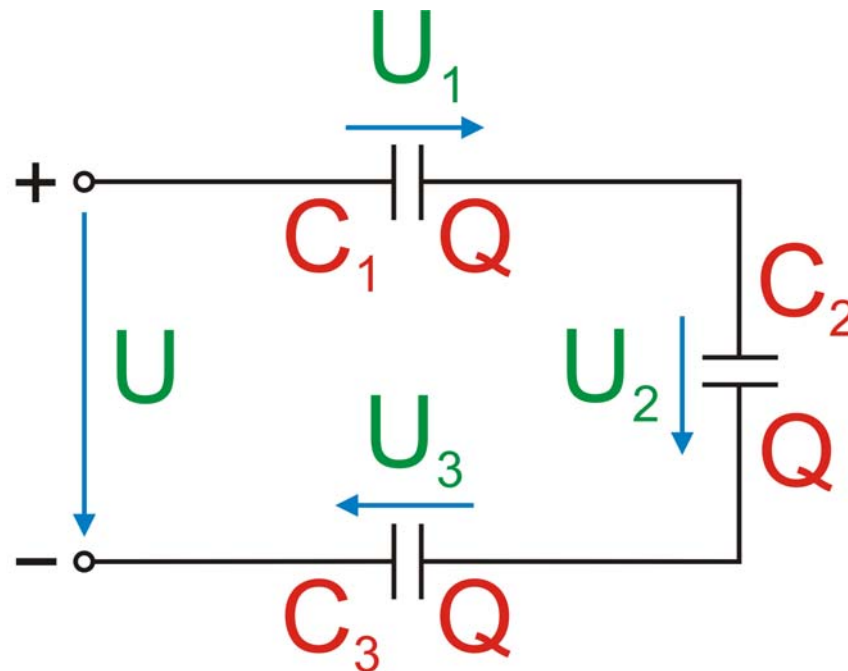
**n darab azonos C kapacitás párhuzamos
eredője:**

$$C_e = nC$$

KONDEZNÁTOROK 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.



KONDENZÁTOROK SOROS KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

A feszültségek összegződnek:

$$U_e = U_1 + U_2 + U_3$$

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

KONDENZÁTOROK 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:

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

KONDENZÁTOROK VEGYES KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

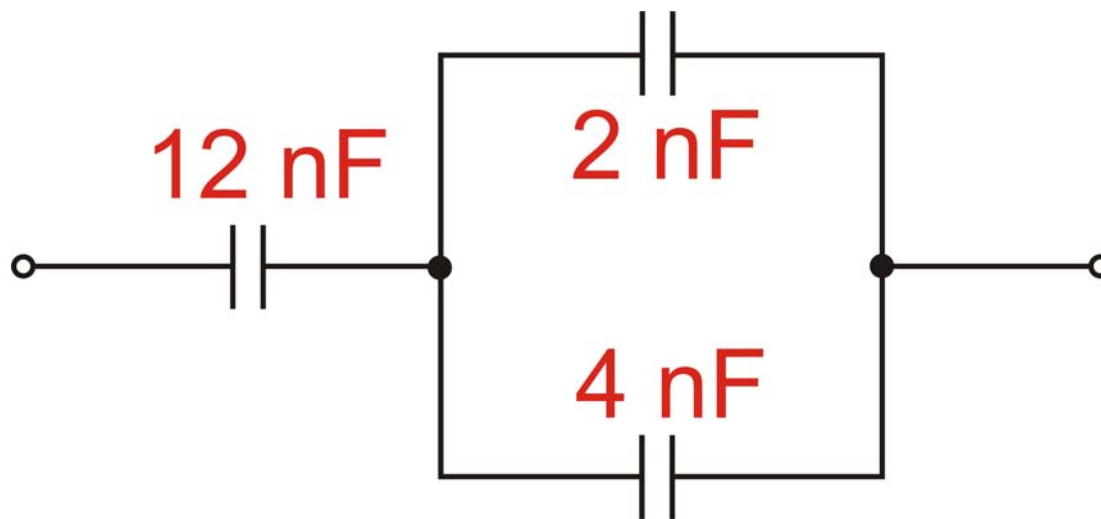
Vegyes kapcsolás: sorosan és párhuzamosan kapcsolt részeket egyaránt tartalmaz.

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.

KONDENZÁTOROK VEGYES KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

MINTAFELADAT:



KONDENZÁTOROK VEGYES KAPCSOLÁSA

és az eredő kapacitás számítása:

MINTAFELADAT:

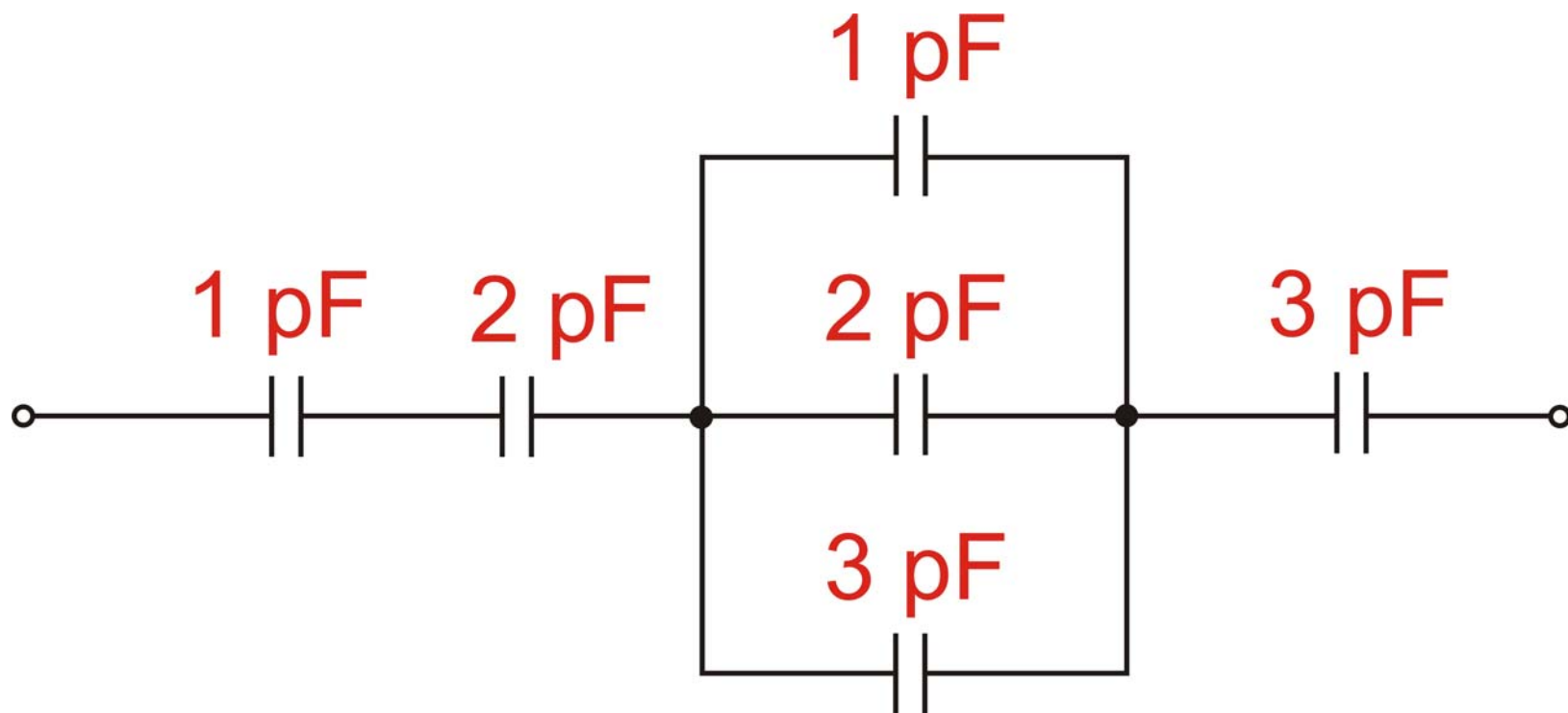
$$C_p = 2 + 4 = 6 \text{ nF}$$

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

KONDEZNZÁTOROK 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 fegyverzeteire: a kondenzátor energiát tárol. (Kisütéskor a tárolt energiát visszaszolgáltatja.).

A kondenzátorban felhalmozott energia:

$$W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2$$

[W·s]; [J]