

EGYENÁRAM

Ha két különböző potenciálú helyet vezetővel kötünk össze, akkor a töltések áramlása megindul a nagyobb potenciálú hely felől a kisebb potenciálú hely felé. Az **elektromos áram** a töltéshordozók rendezett egyirányú mozgása. A töltések rendezett mozgása elektromos mező hatására jön létre. A fémekben negatív töltésű elektronok, az elektrolitokban pozitív és negatív töltésű ionok végeznek rendezett mozgást.

Az elektromos áramot mérőiránnyal szokás ellátni. Az áram *fizikai* mérőiránya a negatív töltések tényleges haladási irányával azonos.

AZ ELEKTROMOS ÁRAM HATÁSAI

- ⇒ Hőhatás (fémzárl melegszik, olvadóbiztosító)
- ⇒ Fényhatás (izzólámpa világít)
- ⇒ Vegyi hatás (vízbontás, galvanizálás, akkumulátor feltöltése, hanglemezek sokszorosítás, alumínium előállítás)
- ⇒ Mágneses hatás (iránytű, elektromágnes, relé, automatabiztosító, mérőműszerek)
- ⇒ Élettani hatás (áramütés)

Az elektromos áram az emberi idegeket ingerli. Ez az inger az izmokat összehúzóadásra kényszeríti. A szívizom görcse miatt a vérkeringés is leállhat. De a megfelelő áramütéssel a megállt szív kb. 5 percen belül még újraéleszthető.

Tájékoztató adatként szerepel a különböző szakkönyvekben, hogy az ember normális körülmények között 0,001 A-es áramerősséget már megérez, 0,01 A már jelentős izomrángatózást okoz és a szabvány szerint 0,1 A már halálos áramütést jelent. Szintén jelentős hatással bír az ingerlő áram frekvenciája. Kis frekvencia esetén (5 Hz alatti) a szervezet úgy viselkedik, mint az egyenáramú ingerléskor, vagyis csak ki és bekapcsoláskor lép fel ingerület. Igen, nagy (ez 10 000 Hz fölötti frekvenciát jelent) frekvencia esetén sem keletkezik ingerület, mert a gyors változásokat a szervezet "nem bírja követni". Hatásos ingerlés közepes frekvencia használatával érhető el, ez a 20 és 1000 Hz közötti tartományt jelenti.

Furcsa, de a nagyfeszültségű (5-10 ezer volt felett) balesetek sokszor nem járnak azonnal halálessel, hanem ekkor súlyos égési sérülések következnek be. A nagyfeszültségű áram a szíven áthaladva szinte görcsbe rítja azt, ha azonban megszűnik az áram, a szív újraindulhat, éppen úgy, mint egy defibrillálás után.

A szív ellenállása ugyanis kb. 50-100 ohm, ez pedig a fenti áramerősség hatására néhány 100 W teljesítményfelvételt jelent. Ez jelentős nagyságú hőenergiát jelent, gondoljunk csak arra, hogy a meleg vasalóhoz hozzáérve milyen érzés a pillanatnyi érintkezés!

Technikailag kétféleképpen oldják meg a defibrillálást. Az egyik lehetőség az, hogy 50 Hz-es, néhány 100 (maximum 1000) V-os váltakozófeszültséget kapcsolnak a szívre 0,1-0,2 másodpercig. Az időzítést megfelelő elektronikával oldják meg.

A másik módszer egy nagyfeszültségre feltöltött kondenzátor kisütését jelenti. A kondenzátor kezdeti feszültsége néhány ezer volt, és az néhány ezred másodperc alatt sül ki. Így 3-400 J energiát lehet a szervezetbe juttatni. Mivel ez igen nagy energia igen rövid idő alatt, itt meglehetősen nagy csúcsáramról (kb. 50 A!) és igen nagy csúcsteljesítményről (100-200 kW!) van szó. Már a számadatok is döbbenetesek lehetnek, látszik, hogy egy ilyen kezelés során milyen körültekintéssel, és óvatossággal kell eljárni!

Az elektromos áram jellemzésére az áramerősséget használjuk.

Áramerősség: A vezető teljes keresztmetszetén átáramlott töltés és az átáramlási idő hányadosa.

Jele: **I**

M.e.: **A** (amper)

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

Az áramerősség skalár mennyiség.

Az áramerősség I-vel történő jelölése a latin intenzitás szóból ered, ennek jelentése erősség.

Az áramerősség mértékegysége André Marie Ampère (1775-1836) francia fizikus, matematikus nevét őrzi. Ampère eredményeket ért el az áram mágneses hatásának vizsgálatában

Ha az elektromos áram erőssége az időtől független, akkor stacionárius, azaz **egyenáramról** beszélünk. (I=állandó)

- ❖ Az áramerősség mérése ampermérővel történik, amelyet a fogyasztóval sorba kell kapcsolni, hogy átfolyjon rajta a mérendő erősségű áram.
- ❖ A feszültség méréseire voltmérőt használunk, amit párhuzamosan kötünk a mérendő fogyasztóval

Georg Ohm német fizikus (1789-1854) ismerte fel 1827-ben a feszültség és az áramerősség kapcsolatát. Mérései szerint homogén vezetőben folyó áram erőssége - állandó hőmérsékleten - egyenesen arányos a vezető két vége közötti feszültséggel. Az arányossági tényező a vezető anyagi minőségére és geometriai méreteire jellemző fizikai mennyiség, a vezető ellenállása.

Jele: **R**

M.e.: **Ω** (ohm)

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

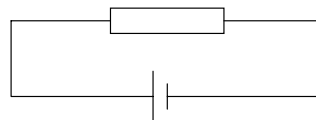
Az ellenállás skalár mennyiség.

- Tapasztalat szerint növekvő hőmérséklettel a fémek és a legtöbb fémötvözet ellenállása nő, a szén, a konstantán ötvözet, a félvezetők és az elektrolitok ellenállása viszont csökken.
- Az anyagok elektromos ellenállása függ még a mechanikai igénybevételtől és a mágneses mezőtől is.
- Az ellenállás szó az elektromosságban többféle értelemben is használatos. Jelenti a fogyasztót, tehát az alkatrészt, amelyben az elektromos mező energiája fogy, és átalakul más energiává. De ellenállásnak nevezzük az $R = \frac{U}{I}$ összefüggéssel értelmezett fizikai mennyiséget is, amely a vezető töltésáramlást akadályozó tulajdonságának mennyiségi jellemzésére szolgál.

A tapasztalat szerint elektromos áram csak zárt körben folyhat.

A ZÁRT ÁRAMKÖR RÉSZEI:

- ÁRAMFORRÁS
- FOGYASZTÓ
- VEZETÉK



Az **áramforrások** olyan berendezések, amelyekben mechanikai, hő, kémiai, vagy fényenergia alakul át elektromos energiává. (dinamó, hőelem, galvánelem (zseblep), napelem) Az áramforrás a töltéshordozók rendezett egyirányú áramlását huzamos ideig biztosító berendezés. Élettartama alatt a feszültség állandó. Az áramforrásnak is van ellenállása. Áramforrásokat is szokás sorba kapcsolni, ha nagyobb feszültségre van szükségünk. Például a zseblep, akkumulátor.

Az áramforrást úgy modellezhetjük, hogy kivezetései között van egy állandó U_0 üresjárási feszültséget biztosító feszültségforrás és egy R_b belső ellenállás, amely sorosan kapcsolódik az R_k külső ellenállásokkal. $U_0 = U_k + U_b$

Az áramkörben a fogyasztók ellenállása mellett az áramforrás belső ellenállása gyakran elhanyagolható.

A galvánelem elnevezés **GALVANI** olasz anatómus nevét őrzi. 1780-tól végezte híres békacomb kísérleteit. A békacombot vaslemezre helyezte, az idegeket rézhorgokkal megérintette és görcsös összerándulást tapasztalt. Úgy gondolta, hogy az elektromosság állati eredetű.

VOLTA (1745-1827) olasz fizikus megismételte Galvani kísérletét és rájött, hogy az elektromosság létrejöttében csak a kétféle fémnek és a folyadéknak van szerepe. 1800-ban készítette el az első áramforrást Volta-oszlop néven.

Ha egy réz és egy cinklemez hígított kénsavba merítünk, és a két lemezhez egy zseblámpaizzót kapcsolunk, akkor az izzó világít. A két fém elektrodának az oldatot elektrolitnak nevezzük. Az elektrodáknak mindig különböző fémeknek kell lenniük, az elektrolit pedig sók, savak, lúgok vizes oldatai.

A *galvánelemek* használatakor a kémiai energia alakul át elektromos energiává. A galvánelemek nagy részében az a folyamat megfordíthatatlan.

Az *akkumulátorok* esetén a folyamat megfordítható. Feltöltés közben az áthaladó áram hatására végbemenő kémiai folyamatok ellentétes irányúak az akkumulátor használata közben lezajló folyamatokkal.

- Az ólomakkumulátorban két ólomlemez és kénsav vizes oldata található. Az ólom felületén a kénsavas víz hatására ólomszulfát képződik. Feltöltődéskor ez a réteg az egyik lemezen ólommal a másikon ólom-oxid alakul. Feltöltés után tehát az elektrodák anyaga különböző, így a rendszer galvánelemként működik. Kisütés közben ezzel ellentétes folyamat játszódik le.
- A lúgos akkumulátorban az elektrolit kálium-hidroxid az elektrodák pedig nikkel és vas vagy ezüst és cink.

A különféle elemek sok környezetkárosító anyagot tartalmaznak, a háztartási szemétbe dobva szennyezik a környezetet.

A kémiai energiát felhasználó áramforrások üresjárási feszültsége a felhasználás során állandó, a belső ellenállás viszont lényegesen megnő. Egy új zseblemez esetén $0,1\Omega$, az elöregedés során ez 100Ω -ra is megnő. Ezzel magyarázható, hogy a használt elemek terheletlen állapotban elegendő feszültséget mutatnak, az izzóval való terheléskor azonban az izzó mégsem világít.

Hőelemet OHM használt először, a róla elnevezett törvény kísérleti vizsgálatához. Bizmut és rézdrótot csavart össze mindkét végén. Az egyik vége olvadó jégben, a másik forrásban lévő vízben volt. Mivel az érintkezési pontok különböző hőmérsékletűek, így közöttük feszültség mérhető.

A termoelemeket hőmérsékletmérőként használhatjuk.

Hőelemeket használnak a gázkészülékekben hőmérsékletérzékelőként.

A *dinamót* **JEDLIK ÁNYOS** (1800-1895) fedezte fel.

A dinamó tulajdonképpen egy egyenáramú generátor, amely mechanikai energiát alakít át elektromos energiává.

- Jedlik bencés szerzetes, Pannonhalmán tanított, eredményeit nem publikálta.
- A szabadságharc idején nemzetőrnek állt.
- A pesti tudományegyetem fizika tanszékének a vezetője volt. Tőle vette át ezt a tanszéket Eötvös Lóránd.
- Foglalkozott még a galvánelemek tökéletesítésével.
- Szóдавízgyártó gépet szerkesztett.
- Megszerkesztette az első villanymotort, mely az elektromos energiát mechanikai energiává alakította.
- A magyar nyelv neki köszönheti az alábbi szavakat: dugattyú, eredő, összetevő, huzal, merőleges, nyomaték.
- Sírján kedvenc mondása áll: **"Az igazak örökké élnek."**

Az áramforrások által termelt elektromos energia a **fogyasztók**ban alakul át másfajta energiává. Fogyasztóknak nevezzük azokat az eszközöket, amelyek a felvett elektromos energiát mechanikai, hő, kémiai vagy fényenergiává alakítják át. (habverő, vasaló, akkumulátor, lámpa)

FOGYASZTÓK SOROS KAPCSOLÁSA

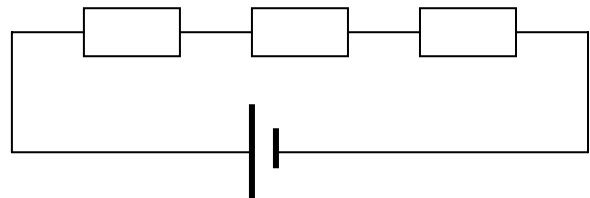
Soros kapcsolást használunk, ha egyszerre szeretnénk a fogyasztókat működtetni. Például karácsonyfaizzó, fürdőszobai kapcsoló és konnektor, ledék

⇒ Mindegyik ellenálláson ugyanakkora erősségű áram folyik át. $I_1 = I_2 = I_3$

⇒ Sorba kapcsolt ellenállások eredője az egyes ellenállások összege.
 $R_e = R_1 + R_2 + R_3$

⇒ Soros kapcsolás esetén a feszültségek aránya megegyezik az ellenállások arányával. $U = U_1 + U_2 + U_3$

⇒ Soros kapcsolásnál az eredő ellenállás mindig nagyobb bármely részellenállásnál.



FOGYASZTÓK PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA

Párhuzamos kapcsolást használunk, ha egymástól függetlenül akarjuk a fogyasztókat működtetni. Például a lakásban a különböző lámpák és konnektorok, hosszabbító

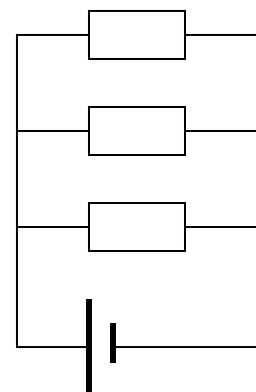
⇒ Párhuzamos kapcsolás esetén mindegyik ellenállásra ugyanakkora feszültség jut. $U_1 = U_2 = U_3$

⇒ Párhuzamos kapcsolás esetén az eredő ellenállás reciproka az egyes ellenállások reciprokainak az összege.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

⇒ Az egyes ellenállásokon átfolyó áramok erősségei fordítottan arányosak az ellenállásokkal. $I = I_1 + I_2 + I_3$

⇒ Párhuzamos kapcsolásnál az eredő ellenállás mindig kisebb bármely részellenállásnál.



A fogyasztókat az áramforrásokkal **vezetékek** (huzalok, vezetősálak, lineáris vezetők) kötik össze. A vezetékek olyan vezetők, amelyeknek hossza a vezető keresztmetszetének legnagyobb lineáris méretéhez képest is nagy. Közreműködésükkel jut el az áramforrás által termelt elektromos energia a fogyasztóhoz. Az állandó keresztmetszetű homogén vezeték ellenállása egyenesen arányos a vezeték hosszával, fordítottan arányos a vezeték keresztmetszetével. Az arányossági tényező a vezeték anyagi minőségétől függő állandó, melynek neve : **fajlagos ellenállás**.

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

Ha egy izzólámpa üzemi áramerőssége 0,2 A, akkor egy 20 cm hosszú vezetékben a telep negatív pólusán kilépő elektronok 7,5 h alatt érik el az izzót. Az elektronok áramlási sebessége $7,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mm}}{\text{s}}$. Ez úgy értelmezhető, mint ha egy gyors hegyi patakban a vízáram erőssége megegyezik egy lassan hömpölygő folyóéval. Az elektronok mindenütt jelen vannak, a áramforrásban, a vezetékben és az izzólámpában is. Nem az elektronoknak kell gyorsan áramolni, hanem az elektronokat elindító hatásnak, vagyis az elektromos mezőnek. Ez pedig fénysebességgel terjed.

Ha egy fogyasztót U feszültségű áramforrásra kapcsolunk, és azon t ideig I erősségű áram halad át, akkor az áramforrás által végzett munka: $W = U \cdot I \cdot t$

Az elektromos áram által termelt hő Joule-hőnek is nevezik, mert Joule skót származású természettudós mérte meg először nagy pontossággal az áram hő hatását.

Az elektromos mező munkája felhasználva az áramerősség összefüggését illetve az Ohm-törvényt:

$$W = Q \cdot U$$

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

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

Az elektromos teljesítmény:

$$P = U \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

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

Az elektromos munkának elsősorban az áramszolgáltatók által használt mértékegysége a kWh.

A villanyórák az elektromos fogyasztást közvetlenül kWh-ban mutatják. $1\text{kWh} = 3600000\text{J}$

Az elektromosság felhasználása először a világítástechnikában hozott forradalmi változást. Az izzólámpát Thomas Edison amerikai kutató készítette el 1879-ban. (Több elektronikai találmánya volt: szénmikrofon, fonográf, filmvetítő gép, lúgos akkumulátor, villamos erőmű) Az Egyesült Izzólámpa és Villamossági RT. újpesti telepén gyártották az első volfrámszálas izzólámpát 1905-ben. Bródy Imre alkalmazott elsőként kripton töltésű izzót 1936-ban, ezzel csökkentette a volfrám párolgását, ami a lámpa hatásfokát és élettartamát megnövelte. Európában Temesváron valósult meg először a városi villanyvilágítás 1884-ben.