

Az egyenáram

1. Az áram fogalma
2. Az egyenáram hatásai
3. Az áramkör elemei
4. Vezetők ellenállása
 - a) Ohm-törvénye
 - b) fajlagos ellenállás
 - c) az ellenállás hőmérsékletfüggése
5. Az ellenállások kapcsolása
 - a) soros kapcsolás
 - b) párhuzamos kapcsolás
 - c) vegyes kapcsolás
6. Az áramforrások kapcsolása
7. Kirchhoff-törvények
8. Elektromos munka és teljesítmény
9. Fizikatörténeti vonatkozások

1.) Az áram fogalma

Elektromos áramnak a töltött részecskék rendezett áramlását nevezzük. Ha ez az áramlás egyirányú, állandó erősségű, egyenáramról beszélünk. Az áramlás oka potenciálkülönbség, a részecskék a számukra kedvezőbb potenciál felé mozdulnak el. Az áram iránya a pozitív töltések esetén a térerősséggel azonos, míg a negatív töltéseknél az elmozdulás iránya a térerősség irányával ellentétes.

Az elektromos áram nagyságát az áramerősséggel jellemezzük. Jele: I . Az áramerősség számértéke megmutatja, hogy a vezető keresztmetszetén egységnyi idő alatt mekkora töltésmennyiség áramlik át:

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

Mértékegysége: 1A (amper) az áramerősség, ha a vezető keresztmetszetén 1s alatt 1C töltés áramlik át.

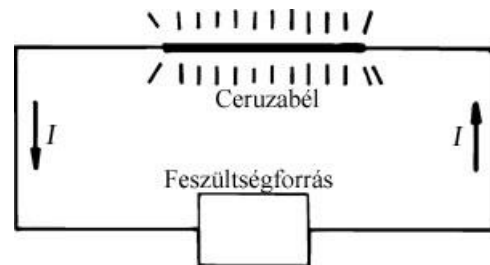
Megállapodás szerint a pozitív töltéshordozók mozgásának iránya az áram irányával egyezik meg.

2.) Az elektromos áramnak öt különböző hatása van.

Az első a **hőhatás**. Fémes vezeték esetén elektronok ütköznek a rácsonokkal, illetve át is adják energiájukat nekik. Ennek következtében a fémes vezető felmelegszik. Ennek az energiaátadásnak köszönhető az áram hőhatása.

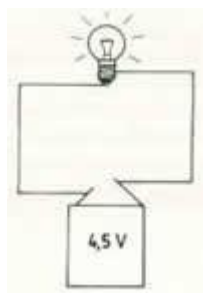
Kísérlet:

- ☑ Ceruzabélre kapcsolunk egyenfeszültséget.
- ☑ A ceruzabél felmelegszik, felizzik, elvékonyodik, elszakad.
- ☑ Másik eset az izzólámpa burája: az égő hálózatba való bekapcsolása után fel fog melegedni.

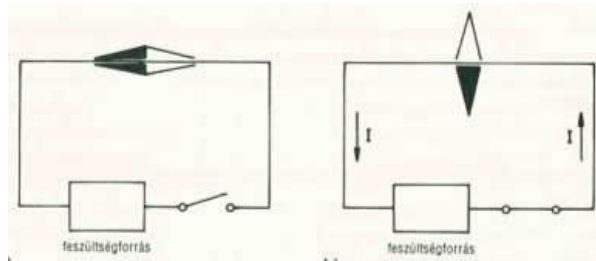


A második a **fényhatás**. A fényhatás nem önálló jelenség, a hőhatás következménye. A hőhatás és egyéb más hatások miatt gerjesztett állapotba kerülő elektronok alacsonyabb energiaszintre történő visszatérésük során bocsátják ki a fotonokat.

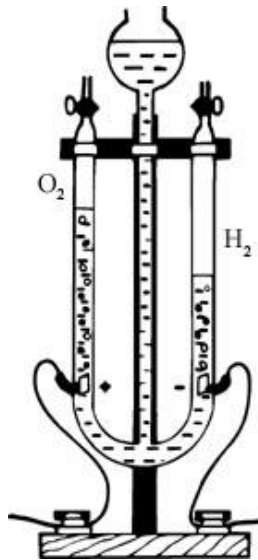
Pl.: Van de Graaf-generátort elhagyó szikra, zseblep két kivezetésére kötött zseblámpaizzó, kondenzátor kisütésekor felvillanó lámpa.



A harmadik a **mágneses hatás**. Iránytű felett elhelyezett vezető jó példa lehet arra, hogy megmutassuk az elektromos áram mágneses hatását. Ha vezetőbe áramot indítunk el, az iránytű ki fog lendülni egyensúlyi helyzetéből.



A negyedik a **kémiai hatás**. Ha egyenfeszültséget kapcsolunk a vízbontó készülékre, akkor gázfejlődést tapasztalunk. Az elektromos áram hatására kémiai átalakulások mennek végbe, és a víz elemeire bomlik.



Az ötödik és egyben az utolsó is a **biológiai hatás**. Elektromos áram hatására az izmok összerándulnak, vezetékét képtelenség elengedni, bekövetkezik az izombénulás. Ez okozhat légzési zavart ill. halált is. Az égési sérülés, az áram nagyságától függően súlyosabb is lehet, megéghet a bőrfelület is.

3.) Az áramkör a következő elemekből épül fel:

Áramforrás

Áramforrásnak nevezzük az olyan berendezéseket, melyek az elektromos télerősséget hosszabb ideig is képesek fenntartani.

Fogyasztó

Lényeges áramköri elem, mely segítségével elérhetővé válik az áramforrásban tárolt energia átalakítása. A fogyasztó lehet pl. ellenállás, izzó, hősugárzó vagy akár ventilátor is.

Kapcsoló

Hasznos elem, áramkör zárásakor és nyitásakor használjuk.

Áramerősség-mérő műszer

Az áramkörben átfolyó áramerősséget áramerősség-mérő műszer soros bekötésével tudjuk megmérni.

Feszültségmérő műszer

Áramköri elemekre eső feszültséget mérhetünk meg vele. Az áramkör azon két pontjához kell csatlakoztatni, ahol a feszültséget kívánjuk megmérni

	elektromos vezeték
	galvánelem
	telep
	egyenáramú áramforrás
	váltakozó áramú áramforrás
	ellenállás
	változtatható ellenállás
	kondenzátor
	változtatható kapacitású kondenzátor
	áramerősség-mérő műszer
	feszültségmérő műszer
	tekercs
	transzformátor
	transzformátor vasmaggal
	földelés
	izzólámpa
	kapcsoló

4.) Vezetők ellenállása

a) Ohm-törvénye

A fémes vezetőknek azért van ellenállása, mert a vezető rácsszerkezetében lévő kötött ionok akadályozzák a töltések szabad áramlását.

Minél hosszabb a vezetők, annál több rácspontnak ütköznek a töltések, ami akadályt jelent az áramlásnál.

Minél nagyobb a vezető keresztmetszete, annál nagyobb felületen tud eloszolni az áramló töltés.

Az áramkör valamely két pontja között átfolyó áram erőssége arányos a két pont között mérhető feszültséggel, az arányossági tényező az áramkörnek e két pont közötti vezetőképessége.

Jele: R

Mértékegysége: $[R] = 1 \text{ V/A} = 1 \Omega$

Ohm-törvénye: egy fogyasztón áthaladó áram erőssége egyenesen arányos a fogyasztó két pontja között mérhető feszültséggel.

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

b) Fajlagos ellenállás

A fajlagos ellenállás számértéke megadja, hogy 1m hosszú 1mm² keresztmetszetű homogén anyagnak mekkora az ellenállása. A fajlagos ellenállás függ az anyag minőségétől.

Jele: δ

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

$$\text{Mértékegysége: } [\delta] = 1\Omega m = 10^6 \frac{\Omega mm^2}{m}$$

5.) Az ellenállások kapcsolása

Soros kapcsolás:

Ha egy áramkört úgy állítunk össze, hogy benne nincs elágazás, akkor az ellenállásokat sorosan kapcsoltuk az áramforrásra. Soros kapcsolás esetén minden ellenálláson ugyanolyan erősségű áram halad keresztül.

A sorba kapcsolt ellenállások eredő ellenállása az összetevő ellenállások összege.

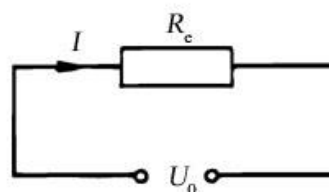
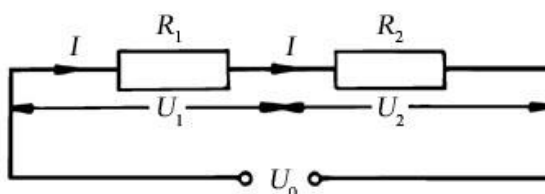
A sorosan kapcsolt ellenállásokon ugyanakkora erősségű áram halad át, ebből következik, hogy az egyes ellenállásokon eső feszültségek az ellenállásértékekkel egyenesen arányosak.

$$U = U_1 + U_2$$

$$R_s = \frac{U}{I} = \frac{U_1 + U_2}{I} = \frac{U_1}{I} + \frac{U_2}{I} = R_1 + R_2$$

$$R_s = \sum_i R_i$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$



Párhuzamos kapcsolás:

Ha egy feszültségforrás két kivezetésére úgy kapcsolunk ellenállásokat, hogy minden ellenállás egyik csatlakozása a feszültségforrás egyik kivezetéshez, másik csatlakozása a feszültségforrás másik kivezetéséhez kapcsolódik, akkor az ellenállásokat párhuzamosan kapcsoltuk az áramkörbe.

Párhuzamos kapcsolás esetén minden ellenállásra ugyanakkora feszültség jut, mert a vezetékkel összekötött pontok ekvipotenciálisak. Ez azonos nagyságú az eredő ellenálláson eső feszültséggel.

A főág áramerőssége, amely azonos az eredő ellenálláson átfolyó áramerősséggel, egyenlő a mellékágak áramerősségének összegével, mert a töltésmegmaradás törvénye szerint a főágból érkező összes töltés a mellékágakban oszlik szét.

Párhuzamos kapcsolás esetén az eredő ellenállás reciprokát úgy határozhatjuk meg, hogy összeadjuk az összetevő ellenállások reciprok értékeit.

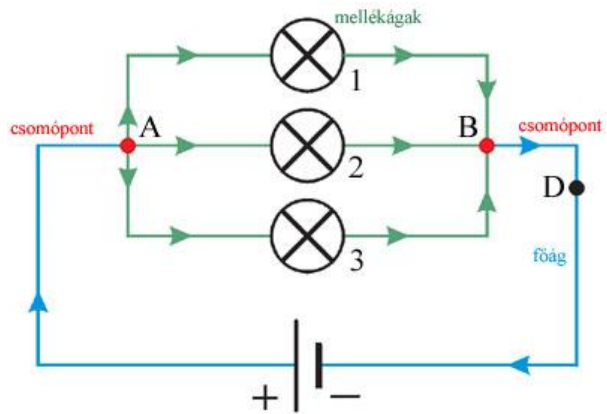
A párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon eső feszültség azonos, ezért az egyes ágakban folyó áramerőségek fordítottan arányosak az ágak ellenállásaival.

$$I = I_1 + I_2$$

$$R_s = \frac{U}{I} = \frac{U}{I_1} + \frac{U}{I_2} = \frac{U}{\frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

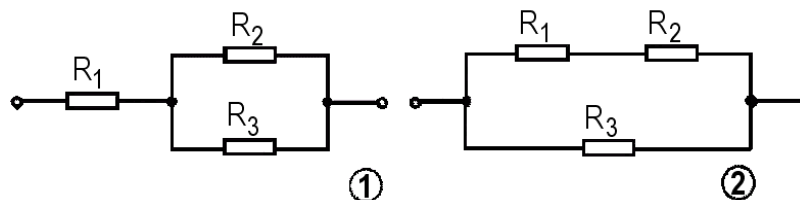
→

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$



Vegyes kapcsolás:

Ellenállásokat úgy is kapcsolhatunk az áramkörbe, hogy abban soros és párhuzamos kapcsolás is legyen. Ekkor vegyes kapcsolásról beszélünk. Azokban az esetekben, amikor egy hálózat felbontható soros és párhuzamos kapcsolásokra, úgy határozzuk meg az eredő ellenállást, hogy lépésenként egyre egyszerűbb kapcsolásokra vezetjük vissza az eredeti áramkört.



6.) Az áramforrások kapcsolása

Elektromos áramkörben mindig van áramforrás, amelyben a töltés az alacsonyabb potenciálú helyről a magasabb potenciálú helyre jut annak ellenére, hogy az elektrosztatikus erő éppen az ellenkező irányba igyekszik mozgatni.

Ezt a hatást, amely a töltést az alacsonyabb potenciálú helyről a magasabbra juttatja, elektromotoros erőnek nevezzük és ϵ -nal jelöljük.

$$[\epsilon] = \text{V}$$

Kapocsfeszültség: Terhelt állapotban az áramforrás kapcsain mért feszültség. Jele: U_k
 $U_k = U_o - U_b$

Üresjárási feszültség: Terheletlen állapotban az áramforrás kivezetései között meglévő feszültséget üresjárási feszültségnek nevezzük. Az üresjárási feszültség számértéke megegyezik az elektromotoros erővel. Jele: U_o

$$U_o = U_k + R_b I$$

Belső ellenállás oka: Az áramforrás is vezető, amelyben lévő részecskék akadályozzák a töltések áramlását, másrészt a generátoron is keresztüláramlik a töltés pontosan a térerővel szemben. Az áramforrás belső ellenállásán eső feszültség a **belső feszültség esés**.

$$U_b = R_b I$$

Rövidzár: Két különböző potenciálú pont fémes összekötése. $I_{max} = \frac{U_o}{R_b}$

Ohm-törvénye teljes áramkörre

- ❖ Ha az áramforráson I áram folyik át, akkor a belső ellenálláson $I \times R_b$ feszültség esik.
- ❖ A külső ellenálláson is ugyanez az áram halad át. A külső ellenálláson eső feszültség: $U_k = I \times R_k$

$$\text{Így: } \varepsilon = I(R_b + R_k)$$

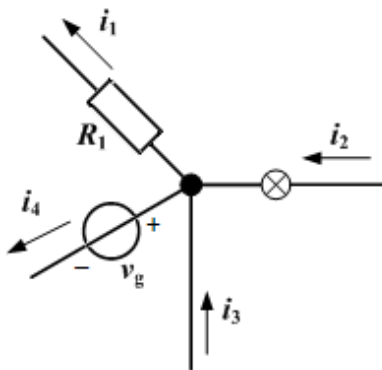
Áramforrások soros kapcsolása esetén az egyik áramforrás negatív pólusát a másik áramforrás pozitív pólusához kapcsoljuk. Ekkor az egyes áramforrások forrásfeszültségei és belső ellenállásai is összeadódnak. - $R_e = R_1 + R_2$

Párhuzamos kapcsolás akkor jön létre, ha az áramforrások azonos pólusait kapcsoljuk össze. $U_o = RI + R_b I = I(R + R_b)$

7.) Kirchhoff-törvények

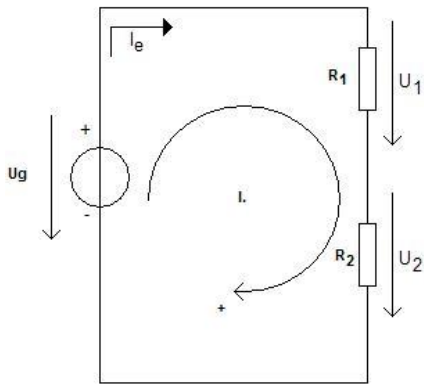
A csomópontok törvénye (Kirchhoff I. törvénye): Bármely csomópontban az áramok összege nulla. Az összeadáskor a csomópontba befolyó áramokat pozitív, a kifolyókat negatív

előjellel kell összeadni. $I_1 + I_4 = I_2 + I_3$ $\sum_i I_i = 0$



Huroktörvény (Kirchhoff II. törvénye): Bármely zárt hurokban a feszültségek előjeles összege nulla. Az összegzés elvégzéséhez körüljárási irányt kell felvenni, és az ezzel megegyező irányú feszültséget pozitív előjellel, az ellenkező irányúakat negatív előjellel kell

összeadni. $U_g = U_1 + U_2$ $\sum_i U_i = 0$



8.) Elektromos munka és teljesítmény Az áramkörben U feszültség hatására a Q töltésen végzett munka: $W=QU$

Ekkora munkavégzés hatására

- ❖ az elektronok kis ideig gyorsulnak, majd
- ❖ beleütköznek a vezető rácsszerkezetébe,
- ❖ átadják az elektromos mezőtől kapott energiájuk egy részét,
- ❖ ezáltal lefékeződnek, a vezető pedig felmelegszik.

Hőmérsékleti egyensúly, Joule-Lenz törvénye: Az áramköri elemek hőmérséklete nem növekszik korlátlanul, mert a környezet és a vezetők között kialakul a hőmérsékleti egyensúly.

Az áramkör és a környezet között dinamikus hőegyensúly alakul ki: időegység alatt az áram munkája megegyezik a környezetnek átadott energiával.

Az áram munkája és teljesítménye:

A mező által végzett munka: $W = QU = UIt = \frac{U^2}{R}t = RI^2t$, ahol a $Q=It$.

Így a mező által végzett munka a következő összefüggéssel is kifejezhető:

$$P = UI = \frac{W}{t} = UI = \frac{U^2}{R} = RI^2$$

9.) Fizikatörténeti vonatkozások

AMPÉRE, ANDRÉ MARIE (1775 – 1836)

Francia matematikus, kémikus és fizikus



Apja jómódú kereskedő volt, aki nagy gonddal nevelte és neveltette a fiát. Az ifjú tudósra főként a Nagy Francia Enciklopédia volt hatással. 1793-ban apját kivégezték, ő pedig egy időre elvesztette az érdeklődését minden iránt. Leghíresebb felfedezése az elektromos áram volt, melynek mértékegységét róla nevezték el. 1821-ben felállította az áramok kölcsönhatására vonatkozó törvényét.

OHM, GEORG SIMON (1789 – 1854)

Német fizikus

Elismerései:

1841-ben a londoni Royal Society (Királyi Társaság) Copley-érmével tüntették ki.



Felismerte, hogy a vezetők két pont között átfolyó áram erőssége egyenesen arányos a két pont közötti potenciálkülönbséggel. Megállapítása nagy hatással volt az elektromosságtanra és az elektromosság alkalmazásaira, de kortársai felismerését hűvösen fogadták. 1833-ban Nürnbergben, a Műszaki Iskolában vállalt állást. Munkáját később kezdték elismerni: róla nevezték el az elektromos ellenállás mértékegységét.

VOLTA, ALESSANDRO (1745-1827)

Olasz fizikus



Élete nagy részét a fémek elektromos tulajdonságainak kutatásával töltötte. Ő találta fel a róla elnevezett Volta-oszlopot, amely lényegében egy galvánelem. Sok szellemes készülék feltalálója volt. Kifejlesztett egy nagyon érzékeny feszültség mérő műszert is. Tiszteletére a feszültség mértékegységét róla nevezték el.

KIRCHHOFF, GUSTAV ROBERT (1824-1887)

Német fizikus A kémikus Robert Bunsen társaságában megalapozta a színeképelemzés



elméletét. A színeképelemzés (spektrumanalízis) a felhevített anyagok kibocsátotta fény felbontása útján következtet a kémiai összetételre. Kirchhoff a módszert a Nap összetételének a meghatározására is alkalmazta. Kirchhoff 1845-ben tette közzé a Kirchhoff-törvényeket, ezek lehetővé teszik az áram, a feszültség és az ellenállások számítását elektromos áramkörökben. Kiterjesztette Georg Simon Ohm német fizikus elméletét; az áram folyását leíró egyenleteket általánosította háromdimenziós vezető esetére.

Források

https://www.mozaweb.hu/Lecke-Fizika-Fizika_8-Az_egyenaram_hatasai-99969

<http://www.viszki.sulinet.hu/tananyagtar/fizika/Kovecses/06%20-%20Egyenaram.pdf>

Dr. Szalay Béla, Fizika, Műszaki Kiadó, Bp. 1979

Dr. Fitari Péter, Fizika II, Műszaki Kiadó, Bp. 2012

Füzetek

Készítette: Tóth András, Tóth Renáta 2015c