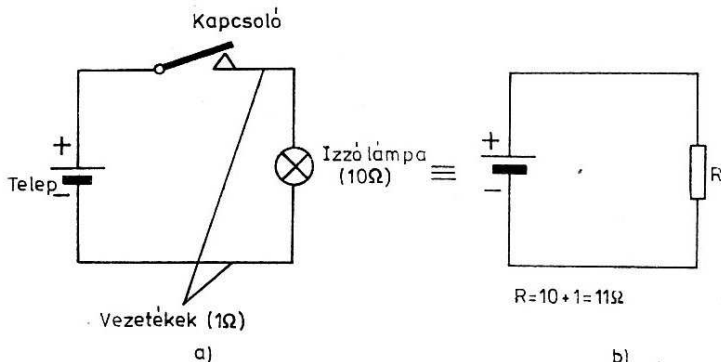


# ELEKTRODINAMIKA

## Egyenáramú hálózatok 1.

## Az egyszerű áramkör

Az egyszerű áramkör egy telepből, egy fogyasztóból, vezetékekből és rendszerint egy kapcsolóból épül fel. Ilyen a zseblámpa áramköre (2-1a).



**2-1. ábra**

Zseblámpa egyszerű áramköre a) sematikus kapcsolási vázlat; b) helyettesítő kapcsolás

Fogyasztó helyett szokás egy ellenállást feltüntetni, amely magában foglalja a kör teljes ellenállását. Az elvi rajzok vezetékei ideálisak (2-1b).

Az egyszerű áramkör jellemzésére szolgáló adatok és a közöttük fennálló összefüggések:

Egy vezetéken átfolyó áram erőssége arányos a végpontjaira kapcsolt feszültséggel (Ohm törvénye):

$$I = \frac{U}{R}, \quad \Rightarrow \quad U = RI.$$

Itt  $I$  a vezetéken átfolyó áram erőssége, SI egysége az *amper* [ $A$ ];  $U$  a vezetékre kapcsolt feszültség értéke, egysége a *volt* [ $V$ ];  $R$  a vezeték ellenállása, amelynek egysége:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{[V]}{[A]} = \text{ohm} = [\Omega].$$

Az ellenállás reciproka, a vezetéérték:

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

Ezzel Ohm törvényét felírva:

$$I = GU, \quad \Rightarrow \quad U = \frac{I}{G}.$$

A vezetéparaméter egysége:

$$G = \frac{I}{U} = \frac{[A]}{[V]} = [\Omega]^{-1} = \text{siemens} = [S].$$

Szóhasználat:

vezetési elem, vezetés mint áramköri elem=konduktor;

ellenállás mint áramköri elem=rezisztor;

vezetés mint érték, mint paraméter=konduktancia;

ellenállás mint érték, mint paraméter=rezisztancia.

Huzal ellenállásának és vezetésének számítása:

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

ahol  $l$  a vezető hossza,  $A$  a vezető keresztmetszete és  $\rho$  pedig a rezisztivitás, vagy fajlagos ellenállás. Másképpen:

$$G = \sigma \frac{A}{l}.$$

Itt  $\sigma$  a konduktivitás, fajlagos vezetés, másként vezetőképesség, ami a fajlagos ellenállás reciproka. Egysége:

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

A fajlagos ellenállás értéke anyagi jellemző, és függvénye a hőmérsékletnek. A fajlagos ellenállást, mint a hőmérséklet függvényét egy hatványsorral lehet analitikus formában előállítani:

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha\Delta t + \beta(\Delta t)^2 + \gamma(\Delta t)^3 + \dots].$$

A képletben szereplő betűk fizikai jelentése:

$\rho$  a fajlagos ellenállás értéke  $t$  hőmérsékleten;

$\rho_{20}$  a fajlagos ellenállás értéke  $20^\circ\text{C}$ -on;

$\alpha$  a lineáris vagy elsőfokú hőmérsékleti tényező  $20^\circ\text{C}$ -on, egysége  $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ ;

$\beta$  a négyzetes hőmérsékleti tényező  $20^\circ\text{C}$ -on, egysége  $[^\circ\text{C}]^{-2}$ ;

$\gamma$  a köbös hőmérsékleti tényező  $20^\circ\text{C}$ -on, egysége  $[^\circ\text{C}]^{-3}$ ;

$\Delta t$  pedig a hőmérséklet  $20^\circ\text{C}$ -hoz képest való megváltozása, előjeles érték.

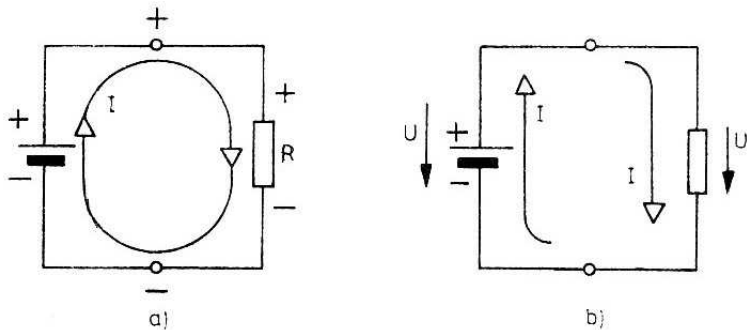
Szobahőmérsékleten a fajlagos ellenállás, és így az ellenállás is, a hőmérsékletnek lineáris függvénye. A hatványsorban ezért elegendő csak az első tagot figyelembe venni. Sőt, nemcsak szobahőmérsékleten, hanem tetszőleges  $t_1$  hőmérséklet szűk környezetében is igaz a linearitás:

$$R = R_{t_1}[1 + \alpha_1(t - t_1)].$$

A fémek és fémötvözetek hőmérsékleti együtthatója pozitív érték, esetleg szűk hőmérsékleti tartományban nulla. A félvezető anyagok hőmérsékleti együtthatója negatív érték.

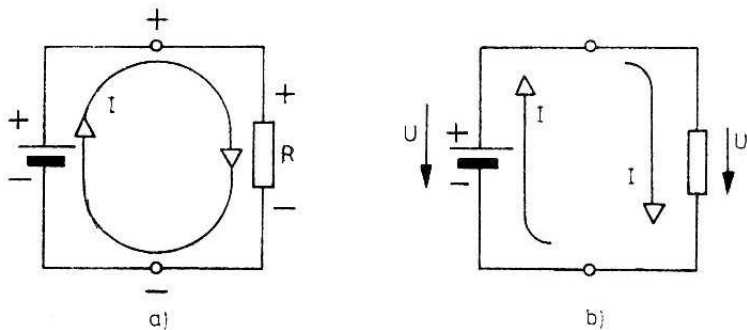
## Jelölések, a feszültség és az áramerősség előjele

Az áramkör árama — megállapodás szerint — a telep pozitív sarkából kiindulva végighalad a vezetéken, a fogyasztón, majd belép a telep negatív sarkán, a telepen belül a negatív kapocstól a pozitív felé folyik. Az *áramkör árama* tehát *teljesen körbefolyik* (2-4a ábra).



**2.4. ábra**

Az áram konvencionális irányának és a feszültség polaritásának jelölése nyilakkal



#### 2.4. ábra

Az áram konvencionális irányának és a feszültség polaritásának jelölése nyilakkal

Az áram konvencionális folyási iránya *a pozitív töltéshordozók* haladási irányával egyezik meg. Ha az áramot negatív töltéshordozók alkotják, az áram és a töltéshordozók haladási iránya ellentétes.

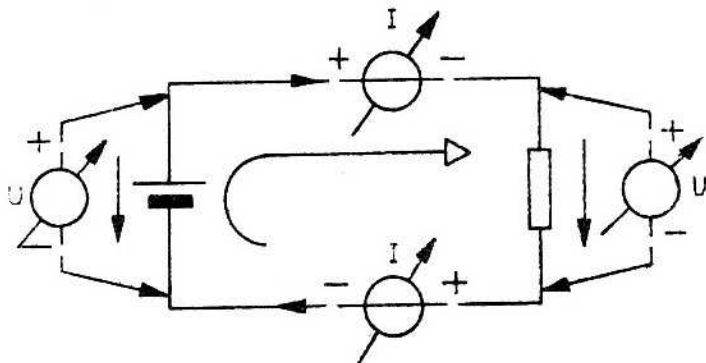
A *feszültség polaritását* a pozitív és negatív jelek helyett *a nagyobb potenciálú ponttól* („+pont”) *a kisebb potenciálú pont* („-pont”) felé mutató nyilal szokás a továbbiakban jelölni (2-4b ábra).

A feszültségnyíl az egyszerű áramkörben mind a telepen (generátoron), mind pedig a fogyasztón ugyanabba az irányba mutat, azaz a pozitív ponttól a negatív felé. Mivel az áram az áramkörben teljesen körbefolyik, az áramnyíl a telepnél (aktív elemnél) ellentétesen, a konduktív elemnél (a passzív elemnél) azonosan mutat a feszültségnyíllal.

Ez a megállapítás általános érvényű. Bonyolult villamos hálózatok esetén is mindig érvényben marad, hogy *passzív elem esetén a tényleges feszültség- és áramnyílirány megegyezik*, míg az aktív működésű *aktív elem esetén a két irány ellentétes*, nyílütközés van.

A tényleges irányok szerint berajzolt feszültség- és áramnyíl útmutatást ad a feszültségmérő és az árammérő műszerek használatához. A *feszültségmérő* műszert úgy kell kapcsolni, hogy annak *pozitív sarka a feszültségnyíl talpának*, negatív sarka pedig a feszültségnyíl hegyének *megfelelő ponton csatlakozzék az áramkörhöz*. Az árammérő műszert pedig úgy kell kapcsolni, hogy annak pozitív sarkán folyék be az áram. Az árammérő műszeren tehát annak pozitív

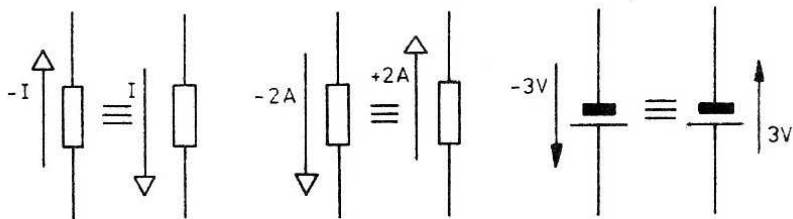
sarkától negatív sarka felé kell az áramnak áthaladnia (2-5. ábra).



**2-5. ábra**

**Feszültségmérő és árammérő műszerek egyszerű  
áramkörhöz csatlakoztatása**

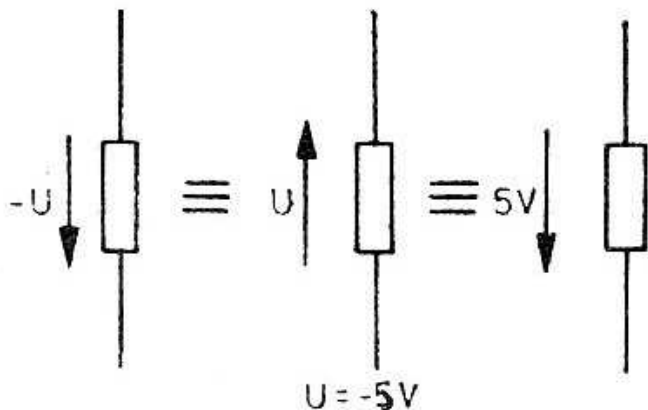
A feszültség és áramerősség betűjelének vagy számértékének negatív előjele is lehet. Ez arra utal, hogy a tényleges *áramirány*, illetve *feszültség polaritás* az áramkörbe berajzolt nyíliránnyal ellentétes (2-6. ábra).



**2-6. ábra**

**A betűjel, ill. a számérték negatív előjelének értelmezése**

A legáltalánosabb esetben mind a betűjeleknek, mind a számértékeknek egyidejűleg van előjelük. A tényleges áramirány, illetve a tényleges feszültségpolaritás a két előjel egyidejű figyelembevételével állapítható meg (2-7.ábra).



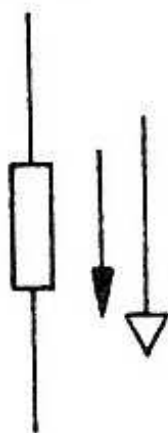
### 2-7. ábra

A feszültség, ill. az áram  
betűjelének és számértékének  
egyidejűleg is lehet előjele

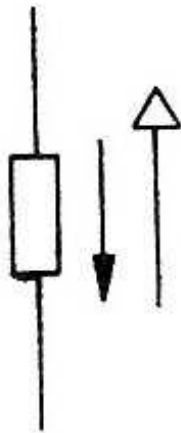
A tetszőlegesen felvett feszültség- és áramnyilakat *mérőiránynak*, esetleg pozi-

tív iránynak nevezzük. Kétpólusú áramköri elemek esetén kétféle mérőirányrendszer lehetséges. A *passzív*, ha a feszültség- és az áramnyíl azonosan mutat, és az *aktív*, ha a nyilak ellentétesek (2-8.ábra). A következőkben megállapodás szerint *passzív mérőirány rendszert* alkalmazunk.

Passzív



Aktív



**2-8. ábra**

**A kétféle mérőirány-rendszer**

A feszültség és az áram előjeles értékének a méréséhez *középállású műszereket* használunk. Itt a nullpont a skála közepén található. (A feszültségmérő pozitív sarkát kapcsolva az áramkör nagyobb potenciálú pontjára és negatív sarkát a kisebb potenciálúra, a mutató jobbra tér ki. A műszer sarkait megcserélve, a mutató ellenkező irányba fog kitérni.)

### Joule törvénye, a villamos teljesítmény

Az  $U$  potenciálú elektrosztatikus térben egy  $e$  töltés mozgatásakor végzett munka:

$$W = eU.$$

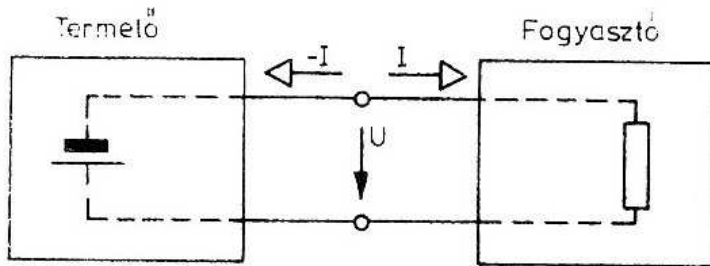
Stacionárius esetben:

$$e = It \Rightarrow W = IUt = [A][V][s] = [W][s] = \text{joule} = [J].$$

A villamos teljesítmény:

$$P = \frac{W}{t} = UI = [V][A] = \text{watt} = [W].$$

Az egyszerű áramkör zárt energetikai rendszer. Bontsuk szét termelőre és fogyasztóra (2-10.ábra). A termelő a mechanikai, kémiai, fényenergiát, hőt stb. alakít át villamos energiává, illetve villamos teljesítménnyé. A fogyasztó a teljes rájutó villamos energiát, illetve teljesítményt minden időpillanatban átalakítja másfajta energiává.



**2-10. ábra**

Termelő és fogyasztó passzív mérőirány-rendszere  
 esetén a termelő áramának negatív az értéke

Az energiamegmaradás zárt rendszerre:

$$\sum W = 0.$$

A stacionárius állapot miatt ez a villamos teljesítményre is felírható:

$$\sum P = 0.$$

### Ekvivalens átalakítások

A feszültség Ohm törvényéből:

$$U = RI, \quad \text{illetve} \quad U = \frac{I}{G},$$

a teljesítményképletébe behelyettesítve:

$$P_f = UI = RI^2 = \frac{I^2}{G}.$$

Az áramerősség értéke pedig:

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

amit a fogyasztó teljesítményére felírható összefüggésbe behelyettesítve:

$$P_f = IU = GU^2 = \frac{U^2}{R}.$$

Az előzőeket összefoglalva, a konduktív elem teljesítménye:

$$P = UI = RI^2 = GU^2 = \frac{U^2}{R} = \frac{I^2}{G}.$$

Ez a teljesítmény mindig pozitív érték, ugyanis  $R$ , illetve  $G$  pozitív,  $I^2$  és  $U^2$  szintén csak pozitív lehet.

A konduktív elemen a villamos munka teljes egészében hővé alakul. A *fejlődő*

*hőmennyiség:*

$$Q = W = RI^2t.$$

Ez az összefüggés *Joule-törvénye*.