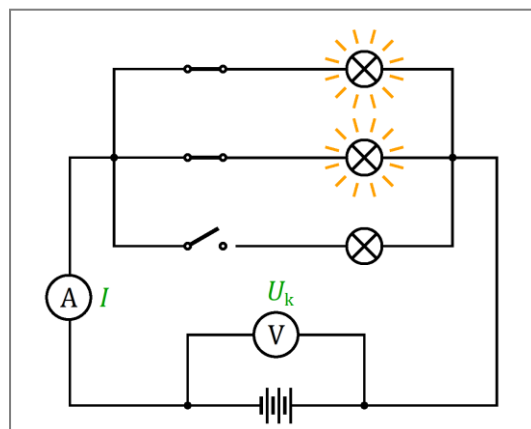


◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

Ohm törvénye a teljes áramkörre

Nagyobb terheléseknél a galvánelemek sarkain mérhető feszültség csökken. Ha például a gépkocsi indításakor bekapcsolt állapotban vannak a fényszórók, akkor az önindítómotor működése közben gyengébben világítanak. (A modern autóknál ez nem figyelhető meg, mert az elektronika indításkor lekapcsolja a lámpákat.) A kisebb fényerő oka, hogy az áramforrás pólusai közt ilyenkor a feszültség csökken. Az áramforrás pólusain (kapcsain) mérhető feszültséget *kapocsfeszültségnek* hívjuk, jele U_k . A terheletlen áramforrás feszültségét *üresjárási feszültségnek* nevezzük, jele U_0 .

Ez a jelenség kísérletekkel és mérésekkel is kimutatható. Egy zseblepre egymással párhuzamosan 1, 2 majd 3 zseblámpaizzót kapcsoltunk. Mindhárom alkalommal megmértük a telep kapocsfeszültségét, és a főágban folyó áram erősségét. A mérés eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza.



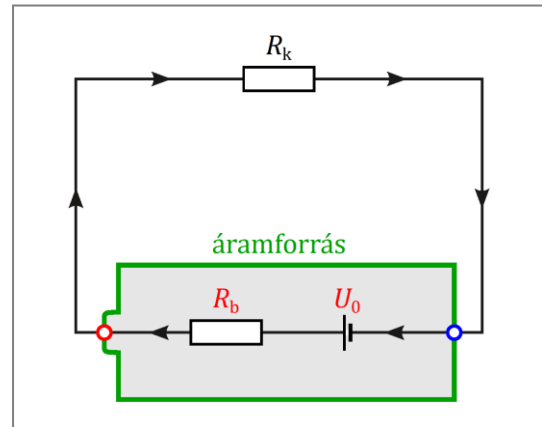
Izzók	0	1	2	3
I (A)	0	0,22	0,40	0,60
U_k (V)	4,40	3,98	3,64	3,26

A táblázatban feltüntettük a terheletlen zseblep kapocsfeszültségét, azaz az üresjárási feszültséget is. Látható, hogy egyre nagyobb áramerősségnél, azaz egyre nagyobb terhelésnél egyre kisebb a kapocsfeszültség. Ha a kapocsfeszültséget az áramforrást terhelő áram erősségének függvényeként ábrázoljuk, egy monoton csökkenő egyenest kapunk.



További megfigyelések és mérések szerint a terhelés növekedése minden áramforrásnál kisebb-nagyobb mértékben mindig csökkenti a kapocsfeszültséget.

A tapasztalt jelenség a következőképpen magyarázható: Minden áramforrás vezetőkből áll, amelyeknek kisebb-nagyobb ellenállása van. Például a zseblepben a cinkhengernek, a szénrúdnak és az elektrolitnak; a kerékpár-generátorban a tekercset alkotó huzaloknak is van valamekkora ellenállása. Ezt az ellenállást az áramforrás *belső ellenállásának*



hívjuk, jele R_b . Az áramforrás sarkaira kapcsolt fogyasztó ellenállását *külső ellenállásnak* is nevezik, ennek jele R_k . Látható, hogy a fogyasztón levő feszültség ugyanakkora, mint a kapocsfeszültség. Kirchhoff II. törvényét a zárt áramkörre alkalmazva:

$$U_0 = U_k + U_b.$$

Mivel a belső ellenálláson is ugyanakkora I erősségű áram folyik, mint a fogyasztón, ezért a belső ellenállásra jutó feszültség: $U_b = I \cdot R_b$. Ezt az előző összefüggésbe helyettesítve:

$$U_0 = U_k + I \cdot R_b.$$

Ebből a kapocsfeszültség:

$$U_k = U_0 - I \cdot R_b. \tag{1}$$

Eszerint: Ha az üresjárási feszültség és a belső ellenállás állandó értékű, akkor a kapocsfeszültség az áramerősségnek lineáris, monoton csökkenő függvénye, összhangban az előző mérésorozat eredményével. (Ha U_0 és R_b nem állandó, akkor a két mennyiség kapcsolata bonyolultabb, ilyen esetekkel középiskolában nem foglalkozunk.)

A fogyasztón levő feszültség ugyanakkora, mint a kapocsfeszültség, ezért $U_k = I \cdot R_k$. Ezt az (1) összefüggésbe helyettesítve:

$$I \cdot R_k = U_0 - I \cdot R_b.$$

Ebből az áramkörben folyó áram erőssége:

$$I = \frac{U_0}{R_k + R_b}.$$

A fenti összefüggést a teljes áramkörre vonatkozó Ohm-törvénynek nevezik.

Az összefüggés alapján látható, hogy minél kisebb a fogyasztó R_k ellenállása, annál nagyobb az áramerősség. Az áramerősség akkor lesz maximális, ha a nevező a lehető legkisebb, azaz $R_k = 0$. Ez az áramforrás sarkainak a rövidrezárásával valósítható meg, az ehhez tartozó áramerősséget emiatt rövidzárási áramerősségnek nevezzük, jele I_r . (A gyakorlatban az ilyen rövidzárlat többnyire károsíthatja az áramforrást és a vezetőkeket.) A rövidzárási áramerősség nagysága az Ohm-törvény teljes áramkörre vonatkozó alakjából meghatározható:

$$I_r = \frac{U_0}{R_k + R_b} = \frac{U_0}{0 + R_b} = \frac{U_0}{R_b}.$$

tehát

$$I_r = \frac{U_0}{R_b}.$$

Példa

Egy telep kapocsfeszültsége 0,2 A-es terhelésnél 6 V, 0,5 A terhelésnél pedig 1,5 V. Mekkora az üresjárású feszültsége és a belső ellenállása?

$$I_1 = 0,2 \text{ A}$$

$$U_1 = 6 \text{ V}$$

$$I_2 = 0,5 \text{ A}$$

$$U_2 = 1,5 \text{ V}$$

$$U_0 = ?$$

$$R_b = ?$$

Megoldás

A kapocsfeszültség és az áramerősség közti (1) összefüggést mindkét esetre felírva:

$$U_1 = U_0 - I_1 \cdot R_b, \tag{2}$$

$$U_2 = U_0 - I_2 \cdot R_b.$$

Az első egyenletből a másodikat kivonva:

$$U_1 - U_2 = -I_1 \cdot R_b + I_2 \cdot R_b ,$$

$$U_1 - U_2 = (I_2 - I_1) \cdot R_b .$$

Ebből a belső ellenállás meghatározható:

$$R_b = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{6 \text{ V} - 1,5 \text{ V}}{0,5 \text{ A} - 0,2 \text{ A}} = 15 \Omega .$$

Az üresjárású feszültség a (2) összefüggésből határozható meg:

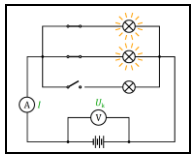
$$U_1 = U_0 - I_1 \cdot R_b \quad \Rightarrow \quad U_0 = U_1 + I_1 \cdot R_b .$$

Behelyettesítve:

$$U_0 = 6 \text{ V} + 0,2 \text{ A} \cdot 15 \Omega = 9 \text{ V} .$$

Eszerint a telep üresjárású feszültsége 9 V, belső ellenállása 15 Ω .

Képek jegyzéke

	A kísérlet kapcsolási rajza © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0498.svg
	Kapocsfeszültség–áramerősség grafikon © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0499.svg
	A teljes áramkör vázlatrajza © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0500.svg

Jelmagyarázat:

- © **Jogvédtett anyag**, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.