

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

A vezeték ellenállása

A kenyérpirító fémhuzalból készült fűtőszálat tartalmaz. A hagyományos izzólámpákban is vékony fémszálból (volfrámszálból) készített izzószál van. A villanycsengő tekercsét egy vasmagra felcsévélte hosszú fémhuzal alkotja. A fogyasztók nagy része kis keresztmetszetű, a vastagságukhoz képest hosszú vezetőt tartalmaz. A következőkben azt vizsgáljuk, milyen tényezőktől függ az ilyen vezetők (huzalok, vezetékek) ellenállása.



Egy kísérletsorozatban megmértük különböző méretű *konstantán*ból készült huzalok hosszát, keresztmetszetét és ellenállását. Az eredményeket a következő táblázat tartalmazza, ebben az ellenállás és keresztmetszet szorzatának, valamint a huzal hosszának a hányadosát is feltüntettük.

l (m)	1	2	3	3	3	5
A (mm ²)	0,05	0,05	0,05	0,10	0,15	0,25
R (Ω)	10	20	30	15	10	10
$\frac{R \cdot A}{l} \left(\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Látható, hogy az ellenállás és keresztmetszet szorzatának, valamint a huzal hosszának a hányadosa állandó.

A mérést *réz*ből készült huzaldarabokkal megismételve az ellenállás és keresztmetszet szorzatának, valamint a huzal hosszának a hányadosa ismét állandó ($0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$), de ez a hányados eltér a konstantánál kapott értéktől.

Hasonló eredményekhez jutunk akkor is, ha a méréseket más anyagból készült huzalokkal végezzük el: *A homogén és mindenütt ugyanakkora keresztmetszetű*

vezetéknel az ellenállás és keresztmetszet szorzatának, valamint a huzal hosszának a hányadosa a vezeték anyagára jellemző állandó. Ezt a hányadost az adott anyag fajlagos ellenállásának nevezzük. Jele: ϱ . Képlettel:

$$\varrho = \frac{R \cdot A}{l} \quad (1)$$

A fajlagos ellenállás SI-mértékegysége:

$$[\varrho] = \frac{[R] \cdot [A]}{[l]} = \frac{\Omega \cdot \text{m}^2}{\text{m}} = \Omega \cdot \text{m}$$

A műszaki gyakorlatban gyakran használják az $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ mértékegységet is. A kétféle egység közti kapcsolat:

$$1 \Omega \cdot \text{m} = 1 \frac{\Omega \cdot \text{m}^2}{\text{m}} = 1 \frac{\Omega \cdot 10^6 \text{ mm}^2}{\text{m}} = 10^6 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}},$$

tehát

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

A fajlagos ellenállást meghatározó (1) képletből kifejezhető a vezeték ellenállása. Eszerint *a ϱ fajlagos ellenállású anyagból készült, l hosszúságú és mindenütt A keresztmetszetű vezeték ellenállása*

$$R = \varrho \cdot \frac{l}{A} \quad (2)$$

Egy vékony huzalt gázlángban felmelegítettünk, miközben folyamatosan mértük az ellenállását. Azt tapasztaltuk, hogy a hőmérséklet növekedésével párhuzamosan a huzal ellenállása is növekedett. Mivel a huzal méretei a melegítés hatására lényegesen nem változtak meg, az ellenállás változását csak a fajlagos ellenállás megváltozása okozhatta.

A fajlagos ellenállás melegítéskor bekövetkező változásának, valamint a kezdeti fajlagos ellenállás és a hőmérséklet-változás szorzatának a hányadosát az adott vezető hőfoktényezőjének nevezzük. A hőfoktényező jele α . Képlettel:

$$\alpha = \frac{\Delta \varrho}{\varrho_0 \cdot \Delta T} \quad (3)$$

A hőfoktényező SI-mértékegysége:

$$[\alpha] = \frac{[\Delta \varrho]}{[\varrho_0] \cdot [\Delta T]} = \frac{\Omega \cdot \text{m}}{\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{K}} = \frac{1}{\text{K}}.$$

Mérések szerint nem túl nagy hőmérséklet-változásoknál *a hőfoktényező a vezetőre jellemző állandó*. A hőfoktényezőt megadó (3) összefüggésből a fajlagos ellenállás változása kifejezhető:

$$\Delta \varrho = \alpha \cdot \varrho_0 \cdot \Delta T.$$

Ezt átalakítva a fajlagos ellenállás T hőmérsékleten:

$$\varrho - \varrho_0 = \alpha \cdot \varrho_0 \cdot (T - T_0),$$

$$\varrho = \varrho_0 + \alpha \cdot \varrho_0 \cdot (T - T_0).$$

A gyakorlatban a kezdeti hőmérsékletet 0°C -nak vagy 20°C -nak választják, és a kétféle hőfoktényezőt az α_0 és az α_{20} jelöléssel különböztetik meg egymástól. Ennek megfelelően

$$\varrho = \varrho_0 + \alpha_0 \cdot \varrho_0 \cdot (T - T_0),$$

illetve

$$\varrho = \varrho_{20} + \alpha_{20} \cdot \varrho_{20} \cdot (T - T_{20}).$$

A fémeknél, illetve néhány más anyagnál megfigyelhető, hogy *az anyag fajlagos ellenállása nagyon alacsony hőmérsékleten, 0 K közelében ugrásszerűen csökken, és gyakorlatilag nullává válik*. Ezt a jelenséget *szupravezetésnek*, az ilyen állapotban levő vezetőt *szupravezetőnek* nevezzük. A szupravezetőben megindított áram erőssége gyakorlatilag hosszú idő alatt sem csökken. A szupravezető tekercsekben a rendkívül kicsi ellenállás miatt nagyon erős áram folyhat, így ezekkel a tekercsekkel *rendkívül erős mágneses mező hozható létre*.

Kiegészítések

1. A *konstantán* 55% rézből, 44% nikkelből és 1% mangánból álló fémötvözet, amelynek fajlagos ellenállása gyakorlatilag nem függ a hőmérséklettől. Az elnevezés a latin konstans (állandó) szóból származik, ez utal a közel állandó, hőmérséklettől nem függő) fajlagos ellenállásra. Olyan ellenállások és fűtőszálak készítésére használják, amelyeknél fontos, hogy az ellenállás ne függjön a hőmérséklettől.

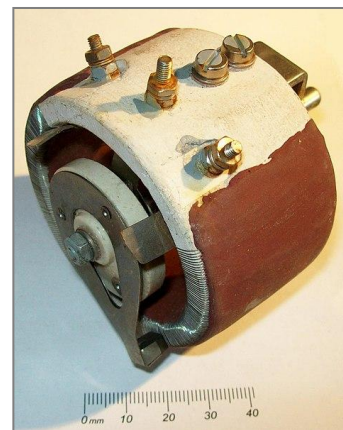
2. A homogén anyagú, mindenütt ugyanakkora keresztmetszetű *vezeték ellenállása a vezeték hosszával egyenesen arányos*, mert a két mennyiség hányadosa a (2) összefüggés alapján:

$$\frac{R}{l} = \frac{\rho}{A} = \text{állandó.}$$

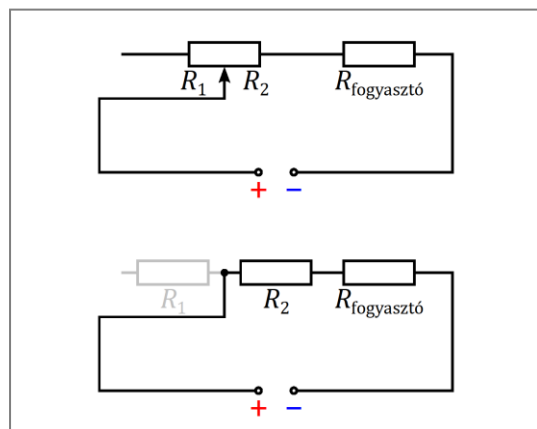
3. A homogén anyagú, és ugyanakkora hosszúságú *vezeték ellenállása a vezeték keresztmetszetével fordítottan arányos*, mert a két mennyiség szorzata a (2) összefüggés alapján:

$$R \cdot A = \rho \cdot l = \text{állandó.}$$

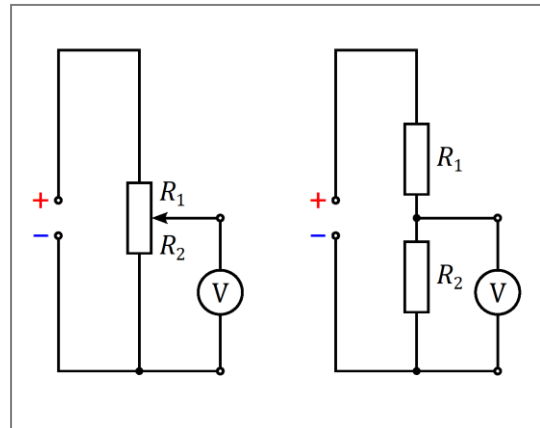
4. A *potenciométer* olyan ellenállás, amelynél az ellenállás két végén lévő kivezetések között egy elmozdítható csúszóérintkező (csúszka) is csatlakozik az ellenálláshoz. A csúszóérintkező az ellenállás két vége között szabadon elmozdítható úgy, hogy közben az ellenállással történő elektromos csatlakozása folyamatosan megmarad.



A potenciométer *változtatható ellenállásként* használható, ha a potenciométert az egyik végpontját és a csúszóérintkezőt használva kapcsoljuk az áramkörbe. Ilyenkor ugyanis a csúszka elmozdításával változtatni lehet az ellenállás (aktív) hosszát, és ezzel az aktív rész ellenállását (R_2). Ezzel szabályozni lehet a vele sorosan kapcsolt fogyasztón az átfolyó áram erősségét. Így van bekötve a potenciométer például egyes villanyvarrógépek pedáljában, amellyel így a varrógép motorjának a fordulatszáma szabályozható.



A potenciométert *feszültségosztóként* is használhatjuk. Ilyenkor a potenciométer két végét egy áramforráshoz kapcsoljuk, a kimenet pedig a csúszka és az egyik végpont lesz. Ha a kimenetre egy feszültségmérő műszert csatlakoztatunk, akkor ellenőrizhető, hogy a csúszkát elmozdítva változik a műszerre jutó feszültség. A



feszültségosztó elnevezést az indokolja, hogy ilyenkor az áramforrás feszültsége a potenciométer ellenállásának két része közt (azok ellenállásának arányában) oszlik meg. Ilyen módon bekötött potenciométert használnak például a rádiók és erősítők hangerejének a szabályozására.

5. A szupravezetést Heike *Kammerlingh Onnes* (1853–1926) holland fizikus fedezte fel 1911-ben. Kammerlingh Onnes 1908-ban elsőként cseppfolyósította a héliumot. A folyékony héliummal később fémeket hűtött le, és mérte azok ellenállását. Először a higanynál tapasztalta, hogy a 4,17 K hőmérséklet elérésekor az ellenállás ugrásszerűen nullává válik. Tevékenységéért 1913-ban fizikai *Nobel-díjat* kapott. A szupravezetés kialakulásához szükséges hőmérséklet néhány fémnél: kadmium 0,53 K, alumínium 1,14 K, ólom 7,22 K.



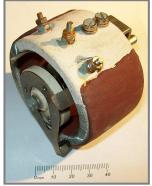
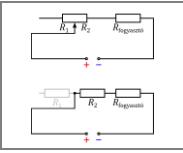
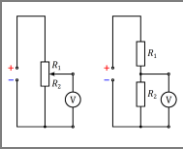
6. Az IBM zürichi laboratóriumában dolgozó Karl Alex *Müller* (1927–) svájci és Johannes Georg *Bednorz* (1950–) német fizikusok olyan kerámiaanyagokat fejlesztettek ki, amelyek már 35 K hőmérsékleten is szupravezetőként viselkednek. Tevékenységükért 1987-ben fizikai *Nobel-díjat* kaptak.

Azóta sikerült olyan kerámiát is előállítani, amely már 138 K-nél szupravezetővé válik, így a hűtés folyékony hélium helyett a jóval olcsóbban és egyszerűbben előállítható folyékony nitrogénnel is megoldható.

7. Az orvosi diagnosztikában használt *MR-vizsgálat* (mágneses magrezonancia vizsgálat) során a vizsgált személyt nagyon erős mágneses térben kell elhelyezni. Ennek előállításához *szupravezető tekercset* alkalmaznak, amelyet folyékony héliummal hűtenek. Az MR-vizsgálatok különösen a lágy részekről adnak részletgazdag képeket, és a vizsgálat során nem éri a szervezetet káros sugárzás sem.



Képek jegyzéke

	Hagyományos izzólámpa halványan világító izzószállal © http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0113.jpg
	Nagy méretű potenciométer (tolóellenállás) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leistungspotentiometer_in_Schieberausf%C3%BChrung.JPG
	Potenciométer (forgatható) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Powerpot.jpg
	Potenciométer változtatható ellenállásként bekötve © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0462.svg
	Potenciométer feszültségosztóként bekötve © http://fizikakonyv.hu/rajzok/0463.svg
	Heike Kammerlingh Onnes arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kamerlingh_portret.jpg
	Karl Alex Müller arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Head_photo_of_K_Alex_Mueller,_Nobel_Laureate,_in_the_1980s.jpg
	Johannes Georg Bednorz arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Georg_Bednorz_2013.jpg

	MRI készülék használat közben W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MR_skanner_aarhus.jpg
	Fej MRI felvétele W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mrt_big.jpg

Jelmagyarázat:

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