

Fizikai alapismeretek

6. előadás: Egyenáram

Papp Ádám

papp.adam@itk.ppke.hu

407. szoba, 204. labor

2023. 10. 16.

Elektromos áram

Áramerősség: A vezető keresztmetszetén áthaladó töltésmennyiség egységnyi idő alatt.

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

Mértékegysége:

$$A = \frac{C}{s}$$

Áram létrejöhet pl.:

- Fémekben szabad elektronok áramlása
- Oldatokban ionok áramlása
- Vákuumban elektronok/ionok mozgása

Az áram iránya a *pozitív* töltések mozgásiránya.

Ellenállás, Ohm törvény

A nem tökéletes vezetők a töltések mozgását fékezik, azzal szemben **ellenállást** mutatnak. Tehát a töltések mozgatásához **munkát** kell végeznünk, az **áram** fenntartásához a vezető két vége között potenciális energia különbségre (**feszültség**) van szükség.

Ohm törvény: Egy adott vezetőn áthaladó áram és az azt létrehozó potenciálkülönbség egymással arányos, az arányossági tényező a vezető **ellenállása**:

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



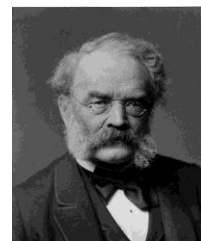
Georg Simon Ohm

Mértékegysége:

$$\Omega = \frac{V}{A}$$

Egy másik hasonló mennyiség a **vezetőképesség**, ami az áram és a feszültség hányadosa, az ellenállás reciproka:

$$G = \frac{I}{U} = \frac{1}{R}$$



Ernst Werner von Siemens

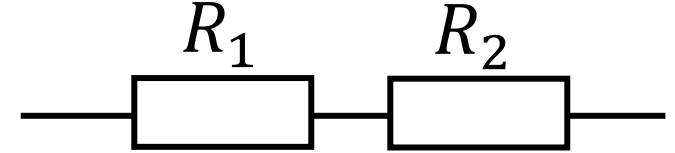
Mértékegysége:

$$S = \frac{A}{V} = \frac{1}{\Omega}$$

Eredő ellenállás

Soros kapcsolás esetén az ellenállások összeadódnak:

$$R_e = R_1 + R_2$$

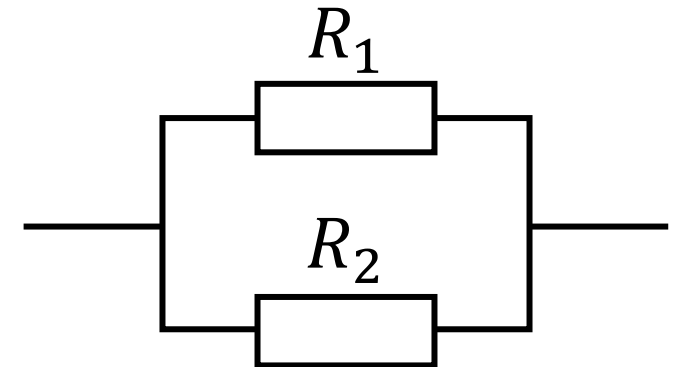


Párhuzamos kapcsolás esetén az vezetőképességek összeadódnak:

$$G_e = G_1 + G_2$$

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

$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$



Elektromos munka, teljesítmény

Emlékeztető: A **feszültség** két pont között egységnyi töltés mozgatásához szükséges **munka**.

$$U = \frac{W}{Q} \rightarrow W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t$$

Elektromos teljesítmény:

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

A disszipált teljesítmény tökéletes vezető és tökéletes szigetelő esetében is nulla!

Kirchhoff törvények

A töltés és energiamegmaradás törvényei áramkörökben.

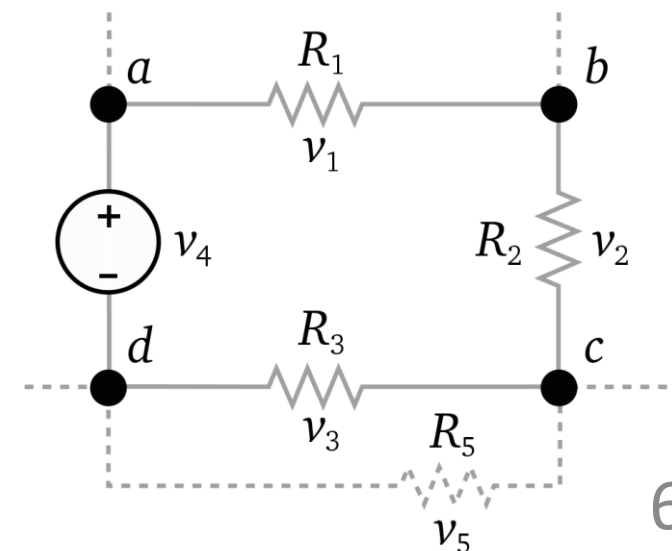
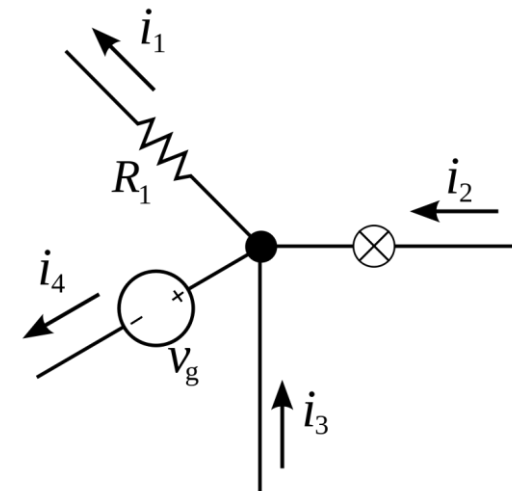
Kirchhoff I. (csomóponti törvény):

Bármely csomópontban a befolyó és kifolyó áramok előjeles összege nulla.

Kirchhoff II. (huroktörvény):

Bármely zárt hurokban a feszültségek előjeles összege nulla.

Ezt a két törvényt alkalmazva bármilyen bonyolult áramkörben kiszámolhatók a feszültségek és áramok.

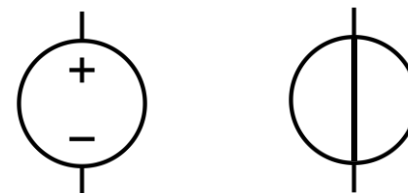


Források, mérőműszerek

Az elektromos források (generátorok) töltésszétválasztó „gépek”.

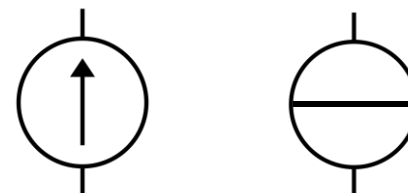
Feszültségforrás

Ideális feszültségforrás belső ellenállása *nulla*.



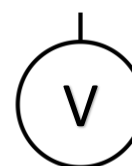
Áramforrás

Ideális áramforrás belső ellenállása *végtelen*.



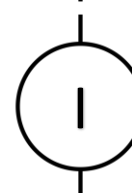
Feszültségmérő

Ideális feszültségmérő belső ellenállása *végtelen*.



Áramerősség mérő

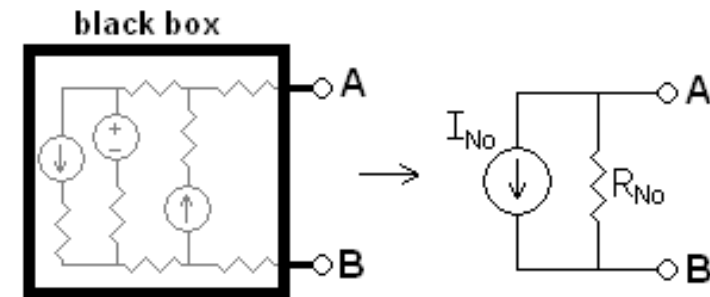
Ideális áramerősség mérő belső ellenállása *nulla*.



Helyettesítő áramkörök

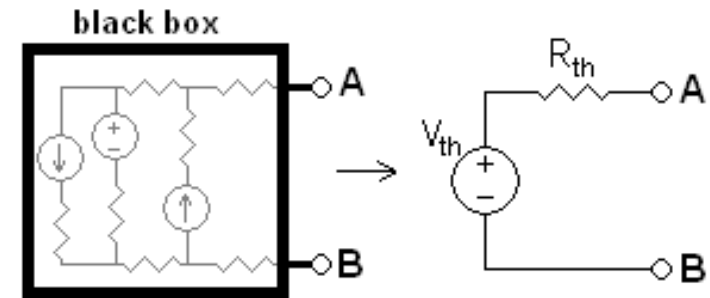
Norton-tétel:

Bármely kétpólusú áramkör helyettesíthető egy **áramgenerátorral** és egy vele **párhuzamosan** kapcsolt ellenállással.



Thévenin-tétel:

Bármely kétpólusú áramkör helyettesíthető egy **feszültséggenerátorral** és egy vele **sorosan** kapcsolt ellenállással.



A két helyettesítőkép közötti áttérés: $R_T = R_N$ $V_T = I_N R_N$ $I_N = \frac{V_T}{R_N}$

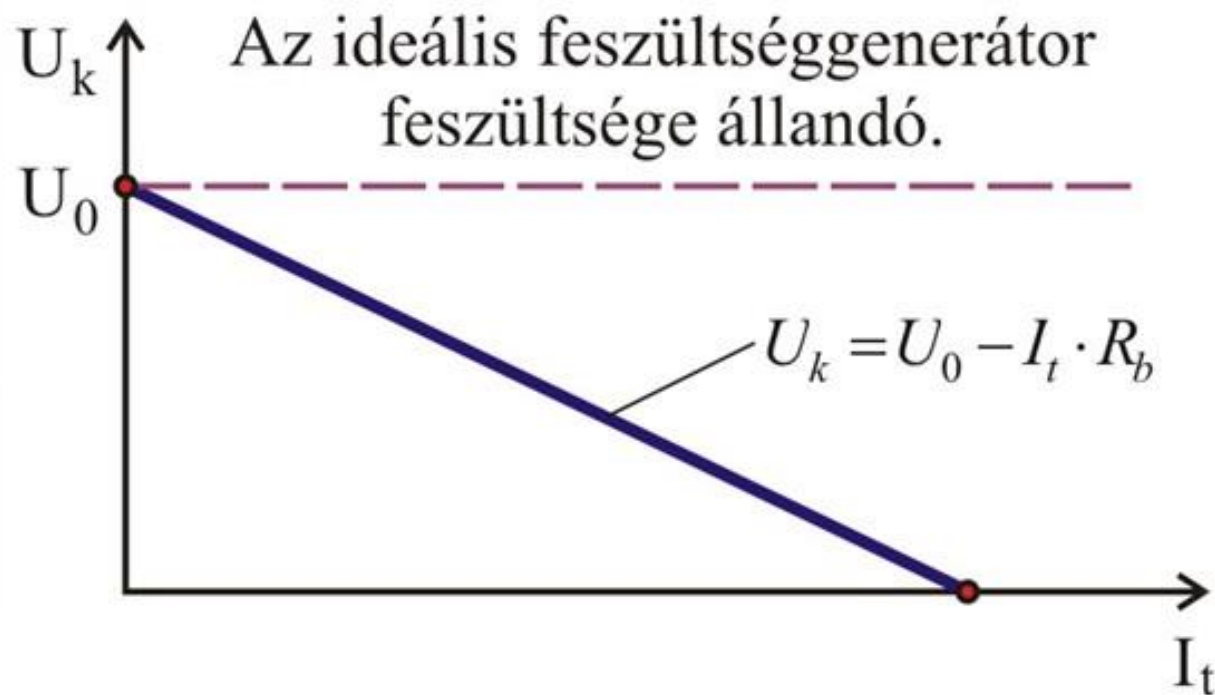
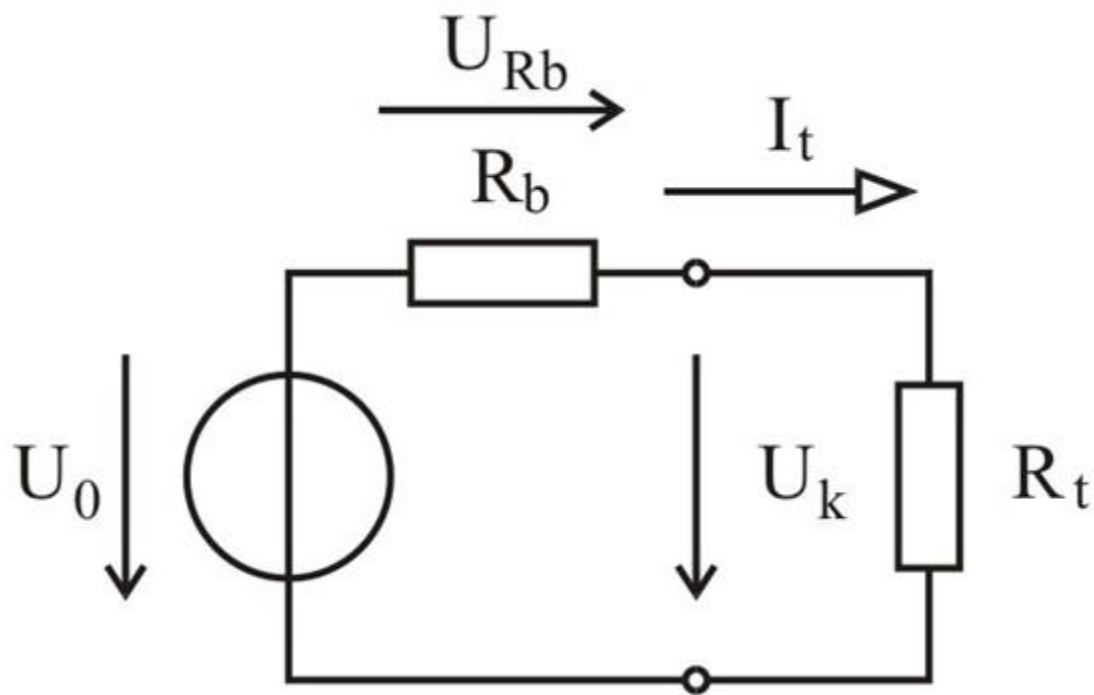
Ellenállás számolás: eredő ellenállást számolunk úgy, hogy a feszültséggenerátorokat rövidzárral, az áramgenerátorokat szakadással helyettesítjük.

Thévenin-feszültség: a kimeneti feszültséget számoljuk terhelés nélkül.

Norton-áram: a kimeneti áramot számoljuk rövidzár esetén.

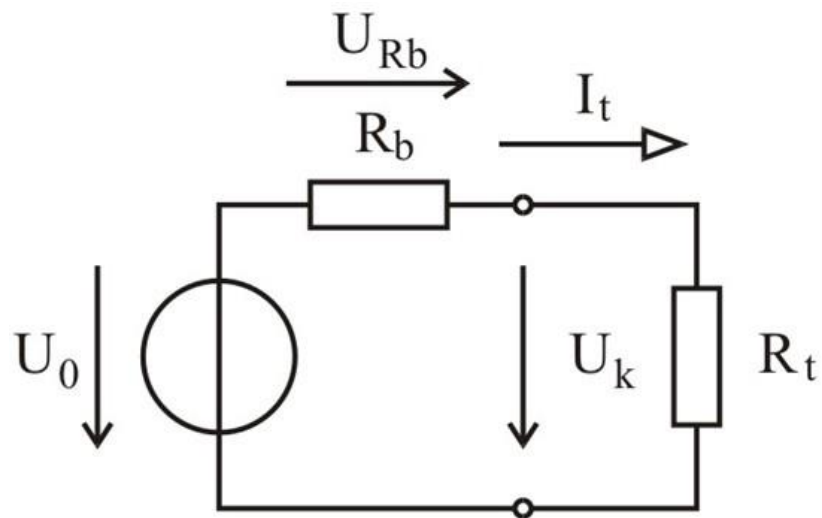
Valódi generátorok

A valódi generátorok belső ellenállásuk alapján lehetnek közel ideális feszültséggenerátorok, vagy közel ideális áramgenerátorok, de bármelyik modell használható.



Ellenállás illesztés

Maximum teljesítmény akkor vehető le egy generátorról, ha a terhelés ellenállás megegyezik a belső ellenállással. (Ekkor a teljesítmény fele jut a terhelésre.)



$$I_t = \frac{U_0}{R_b + R_t}$$

$$P_t = I_t^2 R_t = \left(\frac{U_0}{R_b + R_t} \right)^2 R_t = U_0^2 \frac{R_t}{(R_b + R_t)^2}$$

Ez nem jelenti, hogy ennél jobb hatásfok nem érhető el!

$$\eta = \frac{P_t}{P_{\text{ö}}} = \frac{I_t^2 R_t}{I_t^2 (R_b + R_t)} = \frac{R_t}{(R_b + R_t)}$$

