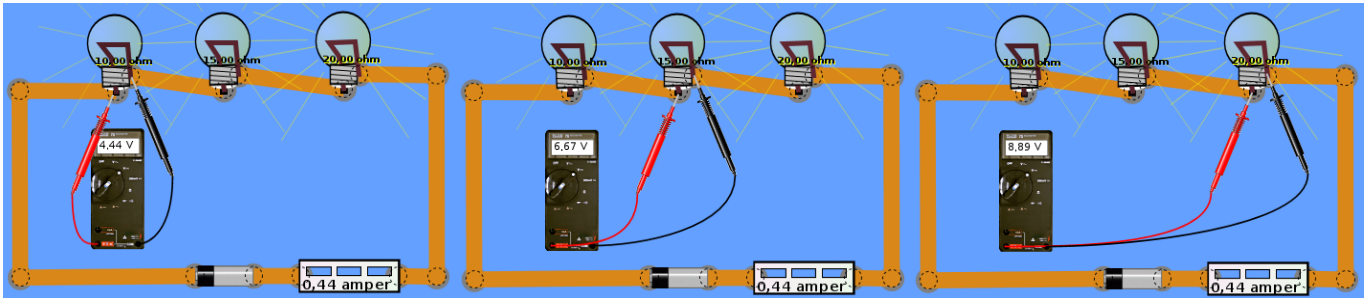


ELLENÁLLÁSOK SOROS KAPCSOLÁSA

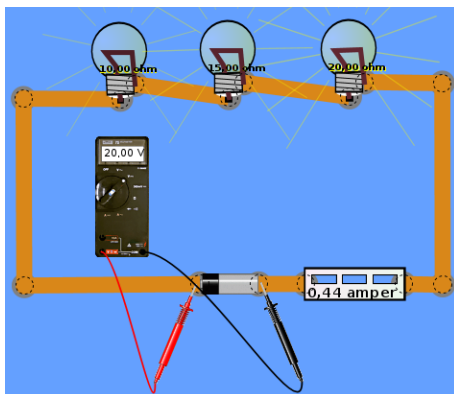
Három izzót (fogyasztót, ellenállást) kapcsoltunk sorosan egy feszültségforrásra. Az kapcsolási rajzokon látható, hogy csak egyetlen áramút van: A SOROS KAPCSOLÁS ISMÉRVE: KÖZÖS AZ ÁRAMERŐSSÉG. Feszültségmérővel mérjük minden egyes fogyasztón eső (a fogyasztók kapocspárjain, vagyis a fogyasztóval párhuzamosan kapcsolva a feszültségmérőt), valamint a feszültségforrás feszültségét. Megállapítható, hogy az egyes fogyasztókon mérhető feszültségek összege megegyezik a sorba kapcsolt fogyasztókat tápláló feszültségforrás feszültségével:

$$20V = 4,44 V + 6,67 V + 8,89 V$$



a) az 1. izzó fesz.: $U_1 = 4,44 V$ b) a 2. izzó fesz.: $U_2 = 6,67 V$ c) a 3. izzó fesz.: $U_3 = 8,89 V$

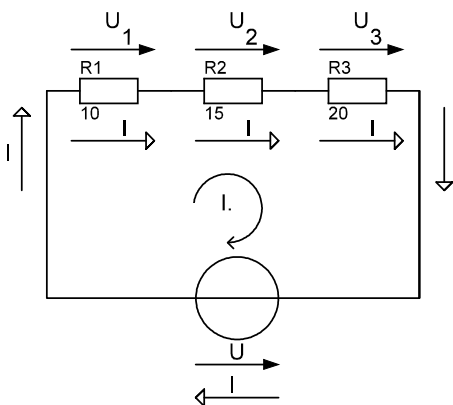
1. ábra



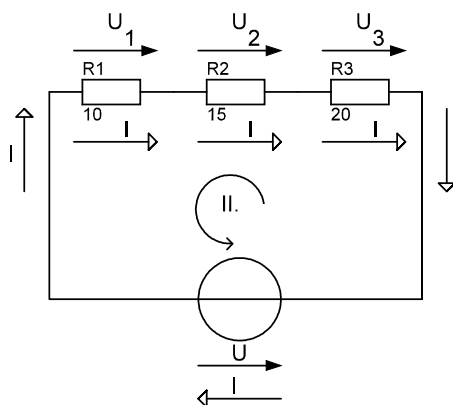
Kirchhoff II. törvénye kimondja, hogy a sorba kapcsolt fogyasztók kapcsain mérhető feszültségek összege egyenlő a tápláló feszültségforrás feszültségével.

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

2. ábra a feszültségforrás feszültsége
($20V = 4,44V + 6,67V + 8,89V$)



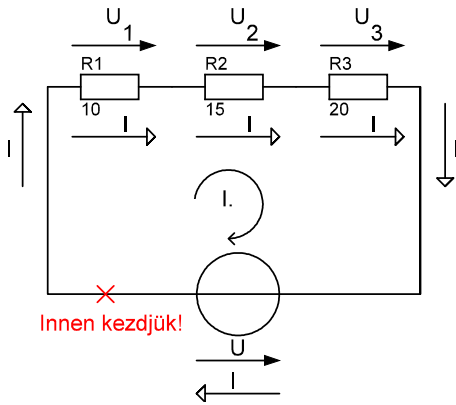
3. a) ábra



3. b) ábra

Vegyük fel a 3. a) és 3. b) ábra szerinti körüljárási irányt! A kapott hurkokban, mindkét esetben adjuk össze a körüljárási iránynak megfelelően a hurokban szereplő feszültségeket. A körüljárási iránnyal megegyező feszültségeket pozitív, a körüljárási iránnyal ellentétes feszültségeket pedig negatív előjellel!

Zárt hurokban, tetszőleges körüljárási irányt felvéve, az egyes elemeken mérhető feszültségek előjeles összege nulla. Ez a huroktörvény.



4. ábra

A feszültségek felírását tetszőleges helyen kezdhetjük, figyelve arra, hogy az összes elemet vegyük számba!

I. hurok: $+U_1 + U_2 + U_3 - U = 0$

Ezt az egyenletet átrendezve (mindkét oldalhoz hozzáadva $U - t$), megkapjuk az eredeti feszültségegyenletet:

$$+U_1 + U_2 + U_3 - U = 0 \quad / \quad +U$$

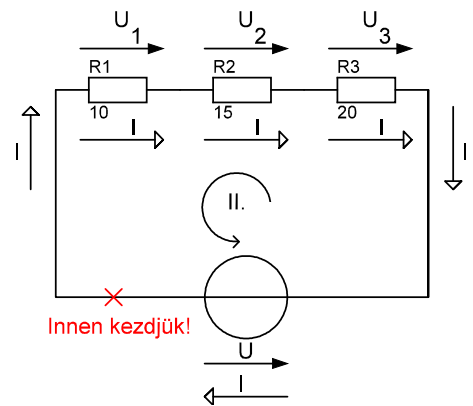
$$U_1 + U_2 + U_3 = U$$

II. hurok: $+U - U_3 - U_2 - U_1 = 0$

Ezt az egyenletet átrendezve, megkapjuk az eredeti feszültségegyenletet:

$$+U - U_3 - U_2 - U_1 = 0 \quad / \quad +U_3 + U_2 + U_1$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$



5. ábra

A sorosan kapcsolt ellenállások egyetlen eredő ellenállással helyettesíthető. Tekintettel arra, hogy az áram közös, így ennek megfelelően a generátor lényegében egyetlen ellenállást „lát”, mely a generátort terhelő ellenálláskomplexum eredő ellenállása: $R_e = \frac{U}{I}$.

A huroktörvény szerint a feszültségegyenlet:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Osszuk el a feszültség-egyenlet minden komponensét az egyetlen közös mennyiséggel, vagyis az áramerősséggel! Ekkor:

$$\frac{U}{I} = \frac{U_1}{I} + \frac{U_2}{I} + \frac{U_3}{I}$$

Ohm törvénye alapján a feszültség és az áramerősség hányadosa az ellenállás. Így kapjuk meg az ellenállás-egyenletet:

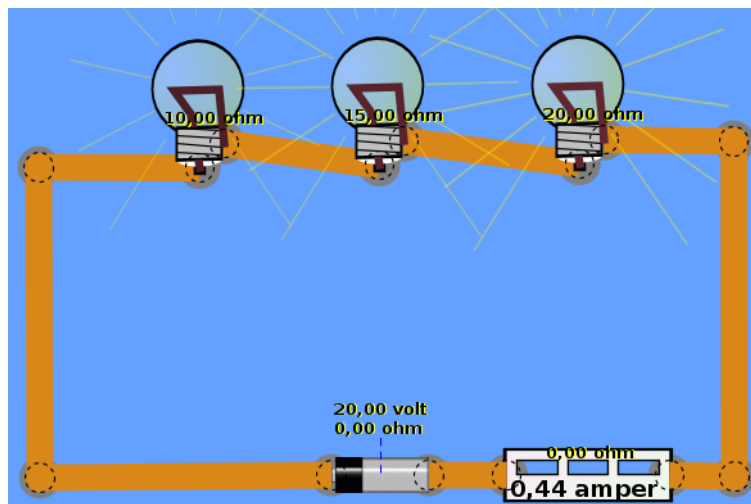
$$R_e = R_1 + R_2 + R_3, \text{ ahol } \frac{U}{I} = R_e; \frac{U_1}{I} = R_1; \frac{U_2}{I} = R_2 \text{ és } \frac{U_3}{I} = R_3$$

Foglaljuk össze az eddigi tényeket a soros kapcsolás esetében:

- KÖZÖS AZ ÁRAMERŐSSÉG, vagyis minden ellenálláson (terhelés, fogyasztó) és feszültséggenerátoron ugyanaz az áram folyik $I = \frac{U}{R_e}$;
- FESZÜLTSG: az egyes fogyasztókon eső feszültségek összege megegyezik a tápláló feszültséggenerátor feszültségével $\Rightarrow U = U_1 + U_2 + U_3$;

- EREDŐ ELLENÁLLÁS: a sorosan kapcsolt ellenállások eredő ellenállása egyenlő a részellenállások összegével $\Rightarrow R_e = R_1 + R_2 + R_3$.

FELADAT: Állítsa össze a 6. ábra szerinti soros kapcsolást, az itt található szimulátorral: https://phet.colorado.edu/sims/circuit-construction-kit/circuit-construction-kit-ac_en.jnlp. Letölteni itt lehet: https://phet.colorado.edu/sims/circuit-construction-kit/circuit-construction-kit-ac_en.jar



6. ábra

Eddigi ismereteink alapján oldjuk meg a feladatot!

Adatok: $U = 20V$; $R_1 = 10\Omega$; $R_2 = 15\Omega$; $R_3 = 20\Omega$

Kiszámítandók: $I = ?$; $U_1 = ?$; $U_2 = ?$; $U_3 = ?$; valamint $R_e = ?$

Mivel soros kapcsolásról van szó, így közös az áramerősség, vagyis egyetlen áramút van. Az áramerősség kiszámításához először ki kell számolni az eredő ellenállást:

Eredő ellenállás: $R_e = R_1 + R_2 + R_3 = 10\Omega + 15\Omega + 20\Omega = 45\Omega$

A közös áramerősség: $I = \frac{U}{R_e} = \frac{20V}{45\Omega} = 0,44 A$

A közös áramerősség hatására az egyes elemeken eső feszültségek:

Az R_1 ellenálláson eső feszültség: $U_1 = R_1 \cdot I = 10\Omega \cdot 0,44 A = 4,44 V$

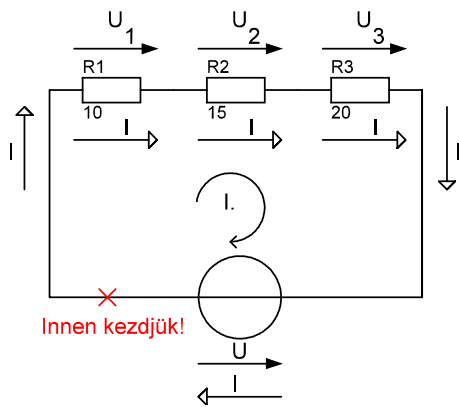
Az R_2 ellenálláson eső feszültség: $U_2 = R_2 \cdot I = 15\Omega \cdot 0,44 A = 6,67 V$

Az R_3 ellenálláson eső feszültség: $U_3 = R_3 \cdot I = 20\Omega \cdot 0,44 A = 8,89 V$

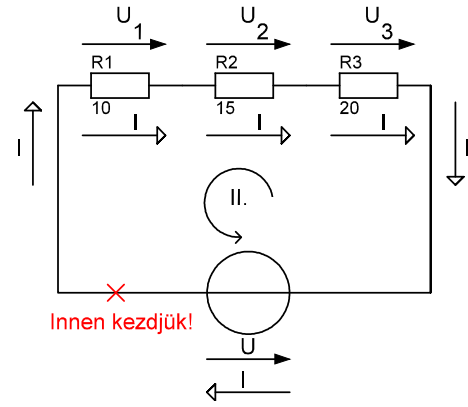
Kirchhoff II. törvénye értelmében: $U = U_1 + U_2 + U_3 = 4,44 V + 6,67 V + 8,89 V = 20V$

Ezzel igazolható, hogy az egyes fogyasztókon eső feszültségek összege egyenlő a feszültséggenerátor feszültségével.

Végül igazoljuk a huroktörvényt mindkét hurokra::



7. ábra I. hurok



8. ábra II. hurok

I. hurok: $+U_1 + U_2 + U_3 - U = 0$

II. hurok: $+U - U_3 - U_2 - U_1 = 0$

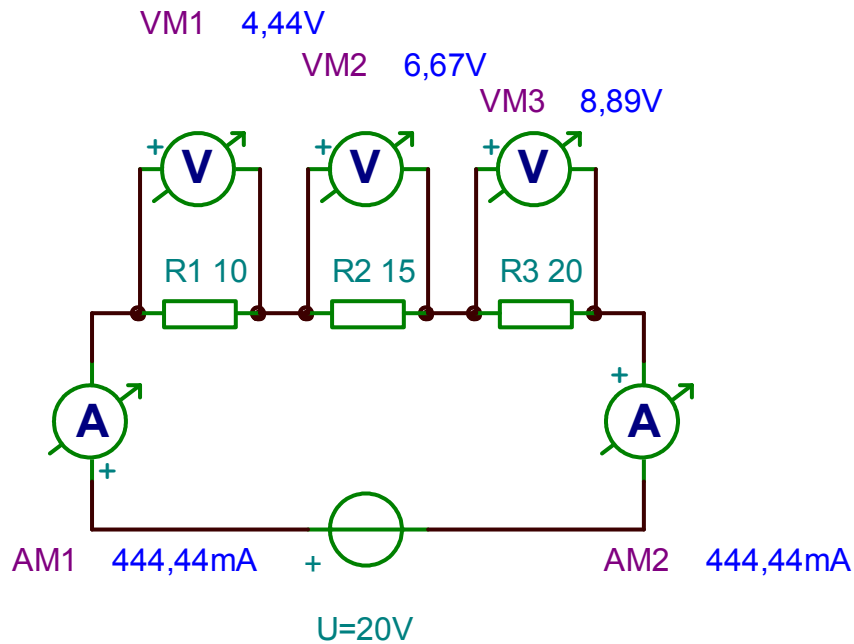
behelyettesítve:

behelyettesítve:

$$4,44\text{ V} + 6,67\text{ V} + 8,89\text{ V} - 20\text{ V} = 0$$

$$20\text{ V} - 8,89\text{ V} - 6,67\text{ V} + 4,44\text{ V} = 0$$

Állítsuk össze a kapcsolást a [TINA-TI](#) nevű szoftverrel is, melynek segítségével is ellenőrizhetjük a feszültség és áramerősség értékeket!



9. ábra szimuláció a TINA-TI szoftverrel