

**5. TÉMAKÖR: EGYENÁRAM****2. GYAKORLAT****HÁLÓZATSZÁMÍTÁS (egy telepet tartalmazó hálózatokban)**

A kör eredő ellenállását úgy tudjuk kiszámolni, hogy egyszerű soros, ill. párhuzamos kötésben levő ellenállásokat helyettesítünk a soros, ill. párhuzamos eredőjükkel; majd az ezekkel sorosan, ill. párhuzamosan kötött ellenállásokkal újabb eredőket számolunk, amíg a telephez el nem érkezünk. Reális telep esetén a telep belső ellenállását is bevonjuk az eredő ellenállásba. Erre az eredő ellenállásra felírhatjuk az Ohm-törvényt a telep  $E$  feszültségével, így megkapjuk a telepen átfolyó áramot:  $I_e = E / R_e$ .

Az egyes ellenállásokon átfolyó áramot, ill. a rajtuk eső feszültséget úgy számolhatjuk vissza, hogy

- soros kapcsolás esetén tudjuk, hogy ugyanaz az  $I_k$  közös áram folyik át az egyes ellenállásokon (ill. helyettesítő eredő ellenállásokon), és ebből kiszámolható, hogy  $U_i = I_k R_i$  nagyságú feszültség esik az egyes  $R_i$  (helyettesítő) ellenállásokon.

A nagyobb ellenálláson nagyobb feszültség esik, az egyes (helyettesítő) ellenállásokon eső feszültségek összege az ágon eső teljes feszültség.

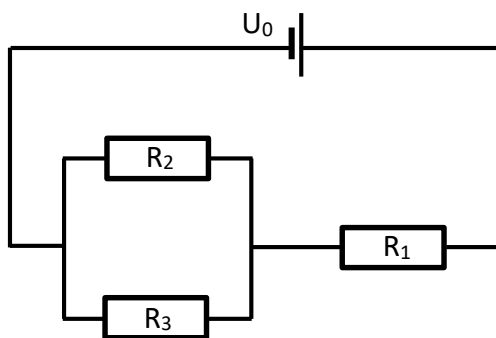
- párhuzamos kapcsolás esetén tudjuk, hogy ugyanaz az  $U_k$  közös feszültség esik az egyes ágakon, és ebből kiszámolható, hogy  $I_i = U_k / R_i$  áram folyik az egyes ágakban ( $R_i$  az egyes ágak ellenállása).

A nagyobb ellenálláson kisebb áram folyik; az egyes ágakon átfolyó áramok összege az eredő áram, ami annak a résznek a helyettesítő eredő ellenállásához tartozik.

*5B/K1 KÍSÉRLET: Párhuzamosan kapcsolunk egy  $R_2 = 467 \Omega$  és egy  $R_3 = 331 \Omega$  ellenállást, és ezekkel sorba kapcsolunk egy  $R_1 = 982 \Omega$  ellenállást, és ezt az áramkört  $U_0 = 4,43 \text{ V}$  feszültségre kapcsoljuk.*

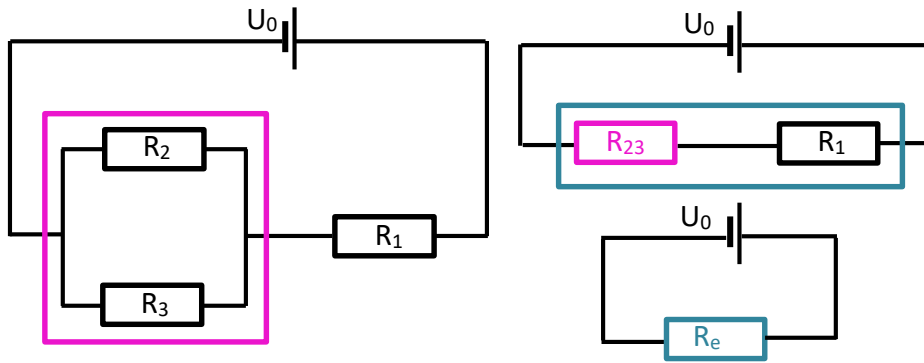
**5B/1.** Az 5B/K1 kísérletben:

- a) Mekkora lesz az eredő ellenállás?
- b) Mekkora áram folyik az egyes ellenállásokon keresztül?



Megoldás:

- a) Először megkeressük, melyek azok az ellenállások, amik tisztán soros vagy tisztán párhuzamos viszonyban vannak egymással. Ebben a kapcsolásban  $R_1$  és  $R_2$ , ill.  $R_1$  és  $R_3$  kapcsolása se nem soros, se nem párhuzamos. Onnan tudunk elindulni, hogy  $R_2$  és  $R_3$  párhuzamosan van kapcsolva, és az ő helyettesítő  $R_{23}$  ellenállásuk már soros kapcsolásban van  $R_1$ -gyel.



$R_2$  és  $R_3$  párhuzamos eredője:

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{467 \cdot 331}{467 + 331} = 193,7 \, \Omega.$$

és ennek a soros eredője  $R_1$ -gyel:

$$R_e = R_{23} + R_1 = 193,7 + 982 = 1176 \, \Omega,$$

ez a kör eredő ellenállása.

**b)** Az Ohm-törvényt felírhatjuk az áramkör minden egyes ellenállására:

$$U_1 = I_1 R_1; \quad U_2 = I_2 R_2; \quad U_3 = I_3 R_3;$$

illetve az egyes ellenállásokból képzett helyettesítő (eredő) ellenállásokra is, természetesen mindig az összetartozó  $U$ ,  $I$  és  $R$  értékekkel.

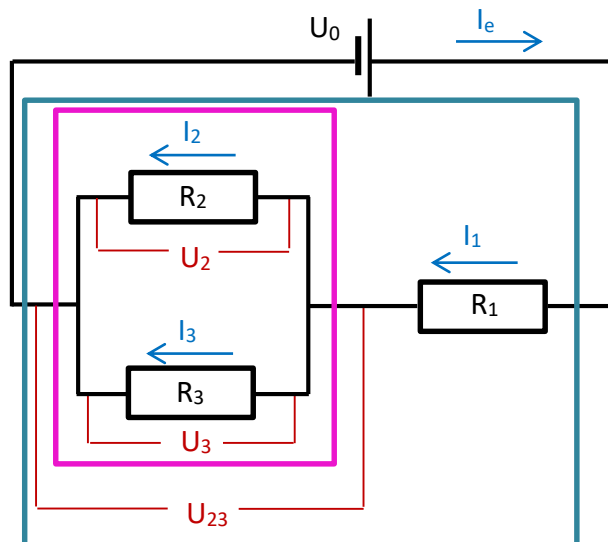
Az  $R_2$  és  $R_3$  párhuzamos eredőjén átfolyó áram  $I_2 + I_3 = I_1$ :

$$U_{23} = (I_2 + I_3) R_{23} = I_1 R_{23}.$$

Az összes ellenállás  $R_e$  eredőjén átfolyó áram  $I_e = I_1$ , és a teljes feszültség  $U_0$ :

$$U_0 = I_e R_e = I_1 R_e.$$

Tudjuk még, hogy  $U_{23} + U_1 = U_e$ .



Az ellenállásokra adott feszültségből és az áramkör eredő ellenállásából kiszámolható az  $R_1$ -en átfolyó áram:

$$I_e = U_0 / R_e = 4,43 \, \text{V} / 1176 \, \Omega = 3,768 \cdot 10^{-3} \, \text{A} = 3,768 \, \text{mA} = I_1 = I_2 + I_3.$$

Ez az áram folyik  $R_2$  és  $R_3$  párhuzamos helyettesítő ellenállásán, így kiszámolható az  $U_{23}$  feszültség:

$U_{23} = I_e R_{23} = 3,768 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 193,7 \Omega = 0,7299 \text{ V} = U_2 = U_3$ ,  
 amiből tudjuk, hogy mekkora feszültség esik  $R_2$ -n ill.  $R_3$ -on, így kiszámolható a rajtuk átfolyó áram:

$$I_2 = U_{23} / R_2 = 0,7299 \text{ V} / 467 \Omega = 1,562 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 1,562 \text{ mA},$$

$$I_3 = U_{23} / R_3 = 0,7299 \text{ V} / 331 \Omega = 2,205 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 2,205 \text{ mA}.$$

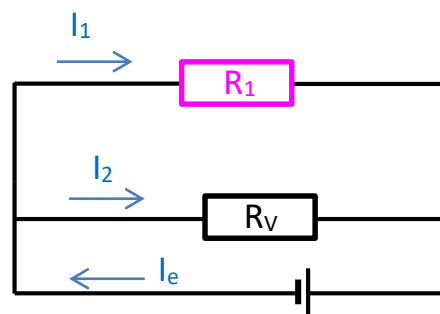
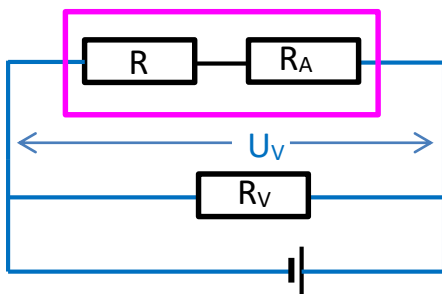
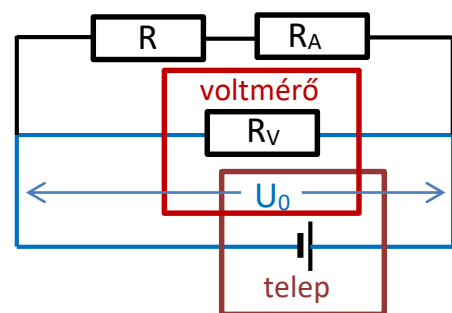
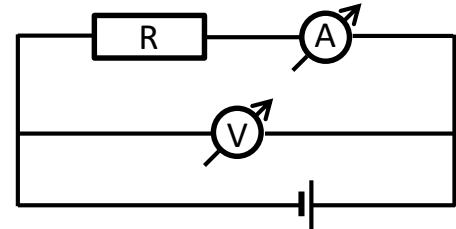
**5B/2. (MÁ 1170.)** A  $40 \Omega$ -os ellenállást  $3 \text{ V}$  feszültségre kapcsoljuk, és üzemi adatait az ábra szerinti kapcsolásban  $10 \Omega$  belső ellenállású árammérővel és  $800 \Omega$  ellenállású feszültségmérővel mérjük.

Milyen értékeket mutatnak a műszerek?

Megoldás:

Adatok:  $R = 40 \Omega$ ;  $U_0 = 3 \text{ V}$ ;  $R_A = 10 \Omega$ ;  $R_V = 800 \Omega$ .

A voltmérő úgy van bekötve, hogy közvetlenül a telep feszültségét méri, mivel a vezetékek úgy csatlakoznak a voltmérőről a telepre, hogy nincs közben ellenállás, és a telepnek nincs belső ellenállása; tehát a voltmérő  $U_V = 3 \text{ V}$ -ot mutat.



A felső ágra jutó feszültség is megegyezik a telep feszültségével (amit a voltmérő mutat), tehát az  $R$  ellenállás és az ampermérő  $R_A$  ellenállása összesen  $U_0$  feszültséget kap. Az ág eredő ellenállását kiszámolva az Ohm-törvényből megkapjuk az áramot, ami az  $R$  ellenálláson és az ampermérőn folyik:

$$R_1 = R + R_A = 40 + 10 = 50 \Omega,$$

$$I_1 = U_0 / R_1 = 3 \text{ V} / 50 \Omega = 0,06 \text{ A}, \text{ ezt mutatja az ampermérő.}$$

Nem volt kérdés, de kiszámolhatjuk a voltmérőn, ill. a főágban (a telepen) átfolyó áramot is:

$$I_2 = U_0 / R_V = 3 \text{ V} / 800 \Omega = 0,00375 \text{ A};$$

$$I_e = I_1 + I_2 = 0,06 + 0,00375 = 0,06375 \text{ A}.$$

Ez utóbbit kiszámolhatjuk a kör eredő ellenállásából is:

$$R_e = \frac{(R + R_A) \cdot R_2}{R + R_A + R_2} = \frac{(40+10) \cdot 800}{40 + 10 + 800} = 47,06 \Omega; \quad I_e = U_0 / R_e = 3 \text{ V} / 47,06 \Omega = 0,06375 \text{ A}.$$

### Megjegyzés:

Ha nem lennének műszerek bekötve az áramkörbe, akkor az R ellenálláson

$$I = U_0 / R = 3 \text{ V} / 40 \Omega = 0,075 \text{ A} \text{ áram folyna, és}$$

$$U = 3 \text{ V} \text{ feszültség esne.}$$

Ezeket az értékeket szeretnénk megmérni a műszerek bekötésével.

Látható, hogy a mért áram (0,06 A) jelentősen eltér a megméréendő áramtól (0,075 A). Milyen lenne az az ampermérő, amivel tényleg 0,06 A-t mérnénk? Az **ampermérőt** mindig  **Sorosan** kötjük be abba az ágba, ahol az áramot mérni akarjuk. Ideális esetben olyan lenne a műszer, hogy nem változtatja meg az ellenállását annak az ágnak, ahová bekötöttük, vagyis

#### **ideális ampermérő ellenállása zérus.**

Ideális ampermérőn nem esik feszültség.

Ebben a feladatban a voltmérő a tényleges feszültséget mutatja, de csak azért, mert az áramkör nagyon egyszerű. Ha ugyanezt a voltmérőt egy bonyolultabb áramkörben használnánk, vagy figyelembe vennénk a telep belső ellenállását, akkor kisebb feszültséget mérne, mint amekkora a feszültség a műszer nélküli áramkörben lenne. A **voltmérőt** mindig **párhuzamosan** kötjük be arra a két pontra, amik között a feszültséget mérni akarjuk. A két pont között csökken az ellenállás, ha ezzel megnyitunk egy új ágat, és ezt úgy kerülhetjük el, hogy az

#### **ideális voltmérő ellenállása végtelen.**

Ideális voltmérőn nem folyik áram.

### *5B/K2 KÍSÉRLET:*

*Megmérjük egy ampermérőnek beállított műszer belső ellenállását különböző méréshatárokból (a nagyságrendje pár tíz - pár száz Ohm; minél kisebb a méréshatár, annál nagyobb az ellenállás).*

*Megmérjük egy voltmérőnek beállított műszer belső ellenállását (több MΩ).*

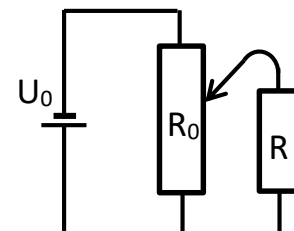
*5B/K3 KÍSÉRLET: Megmérünk egy ellenállást egyszerre több műszerrel, a műszereket azonos ill. ellentétes polaritással bekötve, egyforma ill. eltérő méréshatárokra állítva.*

### **Plusz feladatok:**

**5B/3. (MÁ 1160.)** Az  $R_0 = 300 \Omega$ -os tolóellenállásra

$R = 200 \Omega$  ellenállású fogyasztót kapcsolunk.

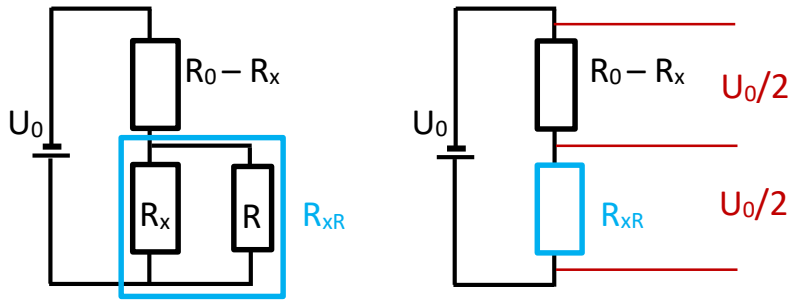
Az érintkezőt a tolóellenállás hányad részére állítsuk, hogy az R fogyasztó a teljes  $U_0$  feszültség felét kapja?



### Megoldás:

Az érintkező a tolóellenállást két részre bontja, a két rész ellenállásának összege  $R_0$ .

Jelölje az R fogyasztóval párhuzamosan kötött részt  $R_x$ , így a másik rész ellenállása  $R_0 - R_x$ .



A tolóellenállás alsó része és az R fogyasztó párhuzamos eredője

$$R_{xR} = \frac{R_x R}{R_x + R}.$$

Ezen a helyettesítő ellenálláson és a tolóellenállás felső részén ugyanakkora áram folyik, mivel sorosan vannak kötve; és tudjuk, hogy mindkét darabon  $U_0/2$  feszültség esik.

Felírhatjuk az Ohm-törvényt a tolóellenállás felső részére:

$$U_0 / 2 = I_e (R_0 - R_x),$$

és az  $R_{xR}$  helyettesítő ellenállásra:

$$U_0 / 2 = I_e R_{xR} = I_e \frac{R_x R}{R_x + R},$$

amiből

$$\frac{R_x R}{R_x + R} = R_0 - R_x.$$

Rendezzük:

$$R_x R = (R_x + R) (R_0 - R_x) = R_x R_0 + R R_0 - R_x^2 - R R_x \rightarrow R_x^2 + (2R - R_0) R_x - R R_0 = 0.$$

Behelyettesítve

$$R_x^2 + (2 \cdot 200 - 300) R_x - 200 \cdot 300 = R_x^2 + 100 R_x - 60000 = 0.$$

Az egyenlet megoldása  $R_x = 200 \Omega$ .

(A másik gyök  $R_x = -300 \Omega$ , ami fizikailag értelmetlen, negatív ellenállás nem létezik.)

A tolóellenállás alsó részén tehát  $R_x = 200 \Omega$ -ot kell beállítani, ami azt jelenti, hogy az  $R_0 = 300 \Omega$ -os tolóellenállást az

$$R_x / R_0 = 200 \Omega / 300 \Omega = 2/3 \text{ részére kell állítani.}$$

**5B/4.** Egy izzó 230 V feszültségen 60 W teljesítményt ad le.

**a)** Mekkora az izzószál ellenállása működés közben?

**b)** Milyen meleg ekkor az izzószál, ha tudjuk, hogy szobahőmérsékleten az ellenállása  $64,1 \Omega$ , a volfrám hőmérsékleti tényezője  $4,4 \cdot 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$ ?

Megoldás:

**a)**  $U = 230 \text{ V}; P = 60 \text{ W}.$

Az izzóra megadott teljesítmény az izzónak arra az állapotára vonatkozik, amikor a volfrámszál izzik, ebből kiszámolható az ellenállása üzemi hőmérsékleten:

$$P = U^2 / R \rightarrow R = U^2 / P = 230^2 / 60 = 881,7 \Omega.$$

b) A fémek ellenállása a hőmérséklet növekedésével nő, széles hőmérséklettartományban lineáris az összefüggés:

$$R(T) = R_0 (1 + \alpha \cdot (T - T_0)) = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T).$$

$R_0$  értékét meg tudjuk mérni egy műszerrel szobahőmérsékleten,  $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on:  $R_0(20^\circ\text{C}) = 64,1\ \Omega$ ;

$\alpha$  ismert:  $\alpha = 4,4 \cdot 10^{-3}\ 1/^\circ\text{C}$ ;

így az üzemi hőmérsékletre kiszámolt ellenállásból ki tudjuk számolni a hőmérsékletet:

$$\Delta T = \left( \frac{R(T)}{R_0} - 1 \right) \frac{1}{\alpha} = \left( \frac{881,7}{64,1} - 1 \right) \frac{1}{4,4 \cdot 10^{-3}} = 2899\text{ }^\circ\text{C},$$

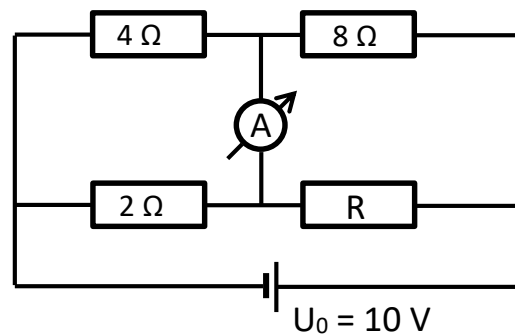
$$T = T_0 + \Delta T = 20 + 2899 = 2919\text{ }^\circ\text{C}.$$

(A volfrám olvadáspontja  $3410\text{ }^\circ\text{C}$ .)

### KIDOLGOZOTT GYAKORLÓ FELADATOK

**5B/5. (MÁ 1128.)** A vázlat szerinti kapcsolásban az ampermérőn nem folyik áram.

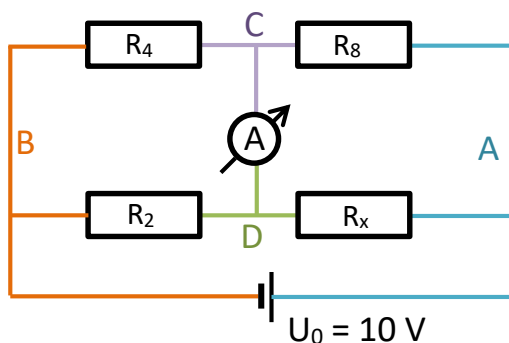
- Mekkora az  $R$  ellenállás értéke?
- Mekkora a főágban folyó áram erőssége, ha a telep belső ellenállása elhanyagolható?



Megoldás:

Jelölések:  $R_4 = 4\ \Omega$ ;  $R_8 = 8\ \Omega$ ;  $R_2 = 2\ \Omega$ ;  $R_x = ?$

Az egyes ellenállásokon eső feszültségek  $U_4$ ,  $U_8$ ,  $U_2$  és  $U_x$ .



Az áramkörben a potenciál egy-egy vezetéken egy adott érték (mivel a vezetékek ellenállását zérusnak tekintjük, és ezért  $U_{\text{vezeték}} = I R_{\text{vezeték}} = I \cdot 0 = 0$ ). A potenciál akkor változik, amikor egy ellenálláson vagy a telepen átlépünk. Ebben az áramkörben 4 különböző potenciál van, amiket különböző színekkel és A, B, C, D betűkkel jelöltünk.

a) A feladat szövege szerint az ampermérőn nem folyik áram. Ez azt jelenti, hogy a C és D pontok között nincs feszültség, vagyis ugyanakkora potenciálon vannak. Ha C és D között lenne feszültség, akkor csak abban az esetben nem folyna rajta áram, ha az ampermérő ellenállása végtelenül nagy lenne, de az ampermérők ellenállása kicsi.

Ha C és D potenciálja azonos, akkor ez azt jelenti, hogy az  $R_4$  és az  $R_2$  ellenálláson azonos feszültség van (a B és a C ill. D pontok potenciáljának a különbsége), tehát

$$U_4 = U_2,$$

és hasonlóan az  $R_8$  és az  $R_x$  ellenálláson azonos feszültség van (az A és a C ill. D pontok potenciáljának a különbsége):

$$U_8 = U_x.$$

Az egyenleteket elosztva egymással

$$\frac{U_4}{U_8} = \frac{U_2}{U_x}.$$

Az egyes ágakban folyó áramokkal felírva a feszültségeket

$$\frac{I_{\text{fent}} R_4}{I_{\text{fent}} R_8} = \frac{I_{\text{lent}} R_2}{I_{\text{lent}} R_x}$$

Az áramokkal egyszerűsítve

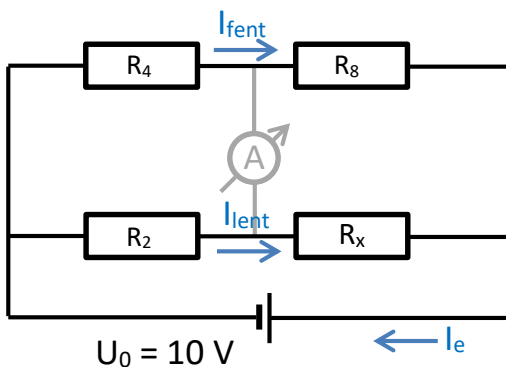
$$\frac{R_4}{R_8} = \frac{R_2}{R_x} \rightarrow R_x = \frac{R_2 R_8}{R_4} = \frac{2 \cdot 8}{4} = 4 \Omega.$$

Megjegyzés: Ezzel a módszerrel érzékeny ellenállásmérést lehet végrehajtani. Ehhez szükségünk van 3 ismert ellenállásra, amik közül az egyik egy változtatható ellenállás, és egy olyan érzékeny ampermérőre, ami jelezni tudja az árammentes állapotot.

**b)** Mindkét ágra felírhatjuk, hogy a feszültségek összege egyenlő a telep feszültségével:

$$U_4 + U_8 = U_2 + U_x = U_0,$$

vagyis a telep feszültségéből és az egyes ágak eredő ellenállásából ki tudjuk számolni az egyes ágakban folyó áramok nagyságát.



$$R_{48} = R_4 + R_8 = 4 + 8 = 12 \Omega,$$

$$I_{\text{fent}} = U_0 / R_{48} = 10 / 12 = 5/6 \text{ A} = 0,8333 \text{ A};$$

$$R_{2x} = R_2 + R_x = 2 + 4 = 6 \Omega,$$

$$I_{\text{lent}} = U_0 / R_{2x} = 10 / 6 = 5/3 \text{ A} = 1,667 \text{ A}.$$

A telepen átfolyó áram a két ág áramának összege:

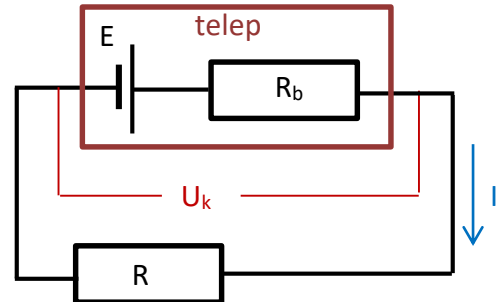
$$I_e = I_{\text{fent}} + I_{\text{lent}} = 5/6 + 5/3 = 2,5 \text{ A}.$$

Vagy kiszámolhatjuk a telepen átfolyó áramot a kör eredő ellenállásából is:

$$R_e = \frac{R_{48} \cdot R_{2x}}{R_{48} + R_{2x}} = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = 4 \Omega,$$

$$I_e = U_0 / R_e = 10 / 4 = 2,5 \text{ A.}$$

**5B/6.** Adott egy E elektromotoros erejű,  $R_b$  belső ellenállású telep. Mekkora R ellenállást kell rákötni, hogy az ellenálláson végzett teljesítménye maximális legyen?



Megoldás:

A körben folyó áram nagysága

$$I = E / R_{\text{eredő}} = E / (R_b + R),$$

az R ellenálláson a teljesítmény

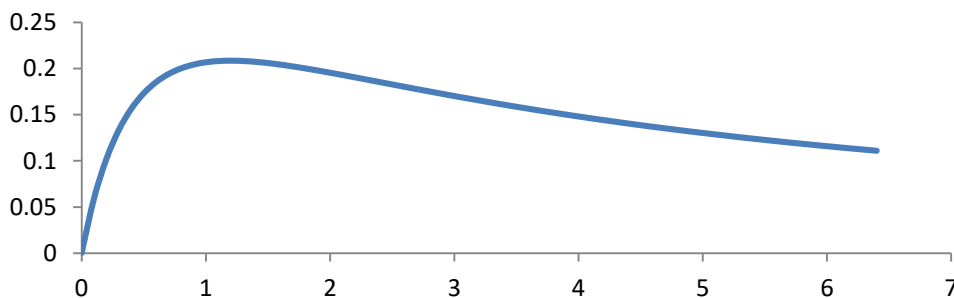
$$P = U I = R I^2 = R \cdot \left( \frac{E}{R_b + R} \right)^2 = E^2 \cdot \frac{R}{(R_b + R)^2}.$$

Akkor lesz maximális a teljesítmény, ha  $R / (R_b + R)^2$  értéke maximális.

Ez egy

$$f(x) = \frac{x}{(a+x)^2} \text{ alakú függvény.}$$

Pl. az  $f(x) = x / (1,2+x)^2$  függvény így néz ki:



Megsejtjük, hogy a függvény a maximális értékét  $x_{\text{max}} = a$ -nál veszi fel.

Írjuk fel  $f(a) - f(x)$ -et:

$$f(a) - f(x) = \frac{a}{(a+a)^2} - \frac{x}{(a+x)^2} = \frac{1}{4a} - \frac{x}{(a+x)^2} = \frac{a^2 + 2ax + x^2 - 4ax}{4a \cdot (a+x)^2} = \frac{(a-x)^2}{4a \cdot (a+x)^2}.$$

Látjuk, hogy  $\frac{(a-x)^2}{4a \cdot (a+x)^2} > 0$ , ha  $x \neq a$ ; ill.  $\frac{(a-x)^2}{4a \cdot (a+x)^2} = 0$ , ha  $x = a$ ;

vagyis  $f(a) > f(x)$ , ha  $x \neq a$ ; ill.  $f(a) = f(x)$ , ha  $x = a$ ;

tehát az  $f(x)$  függvény a maximumát  $a$ -nál veszi fel.

Deriválással: Ott van szélsőértéke az  $f(x) = \frac{x}{(a+x)^2}$  függvénynek, ahol a deriváltja zérus:

$$\frac{df}{dx} = \frac{1 \cdot (a+x)^2 - x \cdot 2(a+x)}{(a+x)^4} = \frac{a^2 + 2ax + x^2 - 2ax - 2x^2}{(a+x)^4} = \frac{a^2 - x^2}{(a+x)^4} = \frac{(a+x) \cdot (a-x)}{(a+x)^4} = \frac{a-x}{(a+x)^3} = 0$$

$$\rightarrow a - x_{\text{max}} = 0 \rightarrow x_{\text{max}} = a.$$

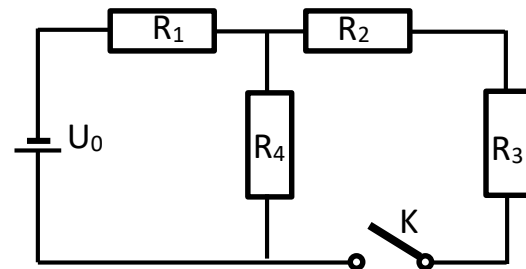


Az áramkör esetén ez azt jelenti, hogy a terhelő  $R$  ellenálláson a teljesítmény akkor maximális, ha  $R = R_b$ , vagyis a telepre kötött ellenállás nagysága egyenlő a telep belső ellenállásával.

**5B/7. (MÁ 1121.)** Az ábrán látható áramkörben határozzuk meg minden egyes ellenálláson az átfolyó áramot és az egyes ellenállásokra jutó feszültséget, ha az  $U_0 = 300$  V-os telep belső ellenállása elhanyagolható,  
 $R_1 = R_2 = R_3 = 100 \Omega$ ,  $R_4 = 200 \Omega$ !

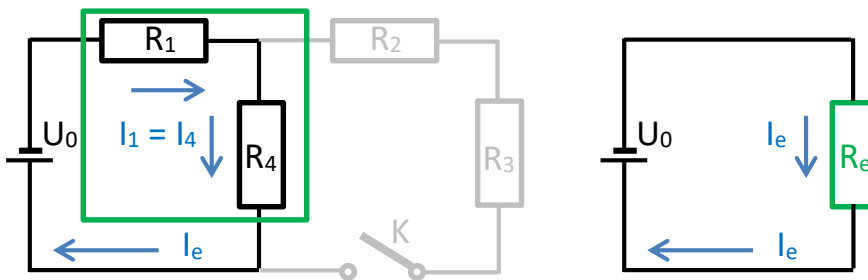
a) A K kapcsoló nyitott állásánál.

b) A kapcsoló zárva van.



Megoldás:

a) Mivel a kapcsoló nyitva van, az  $R_2$  és  $R_3$  ellenálláson nem folyik áram és nem esik feszültség.



$R_1$  és  $R_4$  sorosan van kötve, ezért  $I_1 = I_4$ , ez az áram folyik a telepen is.

$R_1$  és  $R_4$  soros eredője

$$R_e = R_1 + R_4 = 100 + 200 = 300 \Omega,$$

ezzel kiszámolható a telepen átfolyó áram:

$$I_e = U_0 / R_e = 300 \text{ V} / 300 \Omega = 1 \text{ A},$$

tehát  $I_1 = I_4 = 1 \text{ A}$ ,

és az ellenállásokon eső feszültség

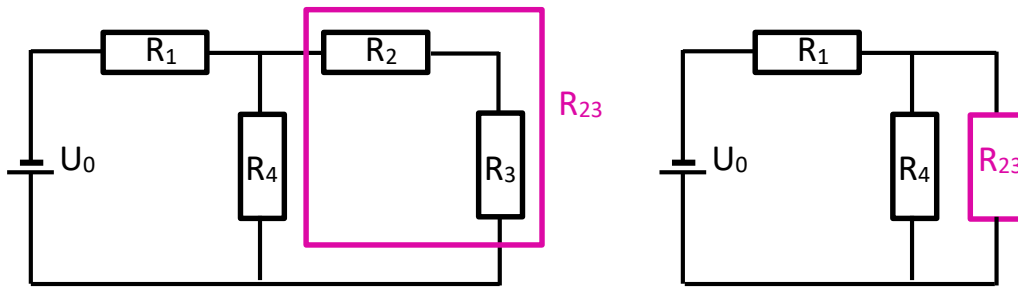
$$U_1 = I_1 R_1 = I_e R_1 = 1 \text{ A} \cdot 100 \Omega = 100 \text{ V},$$

$$U_4 = I_4 R_4 = I_e R_4 = 1 \text{ A} \cdot 200 \Omega = 200 \text{ V}.$$

Ellenőrizhetjük, hogy  $U_1 + U_4 = U_0$ .

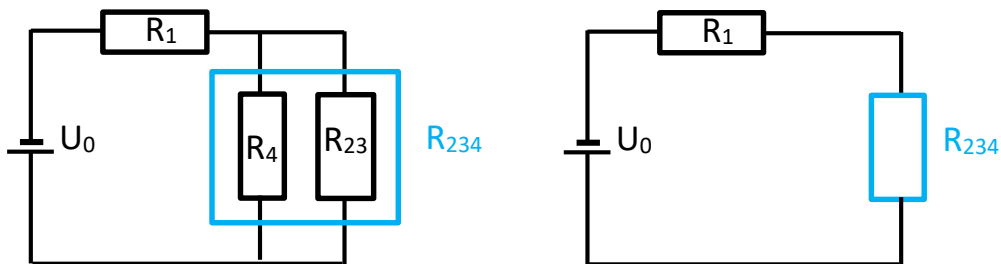
b) A kapcsoló zárva van.

$R_2$  és  $R_3$  sorosan van kapcsolva:



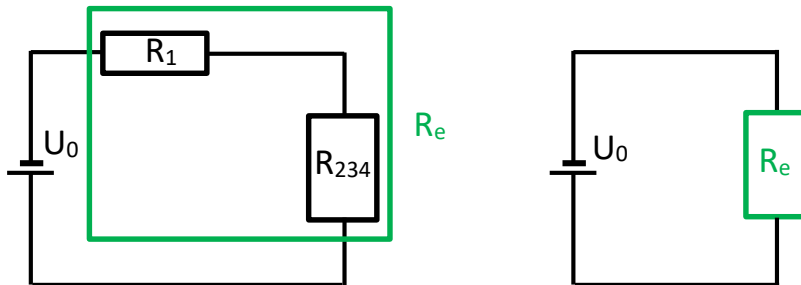
$$R_{23} = R_2 + R_3 = 100 + 100 = 200 \, \Omega.$$

Ez a helyettesítő  $R_{23}$  ellenállás párhuzamosan van kapcsolva az  $R_4$  ellenállással:



$$R_{234} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{200 \cdot 200}{200 + 200} = 100 \, \Omega.$$

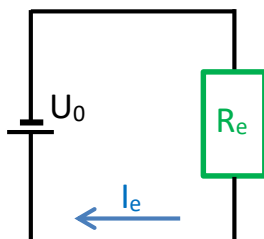
Ez a helyettesítő  $R_{234}$  ellenállás sorosan van kapcsolva az  $R_1$  ellenállással:



$$R_e = R_1 + R_{234} = 100 + 100 = 200 \, \Omega.$$

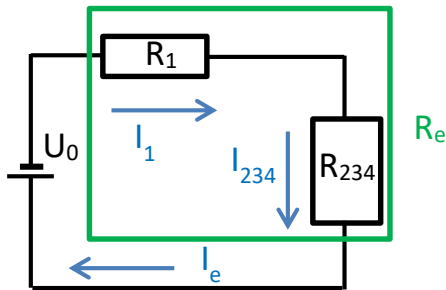
Most kiszámolhatjuk az eredő áramot:

$$I_e = U_0 / R_e = 300 \, \text{V} / 200 \, \Omega = 1,5 \, \text{A}.$$



Ez az áram folyik át az  $R_{234}$  helyettesítő ellenálláson és az  $R_1$  ellenálláson:

$$I_e = I_{234} = I_1.$$



Tehát az  $R_1$  ellenálláson átfolyó áram

$$I_1 = 1,5 \text{ A},$$

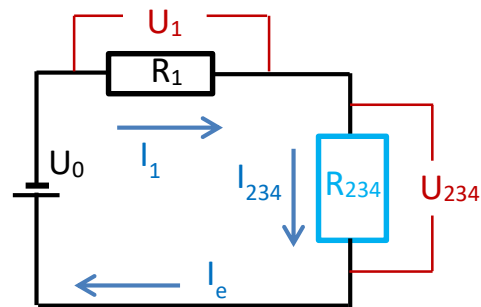
és ebből az  $R_1$ -en eső feszültség

$$U_1 = I_1 R_1 = 1,5 \text{ A} \cdot 100 \Omega = 150 \text{ V}.$$

Másrészt tudjuk, hogy az  $R_{234}$  helyettesítő ellenálláson

$$I_{234} = 1,5 \text{ A}, \text{ és}$$

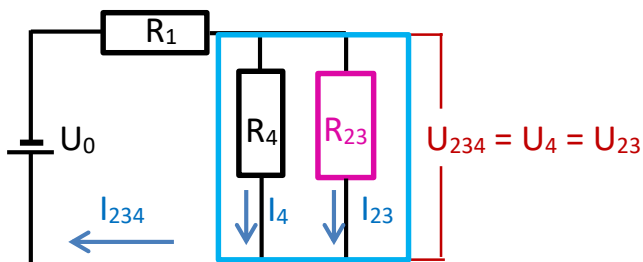
$$U_{234} = I_{234} R_{234} = 1,5 \text{ A} \cdot 100 \Omega = 150 \text{ V}.$$



(Ellenőrzés:  $U_1 + U_{234} = U_0$ .)

Az  $U_{234}$  feszültség ahhoz a párhuzamos kapcsoláshoz tartozik, ahol az egyik ágban  $R_4$ , a másik ágban  $R_{23}$  volt, tehát

$$U_{234} = U_4 = U_{23}.$$

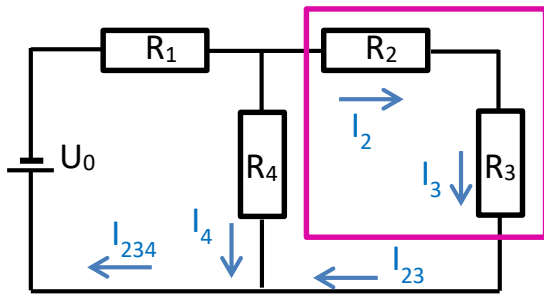


Tehát az  $R_4$  ellenálláson eső feszültség

$$U_4 = 150 \text{ V},$$

és ebből kiszámolható az  $R_4$  ellenálláson átfolyó áram:

$$I_4 = U_4 / R_4 = 150 \text{ V} / 200 \Omega = 0,75 \text{ A}.$$



Az  $U_{23}$  feszültség az  $R_2$  és az  $R_3$  ellenállás soros eredőjén esik, ebből kiszámolható az  $R_2$  és  $R_3$  ellenálláson átfolyó áram:

$$I_2 = I_3 = I_{23} = U_{23} / R_{23} = 150 \text{ V} / 200 \Omega = 0,75 \text{ A.}$$

(Ellenőrzés:  $I_4 + I_{23} = I_e$ .)

Az  $R_2$  és  $R_3$  ellenállásokon eső feszültségek pedig

$$U_2 = I_2 R_2 = 0,75 \text{ A} \cdot 100 \Omega = 75 \text{ V,}$$

$$U_3 = I_3 R_3 = 0,75 \text{ A} \cdot 100 \Omega = 75 \text{ V.}$$

### GYAKORLÓ FELADATOK

MÁ 6., 7., 8., 10. fejezetek feladatai, kivéve

- a fajlagos ellenállásos (mindenféle huzalok ellenállásának számolása) feladatok,
- azok, amikben van kondenzátor,
- és a csillagos feladatok.