

Elektrotechnika

IV.

Áramosztó

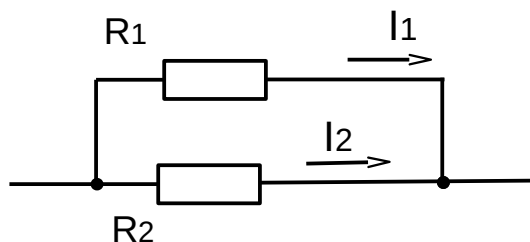
Wheatstone-híd

Delta-csillag átalakítás

4.1. Áramosztás

Áramosztás törvénye

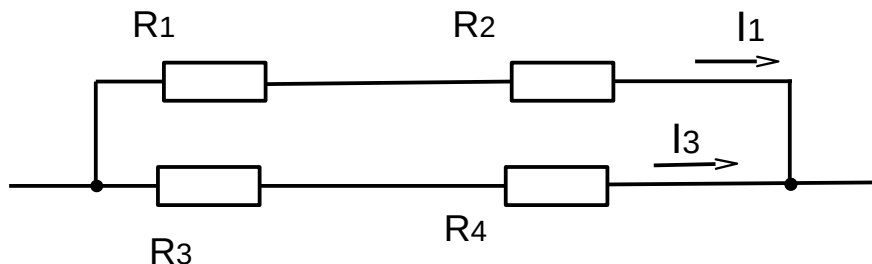
Párhuzamos ágakban az áramok fordítva aránylanak egymáshoz mint az ágak ellenállásainak értékei



$$I_1 / I_2 = R_2 / R_1$$

Másképpen, mivel a párhuzamos ágakban a feszültség egyforma $\rightarrow I_1 * R_1 = I_2 * R_2$

Ha több ellenállás van egy ágba



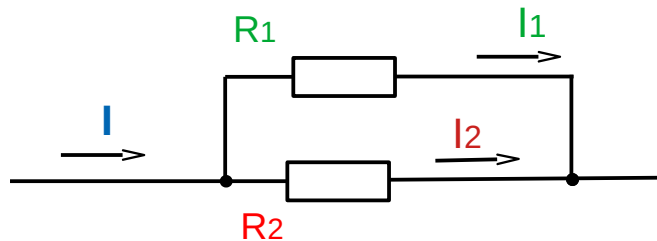
$$I_1 / I_3 = (R_3 + R_4) / (R_1 + R_2)$$

Másképpen, mivel a párhuzamos ágakban a feszültség egyforma \rightarrow

$$I_1 * (R_1 + R_2) = I_3 * (R_3 + R_4)$$

4.1. Áramosztás

Áramosztó

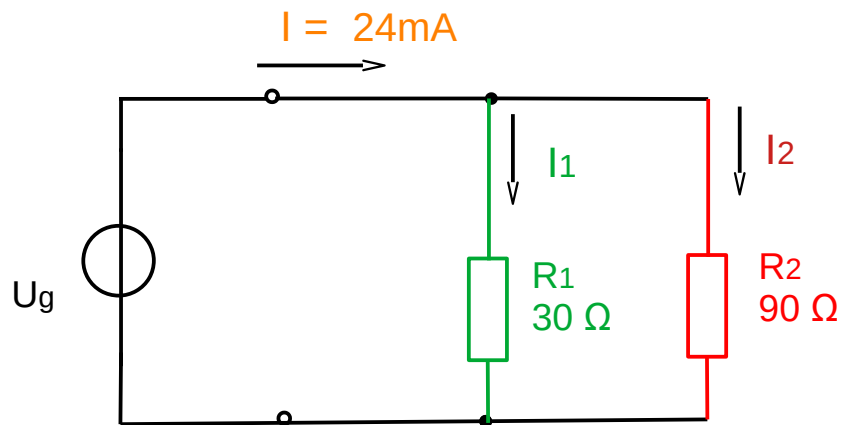


Ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy a befolyó I áramból mennyi folyik tovább az egyik ágon, mondjuk az R_2 ellenálláson, tehát mennyi lesz $I_2 \rightarrow$

$$I_2 = I * \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Hasonló a feszültségosztó képletéhez, de a számlálóban mindig a másik ág ellenállása van

mintafeladat



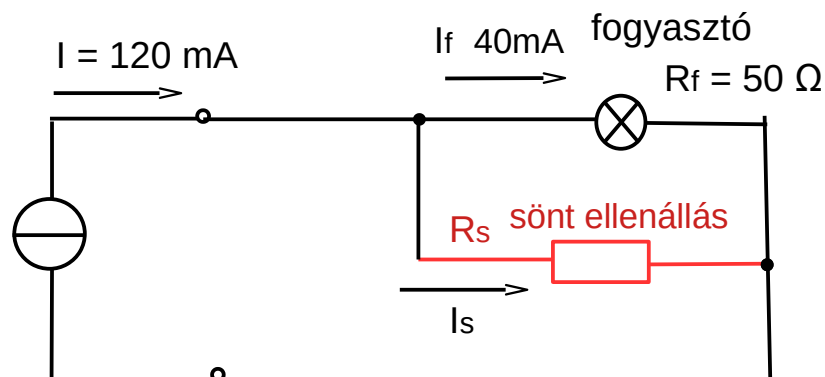
$$I_2 = I * R_1 / (R_1 + R_2)$$

$$I_2 = 24\text{ mA} * 30\ \Omega / (30\ \Omega + 90\ \Omega)$$
$$I_2 = 24\text{ mA} / 4 = 6\text{ mA}$$

4.2. Sönt ellenállás

Akkor alkalmazzuk, ha egy fogyasztót nagyobb áramról kell üzemeltetni, mint amennyit „bír”

Egy ellenállást kötünk párhuzamosan a fogyasztóval (ez a sönt ellenállás) és ennek olyan értékűnek kell lennie, hogy a többlet áram ezen folyjon !



Pl.
Van egy izzónk, ellenállása 50Ω .
és maximum 40 mA -t bír,
De 120 mA -el kell táplálnunk

Megoldás:
Áramosztással

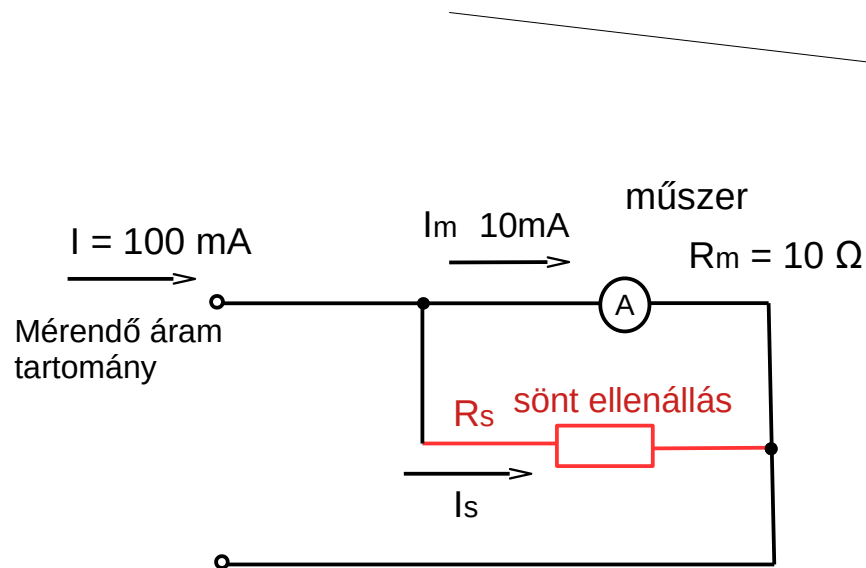
$$I_f = I * R_s / (R_f + R_s) \rightarrow$$

$$R_s = R_f / (I / I_f - 1)$$

$$R_s = 50 \Omega / (120/40 - 1) = 50/2 = 25 \Omega$$

4.3. Árammérő méréshatár kiterjesztése

Akkor alkalmazzuk, ha egy árammérő műszerrel nagyobb áramot akarunk mérni, mint amennyit maximálisan tud



Egy ellenállást kötünk párhuzamosan vele (ez a sönt ellenállás) és ennek olyan értékűnek kell lennie, hogy a többlet áram ezen folyjon !

Pl.

Van egy alap műszerünk, amely maximum 10 mA-t tud mérni, és az ellenállása 10 Ω.

De mi maximum 100 mA-ig akarunk mérni vele !

Megoldás:

$$I_m = I * R_s / (R_m + R_s) \rightarrow$$

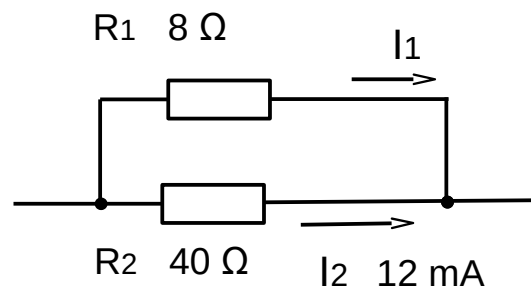
$$R_s = R_m / (I / I_m - 1)$$

$$R_s = 10 \Omega / (100/10 - 1) = 10/9 = 1,11 \Omega$$

10-szeresére kell növelnünk az áramot, tehát 10-ed részére kell csökkentenünk az ellenállást is → tehát az eredeti ellenállással annak (10-1)-ed részét kell párhuzamosan kötni !

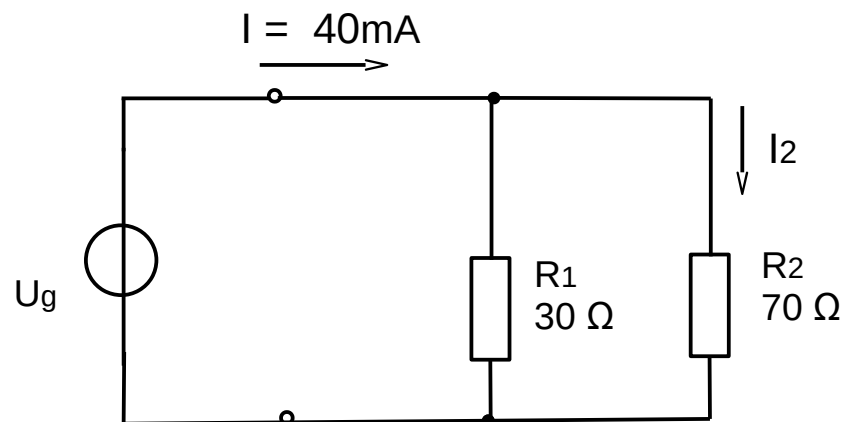
4.4. Feladatok

1. feladat



$$I_1 = ?$$

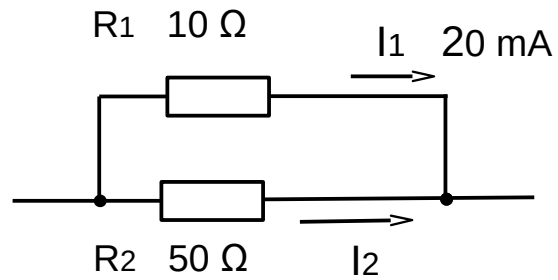
2. feladat



$$I_2 = ?$$

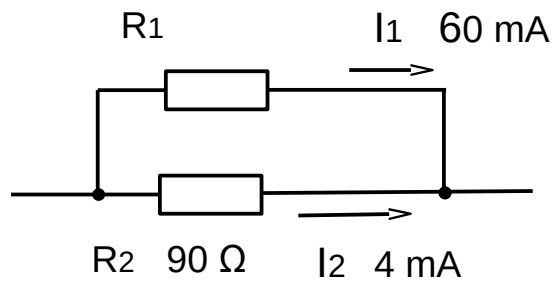
4.4. Feladatok

3. feladat



$$I_2 = ?$$

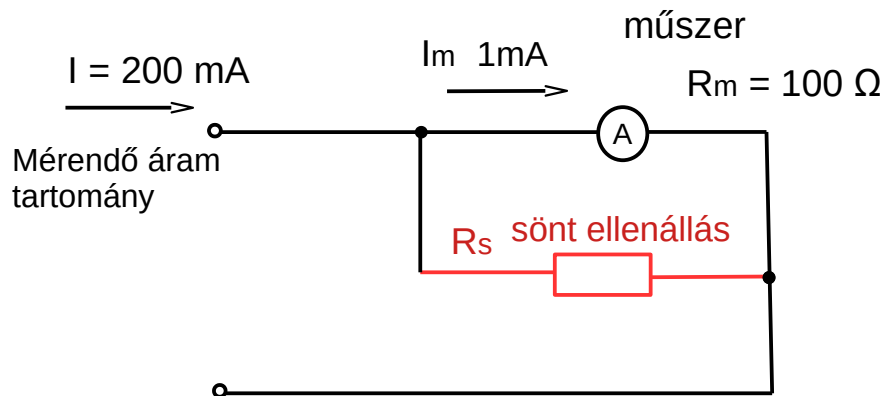
4. feladat



$$R_1 = ?$$

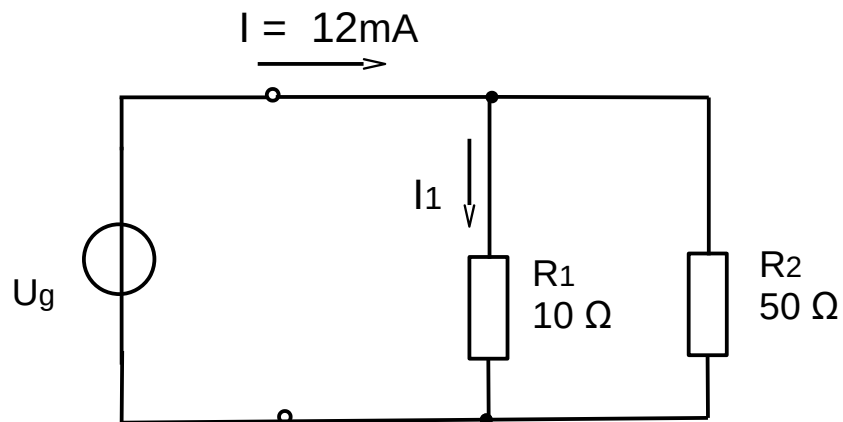
4.4. Feladatok

5. feladat



Van egy alap műszerünk, amely maximum 1 mA -t tud mérni, és az ellenállása $100 \, \Omega$.
De mi maximum 200 mA -ig akarunk mérni vele !
Mekkora legyen a sönt ellenállás ?

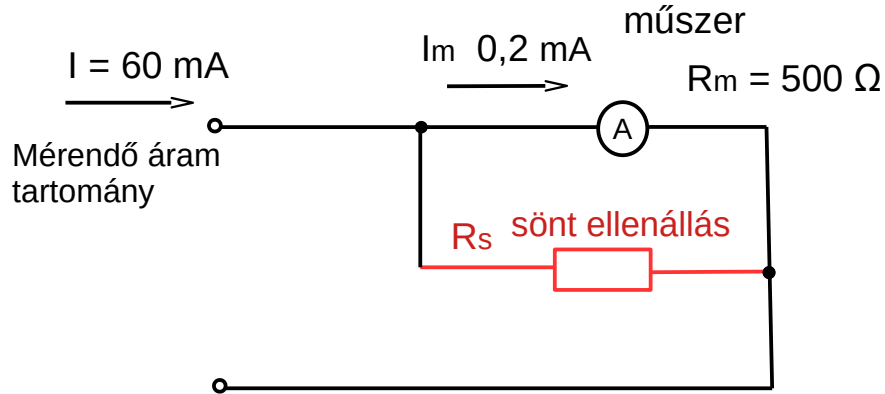
6. feladat



$$I_1 = ?$$

4.4. Feladatok

7. feladat

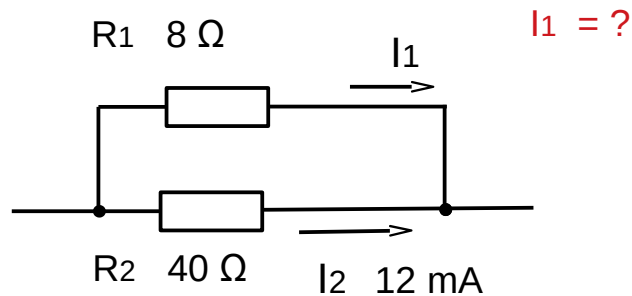


Van egy alap műszerünk, amely maximum $0,2 \text{ mA}$ -t tud mérni, és az ellenállása 500Ω .
De mi maximum 60 mA -ig akarunk mérni vele !
Mekkora legyen a sönt ellenállás ?

4.4. Feladatok

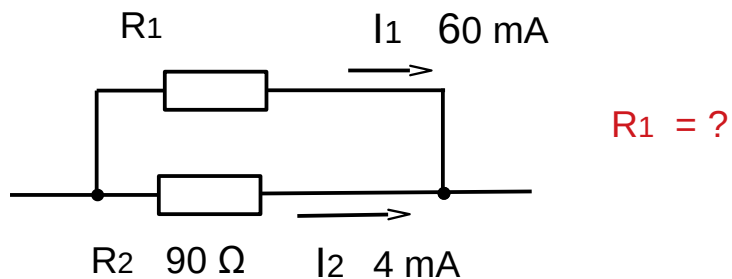
megoldások

1. feladat



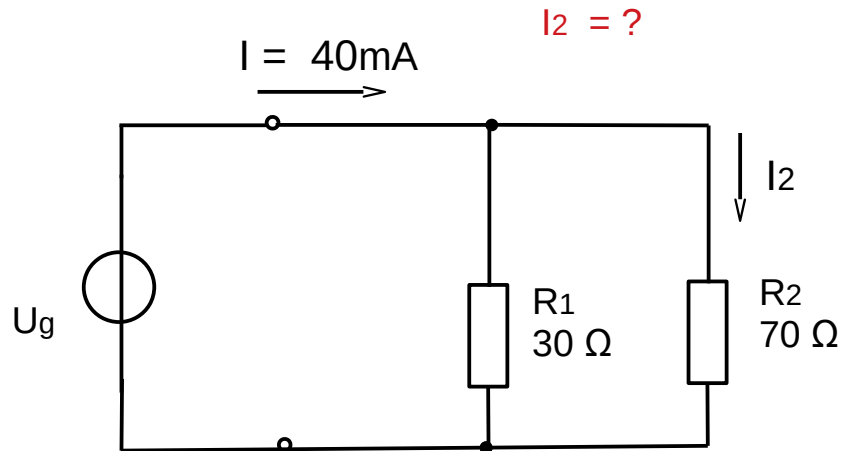
$$I_1 = I_2 \cdot R_2 / R_1 = 12 \text{ mA} \cdot 40 \Omega / 8 \Omega = 60 \text{ mA}$$

4. feladat



$$R_1 = I_2 \cdot R_2 / I_1 = 4 \text{ mA} \cdot 90 \Omega / 60 \text{ mA} = 6 \Omega$$

2. feladat



$$I_2 = I \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$$

$$I_2 = 40 \text{ mA} \cdot 30 \Omega / (30 \Omega + 70 \Omega) = 12 \text{ mA}$$

3. feladat $I_2 = 4 \text{ mA}$

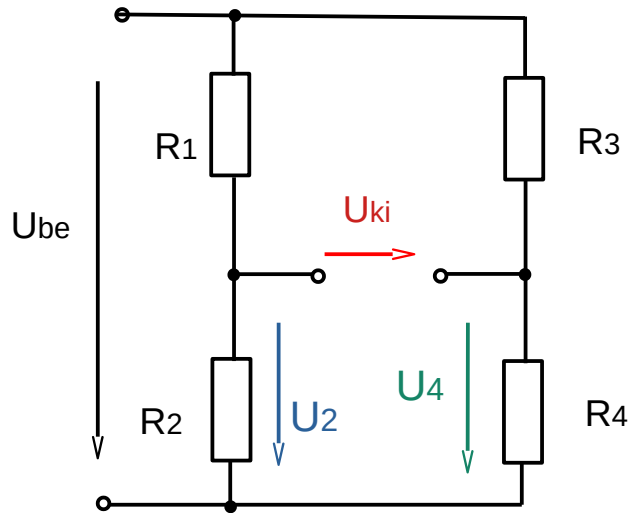
5. feladat $R_s = 0,5 \Omega$

6. feladat $I_1 = 10 \text{ mA}$

7. feladat $R_s = 1,67 \Omega$

4.5. Wheatstone-híd

Elsősorban nagy értékű ellenállás mérésére használatos kapcsolás



ha $R1 * R4 = R2 * R3 \rightarrow$ akkor $U_{ki} = 0$
(bármilyen van rá kötve)

↓
A híd kiegyenlített

$$U_2 = U_{be} * R_2 / (R_1 + R_2)$$

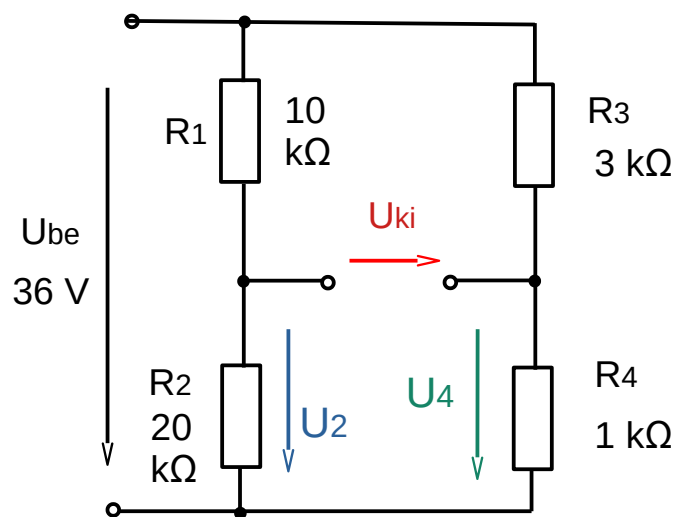
$$U_4 = U_{be} * R_4 / (R_4 + R_3)$$

$$U_{ki} = U_2 - U_4$$

4.5. Wheatstone-híd

mintafeladat

A megadott ellenállásokkal mennyi lesz a kimeneti feszültség ?
R₄ értékét milyen értékűre kell módosítani, hogy 0 legyen U_{ki} ?



$$U_2 = U_{be} * R_2 / (R_1 + R_2) = 36 \text{ V} * 20 / (10+20) = 24 \text{ V}$$

$$U_4 = U_{be} * R_4 / (R_4 + R_3) = 36 \text{ V} * 1 / (1+3) = 9 \text{ V}$$

$$U_{ki} = U_2 - U_4 = 24 \text{ V} - 9 \text{ V} = 15 \text{ V}$$

A híd kiegyenlített, ha

$$R_1 * R_4 = R_2 * R_3 \rightarrow R_4 = R_2 * R_3 / R_1$$

$$R_4 = 20 * 3 / 10 = 6 \text{ k}\Omega$$

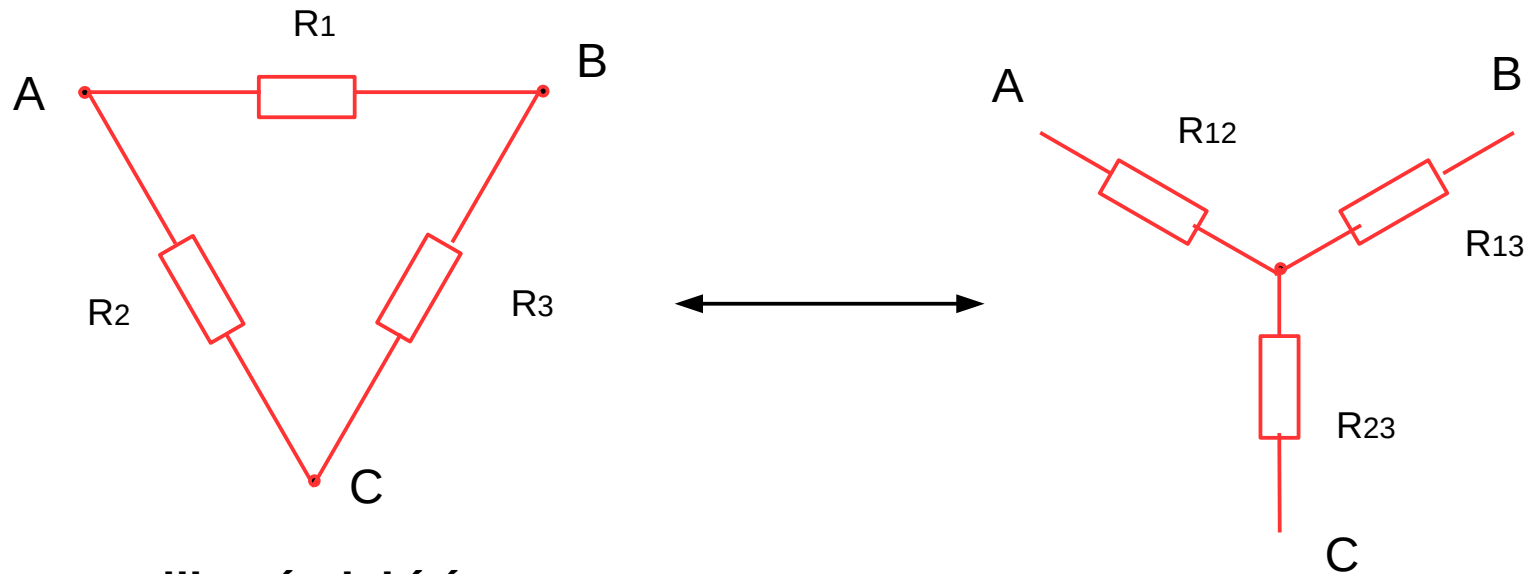
4.6. Delta-csillag átalakítás

Előfordul olyan felépítésű áramkör, hogy nem tudunk eredő ellenállást számolni. Ilyenkor jelent megoldást két eljárás →

delta (háromszög) → csillag átalakítás

csillag → delta átalakítás

Mindkettő eljárásnál 3 pont közötti három ellenállást cserélünk ki három másik ellenállásra



delta → csillag átalakítás

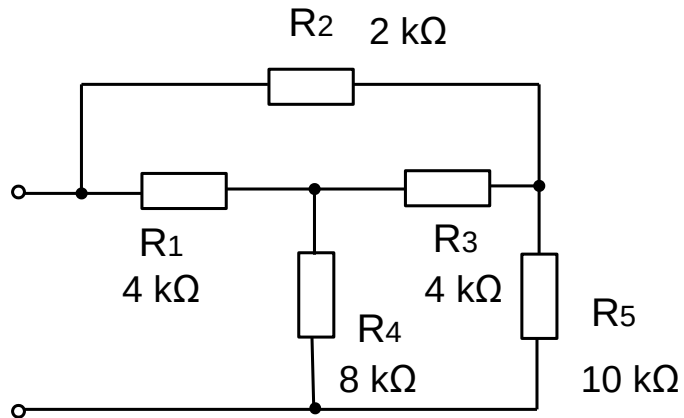
$$R_{12} = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R_{13} = R_1 * R_3 / (R_1 + R_2 + R_3)$$

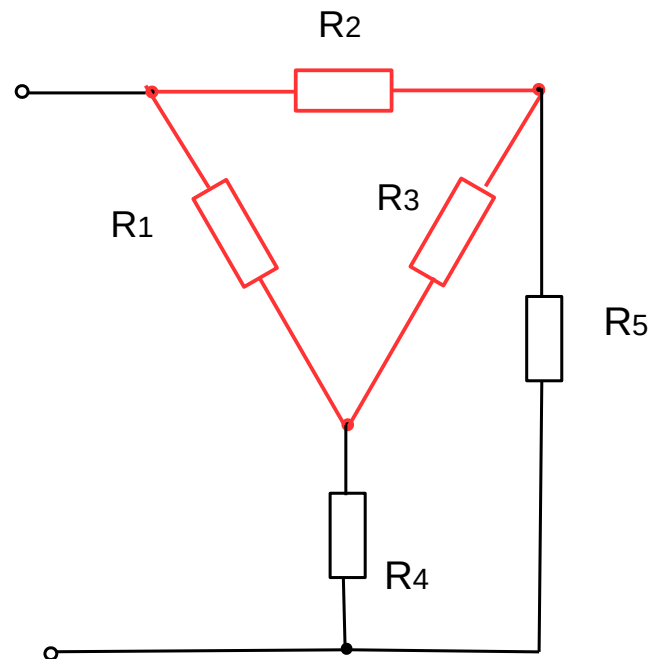
$$R_{23} = R_2 * R_3 / (R_1 + R_2 + R_3)$$

4.6. Delta-csillag átalakítás

mintafeladat



átrajzolva egy kicsit



Számoljunk eredő ellenállást !

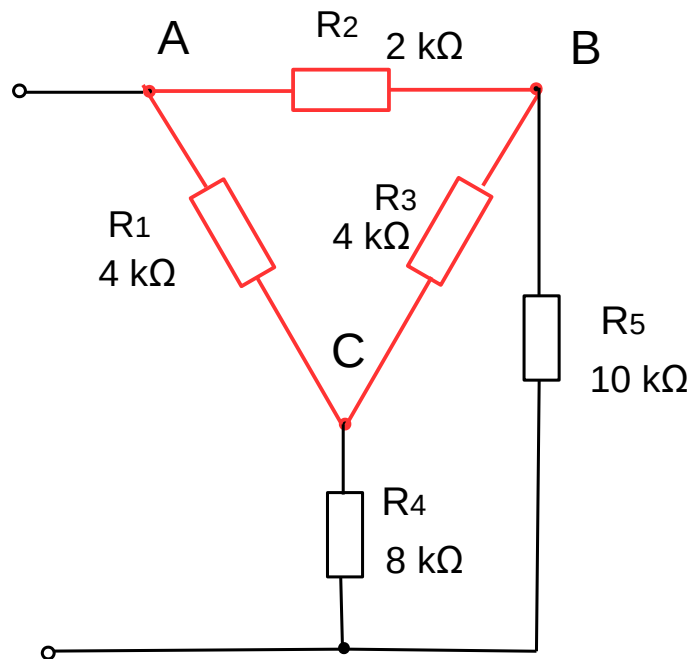
Nem találunk két olyan ellenállást amelyek sorosan vagy párhuzamosan lennének !

Van viszont két csillag, illetve két delta alakzat.

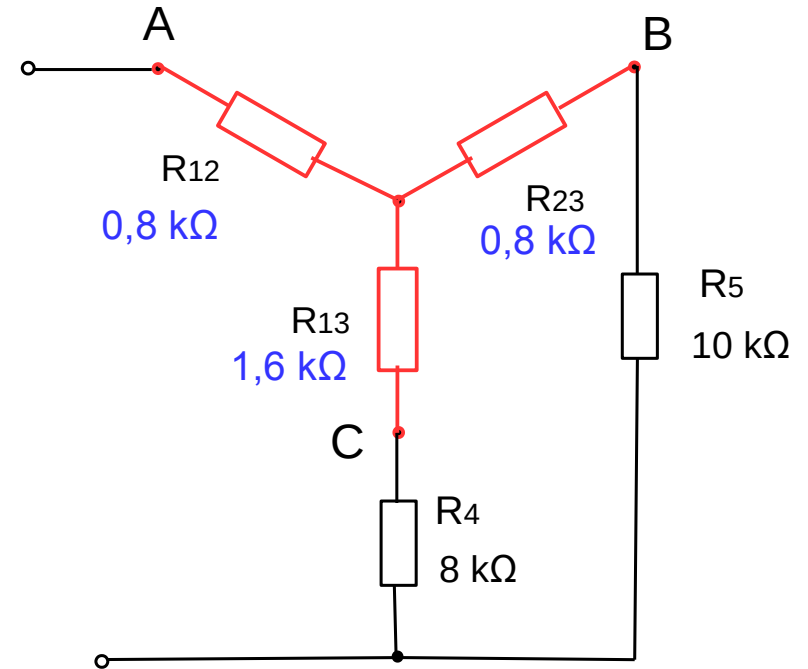
pl. az $R_1 - R_2 - R_3$ ellenállások delta alakzatot alkotnak

4.6. Delta-csillag átalakítás

mintafeladat



Delta-csillag
átalakítás



$$R_{12} = R_1 * R_2 / (R_1 + R_2 + R_3) = 4 * 2 / 10 = 0,8\text{ k}\Omega$$

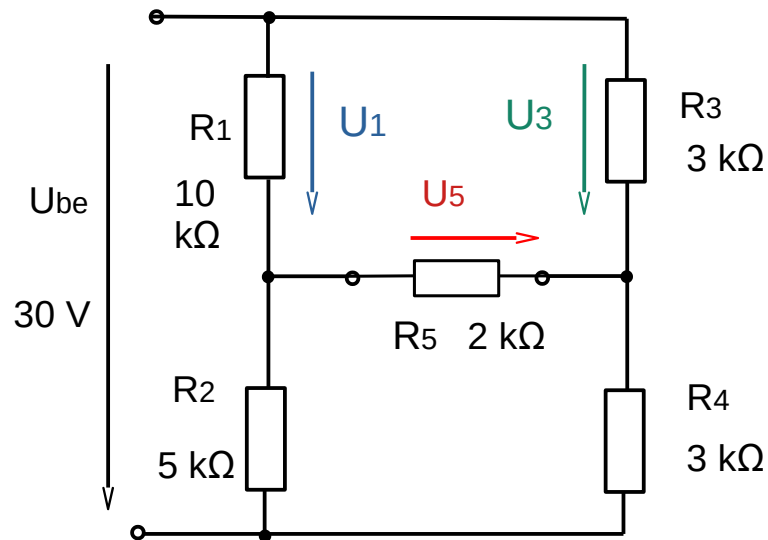
$$R_{13} = R_1 * R_3 / (R_1 + R_2 + R_3) = 4 * 4 / 10 = 1,6\text{ k}\Omega$$

$$R_{23} = R_2 * R_3 / (R_1 + R_2 + R_3) = 2 * 4 / 10 = 0,8\text{ k}\Omega$$

$$R_e = R_{12} + (R_{23} + R_5) \times (R_{13} + R_4) = 0,8 + 10,8 \times 9,6 = 5,88\text{ k}\Omega$$

4.7. Gyakorló feladat

mintafeladat



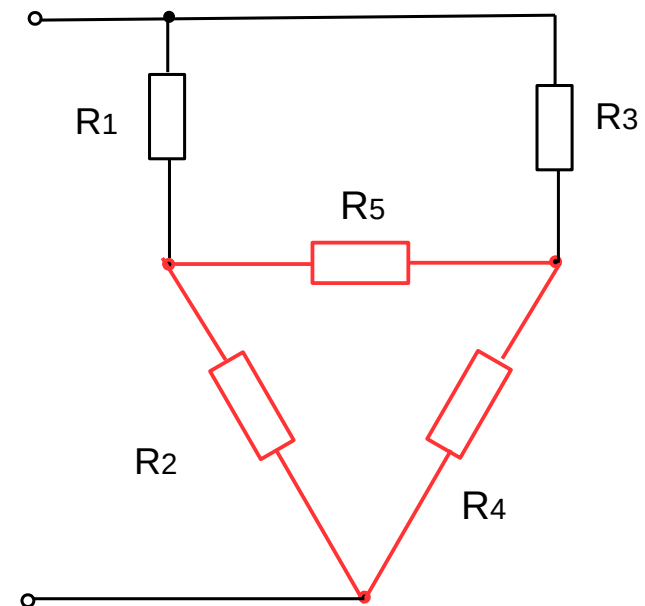
Számoljuk ki U_5 értékét !

Nem találunk két olyan ellenállást amelyek sorosan vagy párhuzamosan lennének !

Van viszont két csillag, illetve két delta alakzat.

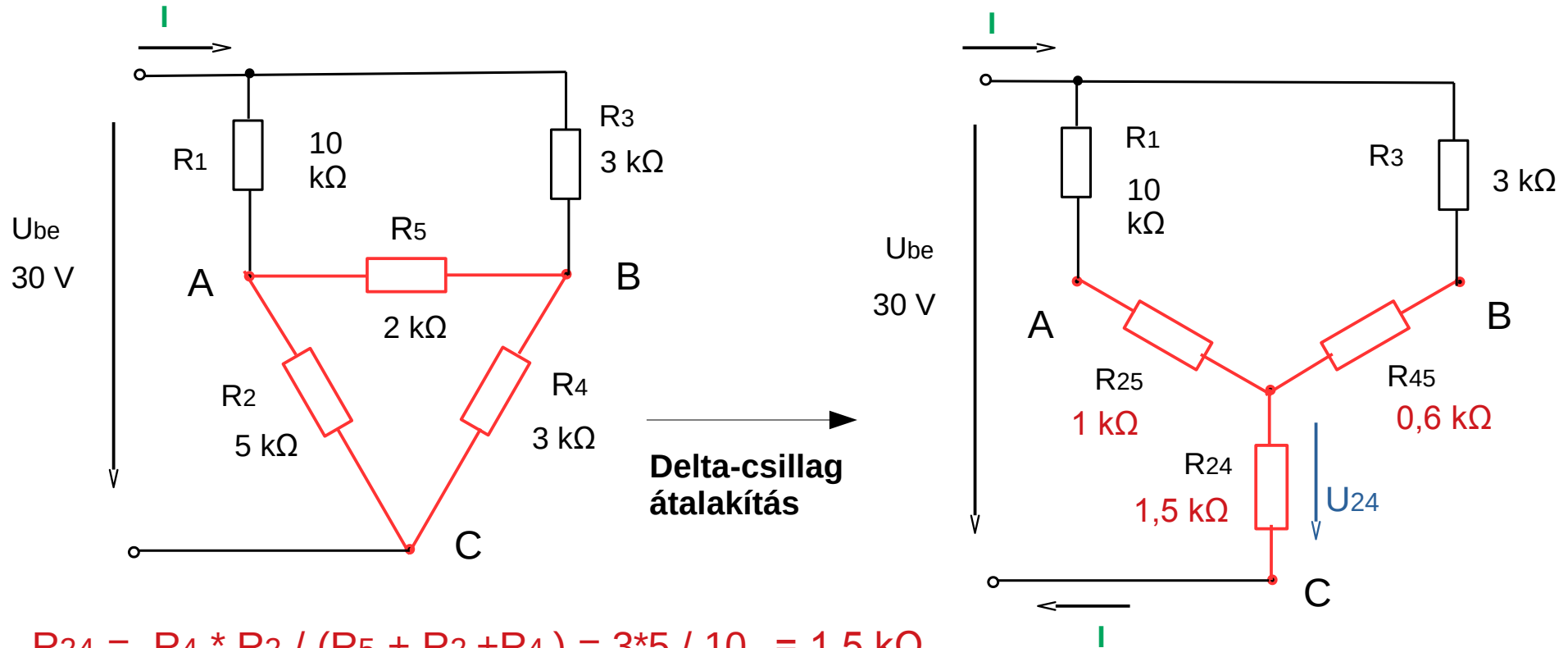
pl. az $R_2 - R_5 - R_4$ ellenállások delta alakzatot alkotnak

átrajzolva egy kicsit



4.7. Gyakorló feladat

mintafeladat, megoldás



$$R_{24} = R_4 * R_2 / (R_5 + R_2 + R_4) = 3 * 5 / 10 = 1,5\text{ k}\Omega$$

$$R_{45} = R_4 * R_5 / (R_5 + R_2 + R_4) = 3 * 2 / 10 = 0,6\text{ k}\Omega$$

$$R_{25} = R_2 * R_5 / (R_5 + R_2 + R_4) = 5 * 2 / 10 = 1\text{ k}\Omega$$

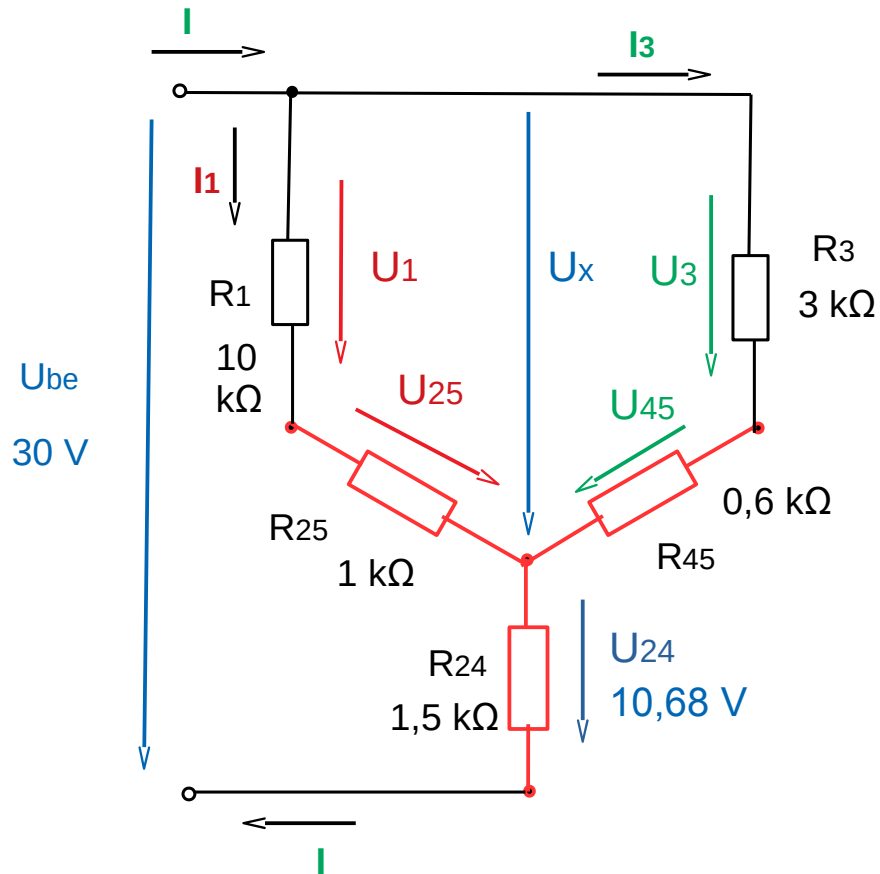
$$R_e = (R_{25} + R_1) * (R_{45} + R_3) + R_{24} = 11 * 3,6 + 1,5 = 2,71 + 1,5 = 4,21\text{ k}\Omega$$

$$I = U_{be} / R_e = 30\text{ V} / 4,21\text{ k}\Omega = 7,12\text{ mA}$$

$$\text{és } U_{24} = I * R_{24} = 7,12\text{ mA} * 1,5\text{ k}\Omega = 10,68\text{ V}$$

4.7. Gyakorló feladat

mintafeladat, megoldás



Hurok törvények:

$$U_1 + U_{25} = U_3 + U_{45}$$

$$U_{be} = U_1 + U_{25} + U_{24}$$

$$U_{be} = U_3 + U_{45} + U_{24}$$

$$U_x = U_1 + U_{25}$$

$$U_x = U_3 + U_{45}$$

$$U_{be} = U_x + U_{24}$$

$$U_x = U_{be} - U_{24} = 30 - 10,68 = 19,32 \text{ V}$$

$$I_3 = U_x / (R_3 + R_{45}) = 19,32 \text{ V} / 3,6 \text{ k}\Omega = 5,367 \text{ mA}$$

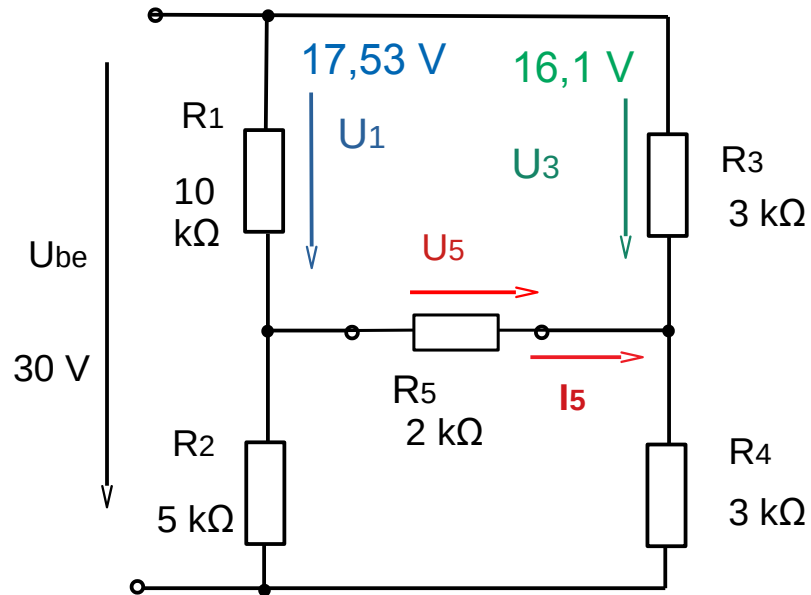
$$U_3 = I_3 * R_3 = 5,367 \text{ mA} * 3 \text{ k}\Omega = 16,1 \text{ V}$$

$$I_1 = I - I_3 = 1,753 \text{ mA}$$

$$U_1 = I_1 * R_1 = 1,753 \text{ mA} * 10 \text{ k}\Omega = 17,53 \text{ V}$$

4.7. Gyakorló feladat

mintafeladat, megoldás



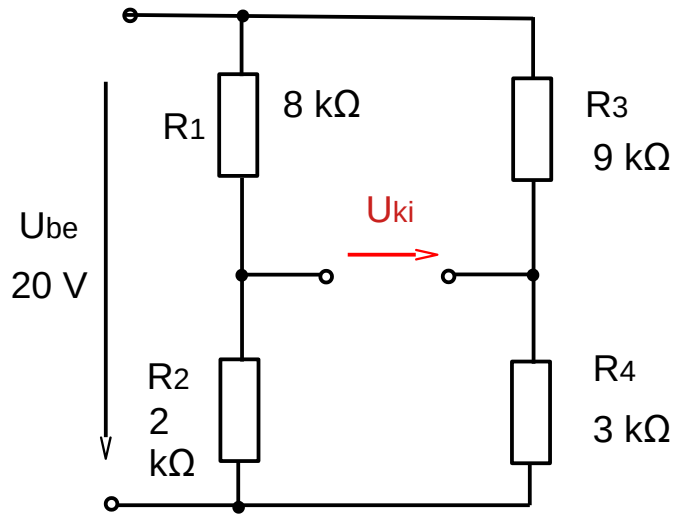
Vissza az eredeti kapcsolásra,
R1 és R3 feszültsége és árama ott is
ugyanaz mint az átalakított kapcsolásban

$U_5 = U_3 - U_1 = 16,1 - 17,53 = -1,43 \text{ V}$
Ellentétes irányú az elképzelésünkhöz
képest !

$I_5 = U_5 / R_5 = -1,43 \text{ V} / 2 \text{ k}\Omega = -0,715 \text{ mA}$
Sintén ellentétes irányú

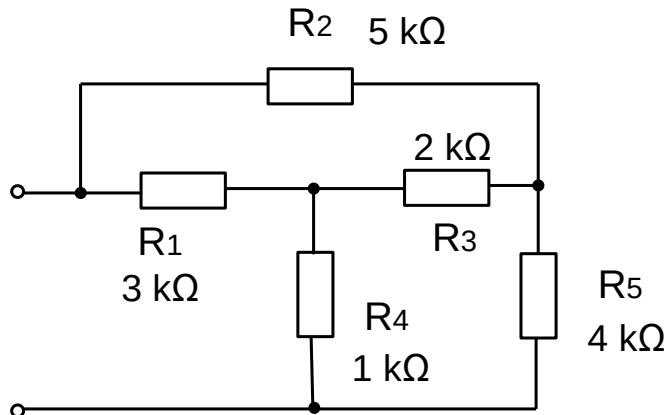
4.8. Feladatok

1. feladat



A megadott ellenállásokkal mennyi lesz a kimeneti feszültség ?
 R_1 értékét milyen értékűre kell módosítani, hogy 0 legyen U_{ki} ?

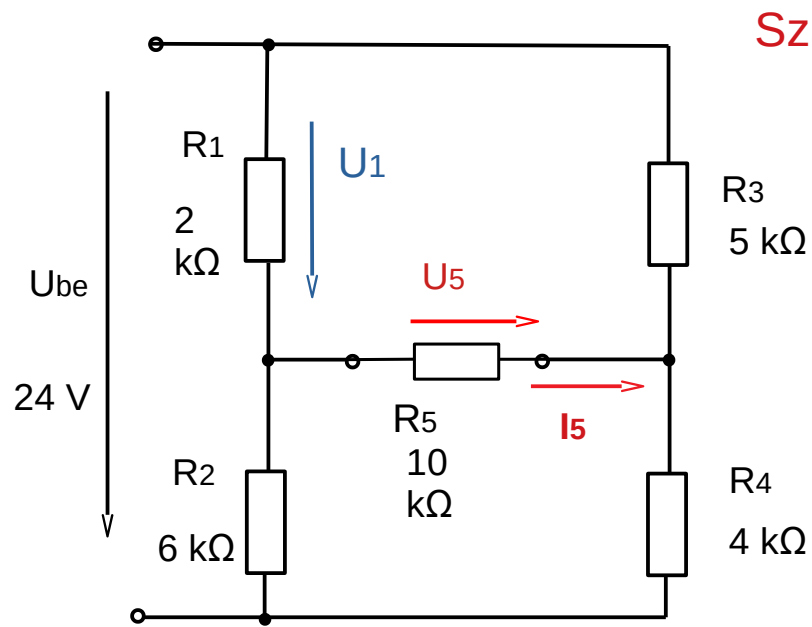
2. feladat



Számoljunk eredő ellenállást !

4.8. Feladatok

3. feladat



Számoljuk ki U_1 U_5 és I_5 értékét !