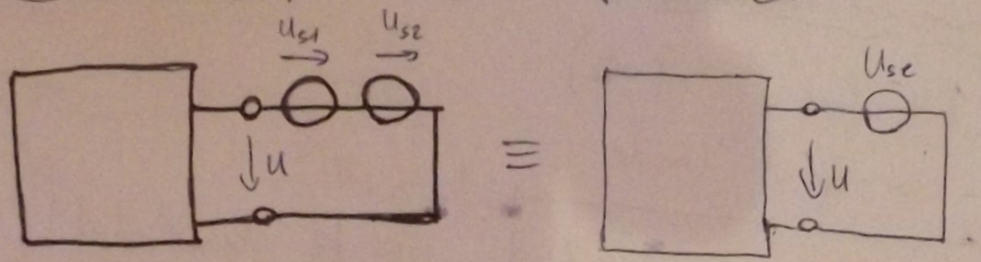
3.E

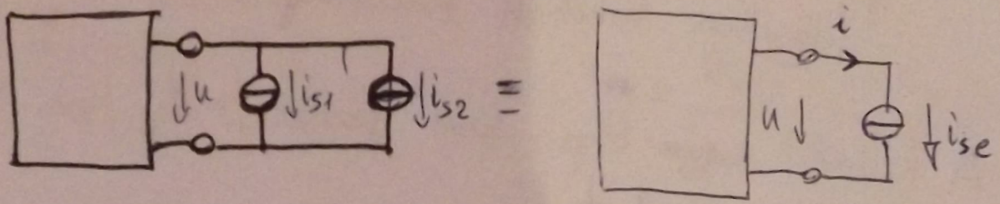
Források soros és párhuzamos kapcsolása

I.



$u_{se} = u_{s1} + u_{s2}$

II.



$i_{se} = i_{s1} + i_{s2}$

Reguláris hálózatok: a hálózati egyenletek felírhatók és kiegészítve a kétpólusok karakterisztikáival egyértelműen megoldhatók.

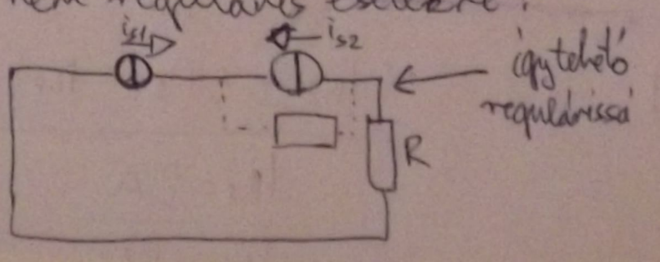
n csomópont $\Rightarrow$ $k = n - 1$ Kirchoff áramtörvény

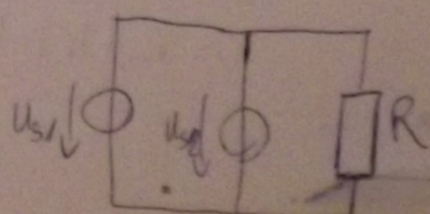
b kétpólus $\Rightarrow$ $m = b - n + 1$ Kirchoff feszültségtörvény

b darab kétpóluskarakterisztika

~~Ezek ismere~~ Ezekkel egyértelműen megoldható kell hogy legyen.

Példa nem reguláris esetekre:





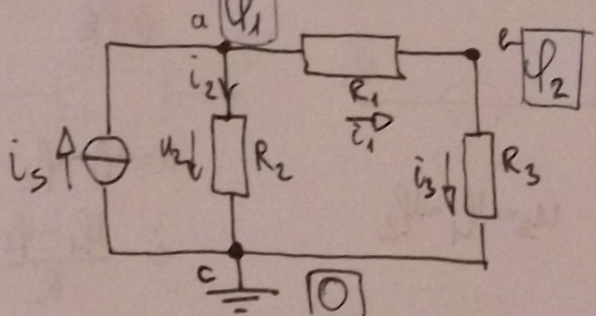
A Kirchoff törvények direkt alkalmazása nem célravezető nagyobb hálózatokra. A megoldandó egyenletek számát csökkenthetjük:

- a csomóponti potenciálok módszerével (Node Voltage Method)
- a hurokáramok módszerével (Mesh Current Method)

1. A csomóponti potenciálok módszere:

- Legyen n darab csomópont
- $k = n-1$ független áramtörvény írható fel.
- amelyikre nem írok egyenletet, azt nevezem referencia csomópontnak (földelés, null csomópont)
- Minden csomóponthoz hozzárendelek egy új változót, amit csomóponti potenciálnak hívok. => ezekre írok egyenleteket;
- Az egyenletek és csomópontok segítségével kifejezem a keresett áramokat és feszültségeket.

Példa:



φ_1, φ_2 a két csomóponti potenciál

Legyen $R_1 = 1\,\Omega$

$R_2 = R_3 = 0{,}5\ \Omega$

$i_s = 4\ A$

1.
$$\varphi_1 : -i_s + i_1 + i_2 = 0$$
$$\varphi_2 : -i_1 + i_3 = 0$$

2.
$$i_1 = \frac{u_1}{R_1} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_1}$$
$$i_2 = \frac{u_2}{R_2} = \frac{\varphi_1 - 0}{R_2} = \frac{\varphi_1}{R_2}$$
$$i_3 = \frac{\varphi_2}{R_3}$$

behelyettesítünk

3.
$$\left.\begin{aligned} -i_s + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_1} + \frac{\varphi_1}{R_2} &= 0 \\ -\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_1} + \frac{\varphi_2}{R_3} &= 0 \end{aligned}\right\}$$
=> csomóponti egyenletek

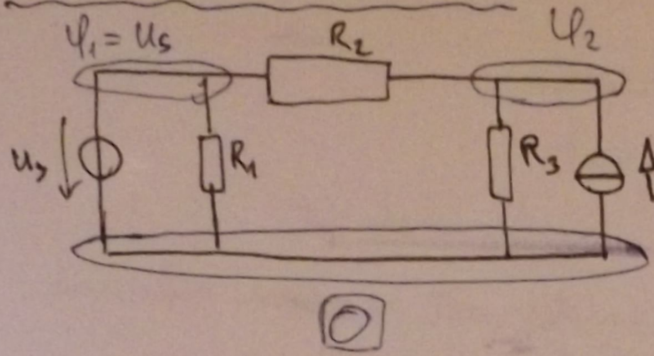
4. Rendezés, ~~[illegible]~~ behelyettesítés:

$$\varphi_1 = \frac{3}{2}\ V = 1{,}5\,V$$
$$\varphi_2 = \frac{1}{2}\ V = 0{,}5\,V$$

3E

Jelek 1.

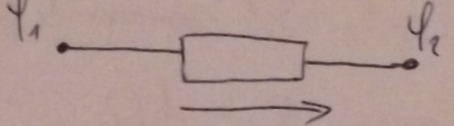
A csomóponti potenciálok módszere áram és feszültség forrást is tartalmazó hálózatra:



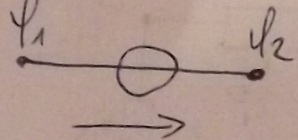
$$u_s = \varphi_1 - 0 = \varphi_1$$

$$\varphi_2 : \frac{\varphi_2 - u_s}{R_2} + \frac{\varphi_2}{R_3} = i_s \Rightarrow \varphi_2 = \frac{R_2 R_3 \cdot i_s + R_3 u_s}{R_2 + R_3}$$

Általános kétpólus



$$u = \varphi_1 - \varphi_2$$



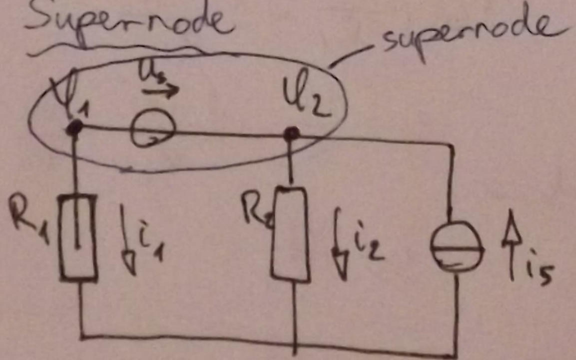
$$u_s = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$i = \frac{u}{R}$$

$$u = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$i = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R}$$

Supernode



$$\varphi_1 - \varphi_2 = u_s$$

$$\varphi_2 : i_1 + i_2 - i_s = 0$$

$$i_1 = \frac{\varphi_1}{R_1} \qquad i_2 = \frac{\varphi_2}{R_2}$$

1. $\frac{\varphi_1}{R_1} + \frac{\varphi_2}{R_2} - i_s = 0$

2. $\varphi_1 - \varphi_2 = u_s \Rightarrow \varphi_1 = \varphi_2 + u_s$

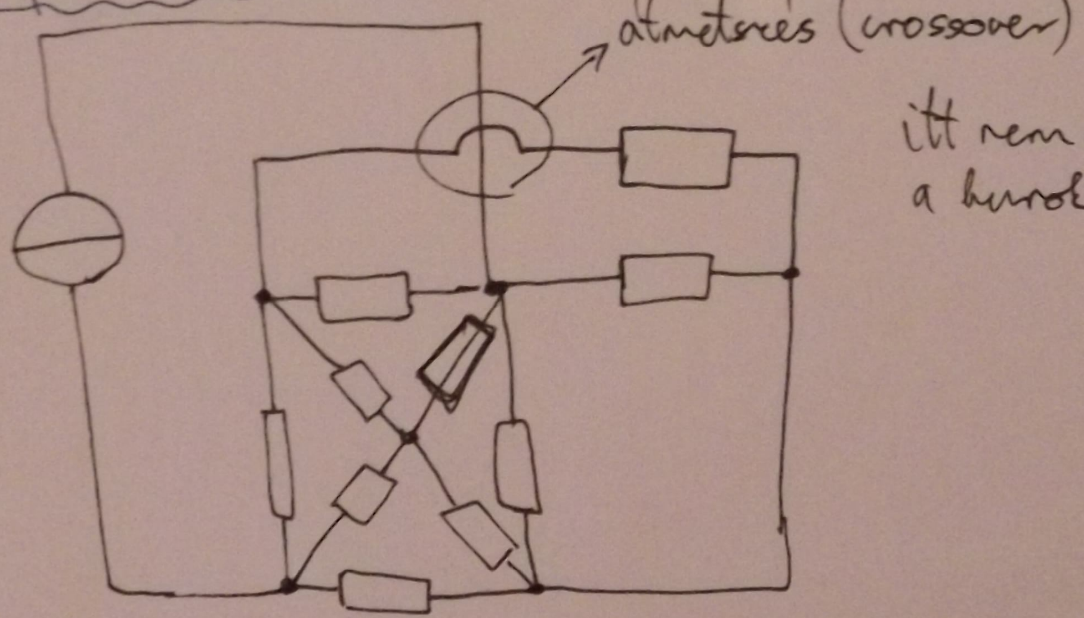
3.

3. Előadás

Hurokáramok módszere

- új változó: hurokáram
- elindulok egy csomópontból és úgy képzek egy zárt görbét, hogy minden csomóponton csak egyszer haladok át.
- azt a zárt görbét, ami nem tartalmaz kisebb zárt görbét, huroknak nevezzük
- hurokáramok módszere 2Dimenziós (planárisan lerajzolható) hálózatok esetén alkalmazható.
- Ha nem planáris a hálózat, [redacted] akkor nem.

Nem planáris hálózat



itt nem alkalmazható a hurokáramok módszere.

4.E

Jelek 1.

Hurokáramok módszere

b – kétpólus (bipole)

n – csomópont (node

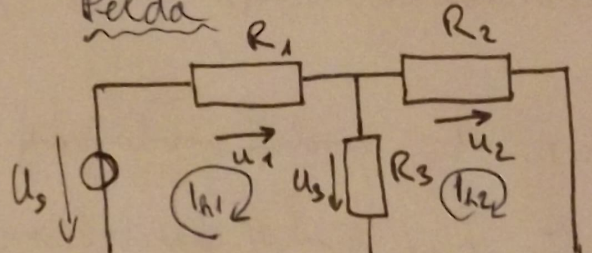
$$\boxed{m = b - n + 1}$$

ZH kisfeladat!

↑ független Kirchoff feszültségtörvény.

- A hurok egy olyan zárt görbe, mely nem tartalmaz kisebb zárt görbét.
- Elindulva egy csomópontból úgy képzünk zárt görbét, hogy egy csomóponton csak egyszer megyünk át.
- Minden hurokhoz rendelek egy hurokáramot.

Példa



$U_s = 3\,V$

$R_1 = R_2 = R_3 = 1\Omega$

$m = 4 - 3 + 1 = 2$ független feszültségtörvény

1. I. $-U_s - U_1 + U_3 = 0$

   II. $U_2 - U_3 = 0$

2. $U_1 = R_1 \cdot I_{h1}$

   $U_2 = R_2 \cdot I_{h2}$

   $U_3 = R_3 (I_{h1} - I_{h2})$

3. Behelyettesítjük a karakterisztikákat:

   $-U_s + R_1 \cdot I_{h1} + R_3 \cdot (I_{h1} - I_{h2}) = 0$

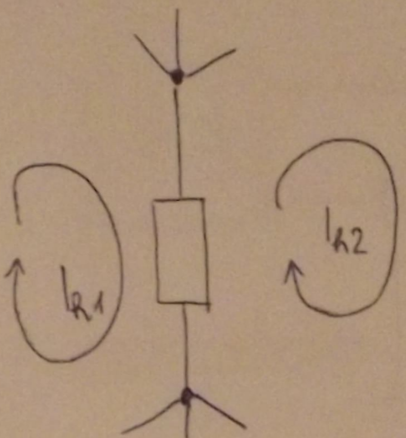
   $R_2 \cdot I_{h2} - R_3 (I_{h1} - I_{h2}) = 0$

4. $$\left.\begin{array}{l} -3 + 1 \cdot I_{h1} + 1(I_{h1} - I_{h2}) = 0 \\ 1 \cdot I_{h2} - 1 \cdot (I_{h1} - I_{h2}) = 0 \end{array}\right\}$$

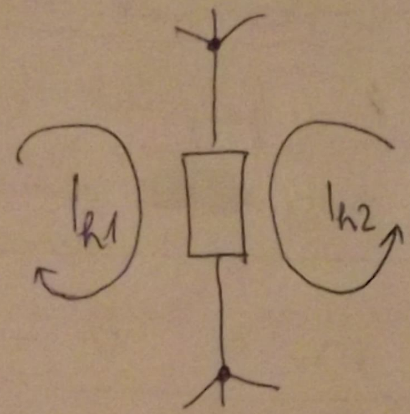
$$I_{h1} = 2A$$

$$I_{h2} = 1A$$

Tetszőleges kétpólus, amin a két hurok osztozik

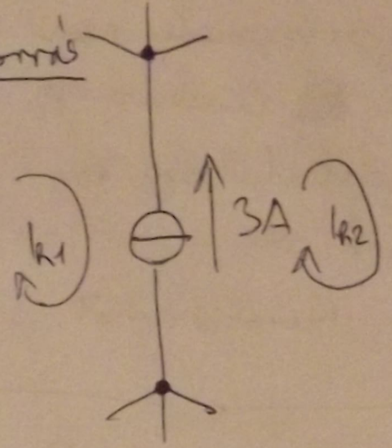


$I = I_{h1} - I_{h2}$



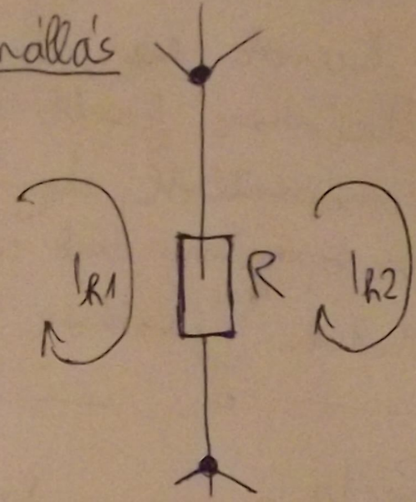
$I = I_{h1} + I_{h2}$

Áramforrás



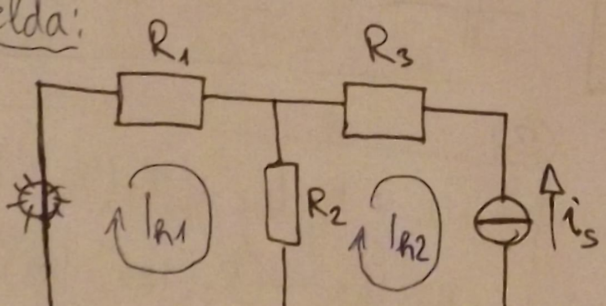
$I_{h1} - I_{h2} = -3A$

Ellenállás



$U = R(I_{h1} - I_{h2})$

Példa:

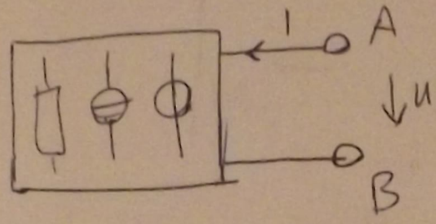


$-U_s + R_1 I_{h1} + R_2(I_{h1} - I_{h2}) = 0$

$I_{h2} = -i_s$

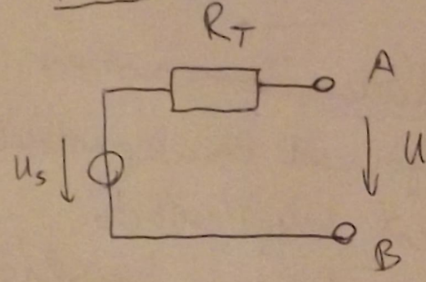
Jelek!

Generátorok:

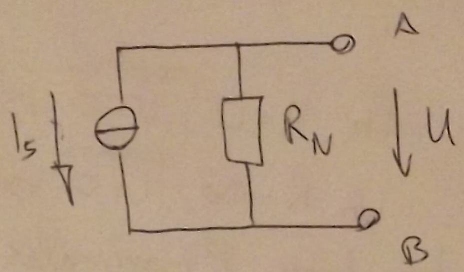


Egy lineáris ellenállásokat és áram vagy feszültségforrást ~~t~~tartalmazó hálózat vagy hálózatrész helyettesíthető Thevenin vagy Norton helyettesítő kapcsolással (generátorral).

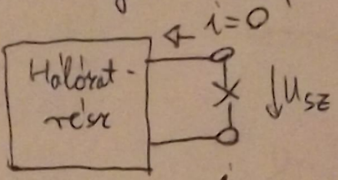
Thevenin-generátor:



Norton-generátor:

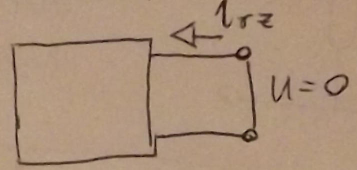


A helyettesítő paraméterek meghatározása:



$U_s = U_{sz}$

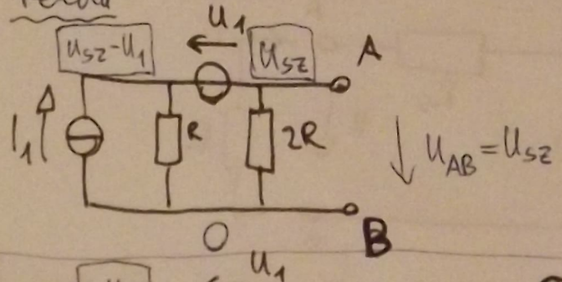
$I = 0$



$I_s = I_{RZ}$

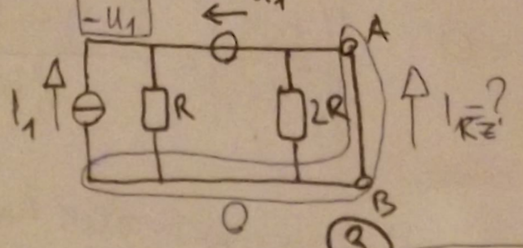
$$R = -\frac{U_{sz}}{I_{RZ}}$$

Példa



1. $$I_1 + \frac{U_{sz}-U_1}{R} + \frac{U_{sz}}{2R} = 0$$

$$\boxed{U_{sz} = \frac{2}{3}(U_1 + R I_1)}$$

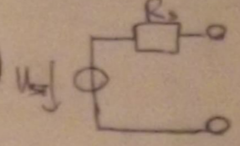


2. $$-I_1 + \frac{-U_1}{R} - I_{RZ} = 0 \Rightarrow$$

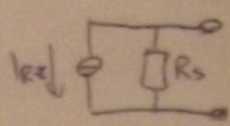
$$I_{RZ} = -I_1 - \frac{U_1}{R} \Rightarrow \boxed{I_{RZ} = -\frac{1}{R}(U_1 + R I_1)}$$

3. $$\boxed{R_s = -\frac{U_{sz}}{I_{RZ}} = \frac{2}{3}R}$$

4.

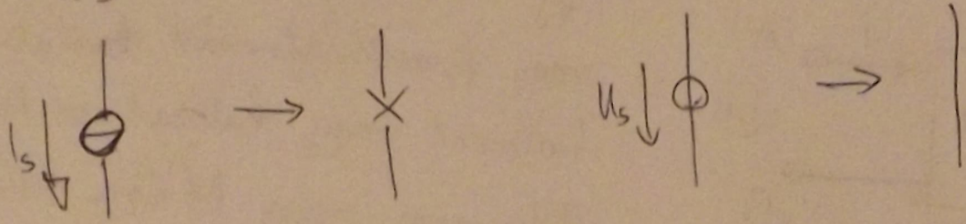


Thevenin

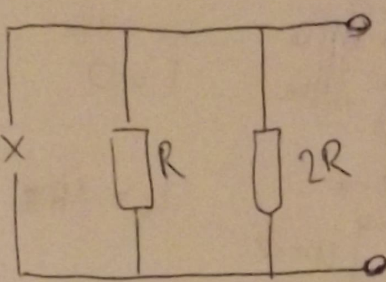


Norton

A hálózat forrásainak dezaktiválásával is meghatározhatjuk R_s (R_T vagy R_N) értékét.

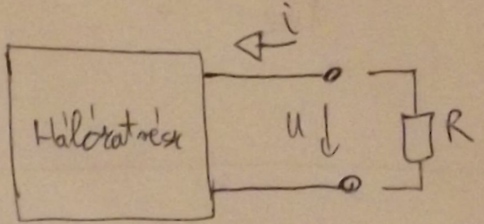


$$R_e = R \times 2R = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = \frac{2}{3} R$$



Helmholtz-tétele: Források és lineáris kétpólusok összekapcsolásából álló hálózat helyettesíthető Norton vagy Thevenin kapcsolással.

Teljesítmény illesztés



$P = U \cdot I$

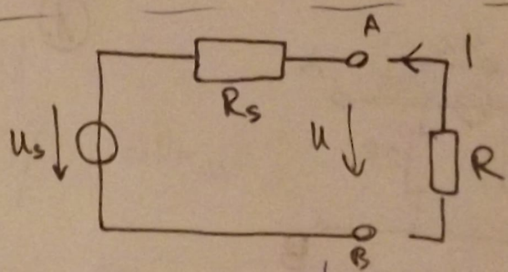
Ha $R = 0$, $\underset{\text{rövidzár}}{U = 0} \Rightarrow P = 0$

Ha $R = \infty$, $\underset{\text{szakadás}}{I = 0} \Rightarrow P = 0$

Létezik R úgy, hogy P maximális.

$$U = \frac{R}{R+R_s} U_s$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1}{R+R_s} U_s$$



$$P(R) = U \cdot I = \frac{R}{(R+R_s)^2} \cdot U_s^2$$
$(R \cdot I^2)$

$$\frac{dP(R)}{dR} = 0$$

$$\left(\frac{f(x)}{g(x)}\right)' = \frac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{g^2(x)}$$

$$\frac{(R+R_s)^2 - R \cdot 2(R+R_s)}{(R+R_s)^2} = R_s^2 - R^2 = 0$$ $\Rightarrow$ P akkor a maximális, ha

$$\boxed{R_s = R}$$