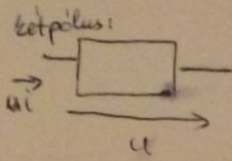


5. E

Feladat 1.

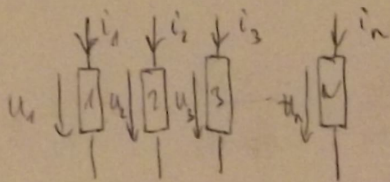
Csatolt kétpólusok



$$F(u, i) = 0$$

↑  
adott a karakterisztikája

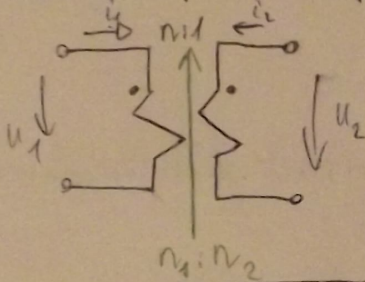
Általánosítás: ez a csatolt kétpólus



n pólus - N egyenlet

1. Ideális transzformátor:

- valós transzformátor egy egyszerűsített modellje



$$\begin{aligned} n_2 u_1 &= n_1 u_2 \\ n_2 i_2 &= -n_1 i_1 \end{aligned}$$

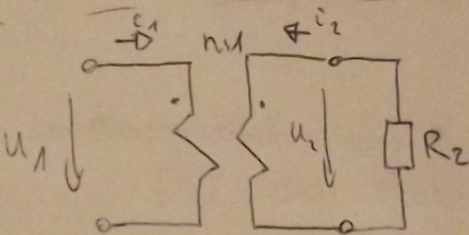
$$u_1 = n u_2$$

$$i_2 = -n i_1$$

A pont az  $i_1$  és  $i_2$  referencia irányát jelöli.

$n$ : áttétel

Nonenergikus elem, nem termel energiát.



$$R_{ec} = \frac{u_1}{i_1} = \frac{n u_2}{-\frac{1}{n} i_2} = -n^2 \frac{u_2}{i_2}$$

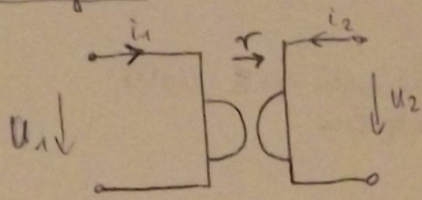
$$u_2 = -R_2 i_2$$

$$R_{ec} = n^2 R_2$$



Felelet 1.

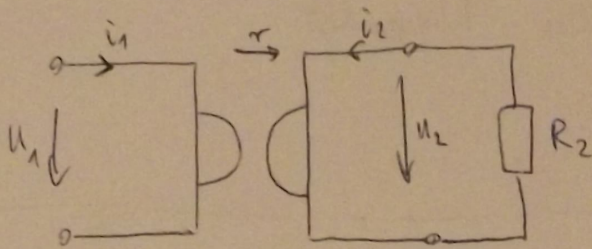
2. Gyrator



$$u_1 = -r \cdot i_2$$

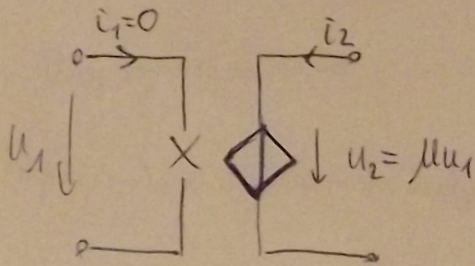
$$u_2 = r \cdot i_1$$

$r$ : gyrató's rezisztencia  
[ $\Omega$ ]



$$R_{be} = \frac{u_1}{i_1} = \frac{-r i_2}{\frac{1}{r} u_2} = -r^2 \frac{i_2}{u_2} = \frac{r^2}{R_2}$$

3. Vezetelt források:

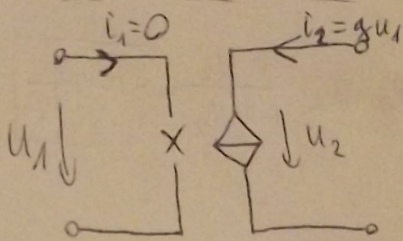


Feszültség vezérelt feszültségforrás

$$i_1 = 0$$

$$u_2 = \mu u_1$$

$\mu$ : feszültségérintési tényező.

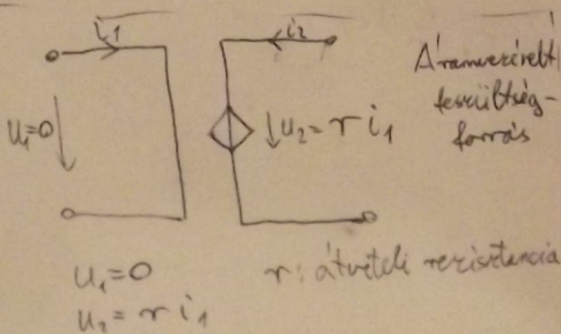


Feszültség vezérelt áramforrás

$$i_1 = 0$$

$$i_2 = g u_1$$

$g$ : áramerősítési tényező ~~átviteli rezisztancia~~  
átviteli konduktancia [S]

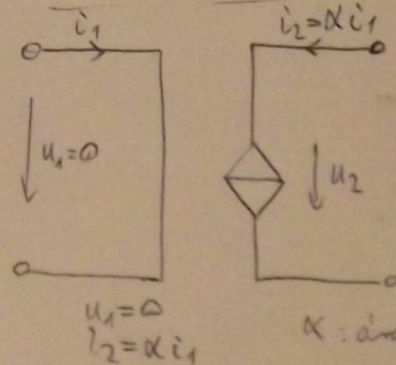


Áramvezérelt feszültségforrás

$r$ : átviteli rezisztancia

$$u_1 = 0$$

$$u_2 = r i_1$$



Áramvezérelt áramforrás

$\alpha$ : áramerősítési tényező

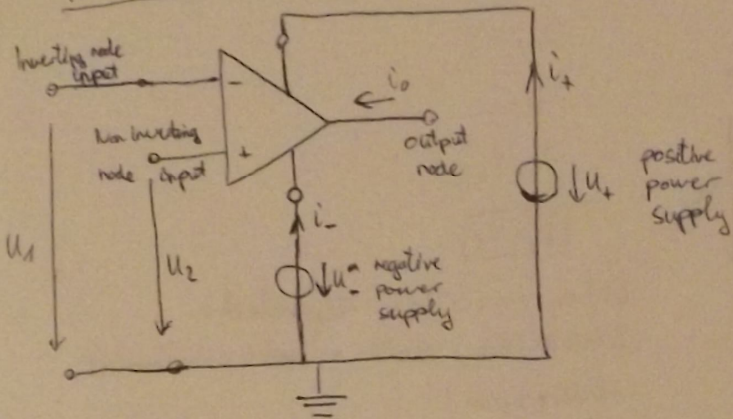
$$u_1 = 0$$

$$i_2 = \alpha i_1$$



# Felelet 1.

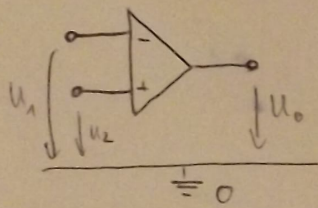
## 4. ~~ideális~~ műveleti erősítő:



Ublo's karakterisztika

$$i_1 + i_2 + i_0 + i_- + i_+ = 0$$

Egyenletben:

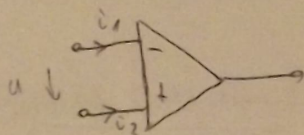


$$U_1 - U_2 = 0$$

$$i_1 + i_2 + i_0 \neq 0$$

## 5. Ideális műveleti erősítő

- bizonyos feltételek mellett leírja a műveleti erősítő működését.



$$U = 0$$

$$U_1 = U_2$$

$$i_1 = i_2 = 0$$

A műveleti erősítő kimenetére sosem írok fel egyenletet!

Id. Erősítő karakterisztikája

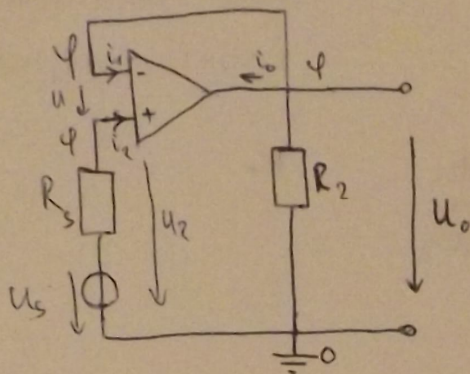
Ahhoz hogy ideálisan működjön, az alábbiaknak teljesülnie kell:

- nem képes túlszűzőlegesen nagy feszültséget kiadni  $|U_0| \leq U_{sat}$
- nem képes túlszűzőlegesen nagy áramot kiadni  $|i_0| \leq i_{sat}$
- nem tud túlszűzőlegesen gyorsan válaszolni a bemeneti változásokra  $\left| \frac{dU_0}{dt} \right| \leq SR$  (slew rate)

$U_{sat}, i_{sat}, SR$  - a gyártó által meghatározottak



Pelda



$$u_2 = \varphi$$

$$u = 0$$

$$i_1 = i_2 = 0$$

$$U_o = U_s$$

Ebben az esetben teljesülnek a feltételek, hogy ideális műveleti erősítőmodell alkalmazható?

$$\begin{aligned} U_{sat} &= 14V \\ I_{sat} &= 2mA \\ SR &= 500000 \frac{V}{s} \end{aligned}$$

$$a, U_s = 10V \quad \rightarrow \quad U_o = U_s = 10V \leq 14V \quad \checkmark$$

$$R_2 = 20k\Omega \quad I_o = \frac{U_s}{R_2} = 0,5mA \leq 2mA \quad \checkmark$$

$$\frac{dU_s}{dt} = 0 \leq 500000 \frac{V}{s} \quad \checkmark$$

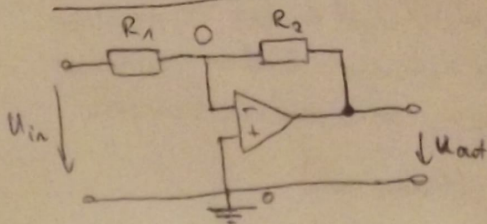
$$b, U_s = 10V \quad \frac{U_s}{R_2} = 5mA \leq 2mA \quad \times$$

$$R_2 = 2k\Omega$$

Nem teljesül az ideális műv. erősítő feltétele

Műveleti erősítő kapcsolás:

Invertáló erősítő



$$\frac{-U_{in}}{R_1} - \frac{U_{out}}{R_2} = 0$$

$$U_{out} = -\frac{R_2}{R_1} U_{in}$$

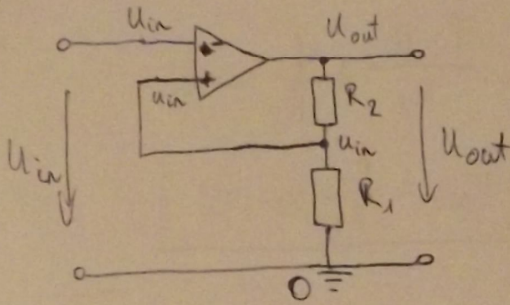


G.E

Felék 1.

Műveleti erősítő tartalmazó kapcsolások:

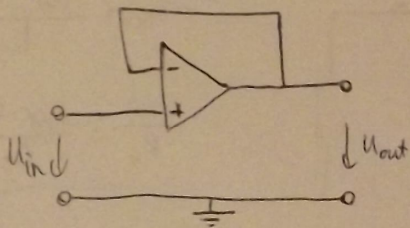
b, Noninverting amplifier



$$\frac{u_{in} - u_{out}}{R_2} + \frac{u_{in}}{R_1} = 0$$

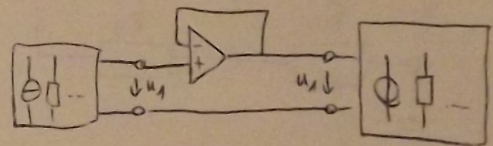
$$u_{out} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) u_{in}$$

c,



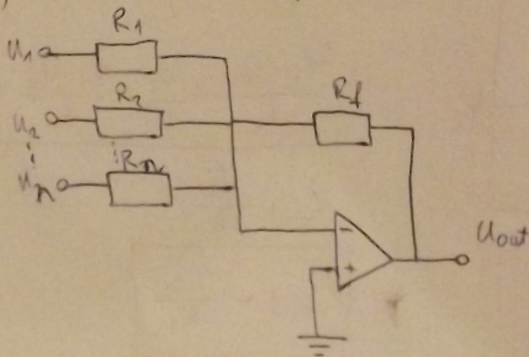
$$u_{out} = u_{in}$$

Pl:



Ered a két hálórészre bevezeti feszültsége mindig ugyanaz lesz.

d, Summing amplifier

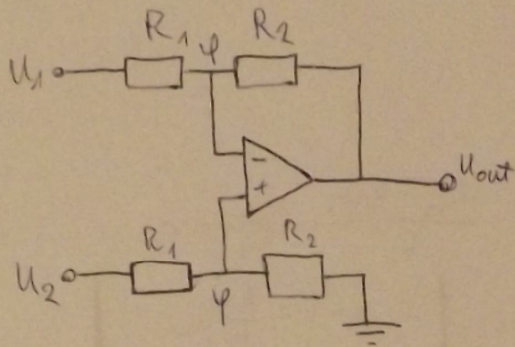


$$-\frac{u_1}{R_1} - \frac{u_2}{R_2} - \dots - \frac{u_n}{R_n} - \frac{u_{out}}{R_f} = 0$$

$$u_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_1} u_1 + \frac{R_f}{R_2} u_2 + \dots + \frac{R_f}{R_n} u_n\right)$$



e, Kivonó kapcsolás

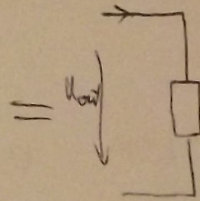
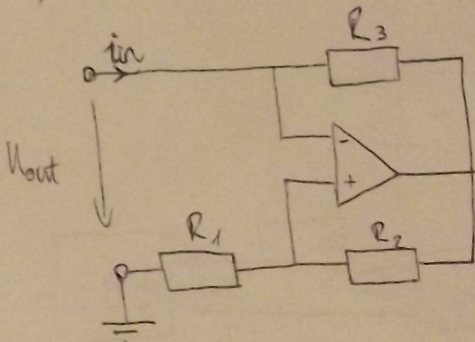


$$\frac{\varphi - U_1}{R_1} + \frac{\varphi - U_{out}}{R_2} = 0$$

$$\frac{\varphi - U_2}{R_1} + \frac{\varphi}{R_2} = 0$$

$$U_{out} = \frac{R_2}{R_1} (U_2 - U_1)$$

f, Negatív ellenállás



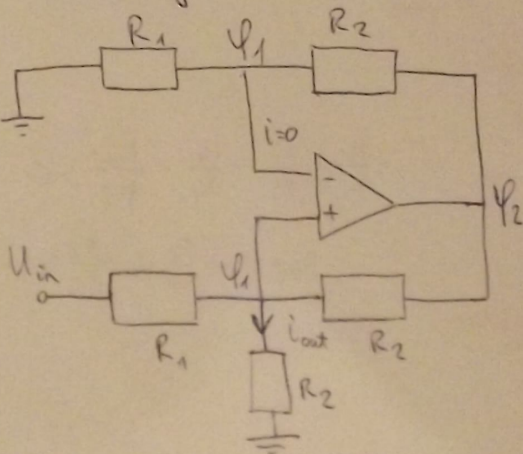
$$-i_{in} + \frac{U_{out} - \varphi}{R_3} = 0$$

$$\frac{U_{out}}{R_1} + \frac{U_{out} - \varphi}{R_2} = 0$$

$$U_{out} = -\frac{R_1 R_3}{R_2} i_{in}$$

$$U_{out} = -\frac{R_1 R_3}{R_2} i_{in}$$

g, Feszültségvezérelt áramforrás



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

$$\frac{\varphi_1 - U_{in}}{R_1} + \frac{\varphi_1}{R_2} + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_2} = 0$$

$$i_{out} = \frac{\varphi_1}{R_2}$$

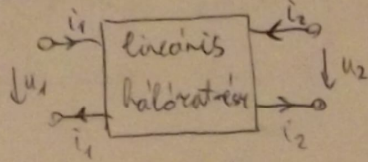
$$I_{out} = \frac{U_{in}}{R_1}$$



# Feladat 1.

## Kétkapu:

Gyakran előfordulnak olyan hálózatok vagy hálózatrészek, melyeknek 4 kivevője van. Ezeknek lehet a kétkapu egy modellje, ha



Lineáris kétkapu esetén:

$u_1, i_1, u_2, i_2 \rightarrow 4$  változó;  $\begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix} = G$  felé képpen tudok 2 változót a másik kettő függvényében kifejezni

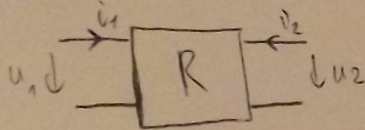
## a, Impedancia karakterisztika

$$\begin{aligned} u_1 &= R_{11} i_1 + R_{12} i_2 \\ u_2 &= R_{21} i_1 + R_{22} i_2 \end{aligned}$$

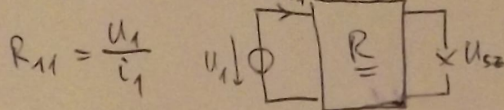
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

R-impedancia karakterisztika

Az impedancia karakterisztika meghatározása:



1. Ha  $i_2 = 0 \Rightarrow u_2$  szakadás



2. Ha  $i_1 = 0 \Rightarrow u_1$  szakadás

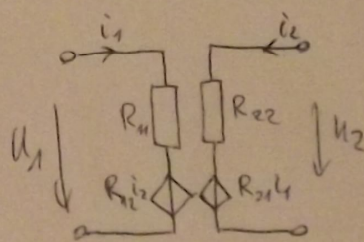
$$R_{12} = \frac{u_1}{i_2}$$

3. Ha  $i_2 = 0$

$$R_{21} = \frac{u_2}{i_1}$$

4. Ha  $i_1 = 0$

$$R_{22} = \frac{u_2}{i_2}$$



Természetes helyettesítő kapcsolás az impedancia karakterisztikához.



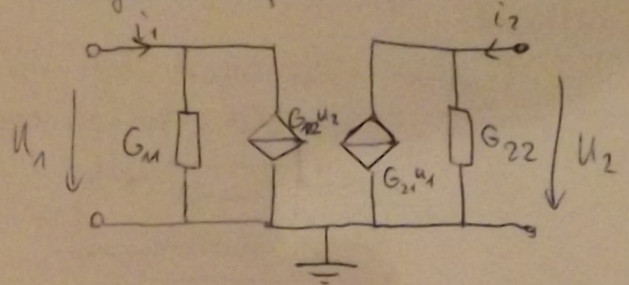
b, Admittancia karakterisztika

$$i_1 = G_{11} u_1 + G_{12} u_2$$

$$i_2 = G_{21} u_1 + G_{22} u_2$$

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

Helyettesítő kapcsolás:



c, Hibrid karakterisztika

$$u_1 = H_{11} i_1 + H_{12} u_2$$

$$i_2 = H_{21} i_1 + H_{22} u_2$$

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ u_2 \end{bmatrix}$$

