



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Elektronikus Eszközök Tanszéke

Elektronika alapjai

1. Gyakorlat

Összeállította:

Ress Sándor, Jani Lázár, Krammer Olivér, Straubinger Dániel

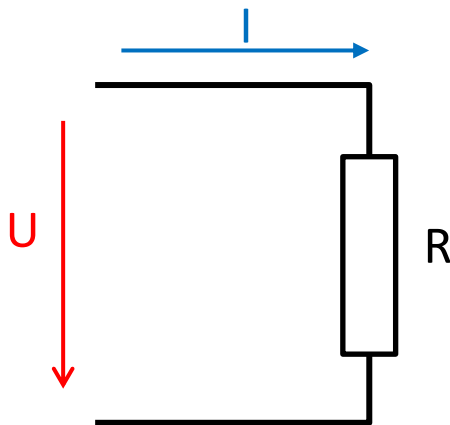
Az Ohm törvény az ellenállás árama és feszültsége közötti kapcsolatot írja le:

$$U = I \cdot R$$

Számoljuk ki, mekkora az ellenállás árama, ha $U=1V$, és $R=1k\Omega$!

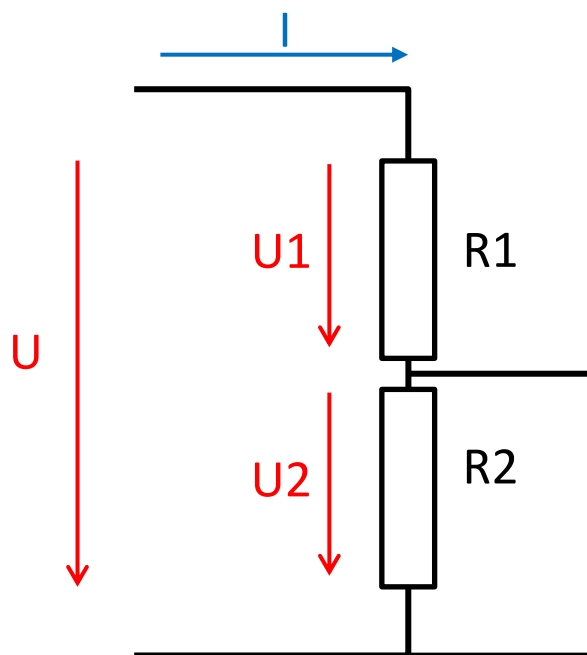
SI prefixek:

Név	Jel	x	Név	Jel	x
kilo	k	10^3	milli	m	10^{-3}
mega	M	10^6	micro	μ	10^{-6}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
tera	T	10^{12}	piko	p	10^{-12}
peta	P	10^{15}	femto	f	10^{-15}



1. ábra: Ohm törvény

Sorba kapcsolt ellenállások feszültsége, feszültségosztás:



2. ábra: Feszültségosztó

$$U = U_1 + U_2$$

A két ellenállás sorban van kapcsolva, tehát az áramuk azonos.

$$U_1 = I \cdot R_1 \quad U_2 = I \cdot R_2$$

A két ellenállás feszültségének aránya:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I \cdot R_1}{I \cdot R_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

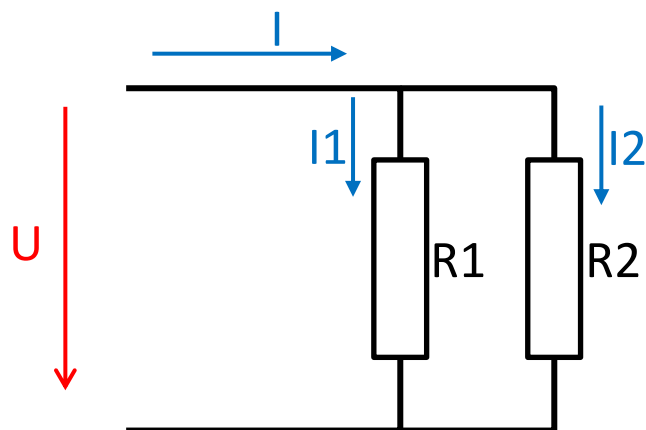
A soros kapcsolás árama:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

A "kimenet" feszültsége:

$$U_2 = I \cdot R_2 = \frac{U}{R_1 + R_2} \cdot R_2$$

Párhuzamosan kapcsolt ellenállások árama, áramosztás:



2. ábra: Áramosztó

A párhuzamos kapcsolás eredő ellenállása:

$$I = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = \frac{U}{R_E}$$

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \rightarrow R_E = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I = I_1 + I_2$$

A két ellenállás párhuzamosan van kapcsolva, tehát az feszültségük azonos.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2}$$

A két ellenállás áramának aránya:

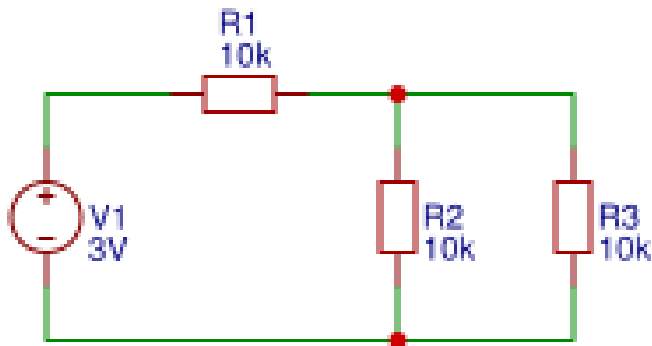
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U/R_1}{U/R_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Az R2 ellenállás árama a teljes áram függvényében:

$$I_2 = \frac{U}{R_2} \quad U = I \cdot R_E = I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{1}{R_2} \cdot I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Az Ohm törvény, az áram és feszültség segítségével határozza meg a két ábrán látható hálózatban az összes elektromos mennyiséget!



3a. ábra: Hálózatszámítás
feszültségforrás esetén

$$U_{R1} =? \quad I_{R1} =?$$

$$U_{R2} =? \quad I_{R2} =?$$

$$U_{R3} =? \quad I_{R3} =?$$

Párhuzamos kapcsolás miatt:

$$U = U_{R2} = U_{R3}$$

Párhuzamos kapcsolás eredő ellenállása:

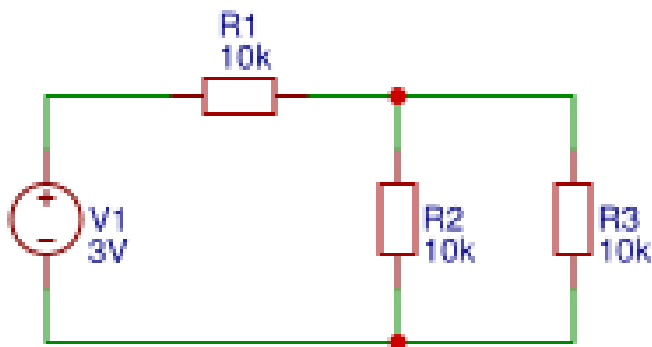
$$U = I_{R2} \cdot R_2 = I_{R3} \cdot R_3 = (I_{R2} + I_{R3}) \cdot R_E$$

$$\frac{U}{I_{R2} + I_{R3}} = R_E$$

$$\frac{I_{R2} + I_{R3}}{U} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_E}$$

$$R_E = 5 \text{ k}\Omega$$

Az Ohm törvény, az áram és feszültség segítségével határozza meg a két ábrán látható hálózatban az összes elektromos mennyiséget!



3a. ábra: Hálózatszámítás
feszültségforrás esetén

Párhuzamos kapcsolás eredő ellenállása:

$$\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_E} \rightarrow R_E = 5 \text{ k}\Omega$$

R1 ellenállás feszültsége és árama:

$$U_{R1} = V_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_E} = 3\text{V} \cdot \frac{10\text{k}\Omega}{10\text{k}\Omega + 5\text{k}\Omega} = 2\text{V}$$

$$I_{R1} = \frac{U_{R1}}{R_1} = 0,2\text{mA}$$

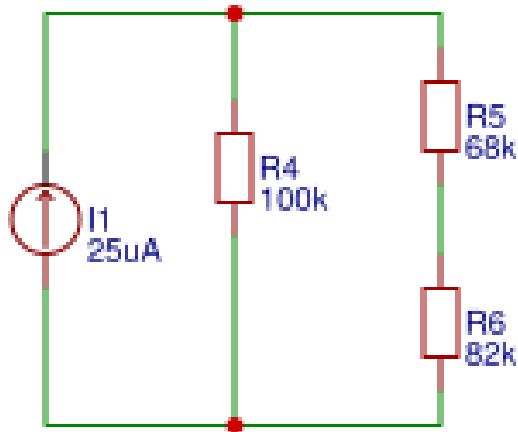
R2 és R3 ellenállás feszültsége és árama:

$$U_{R2} = U_{R3} = V_1 - U_{R1} = 1\text{V}$$

$$I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R_2} = 0,1\text{mA}$$

$$I_{R3} = \frac{U_{R3}}{R_3} = 0,1\text{mA}$$

Az Ohm törvény, az áram és feszültség segítségével határozza meg a két ábrán látható hálózatban az összes elektromos mennyiséget!



3b. ábra: Hálózatszámítás áramforrás esetén

$$U_{R4} = ? \quad I_{R4} = ?$$

$$U_{R5} = ? \quad I_{R5} = ?$$

$$U_{R6} = ? \quad I_{R6} = ?$$

Soros kapcsolás eredő ellenállása:

$$R_E = R_5 + R_6 = 150\text{k}\Omega$$

R4 ellenállás árama áramosztással számítható:

$$I_{R4} = I_1 \cdot \frac{R_E}{R_4 + R_E} = 25\mu\text{A} \cdot \frac{150\text{k}\Omega}{100\text{k}\Omega + 150\text{k}\Omega}$$

$$I_{R4} = 15\mu\text{A} \rightarrow U_{R4} = R_4 \cdot I_{R4} = 1,5\text{V}$$

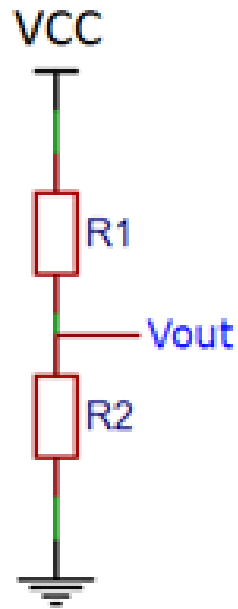
Másik ág:

$$I_{R5} = I_{R6} = I_1 - I_{R4} = 10\mu\text{A}$$

$$U_{R5} = R_5 \cdot I_{R5} = 680\text{mV}$$

$$U_{R6} = 820\text{mV}$$

Egy 12V-os akkumulátor feszültségének időbeli változását szeretnénk mérni egy feszültségmérővel, amelynek a mérési tartománya 0–3V. Készítsen megfelelő feszültségosztót!



4. ábra: Feszültségosztó

A feszültségmérő általában egy A/D átalakító, amelynek az átalakítási tartományára kell lecsökkenteni, le kell osztani a mérendő feszültséget. A képen látható műszer esetén manuálisan, más esetben elektronikus úton történik a méréshatár váltás, ami valójában egy ellenállás osztó.

Válasszunk 1/5-ös osztóarányt! Erre azért van szükség, hogy a töltőfeszültséget, is mérni lehessen.

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{5} \rightarrow 4R_2 = R_1$$

Ellenállás értékek megválasztásakor ügyeljünk, hogy a mérőáram (ellenállás osztón átfolyó áram) ne legyen nagy. Az osztó árama az akkumulátorból származik, ezért a mérés során egyben merítjük is azt.

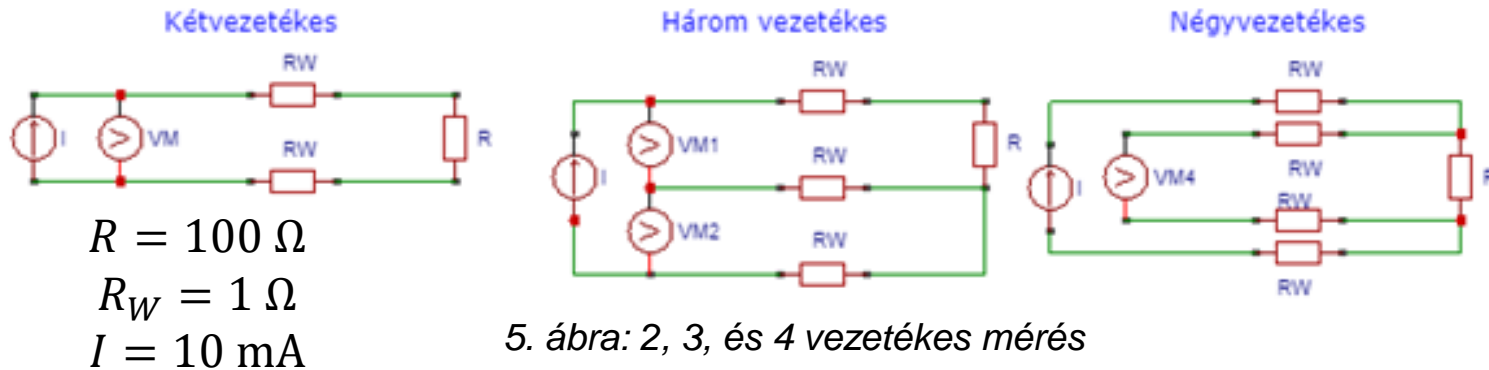
$$R_2 = 100\text{k}\Omega$$

$$R_1 = 400\text{k}\Omega$$

Ekkor a mérőáram:

$$U = I \cdot R \rightarrow \frac{U}{R} = \frac{12\text{V}}{500\text{k}\Omega} = 2,4\mu\text{A}$$

Ellenállás mérésekor ismert és pontosan előállított áramot bocsátunk keresztül a mérendő ellenálláson és megmérjük a feszültséget. Azonban a hozzávezetések ellenállása a mérést befolyásolja. Ennek kiküszöbölése a 3 vagy 4 vezetékes méréssel történik. Mit mutatnak az ideális mérőműszerek az alábbi esetekben?



5. ábra: 2, 3, és 4 vezetékes mérés

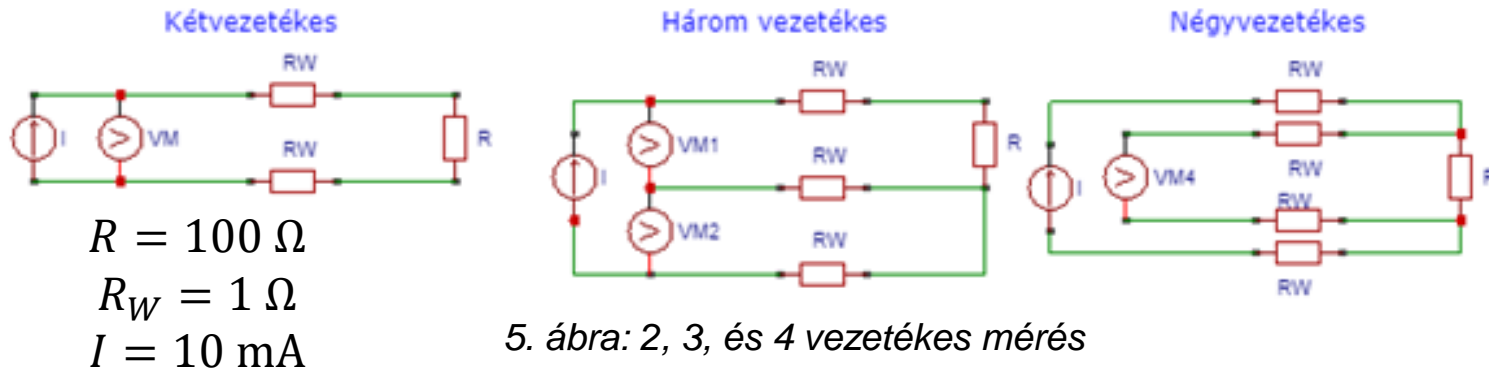
2 vezetékes mérésnél a vezetéken a mérőáram okozta feszültségesést is belemérjük az ellenálláson eső feszültségbe:

$$V_M = (2 \cdot R_W + R)I = 1,02\text{V}$$

A mért ellenállás:

$$R' = \frac{V_M}{I} = 102\Omega$$

Ellenállás mérésekor ismert és pontosan előállított áramot bocsátunk keresztül a mérendő ellenálláson és megmérjük a feszültséget. Azonban a hozzávezetések ellenállása a mérést befolyásolja. Ennek kiküszöbölése a 3 vagy 4 vezetékes méréssel történik. Mit mutatnak az ideális mérőműszerek az alábbi esetekben?



5. ábra: 2, 3, és 4 vezetékes mérés

3 vezetékes mérésnél a középső vezetéken ideális feszültségmérő esetén nem folyik áram. A második feszültségmérő pedig pontosan a vezeték ellenállásán mért feszültséget mutatja:

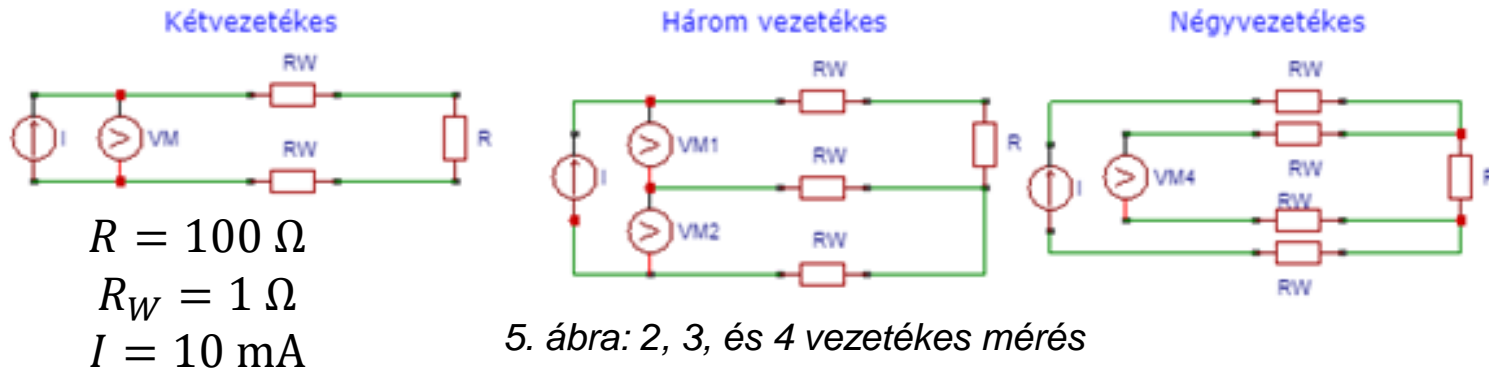
$$V_{M1} = (R_W + R)I = 1,01V$$

$$V_{M2} = R_W I = 10\text{mV}$$

Az ellenállást így pontosan meg lehet mérni, feltételezve, hogy az ellenállások egyformák:

$$R' = \frac{V_{M1} - V_{M2}}{I} = 100\Omega$$

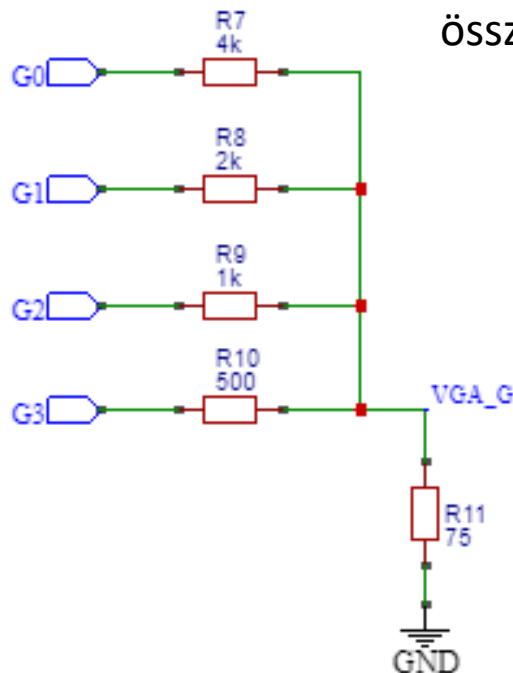
Ellenállás mérésekor ismert és pontosan előállított áramot bocsátunk keresztül a mérendő ellenálláson és megmérjük a feszültséget. Azonban a hozzávezetések ellenállása a mérést befolyásolja. Ennek kiküszöbölése a 3 vagy 4 vezetékes méréssel történik. Mit mutatnak az ideális mérőműszerek az alábbi esetekben?



4 vezetékes mérésnél a középső vezetékeken nem folyik áram ideális feszültségmérő esetén, így pontosan az ellenálláson eső feszültséget mérjük.

Hogyan alakul az ábrán látható kapcsolás kimenetének feszültsége, a bemenetek feszültségének függvényében? Használja a szuperpozíció tételét! A bemenetek digitális jelek, a logikai magas szint 3,3V, a kapcsolás valódi és működő. Mire szolgálhat?

Szuperpozíció tétel -> az egyes bemenetek hatása külön külön számítható, majd az eredményt összegezzük. Lineáris hálózatok esetén!



6. ábra: 4 bemenetű kapcsolás

A G0 bemenet hatása a kimenetre:

- többi bemenet földpotenciálón
- R8, R9 és R10 ellenálláson párhuzamosan R11-el

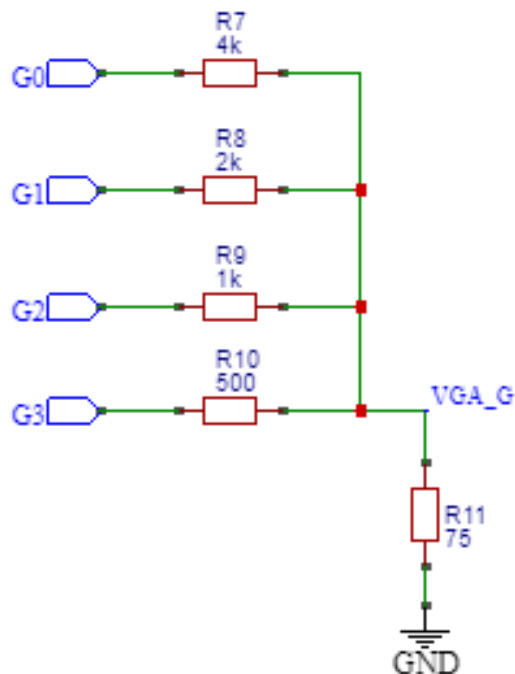
A párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredője:

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{10}} + \frac{1}{R_{11}} \rightarrow R_E = 59,4\Omega$$

A kimenetre jutó feszültség ebben az esetben:

$$V_{OUT0} = \frac{R_E}{R_7 + R_E} \cdot V_{G0} = \frac{59,4\Omega}{4\text{k}\Omega + 59,4\Omega} \cdot V_{G0} = 0,0146 \cdot V_{G0}$$

Hogyan alakul az ábrán látható kapcsolás kimenetének feszültsége, a bemenetek feszültségének függvényében? Használja a szuperpozíció tételét! A bemenetek digitális jelek, a logikai magas szint 3,3V, a kapcsolás valódi és működő. Mire szolgálhat?



6. ábra: 4 bemenetű kapcsolás

A G1 bemenet hatása a kimenetre:

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{10}} + \frac{1}{R_{11}} \rightarrow R_E = 60,3\Omega$$

A kimenetre jutó feszültség ebben az esetben:

$$V_{OUT1} = \frac{R_E}{R_8 + R_E} \cdot V_{G1} = \frac{60,3\Omega}{2k\Omega + 60,3\Omega} \cdot V_{G1} = 0,0294 \cdot V_{G1}$$

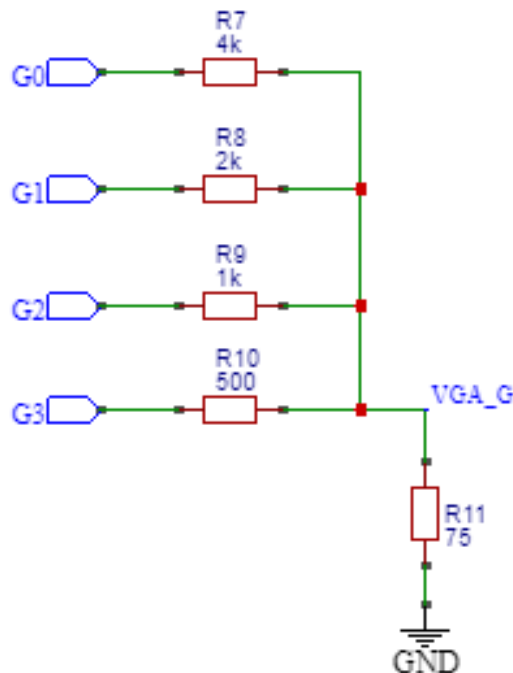
A G2 bemenet hatása a kimenetre:

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_{10}} + \frac{1}{R_{11}} \rightarrow R_E = 62,2\Omega$$

A kimenetre jutó feszültség ebben az esetben:

$$V_{OUT2} = \frac{R_E}{R_9 + R_E} \cdot V_{G2} = \frac{62,2\Omega}{1k\Omega + 62,2\Omega} \cdot V_{G2} = 0,0586 \cdot V_{G2}$$

Hogyan alakul az ábrán látható kapcsolás kimenetének feszültsége, a bemenetek feszültségének függvényében? Használja a szuperpozíció tételét! A bemenetek digitális jelek, a logikai magas szint 3,3V, a kapcsolás valódi és működő. Mire szolgálhat?



6. ábra: 4 bemenetű kapcsolás

A G3 bemenet hatása a kimenetre:

$$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{11}} \rightarrow R_E = 66,3\Omega$$

A kimenetre jutó feszültség ebben az esetben:

$$V_{OUT3} = \frac{R_E}{R_{10} + R_E} \cdot V_{G3} = \frac{66,3\Omega}{500\Omega + 66,3\Omega} \cdot V_{G3} = 0,117 \cdot V_{G3}$$

Szuperpozíció tétele -> az egyes bemenetek hatása külön külön számítható, majd az eredményt összegezzük. Lineáris hálózatok esetén!

$$V_{OUT} = V_{OUT3} + V_{OUT2} + V_{OUT1} + V_{OUT0}$$

$$V_{OUT} = 0,117 \cdot V_{G3} + 0,0586 \cdot V_{G2} + 0,0294 \cdot V_{G1} + 0,0146 \cdot V_{G0}$$