



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Elektronikus Eszközök Tanszéke

# Elektronika alapjai

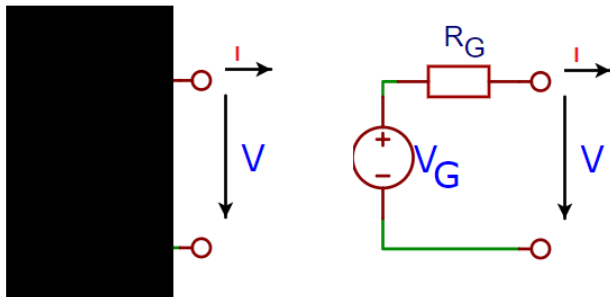
## 6. Gyakorlat

Összeállította:

Ress Sándor, Jani Lázár, Krammer Olivér, Straubinger Dániel

**1. Feladat** - Határozza meg a megadott feszültségosztó Thevenin helyettesítőképének üresjárású (generátor) feszültségét és belső ellenállását! A tápfeszültség  $5V$ ,  $R1$  ellenállás  $15k\Omega$ ,  $R2$  ellenállás  $5k\Omega$ .

Thévenin tétel: *Bármely lineáris hálózat két pólus felől helyettesíthető egy valós feszültséggenerátorral.*



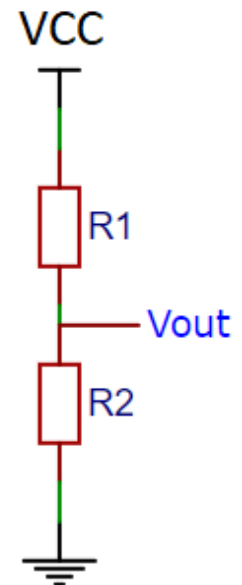
Lineáris hálózat

Valós feszültségforrás

Az ismeretlen paraméterek meghatározásához szükségünk van:

- Üresjárású feszültség
- Rövidzárású áram

A generátor ellenállást ezek hányadosaként felírhatjuk!

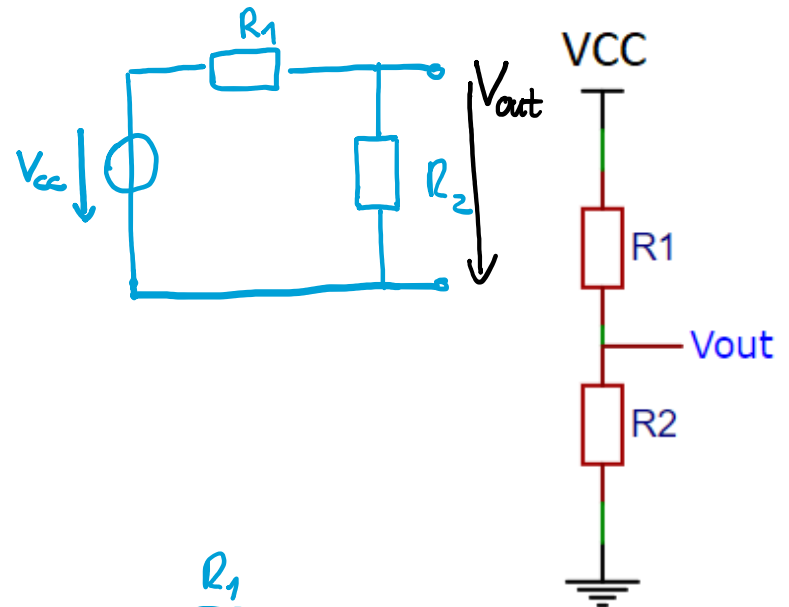


Feszültségosztó

**1. Feladat** - Határozza meg a megadott feszültségosztó Thevenin helyettesítőképének üresjárású (generátor) feszültségét és belső ellenállását! A tápfeszültség 5V, R1 ellenállás 15kΩ, R2 ellenállás 5kΩ.

a) Üresjárású feszültség:

$$V_G = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} V_{CC} = \frac{5\text{k}\Omega}{15\text{k}\Omega + 5\text{k}\Omega} 5\text{V} = 1,25\text{V}$$

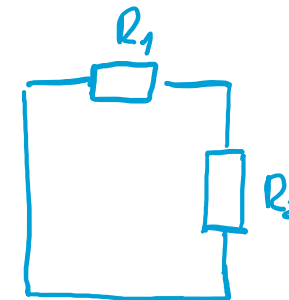


b) Rövidzárású áram:

$$I_S = \frac{V_{CC}}{R_1} = \frac{5\text{V}}{15\text{k}\Omega} = 0,33\text{ mA}$$

c) Belső ellenállás:

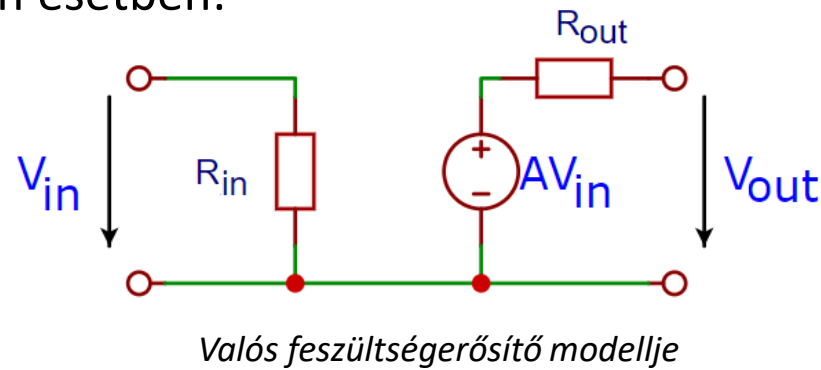
$$R_G = \frac{V_G}{I_S} = 3,75\text{k}\Omega$$



Feszültségosztó

**2. Feladat** - Egy erősítő bemenő ellenállása  $90\text{k}\Omega$ , erősítése  $100\times$ , kimeneti ellenállása  $10\text{k}\Omega$ . Az erősítőre egy  $10\text{mV}$  amplitúdójú szinuszos generátort kapcsolunk, amelynek belső ellenállása  $10\text{k}\Omega$ . Mekkora feszültséget mérünk a  $10\text{k}\Omega$  terhelésen?

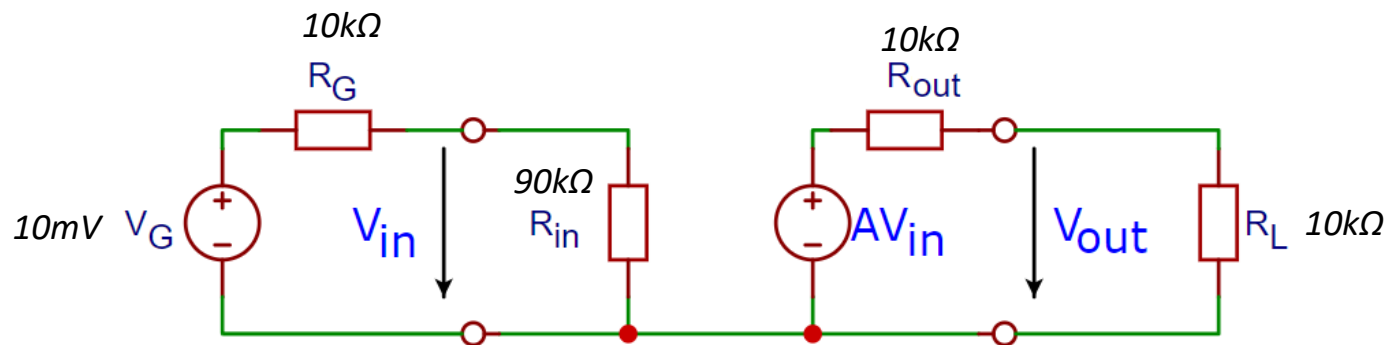
Az erősítő terheletlen esetben:



Egy valós erősítő bemenetén áram folyik, kimenetének feszültsége pedig függ a terhelésétől. (azaz a kimenetén folyó áramtól). Ezt egy-egy ellenállás figyelembe vételével modellezhetjük.

Az erősítés: 
$$A = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 100$$

**2. Feladat** - Egy erősítő bemenő ellenállása  $90\text{k}\Omega$ , erősítése  $100\times$ , kimeneti ellenállása  $10\text{k}\Omega$ . Az erősítőre egy  $10\text{mV}$  amplitúdójú szinuszos generátort kapcsolunk, amelynek belső ellenállása  $10\text{k}\Omega$ . Mekkora feszültséget mérünk a  $10\text{k}\Omega$  terhelésen?



Bemeneti meghajtással, és kimeneti terheléssel

$$V_L = \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_G} \cdot V_G \cdot A \cdot \frac{R_L}{R_{OUT} + R_L} = \frac{90}{10 + 90} \cdot 100 \cdot \frac{10}{10 + 10} \cdot 10\text{mV} = 0,45\text{V}$$

Ekkor a terhelésen mért feszültség a bemeneti feszültséghez képest:

$$\frac{V_L}{V_G} = \frac{450\text{mV}}{10\text{mV}} = 45$$

**2. Feladat** - Egy erősítő bemenő ellenállása  $90\text{k}\Omega$ , erősítése  $100\times$ , kimeneti ellenállása  $10\text{k}\Omega$ . Az erősítőre egy  $10\text{mV}$  amplitúdójú szinuszos generátort kapcsolunk, amelynek belső ellenállása  $10\text{k}\Omega$ . Mekkora feszültséget mérünk a  $10\text{k}\Omega$  terhelésen?

---

Ekkor a terhelésen mért feszültség a bemeneti feszültséghez képest:

$$\frac{V_L}{V_G} = \frac{450\text{mV}}{10\text{mV}} = 45$$

Mekkora erősítést jelent ez decibelben (dB)?

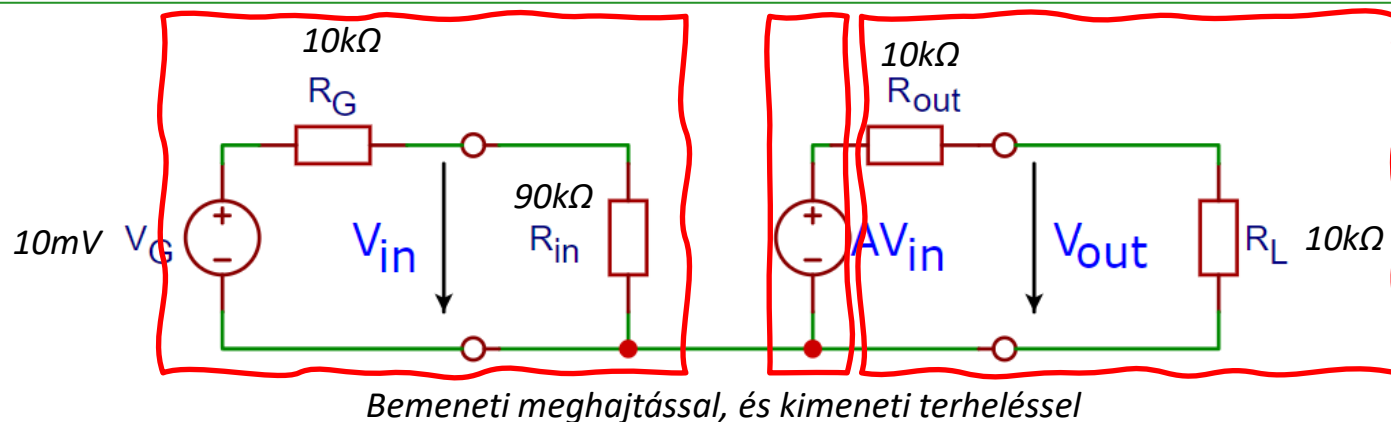
Teljesítmény esetén:

$$P|_{dB} = 10 \cdot \lg P/1W$$

Egy ellenálláson a teljesítmény a feszültség négyzetével arányos, így:

$$A|_{dB} = 10 \cdot \lg(V_2^2 / V_1^2) = 20 \cdot \lg |V_2 / V_1|$$

**2. Feladat** - Egy erősítő bemenő ellenállása  $90\text{k}\Omega$ , erősítése  $100\times$ , kimeneti ellenállása  $10\text{k}\Omega$ . Az erősítőre egy  $10\text{mV}$  amplitúdójú szinuszos generátort kapcsolunk, amelynek belső ellenállása  $10\text{k}\Omega$ . Mekkora feszültséget mérünk a  $10\text{k}\Omega$  terhelésen?



A teljes erősítés kiszámítása decibelben:

$$A|_{dB} = 20 \lg \left( \frac{90 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 90 \text{ k}\Omega} \right) + 20 \lg(100) + 20 \lg \left( \frac{10 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \right)$$

$$= -0,915 + 40 - 6,02 = 33,1 \text{ dB}$$

Ellenőrzés: ugyanezt kapjuk, ha az előzőekben kiszámolt  $45\times$ -ös erősítést váltjuk át

**3. Feladat** – (A) Mekkora a teljesítménye a vett Wi-Fi jelnek, ha  $-57$  dBm-et mértünk? Mennyi ideig kell ezzel a teljesítménnyel besugározni  $1$  gramm vizet, hogy a hőmérséklete  $1^\circ\text{C}$ -al növekedjen? A víz fajhője  $4,2$  J/g $^\circ\text{C}$ .

- Teljesítményről és dBm mennyiségről van szó!
  - A decibel mögötti mértékegység megmutatja, hogy mihez viszonyítunk
  - Jelen esetben: milliwatt-hoz
- A belsőenergia megváltozása:  $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T$ , ahol  $c$  a fajhő,  $m$  pedig a tömeg
- $1$  g víz,  $1^\circ\text{C}$ -al történő melegítéséhez:
  - $E = 4,2 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 1\text{g} \cdot 1^\circ\text{C} = 4,2$  J energia szükséges
- Mekkora teljesítménynek felel meg a  $-57$ dBm?

$$-57\text{dBm} = 10 \lg \frac{P}{1\text{mW}}$$

$$P = 10^{-\frac{57}{10}} \cdot 1 \text{ mW} \cong 2\text{nW}$$

- $t = \frac{E}{P} = \frac{4,2 \text{ J}}{2 \text{ nW}} = 2,1 \cdot 10^9 \text{ s} \cong 66,5$  év



**3. Feladat** – (B) Ugyanazon a csatornán ad két Wi-Fi, egymástól nagyobb távolságra. Egy adott ponton az egyikre  $-57\text{dBm}$ -et, a másikra pedig  $-74\text{dBm}$ -et mérünk. Mennyivel nagyobb teljesítménnyel vesszük a közelebbi hálózatot? Mekkora a közeli és a távoli hálózat által indukált feszültségek aránya?

---

- Számítsuk ki a teljesítmények közötti különbséget:

- Mivel  $\text{dBm}$  mértékegységben vagyunk, így:

$$-57 \text{ dBm} - (-74 \text{ dBm}) = 17 \text{ dB}$$

(ennyivel nagyobb az első csatorna teljesítménye)

- Hányszoros teljesítmény jelent?

$$17\text{dB} = 10 \lg\left(\frac{P}{1\text{W}}\right) \rightarrow 10^{\frac{17}{10}} \cong 50$$

- Mekkora a feszültségek aránya?

$$P \sim U^2 \rightarrow \cong 7$$

**4. Feladat** – Mekkora lesz az erősítés a megadott kapcsolásokban, ha  $R_2 = 10k$ ,  $R_1 = 1k$ .

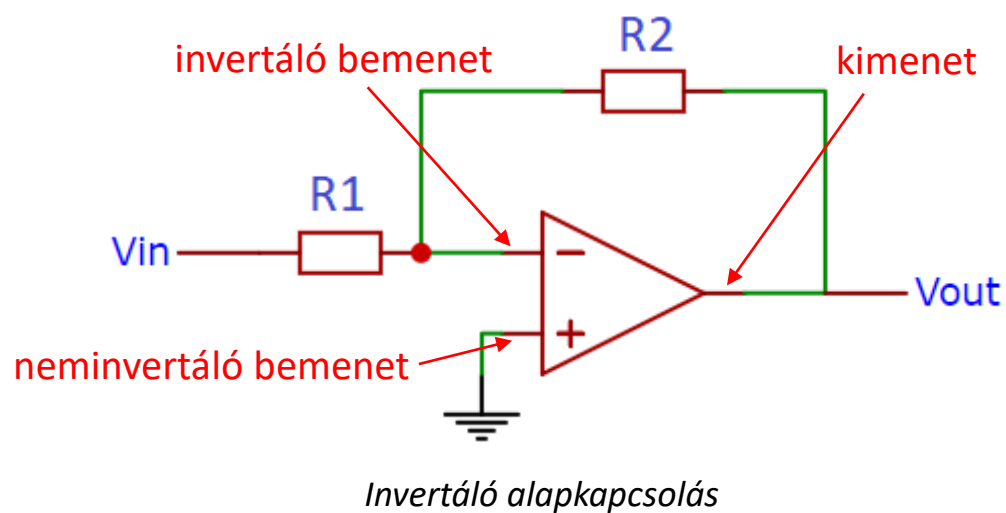
- Az ideális műveleti erősítő:

$$A_D = \infty, R_{IN} = \infty, R_{OUT} = 0$$

- Mivel  $A_D = \infty \rightarrow V_+ = V_-$

- Mekkora lesz az erősítés:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = ?$$



**4. Feladat** – Mekkora lesz az erősítés a megadott kapcsolásokban, ha  $R_2 = 10k$ ,  $R_1 = 1k$ .

- Mekkora lesz az erősítés:  $\frac{V_{out}}{V_{in}} = ?$

Csomóponti potenciálok módszerével,  $V^-$  potenciálra felírva:

$$V^- = V^+ = 0$$

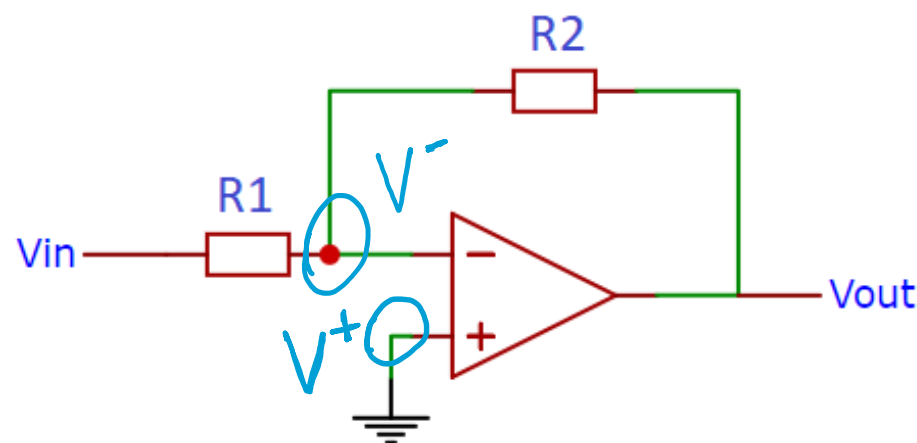
$$\frac{V^- - V_{in}}{R_1} + \frac{V^- - V_{out}}{R_2} = 0$$

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

$$-R_2 V_{in} + (-R_1 V_{out}) = 0$$

$$-R_2 V_{in} = R_1 V_{out}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{10k}{1k} = -10$$



Invertáló alapkapsolás

**4. Feladat** – Mekkora lesz az erősítés a megadott kapcsolásokban, ha  $R_2 = 10k$ ,  $R_1 = 1k$ .

- Mekkora lesz az erősítés:  $\frac{V_{out}}{V_{in}} = ?$

Csomóponti potenciálok módszerével,  $V^-$  potenciálra felírva:

$$V^- = V^+ = V_{in}$$

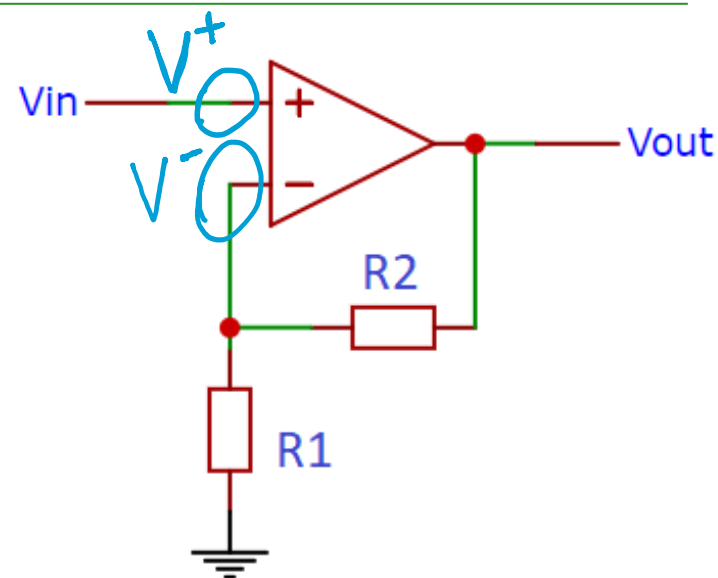
$$\frac{V^- - 0}{R_1} + \frac{V^- - V_{out}}{R_2} = 0$$

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

$$R_2 V_{in} + R_1 (V_{in} - V_{out}) = 0$$

$$V_{in} (R_2 + R_1) = R_1 V_{out}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_2 + R_1}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 11$$



Neminvertáló alapkapsolás