

A MŰVELETI ERŐSÍTŐ: JELLEGZETES ALKALMAZÁSOK (2)

ELEKTRONIKA_2

TEMATIKA

- Deriváló áramkör.
- Felül-áteresztő szűrő.
- Sáv szűrő.

ÖSSZEFOGLALÓ

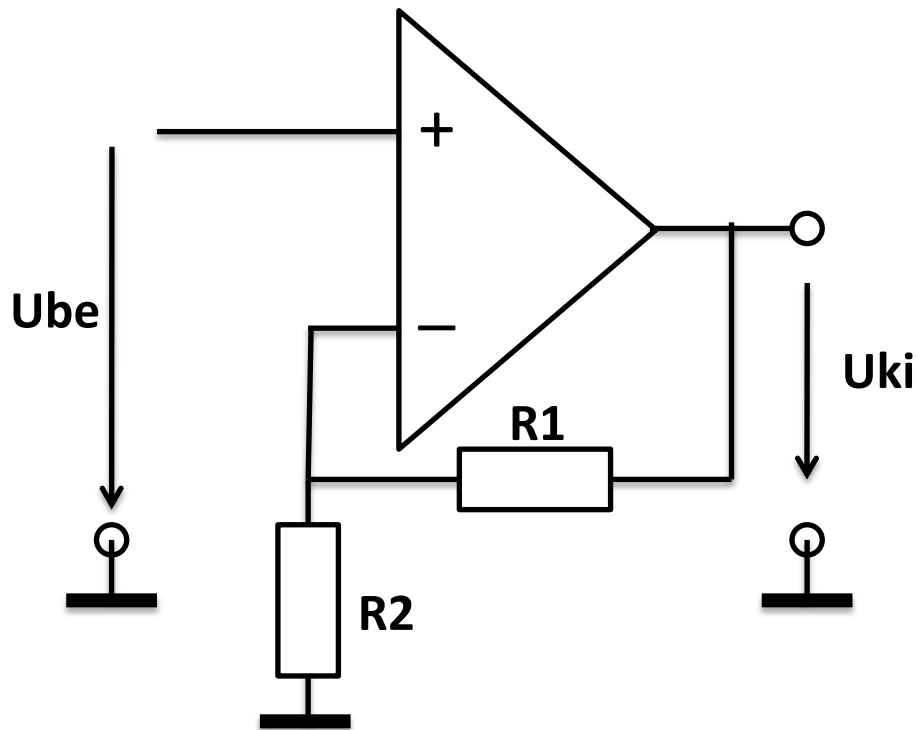
- A műveleti erősítő jellegzetes alkalmazásai:
 - Non invertáló erősítő kapcsolás (ideális feszültség-erősítő).
 - Invertáló erősítő kapcsolás (a bemeneti ellenállása véges).
 - Összeadó áramkör (keverő erősítő).
 - Különbségképző áramkör (differenciális erősítő, mérő erősítő).

ÖSSZEFOGLALÓ

- Ha a visszacsatoló hálózatban kapacitásokat is alkalmazunk, az erősített frekvenciasávot nagymértékben befolyásolhatjuk.
- Ha a visszacsatoló ellenállást egy kapacitással helyettesítjük egy integráló kapcsolást kapunk.
- Ha a kapacitást a visszacsatoló ellenállással párhuzamosan helyezzük el akkor egy aluláteresztő szűrőt kapunk.

ÖSSZEFOGLALÓ

Non-invertáló erősítő



- Feszültségerősítési tényező

$$A = 1 + \frac{R1}{R2}$$

- Bemeneti ellenállás

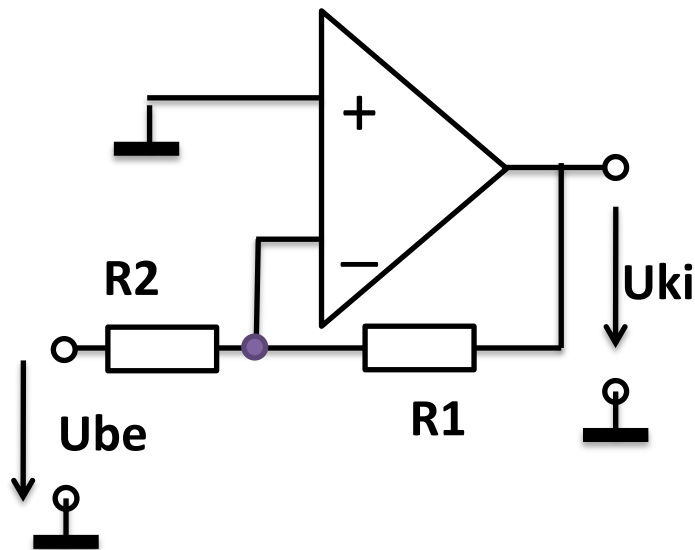
$$R_{be} = \infty$$

- Kimeneti ellenállás

$$R_{ki} = 0$$

ÖSSZEFOGLALÓ

Invertáló erősítő



- Feszültségerősítési tényező

$$A = -\frac{R1}{R2}$$

- Bemeneti ellenállás

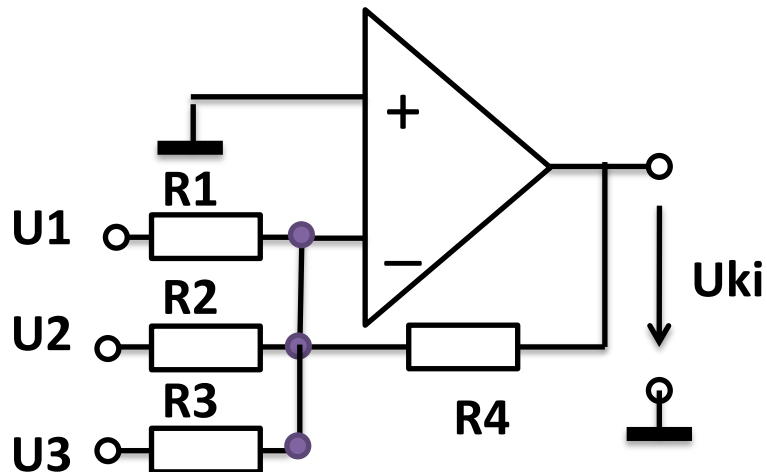
$$R_{be} = R2$$

- Kimeneti ellenállás

$$R_{ki} = 0$$

ÖSSZEFOGLALÓ

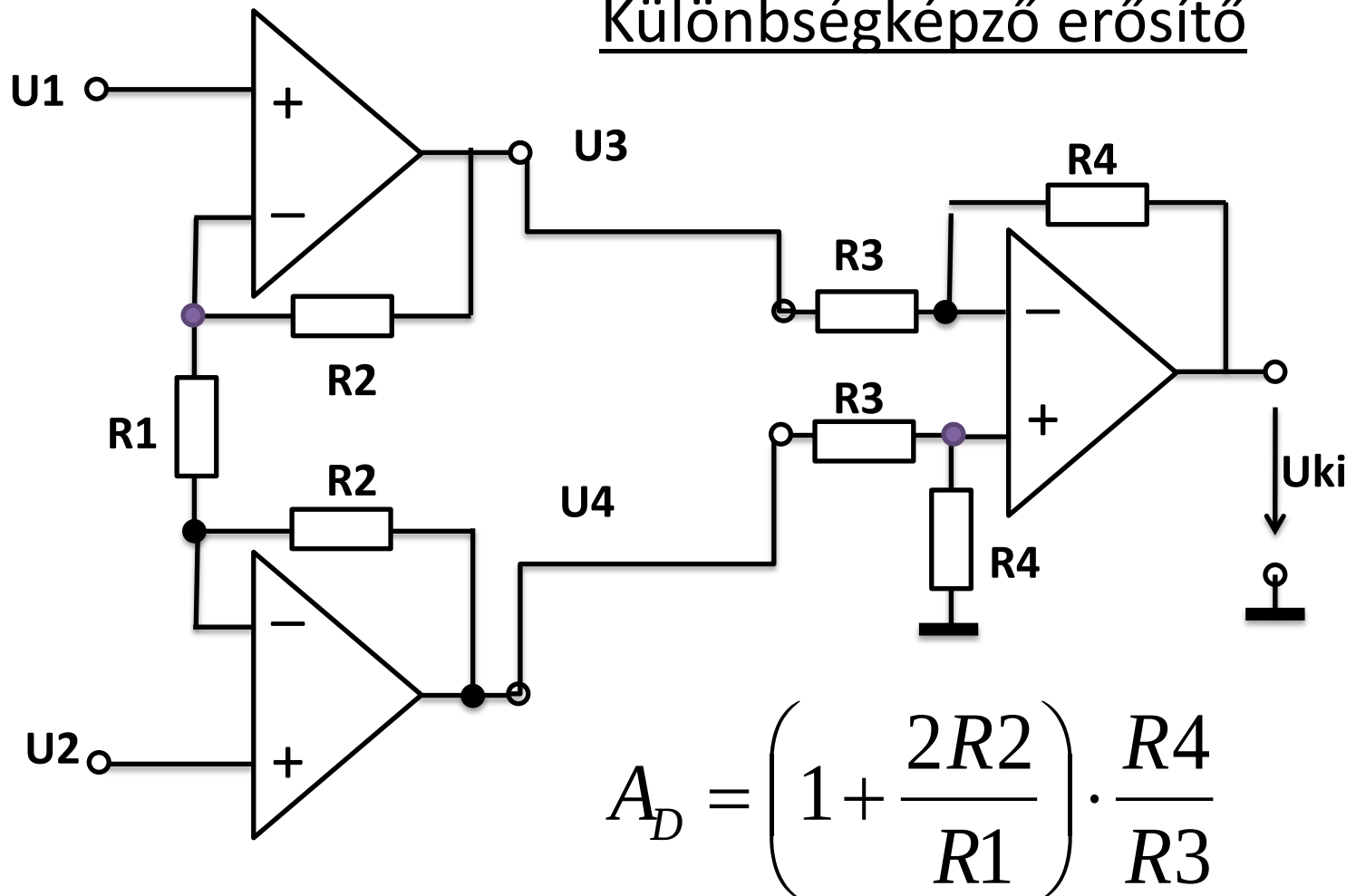
Összegző erősítő



$$U_{ki} = -R_4 \cdot \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3} \right)$$

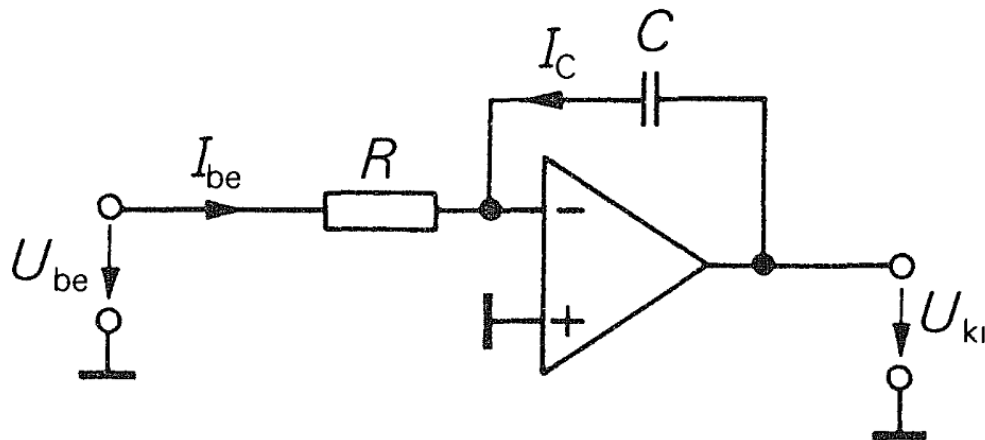
ÖSSZEFOGLALÓ

Különbségképző erősítő



ÖSSZEFOGLALÓ

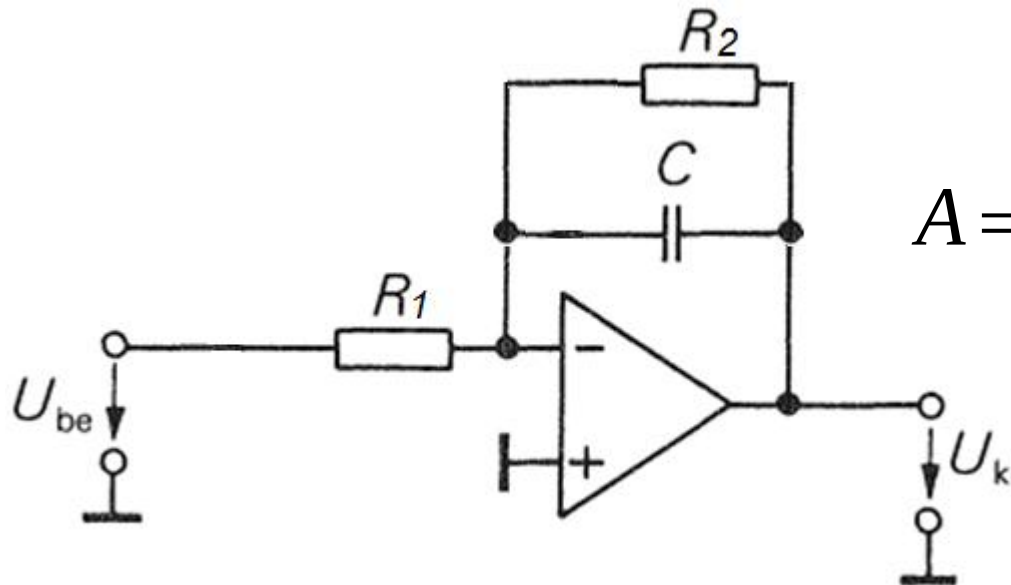
Integrátor



$$U_{ki} = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_{be}(t) dt + U_{ki}(0)$$

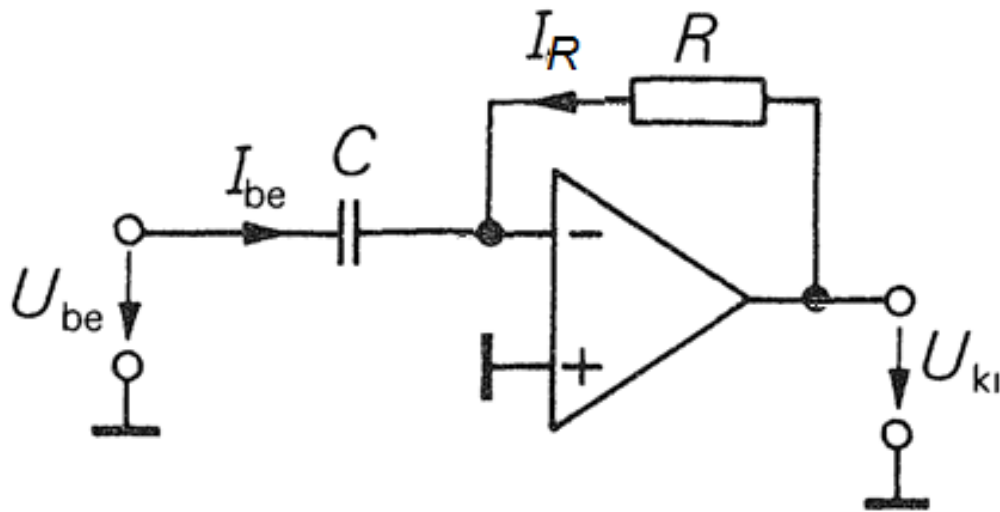
ÖSSZEFOGLALÓ

Alúl-áteresztő szűrő



$$A = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega CR_2}$$

A deriváló áramkör



$$I_{be} = C \frac{dU_{be}}{dt} = -I_R$$

$$I_R = \frac{U_{ki}}{R}$$

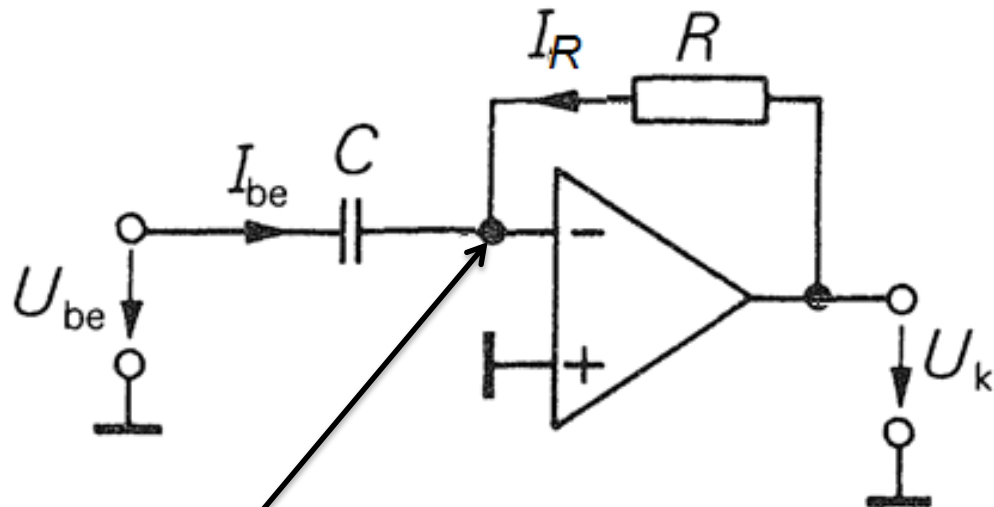
$$U_{ki} = -RC \frac{dU_{be}}{dt}$$

Megjegyzés

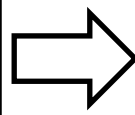
$$U_{be} = \text{állandó} \Rightarrow U_{ki} = 0$$

- A deriváló áramkör a bemeneti feszültség átlagértékére nem reagál.
- Egyenáramú erősítésre nem alkalmas

Megjegyzés

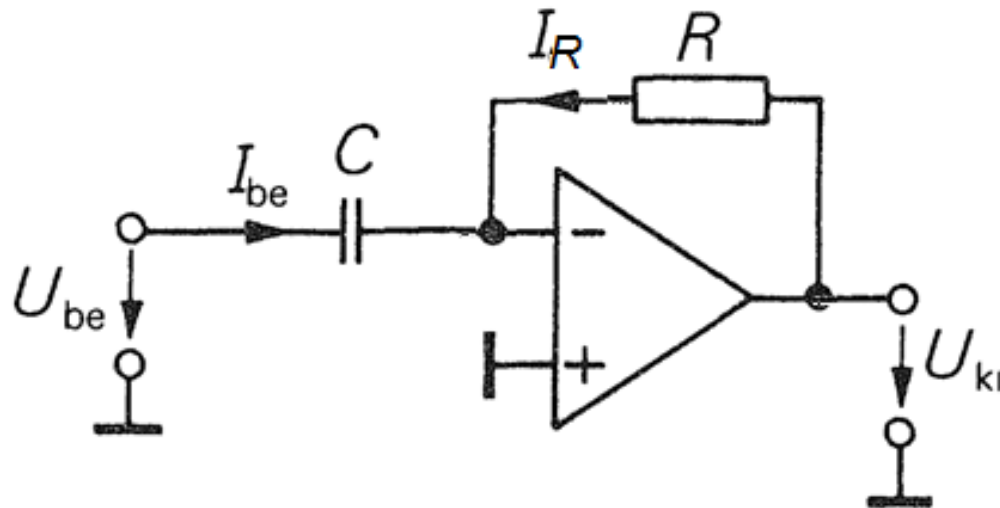


Virtuális
test pont



A bemeneti jelgenerátor
kapacitív terhelést lát.

Átviteli függvény



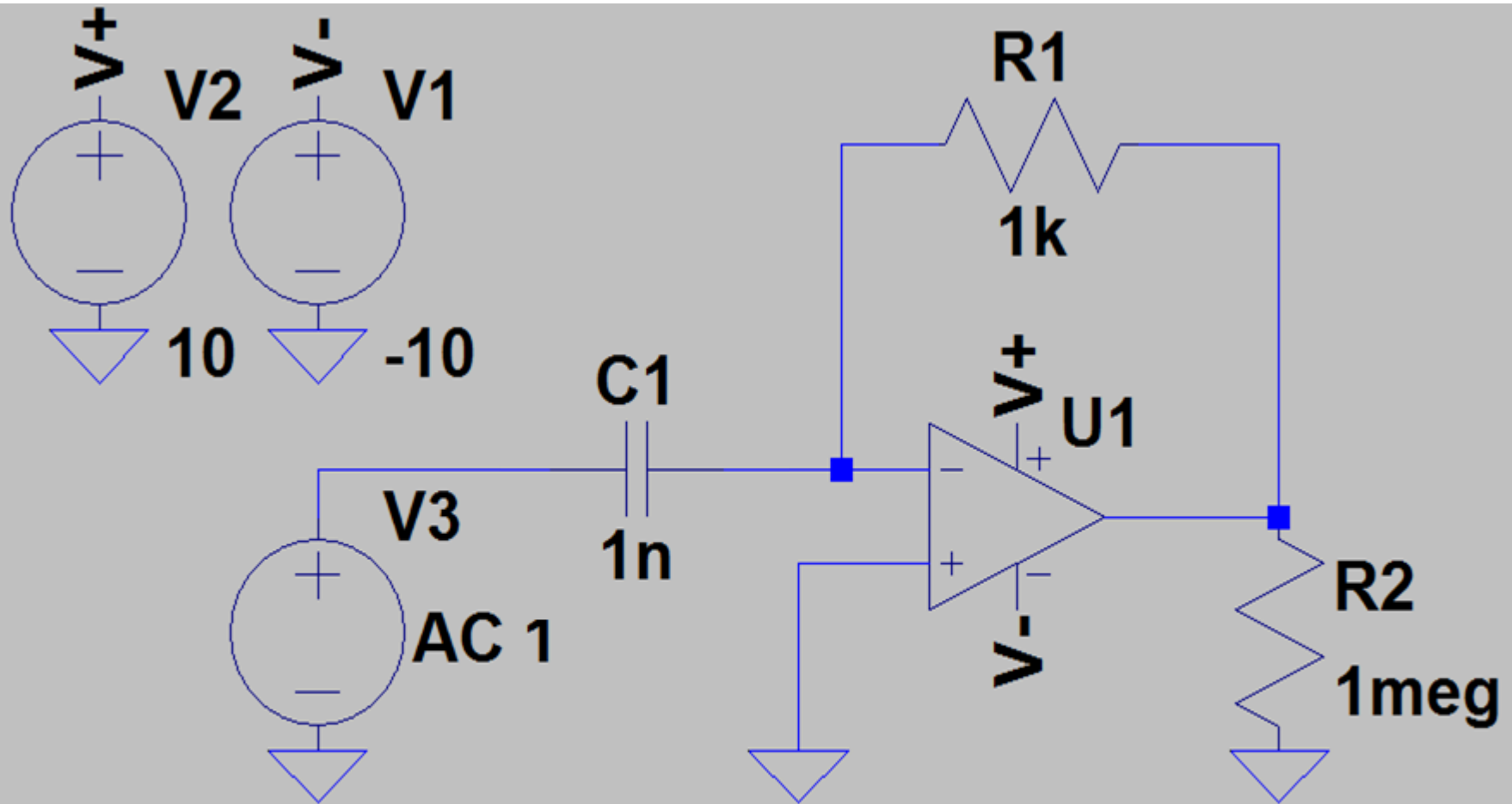
- Az áramkör erősítési tényezője a frekvenciával arányos.
- Az erősítési tényező növekedése: +20dB / dekád.

$$A = -\frac{Z_R}{Z_C}$$

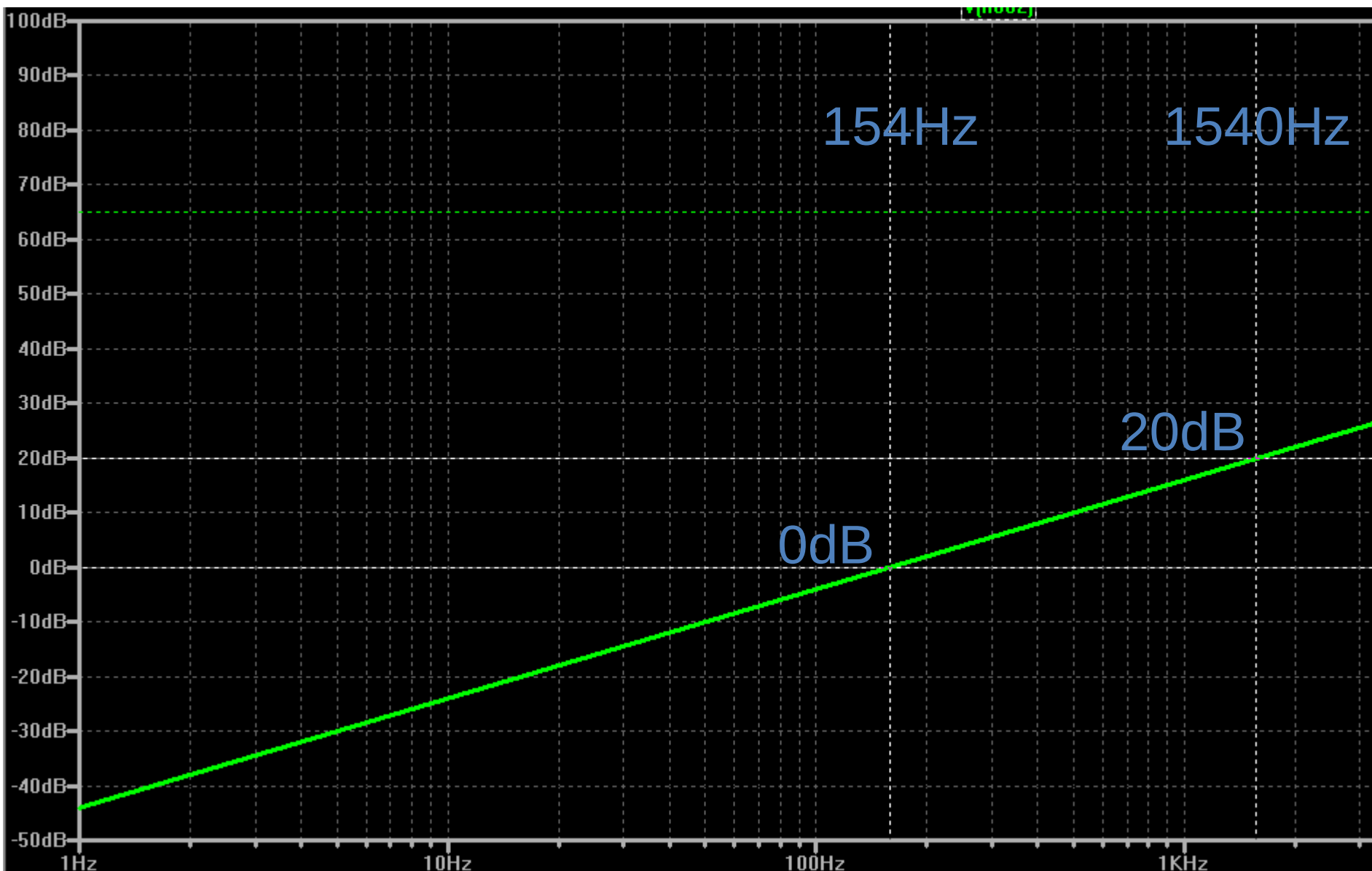
$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Z_R = R$$

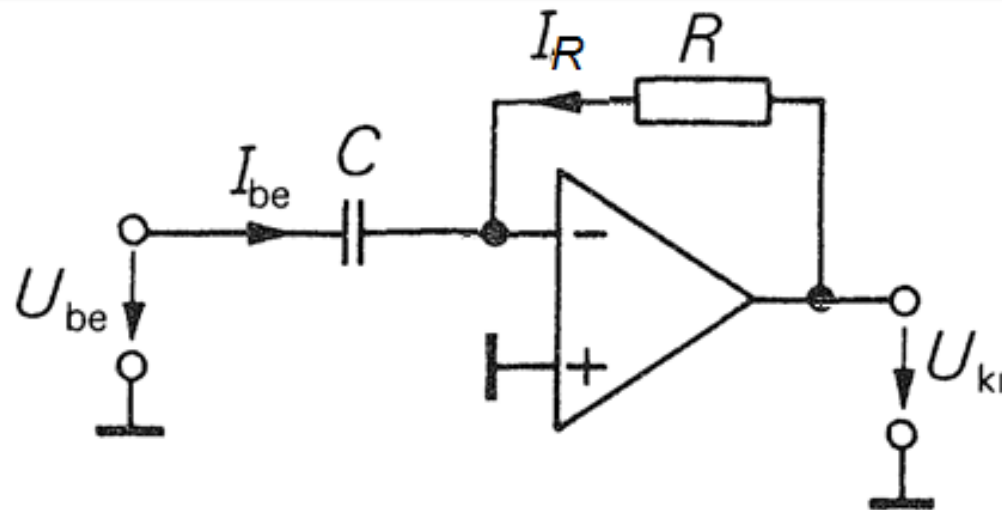
$$A = -j\omega CR$$



.ac dec 100 1 1meg



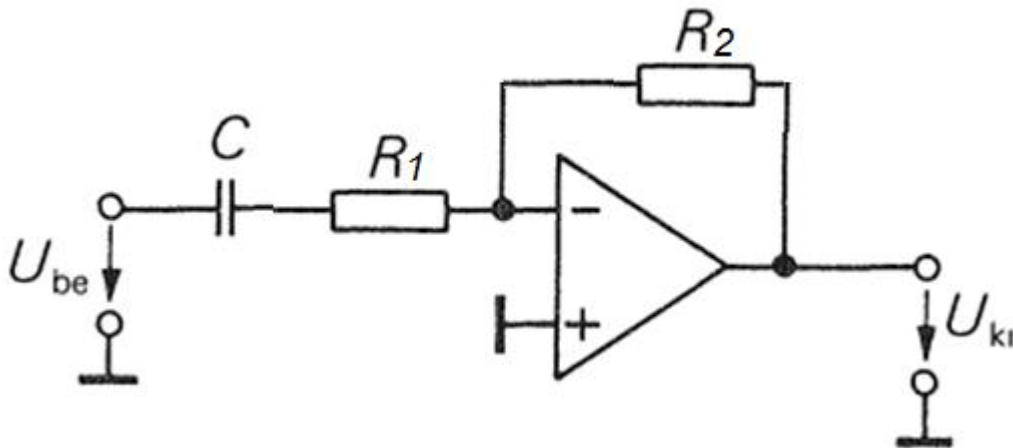
Megjegyzés



$$A = -j\omega CR$$

- Az áramkör a magas frekvenciájú jeleket jobban erősíti mint az alacsony-frekvenciájú jeleket.
- Felül-áteresztő szűrő.
- Nem-meghatározott a határfrekvenciája.
- Az erősítésnek nincs felső határértéke.

Felül-áteresztő szűrő.



$$A = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega CR_1}}$$

- Pontos-meghatározott a magas frekvenciás erősítés.
- A határfrekvenciát is meg lehet adni.

Határfrekvencia

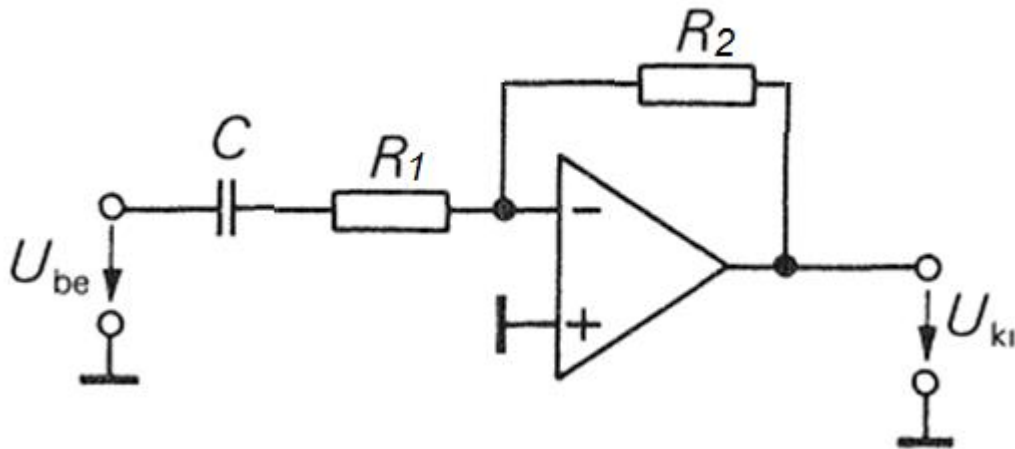
$$A = -\frac{R2}{R1} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega CR1}}$$

$$|A_{\max}| = |A(f = \infty)| = \frac{R2}{R1}$$

$$|A(f = f_H)| = \frac{|A_{\max}|}{\sqrt{2}}$$

$$f_H = \frac{1}{2\pi CR1}$$

11. Példa



- A bemeneti ellenállás az átviteli sávban minimum $1\text{k}\Omega$
- A nagyfrekvenciás erősítés 10
- A határfrekvencia 20Hz
- Határozza meg R_1 , R_2 és C értékeit.

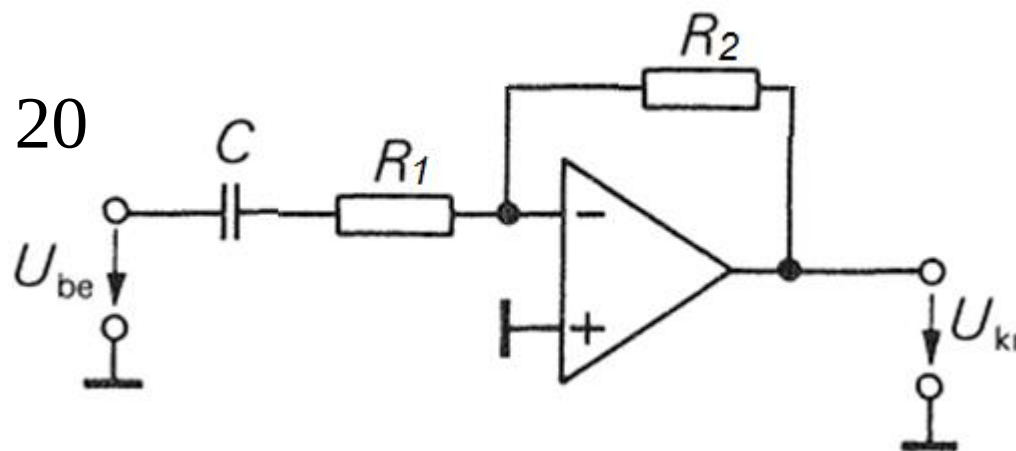
Megoldás

$$\min(Z_{be}) = \min\left(\left|R_1 + \frac{1}{j\omega}\right|\right) = R_1 = 1k\Omega$$

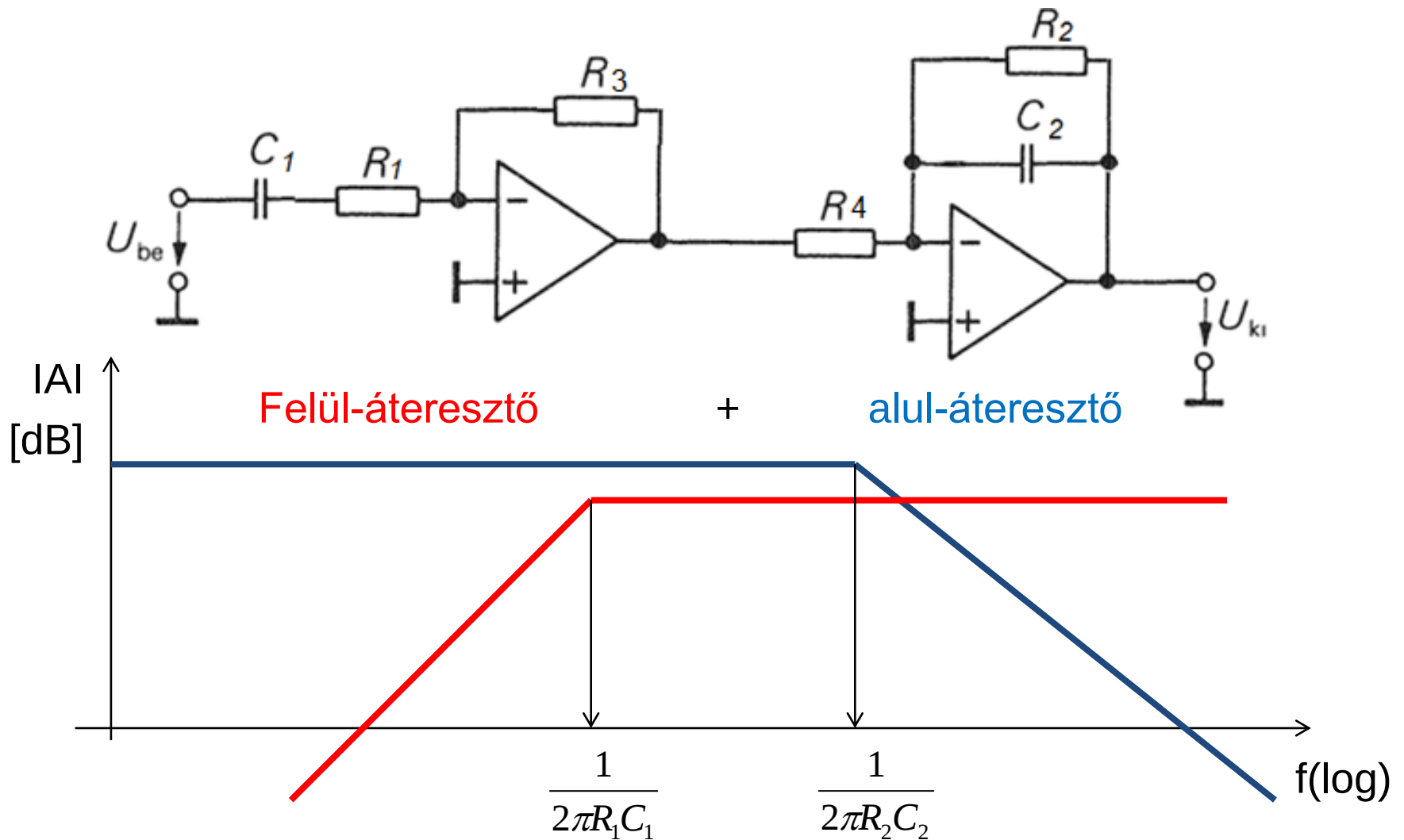
$$|A_{\max}| = \frac{R_2}{R_1} = 10 \Rightarrow R_2 = 10k\Omega$$

$$f_H = 20 \Rightarrow \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot C} = 20$$

$$C = 750nF$$

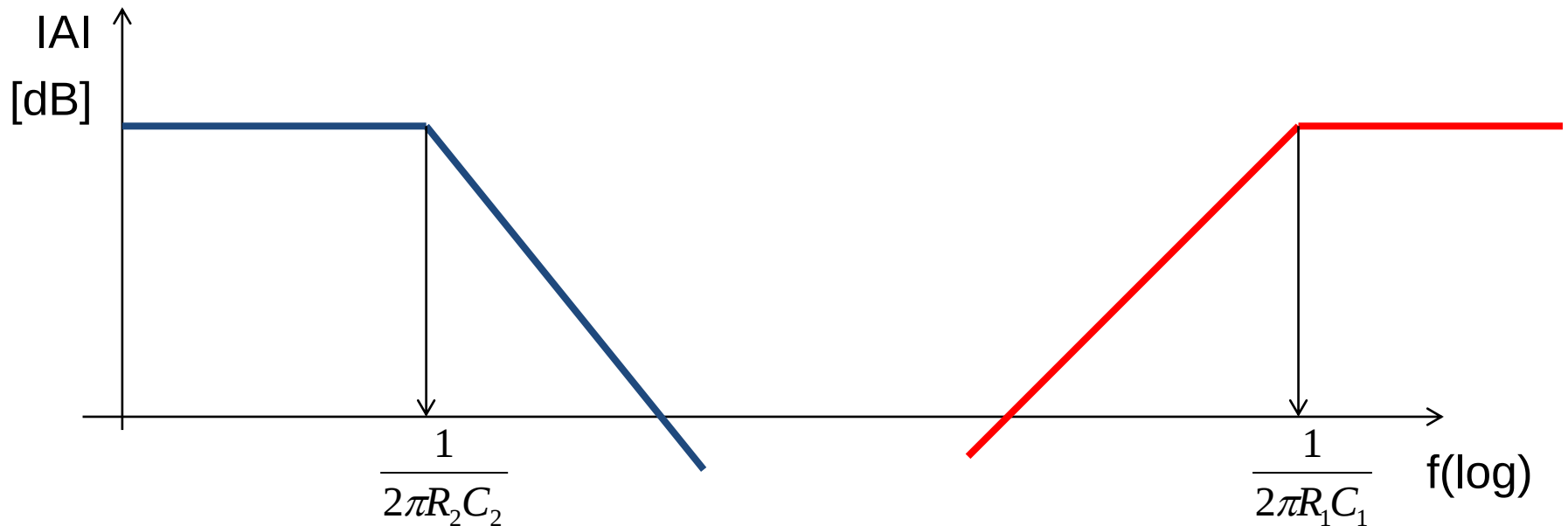


Sávszűrő

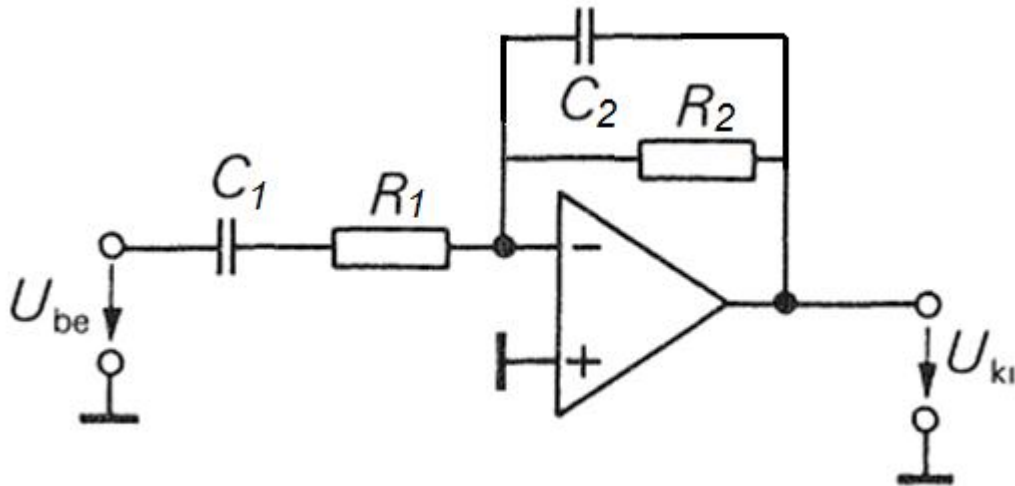


Sávszűrő

1. **Ha** $\frac{1}{2\pi R_1 C_1} < \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$ **akkor sáváteresztő a szűrő**
2. **Ha** $\frac{1}{2\pi R_1 C_1} < \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$ **akkor sávfügő a szűrő**



Sávszűrő



- Alsó határfrekvencia

$$\frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

- Felső határfrekvencia

$$\frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

Az áramkör működéséhez az

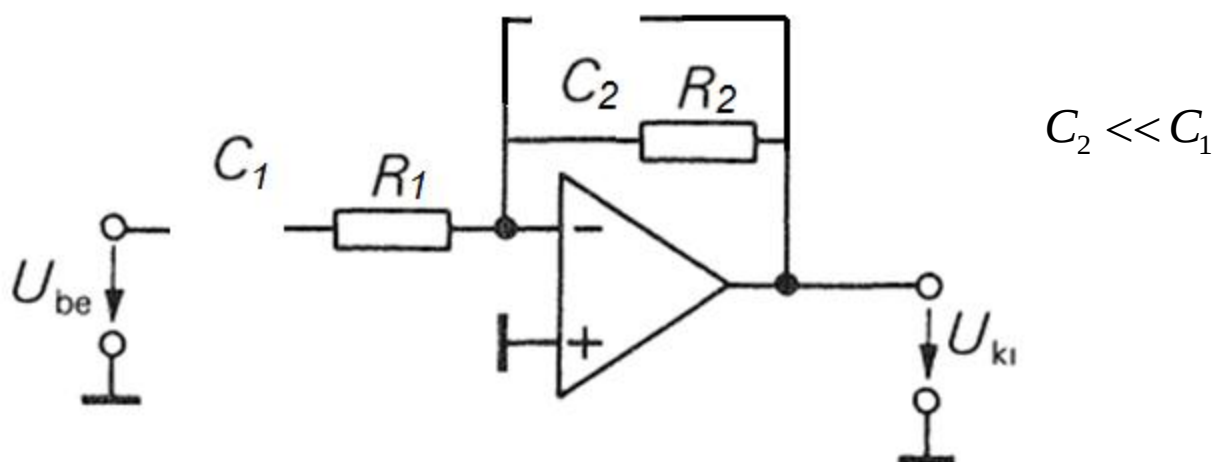
$$C_2 \ll C_1$$

feltétel okvetlenül szükséges

- Közép frekvenciás erősítési tényező

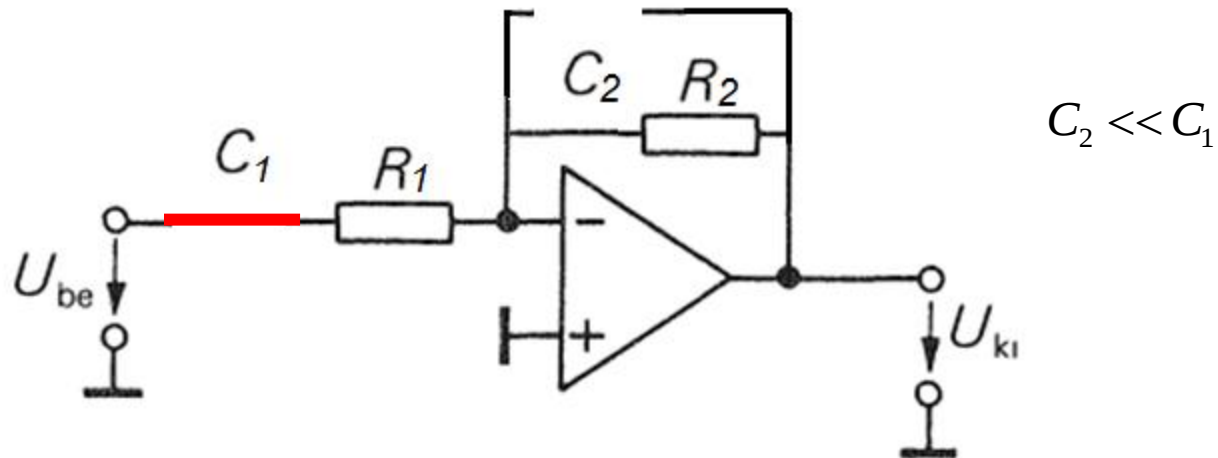
$$\frac{R_2}{R_1}$$

Alacsony frekvenciás helyettesítő kép



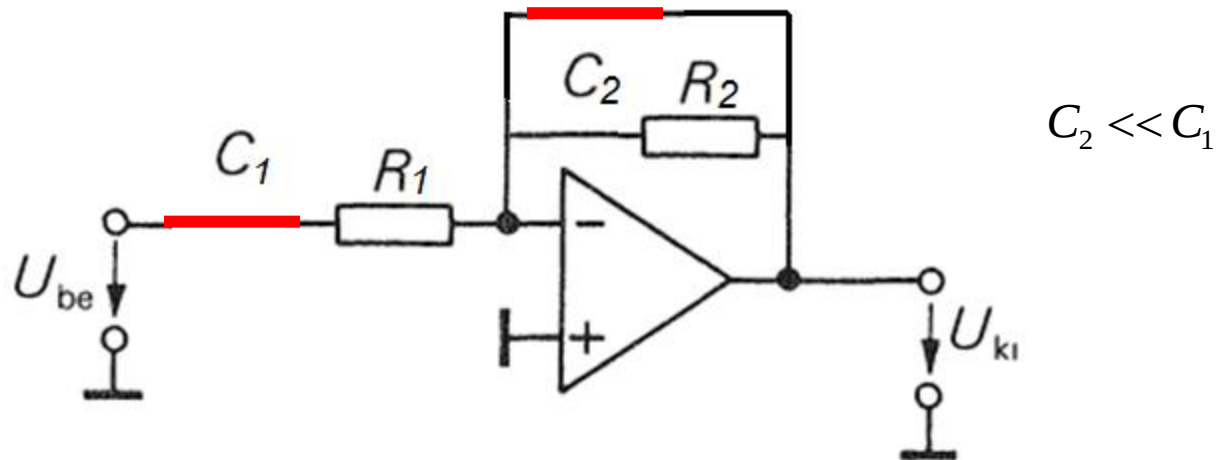
$$A \approx 0$$

Közepes frekvenciás helyettesítő kép



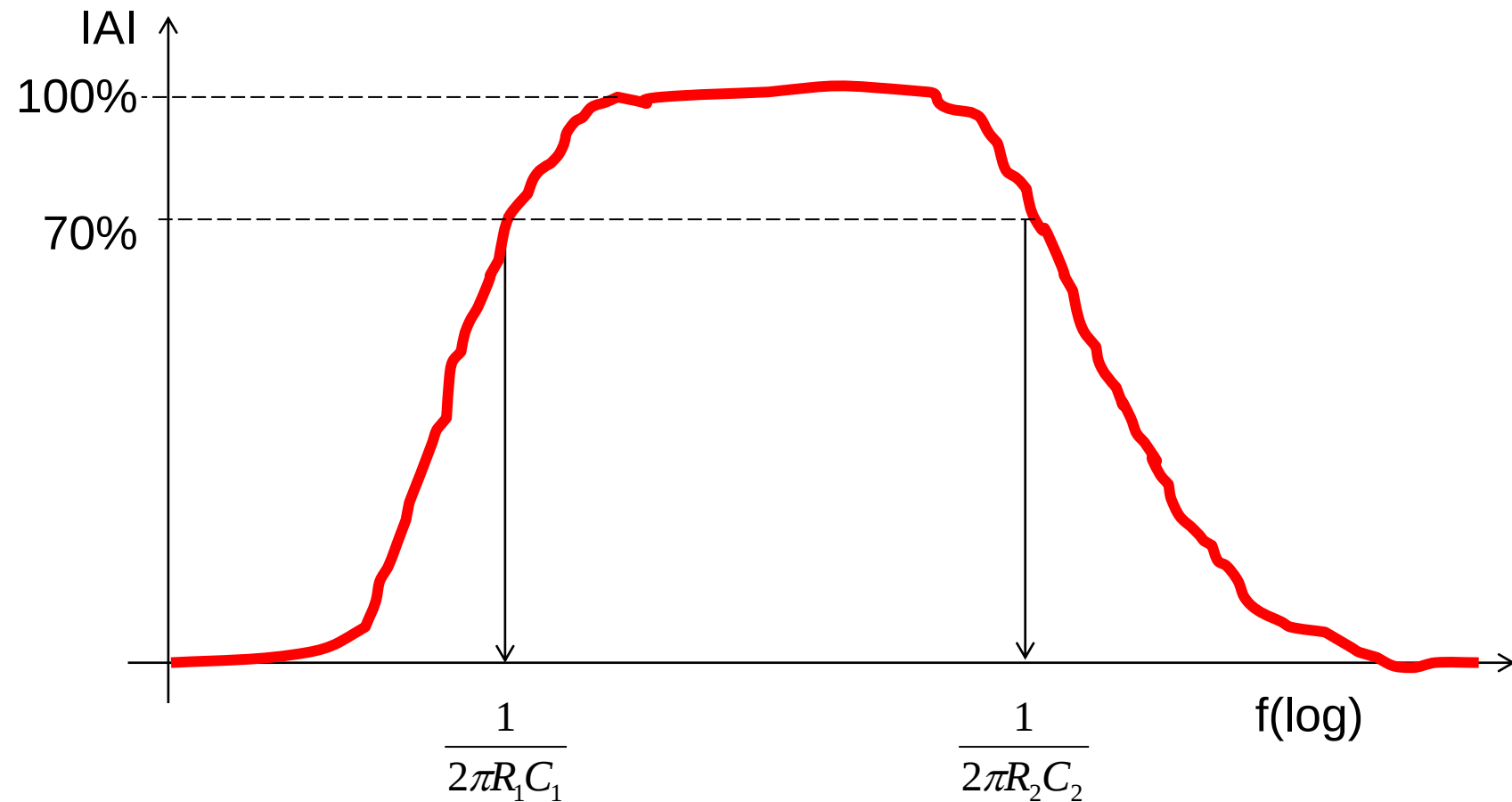
$$A \cong \frac{R_2}{R_1}$$

Magas frekvenciás helyettesítő kép

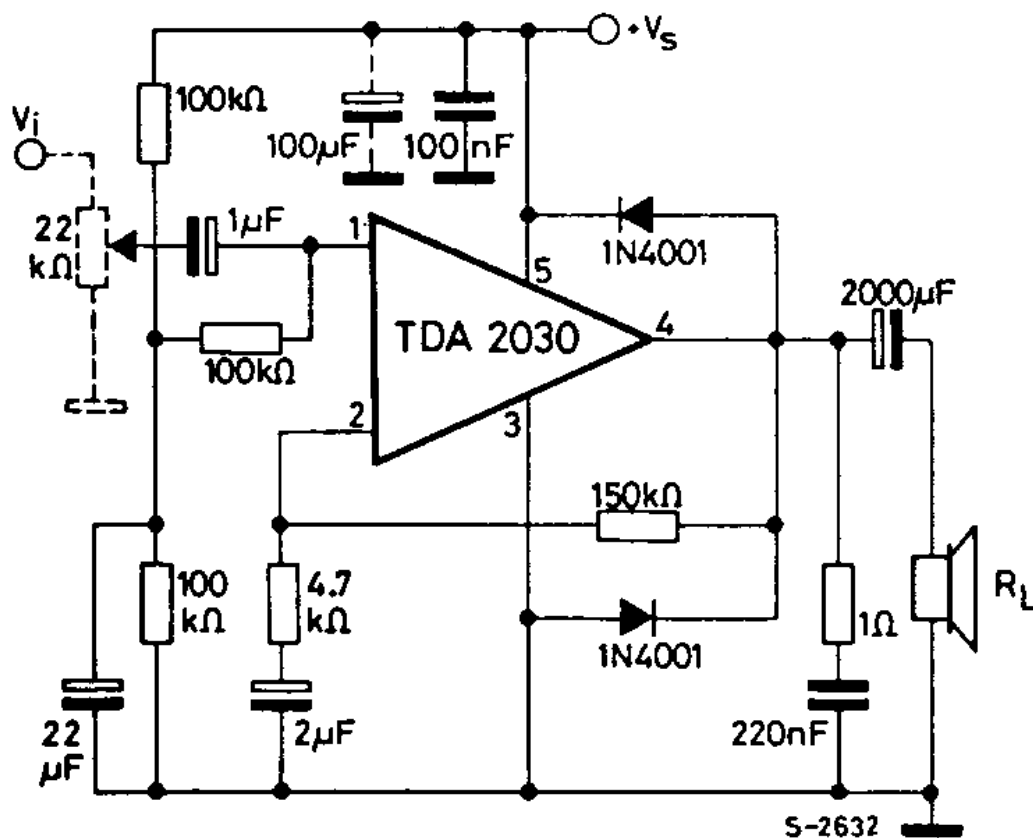


$$A \approx 0$$

Átviteli karakterisztika



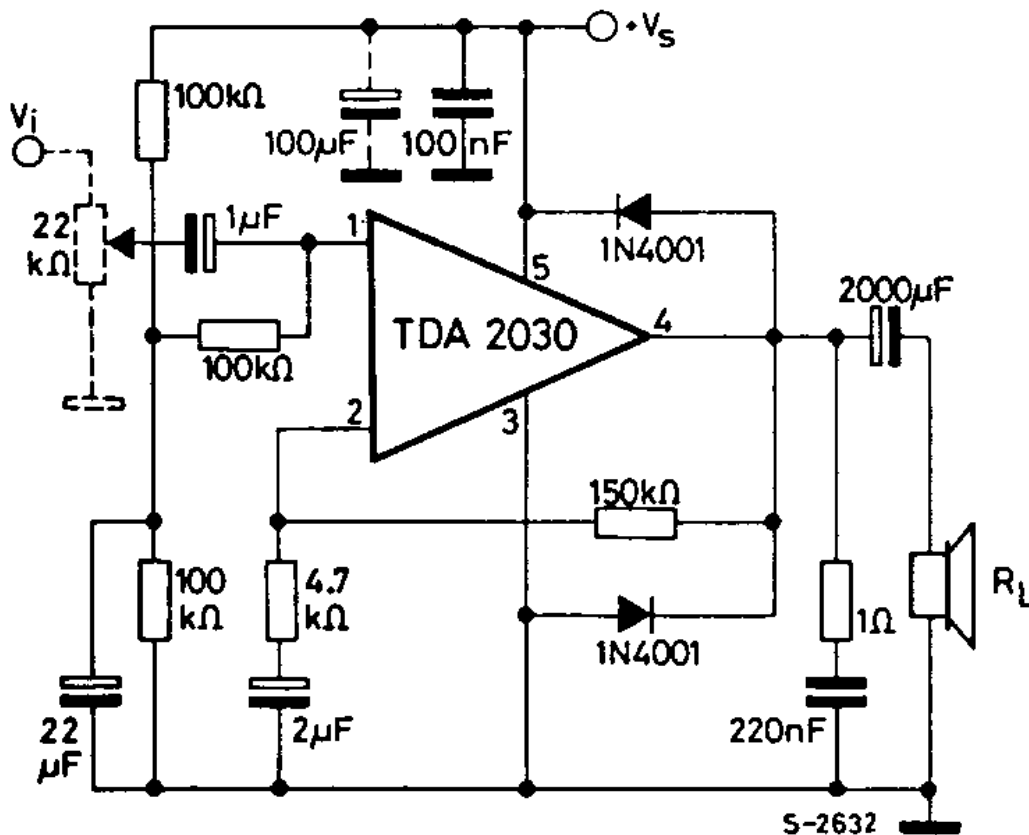
Alkalmazási példa: Hangfrekvenciás erősítő



TDA 2030:

- hangfrekvenciás erősítő
- maximális teljesítmény 14W@14V@4 Ω

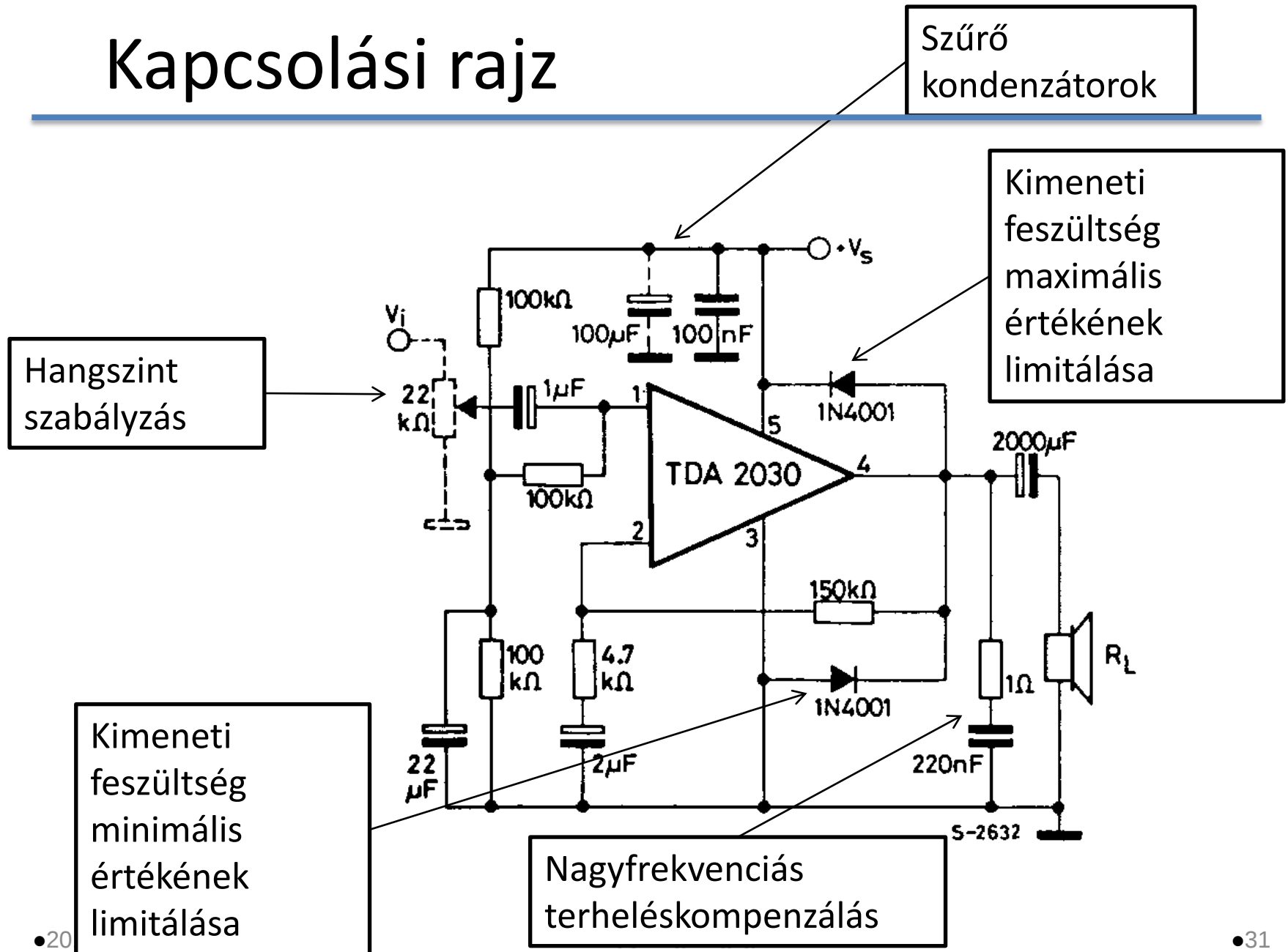
Adatlap



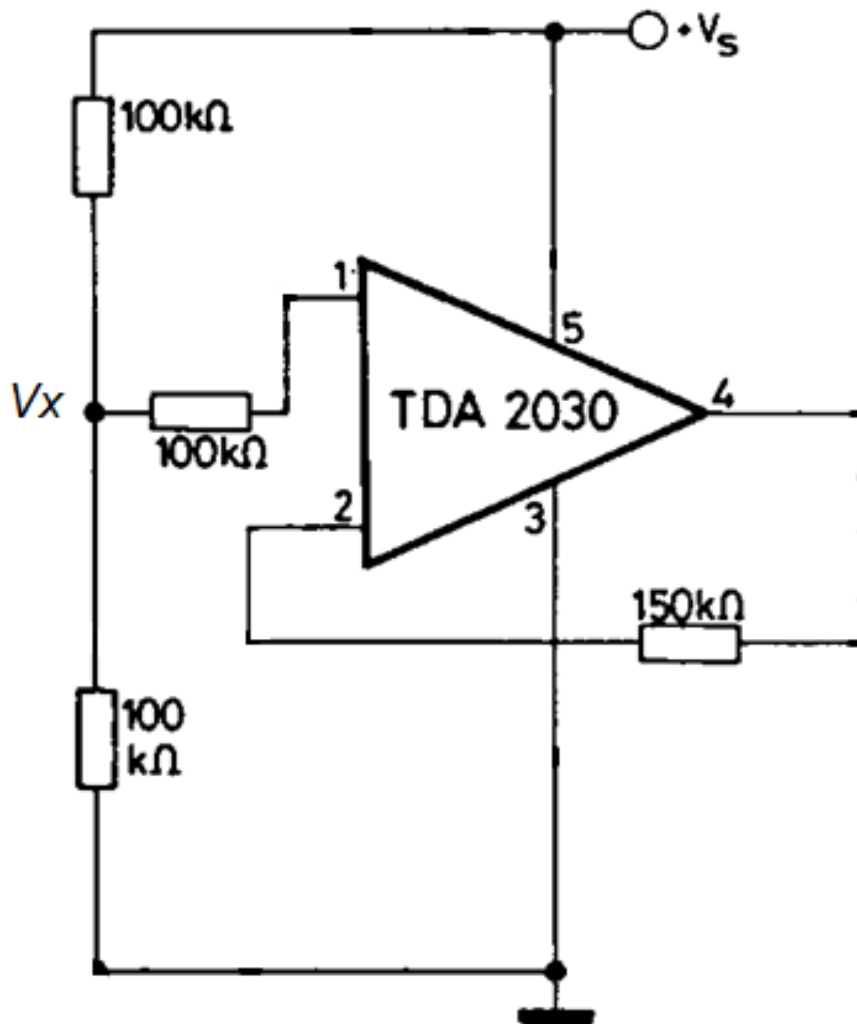
TDA 2030:

- Bemeneti ellenállás 5 M Ω
- Nyílthurkú erősítés 90dB
- Az ideális műveleti erősítő modell alkalmazható

Kapcsolási rajz



Egyenáramú helyettesítő kép



$$V_X = \frac{100k\Omega}{100k\Omega + 100k\Omega} \cdot V_S = \frac{V_S}{2}$$

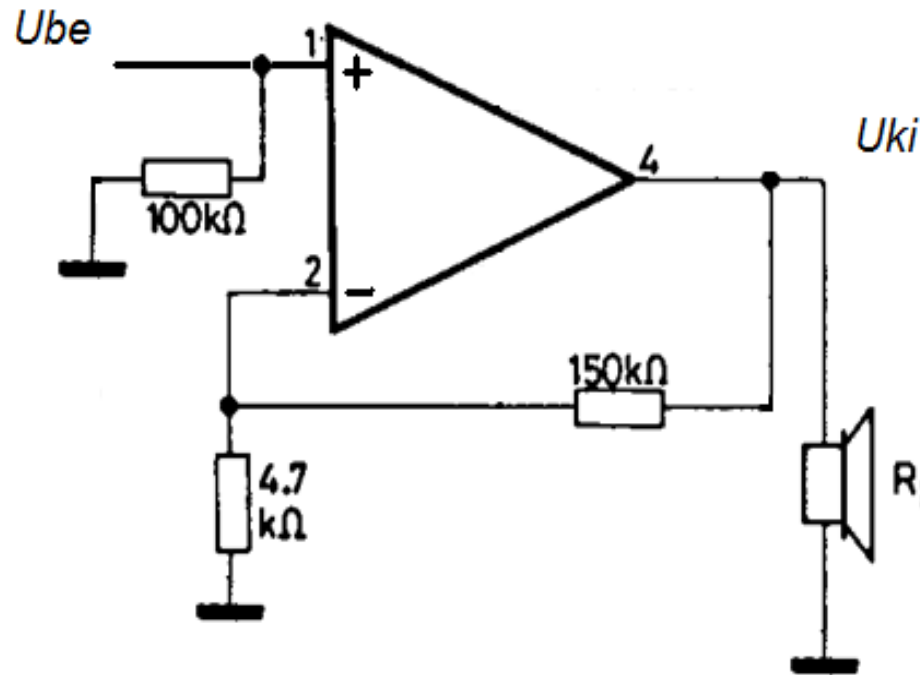
$$V_X = V_1$$

$$V_1 = V_2$$

$$V_2 = V_4$$

$$V_4 = \frac{V_S}{2}$$

Váltóáramú helyettesítő kép



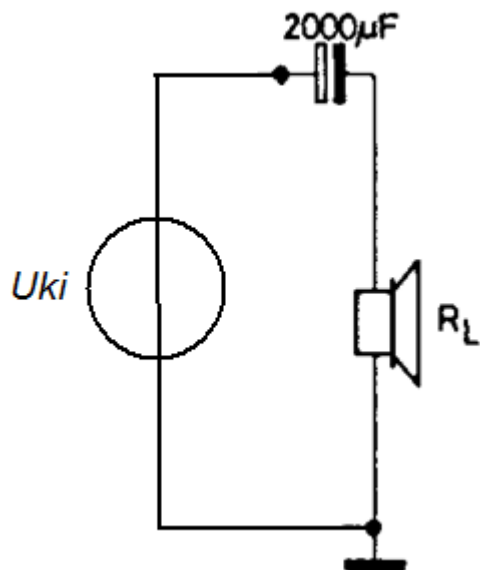
$$U_{ki} = \left(1 + \frac{150\text{k}\Omega}{4.7\text{k}\Omega} \right) \cdot U_{be} \cong 30$$

$$R_{be} = 100\text{k}\Omega$$

Határfrekvenciák

- Azok a frekvenciák ahol az áramkör erősítése lényegesen változik.
- A frekvenciafüggő viselkedést a kondenzátorok okozzák.
- Mindegyik kondenzátor befolyását külön elemezzük.

A kimeneti csattoló kondenzátor



$$f_1 = \frac{1}{2\pi RC}$$

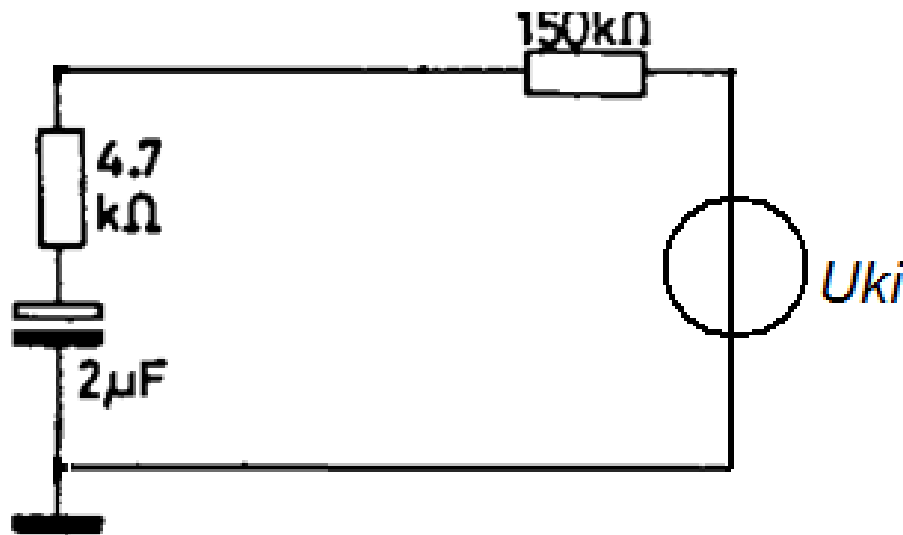
$$R = 4\Omega$$

$$C = 2000\mu F$$

$$f_1 \cong 20Hz$$



A visszacsatolás mértékét szabályozó kondenzátor

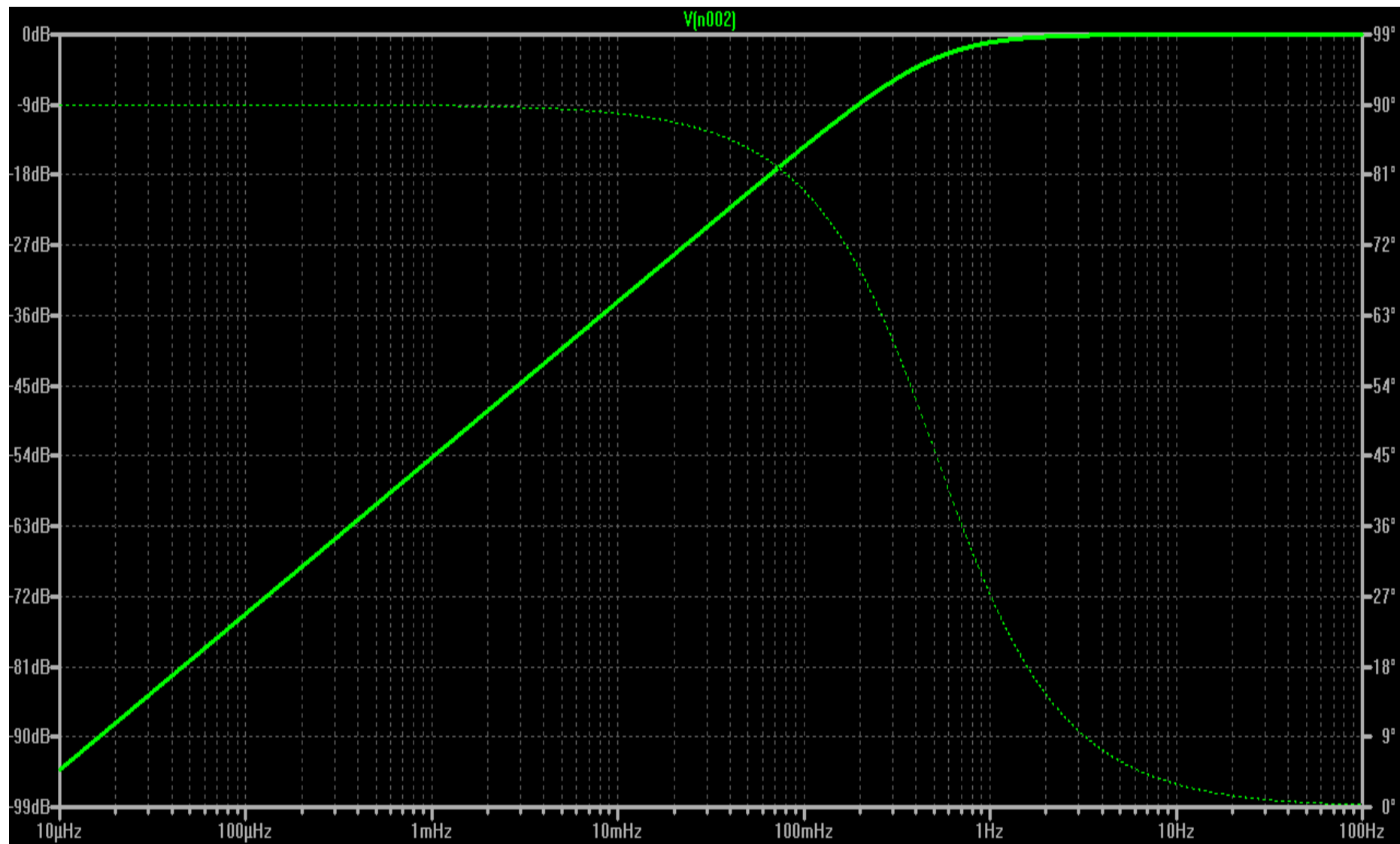


$$f_2 = \frac{1}{2\pi RC}$$

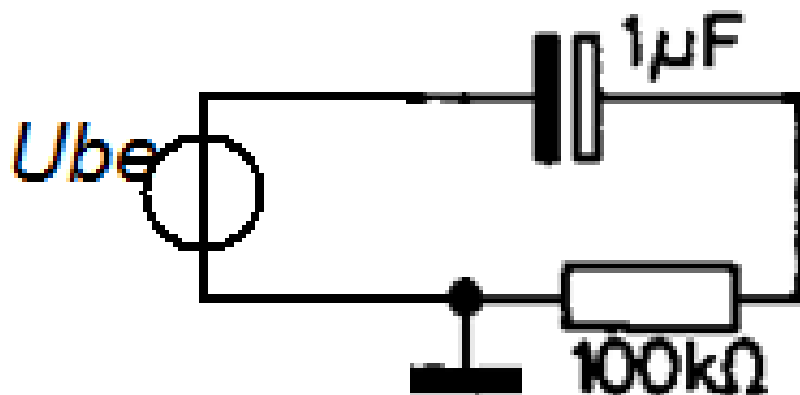
$$R = (150 + 4,7)\text{ k}\Omega$$

$$C = 2\text{ }\mu\text{F}$$

$$f_2 \cong 0,5\text{ Hz}$$



A bemeneti csattoló kondenzátor

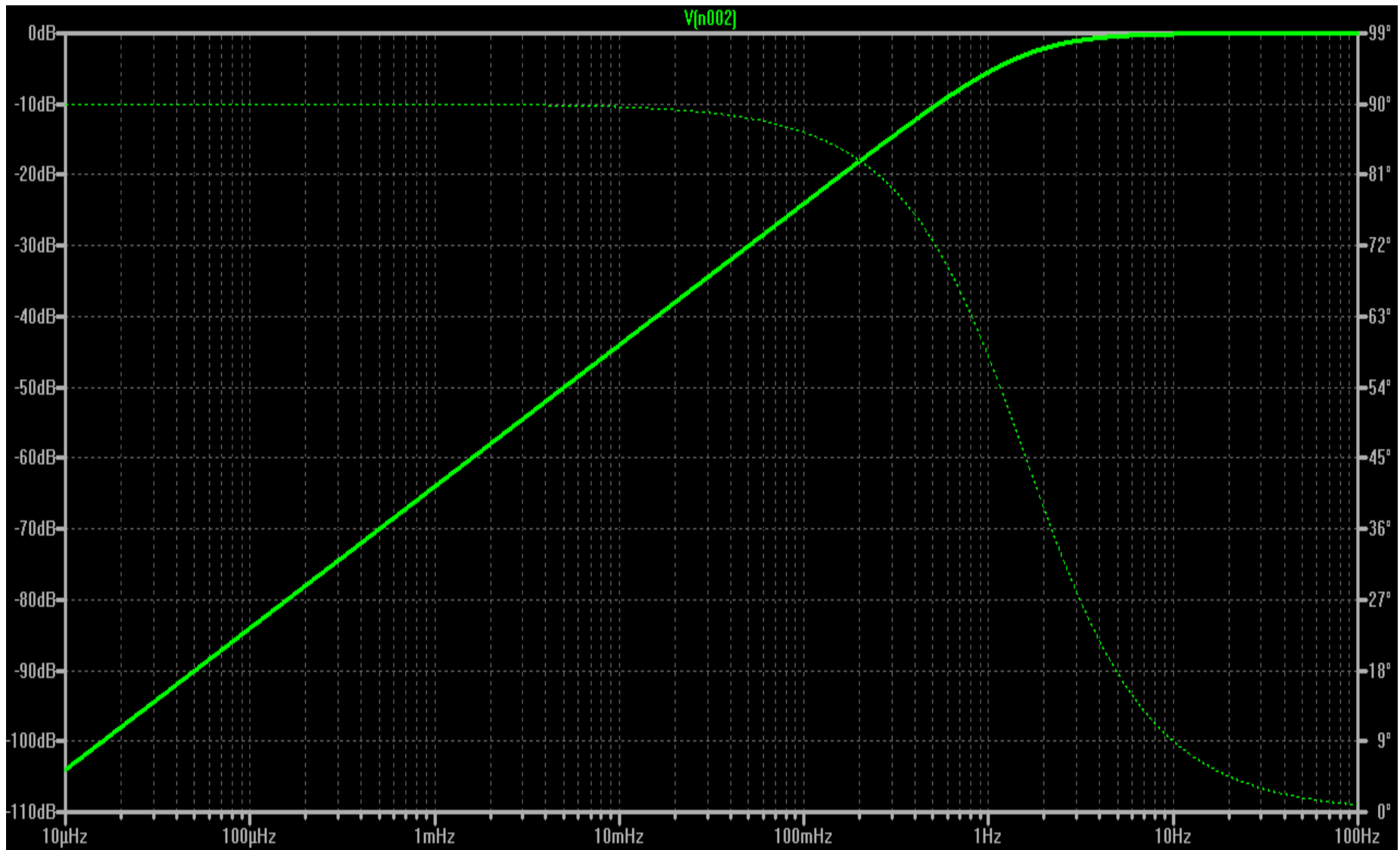


$$f_3 = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$R = 100k\Omega$$

$$C = 1\mu F$$

$$f_3 \cong 1,5Hz$$



Az alsó határfrekvencia

- Mindhárom kondenzátor felül-áteresztő hatást gyakorol
- $f_1=20\text{Hz}$, $f_2=0,5\text{Hz}$, $f_3=1,5\text{Hz}$
- Mekkora az alsó határfrekvencia?
- Az adott esetben 20Hz.
- Általában:

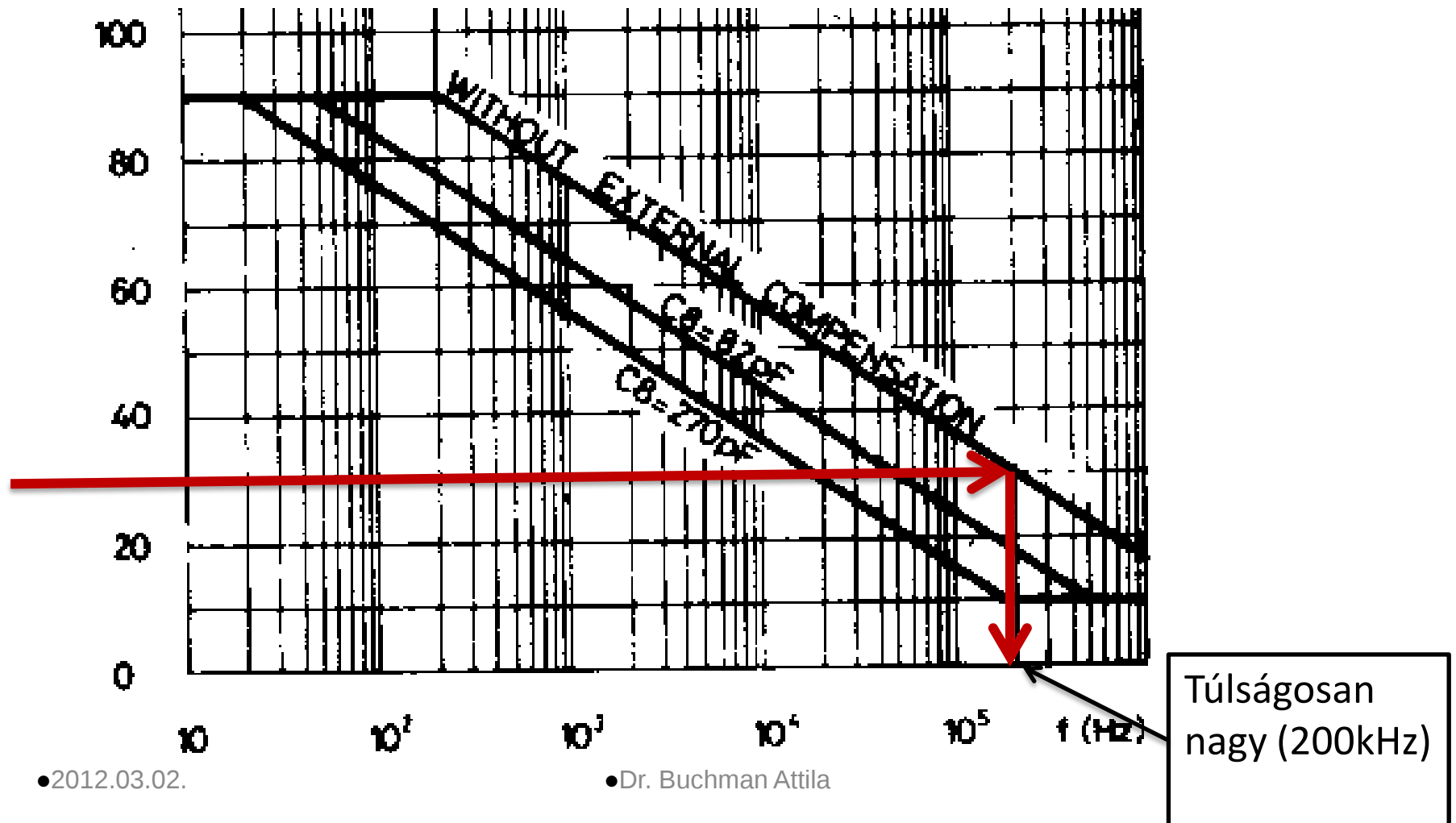
$$f_H = \max(f_1, f_2, f_3)$$

A felső határfrekvencia

- Maga az integrált áramkör határolja a magas frekvenciájú erősítést.
- Természetesen külső beavatkozás is lehetséges.
- Mindenképpen ismerni kell az integrált áramkör transzferkarakterisztikáját.

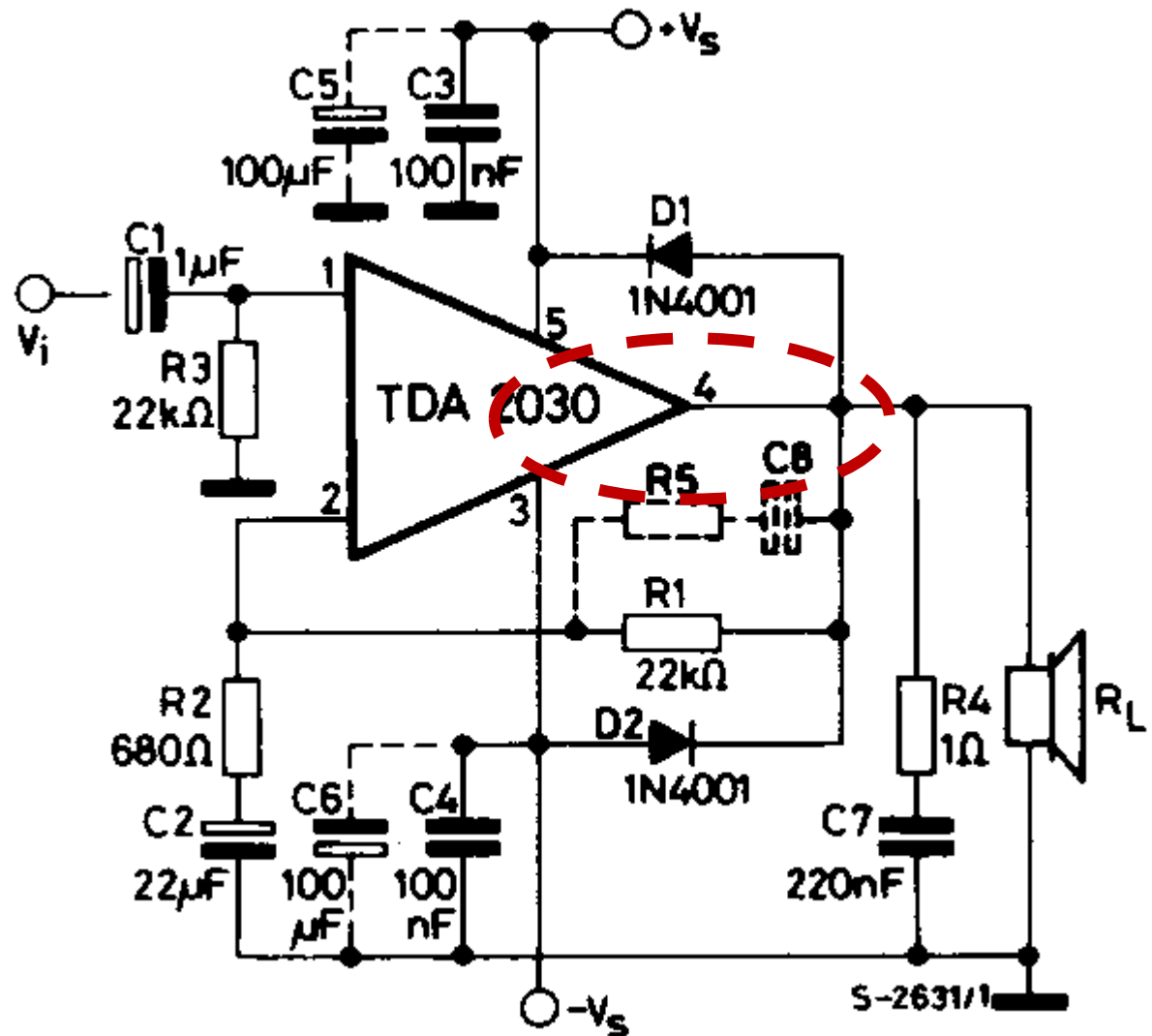
TDA 2030

transzferkarakterisztikája



Külső kompenzálás

Két tápfeszültség
esetében a
bemeneti
feszültségosztó
elmarad !!





Köszönöm a figyelmet !