

# Az erősítés frekvenciafüggése: határfrekvenciák meghatározása

ELEKTRONIKA\_2

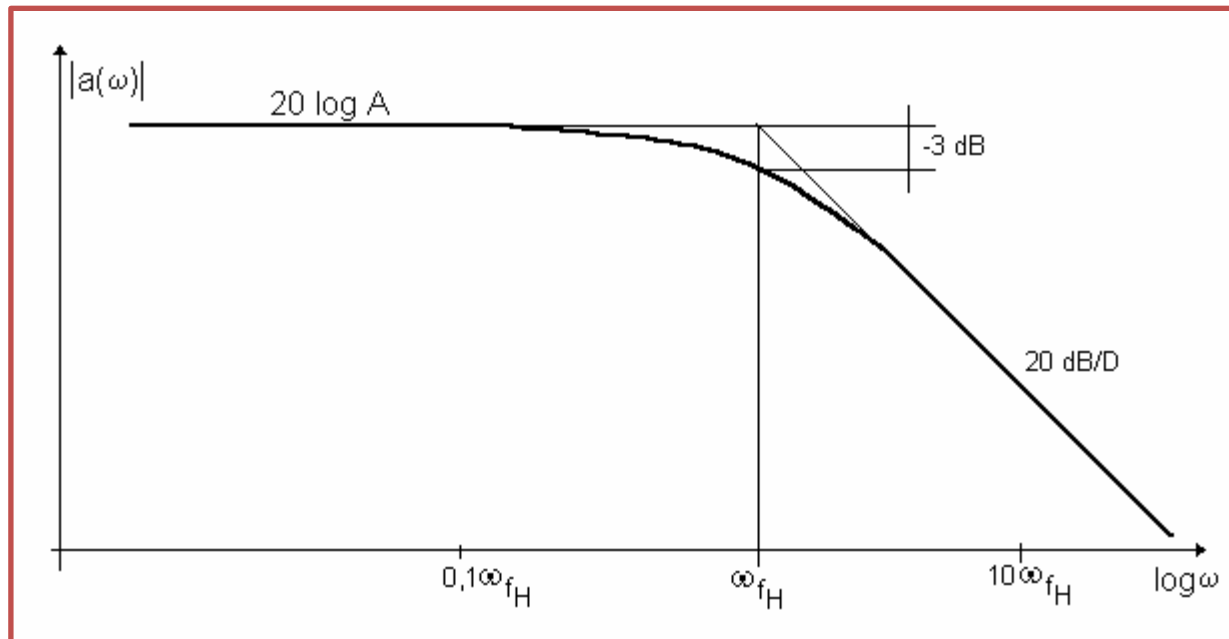
# TEMATIKA

---

- A kapacitív ellenállás.
- Változó áramú helyettesítő kép.
- Alsó határfrekvencia meghatározása.
- Felső határfrekvencia meghatározása.

# ÖSSZEFOGLALÓ

- Csak az ideális erősítő erősítése független a jel frekvenciájától.
- Valójában az erősítési tényező a frekvenciával arányosan csökken.

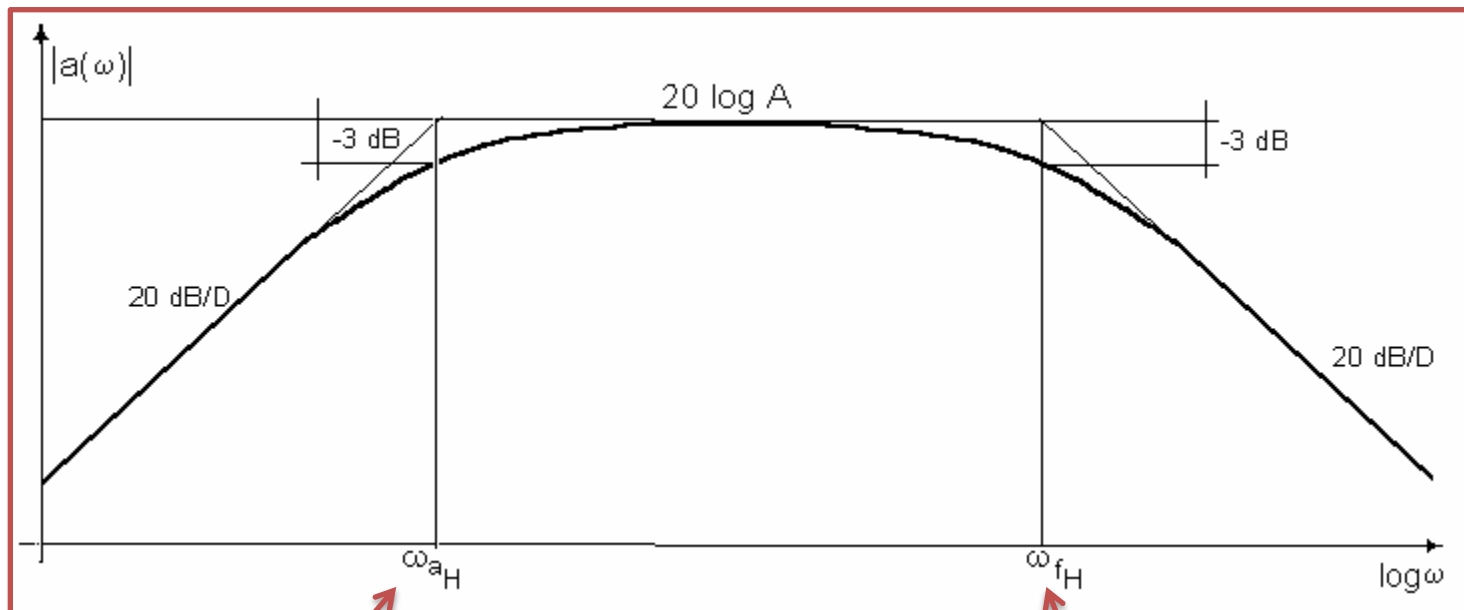


# ÖSSZEFOGLALÓ

---

- Olyan áramköri elemek felhasználásával amelyek paraméterei frekvenciafüggőek az erősítés frekvenciamenete befolyásolható.
- Például a kondenzátor kapacitív ellenállása a frekvenciával arányosan csökken.
- Kondenzátorokat alkalmazhatunk egy alsó határfrekvencia beiktatásához.

# ÖSSZEFOGLALÓ



Alsó határfrekvencia: a beiktatása szándékos !

Felső határfrekvencia: befolyásolható de elkerülhetetlen !

# A kapacitív ellenállás

- Ha a feszültség szinuszos:

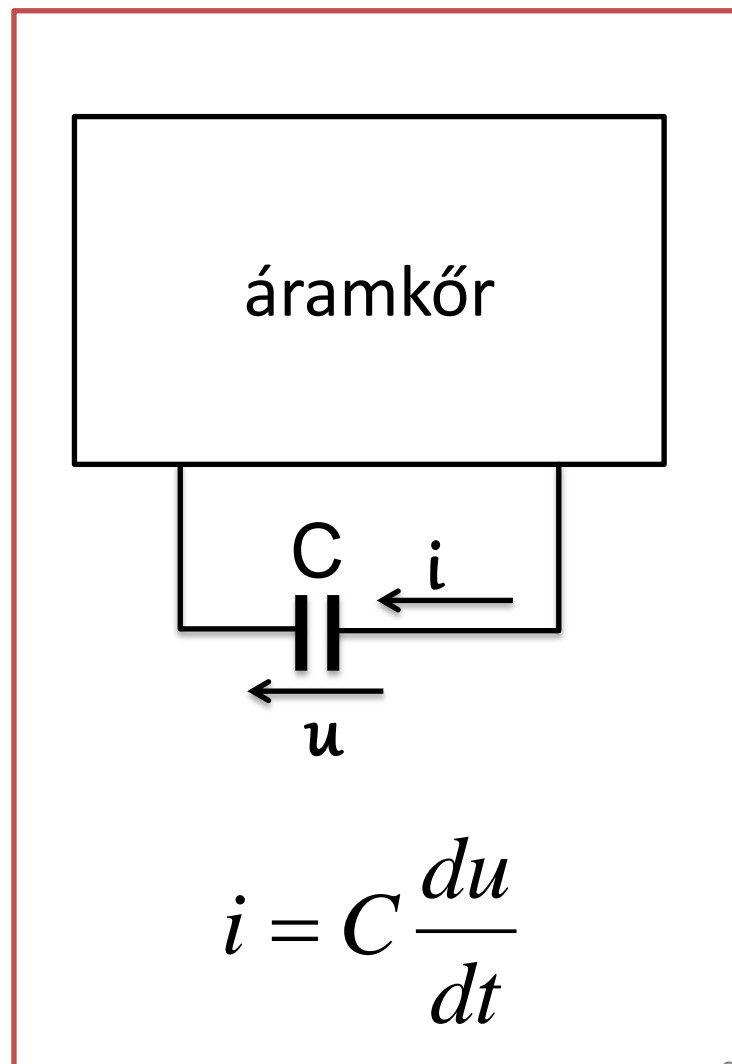
$$\bar{u} = U \cdot e^{j\omega t}$$

$$\bar{i} = j\omega C U \cdot e^{j\omega t} = j\omega C \cdot \bar{u}$$

- A kapacitív ellenállás

$$X_C = \frac{\bar{u}}{\bar{i}} = \frac{1}{j\omega C}$$

$$\omega = 2\pi f$$



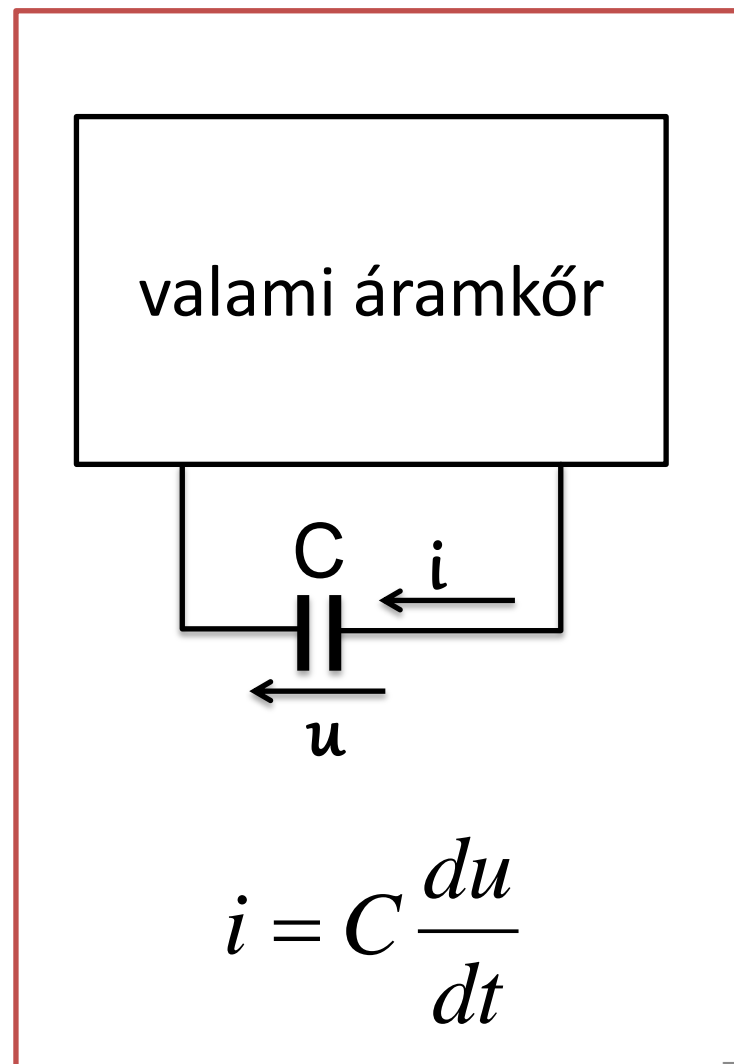
$$i = C \frac{du}{dt}$$

# A kapacitív ellenállás

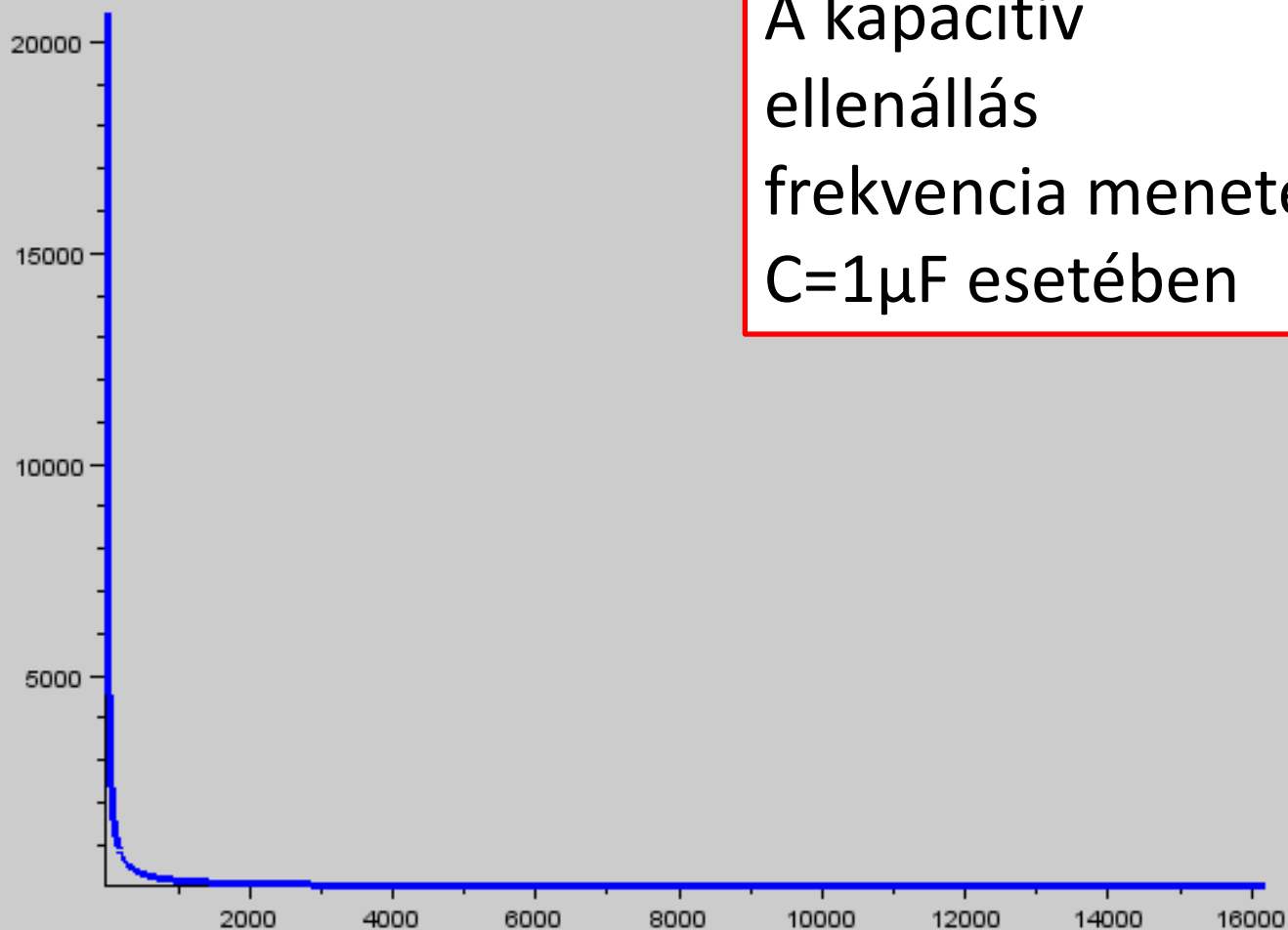
A kapacitív ellenállás fogalmát úgy lehet értelmezni hogy ha az adott áramkörben  $\omega$  körfrekvenciájú szinuszos áram folyik akkor a  $C$  kapacitású kondenzátor egy

$$|X_c| = \frac{1}{\omega C}$$

értékű ellenállásként viselkedik és a feszültséget az áramhoz viszonyítva 90 fokkal késlelteti

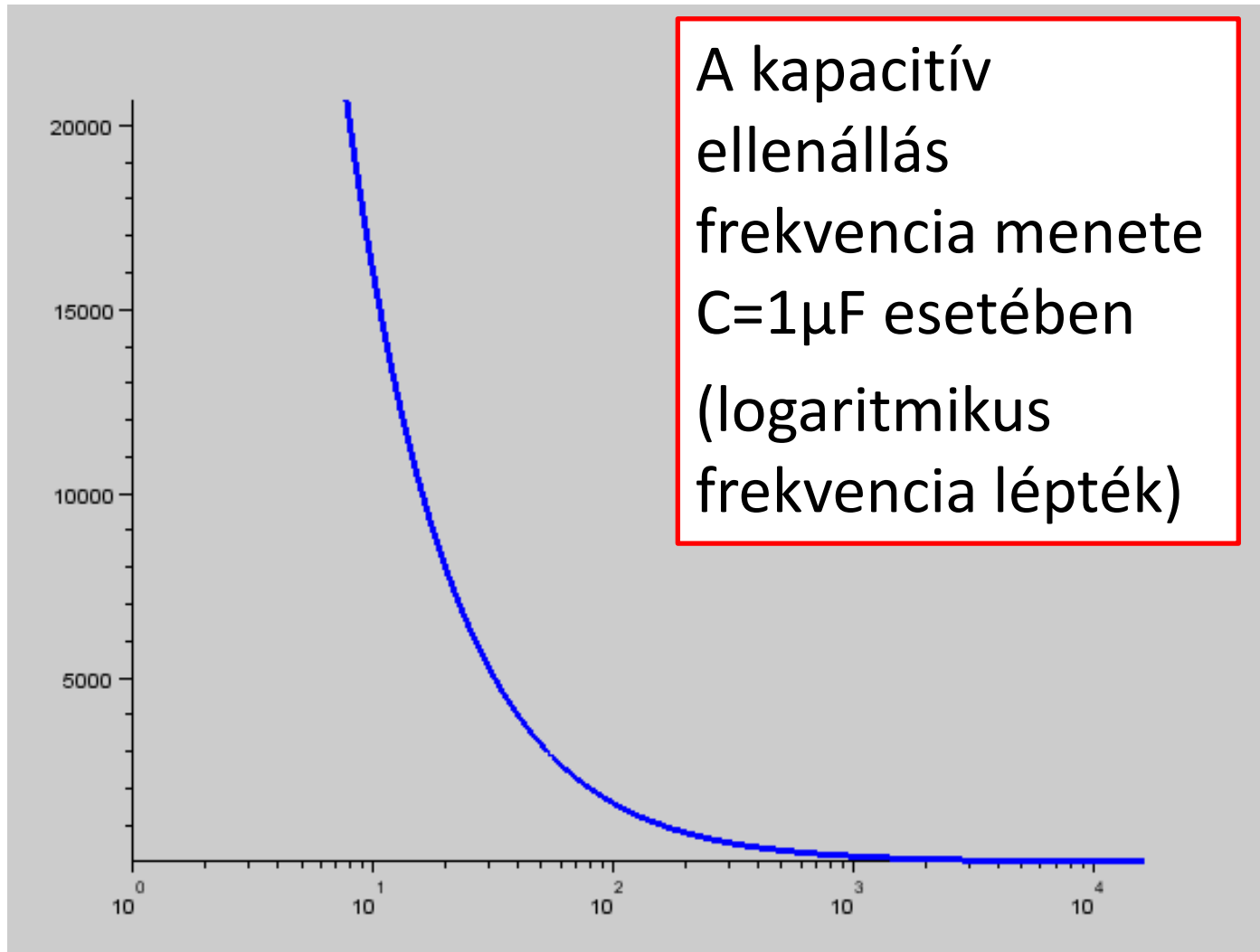


# A kapacitív ellenállás

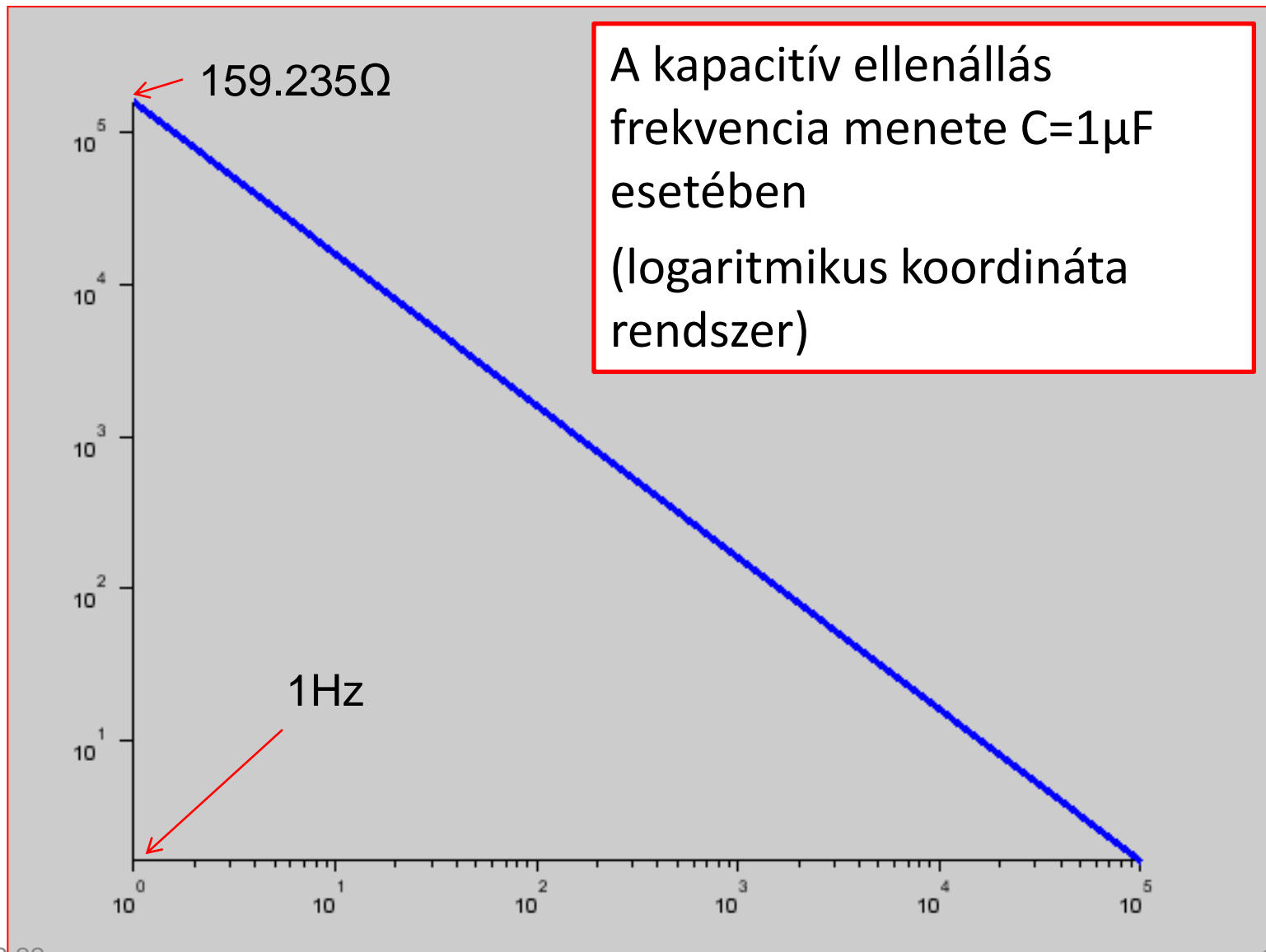


A kapacitív  
ellenállás  
frekvencia menete  
 $C=1\mu\text{F}$  esetében

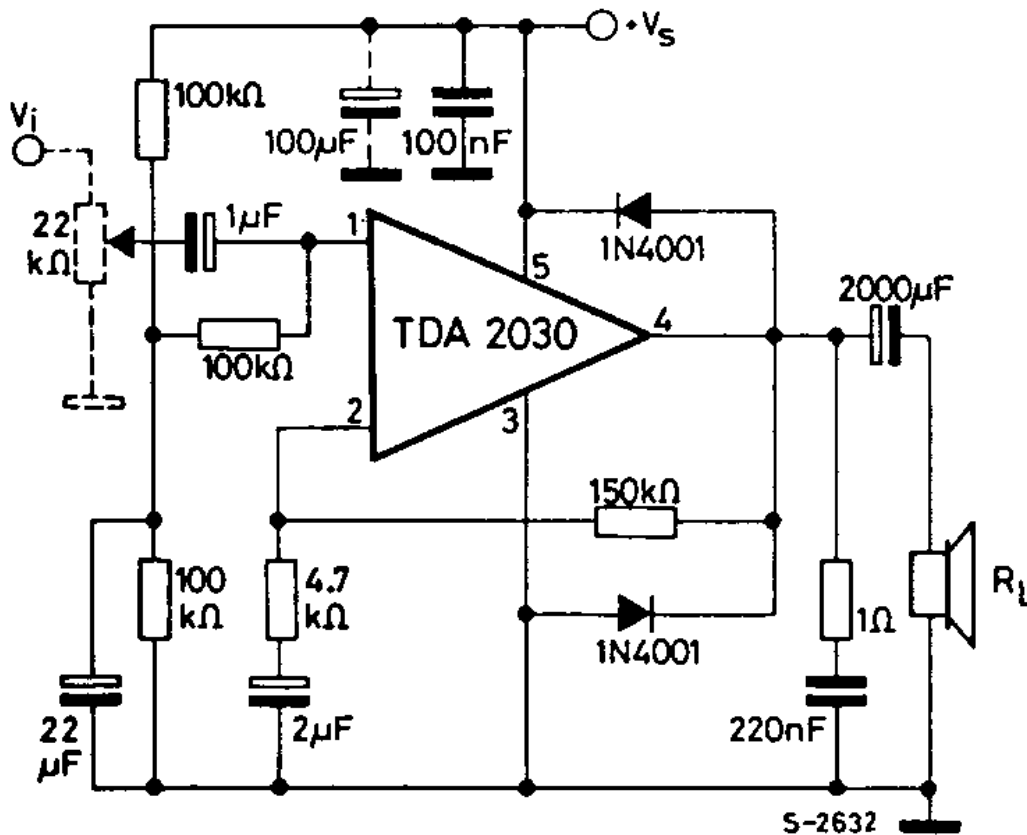
# A kapacitív ellenállás



# A kapacitív ellenállás



# Példa:



Mekkora az ábrán látható kondenzátorok kapacitív ellenállása 1kHz frekvenciájú jel esetében?

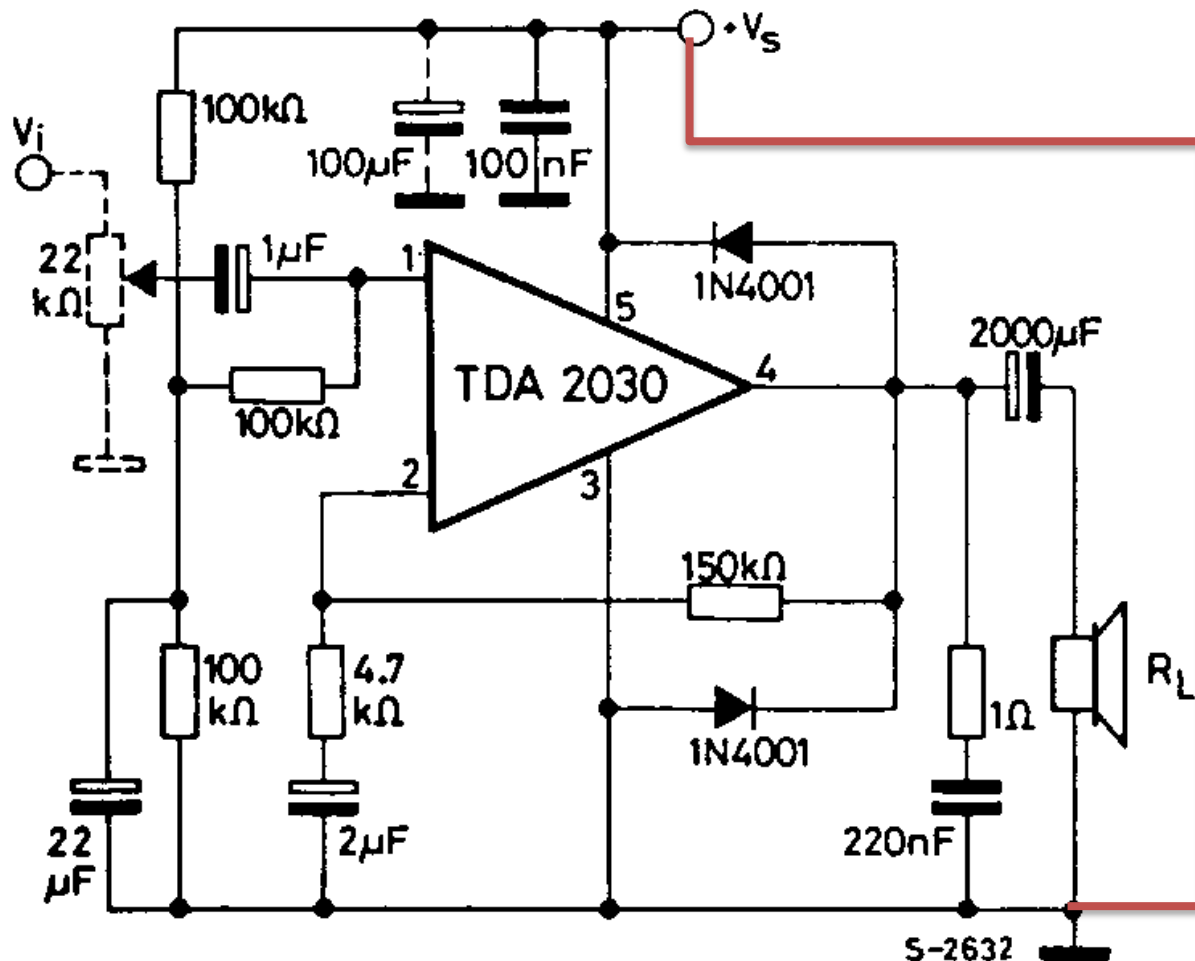
# Megoldás:

---

**$1\mu\text{F}@1\text{Hz}\approx 160\text{k}\Omega \rightarrow 1\mu\text{F}@1\text{kHz}\approx 160\Omega$**

C [ $\mu\text{F}$ ]	Xc @ 1kHz [ $\Omega$ ]
0,1	1600
0,22	720
1	160
2	80
22	7,2
100	1,6
2000	0,08

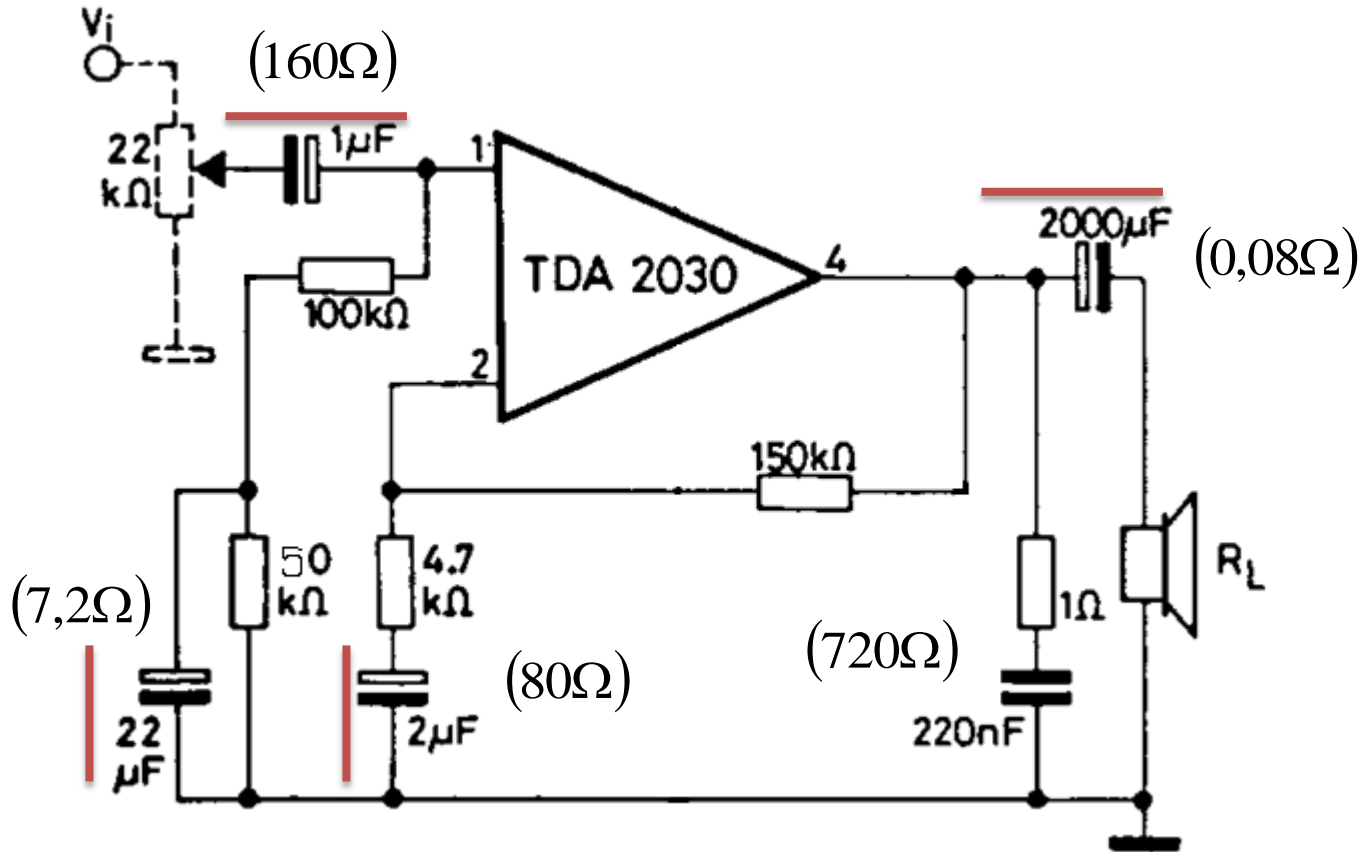
# Váltakozó áramú helyettesítő kép



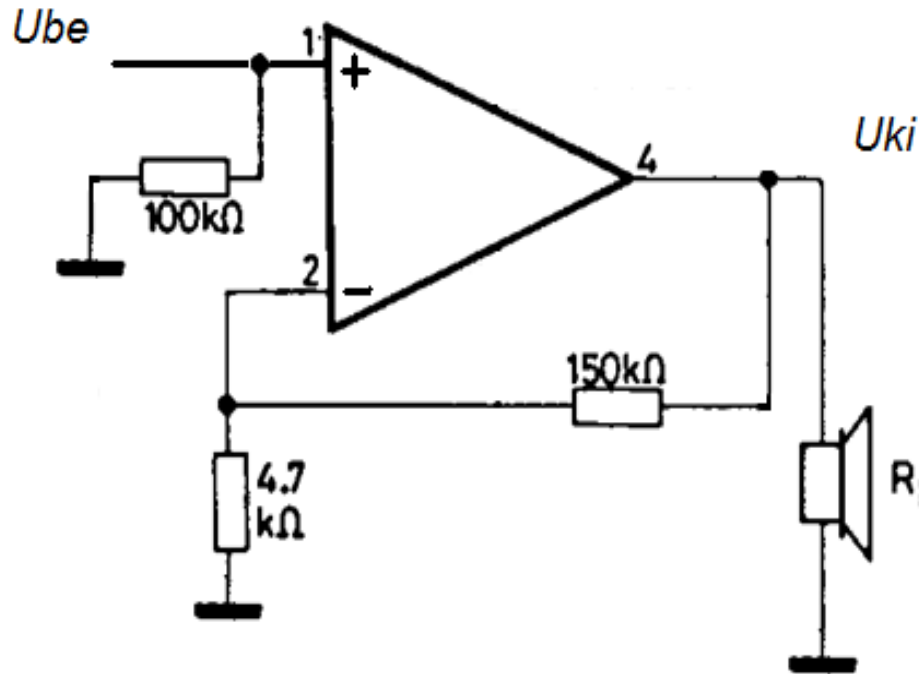
A szuperpozíció elv alapján az egyenáramú tápfeszültséget nullázzuk:

$$+V_S = 0$$

# Váltakozó áramú helyettesítő kép



# Váltakozó áramú helyettesítő kép



$$A = \left( 1 + \frac{150k\Omega}{4,7k\Omega} \right) \cong 30$$

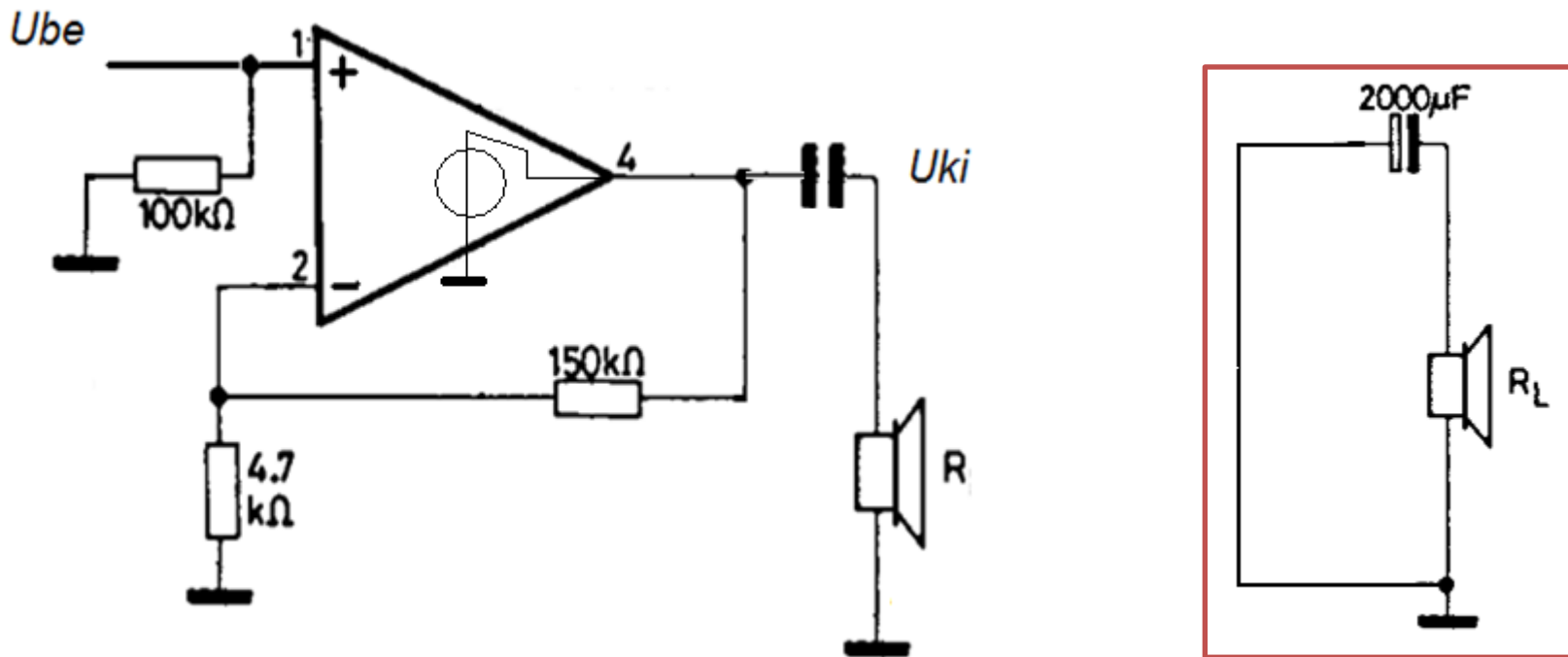
- Ez a kép csak középfrekvencián (az átvitt frekvenciasávban) érvényes.
- Hogyan lehet meghatározni e sáv határait?

# Határfrekvenciák

---

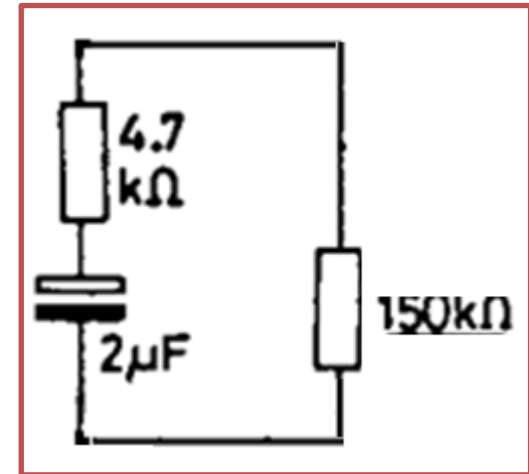
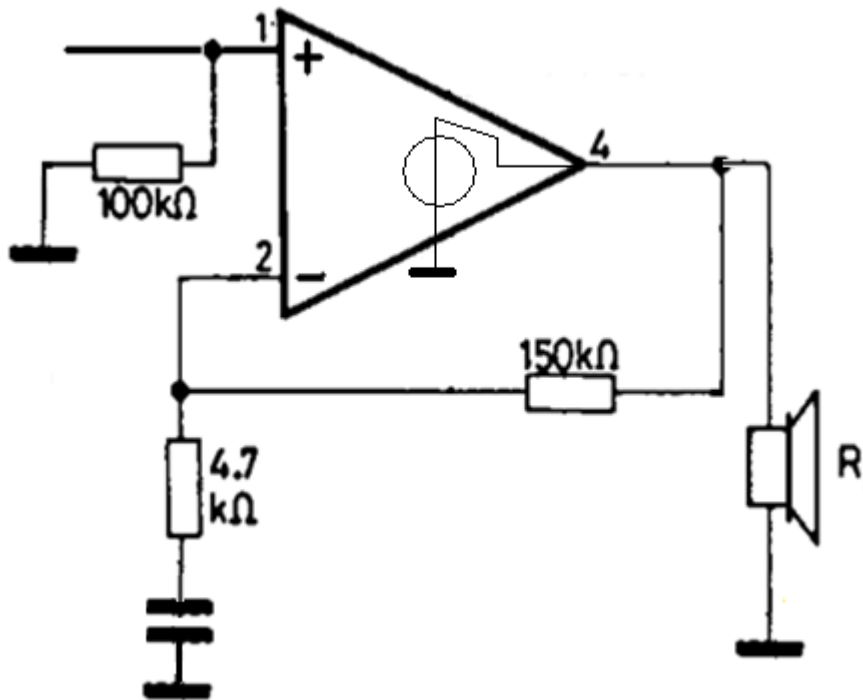
- Azok a frekvenciák ahol az áramkör erősítése lényegesen változik.
- A frekvenciafüggő viselkedést a kondenzátorok okozzák.
- Mindegyik kondenzátor befolyását külön elemezzük.
- Azt próbáljuk eldönteni mekkora ellenállás van az adott kapacitással párhuzamosan kötve.

# Példa: a kimeneti csattoló kondenzátor által bevitt határfrekvencia



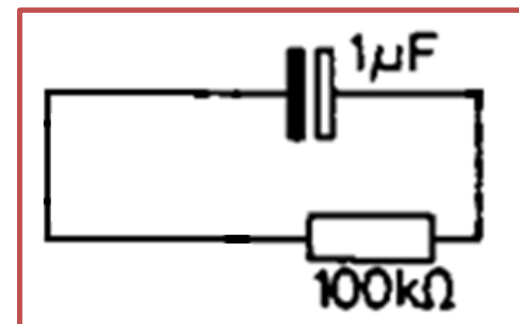
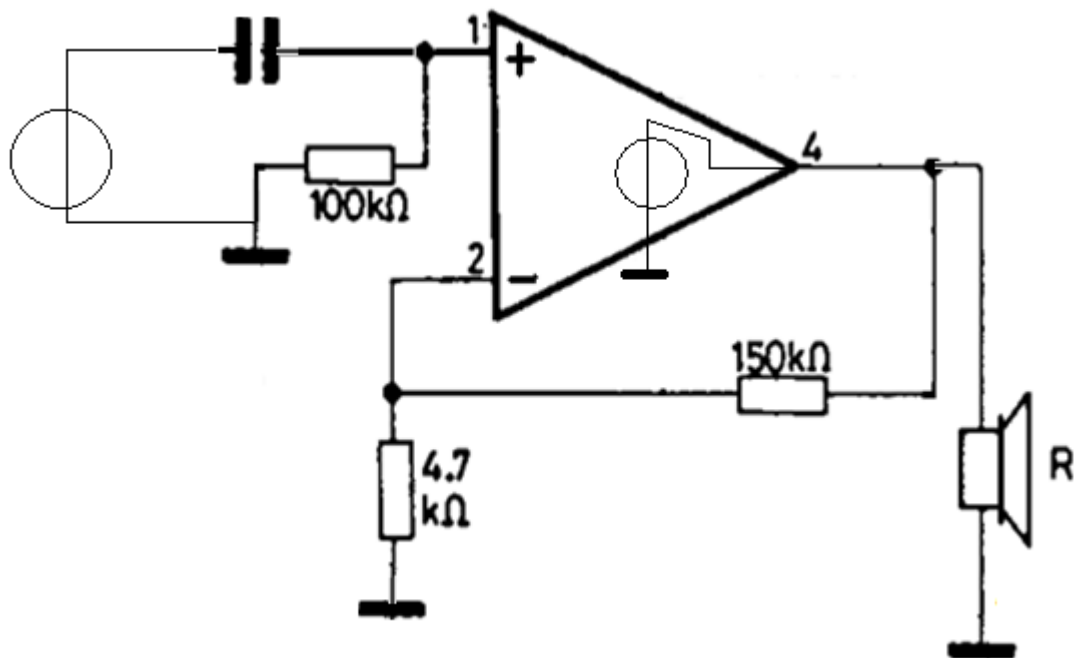
$$f_1 = \frac{1}{2\pi RC}; \quad R = 4\Omega; \quad C = 2000\mu\text{F}; \Rightarrow f_1 \cong 20\text{Hz}$$

# A visszacsatolás mértékét szabályozó kondenzátor hatása



$$f_2 = \frac{1}{2\pi RC}; \quad R = (150 + 4,7)k\Omega; \quad C = 2\mu F; \Rightarrow f_2 \cong 0,5Hz$$

# A bemeneti csattoló kondenzátor hatása



$$f_3 = \frac{1}{2\pi RC}; \quad R = 100k\Omega; \quad C = 1\mu F; \Rightarrow f_3 \cong 1,5Hz$$

# 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  $20\text{Hz}$ .
- Általában:

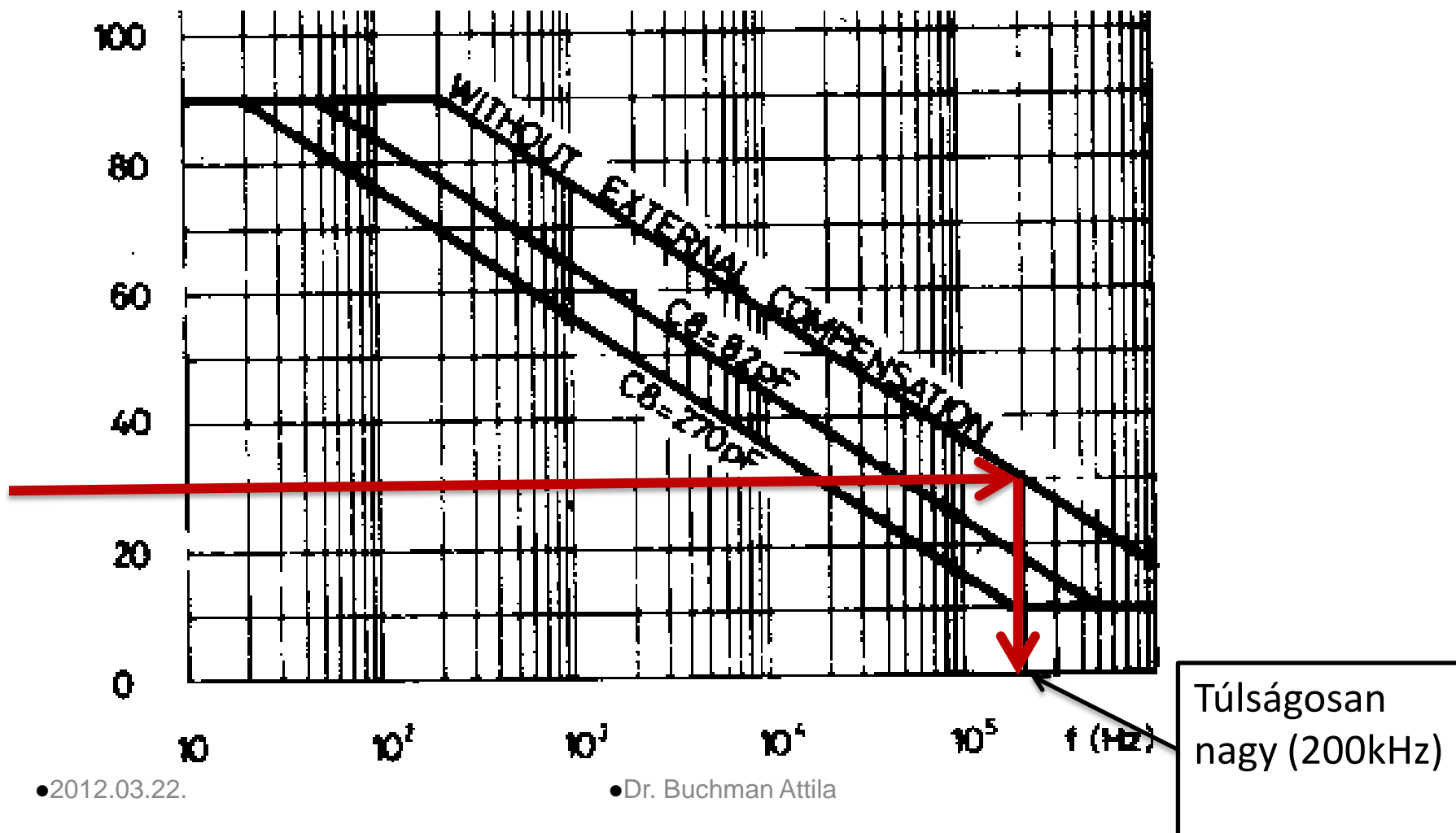
$$f_H = \max(f_1, f_2, f_3)$$

# A felső határfrekvencia

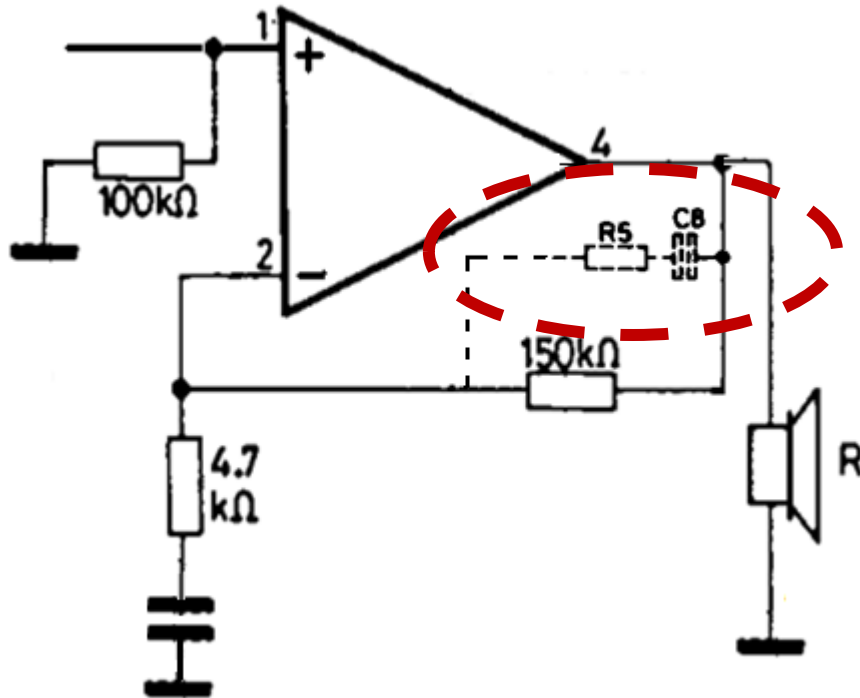
---

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

# Példa:TDA 2030 transzferkarakterisztikája



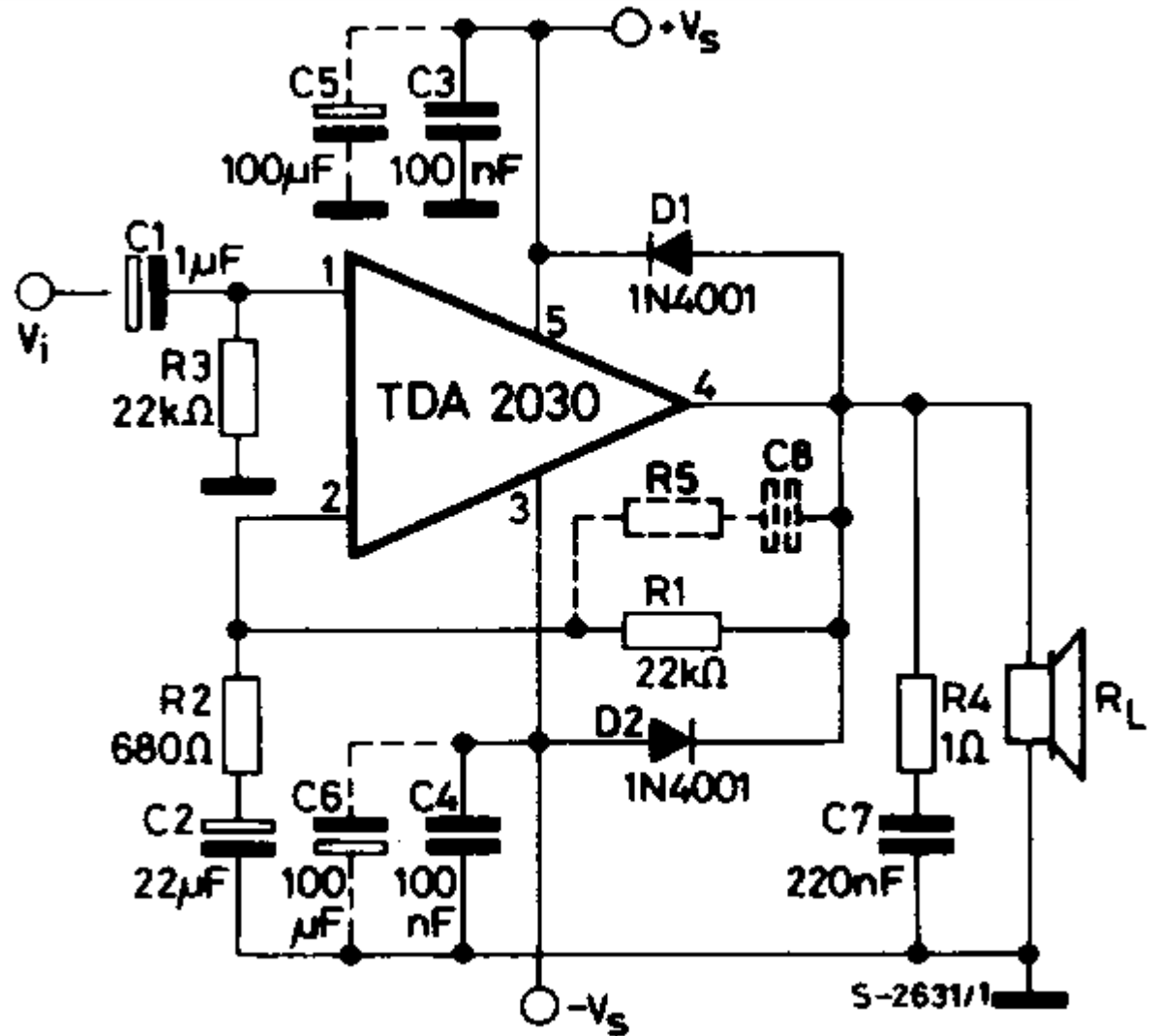
# Külső kompenzálás



Magas frekvencián az R5 ellenállás párhuzamosan csatlakozik a visszacsatoló ellenálláshoz így az erősítést csökkenti.

# Ugyanaz a példa, két tápfeszültséggel

Két tápfeszültség  
esetében a  
bemeneti  
feszültségosztó  
elmarad !!



# Tápfeszültség és teljesítmény

---

$$P_{MAX} = \frac{1}{2} \frac{U_{kiMAX}^2}{R_L}$$

$$U_{kiMAX} \approx U_{TÁP}$$

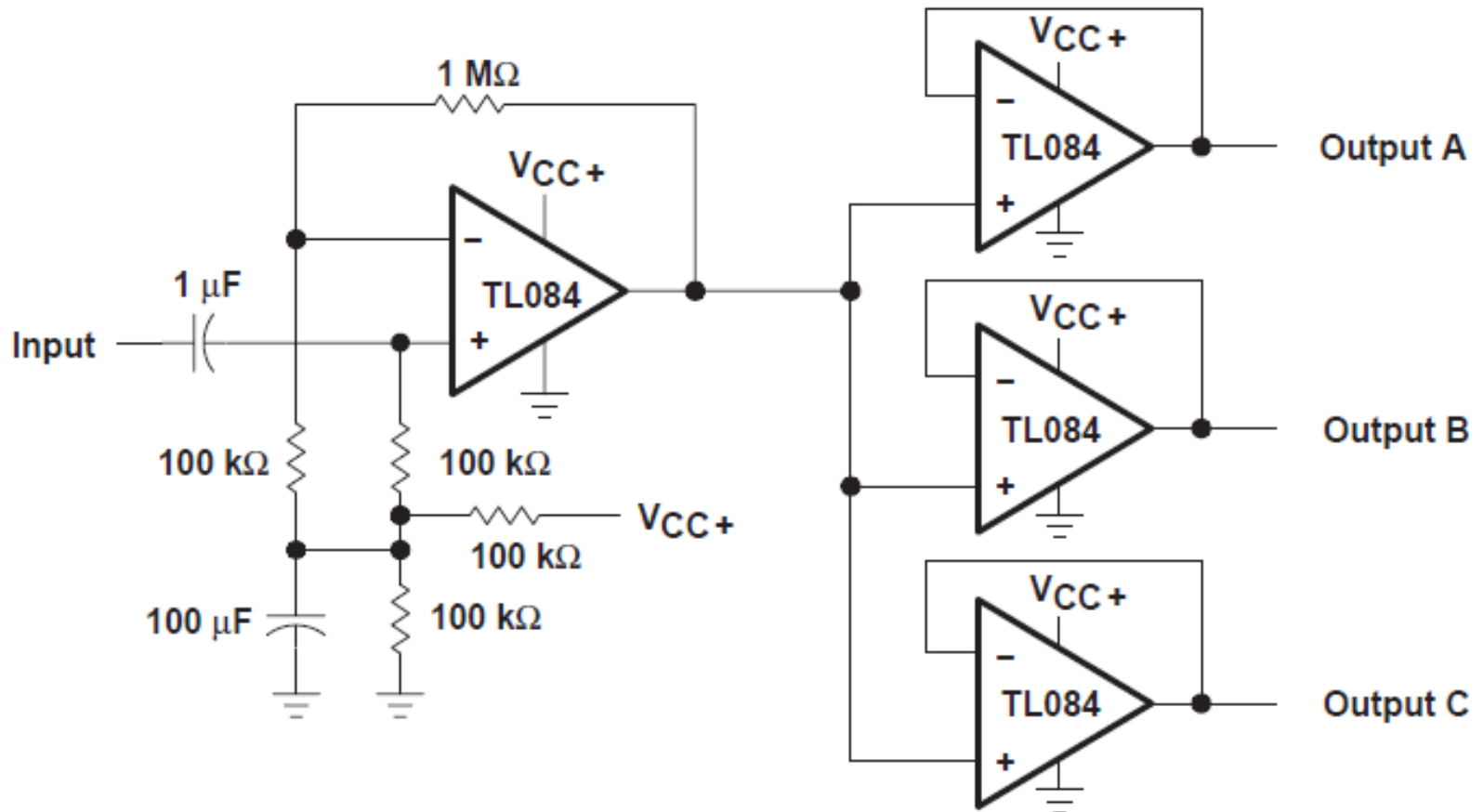
$$2 \cdot U_{TÁP} \Rightarrow 4 \cdot P_{MAX}$$

Még egy előny:

- A nagyméretű és viszonylag drága (és időben értékét változtató) kimeneti kondenzátor, két tápforrás esetében nem szükséges

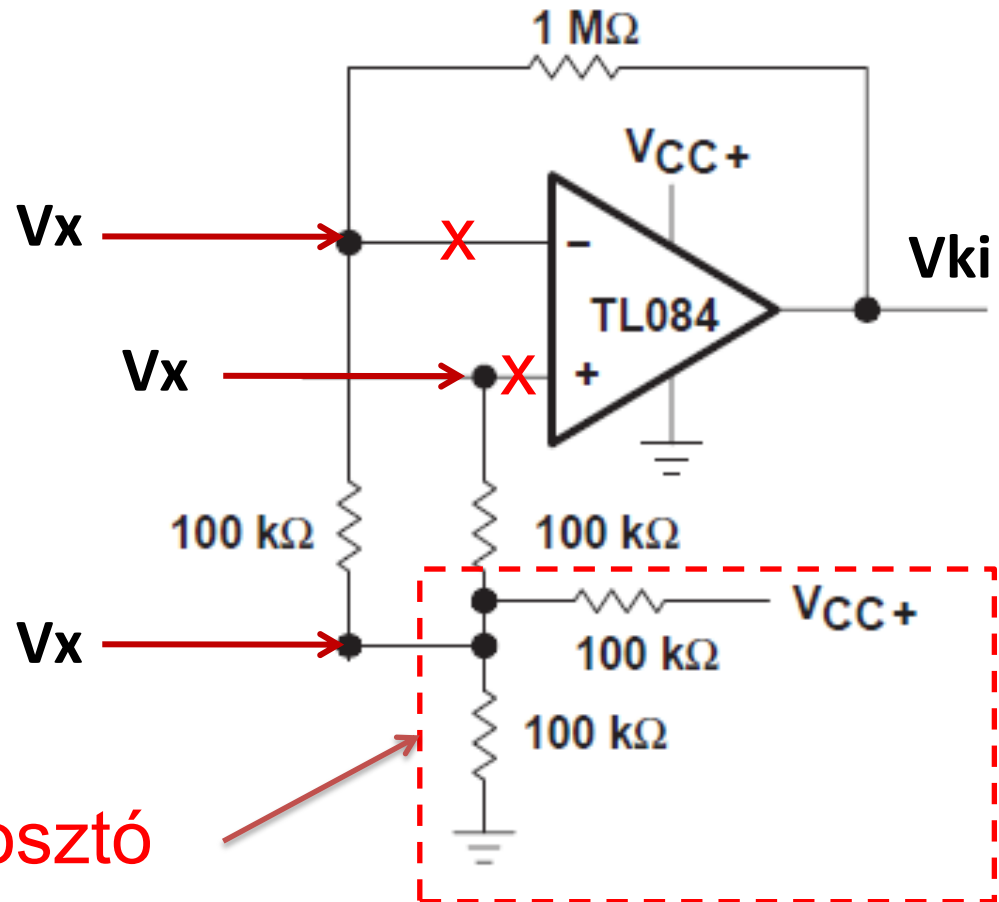
# Példa: Elosztó előerősítő

TL084 – négy műveleti erősítő egy tokban



# Egyenáramú analízis

$$V_{ki} = V_x = V_{cc}/2$$

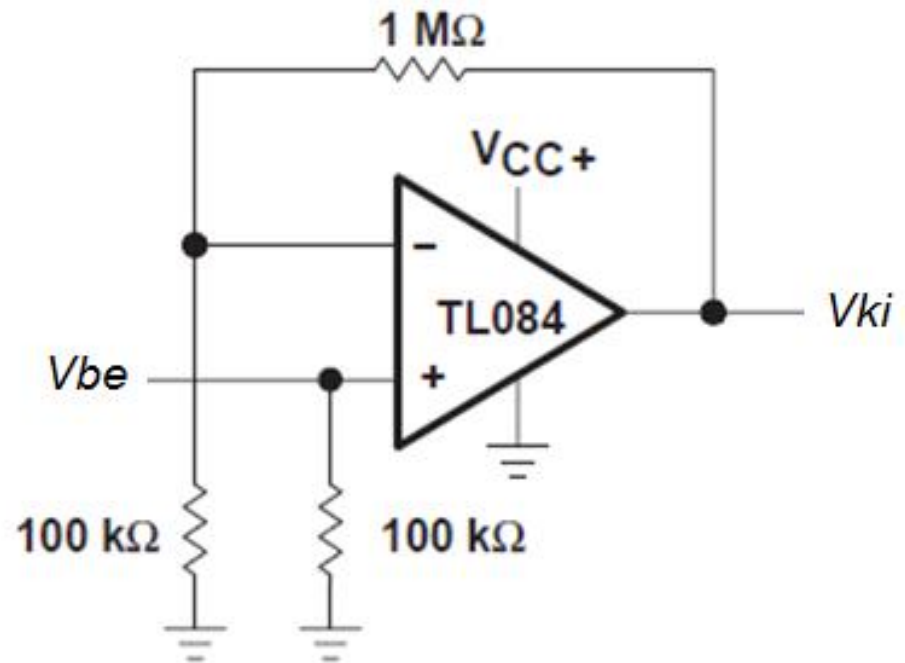


Feszültség osztó

# Váltakozó áramú analízis

100kΩ bemeneti  
ellenállású non-  
invertáló erősítő

$$V_{ki} = 11 \cdot V_{be}$$



# Határfrekvenciák

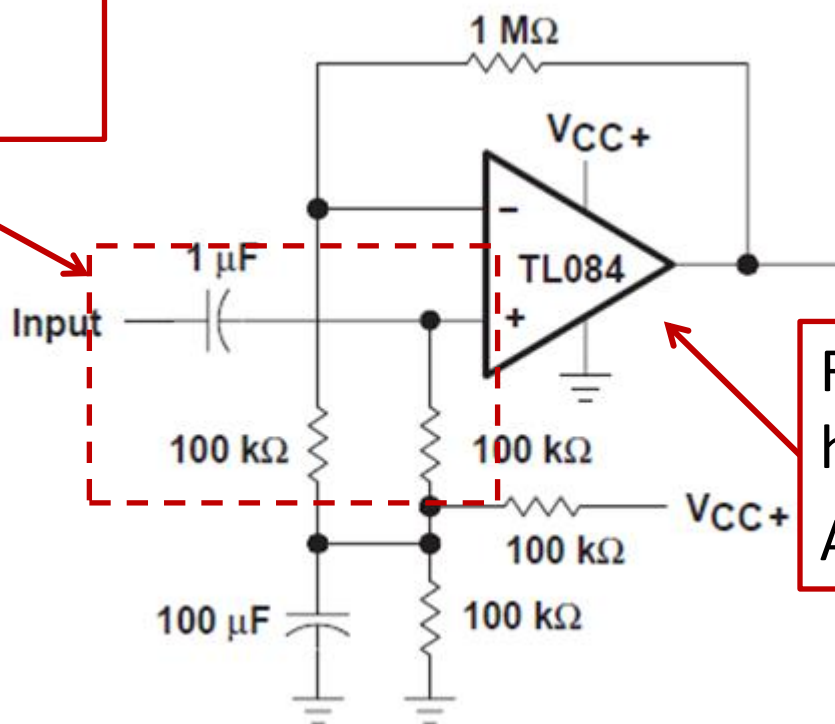
Alsó  
határfrekvencia:  
Leg kisebb  
időállandójú RC  
áramkör

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

$$R = 100k\Omega$$

$$C = 1\mu F$$

$$f_3 \cong 1,5Hz$$



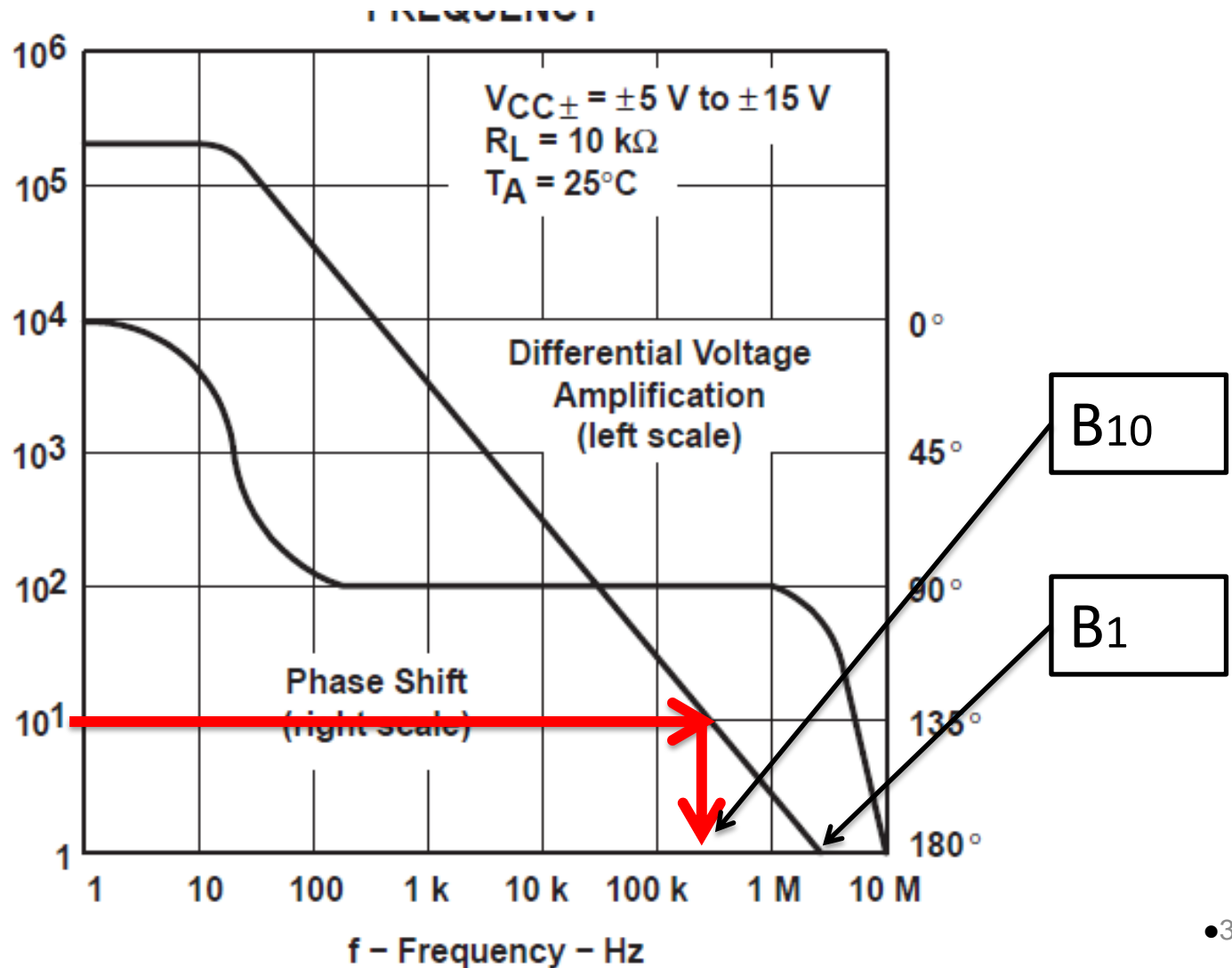
Felső  
határfrekvencia:  
Az IC adatlapból

# Adatlap

		$V_L = \pm 10V$		$\pm 10$	$\pm 12$	$\pm 10$	$\pm 12$	
$A_{VD}$	Large-signal differential voltage amplification	$V_O = \pm 10V, R_L \geq 2k\Omega$	25°C	25	200	25	200	V/mV
		$V_O = \pm 10V, R_L \geq 2k\Omega$	Full range	15		15		
$B_1$	Unity-gain bandwidth		25°C		3		3	MHz
$r_i$	Input resistance		25°C		$10^{12}$		$10^{12}$	$\Omega$
CMRR	Common-mode rejection ratio	$V_{IC} = V_{ICRmin}, V_O = 0, R_S = 50\Omega$	25°C	80	86	80	86	dB
Supply voltage								

$B_{1 \times 1} = 3\text{MHz} \longrightarrow B_{10 \times 10} = 3\text{MHz} \longrightarrow B_{10} = 0,3\text{MHz}$

# A felső határfrekvencia





**Köszönöm a figyelmet !**