

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles that resemble a circuit board or a data network. The lines are vertical and horizontal, with some diagonal connections, and the circles are placed at various points along these lines, suggesting nodes or components in a system.

ÁLTALÁNOS SZENZORINTERFACE KÉSZÍTÉSE HANGKÁRTYÁHOZ

SIMONEK PÉTER

KONZULENS: DR. OROSZ GYÖRGY

MÉRÉSTECHNIKA ÉS INFORMÁCIÓS RENDSZEREK
TANSZÉK

2017. MÁJUS 10.

CÉLKITŰZÉS

- Tesztpanel készítése műveleti erősítős kapcsolások zajtulajdonságainak mérésére
 - Alkatrész kiválasztása (különös tekintettel a műveleti erősítőkre)
 - Erősítőkapcsolás megtervezése töltéskimenetű szenzorhoz
 - Nyáktervezés, gyártás, beültetés
- Zaj-, és átviteli tulajdonságok mérése
- Következtetések levonása az töltéskimenetű szenzorok interface-áramkörének tervezésének elősegítésére

ALKATRÉSZEK KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI

- Műveleti erősítők
 - Zajparaméterek
 - Kis tápfeszültség, elemes táp lehetősége (hordozhatóság miatt)
 - Sávszélesség (hangfrekvenciás tartomány: 20Hz – 20kHz)
 - Kivezérelhetőség
 - Tokozás
- Ellenállások
 - Ellenállás nagysága $\rightarrow U_{zajR} = G * \sqrt{4kTRB}$
 - Technológia (vastagréteg, vékonyréteg)

MŰVELETI ERŐSÍTŐK ZAJA

- Bemeneti feszültség- és áramzaj-sűrűség:

$$e_n, i_n$$

Ebből a kimeneten megjelenő zaj:

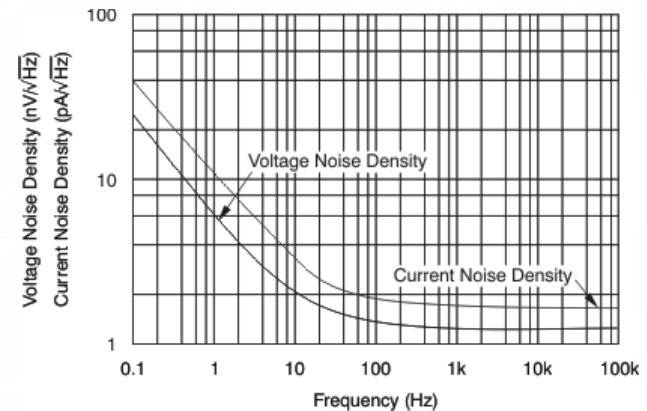
$$U_e = e_n * \sqrt{B} * (1 + A_u) \approx$$

$$\approx e_n * \sqrt{B} * A_u$$

$$U_i = i_n * R * \sqrt{B}$$

- Négy, különböző paraméterekkel rendelkező erősítő kiválasztása:

MCP6021, MCP6271, OPA376, OPA1611



VÁRAKOZÁSOK

- Két fő becsülhető zajtényező:

- Műveleti erősítő feszültségzaja $10 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ -el számolva:

$$U_{ME} \approx 3,5 \text{ mV}$$

- Bemeneti ellenállás termikus zaja, ez $1 \text{ k}\Omega$ -nál:

$$U_R \approx 1,4 \text{ mV}$$

- Ezek eredője:

$$U_{zaj} = \sqrt{U_{ME}^2 + U_R^2} = 3,8 \text{ mV}$$

TÖLTÉSERŐSÍTŐ KAPCSOLÁS

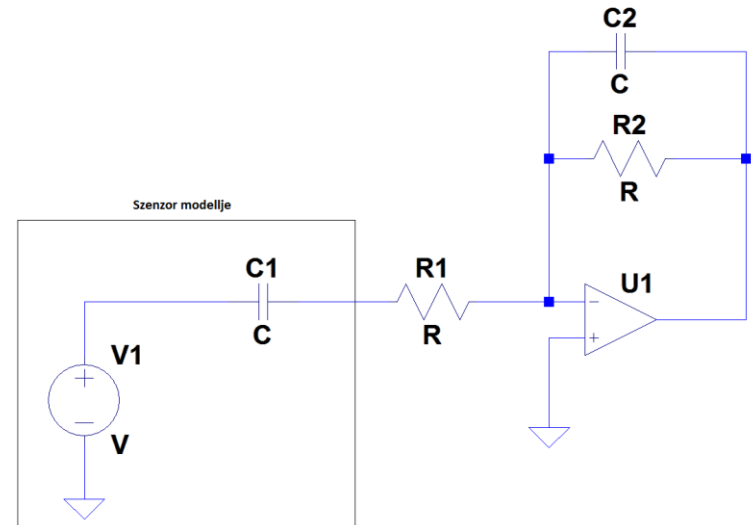
- Átvitel:

$$H(s) = -\frac{R_2}{R_1} * \frac{sR_1C_1}{(1 + sR_1C_1) * (1 + sR_2C_2)}$$

- Törésponti frekvenciák:

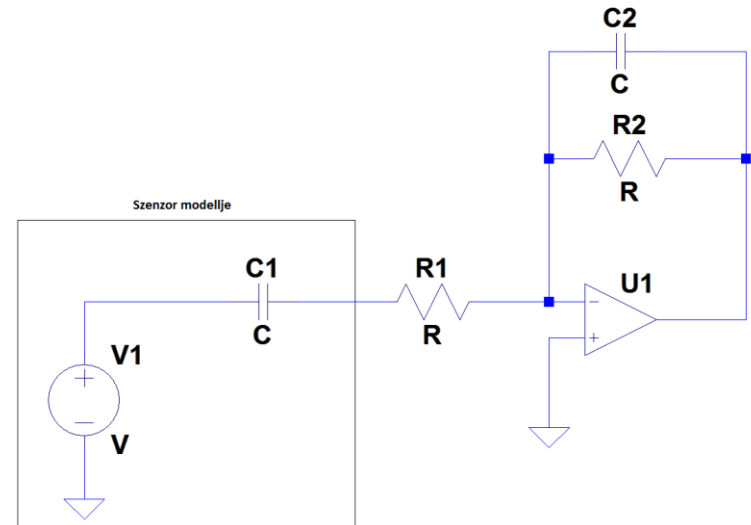
$$\frac{1}{2\pi R_1 C_1}, \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

- C_1 a szenzor kimeneti kapacitása, adott (kb. 1 nF)



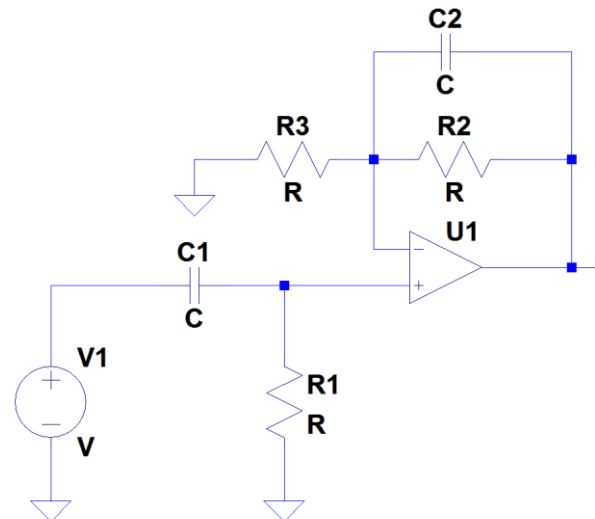
TÖLTÉSERŐSÍTŐ KAPCSOLÁS

- Probléma: a hangfrekvenciás erősítéshez szükséges törésponti frekvenciákhoz nagyon nagy ($\sim 10\text{M}\Omega$) ellenállást kéne használni még a 0dB-es erősítéshez is.



NEMINVERTÁLÓ ALAPKAPCSOLÁS

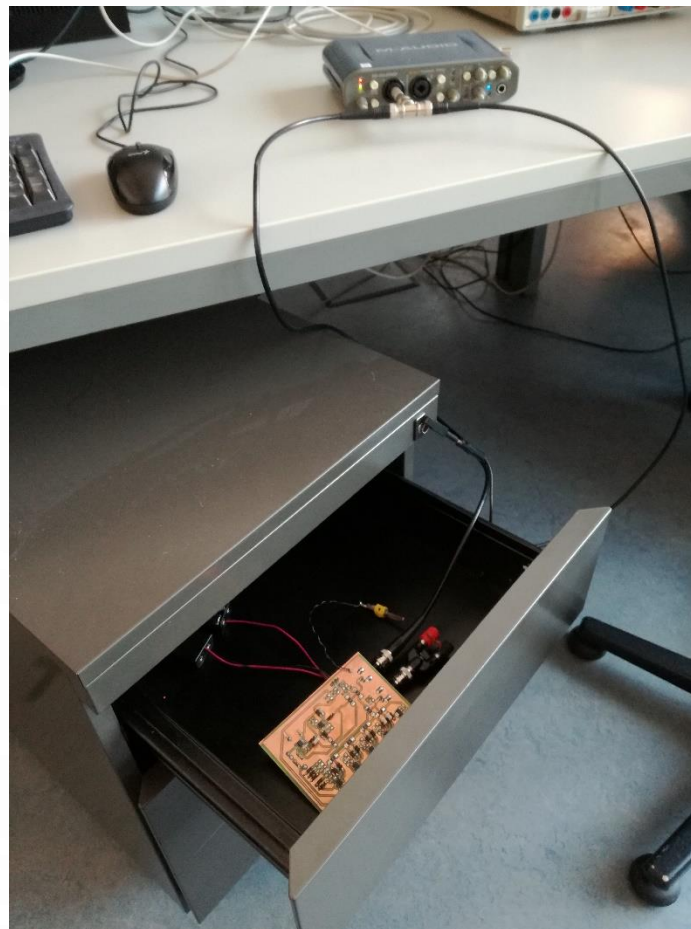
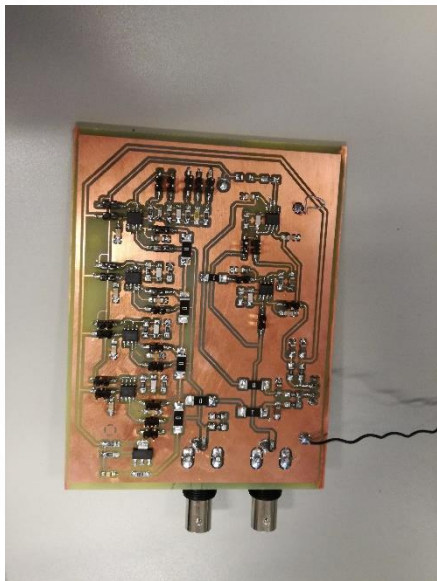
- A nagy ellenállás használata itt is szükséges, de R_3 -mal 0dB-nél jóval nagyobb erősítés is beállítható
- Törésponti frekvenciák ugyanúgy számíthatók
- $A_u = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)$



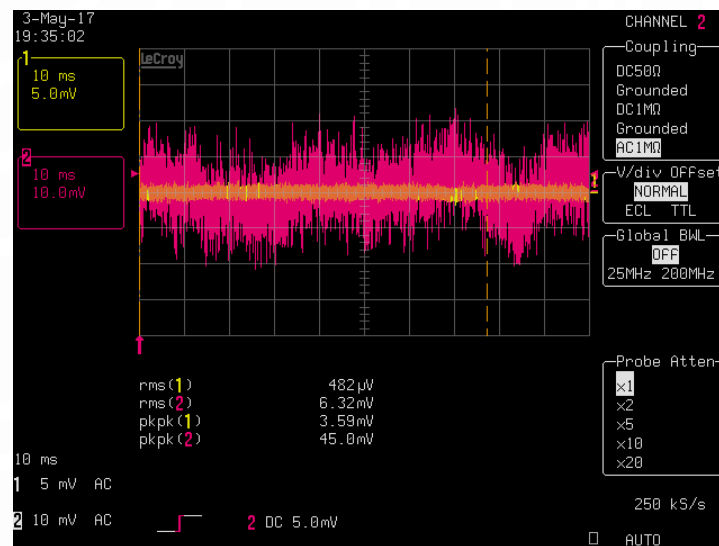
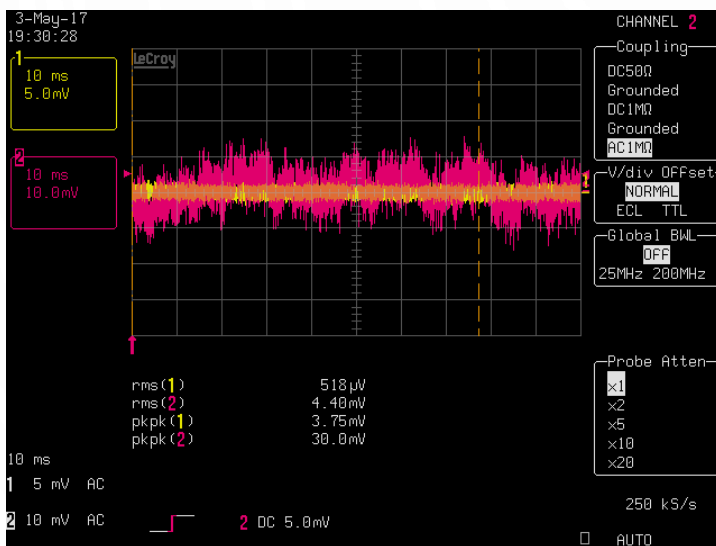
VÉGLEGES HARDVERTERV

- 3 erősítő-fokozat
- Első és második fokozat 50-szeres, harmadik 20-szoros erősítésű
- Első fokozat neminvertáló kapcsolás, a második és harmadik invertáló sávhatároló kondenzátorokkal
- Első fokozat négyszer kialakítva a négy kiválasztott műveleti erősítővel, amik jumperekkel leválaszthatók a jelfolyamról és a tápról is

MÉRÉSEK



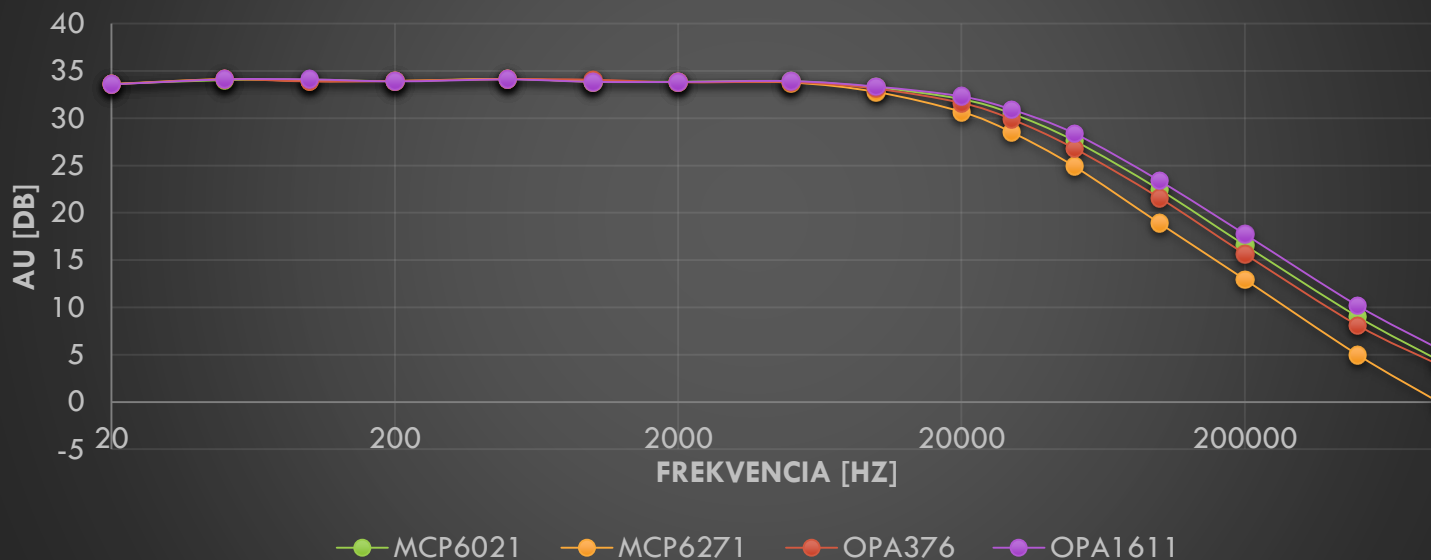
ERŐSÍTŐK KIMENETI ZAJA IDŐTARTOMÁNYBAN



Nagyjából a becsült értékek adódtak,
azoknál némileg magasabb

ÁTVITEL

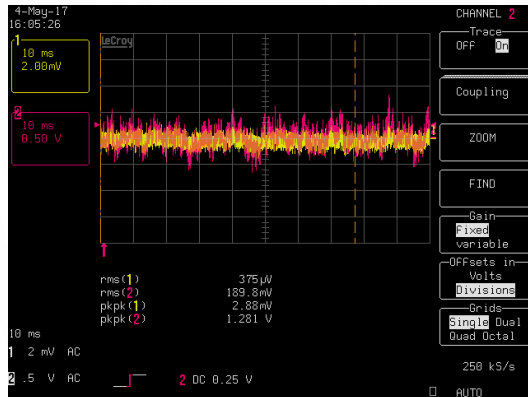
Az egyes műveleti erősítő-típusokkal megvalósított fokozatok átvitele



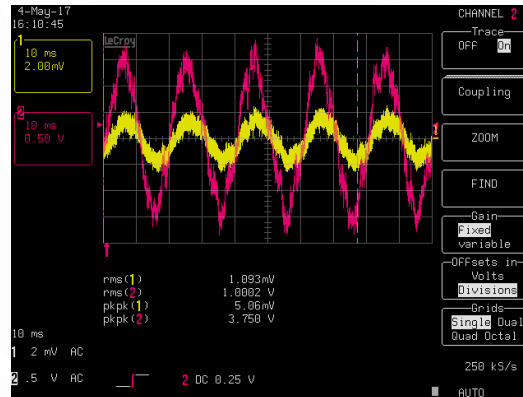
ELLENÁLLÁSOK ZAJA

- Az ellenállások mérettel összefüggő zaja nem elhanyagolható
- Az ellenállás gyártási technológiájának hatása nem kimutatható

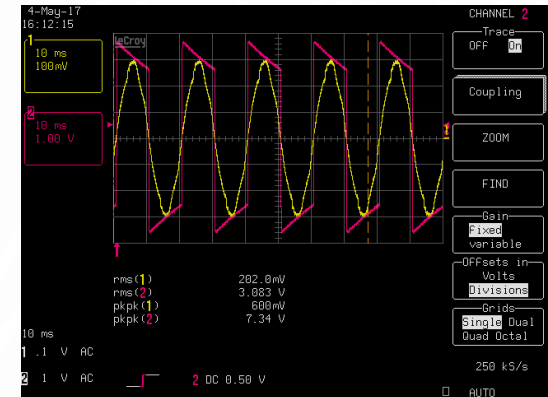
ÁRNYÉKOLÁS SZEREPE



Zaj fém dobozban (zárt fiókkal), földpontot az árnyékoláshoz kötve

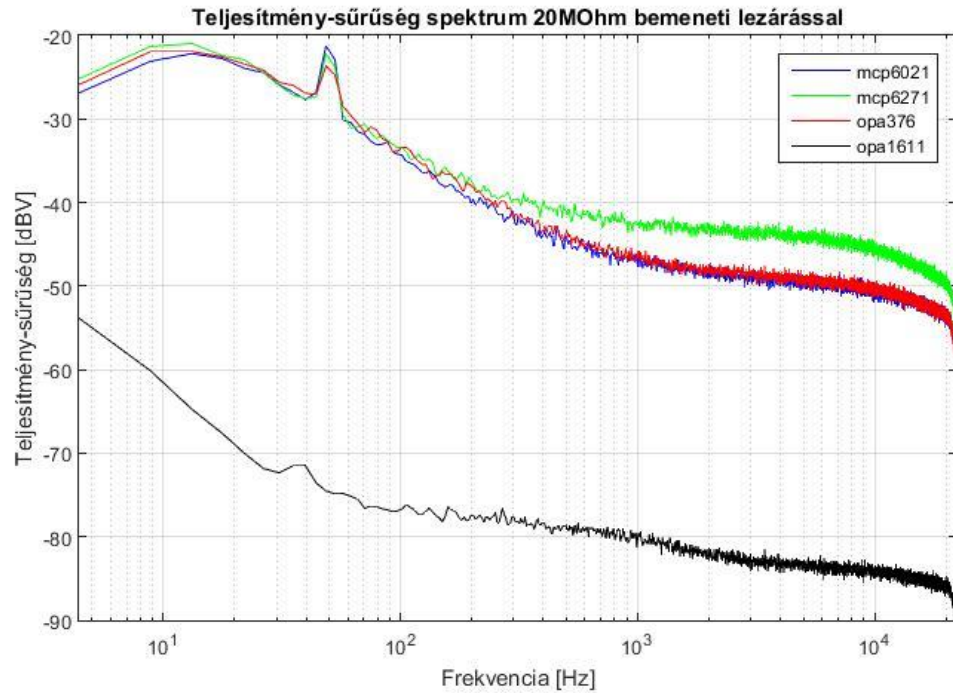


Zaj nyitott fiókkal, földpontot az árnyékoláshoz kötve



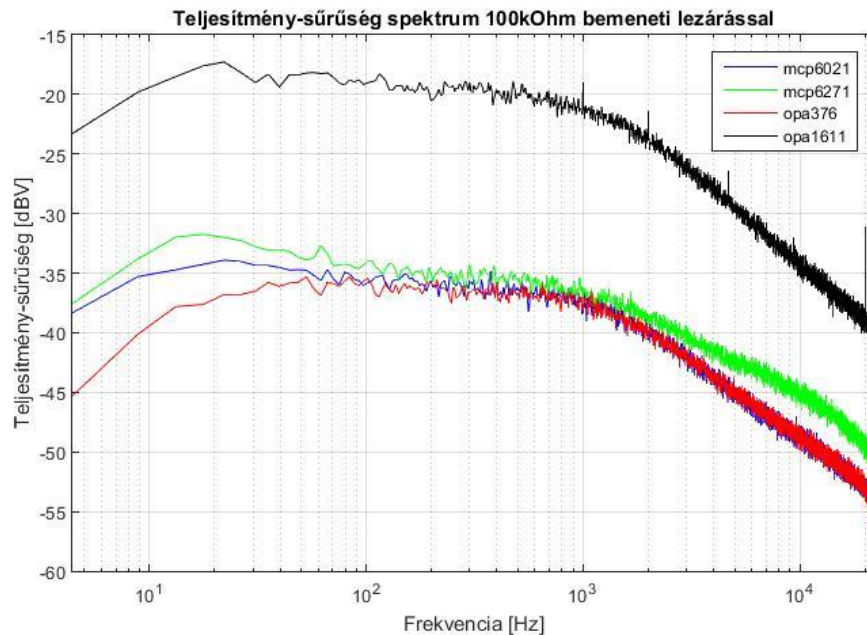
Zaj árnyékolás nélkül

SPEKTRUMOK



- Opa1611 spektruma ígéretesnek tűnik, de valójában kiült a negatív tápfeszültségre a nagy ofszet árama miatt
- Többi típusnál nagyjából a várt adatokat kaptuk

SPEKTRUMOK



- OPA1611 bemeneti feszültség-zaj sűrűsége a legkisebb, mégis az a legzajosabb, oka a nála legnagyobb áramzaj-sűrűség lehet
- Többi típus zajossága az nagyjából az adatlapok alapján várt viszonyban áll egymással

ÖSSZEGZÉS

- Fontosnak bizonyult szempontok a tervezésnél:
 - Műveleti erősítő feszültség- és áramzaj-sűrűsége
 - Műveleti erősítő ofszet-árama
 - Ellenállások értéke
 - Árnyékolás
 - Stb.