

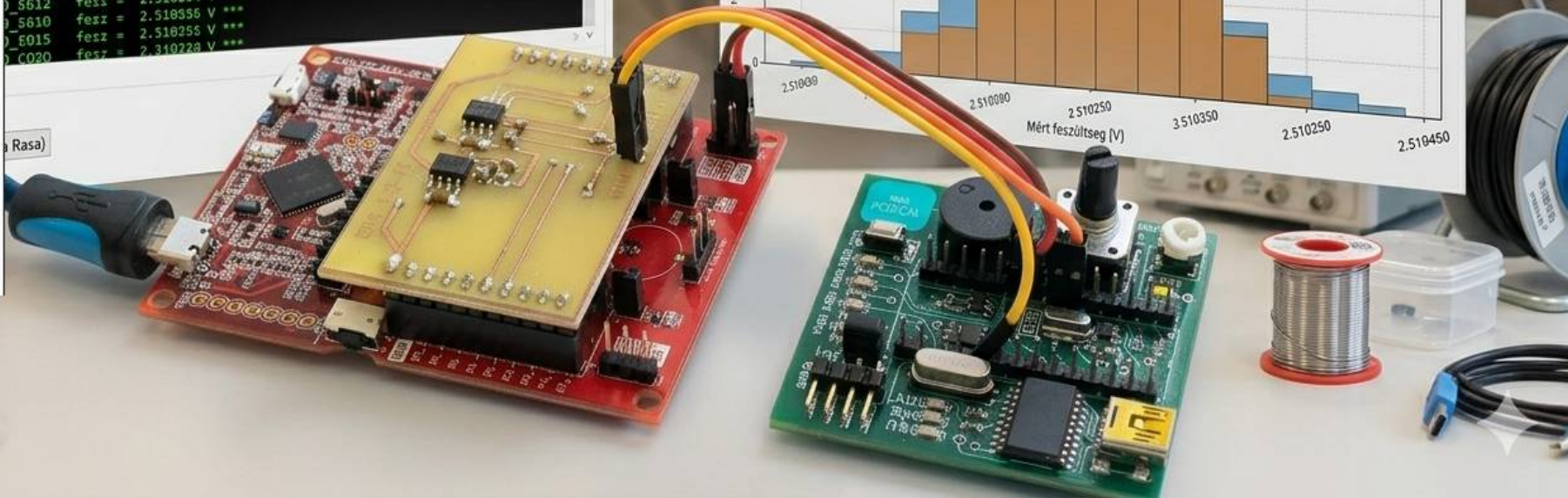
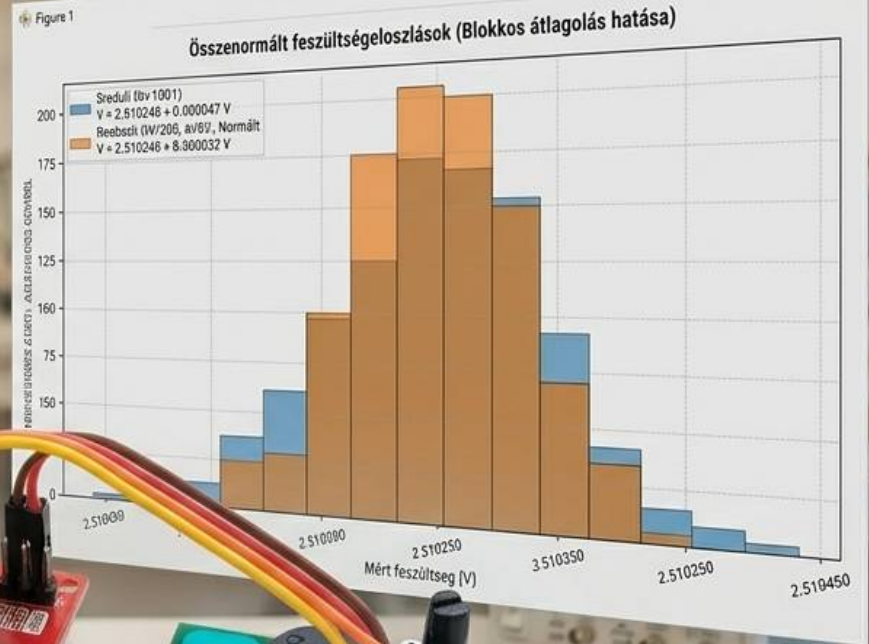
Mérési adatok statisztikai elemzése II.

Soros port beállítázi

Port: COM12 - MSP Application UART1 (COM) Baud: 9600 Connect

Terminál (beérkező hiyers auatok)

```
adat = 3010_8944 fesz = 2.510264 V ***
adat = 3010_E557 fesz = 2.510262 V ***
adat = 3010_E530 fesz = 2.510258 V ***
adat = 3010_E988 fesz = 2.510262 V ***
adat = 3010_5998 fesz = 2.510254 V ***
adat = 3010_E504 fesz = 2.510258 V ***
adat = 3010_EA66 fesz = 2.510234 V ***
adat = 3010_E596 fesz = 2.510252 V ***
adat = 3010_CA69 fesz = 2.510223 V ***
adat = 3010_6897 fesz = 2.510228 V ***
adat = 3010_5037 fesz = 2.510225 V ***
adat = 3010_EA01 fesz = 2.510252 V ***
adat = 3010_E615 fesz = 2.510255 V ***
adat = 3010_5660 fesz = 2.510256 V ***
adat = 3010_5612 fesz = 2.510254 V ***
adat = 3010_5610 fesz = 2.510256 V ***
adat = 3010_E015 fesz = 2.510255 V ***
adat = 3010_C020 fesz = 2.510228 V ***
```



Reális hibaforrások nagyfelbontású mérésnél

- ❖ **Véletlen (Gauss) zaj:** A rendszer belső termikus és fehérzaja, amely blokkos átlagolással (\sqrt{n}) hatékonyan elnyomható (szűkíti a hisztogramot)
- ❖ **1/f (villódzási) zaj:** Nagyon hosszú méréseknél jelentkező alacsony frekvenciás kószálás, ami idővel kiszélesíti az eloszlást
- ❖ **Hőmérsékleti hatás (Seebeck-effektus):** A nyomtatott áramkör parazita hőelemei (különböző fémek találkozása) a környezeti hőmérséklet vagy belső melegedés hatására mikrovoltos eltolódást okoznak
- ❖ **Settling (beállási folyamat):** Bekapcsolás után a rendszernek (főleg a tranzisztoros/diódás referencia áramköröknek) idő kell a termikus egyensúly eléréséhez; ez kezdeti driftként jelentkezik
- ❖ **EMI / Hálózati zavarok:** Az 50 Hz-es hálózati brumm vagy a mikrokontroller digitális áthallása periodikus zajt visz a rendszerbe, ami torzítja a tiszta Gauss-eloszlást
- ❖ **Blokkos átlagolás korlátja:** Szoftveresen csökkenti a fehérzajt, de a lassú fizikai trendeket (hőfokfüggés, beállási folyamat) nem képes kompenzálni

LTC2400 Volt Analyst

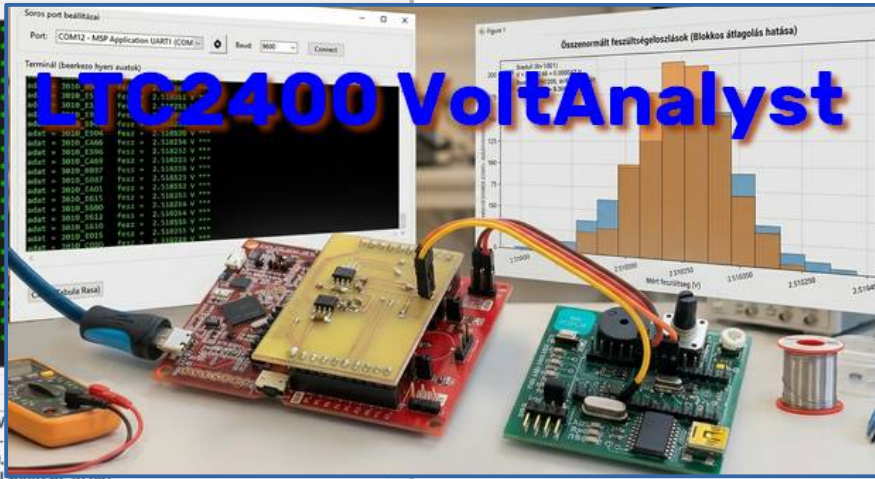
- ❖ A korábbi `adc_analyser` és `stat_elemzes` programok összevonásával és továbbfejlesztésével megszületett az **LTC2400 Volt Analyst** alkalmazás, ami az **LTC2400** ADC-vel végzett egyenfeszültség

mérések statisztikai elemzésére és a főbb paraméterek (átlag, szórás) meghatározására képes

- ❖ Bemenet: soros port vagy fájl
- ❖ Mérési adatok mentése fájlba
- ❖ Drift detektálás és korrekció
- ❖ FFT zajanalízis
- ❖ Histogramm készítése
- ❖ Blokkos átlagolás
- ❖ Átlag és szórás meghatározása

- ❖ A program nyíltforrású, igény esetén módosítható

adat =	Fesz =
3013_E32F	2.512138 V
3013_EDB7	2.512168 V
3013_EFE5	2.512168 V
3013_FBA1	2.512196 V
3013_E6C6	2.512146 V
3013_E16B	2.512134 V
3013_E157	2.512133 V
3013_D009	2.512125 V
3013_E170	2.512134 V
3013_F6A5	2.512184 V
3013_ED46	2.512162 V
3013_ECAA	2.512160 V
3013_F258	2.512174 V
3013_E69F	2.512146 V
3013_E08A	2.512132 V
3013_D58B	2.512105 V
3013_FA75	2.512193 V
3013_FAF9	2.512195 V
3013_FAFB	2.512195 V

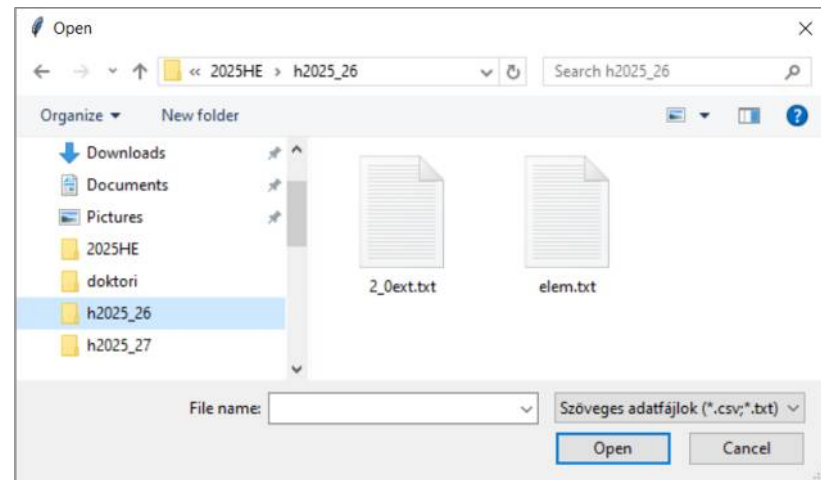


Mérési adatok beolvasása

- ❖ Az **LTC2400** fedlappal ellátott **MSP430** kártya a soros portra írja ki a mérési eredményt

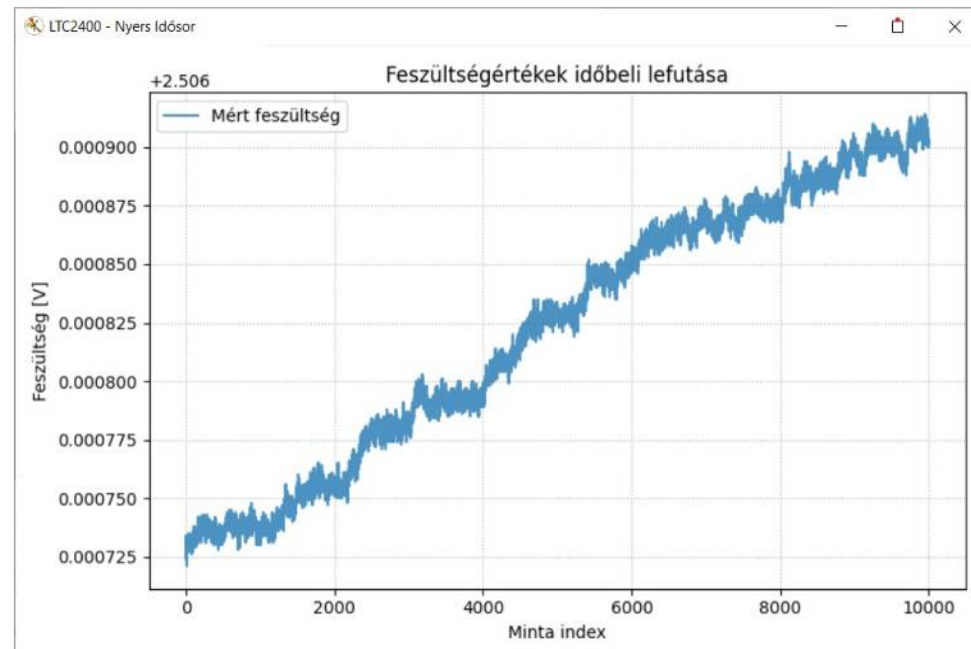
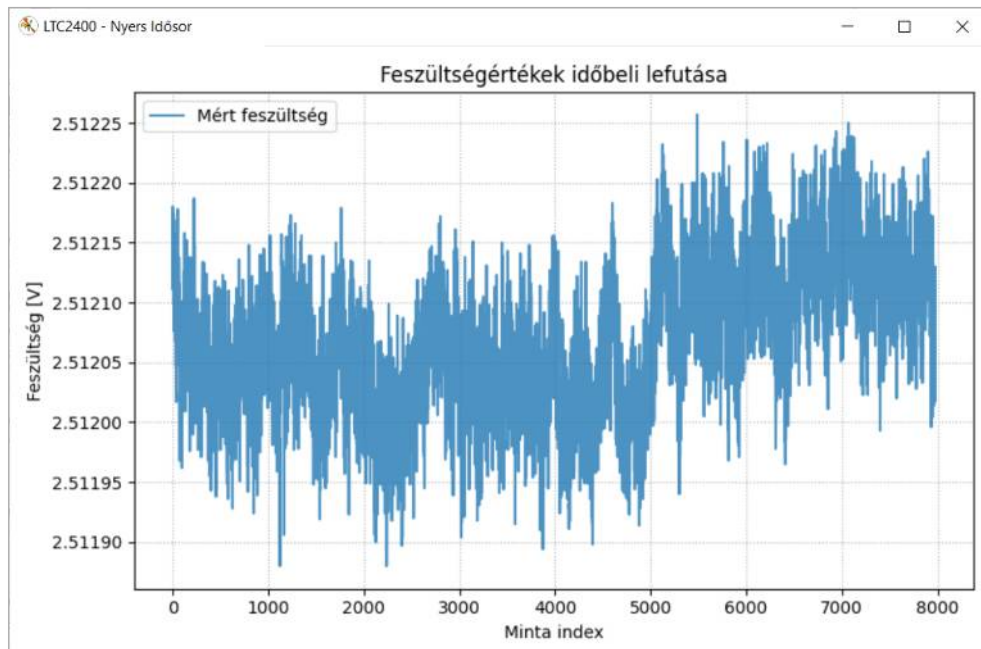


- ❖ A korábbi mérések adatait fájlból tölthetjük be



Adatsor ábrázolása

- ❖ Az adatok ábrázolás segíti a lassú tendenciák és a gyors időbeli változások vizuális ellenőrzését. A program emellett automatikus ellenőrzéseket is végez



Hisztogram készítése, statisztikai számítások

Az ábrákon két különböző mérés eredménye látható (a baloldaliban némi drift látszik)

Átlag:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

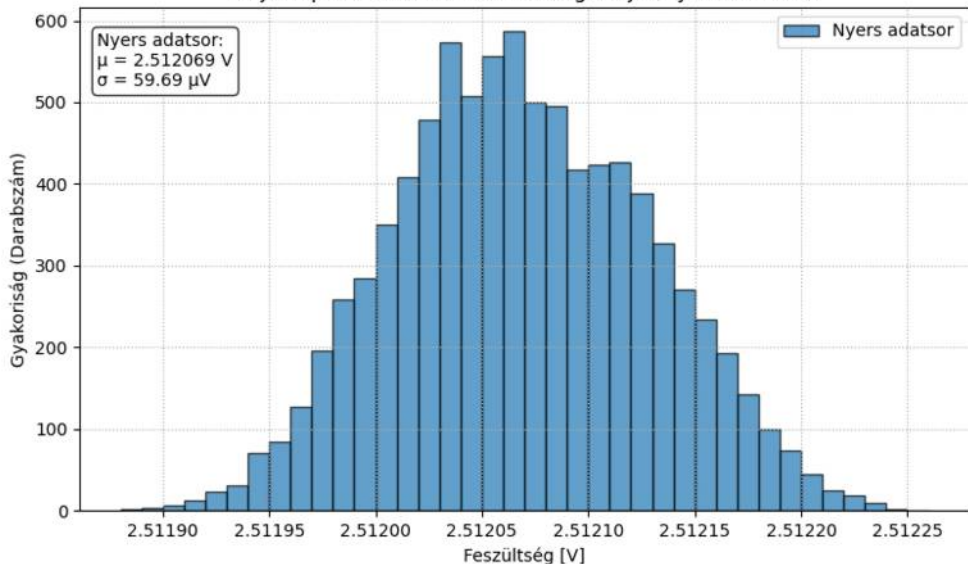
szórás:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Hisztogram specifikus beállítások

Blokk-átlagolás (n): Fix oszlopszám [db]: Fix szélesség [μV]:

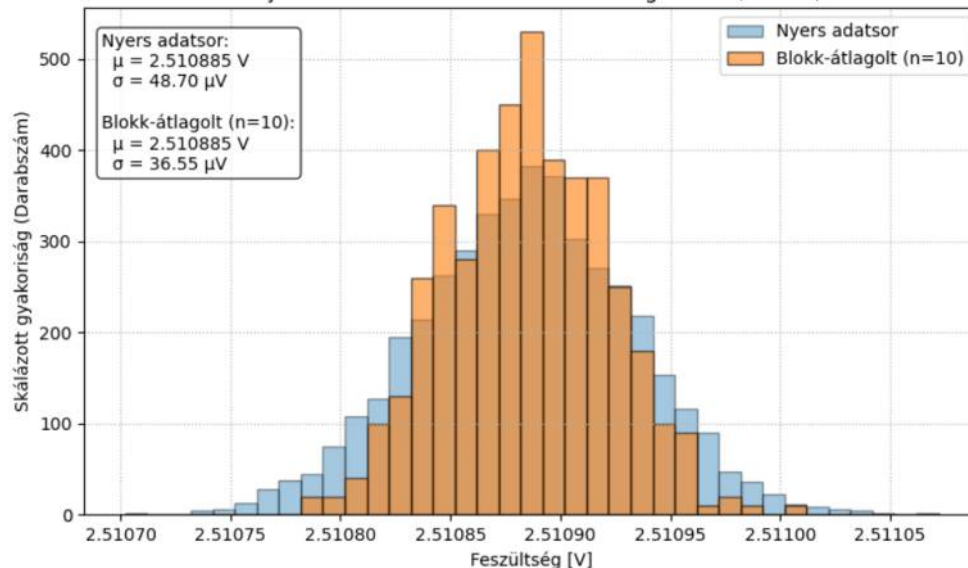
Zajkomponensek eloszlási histogramja (Nyers adatsor)



Hisztogram specifikus beállítások

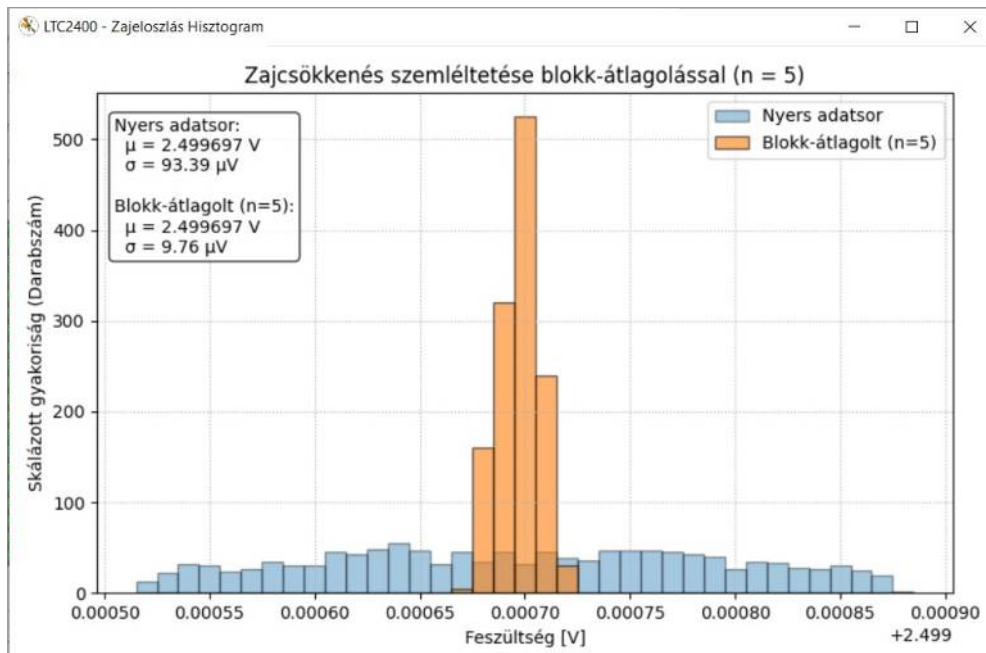
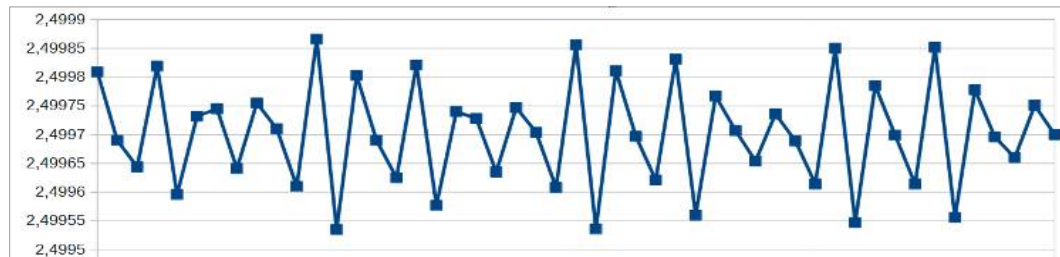
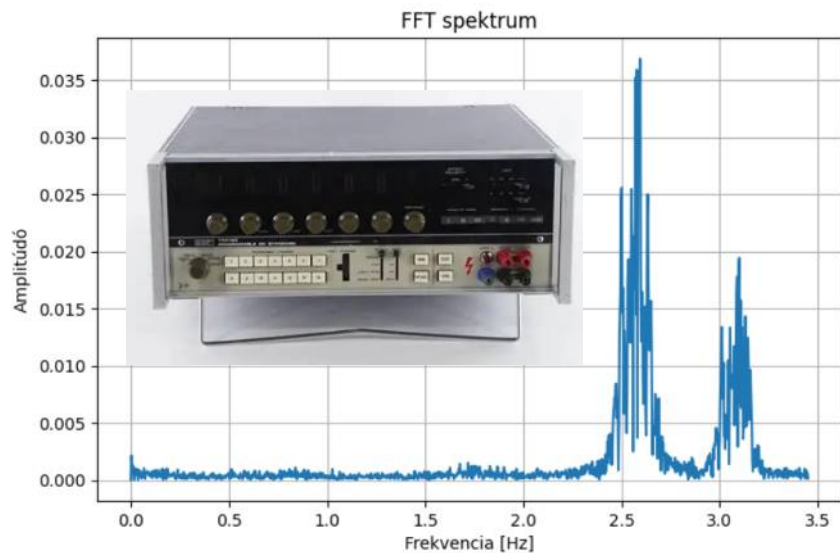
Blokk-átlagolás (n): Fix oszlopszám [db]: Fix szélesség [μV]:

Zajcsökkenés szemléltetése blokk-átlagolással (n = 10)



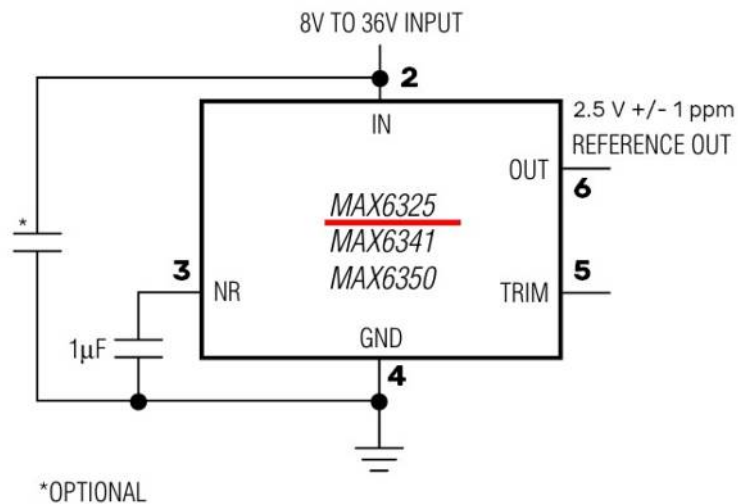
Zaj elemzése FFT analízissel

- ❖ TR6120 Takeda Riken DC standard kimenő jelét mérve nagy ingadozás figyelhető meg, amit Fourier transzformációval ellenőriztünk
- ❖ **Blokkos átlagolással** ez jól kezelhető

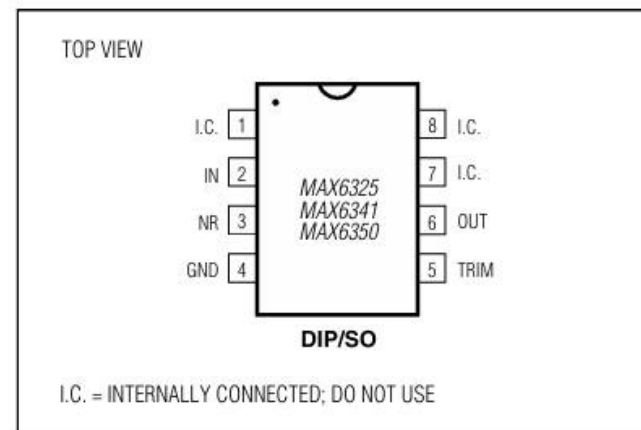


Kísérletek MAX6325-tel

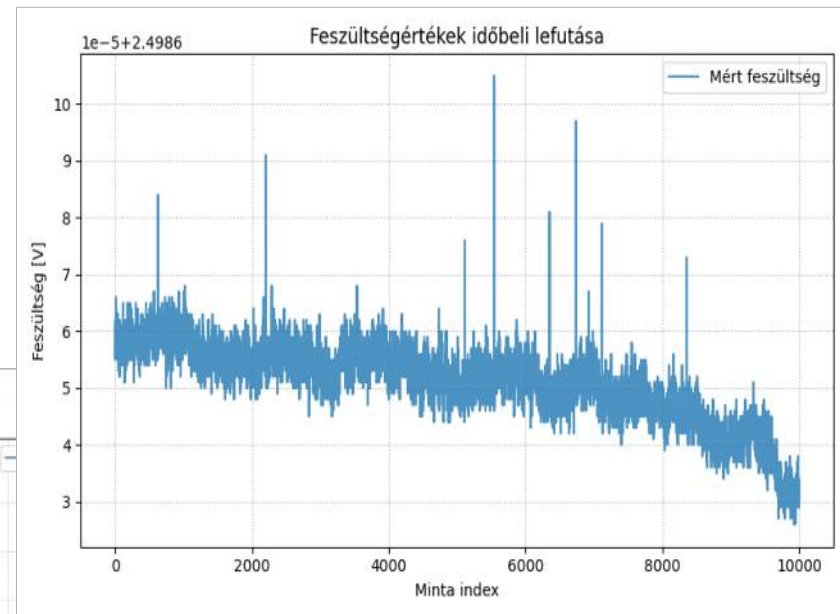
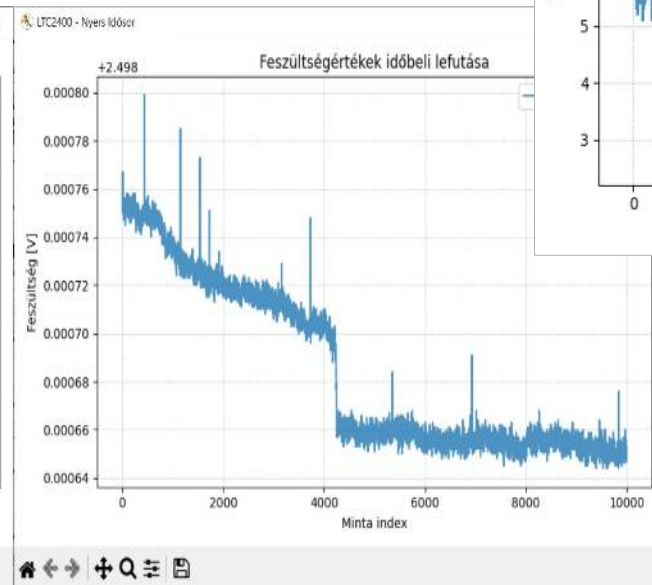
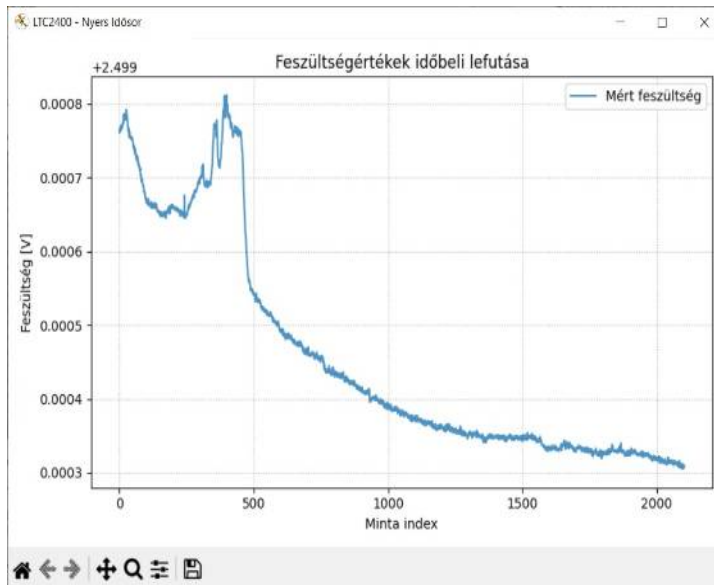
- ❖ A MAX6325 egy „eltemetett Zener” típusú feszültségreferencia
- ❖ Bemenő feszültség: 8 – 36V, kimenő feszültség: 2.5V
- ❖ Termikus stabilitás 1 ppm/°C
- ❖ Zaj: 1.5 $\mu\text{V}_{\text{p-p}}$
- ❖ A kísérleti összeállításban 9 V-os elemes táplálással próbálkozunk



Pin Configuration



Termikus beállítás



Driftkorrekció hatása

Termikus beállítás után 10 000 mérés eredményét vizsgáltuk

Zajkomponensek eloszlási histogramja (Nyers adatsor)

