

Adatgyűjtő rendszer periodikus jelek mérésére

Bárány Bence

Bsc Önálló laboratórium 2022/23/2 Tavaszi félév

Konzulens:

Pálfi Vilmos

A téma bemutatása

- Sztochasztikus mintavételezés
- Néhány komponensből álló periodikus jel
- Megvalósítás: STM32F7 32 bites mikrokontrolleren
- A feladat két részfeladatból áll:
 - Jelfeldolgozó algoritmus: software
 - Mintavételezés: software + hardware

Elméleti háttér

- Compressed sampling
- Nonuniform sampling
- Stochastic sampling

A jelfeldolgozó algoritmus

- Szinuszos illesztés - legkisebb négyzetek módszere
- Kezdeti paraméterek becslése

$$y_{i,0} = A_0 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{f_0}{f_s} \cdot i\right) + B_0 \cdot \sin\left(2\pi \cdot \frac{f_0}{f_s} \cdot i\right) + C_0$$

- Kezdeti frekvencia becslés: Hann ablakos interpolált FFT

$$f = (i + \delta) \cdot \frac{f_s}{N} \quad \delta = \frac{2\alpha - 1}{\alpha + 1} \quad \alpha = \frac{|X[i + 1]|}{|X[i]|}$$

A jelfeldolgozó algoritmus

- Iteráció

$$y_{i,k+1} = A_k \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{f_k}{f_s} \cdot i\right) + B_k \cdot \sin\left(2\pi \cdot \frac{f_k}{f_s} \cdot i\right) + C_k + \Delta f \cdot \frac{\partial y_{i,k}}{\partial f}$$

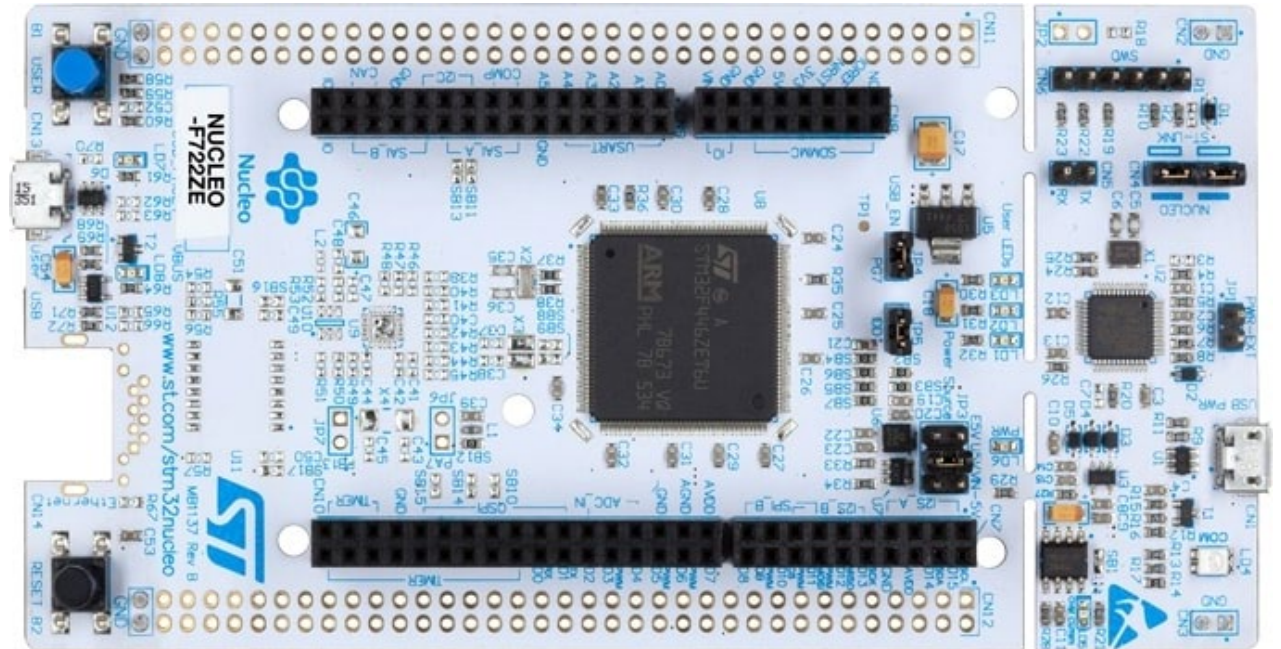
- Legkisebb négyzetek probléma

$$\mathbf{p} = (\mathbf{K}^T \mathbf{K})^{-1} \mathbf{K}^T \mathbf{y}$$

- P paramétervektor tartalmazza a meghatározott paramétereket

A mikrokontroller: STM32F722ZE

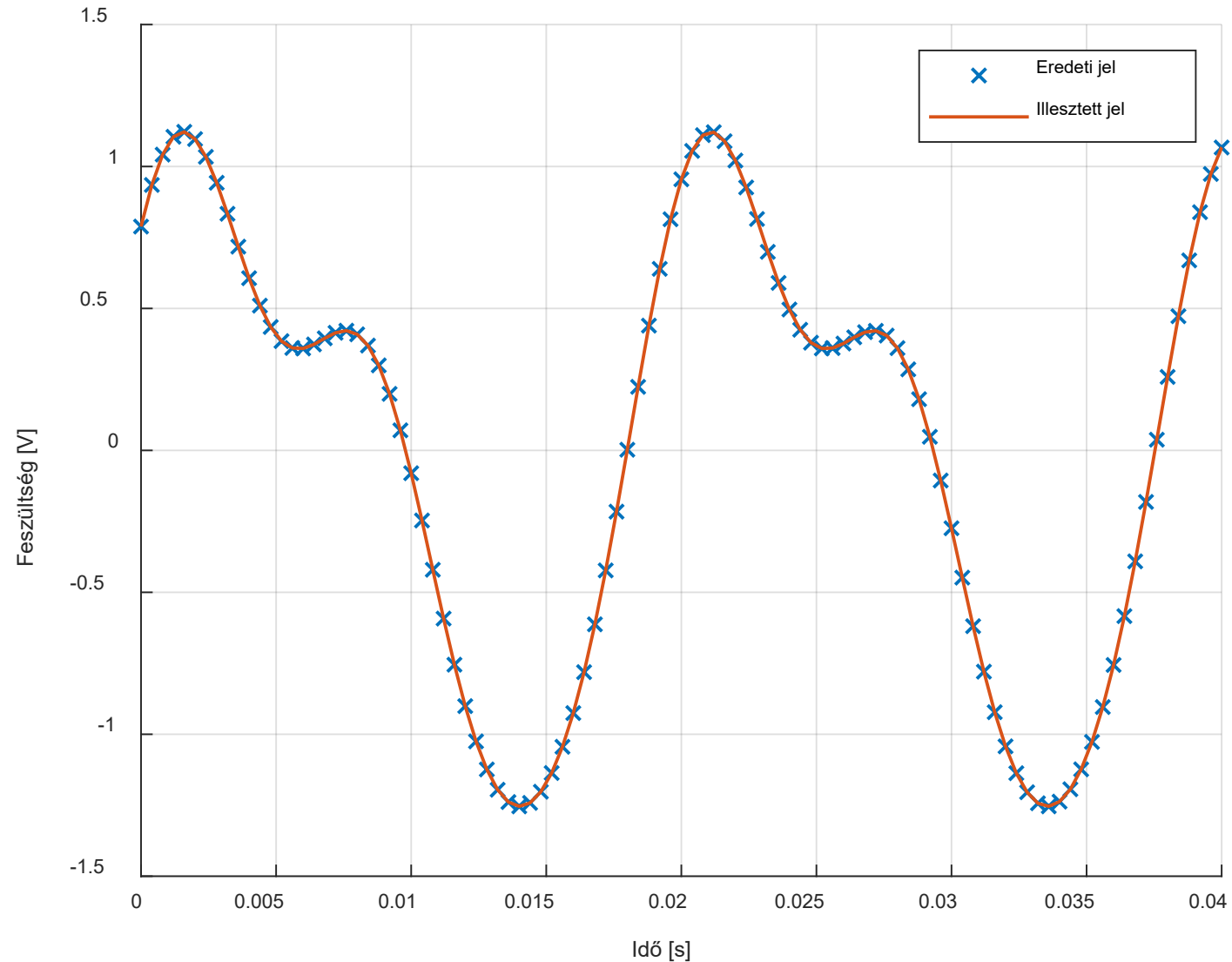
- ARM Cortex-M7 @216 MHz
- 3 db 12 bites ADC, max 2.4 Msample/s
- 2 db 12 bites DA
- Analog true RNG
- FPU



Az implementáció

- Vezérlés és rögzített adatok kijelzése Matlab segítségével
- Kommunikáció soros porton
- Jelenleg azonosítható jelek: alapharmonikus + 2 felharmonikus
- mátrix műveletek: a CMSIS-DSP könyvtár

Eredeti és illesztett jel az időtartományban



Eredeti és illesztett jel a frekvenciatartományban

$f_1 = 51.187\text{ Hz}$

$a_1 = 1\text{ V}$

$f_2 = 102.374\text{ Hz}$

$a_2 = 0.4\text{ V}$

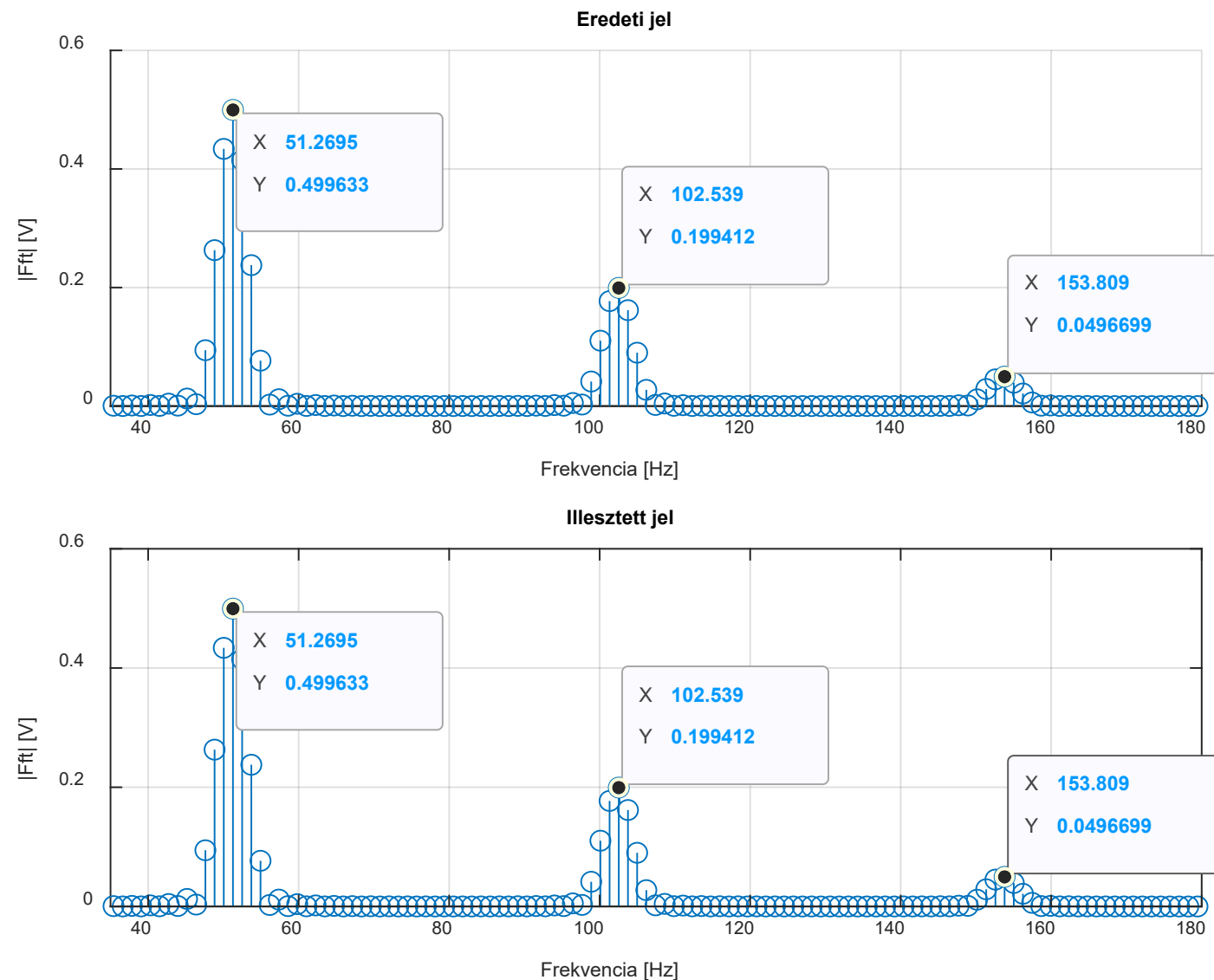
$f_3 = 153.561\text{ Hz}$

$a_3 = 0.1\text{ V}$

$c = 0\text{ V}$

$F_s = 2500\text{ Hz}$

$N_{\text{fft}} = 2048$



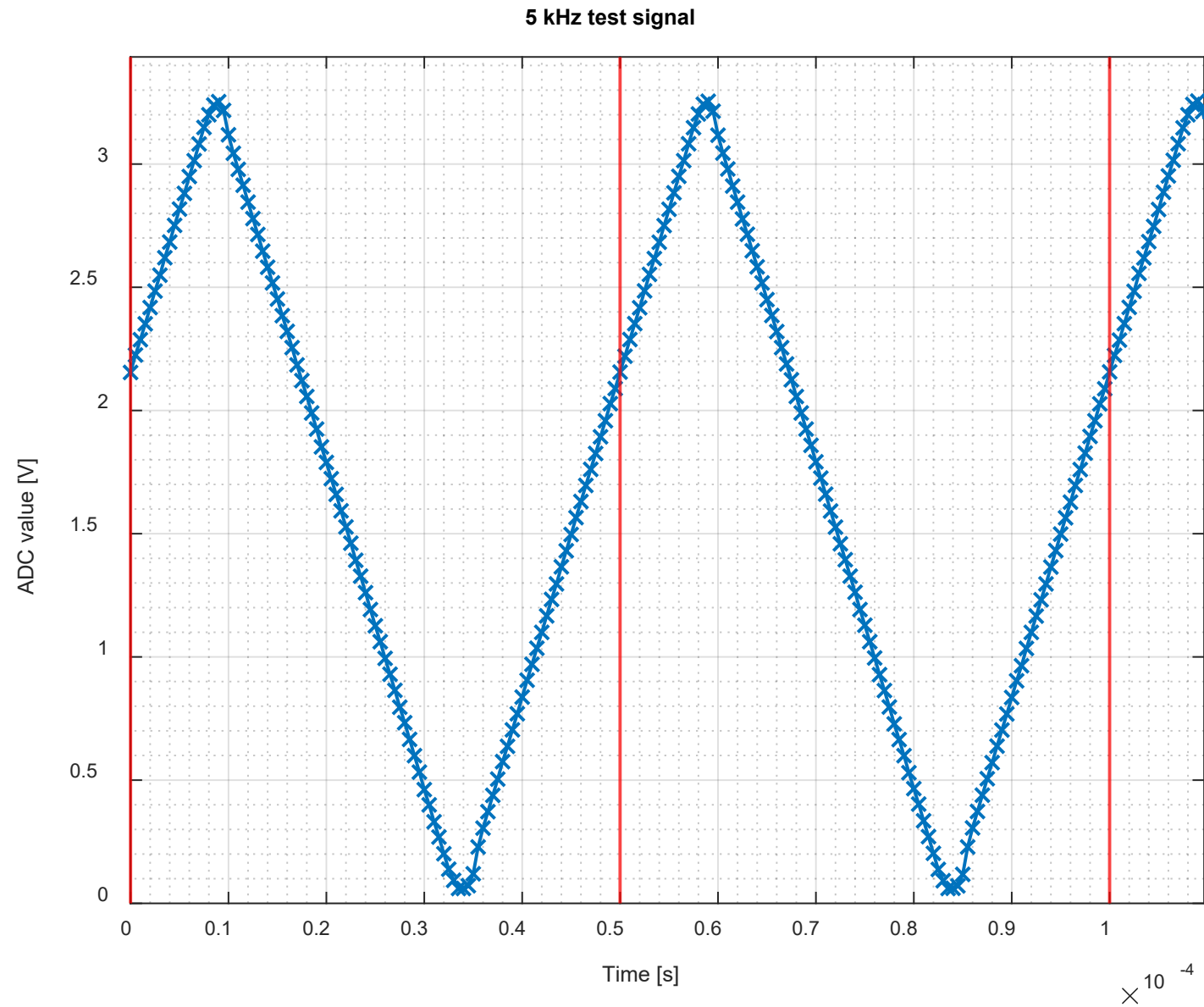
Az implementáció - a mintavételezés

- Az ADC-t DMA módban használom, a konverziókat timer indítja.
- Kettős bufferelés DMA-val, majd innen mentés a végleges bufferbe
- Külső trigger áramkör: (histerézises komparátor)
 - GPIO interrupt
 - Minták megjelölése trigger áramkör jelzésére

Az implementáció - egyéb funkciók

- Állítható frekvenciájú háromszögjel generátor a DA használatával
 - Tesztjel előállítás
- Jelek mintavételezése 2 csatornán ADC-k dual módban működtetve
 - Belső szinkronizálás, adatok mentése egyetlen dma művelettel
- Állítható mintaszám

Az implementáció



A projekt folytatása

- Analog frontend
- Kijelző illesztés
- Fizikai kezelőszervek – gombok, kapcsolók, enkóderek
- Mintavételezett jeleken egyéb paraméterek mérése
 - Pl.: le- és felfutási idő, fázisszög, frekvencia, effektív érték, math funkciók

Felhasznált források

- st.com
- Digitális jelfeldolgozás a gyakorlatban tárgy előadás fóliái
- Andráš, I., Dolinský, P., Michaeli, L., & Šaliga, J. (2018). A time domain reconstruction method of randomly sampled frequency sparse signal. Measurement, 127, 68-77.