



Többfunkciós mérőműszer megvalósítása DSP-n

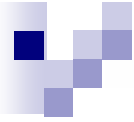
BSc Önálló laboratórium (BME-VIMIA353)

Készítette: Mályusz Anna

Konzulens: Orosz György

BME - MIT

Budapest, 2010. december 08.



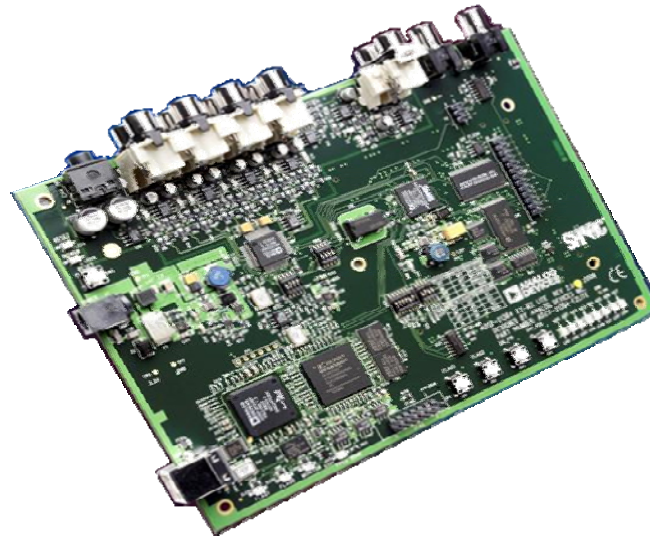
Bevezetés

- Egyszerű műszer
 - Integrálja a mérő és jelgenerátor funkciókat
 - Helytakarékos
 - Automatikus mérőfunkciók
- Megvalósítás: jelfeldolgozó processzorral (DSP)
- Megcélzott tartomány: hangfrekvenciás tartomány
- Kezelés PC segítségével

Felhasznált eszközök

ADSP-21364 EZ-KIT Lite fejlesztői kártya

- 300 MHz 32-bites lebegőpontos
- 3 Mbit RAM
- 8 kimeneti D/A csatorna
- 2 bemeneti A/D csatorna
- C / assembly nyelv



Fejlesztői környezet:

Analog Devices Visual DSP ++

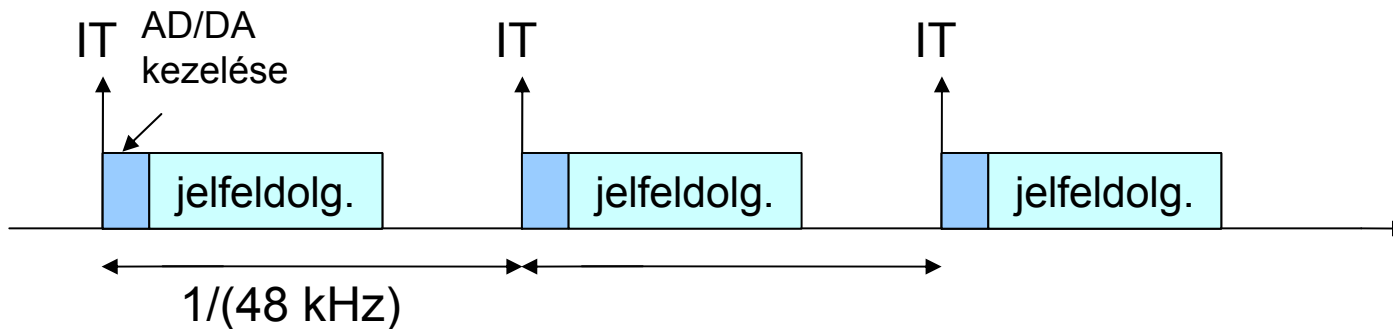
Kommunikációs kártya

- PC és DSP közti soros kommunikáció

Program felépítése



Megszakítás alapú programszervezés



Funkciók két csoportja:

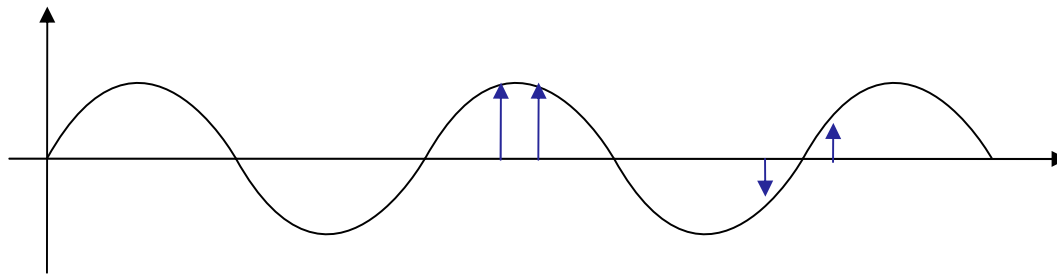
- mérés
- jelgenerálás

Mérési funkciók

Olyan mérési funkciók megvalósítása, amik elterjedtek az általános mérőműszereken

- Maximum, Minimum amplitudó, Peek to peek
- Frekvencia, periódusidő
- RMS, RMS szórás

Minden esetben állítható a mérési idő.



jövőbeni cél:
mérések pontosítása
interpolációval

RMS mérés

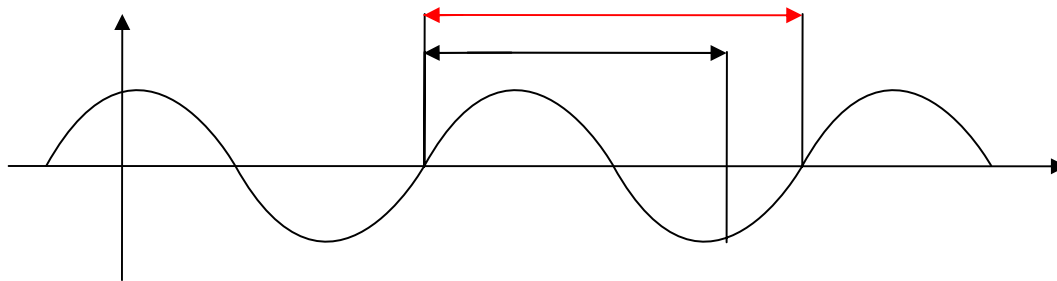
Mintavételezett jel RMS-e:

$$x_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt}$$

$$x_{eff} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x^2(i)}$$

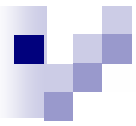
$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Szórás számítása általános funkció, egyelőre csak RMS-en tesztelve.

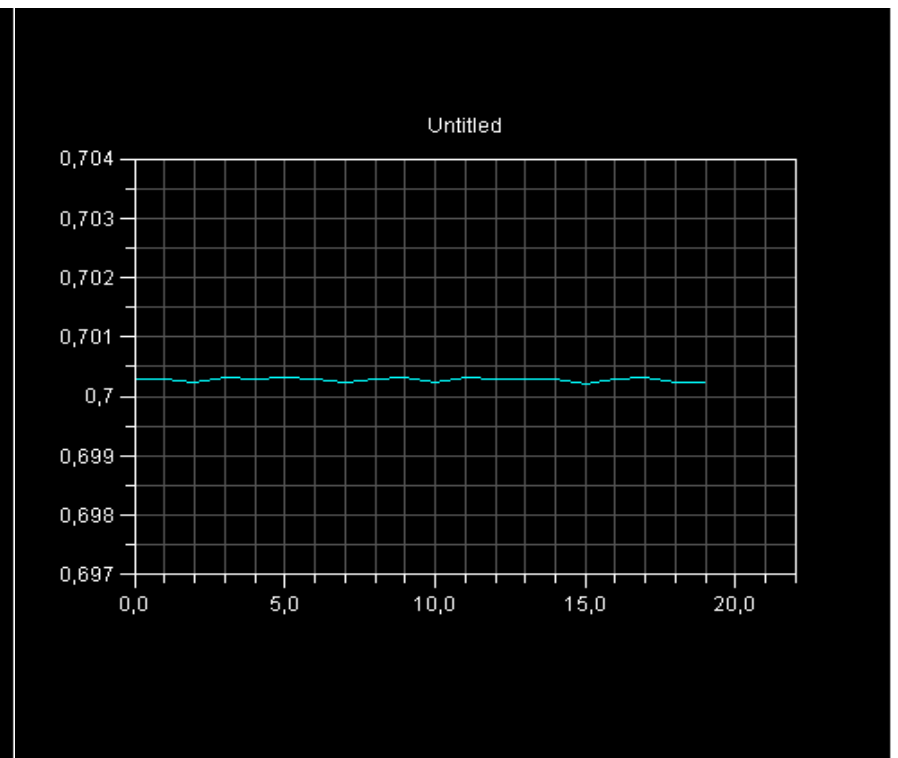
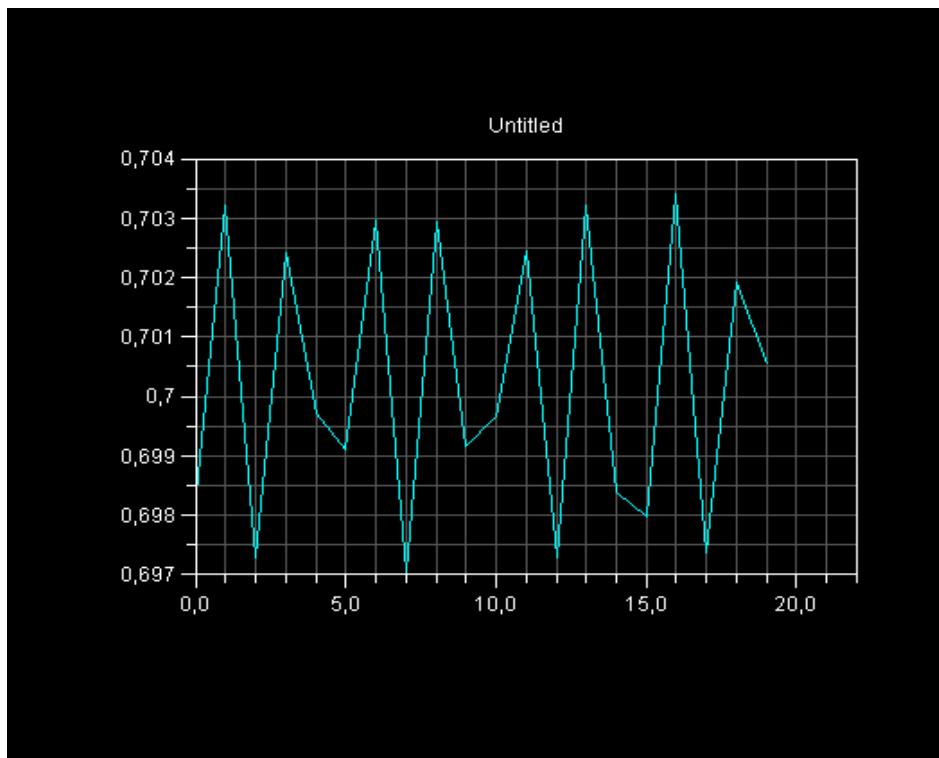


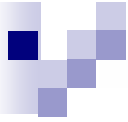
hiba forrása:
nem egész számú félperiódusra
végezzük az integrálást.

**A korrigálás egy
nagyságrendet javít a
szórás értékén.**



RMS méré





Vizsgálójelek

- szinusz
- változtatható kitöltésű négyszögjel
- változtatható kitöltésű háromszögjel
- zaj

Szinusz jel előállítására könyvtári függvény alapján:

$$x(n) = \sin(\varphi(n))$$

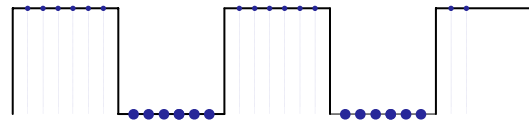
Fázisváltozót léptetjük a frekvenciával arányos lépésközzel:

$$\varphi(n+1) = \varphi(n) + f_0/f_s$$

Háromszög- és négyszögjel előállítása

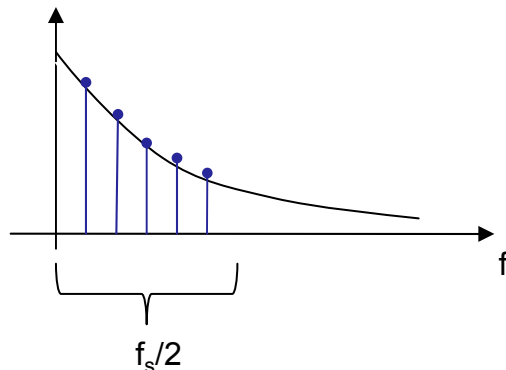
Alternatívák:

- Wavetable "hullámtábla":



- Additív:

A jelet Fourier komponenseiből építjük fel

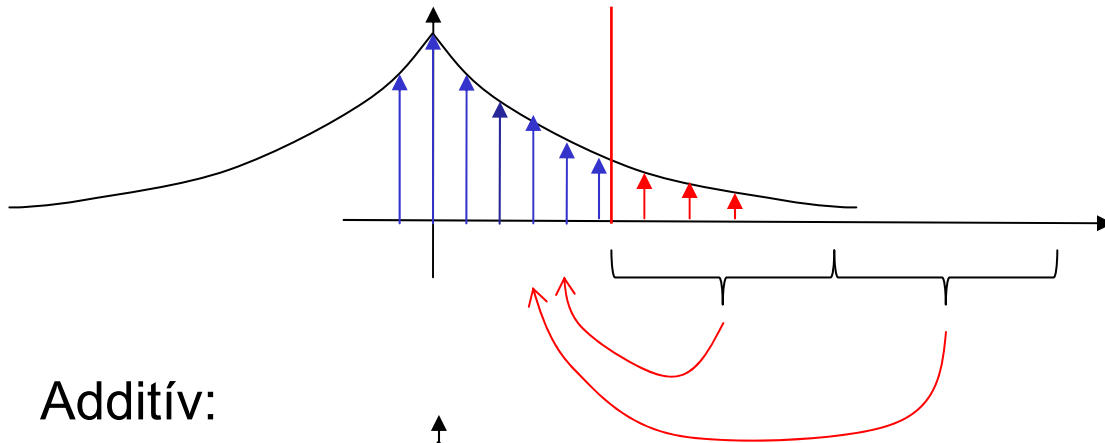


$$\frac{4A}{\Pi} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{(k-1)} \frac{\cos((2k-1)\omega t)}{2k-1} \quad \text{négyszögjel}$$

$$\frac{-8A}{\Pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos((2k-1)\omega t)}{(2k-1)^2} \quad \text{háromszögjel}$$

Háromszög- és négyszögjel előállításának hibája

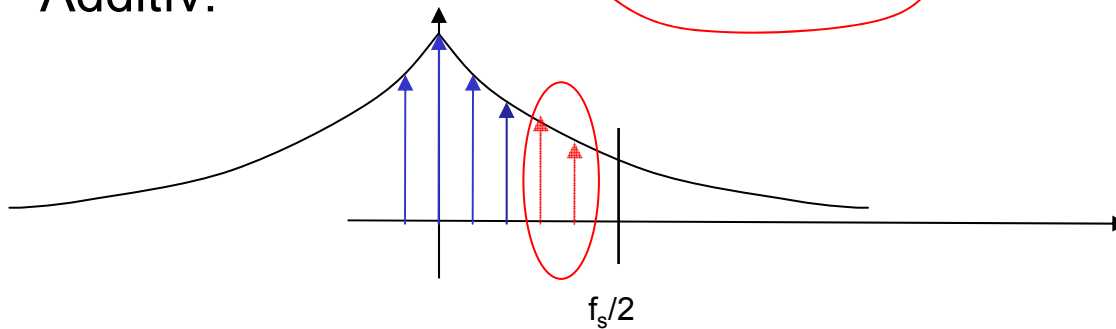
- Wavetable:



$$\frac{\sqrt{\sum_{\forall b} |X_b|^2}}{X_{eff}}$$

b : belapolódó komponensek

- Additív:



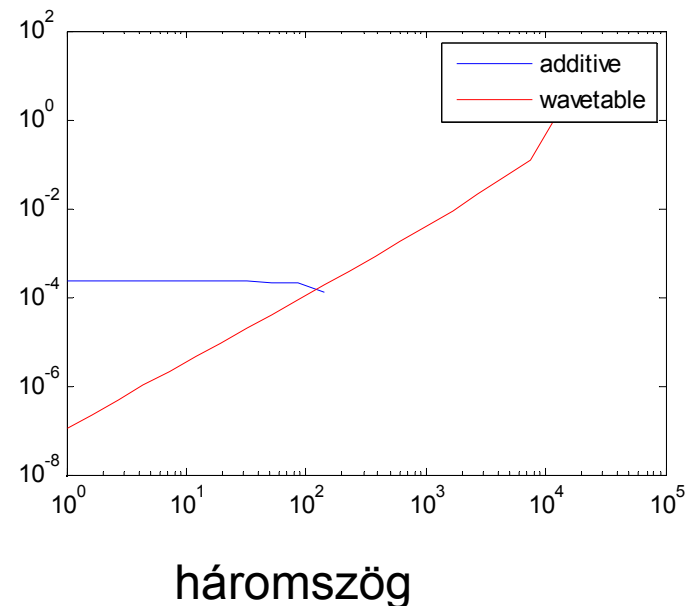
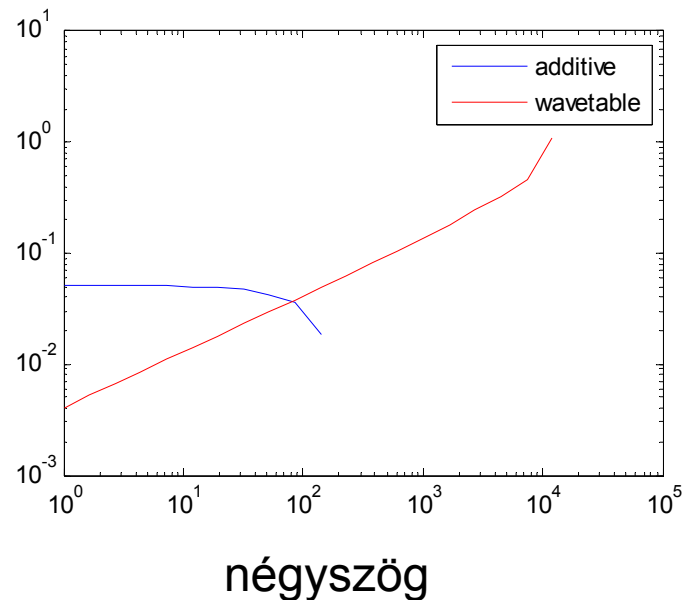
$$\frac{\sqrt{\sum_{\forall h} |X_h|^2}}{X_{eff}}$$

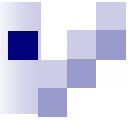
h : hiányzó komponensek

Melyik módszerrel érdemes előállítani a jelet?

Frekvenciától függ:

- Alacsony frekvenciájú alapharmonikusnál wavetable, magasabb frekvenciájú alapharmonikusnál additív szintézist érdemes választani (határfrekvencia kb. 100Hz)





Additív szintézis előállítása

- Számításigényes, futási idő kritikus

Rekurzív számítás:

- Csak szorzásokat és összeadásokat tartalmaz, nincs függvényhívás

- Bázisfüggvények generálása

Alapharmonikus: $e^{j\varphi}$

n . Harmonikus:

$$e^{jn\varphi} = e^{j(n-1)\varphi} * e^{j\varphi} = \text{alapharmonikus} * (n-1).\text{harmonikus}$$

- Együtthatók generálása

Előre számíthatók, adott paraméterek mellett csak egyszer fut le a kódrészlet

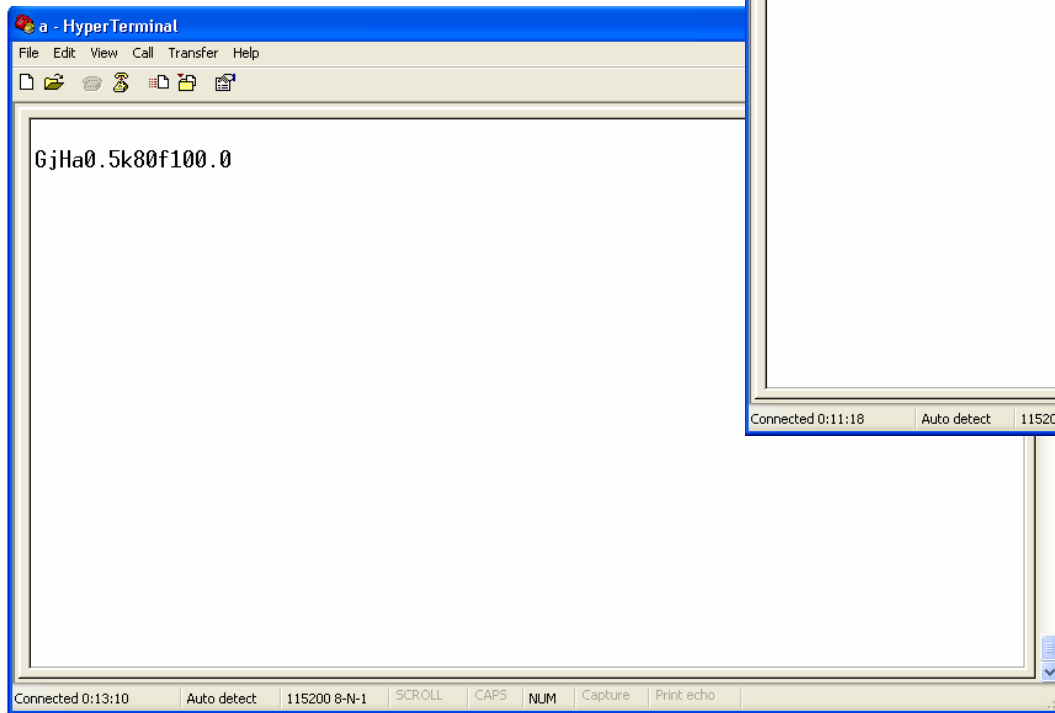
- 60 \rightarrow 150 nő a megvalósítható komponensek száma



A PC és a DSP kártya közti kommunikáció

- egyelőre egyszerű kommunikációs felület
- Windows HyperTerminal programjára épül
- ezen keresztül:
 - mérési beállítások módosítása
 - mérési eredmények megjelenítése

A PC és a DSP kártya közti kommunikáció

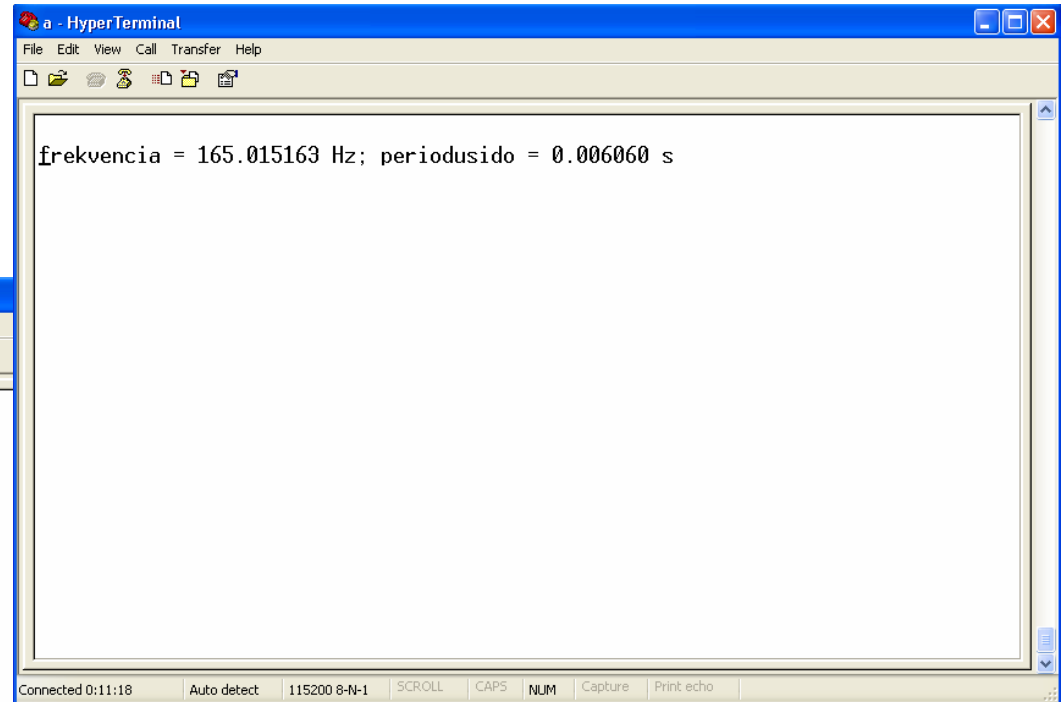


a - HyperTerminal

```
File Edit View Call Transfer Help
```

```
GjHa0.5k80f100.0
```

Connected 0:13:10 Auto detect 115200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Capture Print echo



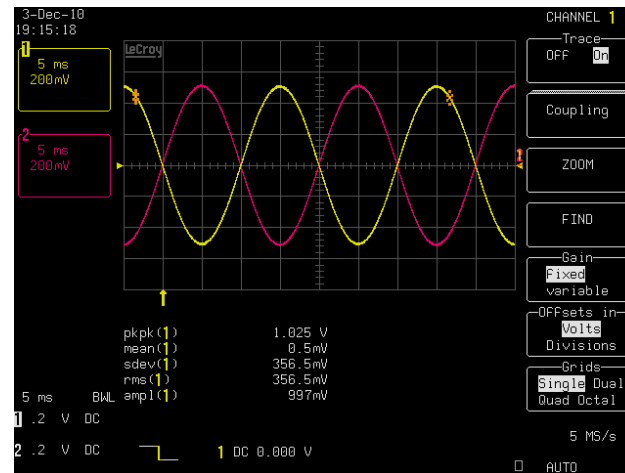
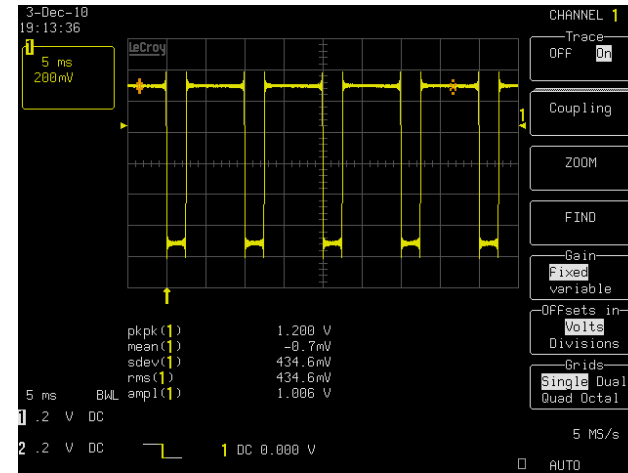
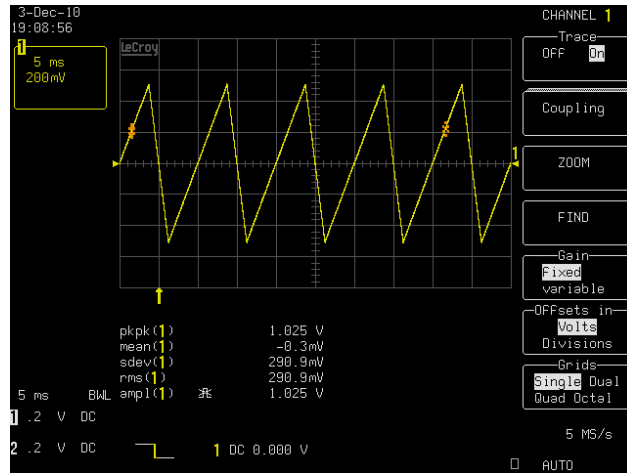
a - HyperTerminal

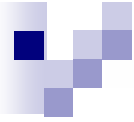
```
File Edit View Call Transfer Help
```

```
frekvencia = 165.015163 Hz; periodusido = 0.006060 s
```

Connected 0:11:18 Auto detect 115200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Capture Print echo

Előállított jelek





Összefoglalás

- A félév áttekintése
 - Alapvető jelfeldolgozási eljárások megismerése
 - Mérési funkciók megvalósítása (RMS, PP, frekvencia)
 - Jelgenerálás (szinusz, háromszög, négyszög, zaj)
- Kitekintés
 - PC-s GUI készítése
 - Automatikus mérési funkciók (pl. átvitel mérés)



Köszönöm a figyelmet!