

Zajcsökkentés szűrőbankok segítségével

Önálló labor, Második félév

Készítette: Bodor József

Konzulens: Dr Sujbert László

A téma felosztása

Első félév:

- Ismerkedés a hardware és a software környezettel
- Szűrőbank tervezése és megvalósítása
- Egyszerű zajszűrő algoritmus szimulálása MATLAB-bal

Második félév:

- Szűrőbank specifikációjának finomítása
- Nemlineáris, teljesítményfüggő karakterisztika szimulálása MATLAB-bal
- A nemlineáris karakterisztika implementálása DSP processzorra
- Mérések

A zajcsökkentés működési elve

- Sávokra bontjuk a jelet a szűrőbankkal, mely egymást átlapoló szűrőkből áll, az eredő átvitelük konstans egy; szelektálásra használjuk a szűrőket, nem komponensek eltávolítására
- Minden sávban mozgó ablakkal figyeljük a csatorna mintáinak teljesítményösszegét

Feltételezés: a zaj átlagteljesítménye viszonylag rövid időintervallumban vizsgálva is kisebb, mint a hasznos jel teljesítménye ('ha valaminek kicsi a teljesítménye, akkor az zaj')

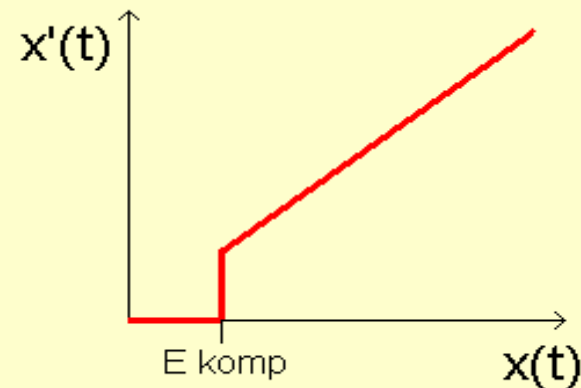
A zajcsökkentés működési elve

- Ha egy bizonyos szintet nem ér el a teljesítményösszeg, nem engedjük át az adott sávba tartozó jelet; ha eléri ezt a szintet, átengedjük
- A végén a jelek összegzéséből előáll a kimenet
- A zaj nélküli jel is némileg torzított lesz, a komparálási szintektől függően
- Minél nagyobbak a komparálási szintek, annál nagyobb lesz a zajelnyomás, de a hasznos jel torzítása is

A zajcsökkentés működési elve

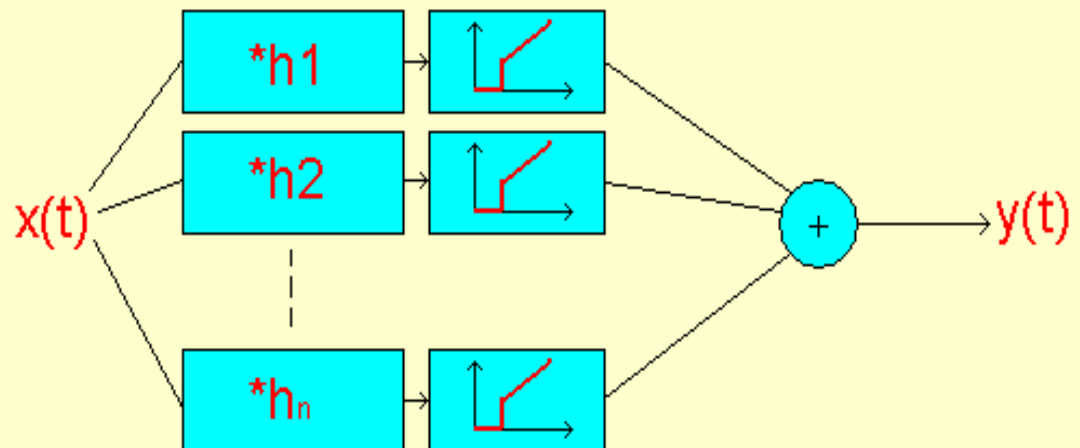
A nemlineáris karakterisztika:

Ha a teljesítményösszeg nem éri el az E_{komp} szintet, nem engedjük át a jelet; ahol E_{komp} az ablakban lévő teljesítmények összege



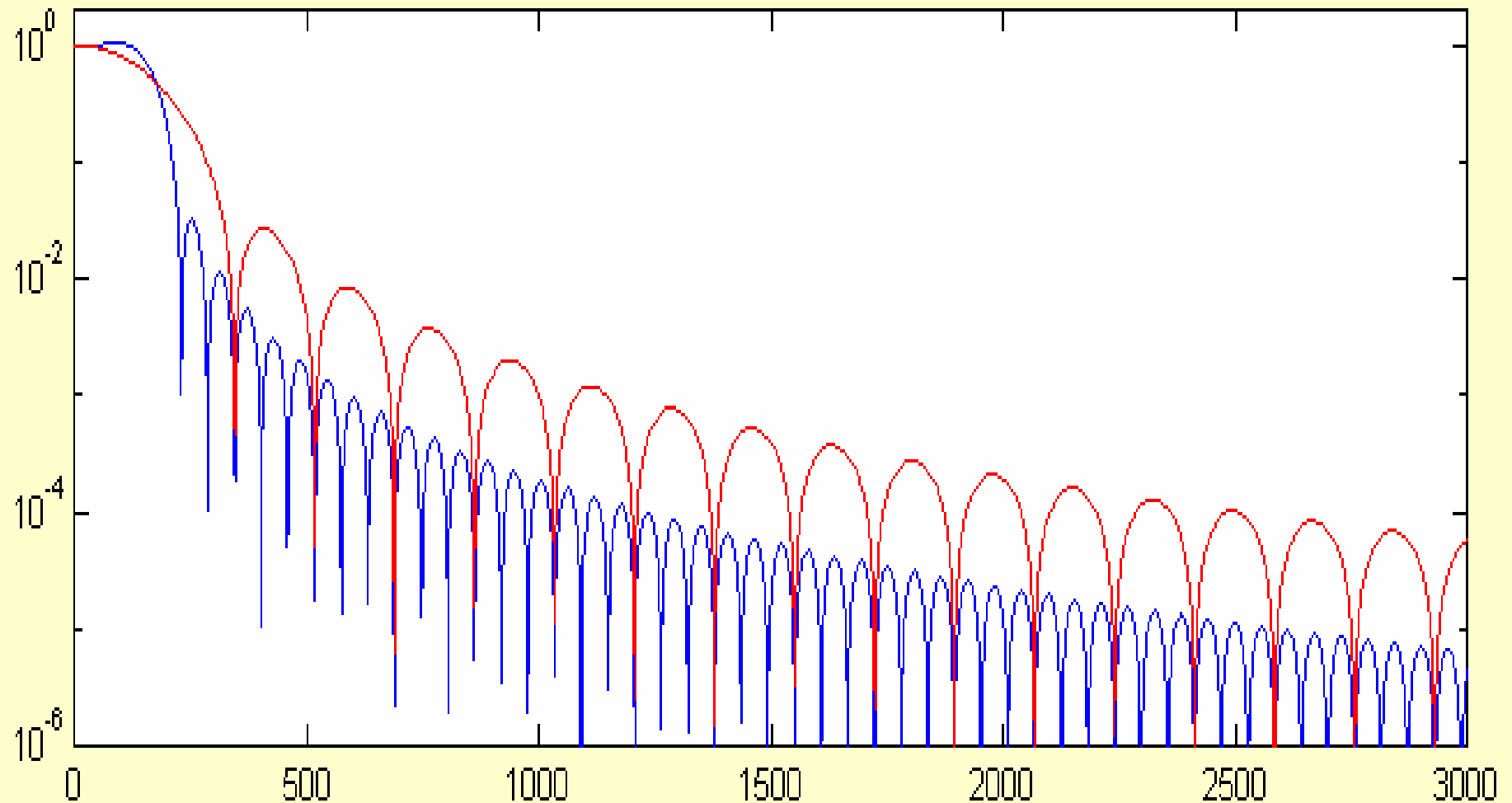
A rendszer működése:

Sávokra bontás, majd sávonként a karakterisztika alkalmazása, a végén újra összegzés

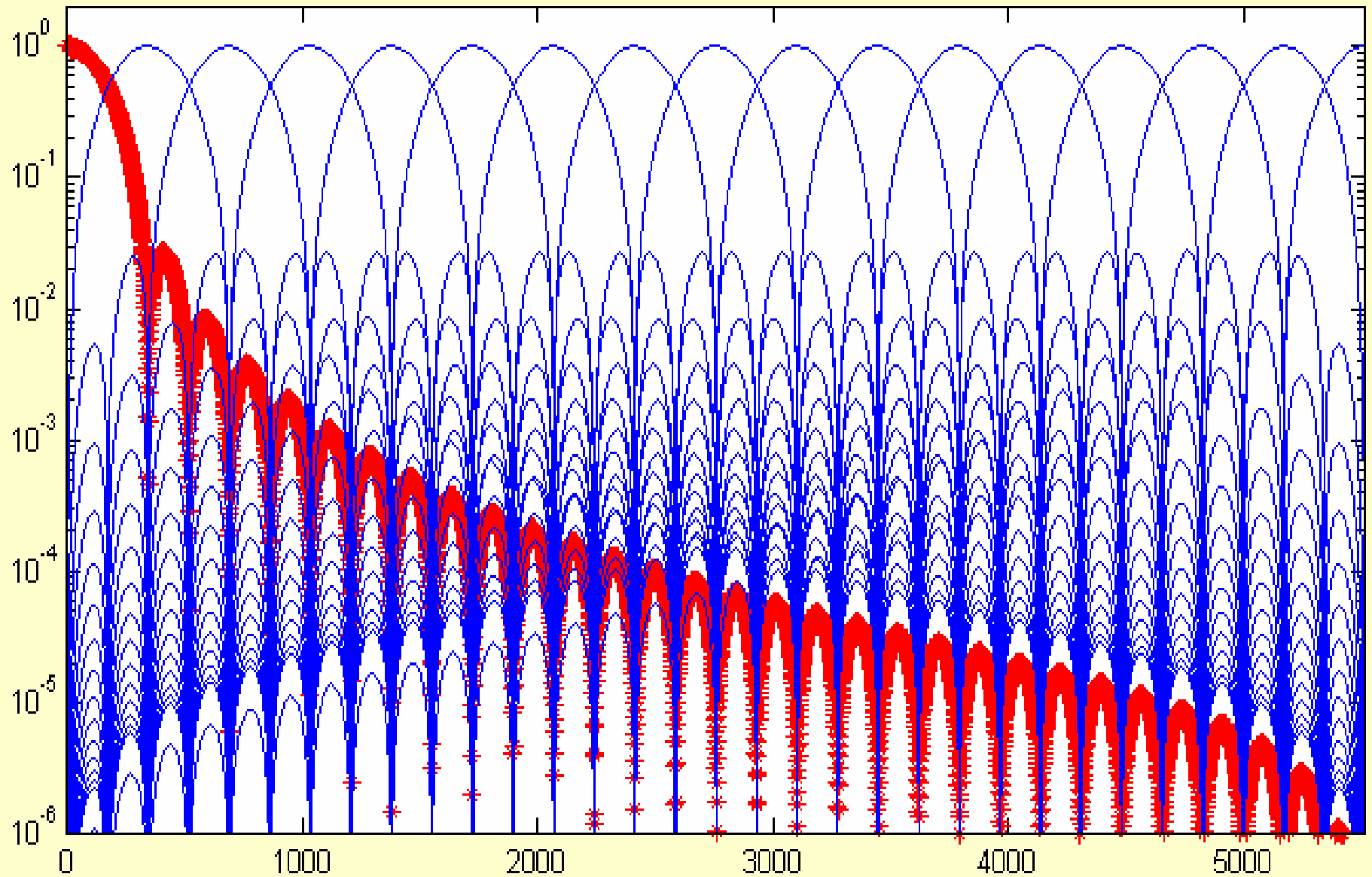


A módosított prototípus szűrő

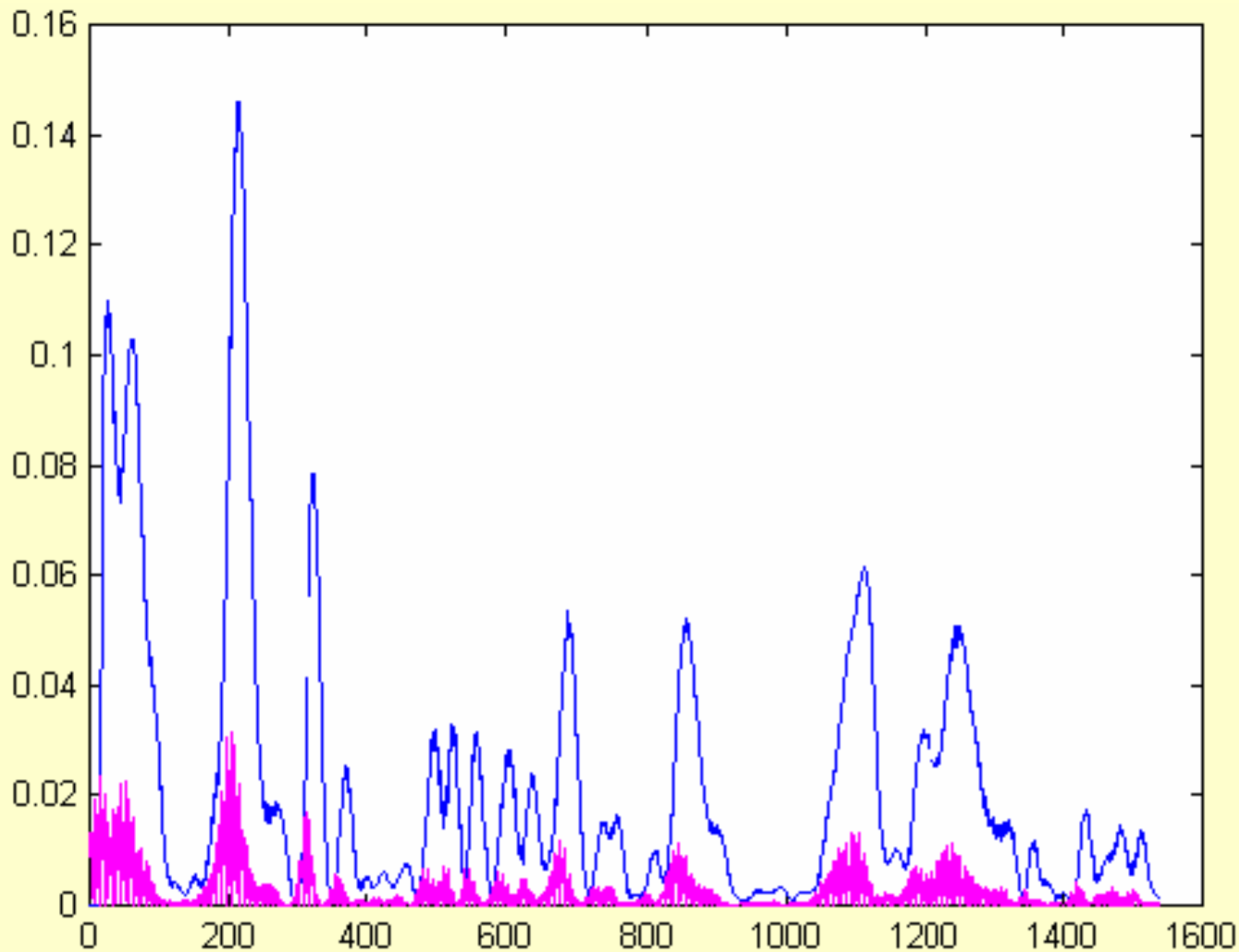
-Előző félévi prototípusszűrő módosítása a nagy számításigény miatt: 64 pontos szűrő ($17 \cdot 64 = 1088$ művelet)



A cos modulált szűrők átvitelei

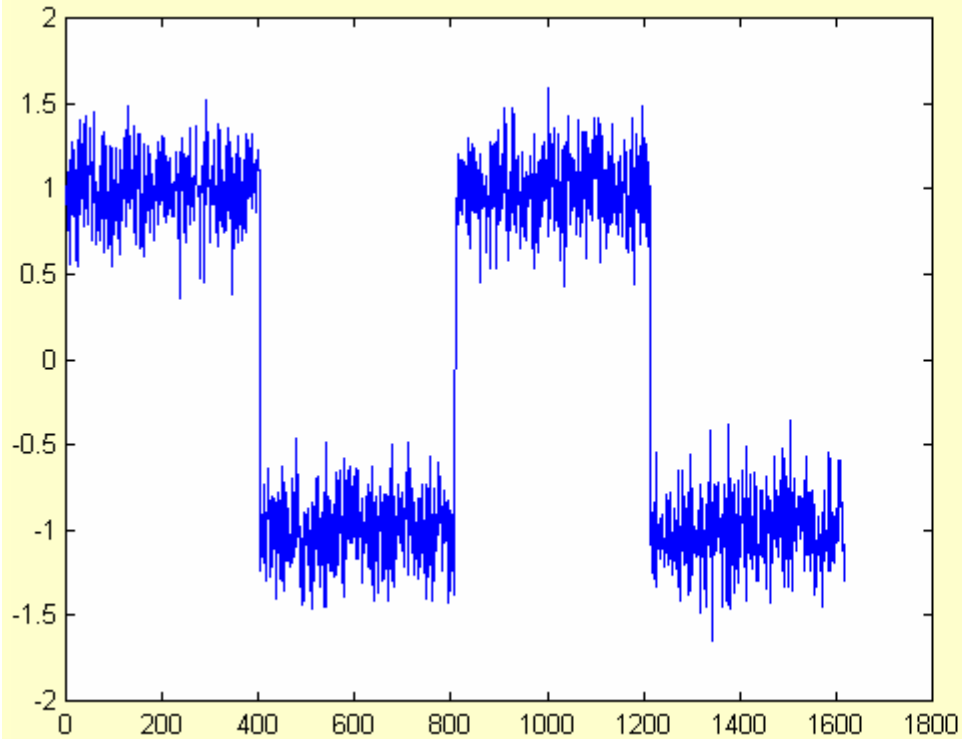


Szimuláció: Zajos jel teljesítményének, és a teljesítményablak időfüggvénye

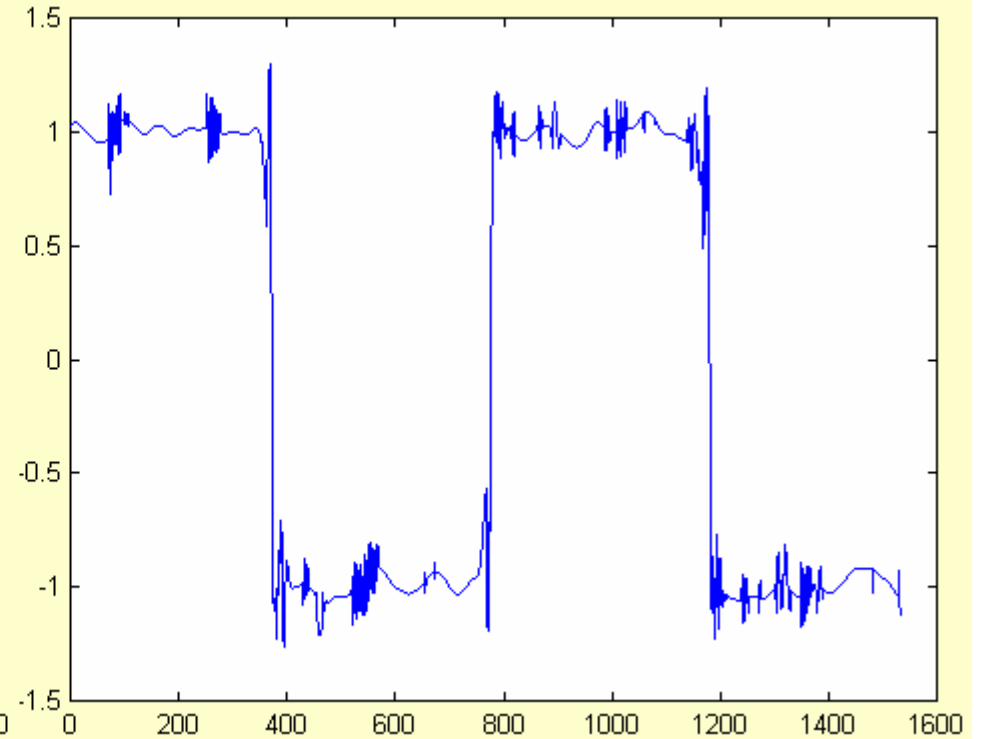


Szimuláció négyszögjellel

Zajos négyszögjel

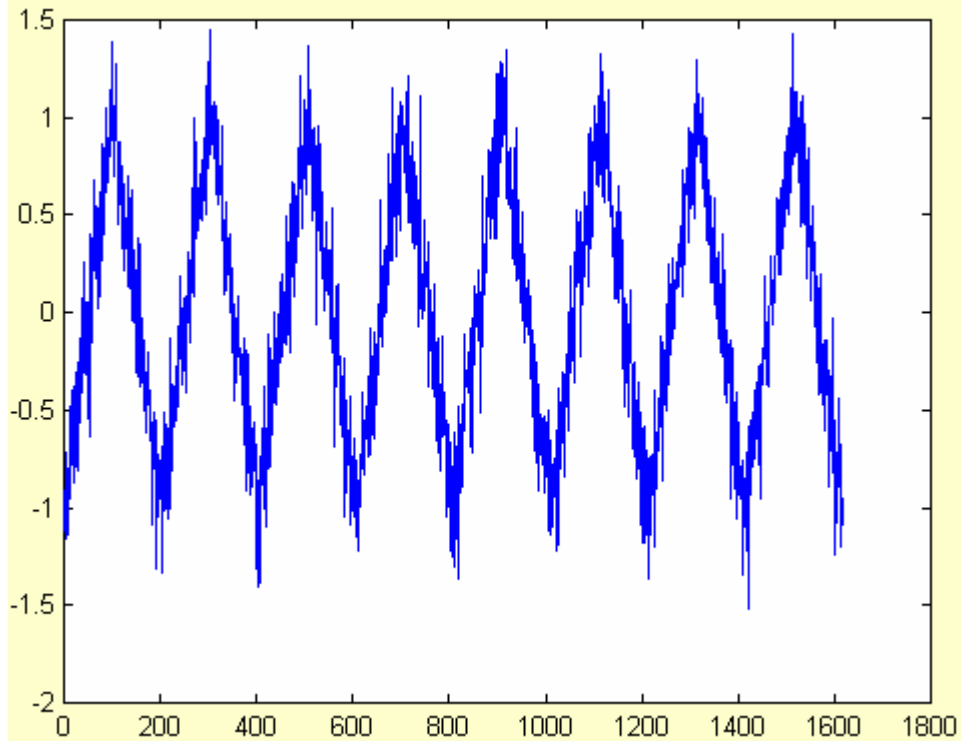


Zajos négyszögjel az algoritmus után

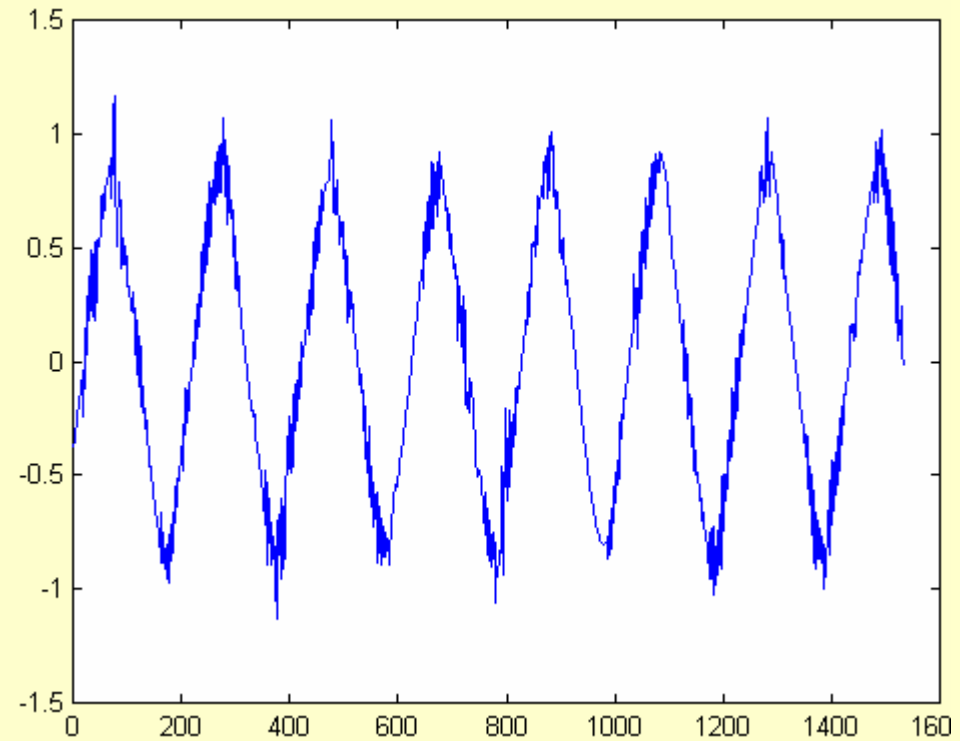


Szimuláció háromszögjellel

Zajos háromszögjel



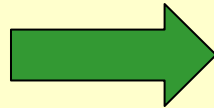
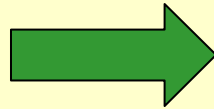
Zajos háromszögjel az algoritmus után



Az algoritmus implementálása DSP processzorra

Nehézségek:

- Számításoknak el kell férnie 40 MIPS-ben úgy, hogy legalább 8kHz-el mintavételezünk
- Kevés közvetlenül megcímezett cirkuláris buffer
- Komparálási szintek beállítása körülményes, kompromisszumok



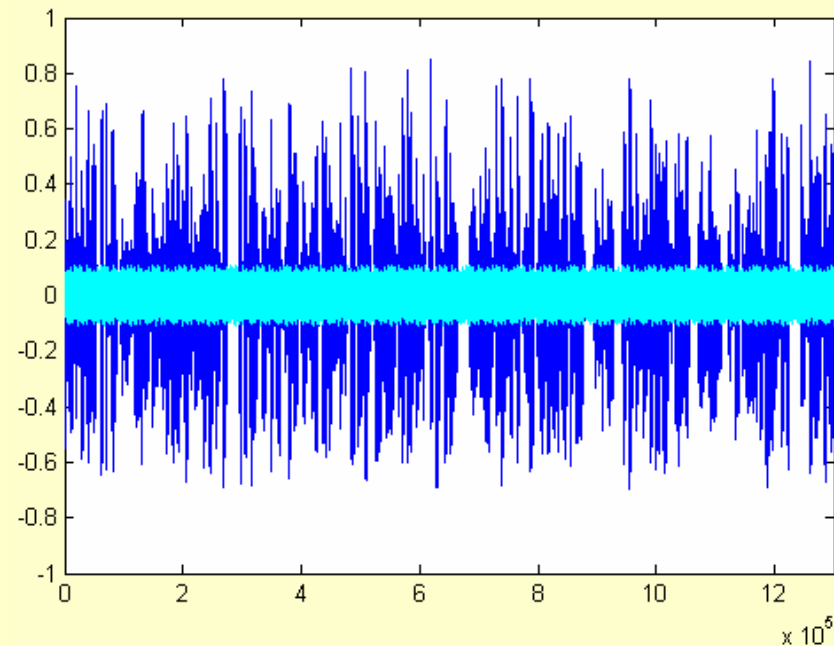
Megoldás:

- Lehető legkevesebb együtthatós szűrő
- Indirekt címzés: cirkuláris bufferekre mutató pointerek tárolása cirkuláris bufferben

Mérések, a komparálási szintek beállítása

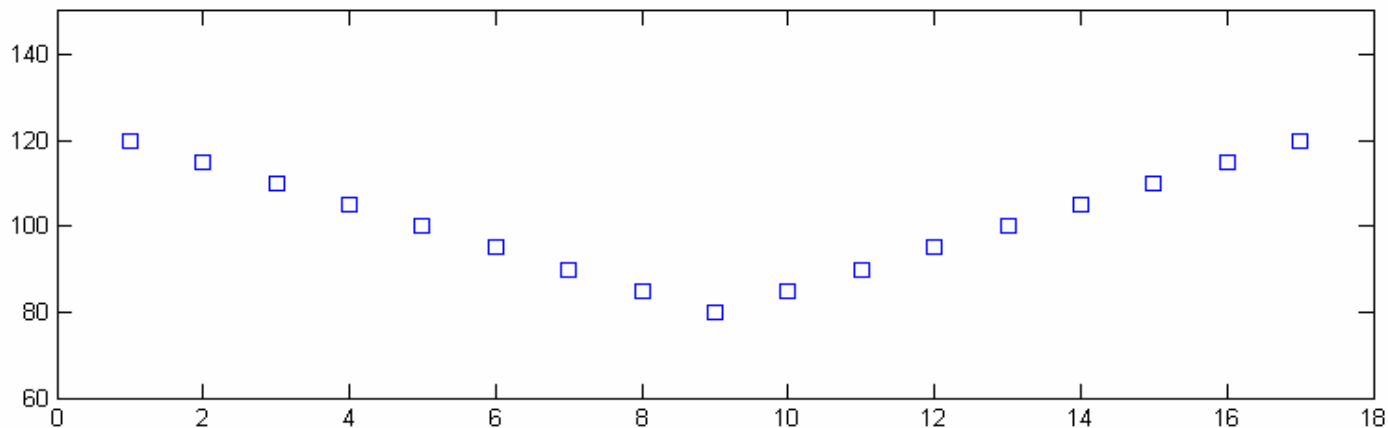
- Zajos audio jel a hangkártya kimenetéről
- DSP mintavételi frekvencia: 11 kHz
- Zaj: egyenletes eloszlású, a teljesítménye a 0-5kHz sávba korlátozva, azon kívül lényegében 0 (nullákkal kiegészített spektrum visszatranszformálva)

A zaj és a jel időfüggvénye:



Mérések, a komparálási szintek beállítása

- Kis komparálási szintek mellett bugyogó hang keletkezik, nagy szintek mellett tompul a hasznos jel
- A spektrum széleken érdemes nagyobbra venni a komparálási szinteket, így csökken a bugyogó hang erőssége
- A ‘karakterisztikák karakterisztikája’:



Összefoglalás, kitekintés

- Tanulság: nem elegendő a zaj variációját csökkenteni, ha audio alkalmazásról van szó; tekintetbe kell venni az emberi hallás tulajdonságait és a jelalakot is
- Jó zajelnyomás érhető el szűrőbank segítségével, de az SNR nem csökken drasztikusan: kompromisszumra van szükség, és nehéz a komparálási szinteket beállítani
- Elképzelhető lenne egy olyan rendszer, ahol on-line lehetne állítani a komparálási szinteket (~equalizer)
- 300 MHz-es DSP kártyával 44.1 kHz-es mintavételi frekvencia is elérhető, jóval több sávval