Zajok és fluktuációk fizikai rendszerekben

Dithering

Makra Péter

SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék

2009-2010. őszi félév

Változat: 0.0 | Legutóbbi frissítés: 2009. november 4.

Tartalom

1. Bevezetés
2. Etimológia
3. *Dithering* a digitalizálásban
4. *Dithering* a harmonikus torzítás csökkentésére
5. *Dithering* a számítástechnikában

Zajok jótékony szerepben

- zajok információforrásként
  - vízforralás
  - motordiagnosztika: motorhang
  - neutronfluxus-ingadozások mérése atomreaktorokban
  - integrált áramkörök roncsolásmentes megbízhatósági tesztje
  - szívritmus- és vérnyomásfluktuációk
- Lehet-e haszna a zaj növelésének? →
- zajok konstruktív szerepben
  - technikai alkalmazások – *dithering*
  - sztochasztikus rezonancia

‘How to be a Hamlet’

‘Becoming a Hamlet is very easy indeed, but before we enrol you as a Prince of Denmark and allow you to enter the FREE “Spot the Hamlet” competition, you will need to follow the simple questions below in order to test your suitability for induction into the thrusting world of high quality dithering.

It’s very simple to do. Just read the questions below and decide which action you would take. At the end simply add up your score and compare it to the reports written by our especially trained Hamletologians.

1: You think your father is murdered, your Uncle did it and he has married your mother six weeks after your father’s funeral. Do you:

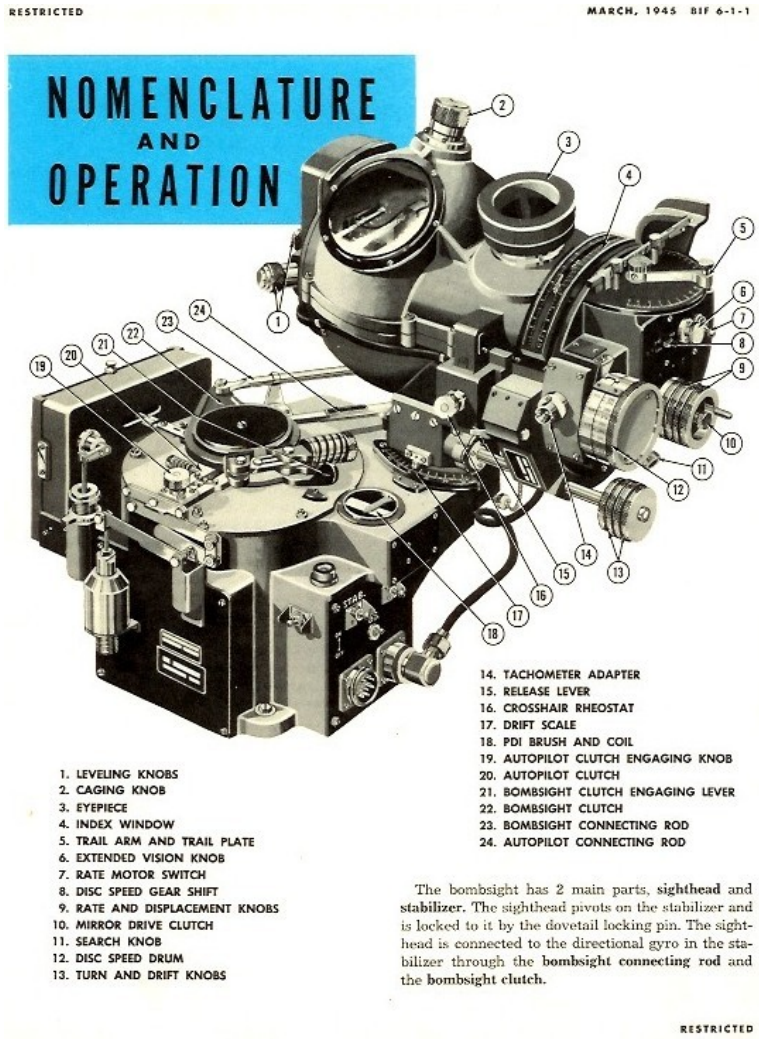
A. Run your uncle through with a sabre at the first opportunity?
B. Seek legal advice on the correct procedure to bring about a warrant for his arrest?
C. Do nothing except glower and talk a lot?’

http://www.jasperfforde.com/hamlet.html

Dithering

- jelentése: „remegés, reszketés; habozás”
- II. világháború bombázógépein mechanikus számítógépek
- a levegőben pontosabban számoltak, mint a földön → ????
- a rázkódás folyamatosabbá tette az üzemüket, csökkentette az elakadás valószínűségét
- ⇒ a földi számítógépekbe is rázógépeket építettek
- azóta így neveznek minden technikai eljárást, ahol a zaj hozzáadása a folyamatot optimalizálja

Eredet: a mechanikus számítógép



RESTRICTED MARCH, 1945 BIF 6-1-1

NOMENCLATURE AND OPERATION

1. LEVELING KNOBS
2. CAGING KNOB
3. EYEPIECE
4. INDEX WINDOW
5. TRAIL ARM AND TRAIL PLATE
6. EXTENDED VISION KNOB
7. RATE MOTOR SWITCH
8. DISC SPEED GEAR SHIFT
9. RATE AND DISPLACEMENT KNOBS
10. MIRROR DRIVE CLUTCH
11. SEARCH KNOB
12. DISC SPEED DRUM
13. TURN AND DRIFT KNOBS
14. TACHOMETER ADAPTER
15. RELEASE LEVER
16. CROSSHAIR RHEOSTAT
17. DRIFT SCALE
18. PDI BRUSH AND COIL
19. AUTOPILOT CLUTCH ENGAGING KNOB
20. AUTOPILOT CLUTCH
21. BOMBSIGHT CLUTCH ENGAGING LEVER
22. BOMBSIGHT CLUTCH
23. BOMBSIGHT CONNECTING ROD
24. AUTOPILOT CONNECTING ROD

The bombsight has 2 main parts, **sighthead** and **stabilizer.** The sighthead pivots on the stabilizer and is locked to it by the dovetail locking pin. The sighthead is connected to the directional gyro in the stabilizer through the **bombsight connecting rod** and the **bombsight clutch.**

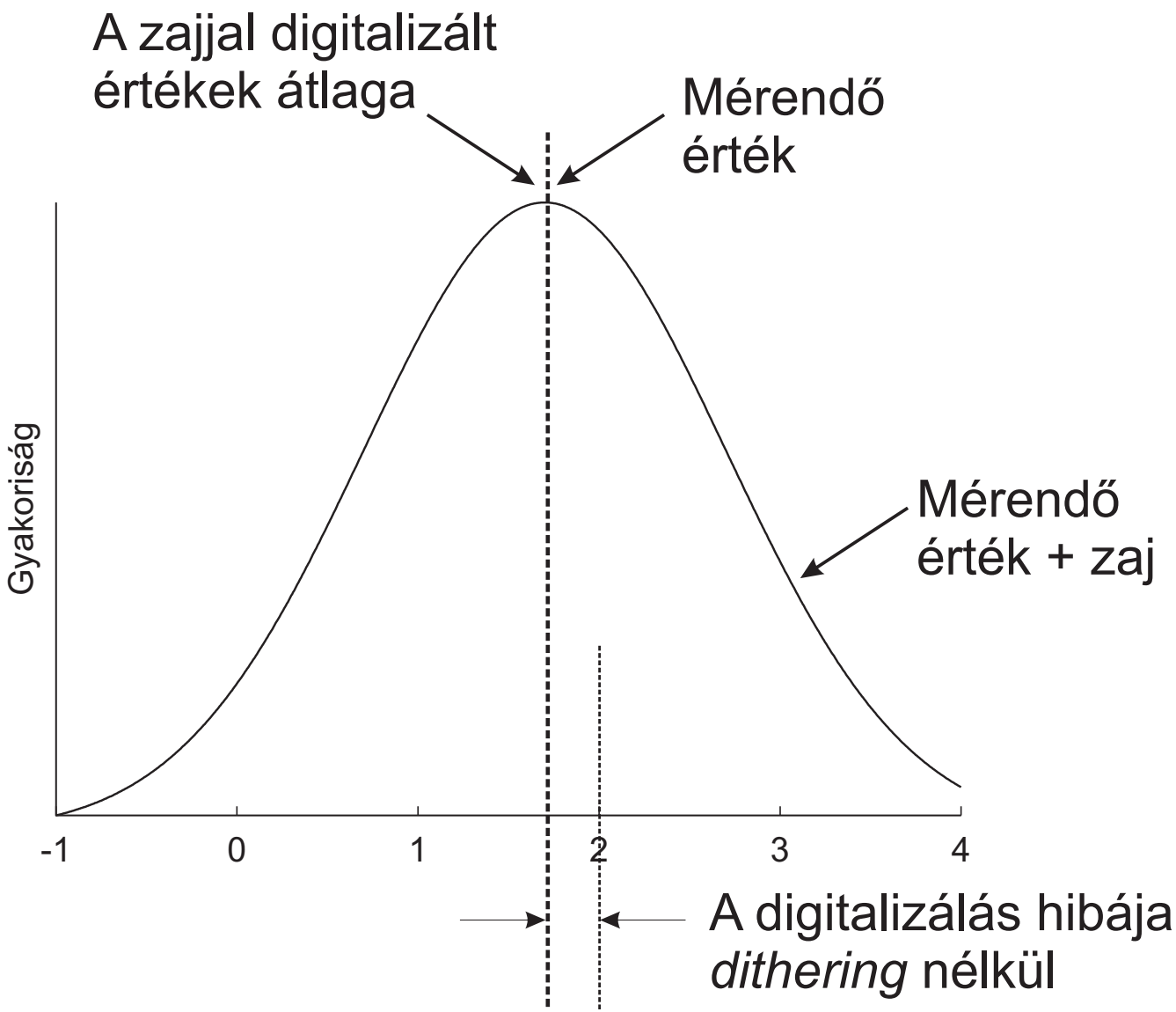
RESTRICTED

A *Norden* célzókészülék – egy mechanikus számítógép, amelyet a II. világháborútól a vietnami háborúig használtak amerikai bombázógépeken

Dithering a digitalizálásban

- tegyük föl, hogy analóg-digitális átalakításkor a kvantumnagyság közelébe eső állandó értéket mérünk
- ilyenkor a relatív hiba nagy; a jel egy digitalizálási kvantumon belüli változásait nem tudjuk mérni
- **megoldás: keverjünk zajt a jelhez**
- ilyenkor a szomszédos kvantumokba is eshet a zajjal kevert jel; a digitalizált értékek átlaga a valódi értékhez közelít
- **zaj hozzáadásával a kvantumnagyságnál finomabb fölbontás érhető el**

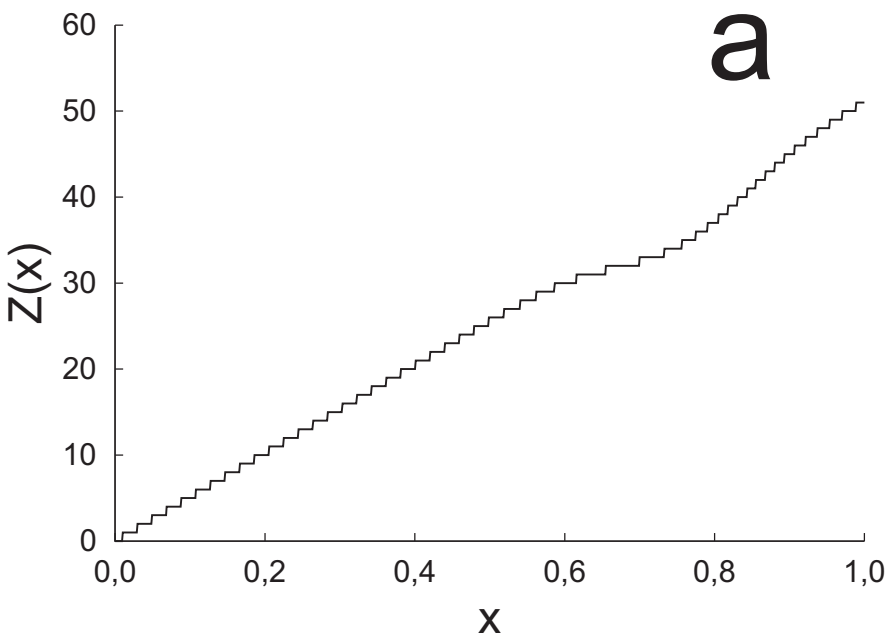
Dithering a digitalizálásban

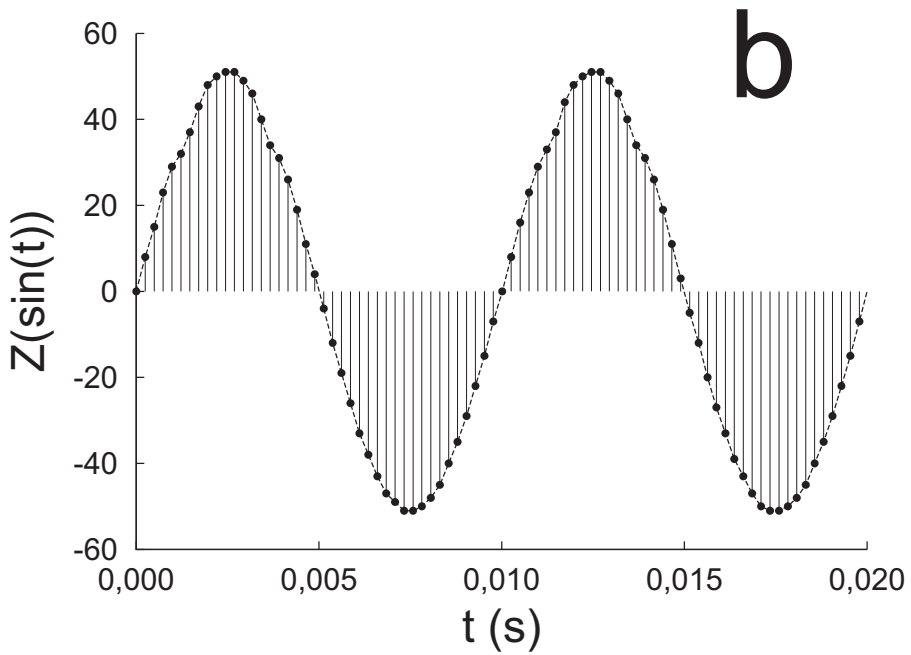


Dithering a harmonikus torzítás csökkentésére

- az analóg-digitális átalakító amplitúdókvantumai nem pontosan egyformák
- harmonikus jelek: a hibás kvantum mindig a jel azonos fázisára esik ⇒ fölharmonikusok megjelenése *(harmonikus torzítás)*
- **megoldás: keverjünk zajt a jelhez**
- ekkor a jel adott szakasza nem mindig a hibás kvantumba esik, hanem véletlenszerűen más kvantumokba is ⇒ a fölharmonikusok elnyomása
- **zaj hozzáadásával az analóg-digitális átalakítók linearitása javítható**

Dithering a harmonikus torzítás csökkentésére

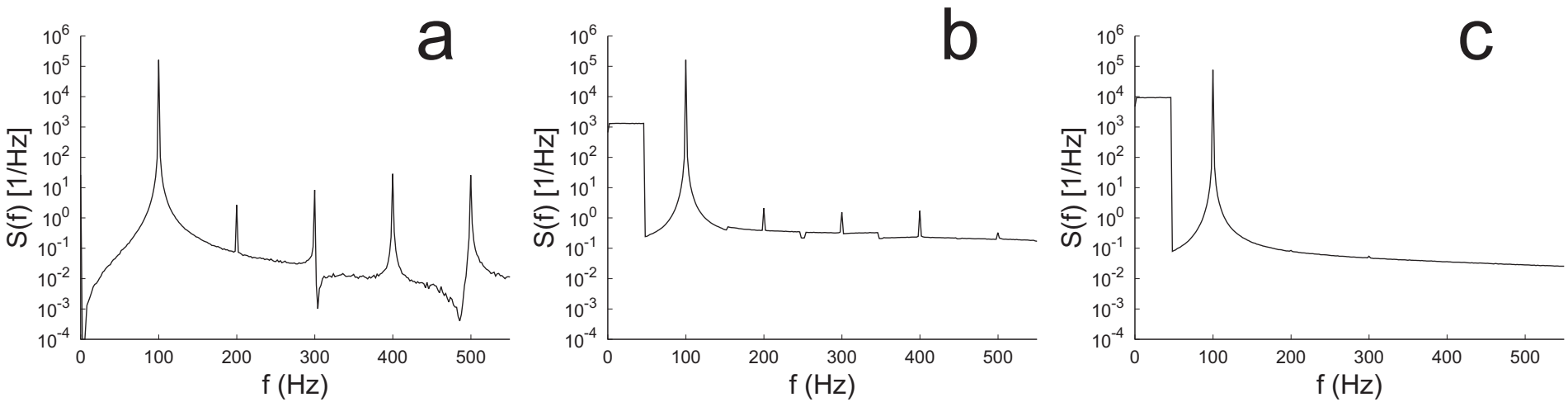




A harmonikus torzítás

- az amplitúdókvantumok hibája: a folytonos x mennyiség más-más értékeinél (különösen a 0,7 érték körül) más-más azon tartomány szélessége, amelyen belül minden x értéknek ugyanaz a Z egész szám felel meg
- ennek torzító hatása egy szinuszjel digitalizálása során

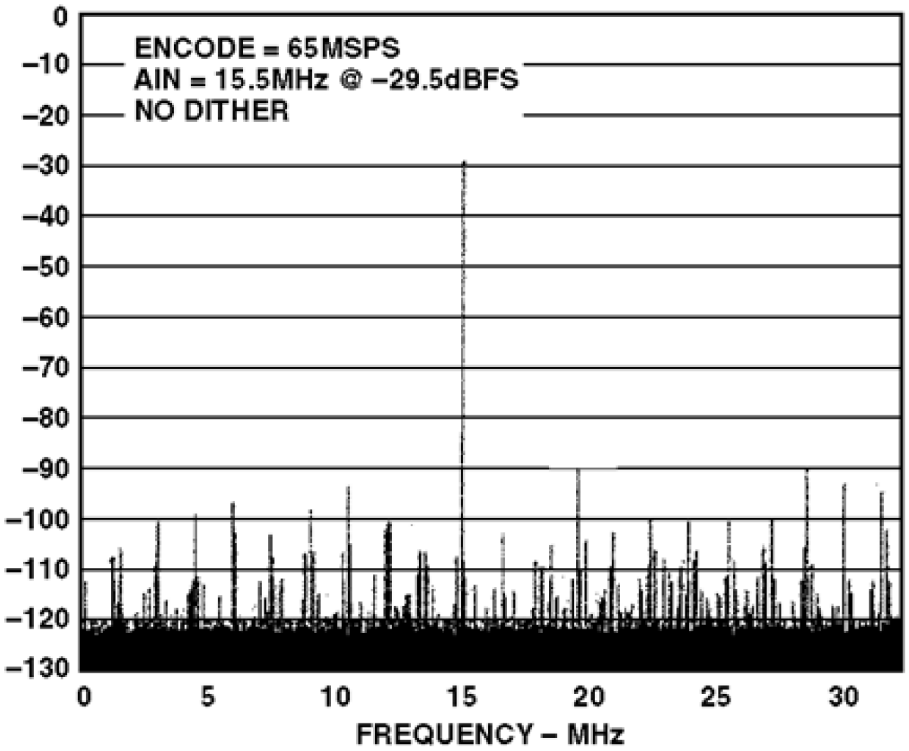
Dithering a harmonikus torzítás csökkentésére

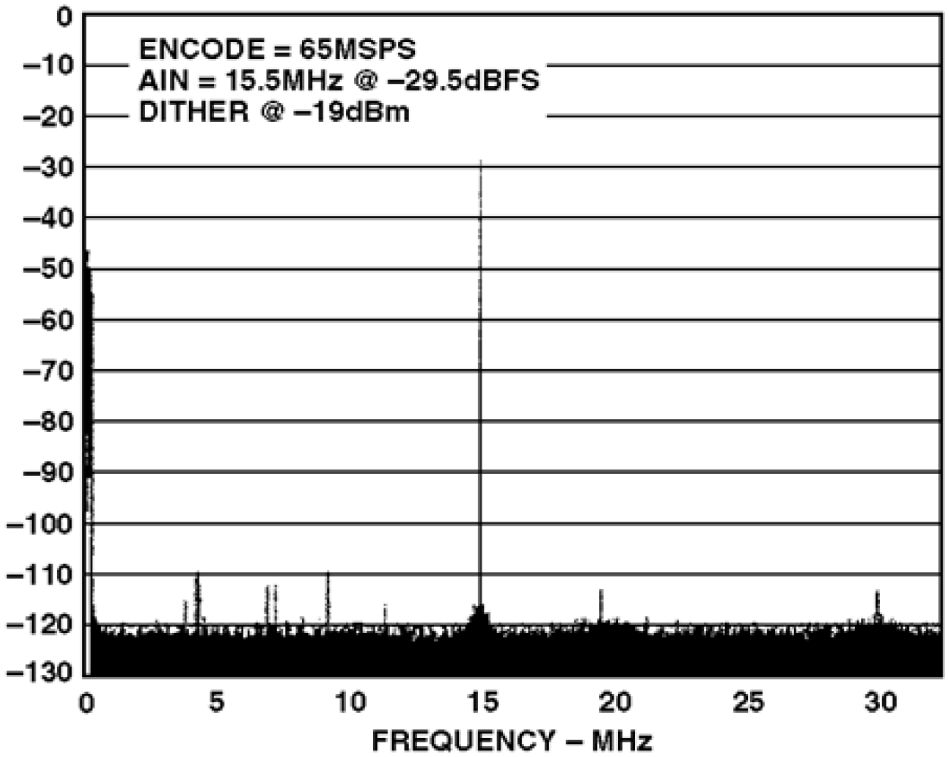


A dithering alkalmazása a harmonikus torzítás csökkentésére

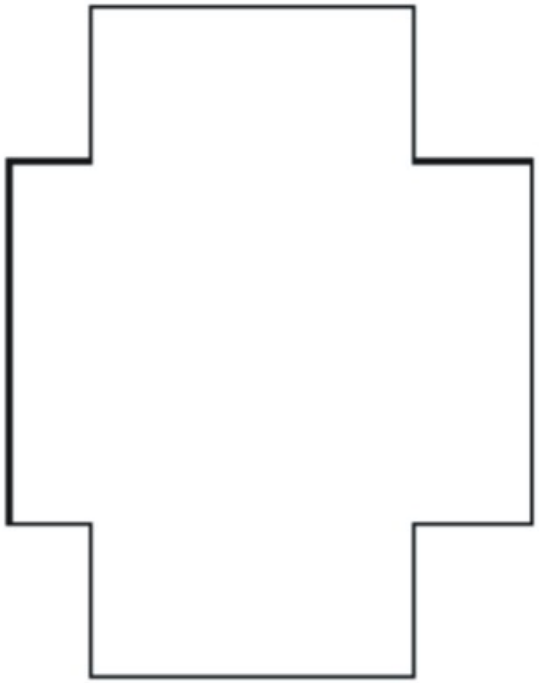
- a hibásan digitalizált szinuszjel spektruma
- a spektrum 49 Hz sávszélességű, 2 egység szórású sávhatárolt zaj hozzáadása esetén
- a spektrum 49 Hz sávszélességű, 8 egység szórású sávhatárolt zaj hozzáadása esetén

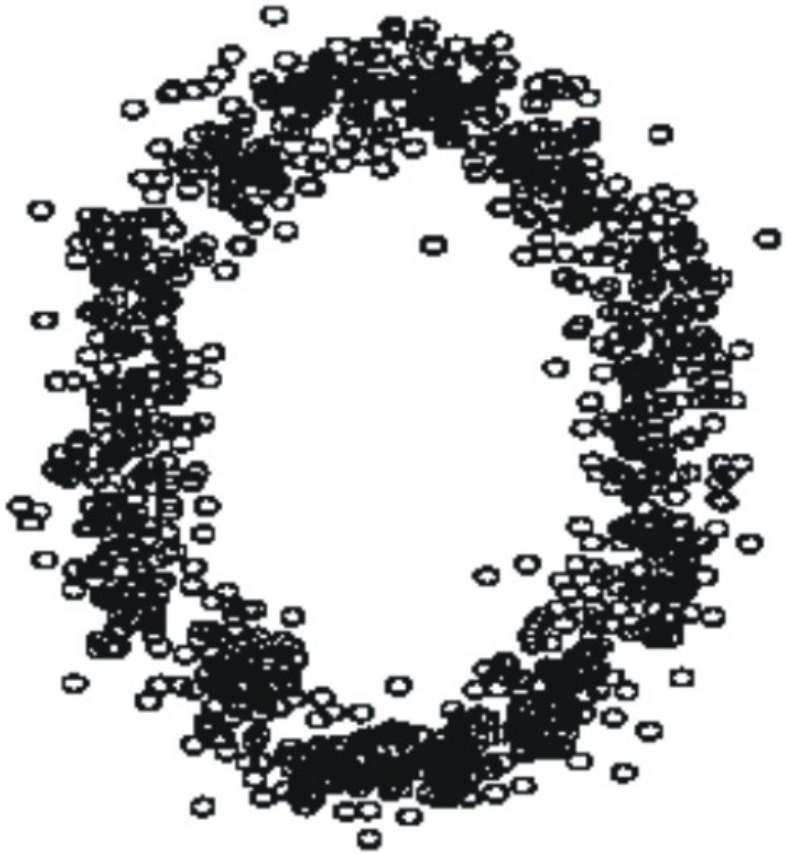
AD6644 analóg-digitális átalakító





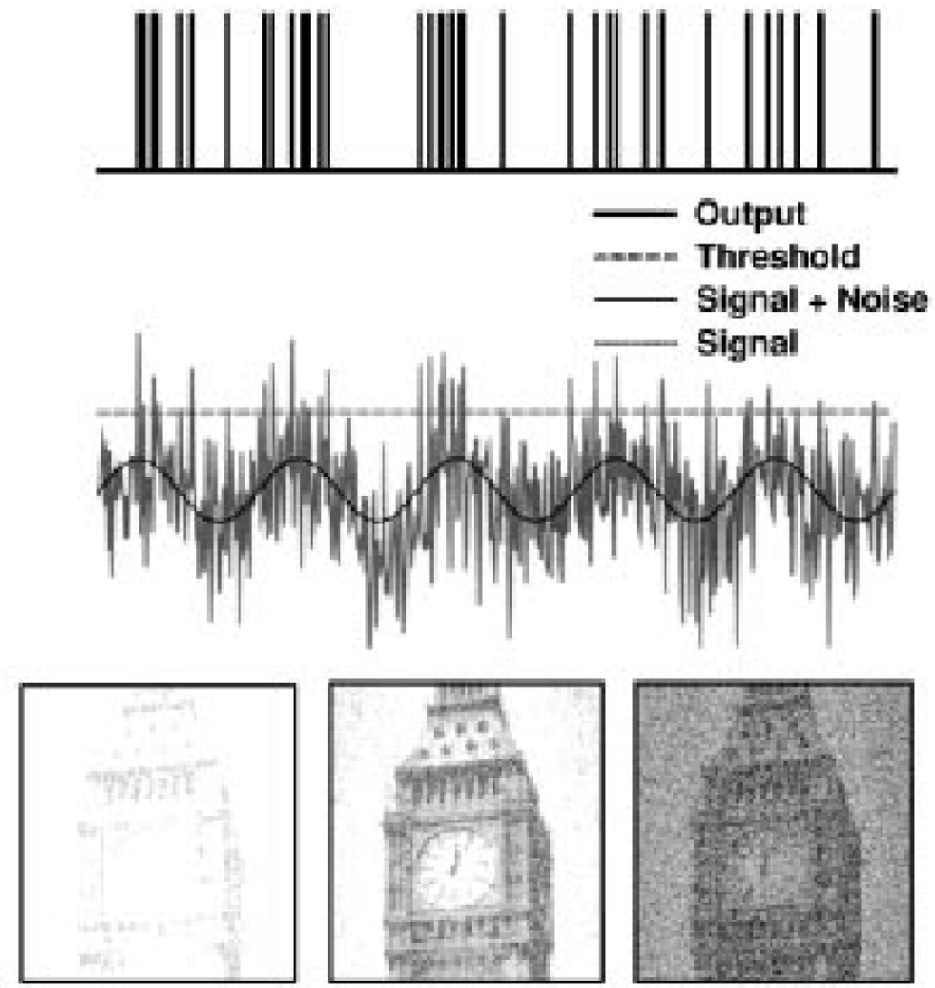
Dithering a betűsimításban





Dithering a képföldolgozásban

SIMONOTTO *&al*, *Physical Review Letters* **78** (1997)



Dithering a képföldolgozásban



Dithering a képföldolgozásban



Dithering a képföldolgozásban



Dithering a képföldolgozásban

