


Jeltárolás

Monitorozás

2/10

- a jeleket általában rögzíteni kell a feldolgozás előtt, de a folyamatos monitorozás is nélkülözhetetlen - papíríró, oszcilloszkóp, audiomonitor
- papíríró: toll, vagy hő; súrlódás, tehetetlenség; kiértékelés nehézsége; csak lassú jeleknél jó megoldás
- oszcilloszkóp: analóg vagy digitális; elektronsugár, eltérítő lemezek, nagy frekvencia
- bemenet AC/DC, erősítés, offset, polaritás, GND, beam finder, bipoláris, chopper vagy igazi több csatorna
- sweep indítás lehetőségei: auto, p-p-auto, ext, int (AC/DC, level, slope, +/-), line, single, auto reset, z-axis erősítő 
- filmezés nyitott blendével, tároló oszcilloszkóp, digitális (számítógéphez közelít)
- audiomonitor: sejtviszorgásokhoz nélkülözhetetlen

Tárolás

3/10

- a fényképezés és a papíríró korlátozott lehetőséget biztosít az elemzésre
- magnetofon: Analog-7 (múzeum), átmeneti tárolás, visszajátszás lehetséges
- HiFi 20-20kHz, spike-ra jó, EEG-re nem - FM moduláció
- szalag nyúlása, áthallás, lemágneseződés, keresés nehézkes
- digitalizálás: forradalmasította a biológiai méréseket
- először nagy gépek (pl. TPAi), majd PC-k
- A/D konverter kell - COCOM listán, az XT, AT-vel együtt
- diszkrét időpontokban (mintavételi idő) a jel amplitúdóját szám formájában (a felbontás a bitek számától függ) továbbítja a számítógép felé




A/D konverzió I.

4/10

- leggyakrabban a PC-be helyezett kártyákat használnak, de van más megoldás is (Isaac, CED)
- legfontosabb elemek: erősítő, MUX, S/H, timer, A/D konverter
- a headstage után erősíteni kell a konverziós tartomány jó kihasználása érdekében - az erősítő „kiülését” el kell kerülni
- MUX: általában egy A/D chip van, mert drága - ennek bemenetére ciklikusan egymás után kapcsolja a multiplexer a bemeneteket (8, 16, 32 - single-ended, differential)
- S/H: a sample-hold áramkör (kondenzátor) a konverzió időtartamára tárolja a bemenő jel aktuális értékét
- timer: vezérli a MUX léptetését, az S/H mintavételezését, az A/D konverzióját
- független a PC órájától - kvarc oszcillátor (pl. 1 MHz) és számláló - az órajelet csak leosztani lehet - pontosság nem 100%

A/D konverzió II.

5/10

- A/D konverter: legfontosabb jellemző a konverziós idő - gyakorlóban PCL818L, 25 μ s
- a mérés módja gyakran „successive approximation” - n-bit-es kapcsoló köt D/A konverteren át a komparátorra pl. 8, 4, 2...V feszültséget, a másik bemenet a mérendő jel
- ha meghaladja a mérendőt, a bitbe 0 íródik, egyébként marad az 1 
- negatív feszültség nem értelmezhető, ezért a jelet pozitív irányba eltolják (-5/+5 - 0/+10)
- a kapcsoló bitjeinek állapota a digitalizált érték, de az eltolás miatt módosítani kell
- bináris számábrázolás kettes komplementum formájában - egyes komplementum +1, a legelső bit jelzi az előjelet
 - 0111 1111 - legnagyobb pozitív szám
 - 1000 0000 - legnagyobb negatív szám
 - 0000 0000 - nulla
 - 1111 1111 - -1

A/D konverzió III.

6/10

- a kiolvasott érték konverziója az első bit átforgatását jelenti (0111 1111 - 1111 1111, 0000 0000 - 1000 0000)
- több jel (csatorna) esetén a konverziós idő hosszabb, alacsonyabb mintavételi frekvencia
- két lehetőség:
 - minden órajelnél 1 csatorna mérése - csatornák között időeltolódás (4 csatorna, 100 Hz, 2,5 ms eltolódás)
 - egy-egy órajelnél minden csatorna lemérése - burst mód, az eltolódás a konverziós idővel azonos
- csatornák különböző frekvenciájú mintavételezése: interlacing (121314121314...), vagy a mért adatok eldobása
- az amplitúdó felbontás a bitek számától függ
- +/-5 V bemeneti tartomány esetén:
 - 12 bit: 0-4095 lehetséges érték, 2,5 mV felbontás
 - 16 bit: 0-65535 lehetséges érték, 0,15 mV felbontás
- +/-1 V esetén a 12 bit 0,5 mV felbontást jelent - a méréshatár jó megválasztása nagyon fontos
- spike és EEG egyidejű mérése - mintavétel és erősítés


A/D konverzió IV.

7/10

- a konvertált értékek kiolvasása 3 módon történhet
 - software polling: az A/D konverter „ready” bitje bebillen a konverzió végén - ezt figyelve az adat kiolvasható - alacsony frekvenciájú mintavételezés esetén, pl. hőmérséklet használható
 - interrupt: a „ready” bit bebillenésekor az interrupt kezelő chip megszakítja a futó program végrehajtását, kiolvassa a mért értéket, és visszatér a programhoz
 - DMA - direct memory access: a „ready” bit bebillenésekor a DMA kezelő chip a CPU beavatkozása nélkül az előre megadott memória területre írja a mért adatot - legjobb, de az adat nem módosítható és a mérések száma korlátozott (64, ill. 128 kB)
- a legjobb a DMA, az adatszám korlát cirkuláris méréssel és félidőben kért interrupt-al védhető ki - lásd hangkártya
- a kiolvasás minden esetben törli az A/D konverterben lévő adatot, és új konverziót indíthat - „burst” mód

Mintavételi idő

8/10

- a mintavételi frekvencia helyes megválasztása igen fontos
- mintavételi szabály: a jelben lévő legnagyobb frekvencia kétszeresével kell mintavételezni, illetve a mintavételi frekvencia felére kell állítani a felső szűrőt
- például ha 100 Hz-ig informatív a jel, a felső szűrőt 100 Hz-re, a mintavételi frekvenciát 200 Hz-re kell állítani
- ha nem tesszük, akkor a magasabb frekvenciák megjelenhetnek az alacsonyabb frekvenciák tartományában - aliasing 
- a felső szűrőt ezért hívják „antialiasing” szűrőnek is
- a valóságban a biológiai jelek teljesítménye a magasabb frekvencia tartományban kicsi, ezért nagy problémát nem okoz a jelenség
- a mintavételi frekvencia szükségtelen fokozása növeli a tárigényt

Tárigény I.

9/10

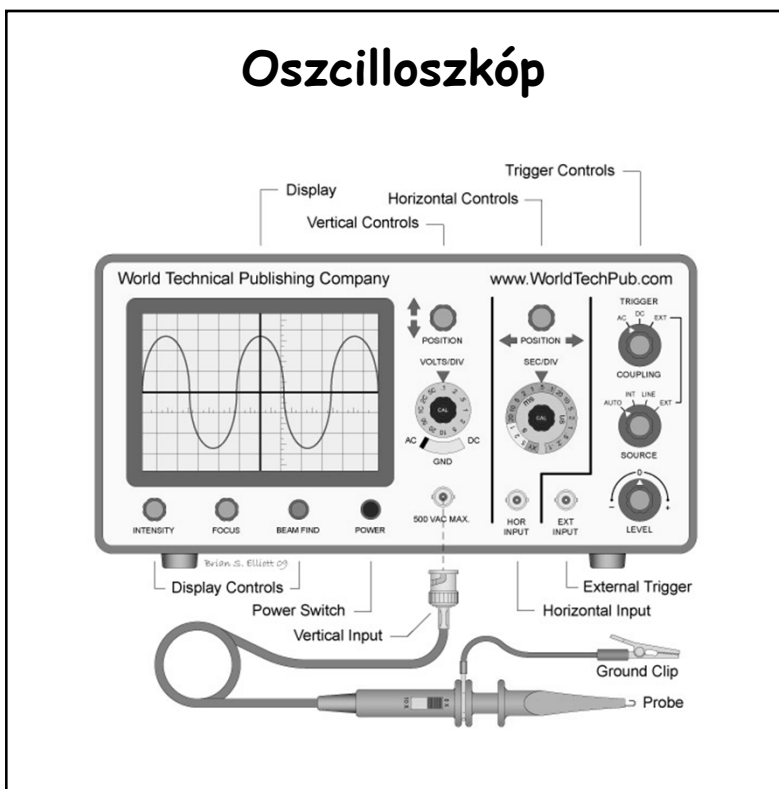
- a tárigényt a mérendő csatornák száma, a mintavételi idő és a mérendő időtartam szabja meg
- bármelyik szükségtelen növelése kezelhetetlen méretű adatfájlokat eredményez
- EEG és „field potential” esetében egyszerűbb a helyzet
 - például 1 óra, 4 csatorna, 100 Hz, 12 bit
 - 1 s alatt 4×100 mérés, 400 mérés/s, 2 byte-on tárolva 800 byte/s
 - 1 óra 3600 s, tehát $3600 \times 800 = 2.880.000$ byte = 2,75 Mbyte
 - alvaskísérleteinkben 6 állat, 5-5 csatorna, 24 óra = 494,4 Mbyte - 1 CD
- egysejt aktivitás esetében nagyobb az tárigény
- a kisülések frekvenciatartalma 5 kHz-ig terjed
- minimum 10 kHz mintavételezés kell, de az alak visszaadásához ez csak szűréssel elegendő
- 10 kHz mellett 1 óra 275 Mbyte tárigényű

Tárigény II.

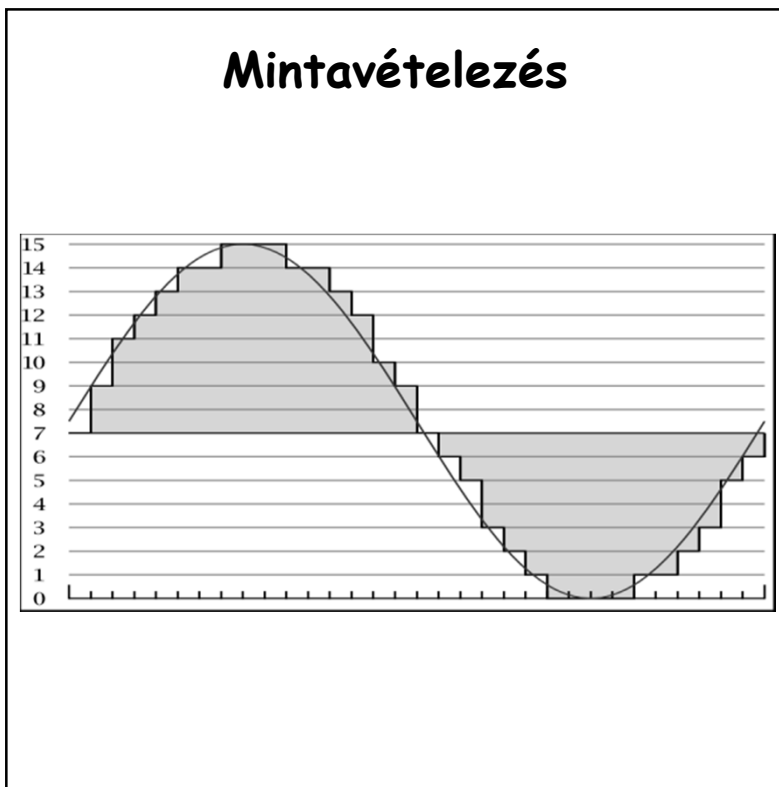
10/10

- egysejt aktivitás mérésekor általában csak a spike-ok alatt mintavételeznek nagy sebességgel
- a spike-ok szélessége mintegy 2 ms, frekvenciájuk 10 Hz körüli, így 1000 ms-ből csak 2% tárolására van szükség
- a spike kritériuma, hogy a jel amplitúdója meghaladjon egy beállított küszöböt
- mivel a küszöb átlépése előtti szakasz is érdekes, a mérés cirkuláris pufferbe történik, amiből az egész spike alak kinyerhető
- mivel a mérés nem folyamatos, minden spike-ot „time stamp”-el kell ellátni
- ez különösen fontos a lassú jelekkel való összevetés szempontjából
- a time stamp maga is korlátozó tényező: finom időbeli felbontással hosszú idejű felvétel meghaladhatja a számábrázolás korlátját
- ha a felbontás 10 μ s, és a time stamp 4 byte hosszúságú, akkor 6 órányi adatot tudunk tárolni

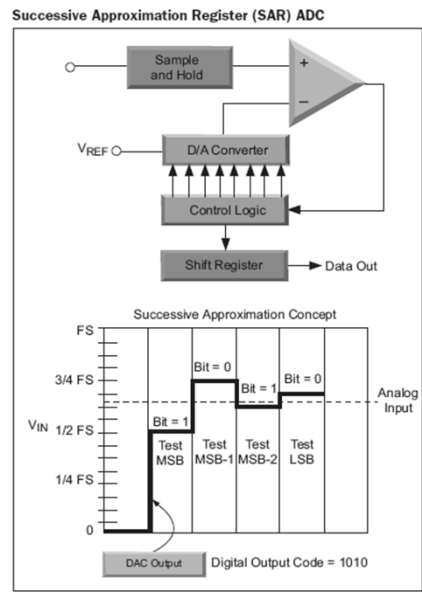
Oscilloszkóp



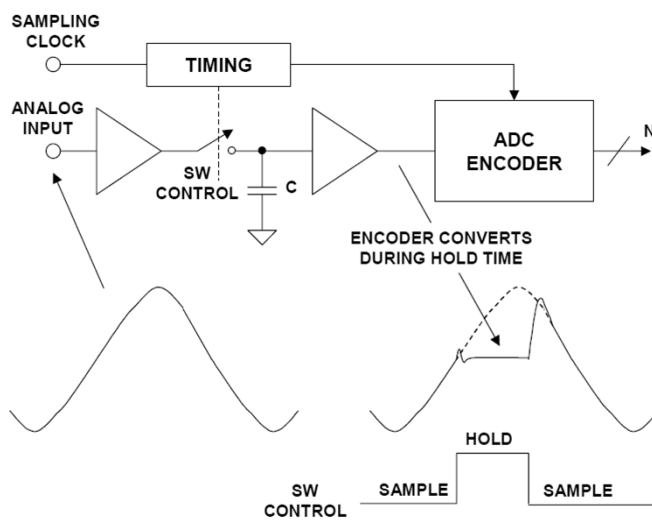
Mintavételezés



A/D konverter elemei



Sample and hold



Aliasing

