

10. A (villamos)mérnök szeme

Hullámforma megjelenítés, jel analízátor

Egy kép többet ér ezer szónál.

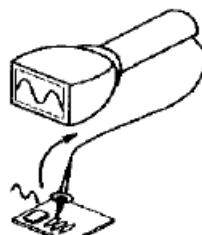
1. Az oszcilloszkóp („rezgés-megjelenítő”) teszi megfigyelhetővé az elektronok „láthatatlan világát”: az időben változó feszültség jelalak (hullámforma) egy részletét grafikus ábraként szemlélteti. Az időablak skálája igen széles: **Y /VERTikális/ [V]** – 4-5 nagyságrend, **X /HORizontális/ [s]** – 8-9 nagyságrend. Az ablak helye (a jelerészlet pozíciója)¹ az időtengelyen többféle feltétel szerint, akár a mérendő jel kitüntetett pontjához igazodva is beállítható. A jelparaméterek mérésével egyenrangú, hogy az eszköz „működni engedi” a megfigyelő ember semmihez sem hasonlítható összefüggéskereső, alakfelismerő és lényegkiemelő képességét. Az oszcilloszkóp a jel analízis kitüntetett eszköze.

2. A több mint száz éves történet² az analóg korszakkal kezdődött, és az 1970-es években indult el – megtartva a hagyományos kezelési stílust – a digitális váltás, s ma már ez a technika dominál. Mondhatni: „ég és föld a különbség” a felépítésben, de az információs interfész lényege: a *grafikus* megjelenítés, a *közvetlen* kezelő szervek szerepe változatlan.

(a) Az **analóg oszcilloszkóp** (ART³) meghatározó eleme a katódsugárcső: a képernyőfelület foszfor anyagába „írja” az eltérített elektronsugár a jelerészlet reprezentáló fényvonalat (nyomvonal, trace). A véges utánvilágítás miatt ez csak akkor figyelhető meg, ha ismételten újrarajzoljuk a képet, ha az ismétlődő jel azonos pontján indítjuk a (sugár)eltérítést (= jellel szinkron trigger). A jelváltozás azonnal (valós időben, real-time) szemlélhető. A mérést a képernyőn lévő, négyzetrácsot adó osztás-

ANALÓG :

közvetlen „rajzolás”
(képernyőre írás)

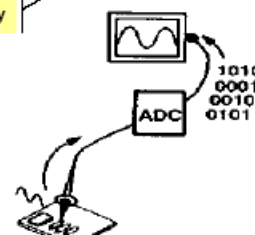


Analog Oscilloscopes Trace Signals

DIGITÁLIS :

numerikus „tárolás” (memóriába írás) és virtuális nyomvonal „rekonstrukció”

Display

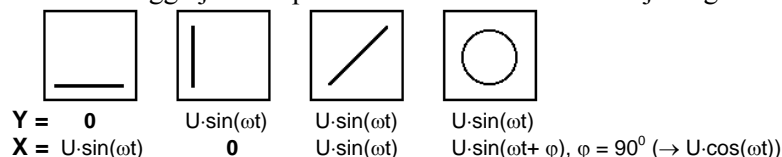


Digital Oscilloscopes Sample Signals and Constructs Displays

vonalak (division, VERT: 8, HOR: 10) teszik lehetővé: „leolvasás”, és a skála 1-2-5 szekvencia⁴ szerint állítható (Y: „Volt/Div”, X: „sec/Div”).

Átlagos megfigyelőt és nyomvonal-szélességet tekintve, egy nagy osztás-távolság mintegy 1/30-ad része oldható fel, ami kb. VERT: 8 bit, HOR: 9(10) bit felbontás.

Speciálisan, a HORizontális eltérítés külső jelforrás is lehet (a belső időalap helyett, ún. XY üzemmód), ekkor egymással összefüggő jelek kapcsolata elemezhető. Pl. Lissajous-görbék:



(b) A **digitális oszcilloszkóp** (DSO⁵) első lépése a kiválasztott jelerészlet digitalizálása,

¹ Szokásos megnevezés szerint: **trigger** pont. (Eredete: analóg eszköznél ez indítja a sugárreltérítést, tehát mindig a jelerészlet elején van! Digitális eszköznél csak referencia-pont, bárhol lehet a jelerészleten belül.)

² K. F. Braun (1897) a modern oszcilloszkóp előfutára, a Crookes-cső (1879) alapján.

³ ART: analog real-time (oscilloscope) – ami arra is utal, hogy ez “művészet” is.

⁴ Logaritmikusan (állandó arányú, „oktáv”) lépések: $2/1 = 2$, $5/2 \approx 2$, $10/5 = 2$.

⁵ DSO: digital sampling (storage) oscilloscope.

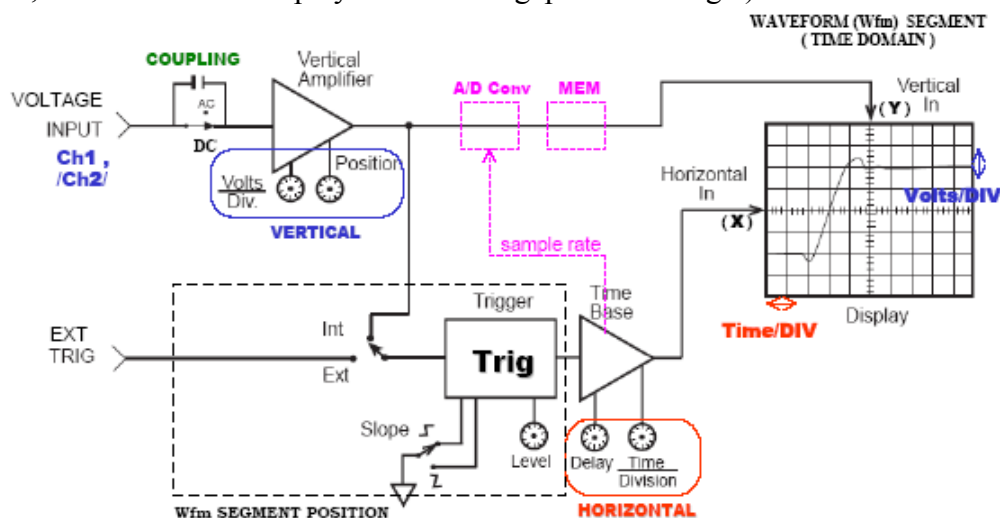
ezt követően ebből a tárolt időrekordból⁶ készül a grafikus megjelenítés. És ugyanez az adatforrása a DSP-nek, ami „mindenre képes”: az automatikus mérések⁷ egész sorával lepi meg a felhasználót.

A mérés tehát „emberfüggetlen” (objektív) és különvlik (!) a grafikus megjelenítéstől (ami a szubjektív megítélés terepe). Kritikus lépés az adatgyűjtés (acquisition).

A rekord felvétel lehetővé teszi egyszeri lefutású (tranziens) jelek vizsgálatát is.

Megjegyzés: a megjelenítésnél egyszerű lineáris interpoláció (pont-összekötés) ad „folytonos, virtuális” nyomvonalat az eredeti (vagy kevés mintánál az interpolált) mintapontokból, ez igen hatékony módszer az optikai illúzió elkerüléséhez. [Az interpolált minták csak azt mutatják meg, hogy „minek kellett megtörténnie”, és nem azt, hogy „valójában mi történt”!]

3. A felhasználáshoz elegendő az információs interfészt kiemelő **mentális modell** (hogy a képalkotási és a beavatkozási/mérési lehetőségeket mérlegeljük), ez lefedi az analog módszert, és csak jelzi, hogyan lép be a struktúrába a digitális technológia (a jeldigitálizálással, mert DSO-nál a display már számítógépes technológia).



4. Valóság-hű megjelenítéshez zavarmentes jelcsatlakozás (kicsit terhelő, árnyékolt speciális mérőkábel) és igen széles sávú jelátvitel szükséges (ART esetén a képcsövet is beleértve, DSO esetén csak az időrekord felvételénél). A készülék kategóriák a *sávszélesség* – mint elsődleges minősítő specifikációs adat – tekintetében különülnek el, ez az árban is tükröződik. A nagy választék indokolt: nincs egyetlen oszcilloszkóp-„aszpirin” mindenféle mérési „fejfájásra”.

⁶ A rekordhossz: N , a mintagyakoriság: $f_s (=1/\Delta t)$.

Az időablak szélessége: $T = 10 \bullet \text{„sec/Div”}$, az időrekord: $T = N \cdot \Delta t$, így az aktuális mintagyakoriság:

$$f_s = (N/10) \text{”sec/Div”}$$

tehát csökken növekvő időalap-beállításnál! Ezért igény a nagy **adatgyűjtő memória** kapacitás (N), hogy kihasználható legyen a fizikailag lehetséges f_{smax} .

Ellentmondás: a **display memória** (a kijelzés HORIZONTÁLIS pixel-száma) viszont korlátozott (pl. 1K). Megoldás: adat-kompresszió a megjelenítéshez, sok minta esetén. Ha viszont kevés a minta (f_{smax} korlát miatt, igen kicsi „sec/Div” beállításnál), akkor mintasűrítés (interpoláció) kell a pixel-szám kitöltéséhez. Ezek a műveletek automatikusak (a felhasználó előtt „elrejtve” működnek), és a számítógépes display technológia egyre bővülő és színesedő vívmányait hasznosítják.

⁷ A hagyományos jelparaméter-méréseken túl, pl. min/max detektálás, zajszűrés (ami „bitszám = ampl. felbontás” javulást is eredményez), spektrum analízis (FFT), statisztikai adatok...