

Digitális oszcilloszkópok

Dr. Tolnai János okl. híradástechnikai szakmérnök, HA5LQ@freemail.hu

Ez, a digitális tároló oszcilloszkópokról szóló cikksorozat olyan olvasók számára készült, akik – a szerzőhöz hasonlóan – korábban analóg oszcilloszkópokkal dolgoztak, de megismerkednének az egyre inkább teret hódító technika: a digitális tároló oszcilloszkópok működésével, használatával. Ez az ismerkedés annál is indokoltabb, mivel távol-keleti gyártók magánszemélyek, amatőrök számára is elérhető áron kínálnak ilyen műszereket.

A műszer, amelyet már ismerünk: az analóg oszcilloszkóp

Az első olyan analóg, valós idejű (ART = Analog Real Time) oszcilloszkóp, amellyel a mai értelemben (az ernyő előtti skála osztásairól leolvasva) kalibrált feszültség- és időmérést lehetett végezni, és amely ugyancsak a világon elsőként triggerelt időalappal, és Y késleltető művonallal rendelkezett, az 1947-től gyártott TEKTRONIX 511 volt (1. ábra).

Az ilyen rendszerű oszcilloszkóp vízszintes (X) eltérítő lemezpárjára az oszcilloszkóp fűrészel generátora által előállított (majd erősített), az idővel arányosan növekvő feszültség kapcsolódik, melynek hatására az elektronsugár az ernyőn egyenletes sebességgel mozog balról jobbra (majd rövid idő alatt visszafut az ernyő elejére; ez alatt az idő alatt az elektronsugár ki van oltva).

Ezzel egyidejűleg az oszcilloszkóp bemenetére kapcsolt vizsgálendő jel a függőleges (Y) erősítőn a megfelelő szintre erősödve a katódsugárcső függőleges eltérítő lemezpárjára kerül, az elektronsugarat a jel mindenkor pillanatértékének megfelelően függőlegesen eltérítve. (Pozitív feszültség hatására a sugár felfelé, negatív feszültség hatására lefelé térül ki).

Így a fűrészel felfutása alatt a vizsgálendő jel időképe az ernyőre

rajzolódik. Az időnek a vízszintes tengely, a feszültségnek a függőleges tengely felel meg. Ezért az ernyő előtti skálán a vízszintes tengely osztásai (osztás = division = DIV) a fűrészel generátor beállításának megfelelő időközöket (ns/DIV, us/DIV, ms/DIV,

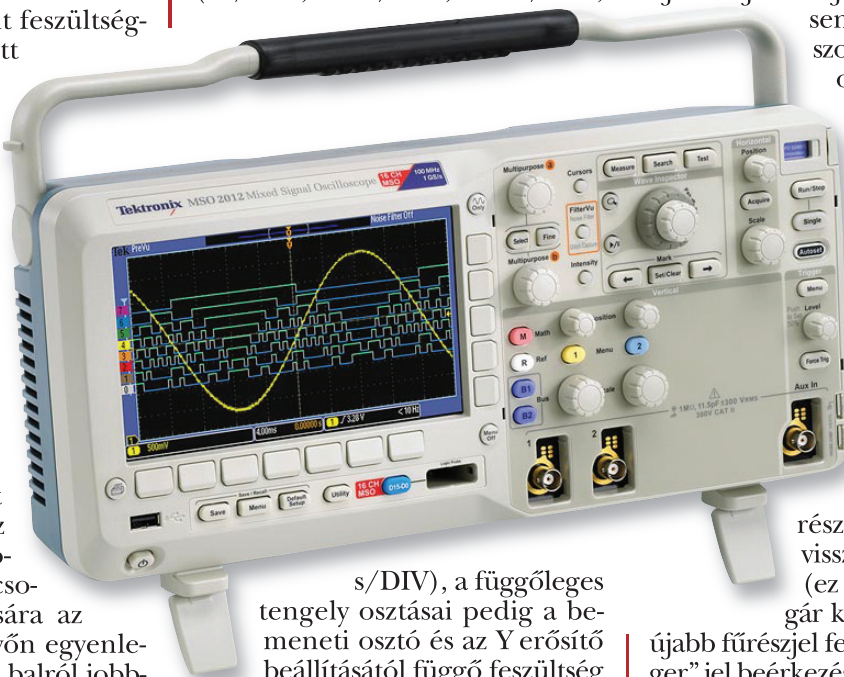
foszfor utánvilágítása és a szem tehetetlensége miatt úgy látjuk, mintha a jelalak folyamatosan az ernyőn lenne.

Mindebből kitűnik, hogy (nem tároló) analóg oszcilloszkóppal csak olyan jelalak vizsgálható, amely újra és újra felrajzolható, rendszeresen ismétlődő szakaszból áll, azaz periodikus. Az ismételt felrajzolásokkor az ernyő ugyanazon helyére a jelnek mindig ugyanannak a szakaszának kell kerülnie. Ezt a mai oszcilloszkópokon a – Howard Vullum és Jack Murdock által feltalált – triggerelés biztosítja. A fűrészel generátor jele a visszafutás után leáll (ez alatt az elektronsugár ki van oltva), és egy

s/DIV), a függőleges tengely osztásai pedig a bemeneti osztó és az Y erősítő beállításától függő feszültség értékeket (mV/DIV, V/DIV) mutatják.

Az ilyen módon felrajzolt jel az ernyő foszforjának utánvilágítási idejétől függően csak néhányszor 10 ms ideig látható. Ez nyilvánvalóan nem elegendő a jelalak kiértékeléséhez, feszültség- és időadatainak a leolvasásához. Szükséges, hogy a jelalak huzamosan látható maradjon az oszcilloszkóp ernyőjén. Ez úgy érhető el, hogy ugyanazt a jelalakot az elektronsugár újra és újra (ugyanabban a fázisban) az ernyőre rajzolja. Ha ez megfelelő gyakorisággal történik, akkor a

újabb fűrészel felfutása csak a „trigger” jel beérkezésekor indul meg. A trigger jelet egy külön áramkör (legegyszerűbb esetben magából a vizsgált jelből) képi, amikor a feszültség pillanatértéke egy, az előlapon beállítható küszöbértéket (trigger szint, LEVEL) pozitív vagy negatív irányban (SLOPE +/-) átlép. Mivel a trigger jel a periodikus vizsgált jelnek mindig ugyanannál a pillanatértékénél (és ugyanolyan irányú változásánál) keletkezik, biztosítani lehet, hogy az elektronsugár rajzolása a jelnek mindig ugyanabban a fázisban induljon. Így a jel többi szakasza is ugyanoda rajzolódik, mint az előző felrajzoláskor.



Ezt segíti a HOLDOFF funkció is. Ha a jel ugyanazt a szintet egy perióduson belül többször is átlépi (és így több trigger jel képződik), a rossz időpontban történő indítást a trigger impulzusok beállítható HOLDOFF ideig történő letiltásával el lehet kerülni.

A trigger áramkör működése maga is időt vesz igénybe. Ezért, mire a vízszintes eltérítés megindul, a jelnek az a szakasza, amelyre triggereltünk, már lezajlott. A függőleges erősítőbe (a trigger jel képzése utáni szakaszon) beiktatott *késleltető művonal* célja a jelet olyan mértékben késleltetni, hogy ez a jelrészlet is az ernyőre kerüljön.

Az *analóg oszcilloszkópon* tehát az *elektronsugár a trigger jel keletkezésekor*, (hacsak a vízszintes pozíciót el nem állítottuk) *mindig az ernyő bal széléről indul meg, és a jelnek a triggerelést követő szakaszát rajzolja az ernyőre*. (Késleltető művonal alkalmazásával is legfeljebb azt érhetjük el, hogy maga a trigger jelet kiváltó esemény még az ernyőn megjelenjen). Az idők folyamán az analóg oszcilloszkóp szolgáltatásait, kezelési kényelmét, és leolvasási pontosságát illetően is sokat fejlődött.

A *DUAL TRACE* (elektronkapcsolós, két nyomvonalas) oszcilloszkóp lehetővé tette ugyanazon az ernyőn, azonos időeltérítéssel egyidejűleg két jel megjelenítését, fázisviszonyaik egymáshoz képesti mérését.

A *két időalapos* oszcilloszkópon az ernyőn megjelent jel bármely kis szakasza a második időalappal vízszintesen nyújtható, részletesen vizsgálható – egyidejűleg az időmérés pontossága is növelhető. (Azonban a jelnek minél kisebb szakaszát vizsgáljuk, annál kisebb kitöltési tényezővel pásztazza az elektronsugár az ernyőt, ezért annál jobban csökken az ernyőkép fényereje.)



1. ábra

A *kurzosos* (korábbi írásmóddal: *cursoros*) méréseket lehetővé tevő oszcilloszkópok képernyőjén a jel mérendő pontjaira előlapi kezelő szervekkel két jelzővonal (kurzor, mutató) állítható. Két vízszintes vonal segítségével a feszültség, két függőleges vonal segítségével pedig az idő mérhető. A mérési eredmény digitális kijelzőn jelenik meg. Ez a mérési mód egyúttal kiküszöböli az erősítők és a katódsugárcső nemlinearitásából adódó mérési hibát (hiszen a kurzorokat szolgáltató jelek is ugyanazon a nemlineáris jelúton haladnak át).

A kezelési kényelmet növelő (és az ernyő fotózásakor egyes kezelőszervek állásának dokumentálását is lehetővé tevő) új szolgáltatás volt a *readout*: a főbb beállítások adatainak (és a kurzosoros mérések eredményeinek) a képernyőre írása. Az egyszeri lefutású jelek vizsgálatára kifejlesztették az

analóg tároló oszcilloszkópot. A „tárolást” a katódsugárcső speciális kiképzésével (az ernyőbe csapódó elektronok szekunder emissziójának felhasználásával) és az ehhez szükséges kiegészítő áramkörök beépítésével valósították meg. A „bistabil” rendszerben viszonylag lassú jelek hosszú ideig jeleníthetők meg az ernyőn. A „monostabil” rendszerben gyorsabb jelek is, de csak rövidebb időre (néhány másodpercig vagy percig). A kettő kombinációja az „átíró” tároló rendszer, amelyben a jelet először monostabil módon tárolják, majd a kapott képet bistabil rendszerbe átvirva már hosszú ideig (több óra) lehet az ernyőn megjeleníteni. Az analóg tároló szkópok triggerelése és a jel ernyőre rajzolása megegyezik az ART oszcilloszkópokéval (és a tárolás kikapcsolásakor normál analóg oszcilloszkópként is működtethetők).



AGeta
a megoldásshállító...

AMI AZ ELEKTRONIKÁHOZ KELL....













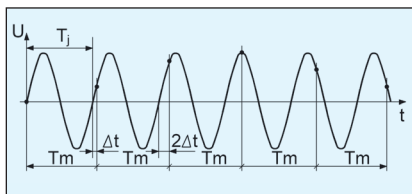





MÉRŐMŰSZEREK, OSCILLOSKÓPOK, ANALIZÁTOROK, JELGENERÁTOROK, TARTOZÉKOK

Ageta Kft. <http://www.ageta.hu> ; e-mail: ageta@ageta.hu ; Tel.: 30/256-4288 ; Fax: 96/214-342

A real time (valós idejű = a jelet lefutásával egyidejűleg az ernyőre rajzoló) oszcilloszkópok felső határfrekvenciája korlátozott. Nem csak az erősítő fokozatok határfrekvenciája, hanem maga a katódsugárcső is korlátot szab. A megfelelő eltérítési érzékenység érdekében az elektronsugárnak viszonylag hosszú ideig kell a függőleges eltérítő lemezek között haladnia. Ennyi idő alatt viszont a nagyfrekvenciás jelek pillanatértéke már jelentősen változik, akár ellentétes polaritásúvá is válhat. Ezért a frekvencia növekedésével a függőleges eltérítés mértéke csökken. Különböző eljárásokkal (pl. a függőleges eltérítő lemezek az elektronsugár haladási irányában történő részekre osztásával, és ezek között az elektronsugár sebességének megfelelő késleltető művonal beiktatásával) a felső határfrekvenciát néhány száz MHz-ig lehetett növelni. Az ennél nagyobb frekvenciájú jelek mérésére szolgál az *analóg mintavévo* oszcilloszkóp. Az *analóg mintavévo* oszcilloszkóp csak periodi-



2. ábra

kus jelek vizsgálatára alkalmas. A megfelelő szintre erősített – vagy leosztott – bemenőjelből (ugyanúgy, mint az ART oszcilloszkópban) minden periódusban, a vizsgált jelnek mindig ugyanannál a pillanatértékénél (és ugyanolyan irányú változásánál) állítják elő a trigger jelet. A trigger jelet követően periódusonként azonos mértékben (Δt) növelt idő eltelével mintát vesznek a jelből, és ezeket a mintákat jelenítik meg a képernyőn (2. ábra).

A mintavételezésnek ezt a módját, amikor T_m mintavételi időköz nagyobb, mint T_j periódusidő, *nem valós idejű* mintavételezésnek nevezzük. Ha a periódusonkénti 1 mintát – mint jelen esetben – a trigger jellel rögzítetten, azonos időközön-

ként veszük, akkor *ekvivalens idejű* mintavételezésről beszélünk. (Amikor pedig a mintavételi időpontot a vizsgált jeltől függetlenül egy szabadon futó oszcillátor jelöli ki, *véletlenszerű* mintavételről van szó.)

Ha pl. a mintavételi időpont a trigger jelhez képest minden mintánál a periódusidő 0,1%-ával nő, 1000 mintát kell venni ahhoz, hogy egy teljes periódus mintái a képernyőre kerüljenek. Így az oszcilloszkóp eltérítő áramköreinek és a katódsugárcsőnek csak a mintavett jel frekvenciájának 0,1%-ával kell működniük.

A kurzoros méréseket, a readout lehetőségét az oszcilloszkópba épített digitális áramkörök tették lehetővé. A digitális technika fejlődése, a processzorok, az A/D átalakítók és memóriák működési sebességének rohamos növekedése következtében jelenhet meg a digitális, majd az LCD kijelzők tökéletesedésével a kis mélységű, (sokszor színes) LCD kijelzős digitális oszcilloszkóp.

(Folytatjuk)

„Forrasztani csak pontosan, szépen... – ezekkel érdemes!”

Fahrenheit 28003

Analóg forrasztóállomás transzformátor + páka + pákatartó szivaccsal

- 150...450 °C-fok, analóg, folyamatosan állítható
- 24 V/50 W-os hőérzékelős, kerámia fűtőbetétes páka
- különféle alakú, könnyen cserélhető pákahegyek
- külön is rendelhető páka (2000 Ft) és pákahegykészlet (1990 Ft/5 db)



csak **13.990 Ft**

Fahrenheit 28011

Digitális forrasztóállomás transzformátor + páka + pákatartó szivaccsal

- 150 ... 450 °C-fok, digitálisan, foly. állítható
- 24 V/48 W-os hőérzékelős, kerámia fűtőbetétes páka
- klf. alakú, könnyen cserélhető pákahegyek
- fix hőm. állító gombok: 200/300/400 °C
- dupla LCD: kívánt/valós pákahőmérséklet
- külön is rendelhető páka (2500 Ft) és pákahegykészlet (2490 Ft/4 db)



csak **22.990 Ft**

HAM-bazár Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em. folyosóközép H-P 09–14 óra
Rendeljen, postán is elküldjük, a postaköltség felszámításával!
1374 Budapest, Pf. 603 239-4932/36 239-4933/36
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

3