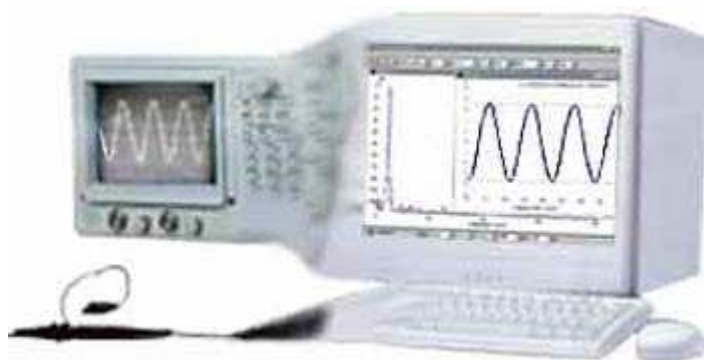


Az oszcilloszkóp kiválasztás szempontjai

Alan Tong, Pico Technology, Műszaki igazgató

Bevezetés

Sokak számára az oszcilloszkóp kiválasztás feladata ijesztőnek tűnhet, hiszen általában több száz jelentősen eltérő árú és műszaki adatokkal rendelkező modellből kellene választani. Jelen írás, végigvezetve az olvasót a kiválasztási szempontok útvesztőjén, remélhetőleg segít elkerülni az esetleg igen költséges hibás döntéseket.



Kezdjük az elején

Oszcilloszkóp választáskor először ne a hirdetések, vagy műszaki adatokat vegyük szemügyre, érdemesebb elgondolkodni azon, hogy hol és mire fogjuk használni a műszert.

- Hol fogjuk használni a szkópot (a munkaasztalon, egy vevő telephelyén, az autó motorház tető alatt)?
- Hány jelet kell mérni egyszerre?
- Mi a mérendő jel legnagyobb és legkisebb amplitúdója?
- Mekkora a mérendő jel legnagyobb frekvenciája?
- A jel ismétlődő, vagy egyszeri?
- A jelet az időn kívül a frekvencia függvényében is meg kell jeleníteni?

A fentiekre adott válaszokkal felvértezve hozzákezdhetünk annak fontolgatásához, hogy céljainknak melyik oszcilloszkóp fog a legjobban megfelelni.

Analóg, vagy digitális?

Ez a cikk a Digitális Tároló Oszcilloszkópokra (DSO) összpontosít, mivel ezek képezik a manapság eladott új szkópok többségét. Mielőtt leírnánk, hogy mire kell ügyelni a digitális szkópoknál, bevezetőben szükséges az analóg eszközöket is érinteni.

Az elektronikai szakemberek zöme annak idején analóg szkópot használt ezért annak ismeri jobban a szerkezetét és használatát. A ma oszcilloszkópot vásárlók közül sokan az analógot cserélik digitálisra.

Bár még ma is sokan vannak, akik az analóg szkópok szerelmesei, ezek a műszerek legfeljebb néhány olyan jellemzővel rendelkeznek, amin egy DSO nem tesz túl.

Ha mégis az analóg kivitelhez vonzódnánk, választási lehetőségünk korlátozott lesz. Analóg szkópot már csak néhány gyártó kínál, a még kapható típusok meglehetősen régi technológiával készülnek és gyakran igen korlátozott teljesítő képességgel rendelkeznek.

Használt analóg szkóp vásárlása első látásra jó üzletnek tűnik, de ilyenkor nézzük meg, hogy kaphatók-e hozzá tartalék alkatrészek, mivel a magas javítási költségek könnyen elronthatják a gazdaságosnak tűnő vásárlást.

További szempontok az analóg-digitális vita eldöntéséhez. A DSO-k:

- Kisméretűek és hordozhatók
- Sávszélességük a legnagyobb
- Egyszeri lefutású jelet is meg tudnak jeleníteni
- Színes kijelzőjük van
- A képernyőn mérések végezhetők
- Kezelésük egyszerűbb
- Adattárolással és nyomtatási lehetőséggel rendelkeznek

A korszerű DSO-k, PC csatlakoztatásuk révén, teljes mértékben integrálhatók automatikus mérő rendszerekbe (ATE). Ezenkívül a DSO-kat gyakran használják nagy sebességű adatgyűjtő rendszerek bemeneti egységeként, csökkentve ezzel az egy csatornára eső költségeket.

Sávszélesség

Az első jellemzőként foglalkozzunk a sávszélességgel. Ez az a legnagyobb jelfrekvencia, ami át tud haladni a bemenő oldali erősítőkön. Ebből az következik, hogy a szkóp analóg sávszélessége nagyobb kell legyen a mérni kívánt legnagyobb frekvenciánál (real time).

A sávszélesség önmagában nem elég ahhoz, hogy egy DSO pontosan befogjon egy nagy frekvenciájú jelet. A gyártók célja az, hogy termékükkel egy adott frekvenciamenetet (MFED) biztosítsanak. Ez a frekvenciamenet kiváló impulzus hűséget eredményez minimális túl-és alullövéssel. Ugyanakkor, mivel a DSO erősítőkből, csillapítókból, ADC-kből, csatlakozókból és relékből áll az MFED csak cél, ami csak közelíthető, de teljes mértékben soha nem érhető el.

Érdeemes megjegyezni, hogy a legtöbb szkóp gyártó a sávszélességet úgy definiálja, mint azt a frekvenciát, melynél a szinuszos bemenőjel eredeti amplitúdójának 71 %-ára csillapodik (-3 dB). Más szóval a kijelzett érték 29% -os bemeneti hibát tartalmazhat.

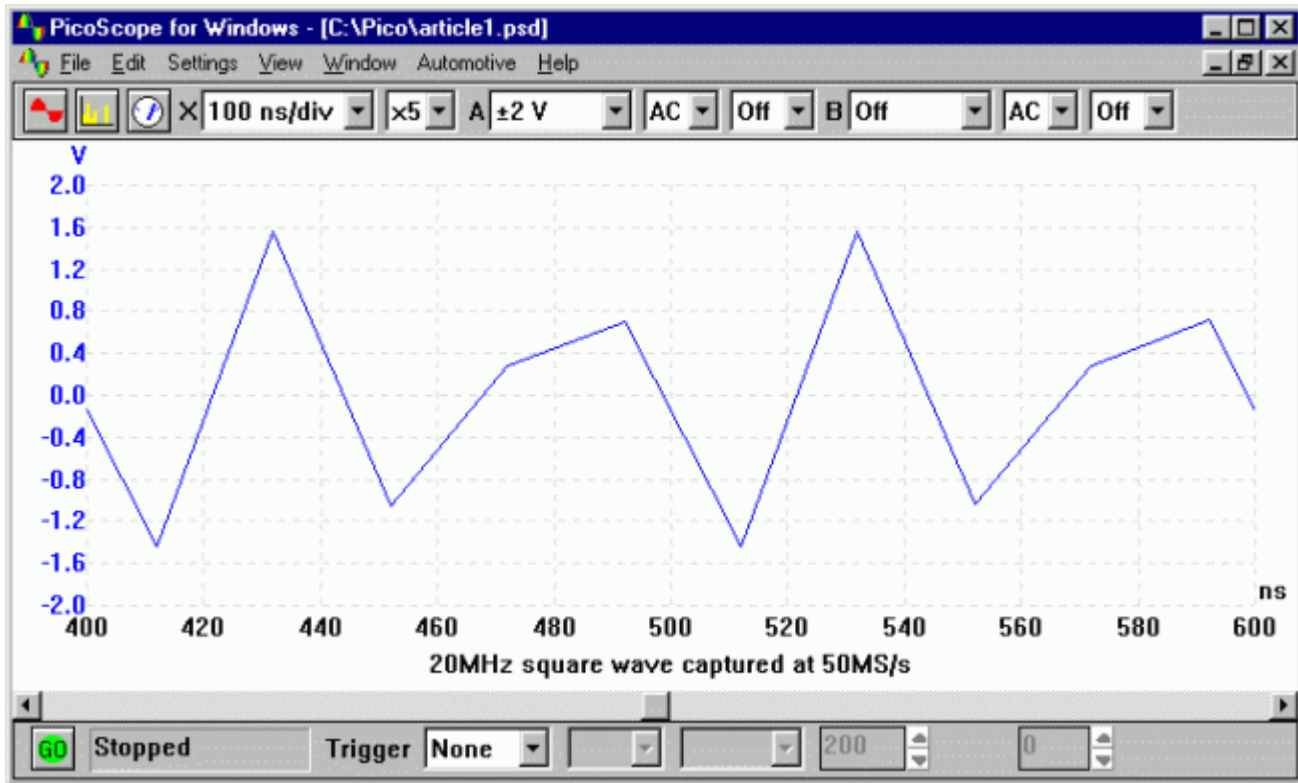
Azt se felejtjük el, hogy a bemenő jel nem tisztán szinuszos mivel felharmónikusokat tartalmaz. Egy 20 MHz-es négyszöghullám egy 20 MHz sávszélességű szkópon nézve például csillapított, torzult hullámként jelenik meg. Ökölszabályként jegyezzük meg, hogy lehetőleg a mérni kívánt legnagyobb frekvencia ötszörösének megfelelő sávszélességű szkópot vásároljunk. Mivel a nagy sávszélességű szkópok meglehetősen drágák, előfordulhat, hogy kompromisszumot kell kötnünk.

Egyes szkópoknál a megadott sávszélesség nem vonatkozik minden feszültségre, ezért gondosan nézzük meg a műszaki adatlapot.

Mintavételi sebesség

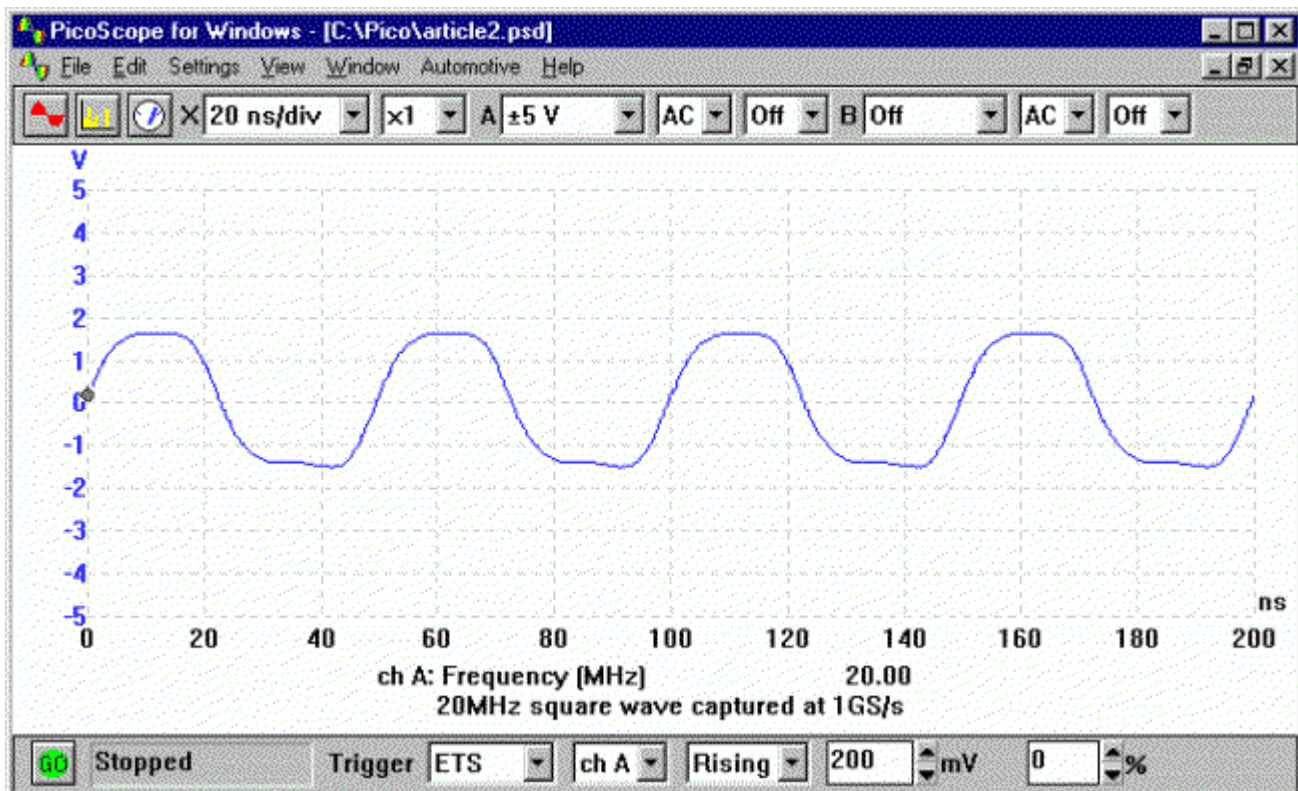
Az analóg szkópoknál egyszerűen ki lehetett választani a kívánt sávszélességű típust. Digitális műszereknél a mintavételi sebesség (Ms/s vagy Gs/s) és a memória mélység is fontos szerepet játszik. A Nyquist feltétel szerint a mintavételi sebesség legalább kétszerese kell, hogy legyen a mérni kívánt frekvenciának. Ez igaz lehet egy spektrum analizátorra, de oszcilloszkóp esetében legalább 5-szörös mintavétel kell a hullámforma pontos megjelenítéséhez.

A legtöbb szkópnál a mért jeltől függően két mintavételi sebesség van: valós és ekvivalens (ETS) idejű, az utóbbit ismétlődő (periodikus) jelek mintavételi sebességének is nevezik. Az ETS azonban csak stabil, valóban ismétlődő jelek esetén működik, mivel a jelalak építés itt egymás utáni mintavételek alapján történik



1a.Ábra.20 MHz négyzög jel befogása 50 MS/s mintavételi sebességgel.

Például a **Pico Technology** 12 bites ADC-212/100 szkópja 100 MS/s valós idejű, vagy- ismétlődő jelek esetén- 5 GS/s mintavételt szolgáltat. Az 1a. ábrán látható, hogy a négyzög jel 50 MS/s mintavétellel majdnem felismerhetetlen az 1b. ábrán lévő 5 GHz/s-os mintavétellel megjelenített azonos jelhez viszonyítva. Az 5 GS/s jól hangzik, de ne felejtjük el, hogy ha a jel tranziens, vagy változó (pl.video hullámalak) akkor az ETS nem működik és ezért a jellemzően jóval alacsonyabb valós idejű sávszélességre kell támaszkodnunk.



1b.Ábra.20 MHz négyzög jel befogása 5 GS/s mintavételi sebességgel.

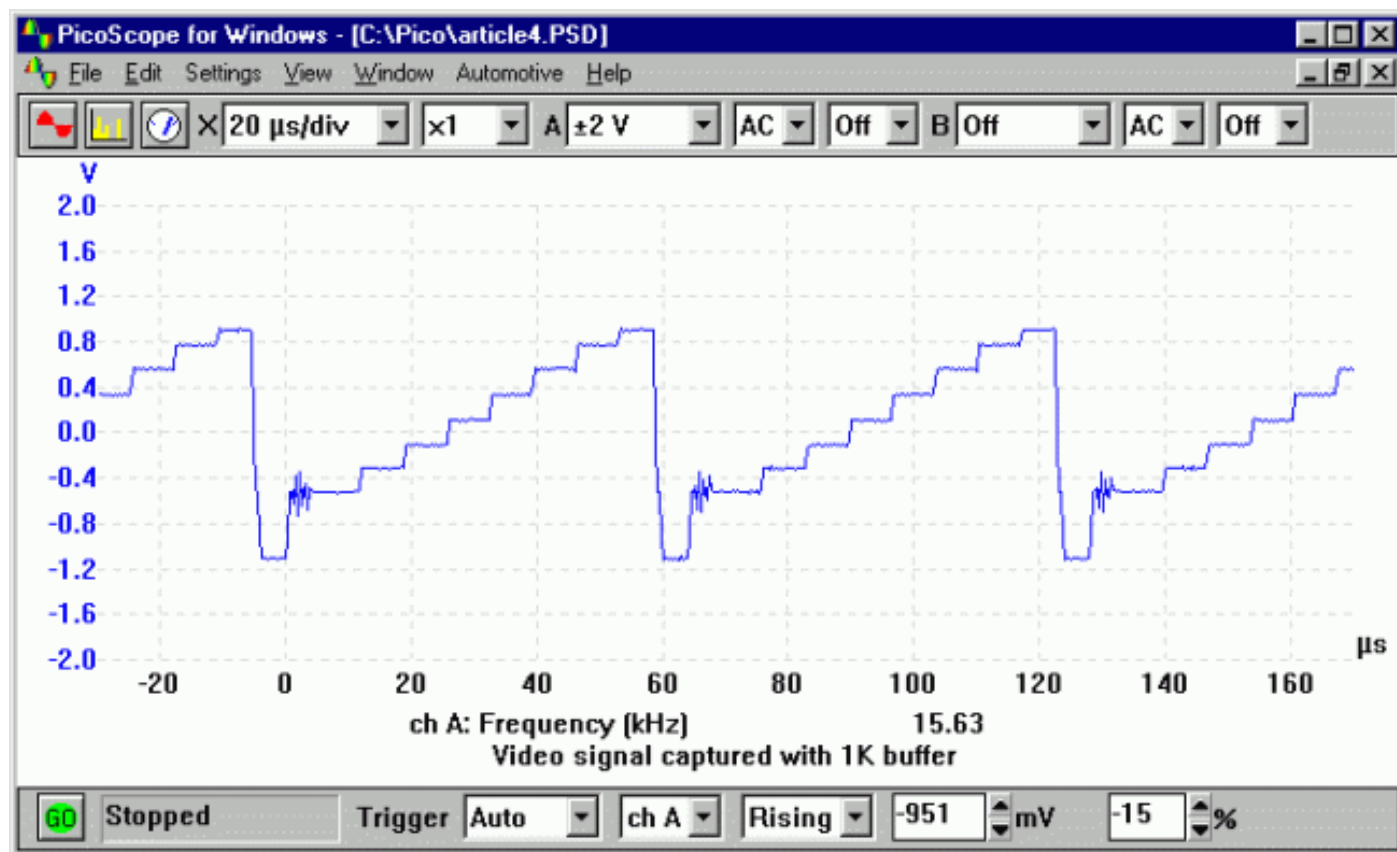
Egy jó tanács: a szkóp gyártók szeretik kiemelni a legjobban hangzó műszaki adatokat, ezért azokat alaposan meg kell nézni olyan szempontból, hogy a megadott mintavételi sebesség minden jelre vonatkozik-e, vagy csak ismétlődő jelekre. Ez alapján lehet, hogy a vásárolni kívánt szkóp nem felel meg a célnak.

Egyes szkópok mintavételi sebessége függ a használatban lévő csatornák számától. Jellemzően az egy csatornára vonatkozó mintavételi sebesség kétszerese a két csatorna használatakor érvényesnek: ismét felhívjuk a figyelmet a műszaki adatok gondos tanulmányozására.

Memória mélység

A memória mélység fontossága talán a legkevésbé ismert egy DSO megítélésénél. Ez azért szegény, mert ez az egyik legfontosabb jellemző.

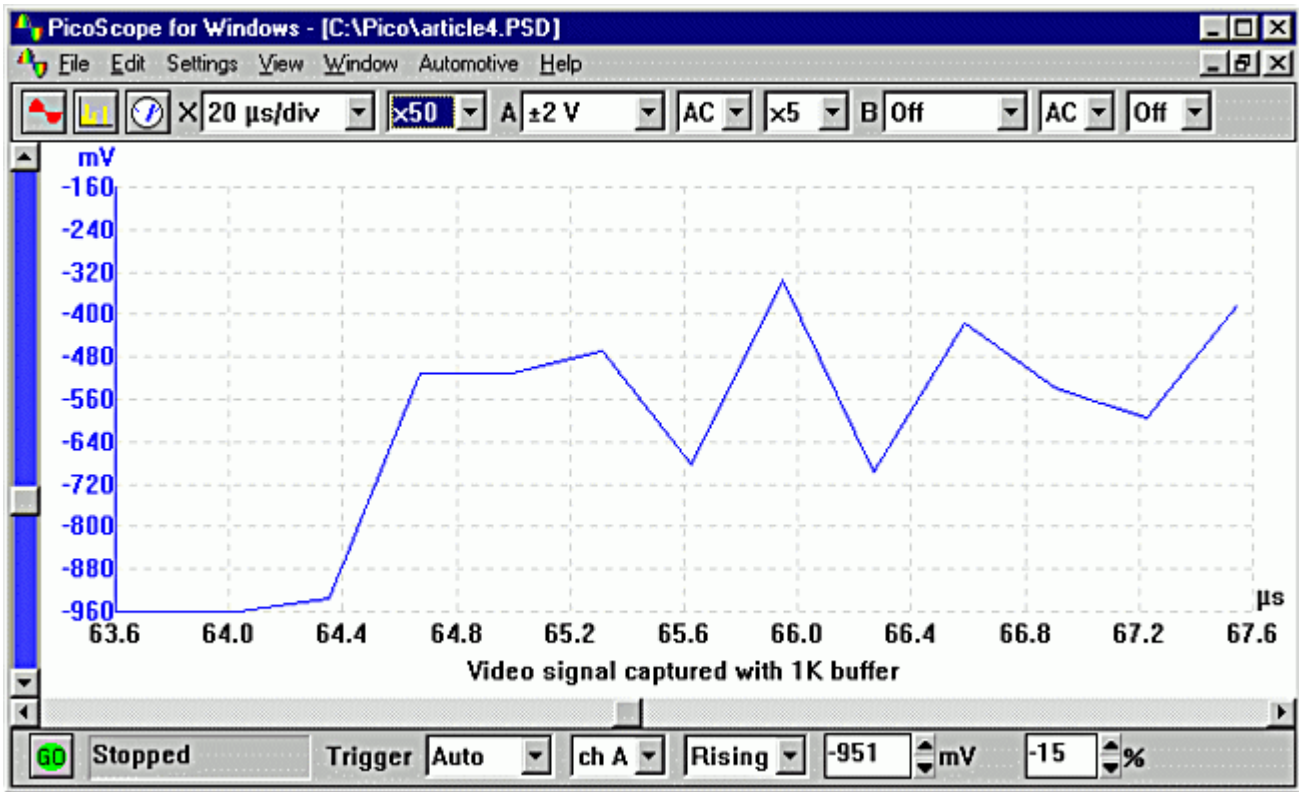
A befogott mintákat a DSO a puffer memóriában tárolja, ezért egy adott mintavételi sebesség esetén a memória mérete határozza meg, hogy milyen hosszú lehet a jelbefogás időtartama. A mintavétel és a memória közti összefüggés fontos: nagy mintavételi sebességű, de kis memóriájú szkóp csak néhány felső időalap tartamban tudja használni a legnagyobb mintavételi sebességet. A 2a. Ábra 1k puffermemória használatával 200 μ s időtartam alatt befogott video jelalakot mutat. Az 1K puffer memória a mintavételi sebességet 5 MS/s-ra korlátozza (1k/ 200 μ s), bár a szkóp 100 MS/s-ra képes.



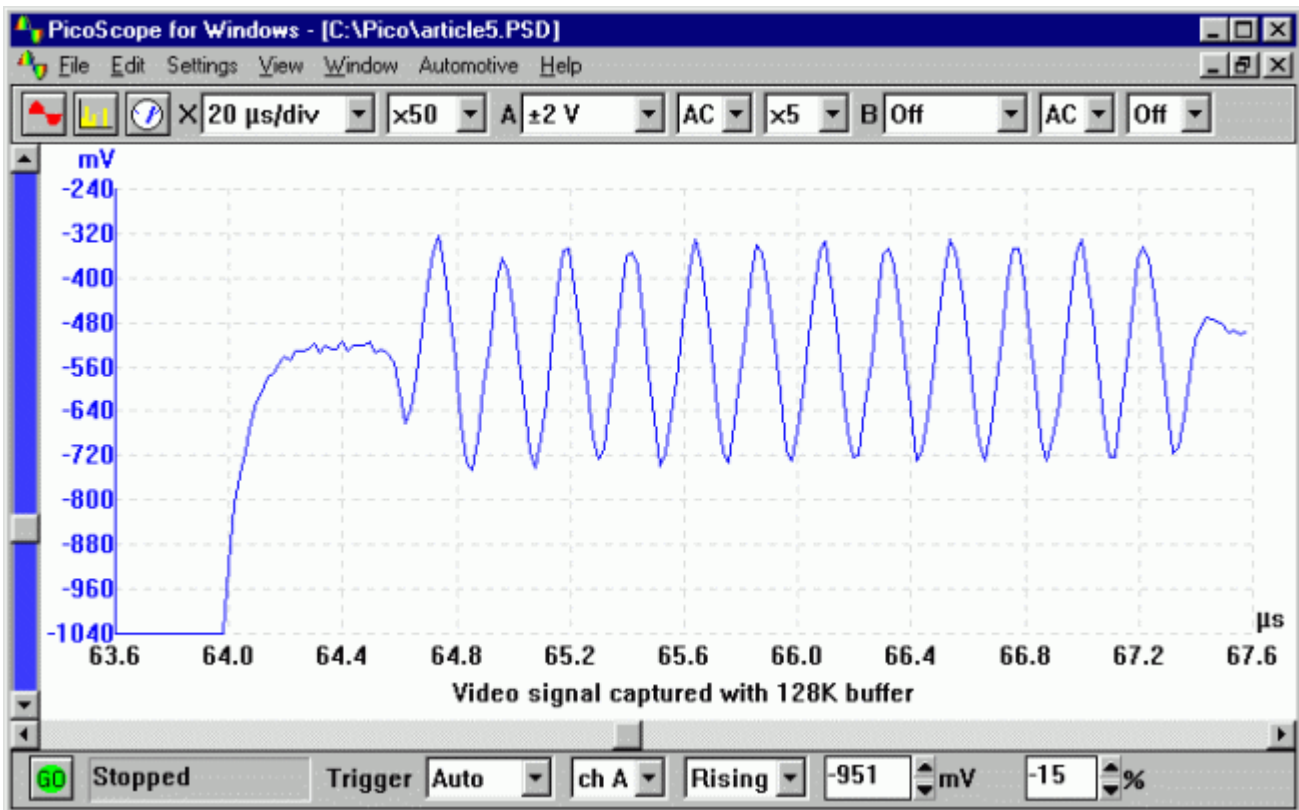
2a.Ábra. 1 K puffer memóriával befogott 200 μ s-os video jelalak.

Első ránézésre a befogás megfelelőnek látszik. Ugyanakkor a burst jelre zoomolva láthatóvá válik a kis memória által okozott korlát (2b. Ábra). A lépcsők alatt látható rezgés kb. 5 ms-ig tart, így csak 25 memória pont képviseli, ami normál nézetben megfelel, rázoomolva azonban ez a néhány pont megtölti az egész képernyőt.

A 2c. Ábra. ugyanezt a rezgést mutatja, de 128 K puffer memóriájú szkópon mérve. Így a szakaszt több, mint 3000 pont képviseli, a különbség nyilvánvaló.



2b.Ábra. A kis puffer memória korlát jelentkezése a hullámalak széthúzásakor



2c.Ábra. A hullámalak 128 kB puffer memória használatával.

Egy valóságos példa

A sávszélesség, a mintavételi sebesség és a memória mélység összefüggésének magyarázatához vegyünk egy való életből származó példát. Tegyük fel, hogy egy USB keretet (1.1) akarunk befogni. Az adat keret időtartama 1 ms és a soros adatátvitel 12 MBPS. A vizsgálat egyszerűsítéséhez feltételezzük, hogy egy 1 ms időtartamú, 12 MHz-es négyszöghullámot kell befognunk.

- Sávszélesség: a legszélső határ 12 MHz, de mivel ez nagyon torz jelet adna egy legalább 50 MHz-es sávszélességű szkópra van szükség
- Mintavételi sebesség: a 12 MHz-es jel létrehozásához kb. 5 hullámalak pontra van szükség, tehát minimum 60 MS/s szükséges
- Memória mélység: 60 MS/s adatgyűjtéshez 1 ms időtartamig minimum 60000 minta mélységű memóriára van szükség

Felbontás és pontosság

A digitális elektronikában a jel 1%-os megváltozása általában nem okoz nehézséget, az audio elektronikában azonban 0,1%-os torzítás vagy zaj katasztrófát jelenthet. A legtöbb korszerű DSO gyors digitális jelekkel való használatra optimalizált és csak 8 bit felbontással (8 bit ADC) rendelkezi, így legjobb esetben 0,4 %-os jelváltozást tud detektálni.

8 bit esetén a feszültség tartomány 256 függőleges lépésre oszlik ($2^8 = 256$). Egy +/- 1 V-os tartományt választva ez kb. 8 mV/ lépés-t jelent. Digitális jelek esetén ez megfelelő lehet, de analóg jeleknél nagy kívánni valót maga után, különösen spektrum analízátor funkcióban (ha van ilyen).

Audio, zaj, rezgés és ellenőrző érzékelők (hőmérséklet, áram, nyomás) esetén egy 8 bites szkóp gyakran nem elég, ezért 12, vagy 16 bites alternatívát kell választanunk.

Ami a pontosságot illeti, általában nincs különösebb jelentősége. A mérés pontossága néhány százalékon belüli (a legtöbb 8 bites DSO 3-5%-os pontosságot kínál), ha ennél pontosabb mérés szükséges, akkor ez multiméterrel oldható meg.

Nagyobb felbontású szkóppal 1%-os, vagy jobb pontosság is elérhető.

A nagy felbontású (12 bit, vagy nagyobb) és nagy DC pontosságú oszcilloszkópokat precíziós szkópnak szokták nevezni.

Triggerelési lehetőségek

A szkóp triggerelési funkciója szinkronizálja a vízszintes lefutást a jel megfelelő pontján: ez lényeges a tiszta jelmegjelenítés szempontjából. A trigger módokkal stabilizálhatók az ismétlődő, és befoghatók az egyszeri hullámalakok. A vizsgált jel típusának függvényében érdemes megnézni a gyártó által ajánlott triggerelési módokat. Az összes digitális oszcilloszkóp ugyanazokat az alap triggerelési módokat szolgáltatja (forrás, szint, kezdő irány, elő- és késleltetett indítás) de a szkópok különböznek a fejlettebb triggerelési módok tekintetében. Ez utóbbiakra való igényt megint csak a vizsgált jel dönti el. Az impulzus triggerelés hasznos lehet digitális jeleknél, az automatikus lemezre/memóriába mentés lehetősége pedig nagy segítséget jelenthet időszakos hibák lekövetésénél.

Néhány alkalmazás-specifikus trigger mód (pl. lemez meghajtó vizsgálat) külön költségért, szoftver vagy hardver bővítésként kapható.

Bemeneti szintek és mérőfejek

A szkópok jellemzően +/-50 mV és +/- 50 V közötti bemenő tartománnyal rendelkeznek. Ha nagyobb feszültséget kell mérni, akkor ezt 1:10 vagy 1:100 osztású mérőfejjel meg tudjuk oldani, kis feszültségek esetén viszont fontos megvizsgálni, hogy a mérendő feszültséghez rendelkezik-e a szkóp kellően kis

feszültség méréshatárral. Ha rendszeresen mérünk 50 mV alatti feszültséget, akkor célszerű meggondolni 12 vagy 16 bites felbontású szkóp vásárlását. A 16 bites szkóp 256-szor nagyobb felbontású, mint a 8 bites, és így lehetővé teszi a mikrovolt szintű feszültségekre való zoom-olást.

Ellenőrizzük, hogy a mérőfejek legalább a szkópéval azonos sávszélességűek legyenek. Egyes gyártók költség csökkentési célból csak gyengébb minőségű mérőfejet adnak alap tartozékként, az igazán használhatókat pedig rendelhető tartozékként szállítják. Lehetőség szerint mindig 1:10 –es mérőfejjel mérjünk, így a mért áramkört kevésbé terheljük és növeli a túlfeszültség védelmet.

Nagy sebességű jeleknél (> 200 MHz) passzív mérőfejjel a mérőkábel kapacitása miatt problémák jelentkezhetnek. A probléma megoldható aktív FET mérőfej használatával.

Nagyobb feszültségek pl. +/- 100 V, vagy hálózati feszültségek méréséhez a legbiztonságosabb megoldás differenciál leválasztó mérőfej használata.

Kivitel

A DSO-k nagyjából három kategóriába sorolhatók: hagyományos asztali, kézi és PC alapú kivitel.

A legtöbb szolgáltatást általában egy adott célra épített asztali kivitel nyújtja ez az árban is megmutatkozik. Az FFT spektrum analízis, a PC interfész, a lemez meghajtók és nyomtatók mind költséges extra opciók.

A kézi szkóp előnyös terepen mozgó szakember számára, de hátránya a szerény kijelző (napfényben nehezen olvasható) és a korlátozott elem/akkumulátor üzemidő. Egy adott szint fölött ezek is költséges megoldások.

A PC alapú szkópok asztali megfelelőikhez képest jelentős megtakarítást jelentenek. Ennek oka magától értetődő: tömeggyártású PC és tartozékai. A könnyű jegyzőkönyv készítés szintén nagy előnyük.

Két változatuk van: belső és külső. A belső kivitel általában PCI kártya. Ez olcsóbb megoldás, de nem mindig működik. A kártyás kivitel fő hátránya a zajérzékenység, mivel PC-n belül sok a zajforrás. A másik hátrány az egyetlen PC-hez való kötöttségből adódó nehézkes hordozhatóság.

A külső PC alapú szkóp általában egy doboz, ami USB, vagy párhuzamos porthoz csatlakozik. A zaj itt nem jelent problémát és a hordozhatóság is biztosított.

Összefoglalás

Az analóg szkópok fölött eljárt az idő. Az ár és a nyújtott szolgáltatás alapján egyértelműen a DSO-ké a jövő. Csak azt kell eldönteni, hogy melyiket válasszuk.

A kiválasztásnál a következőkre figyeljünk:

- Próbáljuk ki megvásárlás előtt. Ha az eladó erre nem ad lehetőséget, keressünk másik beszerzési forrást.
- Drágább szkópoknál kérjünk demo-t és győződjünk meg arról, hogy a demo olyan jellel dolgozik-e mint mi, és nem olyan, ami a szkópot jó színben tünteti fel.
- Érdeklődjünk az esetleges korszerűsítésekről (upgrades) és, hogy ezeket az ár tartalmazza-e. PC alapú szkópoknál győződjünk meg arról, hogy az ár tartalmazza-e a szoftvert és a szoftver frissítésekért kell-e fizetni. Asztali szkópoknál ügyeljünk a PC/nyomtató kapcsolathoz szükséges kábelek és szoftver árára.
- Ellenőrizzük a jótállás időtartamát.

A fontossági sorrend tehát: sávszélesség, mintavétel, memória. Az első kettő az esetek többségében utólag nem bővíthető ezért ezekre a vásárláskor különösen ügyeljünk.

