

Bevezető az Agilent 54622A oszcilloszkóp használatához

Tartalom

1.	Bevezetés	5
2.	Az oszcilloszkóp legfontosabb jellemzői	6
3.	Az oszcilloszkóp bekapcsolása	6
4.	Az oszcilloszkóp csatlakoztatása a vizsgálandó egységhez.....	6
5.	A vizsgálati paraméterek első beállítása a jel áttekintéséhez.....	9
6.	A beállítások szükség szerinti módosítása, finomítása.....	11
7.	Feszültség- és időmérés a megjelenített hullámformákon	13
8.	Jelparaméterek automatikus mérése	14
9.	A vizsgálati eredmények dokumentumba mentése	15
10.	Kivonat specifikáció	16
11.	Irodalom.....	18

1. Bevezetés

A műszer sok funkcióval és ennek megfelelően sokféle beállítási lehetőséggel rendelkezik. Ezek részletesen megtalálhatók az oszcilloszkóp felhasználói kézikönyvében [1]. Ez a rövid felhasználói leírás csak egy új felhasználó első, egyszerű méréseinek elvégzéséhez kíván segítséget nyújtani, nem helyettesíti a felhasználói kézikönyv áttanulmányozását.

A használat leírásánál egy periodikus, viszonylag egyszerű formájú, nem érintésveszélyes jel vizsgálatát tételezzük fel. Ennek megfelelően az alábbi felhasználói tevékenységeket vázoljuk majd, a leírt sorrendben.

- Az oszcilloszkóp bekapcsolása
- Az oszcilloszkóp csatlakoztatása a vizsgálandó egységhez
- A vizsgálati paraméterek első beállítása a jel áttekintéséhez
- A beállítások szükség szerinti módosítása, finomítása a jel számunkra érdekes tartományának kiemelésére.
- Mérések végzése a jelen ill. a megjelenített hullámformákon
- A vizsgálati eredmények dokumentumba mentése

A kezelés leírásánál is a fenti sorrendet fogjuk követni. Feltételezzük továbbá, hogy a műszert a laboratóriumban már üzembe helyezték, használták, azaz megtörtént a csatlakoztatás a 230 V-os hálózathoz, és a számítógéppel való összekötés is megvalósult.

2. Az oszcilloszkóp legfontosabb jellemzői

Az Agilent 54622A egy kétsatornás digitális oszcilloszkóp, melynek működését egy beágyazott mikroszámítógép vezérli. A műszer összes üzemmód-választó kapcsolója, beállító szerve digitális vezérlésű. Az előlap kinézete ugyan hasonlít a hagyományos analóg oszcilloszkópokéra, de az előlapi kezelő szervek már nem változtatják közvetlenül az elektronikus egységek üzemmódját, az áramköri elemek paramétereit, hanem a beágyazott számítógép kezelői interfészét alkotják. A beépített katódsugárcsővet sem a bemenő jel vezérli, hanem azt a számítógép CRT display-ként használja.

A kezelői program menüvezérelt, az egyes funkciókhoz tartozó menük a logikusan elhelyezett előlapi választó-gombokkal hívhatók be a képernyőre. A képernyő alján, a menüsávban egymás mellett megjelenített menüpontok közti választás a képernyő alatt elhelyezkedő választó-gombokkal (soft-key) történik. A gyakrabban állítandó paraméterekhez (pl. függőleges érzékenység, eltérítési sebesség) dedikált beállító gombok tartoznak, ami meggyorsítja és kényelmesebbé teszi a beállítást. Ezek a dedikált beállító gombok akkor is aktívak, ha a velük kapcsolatos menü nincs kiválasztva.

A vizsgált jel alakjának megjelenítése az oszcilloszkópoknál szokásos elrendezést követi: az időtengely vízszintes (horizontál, X) irányú, az amplitúdó ill. feszültségtengely függőleges (vertical, Y) irányú.

A legfontosabb műszaki jellemzőket a gyártó az előlapon is feltünteti: 100 MHz, 200 MSa/s. A 100 MHz a mintavevő egységet megelőző illesztő erősítő határfrekvenciája. A 200 MSa/s az erősítőt követő mintavevő egység maximális mintavételi frekvenciáját jelenti.

A leírás végén, a 10. szakaszban a legfontosabb specifikációs adatok is megtalálhatók.

3. Az oszcilloszkóp bekapcsolása

Az oszcilloszkóp bekapcsolása ill. kikapcsolása az előlap alján, középen található fehér színű, *POWER* feliratú nyomókapcsolóval történik. Az előlap ábrázolásán (1. ábra) erre a kapcsolóra a *Power switch* címke utal.

A bekapcsolás után a rendszer viszonylag gyorsan "feláll", és a képernyőn mindjárt felkínál néhány információs ablakot a "soft key" gombok segítségével. Ezek ismertetik az alkalmazott jelöléseket, az ún. *Quick Help* funkciót és nyelv-választást is lehetővé tesznek. Magyar nyelvű menü nincs. A továbbiakban az angol nyelv kiválasztását tételezzük fel.

4. Az oszcilloszkóp csatlakoztatása a vizsgálandó egységhez

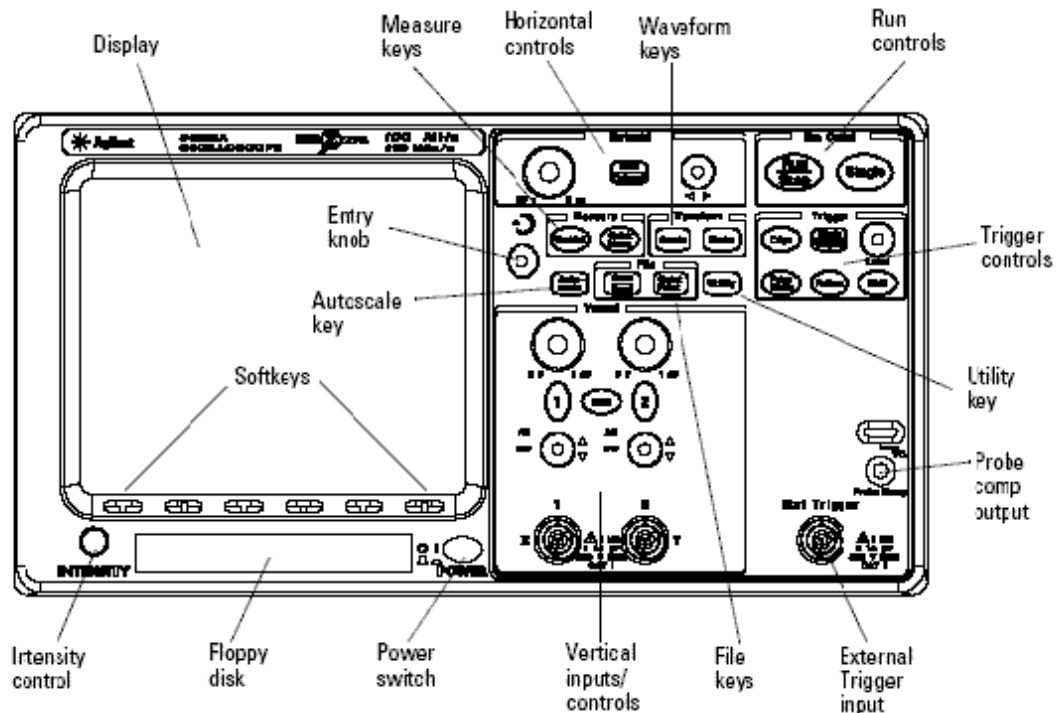
Az oszcilloszkóp 2 csatornás, egyszerre 2 jelet tud vizsgálni. A jeltáplálókat ún. BNC csatlakozók, és az előlap (1. ábra) *Vertical inputs/controls* mezőjében találhatók.

A vizsgált jelek csatlakoztatásánál az egyik legfontosabb szempont a jelhűség, ami itt két feltétel teljesítését jelenti:

- Az oszcilloszkóp csatlakoztatása ne változtassa meg a vizsgált egység működését, a vizsgálandó áramköri ponton ne változzon a jelalak.
- A mérővezeték mindkét végén azonos legyen a jelalak.

A jelbemenetek csatlakoztatására az alábbi megoldásokat szokták használni:

- Rövid mérő- és földvezeték
- Hosszabb koaxiális kábel
- Kiskapacitású mérőfej



1. ábra. Az Agilent 54622A típusú oszcilloszkóp előlapja

A méréshez természetesen nem csak a jelvezetéknek kell csatlakoztatni, hanem össze kell kötni az oszcilloszkóp és a vizsgált egység **jelföld** pontjait is. A BNC csatlakozó külső fém része egyben a jelföld, így az oszcilloszkóp-oldalon a csatlakoztatás automatikusan megtörténik. Arról viszont a használatnak kell gondoskodnia, hogy a mérőkábel vagy mérőfej másik végén is megtörténjen a jelföld csatlakoztatása.

Ne felejtjük el, az oszcilloszkóp mérőföldje szokás szerint össze van kötve a készülékház fém részével és így a **védőfölddel** is. Ha a jelföld csatlakoztatása emiatt problémát okoz a vizsgált egységnél, akkor speciális megoldásokat kell alkalmazni, amikre itt nem térünk ki.

A mérőkábel akkor tekinthető **elektromosan rövid** vezetéknek, pontszerűnek, ha a pillanatnyi feszültség mindkét végén azonosnak vehető. Az 54622A típusú oszcilloszkóp határfrekvenciája 100 MHz. Egy 100 MHz frekvenciájú jel esetén egy legfeljebb 15 - 20 cm hosszú vezeték tekinthető rövidnek. A rövid vezeték terhelő kapacitása is viszonylag kicsi, legfeljebb 10 – 20 pF-dal növeli meg a vizsgált pont terhelését. Az oszcilloszkóp bemeneti impedanciája $1\text{ MOhm} \parallel 14\text{ pF}$, a rövid (10 - 20 cm) mérővezeték hatására ez $1\text{ MOhm} \parallel \sim 30\text{ pF}$ -re módosul. Az ilyen rövid vezetékek alkalmazását azonban a mérendő objektum vagy a mérési elrendezés méretei gyakran nem teszik lehetővé.


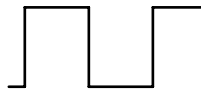

A **koaxiális kábel** előnye, hogy a külső köpeny egyben árnyékolja is a jelvezeték a külső elektromágneses zavaroktól. Problémát jelenthet viszont a nagyobb terhelő kapacitás. Egy 1 m hosszú kábel kapacitása 100 pF nagyságrendű, és egy ekkora terhelés már jelentősen lassíthatja a vizsgált áramkör működését. Gyorsabb jelek esetén az ilyen hosszú kábel már távvezetéknek viselkedik, és ha nincs illetően lezárva, akkor a fellépő reflexiók

meghamisítják az eredeti jelalakot. A mérőkábelek hullámimpedanciája általában 50 vagy 75 Ohm, és egy ilyen kis értékű ellenállást sok jelforrás nem képes meghajtani.

Az oszcilloszkóp által okozott terhelés jelentősen csökkenthető, ha ún. **mérőfejjel** csatlakozunk a vizsgált áramkörhöz. A 100 MHz-es frekvenciatartományban a passzív mérőfejek is megfelelő jelhűséget biztosítanak. A passzív mérőfejek kompenzált feszültségosztóként működnek. A passzív mérőfej a jelszintet ugyan leosztja, de a bemenetén egy jelentősen megnövelt eredő impedanciát (nagy ohmos ellenállást és vele párhuzamosan egy kis kapacitást) mutat. A mérőfej az oszcilloszkóp hoz csatlakozó kábelével egy egységet képez, maga a kábel úgy van kialakítva, hogy a reflexiók viszonylag kicsik legyenek.

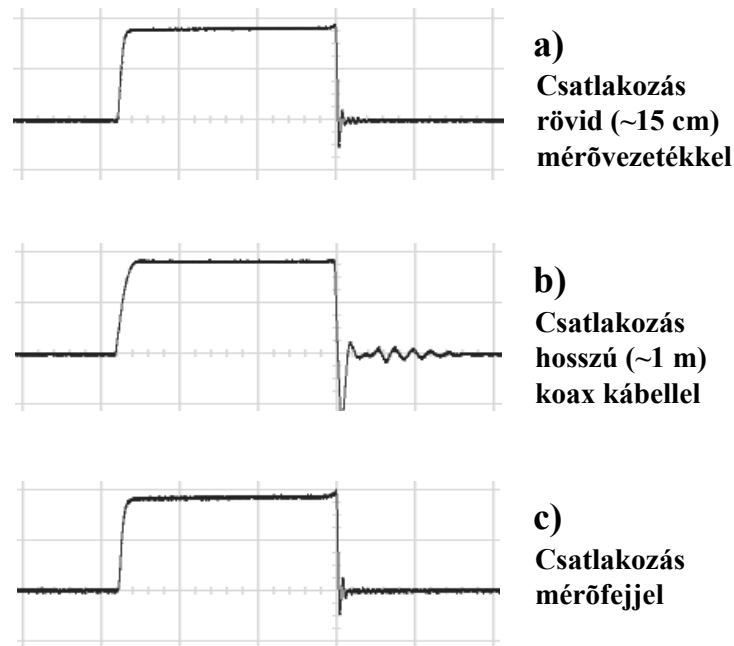
A mérésekhez az oszcilloszkóphoz rendszeresített mérőfejet ajánlott használni, az 54622A esetén ez a 10074C típusjelű mérőfej. E mérőfej csatlakozásának speciális kiegészítőjével a műszer érzékeli a mérőfej csatlakoztatását, és az érzékenység kijelzésében automatikusan figyelembe veszi a mérőfej 10:1 arányú jel-leosztását.

A használat előtt célszerű ellenőrizni, hogy a mérőfej kompenzált-e. Ha a mérőfej nincs kompenzált, akkor torzítja a jelalakot, a frekvencia-menetet. Az ellenőrzés céljára az oszcilloszkópba be van építve egy négyszögjel-generátor, melynek kivezetése az előlap jobb szélén található. Ez a kivezetés az előlapon Probe Comp névvel van jelölve (1. ábra). A kompenzált és a nem kompenzált esetben a képernyőn látható jelalakokat a 2. ábra mutatja. Ha kompenzációra van szükség, azt a mérésvezető segítségével végezzék.

Beállítás	Négyszögjel-átvitel
Alulkompenzált, hibás beállítás	
Kompenzált, helyes beállítás	
Túlkompenzált, hibás beállítás	

2. ábra. A mérőfej helyes beállítása

Az elmondottakat illusztrálандó az 3. ábrán bemutatjuk az oszcilloszkóppal mért jelalakokat egy TTL négyszögjel-generátor kimenetén, különböző csatlakozásokkal. Az 3.b ábrán jól látható, hogy az illesztetlen koaxiális kábel esetén a jel meredek lefutó élénél jelentős reflexió lép fel. Az alkalmazott kábel hullámimpedanciája 50 Ohm, egy ilyen kis értékű lezárást a vizsgált áramkör nem is tudna rendesen meghajtani. A jel felfutási ideje nagyobb mint a lefutási ideje, ezért a felfutásnál a mérőkábelek még rövidnek tekinthetők, és reflexió nem látható. Az ábrán az is kitűnik, hogy a felfutás a b) esetben kicsit lassabb, mint a másik két csatlakozásnál, amit a koaxiális kábel 100 pF nagyságrendű kapacitásának terhelő hatása okoz.



3. ábra. Egy TTL négyyszögjel-generátor kimenetén mért jelalakok

5. A vizsgálati paraméterek első beállítása a jel áttekintéséhez

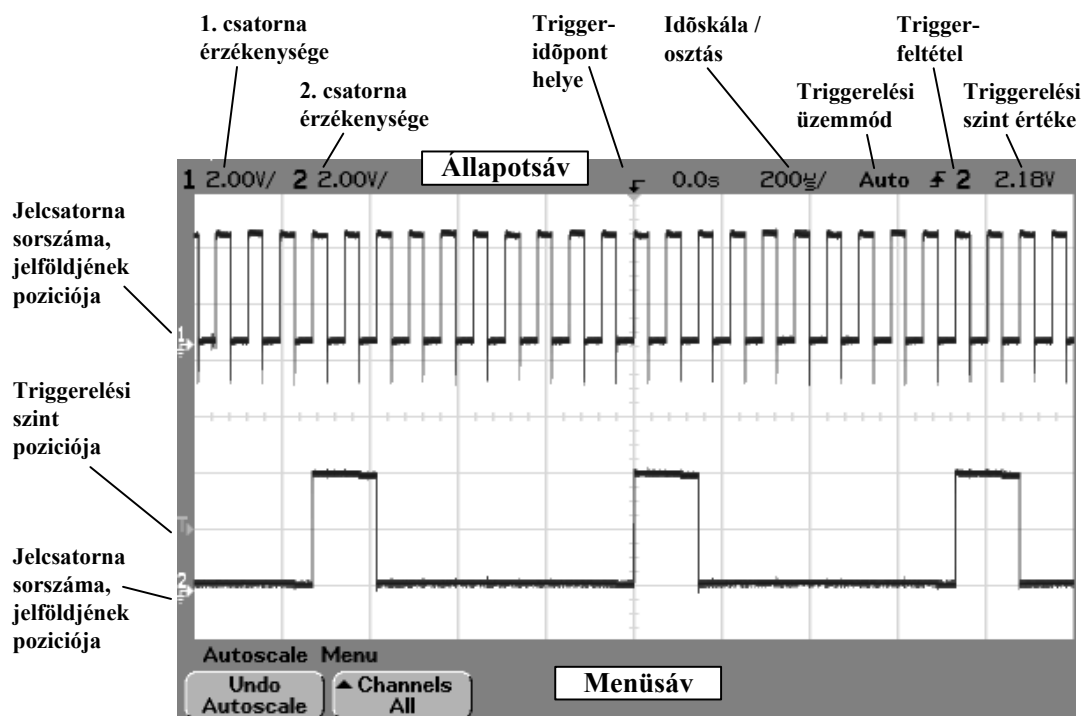
A jel globális megtekintéséhez a megfelelő **triggerelési feltétellel** ki kell jelölni a vizsgálandó jelszakaszt, be kell állítani a vizsgálat **amplitúdó-tartományát** és **időtartományát**. A triggerelési feltételt úgy kell megválasztani, hogy a kijelzés stabil legyen, a trigger-esemény az ismétlődő jelnek mindig ugyanazon pontja legyen.

5.1. Az Auto-Scale funkció

A korszerű digitális oszcilloszkópok beágyazott számítógépét "intelligens" beállító programmal is ellátják, mely a fenti feladatot automatikusan elvégzi. Az 54622A típusú oszcilloszkóp esetén ezt a szolgáltatást az **Auto-Scale** gomb megnyomásával vehetjük igénybe.

Az Auto-Scale funkció egyszerű jelek esetén megbízhatóan működik, ezért a jel globális megtekintéshez ennek igénybe vételét javasoljuk.

Az 4. ábrán példaként egy BCD számláló vizsgálatának jelalakjai láthatók, a mérést Auto-Scale beállítással végezve. Az oszcilloszkóp 1. csatornájára az órajelet vezettük, a 2. csatornára pedig a számláló MSB bitjét kötöttük. A képernyő állapotsávján (Status bar) leolvashatók az automatikusan beállított vizsgálati paraméterek. Mindkét csatorna érzékenysége 2 V/osztás (2 V/ div), az időskála felbontása pedig 200 μ s/osztás. A vizsgálat Auto triggerelési üzemmódban történik, a triggerelési feltétel pedig a jel felfutó éle a 2. csatornán. A triggerelési szint 2,18 V, azaz a műszer azt a pillanatot tekinti triggereseménynek, amikor a növekvő jel meghaladja a 2,18 V-ot. Ezt az időpontot a képernyőn egy kis háromszög jelöli az állapotsáv alsó szélén.



4. ábra. Auto-Scale beállítással mért jel

Az, hogy melyik jelalak melyik csatornához tartozik, a képernyő baloldali sávján van jelölve. A csatorna-jelölés egyben az adott csatorna földpotenciáljának pozícióját is jelöli.

5.2. Problémák az automatikus beállítás használatánál

Mint már említettük, egyszerű jelalakok vizsgálata esetén az Auto-Scale funkció megbízhatóan működik. Előfordulhatnak azonban esetek, melyeknél az automatikus beállítás nem értelmezi megfelelően a jelalakokat.

Az automatikus beállítás egy rövid megfigyelés ($< 0,1$ s) után dönt a beállítandó paraméterekről. Ha a jel ciklusideje (periódusideje) ennél nagyobb, akkor csak a ciklus egy részét "fogja be", jeleníti meg. A kézikönyv szerint az Auto-Scale azokat a jeleket ismeri fel helyesen, melyek frekvenciája legalább 50 Hz, csúcstól-csúcsig mért nagysága meghaladja a 10 mV-ot, és kitöltési tényezője nagyobb mint 0,5%.

Ha mindkét jelcsatornát használjuk, akkor az Auto-Scale funkció először a külső trigger jelen keres egy triggerelésre használható élet. Ha ott nem talál, (mert például arra a bemenetre nem is kapcsoltunk jelet,) akkor a 2. csatornán, majd az 1. csatornán keres tovább. Egy komplex rendszer vizsgálatánál akkor kapunk biztosan stabil képet, ha triggerelés a hosszabb ciklusidejű jelről történik, azaz Auto-Scale használata esetén a hosszabb ciklusidejű jel a 2. csatornára kapcsolódik.

5.3. Bekapcsolási és gyári default beállítás

Kikapcsolásnál a készülék elmenti az éppen aktuális beállításokat a belső, nem felejtő (non-volatile) memóriájába, és a következő bekapcsolásnál automatikusan betölti ezt a konfigurációt.

A készüléknek van egy úgynevezett gyári default beállítása is, melynek főbb paraméterei a következők.

Horizontal: időtartománybeli vizsgálat (main mode), időskála 100 us/osztás

Vertical: 1. csatorna bekapcsolva, dc csatolás, érzékenység 5 V/osztás

Trigger: az 1. csatorna felfutó élére, dc csatolással, triggerelési szint 0 V, Auto mode

A gyári default beállítás a **Save/Recall** menüben a **Default Setup** paranccsal hívható be. A default beállításnak az az értelme, hogy ez egy jól definiált, mindig ugyanolyan beállítás. Ha valaki nagyon "eltévedt" egy előző bonyolult beállításban, akkor a beállítást célszerű a default állapotból kiindulva újratekinteni.

6. A beállítások szükség szerinti módosítása, finomítása

A jel globális megtekintése után a beállítások módosítására, finomítására általában azért van szükség, hogy a jel számunkra érdekes tartományát kinagyítsuk, jobban megfigyelhetőbbé, mérhetőbbé tegyük.

6.1. A bemeneti csatornák paramétereinek állítása

A bemeneti csatornák paramétereinek állítására szolgáló kezelő szervek az előlap *Vertical* mezőjében találhatók. Ez a mező a jelbemenetek csatlakozóit is magában foglalja. A vizsgálati feszültségtartomány nagyságát az érzékenység-szabályozó forgatógombbal állíthatjuk. A gombok mellett csak a beállítható érzékenységek szélső értékei vannak feltüntetve, ami 5 V/osztás ill. 1 mV/osztás. A beállított konkrét érték a képernyő állapotsávjában olvasható le. Mivel a jelablak 8 osztás magasságú, legfeljebb $8 \times 5 = 40 V_{\text{ptp}}$ nagyságú jel ábrázolható teljes egészében a képernyőn, ill. egy legalább 8 mV nagyságú feszültségtartomány nagyítható ki a teljes képernyőre. Ezek az értékek a bemeneti pontokra vonatkoznak, 10:1 osztású mérőfejet alkalmazva értelemszerűen 10-szer nagyobb tartományok adódnak. A vizsgálati tartomány el is tolható (offset) a fel/le nyíl jelölésű forgatógombokkal.

A csatornák további paramétereinek állítása **Channel** menük behívásával történik, amihez az 1 ill 2 jelű gombokat kell megnyomni. Ezekkel a gombokkal az egyes csatornák be- ill. ki is kapcsolhatók.

A **Channel** menüben állítható a bemenet csatolása (*Coupling*). Az AC csatolás egy kondenzátoron keresztüli csatolást jelent, ami nem engedi át az egyenfeszültségű komponenset, de a nagyon kis frekvenciájú jeleket is levágja. AC csatolásra ritkán van szükség, olyan jelek mérésekor célszerű használni, amikor a jel egyenfeszültségű komponense (offset-je) jóval nagyobb, mint a vizsgálandó váltakozó áramú összetevő.

Mivel a kisfrekvenciás komponensek is fontos információt hordozhatnak, általában a DC csatolást szokás használni. Digitális áramkörök vizsgálatánál mindig DC csatolást kell alkalmazni, mert a DC komponens levágása megkülönböztethetlenné teszi a hosszabb ideig fennálló L és H szintet.

6.2. Az időskála állítása

A vizsgálati időtartomány paramétereinek állítására szolgáló kezelő szervek az előlap *Horizontal* mezőjében találhatók. A tartomány nagyságát az időskálát szabályozó forgatógombbal állíthatjuk. A gomb mellett csak a beállítható szélső értékek vannak feltüntetve, ami 50 s/osztás ill. 5 ns/osztás. A beállított konkrét érték a képernyő állapotsávjában olvasható le. Alaphelyzetben a triggerpont a vizsgálati időablak közepére esik. Az időablak a triggerponthoz képest eltolható a balra/jobbra nyíl jelölésű forgatógombbal, az eltolás mértéke is érték a képernyő állapotsávjában olvasható le.

A vízszintes (X) irányhoz tartozó menü a **Main/Delayed** gombbal hívható be. Ebben a menüben speciális vizsgálati módok is beállíthatók. Itt állítható be például az XY üzemmód, amikor is a megjelenítés nem időfüggvény formájában történik, hanem a 2. csatornán mért

értékeket (y) az 1. csatornán egyidejűleg mért értékek (x) függvényében ábrázolja, a képernyőre egy $y = f(x)$ függvényt rajzol fel.

6.3. A triggerelési üzemmód beállítása

A triggerelési üzemmódok, feltételek állítására szolgáló menük az előlap *Trigger* mezőjében lévő gombokkal hívhatók be.

Az üzemmód beállítására a **Mode/Coupling** menü szolgál. A menüben három üzemmód közül választhatunk: **Normal**, **Auto** és **Auto Level**.

Normal (normál) üzemmódban az oszcilloszkóp akkor rajzolja fel a jelet a képernyőre, ha a trigger feltétel teljesül. A triggerelési szintet a **Level** felíratú forgatógombbal lehet beállítani.

Az **Auto üzemmód** abban különbözik a normál módtól, hogy a műszer akkor is időnként felrajzolja a pillanatnyi jelet a képernyőre, ha triggerfeltétel nem teljesül.

Auto Level üzemmódban az oszcilloszkóp először a normál üzemmóddal próbálkozik. Ha egy adott időn belül nem történik triggerelés, akkor a triggerelési szint automatikus állításával próbál egy triggerfeltételként használható élet találni. Ha nem talál ilyen élet, akkor az Auto üzemmódnak megfelelően működik tovább.

A jelalak felvételének (eltárolásának) és megjelenítésének módját a trigger-üzemódon kívül a **Run/Stop** és a **Single** gombok is befolyásolják. A **Run** és a **Stop állapotot** a **Run/Stop** gombokkal lehet váltogatni. Run állapotban, amikor a **Run** gomb zöld fénnel világít, az oszcilloszkóp ismételten felveszi és megjeleníti a jelet. Stop állapotba kapcsolva a gomb piros fénnel világít, új jelfelvétel nem történik, az utoljára felvett jel kerül kijelzésre.

A **Single** gomb megnyomásával az **egyszeri lefutású** üzemmód áll be. A gomb lenyomása utáni első trigger-esemény hatására megtörténik a jelfelvétel és felrajzolás. Újabb jelfelvétel és megjelenítés csak egy újabb gombnyomás és az azt követő trigger hatására következik be.

6.4. A trigger típusának beállítása

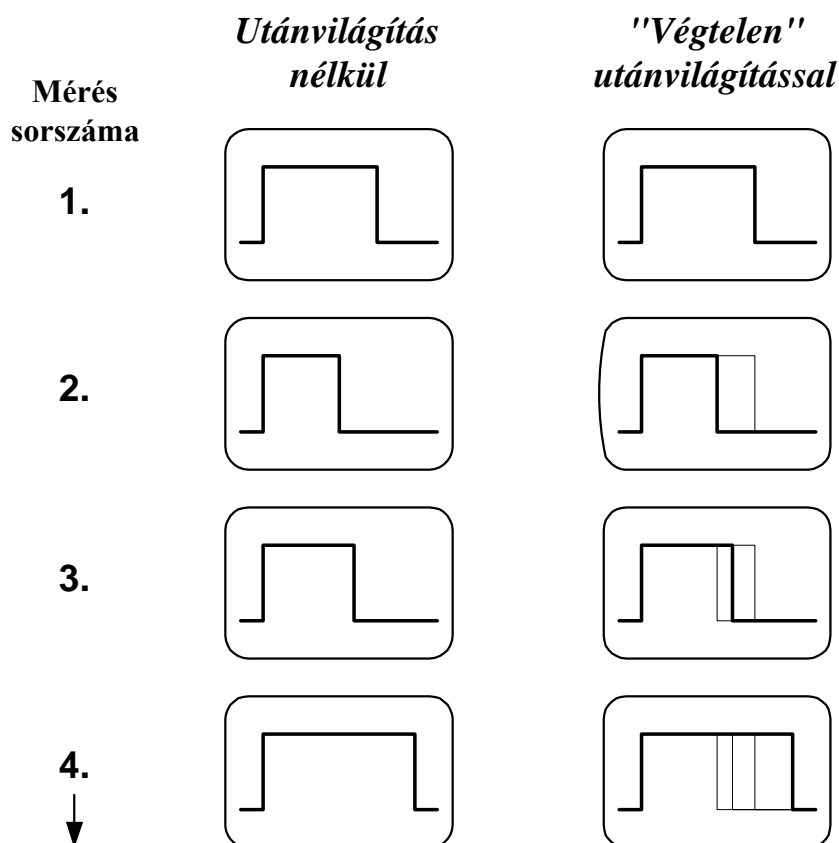
A trigger típusának beállításán azt értik, hogy milyen típusú jelváltozást, jelszekvenciát fogalmazunk meg triggerfeltételként. A típusokat csoportosíthatjuk úgy, hogy vannak egyszerű trigger-típusok és összetett trigger-típusok. Ennél az oszcilloszkópnál az egyszerű trigger-típust az **Edge** menüben lehet beállítani, az összetett trigger-típusok pedig a **Pulse with**, **Pattern** és **More** menüben találhatók. Ebben a kezelési bevezetőben az összetett triggerekkel nem foglalkozunk.

Az **Edge** menüben a felfutó élre vagy a lefutó élre triggerelés közül választhatunk. A triggerelési szintet a Level elnevezésű forgatógombbal változtathatjuk.

Ugyanebben a menüben kell kiválasztani a triggereléshez használt jelet, a trigger-forrást (trigger source). Ha ún. belső triggerelést választunk, akkor a forrás maga a vizsgált jel, az 1. vagy 2. csatorna. Külső (Ext, External) trigger forrásaként választhatjuk az *Ext Trigger* bemenetre adott jelet, vagy a hálózati 50 Hz-et (Line) forrásként. A hálózati triggerhez szükséges jelet a műszer belül állítja elő.

6.5. Megjelenítési mód állítása

A megjelenítés több paramétere is változtatható a **Display** menüben. Változó paraméterű vagy zajos jelek vizsgálatánál hasznos lehet az ún. végtelen utánvilágítás (infinite persistence) mód bekapcsolása. Ebben az üzemmódban egy újabb mérés eredményének felrajzolásakor az előzőleg felrajzolt jelek nem törölődnek, hanem halványan a képernyőn maradnak (5. ábra).



5. ábra. Változó paraméterű jel vizsgálata "végtelen" utánvilágítással

Ez hatásában hasonlít az analóg oszcilloszkópokban használt katódsugárcsövek foszforrétegének utánvilágítására (persistence), innen ered az elnevezés. A végtelen jelző arra utal, hogy a műszer gyakorlatilag végtelen ideig képes tárolni az előző jeleket.

Az utánvilágításos megjelenítés esetében könnyen áttekinthetjük, hogy a jel milyen határok közt ingadozik mind időben, mind amplitúdóban.

A képernyőn tárolt jelalakok automatikusan törölődnek, ha a vizsgálat közben a mérési paramétereket megváltoztatjuk. A képernyő a **Display** menü **Clear Display** parancsával is törölhető.

A Display menüben egy **Vectors** On/Off kapcsoló is található. A szokásos méréseknél a vektoros megjelenítés a célszerű, azaz az oszcilloszkóp a képernyőn összeköti az jel mért pontjait.

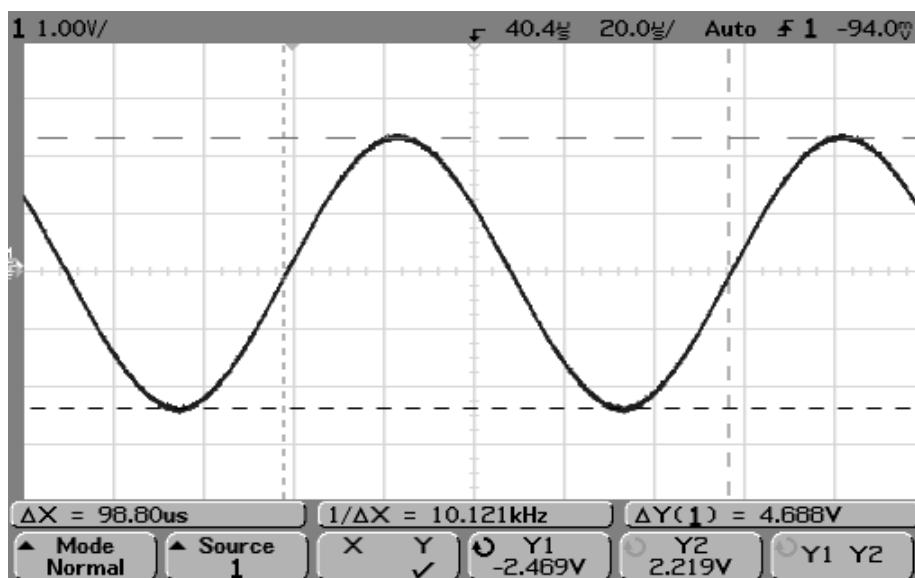
7. Feszültség- és időmérés a megjelenített hullámformákon

Az analóg oszcilloszkópoknál használt **hagyományos mérési módszer** abból indul ki, hogy a képernyő skálafaktora, a beállított feszültség/osztás és idő/osztás értékek ismertek. Ezért a méréshez nem kell mást tenni, mint meghatározni, hogy a kívánt paraméter hány osztás terjedelmű. Ennél a módszernél a skálafaktor hibájához még egy leolvasási hiba is társul a képernyő látható jelérték nagyságának meghatározásánál. A valóságos jelalakok ugyanis nem pontosan osztástól osztásig terjednek, a töredék-osztások nagyságának becslése mérési bizonytalanságot okoz.

Pontosabb és kényelmesebb a mérés **cursorok**, más néven **mérővonalak** segítségével. Ezt a szolgáltatást szinte minden digitális oszcilloszkóp felkínálja. A mérővonalak a képernyőn megjelenített vízszintes és függőleges vonalak, melyekhez tartozó pontos feszültség- és időértékeket az oszcilloszkóp kijelzi. A mérővonalak pozícióját a felhasználó mozgathatja. A méréshez nem kell mást tenni, mint a mérővonalakat a jelalak megfelelő pontjaira állítani, és az értékeket leolvasni.

A mérővonalak az előlap *Measure* mezőjében (az 1. ábrán *Measure keys*) található **Cursor** menügombbal hívhatók elő. A **Cursor** menüben jelölhetjük ki, hogy az általános paraméterállító gomb éppen melyik mérővonalat mozgassa, és ebben a menüben olvasható le a cursorokhoz tartozó érték és a rendszer a 2 vízszintes ill. függőleges mérővonalhoz tartozó értékek különbségét is kiszámítja.

Az 5. ábrán példaként egy szinuszjel amplitúdójának és periódusidejének mérését mutatjuk be. A feszültségmérő vonalakat a csúcstól-csúcsig érték meghatározásához állítottuk be, ez a paraméter a szinuszjel amplitúdójának kétszerese.

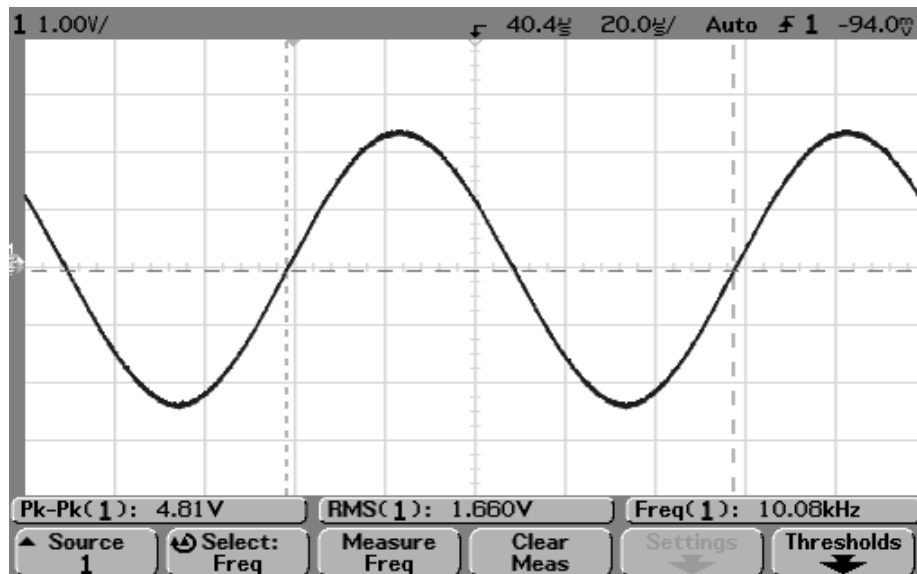


6. ábra. Szinuszjel amplitúdójának és periódusidejének mérése a kurzorokkal

8. Jelparaméterek automatikus mérése

A korszerű digitális oszcilloszkópok képesek a jelparaméterek automatikus mérésére. Beállítják a mérővonalakat az előírt pontokra, majd kiszámítják a paraméter értékét. Az automatikus mérések menüje a **Quick Meas** gombbal hívható elő.

Az 7. ábrán az előző példában szereplő szinuszjel (6. ábra) paramétereinek automatikus méréséhez tartozó képernyőt mutatjuk be. A megfelelő menüpontokkal előbb megmértük a csúcstól-csúcsig terjedő (Pk – Pk, Peak to Peak) értéket, majd az effektív értéket, végül a frekvenciát.



7. ábra. Szinuszjel paramétereinek automatikus mérése

Fontos megjegyezni, hogy az **automatikus mérés a jelnek a képernyőn látható részén történik**, csak ennek a jelszakasznak az adatait használja fel a műszer. Ebből következik, hogy a pontos méréshez a vízszintes és függőleges érzékenységet és az egyéb paramétereket úgy célszerű megválasztani, mintha ha a mérést magunk végeznénk. Tehát például frekvencia méréséhez a képernyőn csak 1 - 2 jelperiódus legyen, feszültségmérésnél a jelamplitúdó érje el az ábrázolható értéknek 60 – 90 %-át.

9. A vizsgálati eredmények dokumentumba mentése

A vizsgálati eredmények dokumentumba (jegyzőkönyv stb.) mentésére többféle lehetőségünk van.

A képernyő képét **papírra nyomtathatjuk** az oszcilloszkóp printer portjára illesztett nyomtatóval. Az ehhez szükséges konfigurálást (nyomtató típusa stb.) az **Utility** menüvel kell végezni. A nyomtatást a **Quick Print** gomb megnyomása indítja.

A jelalakokat **floppyra is menthetjük** az oszcilloszkópba beépített meghajtó segítségével. Ehhez az **Utility** menüben a **Print to:** paramétert előbb **Disk**-re kell állítani, majd be a kívánt file-típust a **Format** almenüben kell kiválasztani. A mentést a **Quick Print** gomb megnyomása indítja.

Az oszcilloszkóp számítógéphez is csatlakoztatható RS-232 soros port vagy GPIB busz segítségével, és ezen keresztül a **jelalakok, adatok számítógépre vihetők**. A Villamosmérnöki Kar alaplaborjaiban az oszcilloszkópok GPIB buszon keresztül vannak a mérőhelyi PC-khez csatlakozva.

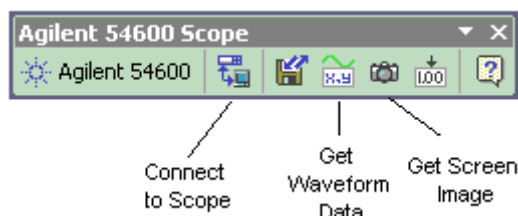
A PC-re installált **IntuiLink** szoftver segítségével az adatok, jelalakok Word vagy Excel alkalmazásokba vihetők át. Az adatok átvitelhez el kell indítani a **Word 54600 Toolbar** ill. **Excel 54600 Toolbar** alkalmazást. Bármelyik elindítható a Start / Programs / .. paranccsal, de az indítás magából a Word vagy Excel alkalmazásból is végezhető.

Az alaplaborokban a toolbar indítása a Word 2002 szövegszerkesztőben a következőképpen történik. A **Tools / Templates and Add-Ins** parancs hatására megjelenő **Global Templates and add-ins** ablakban jelölje ki az adott műszerhez tartozó elemet. Az oszcilloszkóphoz az **agt54600.dot** elemet kell megjelölni. Ezután a képernyőn valahol

megjelenik az Agilent 54600 Scope nevű toolbar, feltéve, hogy a **View / Toolbars** menüben a megjelenítés engedélyezve van.

Az Excel 2002 táblázatkezelőben az indítás hasonlóan történik. Itt a **Tools** menü **Add-Ins** parancsára megjelenő ablakban kell a megfelelő elemet kijelölni.

Az adatátvitelhez végrehajtásához először fel kell venni a kapcsolatot az oszcilloszkóppal. Ehhez kattintson a Toolbar Connect to Scope ikonjára (8. ábra), majd a megjelenő Agilent 54600 Scope Control properties ablakban hagyja jóvá a default beállításokat.



8. ábra. Az Agilent 54600 Scope toolbar

A mért jelalakokat kétféle formában lehet beemelni Word dokumentumba.

1. A Get Waveform Data ikonra kattintva a jelalak egymás utáni pontjai adatként kerülnek átvitelre egy beágyazott Excel objektumba, majd ezeket az adatokat beágyazott Excel diagramként megjeleníti ábraként.
2. A Get Screen Image ikonra kattintva az oszcilloszkóp képernyőjének másolatát teszi be ábraként a dokumentumba.

10. Kivonatos specifikáció

Az alábbiakban az oszcilloszkóp általunk legfontosabbnak tartott specifikációs adatait közöljük a felhasználói kézikönyv [1] **Agilent 54620-series Performance Characteristics** című, sokoldalas fejezete alapján. A specifikációban csak a *-gal jelölt adatok garantáltak, a többi adat tipikus érték. (* Denotes Warranted Specifications, all others are typical. Specifications are valid after a 30-minute warm-up period and $\pm 10^\circ\text{C}$ from firmware calibration temperature.)

Acquisition, Analog Channels

Max Sample rate: 200 MSa/s

Max Memory Depth: 4 MB interleaved, 2 MB each channel

Vertical Resolution: 8 bits

Peak Detection: 5 ns

Filter: Sinc/x interpolation (single shot BW = sample rate/4 or bandwidth of scope, whichever is less) with vectors on.

Vertical System, Analog Channels

Analog channels: Ch1 and 2 simultaneous acquisition

Bandwidth: (-3dB):* dc to 100 MHz, ac coupled: 3.5 Hz to 100 MHz

Calculated rise time: ($= 0.35/\text{bandwidth}$): ~ 3.5 ns

Single Shot Bandwidth: 50 MHz

Range₁: 1 mV/div to 5 V/div

Offset Range: ± 5 V on ranges < 10 mV/div, ± 25 V on ranges 10 mV/div to 199 mV/div,
 ± 100 V on ranges ≥ 200 mV/div

Input Resistance: 1 M Ω $\pm 1\%$

Input Capacitance: ~ 14 pF

Coupling: ac, dc, ground

Noise Peak-to-Peak: 2% full scale or 1 mV, whichever is greater

*DC Vertical Gain Accuracy*₁:* $\pm 2.0\%$ full scale

DC Vertical Offset Accuracy: < 200 mV/div: ± 0.1 div ± 1.0 mV $\pm 0.5\%$ offset,
 ≥ 200 mV/div: ± 0.1 div ± 1.0 mV $\pm 1.5\%$ offset value

Single Cursor Accuracy₁: $\pm \{ \text{DC Vertical Gain Accuracy} + \text{DC Vertical Offset Accuracy} + 0.2\% \text{ full scale } (\sim 1/2 \text{ LSB}) \}$

Example: For 50 mV signal, scope set to 10 mV/div (80 mV full scale), 5 mV offset, accuracy = $\pm \{ 2.0\% (80 \text{ mV}) + 0.1 (10 \text{ mV}) + 1.0 \text{ mV} + 0.5\% (5 \text{ mV}) + 0.2\% (80 \text{ mV}) \} = \pm 3.78 \text{ mV}$

*Dual Cursor Accuracy*₁:* $\pm \{ \text{DC Vertical Gain Accuracy} + 0.4\% \text{ full scale } (\sim 1 \text{ LSB}) \}$

Example: For 50 mV signal, scope set to 10 mV/div (80 mV full scale), 5 mV offset accuracy = $\pm \{ 2.0\% (80 \text{ mV}) + 0.4\% (80 \text{ mV}) \} = \pm 1.92 \text{ mV}$

($\times 1$ mV/div is a magnification of 2 mV/div setting. For vertical accuracy calculations, use full scale of 16 mV for 1 mV/div sensitivity setting.)

Horizontal

Range: 5 ns/div to 50 s/div

Resolution: 25 ps

Vernier: 1-2-5 increments when off, 25 minor increments between major settings when on

Delay Range:

Pre-trigger (negative delay): Greater of 1 screen width or 10 ms

Post-trigger (positive delay): 500 seconds

Analog Delta-t Accuracy:

Same Channel*: $\pm 0.01\%$ reading $\pm 0.1\%$ screen width ± 40 ps

Example: for signal with pulse width of 10 μ s, scope set to 5 μ s/div (50 μ s screen width), delta-t accuracy = $\pm \{ 0.01\% (10 \text{ } \mu\text{s}) + 0.1\% (50 \text{ } \mu\text{s}) + 40 \text{ ps} \} = 51.04 \text{ ns}$

Channel-to-Channel: $\pm 0.01\%$ reading $\pm 0.1\%$ screen width ± 80 ps

Modes: Main, Delayed, Roll, XY

Trigger System

Sources: Ch 1, 2, line, ext

Modes: Auto, Auto level, Triggered (normal), Single

Holdoff Time: ~ 60 ns to 10 seconds

Selections: Edge, Pattern, Pulse Width, CAN, Duration, I2C, LIN, Sequence, SPI, TV, USB

Autoscale:

Finds and displays all active analog and digital (for 54621D/54622D) channels, sets edgetrigger mode on highest numbered channel, sets vertical sensitivity on analog channels and thresholds on digital channels, time base to display ~1.8 periods. Requires minimum voltage >10 mVpp, 0.5% duty cycle and minimum frequency >50 Hz.

Measurement Features

Automatic Measurements: Measurements are continuously updated; Cursors track current measurement

Voltage: (analog channels only) Peak-to-Peak, Maximum, Minimum, Average, Amplitude, Top, Base, Overshoot, Preshoot, RMS (DC)

Time: Frequency, Period, + Width, - Width, and Duty Cycle on any channels, Rise time, Fall time, X at Max (Time at max volts), X at Min (Time at min volts), Delay, and Phase on analog channels only

Threshold Definition: Variable by percent and absolute value; 10%, 50%, 90% default for time measurements

Cursors: Manually or automatically placed readout of Horizontal (X, ΔX , $1/\Delta X$) and Vertical (Y, ΔY). Additionally digital or analog channels can be displayed as binary or hex values

Waveform Math: 1-2, 1*2, FFT, differentiate, integrate

11. Irodalom

- [1] -: Agilent 54621A/22A/24A/41A/42A Oscilloscopes ... ; User's Guide, Agilent Technologies, 2002 , Elektronikus változat: ScopeUserGuide_54622-97036.pdf, www.agilent.com