

Útmutató a Picoscope 7 programhoz és a pacemaker méréshez

Készítette: Böcskei-Antal Barnabás

Budapest, 2026

1. BEVEZETÉS

A jegyzet azzal a céllal íródott, hogy a hallgatóknak és az oktatóknak egyaránt áttekinthető támpontot adjon a biofizika gyakorlatokon használt digitális oszcilloszkóp program (Picoscope 7) és eszköz (Picoscope 2204A) felépítéséről és működéséről. A digitális tárolós oszcilloszkópok (Digital Storage Oscilloscopes, DSO-k) ma már nem hiányozhatnak egyetlen elektronikai laborból sem, és széles körben alkalmazottak a fizikai és biofizikai laboratóriumi gyakorlatok során egyaránt. Elsődleges feladatuk az időben változó elektromos jelek megjelenítése, rögzítése és kiértékelése, ezáltal lehetőséget biztosítva a vizsgált rendszerek dinamikus viselkedésének részletes elemzésére.

Az oszcilloszkóp olyan mérőműszer, amely az elektromos jelek időfüggését grafikusan jeleníti meg. A megjelenítés során a kijelző vízszintes tengelye az időt, míg a függőleges tengely a mérendő elektromos mennyiséget, jellemzően a feszültséget ábrázolja. Az így kapott jelalak közvetlen információt ad a jel időbeli lefutásáról, alakjáról, ismétlődéséről és esetleges tranziens jellegéről, ezáltal nemcsak a jel pillanatnyi értéke, hanem annak teljes időbeli viselkedése is tanulmányozható. Az oszcilloszkópos mérések ezért különösen fontosak olyan esetekben, ahol gyors lefolyású vagy impulzusjellegű folyamatok vizsgálata szükséges.

Digitális tárolós oszcilloszkóp alkalmazása esetén a mérendő analóg (időben folytonos) jel digitális mintavételezéssel kerül rögzítésre. A mintavételi frekvencia határozza meg, hogy az időtengely mentén milyen gyakorisággal történik a jel rögzítése. Amennyiben a mintavételezés nem megfelelően nagy gyakorisággal történik, a gyors lefolyású jelrészletek, különösen a rövid időtartamú impulzusok, torzulhatnak (alising) vagy akár teljes egészében rejtve maradhatnak a megjelenítés során. A digitális rögzítés ugyanakkor lehetővé teszi a mért adatok memóriában történő tárolását, valamint azok későbbi elemzését és kiértékelését.

Az oszcilloszkóp működése során a digitalizált minták az eszköz belső memóriájában tárolódnak, majd a felhasználó által beállított paraméterek alapján kerülnek megjelenítésre. Az időalap beállítása határozza meg, hogy a kijelzőn milyen időtartam jelenjen meg az x-tengely mentén, míg a függőleges érzékenység szabályozása azt adja meg, hogy a jel mekkora feszültségtartománya legyen látható a y-tengelyen. Ezek a beállítások közvetlenül befolyásolják, hogy a vizsgált jel mely részletei és milyen felbontással jelennek meg a kijelzőn.

A stabil és jól értelmezhető jelmegjelenítéshez elengedhetetlen a megfelelő triggerelés alkalmazása. A triggerfeltétel határozza meg, hogy a kijelzőn mikor induljon a jel rögzítése, biztosítva ezzel, hogy az egymást követő mérések során minden alkalommal azonos jelrészlet legyen látható. A trigger megfelelő megválasztásával érhető el, hogy az oszcilloszkóp pontosan azt a jelenséget jelenítse meg, amely a mérési feladat szempontjából vizsgálni kívánunk.

Sok digitális oszcilloszkóp – köztük az általunk használt eszköz is – jelgenerátor (függvénygenerátor) kimenettel is rendelkezik. Ez lehetővé teszi ismert alakú és paraméterű elektromos jelek előállítását, amelyek közvetlenül a vizsgált áramkör vagy rendszer bemenetére kapcsolhatók. A jelgenerátor használatával az oszcilloszkóp nemcsak a keletkező jelek mérésére, hanem a rendszer gerjesztésére is alkalmas, lehetővé téve annak vizsgálatát, hogy a bemeneti jel változásai miként jelennek meg a rendszer kimenetén. Ez különösen hasznos erősítők, rezonanciajelenségek és impulzusjellegű folyamatok tanulmányozása során.

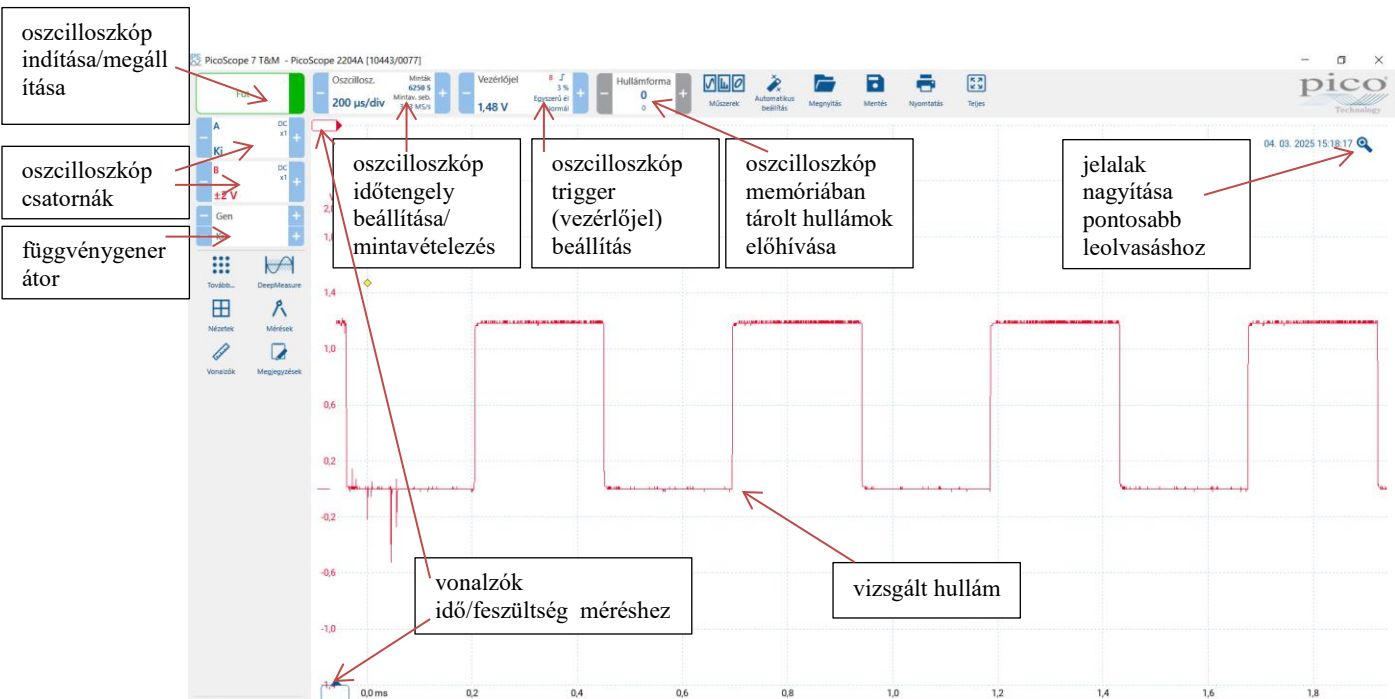
A digitális tárolós oszcilloszkópok számos beépített mérési funkcióval rendelkeznek, amelyek a megjelenített jelalak alapján automatikusan számítják ki olyan mennyiségek értékét, mint az amplitúdó, a periódusidő, a frekvencia vagy az impulzusszélesség. Ezek a mérések szorosan kapcsolódnak a vízszintes és függőleges tengelyeken ábrázolt fizikai mennyiségekhez, és jelentősen megkönnyítik a jel kvantitatív elemzését.

A biofizikai laboratóriumi gyakorlatok során oszcilloszkópos mérések több témakörben is megjelennek, például erősítőkkel kapcsolatos mérések, rezonanciajelenségek vizsgálata, a szenzoros működés során észlelt jelek elemzése, ultrahangos mérések, valamint impulzusjellegű folyamatok tanulmányozása során. Ezekben az esetekben az oszcilloszkóp alapvető eszközként szolgál az időfüggő elektromos jelek megjelenítéséhez és értelmezéséhez.

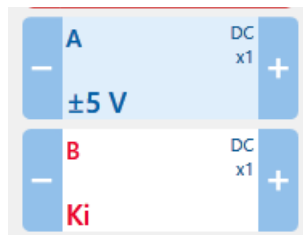
A jelen jegyzetben az oszcilloszkópos jelkiértékelés bemutatása impulzusjellegű jeleken, azon belül pacemaker-jelalakokon keresztül történik. Ezek a jelek jól szemléltetik az idő- és amplitúdóbeállítások szerepét, valamint az impulzusok közötti időtartamok és feszültségértékek meghatározásának módját. A bemutatott mérési és kiértékelési lépések nemcsak pacemaker-jelek esetében alkalmazhatók, hanem más, hasonló jellegű oszcilloszkópos mérések során is közvetlenül felhasználhatók. A jegyzet célja, hogy gyakorlatorientált módon nyújtson áttekintést a digitális tárolós oszcilloszkópok felépítéséről és használatáról, valamint segítse az oszcilloszkópos mérések során alkalmazott alapvető beállítások és kiértékelési eljárások megértését.

2. A PICOSCOPE 7 PROGRAM FELÉPÍTÉSE

Az alábbi ábra a Picoscope 7 programablakot és a program legfőbb részeit mutatja be.



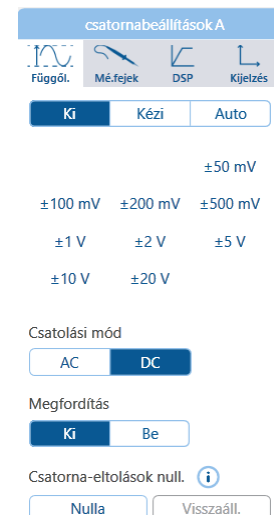
Az általunk használt Picoscope 2204A digitális tárolós oszcilloszkóp két bemeneti csatornával (A/B) és egy függvénygenerátor kimenettel (Gen) rendelkezik.



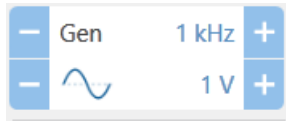
A csatorna állapota és az „y” lépték leolvasható a csatornák állapotablakában. A „+” ill. „-” jelek segítségével lehet az „y” léptéket állítani kis lépésekben.

A további beállításokhoz kattintsunk rá a csatorna megnevezésre (A/B), ekkor megjelenik a csatorna beállítások ablak. A számunkra fontos beállítások a függőleges kitérésre vonatkoznak. A kézi üzemmód alatt mi tudjuk a léptéket beállítani. Auto üzemmódban a program maga igyekszik az optimális léptéket kiválasztani. Ez alatt lehet kiválasztani a beosztást az „y”-tengelyen. Az általunk használt eszköz 8 bit-es „y”- felbontással rendelkezik alapértelmezés szerint.

A csatolás módjánál a „DC” beállítás az Orvosi Biofizika gyakorlatokon végzett összes mérésnél jól használható.



Amennyiben fordítva csatlakoztattuk be az eszközöket, ellentétes polaritással, a megfordítás bekapcsolásával tükrözhetjük a jelet az „x”-tengelyre, így nem kell a polaritással bajlódni.



A generátor állapotablakában leolvasható a generátor állapota, az előállított jel fajtája, amplitúdója és frekvenciája.

A generátor állapotablakában lehet bekapcsolni a jelgenerátor kimenetet, ki lehet választani a jel fajtáját, frekvenciát, az amplitúdót és az eltolást.

Az általunk használt eszköz maximum 2V leadására képes egyenfeszültség kiválasztása esetén és 2V amplitúdót képes leadni szinuszos jel mellett. A maximális választható frekvencia 100 kHz.

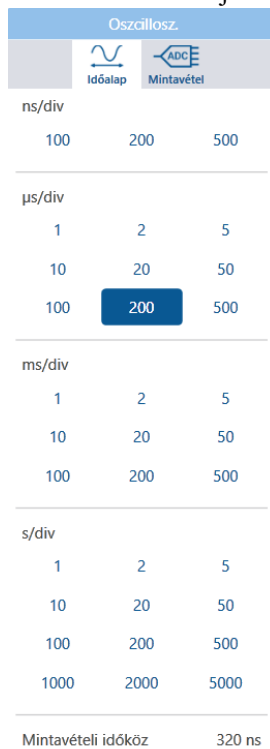
Figyelem!! Az eltolással csökken a leadható jel nagysága is, erre ügyeljünk a beállításoknál.



Az időbeállítás, ill. vezérlőjel állapotablakok az „x”-léptékről és a vezérlőjel beállításáról adnak gyors

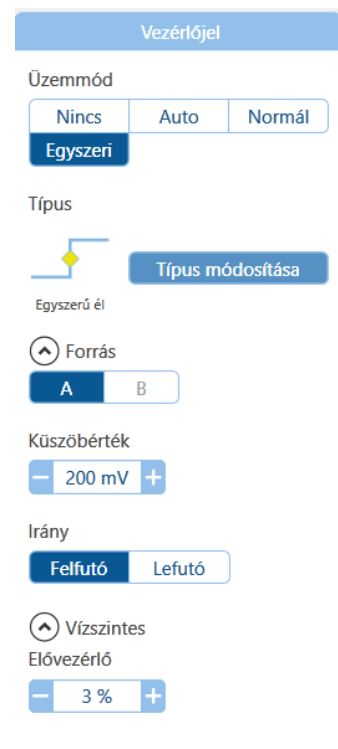
tájékoztatót.

Ezekre kattintva tudjuk a részletes beállításokat elérni.

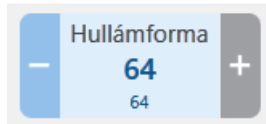


Az „x”-léptéket 100 ns/div és 5000 s/div között tudjuk állítani. Szükség esetén a „Mintavétel” fül alatt tudjuk a mintavételi frekvenciát változtatni, de az adatgyűjtés hosszát nem tudjuk állítani, az mindig az adott „x”-léptékhez van gyárilag hozzárendelve.

A vezérlőjelek beállításánál három üzemmódot használunk a leggyakrabban. A kikapcsolt üzemmód (Nincs) akkor használatos, ha a jelek folytonos változását szeretnénk követni, tipikusan lassú jeleknél. A Normál üzemmód esetében a beállított trigger típus (méréseink nagy részében az egyszerű él kielégítő eredményt ad) kiválasztott küszöbértékeinél történik a vezérlés a felfutó, vagy



lefutó száron, minden egyes jelnél, ami a vezérlés feltételeit teljesíti. Az összes detektált jelt követő mintavétel rögzítésre kerül. Az Egyszeri módnál a legelső jel, ami a trigger feltételeit betölti, indítja a rögzítést, majd az adott mintavételi idő után a rögzítés megáll. A trigger programablakban is állítható egy sárga rombusz jel segítségével. Fel-le mozgatva tudjuk állítani a trigger szintjét, jobbra-balra mozgatva pedig az elővezérlés, a rögzített jel pozícionálható az „x”-tengely mentén.



A rögzített jeleket a kiértékeléshez a „Hullámforma” gombra kattintással lehet előhívni. A gomb közepén a rögzített mintavételek száma van feltüntetve. A megjelenített sorból előhívhatjuk a tetszőleges rögzítést a jelalakra való kattintással.

Amennyiben futó jel mellett kattintunk rá a „Hullámforma” gombra, akkor a mintavétel automatikusan megállításra kerül. Az összes megállítás pillanatáig rögzített jel előhívható kiértékelésre.



Rögzített jelek kiértékelésre használható a vonalzó és a nagyító eszköz. Ezek ismertetése a következő fejezetben konkrét gyakorlati példán történik.

3. A PACEMAKER JELEK MÉRÉSE PICOSCOPE 7 PROGRAMBAN

Az alábbiakban a pacemaker jelek Picoscope 7 programbeli vizsgálatának egy lehetséges módszere olvasható. Első lépésként csatlakoztassa a vizsgálandó eszközt (esetünkben a pacemakert) az oszcilloszkóp egyik bemenetére. Mivel a pacemaker egy nagyon kis (<1%) kitöltési tényezőjű astabil multivibrátornak tekinthető, így noha a jelek szabályosan érkeznek, de rövid (<1ms) hosszuk miatt nehezen vizsgálhatók. Ennek a problémának a megkönnyítésre létrehozásra került egy speciális beállításfájl (pacemaker_preset), aminek a segítségével a pacemaker impulzusok automatikusan nagy bizonyossággal megtalálhatók és rögzíthetők. A beállításfájl használatához a pacemakert az „A” bemenetre kell csatlakoztatni!



Amennyiben a pacemaker_preset fájl nem áll rendelkezésre és a pacemaker jelek beállítása kézzel történne, akkor az ajánlott beállítás az alábbi:

„x”-lépték – 200 ms/div

„y”-lépték – 5 V/div

Üzem mód – Normál

Trigger típus – Időköz

Küszöbérték – 200 mV

Időminősítő – Belső tartomány

1. idő – 500 ms

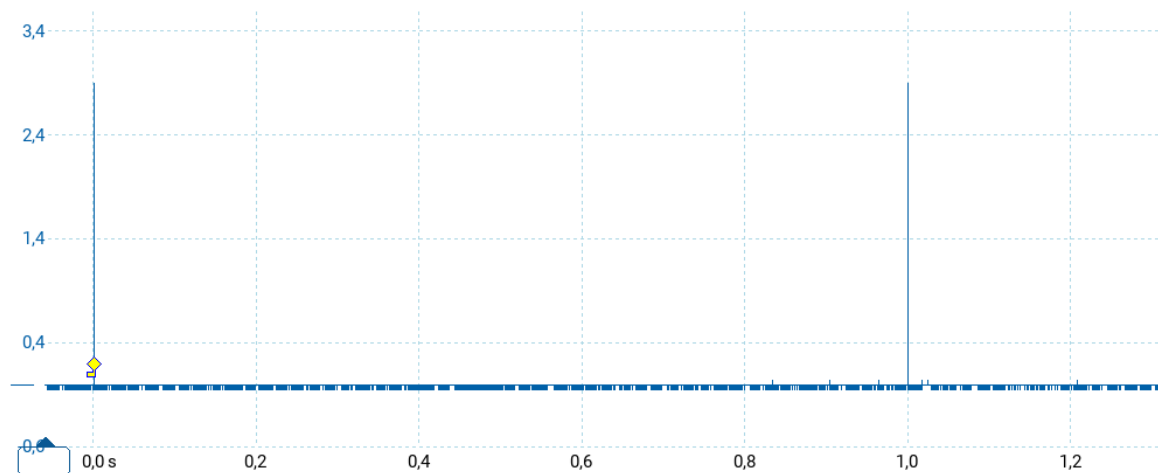
2. idő – 2 s


Hiszterézis – 1%

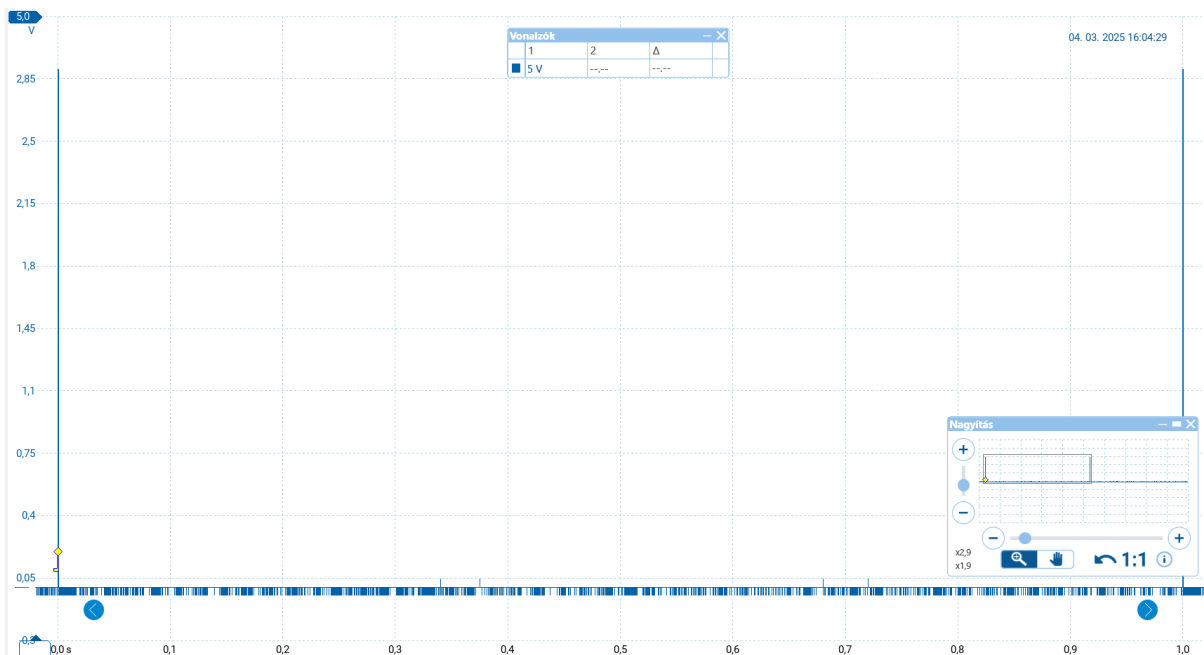
Az eltolás (vízszintes elővezérlő) lehet tetszőleges értékre beállítva. A forrás legyen értelemszerűen az a csatorna, amellyel a pacemaker össze van kötve.

Ezekkel a beállításokkal sikeresen kiszűrhetjük a zajból fakadó hibás adatrögzítést és a legtöbb pacemaker jel megtalálható, ahol a periódusidő 500ms és 2s közötti és a jelek amplitúdója legalább 200 mV. A tipikus periódusidő 1 s, de ettől eltérések adódhatnak.



Az alábbi ábra, egy a beállításfájl segítségével rögzített pacemaker jelsorozatot mutat.

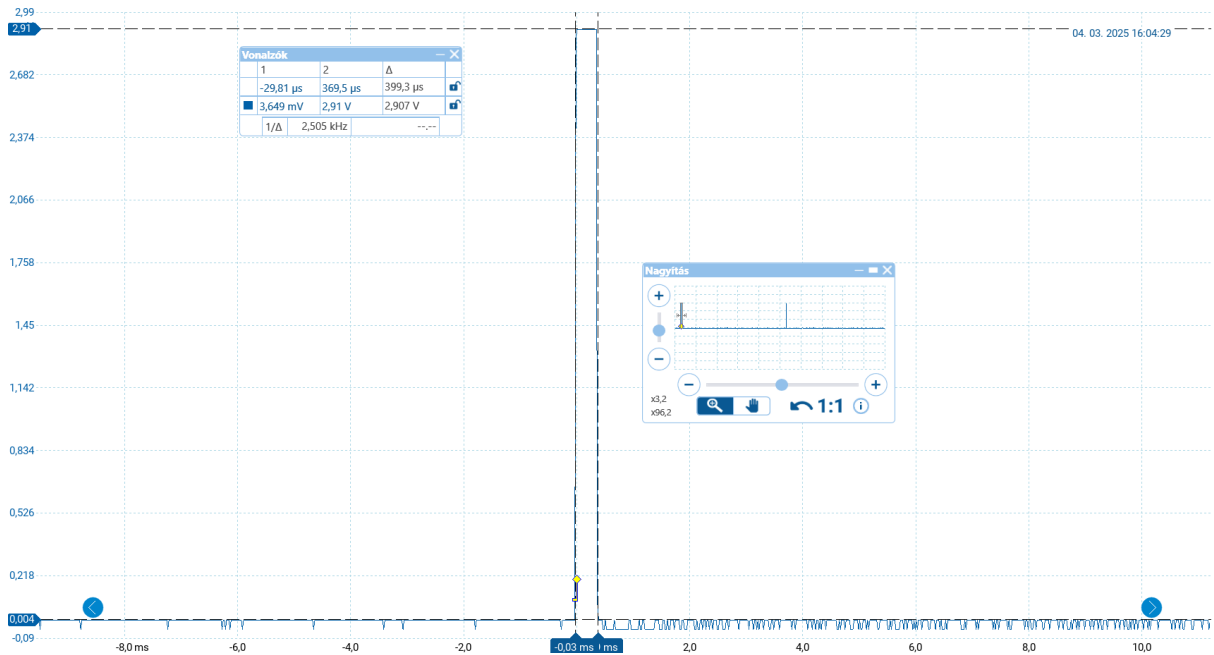


A jelek kiértékeléséhez kattintsunk a jelsorozat ablakának jobb felső sarkában a nagyító jelre.  Ezt követően megjelenik egy „Nagyítás” névre hallgató ablak. A nagyítás elvégezhető az ablak csúszkáival, vagy a jelelak körberajzolásával az egér segítségével.

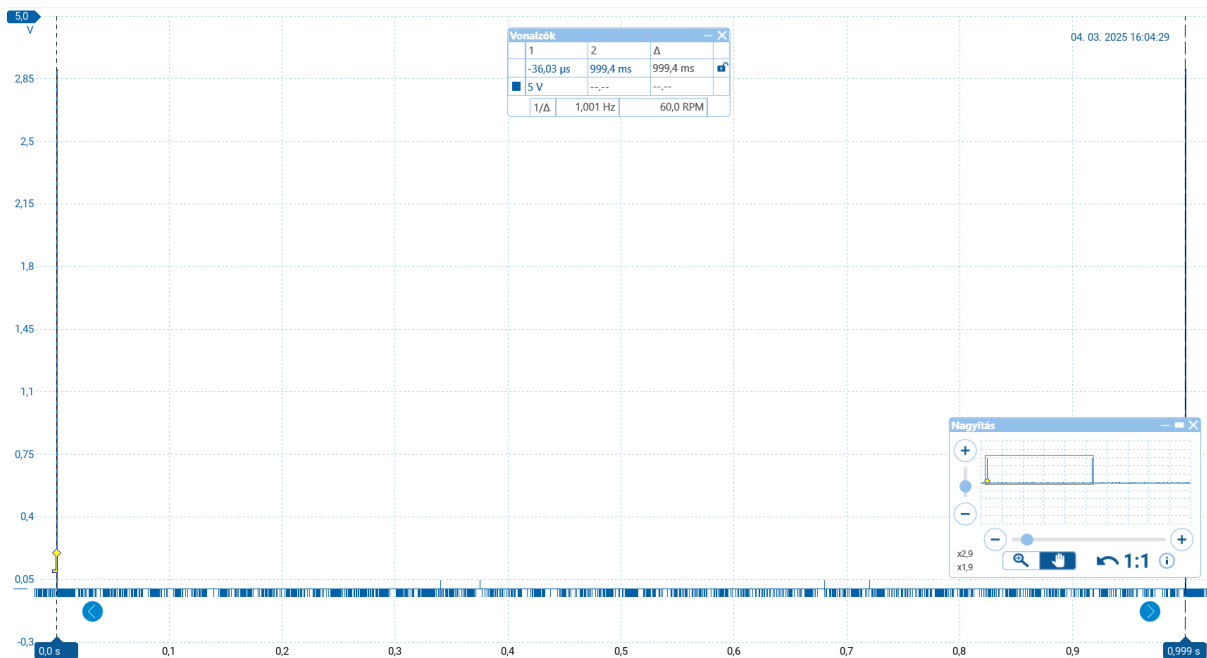


Ezt követi a mérés a programban rendelkezésre álló vonalzó eszköz segítségével. Alapértelmezés szerint a

vonalzó az „y”-tengely tetején  illetve az „x”-tengely bal szélén  helyezkedik el. Mindkét jelölőből 2-2 áll rendelkezésre. Ezeket ráállítva a jel alapvonalára és tetejére, illetve a jel kezdetére és végére nagy pontossággal meghatározható a jel feszültsége és hossza. Ezen értékek a vonalzó ablakból olvashatóak le.



Utolsó lépésként célszerű megmérni a periódusidőt is. A nagyítást visszavonhatjuk a nagyító ablak csuszkaival, vagy a nagyító ablakban az 1:1 gombra való kattintással, illetve a nagyító ablak bezárásával. Ezután állítsuk az „x”-tengely csúzkáit két egymást követő jelre. Mivel a jelsorozat passzív ideje három nagyságrenddel nagyobb az aktív időnél így itt a beállítási hiba nem játszik jelentős szerepet.



Az impulzusgenerátor gyakorlat jelgenerátor eszközeinek a vizsgálatához ajánlott a trigger kikapcsolása és 500 ms/div „x”-lépték használata. A pacemaker jelek kézi előállításához, célszerű az „x”-léptéket visszaállítani 200 ms/div állásba. Ekkor már egy „Egyszerű él” trigger 200 mV küszöbvel jól használható.....Kész☺