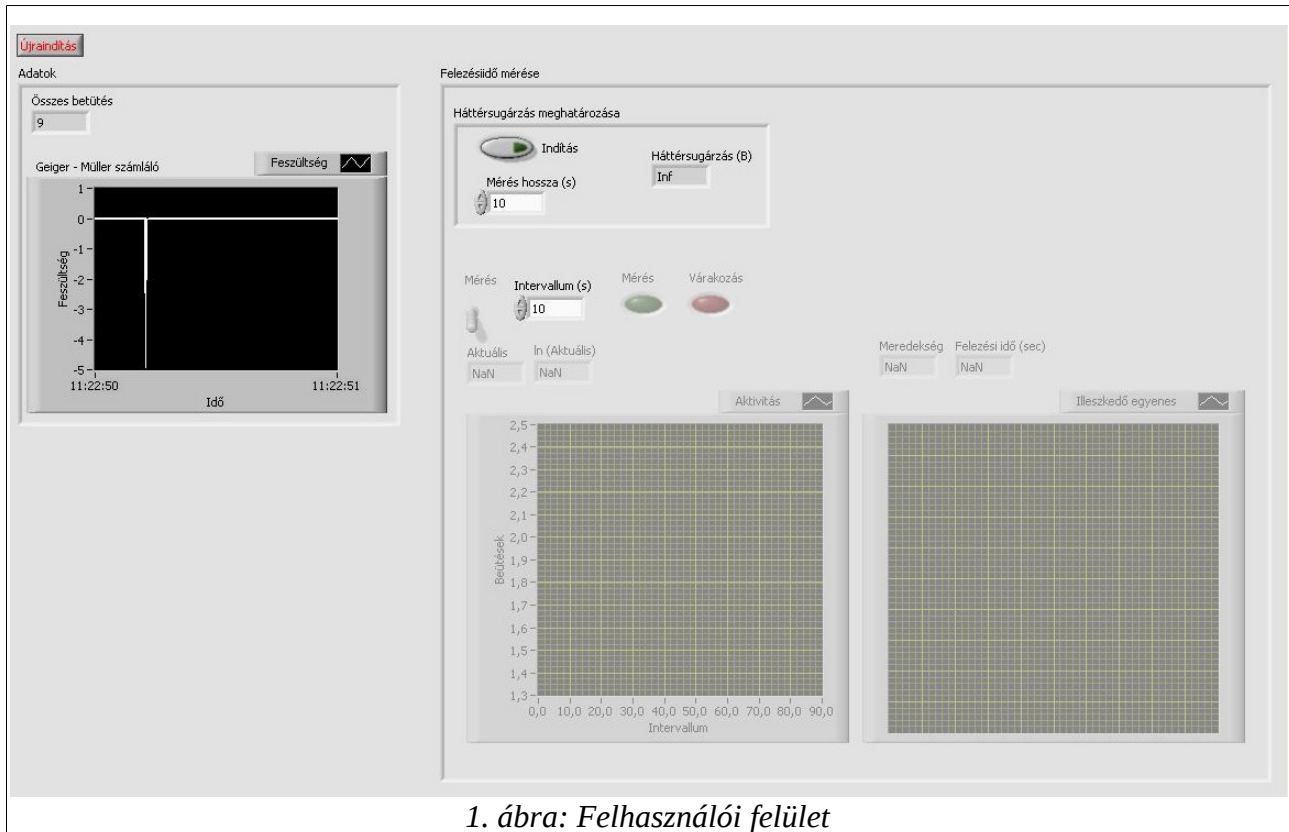


Nagy Vendel

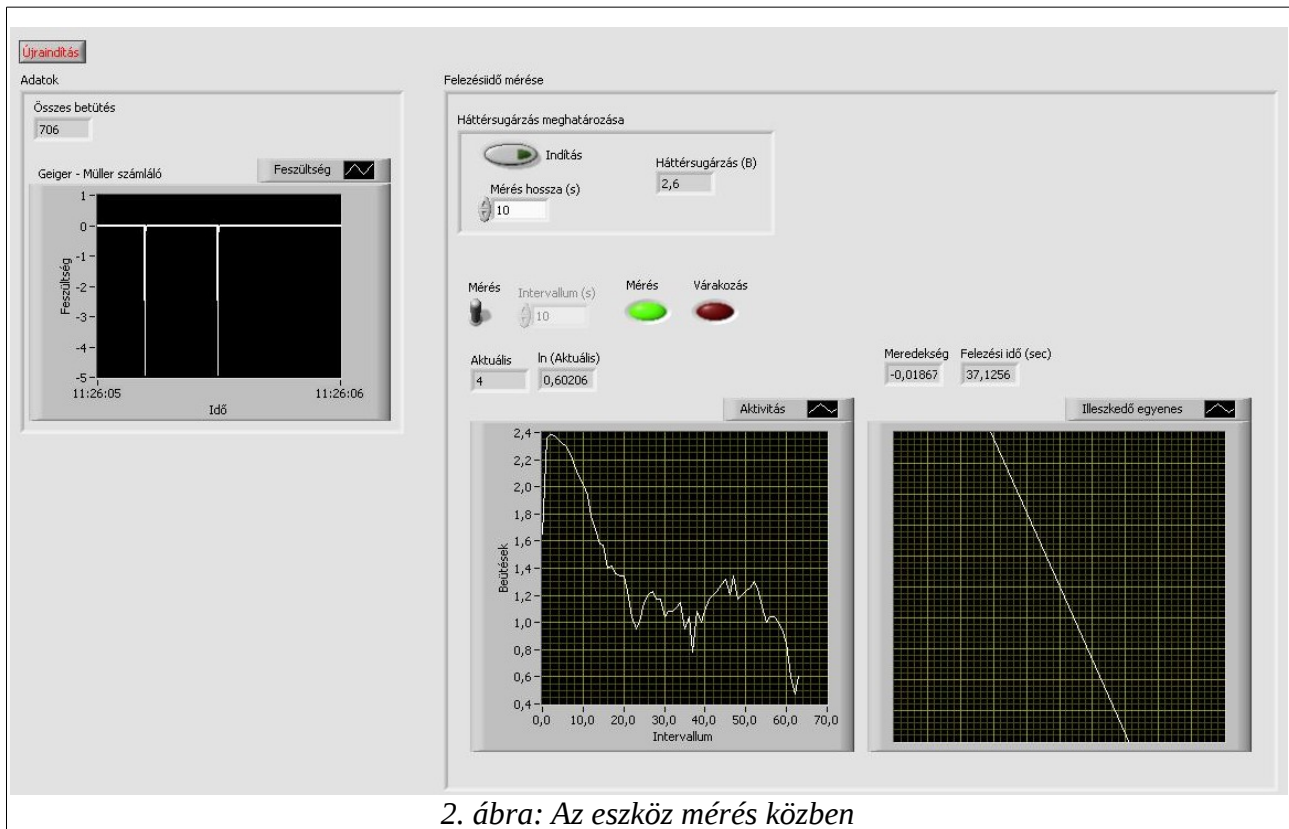
Radioaktív anyag felezési idejének mérése

A pályázótársam által ismertetett mérési módszer alkalmazásához Labview szoftverrel készítettem egy mérőműszert, ami lehetőséget nyújt radioaktív anyag felezési idejének meghatározására.



Az eszköz használata

A műszer bal oldalán a Geiger-Müller számlálótól érkező adatokat láthatjuk: a feszültség értékeket és az összes észlelt beütések számát. Jobb oldalon a felezési idő mérésére használható rész található. A felső résszel előbb a háttérsugárzást kell megmérnünk, ennek beállíthatjuk az időtartamát, majd az *Indítás* gombot megnyomva a program megméri a háttér sugárzást és kijelzi azt Becquerelben. Minél hosszabb intervallumot választunk, annál pontosabb értéket kaphatunk. Miután meghatároztuk a háttérsugárzást elkezdhetjük a radioaktív anyaggal a mérést. Itt meg kell adnunk azt az intervallumot, ami alatt a beütéseket számoljuk egy aktivitásérték meghatározásához. Minél nagyobb értéket választunk, annál kisebb eltérések várhatóak a véletlen bomlások miatt, viszont ha túl nagy értéket választunk, nem lesz elég adatunk az eredmény meghatározásához. Ezután a *Mérés* kapcsolóval elindíthatjuk a mérést. A mérés elején egy intervallumot ki kell várnunk az első aktivitás érték meghatározásáig, ezután minden másodpercben láthatjuk az előző intervallumnyi másodpercben észlelt beütések számát, ezek természetes logaritmusát az idő függvényében egy grafikonon is megtekinthetjük. Ezek a logaritmus értékek elméletileg egy egyenesre esnek, gyakorlatilag a jobbra található grafikonon szemlélteti a legjobban illeszkedő egyenest, aminek meredeksége felette olvasható, amellet pedig a felezési idő látható.

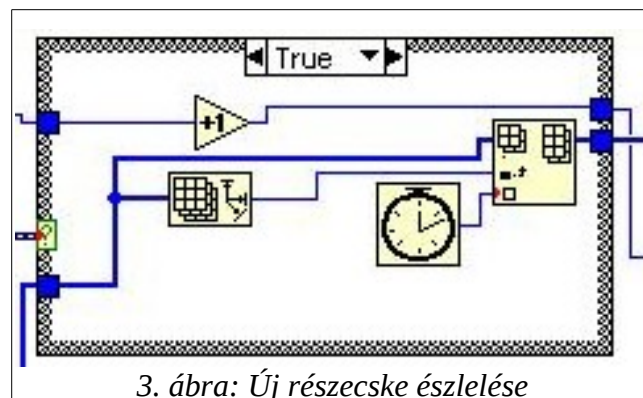


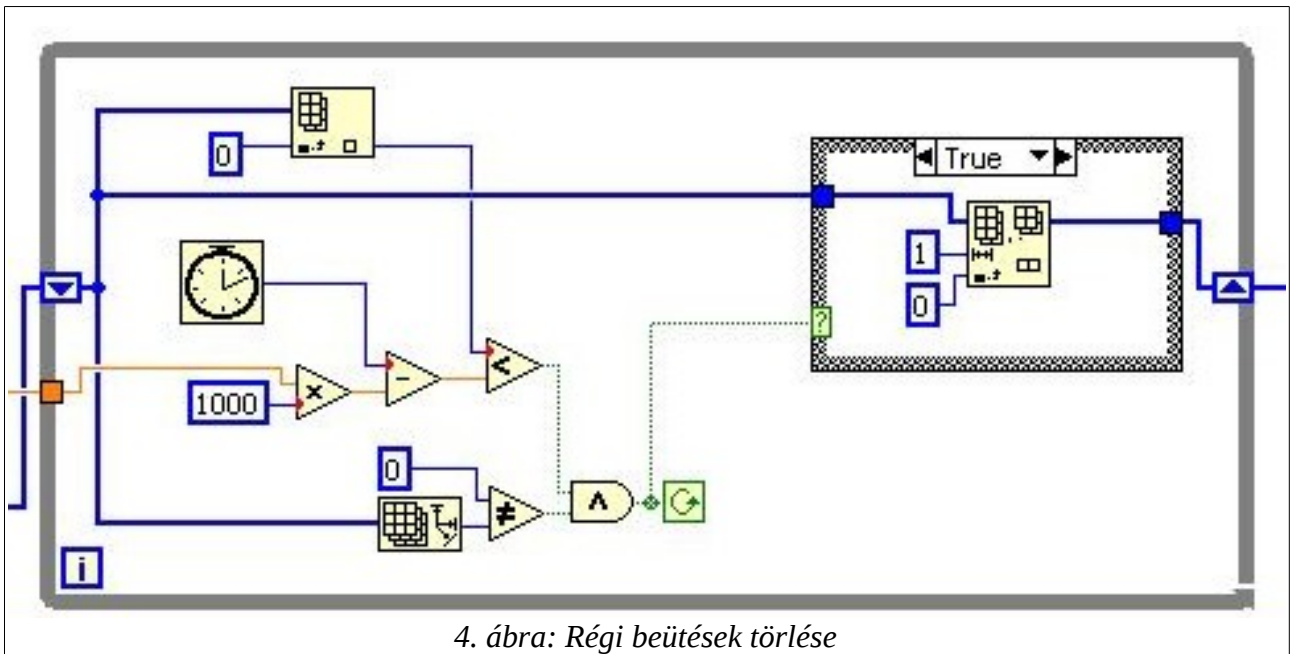
Megvalósítás

Részecskék észlelése

A myDAQ készülékre a Geiger-Müller számláló hangszóró kimenete van kötve, ezt a feszültséget használja a program, ami normál esetben 0V, részecske észlelésekor pedig 5V. A programban egy DAQ Assistant-ből érkező feszültség értékről megállapítjuk, hogy nagyobb-e egy küszöbértéknél, ekkor egy új beütés történt, növeljük az összes beütések számát, és ezt a feszültséget egy grafikonra is kirajzoljuk.

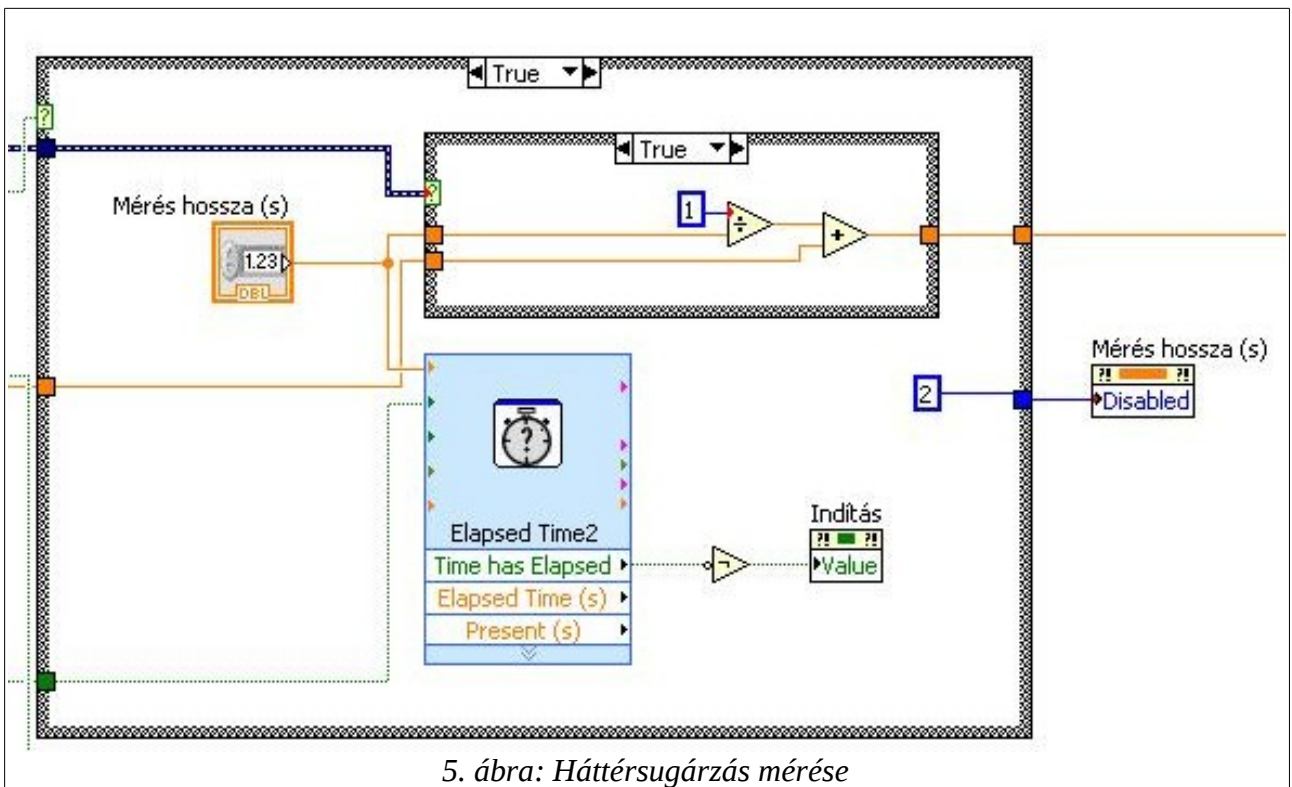
Mérés közben azt is meg kell tudnunk mondani, hogy az előző N másodpercben hány beütést detektáltunk, ezért egy tömbben tároljuk minden egyes N másodpercen belüli beütés időpontját, így azokat a beütéseket mindig törölni tudjuk, amik N másodpercnél régebbiek, ekkor a kérdéses érték megegyezik a tömb méretével.





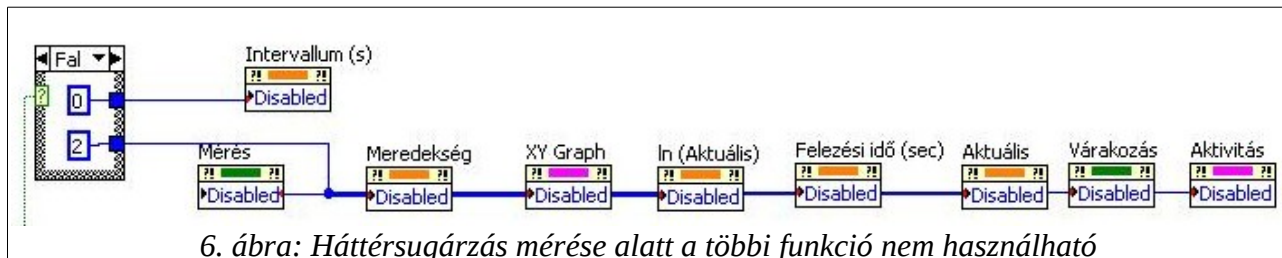
Háttérsugárzás mérése

A háttérsugárzás mérése az *Indítás* gomb megnyomásával indítható el, ekkor a beállított mérési idő leteltéig a gomb benyomva marad és a mérés folyik. Minden beütés észlelésekor a háttérsugárzás értékét $1 / \text{Mérési idő}$ -vel növeljük, így a mérés végére megkapjuk az átlagosan másodpercenként érkező részecskék számát.



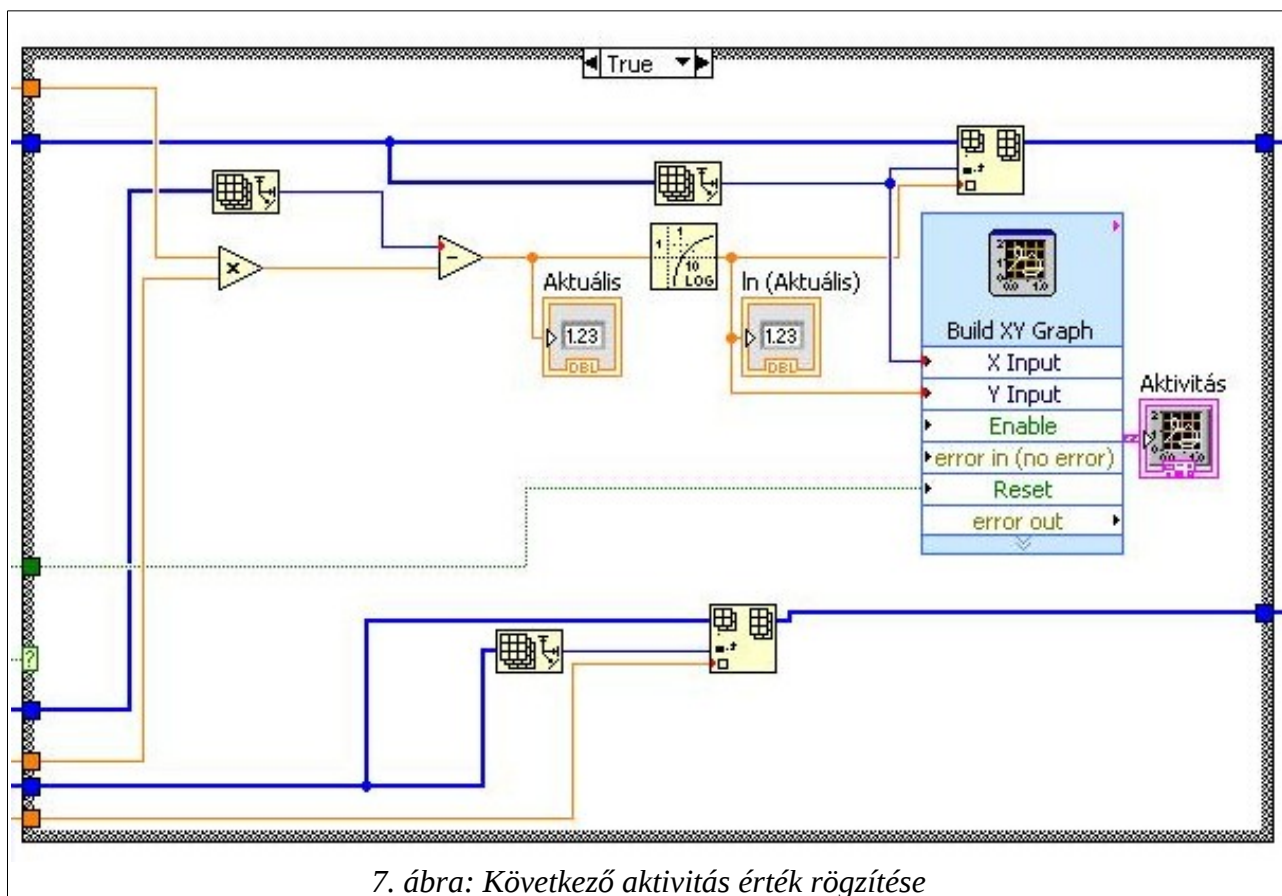
A mérést a gomb állása szabályozza, az idő leteltével pedig a gomb visszaáll eredeti állapotába. A mérés elkezdésekor - amit egy bool változó figyel - az értékek és az időzítő nullázódik.

A mérés befejeztével, mikor már van háttérsugárzási értékünk, a másik mérés elindításához szükséges kapcsoló kapcsolhatóvá válik, ami a háttérsugárzás mérésének megismétlése alatt ismét deaktiválódik.



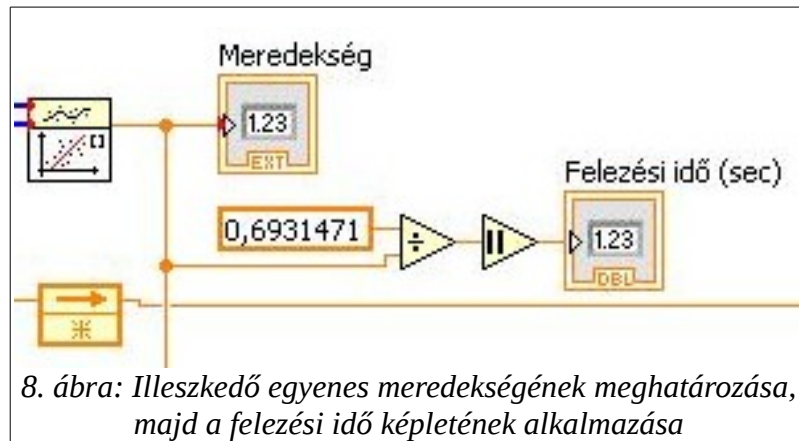
Felezési idő mérése

A felezési idő mérése csak a háttérsugárzás meghatározása után indítható el. A mérés során két időzítőt használ a program, az egyik az első intervallum leteltét jelzi, csak ezután kezdődhetnek el a számítások és az adatok kirajzolása. A másik minden egyes másodpercben jelez, ekkor az aktuális aktivitási érték megjelenik a baloldali grafikonon és egy tömbben tárolásra kerül, ugyanis szükség lesz rá a legjobban illeszkedő egyenes meredekségének meghatározásához.

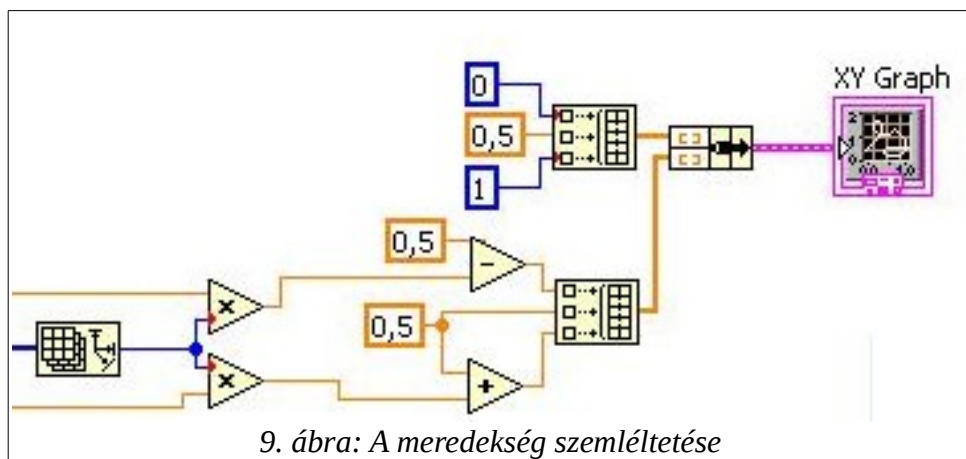


A 7. ábra felső részén látható amint az aktivitás értékből levonásra kerül a háttérsugárzás, majd ennek természetes alapú logaritmusára kerül a tömbben, és a grafikonon is megjelenik. Az alsó részén látható tömbbe pedig az x értékek kerülnek. Ebből a két tömbből számítjuk majd az illeszkedő egyenest.

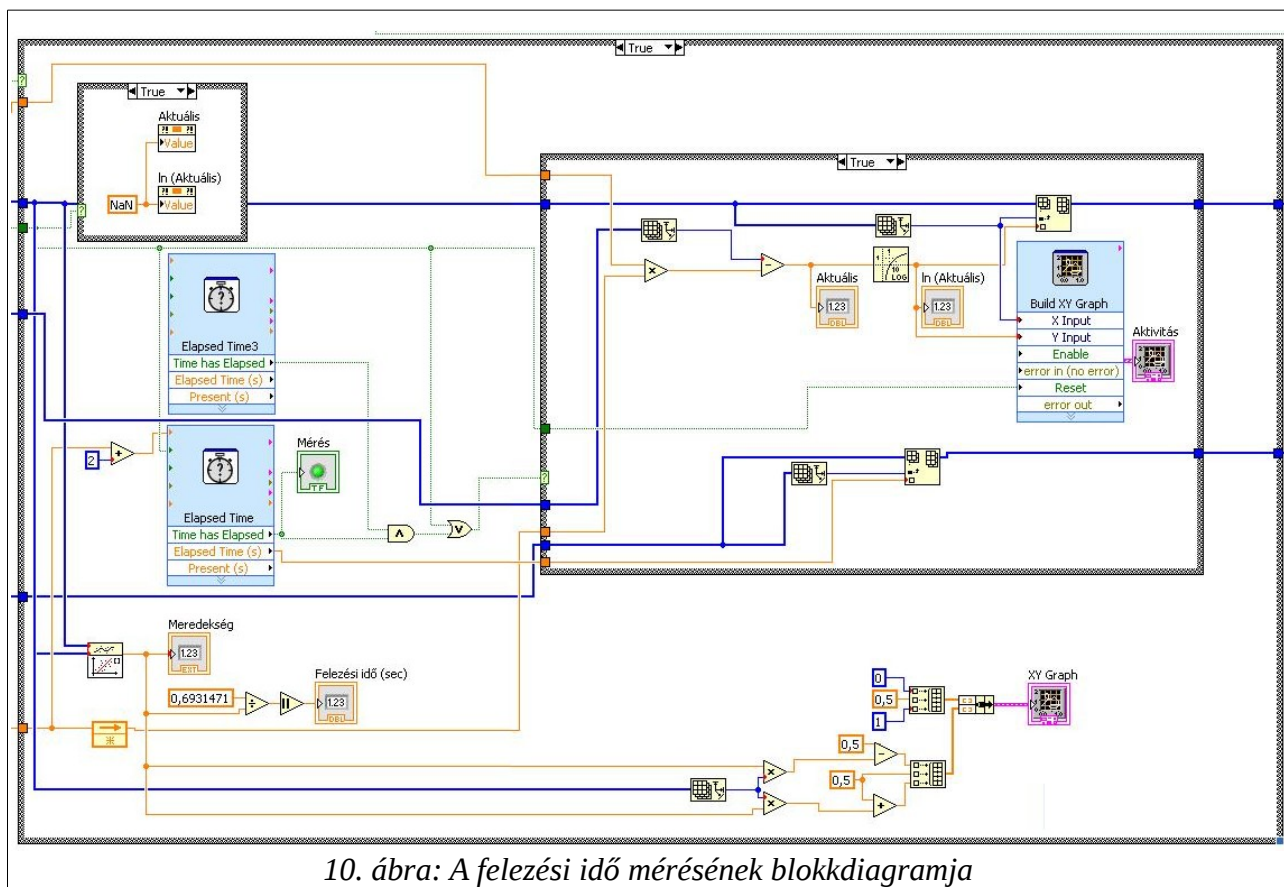
A legjobban illeszkedő egyenes meredekségének meghatározásához a LabView *best fit* nevű blokkját használtam. A jobboldali grafikon az illeszkedő egyenes meredekségét szemlélteti. A meredekségből a képlet alapján már egyszerűen meghatározható a felezési idő.



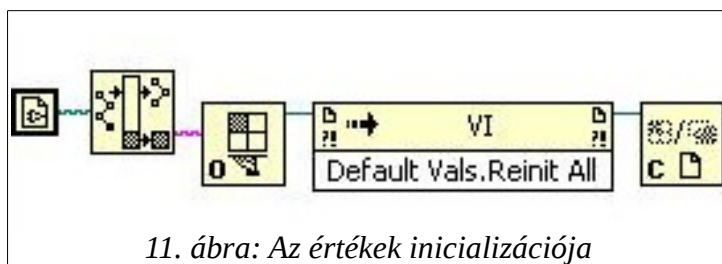
A kapott egyenes a jobboldali grafikonon ábrázolásra kerül. A 9. ábrán látható, hogy a két grafikon léptéke egyeztetve van, ennek legegyszerűbb megvalósítása a meredekség megszorozása az adatok számával.



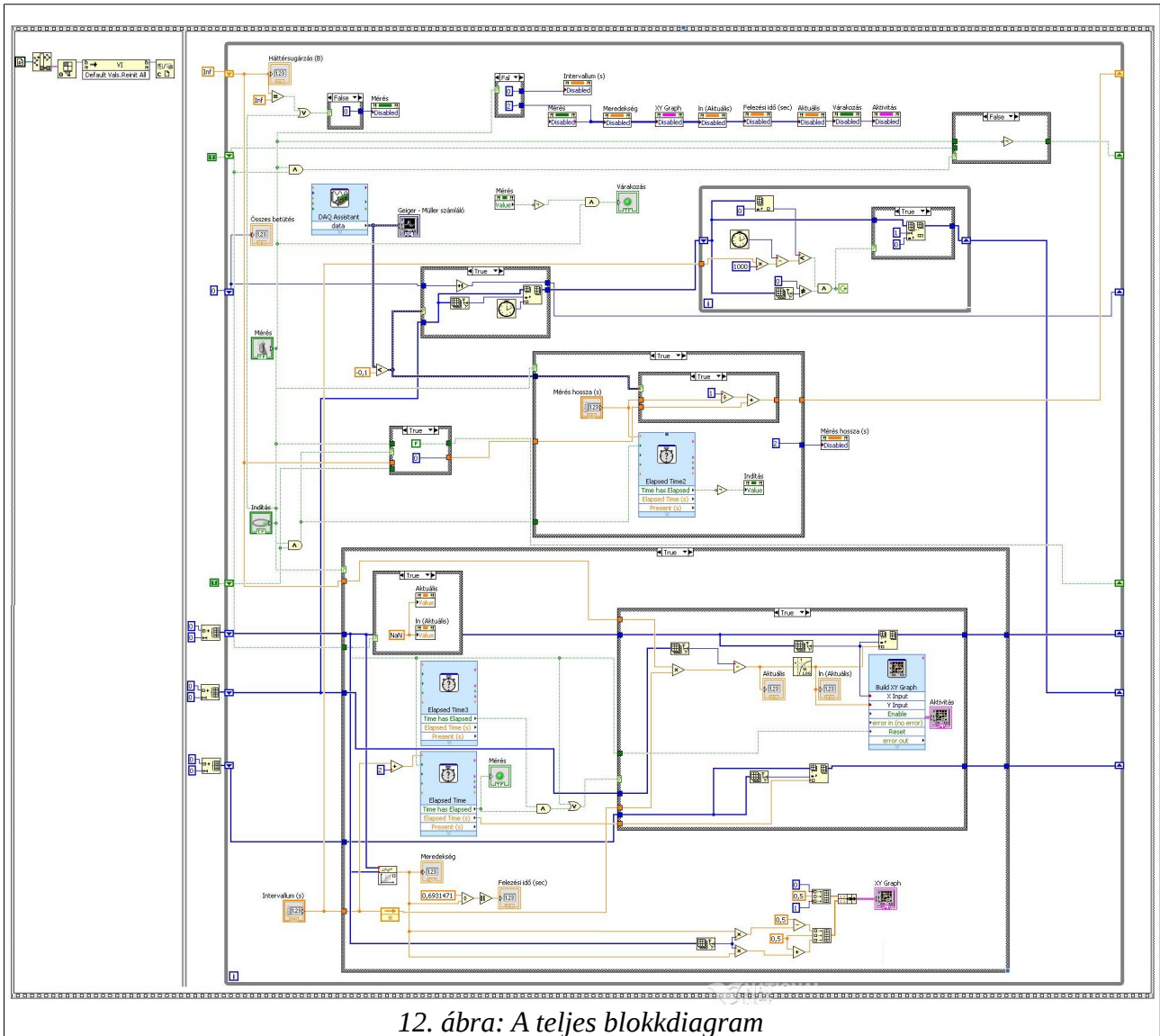
A felezési idő mérésének teljes blokkdiagramja a 10. ábrán látható. Bal felső sarokban az értékek alapállapotba állítása látható. Alatta látható a két időzítő: a felső az egy másodperces jelzésekért, az alsó pedig az első intervallumért felelős. Ezek alatt látható az illeszkedő egyenes meghatározása, tőle jobbra pedig a szemléltető egyenes kirajzolása. A jobb felső feltételes részben pedig – mint azt már említettem - az új értékek feljegyzése és az eredmények frissítése történik.



A 12. ábrán a program teljes blokkdiagramja látható. Fontos a program elején – ami az ábrán baloldalon látható – az értékek alapállapotba állítása, ezt a következő ábrán kinagyítva is láthatjuk.



A korábban részletesen bemutatott részek pedig a következő módon helyezkednek el: a felső részen található a felhasználói felület tulajdonságait szabályzó blokkok, alatta a beütések észlelése látható, ezalatt a háttérugrás mérésére szolgáló ciklus, legalul pedig a felezési idő mérésére használt egység található.



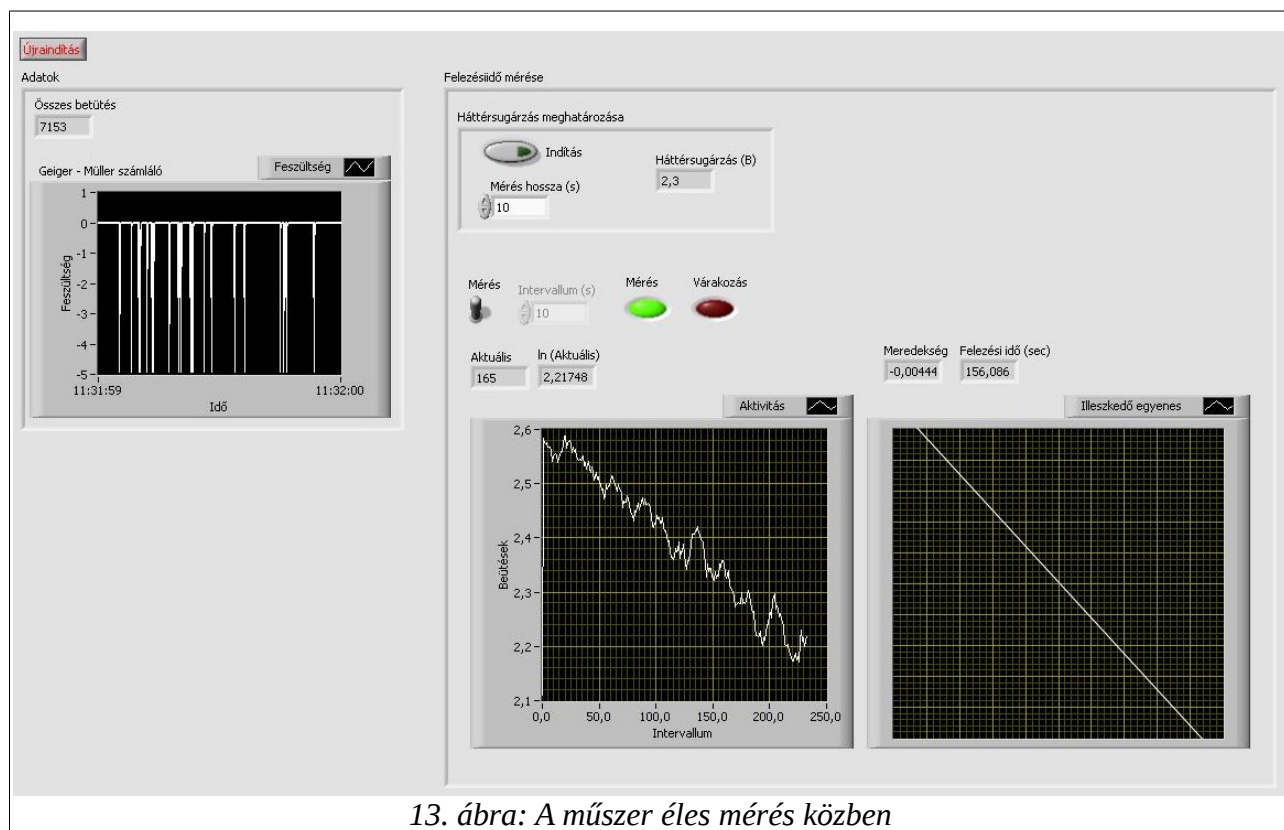
12. ábra: A teljes blokkdiagram

Mérés

Az elkészült eszköz működését is teszteltük. Több kísérletet is elvégeztünk, amelyekben a bárium 137-es metastabilis izotópjának felezési idejét próbáltuk meghatározni, a pályázótársam által leírt módon. A kísérletek során meglehetősen pontos értékeket kaptunk, annak ellenére, hogy a radioaktív bomlás egy olyan elméleti tulajdonságát használtuk fel, ami valós körülmények között és persze ilyen rövid idő alatt erős véletlenszerűségeket mutathat.

Az említett anyag felezési ideje kb. 2,55 perc. A legjobb mérésünk során 156 másodpercet állapítottunk meg, ami csupán 3 másodperccel tér el a pontos értéktől. Egy méréstől eltekintve a többi eredmény is 10%-os hibahatáron belül maradt. Ez elég pontos értéknek mondható, annak tükrében, hogy csak rövid ideig tarthat a mérés, mivel az anyag felezési ideje nagyon kicsi, ugyanis nagyjából 5 perc után az anyag aktivitása már az eredeti aktivitás negyedére csökken, ami a méretét tekintve általunk is elvégezhető kísérlet során már nagyon kicsi.

Ugyanakkor a kísérletek során megfigyeltük, hogy amint a radioaktív anyag mennyisége lényegesen lecsökken, a bomlás grafikonja elkezd „laposodni”, emiatt fontos a mérés hossza és az anyag végső aktivitása között azt az egyensúlyt megtalálnunk, ahol a legpontosabb értéket kapjuk, tehát nem csak a minél hosszabb mérésre, hanem a minél nagyobb aktivitásra - ami csak az adott anyag mennyiségétől függ - kell törekednünk a hibaarány csökkentéséhez.



13. ábra: A műszer éles mérés közben

A 13. ábrán látható a legpontosabb mérés egy képernyőképe, látható, hogy a felezési idő 156 másodperc a mérés pedig nagyjából 4 perccig tartott.

Összefoglalás

Úgy gondolom, pályázótársammal sikerült elkészítenünk egy mérőműszert, amely egy Geiger-Müller számláló és egy myDAQ készülék segítségével, képes megmérni gyorsan bomló anyagok felezési idejét, mindezt a felhasználó egy egyszerű felületen irányíthatja és figyelheti. A műszer pontosságát is próbáltuk meghatározni, ami a vártnál is jobb eredménnyel zárult, így kijelenthetjük, hogy a műszer teljesen mértékben ellátja feladatát, alkalmazható.