

Sugármérés Geiger-Müller számlálóval

Purdea András
Bartók Béla Elméleti Liceum

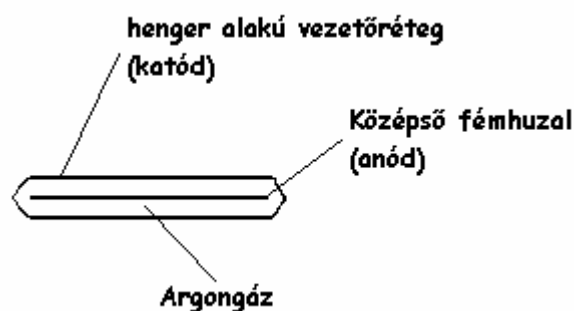
1. Bevezetés

Úgy fogtam neki a sugárméréshez, hogy kellett készítenek a fizika labornak egy Geiger-Müller Számlálót. A Rádótechnika folyóiratból inspirálódva elkészítettem egy feszültséggenerátort és egy erősítőt. Ez a számláló csak kattogással jelezte a részecskéket. Nem áltam meg itten, és építettem egy digitális számlálót, ami képes megszámolni a becsapódott részecskéket, és ki is írja a mért adatokat egy 2x16-os képernyőre. A mérőeszközzel végrehajtottam egy egyszerű kísérletet, amivel mepróbáltam megmérni Az alumínium tömeges atenuálási állandóját.

2. A Geiger-Müller cső felépítése és működése

A Geiger-Müller cső egy üvegcső, amely egy fémhengerből(katód), egy attól elszigetelt fémszálból(anód) és töltőgázból áll. A töltőgáz általában Argon vagy Hélium. Az anódra és a katódra akkora feszültséget kell kötni, hogy ne induljon meg kisülés, csak akkor, ha a csőbe ionizáló sugárzás érkezik.

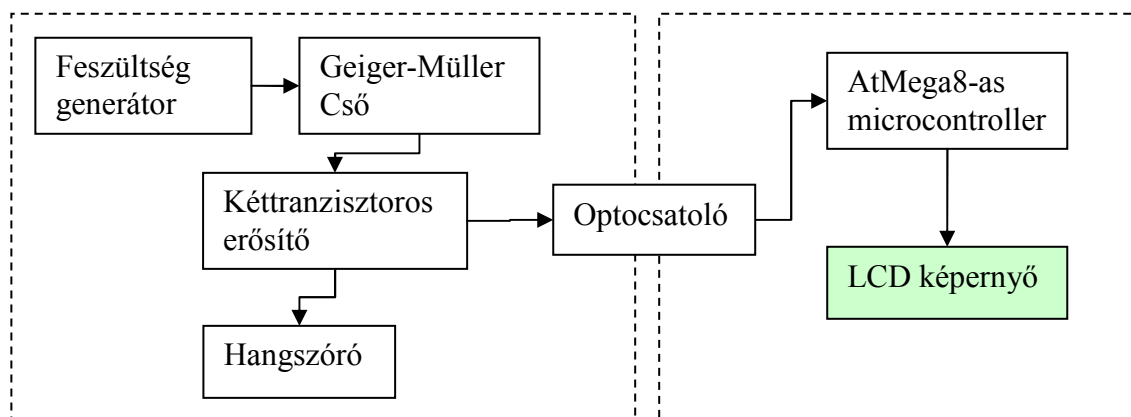
A csőbe jutó részecske egy un. Lavinát indít meg, és egy áramimpulzus keletkezik. Ezeket az impulzusokat fel lehet erősíteni és meg lehet számolni.



3. A sajátkezüleg készített eszköz:

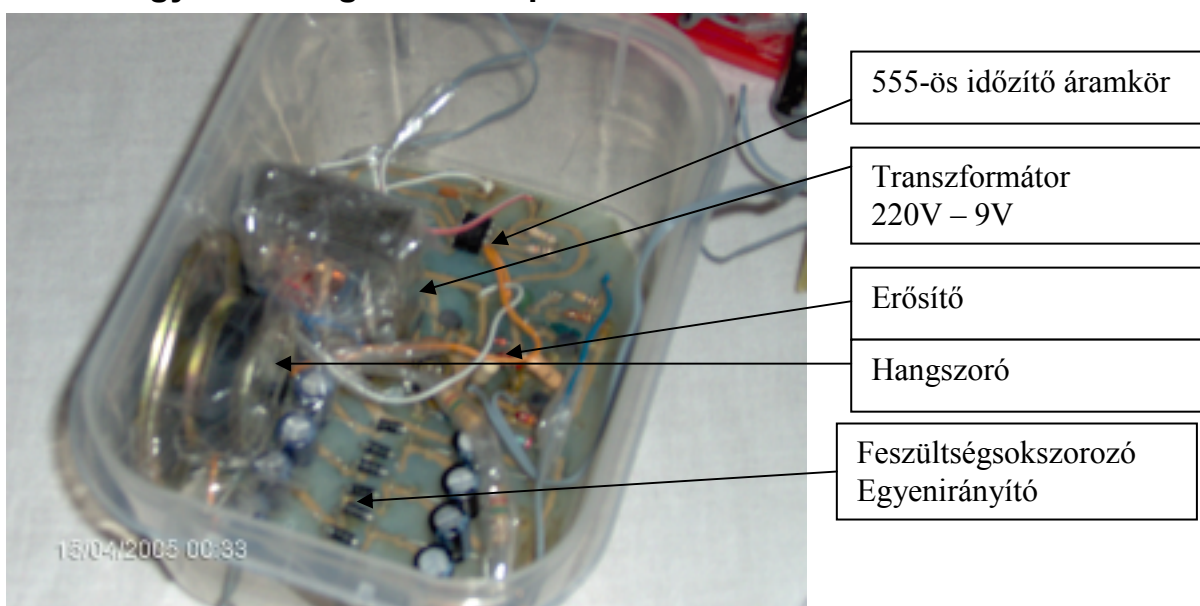


3.1 A felépítés:

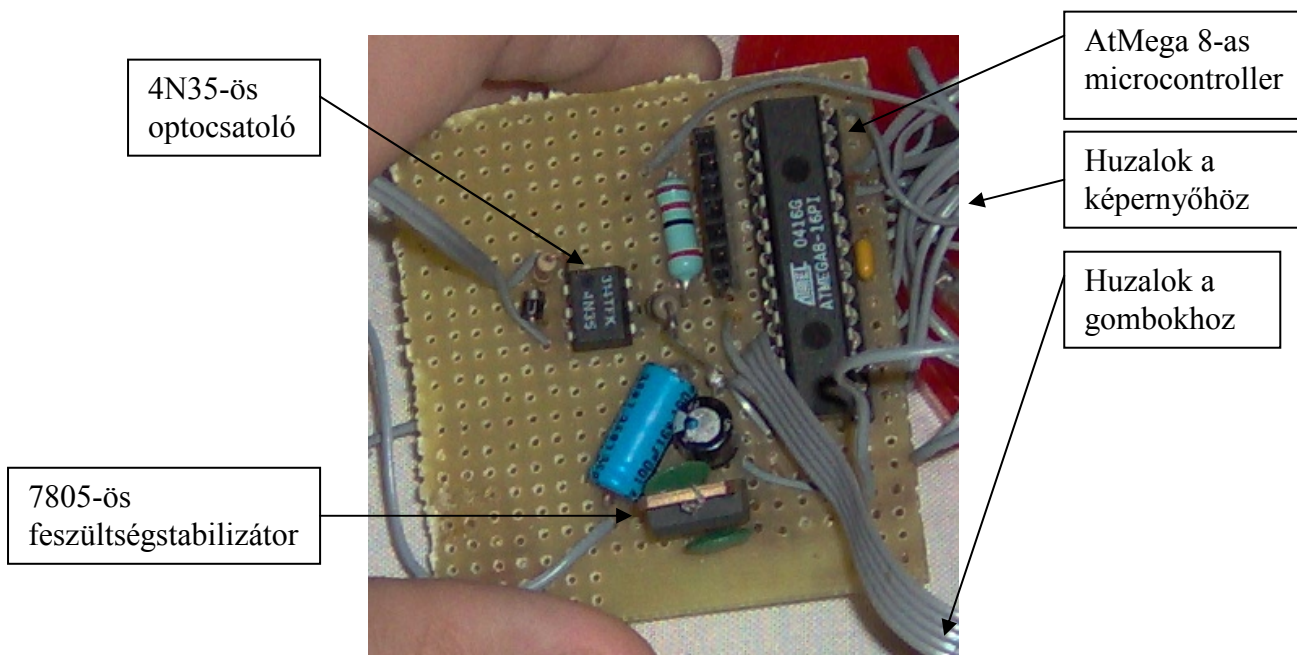


Az általam készített eszköznek két jól elkülöníthető része van. Az egyik a magasfeszültségű rész amelyik a Geiger-cső működési feszültségének az előállításáért felelős, illetve tartalmazza az erősítőt. A másik rész a digitális rész amelyik védve van egy optocsatoló segítségével (Az optocsatoló tartalmaz egy ledet és egy fototranzisztort, így az áramkör két része le van választva egymástól). A digitális rész felelős az impulzusok megszámlálásáért, és a mért adatok kiírásáért a képernyőre.

3.1.1 A nagyfeszültségű rész felépítése:



Az 555-ös időzítő astabil multivibrátorként működik. A kimenetén megjelenő jelet a transzformátorral feltranszformálok, maj a feszültséget még növelem egy feszültségsokszorozó egyenirányítóval. A kapott feszültséget vissza vezetem egy pár 10 M Ω -os ellenállással, és egy potenciométerrel egy tranzisztorhoz, ami lekapcsolja az időzítőt amikor a feszültség a megadott érték felé kerül. Az erősítő egyrészt a hangszórót vezérli, és van egy másik kimenete is, amit az optocsatolóhoz lehet kötni.



3.1.2 A digitális rész felépítése:

A digitális rész külön áramforrásról működik, sőt egy feszültségstabilizátorral veszem le 5 voltra a feszültséget. Az Atmega8-as maximális működési frekvenciája 16MHZ. Én a belső 1 MHZ-es oszcillátort használtam. Az időt a mikroprocesszor beépített timer1-esével mértem, amit CTC(Clear Timer on Compare match) módban használtam. A gombok kezelésénél a belső felhúzóellenállásokat használtam, kényelmi szempontokból. Az LCD képernyőt egy 8 bites buszon keresztül vezérem + a másik 3 vezérlő jel : RW,RS,E.

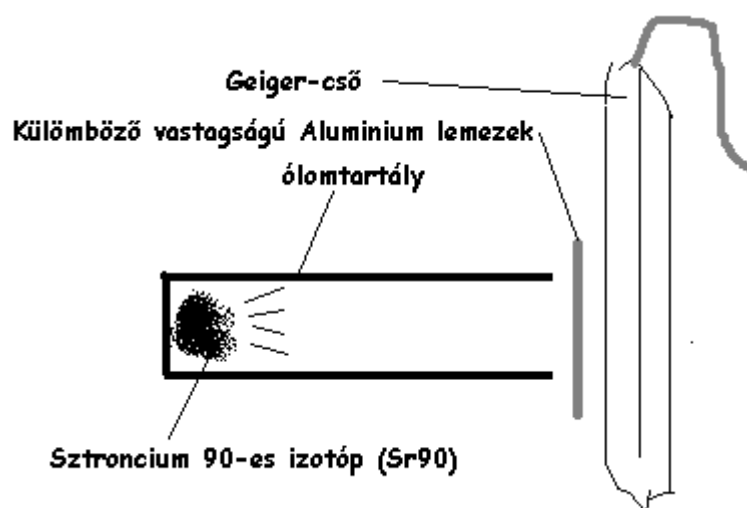
Úgy programoztam be az eszközt, hogy három féle képpen lehessen mérni vele. A mérési módszert bekapcsolás után lehet kiválasztani a főmenüből. Lehet Helyben mérni, Start/Stop –módszerrel mérni, illetve lehet mérni adott ideig is. A helyben mérés 2 másodperces sample-okat készít és kiírja a mért részecskék számát másodpercenként.

A Start/Stop mérés abból áll, hogy a felhasználó elindíthatja a mérést és meg is állíthatja egy bonttal. Az eszköz egyideűleg méri az időt , a részecskék számát, és rögtön ki is számolja az átlagot.

A harmadik módszer arra alkalmas, hogy az eszközt lehessen magára hagyni pl. 24 óráig és ez álljon meg automatikusan pontosan a beállított idő eltelte után. A mért adatokat elmenti a belső EEPROM memóriába, és ezeket később ki is lehet olvasni a negyedik menüponttal.

4. A kísérlet.

4.1 A kísérleti berendezés:



Az ólomtartály a visszaverődések elkerüléséhez szükséges. A kísérlet folyamán nem szabad elmozdítani sem az ólomtartályt, se a Geiger-csövet, tehát csak a lemezeket szabad cserélni. A kísérleti berendezéssel gondok voltak, mert nem lehetett tudni a felhasznált lemezek vastagságát. Mindegyik kör alakú volt. Így az alumíniumlemezek vastagsága helyett a tömegüket kellett felhasználni.

4.2 Elmélet:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

ahol: I_0 a rádióaktív sugárzás intenzitása amikor a cső és az izotóp közé nincsen alumínium lemez helyezve.

I az intenzitás amikor x vastagságú alumínium lemezt helyeztem a geiger cső és az izotóp közé.

μ az alumínium lineáris atenuálási állandója.

A lemezek vastagságát a következő képpen számoltam ki:

$$x = \frac{m}{\rho S} \text{ ahol } x \text{ a vastagság, } m \text{ a tömeg, } \rho \text{ a sűrűség és } S = \pi R^2/4 \text{ ahol } R \text{ az}$$

átmérő

A képletet így is lehet írni:

$$I = I_0 e^{-\mu_m \rho x}$$

Ahol ρ az Alumínium sűrűsége, μ_m pedig a tömeges

atenuálási állandó és $\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{S * x} = \frac{4m}{\pi * R^2 * x}$$

Ahol R a korongok átmérője. Behelyettesítve az

előző képletbe:
$$I = I_0 e^{-\mu_m \frac{4m}{\pi R^2}}$$
 . Kifejezve μ_m -et
$$\mu_m = \frac{\pi R^2 \ln\left(\frac{I_0}{I}\right)}{4m}$$

A képletet csak az alumínium lemez vastagságaira kell alkalmazni, mivel a levegő vastagsága csak elhanyagolhatóan változik.

A kísérlet elvégzése után lemértem a háttér sugárzást és kivontam minden mért intenzitásértékből.

4.2 A kísérlet menete:

A sugárforrást egy ólomfalú tartályba helyeztem, hogy elkerüljem a visszaverődéseket. A tartályt nyílásával a Geiger – Müller cső felé irányítottam. Lemértem I₀-t. Ezek után Különböző vastagságú Alumínium lemezeket tettem a tartály nyílása és a Geiger-cső közé. A mérések hossza 50 s volt. Ezek után elvettem a sugárforrást, és hagytam a Geiger-Müller Számlálót hogy mérje meg a háttérsugárzást (20 percig). Miközben mért nekifogtam, hogy lemérjem a lemezek tömegét egy kétkarú mérleggel.

4.3 Mérések Táblázatba foglalása:

Sorszám: Nr.	Tömeg: (g)	Intenzitás (részecske/s)	Intenzitás - Háttér(1.40) (bomlás/s)	$\ln\left(\frac{I_0}{I}\right)$	$\rho * x = \frac{m}{S}$ (g/cm ²)	$\mu_m \left(\frac{cm^2}{g}\right)$	μ_m (átlag)
0	0.000	5.902	4.502	0.000	0.000		
1	2.600	1.574	0.174	3.253	0.278	11.697	8.029
2	1.300	3.256	1.856	0.886	0.139	6.372	
3	1.100	3.586	2.186	0.722	0.118	6.140	
4	1.000	3.524	2.124	0.751	0.107	7.023	
5	0.150	5.302	3.902	0.143	0.016	8.914	

D:

3.45

S:

9.348202

4.4 Az eredmények értelmezése:

Táblázatokból kiszedve, az alumíniumnak a felezési távolsága

$$d_{1/2} = 21 \frac{mg}{cm^2}$$

Az előző képletek alapján:
$$\frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\mu_m * d_{1/2}}$$
 ahonnan:

$$\mu_m = \frac{\ln(2)}{d_{1/2}} = 33.00 \frac{cm^2}{g}$$

Amint látszik, nagyon nagy a különbség a mért érték és a táblázatban megtalált érték között. Ennek okai a következők lehetnek:

- Lehet hogy a lemezek nem alumíniumból, hanem valamilyen keverékből vannak

- A Geiger-Müller cső holtideje ismeretlen és ezért nem lehet korrekciókat csinálni.
- A Számláló nincsen etalonálva
- Idő hiányában a mérések 50 másodpercet tartottak. Minnél hosszabb ideig tart egy mérés, annál pontosabb.

Teendők a Mérések javításához:

- Meg kell mérni a Geiger-Müller cső holtidejét és használni kell a korrekciós képletet
- Etalonálni kell a számlálót
- A mérések időtartama hosszabb kell hogy legyen
- Olyan lemezeket kell használni amiknek ismert az összetétele, a sűrűsége és a vastagsága

*Purdea András
Bartók Béla Elméleti Liceum*