

GM számlálócsöves sugárásmérő mikrokontrollerrel

Engárd Ferenc okl. villamosmérnök – blackbox@engard.hu

Az utóbbi években megnőtt az érdeklődés a radioaktív sugárásmérés iránt. Célszerűnek tartom megmutatni, milyen egyszerűen készíthetünk magunk is sugárásmérőt. Ebben a cikkben csak a műszerépítéssel foglalkozom. A háttérismereteket; a GM cső működését, paramétereinek mérését, a mérési eredmények értelmezését és különféle alkalmazásokat „A Geiger-Müller számlálócső és alkalmazásai” című cikkem – <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/EngardGeigerMuller.pdf> – tartalmazza.

Elvi tervezés és működés:

A konstrukció kialakításánál elsődleges szempontom volt a házi-lagos reprodukálhatóság; a nyomtatott áramkör egyszerűsége, DIP tokozású PIC alkalmazása és a GM tápfeszültség előállításához szükséges transzformátor száz alatti menetszáma. Egy ilyen műszer legyen hordozható és három ceruzaelemről, illetve akkumulátorról hosszú ideig tudjon működni. Ügyeltem arra, hogy a felhasznált alkatrészek (a GM cső kivételével) a legtöbb kereskedőtől raktárról beszerezhetők legyenek. Szinte bármilyen kis GM csövet tudjunk majd használni anélkül, hogy a hardveren változtatni kellene. A mikroprogram is legyen publikus és regisztráció nélkül letölthető: <http://www.radiovilag.hu/related.html>. A készülék elvi rajza az **1. ábrán** látható.

Még valamikor a '80-as évek első felében tesztelésre kaptam néhány NDK gyártmányú GM csövet. Ezekből nálam maradt pár darab. Ehhez a műszerhez a **2. ábrán** látható Ø20 × 40 milliméteres végablakos típust választottam. Adatait nem találtam meg, a méréseim szerint a plató a 250...390 V-os tartományt fedi le, üzemi feszültsége tehát 320V. (Méreteit és konstrukcióját tekintve, hasonló és megvásárolható a Philips 18505 típusú GM csőve, amelynek üzemi feszültsége 350 V.)

Telepes táplálású készülékek-nél lényeges szempont a minél jobb hatásfok: a GM cső tápegysé-

get és annak szabályozását is célszerű kapcsolóüzeműre tervezni.

A tápfeszültséget a cső alig terhelő. Terhelés szempontjából meghatározó a szabályzó kör terhelése ($R_7 + R_8$) és a D1 dióda visszaráma. A 3,6 V tápfeszültség és a gyors, nagyáramú kapcsolók határfeszültsége korlátot szab az „egylépcsős” feszültségnövelésnek. Az L induktivitás ezért autotranszformátoros kiképzésű. A felhasznált $E20 \times 10 \times 6$ típusú N27-es ferritmág ($A_L = 1300$) szerelvényekkel együtt, komplett EPCOS terméként kapható.

A GM tápegység tervezéséhez a maximális tekercsáramot önkényesen vehetjük fel: legyen 0,25 A (ekkor csúcsáramot a lemerülés határán lévő ceruzaakkuk még bírnak). Az n1 menetszám minimális értékét a megengedett maximális indukció és a maximális áram nagysága szabja meg. A felhasznált formula:

$$n_{\min} = \frac{B_{\max} \cdot A}{I_{\max} \cdot A_L}$$

$$\begin{aligned} \text{ahol } B_{\max} &= 0,15 \text{ T} \\ A &= 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \\ I_{\max} &= 0,25 \text{ A} \\ A_L &= 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ H} \end{aligned}$$

Eredményül n1-re 16,6 menet adódik. Az $L = n^2 \cdot A_L$ képlettel kiszámolva, n1 ehhez tartozó induktivitását, az

$$U = L \cdot dI/dt$$

képletből közelítőleg meghatározhatjuk a 0,25 – A bekapcsolási

áram kialakulásához tartozó időtartamot is. Először meg kell határozni U értékét: T1 bekapcsolásakor az n1 tekercsrészen (a tranzistor szaturációs feszültsége miatt) $U = 2,8 \text{ V}$ várható. Ezzel az adattal számolva a szükséges bekapcsolási időtartamra 31,3 μs adódik. Szimmetrikus négyszög-jel esetén ez éppen a periódusidő fele, így a kapcsolófrekvencia ke-reken 16 kHz lenne. Ezt a ferrit-fűtőt még hallhatjuk! Érdemes magasabb frekvenciát és arányosan kisebb menetszámot választani: 20 kHz $\rightarrow dt = 25 \mu\text{s} \rightarrow 13,3$ menet. Felkerekítettem 15 menetre, így biztosan nem gerjesztem túl a ferritmagnet.

Az N27-es ferritre a specifikált határfrekvencia 150 kHz. 3,5 μs -nál meredekebb kikapcsolásnál az indukált feszültséget lineárisan nem számíthatjuk, célszerű mérésre hagyni. A T1 tranzistor 50...100 ns kikapcsolási időt tesz lehetővé, ezért a rajz szerinti kapcsolásban próbaméréssel határoztam meg a szükséges áttelt és készítettem el a tekercset.

A T1 tranzisztort folyamatos 20 kHz-es négyszögjellel hajtva, a C1 kondenzátoron 420 V feszültséget mértem. Az R2 ellenállást 51 ohmra cserélve, a feszültség 520 voltra növelhető. A legtöbb kézi doziméterben alkalmazott GM cső ennél kisebb munkafeszültséggel működik. Így e műszer más típusú GM csövekhez is megépíthető. A 20 kHz-es órajelet (IC1 12. láb) az IC1 egyik időzítő számlálója biztosítja. A TS1 transziens feszültségvédő-dióda 180 V-

