

# Építsünk csömérőt! (?)

Engárd Ferenc okl. villamosmérnök, signtechnika@engard.hu

Kedves szerzőnk ragaszkodott az általa megadott címhez, az „Építsünk csömérőt! (?)”-höz. Igen, tehát ott maradt a zárójelben levő kérdőjel is. Pedig a cikk témája egyáltalában nem anakronizmus. Nagyon is jó gondolat volt társítani a régít (mármint a csövek mérését) a mai világ korszerű technológiájával. Hogy első pillanatban szokatlan? Hát igen, tényleg az, de éppen ez benne a klú, a pompás új gondolat. Ezért mi csak bízgatjuk a téma iránt érdeklődő Olvasóinkat, hogy építsenek egy ilyen csömérőt! (– A szerk.)

Idős villamosmérnökként egyre több nosztalgiával gondolok az elektronika hőskorára. A 60-as évek elején még saját kezűleg építettem kedvtelésből csöves rádiót, erősítőt, magnót. A csövekre egyéves garanciát adtak, és a Tungstramnak volt egy csővizsgáló szolgáltatása. Pesten, az akkori Duna mozi környékén, egy alagsori helyiségben működött.

Manapság reneszánszát éli a csöves elektronika, de csővizsgálati lehetőségről nem tudok. Egyszer-egyszer olvashatók olyan hirdetések, hogy a cső jól működik, mert valamilyen készülékben kipróbálták, de a paramétereiről nem esik szó. Úgy tűnik, hogy nem csak hazánkban, de Európa egészében nincs szervezett lehetőség arra, hogy valaki egy csövet bevizsgáltsasson.

Ezek a gondolatok úgy hat évvel ezelőtt arra indítottak, hogy tervezek és építsek egy olyan készüléket, amely rutinszerűen alkalmas bármilyen kommersz elektroncső alapvető jellemzőinek mérésére. Kisméretű csövek csúcsteljesítménye nem egyszer meghaladhatja a 100 W-ot is. Az ilyen csövek a teljes működési tartományban csak impulzus üzemben vizsgálhatók, tehát impulzus üzemben működő csömérőt készítettem. Az építést fél éve fejeztem be. Az elkészült szerkezet jelen formájában is használható, de néhány hiányossága miatt kísérleti modellnek minősítem.

A rendszer az **1. ábra** szerint három modulból áll:

- Határfeszültség teszter,
- Csömérő elektronika,
- Csőfoglat készlet.

A szerkezet maximum 12 kivezéssel rendelkező elektroncsövek vizsgálatára alkalmas. Mindhárom modulon 12 pólusú csapsorléc csatlakozók vannak, amelyek a csőfoglatat szetten keresztül az egyes elektroncsövek csatlakoztatására szolgálnak.

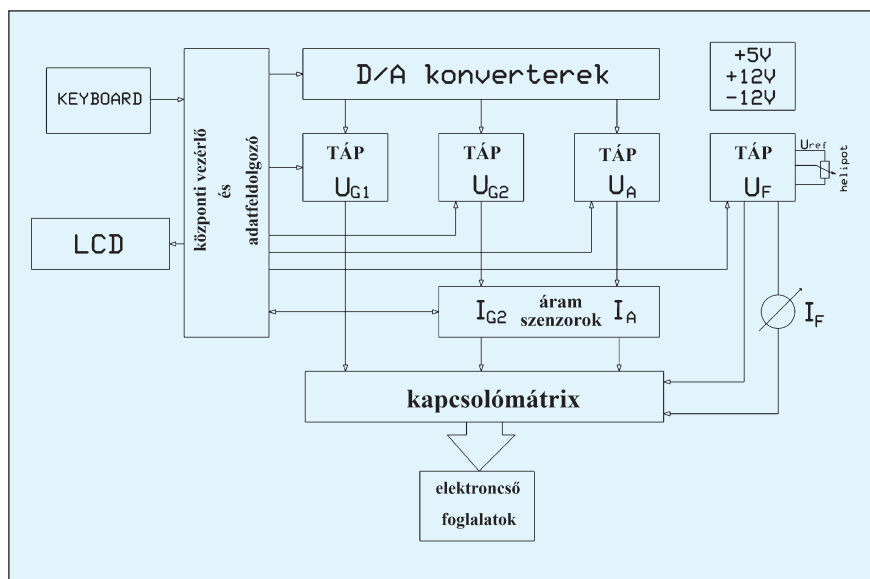
A **határfeszültség teszterrel** hidegen vizsgálható, hogy az elektroncső kibírja-e a gyártó által specifikált határfeszültségeket. Például a fűtőszál-katód között, az anód és a többi elektród között stb. A vizsgálati feszültség 0...450 V között beállítható. Nyomógomboson beállítható az is, hogy mely elektródok közötti kapcsolatot kívánjuk vizsgálni. A vizsgálatot a készülék automatikusan elvégzi és ha, egyes elektródok között átvezetést talál, ezt a megfelelő LED-ek jelzik.

A **csömérő elektronika** tömbvázlata a **2. ábrán** látható. Négy tápegységet tartalmaz:

- Anód tápegység (0...400 V között D/A konverteren keresztül vezérelhető. Stabilizált feszültségű, áram-terhelhetőség: 0...400 mA közötti.)
- Segédrács tápegység (0...400 V között D/A konverteren keresztül vezérelhető. Stabilizált feszültségű, áram-terhelhetőség: 0...40 mA közötti.)
- Vezérlőrács tápegység (negatív feszültségű, 0...40 V között D/A konverteren keresztül vezérelhető. Stabilizált feszültségű, áram-terhelhetőség: 0...4 mA.)
- Fűtés tápegység (földfüggetlen, 0...50 V között manuálisan vezérelhető. Stabilizált feszültségű, áram terhelhetőség:



1. ábra



2. ábra

0...2000 mA között. A kimenőfeszültség helipotról olvasható le, az áramot pedig 3,5 digit felbontású panelműszer mutatja.)

Valamennyi tápegység kiszajúz, zárlatvédezt, áteresztős típus. A D/A konverterek felbontása 12 bit. A vezérlés az anód és segéd-rács tápegységeket speciális reléken keresztül kapcsolja rá a mérendő csőre. A mérőimpulzusok hossza 4 ms.

Az anód és segéd-rács áram mérése 5 ohmos, illetve 50 ohmos precíziós ellenállásokon keresztül történik. A kétsatornás mérőerősítő 18 °C-ra termosztált, hőszigetelt fémházban helyezkedik el. Az erősítés átkapcsolásával az árammérés érzékenysége tízszeresre növelhető. A kimeneti feszültséget 12bit felbontású A/D konverter alakítja digitálissá. Az anódáram vezetéken egy gerjedés figyelő áramkör is elhelyezkedik, amelyik jelzést ad, ha a vizsgált cső esetleg begerjed.

Az előlapra szerelt 12 darab 12 állású tárcsás kapcsoló biztosítja, hogy bármelyik tápegység kimenetét bármelyik csőlábra rákapcsolhatjuk. Természetesen lehetőség van külső készülékek csatlakoztatására is. Például a nagyteljesítményű csövek fűtőárama gyakran meghaladja a két ampert, ezekhez külső fűtéstáp szük-

séges. (A tárcsás kapcsolók specifikált maximális árama 5 A.)

A készülék vezérlését, a mérési eredmények feldolgozását és

kiadását mikrokontroller biztosítja. A parancsok és adatok bevitelére AT típusú billentyűzetről interaktív módon történik. A kijelző kétsoros, 16 karakteres LCD, amelyen a kezelő a beállítási és mérési folyamatot nyomon követheti.

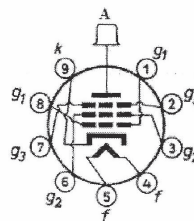
A mérendő cső megfelelő munkaponti beállítását (tárcsás kapcsolók beállítása, fűtés bekapcsolása, elektród feszültségek, esetlegesen S méréshez  $\Delta U_{G1}$  megadása) és a fűtőáram stabilizálódását követően a mérés indítható.

Az egy munkapontban végrehajtott **automatikus mérési folyamat** a következő:

- A mikrokontroller beállítja a tápegységek D/A konvertereit és rákapcsolja az  $U_{G1}$  feszültséget a csőre, majd kivár 250 ms-ot.

### PÁROSÍTÁS - MÉRÉSI ADATLAP

Típus: PL509 pentóda, no: **A és B**



Lábszámok	Jelölés	Cső	Gyári adat	Mért adatok		
A-9	$U_{aMAX}$ [V]	A^B	700	450*		
3;6-9	$U_{g2MAX}$ [V]	A^B	700	450*		
4;5-9	$U_{kMAX}$ [V]	A^B	250	250		
1;8-9	$-U_{g1MAX}$ [V]	A^B	550	450*		
4-5	$U_f$ [V]	A^B	40	40		
4-5	$I_f$ [mA]	A	300	310		
4-5	$I_f$ [mA]	B	300	310		
A-9	$U_a$ [V]	A^B	-	160		
3;6-9	$U_{g2}$ [V]	A^B	-	160		
2;7-9	$U_{g3}$ [V]	A^B	-	0		
1;8-9	$-U_{g1}$ [V]	A^B	-	20	25	30
A-9	$I_a$ [mA]	A	-	272,1	168,5	91,46
A-9	$I_a$ [mA]	B	-	272,2	169,5	91,95
3;6-9	$I_{g2}$ [mA]	A	-	6,40	3,96	2,50
3;6-9	$I_{g2}$ [mA]	B	-	9,16	5,96	2,58
	$S^1$ [mA/V]	A	-	24,50	13,45	9,30
	$S^1$ [mA/V]	B	-	24,48	13,25	9,33

\* A rendelkezésre álló maximális mérőfeszültség: 450V  
1.)  $\Delta U_{G1} = \pm 0,5V$

3. ábra