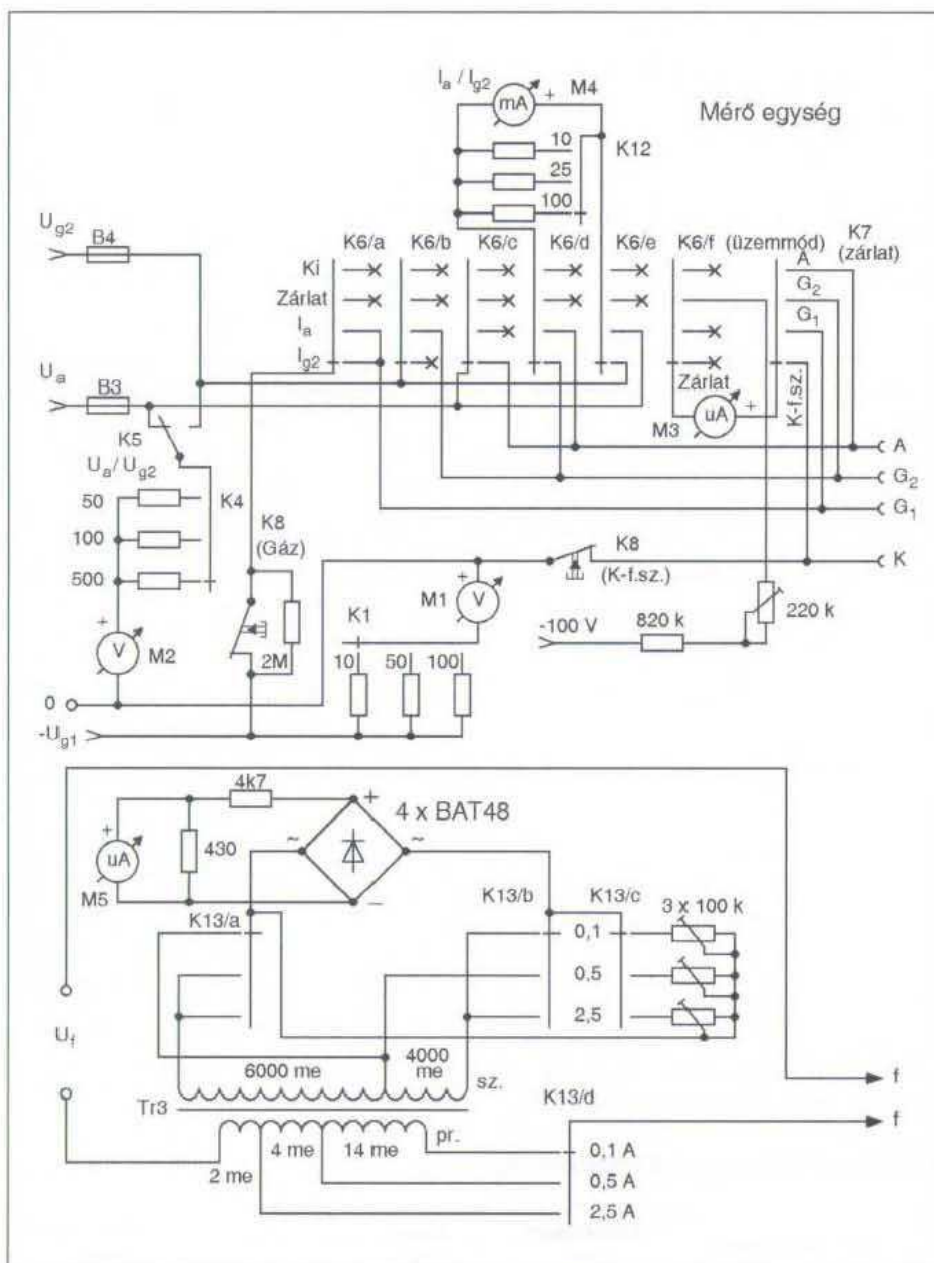




21. ábra. A mérőegység kapcsolási rajza

A mérendő cső felszínű táplálása, vagyis az anód- és segédáramfeszültséget közvetlenül egy nagyméretű hálózati transzformátorról nyerik, az áramot a cső egyenirányítja. A túlméretezett transzformátor azért szükséges, hogy a kiadott és a fokozatkapcsoló segítségével kiválasztott tápfeszültség értéke ne függjön a terheléstől, vagyis a mérendő cső anódáramától (100 mA-ig).

A legfontosabb kelléke ennek a műszernek a transzformátor primerkörében elhelyezett, nagyon érzékeny túláramvédő relé.

Bármilyen hibát követtünk el a beállításnál, vagy zárlatos, gázos csövet akarunk mérni, a relé a hálózati feszültséget lekapcsolja, és nem engedi vissz-

szakcsolni, amíg a hibás csövet el nem távolítottuk.

A csőmérőhöz tartozik egy 3000 cső adatait tartalmazó katalógus, amely megadja az adott csőhöz a kilincskerék beállítását és a főbb paramétereket. Kár, hogy a fűtőáram mérése nincs megoldva, ezt a hiányt a fűtőkör megbontásával és kis feszültségű műszer (pl. Ganzuniv 3) felhasználásával lehet utólag pótolni.

A magyar „de Luxe” a CSV 1

Ez a csőmérő azért került az ismertetés végére, mert a négy felhasznált alaplátvány és a feszültségek „durva” és „finom” beállítása következtében a leginkább hasonlít arra a berendezésre, ame-

lyet majd az építési leírásban megadunk.

Az első műszer (balról) méri az anód- és segédáramfeszültséget, a második az anódáramot, a harmadik a segédáramot, a negyedik a fűtő-, előfeszültséget és a dinamikus merekséget. A csőlábak kiválasztása 9 db fokozatkapcsoló segítségével történik, és van lehetőség zárlat és „gázosság” vizsgálatra. A merekséget egy tranzistoros generátor jelének rácsra kapcsolásával az anódköri áramváltozás segítségével méri. A méréshatárok: 10, 30, 60 mA/V. Az anódfeszültséget egy félvezető diódából kialakított Graetz-híd egyenirányítja. A „durva” kapcsoló 50 V-onként, a „finom” kapcsoló 10 V-onként kapcsolja a transzformátorról érkező feszültséget. A segédáramfeszültséget egy AZ21 egyenirányítja és egy EBL21-es áteresztőcső állítja be. A szabályzófeszültséget két, az előfeszültséget egy VR150-es cső stabilizálja. Ebben az időben (hatvanas évek) megfigyelhető a csöves és félvezető megoldások keveredése. A műszert a 16. ábrán mutatjuk be.

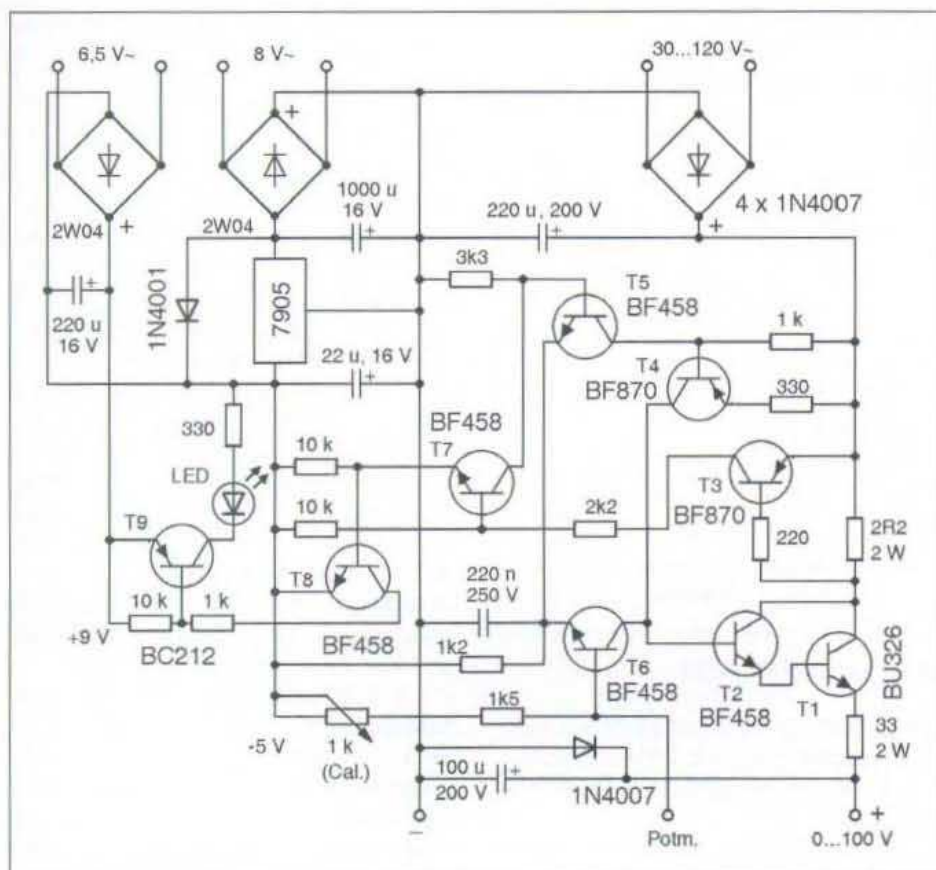
Professzionális csőmérő

A hosszú bevezetés után rátérhetünk a cikk lényegét képező „professzionálisnak” nevezett csőmérő ismertetésére. A készülék blokkisméje a 17. ábrán látható. A méretek csökkentése és a jobb súlyelosztás érdekében két hálózati transzformátort alkalmaztam, az egyik az anód- és előfeszültséget, a másik a segédáram- és a fűtőfeszültséget szolgáltatja.

Az anód- és segédáramot két azonos felépítésű, beállítható feszültségű tápegység biztosítja. A mérőegységben foglal helyet az öt alaplátvány, amelyek a beállított üzemi feszültségeket és áramokat méri. A fűtőáram mérése egy áramváltó végzi. Az egyes egységek működését részletesen a kapcsolási rajzok alapján ismertetjük.

Mechanikai elrendezés

A kis méretre való törekvés meghatározta, hogy az öt alkalmazandó alaplátvány közül három „lapos” kialakítású legyen, és a mérendő csövek foglaltai külön egységben helyezkedjenek el. Több próbálkozás után a 18. ábrán látható előlap elrendezés lett a végleges. A rajzról a főbb méretek leolvashatók. Az alkatrészek számozása balról jobbra és felülről lefelé történt, és a kapcsolási



22. ábra. Az I. tápegység kapcsolási rajza

rajzokon is ennek megfelelően vannak megadva.

A három lapos műszer legfelülre került, balról az előfeszültség (M1), majd az anód- és segédrácsfeszültség (M2), jobbra a zárlatmérő (M3). A műszerek alatt található az előfeszültség méréshatárát (K1), a durva értéket választó fokozatkapcsoló (K2), és a finom állítást végző potméter (P1). M2 alatt a hálózati (K3), a méréshatár (K4), és U_a/U_{g2} átváltó kapcsoló (K5). A zárlat (és átvezetés) mérő műszer alatt az üzemmód (K6) és a vizsgálandó elektrodát kiválasztó (K7) kapcsoló helyezkedik el.

Mivel a katód- és a fűtővezeték alaphelyzetben össze van kötve, a katód és fűtőszálzárlat vizsgálatához ezt az összeköttetést meg kell szakítani. Ezt végzi a K8 nyomógomb.

A következő sorban (a rajzon szaggatottan jelölve) a Tr1 hálózati transzformátor, a hozzá tartozó hálózati biztosító (B1), az anódfeszültséget és segédrácsfeszültséget durván szabályzó (K9 és K10) kapcsoló, jobbra a Tr2 transzformátor és B2 biztosíték található.

B1 alatt az I. anódtápegység zárlatát jelző LED és a B3 biztosító, a B2 alatt

az I. segédrács tápegység zárlatjelző LED és a B4 helyezkedik el. A durva szabályzó alatt az anód- (P2) és a segédrács- (P3) feszültség finomszabályzó található.

4. táblázat. Fokozatkapcsolók kivitele

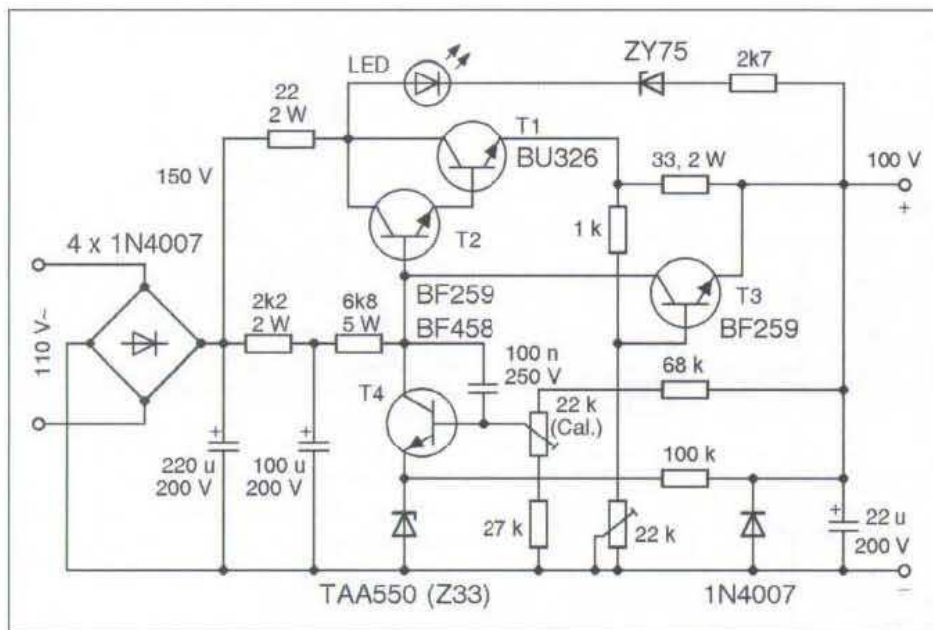
Kapcsoló	Tárcsaszám	Állás	Tárcsa	Átfedés
K1 (2211)	1	3		nélkül
K2 (2211)	1	2×3		nélkül
K4 (2211)	1	3		nélkül
K6 (2211)	2	3×4		nélkül
K7 (2211)	1	4		nélkül
K9 (1211)	3	12	a	nélkül
			b	nélkül
			c	átfedéssel
K10 (1211)	3	12	a	nélkül
			b	nélkül
			c	átfedéssel
K12 (2212)	1	3		átfedéssel
K13 (2212)	1	4×3		átfedéssel

A legfontosabb műszerek, az anód- és segédrácsáramot jelző (M4), alatta a K12 méréshatár váltóval balra, a fűtőáramot mérő (M5), a K13 méréshatár váltóval jobbra látható. Azért volt célszerű a két mérési feladatot egy műszerre osztani, mert az anód- és segédrácsáram mérés az üzemmód kapcsoló két állásában úgyis csak egymás után végezhető. A pontos fűtőfeszültségek betartása miatt a váltóáramú feszültségeszt az árammérőn minimálisra kell csökkenteni, ezért építünk be áramváltót, amelynek transzformátora (Tr3) a műszerekkel egyvonalban, középen van. Balra mellette a hálózati jelzőlámpa (L1) és a gázosság mérő nyomógomb (K11), jobbra a zárlatjelzés glimmlámpás lehetőségét biztosító L2 és a banánehüvely.

Legalulra kerültek a fűtőfeszültség beállító kapcsolók, véletlen átkapcsolás elleni biztosítással. A kapcsolható feszültségértékek kettő hatványai szerint növekszenek, és a felkapcsolt állás melletti értékeket össze kell adni, hogy megkapjuk a kívánt fűtőfeszültséget.

Amennyiben valaki nem bízik a kapcsolókban, az U_f felíratú banánehüvelyekhez (középen) külső műszert csatlakoztathat a fűtőfeszültség ellenőrzésére.

Ezekről balra és jobbra az anód és a segédrács II. és III. tápegység zárlatjelző LED-ei találhatók. A bal alsó sarokban a hálózati kábel bevezetése, a jobb alsóban a csőfoglatat adapter csatla-



23. ábra. A II. és III. tápegység kapcsolási rajza

koztatását lehetővé tevő oktál foglalat helyezkedik el.

Az anód- és segédrács tápegység nyák-lemezét az anódáram- és a fűtőárammérő műszer csavarjai tartják.

Kapcsolási rajzok

A rajzméretek csökkentése végett az egyes egységek kapcsolási rajzát külön-külön adjuk meg.

A 19. ábrán a Tr1 transzformátorhoz kapcsolódó áramkörök láthatók, amelyek biztosítják az anód- és előfeszültséget és a zárjelzéshez, valamint a glimmlámpás vizsgálóhoz szükséges feszültséget. Csak alacsony (75 V-os) gyújtófeszültségű ködfénylámpa felel meg.

A római számokkal jelzett három tápegység sorbakapcsolása ezen a kapcsolási rajzon mutatható meg a legáttekinthetőbben. A 12 állású („durva”) fokozatkapcsoló első négy állásában az I. tápegység adja a feszültséget 0 – 100 voltig. Az egyes állásokon belül P2 potméter biztosítja a 25 V-os átfogást, a finom beállítást. A további négy állásban a II. tápegység fix 100 V feszültségre adódik hozzá az előző tápegység feszültségéhez, majd az utolsó négy állásban a III. tápegység 100 V feszültsége is. A tápegységek rövidzárvédettek, hiba esetére a B3 biztosító további védelmet jelent. Az előfeszültség beállításához a 82 V-os Z-dióda feszültségét osztjuk le K2 kapcsoló és P1 potméter segítségével.

A Tr2 transzformátor adja a szükséges feszültségeket a segédrácsáramot

szolgáltató, az előzővel azonos felépítésű tápegységhez és a fűtőfeszültségéhez. Ennek megvalósítása a 20. ábrán látható.

A mérőegység kapcsolási rajzán (21. ábra) találjuk az üzemmód kapcsoló áramkörét és mind az öt alpműszerhez tartozó elemeket: az anód- és segédrácsáramot, az anód- és segédrácsfeszültséget, az előfeszültséget mérő műszert és méréshatár váltóikat, a zárjelzést és a fűtőáram méréséhez szükséges áramváltóhoz tartozó alkatrészeket.

Az üzemmód kapcsoló Ki állásában csak a fűtőfeszültséget kapja meg a mérendő cső, a következő, zárlat állásban 100 V negatív feszültséget kapcsol a K7 kapcsoló által kiválasztott elektródára. A műszeren átfolyó áramot soros ellenállás korlátozza. Az *a* szegmens feladata, hogy az utolsó két állásban előfeszültséget kapcsoljon a G1-re, *b* segédrács feszültséget kapcsol az anódáram, *c* anódfeszültséget a segédrácsáram mérése során. A *d* és *e* szegmens az árammérő műszert kapcsolja a megfelelő körbe. A műszer méréshatárát a K12 kapcsoló szabja meg a megfelelő sönt beiktatásával. A feszültségmérő műszerek méréshatárát soros ellenállásokkal állítjuk be.

Az alkalmazott áramváltónak az a feladata, hogy a csökkentse fűtőáram mérésénél – főleg az egyenirányító diódákon – fellépő feszültségesést. Ez még Schottky-diódák alkalmazása esetén is jelentős (kb. 0,5 V). Itt csak röviden foglalkozunk az áramváltók elméletével, mert az olvasó ehhez részletes

magyarázatot talál egy 2006-ban megjelent Rádiótechnika cikkben [20].

Az áramváltók egyenlete:

$$i_1 n_1 = i_2 n_2,$$

ahol $i_1 n_1$ a primer, $i_2 n_2$ a szekunder ampermenetszám, i_2 a műszer érzékenysége, i_1 a mérendő áram. A két áramértékből az áttétel, n_2/n_1 kiszámítható. Mivel kicsi a teljesítmény-átvitel, a vasmag méretét főleg a szükséges tekercselési tér határozza meg, ezért a legkisebb, SM42 hiperszil vasmagot használtam. Hogy ne kapjunk túl nagy menetszámokat, a 100 µA alapérzékenységű műszert 0,5 mA-re söntöljük, így 2,5 A mérése esetén az áttétel 5000. Kisebb méréshatároknál a primer menetszámot növeljük, a szekunderét csökkentjük. Ezt a váltást a K13 kapcsoló *a*, *b* és *d* szegmense végzi.

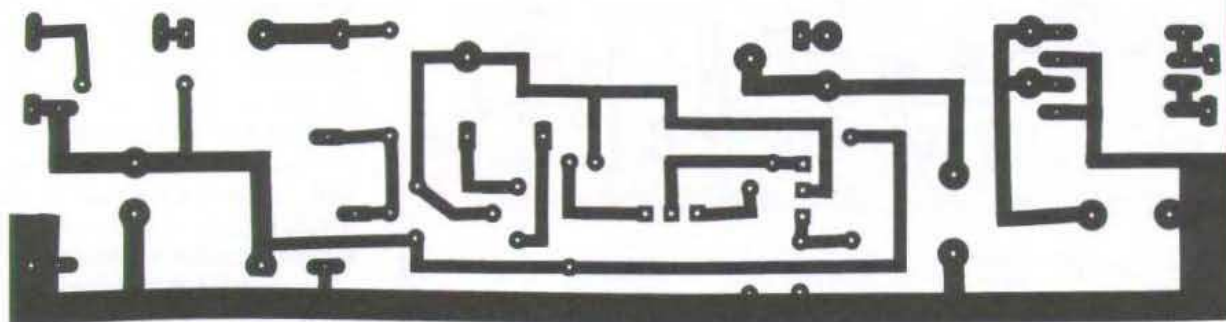
A Tr3 transzformátor adatait az 1. táblázat tartalmazza. A fokozatkapcsoló *c* szegmenséhez kapcsolódó trimmer-potméterek segítségével lehet a mutatót a hitelesítés során a skála végpontjára állítani. Az M5 műszerrel sorba kapcsolt ellenállás a skála linearizálását szolgálja.

Az anód- és segédrácsáram tápegységei

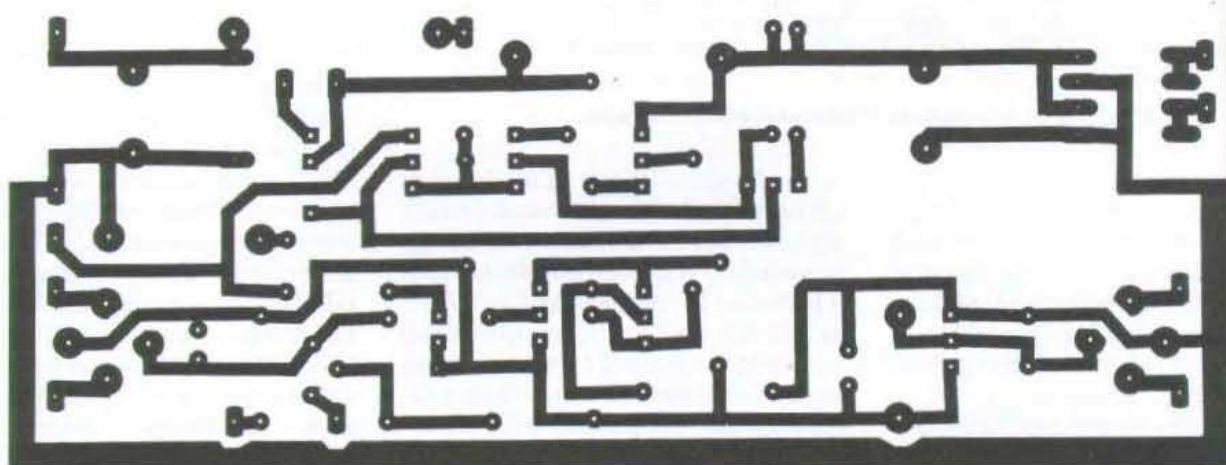
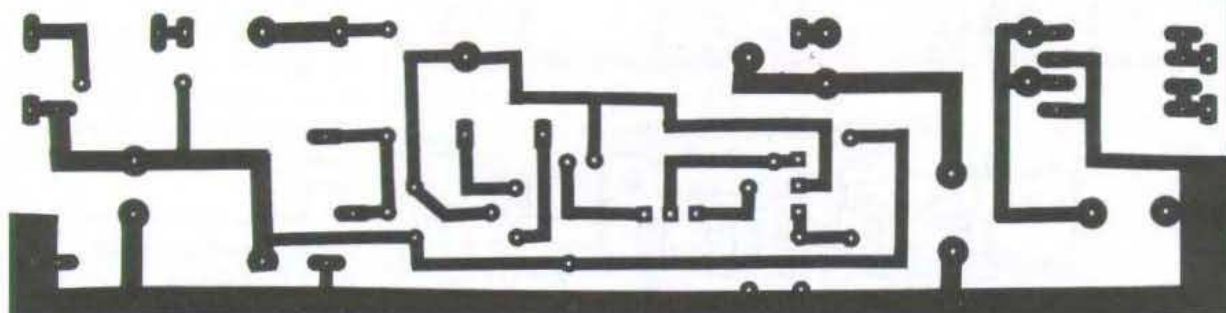
A 0–300 V-ig folyamatosan szabályozható, 100 mA-rel terhelhető, túláram- és zárlatvédelemmel ellátott tápegység tervezése nekem gondot okozott. Az irodalomban megbízható ismertetést nem találtam. Kétféle megoldás kínálkozott: kapcsolóüzemű és analóg felépítésű. Egyelőre az utóbbit választottam a kapcsolóüzeműeknél tapasztalható gyakori félvezető meghibásodások miatt. Plachtovics Gyuri barátom –, aki a Rádiótechnika folyóirat és Évkönyve közismert szerzője –, az ismeretetésre kerülő kapcsolásokat javasolta. Talán túl komplikáltak tünnek, de a nagyfeszültségű tranzisztorok, ill. a táplált áramkörök biztonsága érdekében az alábbi megoldás szükséges.

Az anód- és segédrácsáramot biztosító áramkör egyforma. A tápegység három részből áll, mindegyik túláram- és zárlatvédelemmel ellátva, és egyik kimenőfeszültsége sem haladja meg a 100 V-ot. A három tápegység sorba van kapcsolva, ennek megvalósítását a 19. ábrán látható kapcsolási rajz alapján már ismertettük.

Az I-gyel jelölt tápegység működésének részletes leírása a [21] cikkben



Tápegység



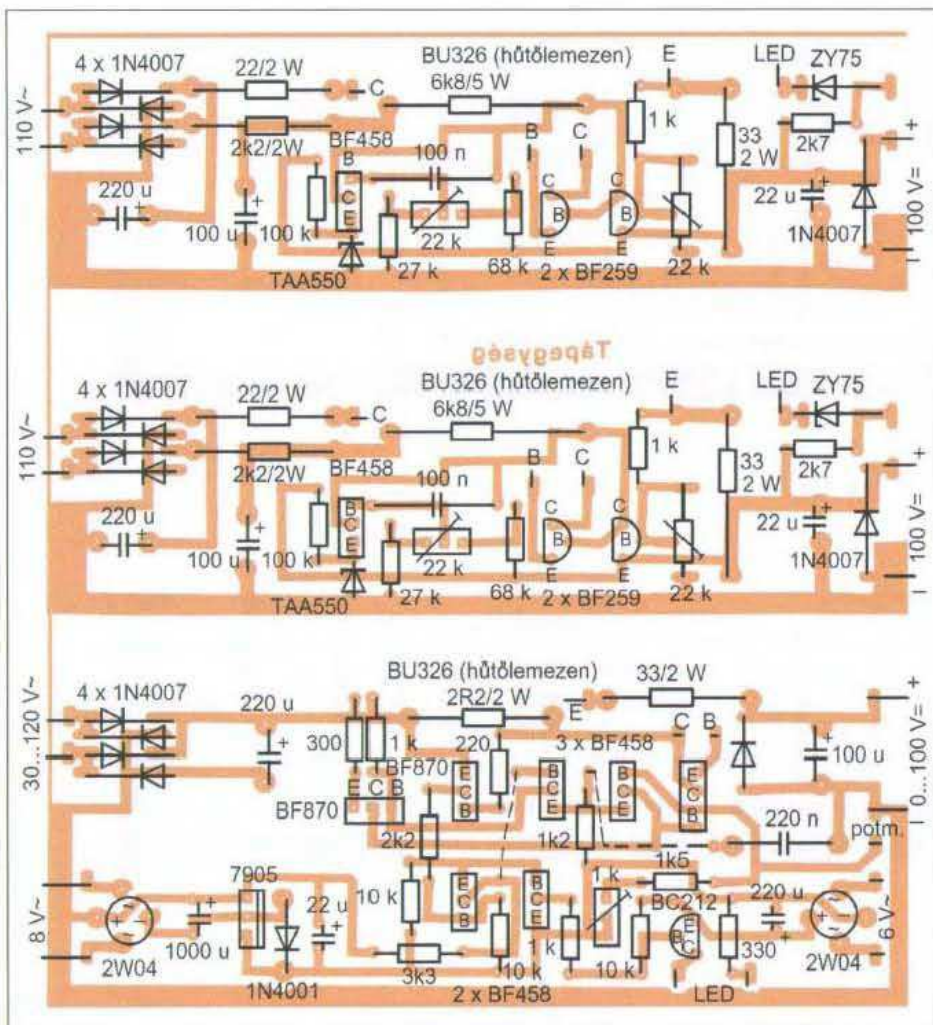
24. ábra. A tápegység nyák-rajza

olvasható. A kisfeszültségű, de nagy-
áramú tápegységet az eredeti cikk szer-
zője az itteni igényeknek megfelelően a
22. ábrán látható kapcsolási rajz szer-
int módosította. A kisebb áramterhe-
lésnek előnye, hogy a félvezetőkkel
sorba nagyobb védőellenállásokat lehet
kötni, amelyek korlátozzák a rövidzár
esetén fellépő áramlökéseket. A fe-
szültség 0 és 100 V között szabályozha-
tó, úgy, hogy a durva kapcsoló a transz-
formátorról jövő feszültséget 30
V-onként növeli, miközben a tápegység

kimeneti feszültsége 25 V-onként
emelkedik, a közbenső értékeket a fi-
nomszabályozó potenciométerrel lehet
beállítani. Ennél a tápegységnél még
két segédfeszültség-forrást alkalma-
zunk. Az egyik -5 V stabilizált feszül-
tséget állít elő, hogy a kimeneti feszül-
tséget közel 0 V-ig le tudjuk szabályoz-
ni. A másik az előbbihez képest $+9\text{ V}$ -ot
biztosít a túláram jelző (piros)
LED-hez.

Térjünk még röviden vissza a 22.
ábra főáramköréhez. Ez a túláram érzé-

kelőből, az összehasonlító erősítőből, a
soros szabályzóból és a változtatható
visszacsatoló láncból áll. A terhelő
(esetleg rövidzársi) áram átfolyik T1
áteresztő tranzisztor kollektorkörében
lévő 2,2 ohmos ellenálláson. Az ellen-
állás értékének megválasztásával tud-
juk a túláram védelem megindulásának
értékét beállítani. Az ellenálláson nö-
vekvő feszültségesés kinyitja T3 tran-
zisztort, ez T7-en keresztül 0 V alá vi-
szi T5 bázisfeszültségét. A beálló
egyensúlyi állapot áramgenerátoros



25. ábra. A tápegység alkatrész-beültetési rajza

üzemmódot eredményez. A zárjelző LED-et T9 tranzisztor működteti T8 segítségével. Az áteresztő tranzisztor emitterkörében lévő ellenállás (33 ohm) védi T1 tranzisztort a rövidzárási áramlökésektől. Értékét úgy választottuk meg, hogy 100 mA terhelésig a stabilitást ne rontsa jelentősen.

A T5 és T6 által alkotott differenciál erősítő a referenciaszintet (esetünkben 0 V) hasonlítja össze a kimeneti feszültség leosztott értékével. Eltérés esetén T6 tranzisztor, amelynek munkaellenállása T4 által létrehozott áramgenerátor, kollektorfeszültsége változik úgy, hogy az egyensúly helyreálljon.

A soros szabályzó a T1, hűtőlapra szerelt nagyteljesítményű tranzisztor és a T2 alkotta Darlington-fokozatból áll. A kimeneti osztó képezi a változtatható visszacsatoló láncot. Ez a 19. ábrán található, K9 kapcsoló *c* szegmensére menő ellenállásokból és a finomszabályzó potméterből áll. A T6 tranzisztor bázisosztójának alsó tagja tartalmazza a kalibráló trimmer-potmétert.

A II-vel és III-mal jelölt áramkör egyforma és fix 100 V kimenő feszültségű (23. ábra). Felépítése ennek megfelelően lényegesen egyszerűbb, eredeti leírása a [22] cikkben található. A T1 és T2 tranzisztor Darlington-párt alkot, a hűtőlapra szerelt T1 áteresztő tranzisztor kollektorkörében található a védőellenállás. A T4 szabályzó tranzisztor külön osztott (szűrt) tápfeszültséget kap, és emitterkörében 33 V-os zener dióda helyezkedik el. Ennek megfelelően kell a kimeneti osztót beállítani, hogy a kimeneten 100 V-ot kapjunk. Az áramkorlátozást a T3 tranzisztor végzi, és értéke a bázisosztó alsó tagjaként szereplő trimmer-potméterrel állítható. A zárátvédelem a kimeneti feszültséget 0 V-ra húzza le, a zárati áram a beállított maximális érték kb. harmadára áll be (visszahajló karakterisztika). A zárjelzés megoldása ezt használja ki, a zöld LED a 75 V-os zener diódán keresztül kigyullad, amennyiben a kimenet feszültség ennyivel a nyers, szabályozatlan feszültség alá csökken.

A berendezés elkészítése

Mechanikai munkák

Kész műszerdobozból indultam ki, és feltétel volt, hogy az előlapra legyen rögzítve az összes alkatrész. Ez meghatározta, hogy egy 320 × 285 mm-es méretű, 3 mm vastag bakelit lapot kell megmunkálni, amely elé még egy 1 mm-es alumínium „diszelőlap” kerül.

A diszelőlap és a bakelitlap összecsavarozott állapotában kell kivágni a műszerek helyét és állványos fúróval kifúrni a közös furatokat, a fokozatkapcsoló tengelyek, a potmétercsavarok, a biztosítékok, a jelzőlámpák, a billenőkapcsolók, banánhüvelyek és a LED-ek helyét. A diszelőlap takarásába kerülnek a fokozatkapcsolók, a transzformátorok rögzítő csavarjainak furatai, ezek (megfelelően sülyesztve) csak a bakelitlemezen kerülnek kialakításra.

Amennyiben kiválasztottuk a megfelelő forgatógombokat, megtervezhetjük a feliratozást. Az alumínium előlapot szürke akrilfestékkel fújtam le. A feliratozást szintelen akrilán lakk védi.

Az alkatrészek előkészítése

A legnagyobb munka a hálózati transzformátorok tekercselése. Manapság már leginkább hiperszil vasakat alkalmazunk, a transzformátorok méretezéséről és elkészítéséről részletesen olvashatunk a Rádiótechnikában megjelent cikksorozatban [23]. Akinek nincs gyakorlata, a 2. és 3. táblázat alapján elkészítheti a szükséges transzformátorokat. Tapasztalatom szerint a gyártó által megadott szekunder menetszámok részleges terhelés esetén magasabb feszültséget eredményeznek. Ezért a célszerű a primer tekercset a gyári előírásnak megfelelően elkészíteni, és a pontos szekunder voltonkénti menetszámot próbatekercs segítségével meghatározni. Mivel a hiperszil vasat könnyű össze- és szétszerelni, nem okoz ez sok pluszmunkát. A tekercsek kivezetéseit Ø0,3 mm, vagy annál vastagabb huzal esetén hozzuk ki saját huzallal, a vékonyabbakat sodrott színes mipolán szigetelésű huzalokkal készítjük.

Felszerelés előtt célszerű a fokozatkapcsolók előkészítése, bekötőhuzallal való ellátása. Kétféle típust javasolunk: a nagyméretű (K9, K10), eredetileg 26 állású, KONAKTA KT 1211-1 típusú kapcsoló egyik görgőjét eltávolítjuk és

az akasztókkal 12 állásúra alakítjuk. Azon a tárcsán, amelyen átfedés nélküli kapcsolást akarunk kialakítani, minden második érintkezőt levágjuk. Az átfedéssel kapcsoló tárcsánál minden állásban a szomszédos érintkezőket összeragasztjuk.

A kisméretű (K1, K2, K4, K6, K7, K12, K13), 12 állású, KT 2211-1 típusú kapcsoló átfedés nélküli, a KT 2212-1 típusú átfedéssel kapcsol. A tárcsák számát az állások és a szükséges szegmensek szabják meg. A 4. táblázat az alkalmazott fokozatkapcsolók adatait tartalmazza. Természetesen alkalmazhatunk más típusú kapcsolókat, de az átfedésre figyeljünk! Általános szabályként mondhatjuk, hogy a párhuzamos söntöknél mindenképpen átfedéssel, ahol áramforrást rövidre zárhatunk, átfedés nélkül kell kapcsolni.

Kényes művelet a tápegységpanel elkészítése. Az áteresztő tranzisztorokhoz 110×30 mm-es hűtőlemezeket készítünk és lefűjük fekete lakkal úgy, hogy a festés során a tranzisztorok helyét bármilyen TO-3-as tokozású tranzisztor alaplemezával megegyező sablonnal letakarjuk. A hűtőlemezt a panelhez vinklivel rögzíthetjük. Az áteresztő tranzisztorokat szigetelő lemezek nélkül szerelhetjük, de figyelni kell, hogy a hűtőlemezek rögzítő csavarjai a bakelitlemez fólia nélküli részére kerüljenek. Az áteresztő tranzisztorok és a védőellenállások csak zárlat esetén melegsznek jelentősen. A teljes tápegység nyák- és alkatrész-beültetési rajza a 24. és 25. ábrán, a szerelt tápegység fényképe a 26. ábrán látható.

Szerelés, bemérés

A bakelitlемеzre felcsavarozzuk azokat az alkatrészeket, amelyek rögzítő csavarjait a díszelőlap takarja, majd az előlappal együtt a többi alkatrészt a műszerek és a tápegység panelek nélkül. Ennek a módszernek az a hátránya, hogy amennyiben olyan alkatrészt kell cserélni, amelynek a rögzítő csavarjai takarásban vannak, az egész előlapot le kell szerelni. De a szépségért érdemes áldozatot hozni.

Meglehetősen unalmas, de nagy figyelmet igényel az előlap huzalozása. Többféle színű kötőhuzalt válasszunk, hogy könnyebb legyen ellenőrizni a bekötést! A műszereket és a tápegységeket csak a munka végén szereljük fel, mert akadályozzák a bekötést. A szerelt előlap fotóját a tápegységek nélkül a 27. ábra mutatja.

A bemérés a tápegység ellenőrzéséből és a műszerek méréshatárának beállításából áll. Minden egységet lehetőség a szerelés előtt kell bemérni! Elsőként a III. tápegységre szereljük fel a hűtőlemezen lévő áteresztő tranzisztor, és a „Cal” jelzésű trimmer-potméterrel beállítjuk a 100 V kimenőfeszültséget. 1 kohm/10 W-os potméterrel terheljük a kimenetet és figyeljük a feszültségesést.

A másik trimmer-potmétert úgy állítjuk be, hogy a túláram védelem 150 mA terhelésnél kezdjen működni. A kimenetet rövidre zárjuk és figyeljük az alkatrész melegedését, és azt, hogy a zárlatjelző LED kigyullad-e.

A II. tápegységgel megismételjük az előző műveletet, mielőtt az I. tápegységet mérjük. Ennél külön leellenőrizzük a -5 V-os, majd a +9 V-os feszültség meglétét. Ezután kapcsoljuk a bemenetre a 30 V-onként növekvő feszültséget.

A „Cal.” potméterrel csak egy állásban tudjuk a feszültséget kalibrálni, a többi állásban a pontosságot a visszacsatoló láncban lévő ellenállások tűré-

sének kell garantálniuk. Az áramkorlátozást a 2,2 ohmos ellenállással lehet beállítani. Ennél a tápegységnél különösen melegek az áteresztő tranzisztor, ezért a figyelem felkeltése érdekében zárlatjelzésre piros LED-et alkalmazunk.

Az áramváltó mindhárom méréshatárában a trimmer-potméterekkel a mutatót a végállásra húzzuk. Ehhez használhatunk pl. egy Ganzuniv 3-as hitelesítő műszert. A skála olyan kismértékben torzul a skála elején (a BAT48 típusú Schottky-diódák alkalmazása esetén), hogy nem érdemes új skálát készítenünk.

A műszerek végállásában mérjük a primer tekercsen a feszültségesést. A 0,1 A-es állásban a legkisebb az áttétel (200), itt is kisebb legyen a feszültségesés, mint 50 mV!

A műszerek méréshatárát beállító ellenállások értéke függ az alpműszertől, így a kapcsolási rajzon azokat nem adjuk meg. Az M4 árammérő műszer söntjeit kis ellenállástestekre tekercselt, megfelelő vastagságú manganinhuzalból készíthetjük el.



26. ábra. Szerelt tápegység

A mérés menete

A 28. ábrán bemutatjuk az adapterrel kiegészített mérési összeállítást. Tehát a csömérő adaptert a műszerhez csatlakoztatjuk, a mérendő csőhöz tartozó kártyát kiválasztjuk, és a banánhüvelyek fölé helyezzük.

A rövidre záró banándugókat bedugjuk. Az adapter működésének és elkészítésének részletes leírása a [24] cikkben olvasható.

A mérés megkezdése előtt az üzemmód kapcsolót Ki állásba kapcsoljuk és

az elektroncső behelyezése előtt a katalógusban közölt üzemi feszültségeket beállítjuk. A fűtőfeszültséget az alul található, véletlen átbillenés elleni védelemmel ellátott kapcsolókkal, az előfeszültséget M1 műszer és az alatta levő kezelőszervek, az anód- és segédrácsfeszültséget M2 műszer és az alatta lévő kapcsolók és potméterek segítségével.

A fűtőáram mérése a cső behelyezéseivel vagy a hálózati kapcsoló bekapcsolásával azonnal megkezdődik, és az öreg, károsult csövek esetében fontos

megfigyeléseket tesz lehetővé (szakadás, zárlat, levegősség stb.). Amennyiben a fűtőáram a katalógusban megadott értéknek megfelelő, az üzemmód kapcsolót tovább léptetjük. Zárlat állásban az M3 műszer alatt lévő K7 kapcsoló megfelelő pozícióiban a katód és a választott elektróda közötti zárlatot, illetve átvezetést, a katód és fűtőszál közötti átvezetést K8 nyomógomb megnyomása mellett tudjuk mérni.

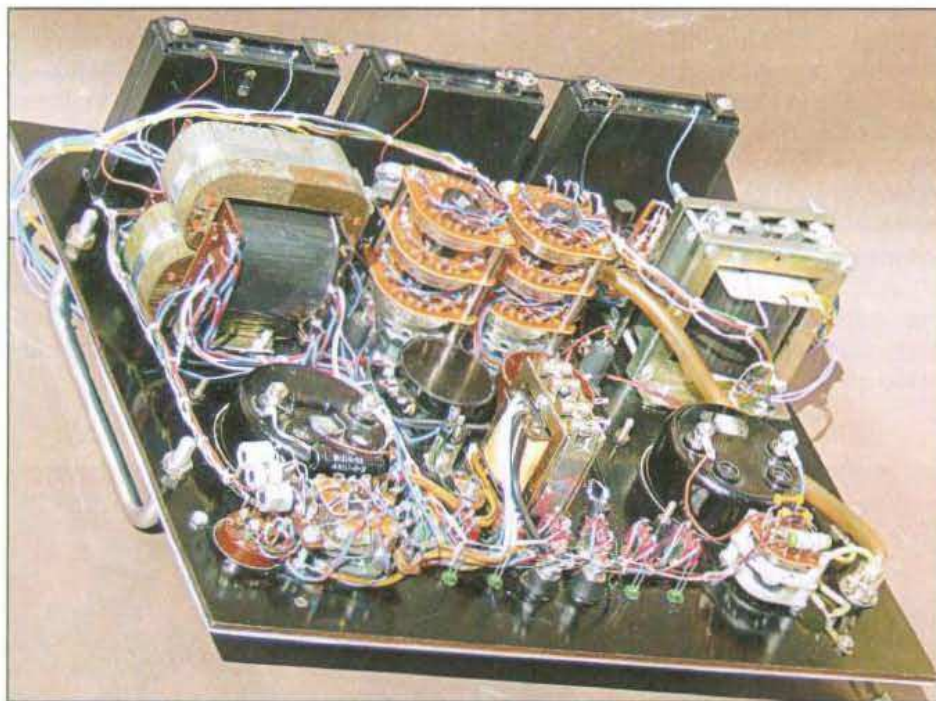
Az áramok mérése előtt az M4 műszer alatti méréshatár váltót a várható áram értékénél magasabb méréshatárra, majd az üzemmód kapcsolót I_a és I_{g2} állásba kapcsolva leolvassuk a mért értéket.

Levegős csövek esetében az anódáram gyorsan növekszik, míg a túláramvédelem lekapcsol. Gázosságot bármely munkapontban a Gáz feliratú gomb megnyomásával tudunk mérni.

Merekség mérésénél az előfeszültséget $\pm 0,5$ V-tal változtatjuk, a merekség értéke azonos az anódáram változással mA/V-ban.

A sok műszer alkalmazásából adódóan az előfeszültség és anódfeszültség változtatásával könnyen felvehetjük bármely trióda statikus karakterisztikáit, akár egész görbesereget mérhetünk. Pentódáknál érdemes a segédrácsfeszültség, mint paraméter hatását figyelni.

Köszönetemet szeretném kifejezni Csernus László és Háder József barátaimnak és gyűjtő társaimnak, hogy a birtokukban lévő csömérőket közlés céljából rendelkezésemre bocsátották.



27. ábra. Szerelt előlap (a tápegységek nélkül)



28. ábra. Csömérő az adapterrel