

Az EMG Type 1568 sorozatú oszcilloszkópjai 3.

Sipos Gyula okl. IC szakmérnök

Olvasóink kérésére folytatjuk az 1994-es és az 1995-ös évkönyvünkben bemutatott EMG Type 1568/2 típusú oszcilloszkóp további áramkörei ismertetését. Az amatőrök birtokában igen sok ilyen készülék van, és az esetleges javításnál komoly gondot jelenthet, hogy a kapcsolási rajzokat tartalmazó gépkönyvek manapság már beszerezhetetlenek, a gyártónál kiselejtezték azokat.

A 1568-as készülékcsalád tápegységrendszere – a tervezési szempontoknak megfelelően – meglehetősen egységes. Az egyes típusok tápegységének kapcsolási rajza, működése, a névleges feszültségértékek gyakorlatilag valamennyi készülékben azonosak. Kisebb különbségek két okból adódnak: egyrészt a gyártás során történt néhány jelentéktelen módosítás, másrészt az egyes készülékek teljesítményfelvétele némileg eltérő, emiatt a hálózati transzformátor és egy-két áramhatárolás beállítása más. Valamivel jelentősebb azon felismerések okozta eltérés, ami a szervizmunka során kiderült. Így néhány apróbb módosító megoldást ismertetünk, ami a készülék működését a nagyobb megbízhatóság irányában befolyásolja.

Kisfeszültségű tápegységek

A hálózati transzformátor szekunder tekercsei – egyenirányítás után – +15 V-os, -15 V-os, -40 V-os és +110 V-os tápfeszültségeket állítanak elő feszültségstabilizátor áramkörök segítségével. A transzformátor külön 6,3 V-os tekercse szolgál a KS-cső fűtésére és egy további 6,3 V-os tekercselésről táplálkozik a skálavilágítás (1. ábra).

Egy oszcilloszkópban – tervezési és gyártási szempontból – az egyik legkritikusabb alkatrész a hálózati transzformátor. Adott a készülék véges térfogatából eredő véges távolság a KS cső nyaka (elektronagyúja) és a trafó között, ami mindig egy kicsit kisebb a kelleténél. Így a mágneses szórás leküzdése – 50 Hz-es technikával, elfogadható árszínvonalon – meglehetősen

nehéz. Természetesen valamennyi készülékben egyedi tervezésű transzformátort kellett alkalmazni a speciális igények, speciális feszültségek folytán. A méretezés során mindig is nagy problémát jelentett a szekunder tekercsek viszonylag nagy száma, ezek között a megkívánt szigetelés, továbbá a mágneses szórás. Mindkét ok miatt a teljesítmény szempontjából éppen megfelelőnél egy-két méretlépcsővel nagyobb vasat kellett alkalmazni. A vasat minden oszcilloszkópban alulgerjesztettük, így a szórás kedvezőbben alakult. Az U magokból összeállítható hazai vagy külföldi hipersil vas szórása rendkívül nagy, ablaka minden esetben túl kicsinek bizonyult. A konstrukció kialakítása idején (a '70-es években) még nem léteztek vagy nem voltak hozzáférhetőek azok a nagyfrekvenciás technikák és félvezető-készletek, amelyek a megkívánt teljesítményt elfogadható árszínvonalon biztosították volna.

A tökéletes megoldást jelentő toroid vasmag mágneses szórása ugyan elenyésző, de a készülék tervezése idején a megfelelő toroid vas beszerzése devizális okokból nehézkes volt. Ezen felül ára elviselhetetlenül magas, a trafó saját gyártása a speciális tekercselőgépi igény és a sok tekercs folytán bonyolult és nem kifizetődő volt. A hazai gyártású (BEAG) toroid vas méretválasztéka csekély, ablakmérete számunkra alkalmatlanul kicsi volt.

Noha számos (pl. NSZK, francia stb.) cég a „konyhakész” trafót képes lett volna néhány nap alatt (!) szállítani, ez számunkra megfizethetetlen volt. Különbösen is, a tervezők örökké a filléreskedésre voltak kényszerítve az egyik oldalon, míg a másik oldalon a cég nem volt éppen szűkmarkú, ha valami értelmetlen, vagy voltaképp teljesen haszontalan dologról volt szó. Ezt a korabeli jogszabályok szinte kikényszerítették a cégekből, mert minden pénznek saját zebe volt. Hiába fogyott el a fejlesztésre szánt összeg, valami másra, pl. Duna-parti és Baross-téri,

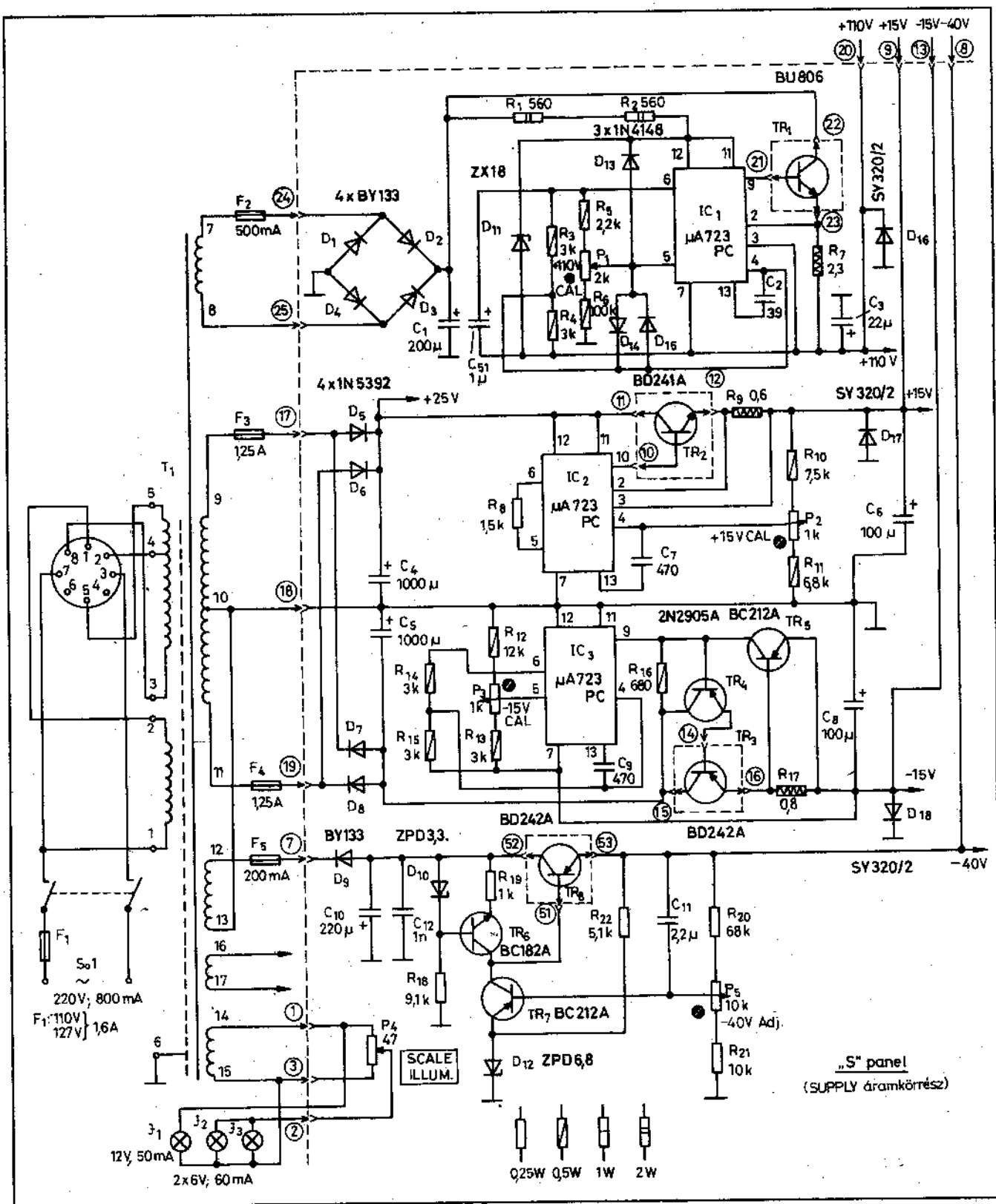
semmitmondó, státusszimbólum fényreklám fenntartására, az irodaépület tetőjén elhelyezett neon vörös csillag csőd előtti felújítására, majd kisvártatva a lebontására, a folyosók hihetetlenül bonyolult technológiájú kicsempézésére, egyes sportágak érdemen felüli támogatására (méregdrága IBUSZ-lakással, sportállással) stb. bármikor volt elegendő pénz.

A hálózati transzformátor sorsát is éppen ezek a tényezők befolyásolták. Miközben folyt a pénz mindenhová, ahova nem kellett volna, a trafó-probléma megoldását valamely másodhasznosítású, más cégtől átvett – egyébként kiváló, francia – hipersil lemezanyag hulladék adta, amelyből a megfelelő textúra figyelembe vételével vágták ki a cégnél az E-I lemezeket.

Sok gondot okozott a kivágószerszám által hagyott sorja, amely a szigetelő bevonattal ellátott lemezek egymás közti zárlatát, így a mágneses szórás megnövekedését okozta. Ezen felül eléggé nehéz volt elérni azt, hogy a szerelt transzformátor E és I lemezeit a trafóműhelyben impregnálás előtt kellőképpen tömörítsék anélkül, hogy a kétkilós vaskalapáccsal a lemezeket egymáshoz zárlatossá tennék. Ezen felül a mágneses tulajdonságoknak sem tesz jót a durva mechanikai behatás, noha a hipersil vas sokkal kevésbé érzékeny, mint pl. a permalloy. Erre mostanában is, egy házilagos trafószervez során is ügyelni kell, ugyanis az összepüfölt vasmag szórása elképesztően nagy lesz (ami ezen felül az üresjárású áramfelvételt is nagyságrendekkel megnöveli). Így előfordulhat, hogy a megjavított trafó az oszcilloszkópban használhatatlan lesz. Hasonlóképpen ügyelni kell a javítás során a trafót összeszorító négy csavar szigetelésére, hogy ez se okozzon lemez-zárlatot. Apróságokon néha igen fontos dolgok múlnak.

A hálózati trafó és a KS-cső kölcsönös helyzetének, a mágneses rászórásnak a problémája a cég életében az első pillanattól kezdve létező, sarkala-

C S O M A G K Ü L D É S - H Q & N E D I S K F T .



1. ábra. A kisfeszültségű tápegységek kapcsolási rajza

tos „ügy” volt, és szinte soha nem került le a napirendről. A rászórás hatását csökkentő eredeti (pl. Telefunken, Val-

vo) mumetall KS-cső árnyékoló burát, „ágyúcsövet” semmiképp nem lehetett hazaival, vagy más anyaggal helyette-

síteni, az ára viszont esetenként kb. majd' a fele volt a nem éppen olcsó KS-csőnek! A rászórás csökkentése

érdekében került időközben a trafókra – a Hewlett-Packardtól ellesve – a vas-tag és széles vörösréz lemezből készült, *külső* rövidrezárt menet. Ez csak is a trafóból kibúvó, *szórt mágneses térre* ad rövidzárt és visszatereli az erővonalakat a vasba. Miután ez a rövidzár a fő erővonal-úton nem szerepel, a normál működésre nincs számottevő befolyással.

A trafó primer és szekunder tekercselése között egy menetnyi rézfólia, vagy egy sor huzal helyezkedik el (kivezetve csak az egyik vég van!), közbenső árnyékolás gyanánt. A javítás során bármelyiket alkalmazhatjuk, csak arra ügyeljünk, hogy a rézfólia ne hozzon létre rövidrezárt menetet. Ilyen árnyékolás nélkül a hálózatról beszűrődő és a tápegységben átjutó zajok megzavarják a trigger áramkör működését. Kitérő zavarforrás a bármilyen tirisztoros áramkör (pl. a fűrógép fordulatszám szabályozója vagy hasonló).

A kisfeszültségű 15 V-os tápegységek 723-as stabilizátorokkal készültek. Noha ismeretes, hogy vannak fix feszültségű 15 V-os típusok is, azonban a megkívánt eléggé pontos névleges érték, a feszültség- és hőmérsékleti stabilitás, valamint a jelentős áramfelvétel indokolta más, de olcsó megoldás, így a 723 alkalmazását. A fix feszültségűek a legtöbb paraméter és/vagy az ár tekintetében a konstrukció tervezése idején jócskán lemaradtak a 723-as IC-vel és olcsó tranzisztorokkal készíthetők-höz képest.

Valamennyi 723-as kimenetén az áramterhelhetőséget egy megfelelő típusú áteresztőtranzisztorral növelték meg a konstruktőrök. Maga a kapcsolási rajz megegyezik a közismert SGS-Ates-Texas-Fairchild stb. ajánlással, így várhatóan az Olvasónak elviekben nem sok újat nyújt.

Amíg a két 15 V-os stabilizált tápegységben a max. 25 V értékű nyers feszültségről a 723-as IC nehézség nélkül alkalmazható, a +110 V-os stabilizátor esetén pedig az IC-t – a közismert ajánlásoknak megfelelően – egy 18 V-os Z-diódával megfogva, a +110 V környezetébe húzza föl a kapcsolás. Így a stabilizátor is jól működik és túlfeszültséget sem kaphat.

A -40 V-os tápegység is igen egyszerű, de tisztán tranzisztoros kivitelű. A kis áramfelvétel folytán minden igényt kielégít. A kapcsolást kibővíti egy 723-assal, jellemzői nem használhatóan javultak volna, viszont az IC

számára túl nagy nyers feszültség miatt alkalmazandó járulékos elemek a költségeket indokolatlanul növelték volna. Ez utóbbi miatt maradt el az elektronikus áramvédelem is.

A tápegységek bemenetén olvadóbiztosító védi a készüléket a tartós zárlat esetére. A +15 V-os és a +110 V-os tápegységben a 723-as IC belső védőáramkörre lát el közismert módon áramkorlátozó funkciót, a -15 V-os tápegységben pedig a TR5 tranzisztor figyeli a kimeneti áramot. A kimeneteken található nagyobbacská, záróirányban bekötött dióda a kölcsönös zárlat esetén van hivatva megvédeni a tápegységeket.

Valamennyi tápegység kimeneti feszültsége szabályozható és a szervizmunka során a lehető legkisebb (5-10 mV) eltéréssel a névleges értékre állítandó. A kimeneti áramvédelmet minden esetben ellenőrizni kell pl. előbb valamilyen műterheléssel, aztán teljes rövidzárral.

A tápegységben alkalmazott félvezetők – talán a nagyobb feszültségű BU806 kivételével – kommersz tucatárak. Hasonló (lehetőleg lassabb) típusokkal korlátozás nélkül helyettesíthetők. Gerjedés vagy egyéb rakoncátlankodás nemigen fordult elő az eddig legyártott több ezer készülékben.

Nagyfeszültségű tápegység

Az oszcilloszkópban a nagyfeszültség előállítása meglehetősen kritikus dolog. Túl sok peremfeltételnek kell eleget tennie előbb a konstruktőrnek, aztán áramkörének. Íme néhány fontos szempont a sok közül: életvédelem, KS-cső védelem, a kisugárzott zavarjel nagysága, kellő stabilitás, alkatrész-költség, gyárthatóság, szeviz. A Tektronix cégnél már nem sokkal a II. világháború után kialakult egy tápegység-irányzat, egy kapcsolástechnikai metódus, amely később igen széles körben elterjedt, Európától Japánig. Ez a nagyfrekvenciás szabályozott, szinuszoszcillátor (a Meissner-kapcsolás egy változata), kifejezetten lassú ferritmagos transzformátorral.

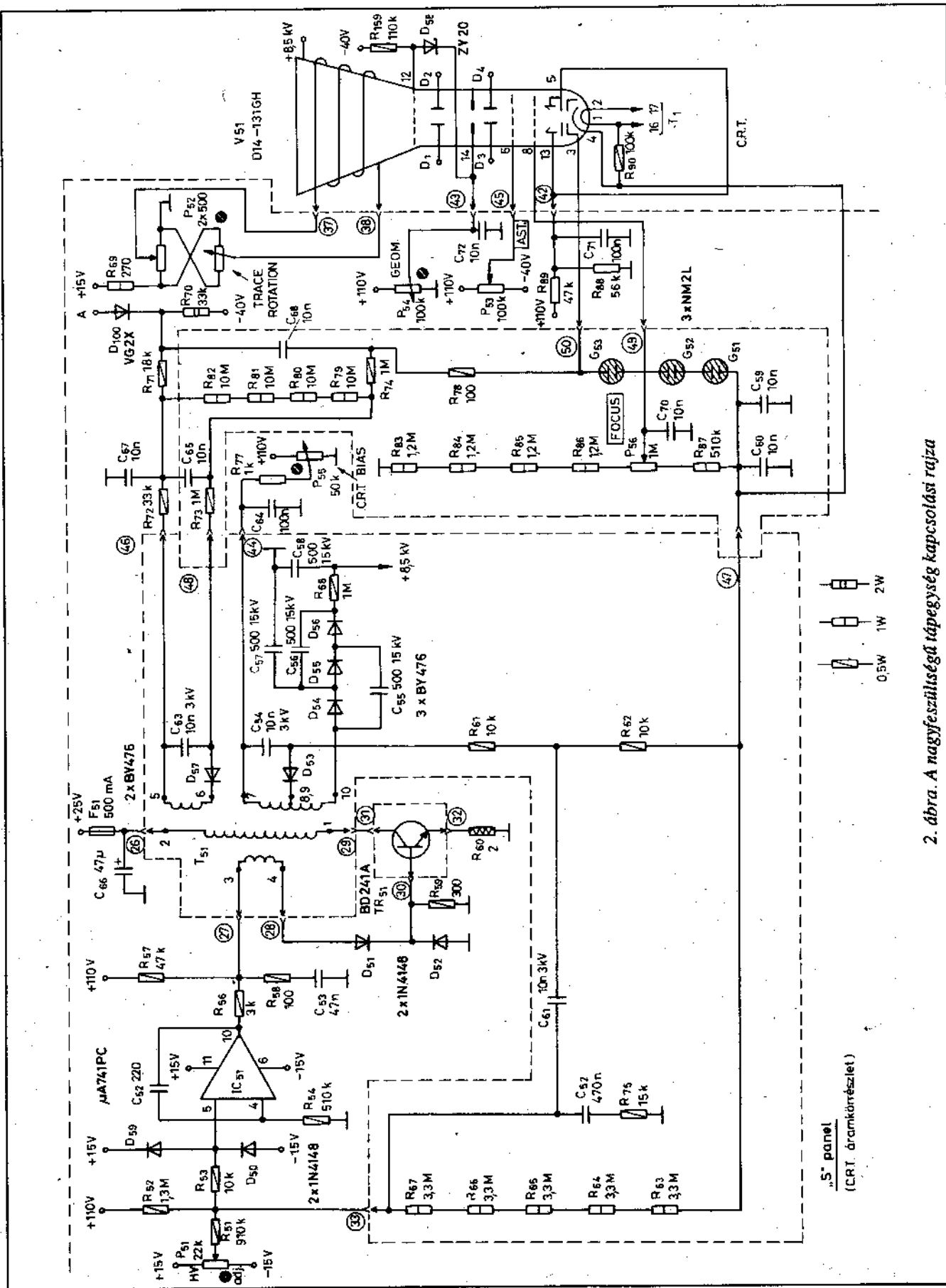
Kezdetben az oszcillátor aktív eleme elektroncső volt, majd megjelentek részben a tranzisztorok is (a szabályozó erősítőben), később tisztán félvezetős, IC-s kivitelben készültek ezek az áramkörök, igen sok helyen. Csupán a legutóbbi időszakban sikerült a tv-készülékekben, számítógépekben stb. alkal-

mazott nagyfrekvenciás tápegységeket és az oszcilloszkóp áramköröket összebarátkoztani egymással. A nemszinuszos tápegységek ugyanis leküzdhetetlenül képesek megszórni hamis jellel a mV érzékenységű vertikális erősítő, trigger stb. bemenetét.

A nagyfeszültségű tápegység alapját a TR51-gyel felépített – induktív visszacsatolású – teljesítményoszcillátor képezi (2. ábra). A két speciális anyagú és kivitelű (az EMG számára kifejlesztett HAGY vas, a középső oszlopa hengeres) „E” ferritmagból összeállított transzformátor néhány menetes kollektor- és visszacsatoló bázistekercset tartalmaz. Tápfeszültsége gyanánt a +15 V-os stabilizátor kb. +25 V értékű nyers feszültségre szolgál.

Az oszcillátor kollektorköri munkatekerccsen jelentős, tápfeszültségnyi, zömmel a szórt paraméterek és a trafó induktivitása által meghatározott, kb. 50 kHz frekvenciájú, kis torzítású szinuszos feszültség keletkezik. Ez feltranszformálva megjelenik a szekunder tekercsekben is, ahol egyenirányítás után egy kisebb hányad – mint feszültségminta – az R63 ... R67 referenciosztórévén visszakerül a 741-es típusú műveleti erősítő bemenetére. Az IC kimenete a bázistekercsen keresztül vezérli a TR51 tranzisztor egyenáramú beállítását úgy, hogy az oszcillátor munkapontját, a jelamplitúdót stabilizálni igyekezik.

A bemérés és a szervizmunka során bebizonyosodott, hogy – noha a kapcsolás „betonbiztos” – számos probléma adódhat. Első probléma a TR51 származási helye. Annak ellenére, hogy minden gyártmánykatalógus közel azonos adatokkal jellemzi a BD241A tranzisztor, a különféle cégek tényleges példányai nincsenek közzönő viszonyban egymással. Már az elsődleges (béta, B, fr stb.) paraméterekkel is baj van, nem beszélve az igen fontos másodlagosakkal. Így azután az egyes szériákat a félvezetők származási helye, gyártmánya, évjárata és a Nap valamint a Hold állása szerint kissé mindig módosítani kellett. A módosítás többnyire az emitterköri R60 ellenállást, az R59 és R57 bázisköri ellenállásokat érintette. Hétköznapi esetnek számított, hogy az R60 helyére 2 darabot forrasztottak be a beméroműhelyben, hol sorban (4 Ω), hol paralel (1 Ω). A változás mértéke sokkal nagyobb a vártnál. Az R59 szokásos értéke valahol a 150 Ω és a 600 Ω között volt.



2. ábra. A nagyfeszültségű tápegység kapcsolási rajza

Néha a D51 és/vagy a D52 dióda típusát kellett másra (nagyon hasonlóra) cserélni. Közben ne feledjük el, hogy ugyanekkor egy komoly műveleti erősítő dolgozott azon, hogy a kimeneti amplitúdó a tervezett és stabil legyen! Egy javítás esetén tehát készülünk fel az esetleg rakoncátlankodó TR51-re, és lehet, hogy két kifogástalan példány közül az egyik megfelelő lesz, a másik nem. Szerencsére az igen szakavatott, egyedülállóan ügyes bemérős gárda ezeket a problémákat évtizedes szinten ismerte és többnyire „csípőből” küzdötte le, hisz az áramkör csöves változatát már a hatvanas években sorozatban mérték be. A félvezető-rakoncátlankodás egyik – talán legfőbb – forrása az lehetett, hogy az anyagbeszerzés több szempont szerint is választotta ki tökéletes beszerzési forrásait. Ezek között nem okvetlenül a legelső helyen szerepelt az, hogy pl. Fairchild tranzisztort a Fairchildtól, Atest az Atestől kell vásárolni, hanem – a krónika szerint – adódhattak más szempontok is. Az pedig, hogy a tokra mi van bélyegezve, csak a megfelelő helyen elhangzó kívánság kérdése. Ez ma sincs másképp. Ismerősöm üzleti útján megtekintette azt a gyárat, ahol néhány közismert nagy cég termékei azonos alkatrészekből, egyazon gyártósoron készülnek. A gyártmány típusát a címkét felragasztó ember dönti el, mondván: ma összeszerelünk X darab E..., aztán Y darab M..., aztán Z darab W... stb. szerkesztőbizonyt, a háziasszonyok öröme, a választék és az ár(u)skála bővítésére. Úgy tűnt, a legdrágább alkatrész a gyártmány-címke volt, hiszen egyike-másika ötezer forinttal többet ért, mint a többi...

Az oszcillátor önmagában is működőképes, az IC nélkül is (R56-ot bontva), csak ekkor amplitúdója szabályozatlan. A munkapontot lényegében az R57-R59 bázisosztó állítja be. Kritikus alkatrész még az ár(u)skála bővítésére, amely beleszól a bázisköri nagyfrekvenciás viszonyokba. Egyes félvezető gyártmányok ennek módosítását is igényelték. Az amplitúdót továbbá a tranzistor paraméterein kívül a D51-D52 dióda és a visszacsatolt feszültséghányad állítja be. Helyes működés esetén a kollektorban mérhető szinuszos jel csúcsában egy kicsi beharapás látható. Probléma esetén a jelalak nem szinuszos, hanem torz, vagy kicsi. Sú-

lyos hibára utal (pl. trafózárlatra, áthúzásra), ha a ferrit visít, cicereg. Ekkor az oszcillátor rendszerint blockingol, ami a szinuszos jel egy kisebb-nagyobb szakaszán egy bizonytalankodó fátzol, moduláció megjelenésében is tapasztalható. Ha már ezt látjuk, régen rossz, valami már valószínűleg tönkre ment.

Egy javítás során még véletlenül se építsünk be gyors teljesítménytranzisztort ebbe a pozícióba! Nagy a veszélye annak, hogy a kapcsolás nyers erőre kap és blockingolni kezd, rendkívül gyors tüskéket produkálva. Ez a nagyfeszítű áramon belüli halálát okozza. Az alkalmazott szigetelőanyagok (kiöntőgyanták) ugyan kiválóak, de nem képesek elviselni azt a nagyfrekvenciás teljesítményt, ami ilyenkor terhelésként fellép a szigetelésben.

A 741-es műveleti erősítőn keresztül egy zárt visszacsatoló hurok van kialakítva. A szabályozás alapértéke az IC neminvertáló bemenetének csekély potenciálettelésével módosítható. Ezt a bemenetet a ± 15 V-közé kötött diódapár védi a túlfeszültségtől. A hibajel a -1200 V-os katód feszültségre csatlakozó, több soros tagból kiképezett nagy ellenállású (referencia-) osztóról érkezik az IC bemenetére. A bemenet csillagpontoszerűen van kiképezve (R51-R52-R67), amelynek eredő potenciálja kis mértékben a P51 potenciométerrel eltolható. Ez egyenértékű a névleges feszültség finombeállításával.

A referenciasztóban a több soros ellenállás alkalmazását az indokolja, hogy bármely ellenállás-gyártmányon néhány száz V-ban korlátozva van a megengedhető feszültség értéke (pl. max. 250 V vagy max. 500 V). Ezt a korlátot átlépve az ellenállás minden külső tünet nélkül megszakad, netán a köszörült menetek mentén – látható módon – áttűt.

A műveleti erősítő szerepkörében több típust is kipróbáltunk. Egyértelmű volt, hogy csak lassú, alacsony határfrekvenciájú eszköz alkalmas erre a szerepkörre, így még a lassú 741-et is külön tovább lassítani kellett a C52 visszacsatoló kondenzátorral.

A nagyfeszítű különleges kivitelű, szerkesztői alkatrész. Hosszú évek munkájába került, míg a konstrukció kialakult. Az EMG készülékeinek ugyanis egyaránt kellett működnie az orosz téiben is és a monszun idején

Kalkuttában. A jelentős nagyfrekvenciás terhelést, a hideg/meleg, száraz/párás környezetet és ezek évszakonkénti, szállításkori stb. váltakozásait csak a világ legjobb (pl. svájci) szigetelőanyagai bírták szusszal. A végső, bevált konstrukciót egy összetett megoldás hozta, melynek javítása azonban csak cserével oldható meg. A tekercsek egy-egy igen lapos, lyukas közepű kis tányérfélében helyezkednek el. A tányért (vagy inkább pohárkát) jó minőségű műgyantával öntötték ki, amely hosszú távon megakadályozza az áthúzást, károsodást. A trafó lényegében ilyen kivitelű lapos tekercsekkel van összeállítva, készülék típusonként 3-4 tányérből. A konstrukció nem olcsó, és minden olyan kísérlet, ami a hagyományos, olcsóbb tekercskivittel próbálta ezt a konstrukciót kiváltani (régebbi, szögletes kivitelű E ferritmagokkal), hosszabb távon nem volt sikeres, s így olcsóbb sem.

A trafó szekunder 7. és 8. kivezetése szolgál a KS-cső gyorsító- (katód-) feszültségének előállítására. A félvezető oszcilloszkópokban mindig fogas kérdés, hogy a KS-cső potenciálviszonyait hogyan tudjuk a többi áramkörhöz a legkisebb probléma árán illeszteni. A KS-cső első közelítésben triódára emlékeztető elektroncső, amelynek anódja potenciálkörnyezetében helyezkednek el az eltérítőelektródák. Ha ezt egyenáramúlag illeszteni akarjuk valamely félvezető erősítőhöz, akkor az anódfeszültség potenciálját a szokásos elektroncső-szemlélettel ellentétben el kell tolni negatív irányba, közel a 0 V közelébe. Ekkor viszont a katód potenciálját még negatívabbra, azaz közel anódfeszültségnyi értékkel szintén el kell tolni.

Így alakult ki az a gyakorlat, hogy a félvezető oszcilloszkópokban az eltérítő elektródák és egyéb segédelektródák (fókusz, asztigmatizmus, geometria stb.) kb. a legnagyobb kisfeszültségű tápegység félférteke körüli potenciálon (pl. +40 ... 60 V-on) vannak, míg a KS-cső katód jelentős negatív nagyfeszültségen (esetünkben -1200 V-on) ül. Ahhoz, hogy a KS-cső adatai (érzékenység, fényerő, geometria stb.) üzem közben a különböző hatásokra ne változzanak, ezt a katódfeszültséget (ami voltaképp más szemlélet szerint anódfeszültség) stabilizálni kell.

AA 1 1 2 ... ZY 6 6 - HQ & NEDIS KFT.

A katód feszültséget D53-C54 csúcsegyenirányító állítja elő. A dióda pozíciójában az évek során számos típus szerepelt; lényegében nagyfeszültségű, gyors Schottky-diódát kellett ide beépíteni. Ne lepődjünk meg, ha a dióda nyitófeszültsége 10 ... 60 V körüli érték, ez a nagyfeszültségű diódáknál nem szokatlan. (A szokásos diódaméresi módszerek itt nem vezetnek eredményre!) A csúcsegyenirányítóra egy előterhelést adó – ún. fókuszosztó – ellenállás csatlakozik. Az osztó tejejről elvezetett feszültség képezi a stabilizált katód feszültséget, amelyet a műveleti erősítő a referenciaosztón keresztül tapogat le. A szabályozás stabilitását szolgálja a visszacsatoló körben található fázistoló C61-C62-R75 tag. Ezek nélkül a hurok kisfrekvenciás lengésbe jöhet. A nagyfeszítrafó környezetben levő 10 nF-os kondenzátorok fil-léralakú, 3 kV-os kerámia típusúak. Meghibásodás esetén hasonlóra cserélendők.

Az alkalmazott D14-131GH után-gyorsító spirállal ellátott katódsugár-cső. Csatlakozási célra a bura ernyő felőli végén kivezetett – a tv képcső-veknél megszokott kivitelű – gyűri szolgál. A készülékben a trafó 10. kivezetéséről nyert váltófeszültség sokszorozásával állítják elő a szükséges +8,5 kV nagyfeszültséget.

A tervezés idején (a '70-es években) még nem álltak rendelkezésre a ma már széles körben használt tv-feszültségsokszorozók, így a sokszorozást három nagyfeszültségű dióda és négy 500 pF-os (LCC gyártmányú) nagyfeszültségű kondenzátor segítségével oldották meg. A drága 500 pF/15 kV-os kondenzátorok minősége sajnos nem volt teljesen egyenletes. Előfordult, hogy a gyártás során, vagy a szerviz alkalmával szinte az első bekapcsolás után majd az egész garnitúrát cserélni kellett, de voltak példányok, amelyek évtizedekig jól működtek. Ha kikapcsolt gépen a kondenzátorok környékén végzünk szerelési munkát, előtte süssük ki a kondikat, mert veszélyes áramütést kaphatunk, de legalább is a tárolt töltés lyukat égethet a bőrünkbe.

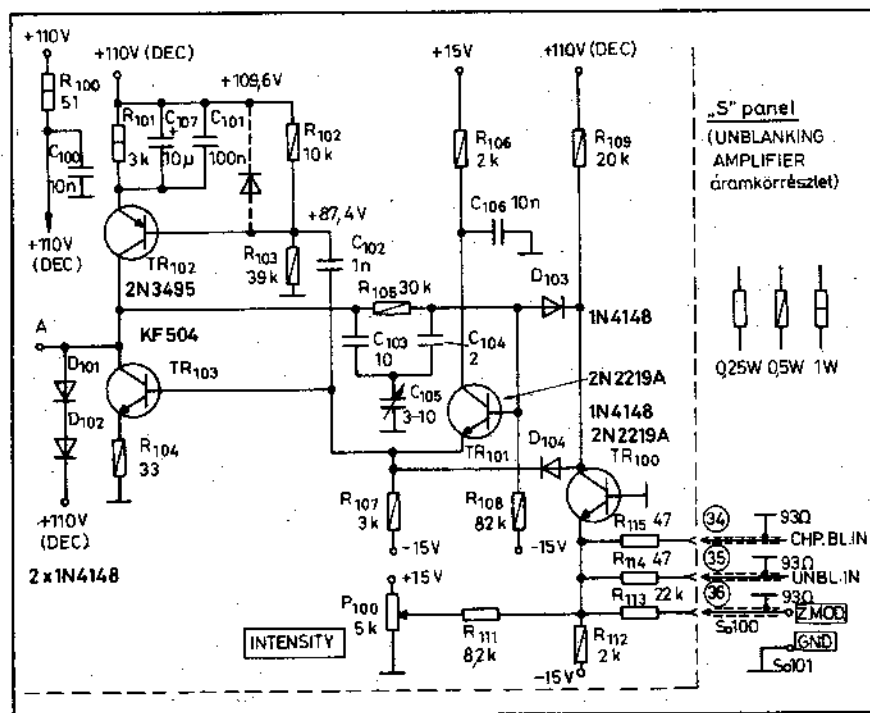
A több tagból álló fókusz-osztó P56 potenciométere – nagyfeszültségre szigetelten – szolgál a fókusz-elektroda feszültségének beállítására. Ez által éppen használt fényerő (sugáráram) mellett be lehet állítani a legkisebb fénypontot a képernyőn, azaz az elekt-

ronagyú optikai rendszerét a fénypor-
rétegre lehet fókuszálni.

A KS-cső rácsa és katódja között fellépő feszültség sem a bekapcsolás, sem pedig a normál üzemelés közben nem lépheti túl a specifikációban megengedett értéket, különben a cső elektrodái között belső áthúzás, zárlat jöhet létre. A megengedett legnagyobb érték általában max. 100 ... 200 V körüli. Esetünkben a katód és a rács közé iktatott három darab NM2L típusú 60 V-os miniatűr glimm begyűjt, ha a feszültség meghaladja a 180 V-ot. A bekapcsolások és/vagy a bemérés során gyakorta ki is gyullad a három glimm, igazolva létjogosultságát. A javítás (csere) során ide valóban 60 V-os glimmet kell beépíteni!

Az asztigmatizmus és geometria beállítására szolgáló – 5., 6., 13. és 14. lábára csatlakozó, KS-cső segéd-rács ill. anód jellegű – elektrodák potenciálja már földközeli. A fókusz- és geometria potenciométerekkel ezek feszültségét úgy lehet módosítani, hogy a képernyő teljes felületén a lehető legjobb pontrajzolatot eredményezze. Itt kell megjegyeznünk, hogy a KS-cső képernyője – az avatatlanságára – csúfot űz abból, aki mindent elhisz neki. A legyártott csövek sajnálatos módon véges pontosságúak. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy csupán a képernyő közép-ső 80%-a körüli helyen adnak meg tu-

lajdonságokat (!) a pontosságra. Ami ezen a területen kívül esik, ott csupán a fény jelenlétében lehetünk biztosak... A linearitásra, az egyenes rajzolatra stb. a jobb cégek is csupán ezen a szűkebb területen belül garantálnak valamelyes pontosságot, amit sajnos egy jobb Deprez műszerrel nem mérhetünk össze, ugyanis 1,5 - 3 - 5%-okról van szó, és ekkor még nem beszéltünk a nagyfrekvenciás viselkedésről. Szerencsére a csőhöz tartozó elektronikát meg lehet úgy tervezni, be lehet úgy állítani, hogy az eredő tulajdonságok ne legyenek sokkal rosszabbak. Hitelesítéskor, helyes beállítás mellett, a hibagörbét úgy lehet kialakítani, hogy a mérési hiba elfogadható határon belül maradjon. A Type 1568-as készülék-családban alkalmazott 80 x 100 mm-es ernyőjű csővel épített készülékre vízszintes irányban (az időeltérítésre vonatkozóan) a leglassabb fűrészállásokban ±5%, a többiben ±3% pontosságot garantál a cég, az ernyő középső 80%-án. Ha valaki kihasználja a két fűrészgénerátor által adott időnyújtási lehetőséget, akkor a fenti értékek további ±5% linearitáshibát kell figyelembe venni a középső nyújtott tartományokban, illetve ±7%-ot az időnyújtás szélső (leglassabb és leggyorsabb) beállításai-ban, kivéve az első és az utolsó 100 ns-ot, ami nincs specifikálva, és mindezeneken felül további ±3% nyújtási idő



3. ábra. A kivilágosító erősítő kapcsolási rajza

A Westel Rádiótelefon Kft.

Tulajdonosok:	MATÁV Rt. (51%), US WEST Int. (49%)
Alapítva:	1989. december 4.
Éves üzleti forgalom:	12,4 milliárd Ft (1994-ben)
Éves nyereség:	3,7 milliárd Ft (1994-ben)
Jegyzett tőke:	1 milliárd 610 millió Ft

A Westel Rádiótelefon Kft. 1990-ben elsőként vezette be a mobilkommunikációs szolgáltatásokat Magyarországon. A cég tehát a napokban ünnepli fennállásának hatodik, az NMT450 szolgáltatás beindításának ötödik évfordulóját. 1994. évi nyeresége alapján a Westel megelőzi az összes magyarországi távközlési vállalatot. A magyar-amerikai vegyesvállalat a MATÁV hazai és a US WEST nemzetközi tapasztalatait felhasználva, hosszútávú és megalapozott elképzelésekkel látott munkához. A Westel elindításával az alapítók elsőként hozták létre távközlési magánvállalkozást Közép-Kelet Európában, a úttörőként jártak hozzá egy új szolgáltatási kultúra meghonosításához. Ebben a térségben Magyarország mindmáig vezető helyen áll a mobil távközlésben és a rádiós hozzáférési rendszerek kiépítésében.

A rendszer kiépítése a terveknek megfelelően haladt. Az alapítás után nem egészen egy évvel, 1990. október 15-én - három bázisállomással és egy önálló digitális központtal - megkezdte működését az első magyar nyilvános mobiltelefon-rendszer Budapesten. Az igazi siker azonban az volt, amikor a Westel mindössze három év elteltevel, 1993. végére lefedte az ország egész területét, másszóval létrehozta a Nemzeti Mobil Alaphálózatot.

A hálózat gyors terjeszkedésével együtt járt az előfizetők számának növekedése. A 3 telefonközpont és a 318 cella segítségével a Westel ma mintegy 70 ezer fogyasztót szolgál ki. A megnövekedett ügyfélkör természetesen maga után vonta az értékesítési hálózat bővítését: 12 Ügyfélszolgálati Központ, 42 hivatalos forgalmazó és egy „mozgó iroda”, a Westel országjáró autóbúsa áll az érdeklődők és az előfizetők rendelkezésére.

Az európai mércével is kimagaslónak nevezhető eredmény lelkiismeretes munkának köszönhető, amely négy alappilléren nyugszik:

- megbízhatóság,
- folyamatos megújulási készség,
- a szolgáltatások színvonalának emelése,
- napi kapcsolattartás a felhasználókkal.

A régebbi nehéz készülékeket felváltották a legmodernebb 450 MHz-es technológiát képviselő kézitelefonok, amelyek mérethelyben és funkciókban egyaránt versenyképesek a más mobil rendszerben működő szolgáltatók által kínált készülékekkel. Ezen túlmenően a Westel a műszaki és minőségi színvonal folyamatos emelésével elérte, hogy teljesíti az NMT 450i specifikációt.

A vállalat az elmúlt esztendőben mind szélesebb körű, értéknovelt szolgáltatásokkal lepte meg előfizetőit. Ezt példázza a legmagasabb igények szerint kialakított, többzintű hangposta és fax szolgáltatás, valamint az - európai mobilszolgáltatók között elsőként bevezetett - audiotext rendszer, a 0660 Hangújság, amely éjjel-nappal percrekés hírekkel, információkkal látja el az érdeklődőket.



Az előfizetőkkel történő zökkenőmentes kapcsolattartás érdekében a Westel nagy létszámú, képzett munkaerőt foglalkoztató, 24 órás ügyfélszolgálatot hozott létre. Az ügyfélkapcsolatban dolgozó munkatársak száma az előfizetők számának növekedésével folyamatosan emelkedik, így napjainkban az 540 alkalmazott 46%-a közvetlen kapcsolatban áll az ügyfelekkel.

A Westel Rádiótelefon Kft. tevékenységének középpontjában továbbra is a felhasználók mind tökéletesebb kiszolgálása áll. Ez az üzleti filozófia alapja, s egyben annak záloga, hogy a vállalat hosszú távon is megállja a helyét a távközlési piacon folytatott kemény versenyben.

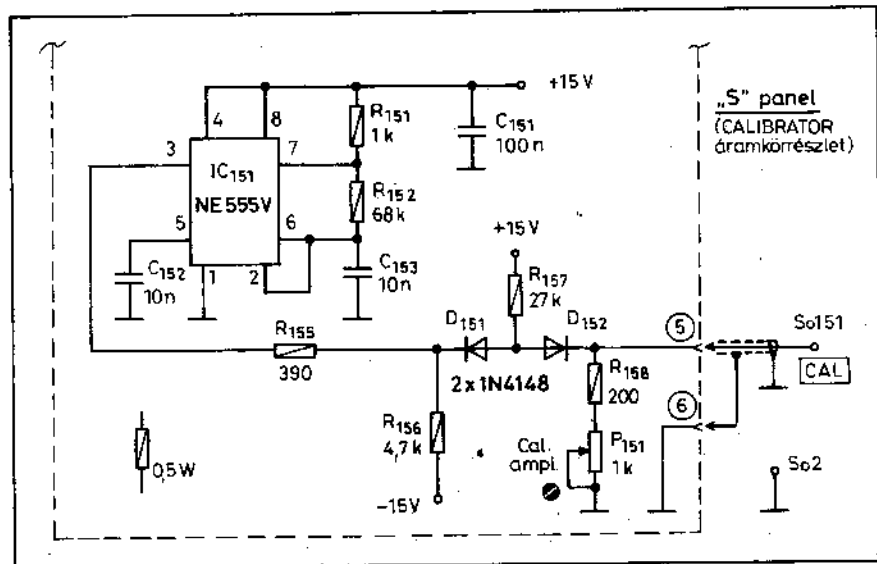
M o z g á s b a n a z ü z l e t

WESTEL
RÁDIÓTELEFON KFT.

hibával kell számolnunk. A bal oldali és a jobb oldali 1 cm-es tartományra sem a KS-cső, sem a műszer gyártója nem ad meg semmiféle specifikációt. Azzal számolhatunk tehát, hogy nagyon jó, ha az átlagos mérési hiba közepes frekvenciáknál a képernyő közepén 5-10% körüli, de szerencsétlen esetben azonban sokkal több, akár a duplája is lehet. Az itt bemutatott értékek általában jellemzők a közepes ár-kategória készülékeire. Sokkal szűkebb specifikációra azonban a legmagasabb ár-kategóriában, jobb minőségű csövel, bonyolultabb elektronikával sem számíthatunk igazán. Még elszomorítóbb, hogy a vertikális erősítő lineáritására, azaz a feszültségértékek leolvasási pontosságára alig találunk specifikációs adatot gépkönyvekben. A leggyakoribb, hogy csupán a bemeneti osztó osztáspontosságát adják meg, esetünkben ez $\pm 5\%$, magasabb ár-kategóriák esetén a szokásos érték $\pm 1-2\%$. Ha belegondolunk, kiderül, hogy egy 8×10 cm-es képernyőnél a használható (függőleges irányban kb. 6 cm) tartományon belül az 1%-nyi érték kb. meg egyezik a fénypont méretével.

A nagyfeszításon található 3. tekercsgarnitúra (5. - 6. kivezetés) szolgál a képcső fényerejének vezérlésére. Miután erre a legkisebb frekvenciától, azaz az egyenfeszültségtől kezdve szükség van, meg kellett oldani a vezérlőrács (Wehnelt-henger) egyenfeszültségű vezérlését -1200 V környezetében. Erre egy lebegő tekercses kivitel adott megoldást. Az 5-6 kivezetések között levő tekercs különálló kivitelű, a környezetéhez csekély kapacitású. A D57-C63 csúcsegyenirányító nagyjából ugyanakkora feszültséget állít elő, mint amekkora a fókuszosztón van. A tekercs felső vége a kivilágosító erősítő kimenetére csatlakozik (ez majdnem földközeli potenciált jelent), míg a másik vége a cső 3. lábára kivezetett rácsára csatlakozik, azaz -1200 V környezetében van. A tényleges feszültségviszonyokat azonban ennél pontosabban kell ismernünk.

A tekercshez tartozó egyenirányítókör „A”-val jelzett pontja a kivilágosító erősítő kimenetére csatlakozik. Ennek végfokozata $+110$ V-ról üzemel, így a jelzett pont 0 ... $+110$ V között lehet. Mivel a 7. és 8-9. kivezetésekhez tartozó tekercs kb. éppen akkora feszültséget állít elő, mint ez a lebegő tekercs, a két tekercs közötti nem túl nagy feszültségkülönbség szolgáltatja



4. ábra. A kalibrátor kapcsolási rajza

a KS-cső katód-rács előfeszültségét. Ahhoz, hogy a két feszültség különbsége finoman beállítható legyen, a 6. és 8-9. lábakra kötött tekercs hideg vége nem a földre, hanem a $+110$ V-ra kötött potenciométerre csatlakozik. Így a tekercs által előállított feszültség mintegy finomszabályozásként eltolható – lenne, ha a stabilizátor ezt ki nem küszöbölné. Igen ám, de éppen a szabályozórendszer ezen mesterségesen bevitt hiba következtében kissé módosítja az oszcillátor által előállított váltófeszültség nagyságát, így a lebegő tekercsen keletkező feszültséget, annak egyenirányított feszültségét is.

Ez a körmönfolt beavatkozás azt eredményezi, hogy miközben a stabilizált -1200 V feszültség értéke állandó és stabil marad, a KS-cső nyitófeszültsége, így árama, fényereje megváltozik. A P55 belsőállítású potenciométerrel tehát a bemérés, hitelesítés során egy előre meghatározott üzemiállapotban be lehet állítani a KS-cső alapfényerejét, munkapontját. A rendkívül szellemes megoldás már az '50-es években ismert volt, akkor még elektroncsövekkel készült. Az akkoriban használt nagyfeszültségű egyenirányítócsövek fűtését a nagyfeszítáforól oldották meg, hasonlóan, mint ahogy ez a tv készülékek sorkimenőjén volt akkoriban divatban, csak itt 3-4 egyenirányítócső kellett.

A KS-cső valamennyi nem említett elektródája meghatározott, 0 ... $+110$ V közötti potenciálon van a helyes leképezés érdekében. A cső homlokfelüle-

tén lévő üveglap belső raszterhálóval van ellátva, ami kellemes, mert nem piszkolódik, nincs leolvasási (parallaxis-) hiba, viszont kellemetlen, mert hozzá kell állítani az eltérések rendszerét. Alapvetően két hibával kell számolni:

1. Az eltérítőlemezek síkja átlagosan mintegy *el van fordulva* a merőleges raszterhálózathoz képest
2. A vízszintes és a függőleges rendszer *nem merőleges egymásra*, a kialakult eltérítési tér nem derékszögű, hanem valamelyik irányban dől.

Az első problémára megoldást ad, ha az elcsavarodott teret egy alkalmas külső mágneses térrel visszafordítjuk. Ezt a csőre helyezett hengeres, vele egytengelyű, szabályos geometriájú tekercs segítségével lehet megoldani. A tekercsbe beledugva a KS-csövet, a tekercs gyenge, potenciométerrel szabályozható mágnestere kiigazítja az elcsavarodási hibát, a vízszintes ismét vízszintes lesz.

Fennmaradhat ugyanekkor a merőlegességi (ortogonalitási) hiba, tehát a kép jobbra, vagy balra dől, noha a vízszintessel már nincs baj. Erre a célra két megoldás létezik: a drága és a pofon egyszerű olcsó.

A drága megoldást az jelenti, ha a KS-csövet ortogonalitás-tekercsrel együtt rendelik. Ez a tekercskészlet nagymértékben hasonlít a tv-képcsővek eltérítőtekercseire, alakos, igen bonyolult technológiájú, felragasztott készítményről van szó (Quadropolsule). Táplása szintén egyenárammal törté-

nik, a beállítás potenciométeres. Az ilyen cső komoly felárral szerezhető be.

A másik megoldás: tekercs híján a vízszintes és a függőleges erősítő képességeinek kihasználása 1 db ellenállással és 1 db potenciométerrel. Erről már esett szó 1995-ös évkönyvünkben (221-223. old. és ott a 7. ábra). A vízszintes eltérítő feszültség egy csekély hányadát – megfelelő nagyságban és megfelelő polaritással – a vertikális végfokozatba vezetve elérhető a szükséges korrekció, kielégítő pontossággal és majdnem ingyen.

A nagyfeszítető, a sokszorozó és a referenciaosztó egy alakos, fedeles műanyag dobozba vannak beépítve, amelynek még külső alu árnyékoló doboza is van. A kisugárzás a tapasztalatok szerint olyan kis mértékű, hogy az áramkörökben a nyomát is alig lehet észlelni. A fókuszosztó és a többi, nagyfeszültség alatt álló alkatrész a tápegységpanelre, állványos kalitlécekre van telepítve. Az itt való munkálatoknál kellőképpen óvatosak legyünk, mert az 1200 V körüli feszültség érintése – a nagyimpedanciás kivétel ellenére – nem tartozik a szívderítő és veszélytelen események közé...

Kivilágosító erősítő

A TR100 ... TR103 tranzistorokkal kiképezett kivilágosító erősítő feladata széles frekvenciatartományban a KS-cső – üzemmódotól függő – fényerejének beállítása és a megfelelő időtartományokban a fény teljes kioltása (3. ábra). A korábbiakban szó esett arról, hogy a KS-cső fényerejét egy lebegő tekercsen keresztül tudjuk szabályozni. Voltaképp a tekercs hideg (kisfeszültségű) vége csatlakozik a kivilágosító erősítőre. Mivel a teljes rendszer egyenőcsatlósú, egyetlen beavatkozási ponton van lehetőség a kívánt fényerő, az üzemmód szerinti kioltás vagy többletkivilágosítás beállítására. Ez a beavatkozási pont a TR100 emittora.

A szaggatott (CHOPPED) üzemmód gyors csatornaváltásai alatti időben a kapcsoló multivibrátorból nyerhető egy alkalmas tüske, amely éppen az erre az átkapcsolási időre esik. Ugyaníde vezethető a kettős fűrészgenerátorból az összesített kivilágosítójel (az áramkör működését a '94-es Év-

könyvünkben ismertettük). Ezen felül még ide vezet a Z MOD feliratú hátlapi csatlakozó is, amely külső fénymodulációt tesz lehetővé.

A háromféle eredetű jel külön-külön vagy együttesen vezérli a TR100 földelt bázisú fokozatot. Az emitterpont potenciálja kis mértékben eltolható a P100 potenciométerrel beállítható áram segítségével, ami az eredő fényerőt befolyásolja. Így tehát valamennyi jel összegződik a TR100 emittorában és ez határozza meg a KS cső emyőjén látható jel fényességét.

TR100 kollektorát a TR101 emittorkövető tapogatja le és vezérli a TR103 földelt emittora fokozatot. Ez utóbbinak TR102 áramgenerátor képezi a munkaellenállását. Mindkét tranzistor gyors, nagyfeszültségű típus. A nagyfrekvenciás tulajdonságok javítása érdekében az áramgenerátor is vezérelt, C102 csatoláson keresztül.

A teljes erősítő paralel feszültségvisszacsatolással van ellátva, a csatoló körben kis kondenzátorokkal. Ennek segítségével a leggyorsabb működési tartományban is beállítható a megfelelően gyors működés, a kivilágosító impulzus kellő merevedése.

A kivilágosító erősítőben található diódák részben jelgyorsítási (D103-D104), részben védelmi célra szolgálnak. Amennyiben a javítandó, vagy saját készülékben nem lenne beépítve a TR102 és TR103 báziskörében lévő zárrányú védődióda, utólag forraszunk be ide valamilyen kéznél levő típust (pl. 1N4148 stb.). Ezek megakadályozzák a hibák láncszerű kifejlődését, pl. a KP504 és a 2N3495 indokolatlan meghibásodását.

Kalibrátor

Az oszcilloszkópokban található kalibrátor áramkörök általában egyébre sem igazán alkalmasak, mint a mérőfejek beállítására. A szokványos jel 1 kHz körüli négyes, néhány száz mV-os kimeneti amplitúdóval. Sem a frekvencia, sem a jel nagysága nem kritikus, a jel alakja viszont kifogástalan kell legyen. Esetünkben a +15 V-os tápfeszültségre kötött 555-ös időzítő állít elő 1 kHz $\pm 30\%$ pontosságú, nagy amplitúdójú négyesjelet, mindössze négy külső alkatrész segítségével (4. ábra). A kimeneti négyesjelet

diódás vágóáramkör formálja igen szép négyesjele. Az R156 - R157 - D151 - D152 - R158 - P151 tagok úgy formálják az 555-ös jelét, hogy az a kimeneten 500 mV_{cs-cs}, kifogástalan alakú négyesjelegyen. Az áramkör hitelesítése a saját csatorna felhasználásával, egy kábel segítségével történhet: be kell állítani a P151-gyel az 500 mV_{cs-cs} kimeneti értéket.

A kisfeszültségű tápegységeket, a nagyfeszültségű stabilizátor oszcillátort és szabályozó részét, a fókuszosztót (kalitlécen szerelve), a képcső külső és belső beállítóelemeit, a kivilágosító áramkört és a kalibrátort egyetlen nagyméretű, kétoldalas, furatgalvanizált nyomtatott áramkört lap (a „tápegység-panel”) hordozza. Az 5. ábrán a forraszdali rajzolat, a 6. ábrán az alkatrészoldali rajzolat látható, a beültetett alkatrészekkel.

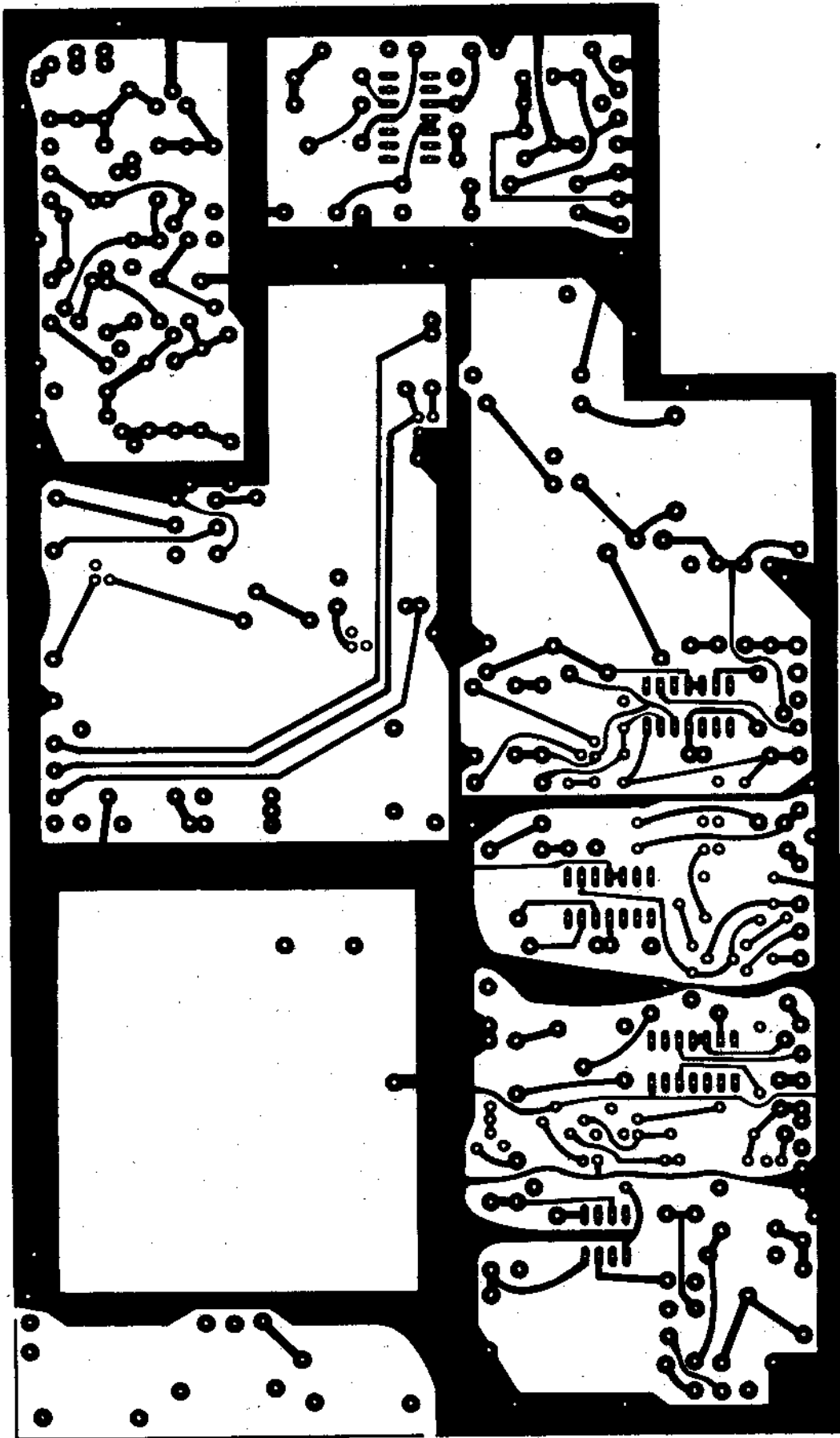
Mérőfej

Az oszcilloszkópos mérések zömében valamely áramkörben vizsgálódunk, keresünk, mérünk meglevő vagy éppen hiányzó jelet. Ilyenkor célszerű, ha az áramkör működését nem zavarjuk meg éppen a mérési módszer által, tehát a mért pontot nem terheljük le sem DC, sem AC szempontból. Az ilyen mérésekhez alkalmazható az oszcilloszkóp mérőfeje.

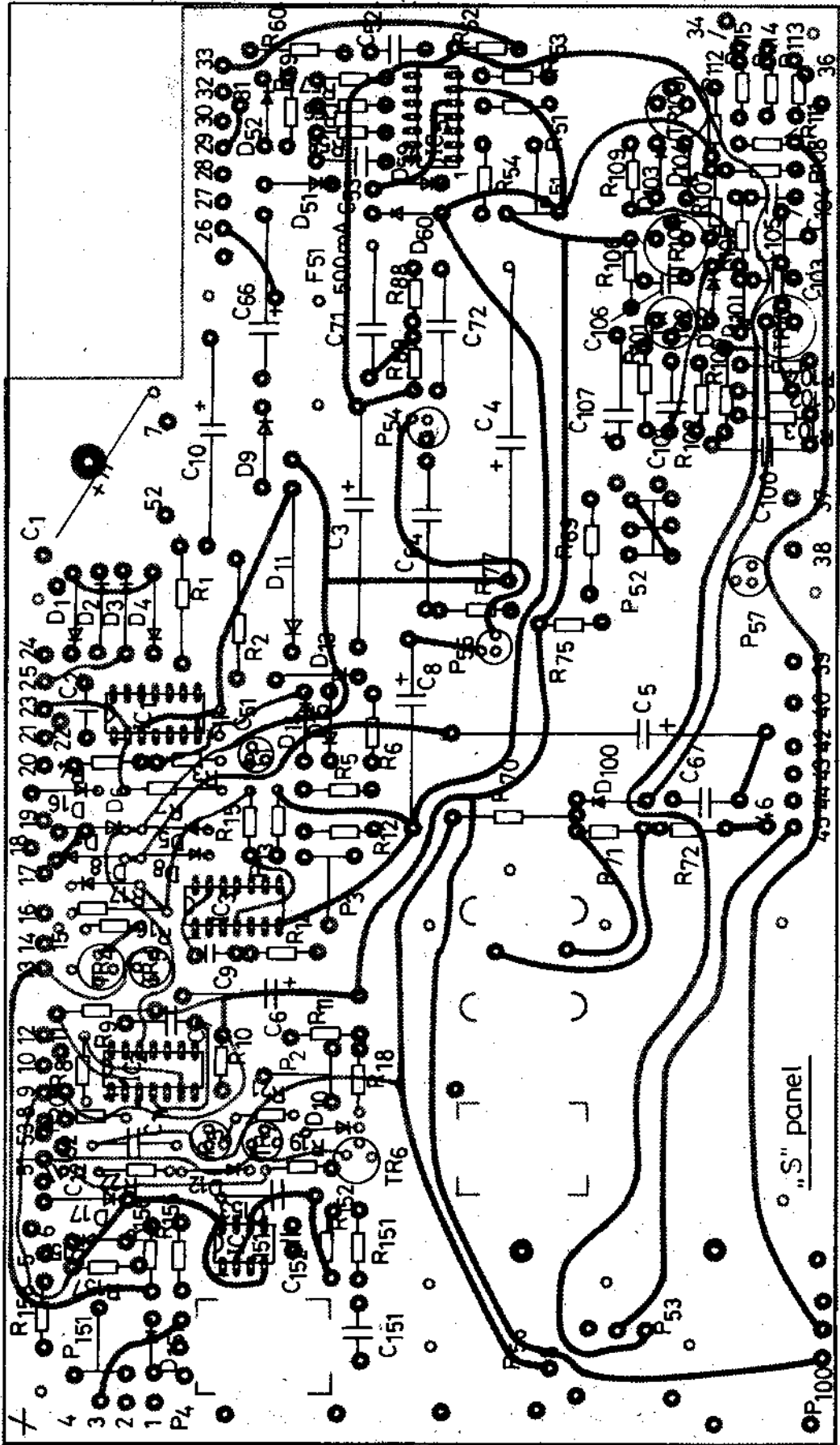
A mérőfej speciális, kábel jellegű eszköz, amely egyik végén BNC- (vagy régebben Amphenol-) csatlakozóval van ellátva és a vertikális bemenethez csatlakoztatható, míg a másik végén speciális mérőfeltét (fej) van. Ez utóbbi egy célszerűen kézben tartható, hegyes végű tárgy, amelynek végén valamely rugós mérőkarmom helyezkedik el. A mérőkarmot a mérési ponthoz érintve vagy arra rácsíptetve a mérés elvégezhető.

Az állítható mérőfeltét, vagyis a tulajdonképpeni mérőfej speciális nagyfrekvenciás illesztőtag. Meghatározott frekvenciasávban (pl. DC ... 30 MHz, DC ... 100 MHz, DC ... 250 MHz) képes az oszcilloszkóp bemenetét és egy tetszőleges impedanciájú áramkört úgy illeszteni egymáshoz, hogy a mérési hiba ne legyen túlságosan nagy. Mérés előtt négyesjeles mintafeszültséggel, kalibrátorral a fej átvitelét be kell állítani, hitelesíteni kell azt a

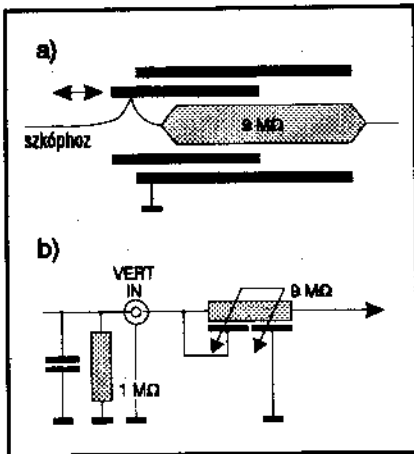
HQ & NEDIS KFT., AHOL NEM CSAK KERES, TALÁL ISI



5. ábra. A tápegységpanel forraszoldali rajzolata (M: 90%)



6. ábra. A tápegységpanel alkatrészoldali rajzolata a beültetett alkatrészekkel (M: 90%)



7. ábra. A nagyfrekvenciás mérőfej elvi felépítése. A „meleg” fegyverzet – behatolva az ellenállás és a földelt hűvelly közé – különleges, elosztott paraméteres kapacitív beállítást tesz lehetővé. a) a két fegyverzet és a 9 MΩ-os ellenállás differenciál-beállított kondenzátort alkot; b) a mérőfej és az oszcilloszkóp-bemenet közelítő elvi kapcsolása

legjobb jelalakra (a mintafeszültség négyyszögjelének alakja a lehető legszabályosabb legyen).

Az oszcilloszkópok bemeneti impedanciája egységesen 1 MΩ, mintegy 12 ... 30 pF párhuzamos bemeneti kapacitással. Ha valaki azonban azt hinné, hogy ez egy diszkrét RC taggal helyettesíthető lenne, téved. A bemenet felől tekintve számos mechanikai és villamos alkatelem módosítja a bemeneti impedanciát már az átviteli sáv alsó részén is, nem is említve a felső sávhatár környékét. A rendkívül összetett, alig modellezhető impedanciát kell tehát illeszteni a teljesen ismeretlen impedanciához, a mért áramkörhöz, ami lehet pl. zseblámpacsem, puffereklő, gyűjtástekerccs, de akár mikroprocesszor is.

Nehéz tehát a meghatározhatatlant az ismeretlenhez korrektül illeszteni. Nos, a mérőfej erre a feladatra született. Elmondható, hogy elfogadva a természetszerű mérési hiba valamely kisebb mértékét, a legtöbb ipari mérőfej kielégítően dolgozik – csak a képernyőn látott jelalakot nem mindig szabad készpénznek venni. Kritikus esetben többféle mérési eljárás eredményét is össze kell vetni.

A mérőfejek két csoportba oszthatók:

1. „direkt”, 1:1-es mérőfej

Leosztása gyakorlatilag egységnyi, terhelőkapacitása jelentős. Leginkább

akkor használatos, ha a jel túl kicsi, de nincs frekvencia- vagy jelalakprobléma, a terhelés hatása a mért áramkörre nem jelentős. Ez a fej elvéte fordul elő a gyakorlatban, de cégfelszámolások közepette kerülhetett néhány példány az amatőrök kezébe is.

2. normál, 1:10-es mérőfej

A fejbe épített soros ellenállás az oszcilloszkóp bemeneti ellenállásával együtt feszültségosztót alkot, és a mért jelet a tízedrészére osztja le. A fej így nagyimpedanciás, igen kis terhelőkapacitással; $R_{be} = 10 \text{ M}\Omega$, paralel 1-5 pF. A legtöbb mérés természetéből adódóan a terhelő hatás elhanyagolható mértékű. Nagy sorozatban készülő, széles körben használt, önállóan is megvásárolható eszköz.

A mérőfej lényegében három részből áll (7. ábra). A készülék felőli végén szabványos csatlakozó található, amely lehet egy normál BNC is, de a nagyobb frekvenciákra (50-100 MHz-re vagy feljebb is) alkalmazható fejek esetén tartalmazhat nagyfrekvenciás illesztőtagokat is. Ekkor a BNC-csatlakozó egy kis hengeres vagy szögletes illesztődobozba van beültetve. A doboz a gyártás során, a hitelesítéskor szerszámmal bontható és a típusra megadott mérési eljárás szerint beállíthatók a beépített R-L-C elemek. Előfordulhat, hogy az illesztőt az oszcilloszkóphoz is hozzá kell állítani, ekkor a csavarhúzás állítószerv itt ki van vezetve.

Az illesztődobozt vagy a BNC-csatlakozót és a mérőfeltétet (a tulajdonképpeni fejet) speciális kábel köti össze. Ennek hossza kötött, a gyakorlatban 1 m. Ritkán használnak 2 m-es kábelt, ennek átvitele rosszabb, így használata főleg a hangfrekvenciás áramkörök vizsgálata során tipikus.

A kábel egyfajta illesztő művonalat képez a fej és a bemenet között, a mérőfej igen lényeges, tervezett része. Kivitele nagy mértékben hasonlít valamely kitűnő minőségű koaxiális kábelre, de attól a belső érben különbözik: az ugyanis (forrasztható) vékony, néhány száz Ω/m-es ellenálláshuzalból készül. A huzal minősége attól függ, milyen hosszú lesz a mérőzsinór. Ez a speciális kábel az EMG-ben normál kereskedelmi koaxiális kábeltől készült, ércserével.

A fejkialakítása különleges. Tartalmazza a soros 9 MΩ-os ellenállást, az állítható kondenzátort és a mérőkarot. Mindez valamilyen csavaros, ál-

lítható/rögzíthető koaxiális szerkezetben egyesül. Az EMG-gyártmányok kialakítása igen nagy mértékben kísérleteken és több évtizedes gyártási tapasztalatokon alapult, ugyanis az átvitelt, a megfelelő frekvenciakompenzálást három dolog biztosítja: a mérőfej konstrukciója, a vásárolt alkatrészek minősége és az összeszerelés megfelelő módja. A 8. ábrán látható a beépített ellenállás és a koaxiális kialakítású állítható kondenzátor. Megfigyelhető, hogy a mérés előtti beállítás során a kondenzátor fegyverzete nem a másik fegyverzethez képest állítódik, hanem geometriai helyzete az ellenálláshoz képest változik, azt különböző mértékben fedi le és árnyékolja le a másik fegyverzethez képest. A távolságok (a légrések) igen kicsinyek. A beállított fejben olyan elosztott paraméteres viszonyok jönnek létre, amelyek gyakorlatilag még számítógéppel sem könnyen követhetők. Ez utóbbinak elsősorban az a magyarázata, hogy a beépített ellenállás típusától rendkívüli mértékben függ az összes elosztott paraméteres hatás. Arról viszont nem érkezik információ a gyártótól, hogy valamely okból változtatott valami apróságot a gyártási eljárás (pl. a névleges érték beállításának, köszöriülésének, lézeres juszitrozásának módján), s így az az ellenállás már tulajdonképpen nem az az ellenállás, noha típusa, geometriája több, mint döntő. Szerencsére a felmerült problémákat mindig sikerült leküzdeni, de pl. nem mindegy, hogy a fejen belül milyen hosszú kivezetéssel, hova és hogyan van beforrasztva a 9 MΩ.

A mérés előtti beállítás során tehát a kalibrátorból vett 1 kHz-es négyyszögjellel be lehet úgy állítani a kondenzátor külső fegyverzetét, hogy a nagyfrekvenciás átvitel – a beállítás tartományában – kifogástalannak tűnjön. Ez jó minőségű fej esetén eléggé széles frekvenciatartományban így lesz, de az eredő frekvenciamenet nem mentes a kisebb hullámzásoktól, kiemelésektől és vágásoktól, vagyis reflexiók. Belátható, hogy nem egyszerű kifogástalan illesztést adni a rövidzár és a szakadás között, széles sávban.

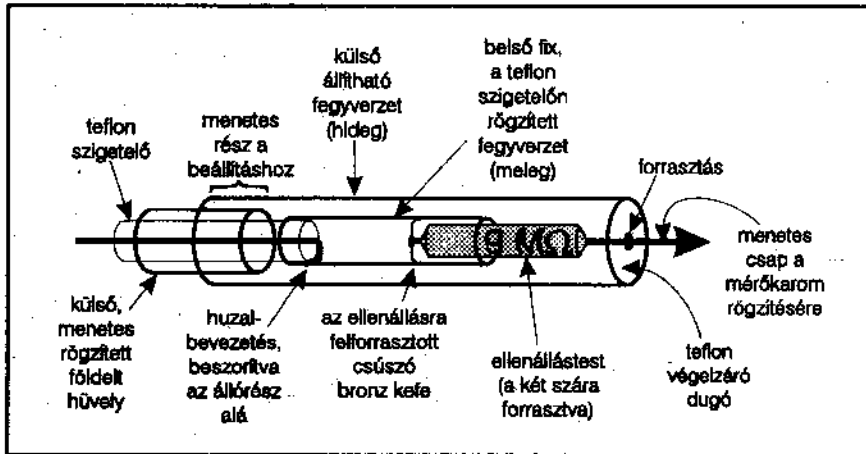
Általában elmondható, hogy igénytelenebb méréseknél (közepes vagy kisfrekvenciás, nagy amplitúdójú jelnél) elegendő a mérendő áramkört valahol összehidegíteni az oszcilloszkóppal és szabadon kutathatunk az áramkörben a mérőfejjel. Nem így van ez kis jelek

esetén. Az a hurok, amelyet az össze-földelés és a mérőfejkábel alkot, akkor zavarjelet (pl. brummot) szedhet föl induktív úton, hogy a mérés nem végezhető el. Ekkor a földvezeték helyett a mérőfej saját földelőérintkezőjét kell alkalmazni, amely segítségével a fej – a nyakán kiképezett érinkezőhoronynál fogva – egy 20 cm-nyi sodrattal és csi-

pezzsel összeföldelhető az áramkörrel. További gondok lehetnek a határfrekvencia környezetében, ugyanis ott már ez a földelővezeték is túl hosszú lehet. Ahogy mozgatjuk a fejet, a fejkábel mérés közben, úgy változik a mért jel alakja, amplitúdója. Különösen így van ez a földelési pont áthelyezése során. A megoldást a mérőkarom helyett

a fejre felhelyezett kettős, rövid, rugós mérőtüske adja. A kis szerkezet „meleg” tüskéjét a mérőpontba, a rugózó földtüskét a legközelebbi alkalmas földpontba szúrva a mérésnek valamilyen több hitel adhatunk. A két tű ugyan eléggé közel van egymáshoz, de az ilyen típusú (pl. nagyfrekvenciás) áramkörökben nem divatosak a nagy távolságok.

A mérőfejes mérésnek vannak tehát korlátai. Zavaró, hogy a mért jelet a tizedére leosztja. Zavaró lehet az a 2-3 pF (vagy nagyobb) terhelés, amit okoz. Zavarólag hat, hogy máshová földelve más jelalakot mérünk egy gyors áramkörben. Zavaró lehet, hogy nem mindig lehet a mérési pontra csipteni, akasztani a fejet, így néha előfordulhat három- és négykezes mérés is. Zavaró lehet, hogy a jelet ugyan leosztja, de ettől még nem visel el nagyobb feszültséget, mint ami pl. valamely 9 MΩ-os ellenállásra megengedett (általában max. 250 V). Mindezekkel együtt jobb mérőfejjel mérni, mint nélküle, csak ne higyjünk el mindent, amit mérünk, mert ha nem látunk jelet 50 MHz-es szköponton, akkor vagy tényleg nincs is, vagy 500 MHz-en 10 V-os amplitúdóval gerjed az áramkör.



8. ábra. A nagyfrekvenciás mérőfej gyakorlati felépítése (egyszerűsített röntgenrajz, a valóságban számos, itt nem feltüntetett alkatrészből szerelték össze; a bal oldali huzalkivezetéshez forrasztották a speciális kábel középső, ellenálláshuzal vezetőjét, a külső menetes hüvelyhez rögzítették az árnyékoló harisnyát)

Fizessen elő a **RÁDIÓTECHNIKA** és a **hobby elektronika** folyóiratokra! Címünk: 1374 Budapest, Pf. 603.

A szerkesztőségben regisztrált HE előfizetőknek díjmentes nyák-film melléklet.

Igy biztosan hozzájut!

MIKRO ELEKTRON BT.
KING ELECTRONIC
 TV-AUDIO-VIDEO-SERVICE-COMPONENTE
TV ÉS VIDEO SZERVIZALKATRÉSZEK
 Sorkimenők, sokszorozók, képcsövek, videofejek, multiméterek, osatlakozók, IC-k, félvezetők.
 kaphatók, illetve megrendelhetők.
 RC-elemek, műszerdobozok, transzformátorok.
 1117 Bp., Bercsényi u. 32/A
 (a budai Skála Áruház mellett)
 Nyitva: 9.30-16.30-ig Tel./fax: 209-2542

NYOMTATOTT ÁRAMKÖR
 gyártást váltalunk továbbra is
 1,20 Ft/cm² ártól, beültetéssel is.
JUNAR BT.
 2618 Nézsza, Szondi u. 9.
 Tel./Fax: 35-380-950

Belenézett már a **HAM-BAZÁR** kínálatába?
 Megtalálható a **RÁDIÓTECHNIKA** és a **hobby elektronika** lapokban!

RÁDIÓTÁVIRÁNYÍTÁSÚ AUTÓRIASZTÓK
 központi zárak, motoros ablakemelő, kiegészítő modulok (központi zár illesztő, ablakzáró, ultrahang, radar, rezgésérzékelő, akkus sziréna)
RÁDIÓS TÁVKAPCSOLÓ
 (garázsajtóhoz, lakóteraszhoz stb.) kaphatók. A termékek házilag is beszerelhetők. Felhívásra válaszborítékot részletes ábrákkal. Szállítás postai utánvételtől is!
Mosonyi Balázs elektronikai műszerész
 2640 Szendehegy, Rózsa u. 1-3.
 Tel./Fax: 35-376-077

Nem hiánycikk!
 Ehhozott hibás, komplett sorkimenő transzformátorok teljes újrakészítése (kiéimlők is), különleges impregnálással, beépítéskészre, elismert kitűnő minőségben, **GARANCIÁVAL!**
 Nagyfeszültségű tekercsek („malomkerék”). Hálózati feszültség szabályozó zárlatvédelmi automatikával.
 Máté Imre mérnök
 1105 Budapest, Csaroksz u. 19.
 ☎ 262-77-25, 261-77-86