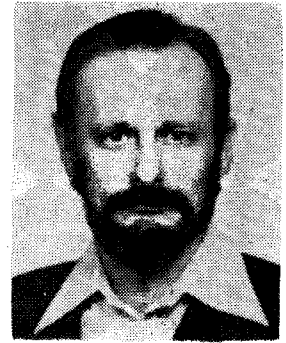


Nagy teljesítményű kapcsolóüzemű tápegység

BIHARI GYÖRGY—DEÁK JÁNOS
BHG



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a tranzisztorizált végfokozattal rendelkező URH adóberendezések tápfeszültség ellátására tervezett tápegységcsaláddal kapcsolatosan bemutat egy új fejlesztésű nagy teljesítményű tápegységet, ismertetve annak felépítését a lényegesebb áramköri részekenél alkalmazott megoldások és ezek mérési eredményeit. (#)

Az 1970-es években a világpiacon megjelentek a nagy teljesítményű rádiófrekvenciás tranzisztorok, így lehetővé vált elektroncsövek alkalmazása nélküli TV, illetve URH adóberendezések, TV átjátszóberendezések kifejlesztése. A kezdetben URH sávban 20 W—50 W rádiófrekvenciás teljesítményt adó tranzisztorokat a legnevesebb félvezetőgyárak továbbfejlesztették és napjainkban URH sávban 300 W-os TV I—III. sávban 30 W; TV IV., V. sávban 7,5 W rádiófrekvenciás teljesítményt biztosító típusok széles körben alkalmazhatók. Több tranzisztor párhuzamos üzemeltetésével URH sávban 1—3 kW, TV I—V. sávban 100 W teljesítményű erősítők alakíthatók ki. Az RF tranzisztorok működtetéséhez szükséges tápfeszültség (kivéve a mobil üzemre alkalmas típusokat) 25—28 V.

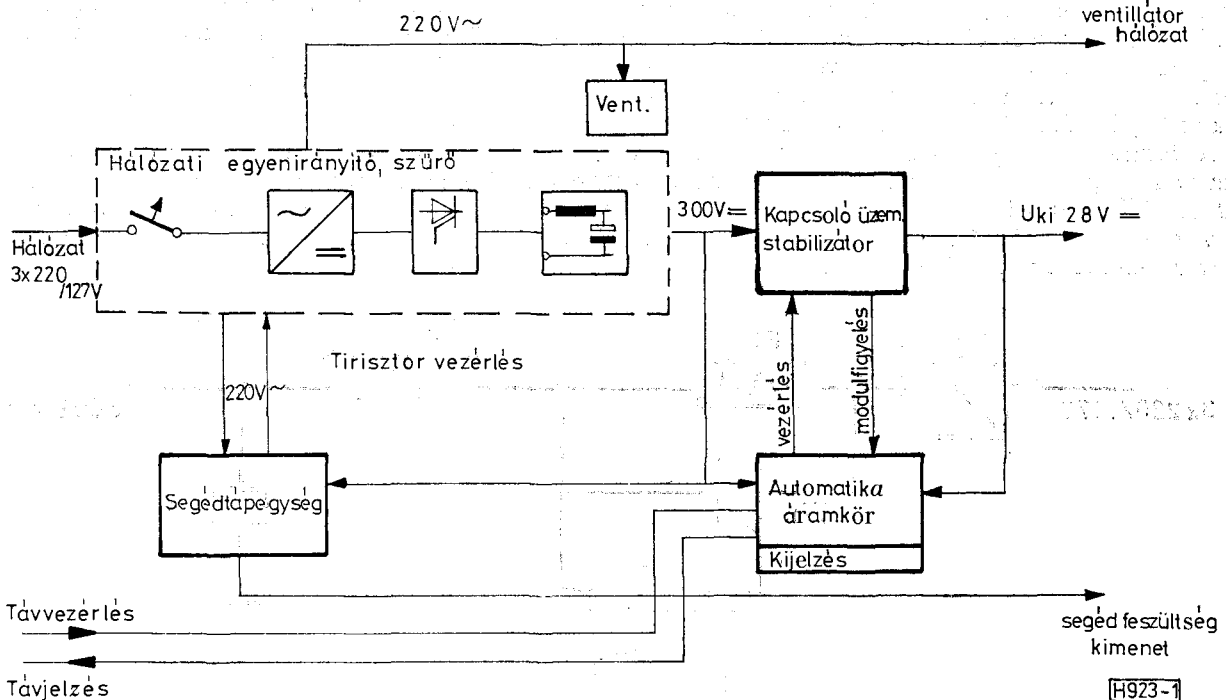
BIHARI GYÖRGY

1967-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem erősáramú szakán. 1967 óta az Elektromechanikai Vállalatnál, majd vállalati összevonás után a BHG-FI adóberendezés

fejlesztési osztályán fejlesztési csoportvezetőként dolgozik. Tevékenységi területe: urh-adóberendezés rendszertervezése, tv- és urh-adóberendezések tápegységének fejlesztése.

Fenti erősítők táplálására a berendezés jó hatásfokának, kis térfogat és súly, valamint a nagy megbízhatóság figyelembevételével új típusú tápegységek kialakítása vált szükségessé.

Az eddig kifejlesztett adástechnikai berendezések kapcsolóüzemű tápegységeinek alkalmazása során szerzett tapasztalatok lehetővé, s egyben szükségessé tették, hogy a meglévő tápegységet felülvizsgálva, a tapasztalatokat összegezve kialakítsuk egy olyan tápegységcsalád rendszertervét, amelynek tagjai alkalmasak a jelenlegi és az elkövetkező évek várható igényeinek korszerű kielégítésére. A tervezéshez ki-



Beérkezett: 1984. I. 2.

1. ábra. Kapcsolóüzemű tápegység blokkvázlata

indulási alapként kiválasztottunk két, már meglévő tápegységet, amelyek elektromos, mechanikus felépítés, megbízhatóság és a nyújtott szolgáltatásaik szempontjából a legkedvezőbb adottságokkal rendelkeznek ahhoz, hogy belőlük kialakítsuk a teljes családot. Mindkét berendezés hálózati feszültségről működő kapcsolóüzemű, 20–30 V kimenőfeszültségű stabilizátor, 250 W, ill. 6,7 kW kimenőteljesítménnyel. Ha figyelembe vesszük a két berendezésben eddig ki nem használt lehetőséget a kimenőteljesítmény növelésére, a kívánt teljesítménytartományt 700 W kimenőteljesítményig a 250 W-os tápegységből kialakított:

- a) 150 W,
- b) 240 W,
- c) 700 W,

típusjelölésű tagok, 12 kW kimenőteljesítményig a 6,7 kW-os tápegységből kialakított:

- d) 2,5 kW,
- e) 9 kW,
- f) 12 kW,

típusjelölésű tagok fedik le.

A szünetmentes és autonóm áramforrások várható elterjedésére való tekintettel főleg az első kategóriában, bővítettük az alkalmazható tápellátások formáit.

A tervezett változatok:

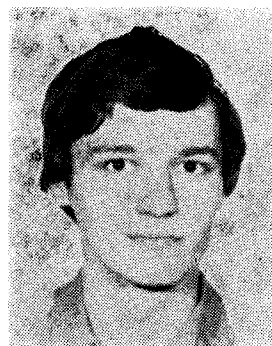
- a) $3 \times 380/220$ V vagy $(3 \times 220/127$ V) $\pm 10\%$ 50 Hz,
- b) 220 V $\pm 10\%$ 50 Hz,
- c) 48 V DC (24 V DC) $\pm 15\%$,
- d) 220 V $\pm 10\%$ 50 Hz/ 24 V DC $\pm 10\%$ (kettős betáplálás).

A tápegységcsalád terveinek további részletezését elhagyva, ismerkedjünk meg a jelenlegi 6,7 kW-os típusú berendezéssel, koncentrálna a leglényegesebb áramkörü részek kialakítására. A fejlesztés során a specifikáció által támasztott követelményeken túl törekedtünk a korszerű, megbízható, mechanikailag stabil és jól gyártható berendezés kialakítására.

A berendezést olyan részegységekre bontottuk, amelyek önmagukban meghatározott funkciókat látnak el. Így lehetővé vált azok beépítés előtti teljes bemérése. Ezt a későbbiekben a tápegységcsalád tervezésénél előnyösen ki lehet használni.

DEÁK JÁNOS

1979-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem híradástechnika szakán, majd a BHG-FI adóberendezés fejlesztési osztályán helyezkedett el, mint fejlesztőmérnök. Jelenleg tv- és urh-adóberendezések tápegységeinek fejlesztésével foglalkozik.



Működés

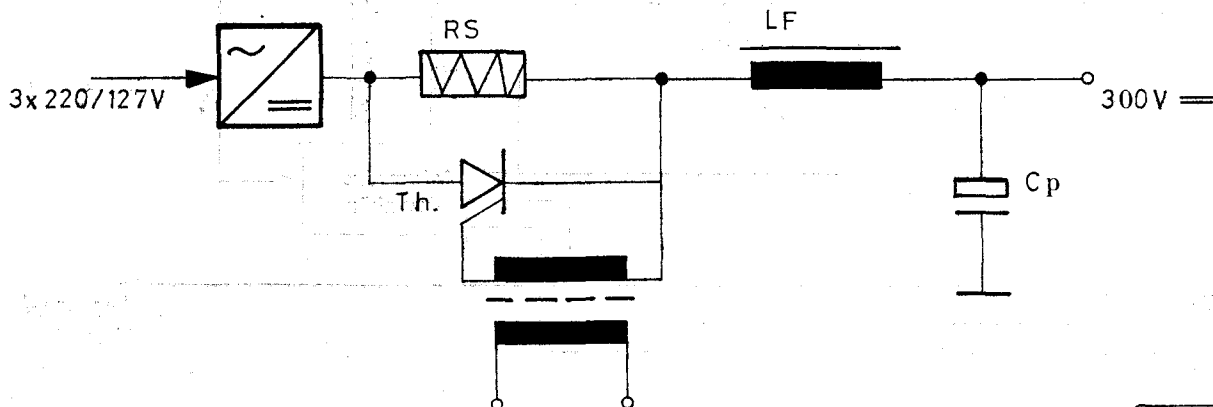
Összefoglalva a tápegység műszaki paramétereit: hálózati feszültség: $3 \times 220/127$ V $\pm 10\%$ 50 Hz, stabilizált kimenő feszültség: 28 V DC $\pm 2\%$ (5 V $\pm 15\%$; 12 V $\pm 5\%$; 38 V $\pm 8\%$ DC segéd feszültségek), maximális kimenőáram: 240 A, kimenőfeszültség hullámossága: 100 mV, hatásfok: 80% .

A berendezés az 1. ábrán látható módon négy fő egységből épül fel.

A hálózati egyenirányító által előállított feszültség a segédtápegységet és a kapcsolóüzem stabilizátort táplálja. Ez utóbbi, négy párhuzamosan működő modul tartalmaz. Vezérlésükről és a segéd feszültségük biztosításáról az automatika áramkör gondoskodik.

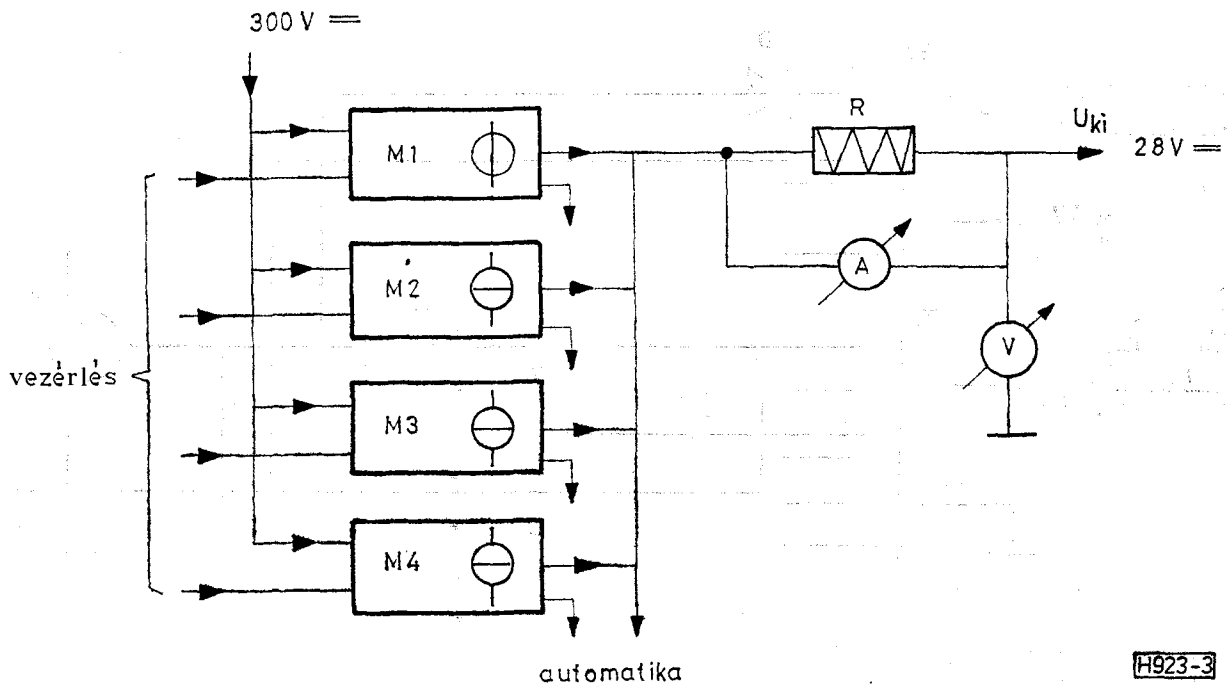
A hálózati egyenirányító és szűrőegység a hátoldali csatlakozón és főkapcsolón át kap tápfeszültséget. Az általánosan alkalmazott háromfázisú teljes hidegyenirányító és LC szűrőtag közé beiktatott tirisztoros áramkör (2. ábra) feladata a bekapcsolás pillanatában fellépő, hálózatot terhelő tranziens csökkenése.

A tirisztor a segédtápegységből abban az esetben kap nyitóimpulzust, ha a C_p kondenzátor feszültsége meghaladja a 230 V értéket, ezáltal az RS ellenállást kisöntölve a tirisztoron keresztül szabaddá válik az áram útja.

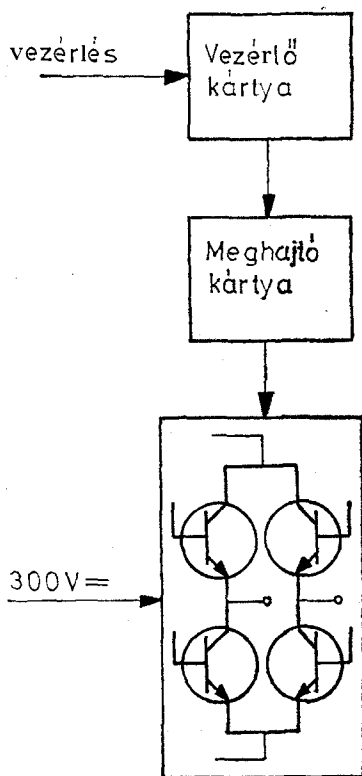


2. ábra. Tranziens csökkentő áramkör

H923-2



3. ábra. Kapcsolóüzemű stabilizátor blokkvázlata



4. ábra. Tápegység – modul blokkvázlat

megegyezzen a vezérmodul mindenkori áramával. Az egyes modulok négy egységre tagolódnak (4. ábra).

Az alapáramkörből négy teljesítménytranzisztorból álló teljes hídkapcsolásban működő kapcsolófokozat, mely az impulzustranzformátor számára állít elő 20 kHz frekvenciájú impulzusszélesség-modulált váltott polaritású tápfeszültséget. Az áramkör és a vezérlését biztosító meghajtóáramkör kialakításánál két egymással összefüggő szempontot vettünk figyelembe.

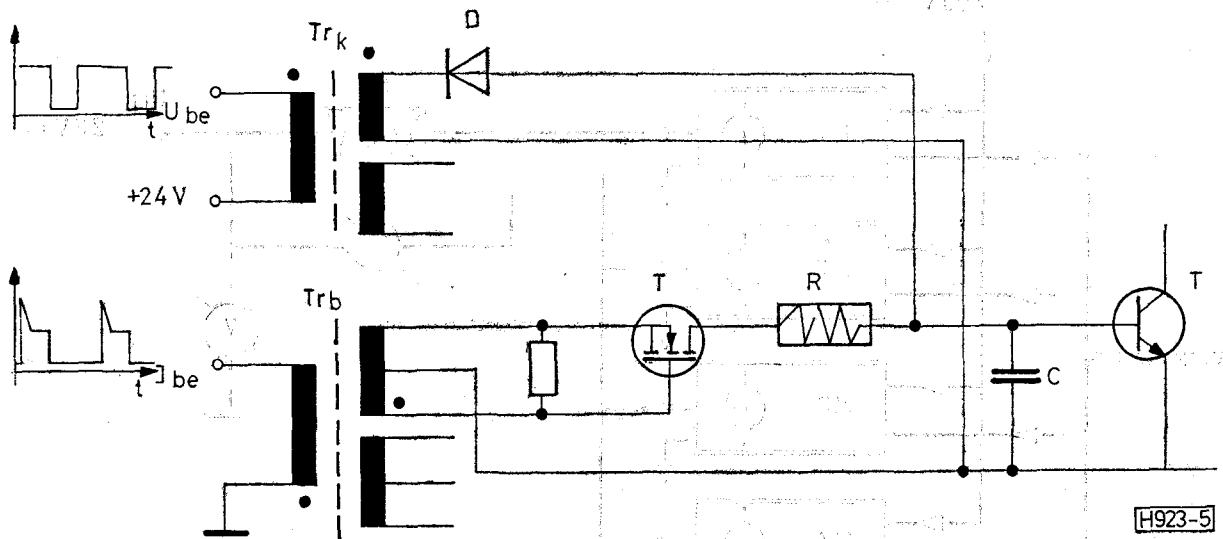
Olyan kapcsolótranzisztort alkalmaztunk a hídkapcsolásban, amely a másodlagos letörési karakterisztika alapján $U_{CE}=300$ V-nál a várható kapcsolási idő többszöröséig terhelhető névleges árammal, ugyanakkor a jelentős teljesítményátvitelből

A kapcsolóüzemű stabilizátor négy közel azonos felépítésű modult tartalmaz (3. ábra).

Az összehangolt működés és a kedvező szabályozási tulajdonságok biztosítása érdekében a négy modul közül az egyik (M1 modul) mint vezérmodul, feszültséggenerátoros üzemben dolgozik.

Az M2, M3, M4 modulok vezérelt áramgenerátoroként vesznek részt a kimenőáram előállításában. A kimeneti áramukat úgy szabályozzák, hogy az

adódó nagy disszipációs teljesítmények csökkentése érdekében olyan vezérlést alakítottunk ki, amely a lehető leggyorsabb működésre készíti a kapcsolótranzisztorokat. Ennek megfelelően a bekapcsolás pillanatában túlvezérléssel gyorsítja a folyamatot. A bekapcsolás időtartama alatt a tranzisztorokon átfolyó árammal arányos bázismeghajtást biztosít annak érdekében, hogy a tranzisztor ne kerüljön túlterítésbe, ami a töltés-tárolási idő indokolatlan növe-



5. ábra. Bázis-áramkör elvi rajz

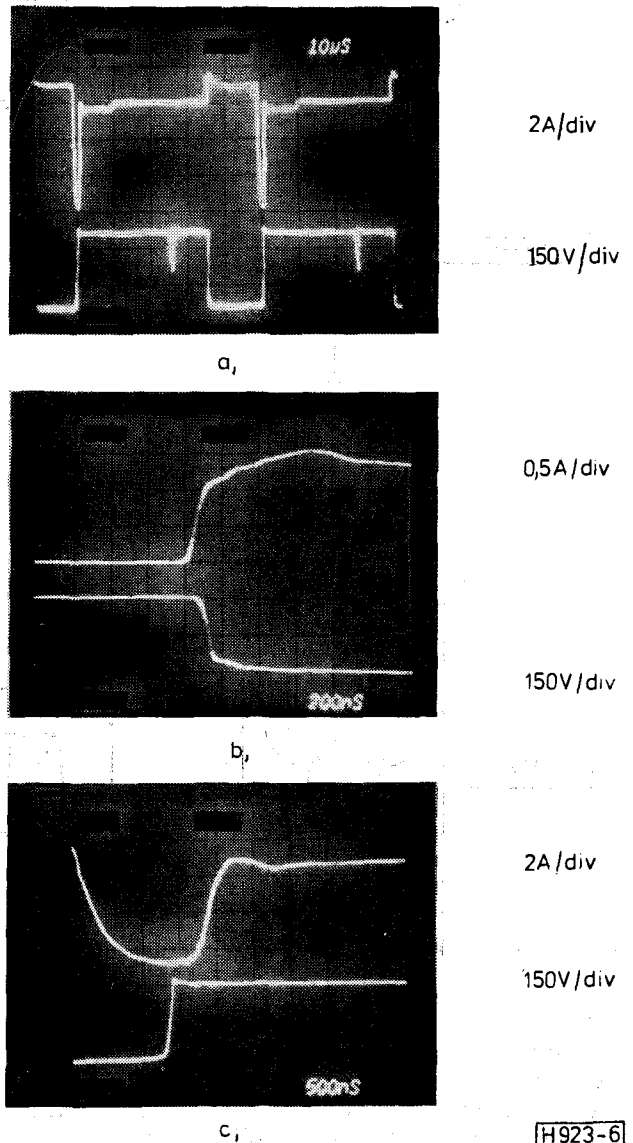
kedését eredményezné. A kikapcsolást intenzív kihúzóimpulzus gyorsítja. A bázisáramkör (5. ábra) a meghajtóimpulzust a vezérlőkártya által szolgáltatott bekapcsoló és kihúzóimpulzusból összegezéssel állítja elő.

Bekapcsolási periódusban a kapcsoló jel transzformátoron keresztül áramcsúccsal nyitja a kapcsolótranszisztort, majd egy kollektorárammal arányos áramértékre áll be. A kikapcsolás pillanatában az áram megszűnik és a TR_k transzformátoron keresztül a bázisra jutó 6 V-os feszültség gyorsítja a kikapcsolást. Az így kialakított bázisáram alakja a 6/a ábra felső részén, alatta a tranzisztor kollektorfeszültsége látható. Az elért bekapcsolási késleltetés és töltéstárolás idejét a 6/b és 6/c ábrán látható oszcillogram kinagyítva ábrázolja. Jól megfigyelhető, hogy a bekapcsoló él megjelenésétől mintegy 100 ns-on belül megindul a tranzisztor nyitása, a kikapcsolás megindítását a kapcsolótranszisztor zárása az intenzív kihúzóimpulzus hatására mintegy 1,3 μ s múlva követi. A kapcsolási veszteségek szempontjából lényeges kollektorfeszültség—kollektoráram idődiagramja látható a 7/a és 7/b ábrán. A bekapcsolási transziens ideje 200 ns. Ez alatt a tranzisztort gyakorlatilag nem terheli többletdisszipáció. (Az ábra felső részén látható U_c feszültséggörbe az időítélődés jobb érzékelhetősége céljából invertált.)

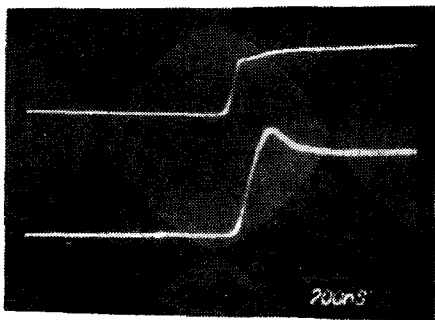
A 7/b ábra a kikapcsolási folyamatot mutatja. Ennek az időtartama 600 ns. Ez alatt jelentős veszteségi energia $862 \cdot 10^{-6}$ Ws terheli a kapcsolótranszisztort, ami 1,4 kW teljesítményt jelent a transziens idejére.

A meghajtókártyán két áramváltó figyeli a tranzisztorok áramát és szabályozójelet generál a vezérlőkártya árammal arányos meghajtást előállító áramköréhez, illetve a dinamikus túláramvédelem működtetéséhez.

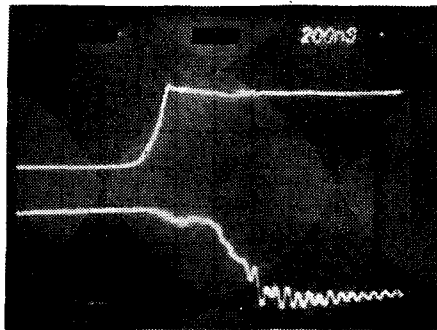
A vezérlőkártya áramköre egy TDA 4700 típusú kapcsolóüzemű tápegység IC-re épül. Impulzusszélesség modulátorát az M1 modul esetében a belső referenciaszültségből és a visszacsatolt kimenőfeszültségből, M2, M3, M4 moduloknál M1 áramjeléből, mint referenciából és a modulok saját kime-



6. ábra. a. Kapcsolótranszisztor bázisáram és kollektorfeszültség;
b. Kapcsolótranszisztor bázisáram és kollektorfeszültség a bekapcsolás pillanatában;
c. Kapcsolótranszisztor bázisáram és kollektorfeszültség a kikapcsolás pillanatában



a.



b.

7. ábra. a. Kapcsolótranszisztor kollektorrieszültség és kollektoráram a bekapcsolás pillanatában; b. Kapcsolótranszisztor kollektorfeszültség és kollektoráram a kikapcsolás pillanatában

H923-7

150V/div

2A/div

150v/div

5A/div

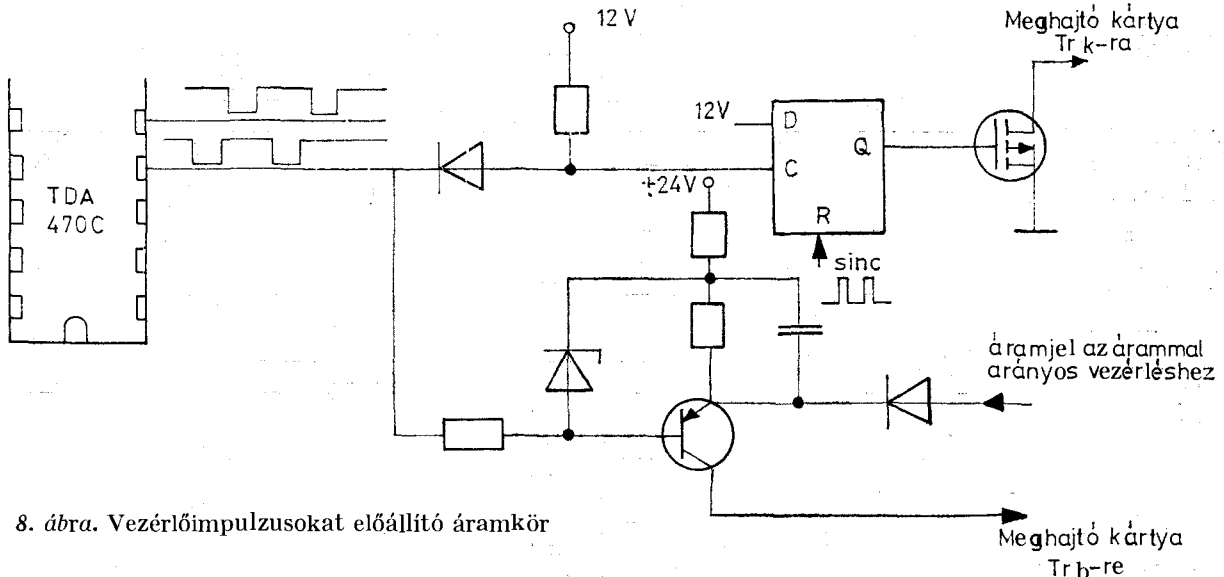
További védelmi funkciót lát el az impulzusszélességváltozás dinamikáját korlátozó kapcsolás. A vezérlőkártya kimenő impulzusait a 8. ábrán látható kapcsolás állítja elő az IC jeléből. A TI tranzisztorból kialakított áramgenerátor az előzőekben ismertetett formájú bekapcsolóáramot állít elő. A bekapcsolás megszűnésére a D tároló, clock bemenetén vezérelve, nyitja a T_2 FET-et, ezáltal kihúzóimpulzust állít elő, melyet a másik oldal bekapcsolását megelőző szinkronimpulzus töröl.

Az automatika áramkör feladata a berendezés működéséhez szükséges feltételek meglétének ellenőrzése, visszajelzése, indítóparancs fogadása, s ezekből vezérlőjelek előállítás a modulok számára. A vizsgált működési feltételekbe a túlmelegedés, megengedett hálózati feszültségtartomány kimeneti alul- és túlfeszültség jelzések tartoznak.

A segéd tápegység kis teljesítményű kapcsolóüzemű stabilizátor, a főáramkörök számára segéd feszültséget, valamint a specifikációban foglalt egyéb feszültségeket állítja elő.

A tápegység mechanikus felépítése

A tápegység mechanikus kialakításánál alapvető szempontot jelentett a keletkezett hő biztonságos elvezetése. A berendezésnél elért 85–90%-os hatásfok, 700–1000 W disszipált teljesítményt jelent. Ennek nagy része a kapcsolótranszisztoron és a kimeneti nagy áramú egyenirányítókön keletkezik. Elsősorban ezek hűtését biztosítja a tápegységfiók közepén elhelyezett hűtőtömb.



8. ábra. Vezérlőimpulzusokat előállító áramkör

H923-8

nőjeléből képzett különbségi jel vezérli. Az IC védelmi funkciókat ellátó áramköröket tartalmaz. A kimeneti túlfeszültségvédelem blokkolja az IC-t túlfeszültség esetén, a dinamikus áramkorlát megszakítja a bekapcsolóimpulzust, ha a kapcsolótranszisztorok árama meghalad egy beállított értéket. A két impulzuskimenetet tiltó bemenőpontra olyan áramkör kapcsolódik, mely megakadályozza, hogy az IC két impulzuskimenete közül bármelyik egynél több impulzust adjon ki egymás után, ezáltal megakadályozza az impulzustranzformátor elmágneseződését.

A hűtőtömb két oldalán helyezkednek el a modulok egyenként hőelosztó lemezre szerelve.

A segéd tápegység és az automatika áramkör szintén, mint külön egységek az oldallapon található. A fiók másik oldallapján a hálózati egyenirányító és a szűrő áramkör képez egy egységet. A légáram szolgáltatásáról három, hátlapon elhelyezett ventilátor gondoskodik.