

# *technické informácie*

## Č.16

### TELEVÍZNE PRIJÍMAČE **TESLA** TYPOVÉHO RADU DUKLA POPIS OBVODOV

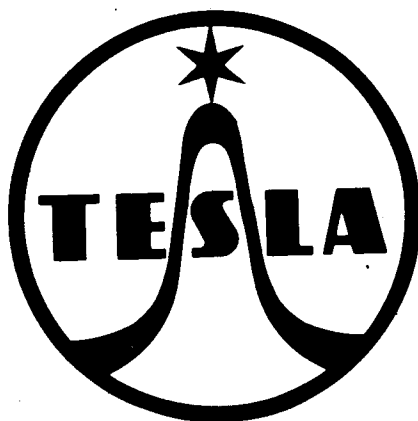


## Technické informácie č.16

Televízne prijímače Tesla typového radu

DUKLA

### POPIS OBVODOV



Tesla Orava n.p.

## Ú v o d o m

Televízne prijímače typového radu DUKLA, sa veľmi odlišujú u väčšiny obvodov od starších typov n.p. Tesla Orava. Tzv. stručné popisy považujeme za zbytočné, pretože väčšina kvalifikovaných opravárov základné funkcie rozozná aj bez popisu. Podrobné popisy sa môžu viesť dvoma cestami: buď sú určené pre konštruktérov, ktorí sa podobnými zapojeniami zaoberajú stále, alebo veľmi často a môžu veľmi zhustenou formou povedať všetko potrebné, alebo sú určené pre odborníkov z praxe s veľmi rôznymi úrovňami teoretických znalostí pri pomerne rovnakých praktických schopnostiach, ktorí pravdepodobne viac uvítajú zopakovanie toho čo vedia, než aby sa dostali do situácie, že popisu nebudú rozumieť.

Pretože naša publikácia je určená práve týmto technikom, rozviedli sme niektoré podrobnosti radšej viac, vediac z praxe, že skôr odredí od preštudovania stručný článok, ku ktorému si musíme vziať ceruzku a papier, počítať, kresliť a hlavne premýšľať, aby sme "tomu" rozumeli, než síce dlhší text, ale taký, čo nepotrebuje prílišné "listovanie v pamäti". Pritom sme však funkciu obvodov, ktoré už boli podrobne vysvetlené u starších typov, popísali veľmi stručne.

Dúfame, že tí, ktorí budú chcieť vedieť o televízoroch radu DUKLA čo najviac, sa z nášho popisu mnoho dozvedia. Na druhej strane predpokladáme, že tí, ktorí stavajú iba na praktických skúsenostiach, si našu publikáciu ponechajú aspoň pre prípad, že by im prečítanie state pojednávajúcej o obvode, s ktorým "nemôžu pohnúť", predsa len pomohlo k nálezu. Vypelí technici, pre ktorých skutočne bude mnohé z nášho popisu úplne zbytočné, pretože to dávno dobre vedia, môžu také časti kludne preskočiť.

Na druhej strane sme niekde nezahrňali všetky podrobnosti vo funkciách obvodov, ktoré musí zohľadňovať konštruktér, ale pochopenie činnosti obvodu by príliš komplikovali. Predpokladáme, že účelu tohto servisného popisu to nebude na závädu.

Vstupný diel

Pre osadenie TV prijímačov radu Dukla sa používajú kanálové voliče z výroby podnikov Tesla, resp. fy. Čajavec v Juhoslávii, typ 6PN 382 65 resp. T 62.02, a tunery "Kombi" fy. Videoton, MĽR.

Tieto kanálové voliče sú použité v TV prijímačoch Castello, Cavallo a pod.

Kanálový volič je napájaný stabilizovaným napätím +12 V. Ladiace napätie /napätie pre varikapy/ sa musí meniť od +0,5 do 29 V. Napätie pre reguláciu zisku /AVC/ je pre max.zisk cca +9 V, pre min. zisk cca +3 V. Podrobnejší popis funkcie bude vydaný vo zvláštnej publikácii.

Obrazový medzifrekvenčný zosilňovač

OMF zosilňovač je prevedený ako samostatný konštrukčný celok. Všetky ladené obvody sú prevedené technikou tlačených spojov. Cievky sú umiestnené na jednej doske z cuprexitu o rozmere 160 x 65 mm. Jednotlivé časti OMF zosilňovača sú v spoločnom kryte oddelené prepážkami. Výstup kanálového voliča je pripojený cez VF tlmivku L 501 a väzobný kondenzátor C 101 na vstup OMF zosilňovača. Tlmivka znižuje napätie vyšších kmitočtov zo zmiešavača a s kondenzátorom C 101 má mierne vyjadrenú sériovú rezonanciu v pásme OMF a vyrovnáva priebeh frekvenčnej charakteristiky OMF na jej vrchole. Vo väzbe medzi kanálovým voličom a OMF zosilňovačom sú zapojené odlaďovače kmitočtov 31,5 MHz - nosná zvuku /L 101 + L 102, C 102/, 39,5 MHz - kmitočet nosnej zvuku susedného kanálu/odlaďovač kompenzovaný odporom R 101 - L 103, C 103, C 104/ a 30 MHz - kmitočet nosnej obrazu susedného kanálu /L 104, C 105/.

Odlaďovač 31,5 MHz vytvára na celkovej OMF krivke plošinku v okolí nosnej zvuku tak, aby pri miernom doladovaní vstupného dielu bola úroveň medzinosného kmitočtu zvuku /6,5 MHz/ na výstupe zvukového detektora konštantná. Odbočka cievky L 102 - L 101 je navrhnutá tak, aby potlačenie nosnej zvuku voči nosnej obrazu na detektore pre odber zvuku bolo cca 12-14dB.

Kompenzovaný odlaďovač kmitočtu 39,5 MHz potláča susednú nosnú zvuku min. 50 dB voči vrcholu krivky. Odláďovač 30 MHz je sériový a dáva potlačenie cca 55 dB voči vrcholu. Sekundárny obvod pásmového filtra, ktorý je zapojený ako TĽ-článok /primárny obvod je v kanálovom voliči/ tvorí indukčnosť L 105 a kapacita C 106 /vstupnú kapacitu TĽ článku tvorí najmä výstupný kondenzátor - priechodka na tuneri+ kapacita tieneneho spoja/.

Prvý stupeň OMF zosilňovača je osadený regulačným tranzistorom T 101 KF 167 resp. SF 240. Väzobný kondenzátor C 107 je navrhnutý tak, aby zmena vstupných parametrov tranzistora T 101 pri regulácii zosilnenia mala minimálny vplyv na prenosové vlastnosti OMF zosilňovača. Regulačné napätie sa privádza cez odpor R 103 do bázy. Bez signálu /max. zisk/ má toto regulačné napätie hodnotu 15,5 až 16,5 V. S veľkosťou vstupného signálu sa toto napätie mení až po hodnotu cca 22 V - min. zisk OMF zosilňovača. Pri zväčšovaní regulačného napätia stúpa prúd tranzistorom a tým sa znižuje zároveň napätie medzi kolektorom a emitorom, čím klesá zisk tohto stupňa. Rozsah regulácie zisku je cca 55 dB. V kolektorovom obvode tranzistora T 101 je zapojený neladený širokopásmový obvod tvorený indukčnosťou L 106 a kapacitným deličom C 112, C 113, z ktorého je väzba na ďalší zosilňovací stupeň. Neladený obvod je použitý pre zmenšenie vplyvu zmeny výstupnej impedancie regulačného tranzistora na tvar celkovej krivky OMF zosilňovača. V kolektorovom obvode prvého stupňa je pripojený odlaďovač 41,7 MHz /nosná farbovej informácie susedného kanála/, tvorený kapacitou C<sub>111</sub> a indukčnosťou L 107.

Druhý stupeň OMF zosilňovača je osadený tranzistorom T 102 KF 173 resp. SF 245. Podobne ako ostatné tranzistory v OMF, je zapojený ako zosilňovač so spoločným emitorom. Signál do bázy sa privádza z kapacitného deliča C 112, C 113. V kolektorovom obvode je zapojený pásmový filter s indukčnou väzbou. Primárny obvod je tvorený indukčnosťou L 108 a kapacitou C 115. Sekundárny obvod tvorí väzobná indukčnosť L 109a s indukčnosťou L 109, a kapacity C 117, C 118.

Tretí stupeň OMF zosilňovača je osadený rovnakým tranzistorom ako 2. stupeň. V kolektore tohto tranzistora je zapojený ďalší pásmový filter. V primárnom obvode je cez malú kapacitu C 130 zapojený detektor pre odber medzinosného kmitočtu zvuku /D 101/. Väzba medzi primárom a sekundárom je kapacitná /prúdová - väzobné kondenzátory C 122 a C 125/. Vo väzobnom člene je zaradený kompenzovaný odlaďovač nosnej zvuku /31,5 MHz/. Tento odlaďovač tvoria kapacity C 123, C 124, odpor R 117 a indukčnosť L 112. Veľké potlačenie zvuku pred obrazovým detektorom má význam pri prijímaní signálu s farbovou informáciou, aby nedochádzalo k nežiadúcemu zmiešavaniu nosnej zvuku a nosnej farbovej informácie a tým vzniku rušivých interferenčných kmitočtov.

Amplitúdovo modulovaný obrazový medzifrekvenčný signál je detekovaný diódou D 102 /GA 205/. Pracovný odpor detektora R 118 je zapojený za dolnofrekvenčnou priepustou tvorenou indukčnosťou L 115 a kondenzátormi C 128 a C 129. Indukčnosť L 502 navinutá na odpore R 501 tvorí sériovú kompenzáciu detektora na najvyšších kmitočtoch modulačného napätia. Aby bol zaručený úplný prenos jednosmernej zložky videomodulácie, je nutná priama väzba medzi detektorom a videozosilňovačom. Nastavenie pracovného bodu videozosilňovača sa prevádza potenciometrom P 501, ktorý je pripojený do "studeného" konca obrazového detektora. Na uzemnenie videodetektora pre striedavú zložku slúžia kondenzátory C 502 a C 503. Tlmivka L 117 slúži na filtráciu vyšších harmonických z detektora, C 127 uzemňuje vysoko-frekvenčne cievku sekundáru L 111.

### Video predzosilňovač

Na signálovej doske je umiestnený emitorový sledovač pre videosignál T 501. Jeho vysoká vstupná impedancia nezaražuje obvod detektora. Z výstupu emitorového sledovača sa na nízkej impedancii odoberá videosignál pre reguláciu kontrastu. Nízka impedancia emitorového sledovača umožňuje priamu reguláciu kontrastu, nezávislú na frekvencii, nízkoohmovým potenciometrom 500 Ohm. Pre obmedzenie rozsahu regulácie kontrastu je na dolnom konci potenciometra kontrastu /P 902/ zapojený odporový delič /R 509, R 510/, ktorý zároveň slúži na obmedzenie prenosu jednosmernej zložky.

V emitorovom obvode tranzistora T 501 je zapojený odlaďovač medzinosného kmitočtu zvuku L 503 - C 504. Kondenzátor C 505, zapojený medzi kolektor a kostru prijímača zoslabuje kmitočty nad 500 kHz, aby signál privádzaný na odlaďovač synchronizačných impulzov nebol zbytočne rušený v kmitočtovom rozsahu, ktorý nie je pre funkciu odlaďovača potrebný.

Prvý stupeň videozosilňovača pracuje súčasne ako zosilňovač s malým zosilnením pre napájanie obvodov AVC a odlaďovača synchronizačných impulzov.

-----

X) Aby sme mohli posúdiť funkciu odlaďovača "premostené T", musíme trojuholníkové zapojenie: kompenzačný odpor R /R 101, R 117/ - kondenzátor C 1 /C 103, C 123/ - C 2 /C 104, C 124/ premeniť na hviezdu. Po výpočtoch dostaneme medzi vstupom a výstupom odlaďovača dva ohmické odpory v sérii, a na ich odbočke proti zemi záporný odpor  $r_k = -R \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$ . Týmto sa vykompenzuje stratový odpor cievky. V sérii s odporom  $r_k$  vyjde kapacita  $C = \frac{1}{C_1 + C_2}$ , ktorú vyladíme do rezonancie s cievkou L /L 103, L 112/.

Videozosilňovač - koncový stupeň

Druhý stupeň video - napäťový zosilňovač - je umiestnený na osobitnej doske upevnenej priamo na hrdle obrazovky. Okrem obvodov koncového stupňa videozosilňovača sú na tejto doske umiestnené aj iskriška pre ochranu koncového stupňa a ostatných obvodov prijímača pri preskokoch v obrazovke.

Vlastný obrazový zosilňovač je osadený tranzistorom T 801 KF 257 v zapojení so spoločným emitorom s použitím silnej zápornej spätnej väzby na odpore R 801 120  $\Omega$  v emitore. K tomuto odporu paralelne pripojený kondenzátor C 801 1k8 zvyšuje zosilnenie na vyšších kmitočtoch obrazového signálu a tak linearizuje kmitočtový priebeh. Báza je pripojená priamo na bežec potenciometra kontrastu P 902. Napájanie kolektora je cez odporový delič R 804 - R 803, ktorý obmedzuje max. napätie na kolektore cca 150 V. Celkový zisk videozosilňovača je asi 34 dB pri šírke pásma 5,5 MHz pre pokles max. 3 dB proti referenčnému kmitočtu.

Obmedzenie katódového prúdu obrazovky sa prevádza obvodom jasovej automatiky osadeným diódou D 801 a odporom R 805. Polarizácia diódy D 801 zaručuje, že potenciál kolektora T 801 sa pri malom až strednom jase /prúde obrazovky/ prenesie na R 805 a tým aj na katódu obrazovky. Katódový prúd sa uzatvára cez odpor R 805. Pri veľkom zvyšovaní katódového prúdu obrazovky sa dióda D 801 zatvorí - úbytok napätia na odpore R 805 je väčší ako je napätie na kolektore tranzistora T 801. Videosignál sa potom prenáša na katódu obrazovky cez kondenzátor C 802. Pri normálne nastavenom jase je dióda D 801 otvorená a prenáša sa plná zložka obrazového signálu. Ochranná dióda D 802 je normálne zatvorená, chráni tranzistor pred prípadnými preskokmi napätia v obrazovke. Na emitor sú privádzané cez odpor R 642 470  $\Omega$ , diódu D 605 a odpor R 802 3k9 kladné zhášacie impulzy z vertikálneho koncového stupňa. Vytvárajú kladné napätie na kolektore, ktorým sa potláča prúd obrazovky. Odpor R 805 slúži potom na automatické získavanie predpätia obrazovky. Jeho veľkosť je volená tak, aby obmedzenie katódového prúdu nastalo pri prúde obrazovkou cca 200-250  $\mu$ A, čo je max. povolený prúd selénovým usmerňovačom TV 20

Odpory R 806, R 807, R 808, R 809 slúžia v spojení s iskriškou ako ochrana ostatných obvodov TVP pri prípadných preskokoch v obrazovke.

Oddelovač synchronizačných impulzov

Oddelovač synchronizačných impulzov je osadený tranzistorom T 502. Tranzistor T 503 slúži na vyklúčovanie porúch. Do bázy tranzistora T 502 sa privádza cez kondenzátor z kolektora tranzistora T 501 úplný obrazový signál. Na tomto kondenzátore vzniká prítokom bázového prúdu predpätie, ktoré je priamo úmerné veľkosti signálu a posúva pracovný bod tranzistora tak, že je počas činného behu riadku, teda pre obrazovú moduláciu, zatvorený a otvára sa kladnými synchronizačnými impulzmi z úplného obrazového signálu. Tým nastáva oddelenie synchronizačných impulzov od obrazovej modulácie. Pracovné odpory /v obvode kolektora/ sú umiestnené na rozkladovej doske. Pre správnu činnosť tohoto stupňa je nutné, aby úplný obrazový signál mal veľkosť min. 2,5 V<sub>eff</sub>.

Tranzistor T 503 slúži na vyklúčovanie veľkých napäťových porúch. Do bázy tohto tranzistora sa privádza cez diódu D 502 a kondenzátor C 508 10n úplný obrazový signál obrátenej polarizácie. Tranzistor T 503 je v normálnom stave otvorený bázovým prúdom cez R 514 M22 a tak uzemňuje emitor tranzistora T 502. Pri impulzovej poruche sa tranzistor T 503 zatvorí /záporný impulz z obrazového detektora/, tým sa rozpojí obvod tranzistora T 502 / v emitore/ a zamedzí nabitie kondenzátora C 506 bázovým prúdom na vyššie napätie a tým aj dlhšie vyradenie tranzistora T 502 z činnosti po skončení poruchy. Krátkotrvajúce /ihlovité/ poruchové impulzy z kolektora T 501 zatvárajú tranzistor T 502 okrem toho nabitím kondenzátora C 507 10n na záporné napätie, ktoré sa však rýchlo vybije cez R 513 2k2, takže synchronizačné impulzy vysadia len na dobu niekoľkých riadkov.

Automatické riadenie zisku /ARZ, AVC/

V ďalšom texte udávané napätia a prúdy slúžia pre vysvetľovanie činnosti a sú len približné.

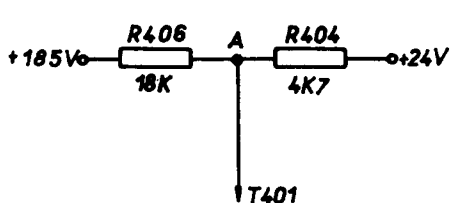
Činnosť tranzistora T 401

T 401 funguje ako premenlivý odpor, ktorý je pri nulovom signále najmenší. Bez signálu na vstupe prijímača je úplne otvorený a medzi jeho kolektorom a emitorom je iba malé zostatkové napätie 0,25 V, pri ktorom cez tranzistor tečie prúd 11 mA. Jeho odpor 22  $\Omega$  je vtedy preto zanedbateľný proti súčtu odporov R 405 a R 406 /1,5 k $\Omega$ /.

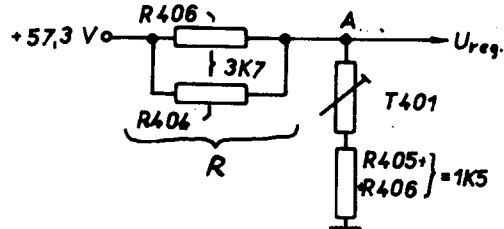
Vetva R 405 470  $\Omega$  - T 401 - R 408 1k je pripojená medzi odpory R 406 18k a R 404 4k7, ktoré sú každý pripojený na kladné napätie. V spoločnom bode odporov R 406 a R 412 2k2 je napätie 185 V, ktoré sa funkciou AVC mení len asi v rozmedzí 3 % a môžeme ho pri našom výklade považovať za pevné. Je filtrované kondenzátorom C 402 10  $\mu$ F.

Na obr.1 vidíme zjednodušenú schému pripojenia tranzistora na odporový delič medzi kladnými napätiami 185 V a 24 V. Odporový delič na obr.1 môžeme nahradiť podľa Théveninovej poučky zdrojom napätia, ktoré je v bode A pri odpojení T 401, s vnútorným odporom  $R_i$  rovným paralelnému spojeniu obidvoch odporov deliča. Ľahko vypočítame, že tomu odpovedá zdroj o napätí 57,3 V s  $R_i = 3,7$  k $\Omega$ , viď obr. 2. Pri horeuvedenom prúde 11 mA klesne na tomto odpore napätie o 40,7 V a v bode A, ktorý odpovedá špičke č.2 modulu AVC dostaneme napätie 16,6 V.

Toto platí aj pri slabom signále na vstupe TVP, odpovedajúcom hraničnej citlivosti prijímača. Na báze T 401 je pri tom napätie cca 11,8 V. Pretože je vyššie nie len proti emitoru, ale aj proti kolektor, tečie bázový prúd aj do kolektora, čo je bežný jav v stave nasýtenia /saturácie - t.j. vtedy, keď zvyšovaním prúdu bázy sa už nezvyšuje prúd kolektor - emitor/.



Obr. 1



Obr. 2

Pokiaľ teda tranzistor T 402 neovplyvňuje bázový prúd T 401, je tento asi 0,25 mA, čo ľahko vyrátame z hodnôt odporov R 409 56k a R 411 1M68, zapojených medzi napätie +185 V a bázu. Tranzistor T 402 je pripojený emitorom na kladné napätie 24 V, a preto musí byť na jeho báze napätie o približne 0,3 V vyššie, aby začal viesť prúd. Napätie na báze T 402 môžeme nastaviť potenciometrom P 402, v normálne nastavenom prijímači je /bez signálu/ asi 22 V, takže prúd cez T 402 netečie. Pri signále však napätie na príhode potenciometra, pripojenom galvanicky na kolektor video-tranzistora T 501, kolíše v rytme obrazového signálu a pri synchronizačných impulzoch sa blíži napätiu zdroja 24 V. Z druhej strany je potenciometer pripojený cez R 413 1M8 na napätie +185 V, takže zatiaľ čo bez signálu bolo na tomto "spodnom" konci P 402 27 V a na bežci 22 V, prekročí teraz s ohľadom na zvýšenie napätia na "hornom" konci potenciometra počas synchronizačných impulzov napätie na bežci hranicu 24,3 V a T 402 sa stane vodivým, teda odpor, ktorý predstavuje, sa z temer nekonečného zníži na pomerne malú hodnotu. Odpor predstavovaný tranzistorom T 402 počas synchronizačných impulzov bude tým menší, čím silnejší signál príde na bázu a teda aj na kolektor T 501. Signál na báze T 501 je v zápornej polarite, počas synchronizačných impulzov tečie preto týmto N-P-N tranzistorom najmenší prúd, a na jeho kolektore bude najvyššie napätie.

Tranzistor T 402 je zapojený ako odpor v sérii s kondenzátorom C 403 10n, a diódou D 403 /v staršom prevedení je použitý selénový miniatúrny usmerňovač E 25 C5, v novšom prevedení germaniová dióda GA 204 v sérii s ochranným odporom R 414 1k/. Cez C 403 prichádzajú na diódu impulzy spätných behov z riadkového transformátora v kladnej polarite a s amplitúdou 55 V.

Usmerňovacia činnosť diódy D 403 v sérii s tranzistorom sa nabíja kondenzátor C 403 na záporné napätie /pretože je druhý koniec C 403 uzemnený cez vinutie VN transformátora, a pre striedavé prúdy je zdroj "F" 24 V skratom, posluží na pochopenie najlepšie predstava, že medzi jednosmerným zdrojom "F" a emitorom T 402 je generátor impulzov zápornej polaritý/.

Prúd, ktorým sa počas impulzov spätného behu nabíja C 403, závisí však na odpore, ktorý tvorí tranzistor T 402 a ktorý je tým menší, čím vyššie signálne napätie je privádzané na vstup prijímača. K nabíjaniu kondenzátora môže dochádzať len vtedy, keď impulzy spätných behov prichádzajú na diódu D 403 a kolektor T 402 súčasne s kladným napätím spôsobeným synchronizačnými impulzami, na báze tranzistora /voči emitoru/. Činnosť AVC je teda klúčovaná riadkovými impulzmi tak, že len napätie signálu počas synchronizačných impulzov, ale nie obsah obrazového signálu, môže určovať zosilnenie prijímača.

Kondenzátor C 403 sa cez R 410 2k2 vybíja do elektrolytického kondenzátora C 401 20  $\mu$ F, takže náhodné krátkodobé poruchy nemôžu mať vplyv na výsledné napätie v spoločnom bode C 401 - R 409, ktoré je vplyvom záporného napätia, vznikajúceho spomenutým usmerňovaním riadkových impulzov, nižšie než bez signálu. Akonáhle signálne napätie prekročí hranicu rádovo niekoľkých desiatok mikrovoltov, zníži sa napätie na báze T 401 natoľko, že tento tranzistor prejde zo stavu nasýtenia do normálnej oblasti zosilňovania, a jeho odpor sa mení, a síce stúpa tým viac, čím nižšie kladné napätie je na jeho báze, teda tým viac, čím je silnejší vstupný signál. Z obr. 2 vidíme, že zvýšením hodnoty premenlivého odporu T 401 sa zvýši aj napätie  $U_{reg}$ . Keď napr. sa pôsobením AVC zníži prúd cez T 401 z predchádzajúcich 11 mA na 10 mA, pokles napätia na odpore "R" z obr.2 bude len 37 V a v bode A bude  $U_{reg} = 20,3$  V. Zvýšenie tohto napätia sa cez R 103 1k prenesie na bázu tranzistora T 101, spôsobí zvýšenie jeho jednosmerného kolektorového prúdu na R 104 3k9 zvýšenie je napätia na emitore. Použitý tranzistor BF 167 /SF 240/ má zvlášť zdôraznenú vlastnosť; že znížením napätia kolektor-emitor klesá jeho prúdový zosilňovací činiteľ, zníži sa teda podstatne jeho zosilnenie.

Na rozdiel od elektrónok preteká cez tranzistor kolektorový prúd aj vtedy, keď je na jeho kolektore napätie opačnej polaritý, než pri normálnej činnosti: ak je pri NPN tranzistore napätie na kolektore záporné proti báze, funguje úsek kolektor - báza ako dióda v priepustnom smere. Preto by bez diódy D 403 tranzistor T 402 prepúšťal prúd v dobe medzi spätnobehovými impulzmi: báza má kladné napätie 22 V bez signálu, a "dióda" N-P kolektor - báza by teda viedla prúd počas priameho behu riadkového vychýľovania /čo sa u anódy elektrónky stať nemôže/. Dióda v sérii s tranzistorom je teda charakteristickým rysom obvodov AVC s tranzistorami.

Aby AVC pre tuner začalo pôsobiť len pri signáloch, ktoré sú natoľko silné, že zníženie zosilnenia vstupného tranzistora v tuneri nespôsobí zhoršenie pomeru signál-šum, je riadenie zosilnenia tunera oneskorené. V našom prípade je toto oneskorenie dané nastavením napätia na anóde diódy D 402, ktoré súčasne určuje pracovný bod vstupných tranzistorov tunera /"9 V"; presne o 4 V menej než napájacie napätie tunera stabilizované zenerovou diódou s nominálnou hodnotou 12 V/. Bez signálu, alebo pri slabších signáloch, je dióda D 402 uzavretá, pretože na odpore R 408 1k v emitorovom obvode T 401 je +11 V. Akonáhle klesne činnosťou AVC prúd cez T 401 na hodnotu pod 9 mA, otvorí sa D 402 a znižovanie prúdu T 401 znižuje súčasne napätie AVC, privádzané na tuner, čo spôsobí zároveň zvyšovanie kolektorového prúdu vstupného tranzistora T 1 /VHF/ resp. T 4 /UHF/, pretože ide o tranzistor P-N-P a regulačné napätie je privádzané na jeho bázu. Podobne ako u tranzistora T 101 sa pôsobením odporov v emitorovej vetve vstupného tranzistora tunera zníži napätie kolektor-emitor a tým aj zosilnenie.

Ako vidíme, pre "otvorenie" regulačnej slučky AVC smerom na tuner je treba, aby prúd cez T 401 bol natoľko nízky, že jednoduchý výpočet ukáže vyššie napätie než 24 V na báze T 101. To by znamenalo satureovaný stav tohto tranzistora, a už pred jeho dosiahnutím príliš malé zosilnenie v T 101. Aby však regulácia zosilnenia mohla riadne pôsobiť, nesmie prenesenie tejto regulácie na tuner súčasne znížiť zosilnenie v T 101 pod určitú hranicu: jednak by sa znížila strmosť regulácie, práve veľmi potrebná pri silných signáloch, jednak by zníženie úrovne signálu v T 101, ktorý je v stave nasýtenia pre striedavé prúdy zatvorený, spôsobilo, že by sa prejavil šum v obraze.



Preto pred dosiahnutím asi 22 V na báze T 101 sa otvorí dióda D 401, pripojená do spoločného bodu R 405 a R 103, a nepovolí ďalšie zvyšovanie bazového a kolektorového prúdu cez T 101 a tým ani ďalšie znižovanie jeho zosilnenia. Delič R 401 - R 402, na ktorý je katóda D 401 pripojená, určuje toto "hraničné napätie regulácie" pre tranzistor T 101 a pretože je pripojený na zdroj "F", riadi sa výška tohto napätia tým istým napätím, z ktorého je napájaný T 101. /Napätie udané na "modulovej karte" AVC modulu neodpovedá napätím na schéme zapojenia, udávaným pre T 101 a môže sa líšiť v závislosti na toleranciách napätia "F" i odporov deliča.

Delič, určujúci spolu s P 401 pracovný bod vstupných tranzistorov v tuneri a súčasne spolu s odporom R 408 "oneskorenie" automatického riadenia zosilnenia, je tvorený odpormi R 403, R 407 v sérii s P 401.

Kondenzátor C 404 2n2 slúži na riadne "uzemnenie" bázy T 401 pre vysoké kmitočty, ktoré elektrolytický kondenzátor C 401 dostatočne neskratuje. Funkcia ostatných dielov bola vysvetlená počas objasňovania funkcie stupňa AVC.

### Zvukový medzifrekvenčný zosilňovač

Celý zvukový medzifrekvenčný zosilňovač je umiestnený na samostatnom module, ktorý je konektorom prepojený so signálovou doskou. Pre príjem zvuku v norme CCIR je na vstupe ZMF zosilňovača zapojený samokmitajúci zmiešavač s oscilátorovým kmitočtom 12 MHz. Ladený obvod oscilátora tvoria indukčnosť L 201 a kondenzátory C 202 2k2 a C 203 100pF, zapojené v sérii. Väzobná cievka L 202 zaisťuje potrebnú spätnú väzbu pre podmienku kmitania. Pre vyfiltrovanie harmonických kmitočtov oscilátora a ostatných vyšších kmitočtov vznikajúcich v samokmitajúcom zmiešavači slúžia C 217 100pF a C 204 27pF. C 204 je pripojený paralelne k terylénovému kondenzátoru C 202, ktorý má dobré vlastnosti z hľadiska stability kmitočtu, ale nie je bezindukčný.

Za väzobnou cievkou, ktorá je svojím druhým koncom spojená galvanicky s L 203 a C 205, je pásmový filter naladený na kmitočet 6,5 MHz. Jeho primár tvorí uvedená cievka a kondenzátor, a sekundár, cievka L 204 a sériová kombinácia kondenzátorov C 206 - C 207.

Pásmový filter slúži na zväčšenie selektivity pre medzinosný kmitočet a zároveň zamedzuje prenikaniu oscilátorového kmitočtu 12 MHz na vstup integrovaného obvodu IO 201 /MAA 661/ a tým zhoršeniu jeho funkcie

Ako samotný obmedzovač amplitúdovej modulácie a frekvenčný detektor je použitý integrovaný obvod MAA 661, ktorý popisujeme ďalej.

Celý ZMF zosilňovač je nastavený mimo TV prijímač a po výmene tohto modulu nie je nutné nové nastavenie.

### Medzifrekvenčný FM zosilňovač, detektor a NF predzosilňovač s integr.obvodom MAA 661

Lineárny integrovaný obvod TESLA MAA 661 združuje niekoľko funkčných celkov: medzifrekvenčný zosilňovač pre FM signál, obmedzovač šumu a amplitúdovej modulácie, stabilizátor napätia, koincidenčný detektor FM signálu a NF predzosilňovač. Pre detekciu FM signálu stačí jediný ladený obvod. Integrovaný obvod MAA 661 je vyrobený na kremikovej doštičke epitaxne-planárnou technológiou.

Vnútorne zapojenie IO MAA 661 v použití u televíznych prijímačov typového radu Dukla, teda s pripojenými vonkajšími súčiastkami, je na obr.3, str.30.

Pre prehľad uvádzame zoznam vývodov, usporiadaný podľa jednotlivých funkcií integrovaného obvodu:

Prívod napájacieho napätia .....	13
Prívod FM signálu zvukového medzifrekvenčného zosilňovača .....	6
Vývod na kostru prijímača .....	9
Výstup zosilňovača FM signálu, vysoká úroveň .....	4
/Tento výstup môže byť použitý ako merný bod pri zladovaní ZMF obvodov, zaradených pred integrovaným obvodom/.	
Výstup zosilňovača FM signálu, nízka úroveň .....	8
/Slúži k privádzaniu amplitúdove obmedzeného signálu na vonkajší obvod detektora/.	
Vstup fázovo modulovaného signálu pre detektor .....	12
/Na vstup 12 sa privádza je napätie z výstupu 2 cez cievku fázovacieho obvodu L 205 v TVP rádu Dukla/.	
Vysokofrekvenčne /zvonka/ uzemnený vývod stabilizovaného napätia .....	2
pre vstup detektora	
Vývod stabilizovaného napätia pre bázy tranzistorov zosilňovača a obmedzovača FM signálu .....	7
/Pre vonkajšiu filtráciu/.	
Vývod napätia jednosmernej spätnej väzby pre stabilizáciu pracovného bodu FM zosilňovača .....	5
/Pre vonkajšiu filtráciu/.	
Vývod koincidenčného detektora .....	1
/Pre pripojenie kondenzátora integračného obvodu - slúži súčasne pre deemfázu/.	
Vývod NF signálu .....	14

P o p i s j e d n o t l i v ý c h f u n k č n ý c h c e l k o v :

/Údaje o napätiach, zosilnení atď. sú približné - slúžia pre názornosť/.

#### Zosilňovač a obmedzovač FM signálu

Širokopásmový zosilňovač, slúžiaci pre zosilnenie a obmedzenie signálu z medzifrekvencie, má celkové napätové zosilnenie 60 dB a skladá sa z troch diferenciálnych zosilňovačov, ktoré sú jednoosmerne viazané cez tranzistor, zapojený ako emitorový sledovač.

Tranzistory diferenciálnych zosilňovačov sú označené na obr. 3, ako T1, T2, T4, T5, T7, T8. Väzobné tranzistory, emitorové sledovače, sú označené T3, T6 a výstupný emitorový sledovač celého širokopásmového zosilňovača ako T9.

Zapojenie je bezvadne stabilné vo veľkom rozsahu teplôt a pracuje v rozsahu napájacích napätí od 4 do 15 V. To je umožnené silnou jednoosmernou spätnou väzbou z výstupu zosilňovača cez odpor R12 na bázu T2, stabilizáciou pracovného bodu tranzistorami T11 až T15 zapojenými ako diodový reťazec a zapojením diferenciálnych stupňov /prvý tranzistor so spoločným kolektorom, druhý so spoločnou bázou/, ktorým sa spätná vodivosť znižuje na stotinu.

Tranzistory a odpory v zosilňovači sú dimenzované tak, aby napätia na emitorových odporoch sa rovnali napätiam báza - emitor  $U_{BE}$ . Napätie medzi vývodom 7 /napájanie báz/ a vývodom 9 /kostra/, cca 1,4 V, je teda dvojnásobok napätia  $U_{BE} / \approx 2U_{BE} /$ .

Taktiež spätnou väzbou ovládané napätie pre bázu T2 - vývod 7 - je prakticky rovné  $2U_{BE}$ . Stabilizované napätie pre napájanie kolektorov je rovné  $4U_{BE}$ . Aby bázy tranzistorov T4 a T7 mali tak isto správne napätie  $2U_{BE}$ , je na bázach emitorových sledovačov T3, T6 a T9 napätie  $3U_{BE}$ , a toto napätie je súčasne kolektorovým napätím tranzistorov T2, T5 a T8.

- 10 -

Ak označíme prúdy, tečúce emitorovými odporami R 2 atď. ako  $I_E$ , sú bez budenia v bode A - vstup zosilňovača - prúdy každého z dvojice emitorove viazaných tranzistorov T 1, T 2 atď. v zásade sebe rovné a majú teda hodnotu  $I_E/2$ .

Budením v bode A sa mení prúd tranzistora T 1. Ak okamžité napätie na jeho báze stúpne napr. o  $+\Delta U$ , stúpne napätie na emitorovom odpore R 2, pretože prúd tranzistorom T 1 stúpne o hodnotu úmernú  $\Delta U$ . To vyvolá však ihneď zníženie okamžitého napätia báza - emitor u T 2 a teda opäť tomu úmerné zníženie prúdu tranzistora T 2, pretože báza T 2 je pre VF napätia uzemnená cez vonkajší kondenzátor C 212 resp. C 211. Súčet oboch prúdov je takmer rovnaký,  $I_E$ , a zmena  $U_{BE2}$  je práve len tak veľká, ako je potrebné na vyvolanie príslušného zníženia prúdu T 2. Bližší rozbor ukáže, že napätie na emitore sa zvýši o  $1/2 \Delta U$ , viď nižšie. Napätie na výstupe takejto dvojice je preto plne symetrické. Každá dvojica zosilňuje /spolu so zosilnením menším než 1 u väzobného emitorového sledovača/ o niečo viac než 10x, celkové zosilnenie bude  $> 1000 \approx 60$  dB. Toto však môžeme namerať len pri signáloch  $\ll 100 \mu V$  na vstupe. Pretože napätie medzi bázou a emitorom T 2 je len cca 0,7 V, vyplýva z toho, že omedzenie nastane pri signáloch vyšších než cca 1 mV. Napätie potrebné pre dobré omedzenie, t.j. potlačenie 30 % - nej amplitúdovej modulácie o 50dB, je 10mV, čo prakticky vo všetkých prípadoch príjmu signálu v televízore je prekročené.

Závislosť zmien napätia na emitorových odporoch R 2, R 5, R 8 na zmenách napätí na bázach T 1, T 4 a T 7

Indexom 1 značíme ľavý a indexom 2 pravý tranzistor každého páru. T 1 a T 2 majú teda rovnaké charakteristiky, báza T 2 je uzemnená. Pri tom platí:

$$/1/ \quad \Delta I_C = \beta \Delta I_B$$

$$/2/ \quad \Delta I_{C1} = -\Delta I_{C2}$$

V rozsahu, v ktorom sa  $\beta$  príliš nemení, platí preto tiež:

$$/3/ \quad \Delta I_{B1} = -\Delta I_{B2}$$

Ďalej platí:

$$/4/ \quad \Delta I_B = \frac{\Delta U_B - \Delta U_E}{r_b} \quad \text{kde } r_b \text{ je odpor báza - emitor}$$

Pretože  $\Delta U_{B2} = 0$ , vyplýva z /3/ a /4/ :

$$/5/ \quad \frac{\Delta U_{B1} - \Delta U_E}{r_b} = \frac{0 - \Delta U_E}{r_b}, \quad \text{čiže}$$

$$/6/ \quad \Delta U_E = \frac{\Delta U_{B1}}{2}$$

Hore uvedené výrazy platia pre malé amplitúdy signálu. Pri veľkých signáloch možno malé zmeny  $I_E$ , vyplývajúce z hore uvedeného výpočtu zmien  $U_E$ , zanedbať proti strednej hodnote  $I_E$ . Pri úplne potlačennom prúde  $I_{C2}$  bude teda  $I_{C1} \approx I_E$  a opačne, z čoho vyplýva maximálna zmena prúdu  $I_{C2}$ :

$$I_{C2\max.} = \frac{+I_E}{2}$$

Hodnota kolektorových odporov R 3, R 6, R 9 je zvolená tak, že max.zmena prúdu vyvolá na nich max.zmenu napätia  $\frac{+U_{BE}}{2}$ . Napätové zosilnenie emitorového sledovača je o niečo menšie než 1, a teda maximálne napätie na výstupoch emitorových sledovačov T 3, T 6, T 9 bude tiež cca  $\pm U_{BE}/2$ . Je zřejmé, že u kremíkových tranzistorov zníženie kludového napätia medzi bázou a tranzistorom, ktoré je  $U_{BE} \approx 0,7$  V na polovicu, teda 0,35 V znamená potlačenie  $I_C$  až na zostatkový prúd. K tomuto potlačeniu v jednej polvine dochádza u "ľavých" a v druhej polvine u "pravých" tranzistorov širokopásmového zosilňovača.

V bode C = B bude teda pri zodpovedajúcom signálnom napätí na vstupe IO 201 obdĺžnikové napätie, ktoré bude striedavo zatvárať a plne otvárať tranzistor T 19. Z odporu R 11, ktorého hodnota je 1/10 odporu R 10, prichádza signál cez vonkajší kondenzátor C 210 10pF na obvod zvukového detektora ZD, vysokofrekvenčne pripojeného medzi bod A - vývod 12 integrovaného obvodu a zem.

### Stabilizátor napätia

K stabilizácii napätia slúži tranzistor T 10 spolu s diódovým reťazcom T 11 - 15, ktorého tranzistory sú zapojené ako diódy skratovaním kolektorov a bázami. Diódový reťazec je v sérii s odporom R 13 a diódy sú otvorené. Pri znížení napájacieho napätia zvýšia sa odpory prechodov báza - emitor, pretože na jednotlivú diódu pripadá cca len 0,7 V, teda diódy pracujú "v kolene" charakteristiky. Tým sa udrží napätie za odporom R 13, a teda aj na báze tranzistora T 10 prakticky rovnaké. Zníženie napájacieho napätia v privode č.13 by znížilo napätie  $4U_{BE}$  pre napájanie zosilňovača FM signálu. Pretože však takéto zníženie znamená aj zvýšenie napätia  $U_{BE}$  u tranzistora T 10, a tým zníženie vnútorného odporu kolektor - emitor, napätie pre zosilňovač sa temer nezmení.

### Koincidenčný demodulátor

Koincidenčný demodulátor pracuje na princípe posuvu fázy medzi dvoma vstupmi demodulátora pre spoločný výstupný pracovný odpor. Zatiaľ čo signál, fázovo nezávislý na okamžitom kmitočte, prichádza z bodu B na bázu tranzistora T 19, prichádza na bázu T 16 - bod A, vývod 12 integrovaného obvodu, signál, ktorého fáza závisí na okamžitom kmitočte. Pri  $f = f_0$  /rezonančnom kmitočte obvodu, pripojeného medzi vývody 2 a 12/ bude signálne napätie v bode A predchádzať napätiu na kondenzátore C 210, zapojenom medzi vývody 8 a 12, o  $90^\circ$ , pretože rezonančný obvod L 205/C 209 predstavuje ohmickú záťaž. To platí však len ak reaktancia  $1/\omega C 210$  je mnohokrát vyššia než odpor, predstavovaný týmto obvodom pri rezonancii. Pri zvýšení kmitočtu signálu začne sa chovať paralelný rezonančný obvod ako kapacita /vodivosť kondenzátora prevyšuje vodivosť cievky/ paralelne s ohmickým odporom a fázový rozdiel sa zmenší. Naopak, pri znížení kmitočtu signálu bude predstavovať ladený obvod indukčnosť paralelne s ohmickým odporom a fázový rozdiel bude vyšší než  $90^\circ$ . Takto sa môže fáza napätia v bode 12 v závislosti na okamžitom kmitočte signálu meniť teoreticky až od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ .

Malý rezonančný dynamický odpor L/C obvodu proti reaktancii kondenzátora C 210, by znamenal príliš malé napätie fázovo modulovaného signálu v bode A. Hodnoty obvodu a kondenzátora C 210 sú stanovené pre dosiahnutie optimálnych výsledkov: dostatočne širokej kmitočtovo - amplitúdovej charakteristiky detektora, /S-krivky/ pri jej dobrej strmosti /t.j. citlivosti detektora/ aj linearite.

L/C obvod je v skutočnosti ladený na kmitočet cca 6,9 MHz; preto sa pri kmitočte 6,5 MHz chová ako indukčnosť, natočenie napätia na ňom voči napätiu na kondenzátore C 210 je väčšie než  $90^\circ$  a výsledná fáza v bode A  $+90^\circ$  voči fáze v bode B. Pri kmitočte pod 6,5 MHz sa rozdiel fázy zvyšuje a pri kmitočte nad 6,5 MHz znižuje.

Kmitočtový demodulátor tvoria diferenčné stupne T 17 - T 18 a T 20 - T 21, ktoré namiesto emitorového odporu majú ďalší diferenčný zosilňovač T 19 - T 22. Jeho emitorový odpor je tvorený tranzistorom T 23 so stabilizovaným napätím bázy /cez R 16 a diódu tvorenú tranzistorom T 24, teda zapojenú v priepustnom smere/. Pretože prúd cez tranzistor prakticky nezávisí na napätí kolektora, ale na napätí báza - emitor, chová sa T 23 ako zdroj konštantného prúdu a súčet emitorových prúdov T 19 + T 22, ako aj súčet prúdov tranzistorami T 17, T 18, T 20 a T 21 je rovný prúdu cez T 23, ktorý označíme  $I_0$ .

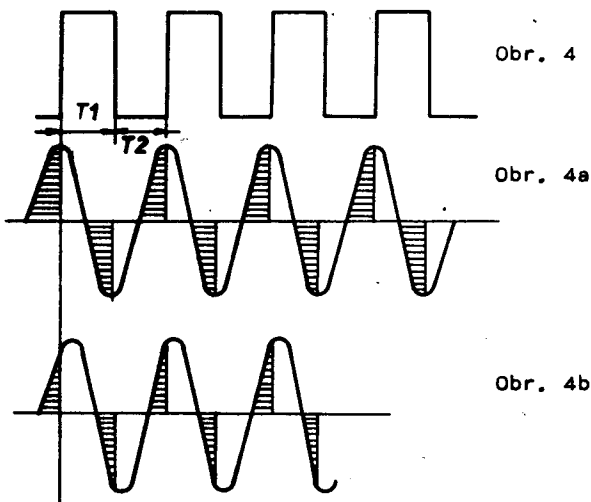
Bez signálu v bodoch "B" a "A" sú prúdy cez jednotlivé tranzistory hornej štvorice T 17 až T 21 rovnaké /napätie v bode A', určujúce pracovný bod tranzistorov T 17 a T 20, a dané veľkosťou odporu R 14, sa rovná  $4U_{BE}$ , teda napätiu pre bázy T 18 a T 21 a vplyv odporu  $R_L$  možno zanedbať/. Tak isto sú rovnaké odpory v emitorových vetvách štvorice, dané rovnakými napätiami báz T 19 a T 22,  $2U_{BE}$ .

Prúd cez pracovný odpor detektora  $R_L$  je teda rovný  $I_0 : 2$ .

Fázovo konštantný signál prichádza na bázu T 19 a z jeho emitora na emitor T 22, pričom báza T 22 je pre VF uzemnená. Signál pozostáva prakticky z pravouhlých impulzov kladnej polarizácie, trvanie impulzu je pol periódy. V prítomnosti impulzu je otvorený T 19 a T 22 je uzavretý, v prestávke medzi impulzmi je zavretý T 19 a prúd  $I_0$  preteká tranzistorom T 22. Takýmto spôsobom je striedavo v jednej polperióde prepojená na kostru ľavá dvojica T 17 - T 18 a v druhej polperióde pravá dvojica T 20 - T 21.

Cez T 16, zapojený ako emitorový sledovač a teda s vysokým vstupným odporom, prichádza signál a fázou, závislou na kmitočte. Pri kmitočte 6,5 MHz je, ako sme už povedali, signál v bode A a teda aj v bode A', fázovo posunutý voči signálu v bode B o  $90^\circ$ . Koincidencia signálu z bodu A' voči signálu v bode B teda nastáva po dobu jednej štvrtperiódy pri kladnej polvlnne/sínusového/ signálu v bode A' a pri otvorení tranzistoru T 19 impulzom z bodu B. V takejto štvrtperióde preteká prúd: zdroj /bod 13/ - T 17 - T 19 - T 23 - kostra. V ďalšej štvrtperióde je ešte T 19 otvorený, ale v bode A' je záporná polvlna. Tou je zatvorený T 17 a otvára tak cestu prúdu  $I_0$  cez: bod 13 -  $R_L$  - T 18 - T 19 - T 23 - kostra. V 3. štvrtperióde zaniká impulz kladného napätia v bode B, otvára sa tranzistor T 22 a s ním prechod prúdu cez dvojicu T 20 - T 21. Pretože v tejto dobe je v bode A' ešte záporná polvlna signálu, je zatvorený T 20 a otvorený T 21, teda prúd  $I_0$  obchádza pracovný odpor  $R_L$ . V 4. štvrtperióde je signál v A' kladný, preto sa otvorí T 20 a uzavrie T 21. Prúd  $I_0$  prechádza teda opäť odporom  $R_L$ .

Vidíme, že pri kmitočte 6,5 MHz, na ktorý je nastavený koincidenčný detektor /nie však samotný paralelný rezonančný obvod L 205, C 203 - viď vysvetlenie natáčania fázy/, prechádza cez  $R_L$  prúd  $I_0$  po dobu dvoch štvrtperiód, teda spolu je veľkosť priemerného prúdu cez pracovný odpor rovná  $I_0 : 2$ , a napätie na výstupe detektora v bode 1 má rovnakú hodnotu, ako bez signálu /cca 7 V/. Viď obr. 4, 4a.



Napätie v bode B

V dobe T 1 je T 19 otvorený a T 22 zatvorený;  
v dobe T 2 je naopak otvorený T 22 a zatvorený T 19.

Napätie v bode A'

- a/ pri  $f = 6,5$  MHz  
šikmo šrafované plochy:  
koincidencia, prúd tečie  
cez  $R_L$ , T 18, T 19.  
vodorovne šrafované plochy:  
koincidencia, prúd tečie  
cez  $R_L$ , T 20, T 22
- b/ pri  $f = 6,5 + \Delta f$  MHz:  
doba koincidence je kratšia

Pri zmene kmitočtu FM signálu v takom smere, že koincidencia trvá dlhšie pri kladnej polvlne v bode A /signál v bode A predchádza impulzovému signálnemu napätiu v bode B o menej než  $90^\circ$ , vid' obr. 4b, trvá dlhšie stav otvorenia tranzistorov T 17 a T 21, teda impulzy prúdu cez pracovný odpor majú kratšie trvanie a po vyfiltrovaní vonkajším kondenzátorom C 213 budeme dostávať na výstupe detektora v bode 1 napätie vyššie než pri 6,5 MHz /nižší pokles napätia na  $R_L$ /. Obrátene, ak kmitočet signálu je posunutý na opačnú stranu od 6,5 MHz, koincidencia kladnej polvlny fázove zvislého napätia s kladným impulzom fázove konštantného napätia v bode B je kratšia a zato je dlhšia koincidencia zápornej polvlny s impulzom a kladnej polvlny s nulovým okamžitým napätím impulzného signálu. V tomto prípade bude teda dlhšie viesť tranzistor T 18 a T 20, impulzy prúdu cez  $R_L$  budú dlhšie a preto výstupné napätie detektora nižšie.

Frekvenčná modulácia sa tak mení na zmeny napätia v bode 1. Okrem pôsobenia ako filtračný kondenzátor, vytvárajúci integračný člen s odporom  $R_L$ , zabezpečuje C 213 4nF deefázu signálu znížením výstupného NF napätia u vyšších kmitočtov akustického pásma. T 25, pracujúci ako emitorový sledovač, umožňuje zaťaženie výstupu IO MAA 661 nízkym vstupným odporom NF zosilňovača /min. 2 k $\Omega$ / pri veľmi malom skreslení NF signálu na výstupe z modulu ZMF /cca 1 %/.

### Synchronizačné obvody

Tranzistor T 502 - prvý stupeň oddeľovača synchronizačných impulzov - je umiestnený na signálovej doske. Na rozkladovej doske sú umiestnené odpory, zapojené v kolektore tohto tranzistora /R 601, R 602/, a synchronizačné obvody. Odpor R 602 privádza synchronizačnú zmes z kolektora tranzistora T 502 na inverzný stupeň /T 601/. Na kolektore tohto stupňa získavame kladné synchronizačné impulzy a na emitore záporné. Tieto symetrické synchronizačné impulzy sú potrebné pre funkciu frekvenčno-fázového porovnávacieho obvodu.

Symetrické synchronizačné impulzy sa fázovo porovnávajú s pílovitým priebehom, ktorý sa získava integrovaním spätnobehových impulzov riadkového rozkladu cez člen R 611 - C 604. Ak je fázový rozdiel medzi synchronizačnými impulzmi a spätnobehovým impulzom, vzniká na výstupe porovnávacieho obvodu chybové napätie, ktorým sa riadi kmitočet budiaceho generátora riadkového rozkladu. Chybové napätie je kladné, ak vlastný kmitočet voľne kmitajúceho riadkového oscilátora je vyšší, než kmitočet riadkových synchronizačných impulzov,  $f_{vo} > f_{rs}$ , a záporné pri  $f_{vo} < f_{rs}$ .

Pomerne zložitá činnosť tohto obvodu je vysvetlená v servisnom návode pre TVP Aramis - Diana a v knihe V. Víta: Synchronizace a rozklady televizních přijímačů /vydalo SNTL Praha 1968/, str. 271 - 283.

Nízkofrekvenčný zesilňovač zvukového kanálu.

## Stručný popis:

NF zesilňovač zvuku - ako samostatný modul - je v klasickom zapojení s komplementárnou dvojicou tranzistorov bez výstupného transformátora. Ako predzesilňovač je použitý tranzistor T 301, z ktorého sa budí tranzistor T 302. Pracovný bod tranzistora T 302 sa nastavuje potenciometrom P 301. Dióda D 301 slúži na stabilizáciu pracovného bodu koncového stupňa so zmenou napájacieho napätia a termistor W 301 na teplotnú stabilizáciu. Reproduktor o impedancii  $8 \Omega$  je na výstup zesilňovača pripojený cez kondenzátor C 306. Napájacie napätie tohto stupňa je cca 15 V.

Popis činnosti

Tranzistor T 301 KC 148 dostáva signál NF, z výstupu modulu ZMF cez kondenzátor C 214  $2M\Omega$ , odpor R 519  $2k\Omega$  a potenciometer hlasitosti P 904  $25k/\Omega$ . Odpor R 519 slúži spolu s kondenzátorom C 905  $47n$  a potenciometrom P 903  $25k/\Omega$ , pre korekciu vyšších kmitočtov /tónová clona/.

Signál z bežca P 904 je privádzaný na bázu T 301 cez kondenzátor C 301  $22n$ . Jeho hodnota je dostatočná aj pre prenos pomerne nízkych kmitočtov, pretože vstupný odpor tranzistora T 301 je zvýšený zápornou spätnou väzbou z výstupu celého NF zesilňovača, R 304/R 303, v emitorovom obvode T 301. Hodnota vstupného odporu na akustických kmitočtoch je cca  $100 k\Omega$ .

Pracovný bod tohto tranzistora je daný odporom R 301  $M68$ , zapojeným medzi kolektorom a bázou. Týmto zapojením dosahujeme dobrú tepelnú stabilizáciu pracovného bodu: pri zvýšení okolitej teploty sa zvýši kolektorový prúd, čím sa zníži kolektorové napätie úbytkom na odpore R 302. Pretože bázový prúd je daný veľkosťou odporu R 301 a rozdielom napätí  $U_C - U_E$  /ktorý sa pri zvýšení teploty zmenší/, pracuje pri zvýšení kolektorového prúdu zníženie prúdu bázy proti tomuto zvýšeniu a pracovný bod je teplotne dostatočne stabilizovaný.

Kondenzátor C 302  $4n7$  slúži pre stabilizovanie činnosti zesilňovača v kmitočtoch nad cca 20 kHz silnou spätnou väzbou z kolektora T 301 na bázu.

Signál z kolektora T 301 prichádza na bázu T 302 cez C 303  $2M$ . Pracovný bod T 302 sa nastavuje potenciometrickým trimrom P 301 P 301  $M68$  tak, aby napätie na kolektore sa rovnalo približne polovine napájacieho napätia pre koncový komplementárny pár T 303 - T 304, t.j. 8 V. Pripojenie dolného konca P 301 na stred tejto dvojice stabilizuje tento pracovný bod z hľadiska symetrie koncového stupňa: ak sa napr. zníži je napätie emitorov koncového stupňa, zníži sa prúd cez P 301 - R 305, čo spôsobí zníženie kolektorového prúdu T 302 a s ním zvýšenie napätia na jeho kolektore. Toto zvýšené kladné napätie spôsobí zníženie kľudového prúdu P-N-P tranzistora T 304, a teda zvýšenie odporu medzi kolektorom a emitorom T 30, čo vráti napätie na emitoroch konc. stupňa blízko k pôvodne nastavenej hodnote 8 V, keďže u T 303 sa súčasne zvýšením  $I_B$  odpor tohto tranzistora zníži. Privádzanie napätia z výstupu koncového stupňa na bázu budiča T 302 cez P 301 - R 305 znamená tiež určitú zápornú spätnú väzbu, ktorá je však zanedbateľná proti omnoho silnejšej spätnej väzbe do emitora T 301.

Pracovný odpor budiča je tvorený odpormi R 306  $150 \Omega$  - R 307  $390 \Omega$  a kombináciou diódy D 301 paralelne s odporom R 309, termistorom W 301 a s odpormi prechodov báza-emitor koncových tranzistorov. Pretože horný koniec R 307 je cez veľký kondenzátor C 305  $20M$  spjaty s výstupom konc. stupňa, je pre striedavú zložku odpor R 306 prakticky premostený malým odporom kmitačky reproduktora. Keďže aj dióda D 301, zapojená v priepustnom smere a shuntovaná ďalšími členmi sa ako pracovný odpor budiča proti R 307 uplatňuje len zanedbateľne, môže sa za pracovný odpor T 302 považovať prakticky len odpor R 307, a tak isto signálne napätie na bázach koncových tranzistorov za rovnaké. Odpor R 307 má pomerne malú hodnotu, pretože nepotrebujeme napäťové, ale výkonové zosilnenie pri malom vnútornom odpore zdroja pre budenie koncových tranzistorov.

Koncové tranzistory T 303 - T 304 sú komplementárna dvojica, to znamená, že ich charakteristiky sú podobné a čo do polaritý obrátené. Pri výbere /párovaní/ sa dbá najmä na to, aby mali čo možno rovnaký jednosmerný prúdový zosilňovací činiteľ B v celom rozsahu využívaného kolektorového prúdu.

Použitie komplementárnych tranzistorov znamená, že odpadá obracač fázy. Pretože zesilňovač pracuje okrem celkom malých signálov v triede B, budeme pre zjednodušenie uvažovať jeho prácu pri väčších signáloch, kedy prakticky je jeden tranzistor striedavo zatvorený a druhý otvorený.

Pri kladnej polvlne signálu na báze budiča T 302 /N-P-N/ preteká týmto zvýšený kolektorový prúd, ktorý vytvorí zápornú polvlnu napätia na kolektore. Tá zatvorí horný N-P-N tranzistor T 303 a otvorí tranzistor T 304 /P-N-P/. Zatvorený tranzistor T 303 znemožňuje spojenie emitora T 304 na zdroj "D". Pretože však pri predchádzajúcej obrátenej polvlne bol otvorený T 304, je elektrolytický kondenzátor C 306 G1 nabitý kladne z predchádzajúcej polvlny a tento náboj C 306 sa teraz vybíja cez úsek emitor - kolektor T 304, a kmitačku reproduktora. Tečie teda prúd cestou: spoločný bod koncového páru, emitor - kolektor T 304, kostra, kmitačka reproduktora, C 306. Napätie na "živom" konci reproduktora je teda záporné. Pri kladnej polvlne na báze T 302 je záporná polvlina na báze T 301 a spätnoväzobné napätie na emitorevom odpore T 301 /R 303/ je taktiež záporné. Vidíme, že spätná väzba z výstupu zosilňovača na tranzistor T 301 je záporná ako sme uviedli vpredu.

Pri zápornej polvlne na báze budiča T 302 sa naopak znižuje prúd týmto tranzistorom, napätie na jeho kolektore stúpne, otvorí horný N-P-N tranzistor T 303 a uzavrie spodný P-N-P tranzistor. Prúd T 303 prechádza zo zdroja cez úsek kolektor - emitor T 303 a C 306 do "živého" konca kmitočky a cez ňu do kostry. Pri tom sa -ako sme už povedali vyššie - nabíja elektrolytický kondenzátor C 306 kladne proti kostre. Tento náboj má napätie tým bližšie napätiu zdroja, čím je signálové napätie vyššie, teda čím je viac koncový stupeň vybudený /pri plnom vybudení je odpor úseku kolektor - emitor tranzistora T 303 nižší než odpor kmitačky/.

Pre plné vybudenie je však potrebný značný prúd bázy tranzistora T 303. Keďže v špičke signálneho napätia je prúd budičom nízky, predstavuje tento bazový prúd príliš vysoké zaťaženie pre momentálne zvýšený odpor úseku emitor - kolektor T 302. Preto by napätie na báze T 304 nedosiahlo plnú špičkovú hodnotu. Z toho dôvodu je do spoločného bodu odporov R 306 - R 307 v kolektorovej vetve budiča privádzané cez kondenzátor C 305 20 M napätie z kondenzátora C 306, ktoré v tomto okamžiku je značne zvýšené, ako uvádzame hore. Tým sa zvyšuje napätie v spoločnom bode odporov R 307 - R 309 a báza konc. tranzistora dostáva zodpovedajúci prúd pre plné otvorenie tohto tranzistora. Viď tiež popis konc. stupňa vertikálneho rozkladu.

K nastaveniu kludového prúdu /20 - 100 mA/ a teda správneho režimu zosilňovača potrebného na zabránenie skreslenia pri slabých signáloch, kedy musí koncový stupeň pracovať ešte v triede A, resp. A-B, slúži pomerne konštantný úbytok napätia na kremíkovej dióde D 301 KY 130/80, zapojenej v priepustnom smere. Toto napätie totiž temer nezávisí na kolísaní napätia zdroja a na zmenách jednosmerného odporu tranzistora T 302. Dióda pracuje v ohybe charakteristiky, kedy pri zvýšení napätia na nej sa znižuje jej odpor a naopak, je na nej teda pomerne stále napätie.

Toto napätie, po vydelení na deliči R 309 - W 301 určuje bazové prúdy koncových tranzistorov v neprítomnosti signálu a tým kludový prúd komplementárnej dvojice. Termistor W 301, mechanicky a tepelne dobre vodive spojený s chladiacim plechom koncovkej dvojice, stabilizuje pracovný bod konc. stupňa tepelne: pri jeho oteplení sa zniží jeho odpor a tým aj napätie, určujúce prúdy báz, čo zabraňuje neprípustnému zvýšeniu kludového prúdu koncovkej dvojice tranzistorov pri zvýšení okolitej teploty, ale aj teploty pri dlhšej prevádzke stupňa s vyšším vybudením.

Pretože pri vybudení závisí stratový výkon koncových tranzistorov na odpore záťaže, je dôležité zabezpečiť, aby nemohol nastat skrat medzi prívodmi pre reproduktor, resp. na zástrčke a zásuvke Z 1, ktorý by znamenal zničenie koncových tranzistorov po privedení signálu na NF modul. Tak isto je potrebné dbať na to, aby sme náhodným skratom na NF module pri meraní a skúšaní nezničili výkonové koncové tranzistory. Už pripojenie elektrolytického kondenzátora za účelom skratovania signálu k bazám tranzistorov modulu - napr. pri hľadani zdroja bručania -- môže spôsobiť zničenie koncových tranzistorov.k

Napájacie napätie pre vstupný tranzistor a budič je filtrované členom R 308 - C 304. Celý NF modul je napájaný zo zvláštneho zdroja "D", aby zostatkové bručanie bolo čo najmenšie.



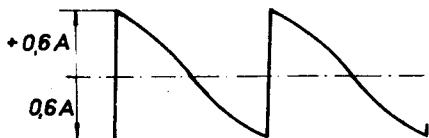
VERTIKÁLNY ROZKLADI. Koncový stupeň

Účelom obvodov pre vertikálny rozklad je zabezpečiť dodávanie prúdu zodpovedajúceho priebehu do vertikálnych vychyľovacích cievok.

Pri vysvetľovaní zapojenia obvodov vertikálneho rozkladu teda začneme "od konca", t.j. od prúdu, ktorý do vychyľovacích cievok dodávajú koncové tranzistory T 602 a T 603. Pri porovnaní koncového stupňa vertikálneho rozkladu /používame úmyselne toto označenie, pretože "snímkový rozklad" je termín nepresný - v skutočnosti sa jedná o polsnímkový rozklad/ s koncovým stupňom NF zvuku, alebo s inými koncovými zosilňovačmi, s tranzistormi a bez transformátora, vidíme nápadný rozdiel: Dvojica výstupných tranzistorov nie je komplementárna, ani sa pred ňou podobná komplementárna dvojica nenechádza. Výkonový zosilňovač, ktorý za komplementárnou dvojicou tranzistorov nižšieho výkonu má ešte pre dosiahnutie potrebného vyššieho výkonu dvojicu tranzistorov rovnakého typu, nazývame quasi-komplementárnym. Ako vyplynie z ďalšieho, aj náš zosilňovač, hoci v ňom komplementárna dvojica úplne chýba, je quasi-komplementárny.

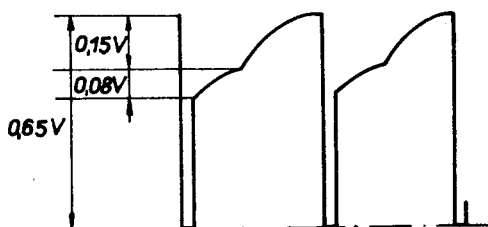
Na rozdiel od elektrónok, kde obracač fázy pre koncový stupeň nie je zaťažovaný žiadnym mriežkovým prúdom a môže byť preto prevedený ako trióda s rovnako veľkými odporami v katóde aj anóde, potreba pomerne vysokého budiaceho výkonu pre bázy koncových tranzistorov a problémy so stabilizáciou pracovného bodu vyžadujú používať komplementárne alebo quasi - komplementárne zapojenie. Tranzistor T 705 nepracuje ako zdroj symetrického napätia, napätie na jeho kolektore neslúži pre budenie tranzistora T 602. Na budenie obidvoch koncových tranzistorov slúži napätie na emitore T 705, ktorého priebeh je znázornený pod č.14 v servisnej schéme a na obr. B 1 tohto popisu a tranzistor T 603 slúži súčasne ako budič pre T 602 v dobe zavretia diódy D 602.

Poznámka: nulovú úroveň značíme na znázornených priebehoch "bodka čiarka" / - . - . - . - . - /.



Priebeh celkového prúdu prechádzajúceho vychyľovacími cievkami

Obr. A 1



Priebeh napätia na emitore T 705 a báze T 603

Obr. B 1

Prúd prechádzajúci cez vychyľovacie cievky, má priebeh ako na obr. A 1, a môžeme ho pozorovať osciloskopom ako napätie, ktoré vytvára na odpore R 634 1j5. Ako vidíme, na začiatku priameho behu elektrónového lúča má prúd - sledovaný od prívodu na vychyľovacie cievky z emitora T 602, maximálnu kladnú hodnotu a klesá sprvu pomalšie, potom rýchlejšie na nulu, odkiaľ ďalej prechádza sprvu rýchlejšie a neskôr pomalšie až do maximálnej zápornej hodnoty.

Intenzita prúdu je asi +0,6 A pri začiatku a -0,6 A na konci činného /priameho/ behu. Esovitý priebeh prúdu namiesto rovnej "pily" je nutný preto, že plocha tienidla obrazovky a najmä jej priemet do roviny, ktorý divák pozoruje, si vyžaduje pre správnu linearitu obrazu spomalenie vychyľovania od stredu obrazovky ku krajom. /Podrobnejšie vysvetlenie možno nájsť v bežnej literatúre o TV prijímacej technike/.

Tento priebeh - tzv. S - korekcia - je zabezpečovaný vhodne volenou hodnotou kondenzátora C 627 G5 a spätnou väzbou na vstup predzosilňovača - podrobnejšie bude toto vysvetlené ďalej.

Tranzistory T 602 a T 603 sú pre jednosmerný prúd zapojené v sérii, pre striedavý prúd paralelne - záťaž je pripojená na bod v strede ich sériového zapojenia a kostra aj zdroj napájacieho napätia sú pre striedavé prúdy "jeden bod". Pracujú približne v triede B, pričom T 602 je otvorený pri spätnom behu a v prvej polovine priameho behu. Tranzistor T 603 je otvorený v druhej polovine priameho behu a na počiatku spätného behu sa zatvára.

Napätie z emitora T 705, pripojené galvanicky na bázu tranzistora T 603, otvára tento tranzistor približne v polovine priameho behu, a prúd tohto tranzistora pozorovaný smerom od kolektora cez emitor je na obr. A 2.2. Pokiaľ sledujeme prúd cez vychyľovacie cievky od spoločného bodu "emitor T 602 - D 602 - Z 8/2" je priebeh prúdu samozrejme obrátený /obr. A 2.1/ a dáva s priebehom prúdu cez T 602 /obr. A 3/ priebeh celkového prúdu vychyľovacími cievkami /obr. A 1/.



Obr. A 2,1

Prúd cez vychyľ. cievky  
/priebeh obrátený/, T 603



Obr. A 2,2

Prúd cez T 603



Obr. A 3

Priebeh prúdu cez  
T 602

Keďže tranzistor T 602 je v tejto dobe zatvorený, je zdroj jednosmerného napätia "C" pripojený na kolektor T 603 iba cez odpory R 629 - R 630.

Cez tieto odpory však ťečie len malá časť prúdu tranzistora T 603 /odpor vychyľ. cievok je cca 10 ohm proti odporu R 440 ohm týchto sériových odporov/.

V predchádzajúcej polperiode, kedy bol otvorený tranzistor T 602, nabil sa však kondenzátor C 627 C5 na napätie cca 15 V /viď parabolický priebeh na obr. C 1/. Prúd je preto dodávaný vybíjaním kondenzátora C 627.

Tento prúd prechádza diódou D 602 v jej priepustnom smere. Vytvára na nej napätie, ktoré zatvára tranzistor T 602. Jeho priebeh vidíme na obr. D 1 a pre lepšiu názornosť ho v opačnej polarite, teda ako napätie medzi bázou a emitorom tranzistora T 602, uvádzame na obr. D 2.

V prvej polovine činného behu je T 703 temer zatvorený. Zvýšené napätie na jeho kolektore zvýši prúd bázy T 704 cez R 715 M22, teda aj kolektorový prúd T 704, čím poklesne napätie na báze T 705 vzhľadom na spoločný odpor R 716 22k. Na počiatku priameho behu je teda spolu s T 703 zatvorený aj T 705 a s ním "spodný" koncový tranzistor T 603.

Pri otvorených tranzistoroch T 705 a T 603, úbytok napätí na sériovej dvojici R 629 - R 630 zatvára tranzistor T 602 a otvára diódu D 602.

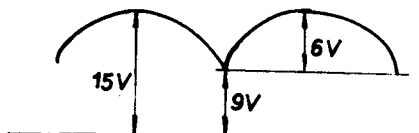
Na emitore T 602 je teda vždy napätie vyššie, než na jeho báze. Prerúšením prúdu cez T 603 stúpne napätie na báze T 602, uzavrie sa dióda D 602 a T 602 sa temer úplne otvorí.

Toto zjednodušené vysvetlenie nám umožnilo pochopiť striedanie činnosti obidvoch tranzistorov koncovej dvojice čo sa týka prúdu, ktorý dodávajú pre vychyľovacie cievky.

V skutočnosti musí byť prúd tranzistorom T 602 riadený, aby jednak jeho maximálna hodnota na počiatku priameho behu odpovedala potrebnému rozmeru obrazu a jednak klesala k nule s priebehom, ako na obr. A 3. Tranzistor T 603 sprostredkúva riadenie prúdu tranzistora T 602 cez odpory R 629 - R 630.

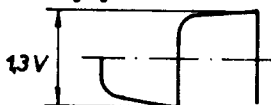
Obr. C 1

Parabolické a js napätie na C 627



Obr. D 1

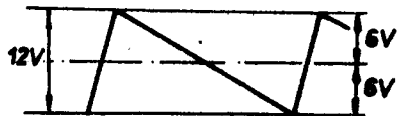
Napätie na D 602 medzi  
jej anódou a katódou



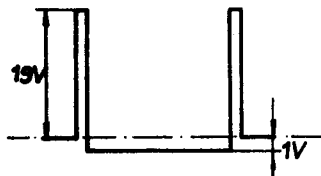
Obr. D 2

Napätie na D 602  
z hľadiska napätia  
báza emitor T 602

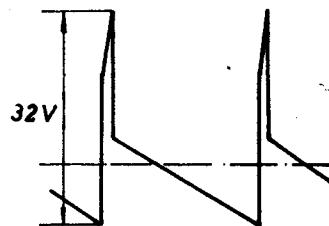




Obr. E 1  
Napätie na  $R_{ciev.}$



Obr. E 2  
Napätie na  $L_{ciev.}$



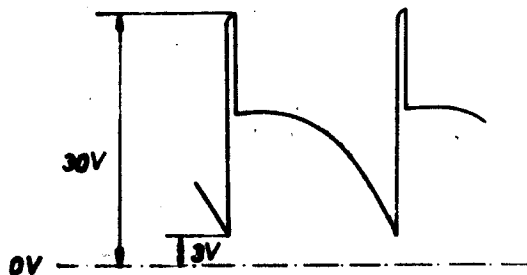
Obr. E 3  
Celkové napätie

### Pomery pri spätnom behu

Pretože vychylovacie cievky tvoria záťaž nielen ohmickú, ale aj induktívnu, musí byť pre pilovitý priebeh prúdu na nich napätie, zložené z pilovitého napätia, vytváraného na ich ohmickom odpore a rovnakého priebehu ako prúd, a z impulzového napätia, daného známym vzorcom  $U_L = L \frac{di}{dt}$ , teda násobkom hodnoty indukčnosti a okamžitej zmeny prúdu.

Pre zjednodušenie zanedbáme vplyv "esovitej" úpravy vychylovacieho prúdu a budeme ho považovať za úplne lineárny. Podľa TV normy je doba trvania snímkového zatemňovacieho impulzu rovná 6 % z celkovej doby polsnímku "V". Preto smie trvať spätný beh, s ohľadom na potrebnú rezervu, maximálne asi 5 % z doby V. Bude teda napätie na indukčnosti vychyľ. cievok pri spätnom behu asi 20x vyššie než pri priamom /činnom/ behu.

Indukčnosť našich vertikálnych cievok je 16 mH a zmena prúdu medzi max. zápornou hodnotou na konci činného behu a max. kladnou hodnotou na jeho začiatku je až 1,2A. Doba spätného behu je, ako ľahko vyrátame, približne 1 msec. Z toho nám vychádza napätie pri spätnom behu na indukčnosti cievok cca 19 V. K tomu prirátajme napätie na ohmickom odpore /10 ohm/, ďalších 12 V. To pri prirátaní napätia -1 V, ktoré vzniká na indukčnosti pri činnom behu sa rovná spolu 32 V pre plnú amplitúdu vertikálu a ideálne rovný spätný beh, pričom napätie zdroja je 30 V. Priebeh jednotlivých napätí a ich výslednicu vidíme na obr. E1 - E3. Ak k priebehu E 3 prirátame ešte napätie cca 9 V, ktoré je na C 627 pri začiatku spätného behu /obr. C 1/, dostávame súčet 41 V. Pretože napätie zdroja  $U_C$  je 30 V bude špička napätia na konci spätného behu v skutočnosti odrezaná, čo však znamená len to, že spätný beh prebieha nelineárne a s ohľadom na súčasný zatemňovací impulz vôbec nevadí.



Obr. E 4  
Priebeh napätia na vstupe vychylovacích cievok proti kostre, ako súčet priebehov E 3 a C 1 /bez "S"-korekcie/, s omedzením vplyvom napájacieho napätia

Spätný beh je vyvolávaný záporným napäťovým impulzom na báze T 703, ktorý úplne uzavrie tento tranzistor a tým aj T 603. Uzavretie tranzistora T 603 nasleduje potom, čo jeho prúd dosiahol maximum /z hľadiska prívodu k vycnyľ. cievkam od emitora T 602 záporné/. Prerušenie prúdu cez T 603 vyvolá kladný napäťový impulz na emitore T 602, ktorý prekročí napätie zdroja C, a preniesie sa cez kondenzátor C 624 20  $\mu$ F a odpor R 630 220  $\Omega$  na bázu T 602. To vyvolá prúd cez P-N prechod báza - kolektor T 602, čím sa otvorí tento tranzistor, ale v obrátenom smere /inverzný režim/: funkciu kolektora prevezme emitor

a naopak. Súčasne sa otvorila dióda D 603, ktorá odľahčí tranzistor T 602, takže v prvej polovine spätného behu tečie prúd z vychýl.cievok do zdroja cez oba tieto prvky.

Dióda D 603 má hlavne ochrannú funkciu a spätný beh prebieha prakticky rovnako aj keď ju vypojíme. Do konca aj bez kondenzátora C 624 môže T 602 pracovať v inverznom zapojení, pretože bazový prúd dostane cez diódu D 602. Zapojenie s odpormi R 629 - R 630 a kondenzátorom C 624 /tzv. obvod "bootstrap"/, ktoré zavádza kladnú spätnú väzbu, zabezpečuje, že aj pri nízkom napájacom napätí bude spätný beh dostatočne krátky; C 624 sa pri činnom behu nabíja cez R 629 zo zdroja C na určité napätie, ktoré sa teraz prirátava k napätiu na emitore a zabezpečuje potrebný vysoký prúd bázy.

V druhej polovine spätného behu pracuje tranzistor T 602 normálne: po klesnutí prúdu vo vychýl.cievkach na nulu by sa prúd tlmenými kmitmi zastavil. Zastavenie prúdu však znamená tiež zánik kladného napätia, indukovaného na indukčnosti cievok. Preto emitor T 602 je záporný proti kolektoru a keďže teraz tečie bazový prúd cez R 629 - R 630, je tento tranzistor úplne otvorený. Vychýlovacie cievky sú pripojené na zdroj cez malý odpor tranzistora, ktorý je na hranici saturácie. Každé spomalenie narastania prúdu cez T 602 vyvolá totiž zníženie napätia na emitore a to opäť zvýšenie prúdu bázy.

Narastanie prúdu zo zdroja do vychýlovacích cievok pokračuje až do skončenia záporného impulzu na T 703. T 703 sa postupne otvára a s ním aj T 603. Tým sa znižuje napätie na báze T 602 a začína činný beh.

#### Činný beh a prechod vychýlovacieho prúdu cez nulu.

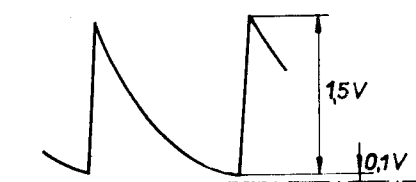
Priebeh napätia na báze T 703, ktorého horná hrana mierne stúpa /na bežnom osciloskope temer nepozorovateľne, vid' obr. G 1/, je po zosilnení na báze tranzistora T 603, vid' obr. B 1. V prvej polovine činného behu len málo prekračuje záverné napätie tranzistora a kolektorový prúd T 603 má nízku, pomaly stúpajúcu hodnotu. Stúpanie  $I_K$  T 603 znižuje napätie na báze T 602, preto postupne kolektorový prúd tohto tranzistora klesá. S ním klesá aj napätie na emitore, ale pomalšie, vplyvom parabolického napätia, ktoré vzniká priechodom vychýlovacieho prúdu cez kondenzátor C 627 G 5 /vid' obr. C 1 a E 4/. Akonáhle klesne  $U_{BE}$  tranzistora T 602 pod cca 0,5 V, prúd cezeň zanikne. Zánik  $I_K$  T 602 nespôsobí však prerušenie prúdu cez vychýlovacie cievky. Okamžite sa otvorí dióda D 602, ktorá pripojí vychýlovacie cievky na kolektor T 603, a cievkami prechádza stúpajúci prúd v opačnom smere, vybíjaním C 627. Potrebný skok napätia asi 1 V /vid' obr. D 1, strednú časť/ vytvorí sa na indukčnosti vychýl.cievok: zastavenie klesajúceho prúdu znamená, že sa zruší záporné napätie 1 V, vyvolávané na ich indukčnosti podľa obr. E 2, teda, že napätie na anóde diódy stúpne o 1 V. Súčasne zastavenie prúdu cez vychýl.cievky znamená zastavenie klesajúceho priebehu napätia na odpore R 634, ktoré je privádzané reťazou zápornej spätnej väzby na bázu tranzistora T 703 a znižuje stúpanie budiaceho napätia. To sa rovná prudšiemu vzostupu budiaceho napätia na báze T 703 a T 603, a teda príslušnému poklesu napätia na odporoch R 629 - R 630. Celý proces je tak rýchly, že zvislé vychýlenie prebieha lineárne ďalej a príslušné skoky napätia môžeme pozorovať iba na samotnej dióde, obr. D 1 - D 2, a na báze T 603, obr. B 1. Tvar napätia na báze T 603 v druhej polovine činného behu však neznamená, že je takýto aj priebeh bazového prúdu - tento je približne lineárny, a prudký vzostup napätia s neskorším spomalením narastania vzniká pripojením nízkej impedancie vychýlovacích cievok na kolektor, čo vyvolá zvýšenie vstupného odporu tranzistora, ktorý sa opäť zvyšovaním  $I_K$  potom znižuje.

#### Korekcia priebehu zápornou spätnou väzbou

Kmitočtovo nezávislá záporná spätná väzba môže znížiť na minimum skreslenie, ktoré vzniká nelineárnosťou zosilňovača, nemôže však odstrániť nelineárny priebeh vychýlovacieho prúdu,

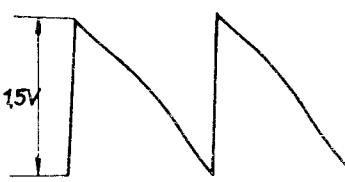
ktorý vzniká mimo vlastný zosilňovač. Ak by vychyľovacie cievky boli pripojené na výstup zosilňovača cez ideálny transformátor, alebo veľmi veľký kondenzátor /pričom by musel byť samozrejme tranzistor T 603 napájaný z vlastného zdroja/, stačilo by - ak zatiaľ odhliadneme od S-korekcie - pri lineárnom budiacom napätí previesť zápornú spätnú väzbu z výstupu odporovým deličom. Naš väzobný kondenzátor má však veľkosť omezenú, jeho impedancia pri 50 Hz je porovnateľná s odporom vychyľovacích cievok, a nemôžeme ho príliš zväčšovať. Parabolické napätie, ktoré sa na ňom priechodom pilovitého prúdu vytvára, sa však odratúva od napätia, ktoré je k dispozícii pre vychyľovacie cievky na výstupe zosilňovača, viď obr. E 4. Spätná väzba musí teda zabezpečiť, aby na emitore T 602 a anóde D 602 bolo napätie, ako je znázornené na obr. E 4, pričom prúd cez výstupné tranzistory má prebiehať lineárne. /Je to podobný prípad, ako u obvodov s elektrónkami a transformátorom, kde však musíme zabezpečovať s ohľadom na paralelné zapojenie transformátora a vychyľovacích cievok nelineárny priebeh prúdu pri lineárne klesajúcom napätí. U elektrónok k tomu potrebujeme namiesto rovnej "pily" prehnutie v budiacom napätí na mriežke koncovkej elektrónky, ktoré vyzerá podobne ako priebeh na obr. E 4, ale v obrátenej polarite/.

Keďže máme mať na emitore T 602 napätie podľa obr. E 4, musíme napätie na báze tohto tranzistora tomu prispôbiť, teda dosiahnuť podobný priebeh, hoci s menej vyjadreným ohybom, pretože prúd bázy má klesať. Musí byť preto príslušne upravený pilovitý priebeh na báze T 703 a s ním aj na báze T 602. K tomu účelu je privádzané spätnoväzobné napätie z odporu R 634 1j5, ktoré bez S-korekcie je pilovité, /viď obr. F 2/, cez mierne derivujúci člen C 629 1 $\mu$ F - P 603 - R 637 4k7 na bázu T 703. Impedancia C 629 je pri 50 Hz asi 3 k $\Omega$  a priebeh za týmto kondenzátorom /obr. F 1/ sa po príslušnom zoslabení skladá s napätím, ktoré je cez C 708 a R 713 privádzané na bázu T 703. Ovplyvňuje najmä linearitu v hornej polovici obrazu, ktorú nastavujeme potenciometrom P 603.



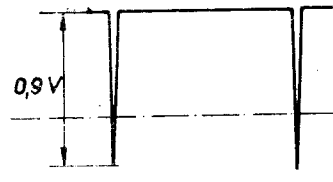
Obr. F 1

Spätnoväzobné napätie - priebeh v spoločnom bode R 636-C 629-R 635-P 603



Obr. F 2

Priebeh na odpore R 634



Obr. G 1

Priebeh na báze T 703

K tejto tzv. C-korekcii, kde korekčné napätie odpovedá krivke druhého stupňa, pristupuje ešte S-korekcia: Z kondenzátora C 627 je privádzané integrované parabolické napätie, ktoré odpovedá krivke 3.stupňa, tak isto cez P 603 a R 637 na bázu T 703 /v priebehu na obr. F 1 je už zachytené, hoci s ohľadom na silnú C-korekciu to nemôžeme rozoznať/.

Za integračný člen slúži odpor R 635 M15 v sérii s potenciometrom P 607 M22 a kondenzátor C 629. Pretože impedancia tohto kondenzátora je, ako už vieme, mnohokrát menšia než súčet uvedených ohmických odporov, je "esovitá" napätie privádzané na P 603 veľmi malé, ale dostatočné k účinnej korekcii.

Ochrana proti prenikaniu impulzov z riadkového rozkladu je zabezpečená kondenzátormi C 709 1n a C 632 4n7 /3n3/, ktorých impedancia je pre napätové zložky vertikálneho rozkladu vysoká, ale nízka pre riadkový kmitočet. Po dlhších skúsenostiach s ich účinkom boli v novších sériách vypustené kondenzátory C 633, C 663 a C 631, ktoré pre filtráciu riadkového kmitočtu sa ukázali nepotrebné a naopak v niektorých prípadoch spôsobovali nestabilitu vertikálneho koncového stupňa. Na ochranu proti vlastnému rozkmitaniu obvodu sú vychyľovacie cievky premostené sériovou kombináciou C 626 1 $\mu$ F a R 633 1k2. Tým je indukčnosť vychyľovacích cievok pre kmitočty niekoľkonásobne vyššie než vertikálny kmitočet premostená odporom 1k2. Kondenzátor C 628 10 $\mu$ F sa v praxi ukázal tiež ako nepotrebný. Preto je v neskorších sériách vypustený.

Stabilizácia pracovného bodu

K nastaveniu pracovného bodu koncového stupňa slúži potenciometer - trimer P 607 M22 v sérii s odporom R 636 M15, ktoré tvoria delič napätia s odporom R 635 33k. Nastavuje sa tak, aby na prívode k vychýľ. cievkam, t.j. emitore T 602, bolo 13 V, pri súčasnej kontrole linearity /nastavenie pracovného bodu ovplyvňuje hlavne linearitu spodnej časti obrazu/. Pri malej hodnote P 607 je privedené kladné "predpätie" z C 627 na bázu T 703 a tým na bázu T 603 príliš veľké. T 602 je viac brzdený a prúd T 603 stúpa rýchlejšie. Ku koncu činného behu sa C 627 vybije na príliš nízke napätie, takže dochádza ku klesaniu prúdu tranzistora T 603 ešte pred začiatkom spätného behu, čo sa prejaví preložením obrazu na spodnom okraji.

Pri zvýšenej hodnote P 607 sa zvyšuje prúd T 602, C 627 sa ním nabíja na vyššiu hodnotu a na konci činného behu dosahuje miernejšie stúpajúci prúd cez T 603 s ohľadom na vyššie kolektorové napätie potrebnú maximálnu hodnotu. Jednosmerná spätná väzba privádzaná na bázu T 703 cez P 603 - R 637 pôsobí aj stabilizačne: ak napr. vplyvom stárnutia, alebo oteplenia sa zväčší prúdový zosilňovací činiteľ tranzistora T 602 v pomere proti prúdovému zosilňovaciemu činiteľu tranzistora T 603, zníži sa odpor, predstavovaný týmito tranzistorom medzi jeho kolektorom a bázou, T 602 bude proti pôvodnému nastaveniu dodávať vyšší prúd pre vychýľovacie cievky než treba, čím sa mení linearita a posunie stred obrazu vo zvislom smere. Stredné napätie na jeho emitore bude vyššie. Jednosmerná spätná väzba spôsobí väčšie otvorenie T 703 a spolu s ním aj T 705 i T 603. Tak sa upravi súmernosť zapojenia teser na pôvodnú hodnotu a celková amplitúda zvisle sa tiež zvýši len zanedbateľne, pretože väčším otvorením tranzistora T 603 bude vyvolané zníženie bázového prúdu T 602. Okrem toho aj silná striedavá spätná väzba z odporu R 634 prispieva k udržaniu stabilnej amplitúdy a linearity.

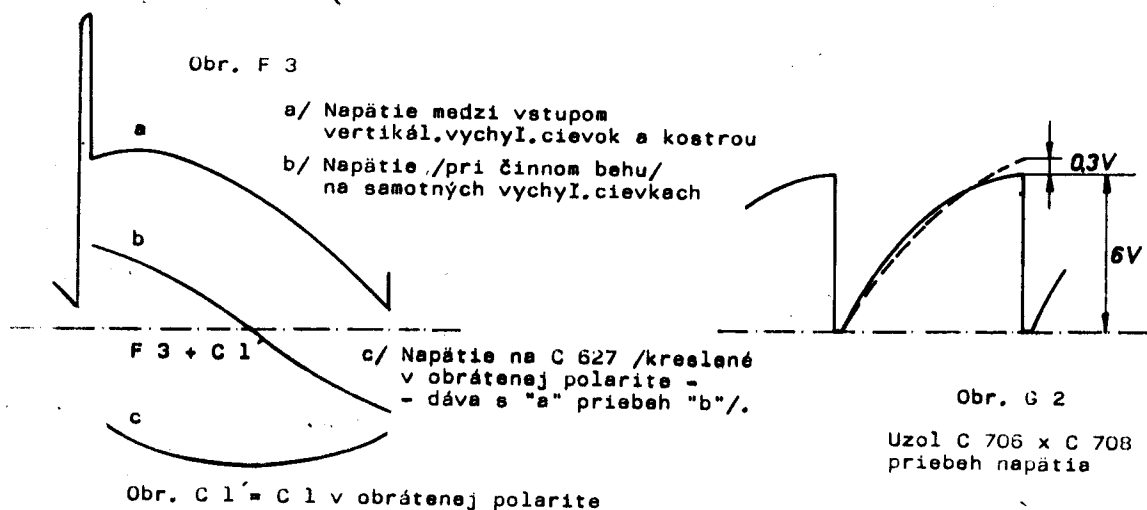
Predzosilňovač

Na zosilnenie pílovitého napätia z nabíjacieho kondenzátora C 705 1 $\mu$ F a spätnoväzobného napätia slúžia tranzistory T 703, T 704 a T 705. Táto kaskáda je potrebná hlavne pre docielenie potrebného stupňa zápornej spätnej väzby, pretože napätie z kondenzátora C 706 je samo o sebe dosťtočne vysoké. Bázy jednotlivých tranzistorov sú spojené s kolektorami predchádzajúcich tranzistorov priamo. Tranzistor T 705 je zapojený ako emitorový sledovač, aby mohol dodávať potrebný pomerne veľký prúd pre bázu koncového tranzistora T 603. Tranzistor T 704 je nutný pre zabezpečenie správnej polarizácie impulzného napätia. Ako sme povedali vpredu, napätie na kolektore T 705 sa neuplatňuje vo funkcii budiaceho napätia pre tranzistor T 602 a celé zariadenie by rovnako pracovalo aj ak by napájanie kolektora T 705 bolo zabezpečené cez zvláštny odpor a tento by nebol vôbec spojený s bázou T 602.

Priebeh na báze T 703 - obr. G 1 - nedáva skutočnú predstavu o priebehu bázového prúdu tohto tranzistora, je z neho však vidno, že pri spätnom behu je T 703 zavretý, ako sme už spomínali vyššie. Pretože predzosilňovač T 703 až T 705 nevznáša žiadnu zmenu vo forme impulzového napätia okrem obmedzovania zápornej špičky pri spätnom behu /ktorá nemôže prejsť z nuly na zápornú hodnotu /, môžeme považovať priebeh napätia na emitore T 705, viď obr. B 1, za tvarovú zhodnú s priebehom bázového prúdu T 703.

Priebeh napätia na báze tranzistora T 703 vzniká súčtom napätia z nabíjacieho kondenzátora C 706 - obr. G 2 - a spätnoväzobného napätia - obr. F 1 - po úprave ich amplitúd odporovým deličom R 713 22k - R 714 22k paralelne so vstupným odporom T 703. Pílovité napätie riadené kmitočtovo multivibrátorom T 701 - T 702, vzniká na kondenzátore C 706 1 $\mu$ F nabíjaním cez sériovú kombináciu P 602 M68 - R 711 M47 zo zdroja s jednosmerným napätím cca 300 V. Toto napätie odvodené zo spätných behov stabilizovaného horizontálneho vychýľovania dodáva dióda D 601 usmernením kladných impulzov riadkových spätných behov o napätí asi 400 V do sekundárneho vinutia VN transformátora. Ako nabíjací kondenzátor slúži C 622.

Pri nabíjaní kondenzátora C 706 je uzavretý tranzistor T 702 a na katóde diódy D 702 je kladné napätie. Synchronizačný impulz privedený na multivibrátor spôsobí jeho preklopenie, takže T 702 prejde rýchlo do vodivého stavu. Poklesom napätia na kolektore T 702 sa stane vodivou aj dióda D 702 a náboj na C 706 sa vybíja cez diódu a tranzistor na kostru. Pretože pre správnu funkciu vertikálneho zosilňovača je treba, aby spádová hrana impulzu po ukončení priameho behu bola čo najstrmšia, je vybíjanie podporované udržiavaním určitého kladného napätia v najnižšom bode priebehu na C 706 tak, aby odpor diódy D 702 bol v jej vodivom stave čo najmenší. K tomu slúži kondenzátor C 707 5  $\mu\text{F}$  v sérii s odporom R 712 18k. /Tzv. peaking = zostrmenie týlu impulzu/.



Obr. C 1 = C 1 v obrátenej polarite

Vzhľadom k veľkosti C 707 je striedavé napätie na ňom len malé /cca 0,25  $V_{\text{eff}}$ /, avšak udržuje sa na ňom jednosmerné kladné napätie 3 až 6,5 V, v závislosti od nastavenia rozmeru zvisle, teda hodnoty sériovo spojených odporov R 711 - P 602.

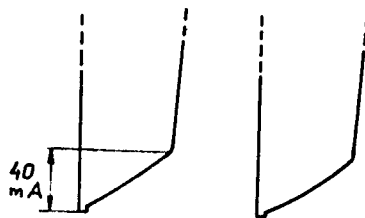
Článok R 712 - C 707 spôsobuje súčasne sploštenie pílovitého priebehu /viď obr. G 2/, čo je potrebné pre správny priebeh vychýlovacieho prúdu. Cez oddelovací kondenzátor C 708 1  $\mu\text{F}$  a spomenutý delič R 713 - R 714 prichádza pílovitý signál, zbavený jednostrannej zložky, na bázu T 703.

Pri vysvetľovaní funkcie koncových tranzistorov sme povedali, že tranzistor T 603 je trochu otvorený aj v dobe keď cezeň nepreteká prúd do vychýlovacích cievok. Na obr. H 1 vidíme priebeh prúdu cez tranzistor T 603 a na obr. H 2 jeho zväčšenú časť v prvej polovine činného behu. Vidíme, že prúdový priebeh má tvar potrebný pre budenie tranzistora T 602.



Obr. H 1

Priebeh prúdu cez T 603

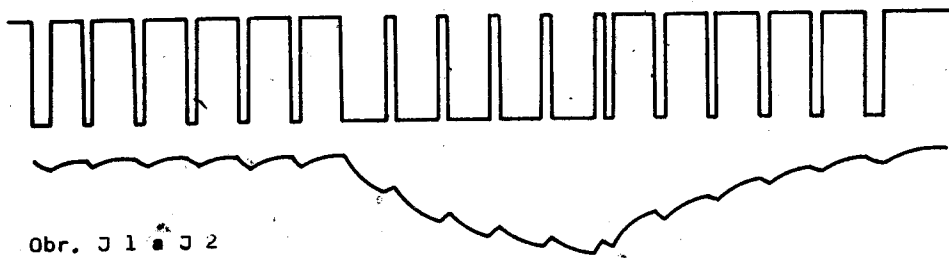


Obr. H 2

Zväčšená časť prúdu cez T 603 v prvej polovine činného behu

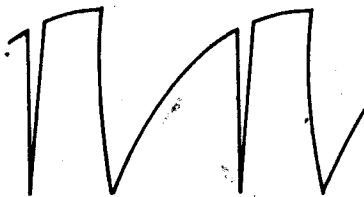
Multivibrátor

Multivibrátor je osadený tranzistormi T 701 a T 702. Jeho kmitočet je riadený potencio-  
metrom P 601 a synchronizácia je zaistovaná synchronizačnými impulzmi, privádzanými  
v zápornej polarite z emitora tranzistora T 601. Integrovaný článok tvoria odpory  
R 701 4k7, R 703 4k7 a kondenzátory C 701 10k, C 710 47k.  
Vznik integrovaného synchronizačného impulzu zápornej polarity vysvetľujú obr. J 1 a J 2.



Obr. J 1 a J 2

Vznik integrovaného synchronizačného impulzu zápornej polarity



Obr. J 3

Rozesyndronizovaný stav - synchronizačné impulzy

Počas riadkových synchronizačných impulzov a vyrovnávacích impulzov pred vertikálnym  
synchr. impulzom nabíja sa kondenzátor C 701 cez R 701 na kladné napätie, ktoré pred  
príchodom vertikálneho impulzu dosiahne ustálenú úroveň, rovnú napätiu na emitore  
T 601 /cca 15 V/. Príchod série piatich vertikálnych synchr. impulzov znamená, že na  
emitore T 601 je kladné napätie len v úzkych prestávkach medzi impulzmi a počas  
širokých vertikálnych synchr. impulzov je nulové. Preto sa kondenzátor C 701 začne  
vybíjať obráteným pochodom, ako poznáme z integrácie kladných impulzov, smerom k nule.  
Jednosmernú zložku odstráni C 702 M1 a dvojité integrované synchronizačné impulzy,  
privádzané do spoločného bodu odporov R 710 10k - R 707 10k spôsobia v tomto bode  
i na kolektore T 702 krátkodobý pokles napätia, ktorý sa prenesie na bázu tranzistora  
T 701 cez C 705 a R 705 a tým spustí spätný beh.  
Synchronizačné impulzy môžeme pozorovať v rozesyndronizovanom stave, viď obr. J 3.

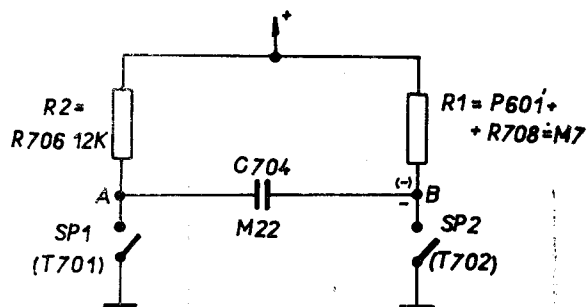
Činnosť multivibrátora

Multivibrátor používaný v generátoroch vertikálneho rozkladu, kmitá samozrejme aj bez  
privádzania synchronizačných impulzov a preto sa nazýva tento druh multivibrátora  
estabilným.

Pre lepšie porozumenie striedavého nabíjania a vybíjania väzobných kondenzátorov  
C 704 M22 a C 705 68k, nahradíme spínicu činnosť tranzistorov dvoma obyčajnými spínačmi.  
Zjednodušená schéma pre činnosť kondenzátora C 704 je na obr. K 1, pre činnosť kondenzá-  
tora C 705 na obr. K 2.

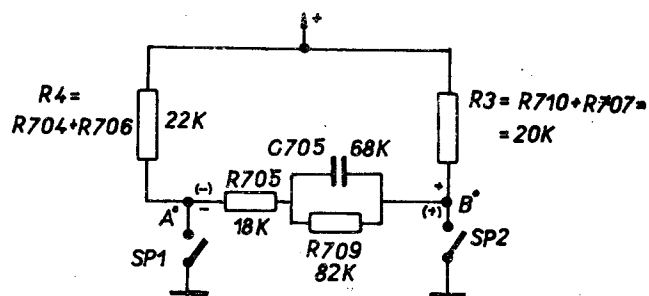
Zdroj napätia, cca +12 V, je v spoločnom bode R 702 15k - C 703 1  $\mu$ F. Pre jednoduchosť  
zanedbáme odpory, predstavené tranzistormi v ich vodivom stave, a to tak pre obvod  
kolektor - emitor ako pre úsek báza - emitor, aj pripojenie bázy T 702 na delič P 601 -  
- R 644 zo zdroja 30 V.





Obr. K 1

Zjednodušená schéma pre činnosť kondenzátora C 704



Obr. K 2

Zjednodušená schéma pre činnosť kondenzátora C 705

### 1. Schéma na obr. K 1

#### 1.1 Stav, pri ktorom je vodivý T 702 /Sp 2 zapnutý, Sp 1 vypnutý/:

Kondenzátor C 704 sa nabíja cez R 2 a Sp 2, v bode A vznikne kladné napätie /označíme ho  $+U_1$ /.

#### 1.2 Stav pri ktorom je vodivý T 701 /Sp 1 zapnutý, Sp 2 vypnutý/:

Kladné napätie na kondenzátore C 704 je pripojené na zem. Kondenzátor je však nabitý na napätie  $U_1$ , preto v bode B sa objaví záporné napätie  $-U_1$ . Toto sa pomaly vybíja do zdroja cez R 1 a spojený spínač Sp 1. Doba vybíjania je určená násobkom  $R 1 \times C 704$  a napätím zdroja. Po vybití kondenzátora C 704 začne sa tento nabíjať v bode B na kladné napätie, čo má za následok preklopenie multivibrátora, teda zapnutie Sp 2 a vypnutie Sp 1.

### 2. Schéma na obr. K 2

#### 2.1 Sp 1 je zapnutý: cez R 3, R 705 18k a Sp 1 sa nabíja C 705 na napätie, ktoré označíme ako $+U_2$ , v bode B'.

#### 2.2 Sp 2 je zapnutý: bod B' je spojený cez Sp 2 s kostrou. V bode A', ktorý je teraz odpojený od kostry, sa preto objaví záporné napätie. Toto napätie bude s ohľadom na odporový delič R 4 - R 705 nižšie, než $U_2$ . Dôvod zaradenia tohto deliča vysvetľujeme ďalej, pre samotné preklápanie multivibrátora nie je delič nutný. Záporné napätie v bode A' je dostatočne vysoké, aby tranzistor T 701 bol nevodivý.

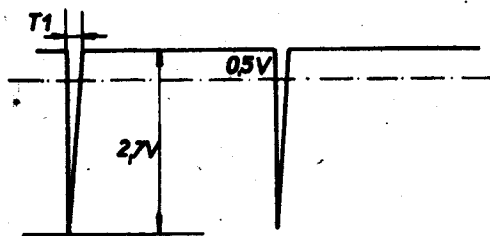
Náboj na kondenzátore C 705 sa postupne vybíja cez odpor R 709 82k a vybíjanie urýchľujú odpory R 705, R 4, pripojené na zdroj. Táto sériová kombinácia je pripojená cez Sp 2 a zdroj paralelne k R 709, vybíjanie C 705 je však rýchlejšie než by vychádzalo podľa výpočtu násobku C 705 s výsledným efektívnym vybíjajúcim odporom, pretože R 4 je pripojený na zdroj kladného napätia.

Po ukončení vybíjania začne sa C 705 v bode A' nabíjať kladne, čo spôsobí preklopenie multivibrátora a teda zapnutie Sp 1 a vypnutie Sp 2.

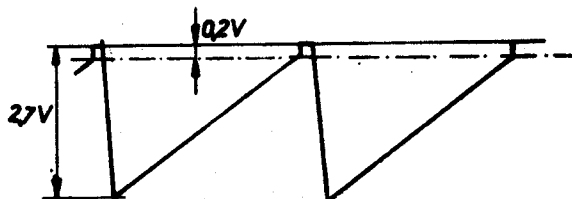
Prepínanie spínačov Sp 1 a Sp 2, ktoré sme uvažovali ako náhradu za činnosť tranzistorov T 701, T 702, sa deje lavinovitým pochodom, ktorým sa prúd jedným tranzistorom za veľmi krátku dobu preruší a v druhom tranzistore dosiahne svoju maximálne možnú hodnotu /stav saturácie/.

Napríklad bezprostredne po vybití kondenzátora C 704 je na báze tranzistora T 702 nulové napätie. Toto však nestačí pre vznik bázevého prúdu. Pretože je súčasne tranzistor T 701 ešte v plne vodivom stave, je druhý koniec kondenzátora C 704 prakticky pripojený na kostru a zo strany bázy tranzistora T 702 sa C 704 začne nabíjať kladne cez P 601 - R 708. Po prekročení asi 0,15 V začne báza T 702 a teda aj celým tranzistorom tiecť prúd, ktorý vyvolá pokles napätia na jeho kolektore /pri zavretom T 702 tam bolo napätie blízke napätiu zdroja, cca +9 V/.

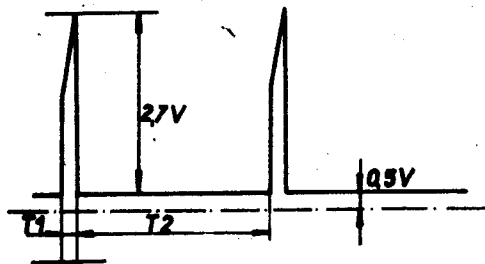
Na nasledujúcej strane sú uvedené napätové priebehy na bázach a kolektoroch oboch tranzistorov ako aj na kondenzátore C 705.



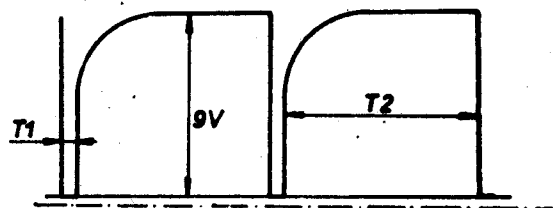
Obr. L 1  
Priebek napätia na báze T 701



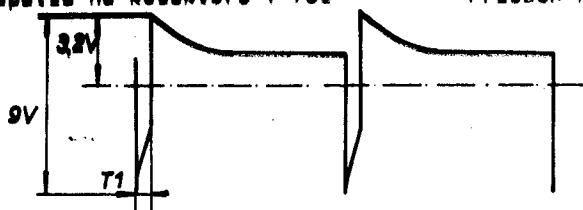
Obr. L 3  
Priebek napätia na báze T 702



Obr. L 2  
Priebek napätia na kolektore T 701



Obr. L 4  
Priebek napätia na kolektore T 702



Obr. L 5

Uzol C 705 x R 705

Zníženie napätia na kolektore T 702 sa okamžite preniesie na bázu tranzistora T 701 cez C 705 a R 705. To spôsobí zníženie kolektorového prúdu tranzistora T 701 a zvýšenie napätia na kolektore T 701, ktoré sa opäť ihneď preniesie cez C 704 na bázu T 702. Nastane lavínovitý priebek narastania prúdu cez T 702 a klesania prúdu cez T 701, takže za čas, ktorý je tak krátky, že ho ani neziatime bežným osciloskopom, sa T 701 uzavrie a T 702 úplne otvorí.

Nastane ustálený stav, pri ktorom prúd z tranzistora T 702 sa udržiava na maximálne novej hodnote /saturácia/. V tejto dobe sa vybíja náboj na kondenzátore C 705 a nabíja sa C 704 /čas T 1 na obr. L 1 až L 5/. Po vybití C 705 nastane opačný lavínovitý pochod: prúd tranzistora T 701 sa prudko zvýši na saturačnú hodnotu a tranzistor T 702 sa uzavrie. Po ustálení sa nabíja C 705 a vybíja sa C 704.

Význam odporu R 705:

Povolené max. napätie medzi bázou a emitorom tranzistorov typu KC 148 je 5 V. Za dobu činného behu, ktorá tvorí asi 95 % celej periódy kmitania multivibrátora, ustáli sa napätie na kolektore tranzistora T 702 na hodnote blízkej napätia zdroja /+9 V/. Z toho plynie, že aj kondenzátor C 705, zapojený na kolektor T 702, sa nabíja na túto hodnotu, o čom svedčí aj oscilogram L 5. Napätie -9 V, ktoré by po uzavretí tranzistora T 701 bolo na jeho báze, je príliš veľké. Preto je medzi kondenzátor C 705 a bázu T 701 zapojený odpor R 705 10k a medzi bázu a kolektor T 701 odpor R 704 10k. Pri zavretí T 701 je potom na báze len asi -2,7 V. Týmto zapojením sa zabezpečuje súčasne nízke napätie na kolektore T 701 pri spätnom behu, kedy je zatvorený. Kolektor je v tejto dobe pripojený cez R 704 a R 705 na záporné napätie na C 705, takže napätie na ňom neprekročí asi 3 V. To opäť má za následok, že na báze T 702 je len toto pomerne nízke záporné napätie v dobe keď je T 702 zatvorený. /V bode A z obr. K 1 je pri spojení Sp 2 k dispozícii nie napätie zdroja, ale len cca 3 V, pretože Sp 1 je premostený hore uvedeným obvodom/.

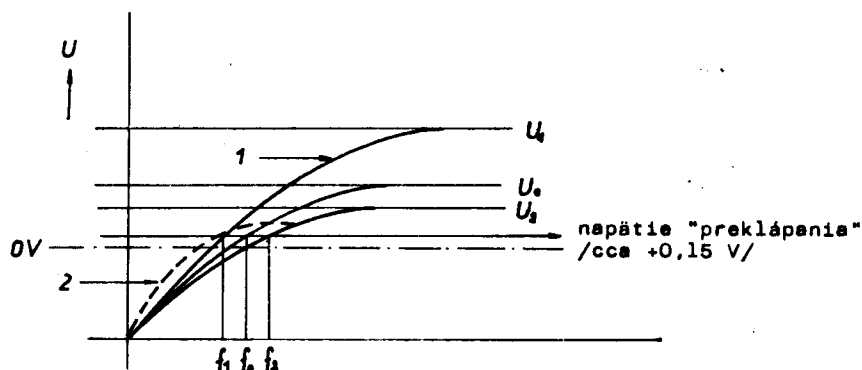
Aby pri poruche obvodu tranzistora T 701 nemohlo napätie na báze tranzistora T 702 prekročiť kritickú hranicu, je medzi ňu a kolektor zapojená ochranná dióda D 701.

V predchádzajúcom popise sme pre jednoduchosť predpokladali, že kondenzátor C 704 M22, ktorého doba vybíjania určuje kmitočet multivibrátora, sa vybíja "do zdroja".

V skutočnosti je potenciometer P 601, pripojený jedným koncom na zdroj "C", druhým svojím koncom spojený okrem s odporom R 708 ešte s odporom R 644 M68, ktorý vedie na kosť. Toto zapojenie sa chová tak, ako odpor, ktorý je pripojený na premenlivé napätie a ktorého hodnota sa tiež mení, v závislosti na polohe bežca P 601. Týmto dosahujeme pomerne veľký rozsah nastaviteľnosti vlastnej frekvencie multivibrátora s dobrým priebehom regulácie.

Pripojenie nabíjacieho odporu na kladné napätie umožňuje dosiahnuť temer lineárny priebeh vybíjania, čo je výhodné, pretože to znižuje vplyv nežiadúcich poruchových impulzov na zasynchronizovanie - viď obr. M 1, porovnanie priebehu 1 s priebehom 2.

Z obr. M 1 tiež vidíme, ako sa mení kmitočet zmenou napätia, do ktorého sa kondenzátor vybíja.



Obr. M 1

Riadenie kmitočtu u multivibrátora

Budiaci generátor riadkového rozkladu

Ako budiaci generátor riadkového rozkladu je použitá elektrónka E 3 - PCF 802, ktorá je špeciálne určená na túto funkciu. Táto elektrónka zostáva dve funkcie:

- vlastný sínus oscilátor /pentódomá časť/, ktorého kmitočet je riadený reaktančnou elektrónkou /triódomá časť/
- tvarovací obvod, ktorý tvaruje sínusový priebeh na impulzový, potrebný pre budenie koncového stupňa riadkového rozkladu.

Triódomá časť elektrónky PCF 802 je pripojená na LC obvod sínus oscilátora svojou anódou. Napätie z anódy nie je privádzané na mriežku triódy žiadnym zvonka zapojeným kondenzátorom, pretože na získanie napätia na mriežke, ktoré predchádza anódové napätie o približne  $90^\circ$ , stačí medzielektródomá kapacita  $C_{ag}$  /1,5 pF/, ktorá spolu s odporom R 613 56k tvorí potrebný fázovací člen. Kapacita mriežky proti katóde / $C_g = 2,4$  pF/ má pre riadkový kmitočet asi 70 $\Omega$  vyššiu reaktanciu než je k nej paralelne pripojený odpor R 613, takže sa v tomto zapojení prakticky neuplatňuje. Napätie z anódy, ktoré prichádza na mriežku cez vysokú reaktanciu kapacity anóda-mriežka je vydelené asi na 1/100. Proti druhým zapojeniam, kde pomer medzi reaktanciou vonkajšej kapacity a príslušným mriežkovým odporom je asi 20 : 1, je teda účinnosť riadenie celkovej kapacity oscilátora znížené. Napriek tomu sa dosahuje potrebná strmosť regulačnej charakteristiky, t.j. závislosť zmeny kmitočtu na regulačnom napätí, a to tým, že pri použití zapojení oscilátora je zmena kapacity, predstavovanej triódou PCF 802 /pri ktorej sa zvýšením regulačného napätia na mriežke zvyšuje strmosť a s ňou kapacita/, dopĺňované účinkom súčasnej zmeny vnútorného odporu triódy: znížením  $R_i$  triódy, ktorý predstavuje odpor, zapojený paralelne k cievke L 601 a kondenzátoru C 611, sa tak isto znižuje oscilačný kmitočet. Aj striedavé napätie na C 609, ktoré je oneskorené za anódovým prúdom, zvyšuje účinok reaktančnej elektrónky.

Regulačné napätie je na mriežku triódy privádzané z potenciometra P 604 cez už uvedený odpor R 613. Odpor R 609 a R 610, ktorými je v prestávke medzi impulzmi čiastočne vybíjaný kondenzátor C 605 47k, majú proti starším typom zníženú hodnotu /M 22/, čím sa za cenu mierne zhoršenej odolnosti proti rušeniu synchronizácie zabezpečilo spoľahlivé zasynchronovanie aj pri krajne nepriaznivých podmienkach a odstránil sa vplyv rozptylu charakteristik miniatúrnych selénových usmerňovačov D 610, D 611. Odolnosť proti rušeniu synchronizácie bola na druhej strane zvýšená zapojením tranzistora T 503, ako je vyvetlené v stati "Oddeľovač synchronizačných impulzov".

Obvod sínus oscilátora, zapojený medzi 1. a 2. mriežku pentódy PCF 802, pracuje ako oscilátor s ladeným obvodom mriežke, pričom tieniace mriežka má funkciu anódy. Veľká amplitúda oscilačného napätia na 1. mriežke, s ktorou je napätie na druhej mriežke v protifáze, zabezpečuje spolu s členom R 618 - C 613 potrebný tvar i amplitúdu výstupného napätia na anóde pentódy, privádzaného ako budiace napätie na mriežku koncovej pentódy riadkového rozkladu, E 1.

Koncový stupeň riadkového rozkladu

Zapojenie koncového stupňa riadkového rozkladu je klasické. Elektrónka PL 504 /E 1/ slúži ako spínač a elektrónka PY 88 /E 2/ ako účinnosťná dióda.

Transformátor koncového stupňa riadkového rozkladu slúži na prispôsobenie impedancie vychylovacích cievok na elektrónku a k získaniu vysokého napätia pre anódu obrazovky a tiež k získaniu ďalších pomocných napätí pre obvody TVP. Ako usmerňovač pre vysoké napätie je použitý selénový usmerňovač TV 20 /U 601/. Napájanie koncového stupňa riadkového rozkladu je z bodu A /+230 V/. Druhá mriežka elektrónky E 1 je napájaná tiež z bodu A cez rozpojovací kontakt na zásevke, ktorý slúži k vyradeniu koncového stupňa riadkového rozkladu z činnosti pri odpojení vychylovacích cievok. Týmto prerušením činnosti preruší sa tiež činnosť zdroja vysokého napätia pre anódu obrazovky a zamedzuje sa vypálenie bodu na obrazovke.

Na kondenzátore C 618 56nF vzniká pri činnosti koncového stupňa riadkového rozkladu zvýšené kladné jednosmerné napätie 850 V. Pomocou odporových deličov sa z tohto napätia získava 500 V pre napájanie druhej mriežky obrazovky a stabilizovaných cca 280 V. Toto napätie je stabilizované pomocou NZO 602 /WK 681 43/.

Vinutie pre vychyľovacie cievky je oddelené od anódového vinutia a je voči kostre symetrické. Vychyľovacie cievky sú z tohto vinutia napájané cez linearizačný člen, tvorený linearizačnou cievkou L 602, paralelným odporom R 640 1k5 a sériovým kondenzátorom C 619, ktorý slúži pre tzv. "S" korekciu.

Kladné spätnobehové impulzy z vychyľovacieho vinutia sa používajú pre automatickú riadkovú synchronizáciu, kde je špičkové napätie 500 V. Z odbočky tejto časti vinutia odoberajú sa kladné impulzy o špičkovej hodnote cca 50 V pre obvod AVC. Záporné impulzy vychyľovacieho vinutia sa používajú k potlačeniu /zhášaniu/ riadkových spätných behov na obrazovke.

Koncový stupeň riadkového rozkladu je stabilizovaný pomocou NZO 601 /SV 1300/10 /. Kladné spätnobehové impulzy o hodnote 1300 V sa odoberajú z odbočky anódového vinutia transformátora cez regulačný potenciometrový trimer /P 605/, ktorý slúži pre nastavenie základného pracovného bodu koncovkej elektrónky PL 504. Pracovný odpor NZO 601 je R 622. Takto získané napätie sa vedie na prvú mriežku elektrónky PL 504 cez oddeľovací odpor R 619 a protizákmitový odpor R 620.

Koncový transformátor riadkového rozkladu je mechanicky usporiadený pre ľahkú výmenu usporiadaním vývodov na konektorovej lište. Je ladený na 3.harmonickú spätnobehových impulzov.

#### Regulácia jasu a zhášanie pri spätných behoch

Napätie na kolektore tranzistora T 801 je bez signálu /ak aj vyradíme šum skratovaním MB 4 v OMF zosilňovači/ pri regulátore kontrastu nastavenom na maximum asi 25 V.

Toto napätie odpovedá najsvetlejším častiam obrazu. Pre riadnu reguláciu jasu pri všetkých zmenách obrazového signálu je preto na jeden koniec potenciometra jasu P 901 privádzané záporné napätie, získavané z odbočky primáru sieťového transformátora cez usmerňovač D 606. Jeho hodnota je nastaviteľná potenciometrom - trimrom P 606 2M2. Aby pri vypnutí televízora bol okamžite potlačený elektrónový lúč, je druhý koniec potenciometra jasu pripojený cez tlejivku TL a odpor R 627 5M6 na zvýšené /"booster"/ napätie +850 V. Tlejivka je udržiavaná vo vodivom stave kladnými impulzmi spätného behu z primáru riadkového výstupného transformátora TR 2, pre ktoré obvod uzatvára kondenzátor C 620 10k. Pri vypnutí prijímača, alebo prerušení riadkového vychyľovania sa preruší preto prúd cez tlejivku a bežec potenciometra jasu dostáva plné záporné napätie z kondenzátora C 662 /-120 V/, ktoré potlačí katódový prúd obrazovky.

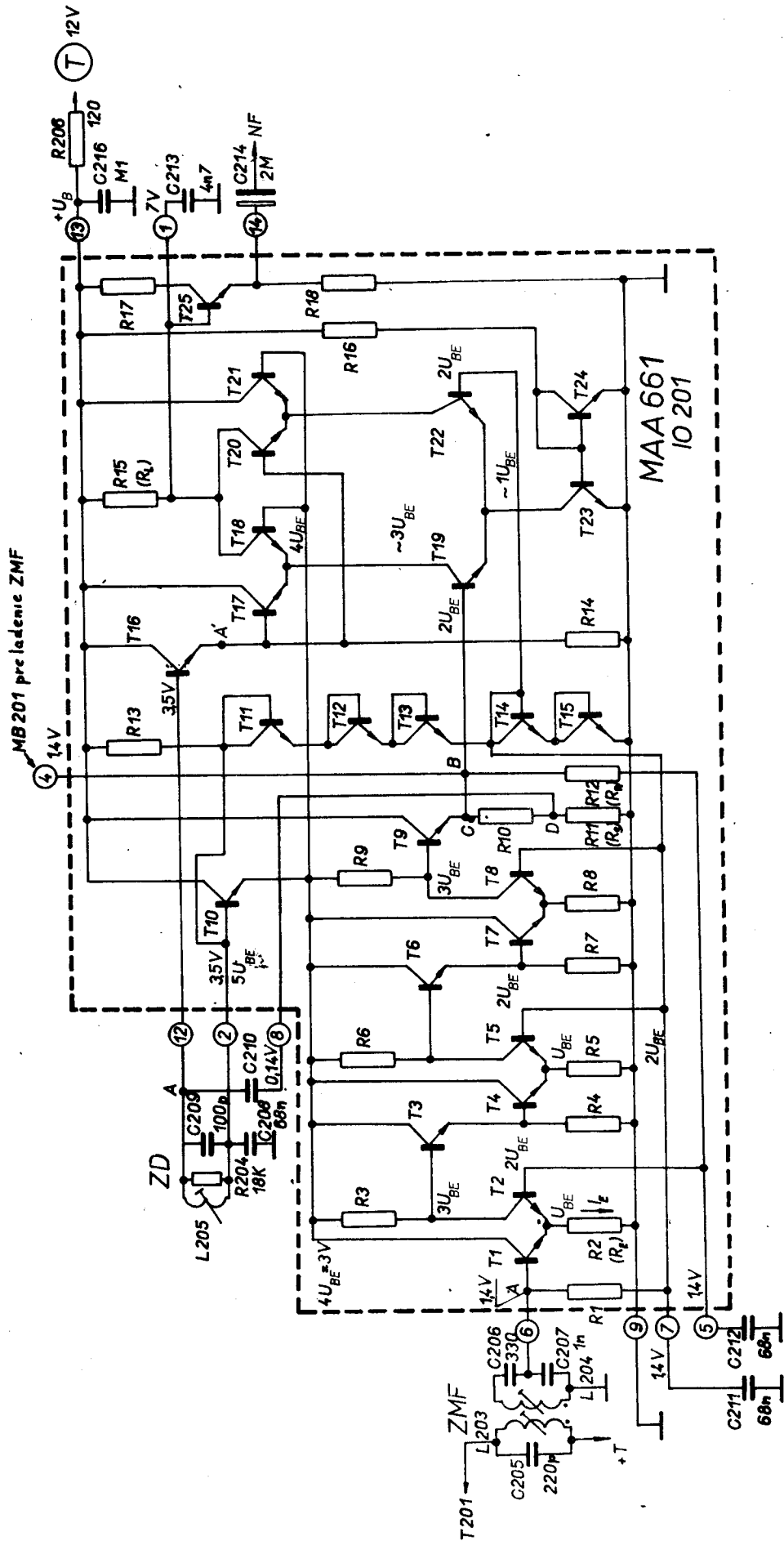
Riadkové zhášacie impulzy sú privádzané na "mriežku" obrazovky v zápornej polarite zo sekundáru riadkového transformátora cez delič R 628 47k - R 641 6k8 a oddeľovací kondenzátor C 621 4k7. Zhášacie impulzy vertikálu sú dodávané na katódu obrazovky po zosilnení v koncovom tranzistore video zosilňovača T 801. Prichádzajú v kladnej polarite na emitor T 801 cez tvarovacie diódy D 604, D 605 a oddeľovací odpor R 642 470  $\Omega$ . Diódy odrezávajú z priebehu napätia na vertikálnych vychyľovacích cievkach časť, ktorá vzniká pri činnom behu, aby počas činného behu nebol jas obrazovky ovplyvňovaný napätím vertikálneho stupňa.

Ostreňie obrazovky možno optimálne nastaviť regulovaním fokuzačného napätia pomocou potenciometra P 801 3M3 od nuly do cca +400 V.

### Napájac

Napájanie prijímača je kombinované. Napätie pre napájanie elektrónok sa získava priamo usmernením sieťového napätia a napätie pre napájanie tranzistorových a integrovaných obvodov sa získavajú usmernením napätí zo sieťového transformátora. Na primáre tohto transformátora je odbočka s odberom 300 mA pre sériové žeravenie elektrónok.

Ako usmerňovač sieťového napätia je použitá dióda D 650 /KY 700/. Pre ostatné obvody sú použité mostíkové selénové usmerňovače U 651, U 652 /B25 C500/.



OBR 3 INTEGROVANÝ OBVOD MAA 661 - ZAPOJENIE V TVP TYPOVÉHO RADU DUKLA