

Stavíme prijímače VKV

Miroslav Drozda

Táto práca vznikla ako odozva na dlhodobu zbieranú praktickú skúsenosť pri stavbe prijímačov VKV. Zameriava sa len na praktickú stránku konštrukcie zapojení, výber vhodných súčiastok, výber použitého zapojenia, jeho praktické prevedenie, zásady konštrukcie. Teoretická časť bola úplne vynechaná a predpokladá sa, že čitateľ má aspoň základné znalosti z danej problematiky. Pri výbere popisovaných zapojení bol braný ohľad na ich praktické využitie v bežnom živote. Tomu sa prispôbili samotné jednotlivé zapojenia: od jednoduchého - vhodného aj pre začínajúcich rádioamatérov (na ktorom je dosť podrobne vysvetlený spôsob oživovania s jednoduchými prípravkami, ktoré sú tiež popísané), cez prijímače vhodné pre napájanie z batérií, ďalej jednoduchý stereofónny prijímač, až po špičkový tuner určený ku kvalitnému posluchu - High Fidelity. Pri tom všetkom sa bral aj zreteľ na dostupnosť použitých súčiastok, ktoré zväčša tvoria sortiment bývalej RVHP a sú ešte stále ľahko dostupné a cenovo tiež prijateľné, a aj na primeranú náročnosť na prístrojové vybavenie. Práca je určená predovšetkým pre amatérov, ktorí sa zaoberajú príjmom rozhlasu VKV, ale aj všetkým tým záujemcom, ktorí majú potešenie z tvorivej práce a zbierania nových skúseností. Mojm práním je, aby táto práca pomohla všetkým záujemcom o danú oblasť.

Skôr než začneme stavať

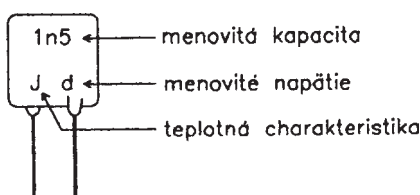
Výber súčiastok pre prijímače VKV

Výberu súčiastok pre prijímače VKV by sme mali venovať zvýšenú pozornosť, ak chceme dosiahnuť dobrých výsledkov.

Začneme rezistormi. Vhodné typy volíme podľa použitia a konštrukcie samotného prijímača, u jednoduchších menej náročných zapojení stačí používať bežné uhlíkové, avšak v zásade by sme mali vo vysokofrekvenčných obvodoch používať vrstvom metalizované, napr. TR 191 a podobné. To platí aj o použití v stabilizátoroch ladiaceho napätia, kde vyžadujeme dobrú tepelnú stabilitu, v ostatných obvodoch potom môžeme použiť bežné uhlíkové, napr. TR 212 a podobné. U špičkových zapojení používame výhradne len vrstvom metalizované rezistory vo všetkých obvodoch bez rozdielu. V zásade, čo platí pre rezistory, vzťahuje sa aj na odporové trimre, v menej náročných zapojeniach použijeme menej tepelne stabilné lakosazové typy, napr. TP 008, 009. V zapojeniach, kde vyžadujeme lepšiu tepelnú stabilitu, volíme typy keramikého prevedenia, napr. TP 110, 112, najlepšie však cermetové TP 011, 012.

Kondenzátory vo vysokofrekvenčných obvodoch používame zásadne ploché keramiké, rada TK 7xx, TK 6xx. Do rezonančných obvodov použijeme typy s minimálnou tepelnou závislosťou, z hmoty N047, ktoré majú mierny záporný súčiniteľ, ktorý vhodne kompenzuje kladnú tepelnú závislosť cievok. Na blokovanie napájacieho napätia môžeme použiť typy z hmoty s väčšou permitivitou, ktoré majú menšie rozmery a aj väčšiu tepelnú závis-

losť a preto sú do ladených obvodov nevhodné.



Značenie plochých keramikých kondenzátorov TK 7..

U_n [V]	Značenie	Hmota	Značenie
12,5	n	N047	J
25	p	N750	U
32	q	N1500	V
40	s	E1000	F
50	t	E4000	W
250	d		

U_n [V] je menovité napätie.

Do medzifrekvenčných ladených obvodov je najlepšie použiť polystyrolové typy TGL5155 (NDR). Ich záporný teplotný súčiniteľ je o niečo väčší ako u kondenzátorov z hmoty N047, môžeme ich však v prípade nedostatku nahradiť typom TK 754. V nízkofrekvenčných obvodoch ako oddeľovacie a väzobné by sme mali používať polyesterové kondenzátory, napr. TC 205 alebo TGL38159 (NDR) a podobné, len v odôvodnených prípadoch použijeme

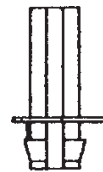


Kostrička s krytom pre mf ladené obvody

keramiké (napr. pre nedostatok miesta pri stesnaných konštrukciách).

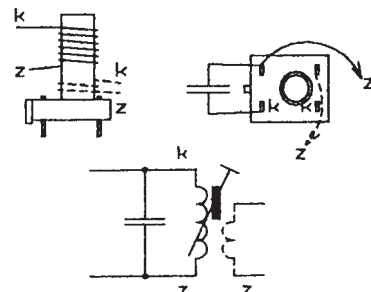
Kostrička pre vstupné obvody VKV

Farebné značenie hmota	farba
N01	červené
N02	zelené
N05	modré



U mnohých amatérov stále pretrvávajú obavy z konštrukcie cievok a ladených obvodov. Spôsobuje to aj nedostatok vhodných armatúr - kostričiek a feritových jadier na trhu (v popisovaných zapojeniach boli použité typy z OMF z produkcie televíznych prijímačov TESLA Orava rady Color 110, 416). Amatérska výroba vstupných cievok a medzifrekvenčných ladených obvodov pritom nie je ťažká, pretože sa prevažne jedná o valcové jednovrstvové cievky. Medzifrekvenčné cievky zásadne používame spolu s krytom, len v špecifických prípadoch bez krytu. Cievky v ladených obvodoch sa doladujú feritovými jadierami, ktoré sú značené farebne a najčastejšie v prevedení so závitom M4 v dĺžke 8 alebo 12 mm.

Veľmi často sa v popisovaných zapojeniach vyskytuje cievka ladeného obvodu VKV a mf transformátor, preto si popíšeme ich stavbu. Mf transformátor - po odstránení pôvodného vinutia z kostričky - najprv navijame sekundárne vinutie pri spodnom konci kostričky a to lakovaným drôtom o \varnothing 0,2 mm, potom navinieme primárny obvod.



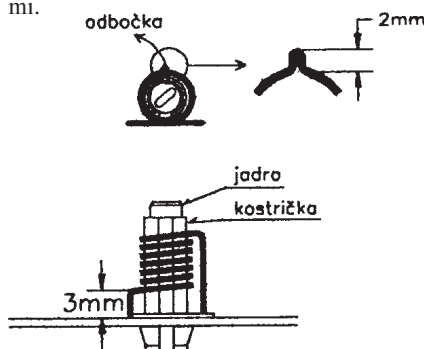
Spôsob navijania mf transformátoru

Cievky sa navijajú s rovnakým zmyslom. Pri zapájaní koncov drôtov vinutia vždy dbáme na to, aby spolu susedili „studené“ konce cievok, čím sa zmenšia parazitné väzby a zlepši stabilita zapojenia. Nakoniec na primárne vinutie pripojíme kondenzátor ladeného obvodu. Vinutie je treba fixovať. Konce zaistíme niťou a ešte zalakujeme vhodným bezfarebným lakom.

Nakoniec obvod zakrytujeme hliníkovým krytom. Pritom dávame pozor na to, aby sme nepoškodili kondenzátor a nespôsobili jeho skrat.

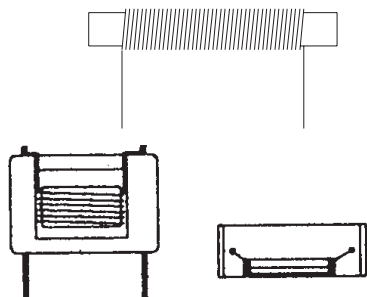
Cievka VKV ladeného obvodu

Ešte predtým než sa pustíme do navíjania, je dobré patričné kostričky osadiť do dosky s plošnými spojmi. Cievky majú len pár závitov, maximálne do 10 a navíjame ich pomerne hrubým drôtom. Ak má cievka náhodou odbočku, tak najprv očistíme drôt v mieste odbočky a urobíme na ňom slučku asi 2 mm, ktorú pocínujeme. Vinutie potom navíjame od odbočky na trn vhodného priemeru, takého, aby sme vedeli už navinutú cievku potom nasadiť na kostričku. Konce vinutia dôkladne očistíme a zaspájkujeme do dosky so spojmi.



Sposob navijania cievky ladeného obvodu VKV

V zapojeniach sa ďalej vyskytujú filtračné tlmivky, ktoré opäť získame z OMF. Tlmivka 40 μH je navinutá na feritovej tyčinke o \varnothing 2 mm a dĺžke 15 mm, 20 závitov drôtu CuL o \varnothing 0,2 mm. Tlmivka 90 μH je navinutá na feritovom toride, upevnenom v armatúre z PVC a v OMF sa vyskytuje s paralelne pripojeným tlmiacim rezistorom 100 Ω . Tento rezistor prakticky zatlmuje rezonančný obvod, ktorý vznikne po pripojení blokovacieho kondenzátora k tlmivke a ak by sme tlmiaci odpor nepoužili, tak za nepriaznivých okolností môže dôjsť k rozkmitaniu sa obvodu na pomerne nízkej frekvencii (2 až 5 MHz). Na presnej indukčnosti filtračných tlmiviek až tak nezáleží, ich bežná tolerancia je $\pm 20\%$.

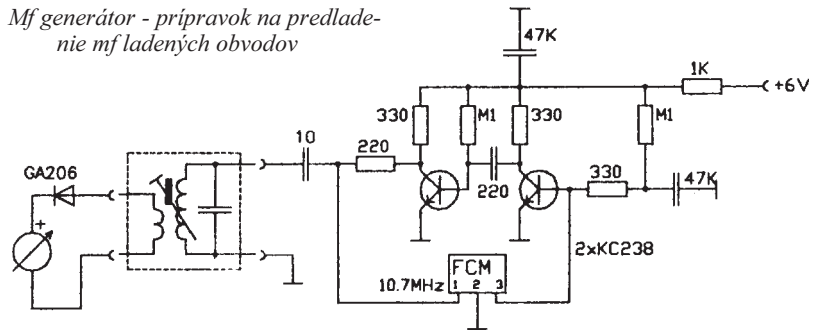


Prevedenie filtračných tlmiviek

Ako postupovať pri stavbe prijímača

Ďalej popisované prijímače sú stavané na doskách s plošnými spojmi. Náčres rozmiestnenia súčiastok a ostatné dôležité nákresy (prevedenie vstupnej jednotky, navíjania cievok, krytovanie atď.), nájdeme vždy pri každom popise. Skôr než sa

Mf generátor - prípravok na predladenie mf ladených obvodov



pustíme do osadzovania súčiastok, mali by sme vyrobiť krytovanie, najčastejšie vstupnej jednotky. Krytovanie sa robí najlepšie z tenkého pocínovaného plechu hrúbky 0,2 mm, a to preto, aby sa odmietli jednotlivé vf obvody medzi sebou, aby nedochádzalo k parazitným väzbám medzi nimi, čím sa podstatne zlepší stabilita zapojenia a predíde sa tak zbytočným komplikáciám pri oživovaní. Vždy pritom dbáme na to, aby krytovanie bolo dokonale spojené so zemou dosky s plošnými spojmi. Tiež nesmieme zabudnúť uzemniť aj prepážky aspoň v jednom bode uprostred steny, radšej však v dvoch. Potom, keď už máme mechanickú časť hotovú, tak sa môžeme pustiť do navíjania cievok, presne podľa popisu konkrétneho zapojenia. Je dobré, ak si medzifrekvenčné obvody predladíme ešte pred osadením do dosky so spojmi, uľahčíme si tak vlastné oživovanie. Pomôžeme si jednoduchým mf generátorom. V podstate sa jedná o multivibrátor, ktorého frekvenciu určuje keramikový filter, preto by sme mali použiť vhodný typ s tým, čo neskôr osadíme do samotného prijímača (treba sledovať farebné značenie). Ladený obvod potom ladíme jadrom cievky na maximálnu výchylku meracieho prístroja (najvhodnejšie je použiť ručičkový typ).

Ďalej potom osadíme ostatné súčiastky. Je dobré mať zavedený systém pri osadzovaní: najprv rezistory, potom kondenzátory (ak máme možnosť, je vhodné ich ešte pred osadením orientačne premerať, hlavne ak sa jedná už o raz použité súčiastky) a ako posledné osadzujeme polovodičové súčiastky. Treba dávať pozor pri manipulovaní s unipolárnymi tranzistorami, ktoré sú citlivé na elektrostatický náboj. Ak máme všetky súčiastky osadené, je dobré, ešte raz všetko skontrolovať, či nedošlo náhodou k zámene súčiastky, hodnoty alebo ku skratu na plošnom spoji. Potom už môžeme pristúpiť k vlastnému oživeniu prijímača: po pripojení napájania ako prvý vždy skontrolujeme kľudo-

vý odber. Ak je napr. príliš veľký, tak sa niekde stala chyba (najčastejšie skrat medzi spojmi) a treba ju odstrániť. V zásade platí, že postupujeme smerom odzadu dopredu, teda najprv oživujeme nízkofrekvenčnú časť, stabilizátor ladiaceho napätia (tu väčšinou stačí len skontrolovať napätia v dôležitých bodoch podľa schémy zapojenia) a nakoniec oživujeme vysokofrekvenčnú časť. Pretože na nastavenie vf obvodov potrebujeme meracie prístroje, ktoré nie sú vždy bežne dostupné, tak si tu uvedieme pár prípravkov, ktoré si môžeme sami zhotoviť a tie nám pomôžu pri oživovaní, i keď úplne nenahradia drahé meracie prístroje. Mf generátor sme si už uviedli, a ako ďalší to bude vf generátor. Budeme ho používať ako zdroj signálu pri zlad'ovaní vstupných ladených obvodov prijímačov. Zapojenie je jednoduché. Ide o oscilátor, tranzistor BF680 pracuje v zapojení so spoločnou bázou, rezonančný obvod je tvorený varikapmi KB109G a vzduchovými cievkami 5,5 závit a 1/2 závit, z ktorej sa odoberá signál na výstup, na ktorom je zapojený potenciometer 500 Ω/N na reguláciu veľkosti výstupného signálu. Oscilátor je napájaný stabilizovaným napätím, ktoré sa používa aj na ladenie - potenciometrom 25 k Ω/N sa mení napätie pre varikap, na stabilizáciu je použitá Zenerova dioda KZ141, ktorá je napájaná zdrojom konštantného prúdu, tranzistory KC308. Rozsah napájacích napätí je preto od 7 až po 14 V. Vf generátor je potrebné vybaviť stupnicou. Najlepšie je stupnicu naciachovať za pomoci čítača, avšak pre začiatok bude stačiť, ak si ju naciachujeme orientačne za pomoci druhého (továrneho) prijímača, i keď rozsah preladenia vf generátora je o niečo väčší než je pásmo VKV-CCIR. Výstup ge-

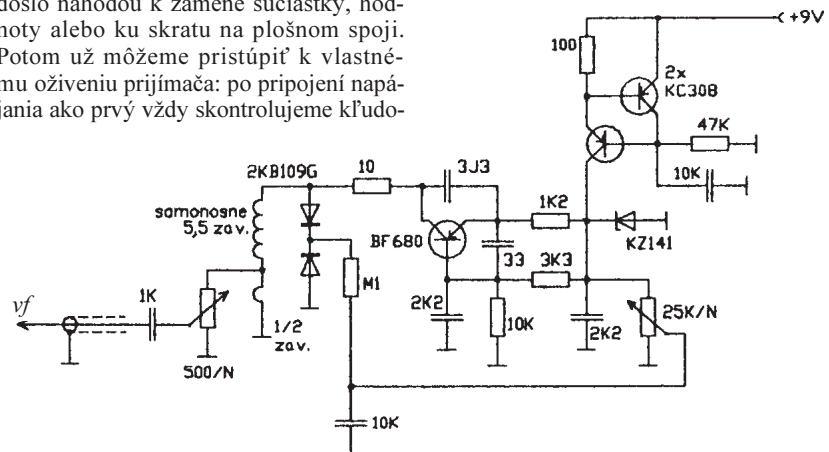
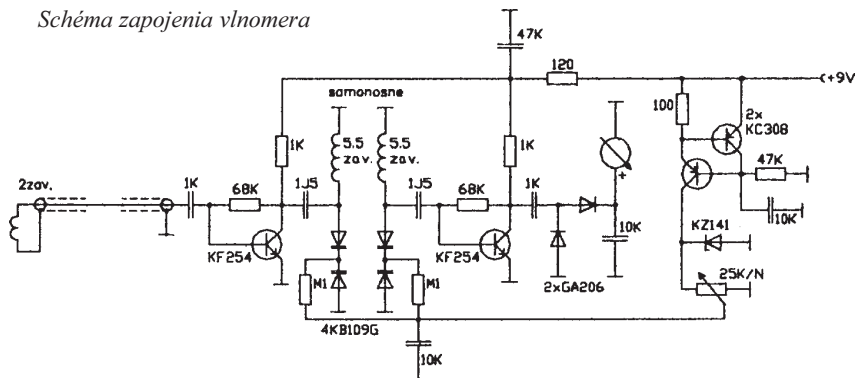


Schéma zapojenia vf generátora

Schéma zapojenia vlnomera

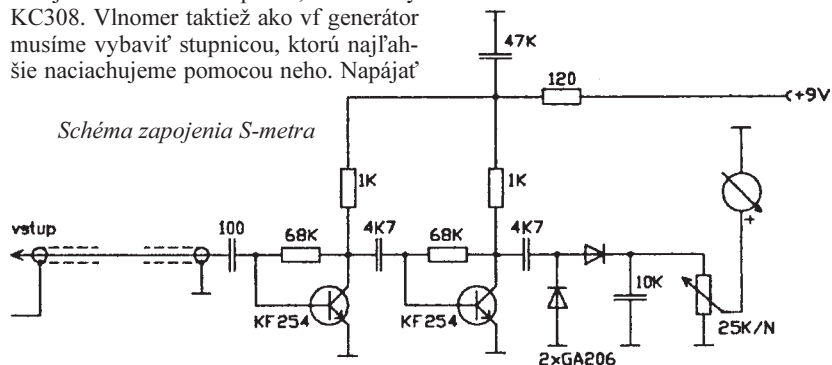


nerátora je tiež dobré aspoň pre orientáciu vybaviť dielikovou stupnicou od 1 po 10. Na napájanie môžeme použiť buď batériu, alebo ho môžeme napájať priamo z oživovaného prijímača.

Ďalším prípravkom je vlnomer, ktorý používame na zisťovanie frekvencie, na ktorej pracuje oscilátor vo vstupnej jednotke. V podstate sa jedná o dvojstupňový ladený vf zosilňovač. Na snímanie sa používa cievka s dvomi závitmi, ktorú pri meraní musíme umiestniť v blízkosti ladeného obvodu oscilátoru. Naidukované napätie sa potom zosilní v prvom stupni vf zosilňovača (tranzistor KF254), z ktorého sa privádza na primárnu stranu indukčne viazanej pásmovej priepusti (vzduchové cievky 5,5 závitů a varikapy KB109G). Je dôležité, aby cievky boli vinuté rovnakým zmyslom a boli umiestnené rovnoobežne vedľa seba vo vzdialenosti asi 1 cm. Za sekundárnou stranou priepusti potom nasleduje druhý stupeň vf zosilňovača, tiež tranzistor KF254, na ktorého výstupe je potom vf signál usmernený zdvojovačom napätia, diódy GA206. Pretože na ladení sú použité varikapy, ladí sa potenciometrom 25 kΩ/N a je nutné pre ne stabilizovať napätie. To je stabilizované Zenero-

vou diódou KZ141, ktorá je napájaná zdrojom konštantného prúdu, tranzistory KC308. Vlnomer taktiež ako vf generátor musíme vybaviť stupnicou, ktorú najľahšie naciachujeme pomocou neho. Napájať

Schéma zapojenia S-metra



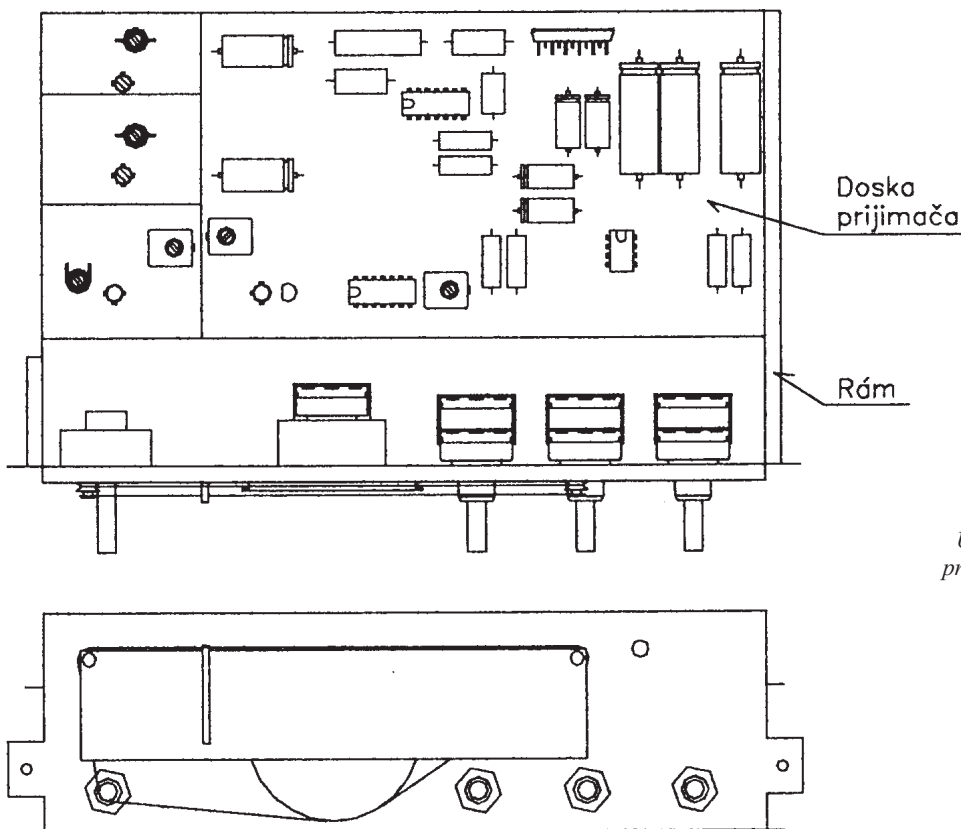
ho môžeme buď z batérie, alebo taktiež z oživovaného prijímača.

Posledným prípravkom je S-meter. V podstate je to náhrada za vf milivoltmeter, i keď len na orientačné sledovanie veľkosti vf napätia. Ide o dvojstupňový vysokofrekvenčný zosilňovač osadený tranzistori KF254, na ktorého výstupe je zapojený zdvojovač napätia. Vhodnú veľkosť pre merací prístroj si volíme potenciometrom 25 kΩ/N. S-meter môžeme tak isto ako predchádzajúce prípravky napájať buď z batérie,

alebo priamo z prijímača, ktorý práve oživujeme. Spomenuté prípravky si môžeme postaviť aj na univerzálnej doske s plošnými spojmi. Vf generátor a vlnomer je vhodné umiestniť do krabíčky z pocínovaného plechu, aby sa tak zabránilo ich nežiadúcemu vyžarovaniu a tým aj ovplyvňovaniu ostatných obvodov v prijímači.

Čo sa týka mechanického prevedenia konštrukcie prijímača, prenechávam prevedenie na dôvtip každého konštruktéra. Vždy záleží na tom ktorom konkrétnom použití, avšak mne sa osvedčila konštrukcia šasi, rámu v tvare U z pozinkovaného plechu hrúbky 0,5 mm, na ktorý v predu

umiestnime všetky potrebné ovládacie prvky prijímača. Jedná sa v podstate o subpanel, ktorý po bokoch prispájkujeme k doske s plošnými spojmi prijímača. Zapojenie potom tvorí kompaktný celok, čo je veľmi výhodné ako pri oživovaní, tak aj pri neskorších opravách prijímača, pretože zapojenie potom nevisí na spúste prívodov k potenciometrom a k ostatným dielom prijímača. Šasi prijímača môžeme ľahko potom umiestniť do vhodnej skrinky.



Ukážka mechanického prevedenia prijímača

Staviame prijímače

Jednoduchý prijímač

Občas sa stáva, že z nejakého dôvodu potrebujeme jednoduchý, ale pritom dobrý prijímač na VKV. Táto konštrukcia (dá sa povedať) je primeraným riešením, navyiac je vhodná pre začínajúcich amatérov, ktorí sa chcú reálne zaoberať technikou VKV, preto je aj popis tohto zapojenia o niečo podrobnejší. Popisované zapojenie sa hodí v podstate na stavbu „kabelkového“ prijímača napájaného z batérií 6 V. Jedná sa o

klasický superhet, vstupná jednotka je ladená tromi ladenými obvodmi - ladenie zabezpečujú varikapy, vstup je osadený tetrodou MOSFE, zmiešavač je, ako to je u takejto triedy prijímačov zvykom, kmitajúci. Mf zosilňovač je klasického prevedenia, dvojstuňový s keramickým filtrom a integrovaným obvodom A220D, nf zosilňovač je celotranzistorový. Celé za-

pojenie je postavené na doske s plošnými spojmi 7,5x11 cm.

Popis prijímača

Vf signál z antény sa na vstupný ladebný obvod L1, D1, D2 privádza cez kapacitný delič C1, C2. Vf signál ďalej potom pokračuje na vf predzosilňovač, osadený tetrodou MOSFE - tranzistor T1. Pracovný bod tranzistoru určujú rezistory R4, R5 - predpätie riadiacej elektródy G2 - a R7 - predpätie riadiacej elektródy G1 / prúd kolektora I_{DS} ($U_{DS} = 5$ V, $U_{G1} = -0,3$ V, $U_{G2} = 4$ V). Zosilnený signál sa ďalej z ko-

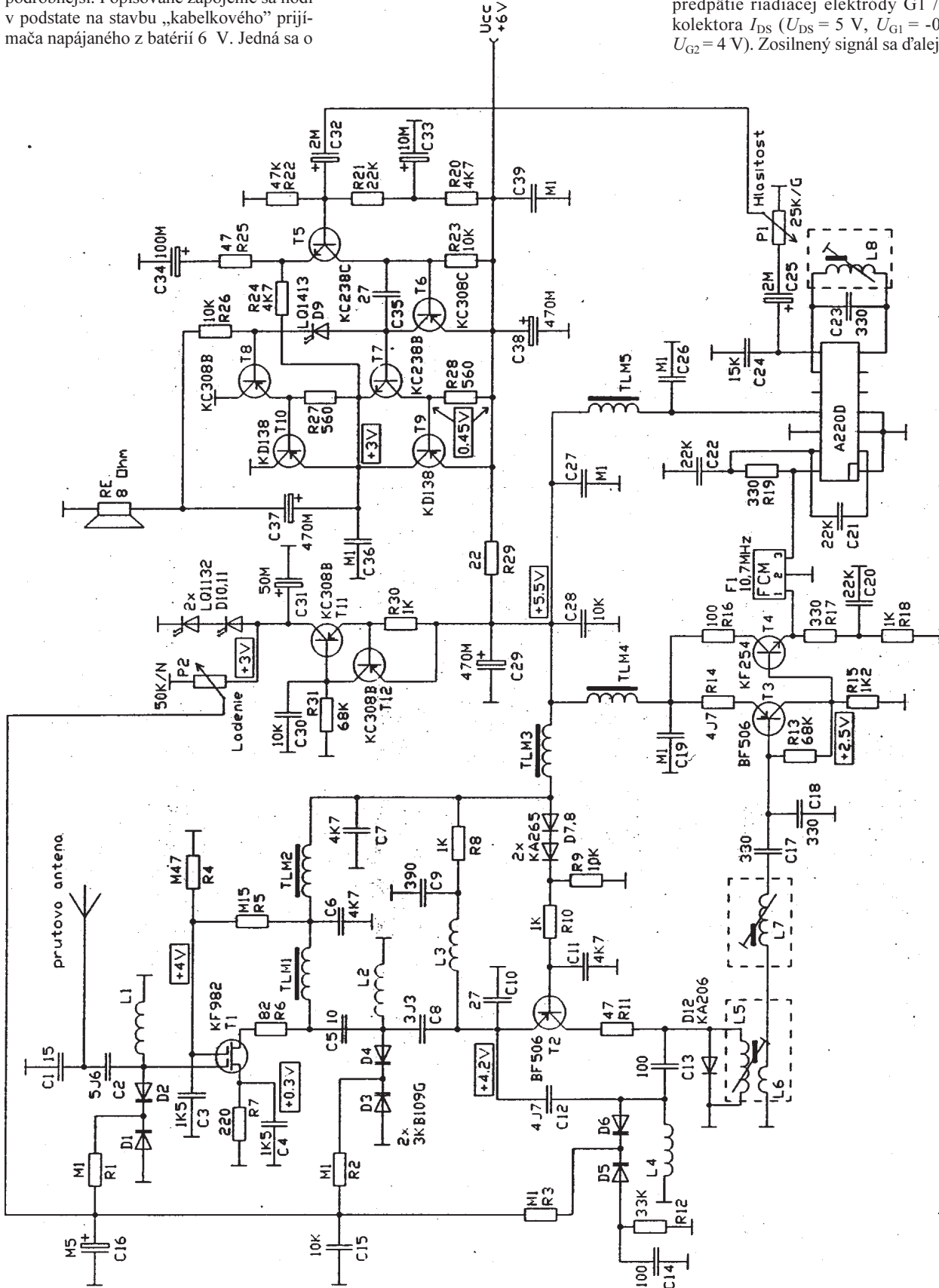
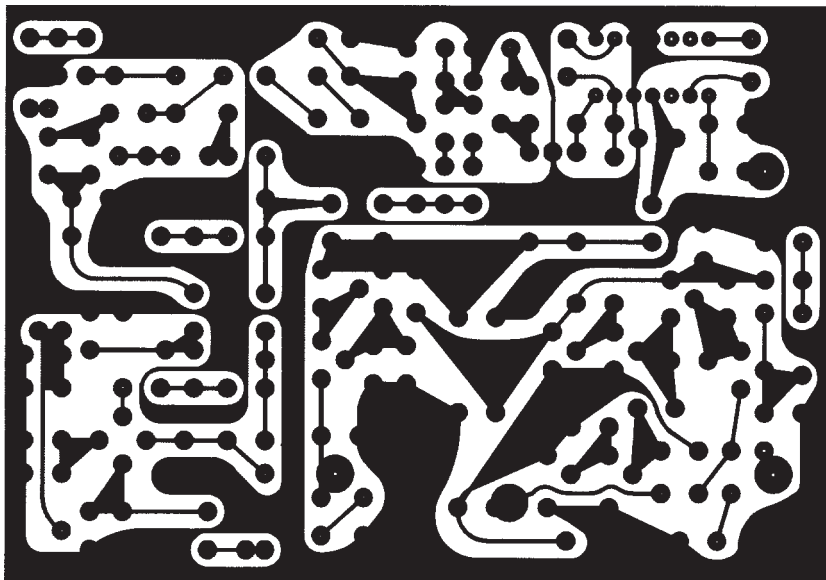
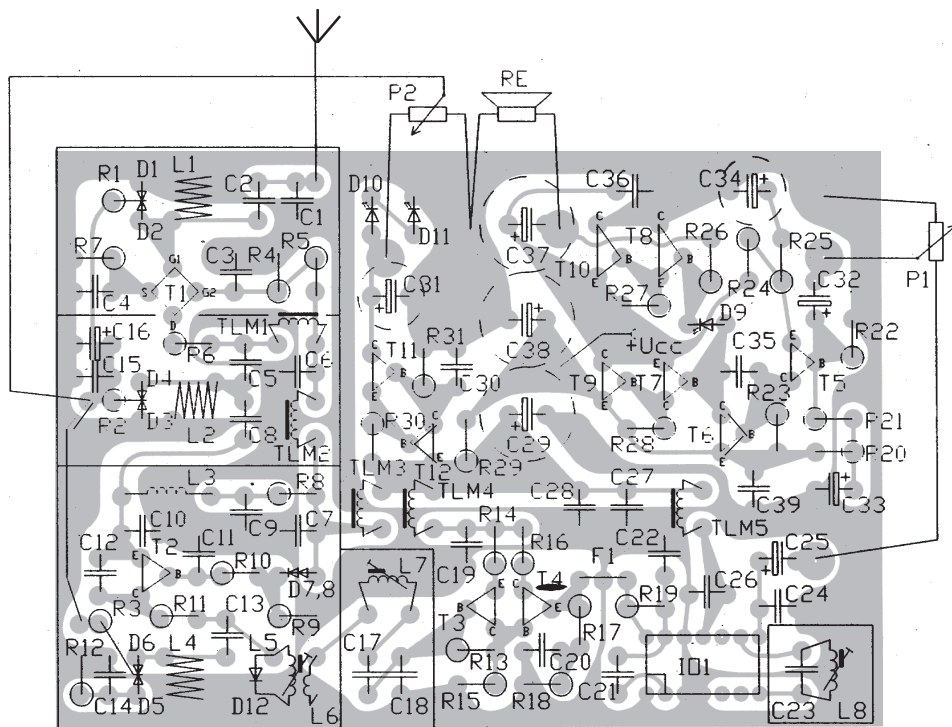


Schéma zapojenia jednoduchého prijímača VKV



Doska s plošnými spojmi (hore) a jej osadenie súčiastkami (dole)



lektoru tranzistora T1 cez rezistor R6, ktorý zlepšuje stabilitu zapojenia, privádza cez väzobný kondenzátor C5 na druhý ladený obvod L2, D3, D4. Vf signál potom ďalej pokračuje na kmitajúci zmiešavač - tranzistor T2, jeho pracovný bod určujú rezistor R8 (určuje veľkosť prúdu kolektora) a úbytok napätia na diodach D7, D8, ktoré vhodne tepelne kompenzujú oscilátor ($U_{CE} = 4,2 \text{ V}$, $I_C = 0,6 \text{ mA}$). Vf signál sa privádza do emitoru tranzistora, v ktorom je zapojený aj mf odladovač L3, C9, z kolektoru sa potom zmes vf signálov vedie cez rezistor R11 (slúži na zlepšenie stability zapojenia) na primárnu časť mf pásmovej prepusti L5, C13. Cez kondenzátor C13 je v kolektore zapojený aj ladený obvod oscilátoru L4, D5, D6, C14, kondenzátor C14 vhodne upravuje súbeh oscilátoru so vstupnými ladenými obvodmi. Aby oscilátor kmital, je nutné zaviesť

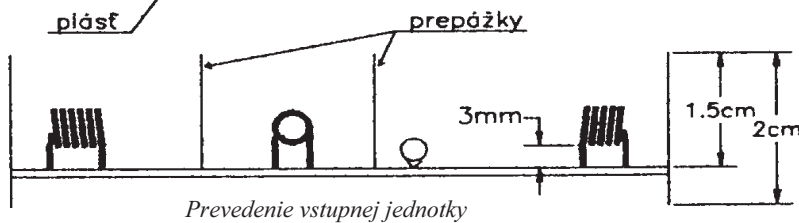
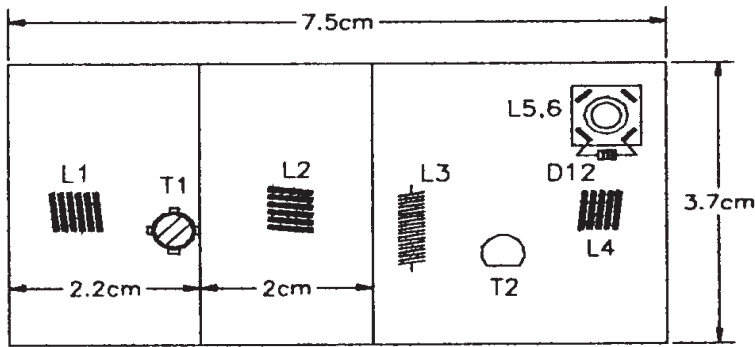
väzbu medzi emitorom tranzistoru a živým koncom oscilátorového ladeného obvodu, správny stupeň väzby je daný pomerom kapacít kondenzátorov C12 a C10. Dioda D12 zapojená paralelne s L5 zabraňuje viacnásobnému zmiešavaniu vf signálu, tj. viacnásobnému výskytu jednej prijímanej stanice. Mf signál sa potom ďalej zo sekundárnej časti mf pásmovej prepusti L7, C17, C18 vedie na prvý stupeň mf zosilňovača, tranzistory T3 a T4. Tranzistor T3 pracuje v zapojení so spoločným emitorom, jeho pracovný bod je daný rezistormi R13, R15; R14 zlepšuje stabilitu tohto stupňa, vhodne upravuje zosilnenie ($U_{CE} = 3 \text{ V}$, $I_C = 2 \text{ mA}$). Tranzistor T4 pracuje ako emitorový sledovač, vhodne prispôbuje predchádzajúci stupeň ku keramickému filteru F1, výstupná impedancia je upravená rezistorom R17, rezistor R16 zlepšuje stabilitu zapojenia. V podstate

celá selektivita prijímača je sústredená do keramického filtra. Za keramickým filterom F1 potom nasleduje druhý stupeň mf zosilňovača, ten je osadený jediným integrovaným obvodom IO1 - A220D. Ten v sebe ukrýva sedemstupňový mf zosilňovač - obmedzovač a koincidenčný detektor. Mf signál sa privádza na vstup IO1 (vývod 14), vstupná impedancia je upravená rezistorom R19, kondenzátory C21, C22 sú blokovacie. Fázovací obvod detektoru je tvorený ladeným obvodom L8, C23 a je pripojený medzi vývody 7 a 9 integrovaného obvodu. Demodulovaný nf signál je vyvedený na vývod 8, paralelne k vývodu je pripojený kondenzátor C24, ktorý spolu s vnútorným odporom integrovaného obvodu IO1 tvorí deemfázu. Nf signál potom ďalej pokračuje cez oddelovací kondenzátor C25 na potenciometer regulácie hlasitosti P1. Za potenciometerom P1 ďalej nasleduje nf zosilňovač. Nf zosilňovač je osadený tranzistorom T5, druhý rozkmitový stupeň tranzistorom T6, tretí budiaci stupeň tranzistorami T7 a T8, štvrtý koncový stupeň tranzistorami T9 a T10. Celkové zosilnenie nf zosilňovača je dané pomerom odporov rezistorov R24, R25 a je približne 100. Kondenzátory C35, C36 zabraňujú rozkmitaniu sa nf zosilňovača v nadakustickej oblasti, to sa môže prejavovať vznikom záznejov pri prijímaní prijímača. Dioda D9 slúži na stabilizáciu pracovného bodu budiacich tranzistorov a získania vhodného predpätia pre koncové tranzistory, tie pracujú bez kľudového prúdu. Nakoľko na ladenie prijímača boli použité varikapy (vhodný triál na ladenie v súčasnosti prakticky neexistuje), je nutné pre ne stabilizovať ladiace napätie. Na stabilizáciu napätia boli použité LED D10, D11, ktoré sú pre zväčšenie stability napätia napájané zdrojom konštantného prúdu, tranzistory T11, T12. Prúd tečúci diodami je daný odporom rezistoru R30. Veľkosť ladiaceho napätia sa reguluje potenciometerom P2 (slúži na ladenie).

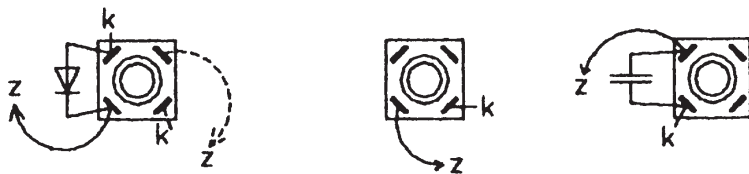
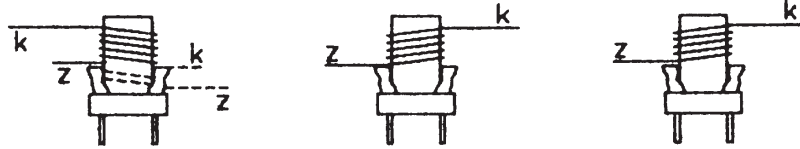
Konstrukcia prijímača

Prijímač je postavený na jednostranne plátovanej doske s plošnými spojmi 7,5x11 cm. Ak už máme dosku vyrobenú, tak sa najprv pustíme do výroby krytovania vstupnej jednotky prijímača. Najlepšie sa na to hodí tenký pocínovaný plech hrúbky 0,2 mm. Najprv urobíme plášť, ten prispôjujeme po obvode ku doske so spojmi, potom dovnútra urobíme prepážky, tie v strede steny uzemníme do zemného plošného spoja.

Potom čo máme hotové krytovanie, môžeme sa pustiť do navíjania cievok, najprv navinieme cievky do vstupnej jednotky, L1 až L4, tie sú v tomto prípade vzduchové - samonosné, navíjame ich lakovaným drôtom, preto musíme dbať na dokonalé mechanické očistenie koncov vývodov, aby bol zaručený dokonalý spájkovaný spoj. Na ich navíjanie môžeme vhodne použiť stopku vrtáka príslušného priemeru. Zmysel vinutia, orientáciu a spôsob umiestnenia cievok by sme mali bezpodmienečne dodržať, tak ako je to uvedené v rozpiske a na obrázku, vyhne-



Prevedenie vstupnej jednotky



Prevedenie mf ladených obvodov

me sa tak zbytočným ťažkostiam, ktoré by mohli nastať neskoršie pri oživovaní. Po osadení cievok vstupnej jednotky do dosky s plošnými spojmi sa ďalej potom pustíme do navijania mf ladených obvodov. Na výrobu mf ladených obvodov tentoraz boli použité kostričky z kanálových voličov z produkcie ZVT Banská Bystrica (pre menšie rozmery). Cievky L5 až L8 navinieme presne podľa nákresu aj s pripojenými príslušnými súčiastkami, s diodou D12 paralelne pripojenou k vinutiu cievky L5 a kondenzátorom C23 paralelne pripojeným k vinutiu cievky L8. Na mf ladené obvody, cievka L7 aj s kondenzátormi C17 a C18, a na cievku L8 aj s kondenzátorom C23 musíme po ich osadení do dosky so spojmi vyrobiť krytovanie z tenkého plechu, nakoľko ho použité kostričky normálne nemajú, je to dôležité, inak by mohlo dochádzať k vzájomnému ovlivňovaniu sa cievok a aj k náhodnému rozkmitaniu mf zosilňovača.

Keď máme toto všetko urobené až potom sa pustíme do osadzovania ostatných súčiastok, ako posledné osadzujeme tranzistory a integrovaný obvod.

Zoznam súčiastok

Rezistory (TR212 apod., 0,125 W)

R1, R2, R3	100 kΩ
R4	0,47 MΩ
R5	0,15 MΩ
R6	82 Ω
R7	220 Ω
R8, R10	1 kΩ
R9	10 kΩ
R11	47 Ω
R12	33 kΩ
R13	68 kΩ
R14	4,7 Ω
R15	1,2 kΩ
R16	100 Ω
R17	330 Ω
R18, R30	1 kΩ
R19	330 Ω
R20, R24	4,7 kΩ
R21	22 kΩ
R22	47 kΩ
R23, R26	10 kΩ
R25	47 Ω
R27, R28	560 Ω
R29	22 Ω
R31	68 kΩ

Kondenzátory

C1	15 pF, TK 754
C2	5,6 pF, TK 656
C3, C4	1,5 nF, TK 744
C5	10 pF, TK 754
C6, C7	4,7 nF, TK 744
C8	3,3 pF, TK 656
C9	390 pF, TK 774
C10	27 pF, TK 754
C11	4,7 nF, TK 744
C12	4,7 pF, TK 656
C13, C14	100 pF, TK 754
C15	10 nF, TK 744
C16	470 nF/100 V, ISKRA
C17, C18	330 pF, TK 754
C19, C26, C27	100 nF, TK 783
C20, C21, C22	22 nF, TK 744
C23	330 pF, TK 754
C24	15 nF, TK 744
C25	2,2 μF/100 V, ISKRA
C28	10 nF, TK 744
C29	470 μF/10 V, ISKRA
C30	10 nF, TK 744
C31	47 μF/10 V, ISKRA
C32	2,2 μF/100 V, ISKRA
C33	10 μF/40 V, ISKRA
C34	100 μF/10 V, ISKRA
C35	27 pF, TK 754
C36, C39	100 nF, TK 783
C37, C38	470 μF/10 V, ISKRA

Keramicke filtre

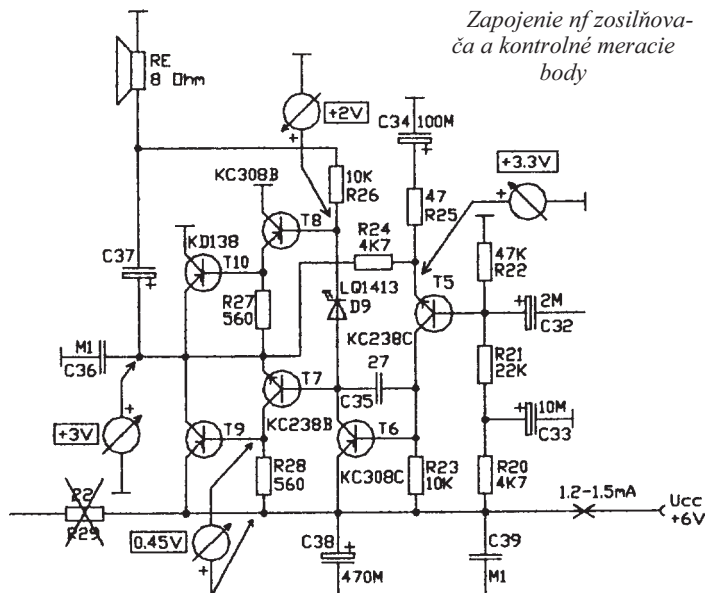
F1	10,7 MHz
----	----------

Polovodičové súčiastky

T1	KF982
T2	BF506
T3	BF506, β = 60
T4	KF254
T5	KC238C
T6	KC308C
T7	KC238B
T8	KC308B
T9, T10	KD136
T11	KC308B
T12	KC308B
IO1	A220D; TBA120S
D1 až D3	3-KB109G
D4 až D6	3-KB109G
D7	KA206
D8	KA206
D9	LQ1413
D10	LQ1132
D11	LQ1132

Údaje cievok

L1	5,5 závitů, samonosná, lavotočivá, Ø 5mm, drôt 0,7 mm
L2	5,5 z, samonosná, pravotočivá, Ø 5 mm, drôt 0,7 mm
L3	22 z, samonosná, Ø 3 mm, drôt 0,3 mm
L4	4,5 z, samonosná, lavotočivá, Ø 5 mm, drôt 0,7 mm
L5	16 z na kostričke s jadrom M4x8, hmota N02, drôt 0,2 mm
L6	3 z na kostričke spolu s L5
L7	14 z na kostričke s jadrom M4x8, hmota N02, drôt 0,2 mm
L8	9 z na kostričke s jadrom M4x8, hmota N02, drôt 0,2 mm
TLM1 až TLM5	20 z na feritovej tyčinke Ø 2x 15 mm, drôt 0,2 mm



Zapojenie nf zosilňovača a kontrolné meracie body

Nastavenie prijímača

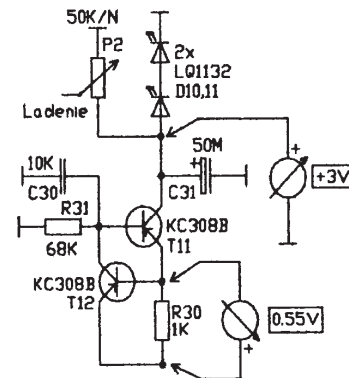
Po vizuálnej kontrole osadenia dosky s plošnými spojmi súčiastkami, či náhodou nedošlo k zámene nejakej súčiastky, prikočíme k oživeniu prijímača. Začneme od obvodov nf častí. Najprv to bude nf zosilňovač, ktorý sa oživuje zásadne s pripojeným reproduktorom RE, lebo bez neho nf zosilňovač nepracuje správne.

V zapojení prijímača odpojíme R29 a pripojíme napájacie napätie 6 V. Najprv skontrolujeme kľudový odber, ten by mal byť asi 1,2 až 1,5 mA, potom skontrolujeme napätia v bodoch, ako to ukazuje obrázok zapojenia nf zosilňovača. Napätia sú len orientačné a môžu sa trochu líšiť, je to dané rozptylom a toleranciou použitých súčiastok. V podstate je dôležité, aby napätie na kondenzátore C36 bolo zhruba polovičné voči napájaciemu napätiu a úbytok napätia na R28 nebol väčší ako 0,45 V. Dost' záleží od použitej LED D9, preto by sme mali dodržať použitý typ, aby náhodou nedošlo k súčasnému otvoreniu tranzistorov T9 a T10, čím by prudko narastal kľudový odber. Inak s oživením nf zosilňovača by nemali byť problémy a mal by správne pracovať hneď po prvom zapojení.

Potom pokračujeme oživením stabilizátora ladiaceho napätia, R29 pripojíme späť a tlmivky TLM3, TLM4 a TLM5 odpojíme. Stačí, ak skontrolujeme napätie na LED D10 a D11, bude asi 3 V, a prúd tečúci LED, ten by mal byť asi 0,5 mA. Celkový kľudový odber potom stúpne asi na 2 mA, aj spolu s nf zosilňovačom. Po tom, čo už máme prakticky oživenú nf časť prijímača, prikočíme k oživeniu a zladeniu vf časti. Začneme zladením mf zosilňovača. Tlmivku TLM4 môžeme pripojiť späť, tlmivky TLM3 a TLM5 ešte ponecháme nezapojené a odpojíme R11. Najprv skontrolujeme pracovný bod tranzistora T3. Ak by sa napätie na kolektore tranzistoru T3 moc líšilo od udávaného v schéme, môžeme ho zmenou odporu R13 poopraviť. Potom na vstup mf zosilňovača pripojíme mf generátor. Použijeme ten, ktorý bol uvedený v predchádzajúcej kapitole tejto práce a na kolektor tranzistoru T3 pripojíme vf milivoltmeter. Tu pou-

žijeme S-meter presne tak, ako je to uvedené na obrázku. S-meter nastavíme na maximálnu citlivosť a potenciometrom 500 Ω/N , zapojeným na výstup mf generátora, nastavíme úroveň vf signálu tak, aby merací prístroj S-metra vykazoval základnú výchylku. Potom sa snažíme cievky L5 a L7 doladiť jadrami na maximálnu výchylku meracieho prístroja S-metra, pritom si vhodne potenciometrom zapojeným na výstupe S-metra upravujeme jeho citlivosť tak, aby sme vedeli odčítať zmenu.

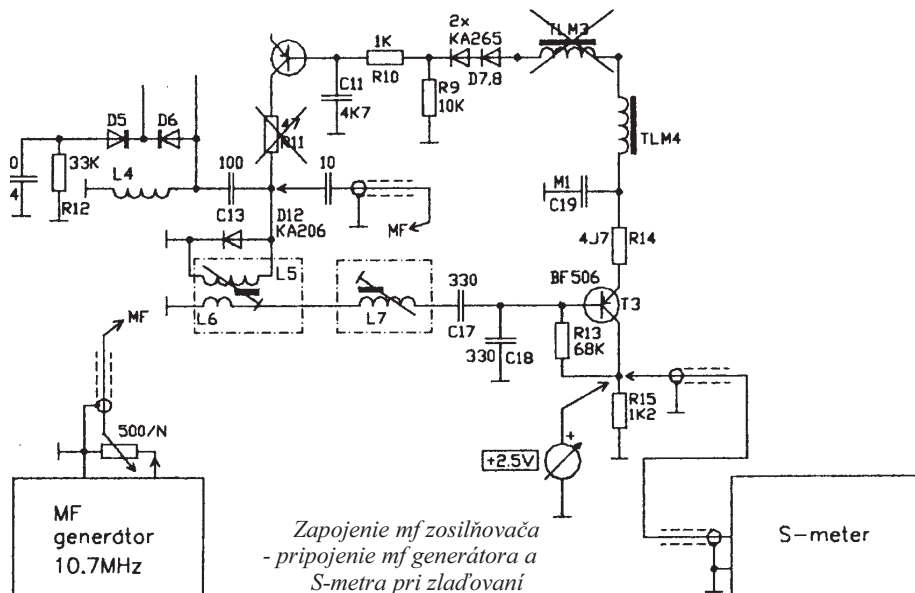
Ak už máme zladené vstupné ladené obvody mf zosilňovača, cievky L5 a L7, prikočíme k zladeniu koincidenčného detektoru. Odpojíme S-meter a zapojíme späť tlmivku TLM5, mf generátor necháme pripojený na vstupe mf zosilňovača. Na nf výstup detektoru, vývod 8 integrovaného obvodu IO1, pripojíme voltmeter - paralelne ku kondenzátoru C24, bude na ňom napätie okolo 4,5 V. Ladením jadra cievky L8 sa toto napätie bude v určitých medziach meniť asi o $\pm 0,3$ V. Vyhľadáme oblasť, kde bude odozva zmeny napätia na zmenu pootočenia jadra najväčšia a doladíme ho tak, aby pri jemnom pootočení do jednej a aj druhej strany napätie na nf výstupe detektoru vykazovalo



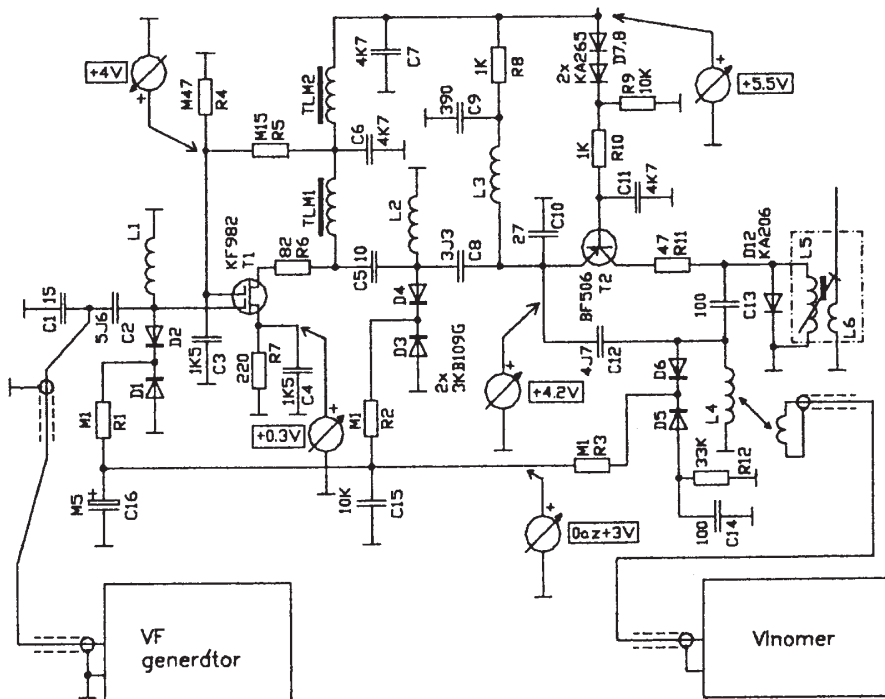
Stabilizátor ladiaceho napätia

zhruba rovnakú zmenu napätia. Týmto by sme mali prakticky zladenú mf časť prijímača.

Nakoniec zladíme vstupnú jednotku. Po opätovnom pripojení tlmivky TLM3 najprv orientačne skontrolujeme napätia v dôležitých bodoch, tak ako je to uvedené na obrázku zapojenia jednotky. Napätie v emitore tranzistoru T1 sa môže trochu viac líšiť od uvedeného, záleží vždy na konkrétne použitom tranzistore, avšak nie je to na závalu. Najprv zistíme za pomoci vlnomera, na akej frekvencii kmitá oscilátor vstupnej jednotky. Ladiace napätie nastavíme potenciometrom ladenia P2 na maximum - 3 V, väzobnú cievku vlnomera umiestnime do tesnej blízkosti cievky oscilátora L4 a nájdeme, kde kmitá oscilátor. Jemným rozťahovaním závitov cievky L4 nastavíme oscilátor tak, aby kmital na frekvencii zhruba 120 MHz. Pre istotu ešte skontrolujeme, kde kmitá oscilátor pri minimálnom ladiacom napätí, malo by to byť zhruba 96 MHz. Je dobré, ak cievku oscilátora L4 zatlmíme proti mechanickej rezonancii, čím zabránime „mikrofoničnosti“. Použijeme na to malé hranolček z molitanu, 4x4x10 mm, ktorý vložíme do vnútra cievky. Potom na vstup prijímača pripojíme vf generátor a do medzifrekvenčného zosilňovača pripojíme S-meter presne tak, ako pri zladovaní mf ladených obvodov. Vf generátor nalaďme zhruba na 102 MHz a úroveň jeho signálu nastavíme na maximum. Pomalým preladovaním prijímača potenciometrom lade-



Zapojenie mf zosilňovača - pripojenie mf generátora a S-metra pri zladovaní



Zapojenie vstupnej jednotky - meracie body a pripojenie vf generátora a vlnomera

Prijímač s pomerovým detektorom

Hlavným zámerom bolo navrhnuť také zapojenie, ktoré by sa zvlášť hodilo pre prenosné prijímače, napájané výhradne len z batérií. Popisované zapojenie sa preto vyznačuje malým kľudovým a prevádzkovým odberom prúdu, a samozrejme, primerane dobrými príjmovými vlastnosťami. Návrh zapojenia takéhoto prijímača si však vyžaduje trochu iný prístup k riešeniu jednotlivých obvodov v prijímači. Preto nakoniec bola zvolená celotranzistorová koncepcia zapojenia. Ide o superhet, vstupná jednotka je ladená tromi ladenými obvodmi, preladovanie zabezpečujú, ako je to bežné, varikapky, vf predzosilňovač a zmiešavač sú osadené tetródami MOSFE. Pre dosiahnutie lepšej stability bol použitý samostatný oscilátor, mf zosilňovač je trojstupňový a na detekciu sa používa pomerový detektor. Medzifrekvenca je trochu netradične 6,5 MHz, nf zosilňovač v obvode spätnej väzby obsahuje korekčný člen pre zdôraznenie nízkych a vysokých tónov a zapojenie stabilizátora ladiaceho napätia bolo doplnené obvodom automatického doladovania frekvencie, čím sa dosiahlo podstatne lepšej stálosti naladenia prijímajúcej stanice. Na napájanie prijímača sa hodia štyri valcové články R20 s celkovým napätím 6 V.

Popis prijímača

Signál z antény sa privádza cez kondenzátor C1 na odbočku vstupného ladeného obvodu, tvoreného cievkou L1 a varikapmi D1, D4. Z druhej odbočky cievky L1 sa signál potom privádza na vf predzosilňovač, ten je osadený tetródou MOSFE, tranzistor T1. Jeho pracovný bod určujú rezistor R2 (predpätie riadiacej elektródy G_1/I_D) a pomer odporov rezistorov R3 a R4 (predpätie riadiacej elektródy G_2 ,

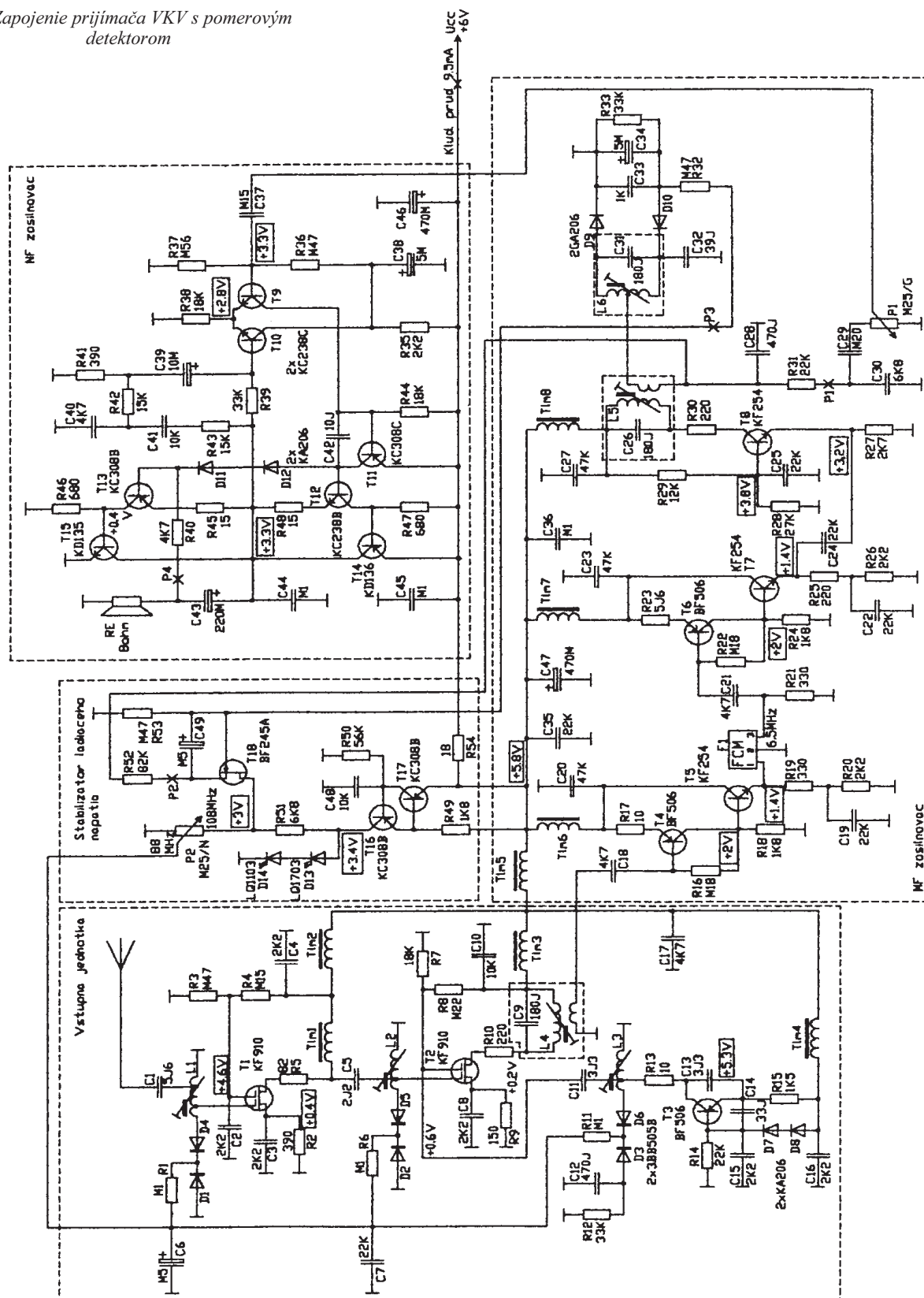
$U_{DS}=5\text{ V}$, $U_{G1}=-0,3\text{ V}$, $U_{G2}=4\text{ V}$). Rezistor R5, zapojený v kolektore tranzistora T1, zlepšuje stabilitu zapojenia. Zosilnený signál sa z kolektoru ďalej vedie cez kondenzátor C5 na odbočku druhého ladeného obvodu - cievka L2 a varikapky D2, D5, a potom na zmiešavač, osadený taktiež tetródou MOSFE, tranzistor T2. Jeho pracovný bod určujú R9 (predpätie G_1) a pomer odporov R7 a R8 (predpätie G_2 , $U_{DS}=5\text{ V}$, $U_{G1}=-0,2\text{ V}$, $U_{G2}=0,3\text{ V}$). Vf vstupný signál sa privádza na G_1 a oscilátorový na G_2 , v obvode kolektoru tranzistora T2 je zapojený prvý mf ladený obvod, cievka L4 a kondenzátor C9. Tranzistor T3 pracuje ako oscilátor v zapojení so spoločnou bázou ($U_{CE}=5\text{ V}$, $I_C=0,35\text{ mA}$), potrebná spätná väzba je realizovaná kondenzátormi C13 a C14. Osciláčny obvod tvorí cievka L3, varikapky D3, D6 a kondenzátor C12, ten zabezpečuje súbeh oscilátoru so vstupnými ladenými obvodmi pri preladovaní. Diódy D7 a D8 vhodne tepelne kompenzujú zapojenie. Medzifrekvenčný zosilňovač je trojstupňový. Prvý stupeň je osadený dvoma tranzistormi, T4 v zapojení so spoločným emitorom ($U_{CE}=3,5\text{ V}$, $I_C=1,2\text{ mA}$), jeho pracovný bod je daný R16 a R18, R17 zlepšuje stabilitu zapojenia, a T5, zapojený ako emitorový sledovač ($U_{CE}=4,4\text{ V}$, $I_C=0,6\text{ mA}$) kvôli vhodnému prispôbeniu ku keramickému filtru F1 (6,5 MHz). Za keramickým filtrom nasleduje druhý stupeň, osadený tranzistormi T6 a T7 - tie sú zapojené obdobne ako tranzistory T4 a T5, tranzistor T6 v zapojení so spoločným emitorom, jeho pracovný bod určujú R22 a R24, a tranzistor T7, zapojený ako emitorový sledovač. Tretí stupeň tvorí tranzistor T8, ktorý pracuje ako zosilňovač-omezovač, je zapojený so spoločnou bázou s vhodne nastaveným pracovným bodom pre omedzovanie ($U_{CE}=2,6\text{ V}$, $I_C=1,2\text{ mA}$). Jeho pracovný bod je daný pomerom R28 a R29,

nia P2 by sme mali zachytiť signál z vf generátora, ktorý sa prejaví ako hluché miesto. Prijímač totiž v tomto štádiu zladovania vykazuje medzi stanicami už značný šum a na S-metri výchylkou ručky meracieho prístroja. Pomalým rozťahovaním závitov sa snažíme cievky L1 a L2 doladiť na maximálnu výchylku ručky meracieho prístroja S-metra. Ak ide ručička „za roh“, znížime úroveň signálu z vf generátora. Potom ešte vf generátor preladíme na 94 MHz a cievky L1 a L2 ešte jemne doladíme. Vzhľadom na to, že vo vstupnej jednotke na doladovanie chýbajú kapacitné trimre (daň za jednoduchosť), je naladenie cievok L1 a L2 vec kompromisu. Nakoniec samozrejme vyskúšame prijímač s pripojenou prúťovou anténou, asi 80 cm, S-meter odpojíme. Rozhodne by sme mali zachytiť všetky bežne prijímateľné stanice, popr. môžeme ešte jemne doladiť cievky L1 a L2 na niektorej zo slabších staníc na minimálny šum v prijíme, ale asi to už nebude nutné. Citlivosť popisovaného prijímača je pomerne značná, čo potvrdili aj praktické porovnávacie skúšky s obdobyňmi komerčne vyrábanými prijímačmi tejto triedy.

ktoré určujú veľkosť omedzeného napätia, a rezistorom zapojeným v emitore, R27. V kolektore tranzistoru T8 je nesymetrický pomerový detektor, ktorý je tvorený ladenými obvodmi L5, C26 a L6, C31 a detekčnými diódami D9 a D10. Z detektora sa ďalej detekovaný signál vedie ako nf na potenciometer P1, regulátor hlasitosti a na vstup nf zosilňovača.

Nf zosilňovač je osadený 7 tranzistormi. Vstupný obvod nf zosilňovača je riešený ako diferenčný, tranzistory T9 a T10, nf signál sa privádza do báze tranzistoru T9 a spätnoväzbový signál do báze tranzistoru T10. Tranzistor T11 pracuje ako rozkmitový stupeň, zapojený so spoločným emitorom, tranzistory T12 a T13 sú budiace. Diódy D11 a D12 vytvárajú vhodné predpätie pre budiace tranzistory a zároveň zapojenie tepelne kompenzujú. Tranzistory T14 a T15 sú koncové a pracujú bez kľudového prúdu. Zosilnenie nf zosilňovača je dané pomerom R39 a R41, ale v oblasti stredného akustického pásma je upravené korekčnými členmi RC - rezistory R42 a R43 a kondenzátory C40 a C41. Kondenzátory C42 a C44 zabráňujú rozkmitaniu sa nf zosilňovača v nadakustickej oblasti a vzniku záznejov.

V prijímači sú na ladenie použité varikapky a preto zapojenie obsahuje aj stabilizátor ladiaceho napätia, doplnený o obvod automatického doladovania frekvencie (ADK). Ako stabilizačný prvok sú použité LED, diódy D13 a D14, ktoré sú napájané zdrojom konštantného prúdu ($I_{LED}=0,35\text{ mA}$), tvoreným tranzistormi T14 a T15. V obvode ADK je JFET tranzistor T16, ktorý je zapojený ako premenný odpor, riadiace napätie sa získava z pomerového detektora. Veľkosť ladiaceho napätia sa reguluje potenciometrom P2, ktorý slúži na ladenie.



Konštrukcia prijímača

Prevedenie vstupnej jednotky

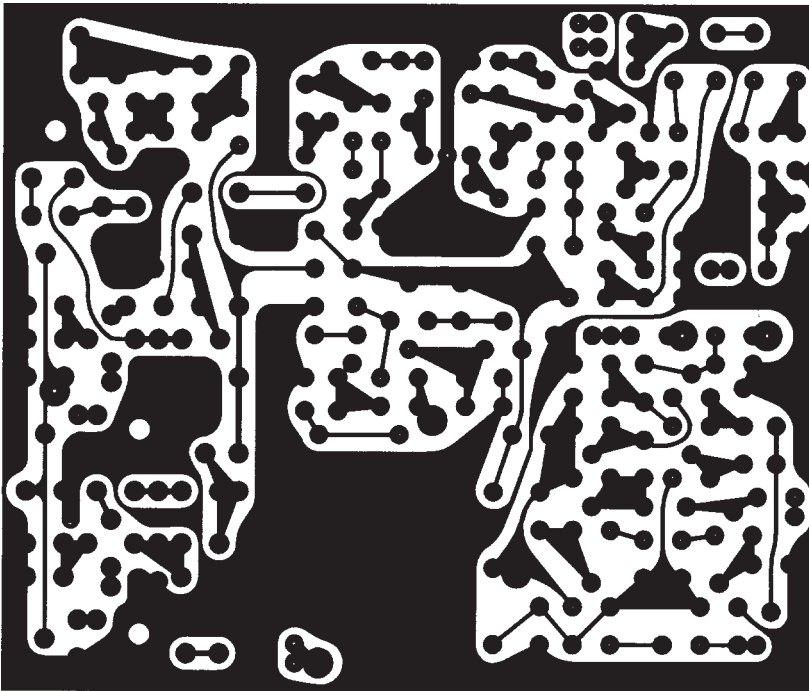
Prijímač je postavený na jednostranne plátovanej doske s plošnými spojmi 9x11 cm. Ak máme dosku vyrobenú, najprv urobíme krytovanie vstupnej jednotky. Použijeme na to tenký pocínovaný plech. Potom sa môžeme pustiť do výroby cievok vstupnej jednotky. Do dosky s plošnými spojmi najprv osadíme kostričky, ktoré boli použité z OMF z produkcie TESLA Orava. Na trn vhodného priemeru navinieme cievku

L1, L2 a L3, tie nakoniec nastrčíme na kostričky. Na odbočky cievok môžeme pripojiť príslušné súčiastky, kondenzátory C1, C5, C11 a rezistory R5 a R13.

Potom sa pustíme do výroby mf ladených obvodov. Na ich výrobu boli použité kostričky aj spolu s hliníkovými krytmi. Najprv navinieme cievku L4, presne podľa nákresu a pripojíme kondenzátor C9. Ladený obvod zakrytujeme hliníkovým krytom a ešte pred osadením do dosky s plošnými spojmi ho predladíme za pomoci mf generátoru 6,5 MHz. Potom

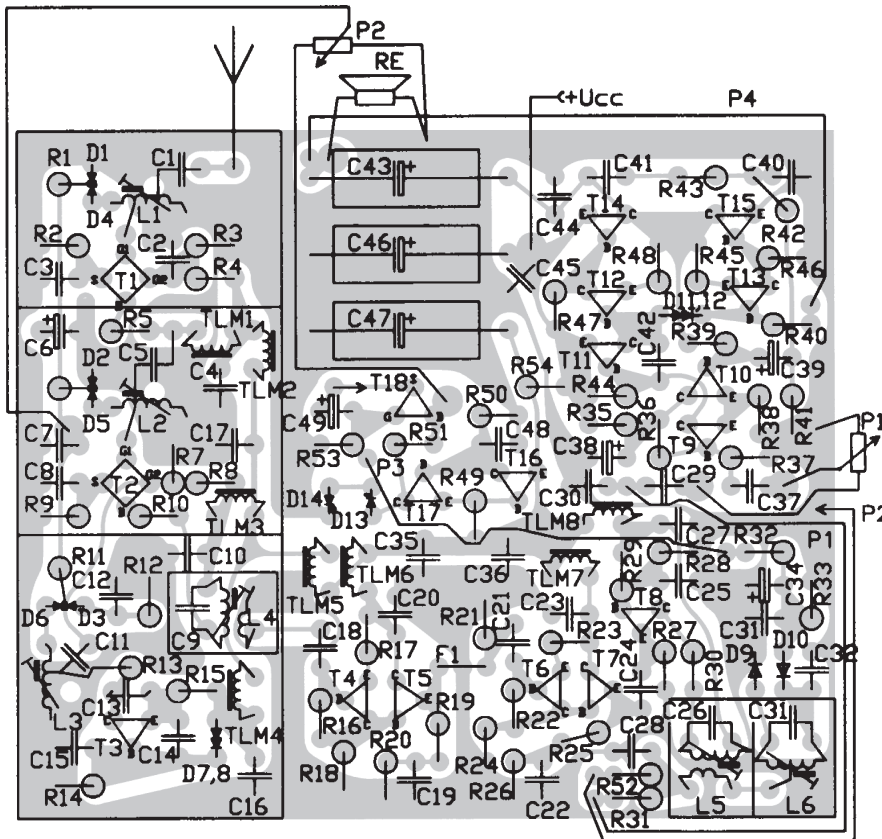
navinieme cievky pomerového detektoru. Cievka L5 sa navíja rovnako ako L4. Cievka L6 má bifilárne vinutie, to vinieme tak, že vinieme obidve vinutia spolu súčasne a nakoniec prepojíme začiatok prvého vinutia s koncom druhého.

Ladené obvody pomerového detektoru po zakrytí ešte pred osadením do dosky s plošnými spojmi predladíme, čím si podstatne uľahčíme oživovanie prijímača. Po osadení všetkých súčiastok (ešte pred osadením tranzistorov T1 a T2) je dobré zakryť súčiastky pomerového detekto-



Doska s plošnými spoji přijímače

R20, R26, R35	2,2 kΩ
R21	330 Ω
R22	0,18 MΩ
R23	5,6 Ω
R24	1,8 kΩ
R25, R30	220 Ω
R27	2,7 kΩ
R28	27 kΩ
R29	12 kΩ
R31	22 kΩ
R32, R36, R53	0,47 MΩ
R33	33 kΩ
R34	-
R37	0,56 MΩ
R38	18 kΩ
R39	33 kΩ
R40	4,7 kΩ
R41	390 Ω
R42, R43	15 kΩ
R44	18 kΩ
R45	100 Ω
R46	1,5 kΩ
R47	4,7 kΩ
R48	18 Ω
R49	1,8 kΩ
R50	56 kΩ
R51	6,8 kΩ
R52	82 kΩ



Kondenzátory

C1	5,6 pF, TK 656
C2, C3, C4, C8	2,2 nF, TK 744
C5	2,2 pF, TK 656
C6	150 nF, TK 782
C7	22 nF, TK 744
C9	180 pF, TK 754
C10	10 nF, TK 744
C11, C13	3,3 pF, TK 656
C12	470 pF, TK 774
C14	33 pF, TK 754
C15, C16	2,2 nF, TK 744
C17, C18, C21	4,7 nF, TK 744
C19, C22	22 nF, TK 744
C20, C23, C27	47 nF, TK 783
C24, C25	22 nF, TK 744
C26	180 pF, TK 754
C28	470 pF, TK 774
C29	150 nF, TK 782
C30	6,8 nF, TK 744
C31	180 pF, TK 754
C32	39 pF, TK 754
C33	1 nF, TK 744
C34, C38	4,7 μF/63 V, ISKRA
C35	22 nF, TK 744
C36	100 nF, TK 783
C37	150 nF, TK 782
C39	10 μF/40 V, ISKRA
C40	4,7 nF, TK 744
C41	10 nF, TK 744
C42	10 pF, TK 754
C43	220 μF/10 V, TF 007
C44, C45	100 nF, TK 783
C46, C47	470 μF/10 V, TF 007
C48	10 nF, TK 744
C49	470 nF/100 V, ISKRA

Potenciometre

P1	0,25 kΩ/G, TP 160
P2	0,25 kΩ/N, TP 280

Keramické filtre

F1	6,5 MHz
----	---------

Polovodičové součástky

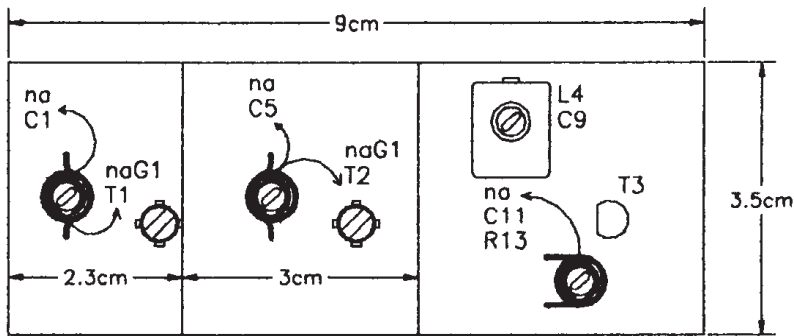
T1	KF910
T2	KF910
T3	BF506

ru, diódy D9, D10, rezistory R32, R33 a kondenzátory C32, C33 a C34. Ako posledné osadzujeme tranzistory T1 a T2.

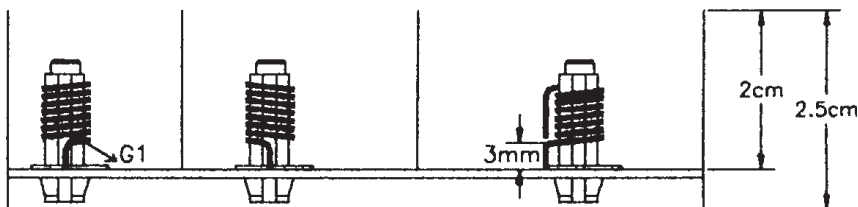
Rozpiska použitých súčiastok

Rezistory (TR 212 apod., 0,125 W)

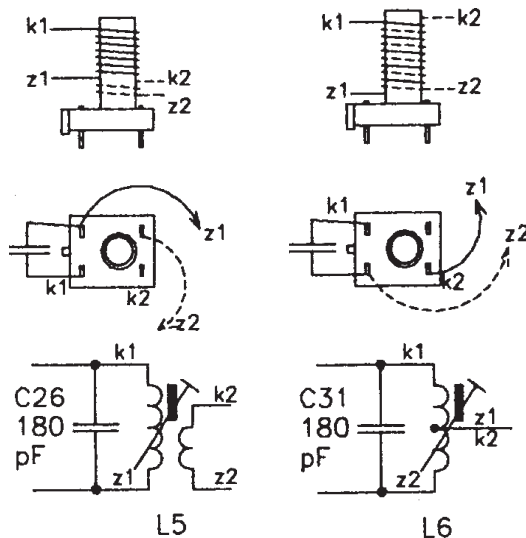
R1	100 kΩ	R7	18 kΩ
R2	390 Ω	R8	0,22 MΩ
R3	0,47 MΩ	R9	150 Ω
R4	0,15 MΩ	R10	220 Ω
R5	82 Ω	R11	100 kΩ
R6	100 kΩ	R12	33 kΩ
		R13	10 Ω
		R14	22 kΩ
		R15	1,5 kΩ
		R16	0,18 kΩ
		R17	10 Ω
		R18	1,8 kΩ
		R19	330 Ω



Prevedenie vstupnej jednotky



- T4 BF506, $\beta = 60$
- T5 KF254
- T6 BF506, $\beta = 60$
- T7 KF254
- T8 KF254
- T9 KC238C
- T10 KC238C
- T11 KC308C
- T12 KC238B
- T13 KC308B
- T14 KD136
- T15 KD135
- T16 KC308B
- T17 KC308B
- T18 BF245A
- D1 až D3 3-KB205B pár.
- D4 až D6 3-KB205B pár.
- D7 KA206
- D8 KA206
- D9 a D10 2-GA206 pár.
- D11 KA206
- D12 KA206
- D13 LQ1703
- D14 LQ1103



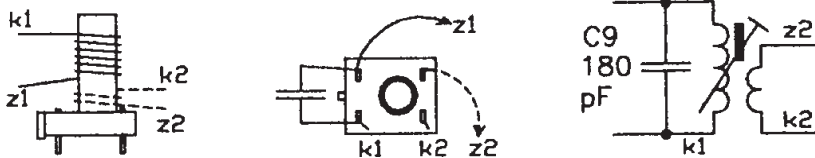
Prevedenie cievok pomerového detektoru

Nastavenie prijímača

Po vizuálnej kontrole osadenia dosky s plošnými spojmi súčiastkami, či náhodou nedošlo k zámene nejakej súčiastky alebo ku skratu plošných spojov, prikróčime k oživeniu prijímača. Po pripojení napájania skontrolujeme najprv kľudový odber, ten by mal byť asi 9 mA. Potom ešte zbežne skontrolujeme napätia v bodoch podľa schémy zapojenia. Nf zosilňovač nevyžaduje žiadne nastavovanie a mal by pracovať hneď po zapojení, to ostatné platí aj pre stabilizátor ladiaceho napätia. Potom sa pustíme do zlad'ovania V_f obvodov. Na vstup mf zosilňovača, na bázu tranzistora T4 pripojíme mf generátor 6,5 MHz a na kondenzátor C33 v pomerovom detektore pripojíme voltmeter. Pokiaľ sme si mf ladené obvody predladili ešte pred ich osadením do dosky s plošnými

Údaje cievok

- L1 1 + 3 1/2 + 2 závitov na kostričke, pravotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
- L2 1 1/2 + 5 z na kostričke, ľavotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
- L3 2 + 4 z na kostričke, pravotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
- L4 34 a 6 z na kostričke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
- L5 ako L4
- L6 2x 16 závitov bifilárne na kostričke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
- TLM1 až TLM8 20 z na feritovej tyčinke o \varnothing 2x 15 mm, drôt 0,2 mm

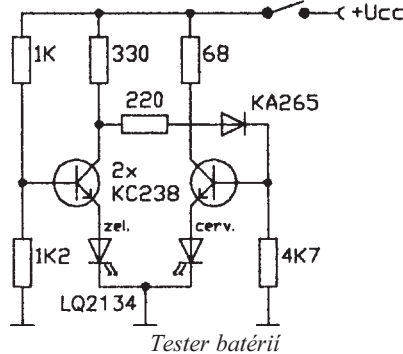


Prevedenie mf ladeného obvodu

spojmi, bude zlad'ovanie mf zosilňovača veľmi ľahké. Stačí doladiť jadrá cievok L4 až L6 na maximálnu výchylku ručky voltmetra, pripojeného na pomerový detektor. Doladenie cievok L5 a L6 bude treba zopárkrát opakovať, pretože sa navzájom ovplyvňujú. Veľkosť signálu z mf generátora volíme len takú, aby nedochádzalo k omezdovaniu v mf zosilňovači, pretože by sme potom nevedeli správne doladiť ladený obvod s cievkou L4.

Dalej potom vlnomerom zistíme, na akej frekvencii kmitá oscilátor vstupnej jednotky a jadrom cievky L3 ho doladíme tak, aby pri maximálnom ladiacom napätí 3 V kmital na 115 až 116 MHz. Môžeme ho ešte skontrolovať, na akej frekvencii pracuje pri minimálnom ladiacom napätí, malo by to byť zhruba asi 92 až 93 MHz. Nakoniec budeme zlad'ovať vstupné ladené obvody vo vstupnej jednotke. Na anténny vstup pripojíme vf generátor a na kondenzátor C33 v pomerovom detektore opäť pripojíme voltmeter. Vf generátor naladíme na signál asi 102 MHz a preladovaním prijímača (potenciometrom P2) sa ho pokúsime zachytiť. Keď ho zachytíme, tak cievky L1 a L2 doladíme jadrmi na maximálnu výchylku voltmetra. Potom vf generátor preladíme asi na 94 MHz a doladenie cievok L1 a L2 ešte jemne upravíme. Naladenie cievok L1 a L2 je trochu kompromisné, pretože z dôvodu jednoduchosti zapojenia boli vynechané kapacitné trimre pre dolad'ovanie ladených obvodov. Po tom, čo už máme prijímač zladený, pripojíme na vstup prúťovú anténu dĺžky asi 80 až 90 cm a rozhodne by sme mali zachytiť všetky vysieláče, ktoré sú v dosahu. Pri bežnej posluchovej hlasitosti pri použití reproduktora s impedanciou 16 Ω by spotreba prúdu nemala presahovať veľmi cez 25 mA. Praktické skúšky pri prevádzke z batérií potvrdili ich predpokladanú dlhú životnosť. Pri bežnom posluhu bola životnosť jednej sady batérií R20 až štyri mesiace, ak sa použijú moderné alkalické typy, dá sa predpokladať ešte vyššia.

Nakoľko je prijímač určený predovšetkým pre napájanie z batérií, je vhodné ho vybaviť aj testerom batérií. Na obrázku je zapojenie jednoduchého testera, na indikáciu sa používa dvojfarebná dióda LED, zelený systém LED indikuje vhodnosť testovaných článkov. Pokles napätia pod 4,7 V



Tester batérií

je indikovaný postupným prechodom zo zelenej na červenú a pri napätí 4,5 V už svieti čisto červený systém, ktorý indikuje úplnú vyčerpanosť článkov a potrebu ich výmeny.

Prijímač so synchrodetektorom

Predchádzajúce dve zapojenia prijímačov sa skôr hodia pre miestny príjem staníc, ďalej popisovaný prijímač umožňuje príjem aj vzdialenejších staníc vysielajúcich na VKV, preto bolo zapojenie navrhované tak, aby vyhovelo vyšším nárokom na kvalitné spracovanie prijímaného signálu. Zapojenie sa inak hodí pre použitie v „kufrikových“ prijímačoch (napríklad na chatu) s kombinovaným napájaním z batérií a zo siete. Tak ako aj v predchádzajúcom zapojení, tak aj v tomto bola použitá celotranzistorová koncepcia zapojenia. Ako tradične, jedná sa o superhet. Vstupná jednotka je tentokrát ladená štyrmi ladenými obvodmi, medzi vŕ predzosilňovačom a zmiešavačom je použitá indukčne viazaná pásmová priepust. Na ladenie boli použité varikapy; vŕ zosilňovač a zmiešavač sú osadené tetródami MOSFE; oscilátor je použitý samostatný. Mf zosilňovač je trojstupňový, s posledným stupňom pracujúcim ako omedzovač a na detekciu bol použitý pre svoje dobré vlastnosti synchrodetektor. V nf časti je prijímač vybavený korekčným zosilňovačom pre reguláciu výšok a basov v reprodukcii, koncový zosilňovač je bežného tranzistorového prevedenia. Prijímač pre napájanie vstupnej jednotky, mf zosilňovača a korekčného zosilňovača používa stabilizované napätie, čo umožnilo dosiahnuť vysokej stability, hlavne pri napájaní z batérií. Na napájanie môžeme použiť buď batérie s napätím 9 V, alebo sieťový napájač na 230 V.

Popis prijímača

Signál z antény sa privádza cez kondenzátor C1 na odbočku vstupného ladeného obvodu, tvoreného cievkou L1 a varikapmi D1, D2. Z druhej odbočky cievky L1 sa signál potom privádza na vŕ predzosilňovač, ten je osadený tetródou MOSFE, tranzistor T1. Jeho pracovný bod určujú rezistory R2 a R3 (predpätie riadiacej elektródy G2) a R5 (predpätie G1 / prúd I_{DS} ; $U_{DS} = 5$ V, $U_{G1} = -0,3$ V, $U_{G2} = 4$ V). Rezistor R4, zapojený v kolektore tranzistora T1, zlepšuje stabilitu zapojenia. Zosilnený signál sa z kolektoru ďalej potom vedie cez kondenzátor C5 na odbočku druhého ladeného obvodu - primárnu stranu pásmovej priepuste, cievka L2 a varikapy D3, D4. Sekundárnu stranu pásmovej priepuste tvorí ladený obvod, cievka L3 a varikapy D5 a D6. Z odbočky cievky L3 sa potom signál privádza na zmiešavač, ten je tiež osadený tetródou MOSFE, tranzistor T2. Jeho pracovný bod určujú rezistory R9 a R10 (predpätie G2) a R11 (predpätie G1; $U_{DS} = 5$ V, $U_{G1} = -0,15$ V, $U_{G2} = 0,3$ V). Vŕ vstupný signál sa privádza na elektródu G1 a oscilátorový na G2 T2. V obvode kolektoru tranzistora T2 je zapojený prvý mf ladený obvod, MF1 a kondenzátor C14. Tranzistor T3 pracuje ako oscilátor v zapojení so spoločnou bázou ($U_{CE} = 4,5$ V, $I_C = 0,5$ mA) a potrebná spätná väzba je prevedená kondenzátormi C18 a C19. Oscilačný obvod

tvorí cievka L4, varikapy D7, D8 a kondenzátor C16. Ten zabezpečuje súbeh oscilátoru so vstupnými ladenými obvodmi pri preladovaní. Diódy D9 a D10 vhodne tepelne kompenzujú zapojenie oscilátoru.

Na vstupe mf zosilňovača je zapojený druhý mf ladený obvod MF2, ktorý spolu s ladeným obvodom MF1 tvorí pásmovú priepust'. Prvý stupeň medzifrekvenčného zosilňovača je osadený dvoma tranzistorami; T4 v zapojení so spoločným emitorom ($U_{CE} = 3,2$ V, $I_C = 1,5$ mA), jeho pracovný bod je daný rezistormi R18 a R19, R20 zlepšuje stabilitu zapojenia, a T5, zapojený ako emitorový sledovač ($U_{CE} = 3,8$ V, $I_C = 0,6$ mA) kvôli vhodnému prispôsobeniu ku keramickému filtru F1, 10,7 MHz. Za keramickým filtrom nasleduje druhý stupeň medzifrekvenčného zosilňovača, ktorý je prevedený tak isto ako prvý stupeň. Je osadený dvoma tranzistorami; T6 v zapojení so spoločným emitorom, jeho pracovný bod je daný R24 a R25, R26 zlepšuje stabilitu zapojenia, a T7, zapojený ako emitorový sledovač. Tretí stupeň medzifrekvenčného zosilňovača tvorí dvojica tranzistorov T8 a T9 v kaskádovom zapojení. Pracovný bod bol zvolený tak (T8 - $U_{CE} = 2$ V, T9 - $U_{CE} = 2,5$ V, $I_C = 1,5$ mA), aby tento stupeň pracoval ako zosilňovač - omedzovač, pretože nasledujúci synchrodetektor vyžaduje k správnej činnosti dobre obmedzený signál. Pracovný bod je daný rezistormi R31 a R32, určujú napätie U_{CE} , a R30, ktorý určuje prúd tečúci kolektorom tranzistorov T8 a T9. V kolektore tranzistoru T9 je zapojený tretí mf ladený obvod MF3, na ktorý je cez kapacitný delič (kondenzátory C32 a C33) naviazaný synchronizovaný oscilátor, tranzistor T10 ($U_{CE} = 4,7$ V, $I_C = 1$ mA). V kolektore tranzistoru T10 je zapojený ladený obvod oscilátoru $L_{OSC}C36$, jeho rezonančná frekvencia je 2,14 MHz, t.j. päťna medzifrekvencie. Spätná väzba oscilátoru je zvolená pomerne voľná, aby sa oscilátor ľahko synchronizoval a vedie sa z odbočky ladeného obvodu L_{OSC} cez kondenzátor C35 do emitoru tranzistoru T10.

Na vlastnú detekciu signálu je použitý fázový diskriminátor, ladený obvod $L_{DET}C39$, diódy D11 a D12. Demodulovaný signál sa potom privádza na nf predzosilňovač s veľkým vstupným odporom, tranzistor T11, jeho pracovný bod je upravený rezistorom R41 ($U_{DS} = 2,6$ V, $I_{DS} = 0,5$ mA). Kondenzátor C41 zapojený v kolektore tranzistoru zabezpečuje potrebnú korekciu demodulovaného signálu - deemfázu. Za nf predzosilňovačom nasleduje korekčný zosilňovač, tranzistor T12 v zapojení so spoločným emitorom ($U_{CE} = 3,2$ V, $I_C = 0,5$ mA). Frekvenčne závislé prvky Baxandallového zapojenia sa nachádzajú v obvode zápornej spätnej väzby zosilňovača, potenciometrom P5 sa regulujú basy, potenciometrom P6 výšky. Za korekčným zosilňovačom potom nasleduje regulátor hlasitosti, potenciometer P7, rezistory R51 a R52 a kondenzátory C54 a C55 zavádzajú v počiatkovej polovine odporovej dráhy potenciometra fyziologickú závislosť. Za reguláciou hlasitosti potom nasleduje koncový zosilňovač. Vstupný obvod je riešený ako diferenčný, tranzisto-

ry T13 a T14. Nf signál sa privádza do báze tranzistoru T13, záporná spätná väzba do báze tranzistoru T14. Tranzistor T15 pracuje v zapojení so spoločným emitorom a nachádza sa v rozkmitovom stupni, za ním nasleduje budiaci stupeň, tranzistory T16 a T17. Diódy D13 a D14 vytvárajú vhodné predpätie pre budiace tranzistory a zároveň zapojenie tepelne kompenzujú. Koncové tranzistory T18 a T19 pracujú bez kľudového prúdu.

Na napájanie vstupného dielu, mf zosilňovača a korekčného zosilňovača sa používa stabilizované napätie. Musí byť dostatočne stabilné, lebo sa používa aj na ladenie prijímača. Na ladenie slúži potenciometer P4. Na vytvorenie referenčného napätia je použitá Zenerova dióda D16, ktorá je napájaná zdrojom konštantného prúdu ($I_Z = 0,5$ mA), tranzistor T21 a T22. Tranzistor T20 slúži na tepelnú kompenzáciu rozdielového zosilňovača - tranzistor T23, ktorý potom ovláda regulačný tranzistor T24. Na napájanie nf zosilňovača sa používa nestabilizované napätie, buď z batérií alebo z napájacieho zdroja, ktorý tvorí samostatný diel.

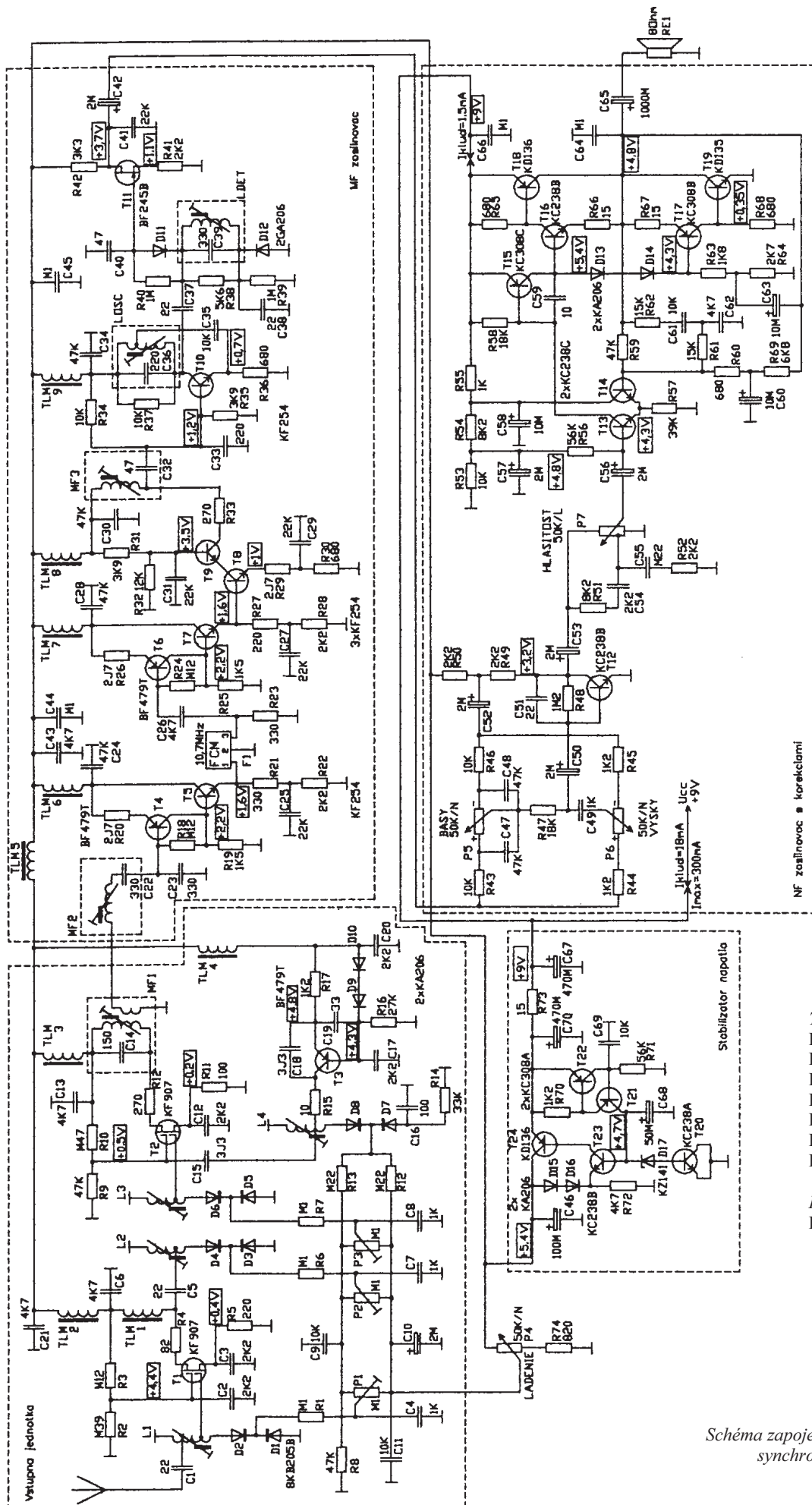
Konštrukcia prijímača

Prijímač je postavený na jednostrannej doske s plošnými spojmi 10,5x18 cm. Ak už máme dosku vyrobenú, najprv urobíme krytovanie vstupnej jednotky a obvodu synchrodetektora a použijeme na to tenký pocinovaný plech, presne podľa nákresu. Vo vstupnej jednotke potom do dosky s plošnými spojmi osadíme kostričky, ďalej na trn vhodného priemeru navinieme cievky L1 až L4 presne podľa rozpisu a nakoniec ich nastrčíme na kostričky. Na odbočky cievok môžeme pripojiť príslušné súčiastky, kondenzátory C1, C5, C15 a rezistor R15. Ďalej navinieme mf ladený obvod (jedná sa o obdobné prevedenie popísané už v predchádzajúcom prijímači); pred osadením do dosky s plošnými spojmi ich zakrytujeme s hliníkovým krytom. Nakoniec navinieme ladené obvody synchrodetektora. Cievku L_{OSC} vinieme tak, že najprv navinieme 10 závitov, urobíme odbočku a potom zvyšných 60 závitov drôtu. Vinutie by malo byť vinuté krížovo, ale môžeme ju naviniť nadivoko. Cievku L_{DET} vinieme vo dvoch vrstvách, najprv navinieme 30 závitov tesne vedľa seba a potom pokračujeme v druhej vrstve späť, t.j. zvyšných 30 závitov. Cievky synchrodetektora nekrytujeme.

Rozpiska použitých súčiastok

Rezistory (TR 212 apod., 0,125 W)

R1, R6, R7	100 kΩ
R2	0,39 MΩ
R3	0,12 MΩ
R4	82 Ω
R5	220 Ω
R8, R9	47 kΩ
R10	0,47 MΩ
R11	100 Ω
R12, R13	0,22 MΩ
R14	33 kΩ
R15	10 Ω
R16	27 kΩ
R17	1,2 kΩ
R18	0,12 MΩ
R19	1,5 kΩ

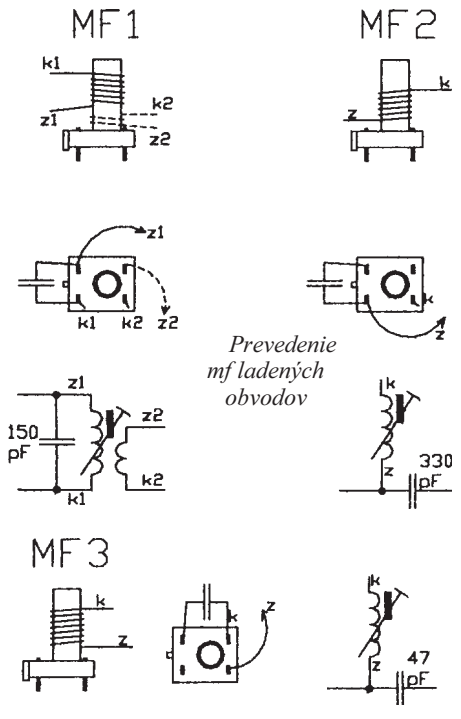


- R20 2,7 Ω
- R21 330 Ω
- R22 2,2 kΩ
- R23 330 Ω
- R24 0,12 MΩ
- R25 1,5 kΩ
- R26 2,7 Ω
- R27 220 Ω
- R28 2,2 kΩ
- R29 2,7 Ω
- R30 680 Ω
- R31 3,9 kΩ
- R32 12 kΩ
- R33 270 Ω
- R34 10 kΩ
- R35 3,9 kΩ
- R36 680 Ω
- R37 10 kΩ
- R38 5,6 kΩ
- R39, R40 1MΩ
- R41 2,2 kΩ
- R42 3,3 kΩ
- R43 10 kΩ
- R44, R45 1,2 kΩ
- R46 10 kΩ
- R47 18 kΩ
- R48 1,2 MΩ
- R49, R50 2,2 kΩ
- R51 8,2 kΩ
- R52 2,2 kΩ
- R53 10 kΩ
- R54 8,2 kΩ
- R55 1 kΩ
- R56 56 kΩ
- R57 39 kΩ
- R58 18 kΩ
- R59 47 kΩ
- R60 680 Ω
- R61, R62 15 kΩ
- R63 1,8 kΩ
- R64 2,7 kΩ
- R65 680 Ω
- R66, R67 15 Ω
- R68 680 Ω
- R70 1,2 kΩ
- R71 56 kΩ
- R72 4,7 kΩ
- R73 15 Ω, 1 W
- R74 820 Ω

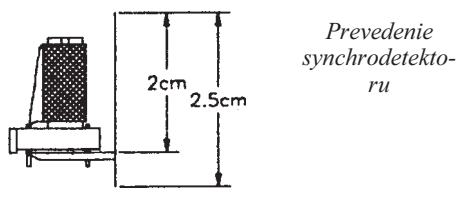
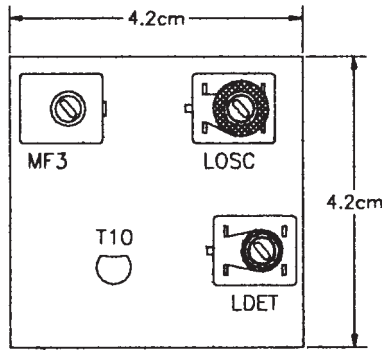
- Trimre a potenciometre*
- P1 100 kΩ, TP 009
 - P2 100 kΩ, TP 009
 - P3 100 kΩ, TP 009
 - P4 50 kΩ/N, TP 280
 - P5 50 kΩ/N, TP 160
 - P6 50 kΩ/N, TP 160
 - P7 50 kΩ/L, TP 160

- Keramické filtre*
- F1 10,7 MHz

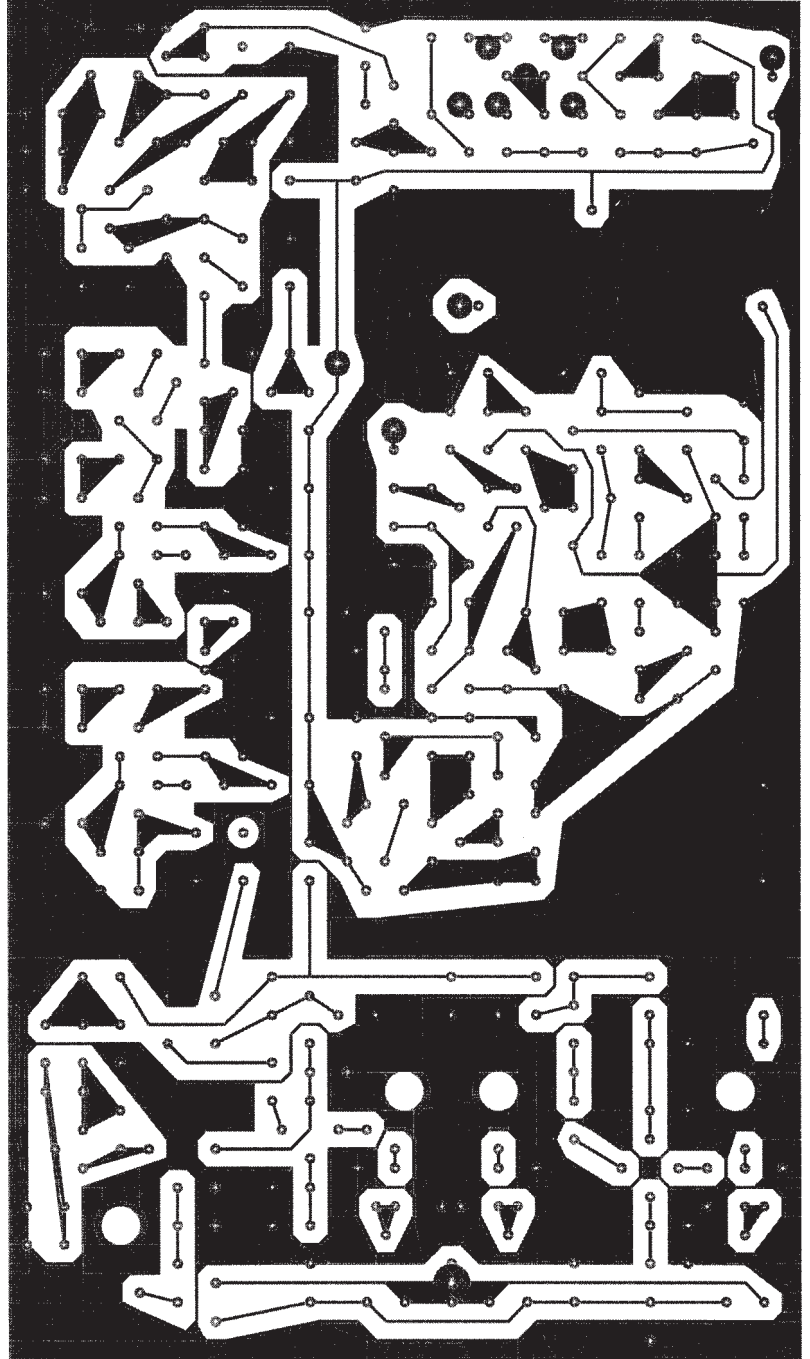
Schéma zapojenia prijímača VKV so synchrodetektorom



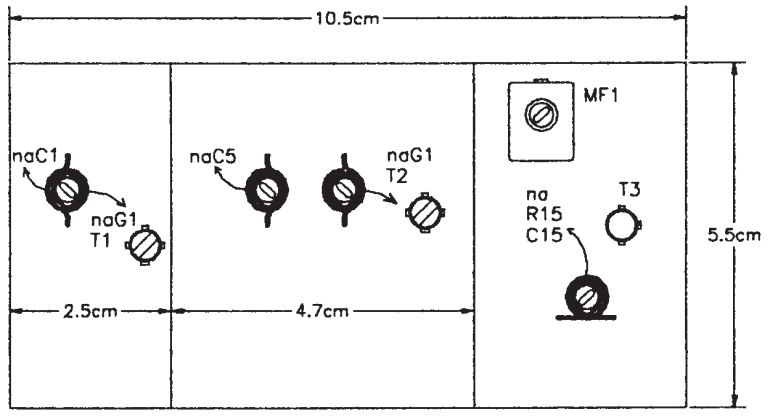
Prevedenie mf ladených obvodov



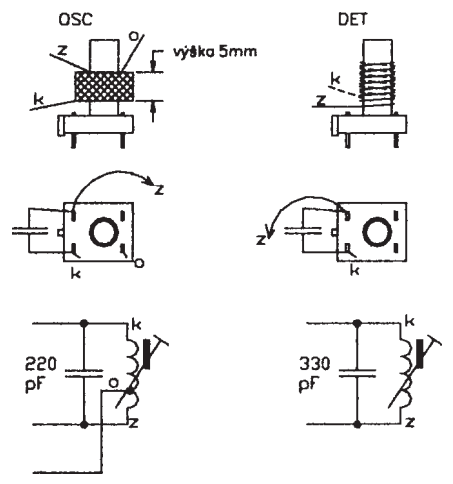
Prevedenie synchrodetektoru



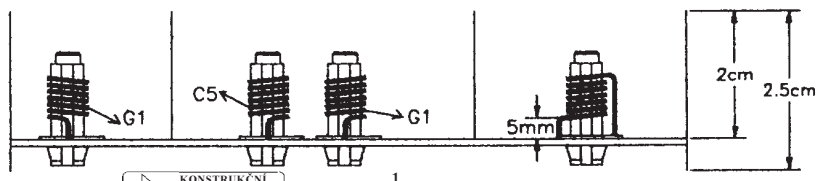
Doska s plošnými spoji ...

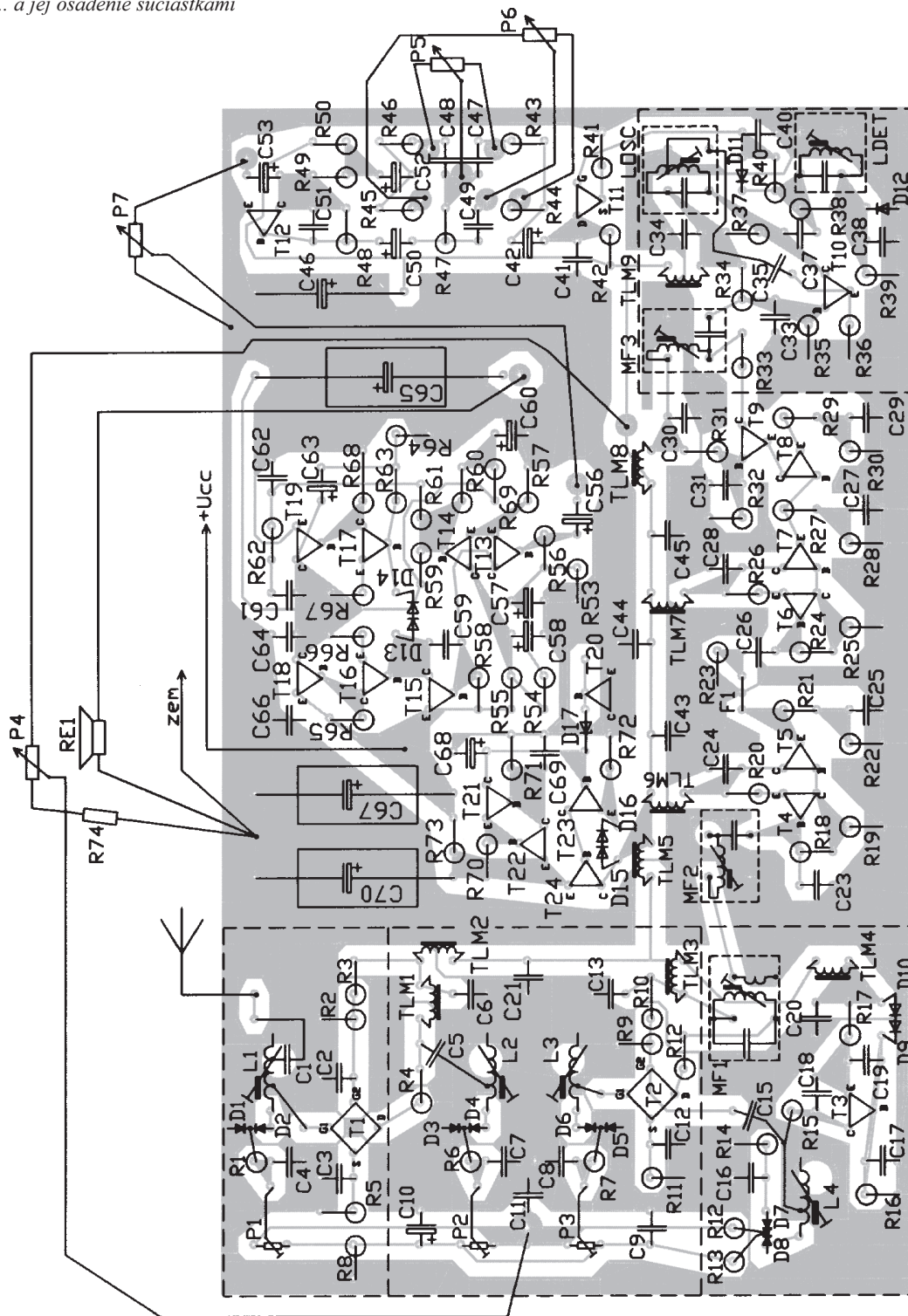


Prevedenie vstupnej jednotky



Prevedenie ladených obvodov synchrodetektoru





Kondenzátory

C1	22 pF, TK 676	C19	33 pF, TK 754	C36	220 pF, TK 754	C55	220 nF, TC 205
C2, C3	2,2 nF, TK 744	C20	2,2 nF, TK 744	C37	22 pF, TK 754	C56, C57	2,2 µF/100 V, ISKRA
C4	1 nF, TK 724	C21	4,7 nF, TK 744	C38	22 pF, TK 754		ISKRA
C5	22 pF, TK 754	C22, C23	330 pF, TK 754	C39	330 pF, TK 754	C58, C60	10 µF/40 V, ISKRA
C6	4,7 nF, TK 744	C24	47 nF, TK 783	C40	47 pF, TK 754	C59	10 pF, TK 656
C7, C8	1 nF, TK 724	C25	22 nF, TK 744	C41	22 nF, TK 744	C61	10 nF, TK 744
C9	10 nF, TK 744	C26	4,7 nF, TK 744	C42	2,2 µF/100 V, ISKRA	C62	4,7 nF, TK 744
C10	470 nF/100 V, ISKRA	C27	22 nF, TK 744	C43	4,7 nF, TK 744	C63	10 µF/40 V, ISKRA
C11	10 nF, TK 744	C28	47 nF, TK 783	C44, C45	100 nF, TK 783	C64	100 nF, TK 783
C12	2,2 nF, TK 744	C29	22 nF, TK 74	C46	100 µF/10 V, TF 007	C65	1000 µF/16 V, TF 008
C13	4,7 nF, TK 744	C30	47 nF, TK 783	C47, C48	47 nF, TK 783	C66	100 nF, TK 783
C14	150 pF, TK 754	C31	22 nF, TK 744	C49	1 nF, TK 724	C67	470 µF/16 V, TF 008
C15	3,3 pF, TK 656	C32	47 pF, TK 754	C50	2,2 µF/100 V, ISKRA	C68	47 µF/16 V, ISKRA
C16	100 pF, TK 754	C33	220 pF, TK 754	C51	22 pF, TK 754	C69	10 nF, TK 744
C17	2,2 nF, TK 744	C34	47 nF, TK 783	C52, C53	2,2 µF/100 V, ISKRA	C70	470 µF/16 V, TF 008
C18	3,3 pF, TK 656	C35	10 nF, TK 744	C54	2,2 nF, TGL5155		

Polovodičové súčiastky

T1	KF907
T2	KF907
T3	BF479
T4	BF479, $\beta = 60$
T5	KF254
T6	BF479, $\beta = 60$
T7	KF254
T8	KF254
T9	KF254
T10	KF254
T11	BF245A
T12	KC238B
T13	KC238C
T14	KC238C
T15	KC308C
T16	KC238B
T18	KD136
T19	KD135
T20	KC238A
T21	KC308B
T22	KC308B
T23	KC238B
T24	KD136
D1 až D8	2x 4-KB205B
D9	KA206
D10	KA206
D11 a D12	2-GA206
D13	KA206
D14	KA206
D15	KA206
D16	KA206
D17	KZ141
T17	KC308B

Údaje cievok

L1	1 3/4 + 2 1/2 + 2 1/4 závitů na kostičke, ľavotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
L2	1 3/4 + 4 3/4 z na kostičke, ľavotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
L3	1 1/4 + 5 1/4 z na kostičke, ľavotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
L4	3 1/2 + 2 1/2 z na kostičke, ľavotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
MF1	16 a 3 z na kostičke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
MF2	14 z na kostičke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
MF3	33 z na kostičke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
LOSC	60+10 z na kostičke, vinuté nadivoko, s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
LDET	60 z na kostičke vinuté vo dvoch vrstvách, s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
TLM1 až TLM9	20 z na feritovej tyčinke $\varnothing 2x 15$ mm, drôt 0,2 mm

Nastavenie prijímača

Po vizuálnej kontrole osadenia dosky s plošnými spojmi súčiastkami, či náhodou nedošlo k zámene nejakej súčiastky alebo k skratu medzi plošnými spojmi, prikrôčíme k oživeniu prijímača. Po pripojení napájania, napätie 9 V, skontrolujeme najprv ľudový odber, ten by mal byť asi 18 mA, potom zbežne skontrolujeme napätia v bodoch podľa schémy zapojenia. Nf zosilňovač a ani stabilizátor napätia nevyžadujú nastavovanie a mali by pracovať hneď po prvom pripojení. Z vf obvodov ako prvý nastavujeme synchrodetektor. Najprv nastavíme frekvenciu kmitania oscilátora, najlepšie čítačom, ktorý pripojíme do emitora tranzistoru T10 a jadrom cievky L_{OSC} nastavíme jeho frekvenciu na 2,14 MHz. Potom si pripojíme voltmeter na kondenzátor C40 a jadrom cievky L_{DET} fázového diskriminátora nastavíme na kondenzátore napätie 0 V. Ešte zkontrolujeme správnu funkciu, jemné odladenie cievky L_{OSC} by sa malo prejaviť zmenou napätia na kondenzátore C40 rovnako na obidve strany. Ďalej naladíme ladené obvody mf zosilňovača. Mf generátor 10,7 MHz pripojíme na sekundárnu stranu vinutia ladeného obvodu MF1 a vf milivoltmeter (S-meter) pripojíme na kolektor tranzistoru T4. Jadrami cievok MF1 a MF2 doladíme ladené obvody na maximálnu výchylku ručky meracieho prístroja. Ladený obvod MF3 doladíme tak, že úroveň signálu z mf generátora nastavíme na takú úroveň, aby demodulovaný nf signál obsahoval zreteľný šum. Jadrom cievky MF3 potom doladíme obvod tak, aby šum v nf signáli poklesol na minimum.

Potom sa môžeme pustiť do zladenia vstupnej jednotky. Najprv naladíme oscilátor. Vlnometrom zistíme, na akej frekvencii kmitá, a jadrom cievky L4 ho doladíme tak, aby pri

maximálnom ladiacom napätí kmital asi na 119 MHz. Ešte skontrolujeme frekvenciu pri minimálnom ladiacom napätí - mala by byť asi 96 MHz.

Potom pripojíme na antény vstup vf generátor a do mf zosilňovača na výstup keramického filtra F1 pripojíme vf milivoltmeter. Vf generátor naladíme na 102 MHz a pomalým preladvaním prijímača potenciometrom P4 sa pokúsime zachytiť jeho signál. Ak ho zachytíme, tak potom trimrami P1 až P3 doladíme ladené obvody vo vstupnej jednotke na maximálnu výchylku ručky meracieho prístroja vf milivoltmetra. Potom preladvíme vf generátor na 94 MHz a jadrami cievok L1 až L3 tak isto doladíme ladené obvody na maximálnu výchylku. Ladenie pri frekvenciách 102 a 94 MHz opakujeme aspoň 3 až 4krát. Potom môžeme na vstup pripojiť anténu a prijímač vyskúšať.

Praktické skúšky len potvrdili dobré príjmové vlastnosti tohto prijímača, ktoré sú výrazne lepšie oproti väčšine komerčne vyrábaných prijímačov obdobného použitia.

Schéma zapojenia napájacieho zdroja

Pretože je dosť pravdepodobné, že prijímač bude väčšinou napájaný zo siete, uvedieme si tu aj zapojenie vhodného napájacieho zdroja. Jedná sa o bežné zapojenie, sieťový transformátor je použitý EI 16x20, 8 VA, primárne vinutie 230 V, sekundárne vinutie 10 V, 0,7 A. Striedavé napätie je usmernené diodovým mostíkom, diódy KY131, na filtráciu napätia je použitý kondenzátor o kapacite 1000 μ F. Pri bežnej prevádzke by na ňom malo byť napätie asi 12 až 13 V. Toto napätie je stabilizované jednoduchým dvojtranzistorovým stabilizátorom na napätie 9 V. Tranzistor KD136 je dobré vybaviť malým chladiacim krídľom z hliníkového plechu hrúbky 0,5 mm, rozmerov asi 3x 4 cm.

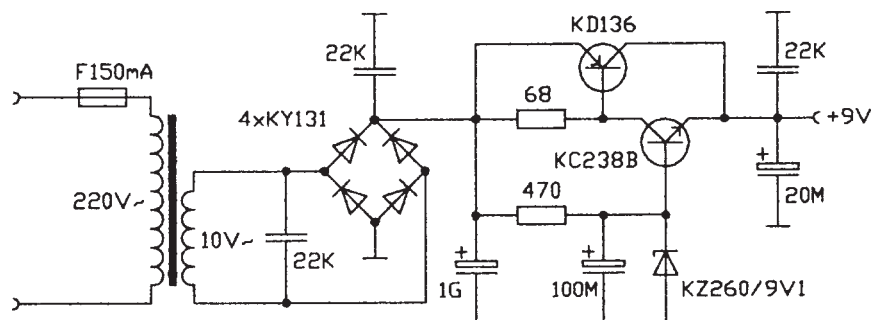


Schéma zapojenia napájacieho zdroja

Stereofónny prijímač

Vzhľadom na to, že v súčasnosti prakticky všetky rozhlasové stanice na VKV vysielajú stereofónne, tak si ďalej popíšeme jednoduchý stereofónny prijímač, vhodný pre príjem miestnych rozhlasových staníc. Ide o superhet: vstupná jednotka je ladená tromi ladenými obvodmi; na ladenie boli použité varikapky; vf zosilňovač a zmiešavač sú osadené tetródami MOSFE; oscilátor je použitý samostatný. Mf zosilňovač je bežného prevedenia, dvojstupňový s keramickým filtrom a integrovaným obvodom A220D. Za mf zosilňovačom je ďalej zapojený stereofónny dekóder, osadený integrovaným obvodom A290D. V nf časti prijímač obsahuje obvody korekcií, regulácie výšok a basov v reprodukcii. K tomuto účelu bol použitý dvojité operačný zosilňovač MA1458 a ako zosilňovač výkonu integrovaný obvod A2000V, ktorý obsahuje kompletný výkonný stereofónny zosilňovač. Na napájanie prijímača sa používa jednosmerné napätie 12 až 15 V.

Popis prijímača

Signál z antény sa privádza cez kondenzátor C1 na odbočku vstupného ladeného obvodu, tvoreného cievkou L1 a varikapmi D1, D2. Z druhej odbočky cievky L1 sa signál potom privádza na vf predzosilňovač, ten je osadený tetródou MOSFE, tranzistor T1. Jeho pracovný bod určujú rezistory R3 (predpätie radiacej elektródy G1 / prúd I_{DS}) a pomer R4 a R5 (predpätie G2; $U_{DS} = 7$ V, $U_{G1} = -0,3$ V, $U_{G2} = 4$ V). Rezistor R3 zapojený v kolektore tranzistora T1 zlepšuje stabilitu zapojenia. Zosilnený signál sa z kolektoru ďalej vedie cez kondenzátor C4 na odbočku druhého ladeného obvodu - cievka L2 a varikapky D3, D4 - a potom na zmiešavač, osadený taktiež tetródou MOSFE, tranzistor T2. Jeho pracovný bod určujú rezistory R7 a R8 (predpätie G2; $U_{DS} = 7$ V, $U_{G1} = 0$ V, $U_{G2} = 0,35$ V). Vf vstupný signál sa privádza na G1 a oscilátorový na G2, v obvode kolektoru tranzistora T2 je zapojený prvý mf ladený obvod, cievka L4 a kondenzátor C7, ktorý tvorí primárnu časť mf pásmovej priepusti. Tranzistor T3 pracuje ako oscilátor v zapojení so spoločnou bázou ($U_{CE} = 7$ V, $I_C = 0,6$ mA). Spätňá väzba preto, aby oscilátor kmital, je prevedená kondenzátormi C10 a C11. Oscilačný obvod tvorí cievka L3, varikapky D5, D6 a kondenzátor C9, ten zabezpečuje súbeh oscilátoru so vstupnými ladenými obvodmi pri preladovaní. Diódy D7 a D8 vhodne tepelne kompenzujú zapojenie oscilátoru. Medzifrekvenčný zosilňovač je dvojstupňový, na jeho vstupe sa nachádza sekundárna časť mf pásmovej priepusti, druhý mf ladený obvod - cievka L6 a dvojica kondenzátorov C18 a C19. Prvý mf stupeň je osadený dvoma tranzistormi. T4 je v zapojení so spoločným emitorom ($U_{CE} = 3,5$ V, $I_C = 1,8$ mA), jeho pracovný bod je daný rezistormi R17 a R18, R21 zlepšuje stabilitu zapojenia. T5 je zapojený ako emitorový sledovač ($U_{CE} = 4,4$ V, $I_C = 1$ mA) kvôli vhodnému prispôsobeniu ku keramickému filtru F1 (10,7 MHz). Za keramickým filtrom F1 nasleduje druhý

stupeň mf zosilňovača, ten je osadený integrovaným obvodom IO1 - A220D. Mf signál sa privádza na vstup IO1, na vývod 14, vstupná impedancia je upravená rezistorom R19, kondenzátory C22, C23 sú blokovacie. Fázovací obvod detektoru je tvorený ladeným obvodom L7, C24 a je pripojený medzi vývody 7 a 9 integrovaného obvodu. Demodulovaný nf signál je vyvedený na vývod 8. Nf signál sa potom ďalej vedie do stereofónneho dekódera, ten je osadený integrovaným obvodom IO2 - A290D. IO2 pracuje na princípe fázovej smyčky PLL a má v sebe integrované všetky potrebné obvody stereofónneho dekódera.

Nf signál obsahujúci stereofónnu informáciu sa privádza na vstup IO2, vývod 2. Na vývode 4 a 5 je výstup už dekódovaného stereofónneho nf signálu. Kondenzátory C31 a C32 a rezistory R24 a R25 tvoria potrebnú deemfázu. Na vývod 6 sa pripája indikačná LED dióda D9, ta je zapojená v sérii s R26 a signalizuje zasynchronizovanie obvodu - stereo. Na vývode 14 sú pripojené súčiastky vnútorného oscilátora 76 kHz, odporovým trimrom P3 sa nastavuje jeho frekvencia a na vývode 10 je k dispozícii signál 19 kHz pre nastavenie frekvencie oscilátora stereofónneho dekódera. Zo stereofónneho dekódera sa nf signál ďalej vedie do obvodov korekcií - integrovaný obvod IO3, MA1458 - ten obsahuje dvojicu operačných zosilňovačov s vnútornou frekvenčnou kompenzáciou. Frekvenčne závislé prvky korekcií sa nachádzajú v obvodoch zápornej spätnej väzby operačných zosilňovačov; tandemovým potenciometrom P5 a P5' sa regulujú výšky, P6 a P6' basy. Kondenzátory C48 a C54 zlepšujú stabilitu zapojenia.

Na výstupe obvodov korekcií je zapojený tandemový potenciometer P7 a P7' regulácie hlasitosti. Za reguláciou hlasitosti je pripojený výkonný zosilňovač, integrovaný obvod IO4, A2000V, ten obsahuje dvojicu výkonných zosilňovačov 2x 5 W, vývody 1 a 5 sú vstupy nf zosilňovača, vývody 2 a 4 sú vstupy spätnej väzby. Cez oddelovacie kondenzátory C63 a C64 sú na ne pripojené odporové deliče, ktorými je nastavené zosilnenie koncového stupňa asi na 70 - rezistory R53, R54 a R56 a R57. Na vývody 8 a 10, výstupy výkonného zosilňovača, sú pripojené členy RC, ktoré zabraňujú zakmitávaniu zosilňovača - rezistory R55 a R58 a kondenzátory C67 a C68. Vývody 7 a 11 slúžia na pripojenie kondenzátorov C65 a C66 pre zavedenie spätnej väzby bootstrap, vývod 9 slúži na pripojenie napájania a musí byť v tesnej blízkosti blokovaný kondenzátorom C72, inak môže dochádzať k rozkmitaniu zosilňovača.

Na napájanie vf a nf obvodov prijímača a na ladenie sa používa napätie asi 7,8 V, ktoré je stabilizované jednoduchým tranzistorovým stabilizátorom - tranzistory T6 až T9 a diódy D10 až D12. Celý prijímač je potom napájaný jednosmerným napätím 12 alebo 15 V.

Konstrukcia prijímača

Prijímač je postavený na jednostrannej doske s plošnými spojmi 9x20 cm. Ak už

máme dosku s plošnými spojmi vyrobenú, najprv urobíme krytovanie vstupnej jednotky. Použijeme na to tenký pocinovaný plech, krytovanie vyrobíme podľa nákre-su. Ďalej osadíme kostričky vo vstupnej jednotke do dosky s plošnými spojmi a potom na trn vhodného priemeru navinieme cievky L1 až L3 podľa rozpisu, tie nakoniec nastrčíme na kostričky. Na odbočky cievok môžeme pripojiť príslušné súčiastky, kondenzátory C1, C4, C8 a rezistor R11. Potom navinieme mf ladené obvody, ich prevedenie sa v podstate nelíši od tých, čo sa použili v predchádzajúcich zapojeniach. Ladené obvody pred osadením do dosky s plošnými spojmi zakrytujeme s hliníkovým krytom. Osadíme postupne do dosky s plošnými spojmi ostatné súčiastky, integrovaný obvod IO4; výkonový zosilňovač musíme opatriť chladičom, stačí krídličko z hliníkového plechu 7x 4 cm o hrúbke 1 mm. Chladič by sme mali uzemniť do dosky s plošnými spojmi.

Rozpiska použitých súčiastok

Rezistory (TR 112 atd., 0,125 W)

R1, R2	100 kΩ
R3	150 Ω
R4	0,47 MΩ
R5	0,39 MΩ
R6	82 Ω
R7	6,8 kΩ
R8	0,15 MΩ
R9	220 Ω
R10	33 kΩ
R11	12 Ω
R12	1 kΩ
R13	10 kΩ
R14, R15	0,22 MΩ
R16	47 kΩ
R17	0,12 MΩ
R18	2,2 kΩ
R19	330 Ω
R20	3,3 kΩ
R21	2,2 Ω
R22	330 Ω
R23	2,2 kΩ
R24, R25	2,7 kΩ
R26, R27, R28	1 kΩ
R29	15 kΩ
R30	4,7 kΩ
R31	680 Ω
R32	56 kΩ
R33	10 kΩ
R34	22 Ω
R35, R36	68 kΩ
R37, R38, R40	10 kΩ
R39	0,18 MΩ
R41, R43	4,7 kΩ
R42	10 kΩ
R44	2,2 kΩ
R45	0,18 MΩ
R46, R48	10 kΩ
R47, R49	4,7 kΩ
R50	2,2 kΩ
R51	0,12 MΩ
R52	100 Ω
R53	2,7 kΩ
R54	39 Ω
R55, R58	2,2 Ω
R56	2,7 kΩ
R57	39 Ω

Potenciometre a trimre

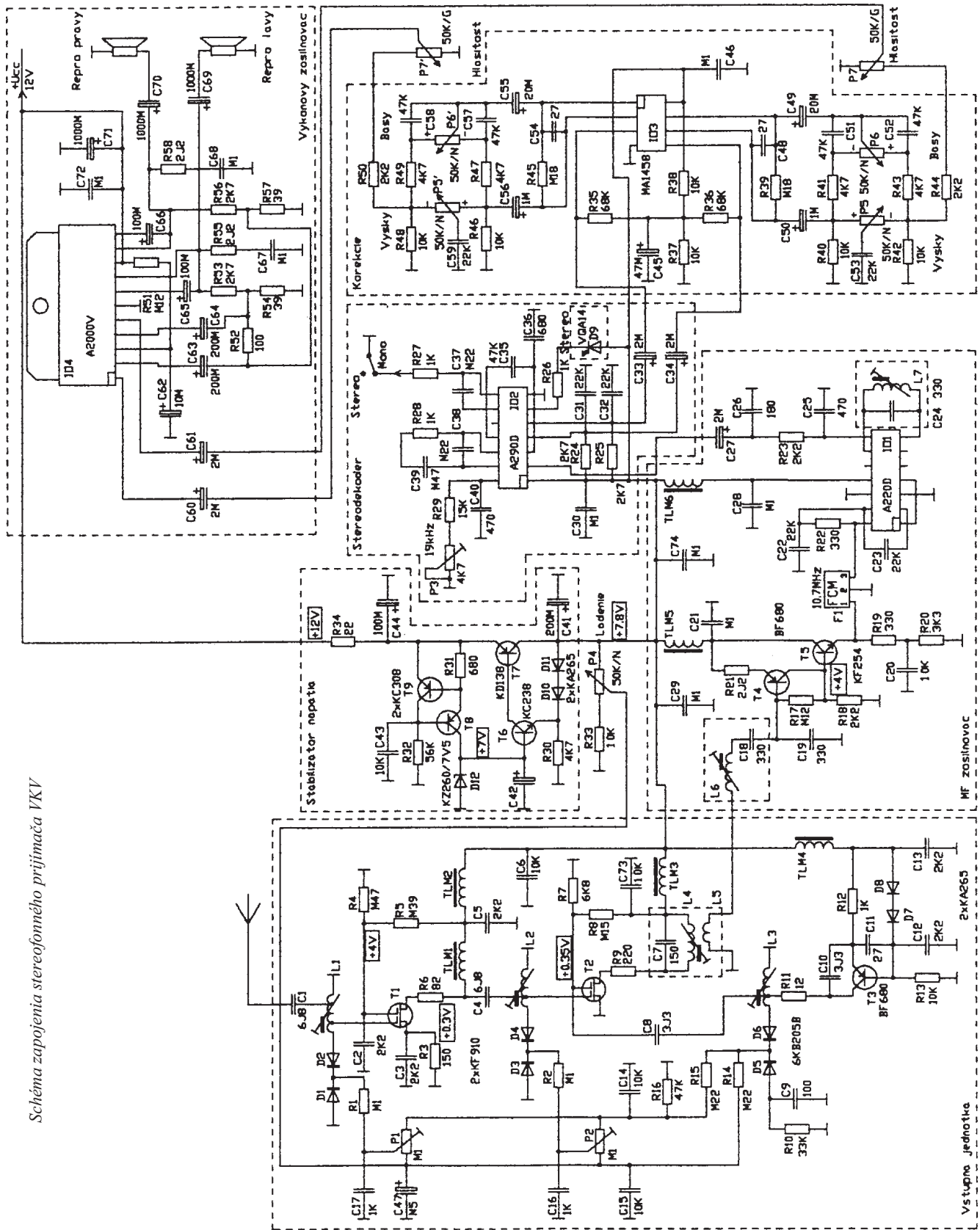
P1, P2 100 kΩ, TP 008

P3 4,7 kΩ, TP 009

$\frac{1}{98}$



Schéma zapojenia stereofonného prijímača VKV



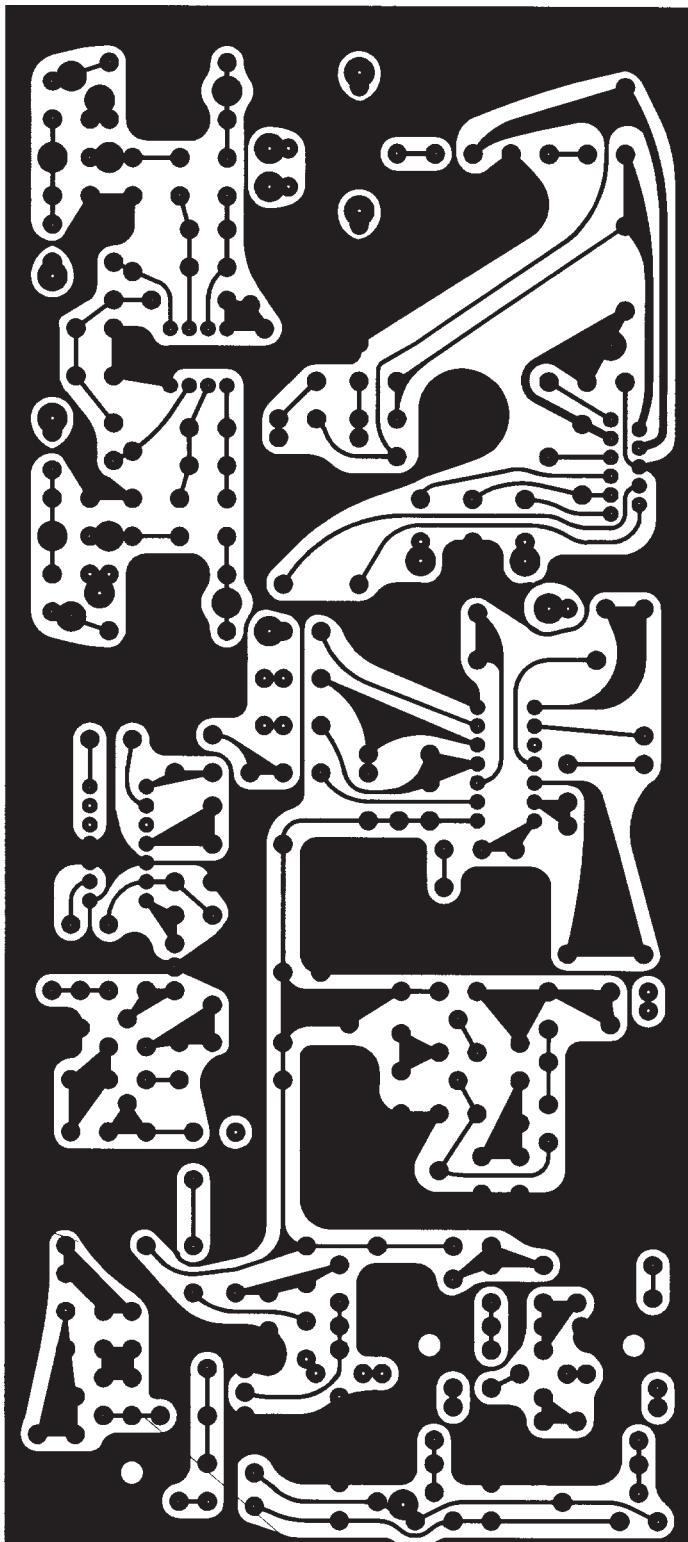
- P4 50 kΩ/N, TP 280
- P5, P5 2x 50kΩ /N, TP 163
- P7 2x 50kΩ /G, TP 169

Kondenzátory

- C1 6,8 pF, TK 656
- C2, C3 2,2 nF, TK 744
- C4 6,8 pF, TK 656
- C5 2,2 nF, TK 744
- C6 10 nF, TK 744
- C7 150 pF, TK 754
- C8 3,3 pF TK 656

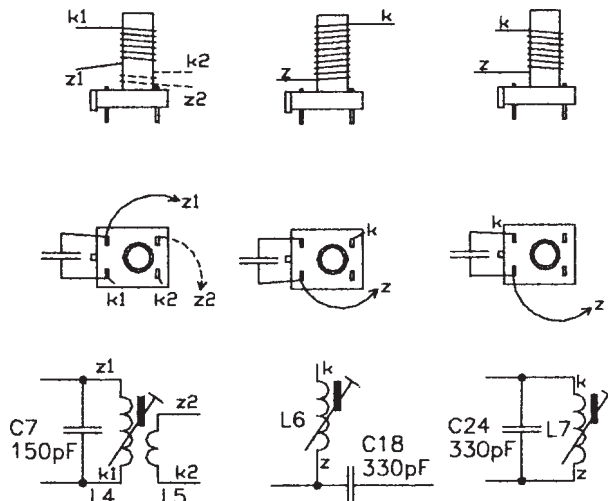
- C9 100 pF, TK 754
- C10 3,3 pF, TK 656
- C11 27 pF, TK 754
- C12, C13 2,2 nF, TK 744
- C14, C15 10 nF, TK 744
- C16, C17 1 nF, TK 724
- C18, C19 330 pF, TGL5155
- C20, C22, C23 22 nF, TK744
- C21 100 nF, TK783
- C24 330 pF, TGL5155
- C25 470 pF, TGL5155

- C26 180 pF, TGL5155
- C27 2,2 μF/100 V, ISKRA
- C28, C29, C30 100 nF, TK 783
- C31, C32 22 nF, TGL38159
- C33, C34 2,2 μF/100 V, ISKRA
- C35 47 nF, TGL38159
- C36 680 pF, TGL5155
- C37 220 nF, TC 205
- C39 470 nF, TC 205
- C40 470 pF, TGL5155
- C41 220 μF/25 V, TF 009



Doska s plošnými spojmi stereofónneho prijímača VKV...

C42	47 µF/16 V, ISKRA	C57, C58	47nF, TGL38159
C43	10 nF, TK 744	C59	22 nF, TGL38159
C44	100 µF/25 V, TF 009	C60, C61	2,2 µF/100 V, ISKRA
C45	47 µF/16 V, ISKRA	C62	10 µF/40 V, ISKRA
C46	100 nF, TK 783	C63, C64	220 µF/10 V, TF 007
C47	470 nF/100 V, ISKRA	C65, C66	100 µF/25 V, TF 009
C48	27 pF, TK 696	C67, C68	100 nF, TK 783
C49	22 µF/25 V, ISKRA	C69, C70, C71	1000 µF/16 V, TF 008
C50	1 µF/100 V, ISKRA	C72	100 nF, TK783
C51, C52	47 nF, TGL38159		
C53	22 nF, TGL38159		
C54	27 pF, TK 696		
C55	22 µF/25 V, ISKRA		
C56	1 µF/100 V, ISKRA		



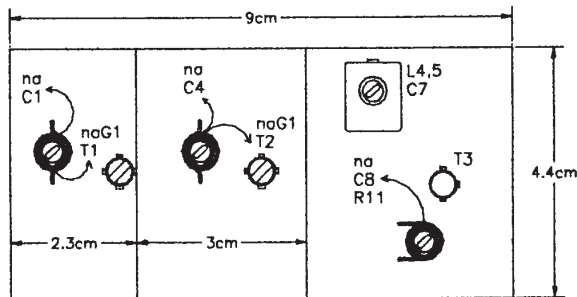
Prevedenie mŕladených obvodov

Polovodičové súčiastky

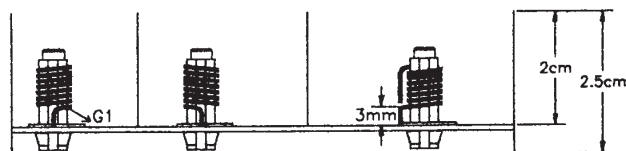
T1	KF910	IO3	MA1458
T2	KF910	IO4	A2000V
T3	BF479	D1 až D3	3-KB205B
T4	BF479, β = 60	D4 až D6	3-KB205B
T5	KF254	D7	KA206
T6	KC238B	D8	KA206
T7	KD136	D9	VQA14
T8	KC308B	D10	KA265
T9	KC308B	D11	KA265
IO1	A220D; TBA120S	D12	KZ260/7V5
IO2	A290D; MC1310P		

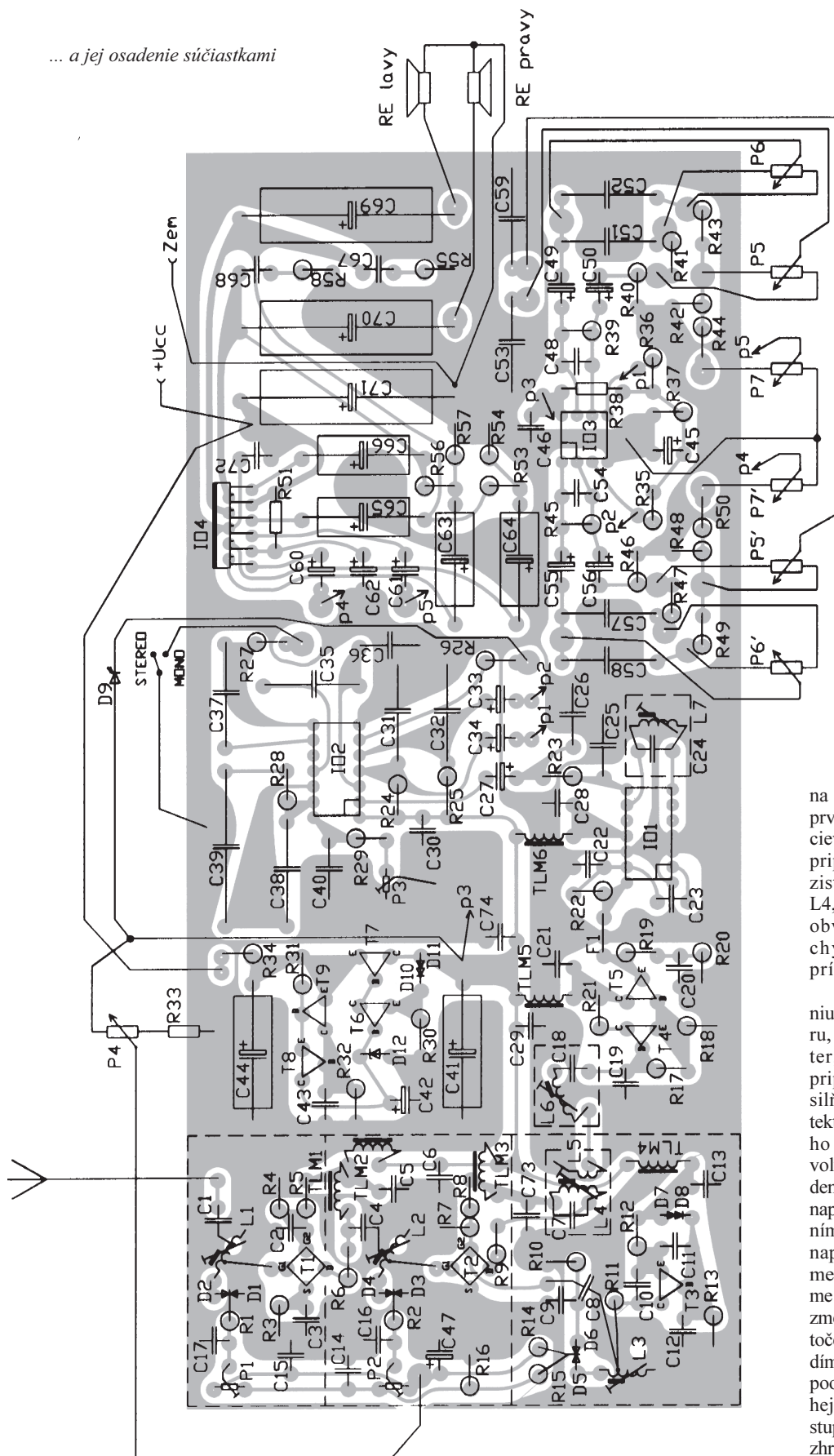
Údaje cievok

- L1 1 + 5 + 1 1/2 závitů na kostričke, pravotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
- L2 1 1/2 + 5 z na kostričke, ľavotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
- L3 4 + 2 z na kostričke, pravotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
- L4 15 z na kostričke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
- L5 2 z spolu s L4, drôt 0,2 mm
- L6 14 z na kostričke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
- L7 9 závitův na kostričke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
- TLM1 až TLM4 20 z na feritovej tyčinke Ø 2x 15 mm, drôt 0,2 mm
- TLM5 a TLM6 90 mH



Prevedenie vstupnej jednotky





Nastavenie prijímača

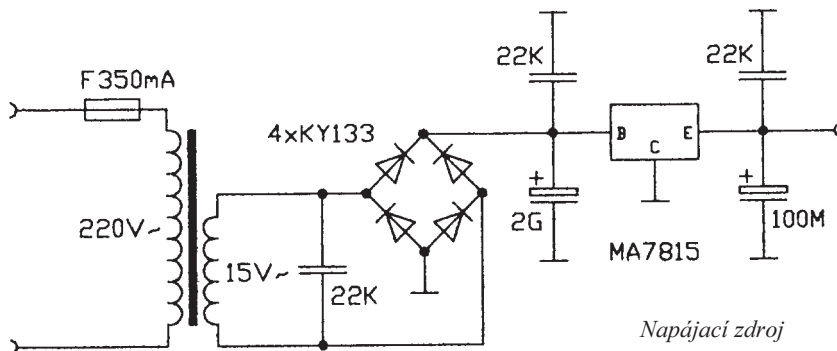
Po vizuálnej kontrole osadenia dosky s plošnými spojmi súčiastkami, či náhodou nedošlo k zámene nejakej súčiastky alebo k skratu medzi plošnými spojmi, prikráčime k oživeniu prijímača. Po pripojení napájania, napätie 12 V, skontrolujeme najprv kľudový odber, ten by mal byť asi

55 až 60 mA, potom ešte zbežne skontrolujeme napätia v bodoch podľa schémy zapojenia. V podstate nf zosilňovač, obvody korekcií a ani stabilizátor napätia nevyžadujú nastavovanie a mali by pracovať hneď po prvom pripojení. Ako prvé v obvode zladíme ladené obvody mf zosilňovača. Mf generátor 10,7 MHz pripojíme

na sekundárnu stranu vinutia prvého mf ladeného obvodu, cievku L5 a vľ milivoltmeter pripojíme na kolektor tranzistoru T4. Jadrami cievok L4, L5 a L6 doladíme ladené obvody na maximálnu výchylku ručky meracieho prístroja vľ milivoltmetra.

Ďalej prikráčime k zladeniu koincidenčného detektoru, odpojíme vľ milivoltmeter, mf generátor necháme pripojený na vstupe mf zosilňovača. Na nf výstup detektoru, vývod 8 integrovaného obvodu IO1, pripojíme voltmeter - paralelne ku kondenzátoru C25. Bude na ňom napätie okolo 5 až 6 V, ladením jadra cievky L8 sa toto napätie bude meniť v rozmedzí asi $\pm 0,5$ V. Vyhľadáme oblasť, kde bude odozva zmeny napätia na zmenu pootočením jadra najväčšia a doladíme ho tak, aby pri jemnom pootočení do jednej a aj druhej strany napätie na nf výstupe detektoru vykazovalo zhruba rovnakú zmenu.

Tým by sme mali prakticky zladenú mf časť prijímača. Potom sa môžeme pustiť do zladenia vstupnej jednotky. Najprv zladíme oscilátor. Vlnometrom zistíme, na akej frekvencii kmitá a jadrom cievky L3 ho doladíme tak, aby pri maximálnom ladiacom napätí kmital asi na 119 MHz. Ešte skontrolujeme frekvenciu pri minimálnom ladiacom napätí - mala by byť asi



96 MHz. Potom pripojíme na anténny vstup vľ generátor a do mf zosilňovača na výstup keramikého filtra F1 pripojíme vľ milivoltmeter. Vľ generátor naladíme na 102 MHz a pomalým preladovaním prijímača potenciometrom P4 sa pokúsime zachytiť jeho signál. Ak ho máme, tak potom trimrami P1 a P2 doladíme ladené obvody vo vstupnej jednotke na maximálnu výchylku ručky meracieho prístroja vľ milivoltmetra. Potom preladíme vľ generátor na 94 MHz a jadrami cievok L1 a L2 rov-

nako doladíme ladené obvody na maximálnu výchylku. Ladenie pri frekvenciách 102 a 94 MHz opakujeme aspoň 3 až 4krát. Teraz už môžeme na vstup pripojiť anténu, prijímač je dosť citlivý, takže určite zachytíte niektorú z miestnych rozhlasových staníc.

Ako posledný nastavíme stereofónny dekóder. Mali by sme si naladiť stanicu, o ktorej určite vieme, že vysiela stereofónne, a potom trimrom P3 nastavíme stereofónny dekóder tak, aby sa zasyndronizoval,

Stereofónny prijímač do auta

Ďalej popisovaný prijímač bol pôvodne navrhnutý pre použitie v automobile, ale kľudne ho môžeme použiť napríklad aj do domáceho minisystému. Prijem VKV za jazdy v aute má svoje špecifiká, vyznačuje sa veľkými zmenami intenzity signálu a kladie značné nároky na spracovanie signálu v prijímači, preto je aj jeho konštrukcia náročnejšia. Zapojenie je superhetové, vstupná jednotka je ladená štyrmi ladenými obvody. Na ladenie sú použité varikapty; medzi vľ predzosilňovačom a zmiešavačom je použitá indukčne viazaná pásmová priepusť. Vľ predzosilňovač a zmiešavač sú osadené tetródami MOSFE; oscilátor je použitý samostatný, naviac je do vľ predzosilňovača zavedené AVC. Mf zosilňovač je trojstupňový, prvé dva stupne sú tranzistorové, posledný je osadený integrovaným obvodom A220D. Za mf zosilňovačom je ďalej zapojený stereofónny dekóder, osadený integrovaným obvodom A290D, na vstupe s filtrom - dolnou priepusťou - a automatickým prepínaním mono/stereo v závislosti od intenzity vstupného signálu. Prijímač ešte obsahuje obvody ADK pre zlepšenie stálosti naladenia. V nf časti, ktorá je popísaná len stručne, prijímač obsahuje obvody korekcií, reguláciu výšok a basov v reprodukcii - s dvojitým operačným zosilňovačom MA1458 - a stereofónny výkonový zosilňovač v mostíkovom zapojení 2x 6 W. Na napájanie prijímača sa používa jednosmerné napätie 10 až 15 V. Pre správne nastavenie tohto prijímača je už potrebné lepšie vybavenie dielne meracími prístrojmi a aj skúsenosti zo stavby VKV zariadení a preto je nevhodné pre menej skúsených.

Popis prijímača

Signál z antény sa privádza na sekundárne vinutie, cievka L1, vstupného ladeného obvodu tvoreného cievkou L2 a varikapmi D1, D2. Z odbočky cievky L2 sa

signál potom privádza na vľ predzosilňovač, ten je osadený tetródou MOSFE, tranzistor T1. Jeho pracovný bod určujú rezistory R8 a R9 (predpätie riadiacej elektródy G2) a R12 (predpätie G1 / prúd I_{DS} ; $U_{DS} = 7,5V$, $U_{G1} = -0,15V$, $U_{G2} = 4V$). Rezistor R11 zapojený v kolektore tranzistora T1 zlepšuje stabilitu zapojenia. Zosilnený signál sa z kolektoru ďalej vedie cez kondenzátor C7 na odbočku druhého ladeného obvodu - primárnu stranu pásmovej priepuste, cievka L3 a varikapty D3, D4. Sekundárnu stranu pásmovej priepuste tvorí ladený obvod, cievka L4 a varikapty D5 a D6. Z odbočky cievky L4 sa signál privádza na zmiešavač, ten je tiež osadený tetródou MOSFE, tranzistor T3, jeho pracovný bod určujú rezistory R13 a R14 (predpätie G2) a R15 (predpätie G1; $U_{DS} = 7,5V$, $U_{G1} = -0,1V$, $U_{G2} = 0,45V$). Vľ vstupný signál sa privádza na G1 a oscilátorový na G2. V obvode kolektoru tranzistora T2 je zapojený prvý mf ladený obvod, cievka L6 a kondenzátor C15. Tranzistor T4 pracuje ako oscilátor v zapojení so spoločnou bázou ($U_{CE} = 7V$, $I_C = 0,6mA$), oscilačný obvod tvorí cievka L5, varikapty D7, D8 a kondenzátor C17, ten zabezpečuje súbeh oscilátoru so vstupnými ladenými obvody pri preladovaní. Diódy D9 a D10 tepelne kompenzujú zapojenie oscilátoru. Na vstupe mf zosilňovača je zapojený druhý mf ladený obvod, cievka L8 a kondenzátory C22 a C23, ten spolu s prvým mf ladeným obvodom tvorí pásmovú priepusť. Prvý stupeň medzifrekvenčného zosilňovača je osadený dvoma tranzistormi, T5 v zapojení so spoločným emitorom ($U_{CE} = 4V$, $I_C = 1,8mA$), jeho pracovný bod je daný rezistormi R21 a R23 (R22 zlepšuje stabilitu zapojenia) a T5, zapojený ako emitorový sledovač ($U_{CE} = 4,6V$, $I_C = 0,9mA$) kvôli vhodnému prispôsobeniu ku keramikému filteru F1 (10,7 MHz). Za keramikým filtrom nasleduje druhý stupeň medzifrekvenčného zosilňovača; ten je predefinovaný tak isto

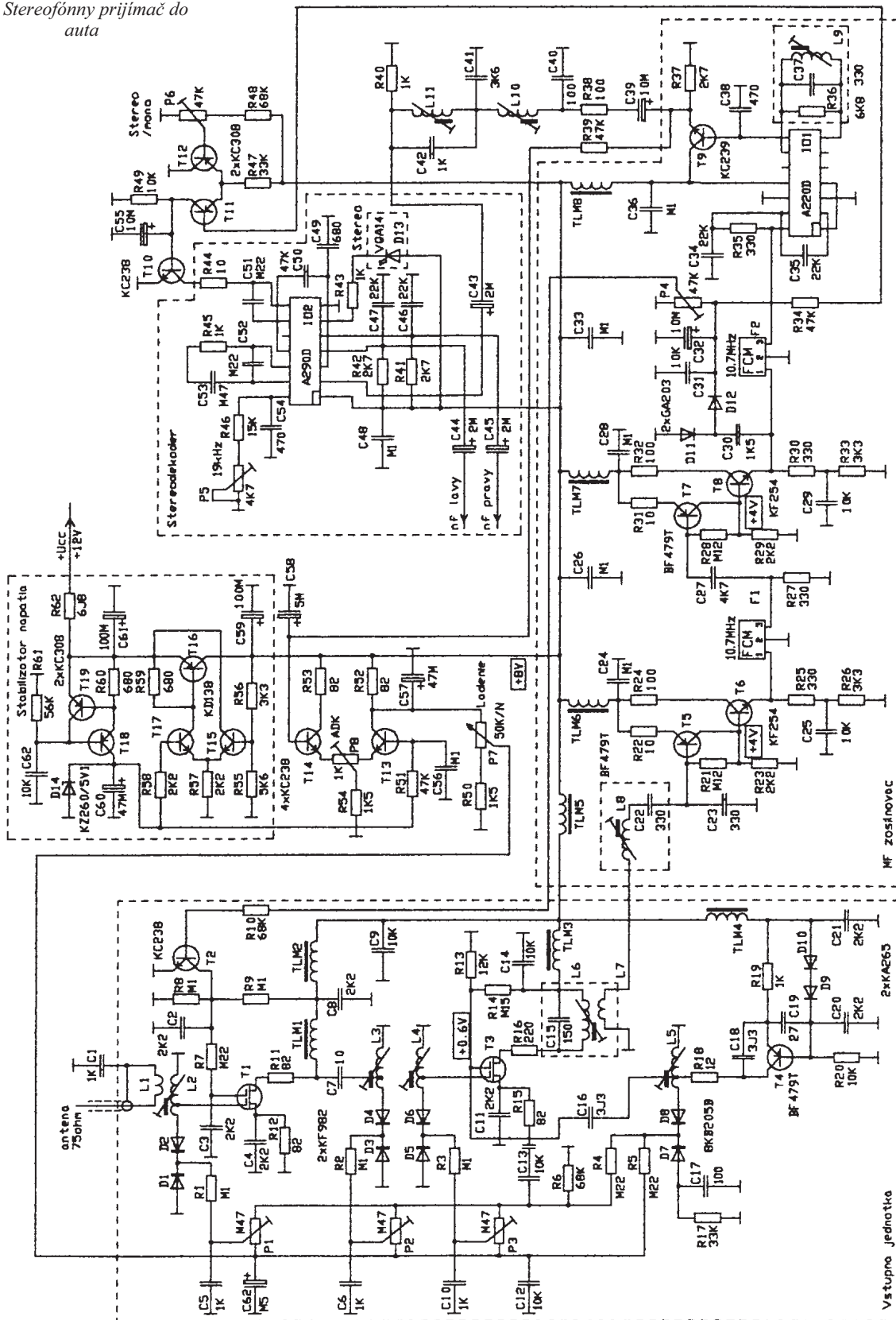
čo indikuje svojim rozsvietením LED D9. Popisovaný prijímač svojimi vlastnosťami určite uspokojí všetkých, ktorí potrebujú z nejakého dôvodu do domácnosti ďalší stereofónny prijímač a vyhovuje im aj jednoduchšie zapojenie.

Pretože popisovaný prijímač má už pomerne veľký odber prúdu (môže pri plnom vybudení zosilňovača dosiahnuť až 0,8 A), je vhodný prijímač napájať len zo siete 230 V a preto si ďalej popíšeme vhodný napájací zdroj. Ide o bežné zapojenie, sieťový transformátor je použitý EI25x25, primárne vinutie 230 V, sekundárne vinutie 16 V, 1,5 A. Striedavé napätie je usmerené diódovým mostíkom - diódy KY133, na filtráciu napätia je použitý kondenzátor s kapacitou 2000 μF , pri bežnej prevádzke by na ňom malo byť napätie asi 19 až 21 V. Toto napätie je stabilizované integrovaným monolitickým stabilizátorom MA7815 na napätie 15 V. Stabilizátor musíme umiestniť na chladíč, stačí pásik z hliníkového plechu hrúbky 1 mm o rozmeroch 4x 10 cm, konce môžeme zahnúť do tvaru U.

ako prvý stupeň, je osadený dvoma tranzistormi; T7 v zapojení so spoločným emitorom, jeho pracovný bod je daný R28 a R29 (R31 zlepšuje stabilitu zapojenia) a T8, zapojený ako emitorový sledovač. Z výstupu druhého mf stupňa sa signál potom ďalej vedie na zdvojovač napätia a keramiký filter F2. Napätie usmerené zdvojovačom napätia - diódy D11 a D12 a kondenzátory C30 až C32 - sa používa na riadenie AVC a automatické prepínanie mono/stereo. Trimrom P4 sa nastavuje prah nasadenia AVC - pri dostatočnom vstupnom signále sa otvorí tranzistor T2 a ten reguluje predpätie G2 tranzistoru T1, čím sa dá zmenšiť zosilnenie asi o 20 dB. Za keramikým filtrom F2 potom nasleduje tretí stupeň mf zosilňovača, ten je osadený integrovaným obvodom IO1 - A220D.

Mf signál sa privádza na vstup IO1 na vývod 14, vstupná impedancia je upravená rezistorom R35, kondenzátory C34, C35 sú blokovacie. Fázovací obvod detektoru je tvorený ladeným obvodom, cievkou L9 a kondenzátorom C37 a je pripojený medzi vývody 7 a 9 integrovaného obvodu. Demodulovaný nf signál je vyvedený na vývod 8. Nf signál sa potom ďalej vedie cez emitorový sledovač, tranzistor T9, na dolnú priepusť, cievky L10 a L11 kondenzátory C40 až C42, rezistory R38 a R40. Úlohou dolnej priepuste je potlačiť signál nad 67 kHz, lepší sa tak potlačenie rušivého „cvrlikania“ a aj sa o niečo zlepši odstup šumu.

Stereofónny dekóder je osadený integrovaným obvodom IO2 - A290D. Ten pracuje na princípe fázovej smyčky PLL a má v sebe integrované všetky potrebné obvody stereofónneho dekóderu. Nf signál, obsahujúci stereofónnu informáciu, sa privádza na vstup IO2, vývod 2, na vývode 4 a 5 je výstup už dekódovaného stereofónneho nf signálu. Kondenzátory C46 a C47 a rezistory R41 a R42 tvoria deefázú, na vývod 6 sa pripája indikačná LED D9,



ktorá je zapojená v sérii s rezistorom R43, a signalizuje zasynchronizovanie obvodu stereo. Na vývode 14 sú pripojené súčiastky vnútorného oscilátora 76 kHz, odporovým trimrom P5 sa nastavuje jeho frekvencia a na vývode 10 je k dispozícii signál 19 kHz pre nastavenie frekvencie oscilátora stereofónneho dekóderu. Stereofónny dekoder je ďalej vybavený automatickým prepínaním mono/stereo, tranzistory T11 a T12 spolu s rezistormi R47

až R49 a trimrom P6 tvoria komparátor. Ak napätie zo zdvojovača, diódy D11 a D12, poklesne pod hodnotu nastavenú odporovým trimrom P6, otvorí sa tranzistor T10 a prepne stereofónny dekoder na mono-fónny režim.

Obvody prijímača sú napájané stabilizovaným napätím 8 V, stabilizátor je tranzistorový. Tranzistory T18 a T19 a rezistory R60 a R61 tvoria zdroj konštantného prúdu, ktorým sa napája Zenerova dióda

D14 - zdroj referenčného napätia, tranzistory T15 a T17 pracujú ako rozdielový zosilňovač a riadia regulačný tranzistor T16.

Prijímač ďalej obsahuje obvod automatického doladovania frekvencie (ADK). Jednosmerné napätie získané z koincidenčného demodulátora z integrovaného obvodu IO1 sa privádza cez integračný člen, R39, C58 do rozdielového zosilňovača, tranzistory T13 a T14, R52 až R54 a trimer P8, kde sa porovnáva s referenčným

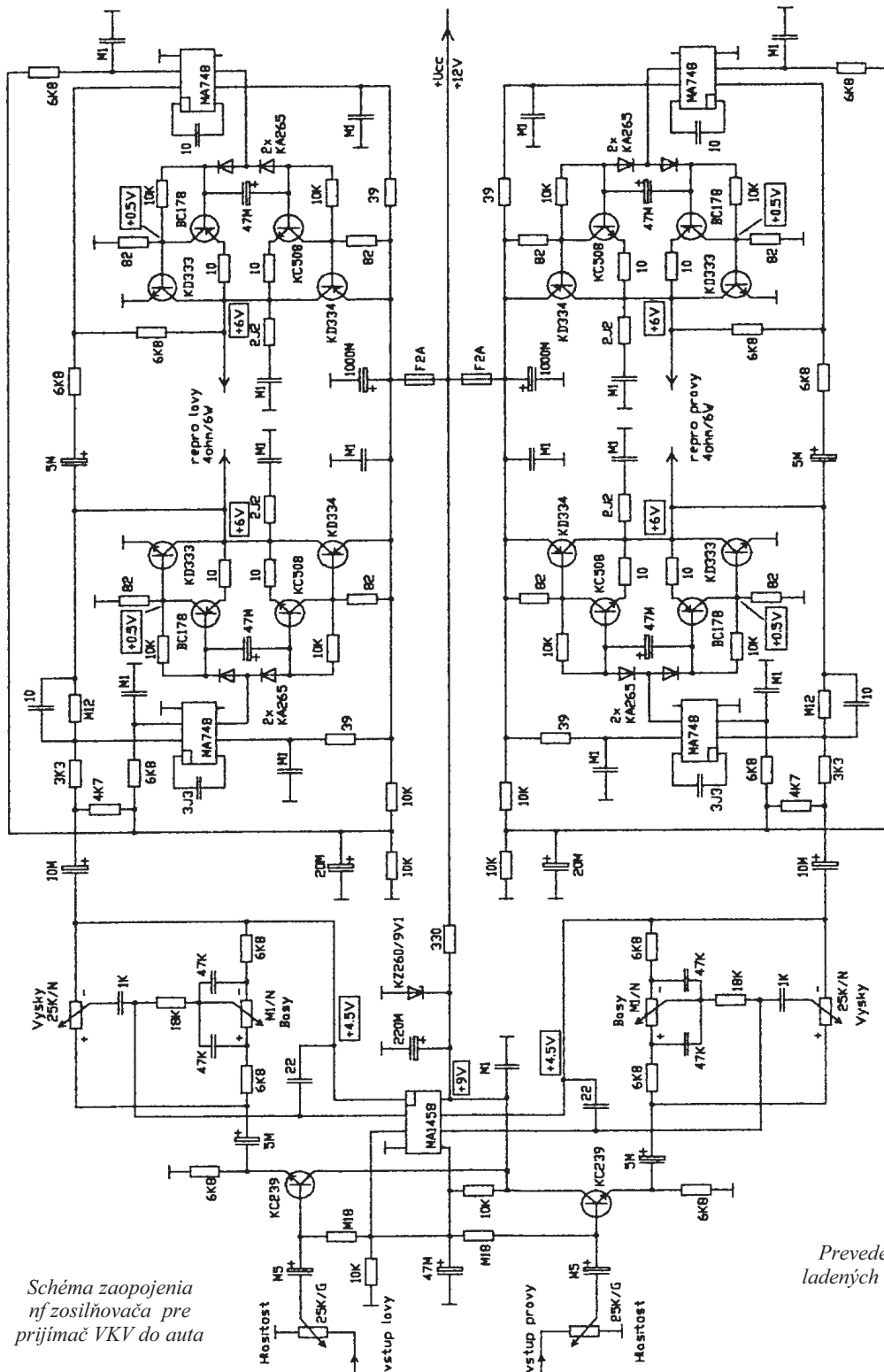
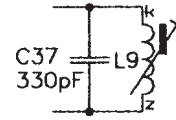
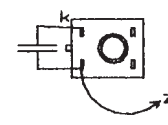
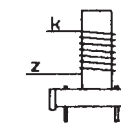
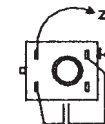
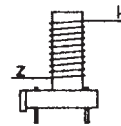
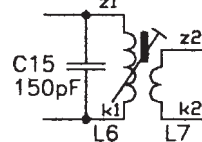
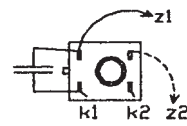
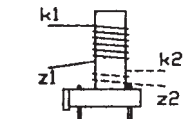


Schéma zapojenia
nf zosilňovača pre
prijímač VKV do auta

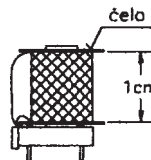
napätím zo Zenerovej diódy D14. Rozdiel napätí vyvoláva zmenu prúdu tečúceho tranzistorami T13 a T14 a tá sa prejaví zmenou úbytku napätia v kolektorových rezistoroch R52 a R53, z ktorých sa odberá ladiace napätie.

Zo stereofónneho dekódera sa potom nf signál ďalej vedie do nf zosilňovača, ktorý tvorí samostatný celok. Vzhľadom k tomu, že hlavnou náplňou práce nie sú konštrukcie nf zosilňovačov ako takých, tak bude popísaný len veľmi stručne. Na vstupe nf zosilňovača sa nachádzajú regulátory hlasitosti. Z nich sa potom signál privádza na emitorové sledovače, tranzistory KC239 a ďalej pokračuje na obvody

korekcií zapojených v spätnej väzbe operačných zosilňovačov MA1458. Za obvodmi korekcií potom nasledujú výkonové zosilňovače. Tie sú v mostíkovom - protitaktom zapojení, výkonová časť je tranzistorová. Koncové tranzistory boli použité KD333/KD334, budiace KC508/BC178, napäťový zosilňovač bol osadený operačným zosilňovačom s externou frekvenčnou kompenzáciou, MAA748. Napájanie výkonových zosilňovačov je istené tavnými poistkami 2A. Pokiaľ budeme prijímač používať v aute, tak je nutné ho vybaviť vstupno-výstupnými filtermi v privodoch k reproduktorom a v privode napájania, ten navyiac musíme ešte istíť

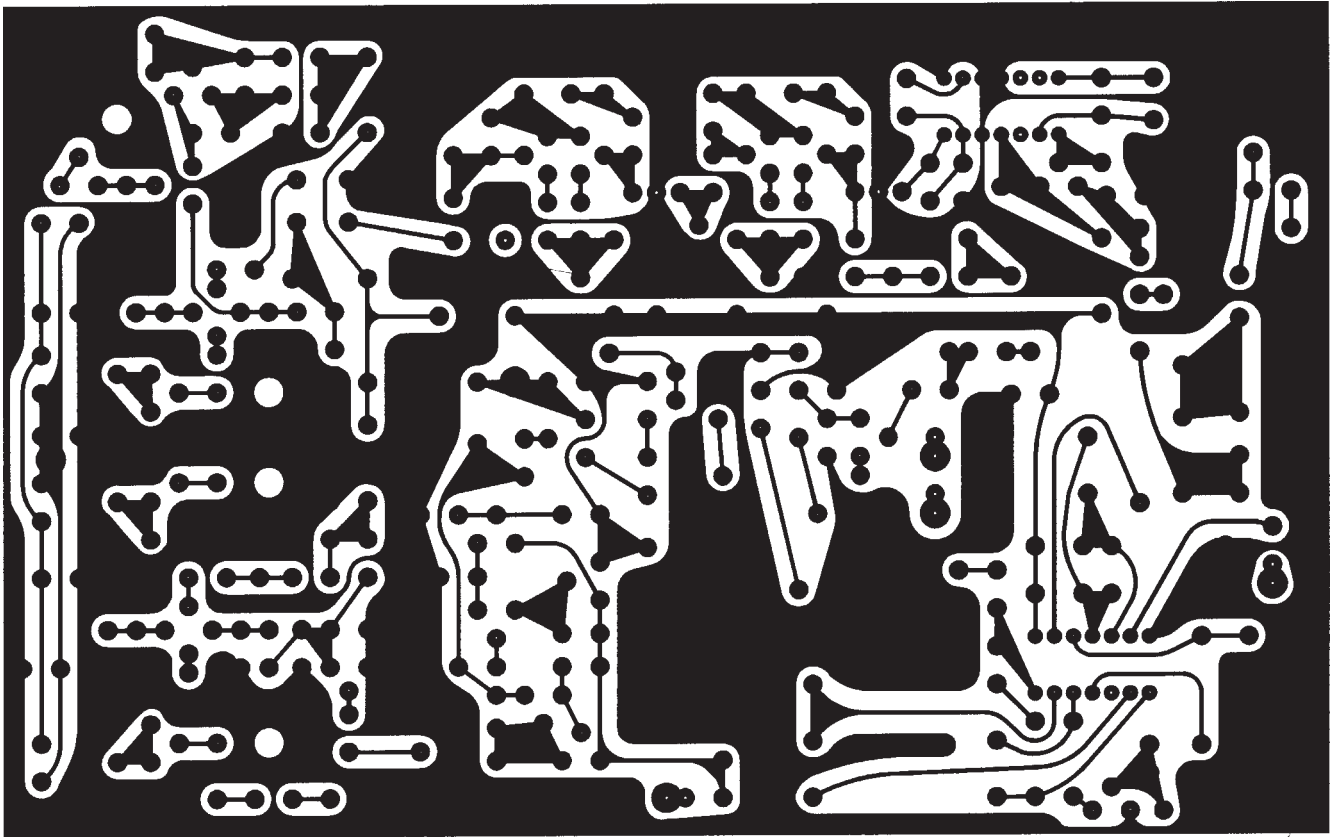


Prevedenie mf
ladených obvodov



Prevedenie cievky pre filter stereofón-
neho dekóderu

tavnou pojistkou 4 A. Na napájanie prijímača potrebujeme napätie od 10 V do 18 V. Pri použití v minisystéme môžeme nf zosilňovač po drobnej úprave odporov niektorých rezistorov potom napájať napätím 24 V, zdroj však musí byť tiež patrične prúdovo dimenzovaný.



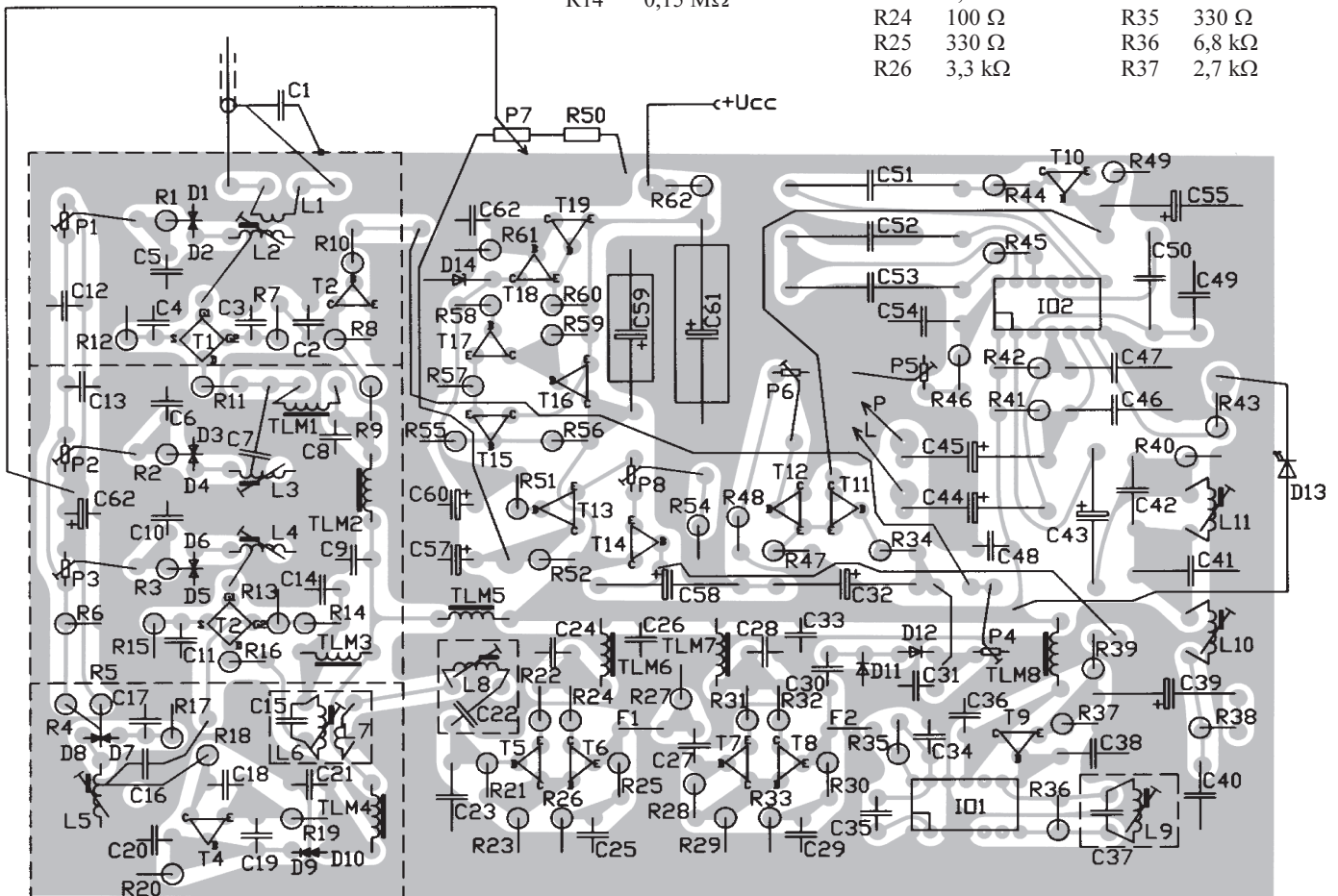
*Doska s plošnými spoji přijímača
VKV do auta*

Rozpiska použitých součástek

Rezistory (TR 296 alebo TR 191, 0,25 W)

- R1, R2, R3, R8, R9 100 kΩ
- R4, R5, R7 0,22 MΩ
- R6, R10 68 kΩ
- R11, R12, R15 82 Ω
- R13 12 kΩ
- R14 0,15 MΩ

- R16 220 Ω
- R17 33 kΩ
- R18 12 Ω
- R19 1 kΩ
- R20 10 kΩ
- R21 0,12 MΩ
- R22 10 Ω
- R23 2,2 kΩ
- R24 100 Ω
- R25 330 Ω
- R26 3,3 kΩ
- R27 330 Ω
- R28 0,12 MΩ
- R29 2,2 kΩ
- R30 330 Ω
- R31 10 Ω
- R32 100 Ω
- R33 3,3 kΩ
- R34 47 kΩ
- R35 330 Ω
- R36 6,8 kΩ
- R37 2,7 kΩ



R38 100 Ω
 R39 47 k Ω
 R40 1 k Ω
 R41, R42 2,7 k Ω
 R43, R45 1 k Ω
 R44 10 Ω
 R46 15 k Ω
 R47 33 k Ω
 R48 68 k Ω
 R49 10 k Ω
 R50 1,5 k Ω
 R51 47 k Ω
 R52, R53 82 Ω
 R54 1,5 k Ω
 R55 5,6 k Ω
 R56 3,3 k Ω
 R57, R58 2,2 k Ω
 R59, R60 680 Ω
 R61 56 k Ω
 R62 6,8 Ω TR193

Trimre a potenciometre

P1, P2, P3 0,47 M Ω , TP 112
 P4, P6 47 k Ω , TP 112
 P5 4,7 k Ω TP 112
 P7 50 k Ω /N, TP 280
 P8 1 k Ω , TP 112

Kondenzátory

C1 1 nF, TK 666
 C2, C3, C4 2,2 nF, TK 744
 C5, C6 1 nF, TK 724
 C6 1 nF, TK 724
 C7 10 pF, TK 754
 C8 2,2 nF, TK 744
 C9 10 nF, TK 744
 C10 1 nF, TK 724
 C11 2,2 nF, TK 744
 C12, C13, C14 10 nF, TK 744
 C15 150 pF, TK 754
 C16, C18 3,3 pF, TK 656
 C17 100 pF, TK 754
 C19 27 pF, TK 754
 C20, C21 2,2 nF, TK 744
 C22, C23 330 pF, TGL5155
 C24, C26, C28 100 nF, TK 783
 C25, C29, C31 10 nF, TK 744
 C27 4,7 nF, TK 744
 C30 1,5 nF, TK 724
 C31 10 nF, TK 744
 C32, C39 10 μ F/63 V, TF 011
 C33, C36 100 nF, TK 783
 C34, C35 22 nF, TK 744
 C37 330 pF, TGL5155
 C38 470 pF, TGL5155
 C40 100 pF, TGL5155
 C41 3,6 nF, TGL5155
 C42 1 nF, TGL5155
 C43, C44, C45 2,2 μ F/100 V, TF 012
 C46 22 nF, TGL38159
 C48 100 nF, TK 783
 C49 680 pF, TGL5155
 C50 47 nF, TGL38159
 C51, C52 220 nF, TC 205
 C53 470 nF, TC205
 C54 470 pF, TGL5155
 C55 10 μ F/63 V, TF 011
 C57 47 μ F/16 V, ISKRA
 C58 4,7 μ F/100 V, TF 012
 C59 100 μ F/25 V, TF 009
 C60 47 μ F/16 V, ISKRA
 C61 220 μ F/25 V, TF 009
 C62 0,47 μ F/100 V, ISKRA

Keramicke filtre

F1 10,7 MHz
 F2 10,7 MHz

Polovodičové súčiastky

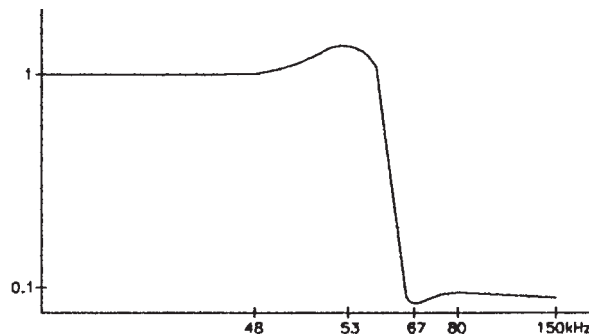
T1 KF982
 T2 KC238B
 T3 KF982
 T4 BF479
 T5 BF479, $\beta = 60$
 T6 KF254
 T7 BF479, $\beta = 60$
 T8 KF254
 T9 KC239B
 T10 KC238B
 T11 KC308B
 T12 KC308B
 T13 KC238B
 T14 KC238B
 T15 KC238B
 T16 KD136
 T17 KC238B
 T18 KC308B
 T19 KC308B
 IO1 A220D; TBA120S
 IO2 A290D; MC1310P
 D1 až D8 2x 4-KB205B pár.
 D9 KA206
 D10 KA206
 D11 GA203
 D12 GA203
 D13 VQA14
 D14 KZ260/5V1

Údaje cievok

L1 2 závitov navinutých medzi závitmi L2 pri studenom konci, drôt 0,3 mm
 L2 1 1/4 + 5 1/4 z na kostričke, ľavo-otočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
 L3 1 1/4 + 5 1/4 z na kostričke, ľavo-otočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
 L4 3/4 + 5 3/4 z na kostričke, ľavo-otočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
 L5 3 1/2 + 2 1/2 z na kostričke, pravotočivá s jadrom M4x8, hmota N01, drôt 0,7 mm
 L6 15 z na kostričke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
 L7 2 z navinuté spolu s L6, drôt 0,2 mm
 L8 14 z na kostričke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
 L9 13 z na kostričke s jadrom M4x12, hmota N02, drôt 0,2 mm
 L10 400 z na kostričke, vinuté nadivočko, jadro M4x12, hmota H22, drôt 0,1 mm
 L11 500 z na kostričke, vinuté nadivočko, jadro M4x12, hmota H22, drôt 0,1 mm
 TLM1 20 z na feritovej tyčinke o \varnothing 2x 15 mm, drôt 0,2 mm
 TLM2 až TLM8 90 mH

Nastavenie prijímača

Po vizuálnej kontrole osadenia dosky s plošnými spojmi súčiastkami prikrôčime najprv k oživeniu prijímacej časti. Po pripojení napájania, napätie 12 V. Skontrolujeme najprv kľudový odber, ten by nemal byť väčší ako 20 až 25 mA. Potom ešte zbežne zkontrolujeme napätia v bodoch podľa schémy zapojenia. Ako prvé zladíme obvody vstupného filtra stereofónneho dekódera. Potrebujeme k tomu nf generátor, ten pripojíme na mínus pól kondenzátoru C39, plus pól C39 na tú chvíľu odpojíme a nf milivoltmeter pripojíme paralelne k rezistoru R40. Frekvenciu nf generátora na-



Frekvencná charakteristika filtra stereofónneho dekódera

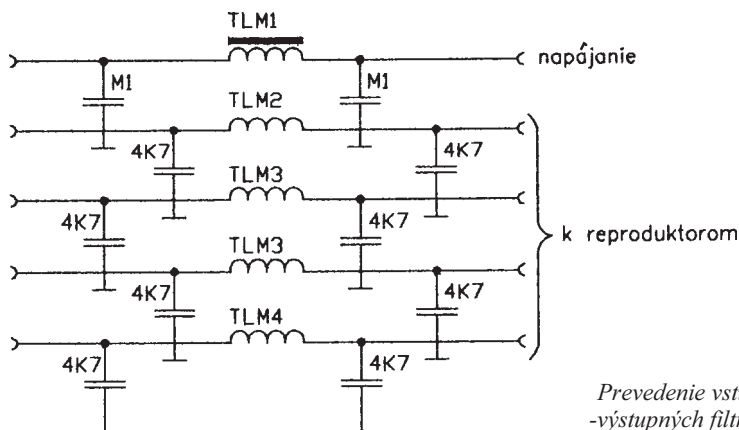
stavíme na 67 kHz a doladením jadra cievky L11 nastavíme na výstupe minimálne napätie. Potom nf generátor nastavíme na 20 kHz a odmeráme výstupné napätie, ďalej generátor nastavíme na 53 kHz a jadrom doladíme cievku L10 tak, aby výstupné napätie nebolo o mnoho väčšie ako pri 20 kHz. Potom môžeme ešte skontrolovať priebeh charakteristiky filtra, ktorý by sa nemal moc líšiť od uvedeného na obrázku. Ďalej nastavíme ešte stereofónny dekóder, na vývod 10 integrovaného obvodu IO2 pripojíme čítač a trimrom P5 nastavíme frekvenciu na 19 kHz \pm 10 Hz.

Potom nastavíme ladené obvody mf zosilňovača. Mf generátor 10,7 MHz pripojíme na sekundárnu stranu vinutia prvého mf ladeného obvodu, na cievku L7, a vf milivoltmeter pripojíme na kolektor tranzistoru T5. Jadrami cievok L6, L7 a L8 doladíme ladené obvody na maximálnu výchylku ručky meracieho prístroja.

Ďalej prikrôčime k zladeniu koincidenčného detektoru, odpojíme vf milivoltmeter a mf generátor necháme pripojený na vstupe mf zosilňovača. Na nf výstup detektoru, vývod 8 integrovaného obvodu IO1, pripojíme nf milivoltmeter - paralelne ku kondenzátoru C25. Na mf generátore zapneme rozmiatanie frekvenciou 1 kHz so zdvihom do 40 kHz a jadrom doladíme cievku L9 na maximálnu úroveň nf signálu.

Tým by sme mali prakticky zladenú mf časť prijímača a ďalej sa môžeme pustiť do zladenia vstupnej jednotky. Najprv zladíme oscilátor; čítačom pripojeným do emitoru tranzistoru T4 zistíme, na akej frekvencii kmitá a jadrom cievky L5 ho doladíme tak, aby pri maximálnom ladiacom napätí kmital asi na 119 MHz. Ešte skontrolujeme frekvenciu pri minimálnom ladiacom napätí, mala by byť asi 96 MHz. Potom pripojíme na anténny vstup vf generátor a do mf zosilňovača na výstup keramického filtra F1 pripojíme vf milivoltmeter. Vf generátor naladíme na 102 MHz, pomalým preladovaním prijímača potenciometrom P7 sa pokúsime zachytiť jeho signál. Ak sa nám to podarí, tak potom trimrami P1 až P3 doladíme ladené obvody vo vstupnej jednotke na maximálnu výchylku ručky meracieho prístroja vf milivoltmetra. Potom vf generátor preladíme na 94 MHz a jadrami cievok L2 až L4 tak isto doladíme ladené obvody na maximálnu výchylku meracieho prístroja. Ladenie pri frekvenciách 102 a 94 MHz opakujeme aspoň 5 až 6krát.

Potom na nf výstupy pripojíme mf zosilňovač, môžeme použiť uvedené zapoje-



nie, inak jeho oživovanie je jednoduché - po pripojení napájania skontrolujeme akurát kľudový odber a napätia podľa schémy a pokiaľ sa nevyskytla chyba, mal by pracovať na prvé zapojenie. Na vstup pripojíme anténu a môžeme prijímač prakticky preveriť. Najprv však prijímač naladíme na silnú miestnu stanicu, na rezistor R8 pripojíme voltmeter a trimer P4 nastavíme

tak, aby sa napätie na R8 zmenšilo na minimum, tj. asi na 0,3 V. Pri preladení prijímača na slabú stanicu sa však musí napätie na R8 vrátiť na pôvodnú veľkosť, tj. 4 V - týmto máme zaistenú správnu funkciu AVC.

Nastavenie automatického prepínania mono/stereo sa robí v podstate subjektívne, pri citel'nom náraste šumu v reproduk-

cii nastavíme prepnutie prijímača do monofónneho režimu, čím dosiahneme zmenšenie šumu. Prepínanie nastavujeme trimrom P6. Pokiaľ by sme chceli prijímač skutočne prevádzkovať v aute, tak musíme do prívodov k reproduktorom a napájania zaradiť vstupno-výstupný filter pre potlačenie rušenia, ktoré vzniká v elektrickej sústave auta hlavne v zapalovaní a regulátore alternátora, ale aj v komutátorových elektromotoroch. Cievky zaradené do prívodov k reproduktorom majú 16 závitov drôtu o \varnothing 0,7 mm, navinuté na priemere 3,5 mm a cievka v prívode napájania má 80 závitov drôtu o \varnothing 0,5 mm, navinutých vo dvoch vrstvách na feritovej tyčinke o \varnothing 4 mm x 3 cm.

Popisovaný prijímač bol preverený niekoľkokomesačnou prevádzkou v aute. Zapojenie umožňuje dosiahnuť veľmi dobrých výsledkov a vynaložená námaha sa tak vráti v podobe kvalitného príjmu, lepšieho, než dosahujú bežné komerčné prijímače do auta.

Kvalitný stereofónny prijímač

Posledné popisované zapojenie predstavuje špičkový prijímač pre príjem rozhlasového vysielania v kvalite „Vysokej Vernosti“ na VKV. Jeho zapojenie je preto aj primerane komplikovanejšie a vyžaduje už značné skúsenosti v konštrukcii zariadení VKV a aj dobré prístrojové vybavenie. Ide o superhetové zapojenie: vstupná jednotka je ladená piatimi ladenými obvodmi, na vstupe a medzi vf predzosilňovačom a zmiešavačom je použitá indukčne viazaná pásmová priepust, vf predzosilňovač je osadený tetródou MOSFE, zmiešavač s oscilátorom je osadený integrovaným obvodom UL1042N (ekv. SO42P); do vf predzosilňovača je zavedené AVC. Mf zosilňovač je štvorstupňový, prvé dva stupne sú tranzistorové, tretí zosilňovač - omedzovač je osadený integrovaným obvodom A220D. Posledný stupeň

tvorí demodulátor prevedený technikou fázového závesu, osadený integrovaným obvodom UL1042N. Za mf zosilňovačom je ďalej zapojený stereofónny dekóder, osadený integrovaným obvodom A290D, na vstupe s filtrom a automatickým prepínaním mono/stereo v závislosti od intenzity vstupného signálu. Na nf výstupe je prijímač vybavený filtrom pre potlačenie pilotného signálu 19 kHz. Prijímač ešte obsahuje obvody ADK pre zlepšenie stálosti naladenia, indikátor sily poľa s desiatimi LED a v nf časti kvalitný stereofónny zosilňovač pre sluchátka.

Popis prijímača

Signál z antény sa privádza na sekundárne vinutie L1 vstupného ladeného obvodu - primárnu stranu pásmovej priepuste, tvorenej cievkou L2 a varikapmi D1, D2. Sekundárnu stranu pásmovej priepuste tvorí druhý ladený obvod, cievka L3 a varikapy D3 a D4. Z odbočky cievky L3 sa potom signál privádza na vf predzosil-

ňovač, ten je osadený tetródou MOSFE, tranzistor T1. Jeho pracovný bod určujú rezistory R9 (predpätie G1 / prúd I_{DS}) a R12 a R13 (predpätie G2; $U_{DS} = 12$ V, $U_{G1} = -0,15$ V, $U_{G2} = 4$ V). Rezistor R10 zapojený v kolektore tranzistora T1 zlepšuje stabilitu zapojenia. Zosilnený signál sa z kolektora ďalej vedie cez kondenzátor C5 na odbočku tretieho ladeného obvodu - primárnu stranu pásmovej prepuste, cievka L4 a varikapy D5, D6. Sekundárnu stranu pásmovej priepuste tvorí štvrtý ladený obvod, cievka L5 a varikapy D7 a D8. Zo sekundárneho vinutia štvrtého ladeného obvodu, cievky L6, sa potom signál privádza na zmiešavač, ten je osadený symetrickým vyváženým zmiešavačom, integrovaný obvod IO1 - UL1042N. Vf vstupný signál sa privádza na vývody 7 a 8, oscilátorový obvod je zapojený na vývodoch 10 až 13, na vývodoch 2 a 3 je zapojený prvý mf ladený obvod, cievka L9 a kondenzátor C13. Oscilačný obvod tvorí

Zopár rád pred koncom

Keď už budete stavať niektoré z uvedených zapojení, môže sa kľudne stať, že zistíte, že uvedený typ tranzistoru zrovna nemáte po ruke - nevadí. Napríklad tranzistory KF910, KF982 sa síce v niektorých parametroch medzi sebou líšia, ale ich vzájomná zámena v daných zapojeniach až tak zase moc nevadí a na miesto KF907 môžeme použiť typ KF964.

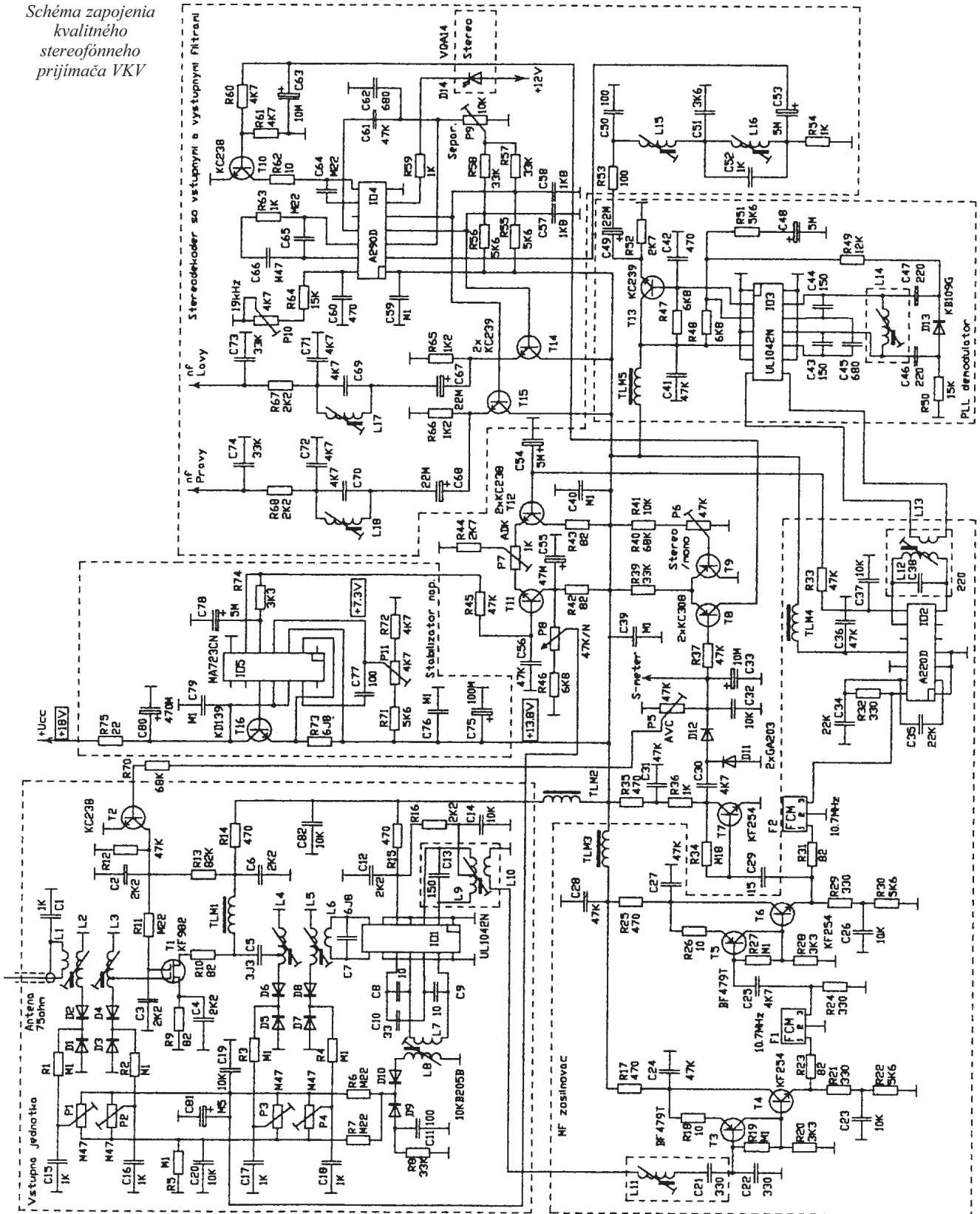
To isté platí aj o tranzistoroch BF506 a BF680. Sú si podobné, ale majú iné púzdra a na ich miestach môžeme použiť aj iné podobné vf typy, napríklad BF479, BF679, BF509, len si potom musíme dávať pozor na iné zapojenie prívodov. Tranzistor BF245 môžeme potom v krajnom prípade nahradiť tranzistorom KS4393. Takéto zámény použitých typov však budú občas vyžadovať aj zásah do nastavenia pracovného bodu, čo by pre skúsenejších amatérov nemal byť problém.

Tak isto môžeme nahradiť integrovaný obvod A220D jeho vylepšeným prevedením A223D. Jediné, na čo potom nesmieme zabudnúť je, že obvod A223D má na vývode 12 neregulovaný nf výstup oproti A220D (ten tam má pripojenú Zenerovu diódu a tento vývod je v zapojeniach nevyužitý a preto je uzemnený). Ďalej má A223D na vývode 8 regulovaný nf výstup a preto bude potrebné vývody 4 - zdroj referenčného napätia - a 5 - vývod pre reguláciu hlasitosti - medzi sebou prepojiť, vývod 3 neuzeďujeme. A takto by sa dalo pokračovať ďalej, v podstate záleží len na dôvtipnosti toho ktorého amatéra - konštruktéra, ako si dané zapojenie upraví podľa svojich potrieb a možností. Súhlasím totiž s názorom, že púhe kopírovanie bráni tvorivej činnosti a preto sú aj niektoré menej dôležité obvody zapojení prijímačov popísané len veľmi stručne, čo by však nemalo byť prekážkou pri stavbe uvedených zapojení.

Použitá a doporučená literatúra

- [1] Borovička, J.: Prijímače a adaptory pro VKV. SNTL: Praha 1967.
- [2] Donát, K.: Místní a dálkový příjem VKV rozhlasu a televize. Naše vojsko: Praha 1971.
- [3] Kristofovič, G.: Kmitočtové demodulátory. SNTL: Praha 1978.
- [4] Kubiček, J.: Synchronetekce. AR 3/1972.
- [5] Kristofovič, G.-Kryška, L.: Návrh a konstrukce přijímačů VKV. RK 5/1973.
- [6] Matuška, A.: Integrované obvody ze zemí RVHP - IO z NDR I. AR B6/1980.
- [7] Vítaz, I.: Multiplikativní zmiešavač s tranzistorom KF910. AR A5/1987.
- [8] Stríž, V.: Integrované obvody zemí RVHP V. AR B2/1988.
- [9] Stríž, V.: Integrované obvody zemí RVHP VI. AR B4/1988.
- [10] Vilhelm, J.: Prijímače do auta. AR B4/1989.
- [11] Borovička, J.: Satelitní stereofonie. AR A12/1990.

Schéma zapojenia
kvalitného
stereofónneho
prijímača VKV



→ cievka L8, varikapy D9, D10 a kondenzátor C11, ten zabezpečuje súbeh oscilátora so vstupnými ladenými obvodmi pri preladovaní. Na vstupe mf zosilňovača je zapojený druhý mf ladený obvod, cievka L11 a kondenzátory C21 a C22, ten spolu s prvým mf ladeným obvodom tvorí pásmovú priepust. Prvý stupeň medzifrekvenčného zosilňovača je osadený dvoma tranzistormi: T3 v zapojení so spoločným emitorom ($U_{CE} = 5,5 \text{ V}$, $I_C = 2,2 \text{ mA}$), jeho pracovný bod je daný rezistormi R19 a R20, R18

zlepšuje stabilitu zapojenia, a T4, zapojený ako emitorový sledovač ($U_{CE} = 6 \text{ V}$, $I_C = 1 \text{ mA}$) kvôli vhodnému prispôbeniu ku keramikému filteru F1 (10,7 MHz). Za keramikým filterom nasleduje druhý stupeň medzifrekvenčného zosilňovača. Ten je prevedený tak isto ako prvý stupeň, je osadený dvoma tranzistormi: T5 v zapojení so spoločným emitorom, jeho pracovný bod je daný R27 a R28, R26 zlepšuje stabilitu zapojenia, a T6, zapojený ako emitorový sledovač. Z výstupu druhého mf

stupňa sa signál vedie do obvodu S-metra a na keramiký filter F2. Obvod S-metra je prevedený jedноступňovým zosilňovačom - tranzistor T7 v zapojení so spoločným emitorom ($U_{CE} = 7 \text{ V}$, $I_C = 4,5 \text{ mA}$) a na výstupe zapojeným zdvojovačom napätia, diódy D11 a D12 a kondenzátory C30, C32.

Dokončení popisu zapojení a podklady ke konštrukcii budú uverejnené v príštím čísle Konštrukční elektroniky A Radio, ktoré vyjde 2. dubna 1998.