

V TOMTO SEŠITĚ

T. I. S. '96	201
APLIKOVANÁ ELEKTRONIKA	
Napájecí zdroje a zvonky	
s L200	203
s LT1087	204
se SAE800	205
Nf zesilovače	
s LM1036	205, 207
s NE5534	208
s TDA1512A, 1519A	210
s 1520B	211
s TDA7350	212
s TDA762	213, 214
Napájecí C pro zesilovače	215
s TDA2040	216
s TDA2050, 1514A	217
s TDA7264	218
s LM3876	219
s TDA7250	220
Napájecí zdroj D	222
Praktické zkušenosti	223
Světelné efekty	
Barevná hudba E	225
Barevná hudba F	228
Barevná hudba G	231
Barevná hudba H	234
Praktické zkušenosti	237
Inzerce	237-239

KONSTRUKČNÍ ELEKTRONIKA A RADIO

Vydavatel: AMARO spol. s r. o.
Redakce: Dílžďená 4, 110 00 Praha 1,
tel.: 24 21 11 11 - I. 295, tel./fax: 24 21 03 79
Šéfredaktor: Luboš Kalousek, sekretářka re-
dakce Tamara Trnková

Roční vychází 6 čísel. Cena výtisku 20 Kč.
Polotisk: předplatné 60 Kč, celoroční před-
platné 120 Kč.

Rozšiřuje PNS a s., Transpress s. s. r. o.,
Mediaprint a Kapa, soukromí distributoři. In-
formace o předplatném podá a objednávky
přijímá Amaro s. s. r. o., Dílžďená 4, 110 00
Praha 1, tel./fax 24 21 11 11, I. 284, PNS,
pošta, doručovatel

Objednávky a předplatné v Slovenskej re-
publice vybavuje MAGNET-PRESS Slovakia
s. r. o. P. O. BOX 169, 830 00 Bratislava, tel./
fax (07) 213 544 - předplatné, (07) 214 177 - ad-
ministratíva. Předplatné na rok 149,- SK.

Podávání novinových zásilek povolila jak Čes-
ká pošta s. p. OZ Praha (čj. nov. 6028/96 ze
dne 1. 2. 1996), tak RPP Bratislava, čj. 724/96
zo dňa 22. 4. 1996.

Inzerce v ČR přijímá redakce, Dílžďená 4,
110 00 Praha 1, tel.: 24 21 11 11 - linka 296,
tel. fax: 24 21 03 79

Inzerce v SR vyřizuje MAGNET-PRESS Slo-
vakia s. r. o., Teslova 12, 821 02 Bratislava,
tel. fax (07) 214 177.

Za původnost a správnost příspěvků odpovídá
autor. Nevyžádané rukopisy nevracíme.
ISSN 1211-3557

© AMARO spol. s r. o.

4. mezinárodní konference a výstava telekomunikačních a informačních systémů v Žiline T. I. S. 96

V dních 3. až 9. septembra 1996
sa uskutočnila v žilinskom Dome
techniky 4. mezinárodní výstava
telekomunikačních a informačních
systémů T. I. S. 96 a zároveň me-
zinárodní konference. Organizáto-
rom tohto významného podujatia
bol Dom techniky v Žiline, Sloven-
ské telekomunikácie š. p. a Vysoká
škola dopravy a spojov v Žiline.

V tomto ročníku mali možnosť
vystavovatelia po prvýkrát vystavo-
vať aj v susednej športovej hale.
Využili ju hlavné zahraniční vysta-
vovatelia: 67 vystavovateľov vysta-
vovalo na ploche 26 000 m². A to už
v dvojnásobnom počte zastupova-
ných firiem a spoločností. Pravidel-
nými vystavovateľmi, ktorí nemôžu
chybať, sú České telekomunikácie.

Hlavným zástupcom z Českej re-
publiky bola TTC TESLA Telekomu-
nikácie s. r. o. a TTC MARCONI s. r. o.
Tieto najväčšie spoločnosti sa pred-
stavili digitálnymi telekomunikač-
nými systémami z vlastného vývoja
ako aj produkciami zahraničných
partnerov. Boli to hlavné spojovacie
systémy pre podnikové siete, preno-
sové systémy PCM a HDSD, poboč-
kové ústredne Mitel a TAM, telefón-
né prístroje Concorde atď. Ďalej to
boli komplexné služby pre zákazní-
kov: spracovanie projektov, inštalá-
cie, servis a technická podpora.

Sesterská firma TTC Marconi
kompletuje a dodáva z výrobkov
TTC a Marconi Group, ale i kompo-
nentov od iných výrobcov prenos-
ové systémy pre prístupové siete.

Slovenské telekomunikácie sa
prezentovali so svojou ponukou: sú
to prenosy všetkých druhov teleko-
munikačných signálov, správ, infor-
mácií po JTS, šírenie rozhlasových,
televíznych a ostatných komunikač-
ných signálov, ako i stavebné a in-
žinierske práce v obore telekomu-
kácií.

Slovenské telekomunikácie OZ
Radiokomunikácie sú na Slovensku
najperspektívnejšie sa rozvíjajúcim
podnikom v obore telekomunikácií.
Zabezpečujú rozhlasové vysielanie
AM, FM, televízne vysielanie, pre-
nos dát radioreleovými spojmi, mo-
bilné radioreleové prenosy a rôzne
montáže anténnych systémov. Vy-
stavovali aj OZ Telemont a OZ
Technická ústredňa telekomunika-
cií.

Ďalším významným vystavova-
teľom bola firma MOTOROLA ECID
z Veľkej Británie, ktorá je známa
svojimi aktivitami vo výstavbe celu-
lárnych sietí. Európska divízia bun-
kovej infraštruktúry firmy MOTORO-
LA ECID je zodpovedná za vývoj,
marketing, inštaláciu a podporu sie-
rových bunkových systémov v Eu-
rópe a cez divíziu produktov GSM
za výrobu digitálnych produktov,
systémov a technológií pre celosve-
tové trhy.

Výstavy sa tradične zúčastňuje
firma ERICSSON Slovakia s. r. o.,
ktorá je dcerskou spoločnosťou
švédskeho telekomunikačného kon-
cernu ERICSSON. Koncern posky-



SDH, radioreleové siete, automa-
tizované systémy príkazov a posky-
tuje rôzne poradenské služby.



tuje komplexné telekomunikačné dodávky a služby.

Vystavovateľom a tiež sponzorom výstavy bola francúzska spoločnosť NORTEL EUROPE S. P. A., ktorá sa predstavila telekomunikačnými systémami a sieťami.

EuroTel Bratislava sa predstavil mobilnými telefónmi, ktoré predáva a prenája v rámci radiotelefontnej siete systému NMT 450, v skutočnej prevádzke predvážal tiež radiotelefontné prístroje systému GSM. Tiež sprostredkováva satelitnú komunikáciu Internet.

Tradičným vystavovateľom byva i Siemens, ktorý sa v tomto roku predstavil digitálnym elektronickým systémom EWDS, prenosovou technikou SHD (STM 1-STM 16) a PDH (2,8 a 34 Mbit na optických a medených kábloch, HDLS).

V areáli výstavy sa predstavili aj firmy HEWLETT-PACKARD a SEBA

DYNATRONIC, ktorí vystavovali svoje výrobky v autobusoch (mobilné pracoviská).

V rámci výstavy sa uskutočnila konferencia T. I. S. 96. Počas výstavy sa na nej v sympozialnej sále prezentovali jednotlivé firmy. Témami boli pokrokové technológie - bezdrôtové komunikácie vo verejnej prístupných sieťach, informácie o globálnych informačných spoločnostiach ale i o riadení a zvyšovaní kvalifikácie pracovníkov v telekomunikáciách.

Výstava umožnila zoznámiť sa s novými odbornými poznatkami i zariadeniami z oblasti telekomunikácií. Prínosom bola účasť zahraničných firiem a spoločností zo susedných štátov, ktoré okrem vystavovania uzavierali aj obchodné kontrakty.

Ďalší ročník medzinárodnej výstavy sa uskutoční o dva roky.

Text a foto

František Bukovinský, OM3TU



Vážení čtenáři,
setkáváme se letos naposledy na stránkách Konstruktér elektroniky. Především bychom Vám chtěli poděkovat za přízeň, kterou jste dosud časopisu věnovali a za druhé bychom Vás chtěli informovat o naplnění jednotlivých čísel příštího ročníku Konstruktér elektroniky ARadio.

Vážení předplatitelé (současní i budoucí),

pro naše předplatitele jsme se rozhodli uspořádat **SOUTĚŽ o ceny**.

Do slovosany budou zařazeni všichni, kteří si objednají a uhradí složenkou nebo na účet do 10. ledna předplatné na 12 čísel PE nebo na 6 čísel KE (tj. roční předplatné) v administraci AMARO (Dlažbena 4, 110 00 Praha 1, tel. /02/ 24111111, I. 284). Totéž platí pro všechny předplatitele, kteří si již v minulosti oba naše časopisy v administraci AMARO předplatili a jimž přechází předplat-

Tak tedy. Pro č. 1 jsme připravili popis konstrukce mikroprocesorem řízeného osmipásmového ekvalizera a nf koncového zesilovače, pro další čísla Zajímavá a praktická zapojení, Druhy, použití a konstrukce napájecích zdrojů, Mikro počítač/terminal do kapsy, Počítačová simulace elektronických obvodů a konečně volně po-

kračování Konstruktér elektroniky z letošního č. 3 (aplikace operačních zesilovačů).

Těšíme se, že se i v příštím roce budeme pravidelně setkávat na těchto stránkách a předem děkujeme za všechny podněty pro naši další práci.

Mnoho úspěchů a zdraví v roce 1997 všem přeje redakce.

ně do roku 1997 (pro oba časopisy platí totiž tzv. "klouzavé" předplatné). Losovat se bude 15. 1. 1997 v redakci.

Vylosujeme deset výherců, kteří se podělí o tyto ceny

1. cena: CB radiostanice ELIX Dragon SY-101.
2. cena: CB radiostanice DNT RALLYE
3. cena: CB radiostanice DNT FORMEL 1.
4. a 5. cena: celoroční předplatné časopisů Praktická a Konstruktér elektroniky
6. až 10. cena: celoroční předplatné časopisů Praktická elektronika A Radio

Výherci budou zveřejněni v č. 3/97. Výhercům předplatného bude před-

platné vráceno. Ceny do soutěže dodala firma ELIX.

Věříme, že touto naší akcí přispějeme k dalším výhodám předplatného obou časopisů ARadio, Praktické i Konstruktér elektroniky, kterými jsou především výrazná sleva pro celoroční předplatitele, poštovné zahrnuto v ceně časopisu a nezanedbatelné je i to, že každý měsíc budete pravidelně dostávat do Vaší schránky členi, které jste až doposud museli mnohdy obtížně shánět.

Těšíme se na další spokojené zákazníky.

Administrace

Objednávací lístek pro předplatné je na poslední straně tohoto čísla

Aplikovaná elektronika

Ing. Zdeněk Zátopek

Úvod

Snahou tohoto čísla Konstruktční elektroniky A Radia je poskytnout několik zajímavých konstrukcí, které dokáží velice příjemně volně chvíli, způsobit radost při „bastlení“ a ožívání nejrůznějších konstrukcí radioamatérů a nebo i začínajících a domácích kutilů.

V dnešním uspěchaném světě a při prudkém rozvoji elektroniky je velice obtížné se orientovat a vybrat tu nejvhodnější, nejjednodušší a nejnepřehlednější konstrukci. Přesto mezi nejvíce vyhledávané oblasti elektronických konstrukcí mezi radioamatéry patří oblast níže techniky a nejrůznějších měření fyzikálních veličin.

Na trhu se objevují neustále nové a nové polovodičové součástky, z nichž největší „nárust“ zaznamenávají integrované obvody. Jejich aplikace jsou nesmírně široké a není snad oblast elektroniky, v níž použili integrovaných obvodů není zaznamenána. Dostupnost všech, mnohdy i speciálních integrovaných obvodů pro českého konstruktéra přestává být po určité stagnaci distribuční sítě problémem a je jen věcí odvahy a citu konstruktéra při konstrukci zařízení nové součástky vhodné použít. Na škodu věci je jen to, že katalogy a souhrny aplikací zapojení jsou pro mnohé nadšence elektroniky téměř nedostupnou záležitostí, ať již z důvodu neshodného shánění katalogů či aplikacíních listů nebo jejich značné ceny.

Tuto skutečnost potvrzují některé především menší distribuční elektronické firmy, které nové součástky nabízejí zákazníkům bez patřičných informací o jejich parametrech, vnitřní struktuře nebo aplikacích zapojení. Je pak jen na konstruktérovi, amatérovi (často i profesionálové), kde si patřičné informace (a ne právě levně) obstará a pak užitečně využije v svých konstrukcích. Nově nabízené součástky mají obvykle užší rozpětí parametrů a proto většinou není nutné při jejich ožívání příliš experimentovat a ve většině případů „šlapou“ na první osazení.

Další podstatnou výhodou u nových součástek je, že opět obvykle vyžadují použití při ožívání konstrukci jen minimum přístrojového vybavení amatérské dílny, pokud se konstruktér spokojí s parametry, které zaručuje

výrobce polovodičových součástek v aplikacím zapojení. Jestliže by však bylo třeba obvod důkladně proměřit, bylo by nutné použít příslušné měřicí přístroje – náklady na jejich pořízení by však byly značné a asi by přesáhly možnosti amatérských konstruktérů. Proto jsou dále uvedené konstrukce voleny tak, aby se dala použít standardní mikropajčka pro osazení a zapájení použitých součástek, a běžný digitální multimetr ke kontrole stejnosměrných napětí a proudů v příslušných obvodech.

Osazení desek s dále popisovanými obvody a jejich oživení by průměrně zručnému amatérovi nemělo trvat více než 2 hodiny. Možná, že se bude některým členům zdát některá z konstrukcí svým způsobem technicky zastaralá a překonaná. V určitém ohledu by to mohla být i pravda, konstrukce jsem však vybíral tak, aby svou složitostí i cenou součástek odpovídaly možnostem i těch, kteří začínají, tj. tak, aby dokázaly vzbudit pozornost všech, od těch nejmladších až po ty nejstarší, kteří ještě živě pamatují např. germaniové diody a tranzistory. Rovněž minimum použitých součástek garantuje určitým způsobem spolehlivost zapojení a jeho bezchybnou funkci. Všechny předkládané konstrukce jsou stavěny modulově, aby bylo možno je vzájemně mezi sebou zaměňovat, případně obměňovat podle požadavků a přání uživatele. Při dodržení zásad kontroly při práci a při zevrubném proměření pasivních součástek a plošných spojů na desce budete s výsledky své práce rozhodně spokojeni a zůročíte tím čas a náklady při shánění součástek po nejrůznějších kramlech.

Mnoho radosti při přičítání dalších řádků tohoto konstruktérského čísla a

ožívání stavebnic Vám upřímně přeje autor, jež si dal za cíl poskytnout širokému spektru čtenářů co nejvíce ucelených informací, uspořádaných do bloků (převážně z nízkofrekvenční techniky).

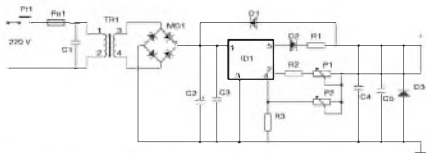
Napájecí zdroje a zvonky

Úkolem napájecího zdroje je poskytnout provozovanému zařízení pro něj vhodnou elektrickou energii a tím zabezpečit jeho bezpečný provoz po celou dobu jeho užívání. Tyto napájecí zdroje mohou být konstruovány s pevným výstupním napětím nebo s konstantním výstupním proudem. Jejich užiti však není příliš univerzální – zdroje jsou ve většině aplikací navrhovány pro příslušná konkrétní zapojení obvodů. Větší variabilita a univerzálnost mají napájecí zdroje, které mají možnost měnit některou z výstupních veličin, tj. napětí či proud v závislosti na potřebách připojeného zařízení nebo uživatele. Nejvhodnější a nejuniverzálnější jsou však napájecí zdroje, které dokáží uživatelsky měnit výstupní napětí a napájecí proud od minimální až po maximální velikost definovanou konstruktérem.

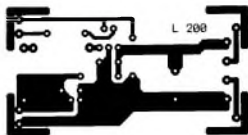
Stejnoseměrný zdroj s L200

Tento napájecí zdroj se vyznačuje jednoduchostí zapojení a snadným nastavením požadovaných parametrů. Svými výstupními parametry, tj. výstupním regulovatelným stejnosměrným napětím 3 až 36 V a regulovatelným výstupním proudem (do 2 A) vyhovuje mnoha aplikacím i mimo rámec tohoto konstruktérského čísla.

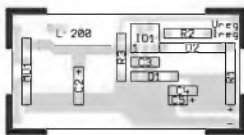
Integrovaný stabilizátor L200 je zapouzdřen v pouzdru PENTAWATT a svými parametry je velice podobný stabilizátorům řady LM317 a LM723. Má vyveden vstup snímáním proudové



Obr. 1. Stabilizovaný řídící zdroj s L200



Obr. 2, 3. Deska s plošnými spoji zdroje a její osazení součástkami. P1, P2, P3 jsou umístěny mimo desku



ho omezení a vnějšími součástkami lze proud výstupní proud plynule měnit od zvoleného minima až po zvolené maximum. Obvod je vybaven tepelnou pojistkou, která odpojí výstupní napětí, překročí-li teplota povrchu pouzdra asi 130 °C. Maximální vstupní napětí stabilizátoru je 40 V. Ke zvětšení spolehlivosti doporučuji nepřekročit vstupní napětí 38,5 V.

Schema zapojení zdroje je na obr. 1. Sřídavé napětí z transformátoru TR1, který má sekundární sřídavé napětí 24 V, je přiváděno na diodový můstek MD1. Usměrněné stejnosměrné napětí je filtrováno elektrolytickým kondenzátorem C2 a keramickým kondenzátorem C3. Na primární straně transformátoru je zapojena trubičková pojistka Po1, kolebkový spínač s indikační svítivou diodou zelené barvy a odrušovací kondenzátor C1. Výstupní napětí je regulováno potenciometrem P2 a poměr odporů tohoto potenciometru a odporu rezistoru R3 určuje maximální výstupní stejnosměrné napětí.

K řízení výstupního proudu se využívá úbytku napětí na diodě D2 a rezistoru R1 při průchodu výstupního proudu obvodem. Řízení zabezpečuje potenciometr P1 a rezistorem R2 je nastaven nejmenší výstupní proud, je-li odpor odporové dráhy potenciometru P1 nulový. Největšímu odporu P1 odpovídá i největší výstupní proud.

Kondenzátory C4, C5 zmenšují výstupní šum a výstupní impedanci stabilizátoru. V obvodu jsou zapojeny ochranné diody D1 a D3. Diody ochraňují zapojení proti obrácení polaritě a proti připojení vnějšího napětí na výstupní svorky napáječe. Podle aplikačního zapojení výrobce a pro zmenšení parazitních kapacit je nutno připojit vývody z potenciometrů P1 a P2 rovnou na výstupní svorku.

Osazení desky s plošnými spoji (obr. 2 a 3) a oživení je bezproblémové. Při dodržení zásady, že sekundární napětí transformátoru nepřekročí 24 V, je možné změnou odporu rezistoru R3 nastavit maximální výstupní napětí. Potenciometr P1 je v nulové poloze. Při otáčení P2 (ma lineární průběh) se lineárně zvětšuje výstupní napětí. Při proudové ochraně již není závislost nastavení omezení proudu lineární a je nutno použít potenciometr s jiným průběhem odporové dráhy.

Proudovou ochranu nastavíme tak, že na výstupní svorky připojíme sériovou kombinaci digitálního ampérmetru a rezistoru 2,2 Ω/10 W. Potenciometry P1 a P2 jsou v nulové poloze. Zapne-li zdroj a pozvolna zvětšujeme výstupní napětí na 10 až 12 V potenciometrem P2. Pak začneme otáčet hřídelem potenciometru P1 a pozorujeme zvětšující se proud. Změnou odporu výkonového rezistoru R1 měníme velikost výstupního proudu. Výstupní proud by neměl v daném zapojení překročit 1,5 A. Nejmenší výstupní proud je dán odporem rezistoru R2.

Nakonec vyzkoušejte proudové omezení při maximálním výstupním napětí. Nezapomeňte před zkouškami upevnit stabilizátor na dostatečně robustní chladič. Výkonová ztráta stabilizátoru je velká a největší je při maximálním odebraném proudu a minimálním výstupním napětí. Pro symetrická napájení koncových zařízení se použijí dva stabilizátory, u nichž se propojí svorka + jednoho zdroje a svorka - (0 V) druhého zdroje. Toto spojení slouží pak jako společná zem.

Seznam součástek

Polovodičové součástky

MD1	KBU4D, 4 A/200 V, diodový můstek
IO1	L200, plastový stabilizátor
D1	1N4002, 1 A/200 V
D2, D3	1N5002, 3 A/200 V

Ostatní součástky

C1	33 nF/630 V, TC 208
C2	kondenzátor svitkový 4,7 mF/40 V, elektrolytický kondenzátor
C3	10 µF/40 V, tantalový kondenzátor
C4, C5	100 nF/40 V, keramický kondenzátor

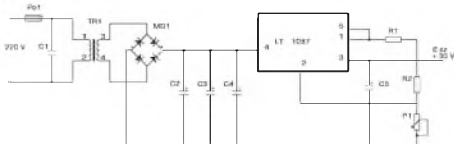
P1	5 kΩ/E, TP 160, potenciometr
P2	5 kΩ/N, TP 160, potenciometr
R1	1,1 Ω (2x 2,2 Ω/4 W), výkonový rezistor
R2	100 Ω/1 %/0,6 W, rezistor
R3*	680 Ω, rezistor (nastavení U_{max})
Po1	0,4 A, trubičková pojistka
Pr1	P-D850LED, kolebkový spínač
TR1	EI25x32 mm/50 VA, 230 V/24 V

deska s plošnými spoji, chladič, výstupní svorky, spojovací materiál, distanční sloupky

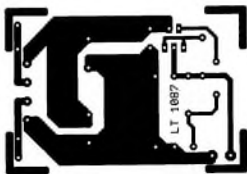
Napájecí zdroj s LT1087

Tento zdroj plynule regulovatelného napětí 0,5 až 30,0 V vyžaduje ke své činnosti minimum vnějších součástek. Schema zapojení zdroje je na obr. 4. Na primární straně napájecího transformátoru je zapojena pojistka Po1 a odrušovací kondenzátor C1, společně s kolebkovým spínačem, který má integrovanou svítivou diodu zelené barvy. Sřídavé napětí ze sekundárního vinutí transformátoru TR1 je usměrněno diodovým můstem MD1. Toto tepave stejnosměrné napětí je filtrováno elektrolytickými kondenzátory C2, C3 a C4. Vyhlazené stejnosměrné napětí je přiváděno na vývod č. 4 stabilizátoru napětí IO1, LT1087.

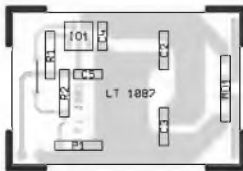
Integrovaný stabilizátor LT1087 se vyznačuje tím, že ke své správné činnosti vyžaduje mezi vstupním a výstupním napětím rozdíl jen 0,8 V. Výstupní proud může dosáhnout až 5 A. Pro zvětšení výstupního proudu na 10 A je možné uvedené stabilizátory (po menších konstrukčních úpravách oproti standardnímu zapojení na 5 A)



Obr. 4. Stabilizovaný zdroj s LT1087



Obr. 5, 6. Deska s plošnými spoji napáječe s LT1087



zapojovat paralelně. Rozsah výstupního napětí je dan poměrem odporu odporové dráhy potenciometru P1 a odporu rezistoru R2

$$U_{\text{výst}} = U_{\text{ref}}(1 + P1/R2).$$

Pro zmenšení výstupní impedance (i zmenšení výstupního šumu) je na výstup IO1 (vývod č. 3) připojen elektrolytický tantalový kondenzátor C5. Vnitřní referenční napětí U_{ref} zdroje je 1,25 V a je využíváno obdobně jako u stabilizátorů řady 317, 337. Pro zajištění správné funkce vnitřních obvodů je mezi vývody č. 1 a č. 3 zapojen rezistor R1.

Deska s plošnými spoji je na obr. 5 a rozložení součástek na obr. 6. Oživení nebude činit žádné obtíže. Pokud chcete mít přesně nastavené maximální výstupní napětí 30,0 V, je nutné vzhledem k toleranci součástek použít na místě R1 odporový trimr 220 Ω. Při běžící potenciometru P1 (s lineárním průběhem odporové dráhy), nastavením na maximální odpor (tj. maximální výstupní napětí zdroje), je pak třeba trimrem „doladit“ požadované výstupní napětí.

Proudové omezení tohoto stabilizátoru je vnitřně nastaveno na 7,5 A.

Zdroj s LT1087 se velice dobře hodí i jako zdroj napětí k nabíjení akumulátorových olověných baterií.

Nezapomeňte před začátkem zkoušek zdroje upevnit stabilizátor na dostatečně robustní chladič. Výkonová ztráta stabilizátoru je velká a největší je při maximálním odebraném proudu a minimálním výstupním napětí, i když tento stabilizátor pracuje s malým úbytkem napětí.

Pro symetrické napájení koncových zařízení lze použít dva tyto stabilizátory, u nichž se pak propojí svorka + jednoho zdroje a svorka - (0 V) druhého zdroje. Toto spojení slouží jako společná „silová“ zem.

Seznam součástek

IO1	LT1087, stabilizátor napětí
MD1	KBU8M, diodový můstek 8 A/200 V
C2, C3	4,7 mF/40 V, elektrolytický kondenzátor
C4, C5	10 μF/40 V, tantalový kondenzátor
C1	33 nF/630 V, svitkový kondenzátor TC 208
R1	1 kΩ/0,6 W, rezistor

R2*	110 Ω/0,6 W, rezistor (nastavení U_{max})
P1	2,5 kΩ/N, potenciometr EI40x40 mm, 230 V/24 V, 5 A
Po1	800 mA, trubičková pojistka 5x 20/F

deska s plošnými spoji, distanční sloupky, chladič, silikonová vazelina

Pro měření a indikaci výstupního napětí lze použít měřidlo buď analogové, např. MP40 anebo MP80, případně digitální s integrovaným obvodem C520D nebo ICL7106. Napájecí napětí pro tyto obvody je možné odvodit z hlavního silového vinutí (sekundárního) transformátoru. Pro signalizační funkce přístroje je možné použít i svitkovou diodu, veslačnou mimo spínač.

Gong se SAE800

Mezi velice oblíbené oblasti radioamaterské činnosti patří nejružnější konstrukce melodických zvonků a gongů. Popisovaný gong umí rozpoznat, z kterého tlačítka byl právě přiveden signál a podle toho „zahráje“ buď 3 údery gongu nebo jen údery 2.

Schema zapojení je na obr. 7. Toto zapojení má jen dva nastavovací prvky. Trimrem R1 nastavujeme požadovaný zvuk gongu a trimrem R9 nastavíme 2 údery. Jiné nastavování není nutné a obvod dobře nahrazuje podobný IO nabízený firmou GM.

Gong dobře pracuje v běžných domovních rozvodech, v nichž se použí-

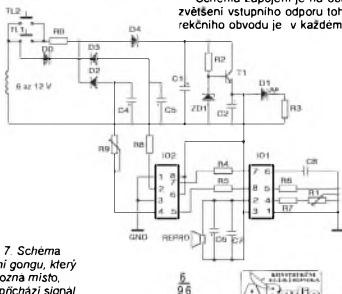
vá pro napájení zvonků centrální transformátor. Gong jako jednoduchou slabebnici dodává firma Phobos Ostrava buď s neosazenou a neozbovenou deskou, nebo případně osazenou a oživenou za velice příjmnou cenu.

Nizkofrekvenční zesilovače

Korekční zesilovač s LM1036

Jako ukázkou korekčního zesilovače, který využívá ke svému řízení stejnosměrné napětí odebrané z vnitřního referenčního zdroje, je integrovaný obvod firmy National Semiconductor LM1036N. Je určen k použití v jakostních nf zesilovačích se vstupy pro tuner, gramofon, CD, magnetofon a podobně. Obvod má v jednom pouzdře oba stereofonní kanály. Relativní zesílení signálů nízkých a vysokých kmitočtů může být samostatně nastaveno tak, že posluchač může zmenšovat zesílení - hlasitost reprodukce, aniž by se pozorovatelně změnila barva zvuku - tj. jedná se o jakési fyziologické nastavování hlasitosti. Navíc male změny hodnot součástek připojovaných vně umožňují uživateli upravovat účinné kmitočtové charakteristiky podle vlastních požadavků a zvyklostí na druh reprodukce, a to ve značně širokém rozsahu. Tím se stává velice univerzálním korekčním zesilovačem s parametry, které ho právem zařazují do třídy Hi-Fi i pro výborný odstup signálu/šum apod.

Schema zapojení je na obr. 8. Ke zvětšení vstupního odporu tohoto korekčního obvodu je v každém kanále



Obr. 7. Schéma zapojení gongu, který rozpozná místo, odkud přichází signál

použit oddělovací stupeň IO1, IO21, vytvořeny ze známých operačních zesilovačů řady TL071. Tyto zesilovače se vyznačují malým šumem.

Ke galvanickému oddělení vstupního signálu a neinvertujícího vstupu IO1, IO21 je použit elektrolytický kondenzátor C1, C21.

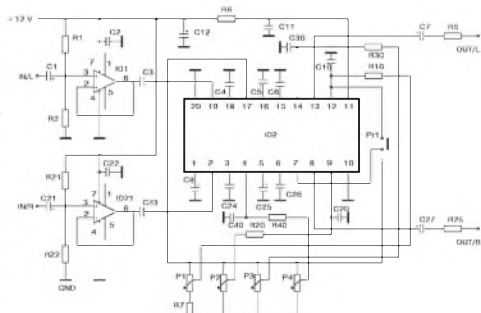
Napájecí napětí pro tyto „operační“ emitorové sledovače je vysokofrekvenčně blokováno keramickými kondenzátory C2, C22. Protože je oddělovací stupeň vázan symetricky, je na vývodu č. 6 - tj. na výstupu IO1, IO21 polovina napětí napájecího - tj. 6,0 V. Galvanické oddělení potenciálů mezi dalším stupněm korekčního zesilovače je zabezpečeno kondenzátory C3 a C23. Předpětí neinvertující vstupu jednotlivých oddělovacích zesilovačů je zabezpečeno rezistorovým dělčem R1, R2 a R21, R22.

Vstupní stereofonní signály se převádějí na vývody č. 2 a 19 IO2 přes výše uvedené kondenzátory C3, C23. Výstupní signály jsou na vývodech č. 8 a 13. Tyto signály jsou galvanicky odděleny elektrolytickými kondenzátory C7, C27, jejich kapacita závisí na vstupním odporu následujícího stupně. Obvykle se volí v jednotkách mikrofaradů. Zároveň pro zmenšení případných nežádoucích signálů a zlepšení stability zapojení při použití dlouhého přívodního kabelu s užitečným signálem ke koncovému zesilovači jsou na výstupech IO2 zapojeny rezistory R5 a R25.

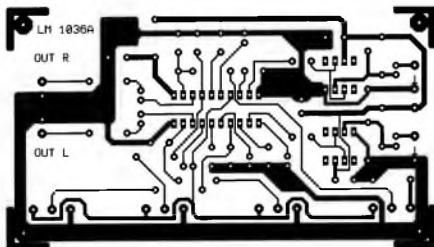
Součástí integrovaného obvodu je i Zenerova dioda, která udržuje na vývodu č. 17 stabilní napětí 5,2 až 5,4 V. Z vývodu lze odebrat proud až 5 mA. Toto vnitřní referenční napětí se používá k řízení hlasitosti a „loudness“, hloubek a výšek a v poslední řadě i k řízení balance, tj. stereofonní vahy.

Dovoleno provozní napájecí napětí je 9 až 16 V, spotřeba proudu je typicky 35 mA při 12 V. Pro filtraci napájecího napětí jsou v obvodu použity keramické kondenzátory C11, C12, elektrolytický kondenzátor C31 a rezistor R6. Vstupní užitečný signál je max 1,6 V a vstupní impedance 30 k Ω ohmů. Maximální efektivní výstupní napětí na vývodech č. 8 a 13 je (při napájecím napětí 12 V) 1,0 V na kmitočtu 1 kHz. Výstupní odpor na vývodech č. 8 a 13 je na 1 kHz maximálně 20 Ω , takže spoj k výkonovému zesilovači může být prakticky libovolně dlouhý.

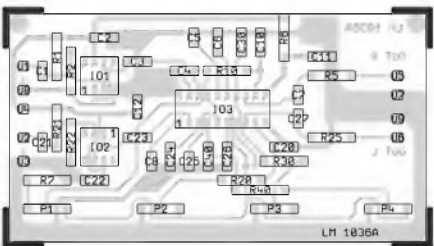
Celkové harmonické zkreslení při napájecím napětí 12 V na kmitočtu 1 kHz je při efektivním vstupním napětí 1,0 V typicky 0,06 % při maximálním zesílení. Odstup signál/šum je typicky 80 dB v pásmu 100 Hz až 20 kHz při maximálním zisku a 64 dB při zmenšení maximálního zisku o 20 dB. Kmitočtová charakteristika s polenciome-



Obr. 8 Předzesilovač s LM1036N



Obr. 9, 10 a jeho deska s plošnými spoji a deska, osazená součástkami



try ve středě odporové dráhy je rovna (1 dB) do kmitočtu 250 kHz. Oddělení kanálů je -80 dB na kmitočtu 1 kHz. Ovládací proudy potřebné na vývodech č. 4, 7, 9, 12 a 14 jsou typicky 1,0 μ A, takže v příslušných obvodech mohou být použity součástky s velkým odporem.

Zisk tohoto IO je 0 dB - tj. zesílení 1, jsou-li spojeny vývody č. 12 a 17. Většina vyráběných obvodů má zisk v rozmezí +2 až -2 dB. Rozdíl v zisku kanálů není větší než 1 dB. Rozsah regulace zisku je 75 dB. Rozsah regulace hloubek a výšek na kmitočtech 40 Hz a 16 kHz je ± 15 dB. Spojením

vývodů č. 7 a 12 IO zapojíme zmíněnou fyziologickou regulací hlasitosti

Vyvážení obou kanálů je dosaženo při napětí $U_{CC}/2$. Typické charakteristiky regulátorů barvy zvuku (hloubek a výšek) jsou závislé na kapacitách použitých kondenzátorů C4, C24 pro výšky a C6, C26 pro hloubky

V obvodu řízení stejnosměrného napětí jsou pro potlačení rušivých složek řídicího napětí zapojeny v běžných regulačních potenciometrech články RC, tj. R10, R20, R30 a R40 a C10, C20, C30 a C40. Pro filtraci napětí uvnitř obvodu jsou použity elektrolytické kondenzátory C5, C8 a C25. Pro lepší a „jemnější“ využití odporové dráhy potenciometru hlasitosti P1 byla stejnosměrná úroveň napětí posunuta rezistorem R7. Tím sice regulace hlasitosti nepracuje až do -80 dB, ale to není vůbec na závadu zapojení.

Deska s plošnými spoji předzesilovače je na obr. 9 a rozložení součástek na obr. 10.

Seznam součástek

Rezistory jsou typu RR 0,6 W/1 %

R1, R2, R21, R22 100 kΩ
R10, R20, R30, R40 47 kΩ
R6 100 Ω
R5, 25 330 Ω
R7 5,6 kΩ
P1, P2, P3, P4 potenciometr
TP 160A-50k/N-32B (25k/N)

Kondenzátory elektrolytické typu SKR

C1, C21, C7, C27 4,7 μF/16 V
C8 47 μF/10 V
C5, C25 10 μF/10 V

Kondenzátory keramické typu SKK (TK)

C2, C22, C11, C12 100 nF
C10, C20, C30, C40 220 nF (100 až 150 nF)

Kondenzátory typu MKT

C3, 23 470 nF, TC 35,

C4, 24 10 nF, TC 35
C5, 25 390 nF (330 nF), TC 35

Polovodičové součástky

IO2 LM1036N (LM1035N)
IO1, IO21 TL071 (061, NE5534)

Ostatní součástky

deska s plošnými spoji, spojovací materiál, upevňovací konzola, distanční sloupky

Korekční zesilovač s LM1036N (2. verze)

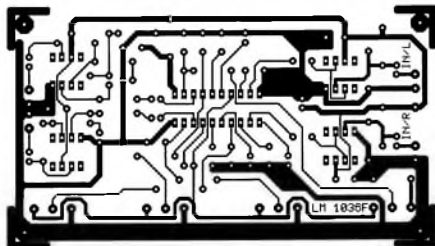
Vzhledem k potřebě větší univerzálnosti předchozího velmi kvalitního integrovaného korekčního zesilovače byly na výstupech (za rezistory R5, R25) zapojeny zesilovače napětí (operační zesilovače IO2, IO22). Schéma zapojení takto upraveného korekčního předzesilovače je na obr. 11.

Ke zvětšení vstupního odporu korekčního obvodu je v obou kanálech použit vstupní oddělovací stupeň, vy-

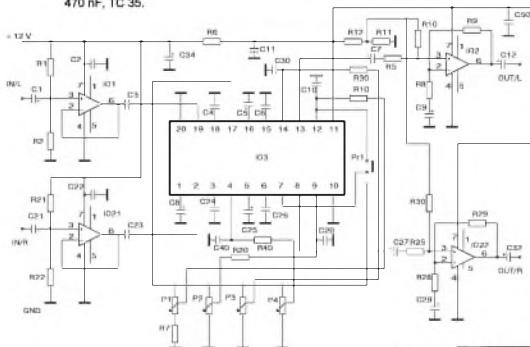
tvořený ze známých operačních zesilovačů s velmi malým šumem řady NE5534A.

Ke galvanickému oddělení vstupního signálu a neinvertujícího vstupu IO1, IO21 je použit elektrolytický kondenzátor C1, C21. Napájecí napětí pro oddělovací operační „emitorové“ sledovače je vysokofrekvenčně blokováno keramickými kondenzátory C2, C22. Protože uvedené oddělovací stupně jsou vázány stejnosměrně, je na vývodech č. 6, tj. na výstupech IO1, IO21, poloviční velikost napájecího napětí, tj. 6 V. Napětí mezi dalšími stupni korekčního zesilovače jsou galvanicky vzájemně oddělena kondenzátory C3 a C23. Předpětí neinvertujícího vstupu oddělovacích zesilovačů je zabezpečeno odporovým děličem z rezistorů R1, R2 a R21, R22.

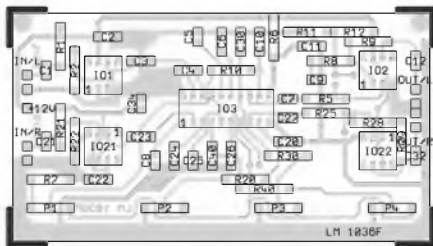
Vstupní stereofonní signály se převádějí na vývody č. 2 a 19 IO3 přes kondenzátory C3, C23. Výstupní signály jsou na vývodech č. 8 a 13. Výstupní signály jsou galvanicky od-



Obr. 12. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 11



Obr. 11. Korekční zesilovač s LM1036



Obr. 13. Osazená deska s plošnými spoji korekčního předzesilovače s LM1036

děleny od výstupů IO3 elektrolytickými kondenzátory C7, C27, jejichž kapacita závisí na vstupní impedanci následujících obvodů, obvykle se volí řádu jednotek mikrofaradů. Pro zmenšení případných nežádoucích signálů a zlepšení stability zapojení jsou ve výstupech z IO zapojeny i ochranné rezistory R5 a R25.

Součástí integrovaného obvodu je i Zenerova dioda, která udržuje na vývodu č. 7 stabilní napětí 5,2 až 5,4 V, z vývodu lze odebírat proud až 5 mA. Toto vnitřní referenční napětí se používá k řízení hlasitosti a loudness, hloubek, výšek a v neposlední řadě i stereofonní váhy (balance).

Dovoleno provozní napájecí napětí je 9 až 12 V, odebíraný proud je typicky 35 mA při napájecím napětí 12 V. K filtraci napájecího napětí jsou v obvodu použity keramický kondenzátor C11, elektrolytický kondenzátor C12 a rezistor R6.

Vstupní užitečný signál IO3 (efektivní velikost) může být až 1,6 V, vstupní impedance je 30 k Ω .

Maximální vstupní napětí (efektivní) na vývodech č. 8 a 13 je na kmitočtu 1 kHz při napájecím napětí 12 V asi 1 V. Výstupní odpor na těchto vývodech je na kmitočtu 1 kHz maximálně 20 Ω , takže spoj k konečnému zesilovači může být v podstatě libovolně dlouhý.

Celkové harmonické zkreslení je při napájecím napětí 12 V na kmitočtu 1 kHz při efektivním vstupním napětí 1 V typicky 0,06 % při maximálním zesílení. Odstup signál/šum je typicky 80 dB v pásmu 100 Hz až 20 kHz při maximálním zesílení a 64 dB při zmenšení maximálního zesílení o 20 dB. Kmitočtová charakteristika při běžících potenciometrech ve střední odporové dráhy je rovna (1 dB) do kmitočtu 250 kHz. Oddělení kanálů je -80 dB na kmitočtu 1 kHz.

Ovládací proudy potřebné na vývodech č. 4, 7, 9, 12 a 14 jsou typicky 1 μ A, takže v příslušných obvodech mohou být použity součástky s velkým odporem.

Zesílení IO3 je 1 (zisk 0 dB), jsou-li spojeny vývody č. 12 a 17. U většiny vyráběných obvodů se zisk pohybuje v rozmezí +2 až -2 dB, přitom rozdíl v zisku obou kanálů není obvykle větší než 1 dB.

Rozsah regulace zisku je 75 dB, regulace hloubek a výšek (na 40 Hz a 16 kHz) ± 15 dB. Spojením vývodů č. 7 a 12 se zapojuje fyziologická regulace hlasitosti. Vyvážení obou kanálů se dosahuje při napětí $U_{ref}/2$. Charakteristiky regulátorů barvy zvuku (hloubek a výšek) jsou závislé na kapacitách použitých kondenzátorů (C4, C24 pro výšky, C6, C26 pro hloubky).

V obvodu řízení stejnosměrného napětí jsou pro potlačení rušivých složek řídícího napětí zapojeny v běžících regulačních potenciometrech články RC, tj. R10, R20, R30 a R40 a C10, C20, C30 a C40. K filtraci napětí uvnitř obvodu jsou použity elektrolytické kondenzátory C5, C8 a C25.

K lepšímu (jemnější) průběhu vyžili odporové dráhy potenciometru hlasitosti P1 byla posunuta stejnosměrná uroveň na něm rezistorem R7 - pak samozřejmě nelze měnit uroveň hlasitosti v celém dříve uvedeném rozsahu (tj. do -80 dB), avšak v praxi se zjistilo, že to není na závadu, spíše naopak.

Zpracovávaný nf signál se přivádí na vývody č. 3 IO2, IO22 přes rezistory R5, R25. Předpětí neinvertního vstupního tohoto operačního zesilovače je zabezpečeno dělicí s rezistory R11, R12, R13, R33.

Výstupní užitečný signál pro konečnou zesilovač se odebírá z elektrolytických kondenzátorů C12, C32.

Díky tomu, že lze napětově zesílení IO2, IO22 nastavit volbou odporu rezistorů R8, R28 ve velmi širokém

rozsahu, lze popisovaný korekční zesilovač připojit v podstatě k libovolnému konečnému zesilovači, který má předepsáno efektivní vstupní napětí v mezích asi 100 mV až 1,55 V.

Deska s plošnými spoji korekčního předzesilovače je na obr. 12 a rozložení součástek na desce se spoji na obr. 13.

Seznam součástek

Rezistory jsou typu RR, 0,6 W/1 %

R1, R2, R21, R22 100 k Ω

R10, R20, R30, R40 47 k Ω (33 k Ω)

R11, R12, R13, R33 68 k Ω

R6 100 Ω

R5, R25 330 Ω

R7 5,6 k Ω

P1, P2, P3, P4 potenciometr
50k/N-32B (25k/N), TP 160A

Kondenzátory elektrolytické typu SKR

C1, C21, C7, C27 4,7 μ F/16 V

C8, C12 47 (22) μ F/16 V

C5, C25 10 μ F/16 V

Kondenzátory keramické typu SKK (TK)

C2, C22, C11 100 nF

C10, C20, C30, C40, C50 100 až 220 nF

Kondenzátory typu MKT (TC 35)

C3, C23 470 nF (470 až 680 nF)

C4, C24 10 nF (8,2 až 15 nF)

C5, C25 390 nF (330 až 470 nF)

Polovodičové součástky

IO2 LM1036N (LM1035N)

IO1, IO21 NE5534A (TL071,

NE5534)

Ostatní součástky

deska s plošnými spoji, spojovací materiál, upevňovací konzola, distanční sloupky

Korekční zesilovač s NE5534

Tento typ korekčního zesilovače představuje takové zapojení, které k odpovídající činnosti využívá místo řízení funkcí změnami stejnosměrného napětí, odvozeného z vnitřního referenčního napětí IO, tandemových potenciometrů, které jsou zapojeny v obvodu zpětné vazby.

Korekční zesilovač je napájen symetrickým napájecím napětím.

Schéma zapojení je na obr. 14. Upravený signál ze vstupního předzesilovače je přiváděn přes elektrolytický kondenzátor C1, C21 na neinvertní vstupy operačních zesilovačů IO1, IO21. Toto napětí je filtrováno keramickými kondenzátory C2, C22, C6 a C26 v záporné napájecí větvi a C5, C25, C11, C31 v kladné napájecí větvi. Do invertního vstupu a výstupu těchto zesilovačů je zavedena větev zpětné vazby, složená z rezistorů R5, R4, R25, R24. Poměr odporů uvedených rezistorů určuje celkové zesílení tohoto korekčního zesilovače. Zesílení obvodu lze měnit změnou odporu rezistorů R4, R24. Zmenšujeme-li odpor rezistorů R4, R24, zesílení se zvětšuje a naopak.

Proti kmitání při větším nastaveném zesílení v oblasti nadakustických kmitočtů je paralelně k rezistoru R5, R25 zapojen keramický kondenzátor C4, C24, který případně zakmitává účinné potlači. Zesílený signál z výstupu IO1, IO21, tj. z vývodu č. 6, se přivádí přes rezistory R6, R26 a C9, C29 na potenciometr P3, P23 k regulaci hloubek a na potenciometr P4, P24 k regulaci výšek kmitočtů, při němž je zisk 0 dB u „hlubokých“ signálů, je určen kapacitou kondenzátorů C7, C8 a C27, C28. Rozsah regulace je omezen rezistory R6, R7, R26, R27. Obdobně pro regulaci výšek je kmitočtů, při němž je zisk „vysokých“ signálů 0 dB, určen kapacitou kondenzátorů C9, C10, C29, C30. Aby se zamezilo vzájemnému ovlivňování regulátorů hloubek a výšek, jsou v zapojení použity rezistory R8, R9, R28, R29. Tento kmitočtový korekční člen je ve větvi záporné zpětné vazby IO2, IO22.

Aby byl zpracováván signál omezený souměrně a dosáhlo se dokonalé symetrizace zapojení, jsou do neinverzního vstupu IO1, IO21, IO2, IO22 zapojeny rezistory R3, R23, R10, R30.

Zesílený a upravený nízkofrekvenční signál je přes oddělovací elektrolytické kondenzátory C12, C32 přiváděn na potenciometry P2, P22. Potenciometry zabezpečují plynulou regulaci zesílení (zeslabeení) v obou kanálech. Pro omezení rozsahu regulace (aby regulace nezačínala od „úplné“ nuly a nekončila u „úplného“ maxima) jsou potenciometrům předzapejeny rezistory R13, R33.

Zběžce potenciometru, který slouží k regulaci stereofonního vyvážení, tzv. balance, je signál přiváděn k regulátorům hlasitosti. Tento tandemový potenciometr má k zajištění fyziologické hlasitosti jednu odbočku, na níž jsou připojeny články RC, zdůrazňující signály hlubokých a vysokých tónů při malé úrovni hlasitosti. Bude-li dodržena stejná úroveň vstupních signálů do korekčního zesilovače ze všech připojených zdrojů signálů do vstupního zesilovače, bude tato fyziologická regulace pracovat pro všechny zdroje signálu stejně a nebude nutno zvětšovat nebo zmenšovat hlasitost, případně zdůrazňovat či potlačovat hloubky a výšky v užitečném signálu při změně zdroje signálu.

Ideální pro velmi dobrou fyziologickou regulaci hlasitosti by byl potenciometr se dvěma odbočkami, protože jsem však na trhu vhodný typ neobjevil, byl nakonec použit potenciometr jen s jednou odbočkou a řešení je vcelku vyhovující.

U tohoto typu korekčního zesilovače je možné použít i operační zesilovače typu TL071 bez podstatného zhoršení parametrů.

Tandemové potenciometry jsou vybírány na souběh 3 dB. Lze však použít i běžné neproměřované potenco-

metry. Rozsah regulace hloubek je ± 12 dB na kmitočtu 63 Hz a ± 12 dB na kmitočtu 12,5 kHz.

Deska s plošnými spoji korekčního zesilovače je na obr. 15 a rozložení součástek na desce na obr. 16. Zapojení nemá žádné zaludnosti a při použití bezchybných součástek není nutno v zapojení nic nastavovat.

Seznam součástek

Polovodičové součástky

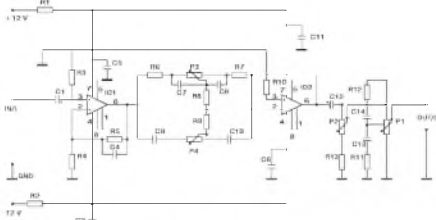
IO1, IO2, IO21, IO22 NE5534
(NE5534A, TL071, TL061, LM748)

Rezistory typu RR - 0,6 W/1 %

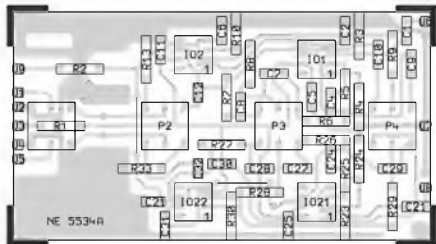
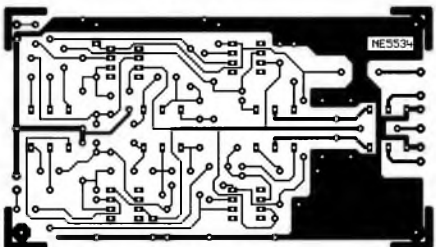
R1, R2	47 Ω
R3, R23, R10, R30	68 k Ω
R4, R24	1 k Ω
R5, R25, R6, R7, R26, R27	10 k Ω
R13, R33	560 Ω (680 Ω)
R8, R28	3,3 k Ω
R9, R29	5,6 k Ω
R12, R32	18 k Ω
R11, R31	820 Ω

Kondenzátory elektrolytické typu SKR

C1, C21, C12, C32 4,7(2,2) μ F/25 V



Obr. 14 Korekční předzesilovač s NE5534 (jeden kanál)



Obr. 15, 16 Deska s plošnými spoji korekčního zesilovače (pro oba kanály) a deska osazená součástkami

Kondenzátory keramické typu SKK (TK.)

C2, C21, C5, C25,

C6, C26, C11, C31 100 nF/40 V

C4, C24 39 pF, TK...

Kondenzátory fóliové typ MKT

C7, C8, C27, C28 47 (56) nF, TC 35,

C9, C10, C29, C30 3,3 (2,7) nF,

TC 35

C14, C34 2,2 nF, TC 207

C13, C33 470 (330) nF, TC 205

Ostatní součástky

P3, P4 2x 50k/N-60A, TP 169

P2 2x 10k/N-60A, TP...

P1 2x 25k/Y-60A, TP...

deska s plošnými spoji, spojovací materiál, distanční trubičky

Koncový zesilovač s TDA1512A

Schéma zapojení je na obr. 17. Vstupní užitečný signál je přiváděn přes elektrolytický kondenzátor C1. Zesilení koncového zesilovače je nastaveno rezistory R2 a R1. Zpětná vazba je galvanicky oddělena elektrolytickým kondenzátorem C3. Pro zvětšení celkové stability zapojení jsou v kladné napájecí větvi zapojeny kondenzátory C4, C5 a člen RC, R4, C7. K získání správného předpětí neinverujícího vstupu je mezi vývody č. 1 a 8 zapojen rezistor R3, vývod č. 8 je blokován kondenzátorem C2. Na výstup je připojen pro stabilitu zapojení v nadakustickém pásmu známý Boucheroův člen R5, C8. Pro galvanický oddělení potenciálů je reproduktor oddělen od výstupu zesilovače elektrolytickým kondenzátorem C6 s velkou kapacitou, který ovlivňuje svoji reakcí dolní mezní kmitočet zesilovače.

V pravém kanálu jsou součástky o index 20 vyšší.

Osazení a oživení zesilovače není potíže. Na vývodu č. 5 zkontrolujeme, je-li tam polovina napájecího napětí. Klidový proud zesilovače by se měl pohybovat mezi 50 až 80 mA.

Koncový zesilovač není nutno upevňovat k chladiči izolovaně. Dosažený sinusový výkon je při napájecím napětí 18 V minimálně 20 W/1 kHz na zátěži 4 Ω při intermodulačním zkreslení 0,3 %.

Deska s plošnými spoji je na obr. 18 a rozložení součástek na obr. 19.

Seznam součástek

IO1, IO21 TDA1512A

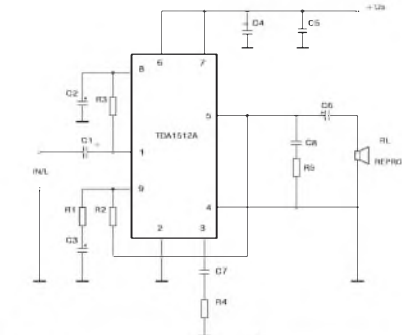
R1, R21 680 Ω /0,6 W, rezistor 1 %

R2, R3, R22, R23 22 k Ω /0,6 W, rezistor 1 %

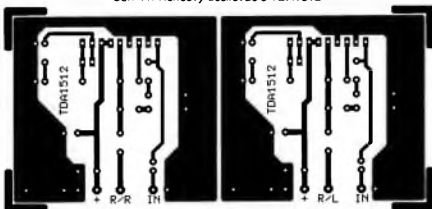
R4, R24 3,3 k Ω /0,6 W, rezistor 1 %

R5, R25 2,7 Ω /0,6 W, rezistor 1 %

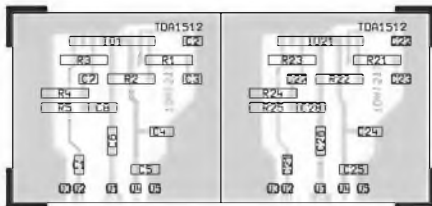
C1, C21 2,2 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor SKR



Obr. 17. Koncový zesilovač s TDA1512



Obr. 18, 19. Deska s plošnými spoji a deska, osazená součástkami pro koncový zesilovač s TDA1512

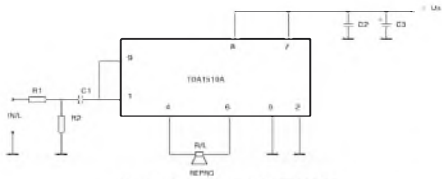


Koncový zesilovač s TDA1519A

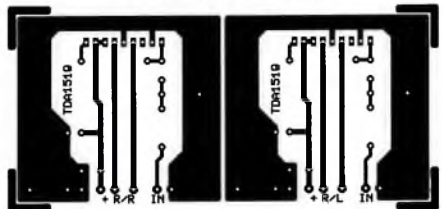
Tento koncový výkonový zesilovač je dalším představitelem řady integrovaných zesilovačů firmy PHILIPS. Vyznačuje se vyrovnanou výkonovou kmitočtovou charakteristikou, nízkofrekvenčním výkonem min. 20 W/1 kHz při zátěži 4 Ω , malým intermodulačním zkreslením, dostatečným odstupem užitečný signál/šum a vnitřně vestavěnou tepelnou pojistkou vůči výkonovému přetížení. Použití je

C2, C4, C22, C24 100 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor SKR
C3, C23 10 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor SKR
C5, C25, C8, C28 100 nF/40 V, keramický kondenzátor
C6, C26 2,2 mF/16 V, elektrolytický kondenzátor
C7, C27 330 pF/40 V, keramický kondenzátor

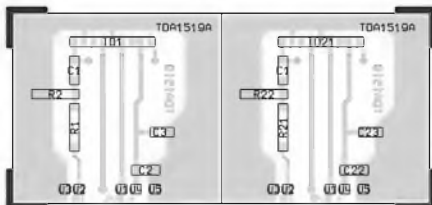
deska s plošnými spoji, chladič ZH 610, silikonová vazelina, distanční sloupky, spojovací materiál



Obr. 20. Koncový zesilovač s TDA1519A



Obr. 21, 22. Deska s plošnými spoji zesilovače s TDA1519A a deska, osazená součástkami



v pouzdru SOT-9, což zjednodušuje jeho osazení a montáž do desky s plošnými spoji.

Schema zapojení koncového zesilovače je na obr. 20. Vstupní užitelný signál vstupuje na napěťový dělič s rezistory R1, R2 a R21, R22, kterým lze nastavit jeho velikost, vhodnou k dalšímu zpracování.

Pro galvanické oddělení potenciálů je na vstupu tohoto výkonového zesilovače zařazen za napěťový dělič kondenzátor C1 v kanálu levém a kondenzátor C21 v kanálu pravém. Pro odstranění nežádoucích složek v napájecím napětí je v zapojení použit elektrolytický kondenzátor C3, C23 a keramický kondenzátor C2, C22. Reprodukter je zapojen mezi dva výstupy, takže není nutno použít ke galvanickému oddělení obvyklý elektrolytický kondenzátor s velkou kapacitou.

Při použití napájecího zdroje, který je publikován na dalších stránkách tohoto konstrukčního čísla, dosahuje

zesilovač sinusového výkonu min. 20 W do zatížení 4 Ω při intermodulačním zkreslení 0,3 %. Při osazení bezchybnými součástkami navíc není nutno v zesilovači nic nastavovat.

Pro kontrolu, zda zesilovač nekmitá, je vhodné při ožiování zapojit do kladné napájecí větve ampermetr. Pokud je klidový proud okolo 50 až 80 mA a teplota chladiče se nezvyšuje, je vše v pořádku a můžete ke koncovému stupni připojit reproduktorové soustavy.

Pokud hledáte zpětnovazební rezistory k nastavení zesílení koncového stupně, tak hledáte marně. Výrobce tohoto zesilovače to vtipně udělal za nás uvnitř čipu. Výrobce zaručované zesílení je 30 dB, což pro většinu aplikací zcela vyhovuje. Jelikož se toto zesílení nedá z vnějšku ovlivnit, je zapojen na vstupu IO výše uvedený napěťový dělič.

Napájecí napětí by nemělo překročit 18 V. Při napětí větším než 19 V

začne působit vnitřní elektronická pojistka a zpracováváný signál bude omezený. Integrované obvody není nutno elektricky odizolovat od chladiče, který může být spojen se zemním potenciálem.

Deska s plošnými spoji je na obr. 21 a rozložení součástek na obr. 22.

Seznam součástek

IO1, IO21	TDA1519A (TDA1519)
R1, R21	18 k Ω /0,6 W, 1 %
R2*, R22*	3,3 až 10 k Ω (nastavení vstupního napětí)
C1, C21	220 nF, kondenzátor TC 35
C2, C22	100 nF/40 V keramický kondenzátor
C3, C23	100 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor

deska s plošnými spoji, chladič ZH 610, silikonová vazelina, distanční sloupky, spojovací materiál

Koncový zesilovač s TDA1520B

Schema zapojení je na obr. 23. Vstupní užitelný signál je přiváděn přes elektrolytický kondenzátor C1. Zesílení koncového zesilovače je nastaveno rezistory R2 a R1. Zpětná vazba je galvanicky oddělena elektrolytickým kondenzátorem C3. Pro zlepšení celkové stability zapojení jsou v kladné napájecí větvi zapojeny kondenzátory C4, C5 a u IO člen RC, R4, C7. Pro správné předpětí neinvertujícího vstupu je mezi vývody 1 a 8 zapojen rezistor R3 a elektrolytický kondenzátor C2. Na výstup je připojen pro dobrou stabilitu zapojení v nadakustickým pásmu známý Boucherotův člen R5, C8 a mezi vývody č. 1 a 9 keramický kondenzátor C9. Pro galvanické oddělení potenciálů je reproduktor oddělen elektrolytickým kondenzátorem C6 o velké kapacitě, který ovlivňuje svou reaktancí dolní mezni kmitočt zesilovače.

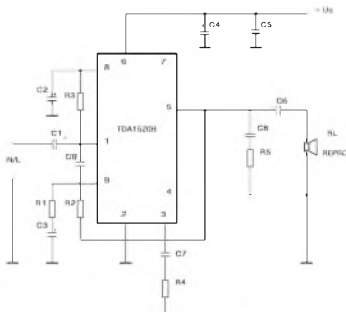
V pravém kanálu jsou součástky o index 20 vyšší.

Osazení a oživení zesilovače není potíže. Na vývodu č. 5 zkontrolujeme, je-li tam poloviční napájecí napětí. Klidový proud by se měl pohybovat mezi 50 až 80 mA. Koncový zesilovač není nutno upevňovat k chladiči izolovaně. Dosážený sinusový výkon je při napájecím napětí 18 V minimálně 20 W/1 kHz na zatížení 4 Ω při intermodulačním zkreslení 0,3 %.

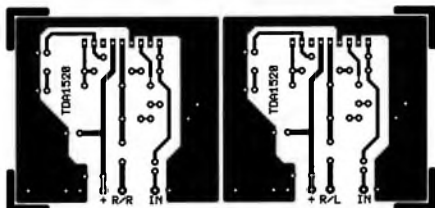
Deska s plošnými spoji je na obr. 24 a rozložení součástek na obr. 25.

Seznam materiálů

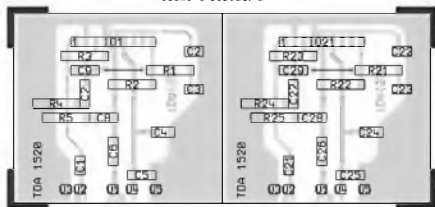
IO1, IO21	TDA1520B
R1, 21	680 Ω /0,6 W, rezistor 1 %
R2, R3, R22, R23	22 k Ω /0,6 W, rezistor 1 %
R4, R24	3,3 k Ω /0,6 W, rezistor 1 %



Obr. 23. Zapojení koncového zesilovače s TDA1520



Obr. 24, 25. Deska s plošnými spoji pro koncový zesilovač s TDA1520 a deska, osazená součástkami



- R5, R 25 2,7 Ω /0,6 W, rezistor 1 %
- C1, C21 2,2 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor SKR
- C2, C4, C22, C24 100 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor SKR
- C3, C23 10 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor SKR
- C5, C25, C8, C28 100 nF/40 V, keramický kondenzátor
- C6, C26 2,2 mF/16 V, elektrolytický kondenzátor

C7, C9, C27, C29 330 pF/40 V, keramický kondenzátor

deska s plošnými spoji, chladič ZH 610, silikonová vazelína, distanční sloupky, spojovací materiál

I tohoto typu koncového výkonového zesilovače není nutno výkonový stupeň připojovat izolovaně k chladiči. Je nutno jen dostatečně pořídit styčné plochy vazelínou.

Koncový zesilovač s TDA7350

Tento koncový zesilovač je velice podobný zesilovači předcházejícímu. Uvnitř své struktury má již pevně nastavené zesílení, umístěn Bucherův člen a tepelnou ochranu. Používá však navíc pro svou dobrou funkci dva vnější kondenzátory.

Zesilovač je zapouzdřen v pouzdře SOT 131. Schéma zapojení je na obr. 27. Užitečný signál vstupuje na rezistorový dělič R1, R2 a R21, R22. Ke galvanickému oddělení potenciálů slouží svitkový kondenzátor C1, C21. K filtraci napájecího napětí je použit elektrolytický kondenzátor C4 a keramický kondenzátor C5. Pro filtraci vnitřních napětí v obvodu slouží elektrolytický kondenzátor C3 a keramický kondenzátor C2.

Zapojení je tak jednoduché, že při dodržení zásad první kontroly plošných spojů na desce na přerušení a pasivních součástek na svodový odpor pracuje bez nastavování (kromě úpravy vstupního signálu) napoprvé.

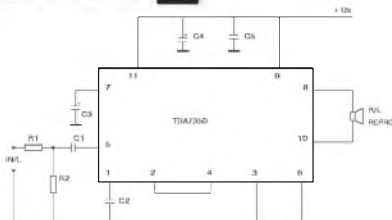
Napájecí napětí by nemělo opět překročit 18 V.

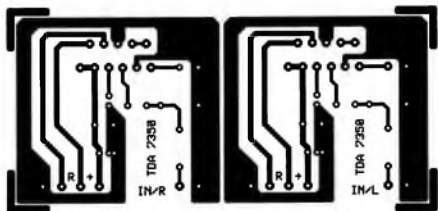
Deska s plošnými spoji je na obr. 27 a rozložení součástek na obr. 28. Klidový proud se pohybuje mezi 50 až 80 mA na kanál.

Seznam součástek

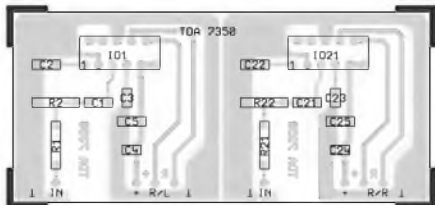
- IO1, IO21 TDA7350
- R1, 21 18 k Ω /0,6 W, 1 %
- R2*, 22* 3,3 až 10 k Ω (nastavení vstupního signálu)
- C1, C2, C21, C22 220 nF, kondenzátor TC 35
- C5, C25 100 nF/40 V, keramický kondenzátor

Obr. 26. Koncový zesilovač s TDA7350

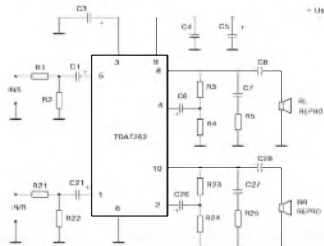




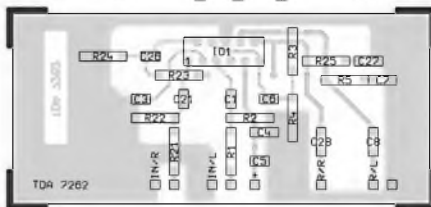
Obr. 27, 28. Deska s plošnými spoji a osazení součástkami



C3, C23 22 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor
C4 100 μ F/25 V, elektrolytický kondenzátor
deska s plošnými spoji, chladič ZH 610, silikonová vazelína, distanční sloupky, spojovací materiál



Obr. 29. Zapojení koncového zesilovače s TDA7262



Obr. 30, 31. Deska s plošnými spoji pro koncový zesilovač s TDA7262

Koncový zesilovač s TDA7262

Schéma zapojení je na obr. 29. Oba zesilovací stupně jsou zapojeny v jednom použité. Proto si popíšeme zapojení pro levý kanál.

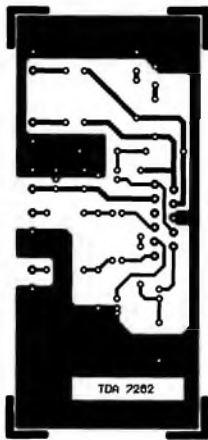
Užitečný signál přichází na rezistorový dělič R1, R2, kterým je vstupní signál vhodně napětově přizpůsoben pro zpracování v koncovém stupni. Vývod č. 3 IO1 lze využít k funkci standby. V uvedeném zapojení není však tato funkce využita. K odstranění nesouměrného omezení zpracovávaného signálu je na vývod č. 3 zapojen pro oba kanály společně elektrolytický kondenzátor C3.

Rušíva napětí v napájecím napětí zesilovače jsou účinně filtrována elektrolytickým kondenzátorem C5 a keramickým kondenzátorem C4.

Napětové zesílení je nastaveno rezistory R3 a R4. Tato zpětná vazba je galvanicky oddělena elektrolytickým kondenzátorem C6. Na výstupu je zapojen obvyklý Boucherotův člen, který zamezuje kmitání zesilovače v nadakustickém pásmu.

Reproduktor je galvanicky oddělen elektrolytickým kondenzátorem C8, který svou kapacitou ovlivňuje dolní mezni přenášených kmitů zesilovače.

Rezistory R3 a R4 je vhodné nastavit zisk zesilovače mezi 26 až 40 dB. Pokud by toto zesílení nevyhovovalo, je vhodné využít napětového děliče na vstupu. Při zátěži 4 Ω a na-



pájecím napětí 18 V výkon (sinus) dosahuje opět bezproblémově 20 W/1 kHz při intermodulačním zkreslení 0,2 %.

Deska s plošnými spoji je na obr. 30 a rozložení součástek na obr. 31.

I u tohoto zesilovače platí to, co bylo uvedeno u předcházejících zapojení - při dodržení první kontroly součástek a zásad správné montáže a pájení není nutno nic kromě napěťového zesílení nastavovat. Klidový proud se má pohybovat mezi 60 až 100 mA. Stečné plochy mezi použitým koncovým stupněm a hliníkovým chladičem je nutno polítit vazelinou.

Seznam součástek

IO1	TDA7262
R1, R2, R21, R22	18 k Ω /0,6 W, rezistor 1 %
R3, R23	1,2 k Ω /0,6 W, rezistor 1 %
R4, R24	39 Ω /0,6 W, rezistor 1 %
R5, R25	2,2 Ω /0,6 W, rezistor
C1, C21	2,2 μ F/25 V, elektrol. kondenzátor
C3	22 μ F/25 V, elektrol. kondenzátor
C5	100 μ F/25 V, elektrol. kondenzátor
C6, C26	220 μ F/10 V, elektrol. kondenzátor
C8, C28	2,2 mF/16 V, elektrol. kondenzátor
C4, C7, C27	100 nF/40 V, keramický kondenzátor

deska s plošnými spoji, chladič ZH610, silikonová vazelina, distanční sloupky, spojovací materiál

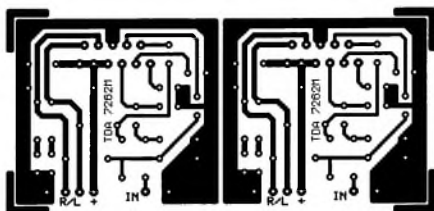
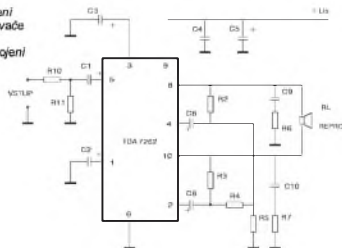
Mústkovú zesilovač s TDA7262

Pro další zvětšení sinusového výkonu lze použít mústkovú zapojení tohoto výkonového zesilovače. Při napájecím napětí 18 V dosáhneme při intermodulačním zkreslení 0,3 % minimálního sinusového výkonu 30 W/1 kHz na kanál.

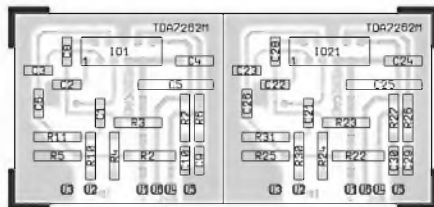
Schéma zapojení je na obr. 32. Vstupní signál přichází na rezistorový dělič R10, R11 v levém kanálu a R30, R31 v kanálu pravém. Tento dělič vhodně přizpůsobí užitečný signál k výkonovému zpracování ve výkonovém stupni.

Elektrolytické kondenzátory C1, C2, C21, C22 jsou oddělovací kondenzátory. K zabezpečení souměrného omezení při buzení signálem v širokém rozsahu možných napájecích napětí slouží elektrolytický kondenzátor C3, C23. K potlačení rušivých signálů v napájecím napětí jsou zapojeny keramické kondenzátory C4, C24 a elektrolytické kondenzátory C5, C25. Zesílení je nastaveno rezistory R2, R3, R4, R5, R22, R23, R24, R25.

Obr. 32. Zapojení koncového zesilovače s TDA7262 v mústkovú zapojení



Obr. 33. 34. Deska s plošnými spoji pro mústkovú zesilovač s TDA7262 a deska, osazená součástkami



Ke galvanickému oddělení potenciálů jsou ve zpětné vazbě zapojeny elektrolytické kondenzátory C6, C8, C26, C28. Na výstupech pro reproduktory jsou zapojeny klasické Boucherotovy členy, které účinně potlačují kmitání v nadakustickém pásmu a tím podstatně přispívají k celkové stabilitě zapojení. Zapojení je tak stabilní, že při osazení bezchybnými součástkami musí tento výkonový zesilovač „hrát“ na první zapojení. Přesto je vhodné zkontrolovat alespoň klidový proud, který by se měl pohybovat okolo 60 až 100 mA na kanál. Případné zakmitávání, které se pozná podle zvyšujícího se klidového proudu a zvyšování teploty chladiče, lze odstranit zařazením keramického kondenzátoru do

vstupu, tj. mezi vývod č. 5 a zem. Na desce s plošnými spoji je na tuto variantu pamatováno.

Na svorkách reproduktoru bychom měli naměřit maximální stejnosměrné napětí 100 mV. Praktické zkoušky prokázaly, že toto napětí nepřekročí obvykle 10 mV. Deska s plošnými spoji je na obr. 33 a rozložení součástek na obr. 34.

Seznam součástek mústkovú zesilovače

Rezistory typu RR 0,6 W/1 %

R10, R30	22 k Ω
R11, R31	5,6 k Ω (nastavení vstupní citlivosti)
R2, R22	1,2 k Ω
R3, R23	2,4 k Ω

R4, R5, R24, R25 39 Ω
R6, R7, R26, R27 2,2 Ω (1,2 Ω)

Elektrolytické kondenzátory typu SKR

C1, C2, C21, C22 2,2 μ F/16 V

C3, C23 22 μ F/25 V

C6, C8, C26, C28 220 μ F/10 V

C5, C25 100 μ F/25 V

Keramicke kondenzátory SKK (TK)

C4, C9, C10, C24, C29, C30

100 nF/40 V

Polovodičové součástky

IO1, IO21 TDA7262

Ostatní součástky

deska s plošnými spoji, chladič ZH 610, spojovací materiál, distanční podložky

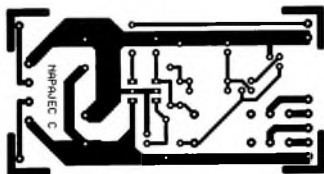
Všechny uvedené zesilovače vyžadují ke své činnosti nespočetné napájecí napětí, jehož velikost by neměla být větší než 18 V, jak bylo již několikrát v předcházejícím textu zdůrazňováno. Toto napájecí napětí je při použití odpovídajících součástek v napájecí dostatečně tvrdé a zabezpečí požadovaný sinusový výkon minimálně 20 W/kanál. Tento výkon je např. pro panelové byty dostatečný a převážně většinu uživatelů vyhovuje. Pokud však chcete využívat k poslechu především hudby větších výkonů, můžete si vybrat z dalších výkonových zesilovačů, které ovšem potřebují ke své činnosti již symetrické napájení.

O tom však bude „reč“ v dalším článku.

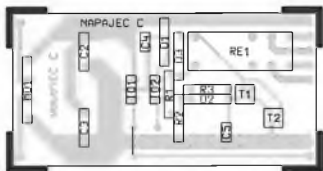
Napájecí zdroj 18 V nestab., 12 V stab. s ochranným obvodem (napáječ C)

V dalším textu bude popsán jeden z možných zdrojů k napájení nf zesilovačů s nespočetným napájecím napětím – schéma zdroje je na obr. 35.

Na primární straně napájecího transformátoru je zapojena trubičková pojistka Po1 a odrušovací kondenzátor C1. Taktéž je na primární straně zapojen kolečkový spínač se signalizační diodou LED zelené barvy. Pro zjednodušení není tento spínač ve schématu zakreslen. Usměrněné napětí z diodového můstku MD1 je filtrováno elektrolytickými kondenzátory



Obr. 36, 37 Deska s plošnými spoji zdroje 18 V nestab., 12 V stab. a ochranného obvodu



C2, C3. Získané nestabilizované napětí je vedeno přes pojistku Po2 ke koncovým zesilovačům. Je věcí konstruktéra, zda použije skleněnou tavnou pojistku jen jednu v napájecí větvi obou výkonových zesilovačů, nebo bude napájet každý zesilovač přes zvláštní pojistku.

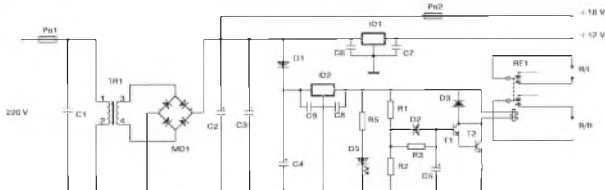
Filtrované napětí je stabilizované IO1 na 12 V. Toto napětí slouží k napájení korekčního zesilovače nebo jiného doplňkového zařízení. Ke zvětšení stability stabilizátoru jsou ze strany plošných spojů přímo na vývodu tohoto stabilizátoru připojeny keramické kondenzátory C6, C7.

Pro ochranu obvodu ochrany reproduktorů je zapojen samostatný stabilizátor. Napětí z elektrolytických kondenzátorů C2, C3 je vedeno přes oddělovací diodu D1 na stabilizátor napětí IO2, který má do svého přívodu zapojen elektrolytický kondenzátor C4. Obvyklé keramické blokovací kondenzátory C9, C8 jsou připojeny ze strany plošných spojů přímo na vývodu tohoto plastového stabilizátoru.

Ochranný obvod reaguje na přítomnost stejnosměrného napětí na svorkách reproduktorů většího než 0,8 V a zároveň se chová jako zpězdovací obvod, který s určitým časovým zpožděním, tj. asi 3 sekundy po zapnutí zesilovače, po ustálení napěťových poměrů ve výkonovém zesilovači, připojí reproduktor k jeho výstupním svorkám.

Zapojení zdroje je do jisté míry tak univerzální, že je možné jednotlivé součástky podle nároků a požadavků uživatele změnit či ze zapojení vypustit, aniž by to podstatnou měrou ovlivnilo funkci zesilovačů, připojených k tomuto zdroji.

Vlastní zpězdovací konstantu určují rezistor R3 a elektrolytický kondenzátor C5. Napětí přiváděné z děliče napětí R1, R2 přichází přes R3 na C5, který se po zapnutí zdroje začíná nabíjet. Transistor T1 je v uzavřeném stavu, tím následně i transistor T2 a reproduktory nejsou připojeny přes výkonové kontakty spínacího relé. Dosahle-li napětí na C5 velikosti větší



Obr. 35. Příklad zdroje napájecích napětí pro nf zesilovač (s ochranným obvodem)

než 1,3 V, otevře se T1 a tím následně i (skokově) T2, který připojí cívku relé ke společné zemi. Kontakty relé se sepnou a propojí výstupy zesilovačů s reproduktory.

Proti napětovým špičkám vznikajícím při spínání cívky relé je v obvodu zapojena ochranná dioda D3. Vybílení kondenzátoru C5 při odpojení zdroje ze sítě je zabezpečeno rezistory R2, R3.

Deska s plošnými spoji zdroje je na obr. 36 a rozložení součástek na obr. 37. Při osazení desky s plošnými spoji předepsanými součástkami není nutno nic nastavovat a oživoval.

Pokud by někdo chtěl změnit čas připojování a odpojování reproduktorů, tak může měnit kapacitu kondenzátoru C5 - větší kapacita odpovídá delšímu času, nebo změnit odpor rezistoru R3.

Výkonové relé lze použít od firem Schrack, Finder nebo Omron. Relé těchto výrobců se navzájem liší jen nepatrně a to velikostí spínacího proudu a případně napětovou hranici odpadu kotvy.

Seznam součástek zdroje

Polovodičové součástky

MD1	diódový můstek KBP-6M (KBP-8M)
IO1, IO2	LM7812
D1, D3	1N4002
D2, D4	1N4148 (KA206, 222...)
T1	KC237B (KC507, BC5...)
T2	KC639 (BC639, KF506...)
D5	LED (zelená) v kolebkovém spínací

Rezistory RR 0,6 W/1 %

R1	10 kΩ
R2	1,5 kΩ
R3	33 kΩ
R5	820 Ω

Kondenzátory

C4, C5	100 μF/25 V
C1	33 nF, TC 208
C2, C3	4,7 mF/35 V
C6, C7, C8, C9	100 nF, TK...

RE1 relé Schrack (Finder) 12 V, 2 páry kontaktů

deska s plošnými spoji, trubičkové pojistky 4 A/F, 0,4 A/F

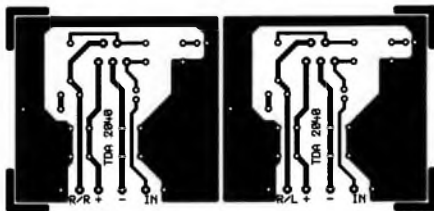
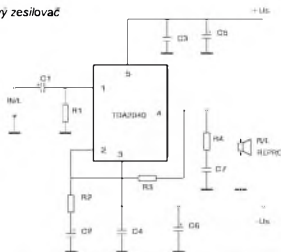
TR1 transformátor EI25x32/50 VA, 230 V/12,0 V

Koncový zesilovač s TDA2040

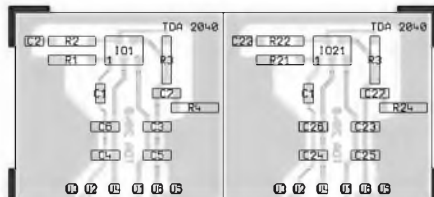
Mezi typy koncových zesilovačů, s nimiž lze bezproblémově dosáhnout sinusových výkonů větších než 20 W (vyžadujících symetrické napájecí napětí), patří např. integrovaný obvod TDA2040 v zapojení podle obr. 38.

Užitečný signál je veden přes elektrolytický kondenzátor C1 (C21) na vstup operačního zesilovače IO1 (IO21). Vstupní odpor koncového zesilovače určuje rezistor R1 (R21).

Obr. 38. Koncový výkonový zesilovač s TDA2040



Obr. 39, 40. Deska s plošnými spoji zesilovače s TDA2040 a deska, osazená součástkami



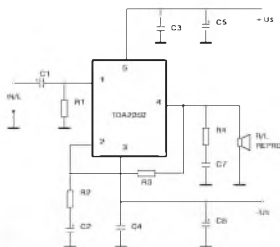
V kladné napájecí větvi jsou k potlačení rušivých napětí zapojeny elektrolytické kondenzátory C5 a C23 a keramické kondenzátory C3 a C23. V záporné napájecí větvi je to elektrolytický kondenzátor C6 (C26) a keramický kondenzátor C4 (C24). Zesílení koncového stupně je nastaveno rezistory R3, R2 a R23, R22 na asi 30 dB. Na výstupu je zapojen Boucherotův člen RC, který účinně stabilizuje zapojení v nadakustickém pásmu. Protože je zapojení koncipováno jako symetrické, není nutno na výstupu připojovat elektrolytické kondenzátory.

Při reproduktorových soustavách o impedanci 4 Ω je výstupní sinusový výkon 25 W na kmitočtu 1 kHz při zesílení 0,5 %.

Deska s plošnými spoji je na obr. 39 a osazení součástkami na obr. 40. Koncový zesilovač je nutno upevnit izolovaně, neboť jeho pouzdro je vodič spojeno se záporným pólem napájecího napětí.

Seznam součástek

IO1, IO21	TDA2040
C1, C21	2,2 μF/25 V, elektrolytický kondenzátor
C2, C22	22 μF/16 V, elektrolytický kondenzátor
C3, C4, C23, C24, C7, C27	100 nF/40 V, keramický kondenzátor
C5, C6, C25, C26	100 μF/25 V, elektrolytický kondenzátor
R1, R21, R3, R23	22 kΩ/0,6 W, rezistor 1 %



Obr. 41. Schéma zapojení koncového (výkonového) zesilovače s TDA2050

je vodivě spojeno se záporným pólem napájecího napětí.

Seznam součástek

IO1, IO21	TDA2050
C1, C21	2,2 µF/25 V, el. kond
C2, C22	22 µF/16 V, elektrolytický kondenzátor
C3, C4, C23, C24	100 nF/40 V, keramický kondenzátor
C7, C27	220 nF/40 V, keramický kondenzátor
C5, C6, C25, C26	100 µF/25 V, elektrolyt. kondenzátor
R1, R21, R3, R23	22 Ω/0,6 W, rezistor 1 %
R2, R22	680 Ω/0,6 W, rezistor 1 %
R4, R24	2,2 Ω/0,6 W, rezistor 1 %

deska s plošnými spoji, silikonová vazelina, chladič ZH 610, spojovací materiál, distanční sloupky

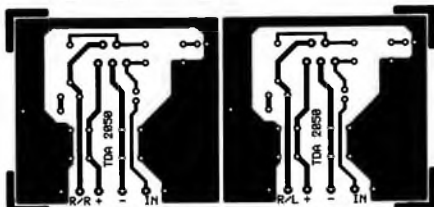
Koncový zesilovač s TDA1514A

Schéma zapojení tohoto Hi-Fi zesilovače je na obr. 44. Vstupní užitečný nízkofrekvenční signál je přiváděn na vývod č. 1 IO1 přes oddělovací elektrolytický kondenzátor. Aby byl zabezpečen nezkreslený rozmit výstupního signálu při širokém rozpětlu napájecího napětí, jsou v obvodu zapojeny rezistory R4, R5, R6 a elektrolytické kondenzátory C4, C3.

Vstupní odpor zesilovače a předpětí pro invertující vstup zajišťuje rezistor R1. Proti případnému zámětlivému v nadakustických pásmech a zvětšení stability celého zapojení je paralelně k R1 připojen keramický kondenzátor C2 a na výstupu známý Boucherotův člen, složený z C7-R7. Nežádoucí složky účinné z větvi napájení odstraňují keramické kondenzátory C5, C8 a elektrolytický (tantalový) kondenzátor C6. Napětíové zesílení tohoto výkonového stupně je nastaveno rezistory R3 a R2.

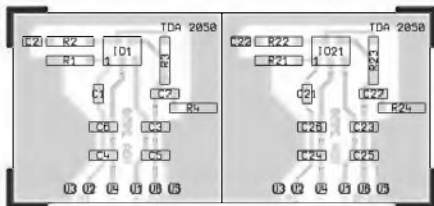
Součástky v pravém kanálu jsou o index 20 vyšší.

Pro pečlivé prohlídce a osazení osazení desky s plošnými spoji je nutno zkontrolovat napájecí proud naprázdno, který by se měl pohybovat v mezích 50 až 70 mA. Reproduktové soustavy nejsou připojeny. Pokud je napájecí proud v předepsaných mezích, je ještě nutno zkontrolovat velikost stejnosměrného napětí na vývodu č. 5, tj. na výstupu pro připojení reproduktové soustavy. Toto stejnosměrné napětí by mělo být nulové; ve skutečnosti se pohybuje mezi 2 až 20 mV. Je-li vše v pořádku, můžeme po vypnutí zesilovače a malé časové prodávě (sloužící k vybití napájecích elektrolytických kondenzátorů) připojit reproduktory k silovým kontaktům



Obr. 42. Deska s plošnými spoji zesilovače s TDA2050

Obr. 43. Osazená deska s plošnými spoji zesilovače s TDA2050



R2, R22	680 Ω/0,6 W, rezistor 1 %
R4, R24	4,7 Ω/0,6 W, rezistor 1 %

deska s plošnými spoji, silikonová vazelina, chladič ZH 610, spojovací materiál, distanční sloupky

Koncový zesilovač s TDA2050

Schéma zapojení je na obr. 41. Vstupní signál je přiváděn přes elektrolytický kondenzátor C1 na vývod č. 1 IO1. Vstupní odpor je určen rezistorem R1. Zesílení je nastaveno rezistory R3 a R2. Galvanicky je zpětná vazba oddělena elektrolytickým kondenzátorem C2. Pro zvětšení stability zapojení jsou v napájecích větvích zapojeny elektrolytické kondenzátory C5, C6 a keramické kondenzátory C3,

C4. Na výstupu je zapojen opět Boucherotův člen RC, R4, C7.

V pravém kanálu jsou součástky s indexem o 20 vyšším.

Dosažitelný sinusový výkon při zkreslení 0,3 % je 30 W. Odběr naprázdno by se měl pohybovat mezi 50 až 100 mA (v každém kanálu).

Oživení nečiní žádné obtíže. Při dodržení zásad prvotní kontroly desky s plošnými spoji a pasivních součástek (přechodový odpor, jmenovité velikosti), koncový stupeň „hraje“ ihned po připojení napájecího napětí; je však nutno dodržet zásady správného pájení součástek a vyvarovat se studených spojů.

Deska s plošnými spoji je na obr. 42 a rozložení součástek na obr. 43. Koncový zesilovač je nutno k chladiči upevnit izolovaně, neboť jeho pouzdro

relé. Při použití odpovídajícího napájecího zdroje dosahuje tento zesilovač na zátěži 4 Ω sinusového výkonu minimálně 40 W/1 kHz na kanál při harmonickém zkreslení 0,2 %.

Pro zlepšení odvodu tepla z pouzdra výkonového zesilovače je nutné styčné plochy (tj. pouzdra i chladiče) natřít silikonovou vazelínou a galvanicky oddělit pouzdro od chladiče silovou podložkou, abychom mohli chladič případně propojit s nulovým potenciálem.

Zesílení zesilovače lze v určitých mezích měnit změnou odporu rezistoru R2. Zisk zesilovače je nejvhodněji nastavit v mezích mezi 25 až 40 dB.

Deska s plošnými spoji je na obr. 45 a rozložení součástek na obr. 46.

Tento zesilovač nemá zásludnosti a při dodržení zásad správného zeměnění (signálové i napájecí země) hraje věrně a čistě.

Seznam součástek

IO1, IO21	TDA1514A (TDA1514)
R1, R21, R3, R23	22 k Ω
R2, R22	680 Ω * k nastavení požadovaného zesílení
R4, R24	47 Ω
R5, R25	82 Ω
R6, R26	470 k Ω
R7, R27	3,3 Ω
rezistory jsou typu RR 0,6 W/1 %	
C1, C21	2,2 μ F/35 V
C2, C22	220 pF/40 V
C3, C23	220 μ F/25 V
C4, C24	4,7 μ F/25 V, tantal
C5, C7, C8, C25, C27, C28	220 nF/40 V

deska s plošnými spoji, chladič ZH 610, distanční sloupky, izolační podložka, spojovací materiál, silikonová vazelína

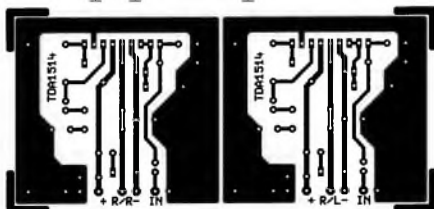
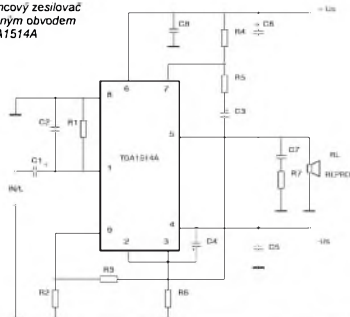
Koncový zesilovač s TDA7264

Dalším představitelem jakostního koncového zesilovače je integrovaný obvod TDA7264, který velice vhodně doplňuje širokou škálu výkonových operačních zesilovačů firmy SGS Thomson.

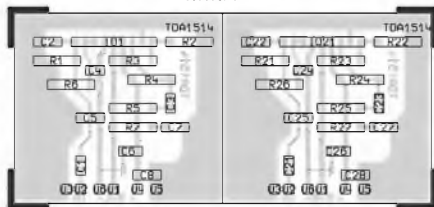
Schéma zapojení zesilovače s IO TDA7264 je na obr. 47. Tento operační zesilovač je zapojen tak, že nevyužívá můstkového zapojení k dosažení požadovaného akustického výkonu, ale vždy jen jednu polovinu integrovaného výkonového zesilovače.

Užitečný vstupní signál je přiváděn přes odporový dělič s rezistory R1, R2 a oddělovací elektrolytický kondenzátor na vývod č. 6 v levém kanálu a přes rezistor R21, R22 a kondenzátor C21 na vývod č. 8 v pravém kanálu. Pro zabezpečení nezkráceného vstupního signálu i při jeho co největší amplitudě při širokém rozsahu napájecích napětí je v obvodu zapojen rezistor R3 a blokovací keramický konden-

Obr. 44 Koncový zesilovač s integrovaným obvodem TDA1514A



Obr. 45, 46. Deska s plošnými spoji zesilovače s TDA1514A a deska, osazená součástkami

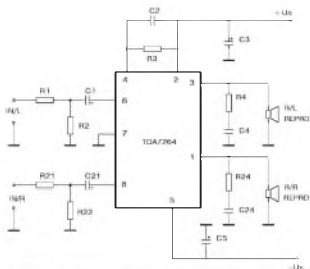


zátor C2. Pro potlačení rušivých složek v napájecím napětí je v kladné napájecí větvi zapojen elektrolytický kondenzátor C3 a v záporné větvi elektrolytický kondenzátor C5. Pro potlačení zakřivení v nadakustickém pasmu je zesilovač chráněn Boucherotovým členem, složeným z rezistorem R4 a keramického kondenzátoru C4 v levém kanálu a z rezistoru R24 a kondenzátoru C24 v pravém kanálu.

Při ožiování obame stejných zásad, jako při ožiování předcházejících zesilovačů. Reprodukujeme soustavu nepřipojujeme. Zkontrolujeme klidový napájecí proud, který by měl

být v rozmezí 60 až 80 mA. Pak zkontrolujeme stejnosměrné napětí na výstupních vývodech (tj. č. 1 a 3). Pokud se toto stejnosměrné napětí pohybuje v rozmezí 0 až 20 mV, je vše v pořádku a můžeme po odpojení napájecího napětí a chvilkové časové prodávce (sloužící k vybití napájecích elektrolytických kondenzátorů) připojit reproduktorové soustavy k silovým kontaktům relé v ochranném obvodu.

Zesilovač lze samozřejmě použít i bez zpovědovací a ochranného obvodu proti stejnosměrnému napětí na výstupních svorkách operačního zesilovače. Vystavujeme se však tímto



Obr. 47. Koncový zesilovač s integrovaným obvodem TDA7264

ručně spínačem, zapojeným mezi vývod č. 4 a spoj rezistor R3, C2, nebo elektronicky pomocí tranzistoru, zapojeného jako elektronický spínač. U předkládaného zapojení však funkce stand-by využita není.

Koncový zesilovač s LM3886 (LM2876, LM3876)

Posledním představitelem integrovaných výkonových zesilovačů, publikovaných v tomto konstrukčním čísle, je integrovaný obvod LM3886. Svým výkonem 60 W při zkreslení 0,06 % se právem řadí mezi koncové stupně třídy HIGH-END. Typovou řadu těchto výkonových operačních zesilovačů ještě doplňuje IO LM2876 s výkonem 25 W a LM3876 s výkonem 40 W (sinus). Všechny zde uvedené typy lze bez změny zapojení na desce s plošnými spoji vzájemně zaměňovat a tím se jednoduše přizpůsobit požadavkům uživatele na sinusový výkon zapojení - přitom lze bez nadsázky říci, že zesilovače s těmito IO skutečně „hrají“.

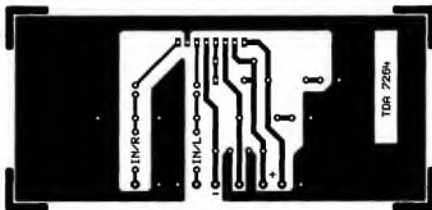
K vlastnímu zapojení: Schéma zesilovače je na obr. 50. Užitečný nízkofrekvenční signál je přiváděn přes oddělovací elektrolytický kondenzátor C1 a ochranný rezistor R1 na vývod č. 10 IO1. Ke zmenšení nežádoucích rušivých vlivů na rozvod napájecího napětí je v kladné napájecí větvi zapojen tantalový kondenzátor C7 a keramický kondenzátor C8. V záporné napájecí větvi je ze stejných důvodů zapojen tantalový kondenzátor C10 a keramický kondenzátor C9.

Funkce stand-by lze využít odpojením rezistoru R6 od vývodu č. 4. K „neutralizaci“ vstupu při zapnutí funkce stand-by je připojen k vývodu č. 8 elektrolytický kondenzátor C6.

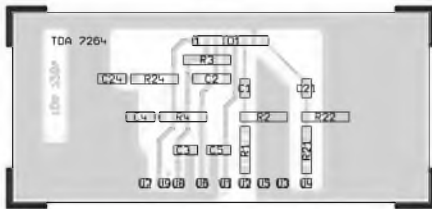
Zesilení zesilovače je nastaveno rezistory R3 a R2 a tento odporový dělič je oddělen od „země“ elektrolytickým kondenzátorem C2 (filtrace). Pro dokonalou symetrizaci zapojení a nastavení pracovního bodu neinvertujícího vstupu výkonového zesilovače je k vývodu č. 10 připojen rezistor R8, který je svým druhým vývodem uzemněn. Pro zlepšení stability celého zapojení v akustickém a nadakustickém pásmu jsou v zapojení použity keramické kondenzátory C3, C4, C5, rezistory R4, R5, R7 a tlumivka L1. Článek R5:C5 je známý jednoduchý Boucherotův člen, který je doplněn článkem R7:L1.

Po ročních zkouškách těchto typů zesilovačů však mohu konstatovat (a výsledky měření to potvrdily), že při použití desky s plošnými spoji, která je na obr. 47, nebylo nutno tlumivku L1 a rezistor R7 použít.

Nejúčinnější filtrační účinek mají keramické kondenzátory C3 a C4.



Obr. 48, 49. Deska s plošnými spoji zesilovače s TDA7264 a deska, osazená součástkami



krokem tomu, že se může při závadě zesilovače zničit kmitací cívka v reproduktoru. Tavná pojistka v napájecích větvích možnost zničení kmitací cívky neodstraní.

Chladič je opět nutno izolovat od pouzdra integrovaného obvodu, nejlépe silovou nebo teflonovou podložkou při natření styčných ploch silikonovou vazelínou.

Dosahovaný výkon při harmonickém zkreslení 0,2 %, výkonové šifce pásma 30 Hz až 12 kHz, zatěži 4 Ω a na kmitočtu 1 kHz je minimálně 25 W (sinus).

Seznam součástek

IO1	TDA7264
R1, R21	22 kΩ
R2, R22*	4,7 kΩ (k úpravě vst. signálu 2,2 až 22 kΩ)

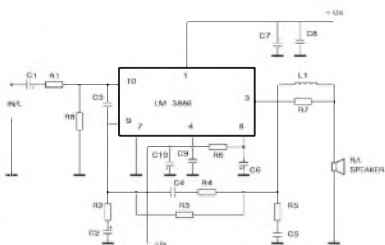
R3	15 kΩ
R4, R24	4,7 Ω
rezistory jsou typu RR 0,6 W/1 %	
C1, C21	2,2 μF/35 V, typ SKR
C2	680 nF, TC 35
C3, C5	100 μF/25 V, typ SKR
C4, C24	100 nF/40 V, TK...

deska s plošnými spoji, chladič, spojovací materiál apod.

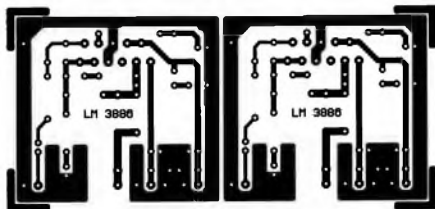
Rezistory dělíci na vstupu zesilovače je použit proto, protože zesílení integrovaného obvodu je pevně nastaveno výrobcem uvnitř čipu, a to na 30 dB.

Deska s plošnými spoji je na obr. 48 a rozložení součástek na obr. 49.

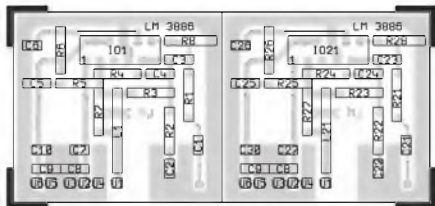
U tohoto zesilovače lze využít funkce stand-by (pohotovostní stav). Tuto funkci lze zapínat a vypínat buď



Obr. 50. Schéma zapojení zesilovače s LM3886



Obr. 51, 52. Deska s plošnými spoji pro zapojení z obr. 46 a deska, osazená součástkami



Zesílení zesilovače je nastaveno rezistory R3 a R2: zesílení lze měnit v rozsahu 20 až 40 dB při změně kompenzačních rezistorů u kondenzátoru C3 vyhoví v celém uvedeném rozsahu zesílení.

S větším zesílením je však nutno zvětšit kapacitu tohoto blokovacího kondenzátoru. Kapacita kondenzátoru C3 vyhoví v celém uvedeném rozsahu zesílení.

Člen LR se svými účinky projevil při proměňování obvodu signalem obdélníkovitého průběhu o kmitočtu 100 kHz a se zatěží 4 Ω. Pokud se konstruktér rozhodne pro klid své konstruktérské duše články RL v zapojení

použít, může tak bez potíží učinit. V desce s plošnými spoji je uvažováno s oběma variantami řešení - s článkem i bez článku RL.

Zapojení má ještě jednu přednost - není nutno používat zvláštní ochranný obvod proti lupancům a rázům v reproduktorech, neboť v IO je na čipu zapojen obvod, který tyto nežádoucí jevy účinně potlačuje.

Pro ochranu proti výskytu stejnosměrného napětí na výstupu doporučuji použít ochranný obvod (je např. v symetrickém napájecí typu D, obr. 32).

Ze zapojení lze získat sinusový výkon asi od 25 až do 60 W na kanál, podle použitého výkonového integrovaného obvodu, napájecího napětí a tvrdosti nestabilizovaného zdroje.

Deska s plošnými spoji je na obr. 51 a rozložení součástek na obr. 52. Při osazení předem proměřených pasivních součástek a po kontrole desky s plošnými spoji na zkrat nebo přerušení spojů a při dodržení zásad správné montáže IO1, IO21 a celkového zapojení funguje zapojení bez složitěho oživování napoprvé.

Opět nezapomínejte bez připojení reproduktorových soustav zkontrolovat klidový napájecí proud, který by měl být v rozmezí 60 až 100 mA, a stejnosměrné napětí na vývodu č. 3. Mělo by se pohybovat mezi 0 až 20 mV.

Pokud je vše v pořádku a zesilovač nekmitá (poznáte podle teploty chladiče a kolísajícího odběru napájecího proudu), můžete připojit reproduktory a prověřit v provozu chování tohoto zdařilého koncového stupně.

Pouzdro je při montáži nutno galvanicky oddělit od chladiče, pokud je chladič spojen s nulovým potenciálem. Styčné plochy nalfete silikonovou vazelínou.

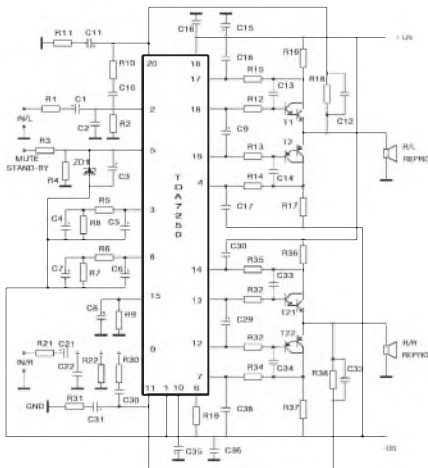
Součástky v pravém kanálu jsou označeny s indexem o 20 vyšším.

Seznam součástek

IO1, IO21	LM3876 (LM3886, LM2876)
R1, R21	1 kΩ
R2, 22	680 Ω* (nastavení zesílení 470 Ω až 2,2 kΩ)
R3, R4, R8, R23, R24, R28, R9, R29	22 kΩ
R5, R25	3,3 Ω
R6, R26	33 kΩ
R7, R27	12 Ω
rezistory jsou typu RR 0,6 W 1 %	
C1, C21	2,2 μF/35 V, SKR
C2, C22	10 μF/25 V, SKR
C3, C23	220 pF/40 V, TK...
C4, C24	47 pF/40 V (39 až 68 pF)
C5, C8, C9, C25, C28, C29	100 nF/40 V, TK...
C6, C26	100 pF/25 V, SKR
C7, C10, C27, C30	10 μF/35 V, SKR
tantal	
L1, L21	12 závitů drátu o Ø 1,2 mm CuL na Ø 10 mm

Koncový zesilovač s TDA7250

Jako poslední ukázkou výkonového zesilovače si uvedeme konstrukci, která je kombinací operačního zesilovače a výkonových tranzistorů. Největším problémem při ztvěšťování sinusového výkonu z pouzder výkonových operačních zesilovačů je jejich tepelný odpor a odvod tepla z čipu. Proto firma SGS Thompson vytvořila operační zesilovač, který obsahuje ve své struktuře veškeré obvody, zabezpečující bezchybný provoz moderního výkonového zesilovače. Obvody TDA7250 nevyžadují velký napájecí proud a proto odvod tepla z pouzdra je bezproblémový. Výstupní obvody pak napájejí výkonové tranzistory, které zabezpečí dostatečný akustický výkon.



Obr. 53. Koncový zesilovač s TDA7250

Schéma zapojení je na obr. 53. Jedná se v podstatě o mírně upravené aplikační zapojení výrobce. Popíšeme si zjednodušeně činnosti levého kanálu.

Vstupní signál je veden přes ochranný rezistor R1, který výrazně přispívá k odstranění vlivu vysokofrekvenčního signálu na vstup, vývod č. 2. Signál je galvanicky oddělen elektrolytickým kondenzátorem C1.

Vstupní odpor zesilovače je nastaven rezistorem R2. Pro další zmenšení nežádoucích vysokofrekvenčních zámků na vstupu zesilovače je zapojen mezi vstupní vývod č. 2 a zem keramický kondenzátor C2.

Zesílení je nastaveno rezistory R18 a R11 při galvanickém oddělení elektrolytickým kondenzátorem C11. Toto zesílení je vhodné volit mezi 20 až 40 dB.

K omezení napájecího proudu do báze výstupní Darlingtonovy dvojice tranzistorů T1 a T2 je výstupní signál z IO1 veden přes omezovací rezistor R12, R13.

Napětí pro vnitřně vestavěné ochrany jsou snímána z výkonových rezistorů R16 a R17 a přes ochranné rezistory R14 a R15 vedena na vývody č. 17 a 4.

Funkce stand-by pracuje tak, že napětí pro řízení tohoto obvodu je přiváděno z $-U_c$. Pro omezení tohoto řídicího napětí je na vývod č. 5 zapojena Zenerova dioda ZD1 a rezistorový dělič napětí R3, R4. Není-li rezistor R3 připojen k $-U_c$, zesilovač je v klidovém stavu a odebírá minimální klidový proud, který by měl být asi 20 mA. Ostatní součástky, tj. rezistory a kondenzátory, ať již elektrolytické nebo keramické, zlepšují celkovou stabilitu zesilovače a zabezpečují jeho snadné oživení a bezproblémovou funkci během provozu.

Součástky pro pravý kanál jsou shodné a o číselný index 20 vyšší.

Deska s plošnými spoji je na obr. 54 a rozložení součástek na obr. 55.

Výkon zesilovače se pohybuje podle napájecího napětí a výkonové dvojice tranzistorů při zátěži 4 Ω od 30 do 130 W sinus na kanál. Při zátěži 8 Ω jsou výkony přibližně poloviční.

Velice důležité při ožívání je galvanicky oddělit výkonové tranzistory od chladiče pomocí slidových nebo lefionových podložek. Také galvanicky oddělit přes distanční podložky spojovací šroubky. Při použití napájecího uvedeného v další kapitole tohoto konstrukčního čísla je nf výkon min. 40 W/4 Ω /kanál.

Harmonické a intermodulační zkreslení je hluboko pod prahem poslechovatelnosti, je asi 0,06 %.

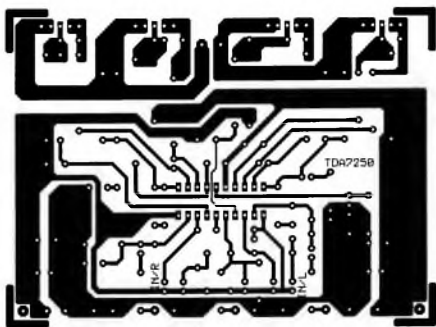
Napájení zesilovače je doporučováno v mezích ± 10 V až ± 45 V.

Oživení je snadné a bezproblémové. Při odpojených reproduktorových soustavách zkontrolujeme klidový napájecí proud a velikost stejnosměrného napětí na emitorech výkonových tranzistorů T1 a T2.

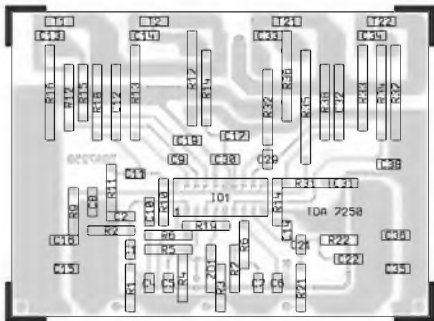
Je-li napájecí proud v požadovaných mezích a stejnosměrné výstupní napětí se pohybuje do max. 20 mV, je vše v pořádku a můžeme po vybití napájecích elektrolytických kondenzátorů připojit reproduktorovou soustavu. Při ožívání je zesilovač v poloze Mute.

Seznam součástek

IO1	TDA 7250
ZD1	BZX83/4V7
T1, T21	TIP132
T2, T22	TIP137
R1, R21	1 k Ω
R2, R22, R19	22 k Ω



Obr. 54. Deska s plošnými spoji zapojení z obr. 49



Obr. 55. Deska s plošnými spoji, osazená součástkami

R3	1.5 kΩ
R4	1.8 kΩ
R5, 6	2.7 kΩ
R7, 8	100 kΩ
R9	10 kΩ
R12, R13, R22, R23	390 Ω
R14, R15, R24, R25	33 Ω
R11, R31	1.2 kΩ* (nastavení zesílení 470 Ω až 2.2 kΩ)
R18, R28	47 kΩ
R10, R30	560 Ω
rezistory typu RR 0.6 W/1 %	
R16, R17, R36, R37	0.12 Ω/2 W (0.1 Ω/2 W)

C1, C3, C5, C6, C8, C21, 2.2 μF/35 V	
C4, C7	22 μF/35 V
C11, C31	100 μF/25 V
C9, C29	4.7 μF/25 V
C15, C35	100 μF/50 V
C2, C18, C22, C38	100 pF/40 V, TK
C10, C30	1.2 nF/40 V, TK
C13, C14, C33, C34	150 pF/40 V, TK
C12, C32	22 pF/40 V
elektrolytické kondenzátory jsou typu SKR	

Ostatní součástky

deska s plošnými spoji, distanční podložky, slidové podložky, silikonová vazelina, chladič ZH 610, spojovací šroubky

Napájecí zdroj D

Pro zesilovače, které vyžadují symetrické napájení, se velice dobře hodí napájecí zdroj, jehož schéma je na obr. 56. Na primární straně napájecího transformátoru TR1 je zapojen kolebkový spínač se signalizační LED zelené barvy, trubčiková pojistka 5x20 mm a odrušovací kondenzátor C12.

Sekundární silové vinutí je navinuto symetricky a střídavé napětí je přiváděno na diodový můstek MD1, který

loto střídavé napětí usměrni. K filtraci jsou použity elektrolytické kondenzátory s velkou kapacitou. V kladné větvi je to C2, C22 a v záporné větvi C3, C23. Stejnoseměrné nestabilizované napětí je jistiáno trubčikovými pojistkami Po2 a Po3 a slouží k napájení výkonových koncových zesilovačů. Pro napájení korekčních obvodů a ochranný reproduktorů je použito stabilizované napětí, které je odvozeno z napětí hlavního - silového. Pro zmenšení výkonového namáhání plastových stabilizátorů a podle typu výkonového transformátoru jsou k jednotlivým typům koncových zesilovačů použity sražecí rezistory R10, R11.

Rezistor R10 je předfazen stabilizátoru IO1, který napájí korekční zesilovače, indikatory vybuzení apod. Na jeho výstupní svorky jsou ze strany plošných spojů připájeny blokovací keramické kondenzátory C4, C5. Přes rezistor R11 je napájen stabilizátor IO2, který má ke své vstupní svorce připojen filtrační elektrolytický kondenzátor C6. Opět na jeho svorky ze strany plošných spojů jsou připájeny blokovací keramické kondenzátory C7, C8.

K indikaci zapnutí přístroje je zapojena signalizační LED zelené barvy z kolebkového spínače.

Zpoždovací obvod pro připojení reproduktorů pracuje na známém principu. Po přivedení stejnosměrného napětí ze stabilizátoru IO2 se začne přes dělič R1 a R2, kterým je nastavená hranice napětí na R2 na 1,8 V, a přes rezistor R3 postupně nabíjet elektrolytický kondenzátor C9. Při dosažení prahové úrovně spínání Darlingtonovy dvojice T1, T2 se tato dvojice skokově otevře a propojí cívku výkonového relé se zemí a zůstane v tomto stavu až do odpojení stejnosměrného napájecího napětí. Relé přitáhne a sepně přes výkonové kontakty reproduktoro-

vou soustavu k výkonovému zesilovači.

Zpoždění se dá nastavit změnou kapacity kondenzátoru C9 nebo změnou odporu rezistoru R3. Vzhledem k vybíjecímu cyklu raději doporučuji případně měnit kapacitu elektrolytického kondenzátoru C9.

Pro potlačení napěťových špiček na indukční zátěži slouží ochranná dioda D3. Dioda D2 slouží k tomu, aby se tranzistor T1 a T2 neotevřely skokově ihned při přivedení napájecího napětí na obvod. Při odpojení napájecího napětí se zpožďovací elektrolytický kondenzátor C9 ihned přes rezistor R3 a R2 vybijí a kotva relé ihned odpadne.

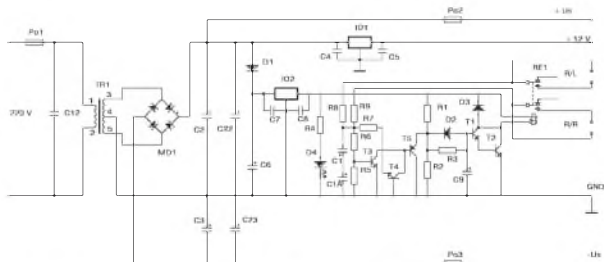
Dále je zapojení vybaveno obvodem, který ochrání reproduktory před nežádoucím stejnosměrným napětím kladné nebo záporné polarity, dojde-li v provozu výkonového zesilovače k nekontrolovatelné situaci. Při bezporuchovém provozu by se stejnosměrné napětí mělo pohybovat v oblasti maximálně jednotek milivoltů. Ochrana je navržena tak, že nastane-li porucha v kterémkoliv kanálu, okamžitě zareaguje na vzniklou havárii a okamžitě odpojí oba kanály od výstupů zesilovačů. K tomu slouží slučovací rezistory R8 a R9. Pokud se objeví na výstupních svorkách kladné napětí větší než 0,8 V, skokově se přes slučovací rezistory R8, R9 a oddělovací rezistor R6 otevře tranzistor T3, který okamžitě otevře tranzistor T5 a ten svým přechodem emitor-kolektor zkrátuje rezistor R2, proto se okamžitě vybijí elektrolytický kondenzátor C9 a následně odpadne kotva relé.

Proti zámětným při provozu zesilovačů je zapojen elektrolytický kondenzátor C1 a C1A jako bipolární, protože obvod hlídá i záporné chybové napětí. Při záporném napětí se tranzistor T3 neotevře a nereaguje na poruchu, jelikož je otevírán kladným napětím, které je přiváděno na bázi přes rezistor R6. Záporné napětí je přiváděno přes ochranný rezistor R7 na emitor tranzistoru T4, který se stane přes přechod emitor-kolektor vodičem a záporné napětí se přivede na bázi tranzistoru T5, který se tím skokově otevře a zapojení funguje stejně jako při přivedení kladného napětí. Zapojení funguje spolehlivě a bezproblémově.

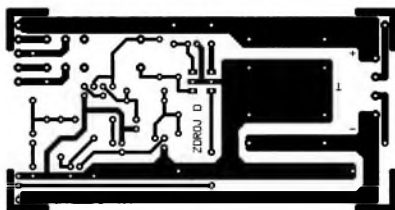
Deska s plošnými spoji je na obr. 57 a rozložení součástek na desce s plošnými spoji na obr. 58. Pro spolehlivé spínání tranzistoru je v bázi T3 zapojen rezistor R5.

Seznam součástek

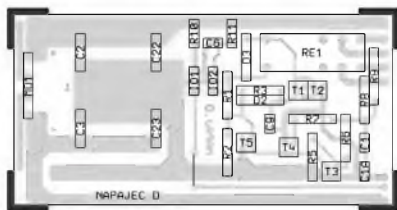
Polovodičové součástky	
MD1	diodový můstek KBP - 8D (KBP 6D, 6M)
IO1, IO2	LM7812
D2	1N4148 (KA206, 222, ...)
D3	1N4002 (KY130/80)
D4	LED zelená v kolebkovém spínači
T1, T3, T4	KC237B (KC507, BC5, ...)



Obr. 56. Napájecí zdroj D se symetrickým výstupním napětím



Obr. 57, 58. Deska s plošnými spoji napájecího zdroje a deska, osazená součástkami



T2 KC639 (BC639, KF506)
T5 KC 307B (KC 508B)

Ostatní součástky

Rezistory RR 0,6 W/1 %

R1 10 kΩ
R2 1,8 kΩ
R3 33 kΩ
R8, R9 18 kΩ
R6 820 Ω
R5, R7 4,7 kΩ
R10, R11 120 Ω/2 W* (podle napájecího napětí výkonového zesilovače)

Kondenzátory

C9, C6 100 μF/25 V
C1, C1A 22 μF/25 V

C2, C22, C3, C23 4700 μF/35 V
C4, C5, C7, C8 100 nF, TK

RE1 relé Schrack (Finder)
12 V, 2 páry kontaktů
deska s plošnými spoji, trubičková pojistka 5x20 - 4A/F, 0,4A/F
TR1 transformátor 230 V/2x
12,0 až 25V, 12 V/5 VA,
50 až 200 VA

Praktické zkušenosti

Všechny zde publikované konstrukce byly vybrány tak, aby svou koncepcí (i jednoduchostí) byly vhodné i pro začínající a mimě pokročilé radioamatéry. Při dodržení nejdůležitějších zásad, kterými jsou kontrola plošných spojů proti světlu na trhliny, přerušení nebo spojovací můstky a při proměření pasivních součástek na zkrat nebo svod, lze při průměrné zdatnosti postavit např. kompletní nízkofrekvenční zesilovač za 6 hodin.

K pájení použijte mikropáječku s regulací teploty, např. ERS-50. V nouzi lze s úspěchem použít i klasickou pistolovou páječku s tenkým hrotem. Z měřicích přístrojů je plně postačující digitální multimetr alespoň 3,5místní, který slouží především k měření „statických“ velikostí klidového napájecího proudu a stejnosměrného napětí v příslušných bodech jednotlivých modulů.

Korekční zesilovač s LM1036 je napájen nesouměrným napětím 12 V. U tohoto modulu je nutno zkontrolovat klidový proud (35 až 50 mA), stejnosměrné napětí 6 V na vývodu č. 6 IO1, IO21 a na vývodu č. 17 IO2 asi 5,4 V. Na běžících regulačních potenciometrech se musí měnit stejnosměrné napětí od 0 do 5,4 V. U potenciometru hlasitosti se mění napětí na běžce od 0,7 V do 5,4 V (regulace hlasitosti posunuta mimo nulovou úroveň).

U korekčního zesilovače s NE5532 při napájení ze zdroje souměrného napětí ± 12 V naměřte na vývodech č. 6 nulové stejnosměrné napětí, klidový proud by se měl pohybovat v rozmezí 10 až 20 mA.

U koncových zesilovačů, které pracují v můstkovém zapojení, musí být stejnosměrné napětí na svorkách reproduktoru blízké nule, maximálně do 20 mV. V opačném případě je nutno okamžitě zesilovač vypnout a začít hledat možnou příčinu závady. V mno-

ha případech vzniká tento nedostatek nedokonalým připojením součástek k příslušným plošným spojům. U těchto zesilovačů je možné propojit chladicí s nulovým potenciálem, není jej nutno od pouzdra výkonového operačního zesilovače elektricky izolovat.

Napájecí zdroje pro výkonové zesilovače je možné použít jak s ochrannou proti stejnosměrnému napětí na výstupních svorkách pro připojení reproduktorových soustav, tak bez této ochrany. Zároveň lze vynechat i zpoždovací obvod pro odstranění lupanců a rázů v reproduktorech. Je jen věcí konstruktéra, kterou variantu zvolí. Doporučuji ochrany použít, protože spálenou kmitací cívku drahého reproduktoru (při přítomnosti nadměrného stejnosměrného napětí na svorkách reproduktoru) není většinou možno ani opravit.

Chladicí pro výkonové IO lze použít i bez povrchových úprav (černění, eloxování, nastříkání černou matnou barvou). Moduly jsou koncipovány tak, aby chladicí mohly být připevněny k modulu vertikálně. Styčné plochy by měly být pro dokonale odvod tepla bez rýh a skrábanců a dokonale natřeny silikonovou vazelínou. V nouzi lze použít i silikonový olej, který může být i ve spreji. Spojovací šrouby lze použít buď samolezné, nebo je třeba opatřit dří v chladicí metrickým závitem M3. Při vrtání však zvolte raději menší průměr vrtáku (pro M3 vrták o $\varnothing$ 2,0 mm, jde o hliník).

U zesilovače s IO TDA7250 se výkonové tranzistory různí podél požadovaného sinusového výkonu:

zátěž 4 Ω :	30 W	- BDW93/94A
	± 20 V	
	50 W	- TIP132/137,
		BDX33/34C
	± 28 V	
	80 W	- TIP142/147
	± 35 V	

Úměrně k výkonu je nutno zvětšit i chladicí, který je nutno izolovat od výkonových tranzistorů a stykové plochy je nutno dokonale natřít silikonovou vazelínou nebo silikonovým olejem.

Napájecí zdroje mohou ke své činnosti využívat transformátory s plechy EI či M, s jádrem C nebo toroidní transformátory. Nejlepší výsledky lze z hlediska dosahovaného výkonu a rušivého vyzařování dosáhnout u toroidních transformátorů. Bohužel jejich cena je však dosti značná. Nejlepší poměr výkonu k ceně je u transformátorů s plechy EI. Nejmenší vhodná jádra pro transformátory pro amatérské využití (tj. vlastní navijení) jsou jádra C. Dotáhnutí dvě poloviny jádra k sobě tak, aby při provozu jádro C nebručelo, je u amatérských podmínkách téměř nemožné. Občas se vyskytují ve výprodejích různé transformátory s jádrem C z Polska, zákon

schválnosti je však v tom, že obvykle nemají požadovanou sekundární napětí.

Napětí pro řízení korekčních a nebo jiných pomocných obvodů je možné zabezpečit buď přímo ze silové vinutí, určeného pro napájení koncového stupně, nebo ze samostatného vinutí. Při samostatném vinutí stačí pro napájení pomocných obvodů jednoduchý usměrňovač s jednou usměrňovací diodou. Výkonový diodový můstek může být nahrazen i výkonovými diodami, které je však třeba obvykle umístit mimo desku s plošnými spoji na vhodný chladič, pokud nepoužijeme plastové diody P600B. Diodový můstek je k desce s plošnými spoji připojen tak, aby jej bylo možno přisoubovat ke chladiči nebo ke kovovému šasi skříňky. Můstky mají nevýhodu v tom, že pokud nejsou dostatečně chlazeny, tak dosti „topí“. Velikost transformátoru se uměrně zveštuje s požadovaným výkonem a při výkonu zesilovače 2x 80 W je nutno použít transformátor, dimenzovaný na výkon 200 W. Pokud je možno vložit mezi primární a sekundární vinutí stlínici fólií, tak to vřele doporučuji. Pozor je na to, aby fólie netvořila zavít nakrátko.

Abyste výskyt „brumů“ omezil na minimum, je velice důležitá zásada správného zemnění. Výkonový zesilovač se snažíme zemnit co nejlépe elektrolytického kondenzátoru v napájecí. Signálovou zem propojujeme na straně vstupu k vývodu č. 2 vstupního konektoru a na výkonových zesilovačích ze smyslu připojení vstupního signálu u jednotlivých modulů. Tuto zem tvoří stínění přírodního signálového kablíku. Další, nemenší podstatnou zásadou je, umístit vždy transformátor co nejdále od vstupních obvodů a napájecí vodiče volit co nejkratší.

Signalizaci zapnutí přístroje lze realizovat nejrůznějšími způsoby. Jako nejvhodnější se ukázalo použít kolebové spínače s integrovanou svítivou diodou, která může být zelená či žlutá.

K propojení primární strany transformátoru a kovové skříňky doporučuji použít třípramennou flexošňůru.

Skříňka zesilovače je věcí fantazie konstruktéra. Na trhu je mnoho univerzálních přístrojových skříněk, které vyhovují jak rozměry, tak i povrchovou úpravou. Vestavění zesilovače pak spočívá jen v přesném vyvrtání příslušných děr a v případném popsaní předního panelu. Propisotem nebo sítotiskem. Pak by již k profesionální dokonalosti amatérského výrobku nemělo nic chybět, snad jen značka EZU.

Všechny konstrukce lze vhodně doplnit třeba indikátory vybití nebo přebížení, vstupními zesilovači apod., které jsem nedávno publikoval a o něž zájem rádiomaterů neustále přetrvává.

Citlivost koncových zesilovačů je v mezích 100 mV až 1,55 V, korekčních zesilovačů kolem 100 mV. Výstupní napětí korekčních zesilovačů je podle typu 100 mV až 1,55 V.

Světelné efekty

Je až s podivem, jak obrovský zájem mezi nejrůznějšími vrstvami našeho obyvatelstva panuje o nejrůznější světelné efekty, které doprovázejí reprodokovanou hudbu. Dobře jsou si toho vědomi i výrobci spotřební elektroniky a hlavně ti z Dálného východu, kteří vlně nebo i nevlněné doplňují ve většině případů svá nevalnou kvalitou charakteristická zařízení spotřební elektroniky za pomoci asijských obchodníků na nejrůznějších burzách. Kvalita prodávaných zařízení je však pro ty zákazníky, kterým nevaadí např. smy magnetofonových pásků při přehrávání, vynechávající regulace hlasitosti a jiné občasné neduhy, vyhovující.

Mezi nabízená zařízení patří i doplnková světelná zařízení. Ta pracují na nejrůznějších principech. Některá využívají zvukového spektra reprodukovane hudby, jiné se zvukovým přenosem nemají vůbec nic společného a rozsvěcí se či zhasínají v závislosti na použitých různých dělicích kmitočtech a posouvajících se čítačů, nebo pracují s generátory nahodilých kombinací. Zákaznický integrovaný obvod pro uvedená zařízení není problémem vyrobit a jeho pořizovací náklady jsou minimální.

Nejčastějšími barvami, které se v různých kombinacích obměňují, jsou červená, žlutá, zelená, modrá a někdy i fialová. Podle kmitočtového spektra se signálu s nejnižším signálem - lidově basům - přiřazuje „teplá“ barva a tou je červená. Tato barva má z používaných barev největší délku vlny (0,65 až 0,75 μ m, tj. kmitočty asi 450 až 400 THz). Středním kmitočtem se nejčastěji přiřazuje barva žlutá a nejvyšším kmitočtem - lidově výškám - barva zelená nebo modrá. Toto rozdělení platí ve většině případů u barevných hudeb trikanalových. Pokud konstruktér rozdělí akustické pásmo na kanály - pásma čtyř, tak se výšky obvykle rozdělí na pásma dvě a žárovky jsou použity zelená a modrá, případně fialová. Těchto barevných kombinací využívají i nejrůznější světelné „hady“.

V této závěrečné kapitole Konstrukční elektroniky se podrobněji seznámíme s několika typy barevných hudeb, které pracují na odlišném principu, než jaké byly publikovány v minulosti. Popisované zařízení umožňují měnit jas barevných žárovek v rytmu reprodukovane hudby. Odstraňují nedostatek jednoduchých barevných hudeb, které sepnou výkonový spínač prvek (tyristor, triak - žárovka se rozsvítí) jen při dosažení určité prahové spínací úrovně. Všechny dále uvedené typy barevných hudeb využívají k zabezpečení změny jasu barevné žárovky oscilátor a vyhodnocovací obvody. Ale o tom podrobněji u jednotlivých zapojení.

Barevná hudba E

Schema zapojení je na obr. 55. Vstupní signál z univerzálního výstupu nízkofrekvenčního zařízení je veden na sluchovací rezistory R51, R61. Na stránkách různých časopisů byly publikovány barevné hudby, které ke sloučení signálů z levého a pravého zvukového kanálu využívaly různých elektronických sluchávků, někdy i tandemových potenciometrů. Jsem přesvědčen, že sloučení signálů dvěma rezistory je naprosto vyhovující a pro barevné hudby dostačující.

Sloučený nízkofrekvenční signál postupuje přes oddělovací elektrolytický kondenzátor C51 na čtyřnásobný operační zesilovač. Jeden z operačních zesilovačů zesiluje užitečný signál na úrovni, požadovanou pro dobrou činnost dalších obvodů barevné hudby a další tři operační zesilovače jsou využity jako „emitorové“ sledovače k oddělení a vzájemnému neovliv-

ňování jednotlivých kmitočtových kanálů.

Předpětí pro neinverující vstup IO1A je zabezpečeno rezistorovým děličem R52, R53 a R54. Pro potlačení nežaducího signálu a „vlivů“, přicházejících po napájecí lince, je v děliči napětí zapojen elektrolytický kondenzátor C52. Zesílení tohoto napětí jednoho zesilovače je nastaveno děličem R56 a R55 a je zhruba 30.

Nezbytné galvanické oddělení je zabezpečeno elektrolytickým kondenzátorem C53. Stabilitu v nadkustickém pásmu zlepšuje keramický kondenzátor C54, který velice účinně potlačuje případné kmitání.

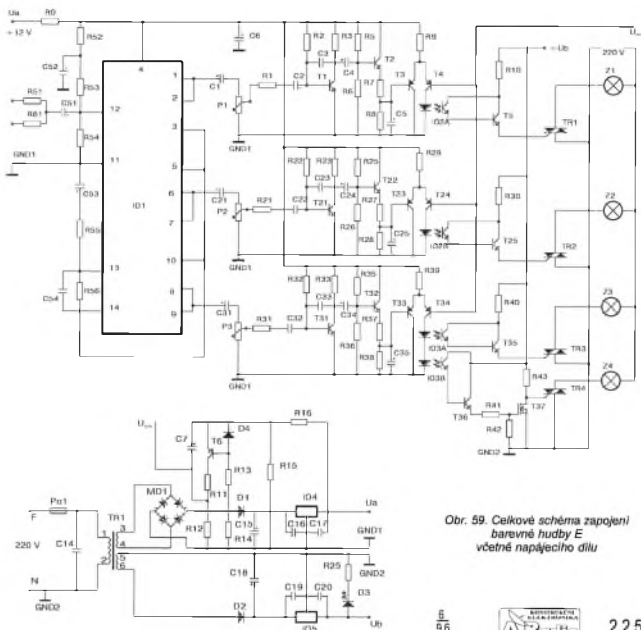
Další tři operační zesilovače, tj. IO1B, IO1C a IO1D, jsou zapojeny jako „emitorové“ zesilovače se zesílením kolem 1. Jelikož jsou na předcházející zesilovací stupeň vázány stejnosporně, je na výstupech těchto zesilovačů polovina napájecího napětí, tj. 6 V. Tímto způsobem je hu-

dební signál rozdělen na tři samostatné, na sobě nezávislé zvukové kanály se stejnou signálovou úrovní užitečného signálu. Ke galvanickému oddělení elektrických potenciálů jsou v zapojení použity elektrolytické kondenzátory C1, C21 a C31.

Úroveň užitečného signálu může podle vlastní libovůle řídit v každém kanálu samostatně potenciometry P1 až P3, aniž by při změně řídicího napětí jednoho kanálu došlo ke změně v kanálu druhém.

Tato barevná hudba zpracovává tedy celé kmitočtové nf spektrum, rozdělené na tři „světelné“ kanály s inverzní barvou v kanálu výšek. Pro jednoduchost a snadnější vysvětlení principu si popíšeme kanál pro výšky s připojením „inverzní“ žárovky.

Užitečný signál z potenciometru P3 je veden přes omezovací rezistor R31 na aktivní filtr. Pro úpravu nízkofrekvenčního signálu se používají pasivní filtry složené z článků RC, výjimečně z článků LC nebo RLC, nebo filtry aktivní. V aktivních filtrech se po-



Obr. 59. Celkové schéma zapojení barevné hudby E včetně napájecího dílu

užívají tranzistory, integrované obvody, případně jejich kombinace.

Pro dobrou činnost stačí volit se-
lektivitu pasmové propusti 6 dB/okta-
vu. Pro jednoduchost a láci zapojení
používám v zapojení jednoduché ak-
tivní filtry, složené z tranzistorů.

Kmítotčové pásmo výšek určují
především kondenzátory C32, C33,
které jsou zapojeny v bázi vstupního
tranzistoru T31. Kondenzátor C32 ur-
čuje dolní kmitočtovou přenašedou pá-
smu a C33 horní kmitočtovou toho ka-
nálu. Je možné diskutovat i o tom, že
kmitočtovou kanálu je ovlivněn také
vstupním odporem tranzistoru T31 a
T32. S tím lze souhlasit, pro zjednodu-
šení můžeme tento fakt připsat, ne-
boť meze kmitočtových pásem není
třeba pro jednotlivé kanály přesně de-
finovat.

Bylo by samozřejmě možné mate-
maticky odvodit pásmo propustnosti
relativně přesně, přesně spočítat ka-
pacitu kondenzátorů ve filtrech apod.,
to však zabírá příliš mnoho času a na-
víc to ani není pro použití v barevné
hubdě třeba. Jednoduše a rychlejší
cestou je filtr konstruovat do „vrači-
ho hnízda“ na pokusnou destičku a
signálním generátorem s proměnným
řízením kmitočtu a nf milivoltmetrem
jednotlivá pásma doladit podle potřeb
uživatelé.

Výhoda aktivního filtru spočívá je-
ště v zesílení signálů vybraných kmito-
čtů, určených pro další zpracování.
Vybraný a zesílený signál je odebrán
přes oddělovací kondenzátor C34 do
usměrňovacího filtru, tvořeného tran-
zistorem T32. Nezbytné předpětí báze
je nastaveno odporovým děličem s re-
zistory R35 a R36, zároveň je tímto
děličem nastaveno klidové napětí na
elektrolytickém kondenzátoru C35.
Je-li na bázi T32 kladná půlna stří-
dového napětí, tranzistor se skokem
otevře a napětí na C35 se zvětší o
mezivrcholové vstupní střídavé napě-
tí. Při záporné půlně je tranzistor
uzavřen a C35 se vybíjí přes rezistor
R38. Rezistor R37 zabráňuje zničení
tranzistoru proudovými nárazy při na-
bijení kondenzátoru.

Z kondenzátoru C35 je užitečný
signál veden do diferencičního zesilo-
vacího, který tvoří tranzistory T33 a T34.
K bázi T34 je připojen výstup oscila-
toru a k bázi T33 výstup předzesilova-
cího usměrňovače. Otevřen je vždy ten
tranzistor, na jehož bázi je menší na-
pětí vzhledem k zemi. To znamená,
že T34 se otevře, bude-li úroveň na-
pětí z oscilátoru menší než úroveň na-
pětí dodávaného usměrňovačem z
předzesilovacího obvodu.

V kolektoru T34 jsou zapojeny LED
optočleny, které slouží jednak ke gal-
vanickému oddělení potenciálů v ba-
revné hubdě a jednak k přenosu užiteč-
ného signálu do dalších obvodů
barevné hubdy. Statický proud těchto

diod je nastaven rezistorem R39.
Vede-li T34, rozsvítí se diody v IO3A a
IO3B. Osvícením bázeového přechodu
odpotranzistoru se tranzistor uvede do
vodivého stavu a sepne výkonový
tranzistor T35, který sepne triak TR3 -
tim se rozsvítí žárovka zelená barvy.

Spínací proud řídící elektrody toho-
to triaku je nastaven rezistorem R40.
Inverzní část zapojení pro modrou
barvu pracuje na poněkud jiném princi-
pu. Řídící elektroda triaku TR4 je
přes ochranný rezistor R43, který ur-
čuje její spínací proud, trvale připoje-
na ke zdroji napájecího napětí. Pro
zhasnění této inverzní žárovky je s
úspěchem použit tranzistor typu
V-MOS, který může spínat proud až
230 mA. Pro jednoduchost zapojení
byl vybrán právě tento obvod, protože
tranzistory tohoto typu jsou řízeny na-
pětově.

Z emitoru T36 je přes ochranný re-
zistor R41 řízena vstupní elektroda
tranzistoru T37, která má ve svém ob-
vodu pro spolehlivé spínání zapojen
rezistor R42.

Oscilátor je osazen tranzistorem
T6 a dodává záporné napětí plovoucího
průběhu synchronní s napětím sítě -
prochází-li sinusovka síťového napě-
tí nulou, je napětí na rezistoru R14 men-
ší než 6 V a přes R13 se otevře tran-
zistor T6. Elektrolytický kondenzátor
C7 se rychle vybije přes rezistor R11.
Zvětší-li se napětí na R14 nad 6 V,
tranzistor T6 se okamžitě uzavře a
elektrolytický kondenzátor C7 se zač-
ne přes rezistor R12 pomalu nabíjet.
Děsť s opakuje v každé půlně síťo-
vého napětí na sekundární straně
transformátoru TR.

Vstupní napětí plovoucího průběhu
má amplitudu asi 1 V. Dioda D4 chrá-
ní přechod báze-emitor tranzistoru T6
před proražením.

Napájení barevné hubdy je řešeno
velice úsporným způsobem. Na pri-
mární straně malého transformátoru,
určeného pro plošné spoje, je zapojen
kolébkový spínač s vestavěnou LED
D3, trubičková skleněná pojistka 5x
20 mm a odrušovací kondenzátor
C14.

Protože zapojení využívá ke gal-
vanickému oddělení síťového napětí op-
točleny, je pro spínání síťových žá-
rovek použito triaků a žárovky nejsou
připojovány na nutně robustní oddělo-
vací transformátor. Tím se ovládací
panel stal z hlediska rozměrů malý a
lehký.

První část barevné hubdy je napá-
jena z usměrňovače MD1, který je za-
roveň využit i pro snímání oscilátorové
napětí. Přes oddělovací diodu
D1 je usměrněné tepale napětí filtro-
vano elektrolytickým kondenzátorem
C16. Vyfiltrované stejnosměrné napě-
tí je stabilizováno plastovým stabiliza-
torem IO4. K výstupním svorkám
tohoto stabilizátoru jsou ze strany
plošných spojů připojeny blokavací
keramické kondenzátory C16, C17.
Výstupní napětí 12 V je zároveň využi-

to pomocí rezistorového děliče R15 a
R16 k napájení emitoru tranzistoru T6
v obvodu oscilátoru.

Sílová část barevné hubdy, tj. ob-
vody spínání triaků, je napájena dru-
hým samostatným vinutím transformáto-
ru TR. Střídavé napětí je usměrňováno
diodou D2 a filtrováno elektrolytickým
kondenzátorem C18. Filtrovane napě-
tí je opět stabilizováno plastovým sta-
bilizátorem napětí IO5, který má ze
strany plošných spojů na své vývody
připájeny blokavací keramické kon-
denzátory pro zlepšení stability zapo-
jení a odstranění možnosti vzniku kmit-
ání. K výstupu stabilizátoru IO5 je pro
rovnoměrnost proudové zatížení jed-
notlivých vinutí napájecího transformáto-
ru ještě připojena signalizační svítidla
dioda zelená nebo žlutá barvy přes
ochranný rezistor R25, kterým nasta-
vime odebráný proud na 15 mA.

Filtry jednotlivých kanálů jsou na-
staveny na přibližně tento kmitočt:

basy - kmitočt kanálu 40 Hz až
600 Hz, barva žárovky červená
střed - kmitočt kanálu 900 Hz až
3 kHz, barva žárovky žlutá
výšky - kmitočt kanálu 3,5 kHz až
15 kHz, barva žárovky zelená
inverzní kanál - barva žárovky
modrá

Pokud chcete zvolit jiné vhodnější
kmitočty, lze postupovat buď matema-
ticky, pak je nutno uvažovat se střed-
ním propustným pásmem filtru při po-
klesu signálu o 3 dB, nebo metodou
pokusu a měření konkrétního daného
zapojení kmitočtového filtru.

Na desce s plošnými spoji je pro
odstranění parazitních signálů navíc
zapojen rezistor R0 a elektrolytický
kondenzátor C6.

Stavba a oživení nečiní vůbec
žádné obtíže a nená žádné úskali
nebo záležitosti. Před zahájením
montáže je nutno zkontrolovat plošné
spoje opticky na možné přerušení a
nebo trhliny a můstky a pasivní sou-
částky proměřit na svou nebo přeru-
šení. Také lze vzhledně proměřit static-
ky zesilovací činitel tranzistorů. Pro
snažší oživení je vhodné použít pře-
depisane typy, které již nevyžadují na-
stavování pracovních bodů příslušným-
i rezistory. Jedná se o rezistory R2,
R5, R22, R25, R32, R35.

Pro osazení a zapojení součástek,
bychom měli naměřit asi 6 V (5 až 6 V)
(stejnosemnožství napětí) v těchto mě-
řicích bodech:

IO1 - vývod č. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
12;

tranzistory - kolektor T1, T21, T31;

tranzistory - emitor T2, T22, T32, T6;

střídavé napětí na elektrolytickém
kondenzátoru C5, C25, C35 by se
mělo při běžících potenciometrech na
horním konci odporové dráhy, tj. „vyto-
čených“ doprava, měnit od 0 do 6 V.

Vstupní citlivost je uvažována mezi
150 až 250 mV. Pokud chcete zapojit
barevnou hubdu na výstupní svorky
reproduktorových soustav, lze tak uči-

nit, je však nutno zmenšit vysokou napětovou úroveň rezistorem, který se zapojí do společného bodu sčítacích rezistorů R51, R61 a C51. Druhý vývod tohoto rezistoru zapojíme na GND1, tj. vývod č. 2 vstupního konektoru DIN.

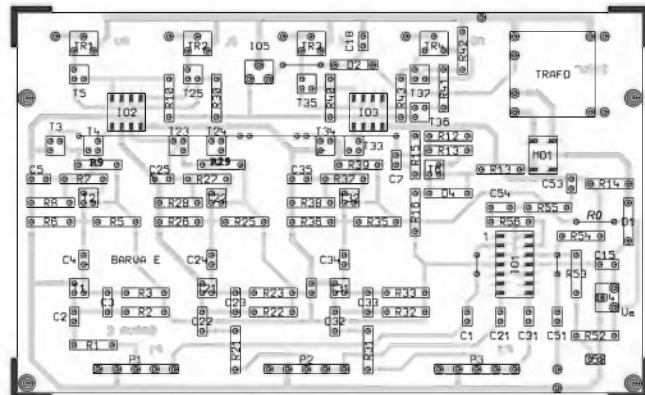
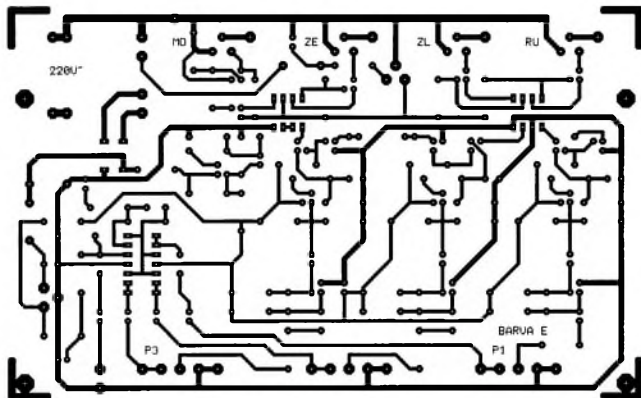
Deska s plošnými spoji je na obr. 60 a rozložení součástek na obr. 61.

Seznam součástek

Polovodičové součástky

IO1	LM324 (BM324, TL084, TL074)
IO2, IO3	PC827 (2xPC817, PC826, 2x PC816)
IO4, IO5	LM7812 (MA7812)
MD1	B250C100 DIL
D1, D2	1N4002 (KY130/80)

D3	LED zelená v kolébkovém spínací
D4	1N4148 (KA 06, 222...)
T1, T2, T21, T22,	
T31, T32	KC238B (KC508)
T5, T25, T35, T36	KC237B (KC507)
T3, T4, T6, T23,	
T24, T33, T34	KC307B (KC308B)
T37	BS 108
TR1 až TR4	T410/800V (TIC206M)



Rezistory RR 0,6 W/1 %

R51, R61	56 k Ω (47 až 68 k Ω)
R0, R11	10 Ω
R52	18 k Ω
R53	82 k Ω
R54, R56, R42	100 k Ω
R55, R3, R23, R33	3,3 k Ω (3,9 k Ω)
R1, R14, R21, R31, R41	2,2 k Ω
	(2,2 až 4,7 k Ω)
R2, R22, R32	820 k Ω *
	(nastavení $U_{in} = 6$ V)
R5, R25, R35	27 k Ω *
	(nastavení $U_s = 6$ V)
R6, R26, R36	22 k Ω
R7, R27, R37	22 Ω
	(22 až 33 Ω)
R8, R28, R38	10 k Ω
R9, R29, R39	1,5 k Ω
R10, R30, R40, R43	1 k Ω
R15, R16	4,7 k Ω
R12	2,7 k Ω
R25	820 Ω

Kondenzátory elektrolytické typu SKR

C51, C1, C21, C31, C4, C24, C34, C2	4,7 μ F/35 V
C52, C53, C7	22 μ F/25 V
C8, C15, C16	100 μ F/25 V
C5, C25, C35	220 μ F/10 V
	(100 μ F/25 V)
ostatní kondenzátory	
C3	470 nF, TC 35.
C22	220 nF, TC35.
C23	68 nF, TC35.
C32	10 nF, TC35.
C33	1 nF, TC35.
C54	33 pF/40 V, TK
C16, C17, C19, C20	100 nF/40 V, TK
C14	33 nF/630 V, TC 208

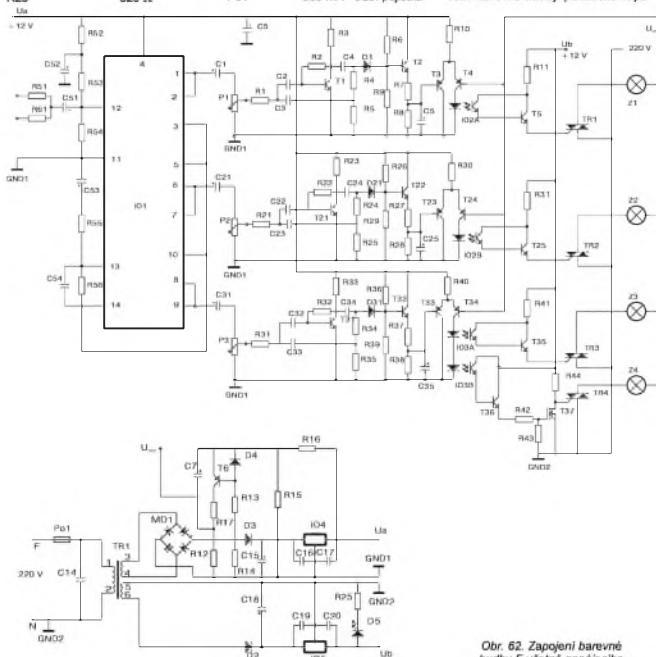
Ostatní součástky

P1, P2, P3	10 k Ω /N (25 k Ω /N), TP 160A/328
Po1	630 mA - trub. pojistka

TR transformátor 2,5 VA, 230 V/12 V do plošných spojů
deska s plošnými spoji, distanční sloupky, propojovací kábelky, knoflíky, spojovací materiál

Barevná hudba F

Schéma zapojení je na obr. 62. Vstupní signál z univerzálního výstupu nízkofrekvenčního zařízení je veden na slučovací rezistory R51, R61, které jsou součástí vstupního konektoru DIN. Sloučený nízkofrekvenční signál postupuje přes oddělovací elektrolytický kondenzátor C51 na čtyřnásobný operační zesilovač. Jeden z operačních zesilovačů se používá k zesílení užitečného signálu na požadovanou úroveň pro dobrou činnost dalších obvodů barevné hudby (zesilovač napě-



Obr. 62. Zapojení barevné hudby F včetně napájecího zdroje

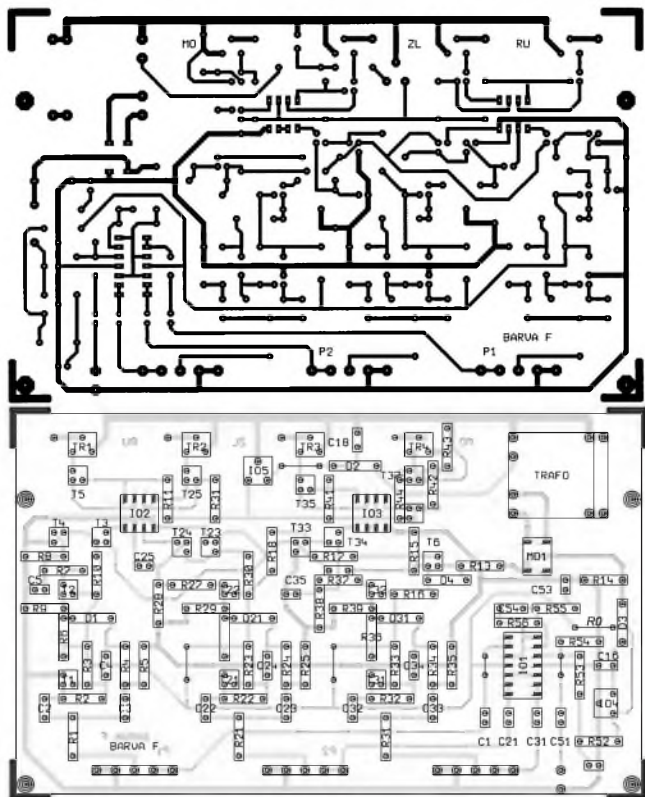
ti) a další tři operační zesilovače jsou využity jako „emitorové“ sledovače k oddělení a vzájemnému neovlivňování jednotlivých kmitočtových kanálů.

Předpětí pro neinvertující vstup IO1A je zabezpečeno odporovým děličem s rezistory R52, R53 a R54. Pro potlačení nežádoucích signálů přicházejících po napájecí lince je v děliči napětí zapojen elektrolytický kondenzátor C52. Zesílení zesilovače napětí s prvním operačním zesilovačem je

nastaveno děličem s rezistory R56 a R55 a je zhruba 30. Nezbytné galvanické oddělení je zabezpečeno elektrolytickým kondenzátorem C53. Stabilitu v nadkustickém pásmu zlepšuje keramický kondenzátor C54, který velice účinně potlačuje případné kmitání. Další tři operační zesilovače, tj. IO1B, IO1C a IO1D jsou zapojeny jako „emitorové“ sledovače se zesílením asi 1. Protože jsou na předcházející zesilovací stupeň vázány stejno-

směrně, je na výstupu zesilovačů polovina napájecího napětí, tj. 6 V.

Zapojením je tedy přicházející nízkofrekvenční signál rozdělen na tři samostatné, na sobě nezávislé kmitočtové kanály se stejnou signálovou úrovní užitečného signálu. Ke galvanickému oddělení elektrických potenciálů jsou v zapojení použity elektrolytické kondenzátory C1, C21 a C31. Úroveň užitečného signálu můžeme řídit v každém kanálu samostatně po-



Obr. 63, 64. Deska s plošnými spoji barevné hudby F a její osazení součástkami (včetně součástek zdroje)

tenciometry P1 až P3, aniž by se při změně řídicího napětí v jednom kanálu měnilo napětí v kanálu druhém.

Barevná hudba F je rozdělena na tři kmitočtové kanály s inverzní barvou v kanálu výšek. Pro jednoduchost a snadnější vysvětlení principu si popíšeme kanál pro výšky s připojením inverzní žárky.

Užitečný signál z potenciometru P3 je veden přes omezovací rezistor R31 na aktivní filtr. Použití aktivní filtry využívající tranzistorů a filtry jsou oproti předcházející konstrukci zapojeny poněkud odlišným způsobem. Pro dobrou činnost barevné hudby stačí volt selektivitu pásmového filtru 6 dB/oktavu. Kmitočtové pásmo výšek určují hlavně kondenzátor C34 a rezistor R34. Kondenzátor C34 určuje dolní mez kmitočtu přenašedého pásma a rezistor R34 horní mez kmitočtu tohoto kanálu. Kondenzátory C32, C33 jsou kondenzátory vzájemní a jejich kapacita je přibližně 10x větší, než kapacita kondenzátoru C34. Výhoda aktivního filtru spočívá i v tom, že zesiluje signály vybraných kmitočtů, určene pro další zpracování, a pollačuje signály kmitočtů mimo vybrané pásmo.

Vybraný a zesílený signál je usměrněn diodou D31 a vstupuje do usměrnovacího filtru, tvořeného tranzistorem T32. Nezbytné předpětí baze je nastaveno odporovým děličem s tranzistorem R36 a R39; zároveň je tímto děličem nastaveno klidové napětí na elektrolytickém kondenzátoru C35. Je-li na bazi T32 kladná půlvlna střídavého napětí, tranzistor se skokem otevře a napětí na C35 se zvětší o mezivrcholové vstupní střídavé napětí. Při záporné půlvlně je tranzistor uzavřen a C35 se vybíjí přes rezistor R38. Rezistor R37 zabraňuje zničení tranzistoru před proudovými narázky při nabíjení kondenzátoru.

Z kondenzátoru C35 je užitečný signál veden do diferenčního zesilovače, který je tvořen tranzistory T33 a T34. K bazi T34 je připojen výstup oscilátoru a k bazi T33 výstup předcházejícího usměrnovače. Otevřen je vždy ten tranzistor, na jehož bazi je větší napětí vzhledem k zemi. To znamená, že T34 se otevře, bude-li úroveň napětí z oscilátoru menší než úroveň napětí dodávaného usměrnovačem z předcházejícího obvodu.

V kolektoru T34 jsou zapojeny LED diody optočlenné, které jednak galvanicky oddělují potenciály v barevné hudbě a jednak přenašejí užitečný signál do dalších obvodů barevné hudby. Klidový proud těchto diod je nastaven rezistorem R40. Vede-li T34, rozsvítí se diody IO3A a IO3B. Osvícením bazového přechodu opto-tranzistoru se tranzistor uvede do vodivého stavu a sepne výkonový tran-

zistor T35, který sepne triak TR3 a tím se rozsvítí žárovka zelené barvy. Spínací proud řídicí elektrody triaku je nastaven rezistorem R41.

Inverzní modrá barva pracuje na trochu jiném principu. Řídící elektroda triaku TR4 je přes ochranný rezistor R44, který určuje její spínací proud, trvale připojena ke zdroji napájecího napětí. Pro zhasínání této inverzní žárovky je s úspěchem použit tranzistor typu V-MOS. Pro jednoduchost zapojení byl vybrán právě tento obvod. Z emitoru T36 je přes ochranný rezistor R42 řízena elektroda tranzistoru T37, která má ve svém obvodu pro spolehlivé spínání zapojen rezistor R43. Oscilátor je osazen tranzistorem T6 a dodává záporné napětí pilotového průběhu synchronní s napětím sítě. Prochází-li sinusovka síťového napětí nulou, je napětí na rezistoru R14 menší než 6 V a přes R13 se otevřít tranzistor C7. Elektrolytický kondenzátor C7 se rychle vybíje přes rezistor R12. Zvětší-li se napětí na R14 nad 6 V, tranzistor T6 se okamžitě uzavře a elektrolytický kondenzátor C7 se začne přes rezistor R12 pomalu nabíjet. Děj se opakuje v každé půlperiódě síťového napětí na sekundární straně transformátoru TR.

Výstupní napětí pilotového průběhu má amplitudu asi 1 V. Dioda D4 chrání přechod báze-emitor tranzistoru T6 před prázdením.

Napájení barevné hudby je řešeno velice úsporným způsobem. Na primární straně malého transformátoru, určeného pro plošné spoje, je zapojen kolebkový spínač s vestavěnou LED D3, trubčková skleněná pojistka 5x20 mm a odrušovací kondenzátor C14. Protože zapojení využívá ke galvanickému oddělení síťového napětí optočlenné, je pro spínání síťových žárovek využito triaků a žárovky nejsou připojovány na robustní oddělovací transformátor. Tim se ovládací panel stal z hlediska rozměrů malý a lehký.

První část barevné hudby je napájena z usměrnovače MD1, který je zároveň využit i pro snímání oscilátorového napětí. Pries oddělovací diodu D1 je usměrněné tepavé napětí filtrované elektrolytickým kondenzátorem C16. Toto filtrované stejnosměrné napětí je stabilizováno plastovým stabilizátorem IO4. K výstupním svorkám stabilizátoru jsou ze strany plošných spojů připojeny blokovací keramické kondenzátory C16. C17. Výstupní napětí 12 V je zároveň využito pomocí odporového dělice s rezistory R15 a R16 k napájení emitoru tranzistoru T6 v obvodu oscilátoru.

Slova část barevné hudby, tj. obvod spínání triaků, je napájena druhým samostatným vinutím transformátoru TR. Střídavé napětí je usměrněno diodou D2 a filtrováno elektrolytickým kondenzátorem C18. Filtrované napětí je opět stabilizováno plastovým stabilizátorem napětí IO5, který má ze strany plošných spojů na

svě vývody připojeny blokovací keramické kondenzátory pro zlepšení stability zapojení a odstranění možnosti vzniku kmitání v nadakustickém pásmu, které se projevuje zvýšeným ohřevem integrovaného stabilizátoru napětí. K výstupu stabilizátoru IO5 je pro rovnoměrné proudové zatížení jednotlivých vinutí napájecího transformátoru ještě připojena signalizační LED zelené nebo žluté barvy provozu přes ochranný rezistor R25, kterým nastavíme procházející proud na 15 mA.

Filtry jednotlivých kanálů jsou nastaveny na přibližně tento kmitočt: basy - kmitočt kanálu 40 až 600 Hz, barva žárovky červená, středy - kmitočt kanálu 0,9 až 3 kHz, barva žárovky žlutá, výšky - kmitočt kanálu 3,5 až 15 kHz, barva žárovky zelená, inverzní kanál - barva žárovky modrá.

Pokud chcete zvolit jiné vhodnější kmitočty, lze postupovat buď matematicky, při čemž je nutno uvažovat se středním propustným pásmem filtru při zmenšení signálu o 3 dB, nebo metodou pokusu a měření v konkrétním daném zapojení kmitočtového filtru.

Na desce s plošnými spoji je pro odstranění parazitních signálů navíc zapojen rezistor R0 a elektrolytický kondenzátor C6.

Stavba a oživení nečiní vůbec žádné obtíže a nemá žádné úskalí nebo záležitosti. Před zahájením montáže nutno zkontrolovat plošné spoje na možné přerušení nebo tlhliny či mýtky a pasivní součástky proměřit na svou nebo přerušení. Taktéž je vhodné proměřit staticky zesilovací činitel tranzistorů. Pro snažší oživení je vhodné použít předepsané typy tranzistorů, které již nevyžadují nastavovat pracovní body příslušnými rezistory. Jedná se o rezistory R2, R6, R22, R26, R32, R36.

Pro osazení a zapájení součástek bychom měli naměřit stejnosměrné napětí asi 6 V (5 až 6 V) v těchto měřicích bodech:

IO1 - vývod č. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10,

12.

tranzistor - kolektor T1, T21, T31; tranzistor - emitor T2, T22, T32, T6; střídavé napětí na elektrolytickém kondenzátoru C5, C25, C35 se má při běžících potenciometrech nastavených zcela vpravo měnit od 0 do 6 V (efektivní hodnota napětí při průchodu užitečného signálu).

Vstupní citlivost je uvažována mezi 150 až 250 mV. Pokud chcete zapojit barevnou hudbu na výstupní svorky reproduktorových soustav, lze tak sice učinit, ale je nutno zmenšit napětí úroveň rezistorem, který se zapojí do společného bodu sčítacích rezistorů R51, R61 a C51. Druhý vývod tohoto rezistoru zapojíme na GND1 tj. na vývod č. 2 vstupního konektoru DIN.

Deska s plošnými spoji je na obr. 63 a rozložení součástek na obr. 64.

Seznam součástek

Polovodičové součástky	
IO1	LM324 (BM324, TL084, TL074)
IO2, IO3	PC827 (2x PC817, PC826, 2x PC816)
IO4, IO5	LM7812 (MA7812)
MD1	B250C100 DIL
D3, D2	1N4002 (1Y130/80)
D5	LED zelená v kolebkovém spínači
D4, D1, D21, D31	1N4148 (KA206, 222)
T1, T2, T21, T22, T31, T32	KC238B (KC508)
T5, T25, T35, T36	KC237B (KC507)
T3, T4, T6, T23,	
T24, T33, T34	KC307B (KC308B)
T37	BS108
TR1, TR2, TR3, TR4	T410/800 V (TIC206M)

Pasivní součástky

Rezistory RR 0,6 W/1 %

R51, R61	56 k Ω (47 až 68 k Ω)
R0, R17	10 Ω
R52	18 k Ω
R53	82 k Ω
R54, R56, R42	100 k Ω
R55, R3, R23, R33	3,3 k Ω (3,9 k Ω)
R1, R14, R21, R31, R41	2,2 k Ω
	(2,2 až 4,7 k Ω)
R2, R22, R32	820 k Ω * (nastavení U_{ce} = 6 V)
R4, R24, R34	3,9 k Ω
R5, R25, R35	1,2 k Ω
R6, R26, R36	27 k Ω * (nast. U_i)
R7, R27, R37	22 Ω (22 až 33 Ω)
R8, R28, R38	10 k Ω
R9, R29, R39	22 k Ω
R10, R30, R40, R43,	
R11, R31, R41, R44	1 k Ω
R15, R16	4,7 k Ω
R12	2 k Ω
R25	820 Ω

Kondenzátory elektrolytické typu SKR

C51, C1, C21	4,7 μ F/35 V
C52	22 μ F/25 V
C6, C15, C18	100 μ F/25 V
C5, C25, C35	220 μ F/10 V (100 μ F/25 V)

Ostatní kondenzátory

C2, C3, C4	100 nF, TC 35
C22, C23	68 nF, TC 35
C24	6,8 nF, TC35
C32, C33	10 nF, TC 35
C34	1 nF, TC 35
C54	33 pF, 40 V, TK
C16, C17, C19, C20	100 nF, 40 V, TK
C14	33 nF/630 V, TC 208

Ostatní součástky

P1, P2, P3	10k/N (25k/N), TP 160A/32B
Po1	630 mA - trubičková pojistka 5x20mm
TR	transformátor 2,5 VA, 230/12 V do plošných spojů
deska s plošnými spoji, distanční sloupky, propojovací kabely, knoflíky, spojovací materiál	

Barevná hudba G

Schéma zapojení je na obr. 65. Vstupní signál z univerzálního výstupu nízkofrekvenčního zařízení je veden na sluchací rezistory R51, R61. Sloučený nízkofrekvenční signál postupuje přes oddělovací elektrolytický kondenzátor C51 na čtyřnásobný operační zesilovač. První operační zesilovač slouží jako zesilovač užitečného signálu na požadovanou úroveň pro dobrou činnost dalších obvodů barevné hudby. Další tři operační zesilovače jsou využity jako „emitorové“ sledovače k oddělení a vzájemnému neovlivňování jednotlivých kmitočtových kanálů.

Předpětí pro neinvertující vstup IO1A je zabezpečeno rezistorovým děličem R52, R53 a R54. Pro potlačení nežádoucích signálů, které by se mohly vykytovat na přívodech napájecího napětí, je v děliči napětí zapojen elektrolytický kondenzátor C52.

Zesílení napětového zesilovače je nastaveno děličem R56 a R55 a je zhruba 30. Nezbytné galvanické oddělení je zabezpečeno elektrolytickým kondenzátorem C53.

Stabilitu v nadkustickém pásmu zlepšuje keramický kondenzátor C54, který velice účinně potlačuje množství vzniklých nežádoucích rozkmitání. Další tři operační zesilovače, tj. IO1B, IO1C a IO1D jsou zapojeny jako „emitorové“ zesilovače se zesílením asi 1. Jelikož jsou s předcházejícím zesilovačem slupněm vázány stejnosměrně, je na jejich výstupech polovina napájecího napětí, tj. 6 V. Tímto zapojením je hudební signál rozdělen na tři samostatné, na sobě nezávislé zvukové kanály se stejnou signálovou úrovní užitečného signálu.

Ke galvanickému oddělení elektrických potenciálů jsou použity elektrolytické kondenzátory C1, C21 a C31. Úroveň užitečného signálu můžeme podle vlastní libovůle řídít v každém kanálu samostatně potenciometry P1 až P3, aniž by se při změně řídícího napětí jednoho kanálu změnilo řídící napětí kanálu druhého.

Barevná hudba G je rozdělena na tři světelné kanály s inverzní barvou v kanálu výšek. Pro jednoduchost a snadnější vysvětlení principu si popíšeme kanál pro střední kmitočty.

Užitečný signál z potenciometru P2 je veden přes omezovací rezistor R21 na aktivní filtr, složený z tranzistoru. Kmitočtové pásmo určují hlavní kondenzátory C22, C23, které jsou zapojeny v bázi vstupního tranzistoru T21. Kondenzátor C22 určuje dolní kmitočty přenášeného pásma a kondenzátor C23 horní kmitočty tohoto kanálu. Výhodou aktivního filtru je kromě jiného i to, že zesiluje signály vybraného kmitočtového pásma, určeného pro další zpracování, a potlačuje signály nežádoucích kmitočtů.

Vybraný a zesílený signál je odebrán přes oddělovací kondenzátor C24

do usměrňovacího filtru, tvořeného tranzistorem T22. Nezbytný předpětí báze je nastaveno rezistorovým děličem R25 a R26; zároveň je tímto děličem nastaveno klidové napětí na elektrolytickém kondenzátoru C25. Je-li na bázi T22 kladná půlnová střídavého napětí, tranzistor se skokem otevře a napětí se na C25 zvýší o mezivrcholovou velikost nastupující střídavého napětí. Při záporné půlnové je tranzistor uzavřen a C25 se vybíjí přes rezistor R28. Rezistor R27 zabírá úroveň napětí tranzistoru proudových nárazy při nabíjení kondenzátoru.

Z kondenzátoru C25 je užitečný signál veden do diferenciálního zesilovače, který je tvořen tranzistory T23 a T24. K bázi T24 je připojen výstup oscilátoru a k bázi T23 výstup předcházejícího usměrňovače. Otevřen je vždy ten tranzistor, na jehož bázi je menší napětí vzhledem k zemi. To znamená, že T24 se otevře, bude-li úroveň napětí z oscilátoru menší než úroveň napětí dodávaného usměrňovačem z předcházejícího obvodu.

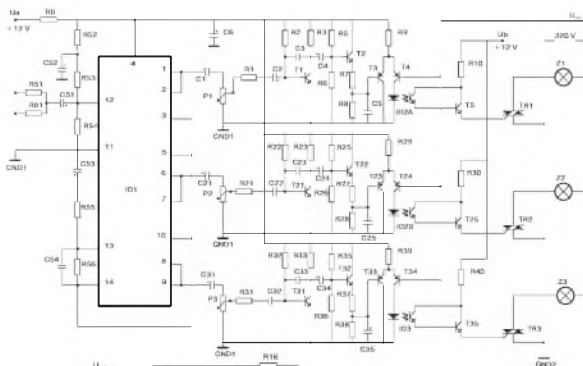
V kolektoru T24 jsou zapojeny LED optočleny, které slouží jednak ke galvanickému oddělení potenciálů v barevné hudbě a jednak k přenosu užitečného signálu do dalších obvodů barevné hudby. Klidový proud těchto diod je nastaven rezistorem R29.

Vede-li T24, rozsvítí se diody v IO2B. Osvicením bázeového přechodu optotranzistoru se tranzistor uvede do vodivého stavu a sepne výkonový tranzistor T25, který sepne triak TR2 a tím se rozsvítí žárovka žluté barvy. Spínací proud řídící elektrody triaku je nastaven rezistorem R30.

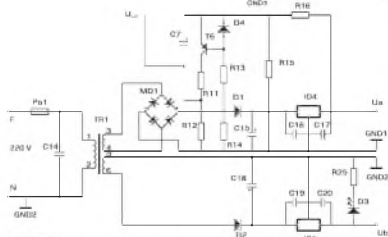
Oscilátor je osazen tranzistorem T6 a dodává záporné napětí pilotového průběhu synchronní s napětím sítě. Prochází-li sinusovka síťového napětí nulou, je napětí na rezistoru R14 menší než 6 V a přes R13 se otevírá tranzistor T6. Elektrolytický kondenzátor C7 se rychle vybíje přes rezistor R11. Zvýší-li se napětí na R14 nad 6 V, tranzistor T6 se okamžitě uzavře a elektrolytický kondenzátor C7 se začne přes rezistor R12 pomalu nabíjet. Děj se opakuje v každé půlpériodě síťového napětí na sekundární straně transformátoru TR.

Výstupní napětí pilotového průběhu má amplitudu asi 1 V. Dioda D4 chrání přechod báze emitoru tranzistoru T6 před proražením.

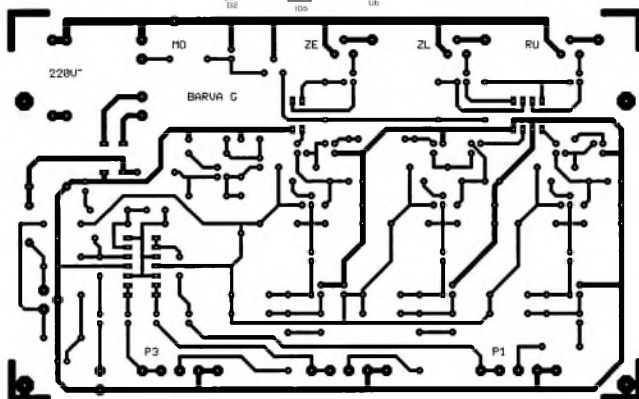
Napájení barevné hudby je řešeno velice úsporným způsobem. Na primární straně malého transformátoru, určeného pro plošné spoje, je zapojen kolebkový spínač s vestavěnou LED D3, trubičková skleněná pojistka 5x20 mm a odušňovací kondenzátor C14. Protože toto zapojení využívá ke galvanickému oddělení síťového napětí optočleny, je pro spínání síťových zá-

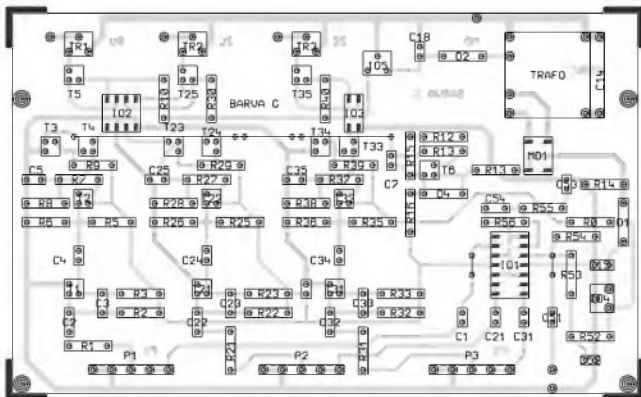


Obr. 65. Zapojení barevné hudeby G
(nahore) včetně napájecího zdroje
(vlevo)



Obr. 66. Deska s plošnými spoji
barevné hudeby G (na desce jsou i
součástky napájecího zdroje)





Obr. 67. Osazená deska barevné hudby G (i se součástkami zdroje)

rovek použito triaků a žárovky nejsou připojovány přes oddělovací transformátor. Tím se ovládací panel stal z hlediska rozměrů malý a lehký.

První část barevné hudby je napájená z usměrňovače MDF1, který je zároveň využit i pro snímání oscilátorového napětí. Přes oddělovací diodu D1 je usměrněné tepavé napětí filtrováno elektrolytickým kondenzátorem C16. Toto filtrované stejnosměrné napětí je stabilizováno plastovým stabilizátorem IO4. K výstupním svorkám tohoto stabilizátoru jsou ze strany plošných spojů připájeny blokovací keramické kondenzátory C16, C17.

Výstupní napětí 12 V je zároveň použito pomocí rezistorového děliče R15 a R16 k napájení emitoru tranzistoru T6 v obvodu oscilátoru.

"Silová" část barevné hudby, tj. obvod spínání triaků, je napájena druhým samostatným vinutím transformátoru TR. Střídavé napětí je usměrněno diodou D2 a filtrováno elektrolytickým kondenzátorem C18. Filtrované napětí je opět stabilizováno plastovým stabilizátorem napětí IO5, který má ze strany plošných spojů na své vývody připájeny blokovací keramické kondenzátory pro zlepšení stability zapojení a odstranění možnosti vzniku kmitání v nadakustickém pásmu, které se projevuje obvykle zvýšeným ohřevem stabilizátoru napětí.

K výstupu stabilizátoru IO5 je pro rovnoměrné proudové zatížení jednotlivých vinutí napájecího transformátoru ještě připojena signalizační LED zelené nebo žluté barvy (indikuje provoz zařízení) přes ochranný rezistor R25, kterým nastává procházející proud na 15 mA.

Filtry jednotlivých kanálů jsou nastaveny na přibližně tyto kmitočty:
basy - kmitočet kanálu 40 až 600 Hz,
barva žárovky červená,
střed - kmitočet kanálu 0,9 až 3 kHz,
barva žárovky žlutá,
výšky - kmitočet kanálu 3,5 až 15 kHz,
barva žárovky zelená nebo modrá.

Pokud chcete zvolit jiné vhodné kmitočty, lze postupovat buď matematicky, při čemž nutno uvažovat se středním propustným pásmem filtru při zmenšení signálu o 3 dB, nebo metodou pokusu a měření v konkrétním daném zapojení kmitočtového filtru.

Na desce s plošnými spoji je pro odstranění parazitních signálů navíc zapojen rezistor R0 a elektrolytický kondenzátor C6.

Stavba a oživení nečiní vůbec žádné obtíže a nemá žádné úskali nebo záležitosti. Před zahájením montáže je třeba zkontrolovat plošné spoje na desce opticky či měřením na možná přerušení nebo trhliny a můstky. Pasivní součástky je třeba proměřit na svou hodnotu přerušení. Také je vhodné proměřit statický zesilovací činitel tranzistorů. Pro bezproblémové oživení je vhodné použít předepsané typy tranzistorů, pak již není nutné upravovat nastavení pracovních bodů příslušnými rezistory. Jedná se o rezistory R2, R5, R22, R25, R32, R35.

Po osazení a zapájení součástek bychom měli naměřit stejnosměrné napětí asi 6 V (5 až 6 V) v těchto měřicích bodech:

IO1 - vývod č. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12;

tranzistor - kolektor T1, T21, T31;

tranzistor - emitor T2, T22, T32, T6; střídavé napětí na elektrolytickém kondenzátoru C5, C25. C35 by se mělo při běžícím potenciometru zcela vpravo měnit od 0 do 6 V.

Vstupní citlivost je uvažována mezi 150 až 250 mV. Pokud chcete zapojit barevnou hudbu na výstupní svorky reproduktorových soustav, lze tak sice učinit, ale je nutno zmenšit napěťovou úroveň přiváděného signálu rezistorem, který se zapojí do společného bodu sčítacích rezistorů R51, R61 a C51. Druhý vývod tohoto rezistoru zapojíme na GND1, tj. vývod č. 2 vstupního konektoru DIN.

Deska s plošnými spoji je na obr. 66 a rozložení součástek na obr. 67.

Seznam součástek

Polovodičové součástky

IO1	LM324 (BM324, TL084, TL074)
IO2, IO3	PC827 (2x PC817, PC826, 2x PC816)
IO4, IO5	LM7812 (MA7812)
MD1	B250C100 DIL
D1, D2	1N4002 (KY130/80)
D3	LED zelená v kolebkovém spínací
D4	1N4148 (KA206, 222...)
T1, T2, T21, T22, T31, T32	KC238B (KC508)
T5, T25, T35, T36	KC237B (KC507)
T3, T4, T6, T23, T24, T33, T34	KC307B (KC308B)
TR1, TR2, TR3	T410/800 V (TIC206M)

Pasivní součástky

Rezistory RR 0,6 W/1 %

R51, R61	56 kΩ (47 až 68 kΩ)
R0, R11	10 Ω
R52	18 kΩ
R53	82 kΩ
R54, R56	100 kΩ
R55, R3, R23, R33	3,3 kΩ (3,9 kΩ)
R1, R14, R21, R31	2,2 kΩ (2,2 až 4,7 kΩ)
R2, R22, R32	390 kΩ* (nastavení U_{ce} = 6 V)
R5, R25, R35	27 kΩ* (nastavení U_{ce} = 6 V)
R6, R26, R36	22 kΩ
R7, R27, R37	22 Ω (22 až 33 Ω)
R8, R28, R38	10 kΩ
R9, R29, R39	1,5 kΩ
R10, R30, R40, R43	1 kΩ
R15, R16	4,7 kΩ
R12	2,7 kΩ
R25	820 Ω

Kondenzátory elektrolytické typu SKR

C51, C1, C21, C31, C4, C24, C34, C2
4,7 μF/35 V

C52, C53, C7	22 μF/25 V
C6, C16, C18	100 μF/25 V
C5, C25, C35	220 μF/10 V (100 μF/25 V)

Ostatní kondenzátory

C3	470 nF, TC 35
C22	220 nF, TC35
C23	68 nF, TC35
C32	10 nF, TC35
C33	1 nF, TC35
C54	33pF/40 V, TK
C16, C17, C19, C20	100 nF, 40 V, TK
C14	33 nF/630 V, TC 208

Ostatní součástky

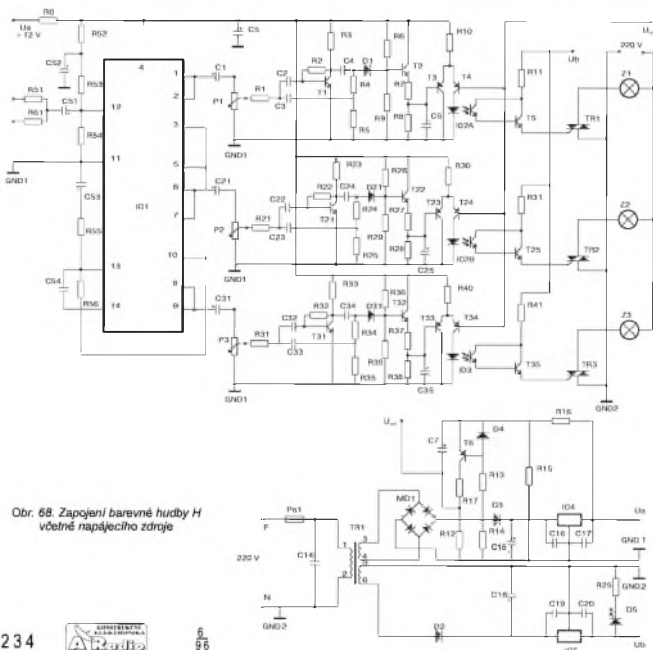
P1, P2, P3	10k/N (25k/N), TP 160A/32B
Po1	630 mA, trubičková pojistka 5x20mm
TR	transformátor 2,5 VA, 230/12 V do plošných spojů

deska s plošnými spoji, distanční
sloupky, propojovací kabely, knoflíky,
spojovací materiál

Barevná hudba H

Schéma zapojení je na obr. 68. Vstupní signál z univerzálního výstupu nízkofrekvenčního zařízení je veden na slučovací rezistory R51, R61, které jsou součástí vstupního konektoru DIN. Sloučený nízkofrekvenční signál postupuje přes oddělovací elektrolytický kondenzátor C51 na čtyřmásobný operační zesilovač. U tohoto integrovaného obvodu je využit jeden z operačních zesilovačů k zesílení užitečného signálu na úrovni, požadované pro dobrou činnost dalších obvodů barevné hudby. Další tři operační zesilovače jsou využity jako „emitorové“ sledovače k oddělení a vzájemnému neovlivňování jednotlivých kmitočtových kanálů.

Předpětí pro neinvertní vstup IO1A je zabezpečeno rezistorovým děličem R52, R53 a R54. Pro potlačení nežádoucích signálů v rozvodu napájecího napětí, je v děliči napětí zapojen elektrolytický kondenzátor



Obr. 68. Zapojení barevné hudby H včetně napájecího zdroje

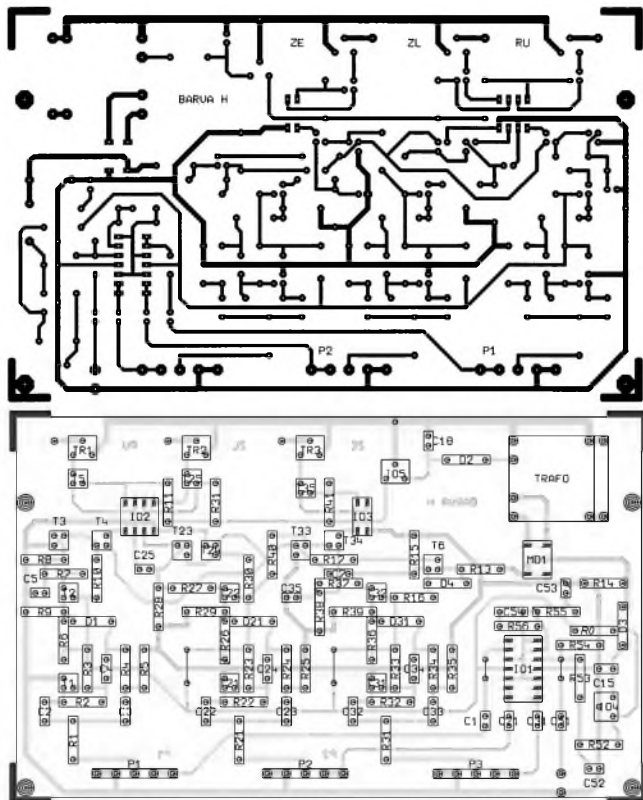
C52. Zesílení napětového zesilovače je nastaveno děličem R56 a R55 a je zhruba 30. Nezbytné galvanické oddělení je zabezpečeno elektrolytickým kondenzátorem C53. Stabilitu v nadkustickém pásmu zlepšuje keramický kondenzátor C54, který velice účinně potlačuje možnost vzniku kmitání.

Další tři operační zesilovače, tj. IO18, IO1C a IO1D, jsou zapojeny jako jako „emitorové“ zesilovače se

zesílením asi 1. Jelikož jsou na předcházející zesilovací stupeň vázány stejnosměrně, je na jejich na výstupu polovina napájecího napětí, tj. 6 V. Zapojením je tedy nízkofrekvenční signál rozdělen na tři samostatné, na sobě nezávislé kmitočtové kanály se stejnou signálovou úrovní užitečného signálu. Ke galvanickému oddělení e-lektrických potenciálů jsou v zapojení použity elektrolytické kondenzátory

C1, C21 a C31. Úroveň užitečného signálu můžeme řídit v každém kanále samostatně potenciometry P1 až P3, aniž by se při změně řídicího napětí jednoho kanálu změnilo řídicí napětí v kanálu druhém.

Barevná hudba H je rozdělena na tři světelné kanály bez inverzní barvy. Pro jednoduchost a snadnější vysvětlení principu si popíšeme kanál pro basy - červenou barvu.



Obr. 69, 70. Deska s plošnými spoji barevné hudby H a její osazení součástkami (včetně součástek zdroje)

Užitečný signál z potenciometru P1 je veden přes omezovací rezistor R1 na aktivní filtr. Aktivní filtr používá jako aktivní polovodičovou součástku tranzistor. Pro dobrou činnost stačí volit selektivitu pásmového filtru 6 dB/oktávu.

Kmitočtové pásmo basů určují především kondenzátor C4 a rezistor R4. Kondenzátor C4 určuje dolní mez kmitočtu přeneseného pásma a rezistor R4 horní mez kmitočtu tohoto kanálu. Kondenzátory C2, C3 jsou kondenzátory vazebními a mají přibližně stejnou kapacitu jako C4. Výhody aktivního filtru byly popsány u předcházející konstrukci.

Vybraný a zesílený signál je usměrněn diodou D1 a vstupuje do usměrňovacího filtru, tvořeného tranzistorem T2. Nezbytné předpětí báze je nastaveno rezistorovým děličem R6 a R5 a zároveň je tímto děličem nastaveno klidové napětí na elektrolytickém kondenzátoru C5. Je-li na bázi T2 kladná půlka střídavého napětí, tranzistor se skokem otevře a napětí na C5 se zvětší o mezivrcholové vstupní střídavé napětí. Při zaporné půlce je tranzistor uzavřen a C5 se vybíjí přes rezistor R8. Tranzistor R7 zabráňuje zničení tranzistoru před proudovými nárazy při nabíjení kondenzátoru.

Z kondenzátoru C5 je užitečný signál veden do diferencičního zesilovače, který je tvořen tranzistory T3 a T4. K bázi T4 je připojen výstup oscilátoru a k bázi T3 výstup předcházejícího usměrňovače. Otevřen je vždy ten tranzistor, na jehož bázi je menší napětí vzhledem k zemi. To znamená, že T4 se otevře, bude-li úroveň napětí z oscilátoru menší než úroveň napětí dodávaného usměrňovačem z předcházejícího obvodu.

V kolektoru T4 jsou zapojeny LED optočleny, které slouží jednak ke galvanickému oddělení potenciálů v barevné hudbě a jednak k přenosu užitečného signálu do dalších obvodů barevné hudby. Statický proud těchto diod nastaven rezistorem R10. Vede-li T4, rozsvítí se diody v IO2A. Osvícením bazového přechodu optotranzistoru svitem LED se tento tranzistor uvede do vodivého stavu a sepne výkonový tranzistor T5, který sepne triak TR1, proto se rozsvítí žárovka červené barvy.

Spínací proud řídící elektrody triaku je nastaven rezistorem R11.

Oscilátor je osazen tranzistorem T6 a dodává záporné napětí plovivého průběhu synchronní s napětím sítě. Prochází-li sinusovka síťového napětí nulou, je napětí na rezistoru R14 menší než 6 V a přes R13 se otevírá tranzistor T6. Elektrolytický kondenzátor

C7 se rychle vybije přes rezistor R12. Zvětší-li se napětí na R14 nad 6 V, tranzistor T6 se okamžitě uzavře a elektrolytický kondenzátor C7 se začne přes rezistor R12 pomalu nabíjet.

Děj se opakuje v každé půlperiode síťového napětí na sekundární straně transformátoru TR. Výstupní napětí plovivého průběhu má amplitudu asi 1 V. Dioda D4 chrání přechod báze-emitor tranzistoru T6 před proražením.

Napájení barevné hudby je řešeno velice úsporným způsobem. Na primární straně malého transformátoru, určeného pro plošné spoje, je zapojen kolečkový spínač s vestavěnou LED D3, trubčiková skleněná pojistka 5x20 mm a odrušovací kondenzátor C14. Protože jsou v zapojení využity ke galvanickému oddělení síťového napětí optočleny, jsou pro spínání síťových žárovek použity triaky a žárovky nevyžadují nutnost připojit je k síti přes robustní oddělovací transformátor.

Tim se stal ovládací panel z hlediska rozměrů malý a lehký.

První část barevné hudby je napájena z usměrňovače MDF1, který je zároveň využit i pro snímání oscilátorového napětí. Přes oddělovací diodu D1 je usměrněné tepavé napětí filtrováno elektrolytickým kondenzátorem C16. Toto filtrované stejnosměrné napětí je stabilizováno plastovým stabilizátorem IO4.

K výstupním svorkám stabilizátoru jsou ze strany plošných spojů připájeny blokovací keramické kondenzátory C16, C17.

Výstupní napětí 12 V je zároveň využito pomocí rezistorového děliče R15 a R16 k napájení emitoru tranzistoru T6 v obvodu oscilátoru. Síťová část barevné hudby, tj. obvody spínání triaků, je napájena druhým samostatným vinutím transformátoru TR. Střídavé napětí je usměrněno diodou D2 a filtrováno elektrolytickým kondenzátorem C18. Filtrované napětí je opět stabilizováno plastovým stabilizátorem napětí IO5, který má ze strany plošných spojů na své vývody připájeny blokovací keramické kondenzátory pro zlepšení stability zapojení a odstranění možnosti rozkmitání v nadakustickém pásmu - to se obvykle projevuje zvýšeným ohřevem pouzdra integrovaného stabilizátoru napětí.

K výstupu stabilizátoru IO5 je pro rovnoměrné proudové zatížení jednotlivých vinutí napájecího transformátoru ještě připojena signalizační LED zelené nebo žluté barvy (indikuje provoz zařízení) přes ochranný rezistor R25, kterým nastavíme proud svitlivou diodou na 15 mA.

Filtry jednotlivých kanálů jsou nastaveny na přibližně tento kmitočet:

bas - kmitočet kanálu 40 až 600 Hz, barva žárovky červená,
střed - kmitočet kanálu 0,9 až 3 kHz, barva žárovky žlutá,
výšky - kmitočet kanálu 3,5 až 15 kHz, barva žárovky zelená nebo modrá.

Chcete-li zvolit jiné, vhodnější kmitočty, lze postupovat buď matematicky a uvažovat při tom se středním propustným pásmem filtru při zmenšení signálu o 3 dB, nebo metodou pokusu a měření v konkrétním daném zapojení kmitočtového filtru.

Na desce s plošnými spoji jsou pro odstranění parazitních signálů navíc zapojeny rezistor R0 a elektrolytický kondenzátor C6.

Stavba o oživení nečiní žádné obtíže a nema žádná uskalt nebo záudnosti. Před zahájením montáže je však nutné zkontrolovat plošné spoje opticky na možná přerušení nebo trhliny a mýstky a pasivní součástky proměřit na svod nebo přerušení. Taktéž je vhodné proměřit staticky zesilovací činitel tranzistorů. Pro znašší oživení je vhodné použít předepsané typy, které již nevyžadují nastavení pracovních bodů příslušnými rezistory. Jedná se o rezistory R2, R6, R22, R26, R32, R36.

Po osazení a zapájení douček, bychom měli naměřit stejnosměrné napětí asi 6 V (5 až 6 V) v těchto měřicích bodech:

IO1 - vývod č. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12,

tranzistor - kolektor T1, T21, T31, tranzistor - emitor T2, T22, T32, T6, střídavé napětí na elektrolytických kondenzátorech C5, C25, C35 by se mělo při běžicích potenciometrů nastavených zcela vpravo na doraz měnit od 0 do 6 V při průchodu užitečného signálu.

Vstupní citlivost je uvažována mezi 150 až 250 mV. Pokud chcete zapojit barevnou hudbu na výstupní svorky reproduktorových soustav, lze tak učinit, je však nutné zmenšit napěťovou úroveň přiváděného signálu rezistorem, který se zapojuje do společného bodu sčítacích rezistorů R51, R61 a kondenzátoru C51. Druhý vývod tohoto rezistoru zapojíme na GND1, tj. vývod č. 2 vstupního konektoru DIN.

Deska s plošnými spoji je na obr. 69 a rozložení součástek na obr. 70.

Seznam součástek

Polovodičové součástky	
IO1	LM324 (BM324, TL084, TL074)
IO2, IO3	PC827 (2x PC817, PC 826, 2x PC816)
IO4, IO5	LM7812 (MA7812)
MD1	B250C 100DIL
D3, D2	1N4002 (KY130/80) LED zelená v kolečkovém spínači

D4, D1, D21, D31 1N4148 (KA206, 222)
 T1, T2, T21, T22, T31, T32 KC238B (KC508)
 T5, T25, T35, T36 KC237B (KC 507)
 T3, T4, T6, T23, T24, T33, T34 KC237B (KC308B)
 TR1, TR2, TR3, TR4 T410/800 V (TC206M)

Pasivní součástky

Rezistory RR 0,6 W/1 %

R51, R61 56 k Ω (47 až 68 k Ω)
 R0, R17 10 Ω
 R52 18 k Ω
 R53 82 k Ω
 R54, R56, R42 100 k Ω
 R55, R3, R23, R33 3,3 (3,9) k Ω
 R1, R14, R21, R31, R41 2,2 (2,2 až 4,7) k Ω
 R2, R22, R32 390 k Ω * (nastavení U_{ce} = 6 V)
 R4, R24, R34 3,9 k Ω
 R5, R25, R35 1,2 k Ω
 R6, R26, R36 27 k Ω
 R7, R27, R37 22 Ω (22 až 33 Ω)
 R8, R28, R38 10 k Ω
 R9, R29, R39 22 k Ω
 R10, R30, R40, R43, R11, R31, R41, R44 1 k Ω
 R15, R16 4,7 k Ω
 R12 2,7 k Ω
 R25 820 Ω

Kondenzátory elektrolytické typu SKR

C51, C1, C21 4,7 μ F/35 V
 C52 22 μ F/25 V
 C6, C16, C18 100 μ F/25 V
 C5, C25, C35 220 μ F/10 V (100 μ F/25 V)

Ostatní kondenzátory

C2, C3, C4 100 nF, TC 35
 C22, C23 68 nF, TC35
 C24 6,8 nF, TC35
 C32, C33 10 nF, TC35
 C34 1 nF, TC35
 C54 33 pF/40 V, TK
 C16, C17, C19, C20 100 nF/40 V, TK
 C14 33 nF, 630 V, TC 208

Ostatní součástky

P1, P2, P3 10k/N (25k/N) TP 160A/32B
 Po1 630 mA, trubčková pojistka 5x20 mm
 TR transformátor 2,5 VA, 230/12 V do plošných spojů

deska s plošnými spoji, distanční desky, propojovací kabely, knoflíky, spojovací materiál

Praktické zkušenosti

Při dodržení zásad správné montáže a při alespoň minimální kontrole pasivních součástek na zkrat a svod a plošných spojů proti světlu na přerušení pracuji barevné hudby bez obtíží při oživování na první zapojení.

Je jen věcí konstruktéra, pro kterou barevnou hudbu se rozhodne. Doporučuji stavět z hlediska snížení namáhání očí barevné hudby, které mají inverzní barvu. Žárovky je vhodné umístit tak, aby nesvítily přímo do očí.

U všech barevných hudeb není třeba nic nastavovat. Filtry byly navrženy po dlouhodobém zkoušení nejružnějších filtrů a kmitočtů. Domnívám se, že zde předložené návody splňují ty nejnáročnější požadavky na barevnou hudbu.

Světelný panel je možné použít podle vlastní fantazie a umístění. Lze použít barevné, ale i číre žárovky, umístěné buď v barevných reflektorech nebo s barevnou fólií v ochranném skle. Barevné organické sklo doporučuji jen pro žárovky do příkonu 25 W. Já sám jsem použil reflektory 40 W dovezené na tuzemský trh z Polska, které jsem umístil do hi-fi stolu v obývacím pokoji. Svítí velice příjemně a mají příznivou cenu. Také se dají použít žárovky od výrobce PHILIPS, které jsou však několikrát dražší. Je možné použít i reflektory do mlyh, které vyrábí Autopal Rychnov a povrch skel nastříkat eterocelulozovým lakem - výrobce Colorlak Uherské Hradiště.

U barevných hudeb, které používají regulaci ve všech kmitočtových kanálech, doporučuji místnost intímne přisvětlit tlumeným světlem.

K odrušení stačí svitkový kondenzátor TC 208/33 nF, který je připojen ze strany plošných spojů přímo na vývod napájecího transformátoru. Skříňku lze použít jak kovovou s přímennou flexošňurou, tak i z PVC, u něhož stačí již jen dvoupramenná flexošňura.

Zrychlit nebo zpomalit odezvu na průchod signálu a tím zrychlit nebo zpomalit odezvu (blikání) žárovky je možné změnou kapacity kondenzátorů C5, C25, C35. Zvětšováním kapacity se odezva prodlužuje a zmenšováním se dosáhne rychlejšího rozsvětlování a zhasínání žárovek.

Další možnou variantou je čtyřkanálová barevná hudba s oběma typy aktivních filtrů bez připojení inverzní barvy, nebo dokonce čtyřkanálová barevná hudba s inverzní (pátou) barvou. Desku s plošnými spoji by bylo možno řešit tak, že by současný rozměr desek s plošnými spoji zůstal zachován a oscilátor by byl umístěn na samostatné destičce. Se základní deskou by byl propojen kabely nebo konektorem. Druhé řešení by spočívalo ve zvětšení rozměrů desky s plošnými spoji.

Závěrem chci popřát všem zájemcům o konstrukce mnoho radosti se sestavováním a oživováním a upozorňuji, že všechny popisované moduly lze objednat jako stavebnice osazené a oživené nebo stavebnice neosazené a neoživené. Cenové relace jednotlivých stavebnic zašlu oproti známce. Korespondenční listky prosím nezasiílejte. Chci však všechny upozornit na skutečnost, že případné dotazy stavebnic lze očekávat až asi po 30 dnech od zaslání závazné objednávky na adresu autora. Relativně dlouhé dodací lhůty jsou způsobeny mnoha okolnostmi, na něž mám jen malý (nebo vůbec žádný) vliv - dodávky součástek, dotazy čtenářů apod.

Koupím zláčené konektory URS - TAH 2 (2x13 špiček v černém plastu), KO 48 (4x12 špiček v průhledném plastu) a všechny typy zláčených ruských konektů, i jiné druhy.
 Informace na tel.: 4026191, p. Modis, na Belarži 16, Praha 12, 142 00. Tato nabídka platí stále.

Za přízeň a pozorné čtení jednotlivých řádků až do konce tohoto čísla

upřímně děkuje autor

Ing. Zdeněk Zátopek
 Zimmlerova 27
 700 30 Ostrava-Zábřeh

Použitá literatura

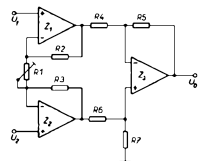
Jurkovič, K.; Zol, J.: Příručka nízkofrekvenční obvodové techniky.
 Nečáček, S.: Radiotechnika do kapsy
 AB3, A4, A11, A9, ročníky 1973, 1976, 1990, 1992.
 GM electronic, konstrukční katalog
 SGS Thomson, konstrukční katalog
 PHILIPS, konstrukční katalog
 TESLA, aplikace integrovaných obvodů.

Oprava ke KE3/96

„Zapojení s operačními zesilovači“

V Konstrukci elektronice č. 3/96 si prosím opravte obr. 20, do kterého se mi vloudila chyba, podle obrázku zde uvedeného. Všem čtenářům se velmi omlouvám.

Jaroslav Belza



Obr. 20. Pístrojový zesilovač

HES s.r.o.

OPRAVY

MÉRICÍCH PŘÍSTROJŮ

- ✓ OSCILIOSKOPI
- ✓ MULTIMETRY
- ✓ ZDROJE
- ✓ GENERÁTORY
- ✓ ČÍTAČE
- ✓ MÉRICE FYZ VELIČIN

HES s.r.o., Ostopovice

U dráhy 14, BRNO - venkov

PSC 664 41

tel./fax 05/351373, tel. 352919

Sběrny pro Slovensko:

HES-Zberňa: Tulipánova 3
 841 01 Bratislava
 tel.: 07/781053

HES-Zberňa: P.O. BOX č. 46
 915 01 Nové Mesto n.Váh.