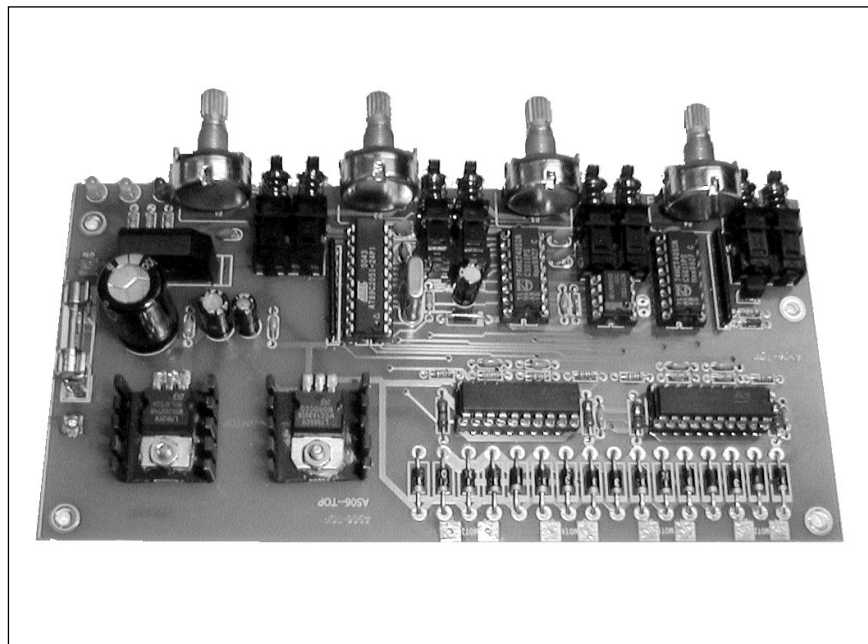


Amatérské radio**Vydavatel:** AMARO spol. s r.o.**Adresa vydavatele:** Radlická 2, 150 00 Praha 5,
tel.: 57 31 73 14**Redakce:** Alan Kraus, kraus@jmtronic.cz**Adresa redakce:** Na Beránce 2, 160 00
Praha 6. tel.: 22 81 23 19**Ročně vychází** 6 čísel, cena výtisku 30 Kč.
Roční předplatné 156 Kč**Rozšiřuje** PNS a.s., Transpress spol. s r. o.,
Mediaprint & Kapa a soukromí distributoři.**Předplatné v ČR** zajišťuje Amaro spol. s r. o.
-Michaela Jiráčková, Hana Merglová (Radlická 2, 150 00 Praha 5, tel./fax: (02) 57 31 73 13, 57 31 73 12). Distribuci pro předplatitele také provádí v zastoupení vydavatele společnost Předplatné tisku s. r. o., Abocentrum, Moravské náměstí 12D, P. O. BOX 351, 659 51 Brno; tel.: (05) 4123 3232; fax: (05) 4161 6160; abocentrum@pns.cz; reklamace - tel.: 0800 -171 181.**Objednávky a předplatné** v Slovenskej republike vybavuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., Teslova 12, P. O. BOX 169, 830 00 Bratislava 3, tel./fax: 02/44 45 45 59, 44 45 06 97 - předplatné, tel./fax: 02/44 45 46 28 - administratíva
E-mail: magnet@press.sk.**Podávání novinových zásilek** povoleno Českou poštou - ředitelstvím OZ Praha (č.j. nov 6280/97 ze dne 22.8.1997)**Inzerce v ČR** přijímá vydavatel, Radlická 2, 150 00 Praha 5, tel./fax: (02) 57 31 73 14.**Inzerce v SR** vyřizuje MAGNET-PRESS Slovakia s. r. o., Teslova 12, 821 02 Bratislava, tel./fax: 02/44 45 06 93.**Za původnost** příspěvku odpovídá autor.Otisk povolen jen s **uvedením původu**.Za obsah **inzerátu** odpovídá inzerent.Redakce si vyhrazuje **právo neuveřejnit** inzerát, jehož obsah by mohl poškodit pověst časopisu.**Nevyžádané rukopisy** autorům nevracíme.Právní nárok na **odškodnění** v případě změn, chyb nebo vynechání je vyloučen.**Veškerá práva vyhrazena.**

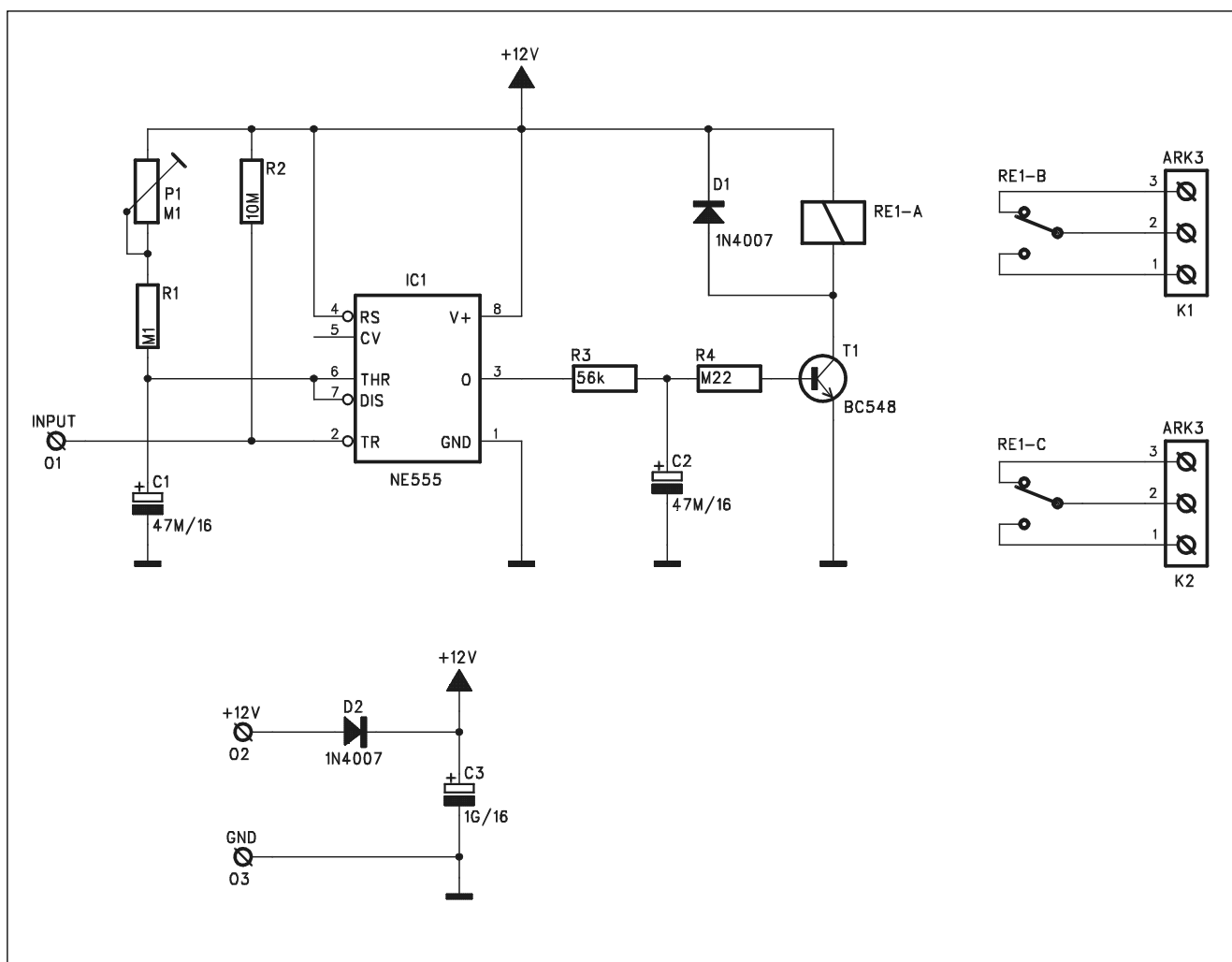
ISSN 1212-1843

© AMARO spol. s r. o.

Obsah

Obsah	1
Dotykový alarm	2
Co se připravuje	3
Alarm k ledničce	4
Váhový filtr „A“	5
Stereofonní sluchátkový zesilovač	9
Regulátor otáček pro motorek ventilátoru	13
Předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku	15
Předzesilovač pro kondenzátorový mikrofon	18
Distribuční zesilovač pro sluchátka	20
Korekční předzesilovač RIAA	24
Zkratoměř s nastavitelnou citlivostí	26
Nabídka stavebnic	30
Objednací lístek pro předplatitele	32

Dotykový alarm



Obr. 1. Schéma zapojení dotykového alarmu

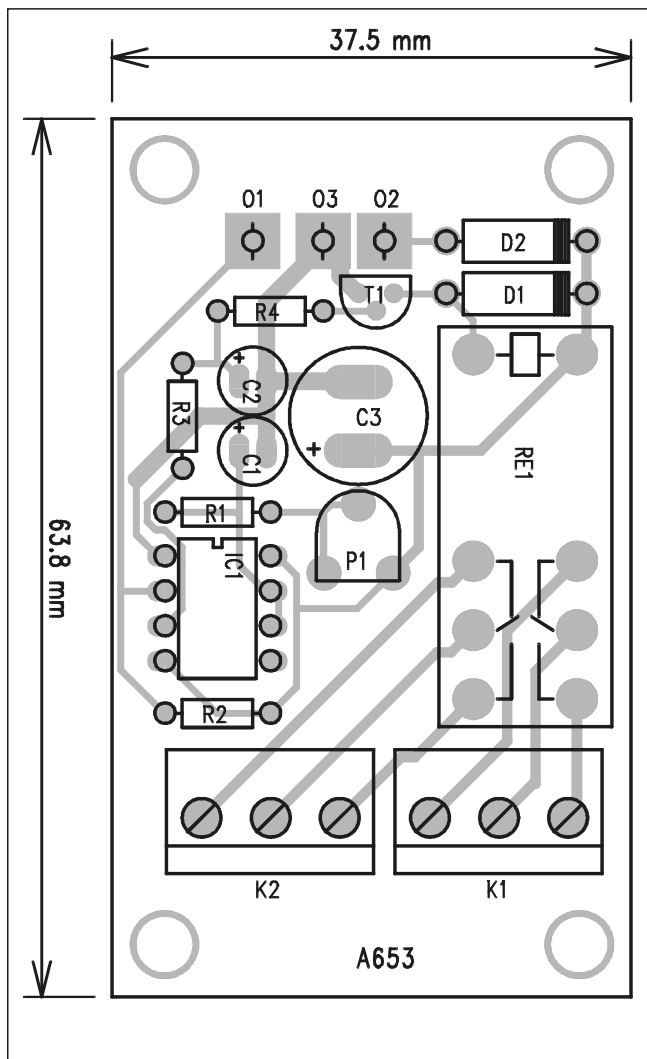
Velmi často potřebujeme zamezit nežádoucí manipulaci s určitými předměty. Pokud jsou vodivé, můžeme použít následující jednoduché zapojení dotykového alarmu. Schéma obvodu je na obr. 1. Obvod využívá známý časovač NE555. Spouštěcí vstup (vývod 2) je připojen k hlídanému předmětu. Tím může být například klika dveří, petlice visacího zámku, nebo jiný kovový předmět. Autor původního projektu s úspěchem využíval toto jednoduché zapojení k signalizaci nedovolené manipulace s kamerami bezpečnostního systému na univerzitě, kde pracoval. Podmínkou je, že snímač (hlídaný předmět) nesmí být uzemněn. V tom

případě by při dotyku nedošlo ke spuštění časovače. Na výstupu alarmu je zapojeno relé s dvojicí přepínacích kontaktů, ke kterým můžeme připojit libovolnou externí signalizaci. Obvod je napájen stejnosměrným napětím 12 V. Vzhledem k nízké spotřebě obvodu můžeme použít běžný zásuvkový adaptér.

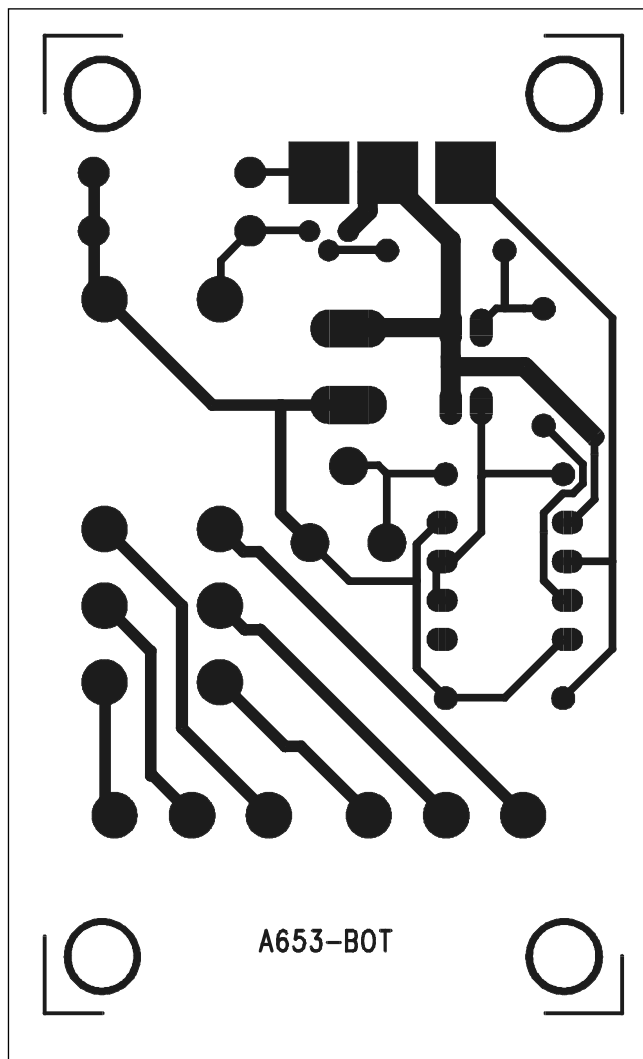
Stavba

Alarm je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 37,5 x 63,8 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany spojů

(BOTTOM) je na obr. 3. Stavba alarmu je velmi jednoduchá. Vzhledem k charakteru spínání, kdy je k aktivaci využít svodový odpor těla, je zapojení vhodné pouze pro určité aplikace (viz úvod). Na druhou stranu je pořizovací cena alarmu z šuplíkových zásob minimální. "Nejdražší" součástí v případě nákupu nových dílů je asi relé. Použitý typ má však standardní rozteč a zapojení vývodů, takže i zde je možnost použít něco ze zásob. Jediný požadavek je, aby relé bylo na 12 V. Při nižším jmenovitém napětí musíme použít předřadný odpor, ale stoupá spínací proud díky menšímu odporu cívky.



Obr. 2. Rozložení součástek na desce alarmu



Obr. 3. Obrazec desky spojů (BOTTOM). M 2:1

Seznam součástek

R1	100 k Ω	C1	47 μ F/16 V	T1	BC548
R2	10 M Ω	C2	47 μ F/16 V	K1	ARK210/3
R3	56 k Ω	C3	1 mF/16 V	K2	ARK210/3
R4	220 k Ω	D1	1N4007	P1	M1/PT6-H
IC1	NE555	D2	1N4007	RE1	RELE-EMZPA92

Co se připravuje

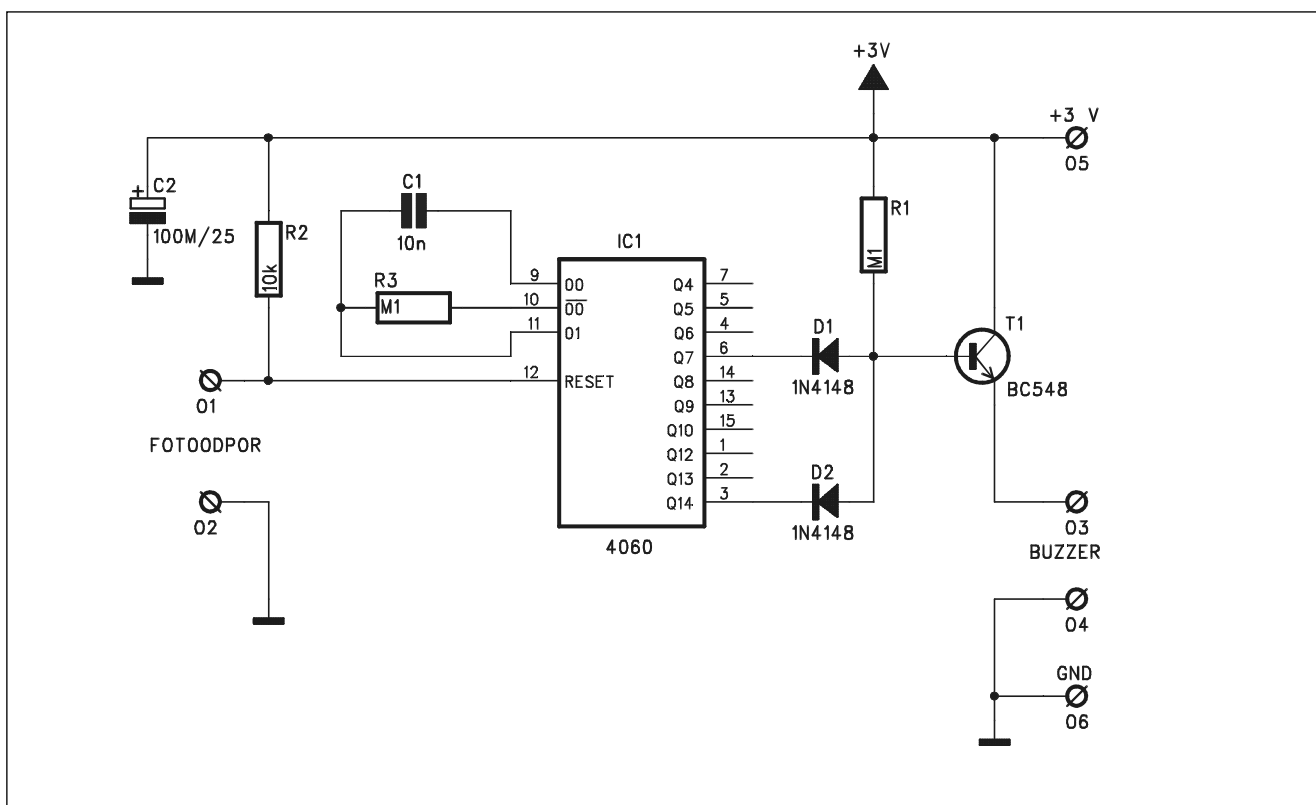
V poslední době mě velmi překvapil velký zájem čtenářů o konstrukce z oblasti koncových zesilovačů. Předpokládal jsem, a to i vzhledem k objemu našeho trhu, že tato oblast je dostatečně pokryta jak finálními

výrobky nejrůznějších cenových i kvalitativních kategorií, tak i řadou cenově dostupných stavebnic a modulů od řady tuzemských dodavatelů. Při podrobnějším prostudování existující nabídky jsem

ale zjistil, že řada nabízených konstrukcí je již zastaralá, používá "fousatá" zapojení z osmdesátých let nebo některé typy integrovaných

Pokračování na str. 8

Alarm k ledničce



Obr. 1. Schéma zapojení alarmu k ledničce

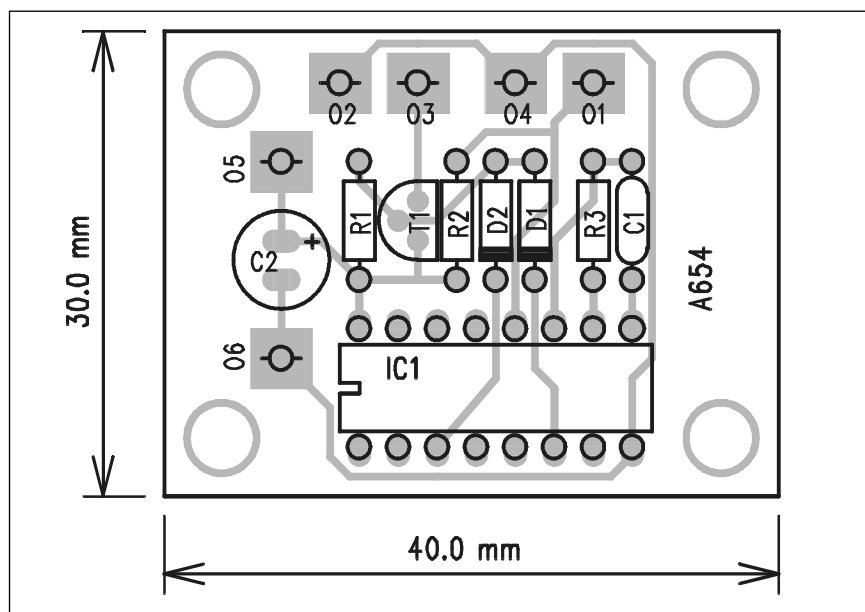
Moderní chladničky a mrazicí boxy bývají často vybaveny zařízením, které signalizuje nedovření dvířek. Ty způsobují zvýšenou spotřebu energie, případně při déletrvajícím otevření i zvýšení teploty a možnost zkažení přechovávaných potravin. Starší modely ale tuto užitečnou funkci většinou postrádají. Uvedené zapojení hlídá pootevření dveří a při delší době otevření sepne akustickou signalizaci.

Popis

Schéma zapojení je na obr. 1. Základem je dělička s integrovaným RC oscilátorem MOS4060. Pro kontrolu otevření dvířek je do prostou chladničky (mrazničky) instalován fotoodpor. Pokud má chladnička vnitřní osvětlení, umístíme fotoodpor poblíž žárovky. V případě, že je bez osvětlení, umístíme fotoodpor těsně u dvířek. Pokud zůstanou nedovřeny,

mělo by světlo procházející škvírou fotoodpor osvětlit. V noci (potmě) tato

kombinace bohužel nefunguje. Je-li fotoodpor ve tmě, je jeho odpor vysoký



Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji

Váhový filtr "A"

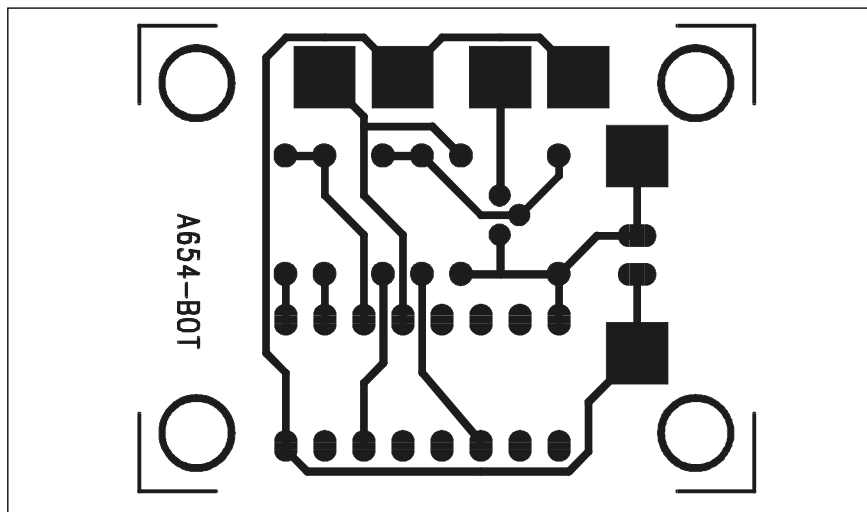
Při měření zejména šumových vlastností elektroakustických zařízení se většinou omezuje celkové kmitočtové spektrum pouze na určitou vybranou část. Případný šum v signálu mimo slyšitelné pásmo totiž může zkreslovat výsledky, takže subjektivní posouzení testovaného zařízení se může lišit od naměřených výsledků. Omezení kmitočtového pásma je buď pouze "oříznutím" zdola a shora, přičemž ve střední části je kmitočtový průběh rovný (typicky např. 22 Hz až 22 kHz nebo 20 Hz až 80 kHz), v tom případě hovoříme o tzv. neváhových filtrech, nebo má filtr

speciální průběh s maximem v oblasti 1 až 2 kHz a kmitočty vzdálenější od maxima jsou více potlačeny. Tyto filtry se nazývají váhové. Nejčastěji se používají typu "A" a CCIR. Další vlastností je způsob vyhodnocování při měření - efektivní hodnota nebo špičková, ale to je již nad rámec tohoto článku a je to spíše vlastnost (nebo schopnost) měřícího zařízení. V oblasti zvukové techniky se nejčastěji používá právě váhový filtr typu A. Jeho kmitočtová charakteristika zohledňuje průběh citlivosti lidského ucha, které je nejcitlivější právě v oblasti kolem 1 kHz. Pokud

srovnáme naměřené údaje odstupů signál/šum pro neváhový filtr (např. 22 Hz až 22 kHz) a váhový filtr A, bývá odstup s váhovým filtrem o několik dB lepší. Kmitočtová charakteristika váhového filtru "A" je dána normou. V následujícím příspěvku jsou popsány dvě varianty váhového filtru typu A, základní a optimalizovaná.

Popis

Schéma zapojení jednodušší varianty je na obr. 1. Filtr je aktivní s dvojnásobným operačním zesilo-



Obr. 3. Obrazec desky spojů (BOTTOM). Měřítko 2:1

a napětí na vstupu reset (vývod 12) blokuje generátor. Při osvětlení fotoodporu jeho odpor poklesne a oscilátor obvodu IC1 se rozeběhne. Přibližně po 30 vteřinách se výstup Q14 překlápí do vysoké úrovně a pulzující výstup Q7 v případě vysoké úrovně zajistí sepnutí tranzistoru T1. V jeho emitoru je zapojen samobudící piezoměnič, případně jiná signalizace. Obvod je napájen poměrně nízkým napětím 3 V. Můžeme použít lithiovou baterii nebo dva tužkové články. V klidovém stavu je spotřeba alarmu velmi nízká.

Pokud nebudou dvířka otvírány na déle než 30 s, je životnost baterie dostatečná.

Stavba

Alarm je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 30 x 40 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany součástek (BOTTOM) je na obr. 3. Zapojení neobsahuje žádné nastavovací prvky a při pečlivé stavbě by mělo pracovat

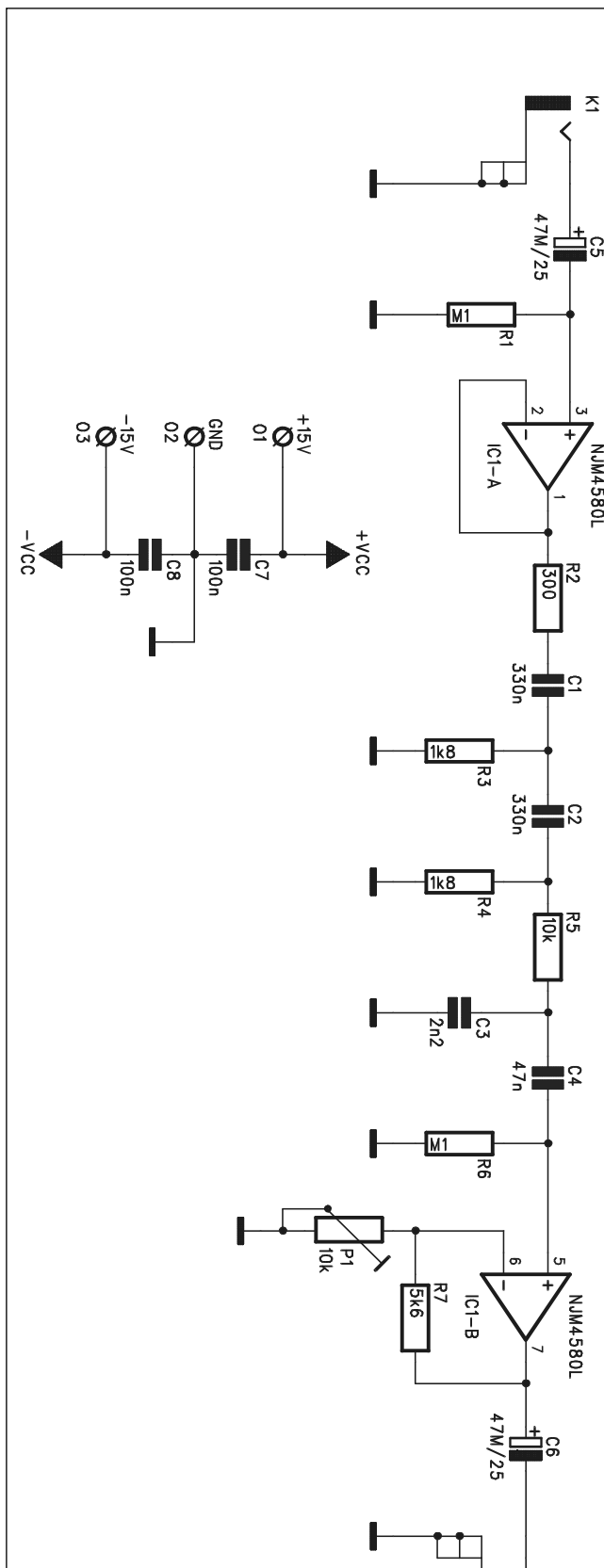
na první pokus. Destičku s baterií a piezoměničem vložíme do vhodné krabičky, fotoodpor upevníme do chladničky (viz popis) a s alarmem propojíme slabým ohebným kablíkem. Ten by neměl vadit při zavírání dvířek. Pokud by byla citlivost alarmu příliš nízká nebo obráceně vysoká, můžeme upravit hodnotu odporu R2.

Závěr

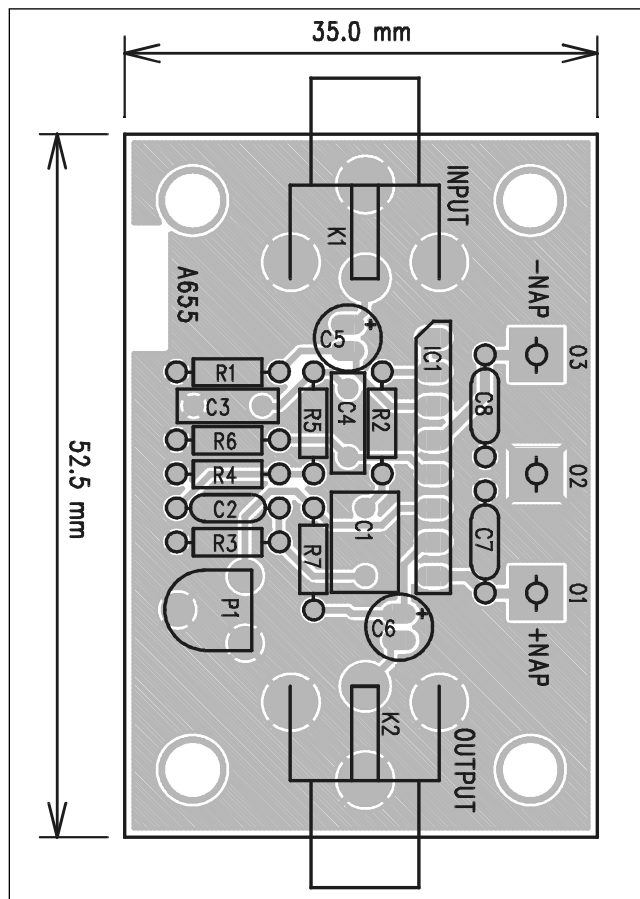
Popsané zapojení je užitečným doplňkem starších typů chladniček. Zejména u těch již často bývá unavené gumové těsnění a snadno se tak mohou otevřít.

Seznam součástek

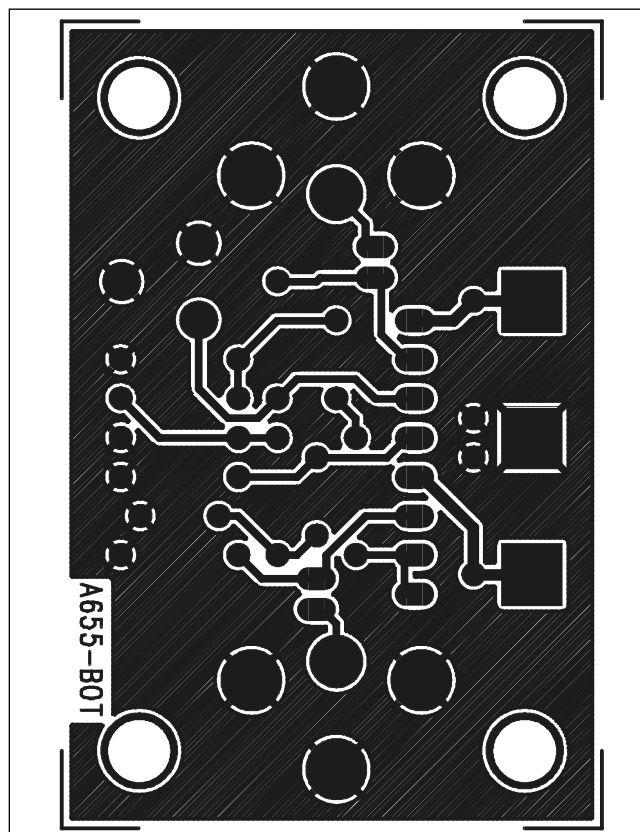
R1	100 kΩ
R2	10 kΩ
R3	100 kΩ
C1	10 nF
C2	100 μF/25
D1	1N4148
D2	1N4148
IC1	4060
T1	BC548



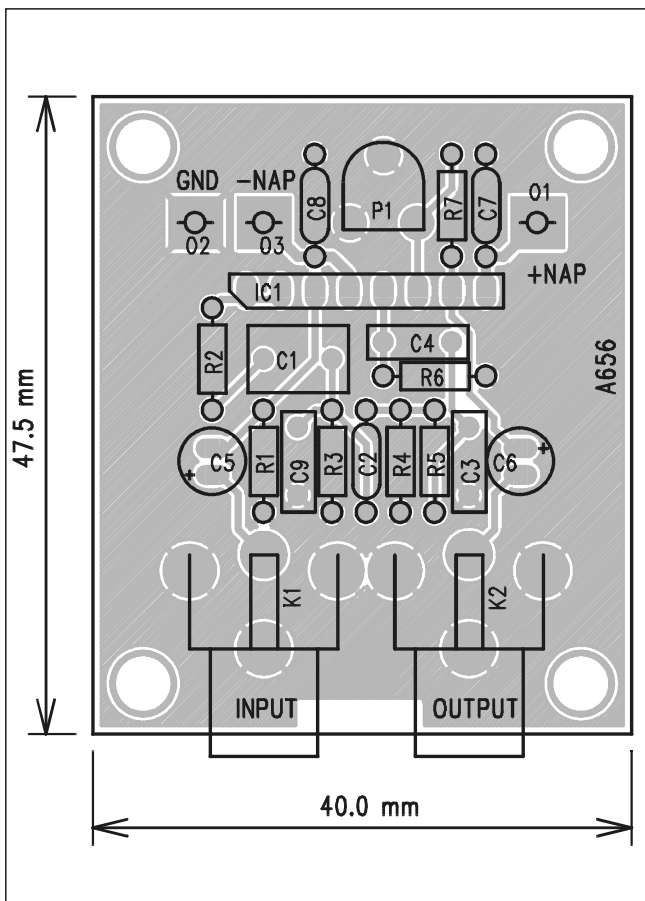
Obr. 1. Schéma zapojení A filtru typ I



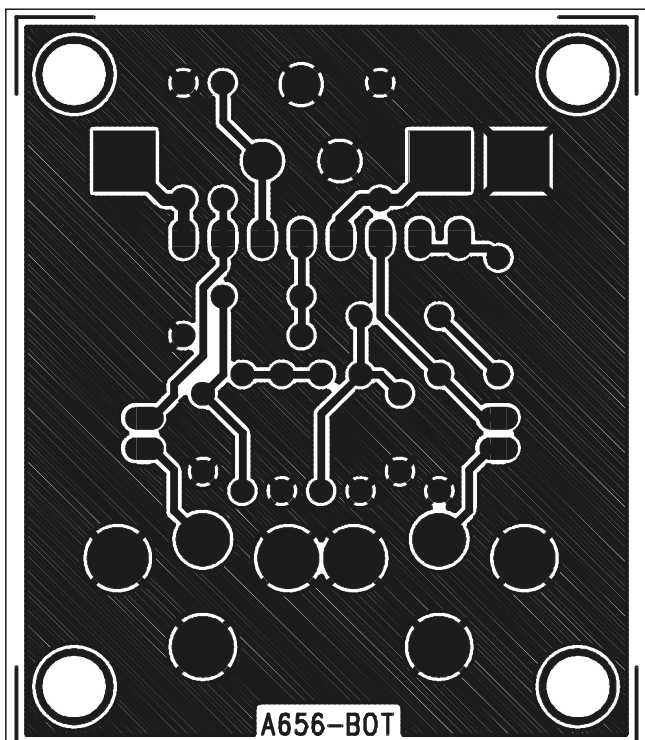
Obr. 2. Rozložení součástek na desce spojů



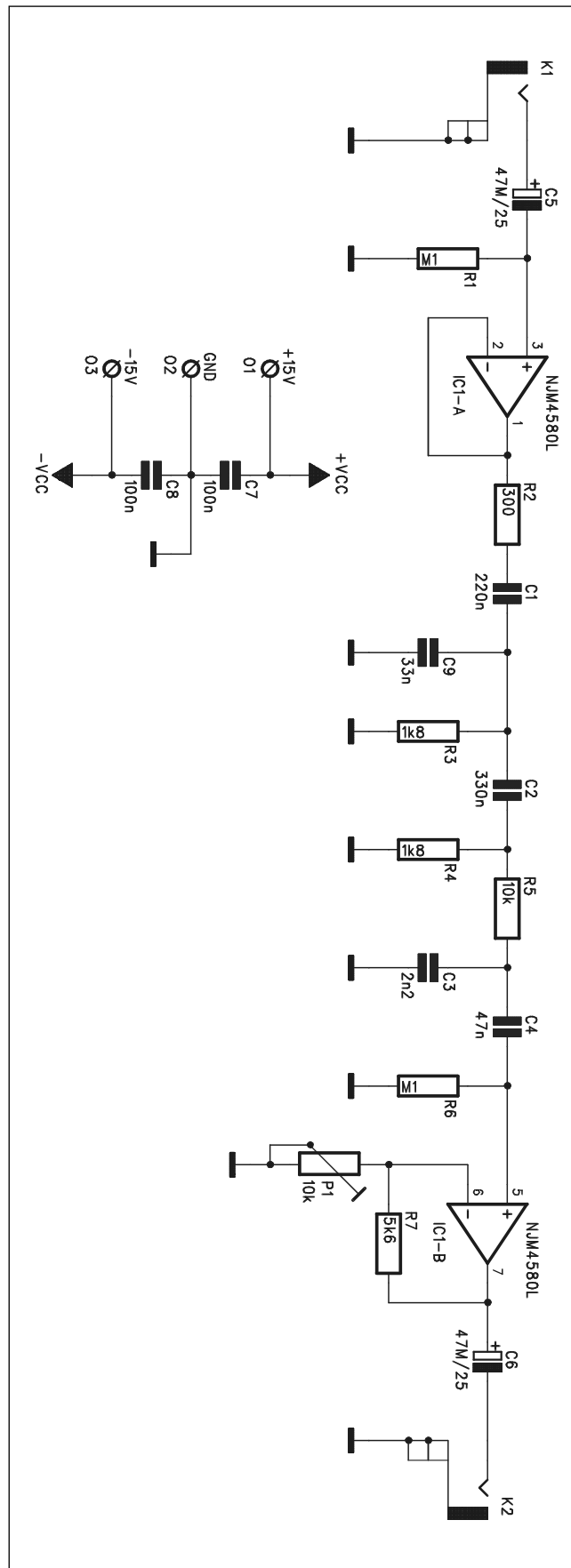
Obr. 3. Obrazec desky spojů A655-DPS



Obr. 5. Rozložení součástek na desce spojů



Obr. 6. Obrazec desky spojů filtru A656-DPS



Obr. 4. Schéma zapojení A filtru II.

Seznam součástek

Váhový filtr I.

R1	100 kΩ
R2	300 Ω
R3	1,8 kΩ
R4	1,8 kΩ
R5	10 kΩ
R6	100 kΩ
R7	5,6 kΩ
C1	330 nF
C2	330 nF
C3	220 nF
C4	47 nF
C5	47 μF/25 V
C6	47 μF/25 V
C7	100 nF
C8	100 nF
IC1	NJM4580L
K1	CP560
K2	CP560
P1	10 kΩ/PT6-H

vačem NJM4580. Použitý typ má velmi dobré šumové vlastnosti, takže nezanášá chybu měření vlastním šumem ani při nízkých úrovních zpracovávaného signálu. Vstupy a výstupy jsou řešeny konektory cinch, které pro rozsah nízkofrekvenčních signálů zcela vyhoví. Za vstupním sledovačem s IC1A je RC článek s odpory R2 až R6 a kondenzátory C1 až C4. Odpory jsou metalové 1%, kondenzátory ve filtru by měly být fóliové s tolerancí 5 %. Na výstupu filtru je neinvertní zesilovač s nastavením zisku trimrem P1. Tím se nastavuje jmenovité zesílení. Váhový filtr typu A má zisk 0 dB na 1 kHz a přibližně +2 dB na kmitočtu

2 kHz (maximum). Obvod filtru je napájen z externího zdroje ±15 V.

Stavba

Váhový filtr je navržen na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 35 x 52,5 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 3. Po osazení a zapájení desku pečlivě prohlédneme, zejména s ohledem na případné cínové můstky mezi signálovými vodiči a rozlitou zemí. Nastavení je jednoduché, na kmitočtu 1 kHz by mělo být výstupní napětí shodné se vstupním (zisk 0 dB).

Váhový filtr "A" typ 2

Na obr. 4 je schéma zapojení optimalizované varianty váhového filtru typu A. Zapojení je obdobné s předchozí verzí na obr. 1, pouze RC kombinace je rozšířena o další kondenzátor C9 a jsou přepočítány hodnoty některých součástek.

Stavba filtru "A" typu 2

Váhový filtr A typu 2 je zhotoven také na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 40 x 47,5 mm. V tomto případě jsou vstupní i výstupní konektory cinch umístěny na přední straně desky a napájecí přírůdky vzadu. Toto řešení usnadňuje případnou vestavbu filtru do vhodné krabičky. Rozložení součástek na desce filtru 2 je na obr. 5, obrazec desky spojů ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 6. O oživení a nastavení filtru platí totéž co o filtru 1.

Závěr

Oba popsané filtry lze s výhodou použít při měření šumových vlastností elektroakustických zařízení. Při měření se filtr vkládá mezi výstup testovaného přístroje a vstup analyzáru (nF milivoltmetru). Při použití musíme pouze dbát na to, aby nebyl vstup filtru přetížen příliš velkým signálem. To by mohlo nastat například při měření na výstupu koncového zesilovače. Vstupní napětí je omezeno napěťovým rozsahem použitých operačních zesilovačů, tj. ±15 V.

Seznam součástek

Váhový filtr II.

R1	100 kΩ
R2	300 Ω
R3	1,8 kΩ
R4	1,8 kΩ
R5	10 kΩ
R6	100 kΩ
R7	5,6 kΩ
C1	220 nF
C2	330 nF
C3	2,2 nF
C4	47 nF
C5	47 μF/25 V
C6	47 μF/25 V
C7	100 nF
C8	100 nF
C9	33 nF
IC1	NJM4580L
K1	CP560
K2	CP560
P1	10 kΩ/PT6-H

pokračování ze strany 2

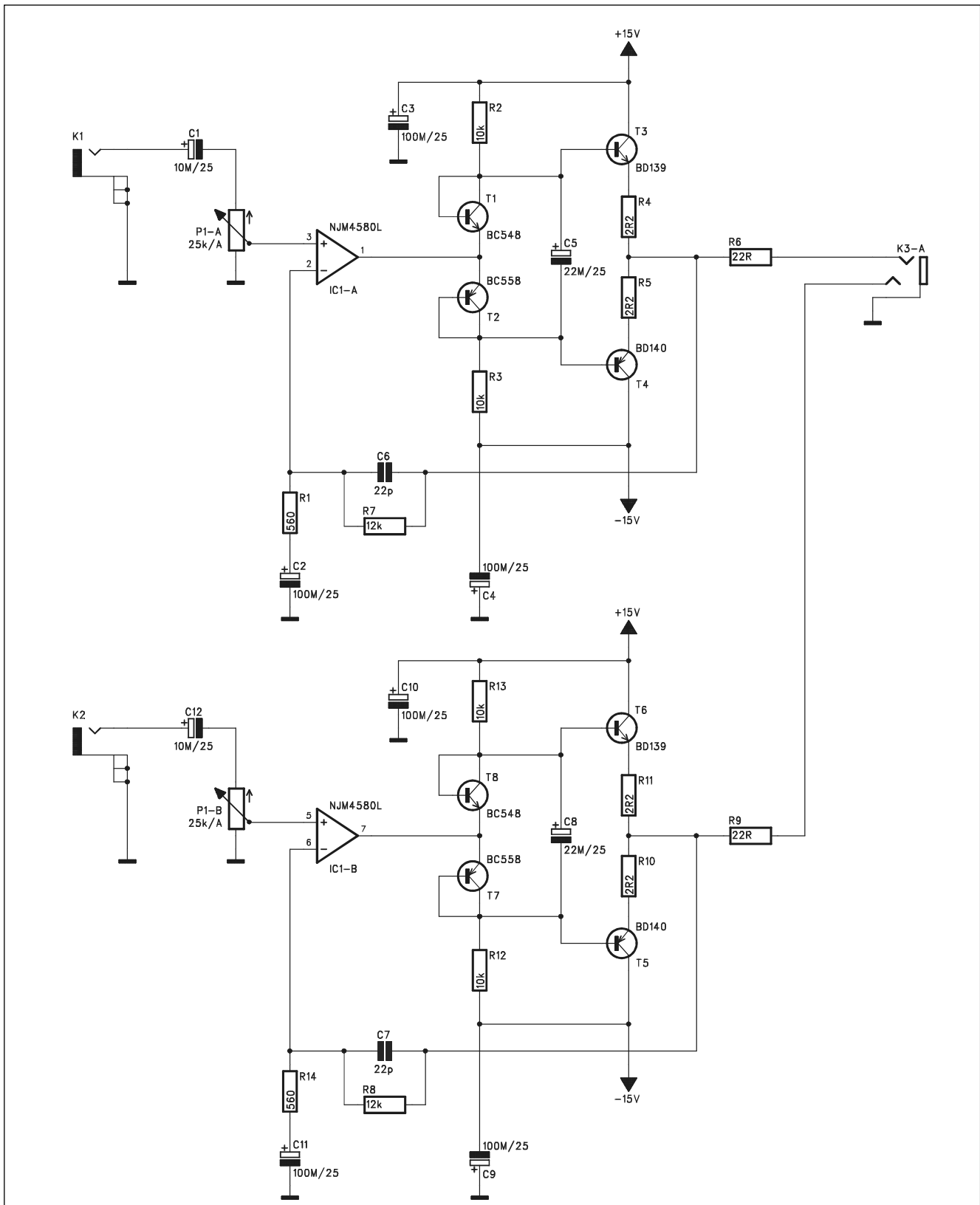
budičů, s kterými jsou velmi rozdílné zkušenosti. Přitom požadavky na výstupní výkony, napájecí napětí a úroveň vybavenosti (integrování ochrany, symetrické/nesymetrické vstupy, zabudovaný limiter, řízení

ventilátoru apod.) jsou natolik různorodé, že by člověk několik let nemusel dělat nic jiného, než vyvíjet modifikace podle konkrétních požadavků toho kterého zájemce. Rozhodl jsme se proto vytvořit určitý stavebnicový systém, který by měl pokrývat značnou část požadavků,

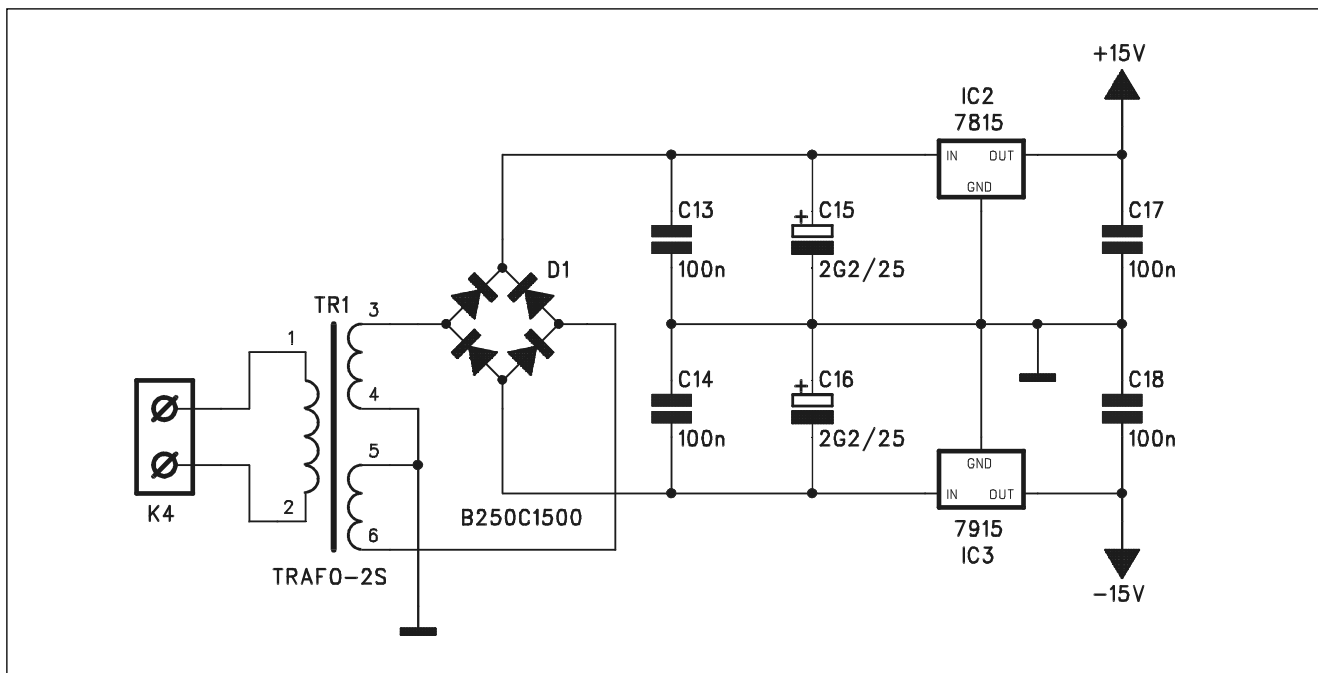
které jsem právě zmínil. Pod pojmem "stavebnicový" si ale v žádném případě nepředstavujte jakousi skládačku jednoduchým modulů. Základním principem bude maximální možná integrace všech částí zesilovače na

pokračování na straně 19

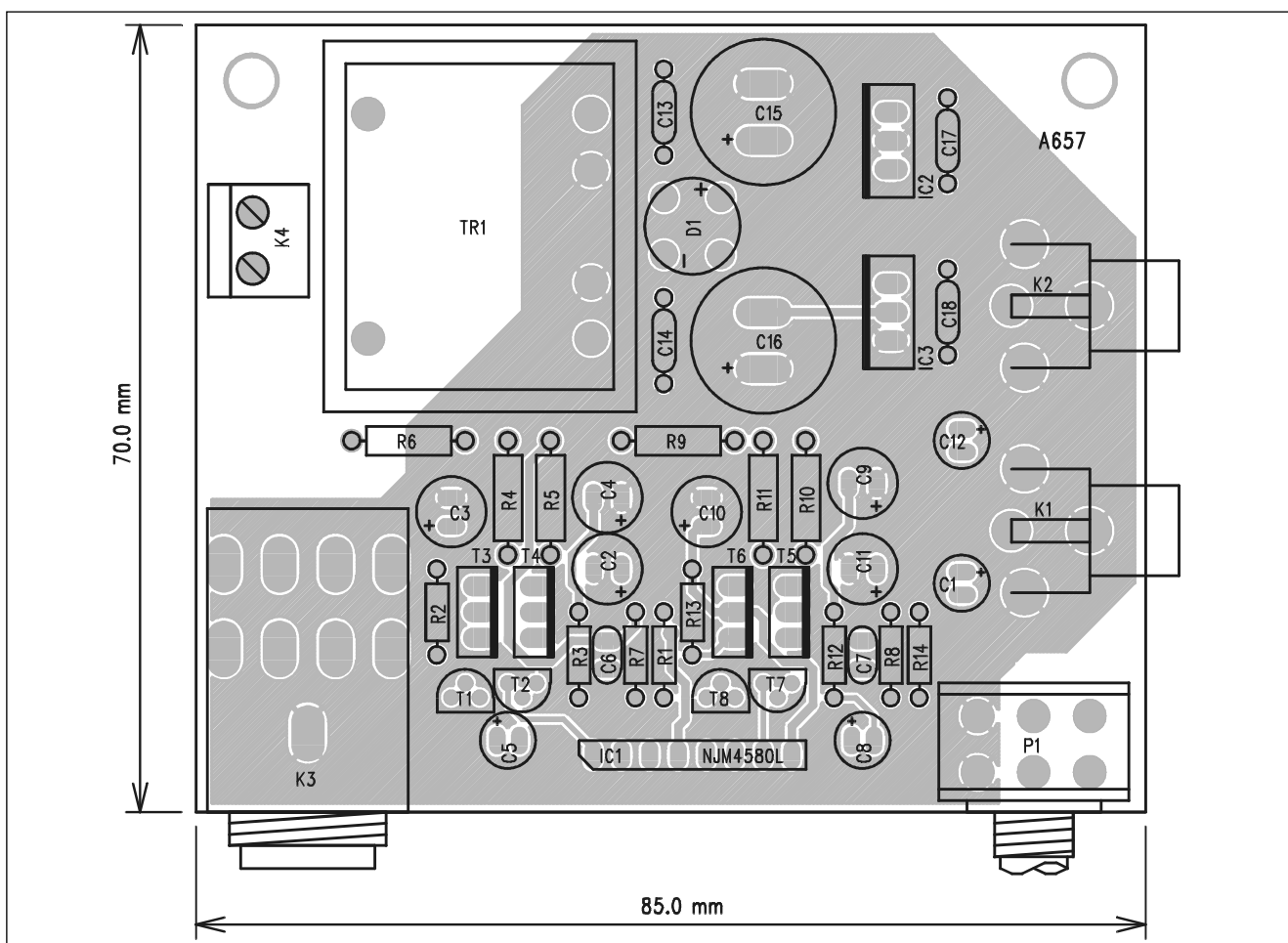
Stereofonní sluchátkový zesilovač



Obr. 1. Schéma zapojení sluchátkového zesilovače



Obr. 2. Schéma zapojení symetrického napájecího zdroje pro sluchátkový zesilovač



Obr. 3. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji sluchátkového zesilovače

Pokud máme k dispozici zdroj nf signálu, který není vybaven sluchátkovým výstupem, můžeme pro kvalitní poslech použít následující sluchátkový zesilovač.

Popis

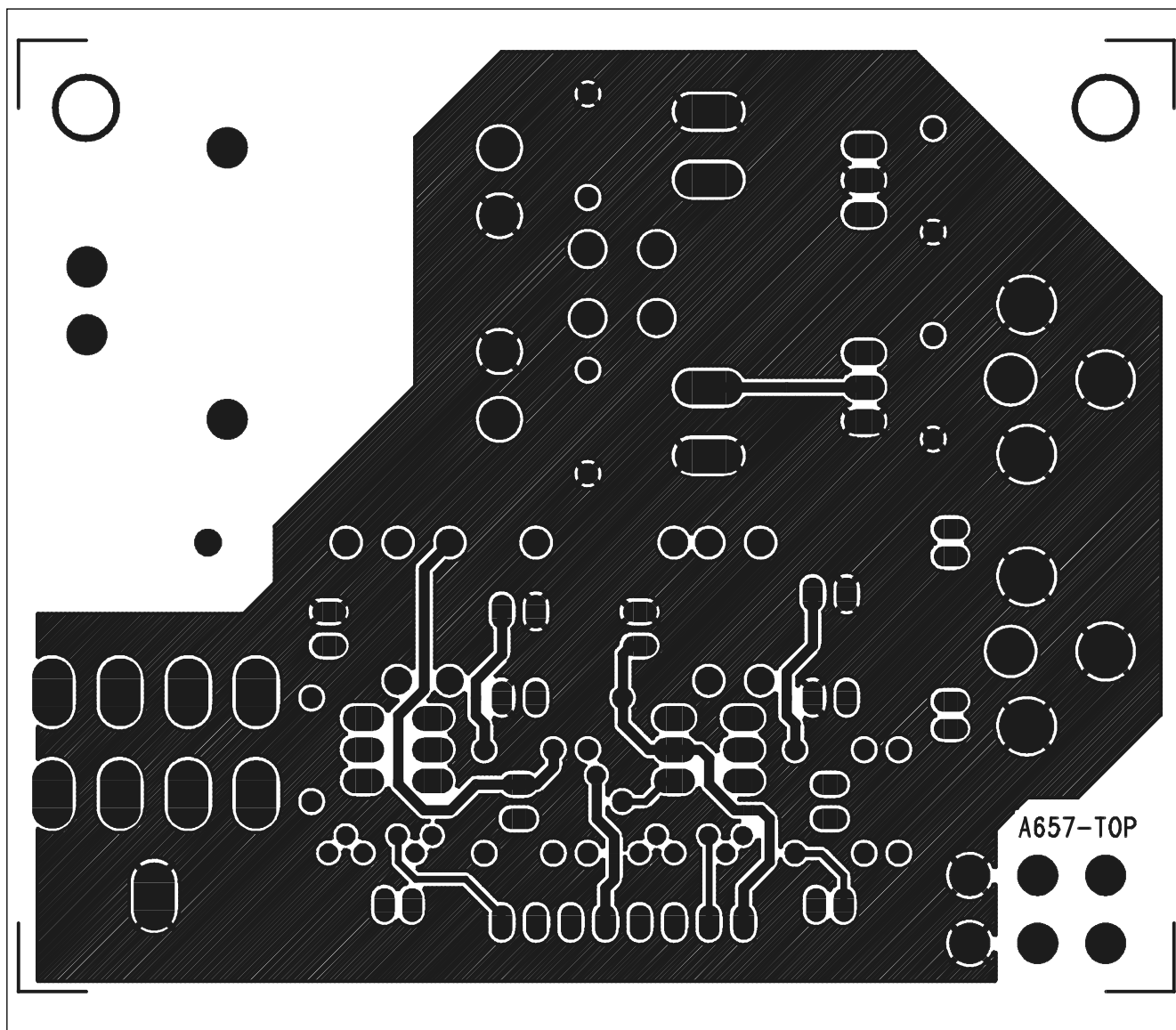
Schéma zapojení stereofonního sluchátkového zesilovače je na obr. 1. Protože oba kanály jsou identické, popíšeme si pouze jeden. Vstupní konektor K1 je typu cinch. Za oddělovacím kondenzátorem C1 je dvojitý potenciometr hlasitosti P1. Z jeho běžce je signál přiveden přímo na neinvertující vstup ope-

račního zesilovače IC1A. Výstup budí dvojicí komplementárních tranzistorů středního výkonu BD139/BD140. Aby koncový stupeň mohl pracovat ve třídě AB (s minimálním zkreslením), zajišťují předpětí koncové dvojice tranzistory T1 a T2. Zdroj předpětí je přemostěn kondenzátorem C5. Proud koncovými tranzistory je ještě stabilizován emitorovými odpory R4 a R5. Výstup zesilovače je proti zkratu chráněn sériovým odporem 22 Ohmů R6. Napěťové zesílení sluchátkového zesilovače je dáno střídavou zpětnou vazbou R7/R1. Kondenzátor C6 omezuje kmitočtový rozsah zesilovače nad akustickým pásmem. Na výstupu je stereofonní konektor typu jack.

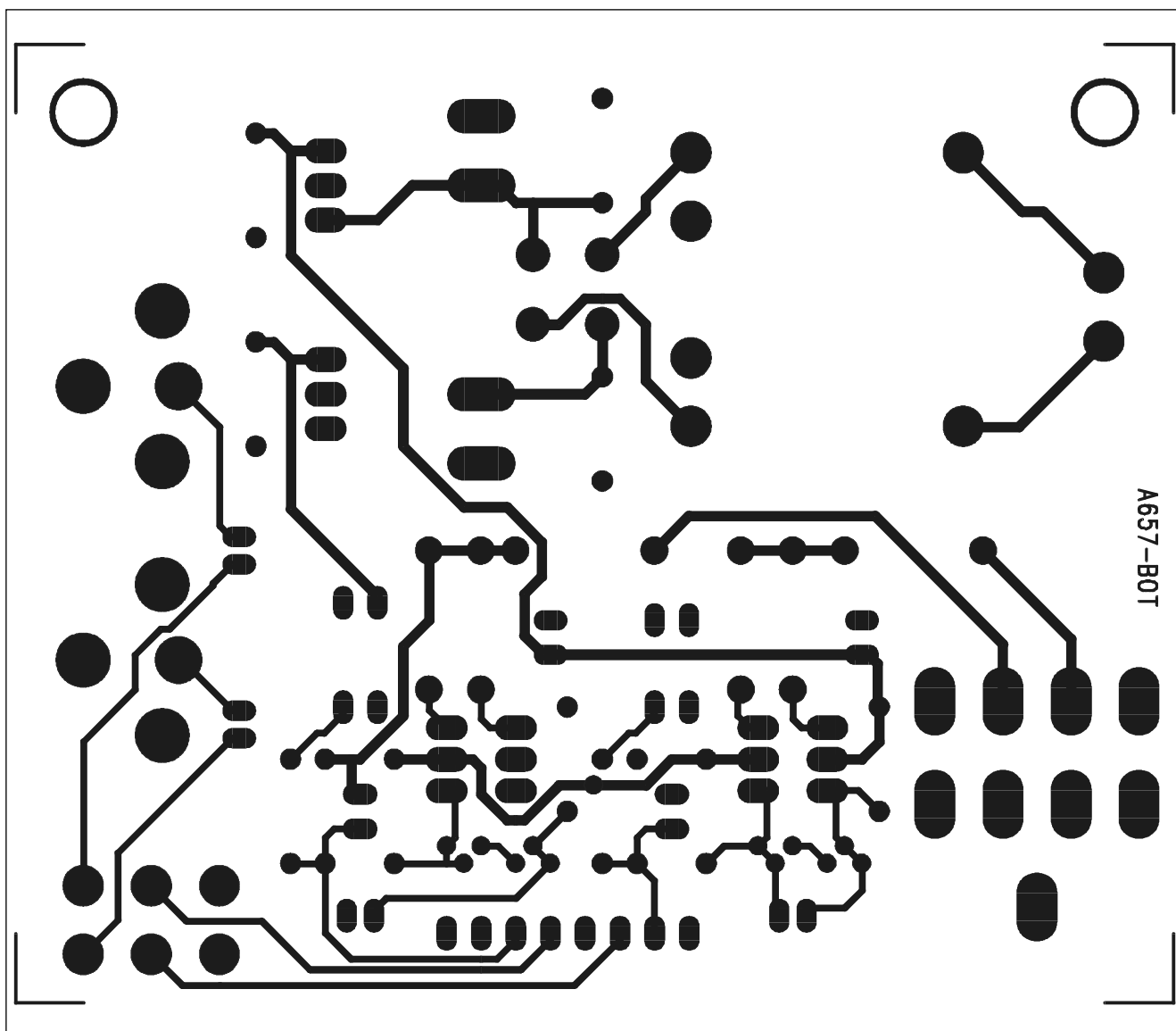
Dostatečně dimenzovaný koncový stupeň umožňuje připojení několika párů sluchátek. Jejich vzájemná hlasitost však nejde měnit.

Napájecí zdroj

Sluchátkový zesilovač má vlastní síťový napájecí zdroj. Schéma zapojení zdroje je na obr. 2. Za transformátorem v provedení s vývody do desky s plošnými spoji je diodový můstek D1. Kondenzátory C13 až C16 filtrují usměrněné napětí. Napájecí napětí ± 15 V stabilizují regulátory 7815 a 7915 v záporné větvi.



Obr. 4. Obrazec desky spojů sluchátkového zesilovače ze strany součástek (TOP). Měřítko 2:1



Obr. 5. Obrazec desky spojů sluchátkového zesilovače ze strany spojů (BOTTOM). Měřítko 2:1

Seznam součástek

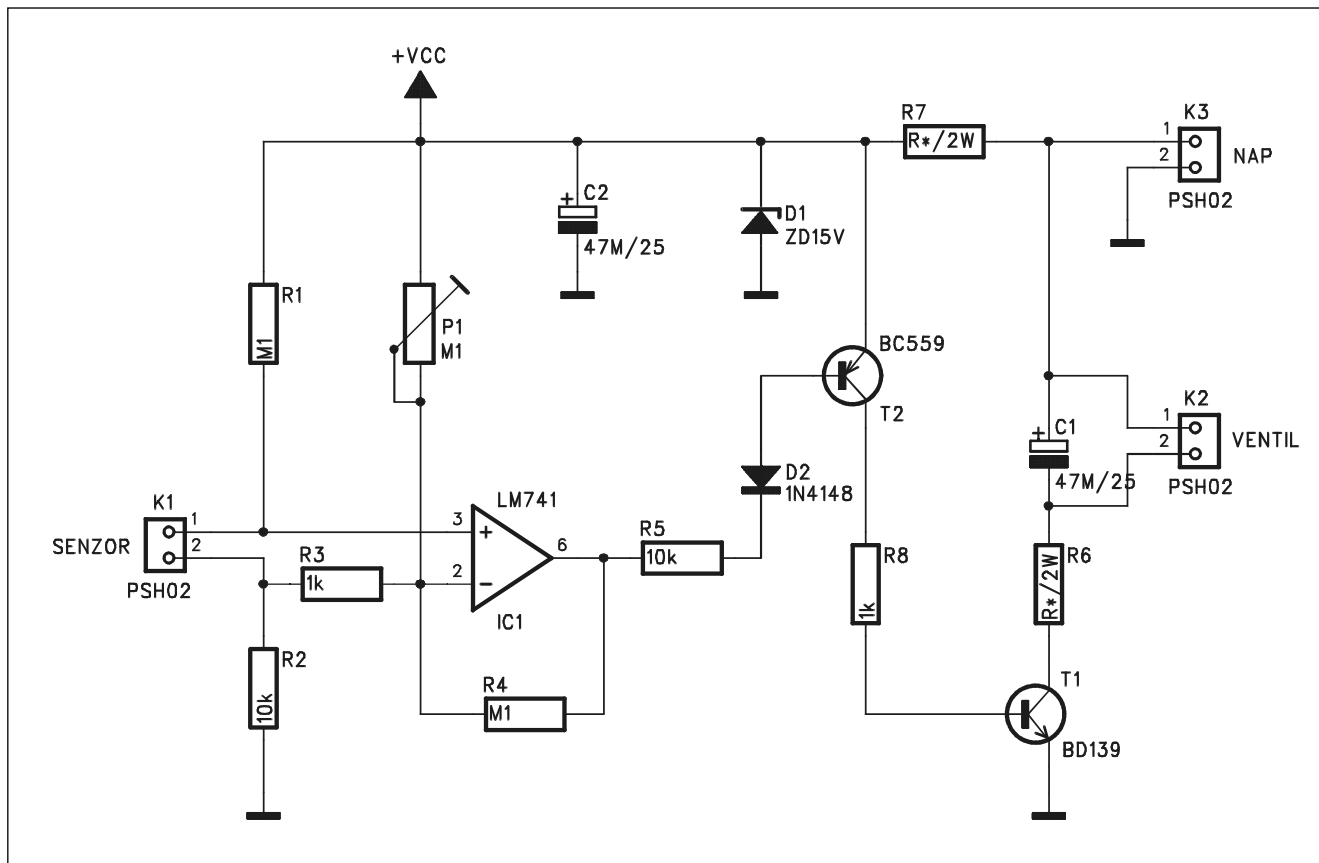
R1	560 Ω	C1	10 μF/25 V	IC3	7915
R2	10 kΩ	C2-C4	100 μF/25 V	T1	BC548
R3	10 kΩ	C5	22 μF/25 V	T2	BC558
R4	2,2 Ω	C6, C7	22 pF	T3	BD139
R5	2,2 Ω	C8	22 μF/25 V	T4	BD140
R6	22 Ω	C9-C11	100 μF/25 V	T5	BD140
R7	12 kΩ	C12	10 μF/25 V	T6	BD139
R8	12 kΩ	C13	100 nF	T7	BC558
R9	22 Ω	C14	100 nF	T8	BC548
R10	2,2 Ω	C15	2,2 mF/25 V	K1	CP560
R11	2,2 Ω	C16	2,2 mF/25 V	K2	CP560
R12	10 kΩ	C17, C18	100 nF	K3	JACK63PREP
R13	10 kΩ	D1	B250C1500	K4	ARK210/2
R14	560 Ω	IC1	NJM4580L	P1	25k/A/P16S
		IC2	7815	TR1	TR-BV303-2

Regulátor otáček pro motorek ventilátoru

Při konstrukci výkonových elektronických obvodů se často neubráníme použití nuceného chlazení s ventilátorem. Pokud je zatížení přístroje proměnlivé, je

zbytečné, aby ventilátor pracoval po celou dobu provozu na plný výkon. Jednak se zkracuje doba jeho životnosti a nezanedbatelný bývá také hluk, který ventilátor způsobuje.

Ideálním řešením je proto řídit otáčky ventilátoru podle okamžité teploty chladiče. Jednoduchý obvod pro řízení malého ventilátorku na napětí 12 V je popsán v následujícím článku.



Obr. 1. Schéma zapojení regulátoru otáček pro motorek ventilátoru

Stavba

Sluchátkový zesilovač je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 85 x 70 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 3. Obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) je na obr. 4, ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 5. Na přední straně je umístěn potenciometr hlasitosti P1 a slu-

chátkový výstup na konektoru jack K3. Vstupní konektory jsou z prostorových důvodů z boku, v případě vestavby do krabičky použijeme panelové provedení v zadní stěně, které propojíme kablíkem se vstupy na desce spojů. Stavba zesilovače je poměrně jednoduchá a při pečlivé práci by měl fungovat na první zapojení.

Závěr

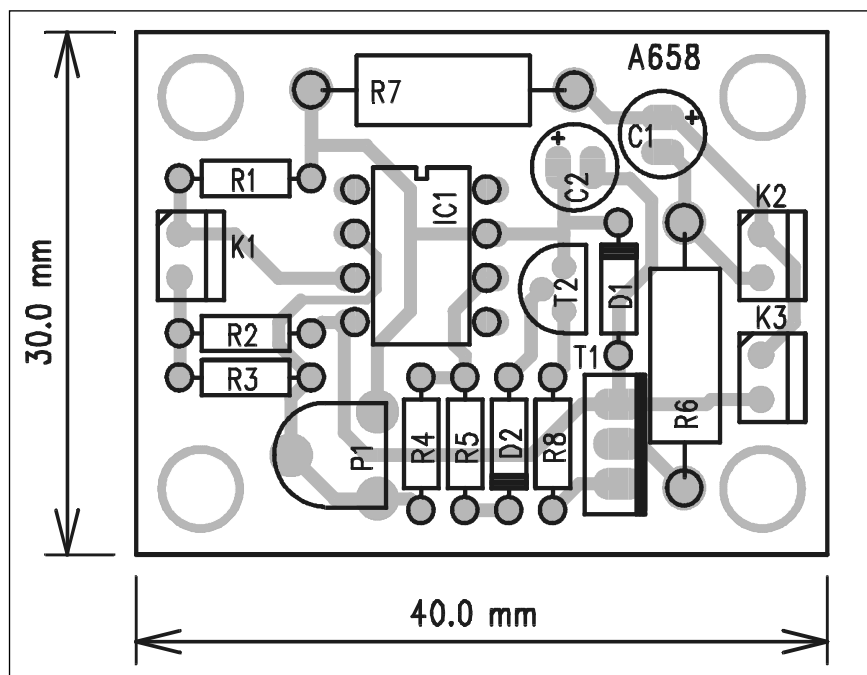
Popsaný sluchátkový zesilovač umožní poslech ze zdrojů signálů běžnou linkovou výstupní úrovní, které nejsou vybaveny vlastním výstupem pro sluchátka. Dostatečně dimenzovaný koncový stupeň dovoluje připojení několika párů sluchátek.

Popis

Schéma zapojení regulátoru je na obr. 1. Jako senzor jsou použity běžné křemíkové diody (např. 1N4148). Využívá se teplotní závislosti napětí přechodu v propustném směru. Úbytek napětí na přechodu se porovnává s úbytkem napětí na odporu R3. Proud odporem R3 lze nastavit trimrem P1. Tím lze nastavit požadovanou závislost mezi teplotou a otáčkami ventilátoru. Se stoupající teplotou senzorů klesá napětí na přechodu a výstupní napětí zesilovače IC1 klesá. Tím se otvírá tranzistor T2 a následně i výkonový T1, v jehož kolektoru je zapojen ventilátor. V tomto zapojení se využívá napájecí napětí zesilovače (případně jiného přístroje). Protože napájecí napětí je případ od případů jiné, musí se jak pro napájení můstku se senzory a operačního zesilovače se Zenerovou diodou D1, tak i pro motorek ventilátoru spočítat hodnoty odporů R7 a R6.

Stavba

Regulátor otáček ventilátoru je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 30 x 40 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 3. Teplotní



Obr. 2. Rozložení součástek na desce regulátoru otáček

senzory, ventilátor i napájecí napětí se k desce připojuje konektory PSH02. Po osazení a kontrole desky připojíme napájecí napětí, ventilátor a senzory (diody) a podle požadované teploty chladiče nastavíme trimr P1.

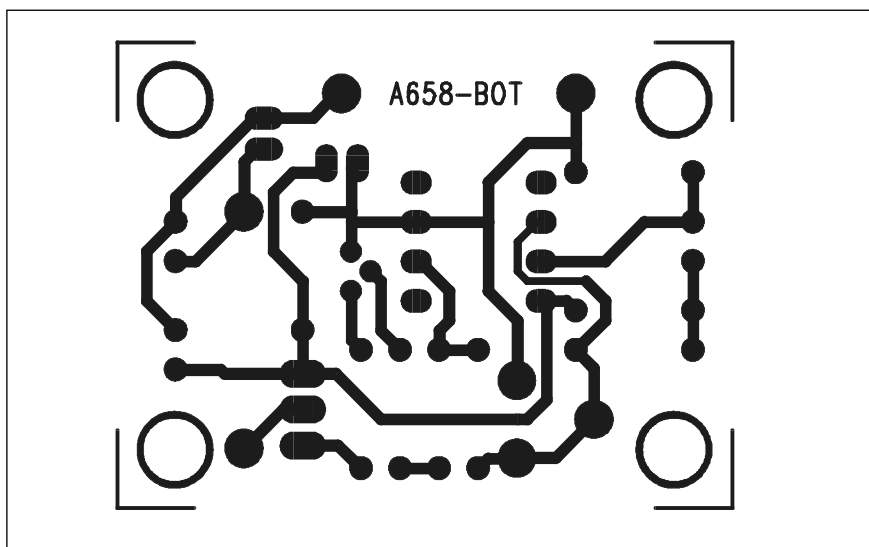
Závěr

Popsaný obvod se v poslední době stává nedílnou součástí nejen profe-

sionálních, ale i řady amatérských konstrukcí výkonových zesilovačů, napájecích zdrojů a dalších zařízení, vyžadujících intenzivní chlazení.

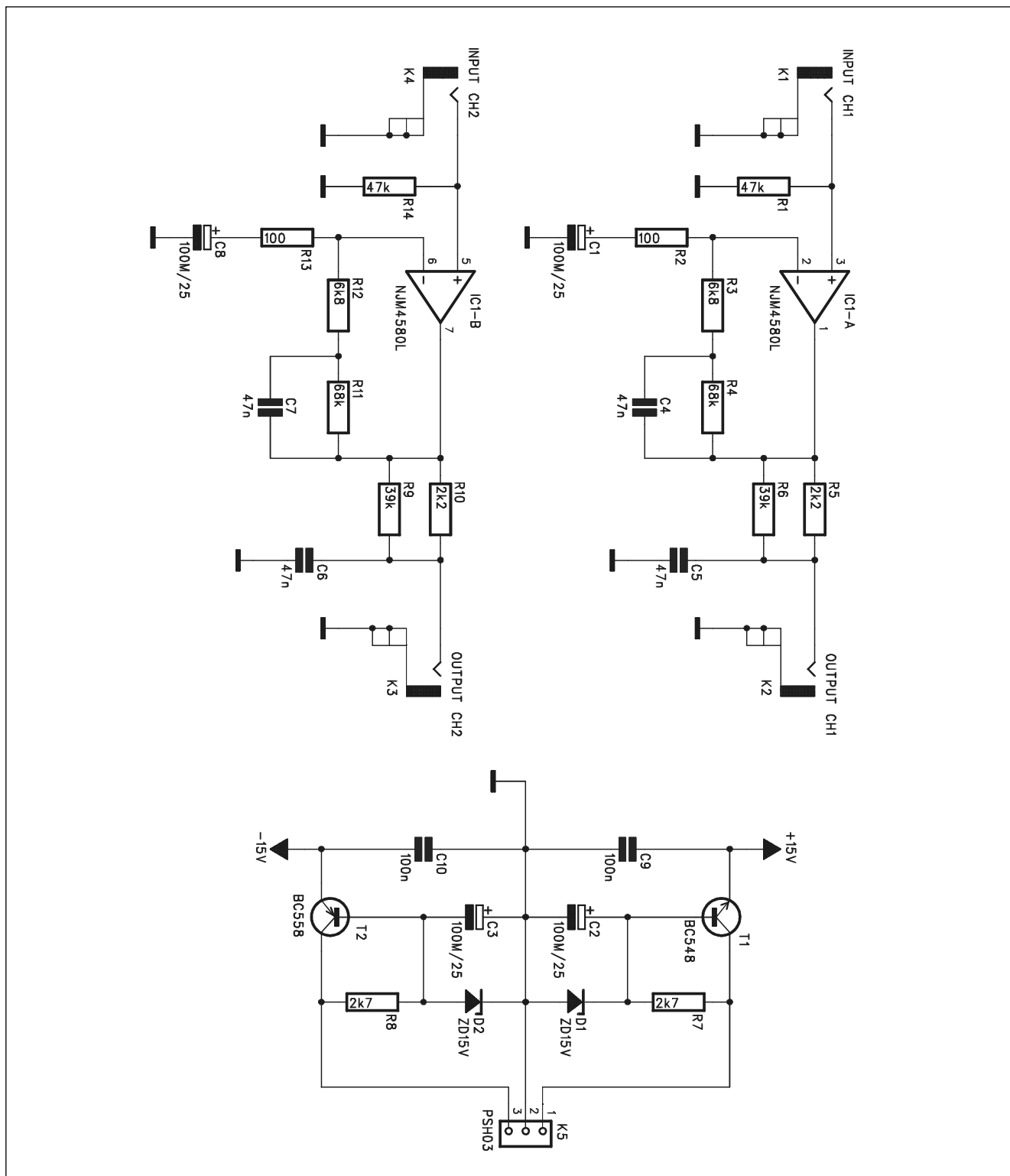
Seznam součástek

R1	100 kΩ
R2	10 kΩ
R3	1 kΩ
R4	100 kΩ
R5	10 kΩ
R6	R*/2 W
R7	R*/2 W
R8	1 kΩ
C1	47 μF/25 V
C2	47 μF/25 V
D1	ZD15V
D2	1N4148
IC1	LM741
T1	BD139
T2	BC559
K1	PSH02
K2	PSH02
K3	PSH02
P1	M1/PT6-H

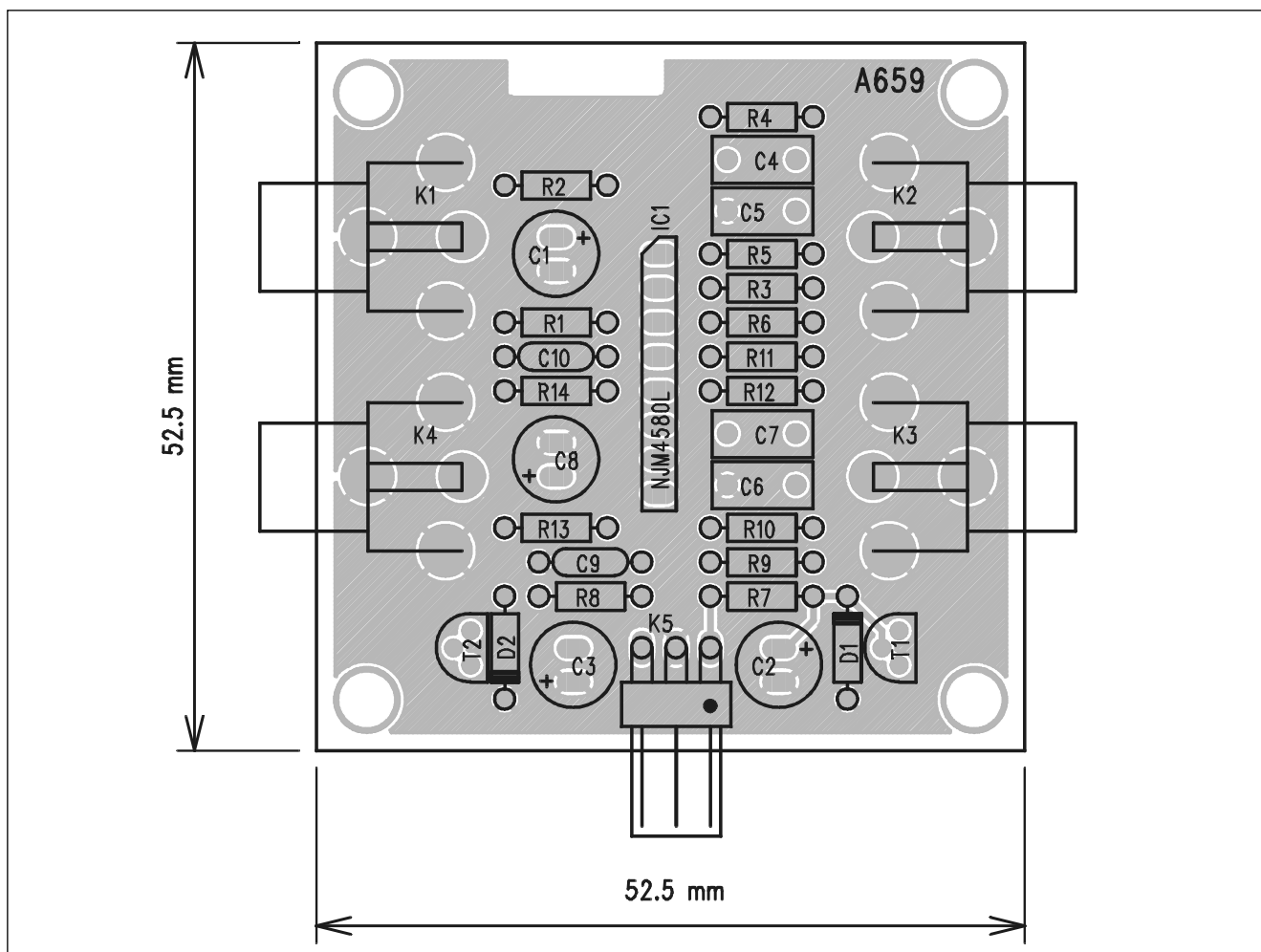


Obr. 3. Obrazec desky spojů regulátoru otáček (BOTTOM). Měřítko 2:1

Předzesilovač pro magneto-dynamickou přenosku



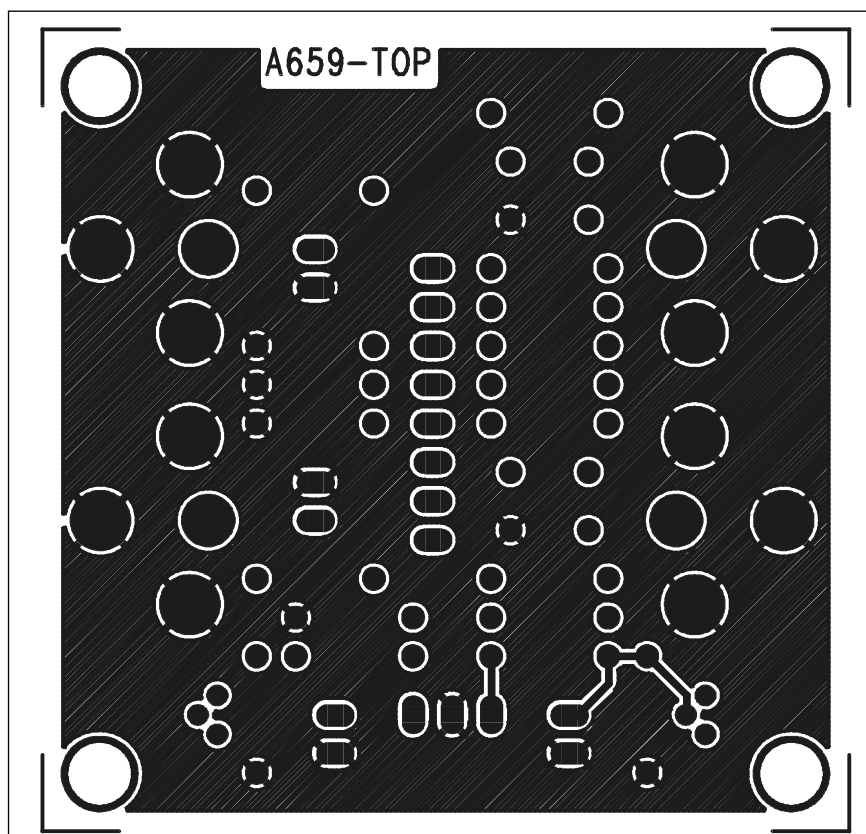
Obr. 1. Schéma zapojení předzesilovače pro magnetodynamickou přenosku

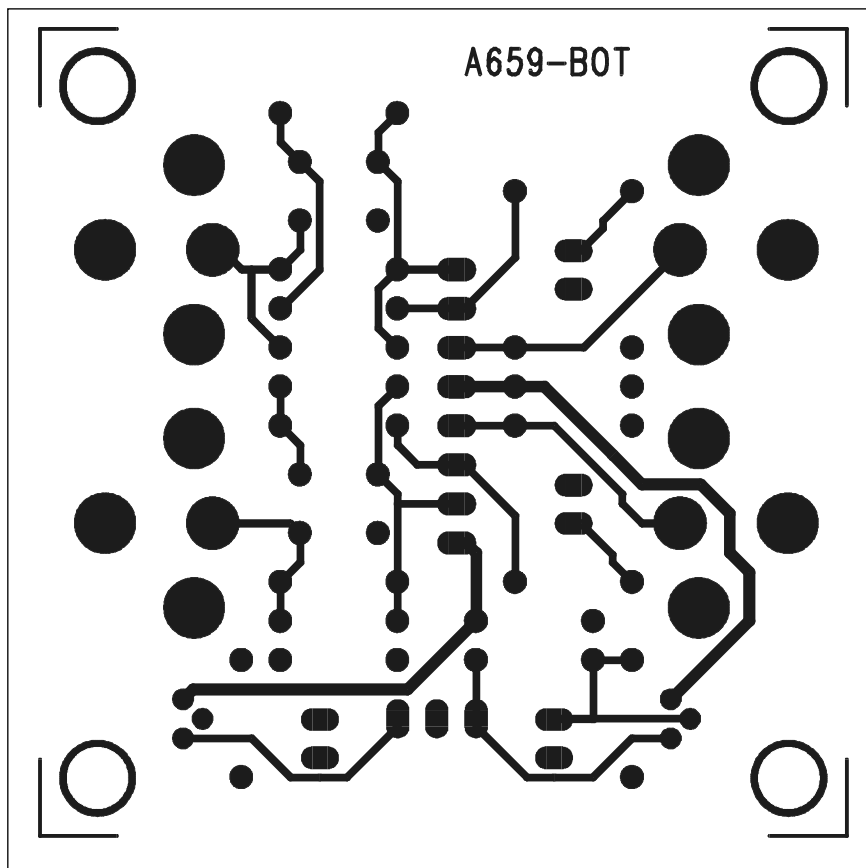


Obr. 2. Rozložení součástek na desce předzesilovače pro magnetodynamickou přenosku

V současné době pokročilých digitálních technologií se vrací do obluby klasické černé gramofonové desky. A jak se vyměňuje domácí zvuková technika, mizí gramofony, a když se nějaký najde, není ho k čemu připojit. Moderní věže a "kombajny" totiž již s připojením magnetodynamické vložky ani nepočítají. Proto jsou stále oblíbeným námětem předzesilovače pro magnetodynamickou vložku, které upraví kmitočtovou charakteristiku podle normy RIAA a zvýší úroveň výstupního signálu z několika mV na linkovou úroveň jako z CD, tuneru apod.

Obr. 3. Obrazec desky spojů strana (TOP). Měřítko 1:2





Obr. 4. Obrazec desky spojů ze strany spojů (BOTTOM). Měřítko 1:2

Popis

Schéma zapojení předzesilovače je na obr. 1. Za vstupním konektorem cinch je zapojen odpor 47 kohmů pro optimální zatěžovací impedanci. V předzesilovači je použit obvod NJM4580, který byl speciálně navržen pro aplikace v korekčních zesilovačích s ohledem na velmi nízký šum a malé zkreslení (typicky pod 0,001 %). Správný průběh kmitočtové charakteristiky podle RIAA zajišťuje RC kombinace R3 až R6 spolu s C4 a C5. Výstup je vyveden opět na konektor cinch K2. Druhý kanál je samozřejmě shodný.

Operační zesilovač je napájen stabilizovaným napětím ± 15 V, na desce jsou i dva stabilizátory s tranzistory T1 a T2. K napájení tedy můžeme použít i nestabilizovaný externí zdroj (2x 20 až 25 V).

Stavba

Předzesilovač je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 52,5 x 52,5 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) je na obr. 3, ze strany spojů (BOTTOM) je obr. 4. Desku osazujeme obvyklým způsobem od nejnižších součástek po nejvyšší. Pečlivě kontrolujeme vkládané součástky, protože při případné chybě se z dvoustranné desky vyjmají součástky obtížněji. Po zapájení desku pečlivě prohlédneme odstraníme případné chyby. Rozlité zemní plocha snadno skryje cínový můstek. Je-li vše v pořádku, připojíme napájecí napětí a předzesilovač vyzkoušíme. Zapojení neobsahuje žádné nastavovací prvky, proto by při pečlivé práci mělo fungovat na první pokus.

Seznam součástek

odpory 0204

R1	47 k Ω
R2	100 Ω
R3	6,8 k Ω
R4	2,2 k Ω
R6	39 k Ω
R7	2,7 k Ω
R8	2,7 k Ω
R9	39 k Ω
R10	2,2 k Ω
R11	68 k Ω
R12	6,8 k Ω
R13	100 Ω
R14	47 k Ω
C1	100 μ F/25 v
C2	100 μ F/25 v
C3	100 μ F/25 v
C4	47 nF
C5	47 nF
C6	47 nF
C7	47 nF
C8	100 μ F/25
C9	100 nF
C10	100 nF
D1	ZD15V
D2	ZD15V
IC1	NJM4580L
T1	BC548
T2	BC558
K1	CP560
K2	CP560
K3	CP560
K4	CP560
K5	PSH03

Závěr

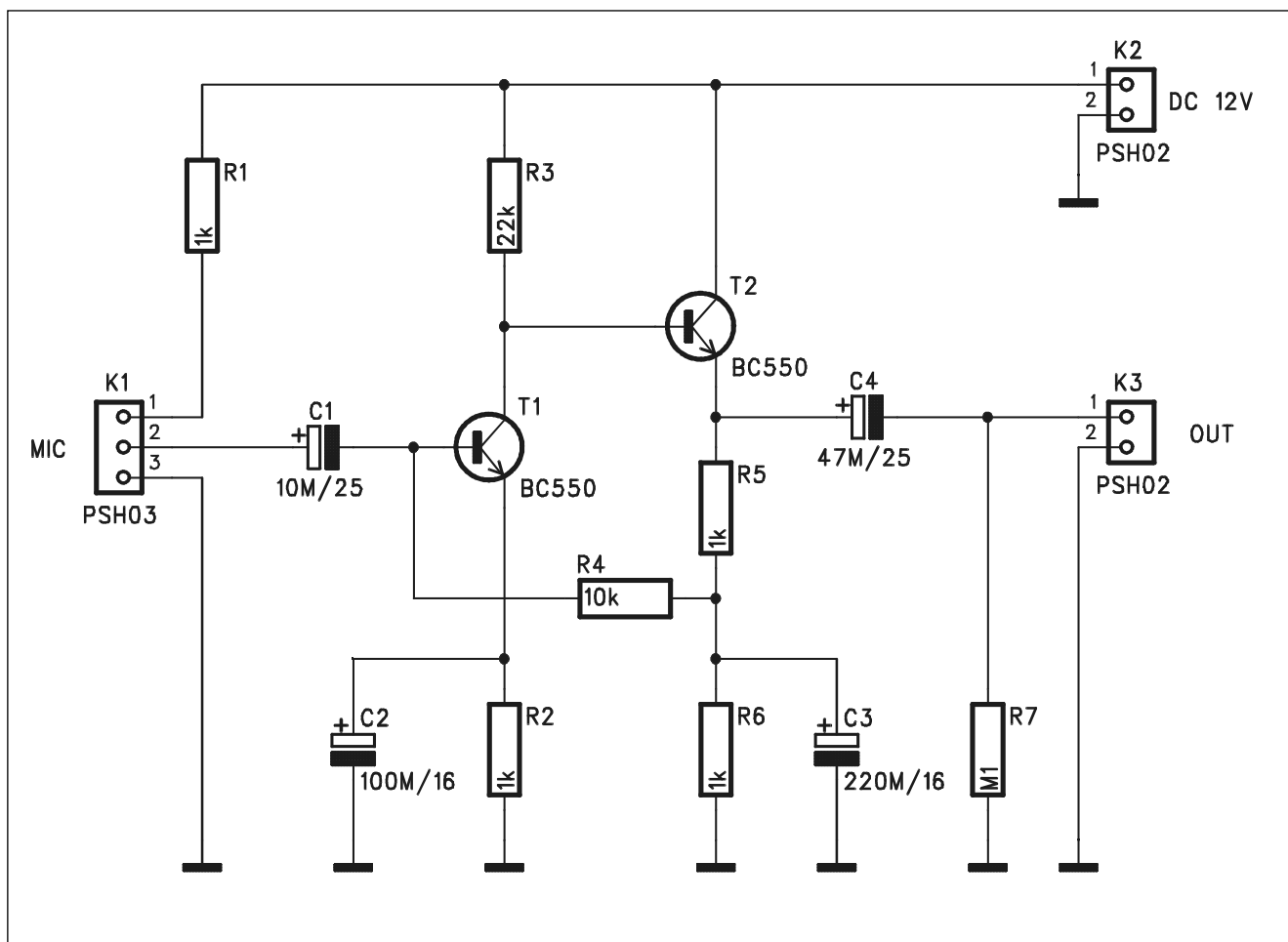
Popsaný předzesilovač je jeden z mnoha typů (i v tomto čísle je ještě jedna podobná konstrukce předzesilovače), které se v poslední době objevily. Poměrně dobré vlastnosti zapojení jsou dány použitým obvodem NJM4580.

Připravujeme pro Vás nové internetové stránky, které budou

věnované především konstrukcím a zajímavostem z oblastí zvukové

a divatelní techniky. Navštivte nás na www.kte.cz

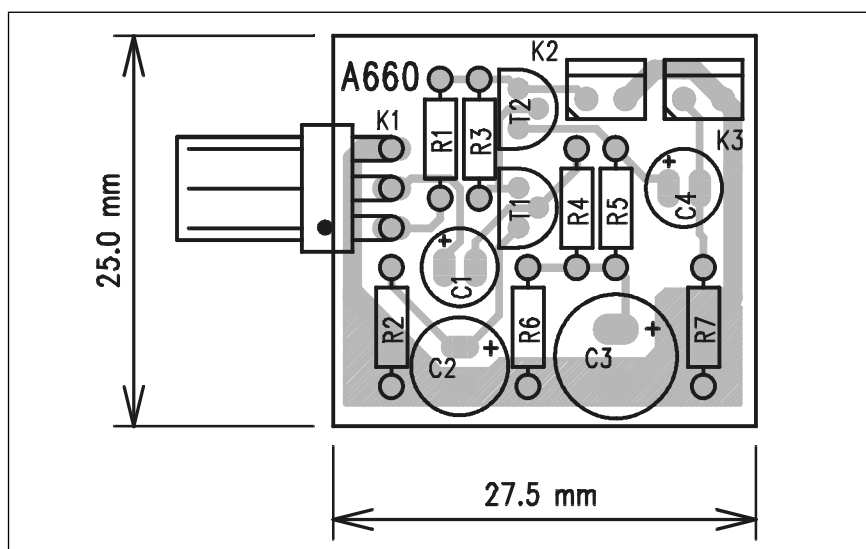
Předzesilovač pro kondenzátorový mikrofon

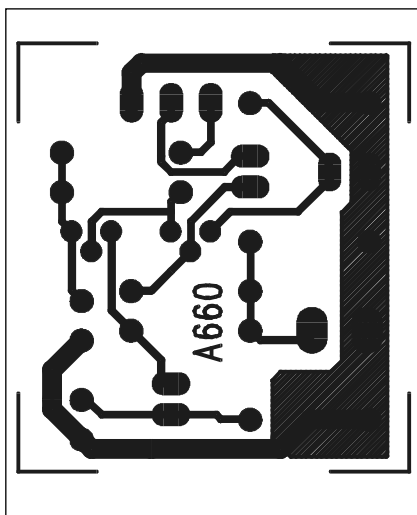


Obr. 1. Schéma zapojení předzesilovače pro kondenzátorový mikrofon

V poslední době klesly ceny kondenzátorových mikrofonů na několik korun. Mikrofonní kapsle mají velmi široké možnosti uplatnění - od původního účelu - náhrady dynamických mikrofonů až po nejrůznější čidla a akustické snímače nebo spínače. I levné mikrofony mají poměrně vyrovnanou frekvenční charakteristiku a dostatečný kmitočtový rozsah. Jejich nevýhodou je, že pro připojení k běžnému zesilovači vyžadují speciální předzesilovač.

Obr. 2. Rozložení součástek na desce předzesilovače





Obr. 3. Obrazec desky spojů

Relativně jednoduchý, ale přitom kvalitní předzesilovač je popsán v následující konstrukci.

Popis

Schéma zapojení mikrofonního předzesilovače je na obr. 1. Jedná se o klasický dvoustupňový tranzistorový zesilovač. Kondenzátorové mikrofony potřebují stejnosměrné napájecí napětí (mívají integrovaný zesilovač s tranzistorem MOS). To zajišťuje odpor R1. Hodnota 1 kohm se doporučuje pro většinu běžných mikrofonů. Na tomto odporu se současně snímá i užitečný

signál z mikrofonu. Ten je přes oddělovací kondenzátor C1 přiveden na bázi prvního tranzistoru T1. Emitorový odpor R2, sloužící pro stabilizaci stejnosměrného pracovního bodu, je pro střídavý signál blokován kondenzátorem C2. Z kolektorového odporu prvního tranzistoru je signál přiveden na druhý tranzistor T2. Ten je zapojen jako emitorový sledovač. Odpojem R4 je zavedena stejnosměrná zpětná vazba na vstup tranzistoru T1. Výstupní signál je přes oddělovací kondenzátor C4 vyveden na konektor K3. Předzesilovač je napájen stejnosměrným napětím 12 V. Bez problémů bude ale pracovat i při nižším napětí (např. 9 V z destičkové baterie). Spotřeba předzesilovače je asi 4 mA, takže je možné i bateriové napájení.

Stavba

Předzesilovač je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 25 x 27,5 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 3. Malé rozměry předzesilovače umožňují jeho vestavbu do pouzdra mikrofonu, případně do jiného zařízení. Předzesilovač neobsahuje žádné nastavovací prvky a při správném osazení musí pracovat na první zapojení.

Závěr

Popsaný předzesilovač je vhodným "prvním krokem" pro začínající elektroniky, neboť jeho zapojení patří ke klasickým obvodovým řešením s diskrétními součástkami. I v dnešní době převládajících integrovaných obvodů jsou místa, která se musí řešit z diskrétních součástek (například z důvodů vysokého napětí, požadavků na rozkmit signálu apod.).

Seznam součástek

R1	.....	1 kΩ
R2	.....	1 kΩ
R3	.....	22 kΩ
R4	.....	10 kΩ
R5	.....	1 kΩ
R6	.....	1 kΩ
R7	.....	100 kΩ
C1	.....	10 μF/25 V
C2	.....	100 μF/16 V
C3	.....	220 μF/16 V
C4	.....	47 μF/25 V
T1	.....	BC550
T2	.....	BC550
K1	.....	PSH03
K2	.....	PSH02
K3	.....	PSH02

pokračování ze strany 8

jedinou desku (pokud to samozřejmě konstrukční omezení dovolí). Moduly by měly být řešeny včetně chladiče a tak, aby umožňovaly vestavbu do klasické mechaniky 19" s výškou 2 HE/HU, tj. o světlosti asi 80 mm. Současně bude možné s minimálními úpravami modul použít například do aktivní reproduktorové soustavy.

Po řadě testů jsem se rozhodl pro klasické řešení vstupní části zesilovače kvalitním symetrickým vstupním obvodem z diskrétních součástek. Při dnešní ceně a dostupnosti polovodičových součástek je pořizovací cena takto řešeného vstupního obvodu

okolo 100,- Kč, což je v daných souvislostech téměř zanedbatelné. Na pozice koncových tranzistorů jsem nakonec vybral dva osvědčené typy, používané řadou renomovaných zahraničních výrobců, a to MJ15024/MJ15025 v kovovém pouzdru TO3 a japonské 2SA1943 a 2SC5200 od firmy Toshiba. Jedná se o rychlé (30 MHz) tranzistory speciálně určené pro kvalitní nf zesilovače. Oby typy mají vysoké závěrné napětí 250/230 V. To umožňuje konstrukci koncových zesilovačů s výkony až kolem 1 kW do zátěže 4 ohmy bez nutnosti používat zapojení do můstku. Zatím jsem ustoupil od používání koncových tranzistorů MOSFET pro jejich

vysokou cenu a momentální nedostupnost (mám samozřejmě na mysli tranzistory pro nf, nikoliv spínací jako IRF...). Koncové stupně jsou rozděleny na jednotlivé bloky (přičemž vstupní zesilovač a rozkmitový stupeň se základní proudovou ochranou a DC servem je pochopitelně součástí každého zesilovače, kdežto další obvody jako symetrický vstup, limiter, tepelná ochrana, zpožděný start a ochrana proti DC napětí na výstupu je volitelné vybavení. Jednotlivé moduly tedy obsahují několik kombinací doplňkové vybavy a dále se liší počtem paralelně

pokračování na straně 28

Distribuční zesilovač pro stereofonní sluchátka

Při nejrůznějších příležitostech se objevuje požadavek na připojení více sluchátek na jeden zdroj signálu. To lze vyřešit samozřejmě například jedním výkonovým zesilovačem, který umožní paralelní řazení více sluchátek. Základní nevýhodou ale je, že hlasitost všech sluchátek je stejná (a to za předpokladu, že mají všechna stejnou citlivost a jmenovitou impedanci). Při kombinaci různých typů může být výsledek nepoužitelný. Proto se používají tzv. distribuční zesilovače. Ty umožňují rozbočit jednu signálovou cestu (většinou dvoukanálovou - stereofonní) do více samostatných výstupů s individuálně regulovatelnou hlasitostí. Každý si pak zvolí takovou úroveň signálu, která mu vyhovuje. Takový rozbočovač lze sice řešit pasivně pouze potenciometry, ale vzhledem k poměrně nízké impedanci moderních sluchátek to není příliš ideální. Vhodnější je použít potenciometr v signálové cestě a výstup pro každý pár sluchátek osadit samostatným zesilovačem. Takový aktivní distribuční zesilovač pro šest výstupních cest je popsán v následujícím příspěvku.

Popis

Schéma zapojení distribučního zesilovače je na obr. 1. Vstupní signál je přiveden dvojicí konektorů jack K1 a K2 samostatně pro každý kanál. V případě stereofonního vstupu stačí propojit na desce spojů vstup jednoho konektoru s druhým. Za oddělovacími kondenzátory je již signál L-INPUT a R-INPUT přiveden na šestici tandemových potenciometrů P1 až P6. Každý výstup je osazen jedním dvojitým operačním zesilovačem NE5532. I když tento typ není přímo určen pro výkonové aplikace, jeho výstupní obvody jsou natolik "tvrdé", že jsou schopné vybudit i běžná

nízkoimpedanční sluchátka. Každá polovina operačního zesilovače je zapojena jako invertor a zesiluje jeden kanál. Zisk výstupního zesilovače je dán poměrem vstupního a zpětnovazebního odporu, to je asi 10 (20 dB). To poskytuje dostatečnou rezervu pro případné zesílení slabších signálů. Obvod obsahuje celkem šest identických výstupních jednotek. Vstupní konektory, výstupní konektory i potenciometry hlasitosti pro jednotlivé výstupy jsou situovány na přední stranu desky s plošnými spoji. To umožňuje prakticky bezproblémovou vestavbu do vhodné skříňky nebo jiného zařízení. Zesilovač je napájen z externího zdroje ± 15 V. Toto napětí může být v mnoha případech k dispozici a pokud ne, použijeme některý z klasických symetrických napájecích zdrojů. Celková proudová spotřeba není nijak velká, příkony sluchátek se pohybují v řádech desítek až stovek mW.

Stavba

Distribuční zesilovač je zhotoven na dvoustranné desce s plošnými spoji o rozměrech 40 x 285 mm. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany součástek (TOP) je na obr. 3, ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 4. Všechny součástky včetně konektorů a potenciometrů jsou umístěny na desce s plošnými spoji, takže odpadá jakékoliv "drátování". To usnadňuje stavbu a zaručuje, že při správném osazení musí zesilovač pracovat na první zapojení.

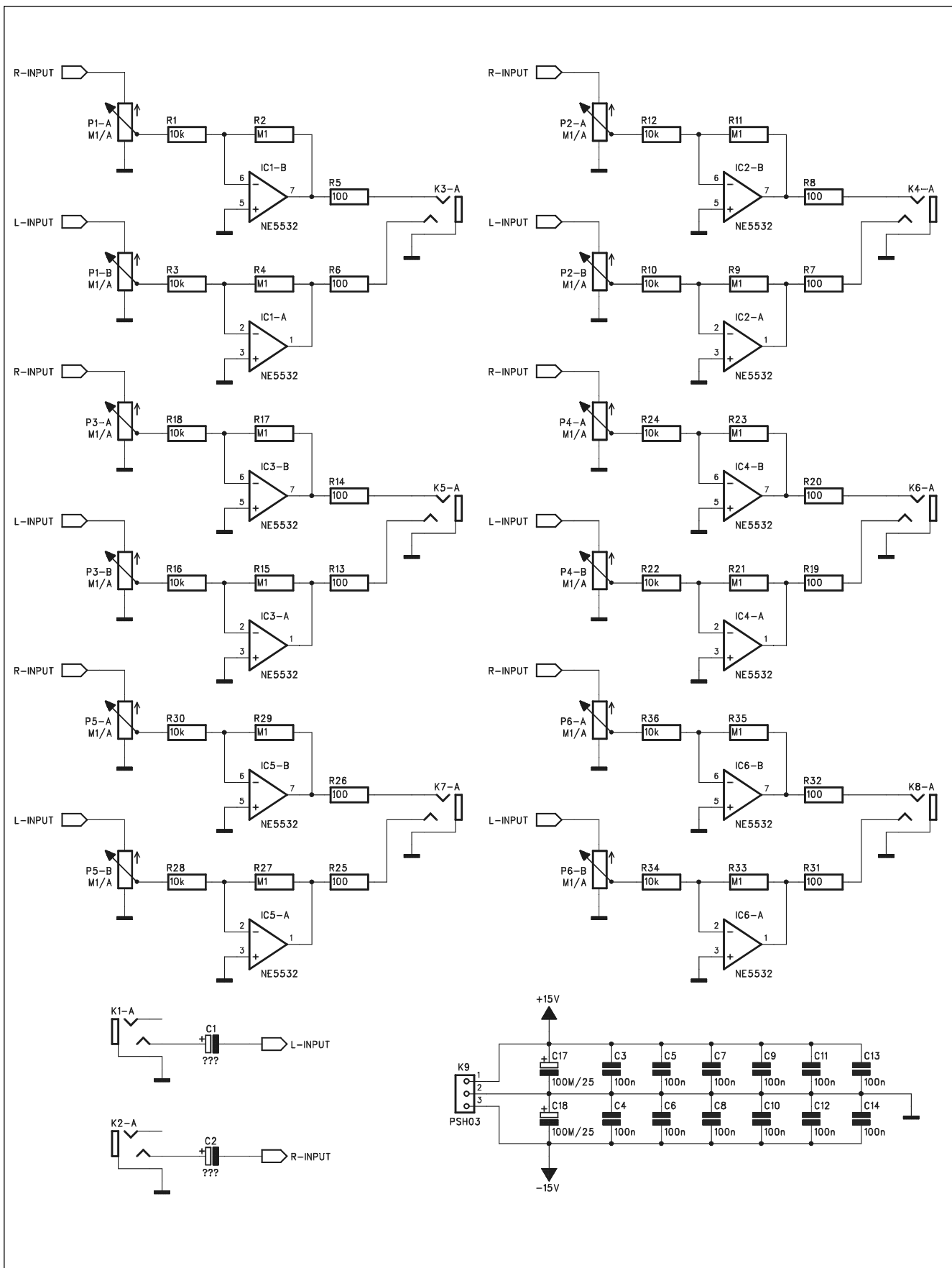
Závěr

Popsaný distribuční zesilovač nalezne uplatnění v nahrávacích studiích, jazykových učebnách,

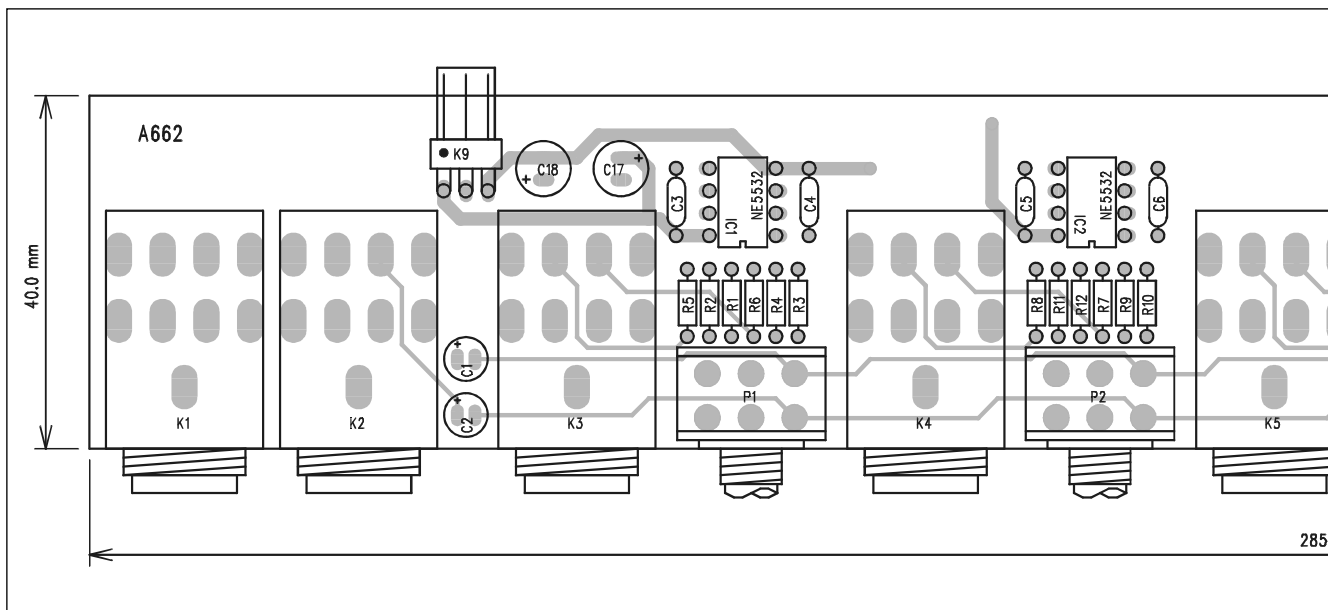
konferenčních sálech a v dalších aplikacích, kdy je zapotřebí připojit větší množství sluchátek na jeden signálový výstup.

Seznam součástek

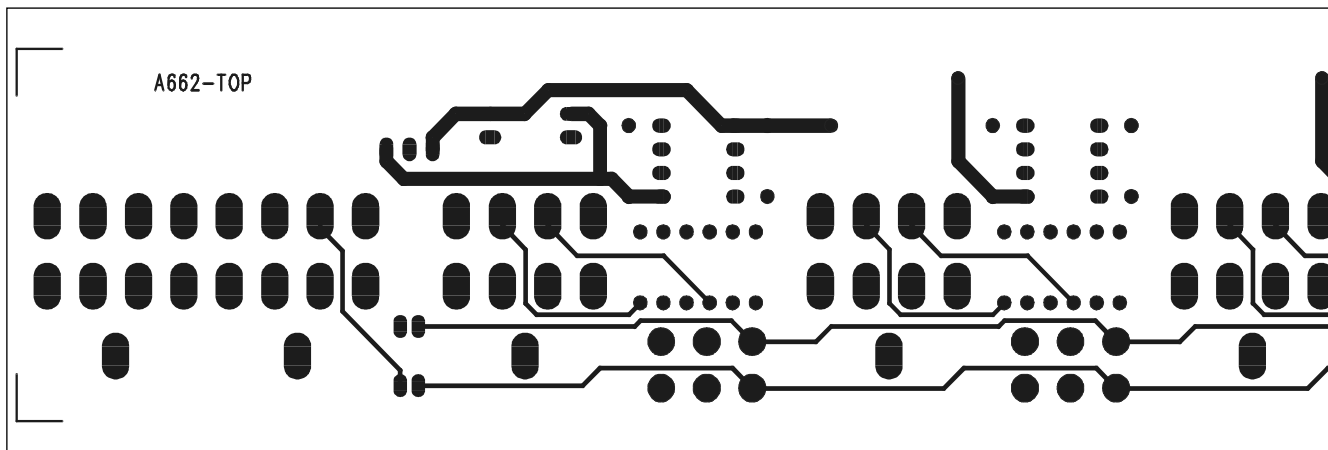
R1	10 k Ω
R2	100 k Ω
R3	10 k Ω
R4	100 k Ω
R5	100 Ω
R6	100 Ω
R7	100 Ω
R8	100 Ω
R9	100 k Ω
R10	10 k Ω
R11	100 k Ω
R12	10 k Ω
R13, R14	100 Ω
R15	100 k Ω
R16	10 k Ω
R17	100 k Ω
R18	10 k Ω
R19	100 Ω
R20	100 Ω
R21	100 k Ω
R22	10 k Ω
R23	100 k Ω
R24	10 k Ω
R25, R26	100 Ω
R27	100 k Ω
R28	10 k Ω
R29	100 k Ω
R30	10 k Ω
R31, R32	100 Ω
R33	100 k Ω
R34	10 k Ω
R35	100 k Ω
R36	10 k Ω
C3-C14	100 nF
C17, C18	100 μ F/25 V
IC1-IC6	NE5532
K1-K8	JACK63PREP
K9	PSH03
P1-P6	M 1/A



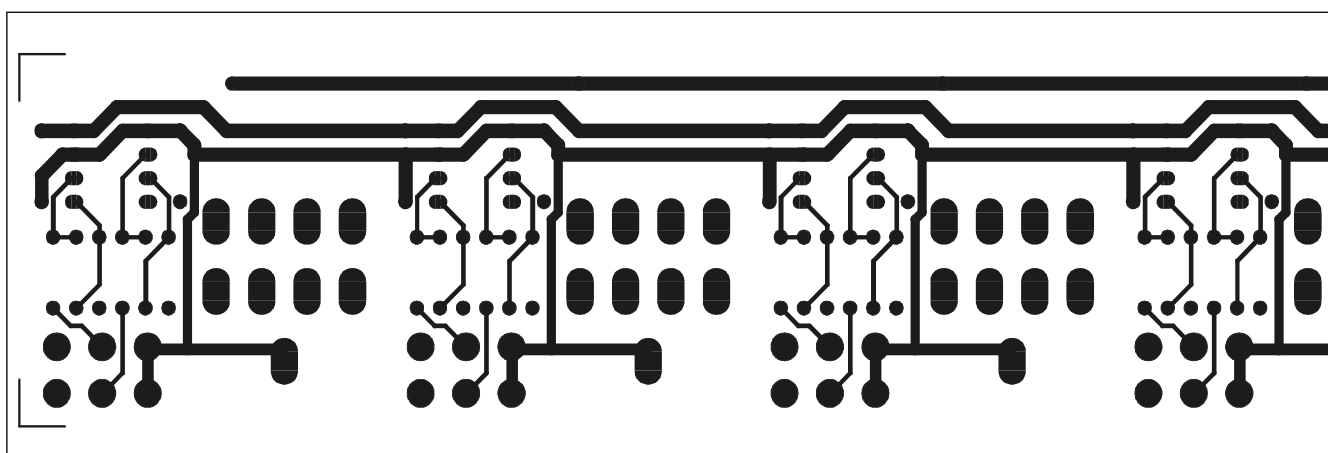
Obr. 1. Schéma zapojení distribučního zesilovače pro šest stereofonních sluchátek



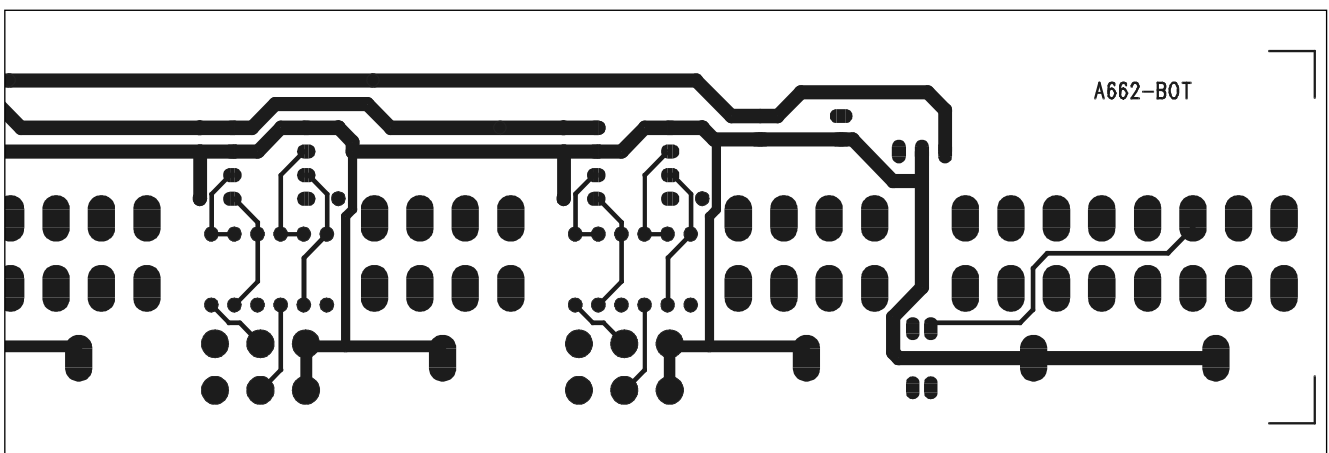
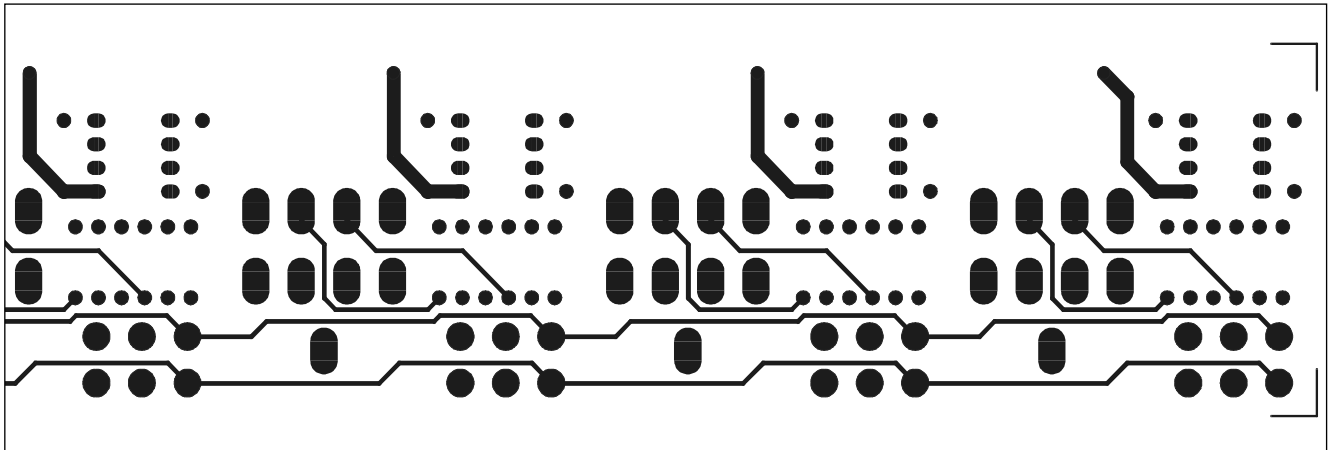
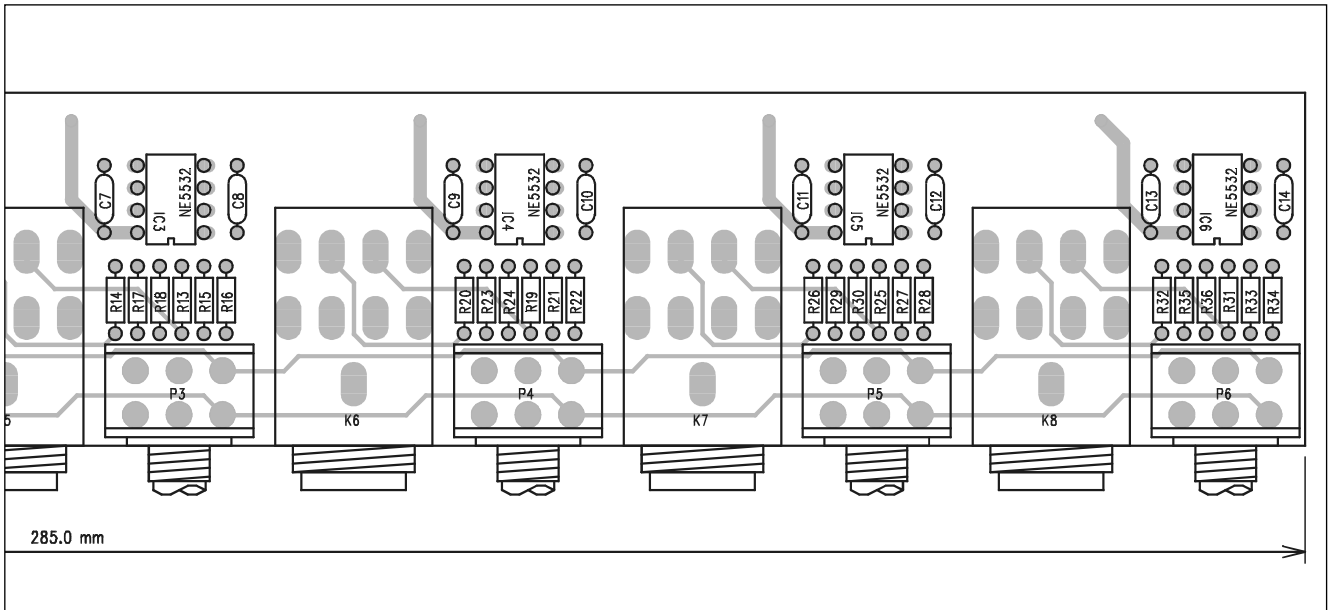
Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji distribučního zesilovače



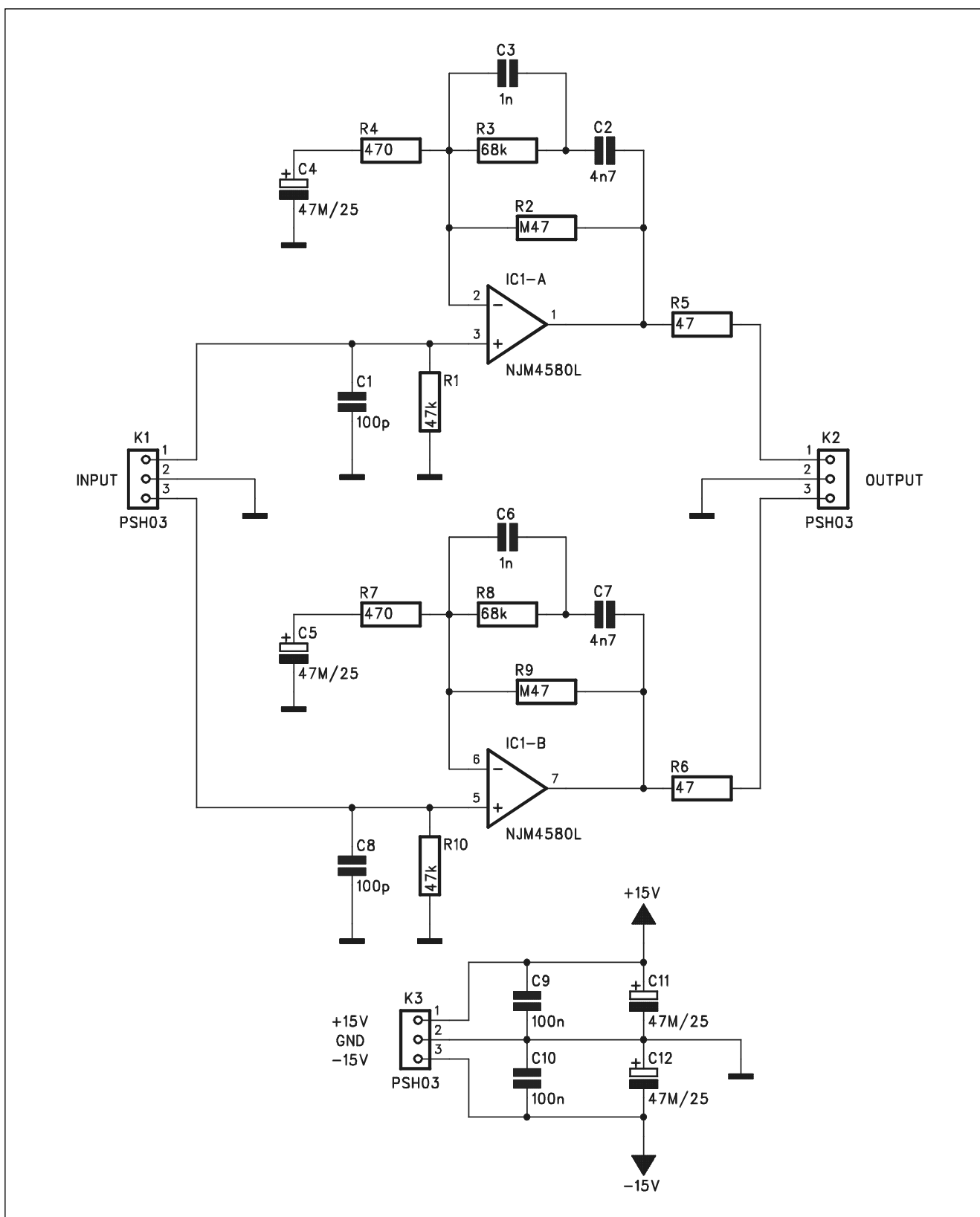
Obr. 3. Obrazec desky spojů distribučního zesilovače - strana součástek (TOP). Zvětšeno na 120 %



Obr. 4. Obrazec desky spojů distribučního zesilovače - strana spojů (BOTTOM). Zvětšenona 120 %

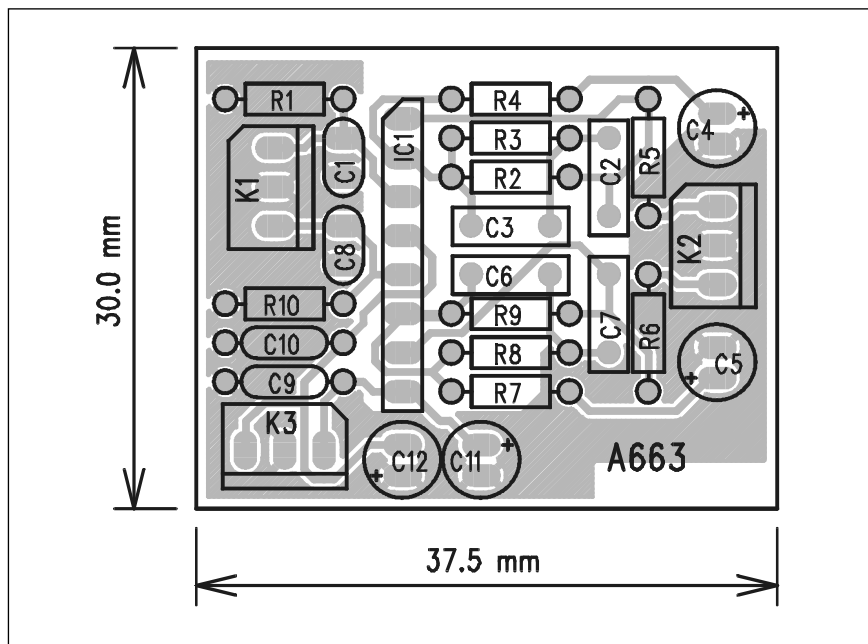


Korekční předzesilovač RIAA



Obr. 1. Schéma zapojení korekčního předzesilovače RIAA

Již jednou jsme v tomto čísle připomínali význam korekčního předzesilovače s charakteristikou RIAA pro možnost přehrávání klasických černých desek na současných zvukových aparaturách. Na rozdíl od předchozí konstrukce je tento předzesilovač navržen s ohledem na instalaci do stávajícího zařízení (věže, zesilovače apod.). Proto byl kladen důraz na malé rozměry. Většinou nejsou vnitřní prostory spotřební elektroniky až tak zaplněné, aby bylo nutné použít nějaké extrémní techniky (ve smyslu miniaturizace) pro dosažení co nejmenších rozměrů. Popsaný předzesilovač je zhotoven klasickou, tedy všem běžně dostupnou technologií na desce o rozměrech 30 x 37,5 mm. Takovýto modul by nemělo být obtížné umístit do většiny běžných výrobků.



Obr. 2. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji. Měřítko 2:1

Seznam součástek

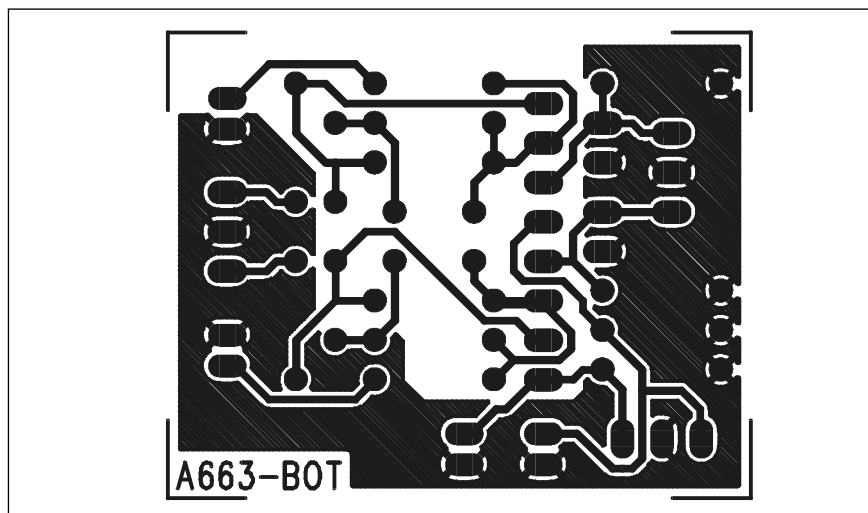
odpory 0204

R1	47 k Ω
R2	470 k Ω
R3	68 k Ω
R4	470 Ω
R5	47 Ω
R6	47 Ω
R7	470 Ω
R8	68 k Ω
R9	470 k Ω
R10	47 k Ω

C1	100 pF
C2	4,7 nF
C3	1 nF
C4	47 μ F/25 V
C5	47 μ F/25 V
C6	1 nF
C7	4,7 nF
C8	100 pF
C9	100 nF
C10	100 nF
C11	47 μ F/25 V
C12	47 μ F/25 V

IC1 NJM4580L

K1	PSH03
K2	PSH03
K3	PSH03



Obr. 2. Obrazec desky s plošnými spoji. Měřítko 2:1

Popis

Schéma zapojení předzesilovače RIAA je na obr. 1. Vstupní impedance 47 kohmů je dána odporem R1. Paralelně zapojený kondenzátor 100 pF odpovídá nejběžnější hodnotě doporučené výrobcí přenosů. Kmitočtová charakteristika podle normy RIAA je tvořena RC kombinací R2 až R4 a kondenzátory C2 a C3. Jako zesilovač je použit obvod NJM4580L, který má velmi dobré šumové vlastnosti a malé harmonické zkreslení.

Obvod je navržen pro symetrické napájecí napětí. Doporučeno je sice ± 15 V, ale předzesilovač bude spolehlivě pracovat i při nižším napájecím napětí. Pro vstupy, výstupy i přívod napájecího napětí jsou na desce konektory typu PSH03.

Stavba

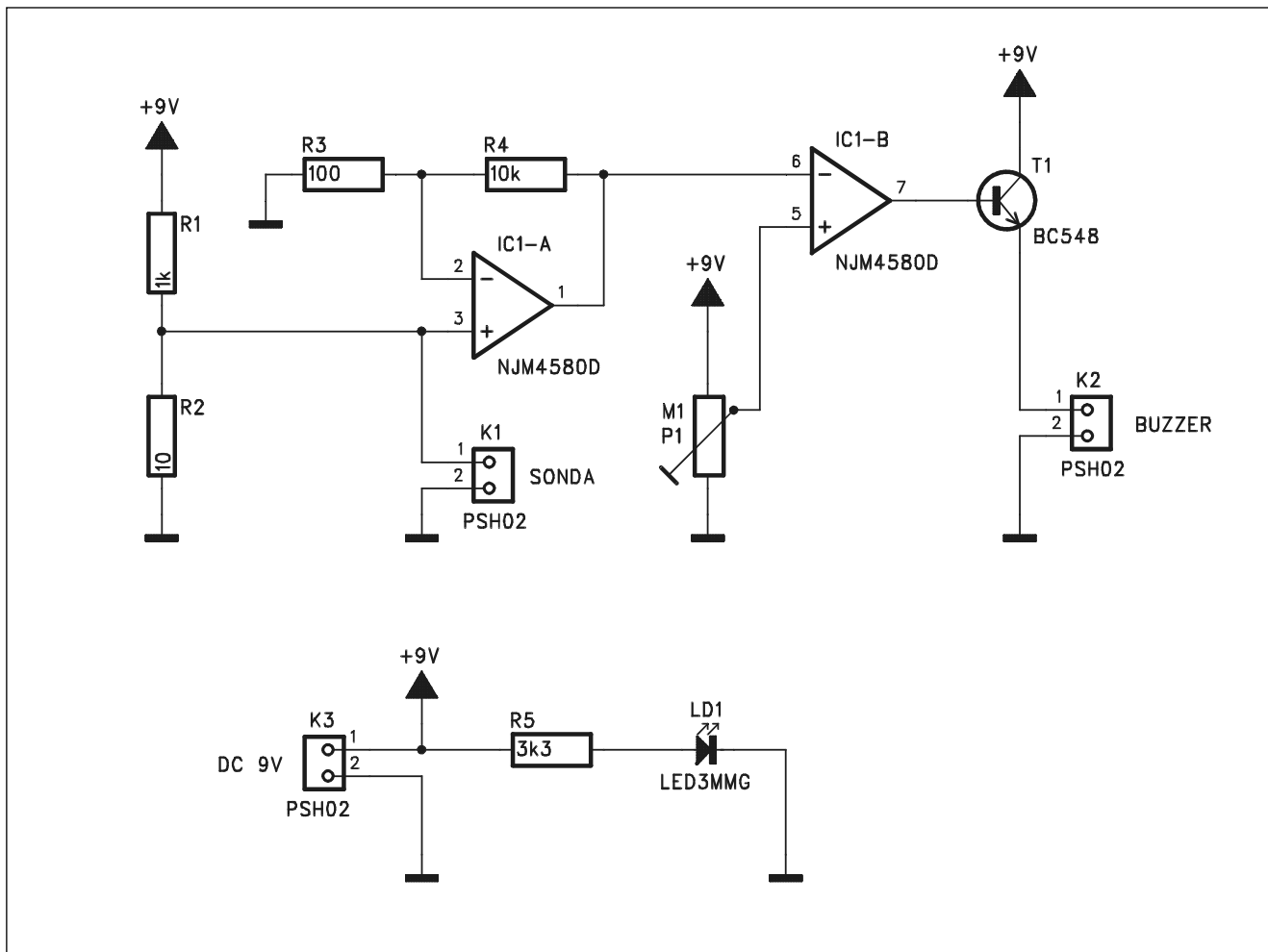
Korekční předzesilovač RIAA je zhotoven na jednostranné desce s plošnými spoji o rozměrech 30 x

Zkratoměr s nastavitelnou citlivostí

Zkratoměry, nebo lidově pípáky, jsou jednoduché testery, sloužící ke kontrole průchodnosti nebo

vzájemného zkratu mezi vodiči. Prahová úroveň, při které se rozlišuje stav vede/nevede se pohybuje podle

typu v řádu desítek ohmů. Někdy bývá udávána, někdy ne. V některých specifických případech by bylo



Obr. 1. Schéma zapojení zkratoměru s nastavitelnou citlivostí

37,5 mm. Rozložení součástek na desce předzesilovače je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 3. Použité odpory jsou miniaturní metalové 1% typu 0204, fóliové kondenzátory by měly mít toleranci 5%. Jinak je stavba předzesilovače nenáročná a při pečlivé práci ji zvládne i začátečník.

Závěr

Popsaná konstrukce vznikla na popud několika mých přátel, kteří chtěli rozšířit své stávající zařízení o možnost připojení klasického gramofonu s magnetodynamickou vložkou, aniž by museli zapojovat externí předzesilovač. Tento modul lze vestavět i přímo do gramofonu s tím,

že výstup je již úrovně kompatibilní s ostatními zdroji signálu (CD, tuner apod.). Popsaný předzesilovač vychází též velmi zajímavě i z cenového hlediska - pořizovací cena součástek by neměla přesáhnout 50,- Kč. Osažený a oživený modul po vyzkoušení a zapojení můžeme do skříně připevnit například termolepidlem.

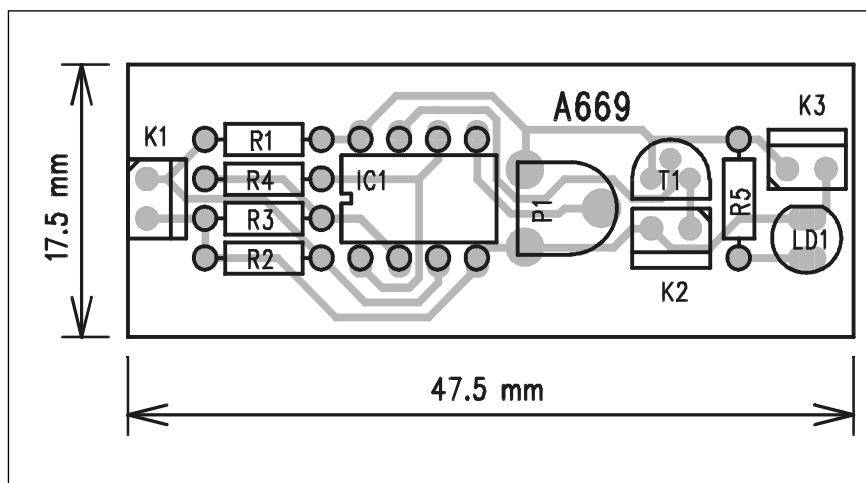
výhodné mít možnost tuto hranici nastavit přesněji. Proto byl navržen následující přípravek, který umožňuje volit práh indikace v rozmezí od 1 do 50 ohmů.

Popis

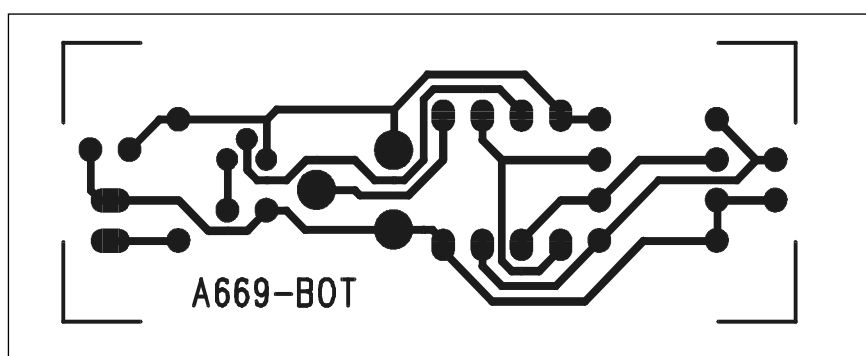
Schéma zkratoměru s možností nastavení prahu indikace je na obr. 1. Odporový dělič R1/R2 vytváří referenční napětí pro paralelně připojenou sondu přes konektor K1. Stejnoseměrné napětí na neinvertovalujícím vstupu operačního zesilovače IC1 je zesíleno 100 x díky zpětné vazbě, tvořené odpory R3 a R4. Protože bez připojené sondy je vstupní napětí na IC1A rovné přibližně 1/100 napájecího (odpor 1 kohm a 10 ohmů), je výstupní napětí IC1A také blízké napájecímu. Druhá polovina operačního zesilovače IC1B je zapojena jako komparátor. V neinvertovalujícím vstupu je trimr, zapojený mezi zem a napájecí napětí. Při plném napájecím napětí na neinvertovalujícím vstupu IC1B (trimr P1 nastaven na maximum) je práh komparátoru nastaven na nejvyšší vstupní odpor sondy. Potřebujeme-li snížit prahovou úroveň (aby zkratoměr reagoval na nižší hodnotu odporu), snížíme trimrem P1 napětí na vstupu komparátoru IC1B. V praxi je manipulace s testerem jednoduchá. Na vstup (sondu) připojíme odpor, na který má sonda reagovat. Trimr P1 nastavíme tak, aby byl právě na hranici indikace. Menší odpor sondy potom bude zkratoměr indikovat jako vodivý a vyšší jako nevodivý. Na výstupu komparátoru IC1B je zapojen tranzistor T1. Ten spíná signalizaci, což může být například samobudící piezoměnič, LED apod. Obvod je napájen z baterie 9 V. Do přívodu k baterii je zapojen vypínač. Zapnutí testeru je indikováno LED LD1.

Stavba

Tester je zhotoven na jednostranné desce podlouhlého tvaru o rozměrech 17,5 x 47,5 mm. To umožňuje vestavbu testeru do menšího pouzdra.



Obr. 2. Rozložení součástek na desce zkratoměru



Obr. 3. Obrazec desky zkratoměru. Strana spojů (BOTTOM). Měřítko 2:1

Limitující bude asi rozměr destičkové baterie. Na místě operačního zesilovače můžeme použít například šuplíkový 1458. Klidový odběr testeru je asi 20 mA, v případě sepnutí signalizace záleží na použitém prvku. Na běžnou práci je tedy životnost baterie dostačující. Rozložení součástek na desce s plošnými spoji je na obr. 2, obrazec desky spojů ze strany spojů (BOTTOM) je na obr. 3. Zapojení je triviální a se stavbou by nikdo neměl mít zásadní problémy.

Závěr

Popsané zapojení použijeme s výhodou tam, kde je důležitá i velikost odporu, která má být vyhodnocena jako zkrat nebo nevodivost. S uvedenými hodnotami součástek je nastavitelný rozsah prahových úrovní asi od 1 ohmu do 50 ohmů. Pokud

zvýšíme hodnotu R2 a R3 10x (tím se zvýší referenční napětí na sondě), můžeme zkratoměr použít pro rozsah indikace od 10 ohmů do asi 500 ohmů.

Seznam součástek

R1	.....	1 kΩ
R2	.....	10 Ω
R3	.....	100 Ω
R4	.....	10 kΩ
R5	.....	3,3 kΩ
IC1	.....	NJM4580D
LD1	.....	LED 3 MM G
T1	.....	BC548
K1	.....	PSH02
K2	.....	PSH02
K3	.....	PSH02
P1	.....	M 1/PT6

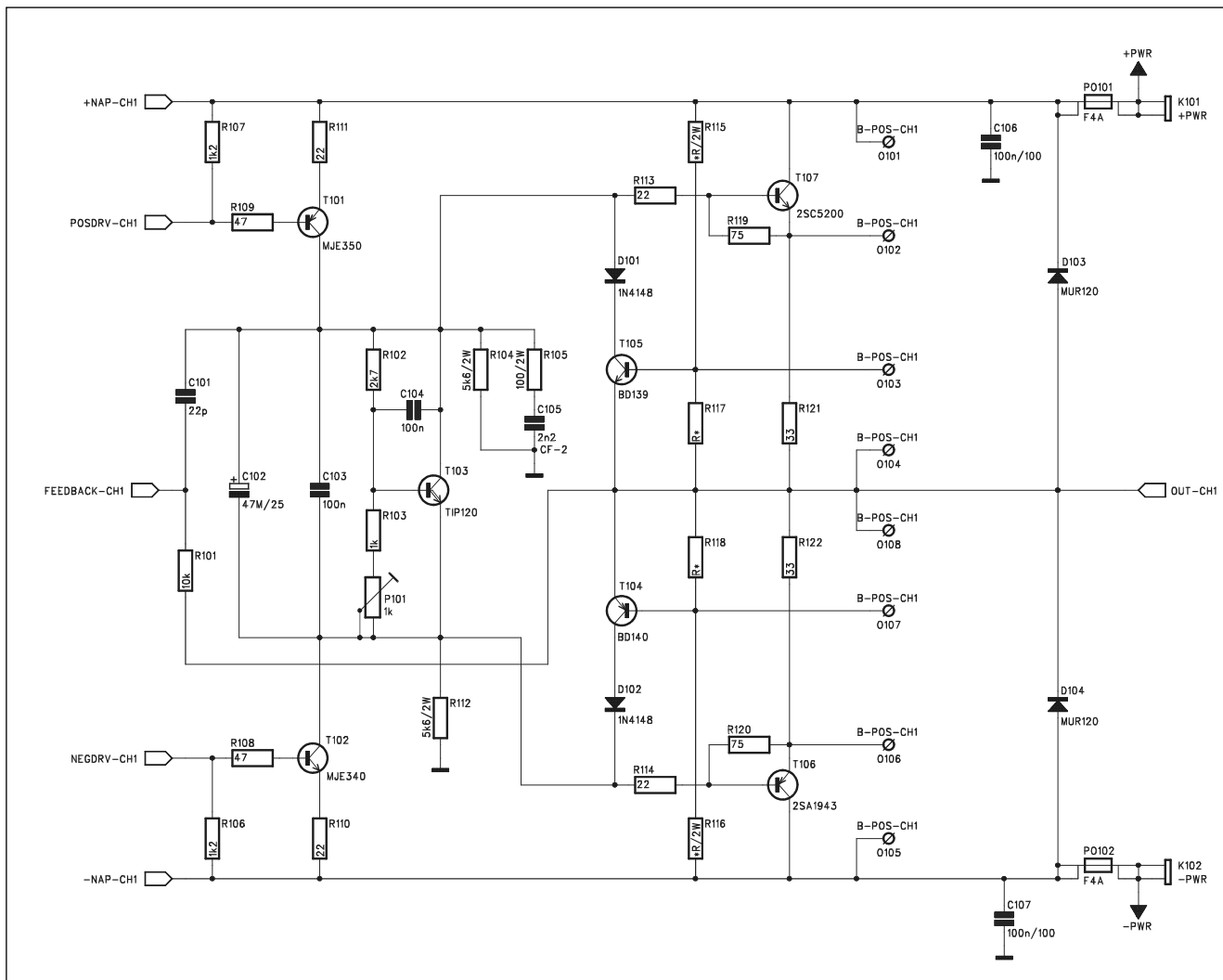
Co se připravuje

dokončení ze strany 19

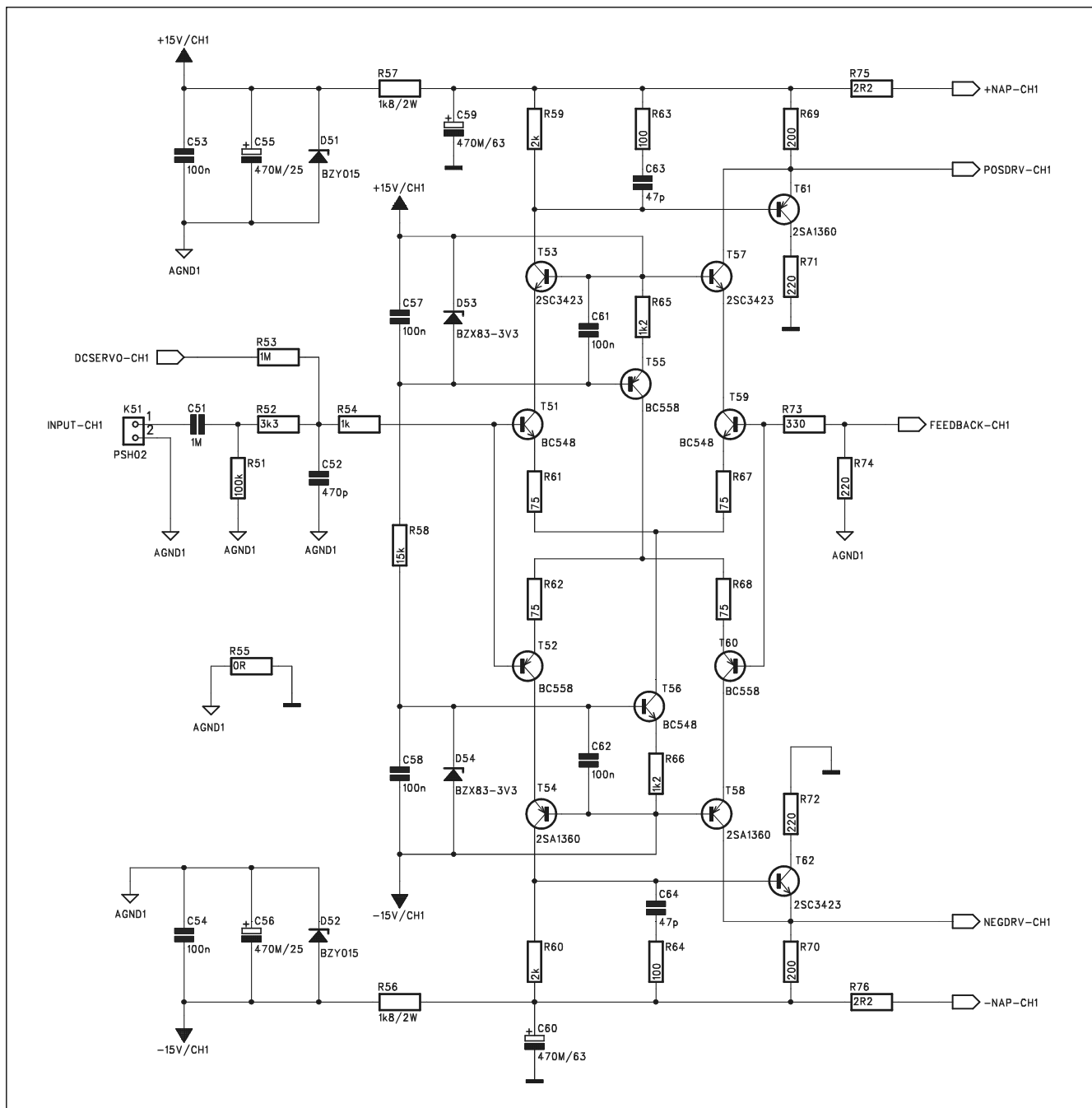
zapojených koncových tranzistorů. Tranzistory 2SA/2SC budou přednostně použity v monofonních blocích na chladiči s šířkou 120 mm, takže pokud se použijí dva chladiče v jedné mechanice (podél bočnic), zůstane ve středu prostor asi 200 mm pro toroidní transformátory. Kovová pouzdra TO3 se montují na jiný typ chladiče (již zde také zmiňovaný) s šíří 216 mm. Ten umožňuje ve dvou řadách umístit až 2x 10 pouzder TO3. Tento profil bude použit pro konstrukci stereofonních (dvoukanálových) jednotek s výkony 2x 100 W až 2x 500 W. Aby se dala rozumným

způsobem zvládnout poměrně široká řada modifikací, které z finančních důvodů nebudou řešeny obvyklým vynecháním skupiny součástek na jinak stejné desce s plošnými spoji, začal jsem používat progresivní technologii, kterou umožňuje program PowerPCB. Určitá skupina součástek na desce, včetně příslušných spojů se označí jako blok a uloží do paměti. Pokud na jiné desce existuje stejná kombinace součástek - musí mít stejné hodnoty a propojení, ale s jiným číslováním (referencemi), program je vyhledá a umístí opět jako skupinu - již propojenou - na DPS. Opakuje-li se stejný motiv vícekrát, můžeme bloky umísťovat tak dlouho, dokud

program v seznamu součástek (netlistu) nalézá odpovídající zapojení. Pouze pro zajímavost se můžete podívat na rozložení součástek distribučního zesilovače pro sluchátka v tomto čísle SaK. Rozmístil jsem součástky kolem konektoru jack, potenciometru a operačního zesilovače, vzájemně je propojil a následně označil jako blok pro funkci "Physical Design Reuse". Při aktivaci této funkce program našel ve schématu zbývajících 5 shodně zapojených výstupních zesilovačů. Pokud se zvolil metrický rastr např. 5 mm, funkcí Physical Design Reuse se snadno umístily další bloky s roztečí přesně 40 mm. Případně zájemce o další



Obr. 1. Napěťový budič (rozkmitový stupeň) se základním obvodem proudové ochrany



Obr. 2. Zapojení univerzálního vstupního zesilovače nové řady výkonových koncových zesilovačů

podrobnosti kolem programu a možností PowerPCB odkáží na distributora, firmu CADware z Liberce (www.cadware.cz). Nutno ale dopředu upozornit, že tento modul se dodává zvláště a jeho cena není zrovna nejnižší (bráno v amatérské rovině). Aby bylo možno efektivně aplikovat tuto metodu (skládačky) i na připravované zesilovače, jsou součástky v jednotlivých funkčních blocích číslovány po skupinách (1-50, 51-100, 101-300

apod.). Pokud je zesilovač stereofonní, je druhý kanál číslován o 500 výše. Tolik tedy na vysvětlenou, proč jsou reference na schématech tak vysoké.

Na obr. 1 je zapojení napěťového budiče. Toto provedení je pro tranzistory v pouzdru TO3, které jsou v každé polaritě montovány na 35 mm širokou desku s plošnými spoji. Ta je vzájemně propojuje. Délka desky (počet pouzder) určuje výstupní výkon modulu. I když nemám rád

propojování koncových tranzistorů kabelem, v tomto případě to bylo nejschůdnější řešení. I v případě řady paralelně zapojených tranzistorů jsou s hlavní deskou spojeny vždy pouze čtyřmi vodiči. Provedení s tranzistorem 2SA/2SC má i výkonové tranzistory na hlavní desce. Na obr. 2 je zapojení univerzálního vstupního modulu, který budou obsahovat všechny typové řady.

