

Nízkofrekvenčný zosilňovač 2 x 40 W so skreslením 0,06 %

Ing. Anton Kosmel

Uvedená konštrukcia vznikla z potreby uviesť do praxe moderné monolitické integrované obvody fy National Semiconductor rady Overture. Použitím integrovaných obvodov rady Overture je možné vyrobiť jednoduchý zosilňovač, ktorý má parametre špičkových High-end prístrojov. Nízkofrekvenčný zosilňovač obsahuje zdroj napájacieho napätia pre obe časti zosilňovača - korekčný predzosilňovač a koncový výkonový stupeň, je konštrukčne navrhnutý tak, aby všetky jeho prvky boli na jednej doske s minimálnymi rozmermi a nevyžadoval si zložité ožiovovanie.

Základné technické údaje

Korekčný predzosilňovač

Napájacie napätie: +15 V, -15 V.
Odber prúdu: 2 x 13 mA.
Frekvenčný rozsah (-0,2 dB):
20 Hz až 20 kHz.
Rozsah reg. - výšky: +11 až -11 dB.
Rozsah reg. - basy: +11 až -11 dB.
Skreslenie: 0,01 %.
Pomer signál/šum (vstup nakrátko):
92 dB.
Odstup medzi kanálmi: 75 dB.

Koncový zosilňovač osadený 2 x LM3876 (údaje z fy literatúry)

Napájacie napätie: +30 V, -30 V.
Kľudový prúd: 30 mA.
Trvalý výkon na záťaži 4 Ω : 2 x 40 W.
Špičkový (hud.) výkon: 2 x 100 W.
Celkové harmonické skreslenie
- THD (20 Hz < f < 20 kHz): 0,06 %.
Intermodulačné skreslenie
(60 Hz, 7 kHz, 4 : 1): 0,004 %.
Pomer signál/šum P = 40 W,
f = 1 kHz, R_s = 25 Ω : 114 dB.

Popis integrovaného obvodu LM3876 z rady Overture

LM3876 výkonový nízkofrekvenčný zosilňovač s trvalým výkonom

40 W/8 Ω , ktorý má malé celkové harmonické skreslenie 0,06 %, intermodulačné skreslenie len 0,003 % a frekvenčný rozsah 20 Hz až 20 kHz. Integrovaný obvod je vyrobený monolitickým procesom a je montovaný do puzdra TO-220 s 11 vývodmi (obr. 1).

Obsahuje patentovo chránenú elektronickú ochranu **SPIke Protection**, ktorá zabezpečuje ochranu pred zvýšeným alebo príliš zníženým napájacím napätím, pred skratom výstupu na zem, alebo na napájacie napätie a pred tepelným zničením. Prechodné javy, ktoré vznikajú pri zapnutí a vypnutí zosilňovačov, obvod eliminuje vlastným elektronicky riadeným umlčovačom, čo predstavuje značné zjednodušenie konštrukcie výkonového stupňa. Tieto jeho špičkové vlastnosti ho predurčujú na použitie do stereo High-end audiovizuálnych zariadení.

Rada **Overture** obsahuje okrem LM3876 ďalšie obvody, ktoré majú s ním zhodné vlastnosti a zapojenie vývodov, líšia sa len dosahovaným výkonom. V nasledujúcom zapojení ich možno bez zásahu do dosky s plošnými spojmi alebo zapojenia ľubovoľne obmieňať, samozrejme s pri-



hľadnutím na dimenzovanie sieťového transformátoru a chladiča odvádzajúceho stratový výkon.

LM2876 - trvalý výkon 25 W, špičkový výkon 75 W,

LM3876 trvalý výkon 40 W, špičkový výkon 100 W,

LM3886 trvalý výkon 60 W, špičkový výkon 150 W (dosahuje na záťaži 4 Ω).

Zapojenie vývodov IO rady Overture

1. U+
2. Nezapojený
3. Výstup
4. U-
- 5,6. Nezapojený
7. Zem
8. Umlčovač (mute)
9. Uj-
10. Ui+
11. Nezapojený

Popis zapojenia

Celková schéma zapojenia nf zosilňovača (obr. 2) sa skladá zo štyroch častí, pričom bol dôraz kladený na to, aby boli na jednej doske s minimálnymi rozmermi.

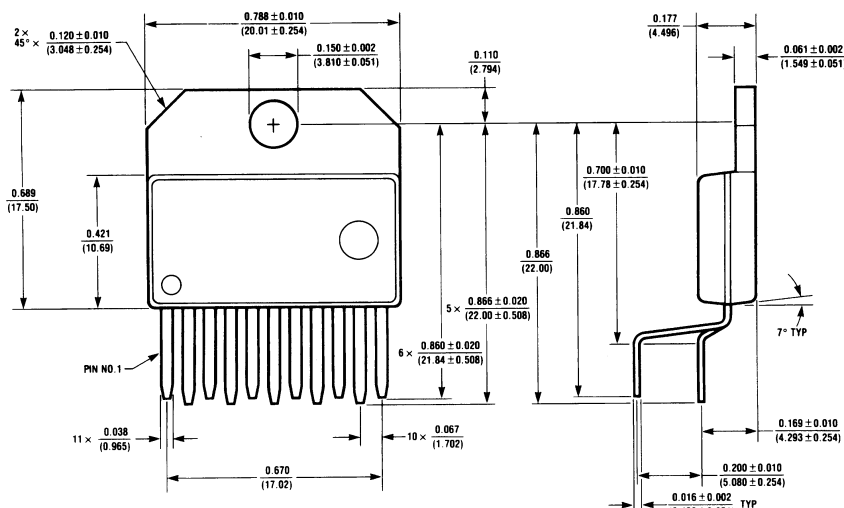
Zdroj symetrického napájacieho napätia ±30 V pre koncový stupeň

Zdroj symetrického napájania koncových stupňov je realizovaný trochu netypicky tak, že sú použité dva diódové mostíky D1 a D2. Takéto zapojenie umožňuje použitie dvoch identických sieťových transformátorov, pričom ich výkon je oproti použitiu jedného transformátora s vyvedeným stredom polovičný.

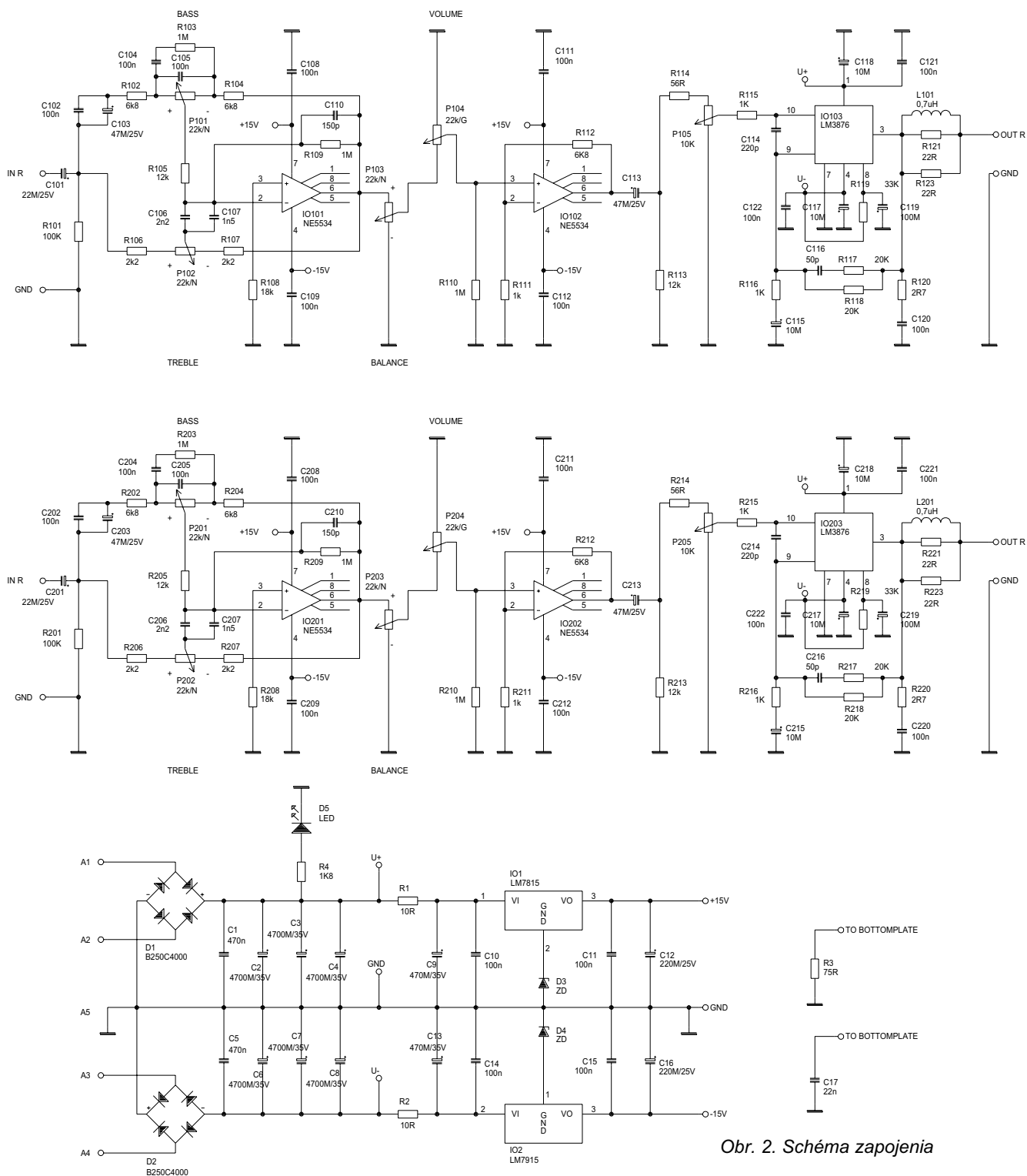
Samozrejme nič nebráni tomu, aby sme použili iba jeden diódový mostík spolu s transformátorom, ktorý má vyvedený stred. Výhodou zapojenia je teda univerzálnosť dosky s plošnými spojmi a väčšia dostupnosť transformátorov s jedným vinutím. V prípade použitia LM3876 musia mať použité transformátory výkon asi 75 W a strieďavé napätie 20 V.

Filtráciu napájacieho napätia zdroja po usmernení zabezpečujú elektrolitické kondenzátory C2, C3, C4, C6, C7, C8. Kondenzátory C1 a C5 zabezpečujú odrušenie zdroja.

Výstupné napätie zdroja na bodoch U+ a U- musí byť maximálne +30 V, -30 V voči zemi (GND). Rezistor R4 spolu s diódou LED D5 je možné použiť na signalizáciu zapnutia zosilňovača.



Obr. 1. Rozmery puzdra integrovaného obvodu



Obr. 2. Schéma zapojenia

Zdroj symetrického napájacieho napätia ± 15 V pre korekčný predzosilňovač

Zdroj symetrického napájania pre korekčný predzosilňovač je realizovaný monolitickými stabilizátormi IO1 (LM7815) a IO2 (LM7915).

Kondenzátory C10, C11, C14, C15 zabraňujú kmitaniu stabilizátorov, musia byť minimálne 100 nF. Zenerove diódy D3, D4 sa osádzajú len v prípade, že by sme použili stabilizátory s nižším napätím ako ± 15 V, -15 V (napr. LM7805 a LM7905 + Zenerova dióda so zenerovým napätím 10 V). Inak sa miesto D3 a D4

použijú drôtové prepajky. Kondenzátory C9, C13 zabezpečujú filtráciu napájacieho napätia na vstupe C12, C16 na výstupe zdroja. Na výstupe zdroja musí byť ± 15 V, -15 V.

Korekčný predzosilňovač s nízkošumovými operačnými zosilňovačmi NE5534

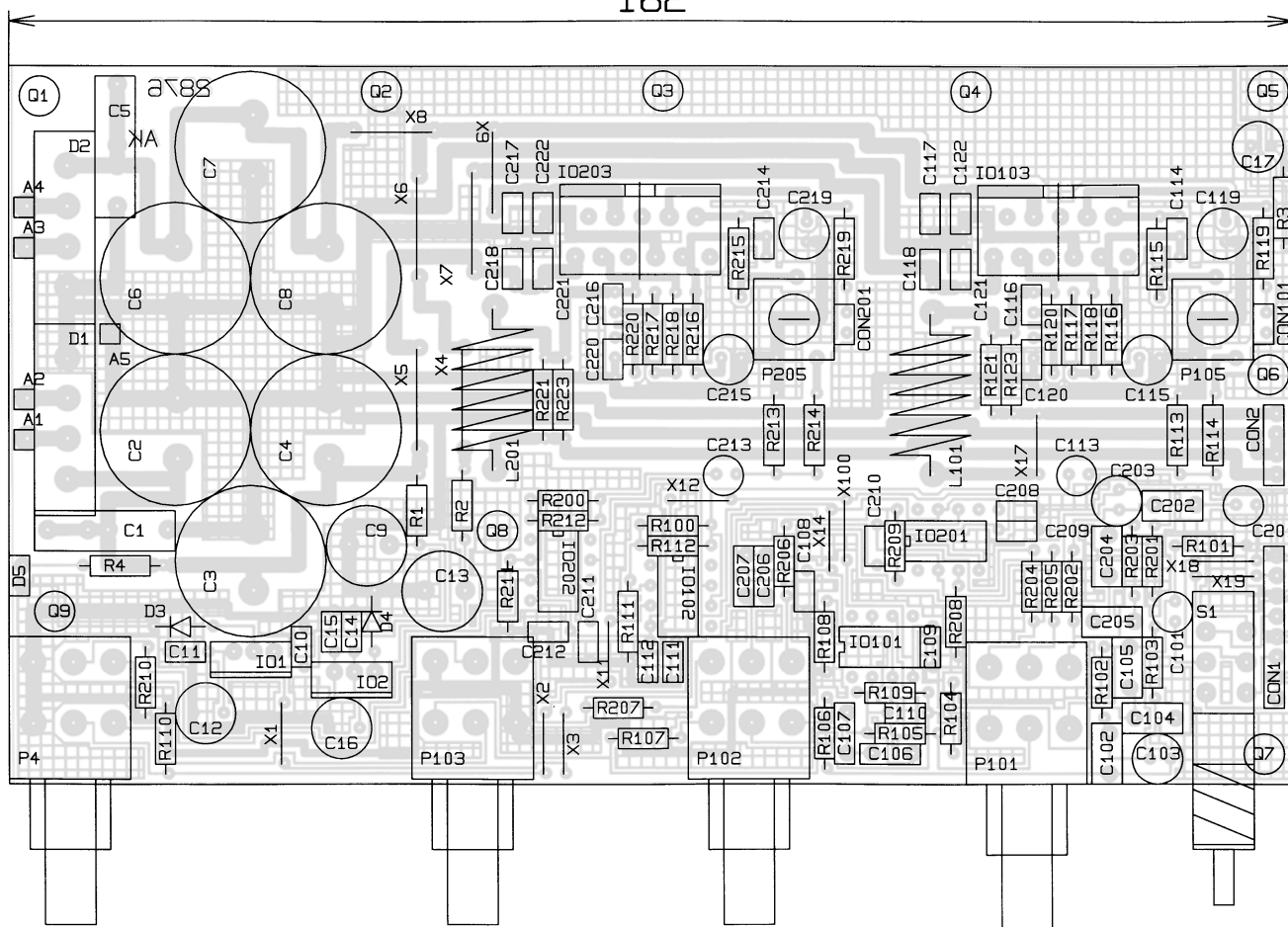
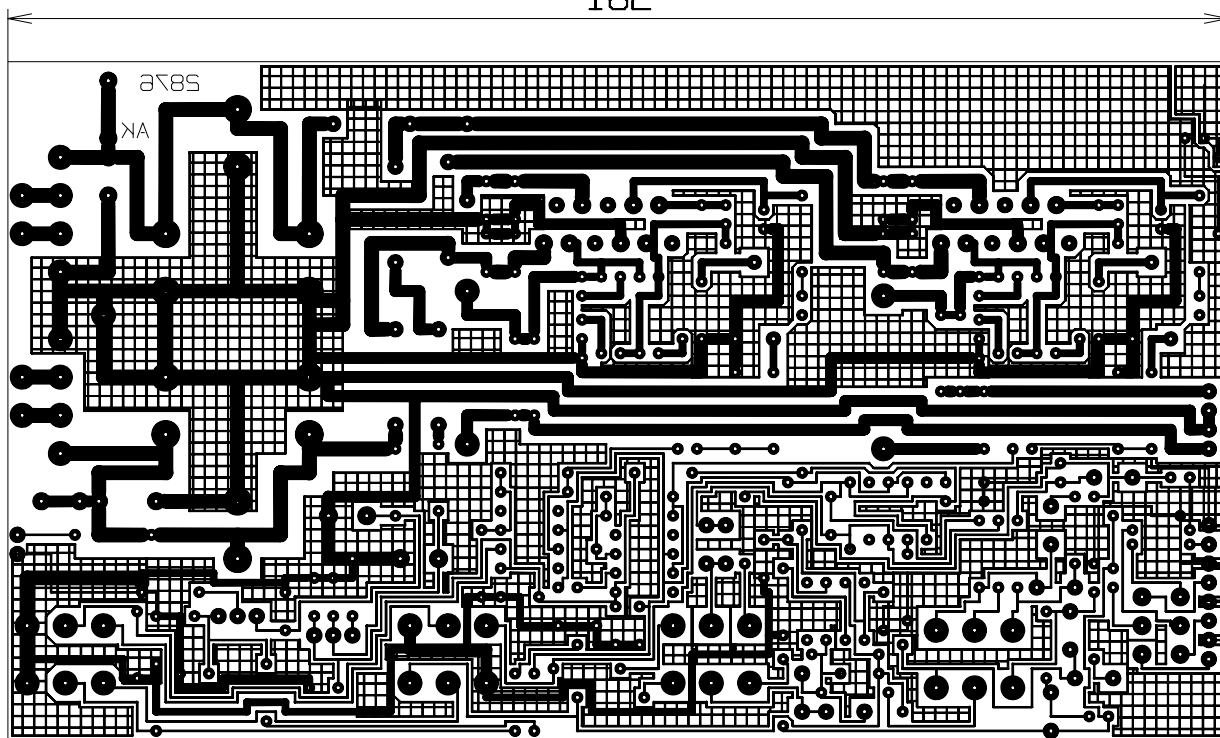
Obvodová schéma pre ľavý a pravý kanál je rovnaká a ďalej bude len popis ľavého kanálu.

Nf signál prichádza z prepínača vstupov S1 cez väzobný kondenzátor C101 na korekčné obvody. Vstupný odpor predzosilňovača určuje rezistor

R101. Korektor basov, ktorý tvoria rezistory R102, R103, R104, R105, potenciometer P101 a kondenzátory C104, C105, je predradený elektrolytický kondenzátor C102 spolu so zvukovým kondenzátorom C103.

Korektor pre výšky je tvorený rezistormi R106, R107, potenciometrom P102 a kondenzátormi C106, C107. Rezistor R103 a kondenzátory C104, C106 v korektore basov a výšiek zabezpečujú fyziologický priebeh regulácie. Ide o funkciu, ktorá je u svetových výrobcov označovaná ako „loudness“.

Väčšina majiteľov profesionálnych prístrojov ponecháva uvedenú funkciu



trvale v činnosti aj pri „vyšších hlasitostiach“, preto som pre zjednodušenie zvolil „pevnú fyziologickú reguláciu“.

Obvody korekcií sú zapojené v obvode spätnej väzby operačného zosilňovača IO101 (NE5534). Z výstupu IO101 je signál vedený na balančný

Obr. 3. Doska s plošnými spojmi

potenciometer P103 a ďalej na regulátor hlasitosti P104 tvorený logaritmickým potenciometrom. Z bežka P104 signál postupuje do neinverujúceho operačného zosilňovača

IO102. Zosilnenie tohoto stupňa je nastavené rezistormi R111, R112 a R112. Jeho vstupný odpor je daný rezistorom R110. Z výstupu operačného zosilňovača je signál vedený cez väzobný kondenzátor C113 a rezistory R114, R115 a trimer P105 na vstup koncového stupňa.

Kondenzátory C108, C109, C111, C112 blokujú napájacie napätia operačných zosilňovačov.

Koncový stupeň realizovaný 2 x LM3876

Schéma koncového stupňa vychádza z doporučeného zapojenia so symetrickým napájacím napätím. Signál z korekčného predzosilňovača postupuje na vstup výkonového IO103, na jeho mieste je možné použiť ľubovoľný monolitický integrovaný obvod z rady **Overture** (LM2876, LM3876, LM3886).

Kondenzátor C114 na vstupe IO103 zabraňuje v osciláciám. Sériový člen R116 a C115 určuje dolnú medznú frekvenciu, ktorá je 16 Hz. Spätnoväzobný člen C116 a R117 obmedzuje hornú medznú frekvenciu na 150 kHz. Zosilnenie je dané pomerom rezistorov R116 a R118. Indukčnosť L101 znižuje zaťaženie výstupu kapacitnou záťažou na vysokých frekvenciách.

Rezistor R121 znižuje činiteľ akosti L101. Sériový člen R120 a C120 stabilizuje výstup tým, že zabraňuje v osciláciám. Člen R119 a C119 určuje časovú konštantu umlčovača (funkcia mute).

Tantalové kondenzátory C117, C118 a keramické kondenzátory C121, C122 blokujú a filtrujú napájacie napätie priamo na vývodoch IO103. Rezistor R3 a kondenzátor C17 sa pripájajú na kovovú skriňu zosilňovača.

Oživenie a nastavenie

Doska s plošnými spoji je na obr. 3. Ak na zhotovenie zosilňovača použijeme kvalitné súčiastky a ich montáž bude vykonaná čisto, zosilňovač bude pracovať na prvé zapojenie. Keďže zosilňovač nemá žiadne nastavovacie prvky, zaobídeme sa bez meracích prístrojov a postačí nám jednoduchý merací prístroj, ktorý len použijeme na overenie napájacích napätí, prípadne na zmeranie odberov prúdu. Pri návrhu dosky bolo veľmi prísne rešpektované tzv. jednobodové uzemnenie. Preto, ak použijeme originálnu dosku s plošnými spoji, vyhneme sa rôznym „vrtochom“, ktorými oplývajú niektoré nf zosilňovače.

Na výkonové integrované obvody IO103 a IO203 je potrebné priskrutkovať chladič s Al profilu s rozmermi cca 120 x 50 x 50 mm.

Záver

Uvedený nf zosilňovač som realizoval dvakrát s integrovanými obvodmi LM2876 a LM3876. Bol porovnávaný s profesionálnymi zosilňovačmi rovnakých výkonov fy Onkyo a Philips na trojpásmových reproduktorových sústavách Visaton o objeme 90 l.

Reprodukcia tohto zosilňovača je hlavne vďaka špičkovým koncovým stupňom fy National Semiconductor vďaka podľa firemnej literatúry „excellent“. Integrované obvody rady **Overture** a dosku s plošnými spoji (nеспájkovateľná maska a vyvrtané otvory - cena asi 200 SK) je možné kúpiť u firmy A.M.I.S. s.r.o., Kalinčiaka 5, 971 01 Prievidza, tel./fax (0862) 22489.

Literatúra

[1] *Overture Audio Power Amplifier Series LM3876 (LM2876), High-Performance 100 W (75 W) Audio Power Amplifier w/Mute. National Semiconductor Corporation 1993.*

Zoznam použitých súčiastok

Rezistory	
R1, R2	10 Ω, TR 296
R3	75 Ω, TR 296
R4	1,8 kΩ, TR 296
R101, R201	1 kΩ, TR 296
R102, R104, R112, R202, R204, R212, R103, R109, R110, R203, R209, R210	6,8 kΩ, TR 296
R105, R113, R205, R213	1 MΩ, TR 296
R106, R107, R206, R207	12 kΩ, TR 296
R108, R208	2,2 kΩ, TR 296
R111, R115, R116, R211, R215, R216	18 kΩ, TR 296
R114, R214	1 kΩ, TR 296
R117, R118, R217, R218	56 Ω, TR 296
R119, R219	20 kΩ, TR 296
R120, R220	33 kΩ, TR 296
R121, R123, R221, R223	2,2 Ω, TR 296
P101/P102, P201/P202, P103/P203	22 Ω, TR 296
P104/P204	22 kΩ/N
P105, P205	dvojité potenciometer PIHER (GM)
P106/P206	22 kΩ/G
P107/P207	dvojité potenciometer PIHER (GM)
P108/P208	10 kΩ, trimmer
Kondenzátory	
C1, C5	470 nF/35 V, zvítkový
C2, C3, C4, C6, C7, C8	4700 μF/35 V
C9, C13	470 μF/35 V
C10, C11, C14, C15, C102, C104, C105, C108, C109, C110, C112, C120, C121, C122, C202, C204, C205, C208, C209, C211, C212, C220, C221, C222	100 nF/35 V, ker.
C12, C16	220 μF/25V
C17	22 nF/35 V, ker.
C101, C201	22 μF/25 V
C103, C113, C203, C213	47 μF/25 V
C106, C206	2,2 nF/35 V, zvítk.
C107, C207	1,5 nF/35 V, zvítk.

C110, C210	150pF/35 V, ker.
C114, C214	220pF/35 V, ker.
C115, C117, C118, C215, C217, C218	10 μF/35 V, tantal
C116, C216	50 pF/35 V, ker.
C119, C219	100 μF/35 V
Polovodičové súčiastky	
D1, D2	B250C4000
D3, D4	ZD podľa IO1 a IO2
D5	LED
IO1	LM7815
IO2	LM7915
IO101, IO102, IO201, IO202	NE5534
IO103, IO203	LM3876 (LM2876, LM3886)
Ostatné súčiastky	
L101, L201	0,7 μH, 15 z, CuL 1,2 mm
na priemer 10 mm	
S1 spínač typu ISOSTAT	

Výkonný audio kodek pro číslicové systémy

Speciálně pro procesorové zpracování audio signálů v multimediálních stanicích vyvinula společnost ITT Intermetall integrovaný audio kodek ASCO 2300, který obsahuje většinu funkcí, potřebných pro číslicové kódování a dekódování analogových stereofonních audio signálů. V důsledku rozsáhlé programovatelnosti je tento obvod vhodný pro použití v tak rozdílných aplikacích, jako jsou zvukové karty pro osobní počítače, přehrávače DAT, DCC, minidisků a systémů pro rozpoznávání a syntézu řeči.

Kodek sdružuje tyto hlavní funkční skupiny: dva stereofonní převodníky A/D a D/A s automatickým rozpoznáváním a nastavením rychlosti převodu (v rozsahu 8 až 48 kHz), číslicové sériové rozhraní a funkční skupinu zpracování signálu, která uskutečňuje výpočet číslicového desítkového a interpolačního filtru. Rozlišení převodníku PDM odpovídá šestnácti bitům a zaručuje odstup signálu od šumu větší než 85 dB při zkreslení 0,04 % mezi vstupem A/D a výstupem D/A.

V důsledku pružnosti vestavěného sériového rozhraní může obvod ASCO 2300 zpracovávat až čtyři audio kanály v různých formátech (16, 18 nebo 20 bitů) spolu s přídatnými řídicími informacemi. Obvod si tím „rozumí“ s běžnými počítačovými formáty dat, stejně jako typickými audio formáty jako je I²S. Součástíka je v plastovém pouzdru PLCC se 44 vývody nebo miniaturním pouzdru TQFP se 44 vývody.

SŽ

Informace ITT Intermetall G9505