

8 KANÁLOVÝ NF ZESILOVAČ

8 CHANNEL AF AMPLIFIER

Vlastimil LANDSMAN

Resumé

Článek pojednává o rozdělení nízkofrekvenčních zesilovačů, jejich základních parametrech a možnostech návrhu a konstrukce v amatérských podmínkách.

Abstract

The article deals with the distribution of audio amplifiers, their basic parameters and options for the design and construction in amateur terms.

ÚVOD

Audio zesilovače jsou pro amatérské konstruktéry v elektronice velmi oblíbeným tématem. Hlavním důvodem, proč se zesilovače staví v domácích podmínkách, je kromě nadšení z vlastní práce i cenová dostupnost, možnost snadno zařízení opravovat a vylepšovat. Exis-

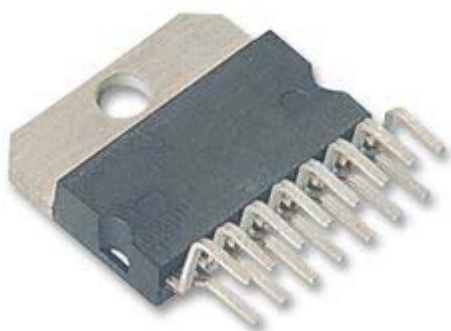


tuje mnoho různě složitých a cenově dostupných zapojení pracujících v různých třídách a výkonech. V následujícím příspěvku bych chtěl stručně zesilovače charakterizovat, popsat, jak se při návrhu a výrobě takového zařízení postupuje.

ZESILOVAČ

Zesilovač je elektronické zařízení, které je schopno transformací elektrické energie z vnějšího napájecího zdroje měnit parametry vstupního signálu. Z hlediska elektroniky bývá považován za aktivní dvojbran, který je tvořen zesilovacím prvkem a pomocnými obvody zajišťujícími nastavení a stabilizaci pracovního bodu. Z polohy pracovní bodu tranzistoru vycházejí jednotlivé třídy zesilovačů. (1)

NEJPOUŽÍVANĚJŠÍ ZESILOVAČE A JEJICH TŘIDY



Obr. 1 Integrovaný zesilovač



Obr. 2 Výkonový tranzistor

V dnešní době se nejčastěji používají integrované zesilovače (obrázek 1) pracující ve třídě AB. Ze třídy A si odnášejí nižší zkreslení a z B vyšší účinnost (zhruba 50%). Tyto zesilovače je možné z technologického hlediska vyrobit do výkonu maximálně 100W. Vzhledem k malé účinnosti vzniká velké množství tepla a je obtížné součástku ochlazovat. Pro vyšší výkony se již používají klasické výkonové tranzistory (obrázek 2), kdy je jejich zapojením za sebou umožněno lepší chlazení.

Pro ozvučení automobilů se lze setkat se třídou H. Ta je specifická napájecím napětím 12V, které pro některé zvláštní jedince nepostačuje k dosažení uspokojivého výkonu. Proto je toto napětí při potřebě vyššího výkonu různým způsobem navyšováno.

Zesilovače pracující ve třídě D (obrázek 3) mají velkou budoucnost. Tyto zesilovače jsou v principu velmi odlišné od klasických zesilovačů. Laická veřejnost je někdy označuje jako digitální, což zdaleka nevystihuje jejich činnost. Digitální signál jsou jedničky a nuly a ty opravdu zesílit nejdou. „Digitální“ zesilovače mají vysokou účinnost až 90%, díky tomu je možné minimalizovat jejich rozměry a hlavně nároky na drahé chlazení a spotřebu energie. Používají se hlavně v přenosných zařízeních (notebooky, smartphony, mobily), ale lze se s nimi setkat i v televizní technice. Pro amatérskou konstrukci bohužel nejsou příliš vhodné. Jednak se vyrábí v malém pouzdře pro povrchovou montáž (SMD), navíc je nutné profesionálně navrhout a vytvořit plošný spoj.



Obr. 3 Zesilovač ve třídě D (1.2 x 1.2mm!)

Analogové elektronkové zesilovače v posledních letech zažívají velký boom. Jejich doménou je specifický zvuk, který je dle audio nadšenců velmi odlišný od zvuku tranzistorového. Pro konstrukci takového zesilovače je však nutné mít velmi odborné znalosti v oboru a kontakty, kde potřebné nedostatkové archaické elektronky sehnat.

ZÁKLADNÍ PARAMETRY ZESILOVAČŮ

- Výstupní výkon, udává se ve wattech a charakterizuje, jakého maximálního akustického tlaku lze v daném poslechovém prostoru dosáhnout. S výkonem souvisí i dynamika, kdy pro správnou reprodukci v závislosti na typu hudby a prostředí leckdy nedostačuje ani výkon v řádech 100W.
- Zkreslení (%) charakterizuje deformaci vstupního signálu, na jehož harmonické složky je lidské ucho více či méně citlivé.
- Odstup signál - šum udává rozdíl (dB) mezi různými šumy způsobenými vlastnostmi prvků v zapojení nebo špatným návrhem zesilovače, průnikem síťové frekvence do užitečného signálu apod.

VÝBĚR ZESILOVAČE

Po prostudování odborné literatury jsem se rozhodl postavit 8 kanálový zesilovač ve třídě AB, čili zesilovač určený primárně k domácímu kinu s 8 nezávislými vstupy/výstupy. Tyto zesilovače se na komerčním trhu pohybují v cenovém rozmezí kolem 10 000 korun. Mým cílem bylo postavit úspornější verzi (koncový stupeň) do ceny maximálně 500 korun.

Jelikož současné časopisy zabývající se praktickými konstrukcemi již neobsahují kvalitní a ověřené konstrukce, zejména jednostranné plošné spoje, rozhodl jsem se celý návrh vytvořit dle vlastních preferencí od samého počátku.

POŽADAVKY

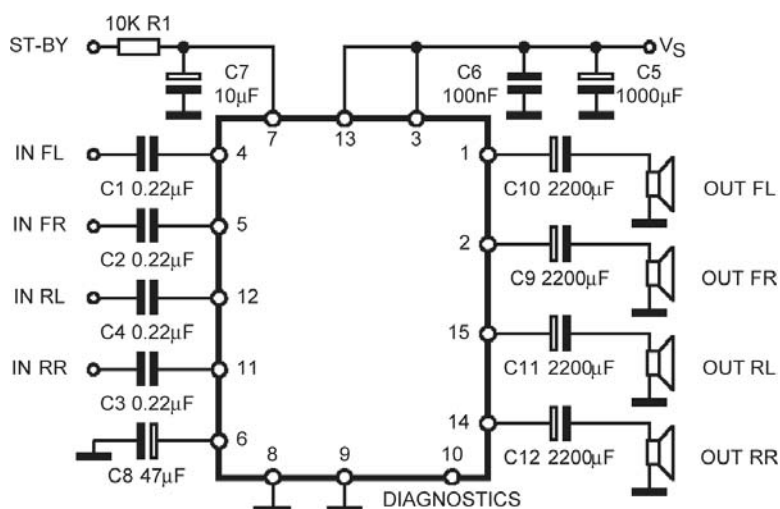
- Napájení z počítačové větve 12V (úspora peněz na napájecí zdroj)
- Impedance reproduktorů $4\Omega/8\Omega$
- Výkon kolem 10W na kanál (plně dostačující na ozvučení místnosti)
- Cena (výběr levnějších integrovaných zesilovačů)
- Nesymetrické napájení (požadavek napájení z ATX zdroje)

Jako zesilovací prvek jsem vybral v katalogu nejmenované firmy 4 kanálový zesilovač TDA7377 určený primárně pro autorádia. Jedná se o starší výprodejový typ v ceně kolem 50 korun. V současnosti je nahrazován modernějším typem STA540, jež je funkčně i pinově kompatibilní. Obvod splňoval všechny předem daná kritéria, jeho výhodou jsou 4 nezávislé kanály, a tak nebylo nutné kupovat 8 integrovaných obvodů.

SCHÉMA ZAPOJENÍ

Katalogové schéma (2) zapojení (obrázek 4) je na první pohled velmi jednoduché, na vstupech (IN) každého kanálu jsou zapojeny oddělovací svítkové kondenzátory, které zabraňují průniku nízkých frekvencí na vstup zesilovače. Na výstupech (OUT) jsou zapojeny vazební kondenzátory z důvodu nesymetrického napájení. Zesilovač lze tzv. zmůstkovat spojením vstupů respektive výstupů, tím by bylo možné dosáhnout úspory součástek a zvýšit výkon na 2x35W. Blokační elektrolytické kondenzátory jsem se rozhodl zmenšit z původních

2200uF na 1000uF. Výrobce to v dokumentaci neuvádí, ale je to možné provést, pokud se nebudou na výstup připojovat 2Ω reproduktory.



Obr. 4 Schéma zapojení TDA7377

V blokovém schématu (není součástí příspěvku) jsem si všiml, že polarita sudých reproduktorů je nesprávně označena a při reprodukci by docházelo k akustickým poruchám. Po prostudování celého katalogu jsem o tom objevil jen malou zmínku, ale není mi jasné, proč to výrobce nepoznamenal do schématu.

Zapojení dále obsahuje obvod pro snížení spotřeby ST-BY, ten jsem se rozhodl použít pouze k pomalému náběhu zesilovače k zabránění úvodního lupnutí reproduktorů. Obvod je tvořen RC článkem R1 a kondenzátorem C7. Využil jsem svoje skladové zásoby a použil oproti doporučení rezistor 47k a elektrolytický kondenzátor 10uF. Výsledná časová konstanta vychází:

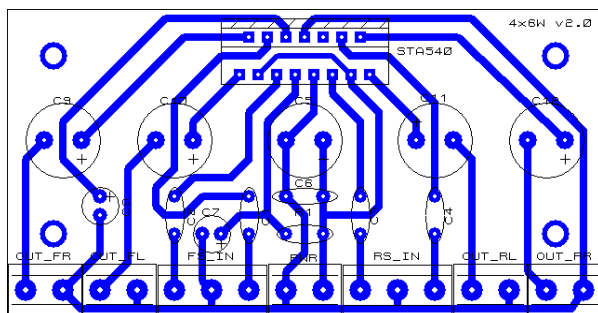
$$\tau = R \cdot C = 47\,000 \cdot 0.00001 = 0.47\text{s}$$

Kondenzátor C7 se nabíjí ze vstupního napětí přes rezistor R1 malým proudem. Dosáhne-li napětí na pinu integrovaného zesilovače číslo 7 zhruba 5V, obvod se pomalu zapne. Pokud by bylo potřeba funkci ST-BY využít, stačí pin 7 přes přepínač (tranzistor) uzemnit. V režimu ST-BY má zesilovač spotřebu 100uA. Při nečinnosti bez zatížení vstupů zhruba 100mA.

Napájení obvodu tvoří filtrační elektrolytický kondenzátor 1000uF (C5) a blokační keramický kondenzátor 100nF (C6). Obvod dále obsahuje na pinu 10 pokročilou diagnostiku, ale její obsluha se mi zdála složitá, a proto jsem jí nevyužil.

NÁVRH A VÝROBA PLOŠNÉHO SPOJE

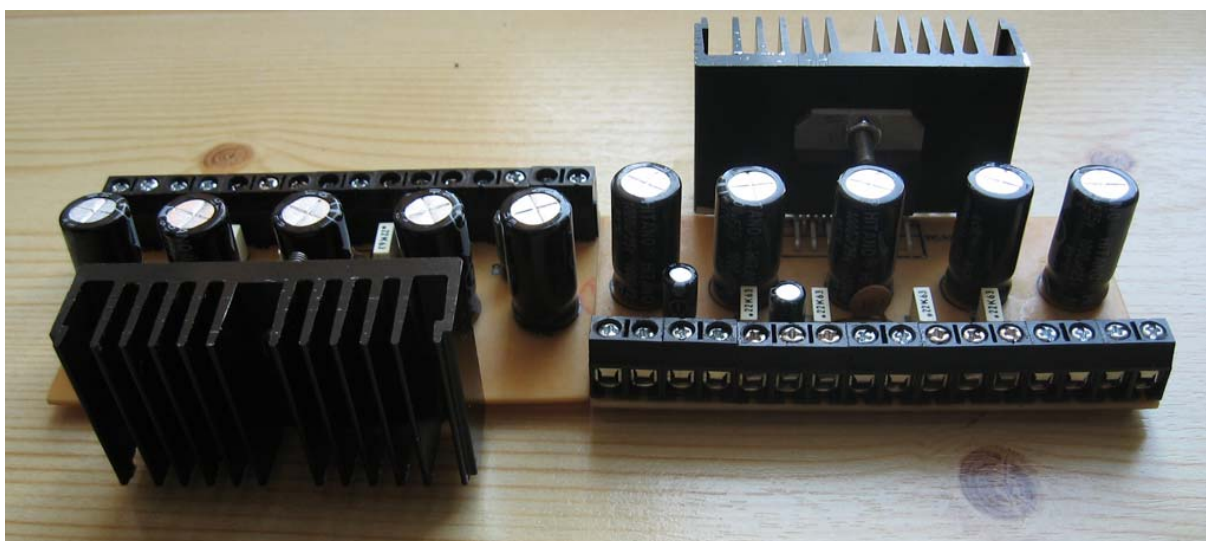
Schéma upraveného zapojení jsem překreslil do počítačového simulačního softwaru Proteus Isis a exportoval do přidruženého nástroje Ares, kde jsem provedl návrh plošného spoje (obrázek 5).



Obr. 5 Spoje

Plošný spoj jsem vytisknul na laserové tiskárně a nažehlil žehličkou na měděný kuprexít, vyleptal v roztoku FeCl_3 a jednostrannou desku vyvrtal na stojanové vrtačce. Na stranu součástek jsem nažehlil i náčrt osazení součástek. Plošný spoj jsem pro lepší pájení potřel roztokem kalafuny rozpuštěné v lihu. Desku jsem postupně osazoval součástkami a mikropájkou opatrně přiletoval součástky od jednodušších až po finální integrovaný obvod.

Po začištění plošného spoje jsem hotový modul připojil přes ampérmetr na napájecí napětí a zkontroloval, zda proudový odběr odpovídá katalogovým hodnotám. Vše bylo v pořádku, a tak jsem připojil všechny 4 reproduktory a zdroj hudebního signálu. Po zhotovení dalšího modulu (obrázek 6) a napájecího zdroje jsem vše umístil do vlastnoručně vytvořené plechové krabičky a provedl ostré zátěžové testy.



Obr. 5 Dokončené 4 kanálové moduly

ZÁVĚR

Na projektu 8 kanálového zesilovače jsem pracoval zhruba 2 měsíce, a byla to pro mne velmi přínosná zkušenost jak po praktické, tak i teoretické stránce. Provedl jsem i měření výkonu a zkreslení v laboratoři Katedry technické výchovy, parametry odpovídají specifikacím výrobce. Pořizovací cena hlavně díky použití různých konektorů, svorkovnic a mechanických prvků přesáhla mírně hranici 500Kč.

Stavbu podobného zařízení doporučuji všem nadšeným domácím kutilům a bastlířům. Pro méně zkušené je na trhu velké množství stavebnic, kde odpadá velmi složitý návrh a výroba plošného spoje. V tomto krátkém článku jsem nemohl popsat veškeré aspekty jako

výpočet chlazení, návrh zdroje s požadovanou filtrací, ale většina amatérských konstruktérů stejně tyto věci vůbec neřeší.

LITERATURA

- (1) KESL, Jan. *Elektronika I - analogová technika*. Praha : BEN - technická literatura, 2004. ISBN 80-7300-143-8.
- (2) TDA7377 : 2 x 30WDUAL/QUAD POWER AMPLIFIER FOR CAR RADIO. In [online]. 1st revision. 1998 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.ges.cz/sheets/t/tda7377.pdf>>.