

AUDIO POWER AMPLIFIER WITH AUDIO PROCESSOR AND FFT ANALYSIS

Marián Kubáň

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT
E-mail: xkuban00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper deals with design of an audio power amplifier with output power 2 x 50 W. The amplifier contains two audio processors, monolithic integrated power amplifier LM4780, 8-bit microcontroller, graphical LCD display and obviously a power supply. A chose from one of four audio inputs is provided by the first audio processor. Then the input signal is amplified and equalized in the second audio processor. Finally, the signal arrives to the power amplifier and to the ADC for further analysis. Microcontroller drives the audioprocessors via I²C, enumerates 64-point FFT and shows it on the graphical LCD display unit to show the frequency characteristic of the audio signal. It is worth to note that whole setting procedures are realised by a single rotary encoder.

1. ÚVOD

Audio zosilňovač ako stavebnicu bežne dostať v rôznych pododobách. Tieto stavebnice však obsahujú množstvo nastavovacích prvkov. Domáce Hi-Fi veže, ktoré obsahujú aj grafický equalizér so zobrazením spektra sú tiež dostupné, ale cenovo náročnejšie. Mojim cieľom bolo navrhnuť a vyrobiť zosilňovač so zobrazením spektra, equalizérom a s čo najmenším počtom ovládacích prvkov.

2. ROZBOR

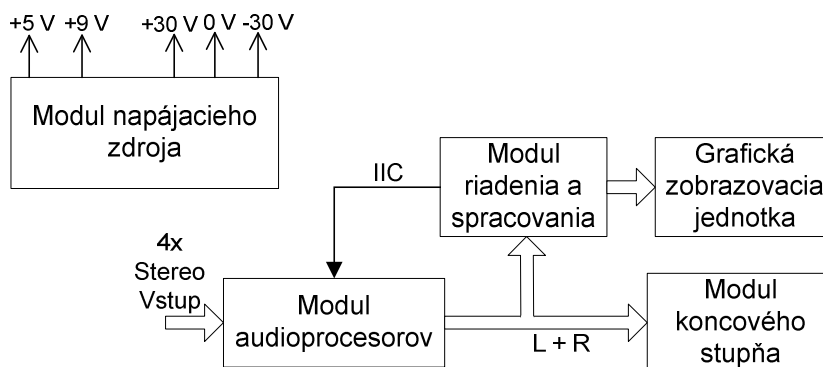
Úlohou práce je navrhnuť audio zosilňovač 2 x 50 W do záťaže 8 Ω. Celé zapojenie je doplnené o vstupný audioprocessor, equalizér, mikrokontrolér a grafickú LCD zobrazovaciu jednotku. Vstupným audioprocessorom je IO TDA 7318 a equalizér IO TDA 7317, oba od firmy STMicroelectronics. Ako koncový stupeň je použitý monolitický zosilňovač v triede AB LM 4780 [1]. Ďalej sú použité mikrokontrolér ATmega128 [2] a grafický LCD displej s rozlíšením 128 × 64 bodov s radičom KS0108.

2.1. POPIS ZAPOJENIA

Bloková schéma je na obrázku 1. Celkový návrh bol rozdelený na návrh jednotlivých samostatných modulov a to na modul audioprocessorov, modul koncového stupňa modul riadenia a spracovania a na modul napájacieho zdroja.

Napájací zdroj je tvorený tromi vetvami. Symetrické napájanie pre koncový stupeň ± 30 V a pomocné vetvy pre napájanie IO s napätovými úrovňami 9 V a 5 V.

Modul audioprocessorov pozostáva z dvoch IO. Vstupný audioprocessor (TDA 7318) vyberie 1 zo 4 stereo audio kanálov, signál je zosilnený vo vstupnom predzosilňovači v rozsahu 0 až 20 dB [3], následne je v druhom audioprocessore (TDA 7317) upravená jeho frekvenčná charakteristika v 6 pásmach so stredovými frekvenciami 36 Hz, 100 Hz, 300 Hz, 1 kHz, 3 kHz, 10 kHz. Jednotlivé frekvenčné pásma je možné zdôrazniť/potlačiť o 14 dB [4]. Oba audioprocessory majú integrovanú sériovú linku I²C, prostredníctvom ktorej je realizované nastavovanie jednotlivých parametrov.



Obrázok 1: Bloková schéma zapojenia zosilňovača

IO monolitický zosilňovač (LM 4780) umiestnený v module koncového stupňa disponuje množstvom pomocných obvodov ako napr. ochrany voči skratom, podpäťová ochrana, nadprúdová ochrana, ochrana proti "lupnutiu" v reproduktoroch pri zapnutí zosilňovača a umlčovacím obvodom MUTE. Nominálny výkon je 2×50 W pre záťaž 8Ω .

Jadrom modulu riadenia a spracovania je mikrokontrolér ATmega128. Pre jeho výber som sa rozhodol z dôvodu dostatočnej veľkosti programovej pamäte (128 kB), ako aj pre rôzne periférie ako UART rozhranie, I²C linku a najmä pre dostatočný počet vstupno/výstupných vývodov.

2.2. POPIS PROGRAMU

Používateľ môže zasahovať do nastavení vlastností zosilňovača prostredníctvom naprogramovaného menu. Pohyb v menu a nastavovanie príslušných parametrov je vykonávaný pohybom rotačného enkodéra. Tento obsahuje aj tlačidlo, ktoré ma univerzálnu funkciu. Umožňuje vstúpiť/opustiť zvolenú časť menu alebo potvrdiť nastavenú hodnotu parametrov. Po opustení hlavného menu sú audioprocessory aktualizované nastavenými hodnotami.

Prehľadná štruktúra menu:

- Nastavenie hlasitosti v audiokanáloch.
- Stereováha.
- Výber stereo vstupu (1 až 4).
- Nastavenie zdôraznenia/potlačenia signálu v 1 zo 6 frekvenčných pásmach.
- Možnosť zvoliť z preddefinovaných nastavení equalizéra (ROCK, POP, atd.)

Program vykonáva tri základné úkony. Vykoná A/D prevod 64 vzorkov, tieto vynásobí Hammingovým oknom, vypočíta 64 bodovú Radix-2 FFT [5]. FFT pracuje čisto s reálnymi koeficientami, preto je použitý upravený algoritmus [5]. Výsledne spektrálne zložky sú prehodené, tzv. "bit-reversal". Tieto dve časti sa vykonávajú iba v prípade, ak sa používateľ nenachádza v menu. Poslednou časťou je zobrazenie výsledku FFT formou stĺpcov, prípadne textu a grafiky súvisiacej s aktuálnou pozíciou v menu. Pre zobrazenie grafických obrazcov bolo zvolených 128×40 zobrazovacích bodov, zvyšok je vyhradený pre text. Samotný radič KS108 neobsahuje žiadnu znakovú sadu, preto bolo nutné vytvoriť si vlastnú a uložiť ju do programovej pamäte. Tu sa okrem nej nachádzajú ďalšie konštanty potrebné k výpočtu FFT.

3. ZÁVER

Použitím integrovaného monolitického zosilňovača sa výrazne zmenšil počet potrebných súčiastok. Zároveň sa použitím audioprocessorov v kombinácii s mikrokontrolérom a rotačným enkodérom zjednodušilo ovládanie. Pri návrhu treba venovať veľkú pozornosť rozvedeniu zemnenia zosilňovača. Táto práca je zároveň aj mojou bakalárskou záverečnou prácou. V príspevku sú stručne popísané základné vlastnosti a problematika návrhu. Podrobnejšie spracovanie, postupy a výsledky je možno nájsť v bakalárskej práci. V súčasnosti je zhotovený prototyp zariadenia a dokončuje sa programová časť, ktorá je v dôsledku implementácie FFT najzložitejšou fázou práce.

PODAKOVANIE

Tento príspevok vznikol za podpory výskumného zámeru MSM0021630513 a rozvojového projektu FRVŠ 622/2009 „Inovace laboratorní výuky předmětu Nízkofrekvenční elektronika“.

LITERATURA

- [1] NATIONAL SEMICONDUCTORS, *Katalógový list LM 4870. Overture Audio Power Amplifier Series Stereo 60W, Mono 120W Audio Power Amplifier with Mute* [online]. National Semiconductor Corporation 2003. 24s. [cit. 10.2.2010]. Dostupné z WWW: < <http://cache.national.com/ds/LM/LM4780.pdf> >
- [2] ATMEL, *Katalógový list ATmega128. 8-bit Microcontroller with 128K Bytes In-Sytem Programmable Flash* [online]. Atmel Corporation 2009. 386 s.[cit.10.2.2010]. Dostupné z WWW:< http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2467.pdf >
- [3] STMicroelectronics, *Katalógový list TDA 7318. Digital controlled stereo audio processor* [online]. STMicroelectronics 1999. 14s. [cit. 10.2.2010]. Dostupné z WWW: < <http://www.st.com/stonline/> >
- [4] STMicroelectronics, *Katalógový list TDA 7317. Five bands digital controlled graphic equalizer* [online]. STMicroelectronics 1999. 13s. [cit.10.2.2010].Dostupné z WWW: < <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet> >
- [5] BRIGHAM, E. *The Fast Fourier Transform and Its Applications*. New Jersey, Prentice Hall 1988. 416 s. ISBN 0-13-307505-2