

DIGITALLY CONTROLLED PREAMPLIFIER WITH DSP PROCESSOR AND GRAPHICS LCD DISPLAY

Dan Raszka

Střední průmyslová škola elektrotechnická, Havířov (4), Electronic computer systems

E-mail: raszka2.spsehavirov@iskola.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl

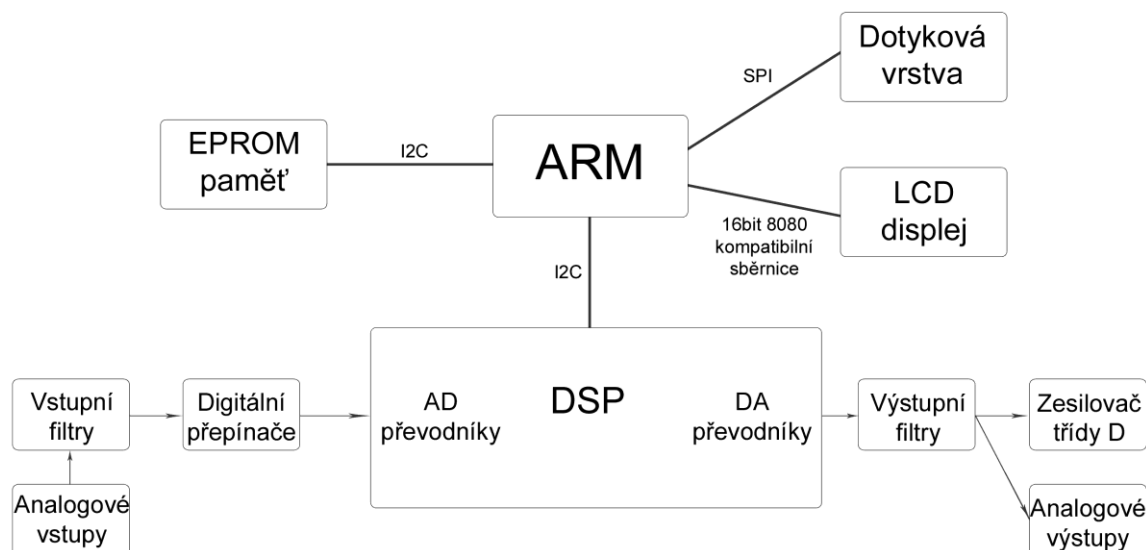
E-mail: kratot@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with design of a digital audio preamplifier with digital signal processor and graphical display. My design also contains a touch controller, class D power amplifier and digital controlled audio switches which are driven by ARM microcontroller. Main control element of the preamplifier is LCD display with touch screen. Data from touch screen are processed by microcontroller which reconfigures DSP processor. Settings of the preamplifier are saved in external memory.

Keywords: digital preamplifier, microcontroller, LCD display, touch screen, DSP, signal processor, class D power amplifier, ARM

1. ÚVOD

Cílem tohoto projektu je vytvořit digitálně řízený korekční předzesilovač s LCD grafickým displejem. Srdcem celého zpracování audio signálu je digitální signálový procesor (dále jen DSP). DSP také zajišťuje zpracování audio signálu nezávisle na ostatních perifériích. Grafické schéma k návrhu digitálně řízeného korekčního předzesilovače je uvedeno na Obrázku 1.



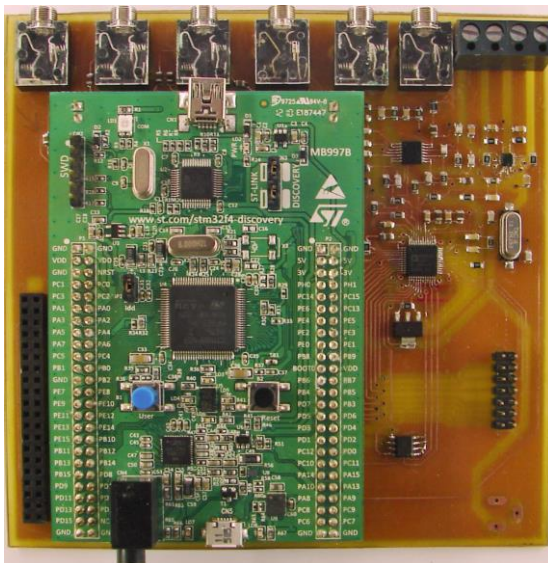
Obrázek 1: Grafické schéma k návrhu digitálně řízeného korekčního předzesilovače.

Pro předváděcí účely a nenáročný poslech je připojen stereofonní výstupní zesilovač, pracující ve třídě D a vyznačující se skvělými technickými parametry a vysokou účinností. K ovládní celého systému slouží LCD grafický displej a jeho dotyková vrstva. Samozřejmostí je uzpůsobené grafické rozhraní pro ovládní prsty. V případě výpadku napájecího napětí se uživatelské nastavení a veškeré proměnné ukládají do EEPROM paměti.

2. DIGITÁLNĚ ŘÍZENÝ KOREKČNÍ PŘEDZESILOVAČ

2.1. MIKROPROCESOR ARM

Z důvodu nízké ceny a vysokého výkonu je použit vývojový kit STM32F4 Discovery firmy STMicroelectronics. Základem tohoto kitu je procesor STM32F407VGT6 na 32bitovém ARM jádře Cortex-M4F. Jádro procesoru je taktováno na 168 MHz a sekunduje mu jednotka pro výpočty s pohyblivou řádovou čárkou. Procesor obsahuje 196 KB RAM a 1 MB Flash paměti. Mezi další periferie patří I2C řadič a SPI řadič. I2C řadič slouží ke komunikaci s EEPROM pamětí a se samotným DSP. Přes SPI řadič je realizováno spojení s řadičem dotykové vrstvy.



Obrázek 2: Funkční prototyp desky plošného spoje s připojeným vývojovým kitem STM32F4Discovery.

2.2. ŘÍDÍCÍ PROCESOR DSP

K návrhu je použit digitální signálový procesor firmy Analog Devices ADaU 1701. Procesor pracuje s 28 bitovým rozlišením. Dále obsahuje dva 24 bitové A/D převodníky a čtyři 24 bitové D/A převodníky. Nechybí ani podpora 8 digitálních vstupů a 8 digitálních výstupů. Vzorkovací frekvence dosahuje až 196 kHz.

2.3. LCD DISPLEJ A JEHO ŘADIČ

LCD displej je jedna z hlavních periférií. S jeho pomocí můžeme zjistit aktuální nastavení DSP a případně je změnit. LCD displej je řízen řadičem SSD1289 což nám podstatně zjednodušuje práci se samotným LCD. Základní parametry LCD a řadiče jsou úhlopříčka 3,2 palce s rozlišením 320 x 240 pixelů s barevnou hloubkou 18 bitů. Celkový možný počet zobrazených barev je až 262 144. Řadič LCD je propojen s procesorem ARM pomocí 16 bitového paralelního rozhraní.

2.4. DOTYKOVÁ VRSTVA A JEJÍ ŘADIČ

Na LCD displeji je rezistivní dotyková vrstva sloužící ke snímání polohy prstu na displeji. Abychom ušetřili systémové prostředky procesoru ARM, je použit řadič XPT2046 obsahující 12 bitový A/D převodník s vzorkovací frekvencí 125 kHz. Řadič umožňuje měření souřadnice X a Y a také měření přítlaku prstu a teploty. Komunikace s procesorem ARM je řešena přes rozhraní SPI.

2.5. VÝKONOVÝ ZESILOVAČ TŘÍDY D

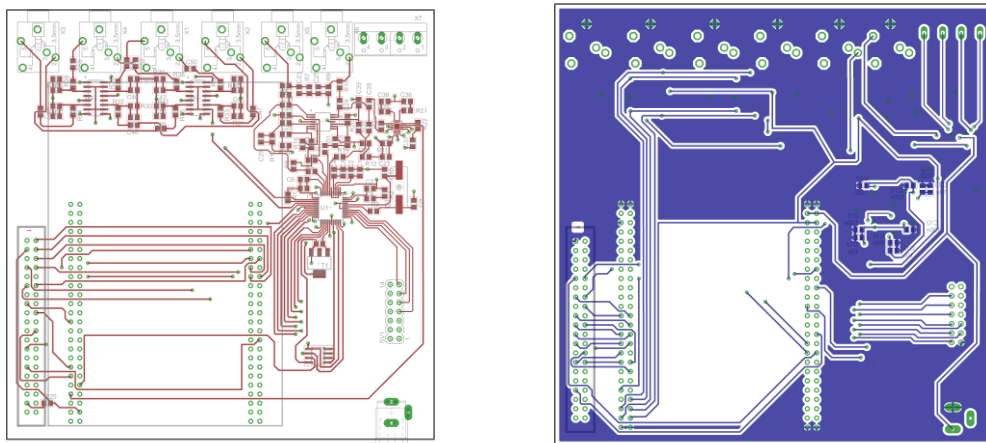
Pro nenáročný poslech je systém osazen výkonovým zesilovačem pracujícím ve třídě D. Použit je typ SSM2306 od firmy Analog Devices. Mezi jeho hlavní přednosti patří vysoká účinnost (výrobce uvádí až 87 %) s čímž jsou spojené i malé ztráty a nucený odvod tepla. Dostačující výstupní výkon představuje 2 W při použití 4 Ω reproduktoru a při nízkém napájecím napětí +5 V.

2.6. DALŠÍ PERIFERIE

Celý návrh obsahuje další pomocné periferie zabezpečující plynulý a stabilní chod zařízení. Příkladem jsou vstupní a výstupní filtry pracující jako pásmové propusti. Další důležitou periferií je EEPROM paměť, v které se uchovávají všechna uživatelská nastavení. Nedílnou součástí jsou také vstupní přepínače, které umožňují přepínat mezi 4 analogovými vstupy.

2.7. OVLÁDACÍ SOFTWARE

Aby bylo celé zařízení jednoduše ovladatelné, je celý systém zastřešen grafickou nadstavbou, která je přizpůsobena na ovládání dotykem. Ovládání všech prvků je tedy řešeno přes displej LCD s dotykovou vrstvou. Všechny důležité parametry lze měnit za chodu bez žádných nežádoucích ruchů.



Obrázek 3 a 4: Návrh desky plošného spoje digitálně řízeného předzesilovače (strana TOP a BOTTOM, rozměr 120,5 x 120,5 mm, měřítko M 1:2).

3. SOUČASNÝ STAV

V současné době pracuji na doladění funkcí DSP a na vytvoření grafického uživatelského prostředí. Mám odměřenu útlumovou frekvenční charakteristiku, přeslechy mezi kanály, THD+N a harmonické zkreslení na druhé a třetí harmonické.

4. ZÁVĚR

Výsledkem tohoto projektu bude digitálně řízený předzesilovač s čtyřmi stereo analogovými vstupy, dvěma stereo analogovými výstupy a s možností přímého připojení reproduktorů na jeden stereo kanál. Vstupní audio signál bude upravován DSP procesorem jehož nastavení bude možno měnit pomocí grafického rozhraní. Toto zařízení bude možno použít jako stereo ekvalizér, výhybku pro subwoofer nebo jako zesilovač k počítači s čtyřmi stereo vstupy. To vše v malém provedení s uživatelsky přívětivým rozhraním a špičkovými parametry.

REFERENCE

- [1] *Katalogový list STM32F4Discovery* [online]. September 2011 [cit. 2013-02-25]. ID 022204 Rev 1. Dostupné online na: http://www.st.com/st-webui/static/active/en/resource/technical/document/data_brief/DM00037955.pdf
- [2] *Katalogový list ADaU 1701* [online]. 2011 [cit. 2013-02-25]. Dostupné online na: http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADAU1701.pdf