

DIGITAL AUDIO BOARD

Karel Možný

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xmozny02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Pavel Kučera

E-mail: kucera@feec.vutbr.cz

Abstract: This project deals with design of an audio board usable for developing and debugging devices, that are using digital audio such as DSPs, digital filters, and multimedia microprocessors. External devices can be connected with either S/PDIF interface (input only) or I²S bus (input and output). Output is also provided in a form of an analogue signal through high quality audio DAC and a headphone amplifier for direct listening.

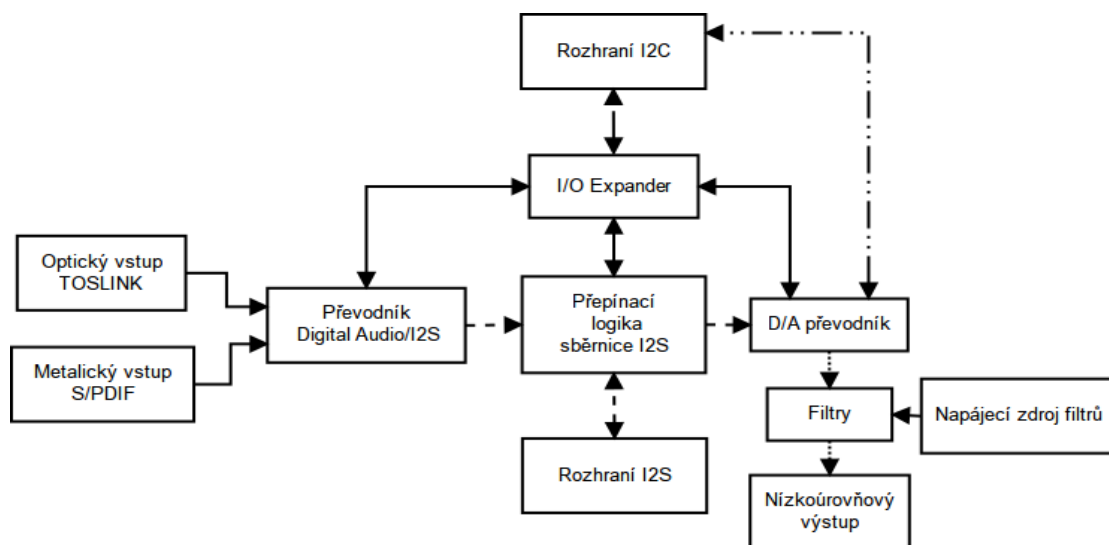
Keywords: Digital Audio, I²S, S/PDIF, DAC, Headphone Amplifier

1. ÚVOD

Navržené zapojení vzniklo z požadavku firmy Freescale Polovodiče Česká Republika na vývoj softwarového ovladače sběrnice I²S a hardwarové platformy pro jeho otestování na vývojové platformě Freescale Tower. Zapojení umožňuje pomocí několika vstupů a výstupů vyvíjet a ladit nejrůznější zařízení využívající technologie digitálního zvuku. Vstupem může být buďto signál ve formátu S/PDIF jak na metalickém, tak i na optickém médiu nebo libovolné zařízení (DSP, digitální filtr apod.) připojené na poskytované rozhraní sběrnice I²S. Výstupní signál si je díky použití kvalitního audio D/A převodníku, výstupním filtrům a výkonovému modulu možno poslechnout v Hi-Fi kvalitě pomocí sluchátek, případně jej v odebírat pro další zpracování.

2. POPIS ZAPOJENÍ

Zvolená koncepce navrženého zapojení je vidět na obr.1 a 2. Toto řešení bylo zvoleno s ohledem na to, aby sběrnici I²S bylo možno využít jak pro příjem, tak pro vysílání digitálního zvuku. Z důvodu snadného ovládání a nastavování jednotlivých funkcí desky jsou veškerá zařízení ovládána pomocí sběrnice I²C; ať už nativně nebo pomocí I/O expandéru.



Obrázek 1: Blokové schéma navrženého zapojení – deska AUDIO



Obrázek 2: Blokové schéma navrženého zapojení - deska POWER

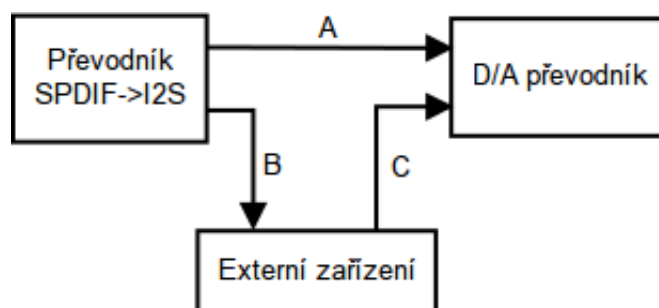
Z důvodu potlačení rušení, které vzniká funkcí DC-DC měniče a lepší možnosti chlazení pro výkonový zesilovač, je zapojení rozděleno do dvou desek plošných spojů. Tato koncepce také umožňuje výrazné snížení spotřeby celého zapojení v případě, že není potřeba využívat výkonový výstup.

2.1. VSTUP EXTERNÍHO S/PDIF SIGNÁLU

Pro připojení externího signálu ze spotřební elektroniky, zvukové karty v PC nebo podobného zdroje digitálního signálu je v zapojení přítomen převodník z rozhraní S/PDIF na sběrnici I²S – obvod DIR9001. Využití tohoto převodníku umožňuje snadno detekovat chyby dat nebo parity v přijímaném signálu a nastavení formátu výstupních dat podle potřeby. Do tohoto převodníku vstupuje signál buď metalickým médiem přes konektor CINCH nebo optickým médiem přes konektor TO-SLINK. Konfigurace obvodu probíhá pomocí I/O expandéru po sběrnici I²C.

2.2. PŘEPÍNÁNÍ SBĚRNICE I²S

Vzhledem k tomu, že sběrnice I²S může fungovat pouze mezi dvěma zařízeními, což by v navrženém zapojení způsobovalo konflikty (připojený D/A převodník, externí zařízení a konvertor z S/PDIF), je jejím vhodným zapojením potřeba zajistit arbitraci. O to se stará přepínací logika sestávající z posilovačů sběrnice s vysokoimpedančními výstupy. Díky tomu může signál v navrženém zapojení proudit ve třech směrech podle následujícího obrázku:



Obrázek 1: Možné směry toku signálů sběrnice I2S

Tímto řešením je umožněno, aby vnější zařízení připojené na sběrnici I²S mohlo fungovat jako vysílač i jako přijímač. Na desce je také přítomný obvod pro generování externího hodinového kmitočtu pro sběrnici I²S (PLL1705). Je to především z toho důvodu, že některé z připojených zařízení nemusí mít jeho vlastní zdroj, případně takový poskytnutý kmitočet nemusí přesně odpovídat požadavkům sběrnice. Výběr požadovaného směru toku signálů včetně externího zdroje hodinového kmitočtu probíhá nastavením odpovídajících bitů I/O expandéru přes sběrnici I²C.

2.3. PŘEVOD SBĚRNICE I²S NA ANALOGOVÝ SIGNÁL

Pro převod digitálního signálu do analogové podoby je v zapojení použit obvod PCM1789. Jedná se o 24bitový stereo D/A převodník pro audio techniku. Pro převod využívá metodu sigma-delta, rozsah vzorkovacích frekvencí se pohybuje od 8 kHz do 192 kHz. Pro převod diferenciálních výstupních úrovní a odfiltrování šumu na vyšších frekvencích jsou v zapojení přítomny aktivní filtry druhého řádu. Filtry jsou tvořeny operačním zesilovačem Burr-Brown OPA2134 s velmi nízkým šumem a zkreslením. Jejich napájení obstarává samostatný zdroj napětí tvořený nábojovou pumpou. Návrh tohoto zdroje byl proveden tak, aby bylo dosaženo co nejmenší zvlnění výstupního napětí (1,6 mV při spotřebě filtrů 5 mA).

2.4. BLOK VÝKONOVÉHO ZESILOVAČE

Pro přímý poslech výstupního signálu je možno k základní desce připojit výkonový modul, který sestává ze sluchátkového Hi-Fi zesilovače TPA6120 a jeho napájecího zdroje tvořeného DC-DC měničem. Zdroj poskytuje potřebné napájecí napětí ± 15 V při výstupním proudu 100 mA a na jeho vstupu i výstupu jsou zapojeny LC filtry pro potlačení ruchů, které vznikají při spínání měniče na frekvenci 60 kHz. Díky oddělenému napájení je možno dosáhnout lepších parametrů zesilovače. Oddělený napájecí zdroj také umožňuje (v případě, že není výkonový modul použit) úplně odstranit rušení, které produkuje DC-DC měnič. Deska plošných spojů je navržena jako oboustranná s prokvy tak aby zajistila obvodu TPA6120 maximální možnou plochu chlazení a nedocházelo jeho zahříváním ke zvyšování zkreslení nebo šumu.

3. ZÁVĚR

Navržené desky lze využít mnoha způsoby. Například je možno výkonový modul použít jako samostatný velmi kvalitní sluchátkový zesilovač, připojit řídicí desku s uživatelským rozhraním a displejem a sestavit tak samostatný externí DAC pro poslech hudby nebo integrovat desky jako součást většího celku pro zpracování digitálního zvuku v zařízení jakým je AV receiver.

V současné době jsou navržené desky plošných spojů ve fázi výroby prototypu. Dalšími kroky bude oživení osazených DPS, měření dosažených parametrů (zkreslení, šum atd.) a vývoj testovací aplikace pro systém Freescale MQX.

REFERENCE

- [1] RIZVI, Syied; KHAN, Imran. In The Mix : Tips for Mixed Signals Design . Printed Circuit Design and Manufacture [online]. 2005, [cit. 2012-22-02]. Dostupný z WWW: www.nexlogic.com/Portals/0/0502rizvi.pdf
- [2] Katalogový List obvodu PCM1789 [online]. Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265 : Texas Instruments, OCTOBER 2008, JANUARY 2009 [cit. 2012-22-02]. Dostupné z WWW: <http://www.ti.com/lit/gpn/pcm1789>
- [3] Katalogový list obvodu DIR9001 [online]. Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265 : Texas Instruments, 2009 [cit. 2012-22-02]. Dostupné z WWW: <http://www.ti.com/lit/gpn/dir9001>
- [4] KARKI, Jim. TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED. Application Report: Active Low-Pass Filter Design. SLOA049A. 12500 TI Boulevard, Dallas, Texas 75243, USA: Texas Instruments Incorporated, October 2000, 24 s. [cit. 2012-22-02]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/an/sloa064/sloa064.pdf>