

FOUR CHANNEL AUDIO SURROUND DECODER WITH AUTOMATIC VOLUME CONTROL

Petr Šenfluk

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xsenfl00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz

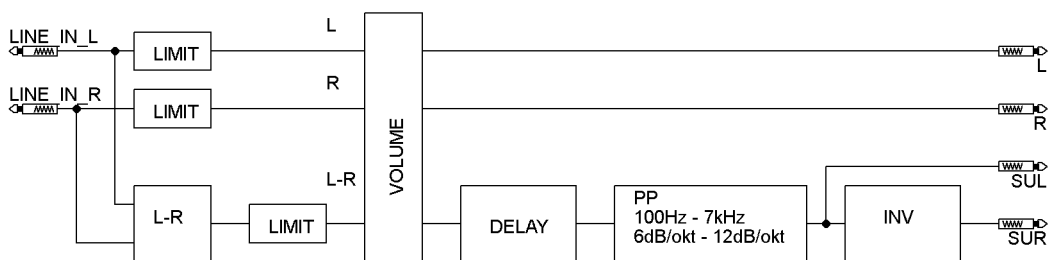
Abstract: The aim of this work is design of 4-channel audio decoder for home surround listening via standard stereo sources (laptop, portable device, television receiver etc.). It includes two basic parts. The first part is analog pre-amplifier with automatic volume control and the second part is digital delay line supplemented with analog filter for creating of surround effects. It can be used as universal pre-amplifier in combination with any AV receiver, which has at least four channels.

Keywords: Audio decoder, pre-amplifier, digital delay line, surround effect, volume control

1. ÚVOD

V dnešní době se v systémech domácích kin s prostorovou reprodukcí zvuku využívá standardně technologie Dolby Digital (6-ti a více kanálový zvukový formát). Nastanou však situace, kdy více-kanálový zdroj zvuku u AV zařízení nemáme k dispozici např. laptop, kapesní přehrávače nebo set-top box. V těchto případech může posloužit mnou navržený prostorový dekodér využívající technologii Dolby Surround [1], který ze standardního stereofonního audio signálu vytvoří 4 výstupní kanály, případně až 6 kanálů za použití dalších aktivních filtrů.

Blokové schéma prostorového dekodéru je uvedeno na Obrázku 1. Vstupní stereo signál (LINE_IN_L, LINE_IN_R) je přiveden na limity, z kterých vychází dále beze změny na výstup a k rozdílovému zesilovači, kde se vytvoří základ efektového kanálu. Ten je zpožděn digitální zpoždovací linkou, upraven pásmovou propustí a distribuován invertorem. Výstupem jsou tedy 4 zvukové kanály (L, R, SUL, SUR).

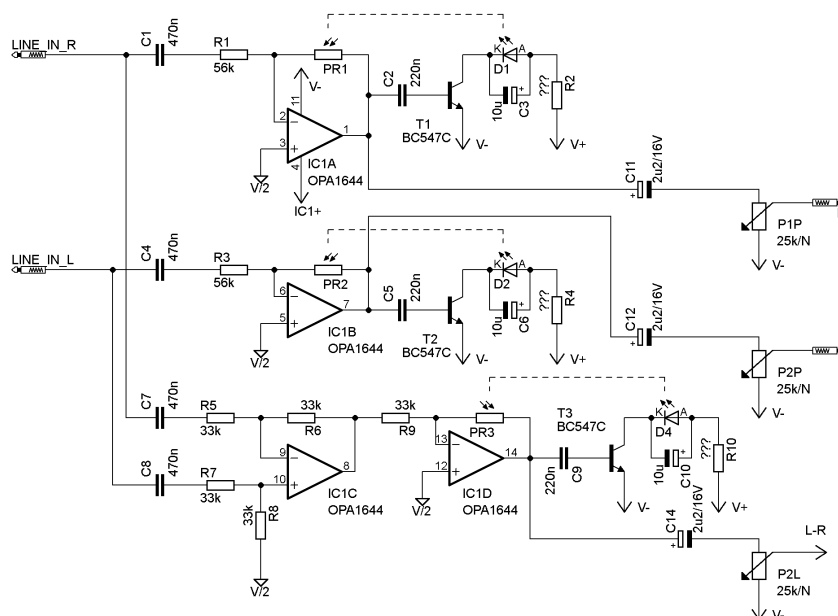


Obrázek 1: Blokové schéma audio dekodéru.

Dynamika zpracování vstupních signálů je vyšší než 20 dB. Navržený dekodér je doplněn o automatické řízení úrovně signálu (tzv. audio limiter), což má řadu výhod. Při televizním vysílání je zvuková úroveň a hlasitost např. reklamy výrazně vyšší než úroveň samotného pořadu, což působí rušivě. Audio limiter tyto rozdílné úrovně vyrovná. Zároveň slouží jako kompresor dynamiky, což se uplatní u reprodukce s velkým dynamickým rozsahem (např. filmy), kde tiché pasáže jsou téměř neslyšné a jiné pasáže příliš hlasité.

2. OBVODOVÉ ŘEŠENÍ

Na Obrázku 2 je uvedeno schéma zapojení vstupní části navrženého dekodéru. Zapojení využívá operační zesilovač OPA1644 [2] od firmy Texas Instruments, který se vyznačuje malým harmonickým (THD) a intermodulačním (IMD) zkreslením. Nejdůležitější parametry tohoto obvodu jsou uvedeny v Tabulce 1.

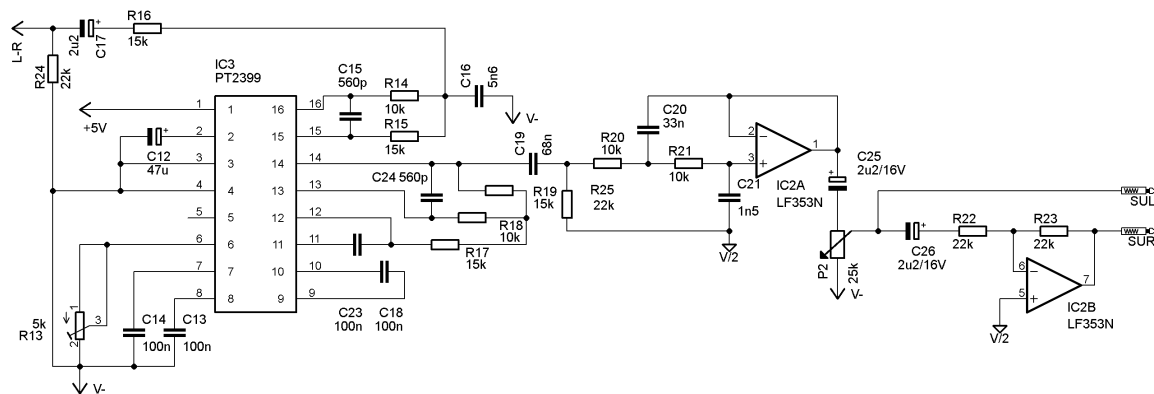


Obrázek 2: Schéma zapojení vstupní části audio dekodéru.

Napájecí napětí	$\pm(2,25 - 18) \text{ V}$
Odstup signálu od šumu	$> 120 \text{ dB}$
Harmonické zkreslení	$0,00005 \% / 1 \text{ kHz}$
Intermodulační zkreslení	$0,00008 \%$
Výkonová šířka pásma	$3,2 \text{ MHz}$
Rychlost přeběhu	$20 \text{ V} / \mu\text{s}$

Tabulka 1: Přehled nejdůležitějších parametrů OZ OPA1644.

Vstupní OZ IC1A a IC1B jsou limity pro levý a pravý kanál. OZ IC1C je rozdílový zesilovač a IC1D je limiter pro efektní kanál. Rozsah zpracování vstupního signálu je v rozsahu 200 mV až 2 V, což je dáno použitím fotorezistoru jako zpětnovazebního regulačního prvku společně s vhodnou diodou LED. Výstupní napětí je dáno napětím U_{BE} tranzistorů a je přibližně rovno hodnotě 700 mV. Zapojení limiteru jsem navrhl s ohledem na maximální jednoduchost při zachování nízkého harmonického zkreslení a šumu, což je nedostatek běžných zapojení, kde se jako aktivního regulačního prvku využívá dynamický odpor bipolárního nebo unipolárního tranzistoru. Výsledná kvalita zvukového signálu na výstupu tohoto limiteru je tedy omezena pouze vlastnostmi použitého OZ a to nezávisle na úrovni vstupního signálu.



Obrázek 3: Schéma zapojení efektové části audio dekodéru.

Na Obrázku 3 je uvedeno schéma zapojení efektové části dekodéru. Jako efektová digitální zpoždovací linka je použit obvod PT2399 [3] od firmy Princeton. Zpoždění je možné nastavit v rozsahu (30 – 90) ms trimrem R_{13} a harmonické zkreslení THD+N je v rozsahu (0,15 – 0,25) %, což umožňuje použití levnějších operačních zesilovačů v této efektové části. OZ IC2A je dolní propust s mezním kmitočtem $f = 7$ kHz a strmostí 12dB/okt. Kondenzátor C_{19} na vstupu filtru společně se vstupní impedancí filtru tvoří horní propust s mezním kmitočtem $f = 100$ Hz a strmostí 6dB/okt. Signál je dále veden přes ovládání hlasitosti do levého efektového kanálu a přes distribuční invertor IC2B také do pravého efektového kanálu. Odstup signálu od šumu této části dekodéru je dán efekto-
vým procesorem a měl by být větší než 90 dB.

3. ZÁVĚR

Uvedené zapojení dekodéru a jeho vstupní a efektové části bylo navrženo jako dílčí část mé bakalářské práce. Zapojení jsem navrhl tak, aby dosahovalo dobrých parametrů při zachování relativně jednoduchého obvodového zapojení. Z toho důvodu jsou ve vstupní části použity fotorezistory, které pro dnešní konstrukce nejsou zcela typické. Dále jsem použil operační zesilovač OPA1644, který má výborné parametry pro audio aplikace a je dostupný jako zkušební vzorek, což umožňuje cenově dostupnou realizaci celého zařízení. Zařízení se nachází ve finálním stádiu návrhu a bude pokračovat osazením plošných spojů a oživením celé realizace v rámci řešení bakalářské práce. Porovnání skutečných parametrů zařízení s očekávanými bude provedeno na základě měření v laboratoři.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory interního grantu FEKT „Zpracování signálů v mobilních a bezdrátových komunikačních systémech (MOBYS)“, FEKT-S-11-12.

REFERENCE

- [1] Dolby Laboratories [online]. Technical Papers Dolby Surround Mixing Manual. Dolby Laboratories, INC. – [cit. 1. 3. 2012]. Dostupné na [www: http://www.dolby.com/us/en/professional/technology/home-theater/dolby-pro-logic-ii.html](http://www.dolby.com/us/en/professional/technology/home-theater/dolby-pro-logic-ii.html)
- [2] Texas Instruments [online]. Datasheet OPA1641/1642/1644 SoundPLUS™ High-Performance, JFET-Input Audio OpAmps (Rev. B). Texas Instruments, INC., 2010 – [cit. 1. 2. 2012]. Dostupné na [www: http://www.ti.com/product/opa1641](http://www.ti.com/product/opa1641)
- [3] Princeton [online]. Data Sheet PT2399 – Echo Processor (Ver. 1.2). Princeton Technology Corp., 2000 – [cit. 1. 3. 2012]. Dostupné na [www: http://www.princeton.com.tw/](http://www.princeton.com.tw/)