

CLASS D AUDIO POWER AMPLIFIER WITH PRE-AMPLIFIER AND INPUT SELECTOR

Tomáš Krmela

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkrmel02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper deals with a Class D audio power amplifier with an input selector and a correction preamplifier. The preamplifier consists of the Philips TDA1524A integrated circuit. The advantages of this circuit are utilization of the simple potentiometers and absence of the potentiometer electronic noise due to the voltage control of corrections. The power amplifier module is the STmicroelectronics TDA7490 integrated circuit. It is a two channel stereophonic 2 x 25W Class D audio power amplifier.

1. ÚVOD

Príspevek se zabývá návrhem výkonového nízkofrekvenčního (audio) zesilovače ve třídě D. Použití této třídy má několik výhod. Oproti klasickým lineárním zesilovačům ve třídách A, B nebo AB má relativně malé napájecí napětí, velkou účinnost, malé nároky na chlazení a tedy i menší mechanické rozměry a nižší výrobní cenu. Nevýhodou je naopak vyšší harmonické zkreslení THD+N dané způsobem zpracování signálu. Vstupní signál je totiž modulován pulsní šířkovou modulací PWM a na výstupu filtrován LC filtrem ve funkci dolní propusti.

2. PRINCIP ČINOSTI ZESILOVČE VE TŘÍDĚ D

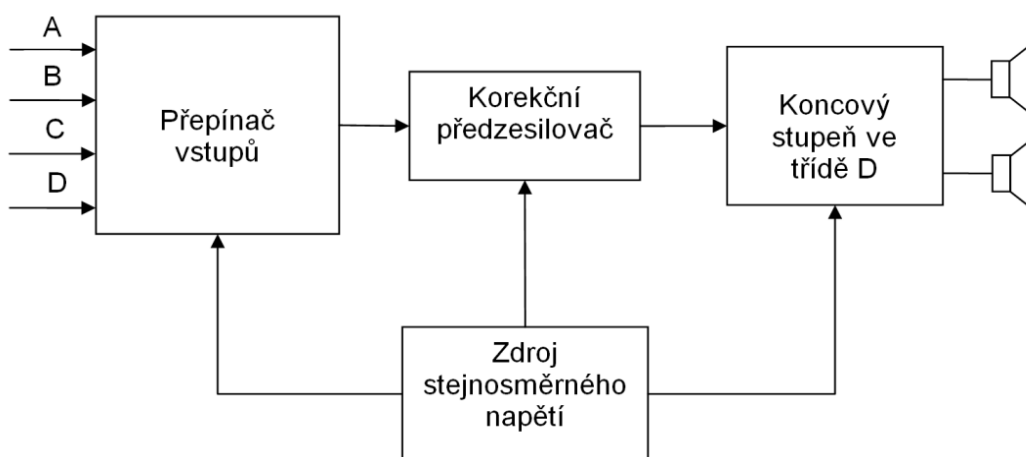
Zesilovače ve třídě D pracují na principu PWM modulace. Hlavní části zesilovače jsou předzesilovač, modulátor, koncový stupeň a výstupní filtr. Předzesilovač vstupní signál zesílí a impedančně oddělí. Modulátor PWM je tvořen komparátorem, který porovná vstupní audio signál se signálem trojúhelníkového průběhu. Tento signál musí mít kmitočet podle vzorkovacího teorému nejméně dvakrát vyšší než je maximální kmitočet vstupního signálu ($f \geq 40$ kHz). Většinou se však tato frekvence pohybuje v konstrukcích zesilovačů až ve stovkách kHz.

V koncovém stupni audio zesilovače je modulovaný signál ještě zesílen a upraven budičem do vhodné podoby pro řízení koncových transistorů. Transistory mohou být zapojeny do plného nebo polovičního můstkového zapojení. Při zapojení do polovičního můstku je nutné zavést zpětnou vazbu, která zabraňuje vzniku stejnosměrné složky na výstupu zesilovače. Koncový stupeň v integrovaném provedení také většinou obsahuje ochranné obvody proti přehřátí a nadproudovou ochranu tak, aby nemohlo dojít ke zničení zesilovače. Vý-

stupní filtr je tvořen dolní propustí 2. řádu nejčastěji kombinací cívky a kondenzátoru (LC filtr). Úkolem filtru je z modulovaného signálu opět získat vstupní zesílený signál. Proto tvoří důležitou část celého zesilovače. Svými parametry filtr ovlivňuje jednak účinnost zesilovače tak i parametry výstupního signálu a jeho zkreslení THD.

3. KONSTRUKČNÍ NÁVRH ZESILOVAČE VE TŘÍDĚ D

Celý zesilovač je tvořen čtyřmi bloky (viz obr. 1). Prvním blokem je přepínač vstupů, který vybírá jeden ze čtyř stereo vstupů. Druhým blokem je korekční předzesilovač s možností nastavení hlasitosti a korekce hloubek, výšek a stereo váhy. Třetím blokem je samotný výkonový zesilovač ve třídě D. Čtvrtým a posledním blokem je zdroj stejnosměrného napětí, který ostatní bloky napájí.



Obr. 1: Blokové schéma zesilovače ve třídě D s předzesilovačem a korekcemi.

3.1. KOREKČNÍ PŘEDZESILOVAČ

Hlavní částí korekčního předzesilovače je obvod TDA1524 od firmy Philips [2]. Tento obvod umožňuje s minimem externích součástek nastavovat hlasitost, vyvážení, korekci hloubek a výšek. Jeho výhodou je, že veškeré nastavení korekcí se provádí změnou napětí na odpovídajících vstupních pinech obvodu, a to pro oba kanály současně. Díky tomu není nutné používat kvalitní tandemové potenciometry, které jsou drahé, ale postačí jednoduché potenciometry. Další výhodou je, že obvod není náchylný na vlastní šum potenciometrů.

4. DOSAŽENÉ PARAMETRY

V této chvíli je korekční předzesilovač a koncový stupeň již zkonstruován a proměřen. Dosažené parametry jsou uvedeny v tabulkách a porovnány s parametry udávanými výrobcem. Dosažené parametry odpovídají katalogovým hodnotám. Na přepínači vstupů a zdroji stejnosměrného napětí v této chvíli pracuji.

Parametry	katalogové	dosažené	
Rozsah nastavení hlasitosti	-80 až +21,5	-81 až +21	dB
Rozsah nastavení hloubek ($f = 40\text{Hz}$)	-19 až +17	-19 až +16	dB
Rozsah nastavení výšek ($f = 16\text{kHz}$)	$\pm 15\text{dB}$	-15,8 až 15,6	dB
Maximální potlačení při balanc	-40	-43	dB
Přeslech mezi kanály	46 až 60	58,5	dB
Odběr	25 – 45	max 40	mA
Vstupní odpor	min 10	14,7	k Ω

Tab. 1: Parametry korekčního předzesilovače s TDA1524.

Parametry	podmínka	katalogové	dosažené	
Výstupní výkon	THD = 1%	15 - 18	16	W
Výstupní výkon	THD = 10%	20 - 25	24	W
Účinnost	THD = 10% $P = 2 \times 25\text{ W}$	80 - 89	77,3	%
Zesílení		29 – 31	29	dB
Zkreslení	$P = 1\text{ W}$	0,1	0,5	%
Modulační kmitočet		200	205	kHz
Vstupní odpor		20 – 30	29,2	k Ω
Výstupní odpor		0,4 – 0,8	0,435	Ω

Tab. 2: Parametry koncového stupně s obvodem TDA7490 ($U_{CC} = 16\text{ V}$ a $R_Z = 4\ \Omega$).

5. ZÁVĚR

V článku byla popsána funkce zesilovače ve třídě D a obecný návrh blokového schématu zesilovače s předzesilovačem a přepínačem vstupů. Pro konkrétní realizaci byl zvolen obvod předzesilovače TDA1524 a obvod koncového zesilovače TDA7490. Další práce se zabývá stavbou kompletního audio zesilovače ve třídě D s přepínačem vstupů, korekčním předzesilovačem a napájecím zdrojem. Funkční prototyp bude postaven v rámci řešení mé bakalářské práce.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru MSM0021630513 a rozvojového projektu FRVŠ 622/2009 „Inovace laboratorní výuky předmětu Nízkofrekvenční elektronika“.

LITERATURA

- [1] Štál, P. *Výkonové audio zesilovače pracující ve třídě D - základní principy a konstrukce*. Praha: BEN - technická literatura, 2008. 198 s.
- [2] PHILIPS [online]. Datasheet TDA1524A [cit. 22. 12. 2009]. Dostupné na [www: http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/TDA1524.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/TDA1524.pdf).
- [3] ST Microelectronics [online]. Datasheet TDA7490 - 25W + 25W Stereo Class-D Amplifier. STMicroelectronics, Inc., 2005 - [cit. 15. 5. 2008]. Dostupné na [www: http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/6871.pdf](http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/6871.pdf).