

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Kytarový zesilovač s digitálním řízením
Jméno autora:	Jan Hrubý
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra radioelektroniky
Oponent práce:	Ing. Ondřej Šubrt, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ASICentrum, spol. s r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání diplomové práce hodnotím jako náročnější, neboť na diplomanta pana Hrubého kladlo konstrukční a teoretické nároky jak z hlediska techniky klasické analogové, tak i té historické (elektronky). V kontrastu k tomu se požadovala i znalost soudobých mikrokontrolérů (Raspberry Pi Pico H) a jejich programování. V neposlední řadě bylo třeba znalostí k návrhu a výrobě zařízení (plošné spoje) a měření jeho parametrů.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
V předložené práci diplomant pan Hrubý představuje ucelený návrh kytarového zesilovače s využitím elektronek a s číslicovým řízením parametrů. Součástí je kompletní dokumentace včetně podkladů na výrobu plošných spojů. Je popsán funkční vzorek přístroje včetně jeho oživení a měření. Zadání je splněno v celém rozsahu.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Využití elektronek jakožto aktivních prvků je i dnes plně legitimním směrem v návrhu audiozesilovačů, včetně těch pro speciální aplikaci (kytarový zesilovač). Elektronky jsou často vyhledávány pro svůj „charakteristický zvuk“ a speciálně v oboru zesilovačů pro hudební nástroje mají i dnes mnoho co nabídnout (například „měkčí přechod“ k žádanému zkreslení u kytarových efektů). Zejména v zahraničí jsou elektronky čím dál častěji využívány ke konstrukci high-endových zesilovačů. Využití číslicového řízení se soudobým mikrokontrolérem nabízí kromě zajímavého konstrukčního kontrastu též výrazné výhody (reprodukovatelnost nastavení, možnost předvoleb, dálkového řízení atd.). Zvolený postup řešení proto považuji za plně adekvátní a správný.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Diplomant pan Hrubý prokázal velmi dobrou orientaci jak v problematice analogové audiotechniky s využitím elektronek (funkční bloky, jejich činnost a parametry), tak i ve využití a implementaci mikrokontrolérů a příslušného interface (sběrnice I ² C, číslicové potenciometry, atd.). Přes tuto velmi dobrou odbornou úroveň se v práci vyskytlo několik nepřesností, které si dovoluji okomentovat. Strana 5: nepřesná definice parametru beta (h_{21E}), místo proudu tekoucího emitorem má být ve verbální definici správně uveden kolektorový proud. Strana 13, sekce 4.3: "Pokud jsou v koncovém stupni využity elektronky, viz obrázek 13a), musí být součástí koncového stupně i výstupní transformátor..." Toto tvrzení není zcela přesné, neboť existuje nesouměrný paralelní dvojčinný stupeň (viz [16], str. 191), který ovšem vyžaduje speciální reproduktor s vysokou impedancí. Uvedené nepřesnosti nesnižují celkově velmi dobrou odbornou úroveň práce.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

Diplomová práce je vcelku dobře graficky i formálně uspořádána, členění na kapitoly a postup výkladu jsou logické. Je škoda, že se v práci objevily zcela zbytečné překlepy, které mohly být snadno opraveny nástrojem automatické opravy (za všechny např. str. 2, konfigurován). V příloze k práci oceňuji komentáře ke zdrojovému kódu v jazyce Python, které usnadňují orientaci v programu.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Ve zpracování diplomové práce je evidentní odborný zájem studenta pana Hrubého i jeho velmi dobrá orientace v problematice. Dotvrzuje to výběr pramenů a jejich využití při zpracování DP. Relevanci a využití zdrojů odborné literatury hodnotím jakožto plně adekvátní a korektní. Přejaté obrázky jsou správně označeny, rovněž tak citované úvahy z literatury. Bibliografické citace jsou úplné a v souladu s citačními zvyklostmi.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Technické řešení zesilovače vychází z ověřených schémat funkčních bloků, někdy zčásti, resp. zcela přejatých (kmitočtový korektor, ultralinearní zapojení koncového zesilovače, napájecí zdroj). To je dle mého názoru na poli elektronkové techniky zcela v pořádku, neboť uvedená zapojení s elektronkami byla pečlivě „vybrušována“ generacemi techniků k příznivým vlastnostem i vysoké užitné hodnotě. Dovolím si ještě dva komentáře ke konkrétnímu technickému řešení. 1) Nenašel jsem ve schématu žádné fyzické jištění (pojistky) síťového transformátoru, žhavicích ani anodových obvodů. Z hlediska bezpečnosti provozu zařízení i ekonomického rizika zničení drahých součástek toto považuji za důležité opatření, které se u elektronkové techniky nejméně od 50.let 20.stol. vcelku důsledně používá. (Pozn.: samotné číslicové řízení zde z principu nestačí, neboť je navázáno na napájecí obvody přístroje a při jejich poruše, nebo i vlastní chybě nemůže/nemusí zasáhnout.) 2) Následující připomínka je pouze doplňujícím tipem, vyplývajícím z osobního názoru recenzenta. Zesilovači by dle mého názoru „velmi slušeli“ indikátor vybuzení s magickým okem (např. EM84). Zapojení magického oka by zde bylo snadné a a vzhledem k provedení zdroje se širokým výběrem napětí by se zřejmě pro něj ještě v přístroji napájení našlo.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Celkově konstatuji, že předložená diplomová práce pana Hrubého je na vysoké odborné a konstrukční úrovni. Nalezené drobné nedostatky neoslábují celkové vyznění a technickou kvalitu díla. Velmi oceňuji zvolené téma; elektronkový číslicově řízený zesilovač pro audiofilů je jistě aktuálním konstrukčním trendem v technice věrného přenosu zvuku. Diplomant pan Hrubý prokázal odbornou erudici, praktické zkušenosti a schopnost inženýrského řešení problémů, tolik potřebné pro zdárnou profesní kariéru.

V průběhu obhajoby prosím o zodpovězení následujících dotazů:

- 1) Je nějakým způsobem uživateli přímo signalizován stav jednotlivých napájecích domén? Nenašel jsem ve schématu žádné fyzické pojistky (např. trubičkové). Jsou žhavicí a anodové obvody jištěny zvláště, jak bývá obvyklé? Jak je jištěn síťový transformátor?
- 2) V případě poruchy/resetu digitální řídicí jednotky, jaký je výchozí stav přístroje a jednotlivých akčních členů (číslicové potenciometry, relé atd.)?
- 3) Při vypnutí a následném zapnutí přístroje, jsou poslední zvuková nastavení zesilovače zapamatována? Plánujete do budoucna implementovat možnost tvorby „zvukových předvoleb/profilů“?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 3.6.2024

Podpis: Ing. Ondřej Šubrt, Ph.D.
ASICentrum, spol. s r.o.