

16. 10. 2017

Oponentský posudek disertační práce Ing. Aleše DOBESCHE

An Optical D/A Converter for VLC Applications

Optický D/A převodník pro VLC aplikace

Předmětem disertační práce je návrh a realizace optického digitálně-analogového převodníku pro optickou část koncové vysílací jednotky určené pro komunikaci v oblasti viditelné části spektra. Práce svým zaměřením spadá do oboru Elektronika a sdělovací technika a je aktuální vzhledem k tomu, že optická komunikace s využitím bílého světla (VLC) není dořešena a nabízí řadu zajímavých problémů.

Práce je napsána v anglickém jazyce, má standardní členění a obsahuje 102 stran v pěti kapitolách. Po stručném úvodu se disertant v 1. kapitole věnuje současnému stavu dané problematiky a to zejména v oblasti zdrojů záření a možnému uspořádání optického vysílače ve tvaru optického D/A převodníku, kde digitální signál budí různé skupiny elektroluminiscenčních diod (ELD) podle příslušného kódu. Podobně je studováno uspořádání přijímače z hlediska použitých fotodetektorů. Důležitým aspektem návrhu je volba vhodné digitální modulace, kdy jsou rozebírány známé používané typy až po pokročilé, jako je např. OFDM. Dále jsou zde naznačeny způsoby modelování optického kanálu a jsou zavedeny důležité parametry pro jeho charakterizaci.

Na základě uvedeného rozboru si disertant stanovil ve 2. kapitole cíle práce. Zejména se jedná o vytvoření modelu vícesměrového šíření optického signálu mezi vysílačem a přijímačem, návrh vhodného uspořádání optického vysílače, a konečně realizace a ověření funkce komunikační trasy s využitím optického D/A převodníku.

Třetí část práce se zabývá modelováním celé VLC trasy počínaje vyzařováním vysílače na bázi výkonových ELD a dále pak modelem přijímače s fotodiodou a transimpedančním zesilovačem. Na základě těchto rozborů je řešeno provedení vysílače jako pole ELD v 5 až 8 bitovém uspořádání. Je studován model s přímým a vícesměrovým šířením optického signálu, kde je uvažován jeden přímý a několik odražených paprsků. Tyto modely, které tvoří jádro práce, byly aplikovány na konkrétní situace a to pro inteligentní dopravní systém a instalaci uvnitř místnosti. Pro porovnání jednotlivých konfigurací byl použit parametr EVM (Error Vector Magnitude) definovaný porovnáním vstupního a rekonstruovaného signálu.

Čtvrtá část řeší vlastní návrh a realizaci optického D/A převodníku – vysílače, jako pole ELD v různém uspořádání s buzením definovaným jednotlivými bity vstupního signálu. Byla zvolena varianta s různým počtem ELD pro jednotlivé bity. Dále byl řešen širokopásmový optický přijímač s PIN fotodiodou a transimpedančním zesilovačem. Oba bloky byly použity k sestavení měřicího pracoviště pro ověření funkce optického D/A převodníku a modelů optické trasy. Statické a dynamické testy potvrdily funkčnost navržené koncepce. Byly změřeny impulsní a frekvenční charakteristiky pro oba realizované vzorky vysílačů. Měřicí pracoviště bylo sestaveno s použitím FPGA pro buzení ELD na straně vysílače, na straně přijímače byl použit detektor s pin fotodiodou a osciloskop. Data byla zpracována v Matlabu.

Pro ověření funkčnosti v reálném provozu byl použit modul FPGA i na straně přijímače a byla změřena chybovost v závislosti na délce trasy. Výsledky měření byly publikovány.

Předložená disertační práce je napsána srozumitelnou formou, formální úprava odpovídá požadavkům. V práci jsem našel minimum překlepů či nepřesností (např. popis os u obr. 3.21), grafické zpracování je na velmi dobré úrovni. Zvolené metody zpracování disertace odpovídají požadavkům. Cíle práce byly splněny v plném rozsahu. Práce přináší nové poznatky, jak v oblasti teoretické, tak i praktické. Zejména se jedná o vytvoření modelů optické trasy pro přímý a odražený signál, návrh a realizace dvou typů ODAC, a dále metodika experimentálního ověření navržených řešení.

Disertant publikoval celkem 18 prací, z toho 4 články v časopise a 9 příspěvků na mezinárodních konferencích prezentující výsledky disertační práce, ve kterých je disertant autorem nebo spoluautorem. Disertant se také podílel na řešení 6 projektů z oblasti optoelektroniky. Uvedené výsledky svědčí o schopnosti disertanta vědecky pracovat a výsledky podrobit veřejné diskusi.

K disertantovi mám následující otázky týkající se výsledků práce:

1. Vaše školicí pracoviště se trvale zabývá optickou komunikací ve volném prostoru s použitím IR záření. Jaké poznatky z této oblasti se dají využít pro přenos bílým světlem?
2. Jakým způsobem by se dal zvýšit dosah uvedeného spoje (např. pro řízení dopravy)?

Závěrem konstatuji, že předložená disertační práce Ing. Aleše DOBESCHE odpovídá mezinárodně uznávaným požadavkům řízení k udělení akademického titulu doktor v oboru Elektronika a sdělovací technika a proto ji doporučuji k obhajobě.

