

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Využití SDR v LoRaWAN sítích
Jméno autora:	Jan Zlevor
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra radioelektroniky K13137
Oponent práce:	Ing. Pavel Purič, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra radioelektroniky K13137

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<p>Práce spojuje prostudování problematiky LoRaWAN jak z hlediska teoretického tak implementace a ověření v reálném hardware. Zadání tedy vyžadovalo po studentovi pochopit teoretické postupy, spojené se specifikací fyzické vrstvy, a tyto postupy pak následně implementovat. Proto hodnotím zadání jako náročnější.</p>	

Splnění zadání	splněno
<p>Zadání považuji za splněné, bod zadání, ukládající návrh a implementaci dekodéru LoRaWAN byl sice splněn použitím již vytvořeného a volně dostupného bloku, zadání však bylo rozšířeno i o verzi kodéru vysílací strany, který byl studentem samostatně vytvořen, což lze pokládat za náhradu výše uvedeného bodu návrhu a implementace přijímací části.</p>	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<p>Student použil jednak specifikace, získané studiem zdrojů, a dále informace, získané analýzou vzorových přenosových dat aplikovaných v rámci zvoleného SDR a předepsaného prostředí (GNU radio). Tento postup je v zásadě správný, avšak limituje rozsah získaných informací na konkrétní testované případy a volba těchto experimentů může ovlivnit správnost získaných informací, například v práci uváděné problémy s určením generující matice Hammingova kódu pro určité konfigurace kódových poměrů. Otázkou je, zda nebylo možné dané informace zjistit např. z publikovaných standardů a bylo nutné provést de facto reverzní inženýring na základě experimentů.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<p>Student zvládl vypracovat text odpovídající rozsahu bakalářské práce, některé pasáže by si zasloužily detailnější popis, hlavně z hlediska zvolené metody či použitého hardware a software. Například v kapitole 1.1.5 autor nepopisuje, proč zvolil danou metodu demodulace, když uvádí odkaz na další použitelné způsoby demodulace. Popis SDR v kapitole 1.3.1 by si zasloužil detailnější rozbor použitých kmitočtových konverzí, tedy možné architektury SDR transceiverů (homodyn, superheterodyn) a o kterou architekturu jde v konkrétním případě použitého LimeSDR Mini. Ve vazbě na prezentované blokové schéma není zmíněna metoda vzorkování do komplexní obálky, která je důležitá pro následné softwarové zpracování v rámci GNU Radia. Dále mi schází detailnější popis parametrů daného SDR, kde je uveden pouze kmitočtový rozsah. Bylo by vhodné doplnit další klíčové parametry, které mají vliv na přesnost a kvalitu signálu, jako je např. Použitelná šířka pásma nebo vzorkovací kmitočet, rozlišení A/D a D/A převodníků a zda dané SDR může pracovat např. v plně duplexním režimu.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

Práce je typograficky provedena korektně a čistě, text je logicky strukturován, použité obrázky a grafy jsou vhodně použity a informativní. Vztahy logicky číslovány s odpovídajícími vazbami v podobě křížových odkazů. Jisté nedostatky spatřuji v použitých symbolech, kdy jeden symbol (S) je použit jak pro signál, tak pro hodnotu datového symbolu. Autor se nevyhnul překlepům (Obr. 1.6., strany 4, 6, 17, 19, 22, vzorec 1.3), jejich míra není na úkor čitelnosti práce, dále se ve několika případech netrefil ve shodě podmětu s přísudkem (strany 14, 18, 23). Vztah pro generující a kontrolní matici je uveden opačně.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Student použil odpovídající a volně dostupné zdroje, jak tištěné tak online. Zdroje jsou v práci korektně citovány, seznam použité literatury až na drobné odchylky vyhovuje citačnímu standardu.

Další komentáře a hodnocení

V práci mi trochu chybí detailnější popis postupu vytvoření samotného bloku kodéru (LoRa Transmitter) a jeho začlenění do hierarchie prostředí GNU Radio, například alespoň rámcový popis, jak jsou kódy v C++ doplněny (obestavěny) pro interakci v rámci flowchart a alespoň hrubá specifikace vytvořeného OOT bloku (což je vlastně jedno z prezentovaných těžišť práce).

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.

Práce splňuje požadavky kladené na bakalářskou práci. I když student k návrhu a implementaci dekodéru použil již hotového GNU Radio modulu, přínos vidím v provedení vlastní implementace a otestování správné funkčnosti dekodéru a hlavně v následném návrhu, naprogramování a implementaci kodéru LoRa WAN formou C++ OOT modulu. Mechanismus analýzy operací dekodéru a z nich vytvořené algoritmy pro kodér jsou v práci popsány stručně, nicméně dostatečně srozumitelně a přehledně. V práci je uveden i hrubý rozbor možných příčin neúspěšného přenosu pro některé kombinace parametrů fyzické vrstvy. Tato analýza by mohla být detailněji rozpracovaná, například porovnáním s produktem třetí strany pro vyloučení chyb daných např. firmwarem použité gatewaye nebo kódem použitého gr-lora modulu pro GNU Radio.

Doporučuji, aby se při obhajobě student vyjádřil k následujícím otázkám:

1. V jakém rozsahu se může pohybovat hodnota symbolu (ve vztazích 1.4-1.7 označená S), jak souvisí s parametrem SF a jak souvisí rozsah hodnot symbolu (tedy počet bitů přenesených za konstantní dobu T_s) s tvrzením, že s rostoucím SF klesá přenosová rychlost?
2. Jak se na postupu získání hodnoty symbolu, popsaném v kapitole 1.1.5, projeví přesnost určení počátku chirp signálu?
3. Jak je zajištěno přidělení 32bitové adresy koncovým zařízením (tedy odlišení jednotlivých senzorů), popsané v kapitole 1.2.1?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře.**

Datum: 24.8.2021

Podpis: