



Posudek vedoucího bakalářské práce

Jméno studenta: Jan Pejřil
Téma práce: Simulace vysílání radiolokátoru pomocí softwarově definovaného rádia

Cíl práce: Návrh simulátoru vysílání pulzních radiolokačních signálů s volitelnou intra-pulzní modulací, časováním a změnou vysílacího kmitočtu s využitím softwarově definovaného rádia a prostředí MATLAB.

Slovní hodnocení:

Naplnění cílů práce:

Student se seznámil s problematikou činností primárních přehledových radiolokátorů a softwarově definovaných rádií (SDR). V úvodu je věnována pozornost zejména časování vysílání pulzních signálů, intra-pulzním modulacím (fázové a frekvenční), kompresi pulzu a s nimi související schopnosti rozlišení cílů v dále. Popsány jsou bi-fázová modulace, s využitím Barkerových kódů, lineární frekvenční modulace a nelineární frekvenční modulace s tangenciálním průběhem kmitočtu. Dále je zmíněno skládání pulzních signálů (typu krátký a dlouhý pulz) do skupiny intervalu koherentního zpracování, stagger a přeladování kmitočtu radaru.

V praktické části je popsán vývoj simulačního prostředí a použitý hardware. Jako výpočetní jednotka byl použit notebook a jako transceiver bylo použito SDR Adalm-Pluto od výrobce Analog Devices. Toto SDR při úpravě firmwaru radiového front-endu umožňuje používat rádio mimo rozpětí původních specifikací rádia. Rozšířené specifikace umožňují, avšak negarantují, rozsah centrálního kmitočtu 70 MHz až 6 GHz, okamžitou šířku pásma signálu v základním pásmu až 56 MHz a vzorkovací frekvenci až 61,44 MHz. Tyto hodnoty vymezují rozsah simulovatelných radarových systémů. Uvedené SDR bylo použito pro vývoj simulačního programu s využitím prostředí MATLAB. Simulační program umožňuje generovat obdélníkové pulzní signály bez modulace, případně s volitelnou modulací (BPSK, LFM a NLFM). Je možné nastavit délku trvání a periodu vysílání pulzu, včetně skládání více pulzů o různé konfiguraci pro simulaci vysílání krátkého a dlouhého pulzu. Umožněna je rovněž simulace přeladování vysílacího kmitočtu, s ohledem na šířku pásma použitého SDR a použité modulace, dle přednastavených kmitočtových kroků. Praktická měření byla zaměřena na ověření implementovaného simulačního programu vysíláním imitací pulzních signálů, které byly odvozeny od skutečných parametrů vybraných radarových systémů. Provedené simulace byly zaznamenány druhým (nezávislým) SDR Adalm-Pluto, a následně byly vyhodnocovány vlivy prostředí, použitého SDR rádia a antén. Vzhledem k rozličné dostupnosti informací o parametrech reálných radarových systémů bylo nutné některé parametry doplnit pravděpodobnou hodnotou. Uskutečněn byl rovněž záznam a vyhodnocení vysílání skutečného radarového systému RL-2000 na letišti Pardubice.

Lze tedy zhodnotit, že stanovené cíle bakalářské práce byly odpovídajícím způsobem splněny a student prokázal odborné schopnosti uchopit a zpracovat zadaný problém.

Logická stavba a stylistická úroveň práce:

Zpracování práce je na dobré stylistické úrovni. Drobné stylistické chyby nijak nesnižují kvalitu a návaznost práce. Bakalářská práce je logicky členěna do čtyř na sebe navazujících kapitol. První část práce je zaměřena na teoretický úvod do problematiky radarové techniky, intra-pulzních modulací a softwarově definovaných rádií. Druhá část práce je věnována popisu použitého hardwaru. V třetí části je popsán vývoj simulačního programu. Poslední část obsahuje rozbor praktických měření z provedených simulací reálných radarových systémů, včetně záznamu vysílání skutečného radarového systému.

Využití záměrů, námětů a návrhů v praxi:

Práce je prakticky využitelná pro účely výuky radarové techniky a pro generování pulzních signálů za účelem ověření systémů monitorujících radiové spektrum.

Zároveň byly ověřeny možnosti a limitace použití softwarově definovaného rádia Adalm-Pluto pro praktickou výuku radiové a radarové techniky, s využitím prostředí MATLAB.

Případné další hodnocení (připomínky k práci):

Student pracoval samostatně a projevil aktivní zájem o téma i za hranice učiva bakalářského studia.

Otázky k obhajobě (max 2):

1. **Objasněte vliv regulačního faktoru postranních laloků implementované NLFM modulace na autokorelační funkci.**
2. **Jakým způsobem by bylo možné rozšířit práci o simulaci prohledávání prostoru pohybujícím se anténním svazkem.**

Doporučení práce k obhajobě: **ano**

Navržený klasifikační stupeň: **A**

Posudek vypracoval:

Jméno, tituly: Ing. Vojtěch Valenta

Zaměstnavatel: Univerzita Pardubice, Fakulta elektrotechniky a informatiky

V Pardubicích dne: 3. 6. 2021

Podpis: