

Oponentní posudek dizertační práce:

Ing. Jiří Špaček: Technologie příjmu extrémně slabých rádiových signálů meziplanetárních sond

Autor se ve své dizertační práci zabývá modelováním a simulací přenosového řetězce pro přenos telemetrických dat z meziplanetární sondy do přijímače na povrchu Země a analýze vlivů aditivního šumu a fázového šumu oscilátorů přijímače na chybovost a na další parametry spoje. Námět jeho práce nepochybně plně zapadá do oboru dizertace a z hlediska současného stavu vědy jej považují za aktuální.

Práce obsahuje tři základní části:

- a) popis spoje pro přenos telemetrických dat z vesmírné sondy na přijímací stanici systému DSN včetně jeho energetické bilance (kap. 2)
- b) popis modelu rádiového komunikačního systému pro přenos dat včetně energetické bilance zamýšleného experimentálního telemetrického spoje s přijímačem na Ústavu radiotechniky FEKT (kap. 4 a kap. 5, odst. 5.1 a 5.2)
- c) analýzu vlivu aditivního šumu, fázového šumu a parametrů modelu (zejména Costasových smyček) na chybovost a další parametry spoje (odst. 5.3).

Za přínosné považují zejména části práce v kap. 4 a kap. 5, odst. 5.2 tedy popis obvodů a konstrukci, nastavení parametrů a ověření modelu komunikačního systému v prostředí Matlab - Simulink, který simuluje telemetrický spoj pro přenos dat z kosmických sond na Zemi. S rozhodnutím autora nezahrnout do modelování kanálové kódování dat (str. 13) lze jistě souhlasit. Naopak volbu sinusové subnosné namodulované s úplným potlačením nosné považují za méně šťastnou. Přitom se v kap. 2 konstatuje, že satelitní spoj používá subnosnou obdélníkového tvaru, namodulovanou fázově na nosnou se zdvihem 40° až 80° aby nebyla nosná zcela potlačena a mohla být použita pro synchronizaci přijímače. Při zvolené modulaci je však použití Costasovy smyčky k demodulaci nosné dobrým řešením.

Část práce, věnovaná simulacím spoje v různých podmínkách a analýze vlivu šumů a volby parametrů modelu (odst. 5.3) se mi ve srovnání s rozsahem práce na modelu zdá příliš stručná. Místo jsou zde dokonce výsledky pouze prezentovány bez komentáře (např. na str. 128).

Věcné připomínky:

1. Na str. 13, odst. Modulace a kódování se uvádí, že před modulací na subnosnou jsou data modulována impulzem SRRC, ale ve vztazích (2 – 29), (2-32) a dále (např. na str. 87) je uváděn signál $d(t)$ o němž se tvrdí, že je roven ± 1 .
2. Na str. 38., první odst.: Fázový šum se spektrem s Gaussovým rozložením bude mít také Gaussovo rozložení (inverzní Fourierova transformace) ale to asi nebude správně.
3. Str. 85, 86, odst. Fáze I – korekce kmitočtu: Ve výkladu není zahrnut vliv odchylky kmitočtu subnosné signálu a počátečního kmitočtu MO, který způsobí malou systematickou chybu fáze MO v ustáleném stavu. (totéž pro smyčku nosné na str. 91 až 93)
4. Ve vztahu (5-85) na str. 104, 105 je veličina $p(\phi)$ zjevně hustota pravděpodobnosti, nikoliv distribuční funkce. Podobně str. 127, obr. 5-67.

Z formálního hlediska bych podotkl, že těžiště celé práce tedy odst. 5.2 (ca 65 str. ze 130 stránkové práce) mělo být systematicky lépe rozčleněno. Dále, obrázek obr. 5-8 - Blokové schéma modelovaného systému je velmi malý a popisy jsou nečitelné (podobně dále - vždy jde o stránky, převzaté ze Simulinku). Naopak popis jednotlivých částí modelu je místy zbytečně podrobný (např. na str. 53, kde se vysvětluje jak se počítá $\omega = 2\pi f$, nebo že posunutý sinus je cosinus). U matematických funkcí by zase bylo vhodnější vyjádřit je vztahy, než slovně vypočítávat matematické operace jak jdou za sebou (např. u popisu upraveného Barova algoritmu na str. 60).

Doporučuji, aby se v průběhu obhajoby dizertant vyjádřil k těmto dotazům:

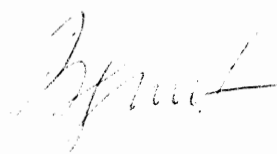
1. Jak by vypadal modulátor a demodulátor nosné v případě modulace obdélníkovou subnosnou se zdvihem 40° až 80° , jak je uvedeno v kap. 2
2. Jaká elevace Marsu byla použita pro výpočet $A(\Theta)$ v Tab. 5-1 na str. 42? Jak byl určen příspěvek 10 K od Země k celkové efektivní teplotě systému v téže tabulce?
3. Odkud čerpal autor průběh spektra oscilátoru pro model spoje (tabulka hodnot L na str. 60).

Celkově považuji předloženou dizertační práci ing. Špačka za přínosnou, oceňuji úsilí, které věnoval stavbě, optimalizaci a ověření modelu a věřím, že tento model bude zdrojem četných užitečných poznatků, týkajících se vlastností rádiových spojů s různými modulačními schémata.

Jádro práce bylo přiměřeně publikováno v uznávaném časopise i na mezinárodní konferenci. Z předloženého přehledu vědecké činnosti lze vyvodit, že se jedná o pracovníka s vědeckou erudicí.

Závěrem mohu konstatovat, že dizertační práce odpovídá obecně uznávaným požadavkům k udělení akademického titulu PhD.

V Pardubicích 14.1.2012



Prof. Ing. Pavel Bezoušek, CSc.