

Posudek oponenta diplomové práce

Název DP: Analyzátor vybraných vlastností dvojbranu

Diplomant: Bc. Petr Kopecký

Vedoucí DP: Ing. Luboš Rejfek, Ph.D.

Oponent DP: Ing. Ladislav Beran, Ph.D.
ELDIS Pardubice, s.r.o.
Dělnická 469
533 01 Pardubice

Primárním cílem diplomové práce bylo navrhnout analyzátor vybraných parametrů dvojbranů, konkrétně |S12| a |S21| v definovaném frekvenčním pásmu. Předložená diplomová práce obsahuje celkem 110 stran odborného textu a 42 stran příloh. Rozsahem práce výrazně převyšuje požadovaný rozsah padesáti stran textu.

První kapitola práce teoreticky popisuje stručný popis základních vlastností dvojbranů včetně praktické ukázky vlastních výrobků. Druhá a třetí kapitola popisuje základní metody měření amplitudových rozptylových parametrů včetně výběru vhodné metody pro měření. Ve čtvrté kapitole jsou detailně rozebrány a změřeny v práci použité komerční moduly. Pátá až osmá kapitola se zabývá hardwarovým návrhem samotného zařízení. V uvedených kapitolách jsou popsány základní stavební bloky, včetně zdůvodnění, proč byl zvolen daný přístup řešení. Devátá kapitola stručně popisuje základní chování řídicího software. Poslední kapitola se zabývá samotným měřením vytvořeného zařízení včetně porovnání výsledků s komerčními přístroji.

Z hlediska rozsahu práce diplomant vytvořil komplexní práci, která pro zdárné dokončení vyžadovala širokou škálu znalostí z oblasti návrhu a specializovaných digitálních či mikrovlnných obvodů, přes programování v různých programovacích jazycích (C, Python) a na různých platformách (STM32, Raspberry Pi). Práce obsahuje pouze drobné stylistické či gramatické chyby. V určitých částech práce bych uvítal detailnější popis, proč byla daná metoda vybrána. Pro příklad uvádím kapitolu 9, která se zabývá popisem řídicího SW. V kapitole, dle mého názoru, by bylo vhodné více rozebrat daný přístup, například proč jste použil Python, knihovny PyVisa apod. Dále v kapitole 9 bych očekával, že budou více rozepsány bloky, které diplomant sám navrhnul a musel pro ně vytvořit vlastní FW. Pro příklad uvádím modul programátoru určeného k programování syntetizátoru ADF4351, který diplomant evidentně navrhoval a taktéž musel vytvořit FW, avšak toto v práci není bohužel zmíněno.

K praktické stránce mám následující kritické připomínky:

- 1) V práci se často vyskytují obrázky s nízkou kvalitou či rozmazané, což významně snižuje jejich čitelnost. Pro příklad uvádím vybrané: Obrázek 1.24, Obrázek 3.1, Obrázek 3.3, Obrázek 4.12.
- 2) Vývojové diagramy doporučuji tvořit v nějakém vhodném SW (např. volně dostupný draw.io). V práci se vyskytují nevzhledné vývojové diagramy, kde text přesahuje ohraničení bloku. Pro příklad uvádím Obrázek 7.7, Obrázek 8.7, Obrázek 8.8, Obrázek 9.1 apod.
- 3) Pro srovnání výsledků by bylo žádoucí naměřená data z Vašeho analyzátoru mít ve shodném grafu s výsledky z NanoVNA.
- 4) V práci je na stranách 79 a 80 stroze popsán algoritmus měření. Já osobně postrádám detailnější popis, jakým způsobem je prováděno měření konkrétní amplitudy v dané frekvenci. Algoritmus měření je pro tuto práci klíčový. V práci taktéž není uvedeno, jak je zapojen celý měřicí řetězec. Nenašel jsem například jaké parametry má AD převodník, který převádí napětí z detektoru výkonu.
- 5) U všech Vašich obrázků, kde srovnáváte výsledky, (např. Obrázek 10.3), je vždy v titulku chybně uveden text "*S-parametr*". Předpokládám, že tím myslíte S21 či S12 parametr.
- 6) Některé přílohy jsou zbytečné, jelikož se opakují. Například Obr. L.8 a Obr. L.11, Obr. L.9 a Obr. L.10, Obr. M.5 a Obr. M.8, či Obr M.6 a Obr M7 atd. Jediným rozdílem je 3D model osazené a neosazené desky. Dle mého názoru postačuje jen jedna varianta.

Otázky k obhajobě:

- 1) Vaše práce se zabývá návrhem zařízení schopného měřit $|S_{12}|$ a $|S_{21}|$. Můžete nastínit, jak byste musel zařízení upravit, aby bylo schopno měřit i $|S_{11}|$ či $|S_{22}|$?
- 2) Prosim nakreslení blokového zapojení a detailní vysvětlení, jakým způsobem je fyzicky realizováno měření parametru $|S_{21}|$.
- 3) Narazil jste během vývoje zařízení na nějaké zásadní problémy? Pokud ano, jaké?

Celkové hodnocení práce:

Práce i přes výše zmíněné připomínky a nedostatky výrazně převyšuje svou náročností a komplexností rozsah standardní diplomové práce. Diplomant musel prokázat znalosti z oboru mikrovlnné techniky, návrhu DPS či programování v různých programovacích jazycích.

Práci doporučuji k obhajobě s klasifikačním stupněm A.

V Pardubicích dne 28. 8. 2023

Ing. Ladislav Beran, Ph.D.