

Oponentský posudek

Zpracoval: *prof. Ing. Karel Vlček, CSc.*

*Ústav počítačových a komunikačních systémů
FAI, UTB ve Zlíně*

1. Splňuje disertační práce požadavky aktuálnosti z hlediska současného stavu vědy?

Předložená disertační práce »Methodology for Fault Tolerant Systems Design into Limited Implementation area in FPGA«, jejímž autorem je Ing. Lukáš Mičulka, je výsledkem práce, ke které se autor postupně propracoval během svého studia na FIT VUT v Brně a v průběhu řešení řady výzkumných projektů v letech 2009 až 2016. Tato jeho systematická práce se celá zrcadlí v jeho předkládané disertační práci. Nicméně, oceňuji, že přínosem je řešení aktuální tématiky systému na čipu (SoC).

Práce, které autor publikoval od roku 2010 i v následujících letech až do roku 2016, představují prohlubování tématiky směrem k velmi aktuální a žádané oblasti aplikací, jakou představují zákaznické obvody technologicky řešené na základě architektur FPGA, které v současné době prochází inovovanými paradigmaty a rozvojem se společnou tématikou návrhu systému na čipu a jsou středem zájmu jednak kvůli novým technologickým řešením, jednak z důvodu implementace řešení nových architektur pro podporu testování integrovaných součástek s charakterem SoC. Dokladem o kvalitě práce Ing. Mičulky jsou jeho publikace, které uveřejňoval na workshopech a konferencích i jako časopisecké publikace doma i během svých zahraničních studijních pobytů. Samostatnost a široké spektrum publikovaných prací, které vychází ve většině případů z mezioborové problematiky, mne přesvědčuje o autorově samostatnosti a kreativitě.

2. Rozvržení práce, východiska, původní přínosné části, cíle disertace

V přehledném a výstižném úvodu jsou shrnuty principy, které jsou aktuálně používány. Velmi fundovaně je provedena analýza funkcí diagnostických obvodů, je zdůvodněn vliv změn těchto funkcí i jeho struktura. Na základě těchto trendů jsou formulovány cíle disertační práce. Při kategorizaci autor předpokládá použití nových principů na podporu testování hardware, v dalším navazujícím textu je hodnocena jejich náročnost na plochu integrovaného čipu a zejména náročnost, která je kladena na spotřebu systému. Rovněž je brána v úvahu metoda, která umožňuje přizpůsobování systémového hardware pro snazší testování. Důležitou pohnutkou ke stanovení výzkumných cílů práce bylo rozřešení otázky implementační základny vhodné k experimentům.

Zaměření na tvorbu testů je při popisu řešení nezbytností, a je zároveň příležitostí pro formulování požadavků za účelem zvýšení kvality hardware použitím obvodu FPGA. K důležitým cílům disertační práce, který byl splněn a experimentálně potvrzen, patří zavedení metody implementace pro praktické použití. Metodika návrhu obvodového řešení nevyklučuje výhody programového řešení algoritmu. Naopak, použitím holistické metody návrhu systémového usnadňuje řešení. Rysem, který je pro tuto metodu návrhu podstatný, je snižování nákladů na práce na návrhu. Použití moderních nástrojů pro návrh intenzivně využívá parametrizace modelů. Porovnáním tradičního postupu syntézy a metody vyvíjejícího se hardware je dosaženo vysoce účinné syntézy modelovaných obvodů. Hlavním přínosem tohoto postupu je efektivita procesu syntézy obvodového řešení a jeho relativní nezávislost na

implementační bázi. Metody řešení jasně zdůrazňují nezbytnost metodiky pro efektivní řešení programových cyklů i nezbytnost přístupu k modifikacím jádra testovacích rutin.

3. Bylo jádro disertační práce na potřebné úrovni publikováno?

Publikace uvedené v příložených materiálech i v samotné disertační práci jsou dostatečně detailní, aby splňovala náročná kritéria požadovaná pro praktické aplikace, stanovují zároveň i požadavky pro hodnocení výzkumných projektů, kterých se autor aktivně zúčastnil. Ve většině stěžejních prací je uveden princip generování optimálně uspořádané struktury odpovídajících prvků obvodu při testování hardware i jeho odolnosti proti poruchám. Výhody použití testování hardware je hodnoceno v náročných aplikacích. Jako standardní jazyk je použit VHDL, v různých úrovních popisu je provedena simulace i syntéza, modely jsou dostupné a díky procesní úrovni popisu i přenosné na další následné práce.

Popis jádra práce jsem našel v té části práce, která se zabývá popisem současného stavu vývoje a použitím metody popisu. Implementace je zde uvedena jen jako doklad účinnosti použité metody návrhu. V centru pozornosti disertace je metoda návrhu testování a odolnosti proti poruchám hardwarových prostředků. Srovnáním této metody s implementační bází jsou vyhodnocovány vlastnosti algoritmického popisu a syntetizovaného obvodového řešení. Jádro disertační práce je v četných publikacích jasně popsáno: metoda, jejíž popis tvoří podstatnou část zvoleného postupu, která je slučitelná s principy a postupy návrhu číslicových obvodů, je nedílnou součástí při uplatnění vlastností software i hardware.

d) Výsledky experimentů

Vlastní přínos nového postupu návrhu systému s důrazem na návrh hardware je prokázán na řadě nově navrhovaných architektur systémů odolných proti poruchám. Na experimentálním FPGA, na kterém byly obvody hardware odolného proti poruchám ověřeny, jsou ovlivněny konfigurací jednotek a jejich uspořádáním čipu. Postup dalších prací ukazuje možnost optimalizace obvodového řešení. Tato oblast řešení je logickým pokračováním rozvoje navržené metody a lze očekávat, že přinese další zajímavé výsledky.

e) Shrnutí a závěr

Experimentální část práce shrnuje výsledky, které byly zkoumány v průběhu studia autora. Část výsledků byla ověřena na pracovišti autora. Důležitým přínosem práce je popis obvodů, jejichž chování se během experimentů lišilo od teoretických předpokladů a výsledků simulací je podrobena kritickému rozboru a analyzováno. Ve většině případů se nejedná o podstatné odchylky. Předloženou implementaci je možné považovat v plném rozsahu za potvrzení teoretických výsledků. Za významnou skutečnost, která svědčí o kvalitě předložené práce, považuji 32 citací, kterými reagovala světová vědecká komunita diagnostiků již na dílčí zprávy autora výzkumných prací od roku 2010 do dnešních dnů.

Konstatuji, že formální náležitosti práce vyhovují obvyklým požadavkům. Svoji náplní a dosaženými výsledky disertační práce Ing. Lukáš Mičulka, splňuje ustanovení §47, odst. 4, zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách tím, že prokázal schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu a vývoje. **Doporučuji, aby mu, po úspěšné obhajobě, byl udělen akademický titul “doktor (Ph.D.)”.**

Ve Zlíně, dne 24. října, 2017.

Prof. Ing. Karel Vlček, CSc.
oponent