

Oponentní posudek disertační práce

Autor práce: **Ing. Karel Szurman**

*Ústav počítačových systémů, Fakulta informačních technologií, Vysoké učení
technické v Brně*

Název práce:

Metodika návrhu synchronizace a obnovy stavu systému odolného proti poruchám

Předmětem předložené práce je metodika pro návrh a implementaci obvodů pro synchronizaci stavu modulů číslicového systému odolného proti poruchám založeného na architektuře třímodulové redundance (TMR). K synchronizaci dochází po vzniku přechodné poruchy (porušení stavu) v některém ze tří modulů uvažovaného systému. Navržená metodika specifikuje jednotlivé kroky metody synchronizace stavu. Rozlišují se tři základní úrovně implementace – synchronizace na úrovni systému, synchronizace na úrovni redundantních modulů a synchronizace na úrovni registrů sekvenční logiky (RTL). Pro každou z uvedených úrovní jsou v disertační práci popsány způsoby propojení hardwarových bloků architektury a algoritmy synchronizace stavu systému. Funkčnost navržené metodiky je demonstrována na dvou případových studiích – číslicový řídicí obvod fungující jako řadič sběrnice CAN a dále řídicí obvod založený na mikrokontroléru s procesorovým jádrem NEO430. Na těchto dvou příkladech je ověřena technika opravy přechodných poruch typu SEU s využitím v práci navrženého způsobu dynamické rekonfigurace modulů založené na synchronizaci jejich stavu.

Práce je strukturována následovně. První kapitola obsahuje úvod a vysvětlení motivace práce. Ve druhé kapitole jsou rekapitulovány principy číslicových systémů odolných proti poruchám s důrazem na SOC (System on Chip) realizované prostřednictvím FPGA obvodů. V kapitole 3 je analyzován současný stav řešeného problému, ze kterého pak vyplývají cíle dizertace (kap.4). Kapitola 5 a 6 obsahují jádro disertační práce, tj. návrh architektury obnovovaného číslicového systému odolného proti poruchám (kap.5) a návrh metodiky synchronizace stavů jeho redundantních modulů (kap.6). Kapitoly 7 a 8 popisují dvě nezávislé případové studie, jejichž cílem je demonstrovat využití prezentované metodiky návrhu číslicového systému odolného proti poruchám, zejména pak přechodným poruchám typu SEU. V závěru (kap.9) je provedeno shrnutí výsledků práce a výhled na její další rozšíření.

Cíle stanovené v předložené disertační práci lze považovat za splněné. Byla navržena originální metodika pro zvýšení odolnosti číslicového systému proti přechodným poruchám typu SEU. Je třeba ocenit zevrubné prostudování současného stavu řešení dané problematiky a návaznost na předchozí práce autora a jeho školicího pracoviště. Autor prokázal vědeckou kvalifikaci využitím exaktních metod popisu a analýzy navrhovaných obvodů a jejich propojením s technicko-konstruktérským přístupem.

Práce je psána česky a po formální stránce je zpracována srozumitelně a pečlivě. Velká pozornost byla věnována obrázkům a tabulkám. K předložené disertační práci mám následující připomínky a otázky, na které by měl autor reagovat v průběhu obhajoby:

1. Vyhodnocení zvýšení spolehlivosti číslicového systému navrženého předloženou metodikou (tj. vyhodnocení cílového efektu prezentované metodiky, viz cíl práce s číslem 7, str.54) je provedeno jen pro druhou případovou studii (systém řízený jádrem procesoru NEO430, kap.8). Bylo by možné provést nějaké podobné vyhodnocení i pro první případovou studii (řadič sběrnice CAN, kap.7)?
2. Pro vyhodnocení výsledné spolehlivosti nejsou využity standardní spolehlivostní ukazatele, např. $R(t)$ či MTBF (viz čl. 2.1.2). Uvedené grafy (obr. 8.22a, 8.23b) by tedy vyžadovaly podrobnější komentář, například co je míněno závislostí pravděpodobnosti poruchy na počtu poruch. Je poruchou na svislé ose grafu míněno selhání (failure)?
3. Podobně grafy uvedené na obr. 8.22b a 8.23b by zasluhovaly nějaký podrobnější komentář. Proč je například počet selhání prakticky u všech vyhodnocovaných verzí architektury větší pro menší počet injektovaných poruch?
4. Bylo by možné z provedených ověřovacích experimentů též nějak vyhodnotit MTBF?

Závěr:

Námět práce odpovídá oboru disertace a je aktuální z hlediska současného stavu počítačové vědy. Výsledek předložené disertační práce lze považovat za původní. Práce dokumentuje vědeckou erudici a široký přehled autora v oblasti počítačové vědy a inženýrství. Kvalita konferenčních publikací doktoranda odpovídá úrovni obvyklé pro udělení titulu PhD v oblasti počítačových věd, chybí ale časopisecká publikace, která by shrnovala disertaci jako celek.

Práci doporučuji k obhajobě a dále doporučuji následné udělení titulu PhD v souladu s příslušnými ustanoveními zákona ČR o vysokých školách. Také doporučuji publikaci komprimované disertace ve vybraném vědeckém časopisu, příkladně Microprocessors and Microsystems.

V Plzni 12.1.2021

Doc. Ing. Stanislav Racek, CSc.
Katedra informatiky a výpočetní techniky
Fakulta aplikovaných věd ZČU
Univerzitní 22, 30614 Plzeň