



Hodnocení vedoucího závěrečné práce

Vedoucí práce:	Ing. Tomáš Novák
Student:	Bc. Martin Stahl
Název práce:	Návrh systému na čipu s procesorem RISC V pro řídicí obvod USI digitálního grafického pera
Obor / specializace:	Návrh a programování vestavných systémů
Vytvořeno dne:	30. května 2023

Hodnotící kritéria

1. Splnění zadání

- ▶ [1] zadání splněno
- [2] zadání splněno s menšími výhradami
- [3] zadání splněno s většími výhradami
- [4] zadání nesplněno

Student si nastudoval architekturu a bloky existující platformy. V práci jsou blokové diagramy, funkční popis jednotlivých bloků i to jak systém funguje.

V další části si sám správně nastudoval obě procesorové architektury, CoolRISC na bázi double latch i standardní RISC V, a vyvodil z toho důsledky na nový systém, který specifikoval v kapitole 3

Prvním výsledkem je RTL návrh, jehož hlavní funkce jsou ověřeny simulacemi.

Druhým výsledkem je FPGA implementace, která je nejen funkční v laboratoři, ale i s komerčně prodávaným notebookem.

Hlavním výsledkem pro naši firmu je porovnání energetické náročnosti obou řešení. Student došel ke konkrétním hodnotám v aplikačních scénářích a dokonce objevil důležité body z hlediska systému. (např. rozdíl četnost přístupu do RAM paměti).

2. Písemná část práce

95 /100 (A)

Práce má dle mého názoru dobrou strukturu, kapitoly na sebe navazují a dávají smysl.

Autor se soustředil na hlavní technické problémy, jejich řešení a výsledky jsou přehledně zpracované a srozumitelné. Jasně z nich vyplývá, v jakých scénářích je energeticky lepší řešení RISC V, a v kterých není.

U takto rozsáhlé práce bylo výzvou udržet stručnost, což se myslím povedlo. Důsledkem ale je, že některé detaily nebyly rozvedeny.

Jedinou malou chybu, kterou jsem zaznamenal, že v prostřední části textu se mnoha referencích na obrázky používá malé písmeno "f" figure, ale jinde velké "F".

3. Nepísemná část, přílohy

100/100 (A)

Student splnil kvalitně všechny body zadání na výbornou.

VHDL kódy jsou správně strukturované, splňují naše firemní standardy. Student rychle pochopil a zaintegroval nový procesor RISC V, upravil periferie tak, aby fungovaly v systému s AHB sběrnici, upravil power management, zaintegroval paměti. Celý systém je funkční. Ke každému bloku napsal či zmodifikoval software a vytvořil simulační test na ověření funkčnosti.

K FPGA vytvořil schéma desky pro HV testchip, provedl syntézu, zprovoznil komunikaci FPGA s PC a všechny bloky ověřil, že jsou správně funkční. FPGA funguje i s reálným notebookem!

V posledním kroku správně vytvořil časové požadavky pro syntézu a place and route a provedl analýzu spotřeby v nástroji Prime Power.

Všechny výstupy jsou plně funkční.

4. Hodnocení výsledků, jejich využitelnost

100/100 (A)

Pro nás jako firmu ASICentrum jsou výsledky této práce velmi důležité a budeme na ně navazovat v dalších projektech.

Prvním důležitým výsledkem je porovnání spotřeby obou architektur a jejich silných a slabých stránek. Doposud jsme měli systém na bázi procesoru CoolRISC, o kterém jsme věděli, že vyniká svou nízkou spotřebou, ale nevyhovovaly nám jiné aspekty tohoto řešení. Máme i integrované obvody na bázi RISC V, ale ty jsou v jiných technologiích a jejich systém je velmi odlišný od pen controlleru, který má i specifický aplikační software a proto přímé porovnání nebylo možné.

Implementace a analýza spotřeby přímo pen controller obvodu s procesorem RISC V, nám přinesla velmi důležitá data pro rozhodování a stavbu nové generace těchto obvodů.

Druhý důležitým výsledkem je funkční FPGA s celým systémem. Ten plánujeme předat našemu zákazníkovi, aby si na něm mohl odzkoušet a analyzovat svůj aplikační software a porovnat plusy a mínusy nového procesoru RISC V přímo v jejich aplikacích. To nám opět pomůže v tvorbě nové generace pen controller obvodů.

5. Aktivita studenta

- ▶ [1] výborná aktivita
- [2] velmi dobrá aktivita
- [3] průměrná aktivita
- [4] slabší, ale ještě dostatečná aktivita
- [5] nedostatečná aktivita

Martin Stahl je velmi systematický a důsledný. Všechny úkoly, rozhodnutí si pečlivě zapisoval a dodržoval.

Pokud nedokázal něco vyřešit nebo byl nástroj pro něj nový, nebál se zeptat a včas se

poradit s odborníky v naší firmě.

Diplomovou práci jsme vedli jako projekt. A to včetně plánu v MS Project, termínů, monitorování úsilí a pravidelné prezentace postupu prací vedoucímu oddělení mateřské firmy EM Microelectronic v anglickém jazyce.

Finální analýza ukázala, že práce měla oproti plánu zpoždění pouhé 4 dny a úsilí (počet strávených dnů) byl vyšší jen o 5 procent. To je výborný výsledek.

6. Samostatnost studenta

- ▶ [1] **výborná samostatnost**
- [2] velmi dobrá samostatnost
- [3] průměrná samostatnost
- [4] slabší, ale ještě dostatečná samostatnost
- [5] nedostatečná samostatnost

Martin Stahl postupoval samostatně, velmi rychle a efektivně.

I naše profesionální kolegy mnohdy udivoval rychlostí svého postupu.

Celkové hodnocení

100 /100 (A)

Rozsah diplomové práce, její výsledky a zpracování jsou pro mne příkladem a důkazem výborné inženýrské práce v oboru návrh integrovaných obvodů. Práce se dotkla všech aspektů práce digitálního návrháře.

Student prokázal, že je schopen si nastudovat a analyzovat problém složitosti System On Chip. Dokázal naimplementovat nové řešení v jazyce VHDL, upravit software v jazyce C a provést verifikaci v jazyce System Verilog a vše odsimulovat v nástrojích Cadence, které se používají v praxi.

RTL návrh dovedl přes syntézu a statickou časovou analýzu v nástrojích firmy Synopsys, a ve spolupráci s externím PnR expertem, ke gate level netlistu, který by bylo možné poslat do výroby.

Poradil si i s praktickou implementací na FPGA, návrhem schématu desky pro vysoko napěťový obvod a ověřením FPGA pomocí softwaru na PC. FPGA funguje i s komerčním notebookem.

Ve finále byl schopen odsimulovat a porovnat energetickou náročnost obou řešení - původní s procesorem CoolRISC a nové s RISC V.

Z práce plynou pro firmu ASI Centrum a také mateřskou firmu EM Microelectronic dva důležité výsledky.

1. Porovnání spotřeby obou řešení, které nám pomůže při návrhu architekturou nové generace USI obvodů

2. Funkční FPGA, které poskytneme našemu zákazníkovi, který si na něm vyzkouší svůj aplikační software, ověří si jeho energetickou náročnost. Díky tomu, nám bude moci dát zpětnou vazbu k implementaci nové generace USI obvodů.

Nutno také podotknout, že výsledky této práce už byly úspěšně prezentovány, našemu zahraničnímu zákazníkovi. Ten projevil velký zájem o řešení pomocí RISC V a vyžádal si FPGA prototypy pro další testování jejich softwaru.

Instrukce

Splnění zadání

Posudte, zda předložená ZP dostatečně a v souladu se zadáním obsahově vymezuje cíle, správně je formuluje a v dostatečné kvalitě naplňuje. V komentáři uveďte body zadání, které nebyly splněny, posudte závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků. Pokud zadání svou náročností vybočuje ze standardů pro daný typ práce nebo student případně vypracoval ZP nad rámec zadání, popište, jak se to projevilo na požadované kvalitě splnění zadání a jakým způsobem toto ovlivnilo výsledné hodnocení.

Písemná část práce

Zhodnoťte přiměřenost rozsahu předložené ZP vzhledem k obsahu, tj. zda všechny části ZP jsou informačně bohaté a ZP neobsahuje zbytečné části. Dále posudte, zda předložená ZP je po věcné stránce v pořádku, případně vyskytují-li se v práci věcné chyby nebo nepřesnosti.

Zhodnoťte dále logickou strukturu ZP, návaznosti jednotlivých kapitol a pochopitelnost textu pro čtenáře. Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku ZP, viz Směrnice děkana č. 52/2021, článek 3.

Posudte, zda student využil a správně citoval relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami. Zhodnoťte, zda převzatý software a jiná autorská díla, byly v ZP použity v souladu s licenčními podmínkami.

Nepísemná část, přílohy

Dle charakteru práce se případně vyjádřete k nepísemné části ZP. Například: SW dílo – kvalita vytvořeného programu a vhodnost a přiměřenost technologií, které byly využité od vývoje až po nasazení. HW – funkční vzorek – použité technologie a nástroje, Výzkumná a experimentální práce – opakovatelnost experimentů.

Hodnocení výsledků, jejich využitelnost

Dle charakteru práce zhodnoťte možnosti nasazení výsledků práce v praxi nebo uveďte, zda výsledky ZP rozšiřují již publikované známé výsledky nebo přinášející zcela nové poznatky.

Aktivita studenta

V souvislosti s průběhem a výsledkem práce posudte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven.

Samostatnost studenta

V souvislosti s průběhem a výsledkem práce posudte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.

Celkové hodnocení

Shrňte stránky ZP, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Celkové hodnocení nemusí být aritmetickým průměrem či jinou hodnotou vypočtenou z hodnocení v předchozích jednotlivých kritériích. Obecně platí, že bezvadně splněné zadání je hodnoceno klasifikačním stupněm A.