

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Komunikace s MEMS mikrofony pomocí FPGA</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Jan Šedivý</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra mikroelektroniky
<b>Oponent práce:</b>	Matej Liska
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	VUT Brno – FEKT UTKO

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>V rámci diplomové práce bylo požadováno seznámení s MEMS mikrofony a implementace digitálních rozhraní TDM a I2S pro přenos dat z MEMS mikrofonního pole do FPGA a následně zpracování získaných dat pro přenos z FPGA do PC použitím sběrnice USB. Výsledné řešení mělo být reálně testováno a vyhodnoceno.</p> <p>Zadání vyžaduje odbornou a hlubší znalost programování hradlových polí, zpracování časových, synchronizačních a datových signálů o vyšších přenosových rychlostech a objemech, implementace pomocných paměťových struktur, posuvných registrů a pokročilé znalosti jednotlivých použitých rozhraní a sběrnic.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
<p>Text práce popisuje teoretické poznatky z oblasti MEMS mikrofonů, rozhraní USB a konfigurace FPGA. Práce navrhuje desku plošného spoje, která obsahuje čip FPGA, USB mikrořadič, správu napájení a konektory a přibližuje softwarovou implementaci TDM a I2S sběrnice a programové řešení v jazyku python pro spojení PC s USB radičem k přenosu dat včetně skriptů pro nahrávání a měření zvukových dat.</p> <p>Ve výsledku se podařilo reálně číst data z 8 mikrofonů – kanálů po sběrnici I2S (určena pro stereo – 2 kanálový přenos, omezením je potřeba vytvářet vícero rozhraní s mnoha vodiči) se vzorkovacím kmitočtem 48kHz, a 5 kanálů pomocí TDM rozhraní o kmitočtu 24kHz (určena pro použití až 16 kanálů, 48kHz vzorkovacím kmitočtem po jedné signálové lince).</p> <p>Tímto bylo zadání splněno – vyhodnocení pro použití tohoto přípravku pro mikrofonní pole o malých rozměrech s více jak 8 kanály je však obtížné (mnoho vodičů) a tím klesá jeho použitelnost v praxi.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>částečně vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Postup řešení problematiky vytvořením vlastní desky plošného spoje s FPGA čipem byl komplikovanější a časově náročnější. Ve výsledku se podstatná část práce zabývala samotným návrhem desky a k naprogramování čipu USB nakonec autor použil a upravil kód z Githubu. Na trhu existuje mnoho hotových FPGA desek, na které by bylo ulehčující navrhnout GPIO header pro jednotlivé sběrnice a víc času orientovat na softwarovou problematiku k zabezpečení reálné komunikace s více než 8 - I2S či 5 - TDM mikrofony.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Práce využila znalosti z oblasti návrhu plošného spoje, programování a problematiky mikrofonních a hradlových polí. Student se orientuje v dané problematice včetně tvorby vlastních publikací.</p> <p>Práce však postrádá základ postaven na odborné literatuře a jiných publikacích, teoretická část čerpá spíše z datových katalogů výrobce a tím snižuje její odbornost.</p>	

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**C - dobře**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Text obsahuje občasné stylistické a typografické nedostatky. Milné může být použití zkratk, vysvětlení pojmů, ale i anglických překladů v jednotných závorkách. Použití výrazů „master“ apod., které by měly být nově nahrazeny např. leader, follower také snižuje odbornost. Popisky grafických znázornění nejsou v jednotném jazyce, a taktéž občas chybí citace zdroje (např. Obr. 7.4 je autora?).

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**C - dobře**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Zdroje práce obsahují především katalogové listy výrobců, odborná literatura z oblasti teoretického základu zmiňované problematiky je minoritní. U citace č. 9 chybí edice.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Výsledkem této práce je prototyp zařízení, které bylo reálně otestováno pro získávání a zpracování 8 – kanálového zvuku z MEMS mikrofonů do PC. Práce poskytuje stručný teoretický základ z oblastí MEMS mikrofonů, USB sběrnic a konfigurací hradlových polí. Dále je podrobně popsán praktický návrh prototypu včetně programového vybavení a skriptů pro měření.

1. Na straně 23 autor uvádí, že musel být návrh převeden na jinou desku z důvodu: „100 MHz ... na 48 kHz nelze převést“. Proč nebyl použit IP blok Clocking Wizard nebo ve VHDL implementované bloky MMCM nebo PLL?
2. Na straně 29 autor uvádí, že byla synchronizace asynchronních signálů taktována frekvencí 30 MHz, byla ověřena správná funkčnost této synchronizace posuvných registrů s tak vysokým kmitočtem?
3. Autor uvádí, že se podařilo reálně číst data z 5 TDM mikrofonů, a jen s 24 kHz vzorkovacím kmitočtem. Signál generovaný pro náběr dat z TDM mikrofonu pracuje povětšinou ve dvojkové soustavě, tedy by se mělo podařit číst z 4 nebo 8 mikrofonů. Může toto autor zdůvodnit, případně uvést obrázek z komunikace na osciloskopu?
4. Může autor zdůvodnit, proč asi nefungovalo reálné čtení z více TDM mikrofonů o vyšší vzorkovací frekvenci?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 21.1.2024

Podpis:

