

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Klíčovaný generátor harmonického signálu
Jméno autora:	Michal Kučera
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra radioelektroniky
Oponent práce:	Ing. Pavel Máša, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra teorie obvodů

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	lehčí
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Požadavkem zadání byl návrh klíčovaného digitálního generátoru signálu, pracujícím na principu DDS. Požadavkem byla dále realizace funkčního vzorku. Princip DDS generátoru je dobře popsán v literatuře (včetně např. skript Doc. Skalického Číslíkové systémy v radiotechnice), předložená práce navíc navazuje na starší bakalářskou práci pana Holého z roku 2004, a její ambicí není nic více, nežli implementace generátoru s využitím moderní součástkové základny. Při správném pojetí řešení a zpracování funkčního vzorku, vyhovujícím moderním standardům by náročnost zadání mohla být hodnocena jako „lehčí“.	

Splnění zadání	nesplněno
<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>	
Zadání obsahuje celkem tři body. Za první, je požadován návrh generátoru klíčovaného digitálního signálu. Druhý bod pouze upřesňuje, že ke splnění prvního bodu má být použito principu a obvodů přímé digitální syntézy. Za třetí, je požadována realizace funkčního vzorku. Pro hodnocení splnění zadání je tedy třeba posoudit dvě části – návrh a realizaci.	
Sám autor této práce v jejím závěru přiznává, že „V době tisku této práce chybělo dopsat část kódu pro MCU a dát dohromady funkční vzorek.“. Do okamžiku odevzdání tohoto posudku jsem nedostal žádnou informaci o případném pokroku ve finalizaci funkčního vzorku. S výjimkou ukázky jednoho cyklu, který není v textu vůbec zmíněn, a který nedělá nic jiného, nežli vyčítá z paměti slova do registru, s konstantním krokem, bez ošetření velikosti tabulky, neobsahuje práce žádný kód, ani v přílohách. Neobsahuje blokové schéma realizovaného zařízení, celkové obvodové schéma, a už vůbec ne ukázky desek plošných spojů, či fotografií alespoň dílčích částí realizace. Druhý bod, realizace, tedy v žádném případě splněn nebyl.	
Pokud jde o první část zadání, podrobněji je popsán pouze návrh obvodů, navazujících na procesor. Zcela chybí popis generování signálu v procesoru, ovládání zařízení, jeho napájení.	
Je otázkou, zda záměrem vedoucího byla realizace na procesoru PIC, nebo spíše s využitím specializovaného obvodu DDS.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Vzhledem k tomu, že nebyla dokončena realizace funkčního vzorku, a procesorová část není téměř vůbec popsána, mohu ohodnotit pouze předložené dílčí části. Pokud jde o analogovou část, předložené řešení je jedno z možných. Mám ale určité pochybnosti, pokud jde o procesorovou část. Autor práce zřejmě generuje nové vzorky v rutíně obsluhy přerušení, které je spouštěno 1 MHz hodinovým signálem. Procesor má být taktován na 75.42 MHz. Mezi dvěma žádostmi o přerušení tak uplyne cca 71 hodinových cyklů CPU. Jen samotná latence volání obsluhy přerušení je na PIC32 architektuře do 11 hodinových cyklů. Mělo by následovat uložení / a následně obnovení důležitých registrů, návrat z přerušení. Při vhodně napsaném programu by samotné vygenerování nového vzorku ještě mohl procesor stihnout. Není zde ale časová rezerva pro jakoukoli formu ovládání. Přinejmenším během nastavení parametrů tak nebude procesor synchronizovaně generovat nové vzorky. Délka trvání a střída generovaného obdélníkového průběhu by měla být rovněž ovládána procesorem, což vyžaduje další instrukce navíc. Amplituda výstupního signálu je zřejmě konstantní.	
Zvážil autor práce možnost využití specializovaných DDS obvodů, jako je AD9852?	

Odborná úroveň

C - dobře

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Podrobněji byl realizován návrh rekonstrukčního filtru a synchronizačního logického sekvenčního obvodu. K těm nemám zásadní připomínky, i když není příliš jasné, proč nestačí filtr realizovat jako pasivní, a je transformován na aktivní filtr. Z chyb bych chtěl upozornit zejména na:

- Generováním sinu pomocí digitálního oscilátoru na straně 2 má autor zřejmě na mysli Goertzelův algoritmus. Nesouhlasím s tvrzením, že operace je potřeba dělat v pohyblivé řádové čárce. Uvedený algoritmus je základním příkladem na řadě fixed-point DSP.
- Na straně 5 je bez vysvětlení uváděna paměť o velikosti 128 kB a adresování tabulky 15 bity.
- V rovnici (5) jsou bez vysvětlení zanedbány rezistory 25Ω s sérií s R_4 .
- Výpočet řádu filtru (12) je proveden pro Butterworthův filtr, ale jinak je počítán filtr Čebyševův.
- Nesouhlasí indexy prvků v rovnici (18) a na obrázku 13.
- Tabulka 6 – nejedná se o mapy výstupů klopných obvodů.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

F - nedostatečně

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

Text vlastní práce má 24 stran, závěr pak pouhých 5 řádek textu. Pokud jde o rozsah závěru, je to méně, nežli je často požadováno v referátech, odevzdávaných na cvičeních v řadě předmětů. Celý text působí dojmem, že byl sepsán ve spěchu. Obsah je neformátovaný, nepřehledný. Proč je neočíslovaný řetězový zlomek na straně 11 vysázen jinou barvou i fontem, nežli ostatní rovnice? Odkud, a jak byl odvozen? Na straně 3 a 5 jsou ve stejném vzorci bez vysvětlení použity různé symboly – jednu $f_{out} = \frac{\Delta P \cdot f_{clk}}{2^j}$, po druhé $f_O = \frac{F_s \cdot T}{2^N}$. Z hlediska stylistiky v některých větách chybí slova (např. „Dobu, kdy nastavit novou hodnotu na výstup portu určuji, že čekám na náběžnou hranu taktovacích hodin...“), za největší problém ale považuji kapitolu 3. Ta prakticky nemá jednotnou stylistikou stavbu a má spíše charakter pracovních poznámek. Vedle zmíněného vzorce, věty citované výše, je zde z celé práce jediná ukázka kódu o délce šesti instrukcí a tří pseudoinstrukcí, která nemá žádný popis, ani není v textu nijak vysvětlena a jistě není funkčním generátorem harmonického průběhu. Výběr procesoru není nijak zdůvodněn; na samostatném řádku je pouze uvedeno „PIC32“, na dalším jediná věta oznamující, že „je založen na architektuře MIPS 4k.“. Následuje již zmíněný kód. Dále je uvedeno, že „MCU s řídicí jednotkou komunikuje přes sériové komunikační rozhraní UART.“. S jakou řídicí jednotkou, po jaké fyzické vrstvě, atd. v textu uvedeno není.

Teoretickému úvodu jsou věnovány přibližně tři strany práce. Pět řádek je věnováno rekurzivním oscilátorům, tři fázovému závěsu. To považuji za nedostatečné. Chybí přehledné srovnání jednotlivých metod. Dále chybí rešerše současného stavu problematiky, zejména DDS integrovaných obvodů. Poměrně velká část práce je věnována návrhu rekonstrukčního filtru. Vzhledem k tomu, že metodika návrhu filtrů není popsána v teoretickém úvodu, působí text nekonzistentně.

Výběr zdrojů, korektnost citací

E - dostatečně

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.

Odkazy na literaturu jsou někdy ve formátu [5], jindy lit[8]. V seznamu použité literatury je u online zdrojů uveden pouze samotný odkaz, chybí typ nosiče, datum citování a další povinné údaje. Menší chyby jsou i v některých dalších referencích. V úvodní části a v kapitole, věnované návrhu rekonstrukčního filtru většinou relevantní odkazy uvedeny jsou, zapojení oscilátoru, diferenčního zesilovače a další vycházejí z katalogového zapojení výrobce a zde odkazy chybí.

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

V kapitolách, věnovaných návrhu rekonstrukčního filtru a logického sekvenčního obvodu student prokázal, že si během studia osvojil celou řadu znalostí a z odborného hlediska by práce mohla být poměrně dobrá. Nicméně, závěrečná práce musí vyhovovat určitým standardům. Předložená práce byla příliš uspěchána a z toho důvodu se domnívám, že minimálním standardům nevyhovuje. Podle mého názoru by měl student:

- Doplnit a rozšířit text práce, zejména:
 - Ve stávající části teoretického úvodu by měl student doplnit popis metod generování harmonických průběhů a provést jejich srovnání z hlediska jejich vlastností.
 - Je potřeba doplnit přehled současného stavu problematiky, zejména z hlediska možnosti použití integrovaných DDS generátorů.
 - V teoretickém úvodu by měl být popsán matematický aparát návrhu filtrů, na který by se student dále mohl ve fázi vlastního návrhu odkazovat.
 - Je potřeba provést podrobnou analýzu požadavků, realizovatelnosti a zdůvodnit výběr všech použitých obvodů (procesor, D/A převodník, OZ ...) i návrhových postupů (proč byla zvolena Čebyševova aproximace ...).
 - Je potřeba doplnit blokové schéma navrhovaného obvodu.
 - Měl by být doplněn popis procesorové části.
 - Doplnit popis napájení, komunikace a ovládání generátoru.
- Dokončit a zdokumentovat funkční vzorek.

Otázky k obhajobě:

- Bylo by pro splnění zadání možné využít obvod typu AD9852?
- Má použitý procesor dostatečný výkon, pokud má obsluhovat přerušení s frekvencí 1 MHz?
- Jak pracuje rekurzivní digitální generátor harmonického signálu? Jaké jsou jeho výhody a nevýhody?
- Co je to limitní cyklus, a jak se projevuje?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **F - nedostatečně**.

Datum: 7.6.2015

Podpis: