

FPGA MODULE FOR FAST WAVEFORM GENERATION AND SYNCHRONOUS DATA ACQUISITION

Josef Eliáš

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xelias10@vutbr.cz

Supervised by: Milan Holík

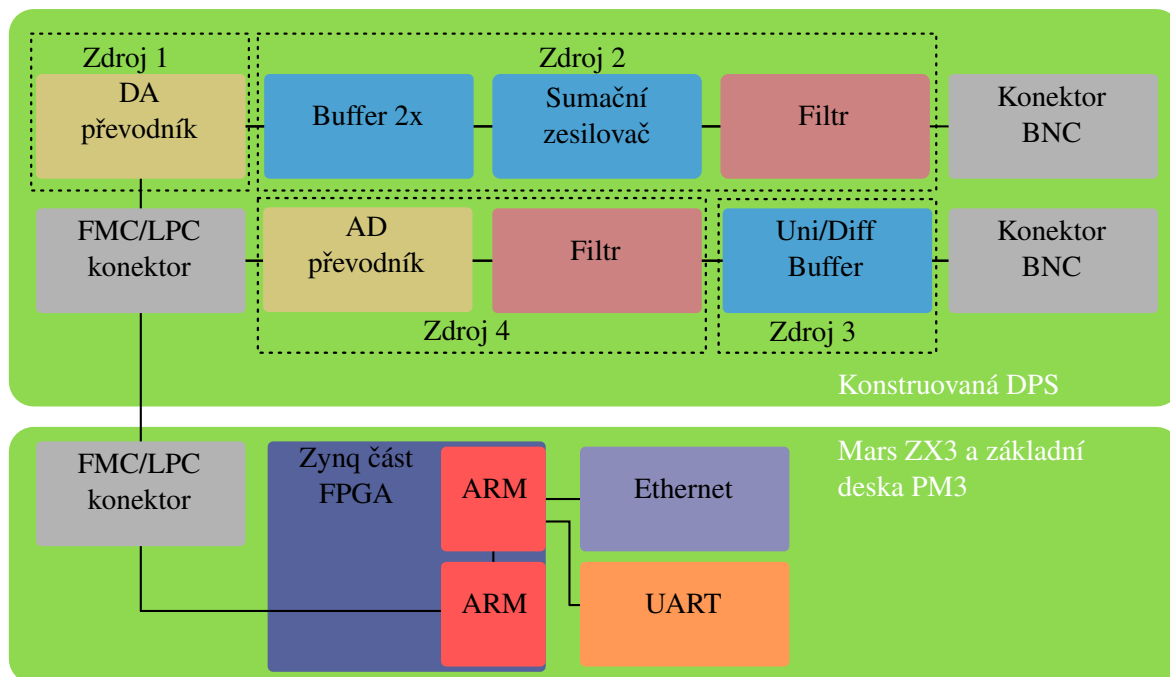
E-mail: xholik02@vutbr.cz

Abstract: This article deals with system for fast waveform generation and synchronous data acquisition. System is used for evaluation of optical sensors by sweep through narrow band light source. The DAQ system use dual core ARM processor with build in FPGA array. We can achieve direct sharing memory between ARM core and AD/DA periphery through SoC architecture. Then we can optimally distributed core usage between processors and peripherals.

Keywords: waveform, data aquisition, FPGA, SoC, ARM, AXI

1 ÚVOD

V tomto článku bude popsána konstrukce zřízení pro vyhodnocování optických vláknových senzorů založených na principu změny vlnové délky v reakci na měřenou veličinu. Princip měření je založen na rychlém rozmitání úzkopásmového filtru při synchronním vzorkování signálu z fotodetektoru. Obě hlavní komponenty (úzkopásmový filtr a rychlý fotodetektor) jsou součástí firemního know-how, proto bude popsán pouze navrhovaný synchronní systém pro řízení obou komponent. Základem je obvod Zynq 7020, který nabízí dvě ARMová jádra ve struktuře programovatelného hardwaru-



Obrázek 1: Blokové schéma systému pro vyhodnocení optického signálu

vého hradlového pole. Procesor bude využit pro řízení a zpracování, zatímco hradlové pole bude sloužit pro ukládání dat do sdílené paměti. Navrhovaný obvod disponuje dvojicí převodníků, DA převodník pro generování řídicího signálu a AD pro vzorkování fotodetektoru. Oba převodníky pracují na frekvenci 80 MHz, proto byla zhotovena vývojová deska, optimalizovaná pro pracovní frekvence nad 100 MHz. Ilustrační blokové schéma je na obrázku 1. Zelené bloky znázorňují jednotlivé desky plošných spojů, vnitřní bloky jsou klíčové fyzické obvody, které budou popsány v následujících odstavcích.

2 ZPRACOVÁNÍ DAT A ŘÍZENÍ

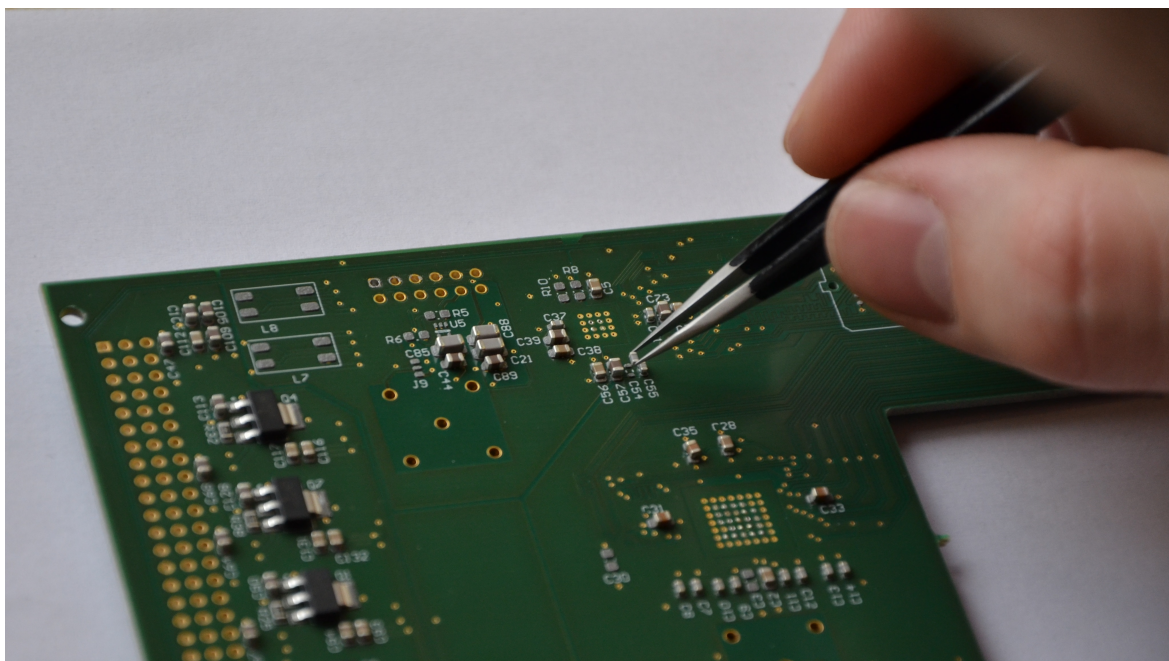
Zpracování dat probíhá na jednom ARMovém procesoru pomocí přístupu do sdílené paměti. Díky periférii, navržené v této práci jsou data nahrávána do sdílené paměti bez asistence procesoru, je možné data zpracovávat a vyhodnocovat měření v reálném čase na frekvenci 10 kHz. Druhé procesorové jádro slouží k provozu webservru, pomocí kterého bude možné precizně nastavovat tvar generovaného signálu, spouštět nebo zastavovat veškeré komponenty systému a zobrazovat průměrné naměřené hodnoty.

3 GENEROVÁNÍ ŘÍDICÍHO SIGNÁLU

Periferie DA převodníku slouží k napět'ovému řízení úzkopásmového optického filtru. Převodník generuje signál na dvou kanálech v rozlišení 14b. První kanál generuje řídicí funkci. Druhý kanál generuje offset pro kompenzaci nesymetrií řízeného filtru. Signál je impedančně přizpůsoben a sečten na trojici přesných nízkošumových precizních zesilovačů a přiveden na BNC konektor. Interně je generován synchronizační pulz, který spouští vzorkování na druhém převodníku.

4 SYNCHRONNÍ VZORKOVÁNÍ FOTODETEKTORU

Druhý převodník vzorkuje signál z dvojice fotodetektorů. Získaná data jsou pomocí speciální periferie navržené pro procesor ukládána do sdílené paměti opět bez pomoci procesoru. Použitý převodník pra-



Obrázek 2: Realizovaná deska pro AD/DA převodníky

cuje na frekvenci 80 MHz s rozlišením 16b a to s diferenciálním signálem. Signál fotodetektoru proto převádíme pomocí diferenciálního operačního zesilovače a přizpůsobujeme jej impedančně na 50 Ω . Aby nedocházelo k převzorkování signálu, jsou na diferenciálních vstupech použity RC články dle doporučení výrobce.

5 SDÍLENÁ PAMĚŤ

Pro generování signálu je třeba vystavovat každých 12,5 ns nový 14b vzorek s periodou 1 ms. Pro vzorkování dat z fotodetektorů je potřeba synchronně ukládat 2 kanály po 16b. Dohromady takový datový tok znamená uložení a přečtení 348 kb paměti každou milisekundu. Vyhovujícím blokem paměti, který je navíc přístupný jak z procesoru, tak z navrhované periferie, je paměť typu DDR3, osazená přímo na vývojovém kitu Enclustra ZX3 [1], [4]. Do té je možné přistupovat pomocí AXI sběrnice z několika míst [2], [3]. Pracovní frekvence 533 MHz je použitím sběrnice snížena na maximálních 150 MHz, přesto je tato frekvence při využití 32b datové sběrnice, dostupné zároveň v obou směrech, plně dostačující. Díky velikosti 512 Mb je možné data ukládat více period a počítat z hodnot exponenciální klouzavý průměr.

6 ZÁVĚR

Účelem konstrukce tohoto systému je nahrazení současného řešení, využívajícího složitý a nákladný průmyslový počítač spolu s řadou přídavných zařízení pro práci s periferiemi v reálném čase. Další nevýhodou současného systému je velikost a softwarová závislost. Navrhovaný systém bude schopen nahradit pracovní stanici a miniaturizovat tak vyhodnocovací jednotku do podoby několika málo Eurokaret a zvýší vyhodnocovací frekvenci systému. To přinese možnost konstrukce nových a pracovnějších vláknových senzorů a posun o řád rychlosti vyhodnocování získaného signálu z takových senzorů až na desítky kiloherz. Tématem pro další vývoj je zavedení linuxového systému na druhé ARMové jádro a usnadnit tak práci se systémem. Na tuto práci bude přímo navazovat výzkum zavádění zpětnovazební smyčky, která linearizuje výstupní signál na normálu. Tímto způsobem bude zjednodušen algoritmus výpočtu hodnot ze senzoru. Do zpracování dat díky zpětné vazbě nebudou zaváděny statistické chyby, což vylepší dlouhodobou stabilitu a přesnost

REFERENCE

- [1] GLATTFELDER, CH. *MARS ZX3 SOC MODULE USER MANUAL Datasheet [online]*. Enclustra, 2015 [cit. 2016-20-2]. Dostupné z: http://download.enclustra.com/public_files/SoC_Modules/Mars_ZX3/Mars_ZX3_User_Manual.pdf.
- [2] JOHNSON, J. USING THE AXI DMA IN VIVADO course [online], 2014 [cit. 2016-26-2]. Dostupné z: <http://www.fpgadeveloper.com/2014/08/using-the-axi-dma-in-vivado.html>.
- [3] SADRI, M. LESSON 1 : WHAT IS AXI? video [online], 2014 [cit. 2016-25-2]. Dostupné z: <http://www.googoolia.com/wp/2014/03/20/lesson-1-what-is-axi-part-1/>.
- [4] ZIEGLER, S. *MARS PM3-R5 USER MANUAL Datasheet [online]*. Enclustra, 2015 [cit. 2016-20-2]. Dostupné z: http://download.enclustra.com/public_files/Base_Boards/Mars_PM3/Mars_PM3_User_Manual_R5.pdf.