

УДК 539.1.074:53.087.92

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ДАТЧИКОВ НИЖНЕГО УРОВНЯ (LOW LEVEL) СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЕТЕКТОРОМ SPD ПРОЕКТА NICA

Л. А. Захаренко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь;*

Е. С. Кокоулина

*Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна,
Российская Федерация*

Представлены результаты работы по разработке измерительных преобразователей тока, напряжения и температуры, в результате которой были разработаны структурные схемы измерительных преобразователей, а также электронная система для управления и чтения данных с микросхемы АЦП LTC2308 на отладочной плате Terasic модели DE1-SoC-MTL2 на базе устройства FPGA Cyclone V.

Ключевые слова: измерение тока, измерение напряжения, измерение температуры, аналого-цифровой преобразователь LTC2308, отладочная плата DE1-SoC-MTL2, FPGA Cyclone V.

MEASURING TRANSDUCERS FOR LOW LEVEL SENSORS OF THE SPD DETECTOR CONTROL SYSTEM OF THE NICA PROJECT

L. A. Zakharanka

Sukhoi State Technical University of Gomel, Gomel, Republic of Belarus

E. S. Kokoulina

Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russian Federation

The results of the work on the development of measuring converters of current, voltage and temperature are presented, as a result of which structural diagrams of measuring converters were developed, an electronic system for control and reading data from the LTC2308 ADC chip on the Terasic DE1-SoC-MTL2 debug board based on the Cyclone V FPGA device was developed.

Keywords: Current measurement, voltage measurement, temperature measurement, LTC2308 A/D converter, DE1-SoC-MTL2 development board, Cyclone V FPGA.

Детектор SPD (Spin Physics Detector) ускорительного комплекса NICA, функционирующего в Объединенном институте ядерных исследований, создается как универсальная установка для всеобъемлющего изучения спиновой структуры нуклона (формирования понимания структуры и фундаментальных свойств нуклона непосредственно из динамики его кварков и глюонов) [1].

Анализ набора измерительных параметров системы управления детектором DCS показал, что наиболее востребованными являются параметры напряжения, тока и температуры. Исходя из этого в статье представлены структурные схемы измерительных преобразователей тока, напряжения и температуры. Структурная схема измерительного преобразователя тока представлена на рис. 1.

Для измерения тока в токовую цепь включается шунт сопротивлением $R_{ш}$, напряжение с которого усиливается дифференциальным усилителем ДУ и подается на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Блок управления (БУ) на основе

FPGA Altera Cyclone V (предполагается один БУ для 32 измерительных преобразователей) управляет АЦП и считывает выходной код АЦП и отправляет по открытому сетевому протоколу CANopen по запросу от модулей среднего уровня.

Для расширения функциональных возможностей измерительного преобразователя тока опорное напряжение $U_{оп}$ АЦП задается цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП) [2].

Блок быстрого преобразования Фурье (БПФ), который может быть реализован на FPGA Cyclone V, предназначен для расчета спектральных составляющих тока.

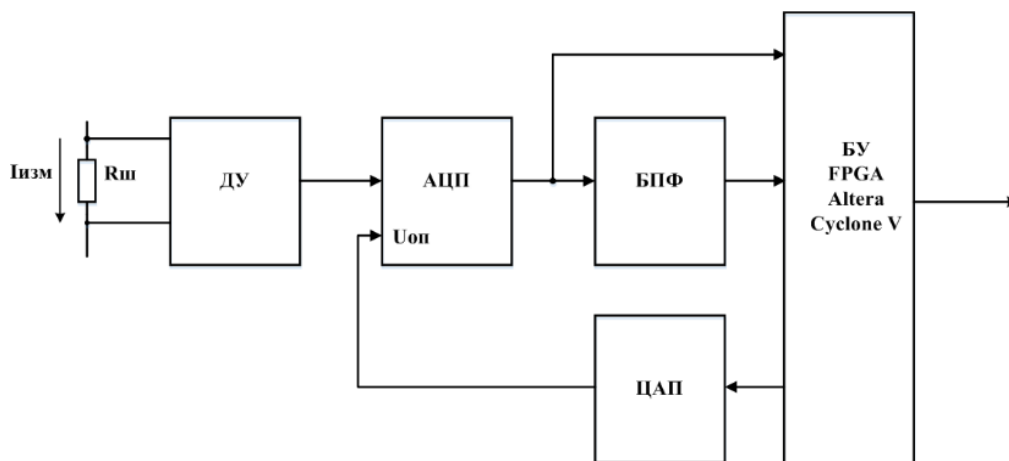


Рис. 1. Структурная схема измерительного преобразователя тока

Структурная схема измерительного преобразователя напряжения незначительно отличается от структурной схемы измерительного преобразователя тока и приведена на рис. 2. Отличия заключаются в отсутствии шунта и использовании усилителя с недифференциальным входом.

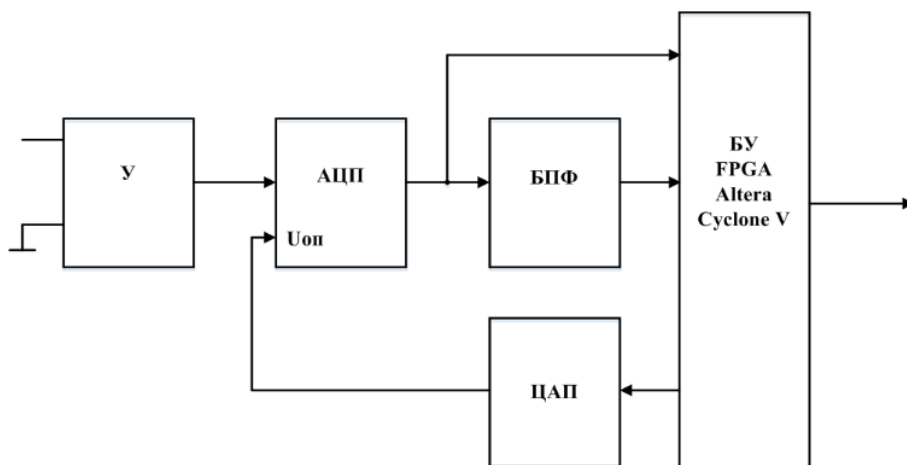


Рис. 2. Структурная схема измерительного преобразователя напряжения

Для измерения температуры в качестве измерительного преобразователя температуры предлагается использовать датчик MLX90614, который является инфракрасным термометром для бесконтактного измерения температуры [3]. Как инфра-

красный чувствительный термоэлементный детекторный чип, так и преобразователь сигнала ASSP интегрированы в один корпус ТО-39.

Благодаря малому шуму усилителю, 17-битному АЦП и мощному блоку DSP достигается высокая точность и разрешение термометра.

Термометр поставляется с заводской калибровкой и с цифровым выходом широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и SMBus (шина управления системой). В стандартной комплектации 10-битный ШИМ настроен на непрерывную передачу измеренной температуры в диапазоне -20 – 120 °C с выходным разрешением $0,14$ °C.

Для проверки функциональных возможностей программно-аппаратного комплекса (интегрированная среда разработки (IDE) – создание новой схемы – программирование FPGA – проверка результатов) была разработана электронная система для управления и чтения данных с микросхемы АЦП LTC2308, встроенной на отладочной плате DE1-SoC-MTL2. Данные передаются на 6-разрядный светодиодный дисплей и по видеоинтерфейсу VGA.

LTC2308 – это 8-канальный, 12-битный АЦП с интерфейсом SPI, разработанный для приложений с низким энергопотреблением и высокой скоростью выборки. Он обладает дифференциальными входами, что позволяет точно измерять аналоговые сигналы, минимизируя шум.

Основные характеристики – диапазон входных напряжений: от 0 до 5 В (может быть настроен в зависимости от режима работы); скорость выборки: до 500 тыс. выборок в секунду (500 kSPS); интерфейс: последовательный (SPI-совместимый); интегральная нелинейность (INL): ± 1 LSB; дифференциальная нелинейность (DNL): гарантированная монотонность; режимы работы: одноканальный, дифференциальный, автоматическое обновление выборки.

Для разработки электронной системы использовалась интегрированная среда разработки (IDE) Quartus 22.1, предназначенная для проектирования, моделирования, синтеза и реализации цифровых схем на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС) и специализированных интегральных схемах (ASIC).

На рис. 3 приведены основные схемные модули.

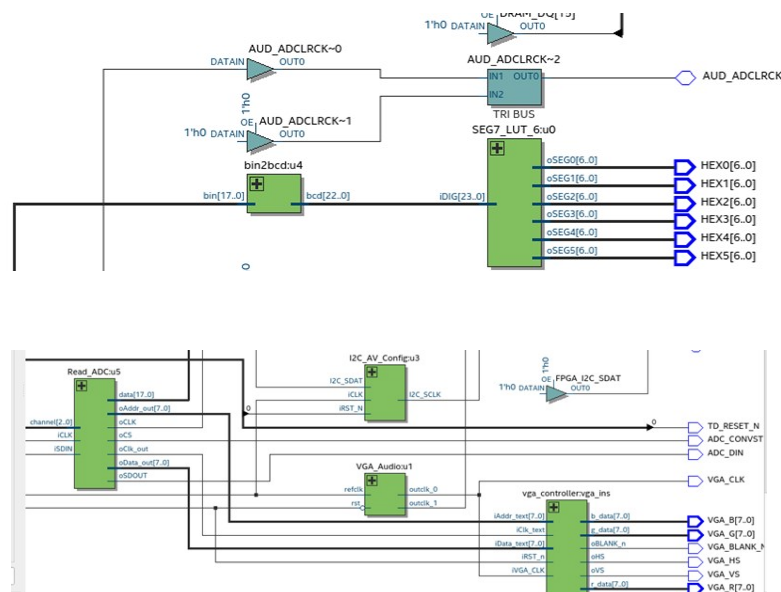


Рис. 3. Основные схемные модули управления и чтения данных АЦП LTC2308

К ним относятся: Read_ADC – схемный модуль, осуществляющий управление и чтение данных по интерфейсу SPI; bin2bcd – схемный модуль, преобразующий двоичный код в двоично-десятичный код BCD; SEG7_LUT_6 – схемный модуль, содержащий 6 модулей преобразующих двоично-десятичный код в семисегментный, предназначен для выдачи информации на шестirazрядный семисегментный индикатор; vga_controller – схемный модуль, осуществляющий выдачу информации на VGA-монитор.

Результаты работы показывают, что построение блока управления на основе FPGA Cyclone V для управления и обработки информации измерительных преобразователей значительно расширяют функциональные возможности системы.

Литература

1. Technical Design Report of the Spin Physics Detector (For the SPD collaboration) / JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH. – 2024. – February 6. – Version 2.00. – 349 p.
2. Захаренко, Л. А. Разработка автономных датчиков технологических параметров с передачей данных по сети «Интернет» / Л. А. Захаренко, Ю. В. Крышнев // Современные проблемы машиноведения : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. 125-летию со дня рождения П. О. Сухого), Гомель, 22 окт. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – С. 176–178.
3. Универсальный измеритель температуры / В. А. Карпов, Е. А. Лядвин, Л. А. Захаренко [и др.] // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Су-хому), Гомель, 4–6 июля 2002 г. / под общ. ред. С. Б. Сарело. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2002. – С. 123–124.

УДК 004.42:81.374

РЭАЛІЗАЦЫЯ КРОСПЛАТФОРМЕННАГА КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АНГЛА-РУСКА-БЕЛАРУСКАГА СЛОЎНІКА ТЭХНІЧНЫХ ТЭРМІНАЎ

Ю. В. Крышнеў, М. І. Гапоненка, М. У. Буракова, А. Я. Запольскі, М. М. Белка

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт
імя П. А. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

Разгледжана рэалізацыя праграмнага кросплатформеннага комплексу для англа-руска-беларускага слоўніка тэрмінаў на радыёэлектроніцы, аўтаматыцы і інфармацыйна-вымяральной тэхніцы.

Ключавыя словы: мабільнае прыкладанне, праграмнае забеспячэнне, персанальны камп'ютар, слоўнік, англа-руска-беларускі слоўнік, радыёэлектроніка, аўтаматыка, інфармацыйна-вымяральная тэхніка, C++, QML, Qt.

IMPLEMENTATION OF A CROSS-PLATFORM COMPLEX FOR THE ENGLISH-RUSSIAN-BELARUSIAN DICTIONARY OF TECHNICAL TERMS

Y. V. Kryshneu, M. I. Haponenka, M. U. Burakova, A. Y. Zapolski, M. M. Belka

Sukhoi State Technical University of Gomel, tht Republic of Belarus

The paper considers the implementation of a cross-platform software package for the English-Russian-Belarusian dictionary of terms on radio electronics, automation and information and measurement technology.