

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ПРИЕМНИК СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВ ПРИХОДА РАДИОВОЛНЫ

А.Г. Исаева, Р.Р. Латыпов, А.Д. Баранов, Р.Ш. Гатина, Ю.В. Давыдов

Казанский федеральный университет, Казань, Россия
AnGIsaeva@kpfu.ru

MULTICHANNEL RECEIVER OF THE SYSTEM FOR DETERMINING ANGLES OF ARRIVAL OF A RADIO WAVE

A.G. Isaeva, R.R. Latypov, A.D. Baranov, R.Sh. Gatina, Yu.V. Davydov

Kazan Federal University, Kazan, Russia
AnGIsaeva@kpfu.ru

Аннотация. Представлен вариант построения многоканального приемника, обеспечивающего цифровое преобразование и обнаружение входного сигнала с частотой несущей 39.0625 кГц при частоте дискретизации 156.25 кГц. Приемник выполнен в виде платы, работа которой управляется программируемой логической интегральной схемой (ПЛИС) и микроконтроллером STM32. ПЛИС используется для параллельного сбора данных с трех независимых аналого-цифровых преобразователей (АЦП). STM32 используется как быстрый аппаратный интерфейс для АЦП. Контроллер Ethernet обеспечивает интерфейс между нашей платой и компьютером для отправки данных. Для преобразования входных сигналов из аналоговой формы в цифровую используются три 24-битных сигма-дельта АЦП от Analog Devices. Такие приемные системы могут использоваться для синфазных измерений, поиска направления и источников радиосигнала.

Ключевые слова: многоканальный приемник, аналого-цифровой преобразователь.

Abstract. In this paper, we describe a variant of the construction of the multichannel data receiver system. It provides digital transformation and detection of 39.0625 kHz input signals with sampling frequency of 156.25 kHz. Multichannel data receiver system is performed as a board whose work is controlled by STM32 microcontroller and field-programmable gate array (FPGA). FPGA is used to receive parallel data from three independent analog-to-digital converters (ADCs). STM32 is used as a fast hardware interface for ADCs. Ethernet controller provides an interface between our board and computer for sending data. To convert input signals from analog to digital, three fast sigma-delta 24-bit ADCs from Analog Devices were used. Such receiver systems may be used to make in-phase measurements, to search a direction and to find radio signal sources.

Keywords: multichannel data receiver system; analog-to-digital converter.

ВВЕДЕНИЕ

Создание многоканальных приемников радиосигналов является актуальной задачей радиосвязи. Такие приемные системы могут использоваться для контроля качества радиосигнала, нахождения направления и источника радиосигнала. Целью работы является создание многоканального приемника как средства обработки полученной информации и воспроизведения ее в необходимой форме. Задачей является разработка электронного устройства, выполненного в виде печатной платы.

ПРИНЦИП РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

На дифференциаторы через три разных канала поступают три входных сигнала. На каждом канале установлен свой АЦП (рис. 1). ПЛИС осуществляет параллельный сбор данных с каждого АЦП, формирует один пакет данных и отправляет их на микроконтроллер STM32. Микроконтроллер STM32 инициализирует контроллер Ethernet, который предоставляет интерфейс между платой и компьютером по протоколу TCP/IP. Таким образом данные отправляются на компьютер.

РЕАЛИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА

Для реализации многоканального приемника мы используем 24-битный АЦП от Analog Devices. Преобразованные 24-битные данные выводятся в формате дополнительного кода с использованием 16-битного

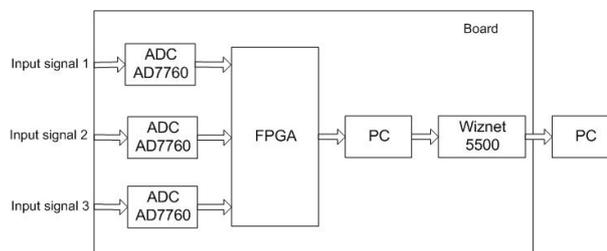


Рис. 1. Блок-схема устройства

двунаправленного параллельного интерфейса. Чтобы настроить АЦП, используется та же 16-битная двунаправленная шина, которая позволяет настраивать преобразователи для определенных функций или операций через регистры управления, предусмотренные внутри АЦП [Analog Devices, 2006]. Это позволяет настроить тактирование микросхемы, режим сигнала и прочее. Формат слова включает 32 бита, поэтому для программирования регистра требуется две операции записи. Первая запись содержит адрес регистра, вторая запись содержит сами данные.

Оптимальная производительность АЦП достигается при конфигурации с дифференциальным входом. Дифференциальный режим помогает устранить такие ошибки, как шум, искажения и смещения постоянного тока. В качестве дифференциального преобразователя используется драйвер AD8138, который обеспечивает отличную производительность и гибкий интерфейс для АЦП. В AD7760 имеется встроенный дифференциальный усилитель.

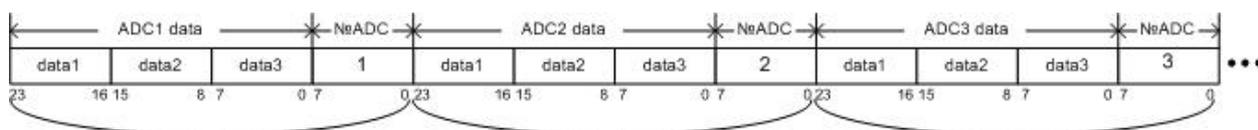


Рис. 2. Формат данных

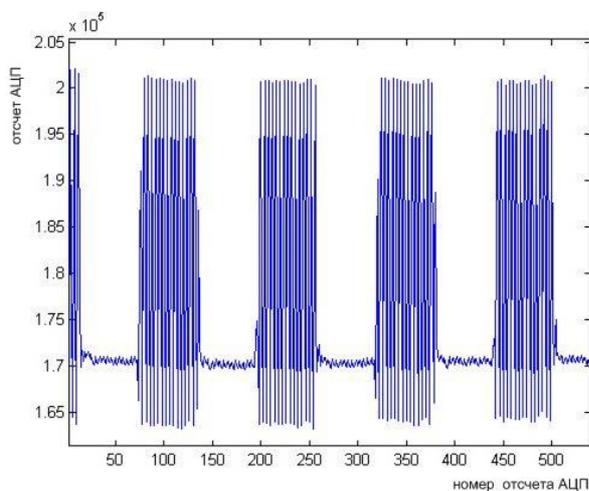


Рис. 3. Амплитудно-модулированный сигнал прямоугольной формы с АЦП

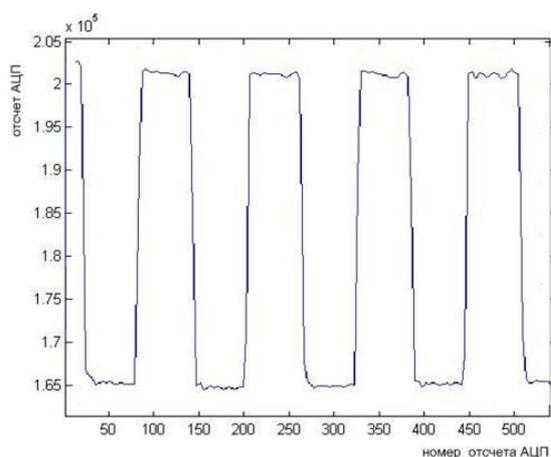


Рис. 4. Демодулированный сигнал прямоугольной формы с АЦП

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ

Данные приходят одновременно от трех разных АЦП и представляются в виде графиков, для построения которых используется среда Matlab. Формат данных показан на рис. 2.

Данные от каждого АЦП сортируются в отдельные массивы. На рис. 3 показан модулирующий сигнал с частотой 1.3 кГц с частотой несущей 39.0625 кГц от АЦП.

Далее, с помощью вычисления квадратур [Сергиенко, 2011] и использования фильтра низких частот [Лайонс, 2006] получаем демодулированный сигнал (рис. 4).

ИСПОЛНЕНИЕ НА ПЛАТЕ

Плата многоканального приемника разработана в системе автоматизированного проектирования Altium Designer. Плата имеет четыре слоя, на верхнем разме-



Рис. 5. Плата многоканального приемника

щены микросхемы и источники питания, на нижнем — пассивные элементы (рис. 5). На внутренних слоях разведены полигоны земли и питания. На плате есть как цифровая, так и аналоговая части. Всего для разных участков схемы использовано девять источников питания, четыре из которых обеспечивают питание для ПЛИС, два — для АЦП, два — для контроллера Ethernet и один — для микроконтроллера STM32. Разделительные шины питания и земли помогают предотвратить влияние помех от разных частей схемы друг на друга. Входные сигналы поступают от SMA-разъемов, расположенных на краю платы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многоканальный приемник обеспечивает цифровое преобразование и обнаружение входных сигналов с частотой 39.0625 при частоте дискретизации 156.25 кГц. Такие приемные системы могут использоваться для поиска направления и источников радиосигнала с помощью спектрально-поляризационного метода.

Работа выполнена за счет субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сергиенко А.Б. *Цифровая обработка сигналов*. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 756 с.
- Лайонс Р. *Цифровая обработка сигналов*. М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. 652 с.
- Analog Devices. Analog-to-digital converter AD7760 datasheet. *Analog Devices*. 2006. P. 23.