

УДК 004.032.2

Семенов Н.Ю., студент гр. 512-М, I курс,
Черников А.И., студент гр. 512-М, I курс,
Научный руководитель: Карелин А.Е., к.т.н., доцент кафедры КСУП
(ТУСУР, г. Томск)
Semenov N.Yu., student gr. 512-M, I course,
Chernikov A.I., student gr. 512-M, I course,
Scientific supervisor: Karelin A.E., candidate of Engineering Sciences
(TUSUR, Tomsk)

АНАЛИЗ ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ПО ИНТЕРФЕЙСУ I2C

ANALYSIS OF DATA EXCHANGE BETWEEN MICROCON- TROLLER AND ANALOGUE-DIGITAL CONVERTER VIA I2C IN- TERFACE

Аннотация: В статье рассмотрен обмен данными между микроконтроллером и аналого-цифровым преобразователем посредством I2C интерфейса.

Ключевые слова: аналого-цифровой преобразователь, интерфейс I2C, обмен данными.

Abstract: The article discusses the data exchange between the microcontroller and the analog-to-digital converter through the I2C interface

Keywords: analog-to-digital converter, I2C interface, data exchange.

В современном мире ни одно производство не обходится без сбора измерительной информации. Современные приборы сбора измерительной информации обладают различными характеристиками, например: количество входов, разрядность аналого-цифрового преобразователя, интерфейс передачи данных. Также данные устройства имеют различные настройки конфигурации, в которые пользователь может вносить изменения.

Следовательно, появляется необходимость в преобразовании аналоговой информации в цифровую и передачи данной информации через стандартные интерфейсы.

Микросхема ADS1115 [1] является прецизионным, маломощным, 16-разрядным, I2C-совместимым аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Конфигурация данного АЦП выполняется по интерфейсу I2C [2].

Ниже приведен пример запроса, который отвечает за изменение регистра конфигурации микросхемы ADS1115. Для данного запроса необходимо задать значения всех полей регистра конфигурации микросхемы. С помощью программы DSView [3] был получен график обмена данными АЦП и микроконтроллера (Рисунок 1).

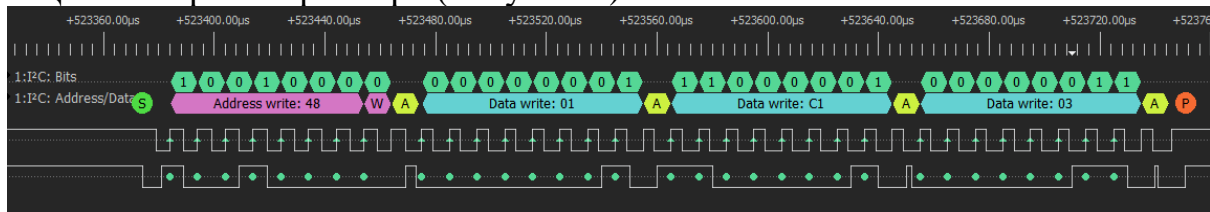


Рисунок 1 – Запись данных в регистр конфигурации по I2C интерфейсу

Первый байт переданной информации отвечает за адрес выбранного устройства и режима работы slave-устройства. Пять первых битов для АЦП являются неизменными и берутся из документации на ADS1115. Два следующих бита отвечают за адрес АЦП на шине I2C. Адрес выбирается в зависимости от подключения вывода ADDR к другим выводам. Возможный выбор адреса представлен в таблице 1. Последний бит отвечает за режим работы – (0 – запись, 1 – чтение).

Таблица 1 – Выбор адреса в зависимости от подключения вывод ADDR

ADDR PIN CONNECTION	SLAVE ADDRESS
GND	1001000
VDD	1001001
SDA	1001010
SCL	1001011

Второй переданный байт отвечает за указатель на регистр памяти. У текущего устройства имеются только 4 регистра, соответственно, первые 6 битов всегда будут равны 0. Следующие биты выбираются в зависимости от записи или чтения нужного регистра:

- 00 – регистр преобразования;
- 01 – регистр конфигурации;
- 10 – нижние порог регистра компаратора;
- 11 – верхний порог регистра компаратора.

Так как запрос отвечает за конфигурацию ADS1115, выбирается регистр конфигурации, то есть последние биты второго переданного байта должны быть равны 01. Третий и четвёртый переданные байты – это байты конфигурации ADS1115. Возможные биты конфигурации приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Регистр конфигурации

Бит	Поле	Описание
15	OS	<p>Рабочее состояние или однократный запуск преобразования. Этот бит определяет рабочее состояние устройства. Поле OS можно задать только в выключенном состоянии.</p> <p>При написании:</p> <p>0: Нет эффекта</p> <p>1: Начать одно преобразование (в выключенном состоянии)</p> <p>При чтении:</p> <p>0: Устройство в настоящее время выполняет преобразование.</p> <p>1: Устройство в настоящее время не выполняет преобразование.</p>
14:12	MUX[2:0]	<p>Конфигурация входного мультиплексора. Отвечает за выбор канала или каналов для получения значений.</p> <p>000: AINP = AIN0 and AINN = AIN1</p> <p>001: AINP = AIN0 and AINN = AIN3</p> <p>010: AINP = AIN1 and AINN = AIN3</p> <p>011: AINP = AIN2 and AINN = AIN3</p> <p>100: AINP = AIN0 and AINN = GND</p> <p>101: AINP = AIN1 and AINN = GND</p> <p>110: AINP = AIN2 and AINN = GND</p> <p>111: AINP = AIN3 and AINN = GND</p>
11:9	PGA[2:0]	<p>Конфигурация усилителя с программируемым усилением.</p> <p>Отвечает за выбор напряжения работы:</p> <p>000: FSR = ± 6.144 V</p> <p>001: FSR = ± 4.096 V</p> <p>010: FSR = ± 2.048 V</p> <p>011: FSR = ± 1.024 V</p> <p>100: FSR = ± 0.512 V</p> <p>101: FSR = ± 0.256 V</p> <p>110: FSR = ± 0.256 V</p> <p>111: FSR = ± 0.256 V</p>
11:9	PGA[2:0]	<p>Конфигурация усилителя с программируемым усилением.</p> <p>Отвечает за выбор напряжения работы:</p> <p>000: FSR = ± 6.144 V</p> <p>001: FSR = ± 4.096 V</p>

		010: FSR = ± 2.048 V 011: FSR = ± 1.024 V 100: FSR = ± 0.512 V 101: FSR = ± 0.256 V 110: FSR = ± 0.256 V 111: FSR = ± 0.256 V
8	MODE	Режим работы устройства. Этот бит управляет режимом работы. 0: Режим непрерывного преобразования 1: Однократный режим или состояние отключения питания (по умолчанию)
7:5	DR[2:0]	Скорость передачи данных. Эти биты управляют настройкой скорости преобразования данных. 000: 8 SPS 001: 16 SPS 010: 32 SPS 011: 64 SPS 100: 128 SPS 101: 250 SPS 110: 475 SPS 111: 860 SPS
4	COMP_MODE	Режим компаратора. Этот бит настраивает режим работы компаратора. 0: традиционный компаратор 1: компаратор «с окном»
3	COMP_POL	Полярность компаратора. Этот бит управляет полярностью контакта ALERT/RDY. 0: Активный низкий уровень (по умолчанию) 1: Активный высокий
2	COMP_LAT	Компаратор с фиксацией. Этот бит определяет, фиксируется ли вывод ALERT/RDY после подтверждения или очищается после того, как значения находились в пределах верхнего и нижнего порога.
		0: Компаратор без фиксации. Вывод ALERT/RDY не фиксируется при подаче сигнала. 1: Компаратор с фиксацией. Установленный контакт ALERT/RDY остается зафиксированным до тех пор, пока данные преобразования считываются мастером.
1:0	COMP_QUE[1:0]	Очередь компаратора и отключение. Эти биты выполняют две функции. При значении 11 ком-

		<p>паратор отключается и вывод ALERT/RDY установлен в состояние высокого импеданса. При установке любого другого значения вывод ALERT/RDY и функция компаратора включены, а набор значений определяет количество последовательных преобразований, превышающих верхний или нижний порог, необходимый перед активацией контакта ALERT/RDY.</p> <p>00: Подтвердить после одного преобразования 01: Подтвердить после двух преобразований 10: Утверждение после четырех преобразований 11: Отключить компаратор и установить вывод ALERT/RDY на высокое сопротивление</p>
--	--	---

Два последних переданных байта будут записаны в регистр конфигурации. В данном проекте не используется компаратор, поэтому биты 4:0 не рассматриваются (значения задаются по умолчанию).

Данное АЦП сконфигурировано со следующим параметрами:

- измерения проводятся на выходе 0 относительно земли;
- измеряемое напряжение до ± 6.144 V;
- включён режим непрерывного преобразования;
- скорость преобразования 8SPS.

Пример запроса, который сначала конфигурирует микросхему ADS1115. Далее АЦП переключается в режим преобразования. Следующим запросом считывается из регистра преобразования 2 байта информации, которые и являются результатом преобразования. Для того, чтоб привести эту информацию к читаемому виду необходимо знать при каком программном усилении (поле регистра конфигурации – PGA) совершалось преобразование. График записи данных в регистр конфигурации приведён на рисунке 2. График переключения АЦП в режим преобразования и чтение конвертируемых данных приведён на рисунке 3.

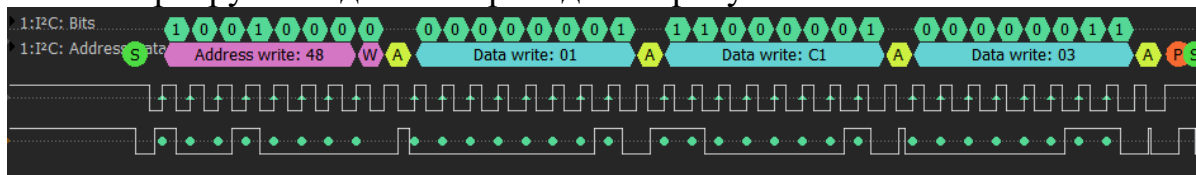


Рисунок 2 – Запись данных в регистр конфигурации по I2C интерфейсу

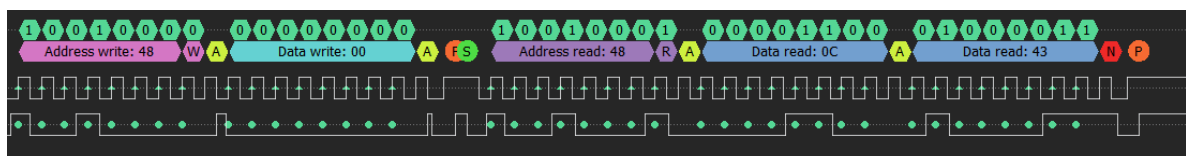


Рисунок 3 – Переключение АЦП в режим преобразования и чтение результата преобразования по I2C интерфейсу

Список литературы

1. Детали продукта ADS1115 [Электронный ресурс]: Сайт Texas Instruments URL: <https://www.ti.com> (дата обращения: 01.10.2022).
2. Интерфейсная шина ИС (I2C) [Электронный ресурс]: Сайт Easy Electronics URL: <http://easyelectronics.ru> (дата обращения: 11.10.2022).
3. DSLogic Series [Электронный ресурс]: Сайт Dream Source Lab URL: <https://www.dreamsourcelab.com/> (дата обращения: 12.10.2022).