Лабораторная работа № 6

аналоговый компаратор микроконтроллеров семейства AVR фирмы AtMEL

# **Введение**

Аналоговый компаратор входит в состав всех без исключения моделей микроконтроллеров семейства AVR. Будучи включенным, этот компаратор позволяет сравнивать значения напряжений, присутствующих на двух выводах микроконтроллера. Результатом сравнения является логическое значение, которое может быть прочитано из программы. По результату сравнения также может быть сгенерировано прерывание. Используемые компаратором выводы являются контактами портов ввода/вывода общего назначения. В качестве неинвертирующего входа (AIN0) используется вывод PB0, а в качестве инвертирующего (AIN1) PB1. Чтобы указанные линии портов ввода/вывода могли использоваться аналоговым компаратором, они должны быть сконфигурированы как входы (соответствующий разряд регистра DDRB установлен в «1»). Внутренние подтягивающие резисторы, если они подключены, при разрешении работы компаратора отключаются автоматически.

**Цель работы**

Научиться управлять и работать с аналоговым компаратором микроконтроллеров семейства AVR фирмы Atmel.

**Задачи**

Научиться управлять, контролировать состояние, а также получать результаты сравнения двух входных сигналов, реализовывать прерывания от аналогового компаратора. Научиться составлять простейшие ассемблер-программы, предназначенные для работы с аналоговым компаратором микроконтроллеров семейства AVR фирмы Atmel.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ**

## ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Проведение лабораторной работы осуществляется в компьютерном классе кафедры «Электроэнергетические системы и сети» (аудитория Б-302 Б), на персональных компьютерах с предустановленными приложениями «МК AVR.pdf» и «AVRStudio 4.exe».

По своему действию рассматриваемый узел микроконтроллера является обычным компаратором. Структурная схема компаратора представлена на рис. 2.1. Если напряжение на выводе AIN0 (неинвертирующий вход) больше напряжения на выводе AIN1 (инвертирующий вход), то результат сравнения будет равен «1». В противном случае, результат сравнения будет равен «0». Этот результат сохраняется в разряде ACO регистра ACSR. Разряд ACD отвечает за включение и выключение компаратора. При включении напряжения питания все разряды регистра ACSR сбрасываются в «0», поэтому компаратор автоматически включается при подаче напряжения питания на микроконтроллер. Чтобы его выключить, разряд ACD следует установить в «1». При изменении состояния этого разряда необходимо запретить прерывание от компаратора. В соответствии с результатом сравнения схема компаратора может генерировать запрос на прерывание. Если состояние выхода компаратора (разряд ACO) изменилось заданным образом, устанавливается флаг прерывания ACI регистра ACSR и генерируется запрос на прерывание. Как и для других прерываний, этот флаг сбрасывается аппаратно при запуске подпрограммы обработки прерывания или программно, записью в него лог. 1. Для разрешения прерывания необходимо установить в «1» разряд ACIE регистра ACSR и, разумеется, флаг I регистра SREG. Условие генерации запроса на прерывание от компаратора определяется состоянием разрядов ACIS1:ACIS0 регистра ACSR в соответствии с табл. 2.1. При изменении этих разрядов прерывание от компаратора (как и для разряда ACD) должно быть запрещено.

Таблица 2-1.Условия генерации запроса на прерывание от компаратора

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ACIS1 | ACIS0 | Условие |
| 0 | 0 | Любое изменение выхода компаратора |
| 0 | 1 | Зарезервировано |
| 1 | 0 | Изменение состояния выхода компаратора с «1» на «0» |
| 1 | 1 | Изменение состояния выхода компаратора с «0» на «1» |



Рис. 2.1. Структурная схема компаратора

В микроконтроллерах ATtiny12x и ATtiny15L к неинвертирующему входу компаратора вместо вывода AIN0 микроконтроллера может быть подключен внутренний источник опорного напряжения величиной 1.22 ± 0,05 В. Для этого необходимо установить в «1» разряд AINBG (ACBG для ATtiny15L) регистра ACSR. В табл. 2.2представлены основные параметры аналогового компаратора.

Таблица 2-2.Параметры аналогового компаратора

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначе-ние | Параметр | Условия | min | max |
| *VACIO* | Входное напряжение смещения (мВ) | *V*CC = 5 В, *V*IN = *V*CC/2 | − | 40,0 |
| *IACLK* | Ток утечки на входе (нА) | -50,0 | 50,0 |
| *tACPD* | Время отклика (нс) | *V*CC = 2,7 В*V*CC = 4,0 В | − | 750500 |

УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАБОТЫ

Описание работы аналогового компаратора микроконтроллеров AVR фирмы Atmel представлено в файле «МК AVR.pdf», для его запуска необходимо на Рабочем столе компьютера найти соответствующую иконку и запустить приложение, дважды щелкнув левой кнопкой мыши. Перед запуском файла «МК AVR.pdf» в компьютере пользователя должно быть предустановленно приложение Adobe Reader версии 8 и выше.

После запуска файла «МК AVR.pdf» появится окно просмотра приложения Adobe Reader, причем в левой колонке находится контекстное меню, где указаны основные разделы описания микроконтроллеров семейства AVR фирмы Atmel. В основном поле приложения находится описание, а также полоса прокрутки для перехода к интересующим главам и разделам описания.

**ЗАДАНИЕ**

Варианты заданий для составления ассемблер-программ в среде AVRStudio 4, предназначенных для работы с аналоговым компаратором, представлены в табл. 2.3.

Таблица 2-3. Варианты заданий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №/№ | Описание программы | Вариант |
| 1 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по изменению состояния выхода компаратора с «0» на «1», записать результат сравнения в ячейку памяти, адрес которой указан в указателе стека SPH:SPL | 1, 13 |
| 2 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по изменению состояния выхода компаратора с «1» на «0», записать результат сравнения в ячейку памяти, адрес которой указан в указателе стека SPH:SPL | 2, 14 |
| 3 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по любому изменению состояния выхода компаратора, записать результат сравнения в ячейку памяти, адрес которой указан в указателе стека SPH:SPL | 3, 15 |
| 4 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по изменению состояния выхода компаратора с «0» на «1», записать результат сравнения в РОН R18, выключить компаратор | 4, 16 |
| 5 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по изменению состояния выхода компаратора с «1» на «0», записать результат сравнения в РОН R22, выключить компаратор | 5, 17 |
| 6 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по любому изменению состояния выхода компаратора, записать результат сравнения в РОН R24, выключить компаратор | 6, 18 |
| 7 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по изменению состояния выхода компаратора с «0» на «1», записать результат сравнения в ячейку памяти по адресу 0001$ | 7, 19  |
| 8 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по изменению состояния выхода компаратора с «1» на «0», записать результат сравнения в ячейку памяти по адресу 0001$ | 8, 20 |
| 9 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора), сгенерировать прерывание по любому изменению состояния выхода компаратора, записать результат сравнения в ячейку памяти по адресу 0001$ | 9, 21 |
| 10 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор микроконтроллера ATtiny12 (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора, подключить внешний источник опорного напряжения), сгенерировать прерывание по изменению состояния выхода компаратора с «1» на «0», записать результат сравнения в РОН R10 | 10, 22 |
| 11 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор микроконтроллера ATtiny12 (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора, подключить внешний источник опорного напряжения), сгенерировать прерывание по изменению состояния выхода компаратора с «0» на «1», записать результат сравнения в РОН R12 | 11, 23 |
| 12 | Ассемблер-программа должна сконфигурировать аналоговый компаратор микроконтроллера ATtiny12 (включить компаратор, разрешить прерывание от компаратора, подключить внешний источник опорного напряжения), сгенерировать прерывание по любому изменению состояния выхода компаратора, записать результат сравнения в РОН R14 | 12, 24, 25 |

1. вариант задания определяется номером студента в журнале группы.
2. определив вариант задания, студент должен согласно табл. 2.2 найти описание аналогового компаратора микроконтроллера семейства AVR и представить его в отчете.
3. открыв файл «МК AVR.pdf» студент должен изучить таблицы и графики, соответствующие описанию аналогового компаратора.
4. изучив структуру и особенности аналогового компаратора предварительно составить ассемблер-программу согласно варианту задания.
5. создать в среде AVRStudio 4 новый файл, название файла составить исходя из фамилии студента на латинице, номера лабораторной работы и его варианта задания (например, 6Ivanov\_12).
6. записать составленную ассемблер-программу в среде AVRStudio 4, отладить (с помощью встроенного отладчика Debug) и построить по результатам отладки одноименный проект (в том числе с расширением .asm).

**СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

В отчете должны быть отражены результаты рассмотрения и изучения аналогового компаратора микроконтроллера семейства AVR в виде таблиц и графиков согласно пунктам задания. В таблицах отражаются:

1) формат регистра управления аналоговым компаратором;

2) описание разрядов регистра управления аналоговым компаратором;

3) описание условий генерации запросов на прерывание от аналогового компаратора;

4) параметры аналогового компаратора.

На графике отражается структурная схема аналогового компаратора.

Так же в отчете должна быть представлена отлаженная в среде AVRStudio 4 ассемблер-программа, выполняющая операции согласно варианту задания, указанному в табл. 2.3.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Функции аналогового компаратора микроконтроллеров семейства AVR фирмы Atmel.
2. Описание регистра управления аналоговым компаратором ACSR.
3. Особенности подключения опорного напряжения аналоговых компараторов в микроконтроллерах ATtiny12x и ATtiny15L.
4. Способы вызова прерываний от аналогового компаратора.
5. Параметры аналогового компаратора.
6. Проект и файлы в среде AVRStudio 4, осуществляющие операции с аналоговым компаратором согласно варианту задания, представленному в табл. 2.3.