

Лабораторная работа №5.

Микросхема часов реального времени с интерфейсом SPI.

Предварительное задание:

- 1) Вспомнить принцип работы интерфейса SPI.
- 2) Ознакомиться с модулем SPI микроконтроллера (раздел «Enhanced Serial Peripheral Interface (SPI0)» даташита).
- 3) Ознакомиться с технической документацией микросхемы DS1390.

Модуль SPI0 микроконтроллера

Модуль SPI0 обеспечивает доступ к гибкой полнодуплексной синхронной последовательной шине. SPI0 может выполнять функции ведущего или ведомого устройства в 3-х проводном или 4-х проводном режимах, а также поддерживает работу нескольких ведомых и ведущих устройств на одной шине. Сигнал выбора ведомого (NSS) можно настроить как вход выбора SPI0 в ведомом режиме или как вход отключения функций ведущего при работе на шине с несколькими ведущими, что позволяет предотвратить конфликты на шине в том случае, если два или более ведущих попытаются передать данные одновременно. Кроме этого, NSS можно настроить как выход выбора кристалла в ведущем режиме или отключить при работе в 3-х проводном режиме. Дополнительный порт ввода/вывода общего назначения можно использовать в ведущем режиме для выбора нескольких ведомых устройств.

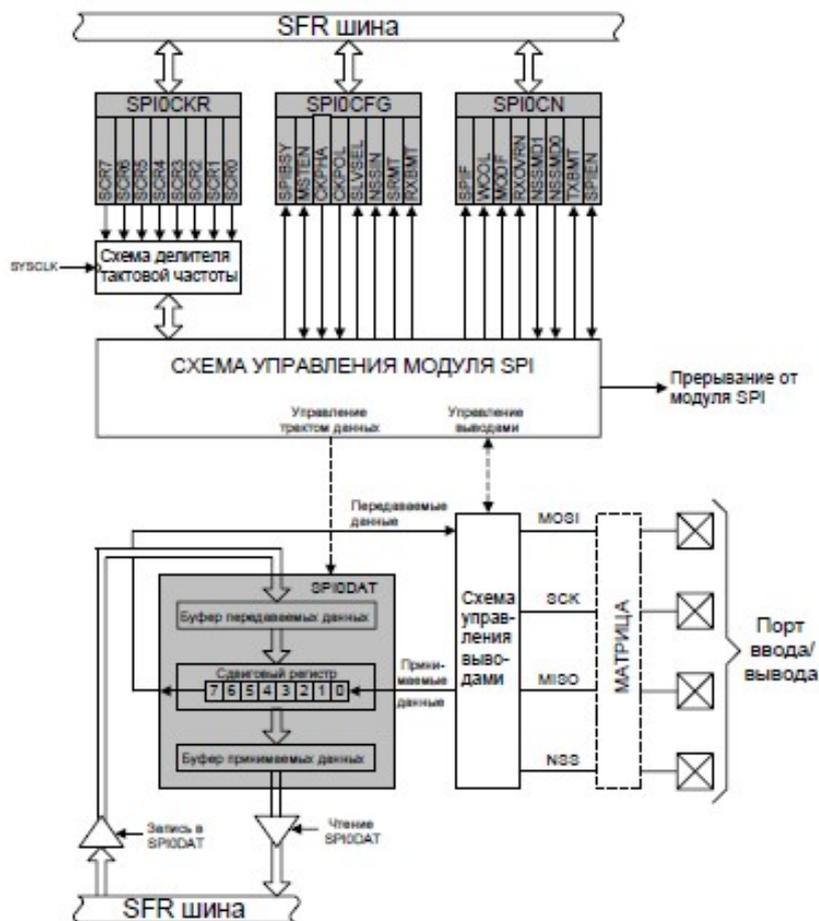


Рисунок 1. Структурная схема модуля SPI0

Сигнал MOSI (master-out, slave-in - «выход ведущего, вход ведомого») является выходом данных ведущего устройства и входом данных ведомых устройств. Он используется для последовательной передачи данных от ведущего к ведомому. Этот сигнал является выходом, если SPI0 работает в ведущем режиме, и входом, если SPI0 работает в ведомом режиме. Данные передаются старшими значащими разрядами вперед. При работе в ведущем режиме состояние сигнала MOSI определяется старшим значащим разрядом сдвигового регистра как в 3-х проводном, так и в 4-х проводном режимах

Сигнал MISO (master-in, slave-out - «вход ведущего, выход ведомого») является выходом данных ведомого устройства и входом данных ведущего устройства. Он используется для последовательной передачи данных от ведомого к ведущему. Этот сигнал является входом, если SPI0 работает в ведущем режиме, и выходом, если SPI0 работает в ведомом режиме. Данные передаются старшими значащими разрядами вперед. Вывод MISO переводится в высокоимпедансное состояние, когда модуль SPI отключен, а также тогда, когда модуль SPI работает в 4-х проводном режиме как ведомый, который не выбран. Когда модуль SPI работает в 3-х проводном режиме как ведомый, состояние сигнала MISO всегда определяется старшим значащим разрядом сдвигового регистра

Сигнал SCK (serial clock – «импульсы тактирования последовательного интерфейса») является выходом ведущего устройства и входом ведомых устройств. Он используется для синхронизации обмена данными между ведущим и ведомым устройствами по линиям MOSI и MISO. SPI0 генерирует этот сигнал, когда работает в ведущем режиме. В 4-х проводном ведомом режиме сигнал SCK игнорируется ведомым SPI, когда ведомый не выбран ($NSS = 1$).

Функционирование сигнала выбора ведомого (NSS) зависит от состояния бит $NSSMD1$ и $NSSMD0$ регистра SPI0CN. С помощью этих бит можно выбрать три возможных режима:

1. $NSSMD[1:0] = 00$: 3-х проводный ведущий или 3-х проводный ведомый режим: SPI0 работает в 3-х проводном режиме и NSS отключен. В 3-х проводном ведомом режиме SPI0 выбран всегда. Т.к. сигнал выбора отсутствует, то в 3-х проводном режиме SPI0 может быть только ведомым на шине. Этот режим предназначен для организации взаимодействия типа «точка - точка» между ведущим устройством и одним ведомым устройством.

2. $NSSMD[1:0] = 01$: 4-х проводный ведомый режим или режим с несколькими ведущими: SPI0 работает в 4-х проводном режиме и NSS является входом. При работе в ведомом режиме сигнал NSS является сигналом выбора данного ведомого. При работе в ведущем режиме срез (переход из состояния 1 в состояние 0) сигнала NSS отключает функции ведущего SPI0, что позволяет работать на одной SPI шине нескольким ведущим устройствам.

3. $NSSMD[1:0] = 1x$: 4-х проводный ведущий режим: SPI0 работает в 4-х проводном режиме и NSS является выходом. Значение бита $NSSMD0$ определяет, сигнал какого логического уровня будет выведен на вывод NSS . Эту конфигурацию следует использовать только тогда, когда SPI0 работает в ведущем режиме.

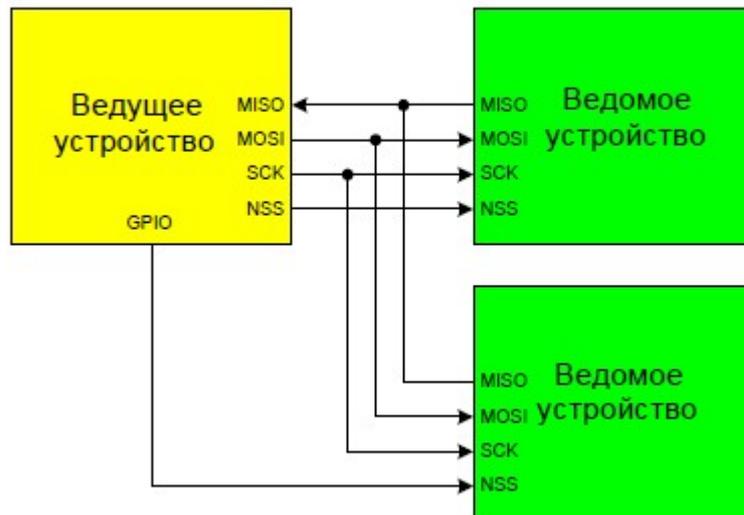


Рисунок 2. Схема соединения одного ведущего и нескольких ведомых с использованием 4-проводной шины SPI

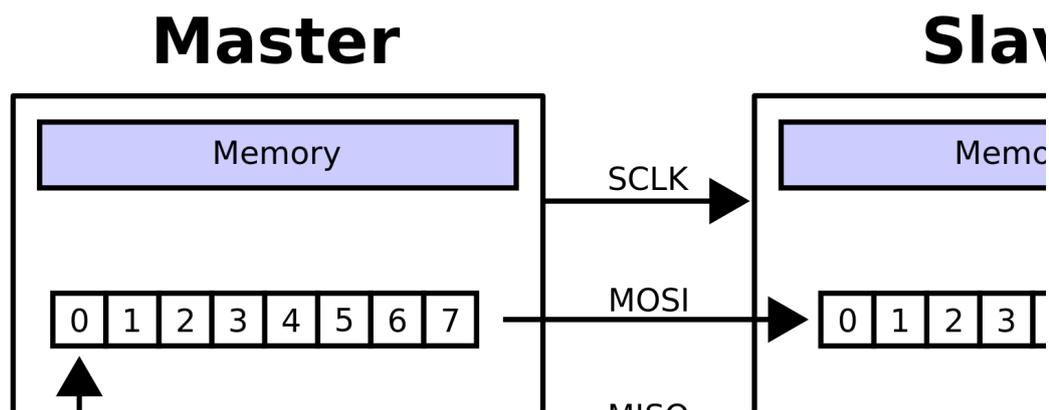
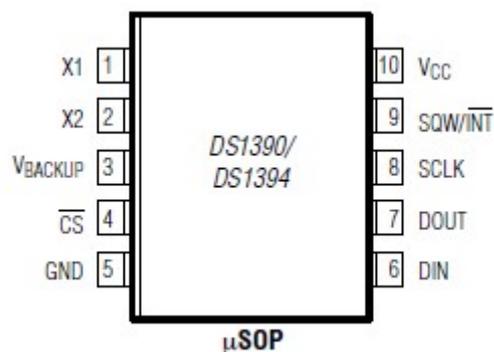


Рисунок 3. Типичная структура связей и линий интерфейса SPI

Микросхема часов реального времени DS1390

Микросхема DS1390 представляет собой Часы реального времени. Прием и передача данных осуществляется по низковольтному последовательному интерфейсу SPI. Микросхема имеет следующие выводы:



X1, X2 – выводы для подключения стандартного кварцевого кристалла 32,768 кГц;

VBACKUP – вход резервного питания постоянного тока для первичной ячейки;

CS – SPI Chip-Select Input – выбор микросхемы, выбор ведомого;

GND – земля;

DIN – вход данных SPI. Этот вывод используется для ввода адреса и данных в устройство;

DOUT – выход данных SPI. Данные выводятся на эту линию, когда устройство находится в режиме передачи.

INT – выход прерывания. Этот вывод используется для вывода сигнала прерывания, если такая функция активирована в контрольном регистре.

SCLK – последовательный тактовый вход.

SQW/INT – этот вывод используется для вывода программируемого прямоугольного сигнала или сигнала прерывания.

VCC- Контакт питания постоянного тока для первичного источника питания

Микросхема работает как ведомое устройство на шине SPI.

На рисунке 4 показана карта адресов для DS1390 RTC и RAM. Регистры RTC расположены в адресном пространстве от 00h до 0Fh в режиме чтения, и 80h до 8Fh в режиме записи.

WRITE ADDRESS	READ ADDRESS	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	FUNCTION	RANGE
80h	00h	Tenths of Seconds				Hundredths of Seconds				Hundredths of Seconds	0–99 BCD
81h	01h	0	10 Seconds			Seconds			Seconds	00–59 BCD	
82h	02h	0	10 Minutes			Minutes			Minutes	00–59 BCD	
83h	03h	0	12/24	AM/PM	10	Hour			Hours	1–12 +AM/PM 00–23 BCD	
				10 Hour	Hour						
84h	04h	0	0	0	0	0	Day			Day	1–7 BCD
85h	05h	0	0	10 Date		Date			Date	01–31 BCD	
86h	06h	Century	0	0	10	Month			Month/ Century	01–12 + Century BCD	
87h	07h	10 Year				Year				Year	00–99 BCD
88h	08h	Tenths of Seconds				Hundredths of Seconds				Alarm Hundredths of Seconds	0–99 BCD
89h	09h	AM1	10 Seconds			Seconds			Alarm	00–59 BCD	
8Ah	0Ah	AM2	10 Minutes			Minutes			Alarm	00–59 BCD	

Рисунок 4. Карта адресов

Режимы работы SPI

Возможны четыре комбинации фазы (CPHA) и полярности (CPOL) сигнала SCLK по отношению к сигналам данных. Режимы работы определяются комбинацией бит CPHA и CPOL:

- CPOL = 0 — сигнал синхронизации начинается с низкого уровня;
- CPOL = 1 — сигнал синхронизации начинается с высокого уровня;
- CPHA = 0 — выборка данных производится по переднему фронту сигнала синхронизации;
- CPHA = 1 — выборка данных производится по заднему фронту сигнала синхронизации.

Для обозначения режимов работы интерфейса SPI принято следующее соглашение:

- режим 0 (CPOL = 0, CPHA = 0);
- режим 1 (CPOL = 0, CPHA = 1);
- режим 2 (CPOL = 1, CPHA = 0);
- режим 3 (CPOL = 1, CPHA = 1).

DS1390 обеспечивает 4-проводный последовательный интерфейс SPI, поддерживая режимы SPI 1 и 3. Микросхема поддерживает однобайтовые и многобайтовые передачи данных. DIN и DOUT – это входы и выходы последовательных данных, соответственно. Вход CS инициирует и завершает обмен данными. Вывод SCLK синхронизирует передачу данных между ведущим (микроконтроллером) и ведомым (DS1390) устройствами.

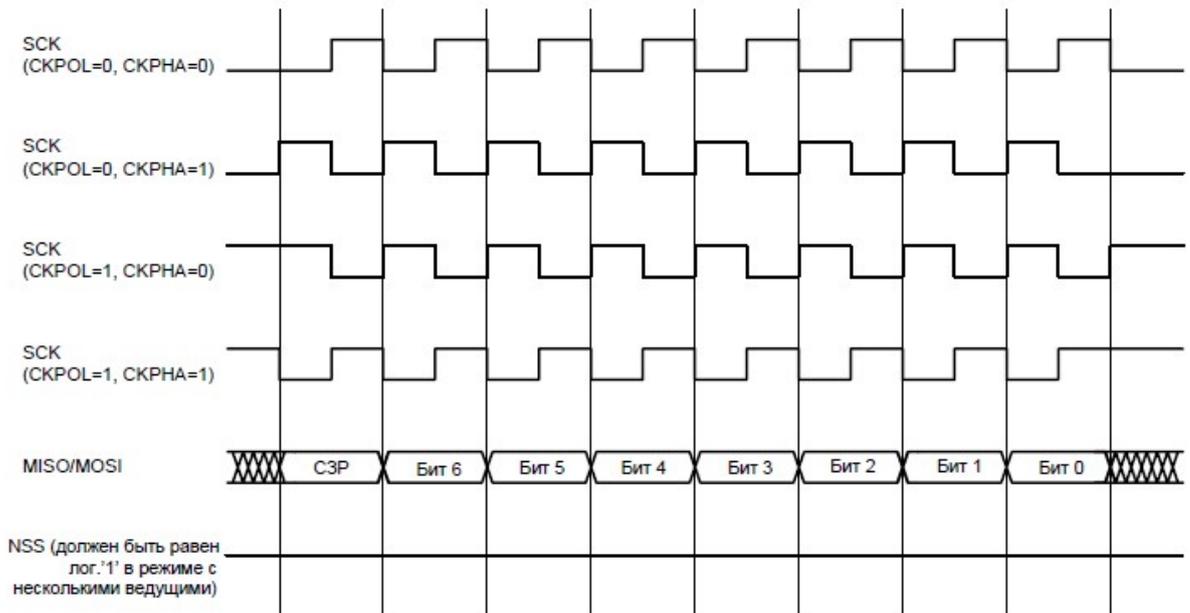


Рисунок 5. Временные диаграммы сигналов данных/тактирования в режиме ведущего

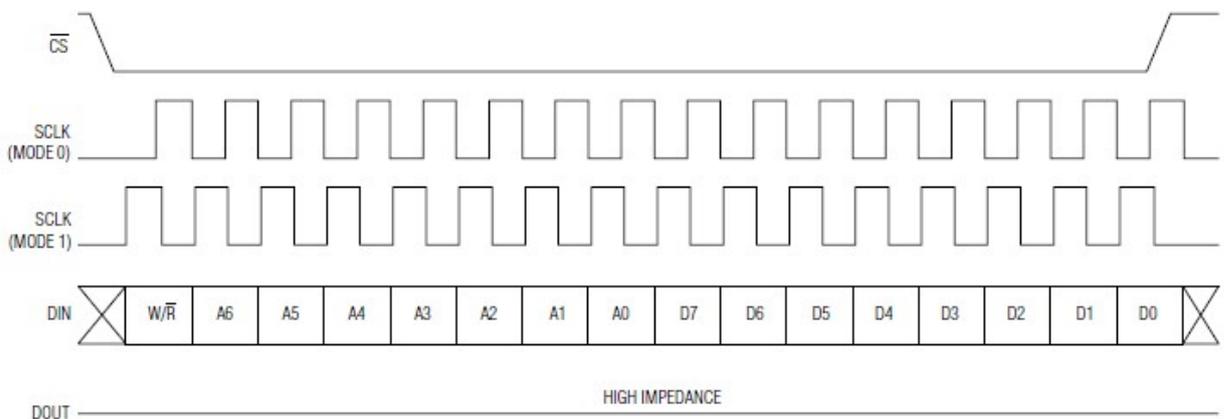


Рисунок 6. SPI однобайтовая запись

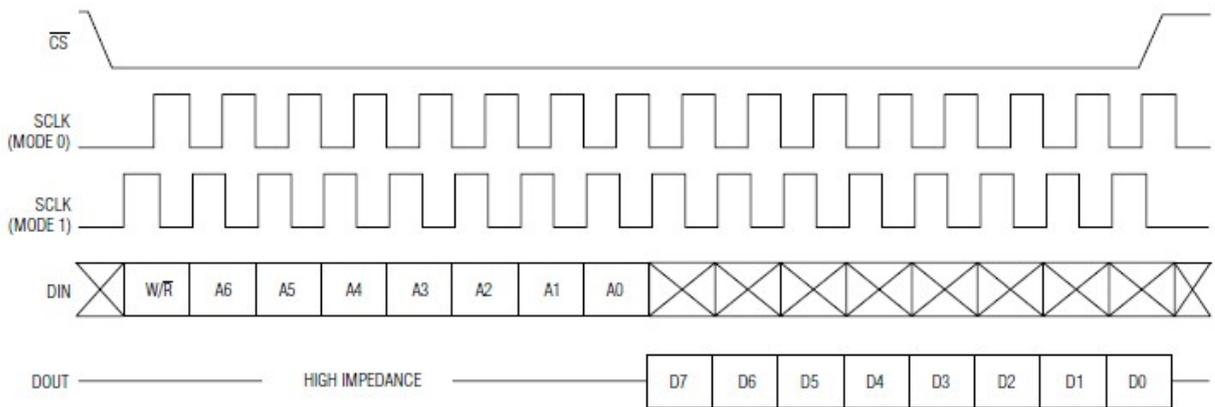


Рисунок 7. SPI однобайтовое чтение

Задание

1) С помощью принципиальной схемы платы расширения отладочного модуля определите схему электрического подключения микросхемы DS1390.

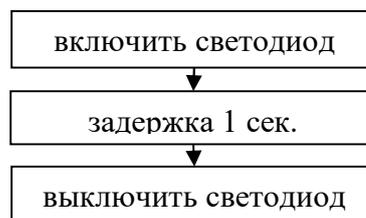
2) С помощью автоконфигуратора задайте следующие настройки микроконтроллера: сторожевой таймер выключен; в настройке кроссбара включены UART0, SPI0, линии P3.0-P3.7 работают как цифровые двухтактные выходы; в настройках модуля SPI0: модуль включен, функционирует в режиме ведущего; данные выравниваются по второму фронту сигнала SCK; полярность тактирования – высокий уровень в режиме простоя; режим ведомого – 4-проводной с одним ведущим, линия NSS установлена в единицу; скорость передачи 30000 Гц.

3) Напишите программу, выполняющую следующую функцию: на светодиодах платы расширения поочередно отображаются текущие значения секунд, минут и часов, причем смена режима отображения производится путем нажатия на восьмую кнопку платы расширения.

4) Добавьте к предыдущей программе следующий функционал. Нажатия на первую, вторую и третью кнопки обнуляет значения секунд, минут и часов соответственно. Нажатия на четвертую, пятую и шестую кнопки устанавливает значение секунд, минут и часов соответственно в некоторое значение, на равное нулю.

Рекомендации к выполнению лабораторной работы

- 1) Перед написанием программного кода всегда составляйте алгоритм.
- 2) Для отладки программы и поиска ошибок используйте выполнение программы по шагам (Step), а также функцию Run to Cursor.
- 3) Для проверки выполнения определенного участка кода, в него можно вставить следующий фрагмент:



Если при выполнении программы светодиод загорелся на 1 с, значит этот фрагмент был выполнен. С помощью этого приема можно также выполнять проверку каких-либо условий, используя оператор `if()`. Вместо включения светодиода можно выводить на светодиоды платы расширения (порт P3) значащие данные, например, слово состояния периферийного модуля и пр.

4) При обращении к регистрам специальных функций не забывайте устанавливать нужную страницу регистров.