

Современные интегральные микросхемы 16-разрядного расширителя ввода-вывода с последовательным интерфейсом

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

В статье описываются новые электронные компоненты, представляющие собой микросхемы преобразователей последовательных интерфейсов I²C и SPI в параллельные порты ввода-вывода. Приводится архитектура микросхем, их технические характеристики и назначение внутренних регистров.

ВВЕДЕНИЕ

Довольно часто в практике разработчика возникает необходимость организовать множество параллельных дискретных портов ввода-вывода по последовательному интерфейсу. Эти порты могут использоваться, например, для опроса состояния различных датчиков или контактов, а также для дискретного управления единичными индикаторами или исполнительными устройствами. Наиболее предпочтительными для этих целей являются последовательные интерфейсы I²C и SPI, которые обладают высокой скоростью, требуют минимального количества линий связи и широко распространены в различной аппаратуре.

Конечно, данную задачу можно решить, применив недорогой микроконтроллер, имеющий встроенный интерфейс I²C или SPI. В этом случае микроконтроллер под управлением программы сможет принимать данные по последовательному интерфейсу и транслировать их через параллельные порты ввода-вывода, а также выполнять обратную передачу данных. Такой микроконтроллер должен иметь большое число выводов, или к нему придется подключить дополнительные регистры.

Однако поставленную задачу можно решить и более простым способом, не требующим использования микроконтроллера, а также создания и отладки программы. Такую возможность предоставляют новые микросхемы MCP23017 и MCP23S17 компании Microchip, которые были представлены

на рынке электронных компонентов в 2007 г. Первая из них является преобразователем последовательного интерфейса I²C в два параллельных 8-разрядных порта ввода-вывода, а вторая – преобразователем последовательного интерфейса SPI в два параллельных 8-разрядных порта ввода-вывода. Рассмотрим состав и основные технические характеристики этих микросхем.

ОБЗОР И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обе микросхемы обеспечивают преобразование данных из последовательного интерфейса в параллельный 16-разрядный интерфейс, состоящий из двух 8-разрядных портов. Микросхемы отличаются только типом последовательного интерфейса: MCP23017 имеет интерфейс I²C, а MCP23S17 – интерфейс SPI. Набор внутренних регистров микросхем позволяет сконфигурировать любой вывод порта ввода-вывода. С помощью этих регистров можно задать направление, полярность и тип вывода. Кроме того, данные регистры позволяют создать гибкую систему с различными условиями генерации прерываний. Аппаратные адресные выводы используются для задания адреса самой микросхемы, что позволяет подключить к одному последовательному интерфейсу одновременно несколько таких микросхем.

Ниже перечислены особенности и основные технические параметры описываемых микросхем:

- наличие двух 8-разрядных дистанционных двунаправленных портов ввода-вывода А и В, которые по

умолчанию сконфигурированы как входы;

- скорость работы интерфейса I²C может составлять 100 кГц, 400 кГц или 1,7 МГц;
- скорость работы интерфейса SPI может достигать 10 МГц;
- три адресных вывода позволяют использовать до восьми микросхем на одной шине интерфейса;
- допускается конфигурировать выходной сигнал прерывания на выводах INTA и INTB как активный высокий уровень, активный низкий уровень или открытый сток;
- выходные сигналы прерываний INTA и INTB могут быть сконфигурированы для независимого или совместного обслуживания;
- источник сигнала прерываний конфигурируется с помощью специального регистра и по умолчанию настроен на слежение за изменением сигнала на выводах портов;
- полярность входных данных портов ввода может изменяться с помощью конфигурационного регистра полярности;
- содержит схему сброса при включении питания;
- наличие входа внешнего сброса;
- ток потребления в режиме ожидания не превышает 1 мкА;
- максимальный выходной ток любого вывода составляет 25 мА;
- суммарная максимальная рассеиваемая мощность составляет 700 мВт;
- диапазон рабочего напряжения от 1,8 до 5,5 В;
- температурный рабочий диапазон от -40 до +125°C;
- изготавливаются в 28-выводных корпусах типа PDIP (300mil), SOIC (300mil), SSOP и QFN (6 × 6 мм).

АРХИТЕКТУРА

На рисунке 1 представлена архитектура микросхем. Как видно из рисунка, микросхемы MCP23017 и

MCP23S17 имеют одинаковую структуру и отличаются лишь интерфейсным блоком. Три входных адресных сигнала позволяют задать адрес микросхемы. Это даёт возможность подключить к одному последовательному интерфейсу до восьми таких микросхем. Управление микросхемами осуществляется с помощью внутренних регистров конфигурации и управления. С помощью этих же регистров можно включить автоматическую инверсию для каждой входной линии порта А и В.

ОПИСАНИЕ ВЫВОДОВ

Назначение выводов микросхем MCP23017 и MCP23S17 приведено в таблице 1.

ПРОТОКОЛ ОБМЕНА С МИКРОСХЕМАМИ

Обращение к микросхемам по последовательному интерфейсу осуществляется путём передачи нескольких байт. Первый байт несёт информацию о коде операции, включающем в себя адрес микросхемы и режим обращения (чтение или запись). Второй передаваемый байт содержит адрес внутреннего регистра микросхемы. Третий байт содержит байт данных.

Микросхема MCP23017 с интерфейсом I²C поддерживает 7-разрядную адресацию. Восьмой разряд данных в управляющем байте определяет режим обращения к микросхеме. Он имеет обозначение R/W и инициирует режим чтения (R) или записи (W) при установке соответственно уровня лог. 1 или лог. 0 в этом разряде. Передача данных на шине всегда начинается со стартового условия S и заканчивается стоповым условием P, которые показаны на рисунке 2.

Для подтверждения приёма данных используется девятый бит квитирования, имеющий название ACK. Микросхема MCP23S17 с интерфейсом SPI поддерживает байтовый обмен данными и имеет вход выбора кристалла CS, наличие низкого уровня сигнала на котором разрешает обращение к ней. Формат управляющего байта данных для интерфейса I²C представлен на рисунке 3, а для интерфейса SPI – на рисунке 4.

Как видно из рисунков, адрес микросхем состоит из двух частей – неизменной части 0100, представляющей собой старшую часть двоично-

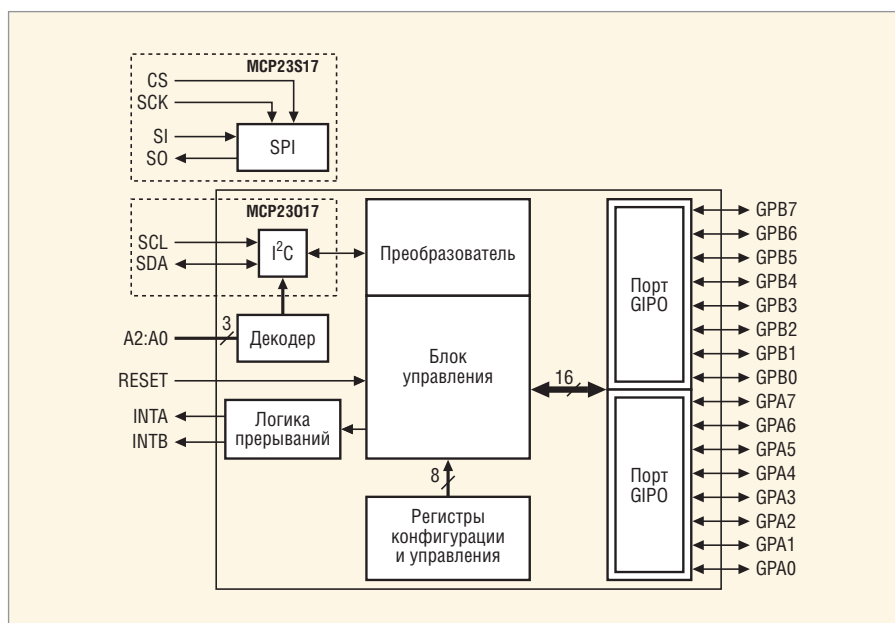


Рис. 1. Архитектура микросхем MCP23017 и MCP23S17

го адреса, и переменной младшей части адреса, определяемой состоянием разрядов A2, A1 и A0. При сов-

падении значения этих разрядов адреса и значения сигналов, установленных на адресных выводах

Таблица 1. Назначение выводов микросхем MCP23017 и MCP23S17

Имя вывода	Тип корпуса		Тип вывода	Описание
	PDIP/ SOIC/ SSOP	QFN		
GPB0	1	25	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 0 порта В
GPB1	2	26	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 1 порта В
GPB2	3	27	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 2 порта В
GPB3	4	28	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 3 порта В
GPB4	5	1	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 4 порта В
GPB5	6	2	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 5 порта В
GPB6	7	3	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 6 порта В
GPB7	8	4	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 7 порта В
VDD	9	5	P	Питание
VSS	10	6	P	Земля
NC/CS	11	7	I	Для MCP23017 – не используется, для MCP23S17 – выбор кристалла
SCL/SCK	12	8	I	Вход частоты синхронизации
SDA/SI	13	9	I/O	Для MCP23017 – последовательные двунаправленные данные, для MCP23S17 – последовательные входные данные
NC/SO	14	10	O	Для MCP23017 – не используется, для MCP23S17 – последовательные выходные данные
A0	15	11	I	Адресный вход 0
A1	16	12	I	Адресный вход 1
A2	17	13	I	Адресный вход 2
-RESET	18	14	I	Сброс
INTB	19	15	O	Выход прерывания порта В
INTA	20	16	O	Выход прерывания порта А
GPA0	21	17	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 0 порта А
GPA1	22	18	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 1 порта А
GPA2	23	19	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 2 порта А
GPA3	24	20	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 3 порта А
GPA4	25	21	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 4 порта А
GPA5	26	22	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 5 порта А
GPA6	27	23	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 6 порта А
GPA7	28	24	I/O	Двунаправленный цифровой вывод 7 порта А

Условное обозначение: I – ввод, O – вывод, P – питание

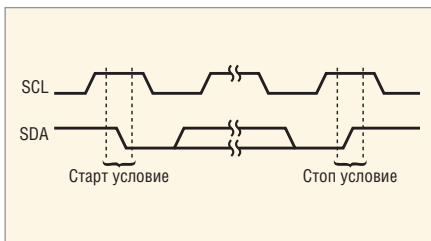


Рис. 2. Передача данных на шине

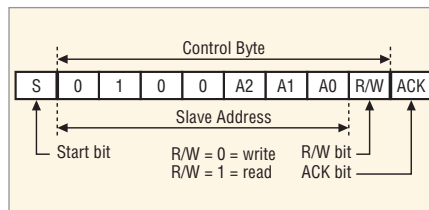


Рис. 3. Формат управляющего байта данных для интерфейса I²C

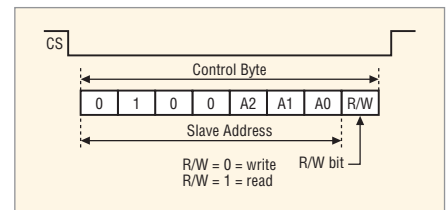


Рис. 4. Формат управляющего байта данных для интерфейса SPI

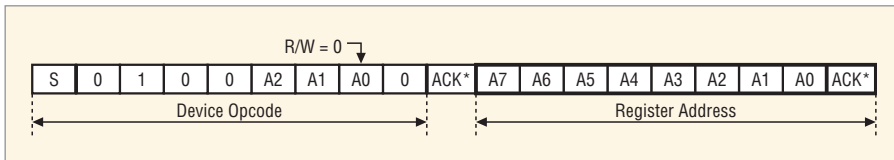


Рис. 5. Формат первого и второго байтов для интерфейса I²C

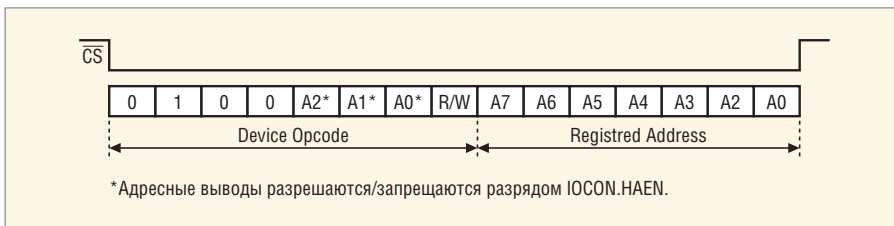


Рис. 6. Формат первого и второго байтов для интерфейса SPI

микросхемы, последняя будет откликаться на него.

Адресация внутренних регистров микросхем производится с помощью адреса, передаваемого во втором байте. Формат первого и второго байтов

для интерфейсов I²C и SPI представлено на рисунках 5 и 6 соответственно.

ОПИСАНИЕ РЕГИСТРОВ

Микросхемы MCP23017 и MCP23S17 имеют 11 регистров конфигурирования

и управления для порта А и 11 регистров для порта В. Адресовать эти регистры можно двумя способами, определяемыми состоянием в регистре IOCON разряда под названием BANK с условной записью IOCON.BANK. Если IOCON.BANK = 0, то адреса регистров порт А и В являются спаренными. Например, регистр IODIRA порта А имеет адрес 00h, а регистр IODIRB порта В имеет адрес 01h, и т.д. При этом все 22 регистра доступны в диапазоне адресов от 00h до 15h.

Если IOCON.BANK = 1, адреса регистров порт А и В отделены. Регистры, связанные с портом А, отображены на адреса 00h – 0Ah, а регистры, связанные с портом В, отображены на адреса 10h – 1Ah. Например, регистр IODIRA порта А имеет адрес 00h, а регистр IODIRB порта В имеет адрес 10h. Таким образом, разряд IOCON.BANK обеспечивает режим 8-разрядного и 16-разрядного обращения к регистрам микросхем. В таблице 2 приведены оба варианта адресации регистров микросхем MCP23017 и MCP23S17. Данная организация регистров позволяет пользователю самостоятельно выбрать удобный режим адресации для обращения к ним из программы.

Рассмотрим назначение каждого из регистров. В таблице 3 отображены имена разрядов всех регистров микросхем для портов А и В. Следует обратить внимание на то, что названия регистров для портов А и В отличаются друг от друга лишь последней буквой. Кроме того, регистр IOCON является единым для обоих портов, хотя и имеет два адреса.

Регистр IODIR определяет направление данных каждого разряда порта ввода-вывода. Когда любой разряд IO7 – IO0 этого регистра установлен в единичное состояние, соответствующий вывод порта становится входом; когда данный разряд сброшен, соответствующий вывод становится выходом.

Регистр IPOL отвечает за инверсию полярности входов портов. Когда лю-

Таблица 2. Адресация регистров микросхем MCP23017 и MCP23S17

имя регистра	8-разрядный режим		16-разрядный режим		
	адрес регистра (hex)		имя регистра	адрес регистра (hex)	
	IOCON.BANK = 0			IOCON.BANK = 1	
IODIRA	00		IODIRA	00	
IPOLA	01		IODIRB	01	
GPINTENA	02		IPOLA	02	
DEFVALA	03		IPOLB	03	
INTCONA	04		GPINTENA	04	
IOCON	05		GPINTENB	05	
GPPUA	06		DEFVALA	06	
INTFA	07		DEFVALB	07	
INTCAPA	08		INTCONA	08	
GPIOA	09		INTCONB	09	
OLATA	0A		IOCON	0A	
IODIRB	10		IOCON	0B	
IPOLB	11		GPPUA	0C	
GPINTENB	12		GPPUB	0D	
DEFVALB	13		INTFA	0E	
INTCONB	14		INTFB	0F	
IOCON	15		INTCAPA	10	
GPPUA	16		INTCAPB	11	
INTFB	17		GPIOA	12	
INTCAPB	18		GPIOB	13	
GPIOB	19		OLATA	14	
OLATB	1A		OLATB	15	

бой разряд IP7 – IP0 этого регистра установлен в единичное состояние, соответствующий вход порта инвертируется; когда данный разряд сброшен, соответствующий вход порта не инвертируется.

Регистр GPINTEN управляет формированием прерывания для каждого вывода порта. Если любой из его разрядов GPINT7 – GPINT0 установлен, соответствующий вывод сформирует прерывание при изменении своего состояния. Сброс этих разрядов регистра запрещает формирование прерывания при изменении состояния входов портов.

Регистр DEFVAL представляет собой регистр сравнения с разрядами портов и позволяет формировать прерывания для каждого вывода порта при несовпадении соответствующего разряда порта и разряда DEF7 – DEF0 данного регистра.

Регистр INTCON управляет реакцией входов порта на регистр сравнения для формирования прерывания. Если разряд IOC7 – IOC0 установлен, соответствующий вход порта сравнивается с соответствующим разрядом в регистре DEFVAL. Если разряд

Таблица 3. Имена разрядов регистров микросхем MCP23017 и MCP23S17

Регистр	Адрес IOCON.BANK = 1	Разряд								Значение после сброса
		7	6	5	4	3	2	1	0	
IODIRA	00	IO7	IO6	IO5	IO4	IO3	IO2	IO1	IO0	FFh
IPOLA	01	IP7	IP6	IP5	IP4	IP3	IP2	IP1	IP0	00h
GPINTENA	02	GPINT7	GPINT6	GPINT5	GPINT4	GPINT3	GPINT2	GPINT1	GPINT0	00h
DEFVALA	03	DEF7	DEF6	DEF5	DEF4	DEF3	DEF2	DEF1	DEF0	00h
INTCONA	04	IOC7	IOC6	IOC5	IOC4	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	00h
IOCON	05	BANK	MIRROR	SEQOP	DISSLW	HAEN	ODR	INTPOL	–	00h
GPPUA	06	PU7	PU6	PU5	PU4	PU3	PU2	PU1	PU0	00h
INTFA	07	INT7	INT6	INT5	INT4	INT3	INT2	INT1	INT0	00h
INTCAPA	08	ICP7	ICP6	ICP5	ICP4	ICP3	ICP2	ICP1	ICP0	00h
GPIOA	09	GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	00h
OLATA	0A	OL7	OL6	OL5	OL4	OL3	OL2	OL1	OL0	00h
IODIRB	10	IO7	IO6	IO5	IO4	IO3	IO2	IO1	IO0	FFh
IPOLB	11	IP7	IP6	IP5	IP4	IP3	IP2	IP1	IP0	00h
GPINTENB	12	GPINT7	GPINT6	GPINT5	GPINT4	GPINT3	GPINT2	GPINT1	GPINT0	00h
DEFVALB	13	DEF7	DEF6	DEF5	DEF4	DEF3	DEF2	DEF1	DEF0	00h
INTCONB	14	IOC7	IOC6	IOC5	IOC4	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	00h
IOCON	15	BANK	MIRROR	SEQOP	DISSLW	HAEN	ODR	INTPOL	–	00h
GPPUB	16	PU7	PU6	PU5	PU4	PU3	PU2	PU1	PU0	00h
INTFB	17	INT7	INT6	INT5	INT4	INT3	INT2	INT1	INT0	00h
INTCAPB	18	ICP7	ICP6	ICP5	ICP4	ICP3	ICP2	ICP1	ICP0	00h
GPIOB	19	GP7	GP6	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	00h
OLATB	1A	OL7	OL6	OL5	OL4	OL3	OL2	OL1	OL0	00h

IOC7 – IOC0 сброшен, соответствующий вход порта сравнивается с его предшествующей величиной.

Регистр конфигурации IOCON содержит несколько разрядов для выбора конфигурации микросхемы:

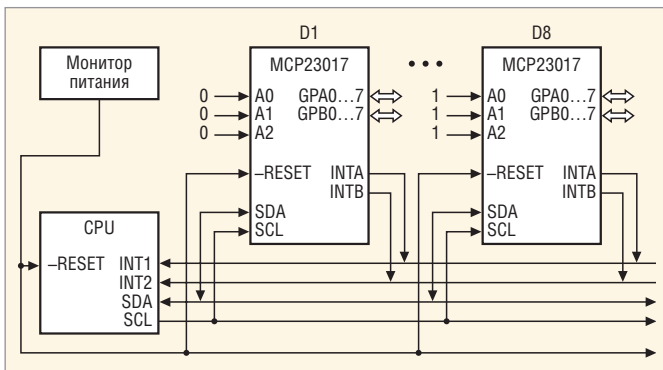


Рис. 7. Структурная схема подключения восьми микросхем MCP23017 к последовательному интерфейсу I²C

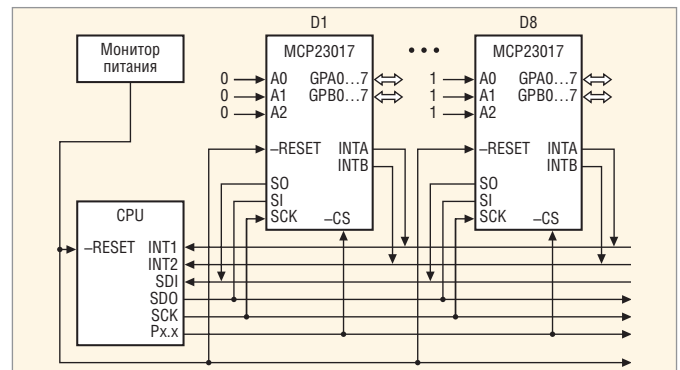


Рис. 8. Структурная схема подключения восьми микросхем MCP23S17 к последовательному интерфейсу SPI

- разряд 7 (BANK) определяет адресацию регистров (см. выше);
- разряд 6 (MIRROR) управляет отражением разрядов порта на вход прерывания. Если он сброшен, прерывание на выводе INTA формируется от порта A, а прерывание на выводе INTB формируется от порта B. Если данный разряд установлен, прерывание на выводах INTA и INTB формируется от любого из портов;
- разряд 5 (SEQOP) управляет автоматическим инкрементом адреса для режима последовательных операций. Если он сброшен, автоинкремент отключен, если установлен – автоинкремент включен. Это позволяет записывать и читать данные в один и тот же регистр, не указывая каждый раз его адрес, а также производить запись и чтение последовательно во все регистры, указав лишь адрес первого регистра;
- разряд 4 (DISSLW) позволяет контролировать скорость изменения сигнала SDA. Если он установлен, скорость изменения сигнала SDA не контролируется, если сброшен – контролируется;
- разряд 3 (HAEN) разрешает аппаратную адресацию (только для MCP23S17). Если он установлен, аппаратная адресация разрешена, а если сброшен – запрещена;
- разряд 2 (ODR) позволяет конфигурировать вывод прерывания как открытый сток, если он установлен. Если этот разряд сброшен, активный уровень вывода прерывания определяется разрядом полярности INTPOL;
- разряд 1 (INTPOL) определяет активный уровень вывода прерывания. Когда он установлен, активный уровень высокий, когда сброшен – активный уровень низкий;

- разряд 0 не используется и всегда читается как ноль.

Регистр GPPU служит для подключения к входам портов подтягивающих к источнику питания резисторов 100 кОм. Когда любой разряд из PU7 – PU0 этого регистра установлен в единичное состояние, соответствующий вывод порта подключается к подтягивающему резистору; когда данный разряд сброшен, соответствующий вывод порта отключается от резистора.

Регистр INTF отражает факт возникновения прерывания от выводов порта, которые сконфигурированы с помощью регистра GPINTEN. Установленный разряд этого регистра указывает, что соответствующий вход порта вызвал прерывание. Этот регистр предназначен только для чтения. Запись данных в этот регистр игнорируется.

Регистр захвата прерываний INTCAP позволяет определить уровень возникновения прерывания – 0 или 1. Этот регистр только читается и обновляется аппаратно во время возникновения прерывания. Регистр останется неизменным, пока прерывание не будет очищено с помощью чтения регистра INTCAP или GPIO.

Регистр GPIO отражает значение порта. Чтение из этого регистра считывает порт. Запись в этот регистр модифицирует регистр OLAT.

Регистр блокировки OLAT обеспечивает доступ к выходному буферу. Чтение из этого регистра заканчивается чтением буфера, а не самого порта. Запись в этот регистр модифицирует выходной буфер, который изменяет выводы, сконфигурированные в качестве выходов.

Конструкция

Конструктивно микросхемы могут быть изготовлены в одном из четырех типов корпусов.

Следует обратить внимание на очень удачное расположение выводов микросхем, которое позволяет разрабатывать простую трассировку для печатной платы. Чертежи корпусов с указанием размеров можно найти на интернет-странице производителя микросхем www.microchip.com.

СХЕМОТЕХНИКА ПРИМЕНЕНИЯ

На рисунке 7 показана структурная схема подключения восьми микросхем MCP23017 к последовательному интерфейсу I²C. В качестве управляющего устройства здесь выступает процессор CPU. Аналогичная схема подключения восьми микросхем MCP23S17 к последовательному интерфейсу SPI представлена на рисунке 8.

Как видно из представленных схем, первая из них – с последовательным интерфейсом I²C – заметно проще. Однако следует помнить, что тактовая частота данного интерфейса не превышает 1,7 МГц. Более сложная схема с последовательным интерфейсом SPI позволяет работать на частоте до 10 МГц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поскольку стоимость описанных микросхем составляет около 1 долл. США, они хорошо конкурируют с другими микросхемами подобного типа. А простота их применения и удачное для трассировки платы расположение выводов делает их использование предпочтительным. Если требуется преобразовать последовательный порт в один параллельный байт, можно воспользоваться ранее выпущенными микросхемами MCP23008 и MCP23S08 этой же фирмы, имеющими один 8-рядный порт ввода-вывода.



Новости мира News of the World Новости мира

Датчик угла поворота для коммутации бесщёточных двигателей постоянного тока

Фирма *Austriamicrosystems* расширяет свой ассортимент изделий магнитным датчиком угла поворота AS5134. Характеристики AS5134 соответствуют AEC-Q100, датчик предназначен специально для работы в температурном диапазоне до 150°C. При разрешении 8,5 разрядов AS5134 способен различать 360 положений на полном обороте в 360 градусов. При этом угловое положение может опрашиваться через последовательный или ШИМ-интерфейс. Дополнительно имеются три различно программируемых выхода приращений, один из которых выдаёт трёхфазный сигнал коммутации для бесщёточных двигателей постоянного тока.

Ещё одним свойством является программирование от 1 до 6 пар полюсов. AS5134 может работать в режиме сбережения энергии с потреблением менее 1,5 мА при времени переключения в нормальный режим 250 мкс. Функциями AS5134 являются программирование нулевого положения, определённого пользователем, диагностика корректного позиционирования магнитов и способность распознавания перерывов питания.

www.austriamicrosystems.com

Renesas R8C/Tiny для систем управления двигателями

Фирма *Renesas Technology Europe* сообщает о наличии специализированных стандартных продуктов (ASSP) в серии 16-разрядных микроконтроллеров R8C/Tiny. Они пригодны в качестве решений для простых систем управления двигателями, систем освещения и небольших приборов. Всего выпущено четыре группы элементов: R8C/2E-2F и R8C/2K-2L. Группы R8C/2E и /2F имеют



32 контакта и оснащены Flash-памятью 8 или 16 Кб. Спектр аналоговых функций включает в себя аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, два канала сравнения, последовательные UART-I/O-функции, а также 8-разрядный и 16-разрядный таймер.

www.vectorfields.com

Танталовые конденсаторы с интегрированной защитой

Танталовые конденсаторы семейства TAW фирмы *AVX* имеют защиту, включенную последовательно с ёмкостью, которая предотвращает короткое замыкание при выходе конденсатора из строя. Когда



ток, протекающий через конденсатор, превышает номинальный ток схемы защиты, конденсатор самостоятельно отключается, приобретая при этом сопротивление более 10 МОм. Конденсаторы не содержат свинец и соответствуют требованиям директивы RoHS.

www.avx.com

Широкополосный усилитель с напряжением питания 1,8 В

Компания *Infineon* представляет малошумящий широкополосный усилитель BGA728L7. По утверждению производителя, он является первым в мире малошумящим усилителем для мобильных ТВ-приложений, поддерживающим напряжения питания 1,8; 2,8; а также 3,3 В. Он спроектирован для диапазонов VHFIII, UHF и L. Кроме этого, он является предварительным телевизионным усилителем для мобильных приложений, который имеет два режима работы: высокое и низкое усиление. При слабых сигналах BGA728L7 в режиме высокого усиления усилитель повышает входную чувствительность за счёт коэффициента шума, равного 1,4 дБ, а также высокого усиления, равного 16 дБ. При мощных входных сигналах BGA728L7 может переключаться в режим низкого усиления, обеспечивая

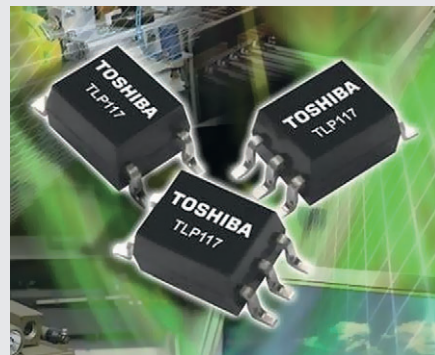


при этом повышенную линейность при потребляемом токе 0,5 мА.

www.infineon.com/rfmmic

Оптрон в миниатюрном корпусе

Компания *Toshiba Electronics Europe* представляет миниатюрный фотооптрон, характеризующийся напряжением изоляции 3,75 кВ и скоростью передачи 50 Мб/с. Оптрон TLP117 содержит в корпусе MFSOP6 размером 4,4 × 3,6 × 2,5 мм инфракрасный GaAlAs-светодиод и фотодетектор с высоким коэффициентом усиления. Элемент работает с номинальным напряжением 5 В, максимальный потребляемый ток составляет 5 мА. Внутреннее экранирование гарантирует устойчивость к синфазным помехам ин-



тенсивностью не менее 10 кВ/мкс. TLP117 соответствует всем международным стандартам и гарантирует работоспособность в температурном диапазоне -40...105°C.

www.toshiba-components.com

DC/DC-преобразователи с входным напряжением 10...36 В

Фирма *Vicor* расширяет своё предложение DC/DC-преобразователей семейством Max1 28 V с входным диапазоном 10...36 В. Модули выдают восемь различных выходных напряжений в диапазоне 3,3...48 В при максимальной мощности 200 Вт и имеют четыре различных рабочих температурных диапазона вплоть до -55°C.

www.vicoreurope.com