

Датчики температуры семейства TSic от компании ZMD

В статье рассказывается о микросхемах компании ZMD (www.zmd.de) серии TSic, представляющих собой недорогие, высокоточные температурные датчики уровня системы на чипе (SoC) со встроенным цифровым ядром и перепрограммируемой памятью EEPROM, полностью протестированные и калиброванные при их производстве.

Основным преимуществом устройств семейства TSic является высокая точность (до 0,05 °C) в сочетании с быстрым временем срабатывания, долговременной стабильностью, малым энергопотреблением и простотой применения.

Михаил ВИНОГРАДОВ
mike@fokom.ru

Серия ИС датчиков TSic специально спроектирована для построения эффективных в стоимостном отношении устройств измерения температуры с высокими рабочими характеристиками. Сфера применения этих датчиков достаточно широка — это системы автоматизации зданий, автомобильная промышленность, общая индустрия, бытовая техника, устройства с малым энергопотреблением или переносные мобильные устройства.

Микросхемы выполнены по оригинальной CMOS технологии со смешиванием сигнала и представляют собой так называемую систему на чипе (System-on-Chip, или SoC). В состав микросхем входят: источник опорного напряжения с выходом, пропорциональным температуре PTAT (proportional-to-absolute-temperature), прецизионный АЦП с низким потреблением и цифровой сигнальный процессор (DSP) с энергонезависимой памятью EEPROM. В датчиках реализован метод цифровой коррекции значений выходного сигнала в зависимости от температуры.

Серия TSic включает микросхемы как с аналоговым выходным сигналом напряжения, так и с цифровым интерфейсом. Возможны два варианта аналогового сигнала: стандартный выход от 0 до 1 В при напряжении питания

от 3,0 до 5,5 В и ратиометрический (диапазон выходного напряжения находится в пределах от 10 до ~90% напряжения питания). Цифровой интерфейс является однопроводным и работает согласно протоколу ZACwire, в соответствии с которым температура кодируется 11 разрядами выходного кода.

Большинство ИС датчиков (за исключением серии TSic506) предназначено для проведения измерений в диапазоне температур от -50 до +150 °C. По классу точности, в зависимости от измеряемого температурного диапазона, микросхемы серии TSic разделены на несколько групп (табл. 1). Внутри группы датчики полностью взаимозаменяемы, либо допускают замену на микросхемы более высокого класса точности.

Микросхемы серии TSic работают при напряжении от 3,0 до 5,5 В в диапазоне температур от -50 до +150 °C. Номинальный потребляемый ток (без нагрузки) составляет порядка 45 мкА, что подходит для многих переносимых устройств. Следует отметить, что все микросхемы на заводе калибруются при напряжении питания 5 В. При питании микросхем напряжением от 3,5 до 4,5 В точность будет уменьшаться. В таблице 2 приведены значения выходных сигналов микросхем серии TSic с аналоговым и цифровым выходом в зависимости от температуры.

Для микросхем с цифровым выходом значение температуры можно рассчитать по формулам:

$$\text{Температура} = \frac{\text{Значение цифрового сигнала}}{2047 \times 200 - 50}, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Микросхемы серии TSic выпускаются в корпусах SOP8, TO92 и COF (Chip-on-Flex) (табл. 3). Корпус COF имеет размеры 0,7 × 3,5 × 30 мм. Благодаря низкой теплоемкости датчик имеет высокое быстродействие. COF-корпус в сочетании с 4-контактным адаптером можно использовать для SMT монтажа.

Таблица 1. Температурный диапазон и точность микросхем серии TSic

Продукт	Разрешение, °C	Диапазон T1, °C	Точность1, °C	Диапазон T2, °C	Точность2, °C	Диапазон T3, °C	Точность3, °C
TSic 101/106	0,1	+15...+25	< ±0,5	0...+40	< ± 1,0	-50...+150	тип. ±1,5
TSic 201/206	0,1	+10...+90	< ±0,5	-20...+110	< +0,95 > -0,5	-50...+150	< +2,0 > -0,5
TSic 301/306	0,1	+10...+90	< ±0,3	-20...+110	< +0,95 > -0,3	-50...+150	< +2,0 > -0,3
TSic 506	0,034	+5...+45	< ±0,1	-5...+55	< +0,2 > -0,1	-10...+60	< +0,3 > -0,1

Таблица 2. Значения выходного сигнала микросхем серии TSicTM

Температура, °C	TSic-101, -201, -301	TSic-106, -206, 306
	Аналоговый выход (0–1 В)	Цифровой выход
-50	0,000	0x000
-10	0,200	0x199
0	0,250	0x200
25	0,375	0x2FF
60	0,550	0x465
125	0,875	0x6FE
150	1,000	0x7FF

Таблица 3. Наименование и внешний вид датчиков в корпусе COF

Корпус	Наименование	Температурный диапазон, °C	Внешний вид
COF (Chip-on-Flex)	TSic 301WCB	-50...+150	
	TSic 306WCB	-50...+150	
	TSic 506WCB	-10...+60	

Протокол ZACwire для TSic

Протокол ZACwire представляет собой однопроводной протокол обмена. Кодирование битов в нем осуществляется подобно коду Манчестера. Так как тактовая информация заложена в самом передаваемом сигнале, это позволяет протоколу быть нечувствительным к скорости обмена между двумя конечными устройствами.

TSic передает однобайтные пакеты (рис. 1). Эти пакеты состоят из стартового бита, восьми бит данных и бита четности. Номинальная скорость передачи 8 кГц (125 мкс). В исходном состоянии сигнал имеет высокий уровень. Когда начинается передача, генерируется стартовый бит, за ним следуют 8 бит данных (старший разряд первым, младший — последним). Пакет заканчивается битом четности.

TSic обеспечивает получение данных о температуре с 11-битным разрешением. Эти данные не могут быть сформированы в один пакет. Поэтому передача температурных данных из TSic состоит из двух пакетов (рис. 2). Первый пакет содержит 3 старших бита температурной информации, а второй — оставшиеся восемь. Существует один бит высокого уровня (стоп-бит) между концом первого пакета и стартом второго пакета.

Кодирование битов осуществляется следующим образом (рис. 3). Стартовый бит всегда больше или равен 50% длительности периода бита (125 мкс при номинальной частоте передачи в 8 кГц). Уровень логической «1» фиксируется при условии, что длительность нахождения импульса в состоянии логической «1» в течение одного периода больше или равна 75% длительности этого периода. Соответственно, логический «0» фиксиру-

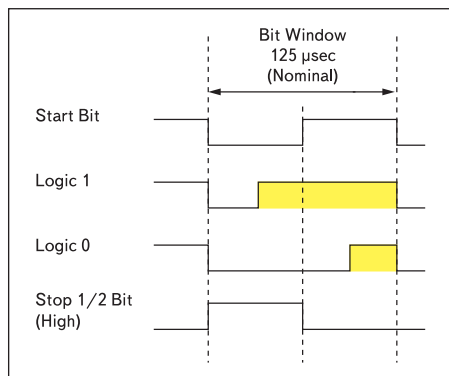


Рис. 3. Принцип кодирования битов

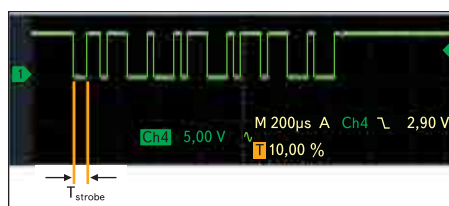


Рис. 4. Осциллограмма передачи пакета по протоколу ZACwire

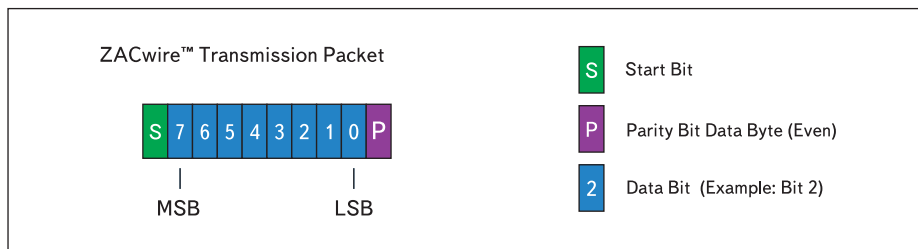


Рис. 1. Передающий пакет ZACwire

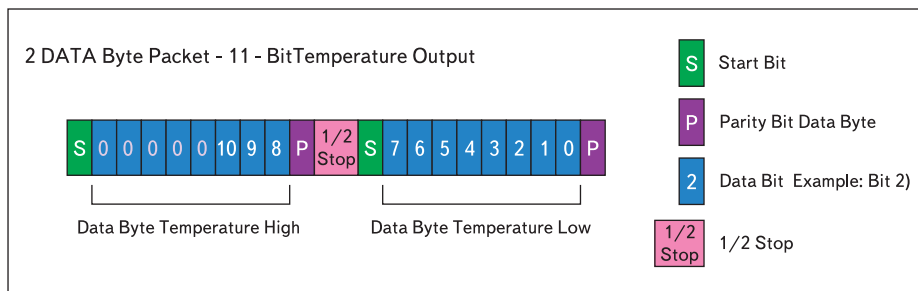


Рис. 2. Полный пакет ZACwire

ется при длительности импульса, большей или равной 25% длительности периода. Длительность стоп-бита всегда равна 1/2 длительности битового периода. Он имеет высокий уровень и всегда стоит в пакете между байтами.

Осциллограмма передачи простого пакета данных 96Hex по протоколу ZACwire показана на рис. 4. Бит четности равен нулю.

Сопряжение микросхем серии TSic с цифровыми устройствами

Микросхемы TSic автоматически генерируют пакеты выходных данных с программируемой частотой порядка 10 Гц (время ответа 0,1 с). Чтение пакета данных, передаваемых по интерфейсу данных ZACwire, происходит следующим образом. При поступлении стартового импульса по падающему фронту измеряется время до перехода импульса в высокое состояние. Это время называется временем стробирования (T_{strobe}). Далее, по каждому падающему фронту после задержки времени, равной T_{strobe} , происходит выборка (чтение) состояния сигнала ZACwire. Рекомендуется частоту дискретизации сигнала для измерения T_{strobe} устанавливать 16-кратной номинальной скорости передачи. Номинальная скорость передачи равна 8 кГц, поэтому частота дискретизации должна быть, как минимум, 128 кГц.

Для соединения сигнала ZACwire с микроконтроллером лучше использовать вход с возможностью работы по прерыванию по падающему фронту. Бит четности необходимо использовать при наличии сильных помех при длине линии передачи более 2 м. При отсутствии помех бит четности можно игнорировать.

Если система не допускает возможности работы по прерыванию, то микроконтроллер должен инициировать процесс чтения температурных данных. Это можно реализовать путем подачи напряжения питания на микросхему TSic с выхода микроконтроллера. Тогда после подачи напряжения эта микросхема в течение примерно 65–85 мс передаст первый пакет температурных данных. Преимущество этого метода подачи напряжения на микросхему заключается в том, что на время ожидания (в режиме power down) можно уменьшить среднеквадратический ток потребления с номинального значения в 45 мкА до нуля.

Микросхема TSic — это аналогово-цифровая микросхема со смешиванием сигнала, поэтому она имеет лучшие характеристики при работе от источника питания с низким шумом. При питании от микроконтроллера будет присутствовать цифровой шум. Поэтому при включении ИС через порт микроконтроллера целесообразно использовать простой RC-фильтр (рис. 5).

Для оценки и тестирования микросхем серии TSic компания ZMD предлагает отладочный набор TSic LABkit (рис. 6). К компьютеру он подключается посредством USB-кабеля.

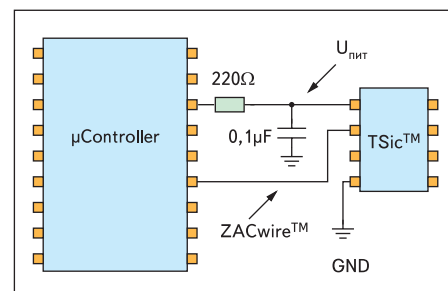


Рис. 5. Схема питания микросхем от микроконтроллера



Рис. 6. Отладочный набор TSic LABkit™

Его программное обеспечение позволяет отображать на дисплее компьютера сигналы с выходов четырех датчиков температуры с возможностью записи в текстовый файл (минимального, максимального и среднего значений), а также дальнейшего импорта в другие приложения, например Excel.

Информация, представленная в статье, иллюстрирует простоту достижения результатов при измерении температуры с ИС датчиков серии TSic — как в процессе разработки, так и при эксплуатации этих устройств в составе различных пользовательских модулей. Более подробную информацию можно почерпнуть на сайте производителя www.zmd.de. ■