

Высокотемпературный датчик температуры с интерфейсом Microlan

Владимир Бартнев, Мария Бартнева (syntaltechno@gmail.com)

В данной статье пойдёт речь о необычном применении интегральной микросхемы DS2436, в состав которой входят термочувствительный элемент, АЦП и интерфейс Microlan. Для расширения диапазона измеряемых температур до +500°C в датчике применён платиновый чувствительный элемент.

ВВЕДЕНИЕ

Семейство микросхем с однопроводным интерфейсом Microlan (1-Wire) производства Dallas Semiconductor на протяжении многих лет остаётся инновационным и востребованным на рынке. Популярность данных микросхем столь велика, что поглотившая Dallas Semiconductor компания MAXIM с 2001 года продолжает выпускать знаменитые цифровые датчики температуры (например, DS18B20), кодовые ключи (например, iButton DS1990) и прочие микросхемы массового применения с префиксом DS.

ИНТЕРФЕЙС MICROLAN (1-WIRE)

Однопроводной интерфейс 1-Wire, разработанный фирмой Dallas Semiconductor [1], рекомендован разработчиками для применения в таких приложениях, как:

- приборы в специальных корпусах MicroCAN для решения проблем идентификации, переноса или преобразования информации (технология iButton);
- программирование встроенной памяти интегральных компонентов;
- идентификация элементов оборудования и защита доступа к ресурсам электронной аппаратуры;
- системы автоматизации (технология 1-Wire-сетей).

Преимущества однопроводного интерфейса определяются следующими факторами:

- простое и оригинальное решение адресации абонентов;
- несложный протокол;
- простая структура линии связи;
- малое энергопотребление;
- лёгкое изменение конфигурации сети;

- значительная протяжённость линий связи;
- исключительная дешевизна всей технологии в целом.

1-Wire-сеть представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных (DATA) и один возвратный (или земляной) провод (RET). Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть применены доступные кабели, содержащие неэкранированную витую пару той или иной категории, и даже обычный телефонный провод. Ограничение на максимальную длину однопроводной линии составляет около 300 м.

Благодаря наличию в составе любого микроконтроллера, снабжённого 1-Wire-интерфейсом, индивидуально-адреса, столь же уникального, как и номер денежной купюры (отсутствие совпадения адресов для микроконтроллеров гарантируется производителем), такая сеть имеет практически неограниченное адресное пространство. При этом каждый микроконтроллер без каких-либо дополнительных аппаратно-программных модификаций готов к работе.

Микроконтроллеры 1-Wire являются самоадресуемыми и программируемыми. В основе обмена информацией между ними лежит управление длительностью импульсных сигналов в однопроводной среде и их измерение. Передача сигналов для 1-Wire-интерфейса – асинхронная и полудуплексная, а вся информация, циркулирующая в сети, воспринимается абонентами либо как команды, либо как данные. Команды сети генерируются мастером и обеспечивают раз-

личные варианты поиска и адресации ведомых микроконтроллеров. Стандартная скорость работы 1-Wire-сети, изначально установленная на уровне 16,3 Кбит/с, была выбрана исходя из обеспечения максимальной надёжности передачи данных на большие расстояния и с учётом быстродействия наиболее широко распространённых типов универсальных микроконтроллеров, которые в основном должны использоваться в качестве ведущих устройств 1-Wire-шины. Для работы в этой сети выпускается целый ряд устройств, таких как адресуемые АЦП, термометры, часы реального времени, цифровые потенциометры. Кстати, такой же протокол обмена имеют и цифровые ключи iButton (или Touch Memory), которые сейчас широко используются в системах ограничения доступа. Среди перечисленных устройств особое место занимают микросхемы для мониторинга заряда аккумуляторов DS2436 и DS2438. Уникальность их состоит в том, что, наряду с температурным датчиком, в них вмонтированы АЦП [1]. Ниже будет рассмотрено применение микросхемы DS2436 с одним АЦП. Впрочем, предложенный вариант её использования легко может быть перенесён и на DS2438 с двумя АЦП.

МИКРОСХЕМА DS2436 И ПЛАТИНОВЫЙ ДАТЧИК

Микросхема DS2436 [3] обеспечивает измерение температуры в диапазоне $-55...+125^{\circ}\text{C}$ с дискретностью $0,03125^{\circ}\text{C}$. Кроме того, встроенный 10-разрядный АЦП позволяет измерять напряжение постоянного тока от 3 до 10 В с разрешением 10 мВ. Микросхема выпускается в двух типах корпусов: в 3-выводном TO-92 и 8-выводном SOIC (см. рис. 1).

Чтобы понять, как устроена данная микросхема, рассмотрим её блок-схему, показанную на рисунке 2. Фактически DS2436 представляет собой программируемый микроконтроллер с блоком управления, ПЗУ, ОЗУ, схемой измерения температуры и

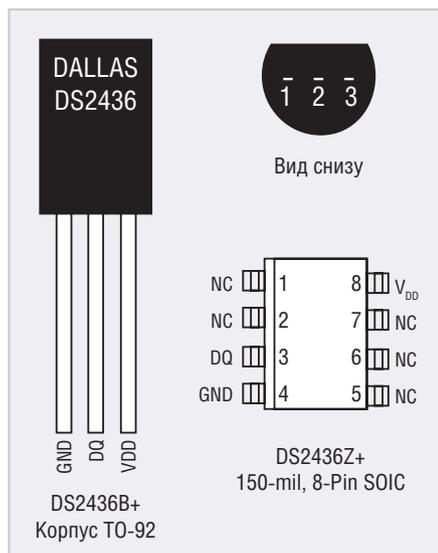


Рис. 1. Внешний вид микросхемы DS2436

преобразованием её в цифровой код, АЦП и однопроводным интерфейсом. Температурный регистр имеет 13-разрядный формат, а регистр напряжения – 10-разрядный. Диапазон измерения напряжения составляет 0...10 В с разрешением 10 мВ, но, поскольку вход напряжения питания микросхемы совмещён с входом АЦП, работоспособность микросхемы сохраняется только при подаче напряжения свыше 2,4 В. Более подробно узнать об устройстве и программировании микросхемы DS2436 можно в её описании [3].

Для измерения температуры в широком диапазоне, как правило, применяются аналоговые платиновые датчики, в частности популярные в последнее время тонкоплёночные платиновые датчики фирмы Heraerus Instruments [2], однако они представляют собой только чувствительный элемент с двумя выводами и для реализации цифрового интерфейса с таким датчиком требуются АЦП, дополнительный микроконтроллер, разработка для него специальной программы и, самое главное, калибровка такого датчика температуры по особой методике.

В данном случае мы воспользуемся сопряжением платинового датчика с 10-разрядным АЦП микросхемы DS2436. Такой вариант, бесспорно, является выигрышным благодаря реализации на одном кристалле прямого преобразования «температура – цифра», не требующего внешних АЦП и других компонентов, калибровки и коррекции характеристик в процессе изготовления, возможности адре-

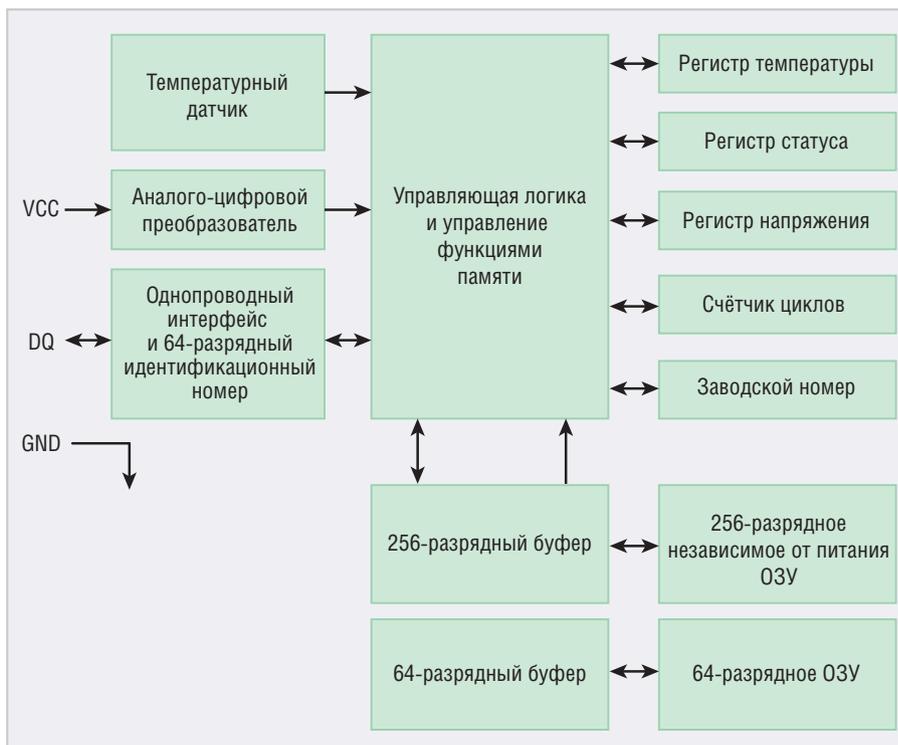


Рис. 2. Блок-схема микросхемы DS2436

сации большого числа цифровых датчиков, работающих на одной шине за счёт встроенного цифрового интерфейса Microlan.

При рассмотрении такого сопряжения имеет смысл процитировать формулу изобретения высокотемпературного датчика температуры [4]. Датчик состоит из интегральной микросхемы DS2436, в состав которой входят термочувствительный элемент, АЦП и стандартный цифровой интерфейс Microlan, выход которого является выходом высокотемпературного датчика температуры, отличающийся тем, что в него дополнительно введены вынесенный в точку измерения платиновый чувствительный элемент, подстроечный резистор, источник питания, первый и второй инте-

гральные стабилизаторы напряжения. Один вывод платинового чувствительного элемента подключён как к входу АЦП микросхемы DS2436, так и к общему выводу первого стабилизатора напряжения и через подстроечный резистор к его выходу. Вход первого стабилизатора напряжения подключён к плюсу источника питания, другой вывод платинового датчика соединён с входом и выходом второго стабилизатора напряжения, общий вывод которого, как и общий вывод микросхемы DS2436, соединён с минусом источника питания.

В предлагаемом высокотемпературном датчике расширен диапазон измеряемых температур до +500°C, реализован цифровой интерфейс Microlan и предельно упрощена процедура кали-

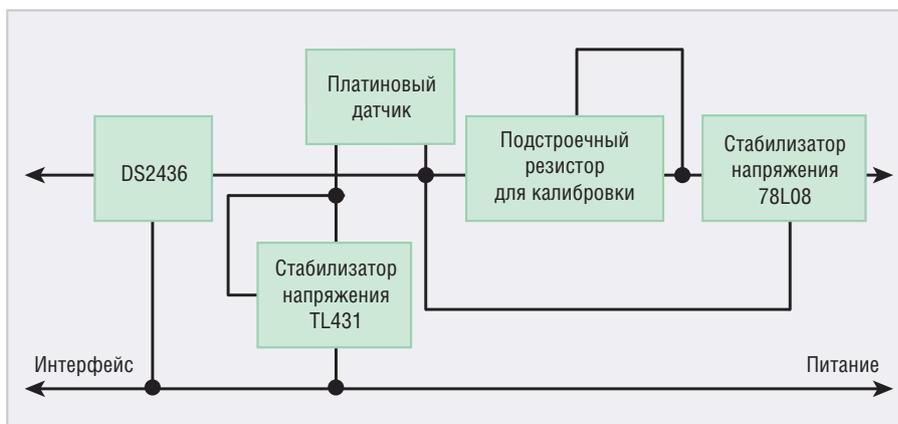


Рис. 3. Блок-схема сопряжения платинового датчика и DS2436



Рис. 4. Калибровка платинового датчика при комнатной температуре с помощью DS2436, подключённого к Arduino MEGA с LCD-дисплеем

бровки датчика, т.к. микросхема калибруется при её изготовлении.

На рисунке 3 представлена блок-схема датчика, в которую входят микросхема типа DS2436, первый стабилизатор напряжения типа 78L08, второй стабилизатор напряжения типа TL431, подстроечный резистор R_v номиналом 1–3 кОм, платиновый чувствительный элемент R_t типа НМ компании Heraerus Instruments. Данный чувствительный элемент характеризуется высокой

линейностью, стабильностью работы в широком диапазоне температур $-70...+500^{\circ}\text{C}$ и имеет сопротивление 1000 Ом (HM1020) при 0°C (спецификация DIN EN 60751). Самопрогрев не превышает $0,3 \text{ мВт}/^{\circ}\text{C}$ при рабочем токе от 0,1 до 1,0 мА.

Рассмотрим работу высокотемпературного датчика температуры. При включении питания микросхема DS2436 инициализируется по стандартному интерфейсу Microlan, и 10-разрядный АЦП начинает осуществлять преобразование в цифровой код напряжения на платиновом чувствительном элементе. Ток через чувствительный элемент стабилизирован первым стабилизатором напряжения 78L08, включённым по схеме стабилизатора тока, при стабилизированном опорном напряжении, обеспечиваемым вторым стабилизатором TL431. С помощью подстроечного резистора осуществляется установка рабочей точки платинового датчика путём сравнения температуры, измеряемой микросхемой DS2436, и температуры, измеряемой предложен-

ным высокотемпературным датчиком, когда платиновый чувствительный элемент находится в непосредственной близости от микросхемы DS2436 (см. рис. 4). На рисунке сверху видна плата сопряжения с датчиком.

Преимуществами предложенного высокотемпературного датчика являются его высокая стабильность, низкая стоимость, простота конструкции и наличие стандартного цифрового интерфейса Microlan.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бартенев В.Г.* Цифровые датчики температуры и их применение. Датчики и системы. 2004. № 12.
2. http://heraeus-sensor-technology.com/en/produkte_1/temperatursensorelemente/elemente.aspx
3. <https://pdfserv.maximintegrated.com/en/ds/DS2436.pdf>
4. Патент № 151200. Высокотемпературный датчик температуры с интерфейсом Microlan. Бартенев В.Г., Бартенев Г.В., Битюков В.К. по заявке № 2014124976, зарегистрировано в Госреестре 24.02.2015 г.



Микроволновая Электроника

Контрольно-измерительное оборудование "Микроволновая Электроника"

**Измерительный приемник
MWR-135UW**

Полоса разрешения (RBW)	0,1 Гц
Полоса демодуляции и записи	260 МГц
Фазовый шум	-139 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)
Скорость сканирования	58 Гц/сек
Диапазон рабочих частот	8 кГц - 13,5 ГГц
Чувствительность	-144 дБм/Гц
Динамический диапазон	153 дБ
Интерфейс вывода данных	10 Гбит/с Ethernet (SFP+)
17" графический сенсорный дисплей	

**Векторный генератор сигналов
MWT-160U**

Госреестр

Выходная мощность до	2 Вт
Ширина полосы модулирующих частот (внутренний цифровой baseband-генератор)	560 МГц
Фазовый шум	-139 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)
Диапазон рабочих частот	8 кГц - 16 ГГц
Встроенные цифровые виды модуляции	M-PSK, M-QAM, OOK, M-ASK, M-FSK, GMSK, произвольный
Интерфейс ввода данных и управления	10 Гбит/с Ethernet (SFP+), 1 Гбит/с Ethernet (SFP) - опции
Скорость передачи более 3 Гбит/с по радиоканалу	

**Измерительный приемник
MWR-8000**

Полоса анализа реального времени	1,5 ГГц
Частота дискретизации	4 ГГц (12 бит)
Интерфейс вывода данных	100 Гбит/с Ethernet
Фазовый шум	-136 дБн/Гц (отстр. 10 кГц от 1 ГГц)
Чувствительность	-144 дБм/Гц
Динамический диапазон	151 дБ/Гц
Диапазон рабочих частот	8 кГц - 8 ГГц
Объем встроенной памяти выборки	64 Гб
21,5" графический сенсорный дисплей	

www.mwel.ru

Микроволновая Электроника

Контрольно-измерительное оборудование "Микроволновая Электроника"

Реклама

e-mail: info@mwel.ru

тел. +7 (495) 137-5335



РАДИОКОМПЛЕКТ-ВП

ПОСТАВЩИК ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

российских и зарубежных производителей



- Комплексная поставка электронных компонентов импортного производства, стран СНГ и России
- Печатные платы, твердотельные накопители
- Инверторы, конвертеры, источники питания, зарядные устройства для всех типов аккумуляторов
- Постоянно в наличии весь ряд SMD-компонентов и электрических соединителей
- Работаем в соответствии с основными федеральными законами №223-ФЗ от 18.07.2011, №44-ФЗ от 05.04.2013, №275-ФЗ от 29.12.2012
- СМК соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001-2011, ГОСТ РВ 0015-002-2012, ЗС РД 009-2014, ЗС РД 010-2015