

Система сбора информации

Юрий Мартышевский (г. Томск)

Приводится описание четырёхканальной системы сбора информации о распределении температуры во времени. Управление процессом измерения осуществляется микроконтроллером PIC16F84A. Связь с персональным компьютером осуществляется по интерфейсу RS232. Универсальность выполненного на основе термопары блока датчика температуры позволяет в дальнейшем легко изменять конфигурацию системы.

Системы сбора информации (ССИ) занимают ключевое место при автоматизации экспериментов в научных исследованиях. Характеристиками ССИ являются количество линий, связывающих персональный компьютер (ПК) с датчиками информации, скорость передачи, а также простота конструкции, возможность дальнейшего развития и модернизации системы [1]. Эти характеристики наряду с другими влияют на стоимость и время проведения эксперимента.

Одним из путей уменьшения количества линий связи является использование в ССИ интерфейса MicroLAN наряду с RS232. Достоинства такого решения очевидны. Как правило, линии RS232 в специализированных лабораториях уже проложены и подключение дополнительных устройств возможно без нарушения работы сети [2, 3].

В статье приводится описание надёжной 4-канальной ССИ о распределении температуры. Для измерения температуры в системах с интерфейсом MicroLAN обычно при-

меняют полупроводниковые датчики (DS1620, DS1820 и др.) с диапазоном измеряемых температур $-55...+125^{\circ}\text{C}$. Для измерения более высоких температур применяют термопары [3].

Принципиальная электрическая схема блока датчиков системы приведена на рис. 1. Каждый канал датчиков температуры содержит усилитель, источники питания и аналого-цифровой преобразователь (АЦП). В качестве первичных датчиков температуры в ССИ используются термопары типа J (железо-константан). Усилитель используется для согласования сигнала термопары с входным диапазоном работы АЦП. В схеме использован инструментальный высокоточный усилитель INA114. Для его работы требуется минимальное количество навесных элементов. Он характеризуется низким температурным дрейфом ($0,25 \text{ мкВ}/^{\circ}\text{C}$), подавлением синфазной помехи (115 дБ при $K = 1000$) и высоким коэффициентом усиления K ($1...10\,000$) [4]. Последний задаётся резистором R10, сопротивление которого рассчиты-

вается по формуле $R10 = 50/(K - 1)$ [кОм]. Например, для $K = 100$ оно должно быть $505,1 \text{ Ом}$. Полоса пропускания зависит от K и при $K = 100$ составляет 10 кГц .

Для повышения помехоустойчивости ССИ в источниках питания DA4 и DA1 установлены низкочастотные RC-фильтры (на рис. 1 они не показаны). Компенсация температуры холодного спая реализуется с помощью диода 1N4148. Этот диод имеет непосредственный тепловой контакт с выводами термопары. В ССИ используется 4-канальный АЦП DS2450 (12...16 бит), поддерживающий интерфейс MicroLAN.

Принципиальная электрическая схема блока управления ССИ приведена на рис. 2. Для управления использован 8-битный микроконтроллер (МК) PIC16F84A, который включён по типовой схеме. Часы для отсчёта времени в ССИ выполнены на микросхеме DS1307 с кварцевым резонатором $32\,768 \text{ Гц}$ и подключены к МК по интерфейсу I²C. Питание часов осуществляется от батареи типа CR2025 (3 В), а установка времени производится с помощью кнопок SB1 и SB2.

Индикация в ССИ реализована по динамическому принципу. Таймером TMR0 МК генерируются прерывания программы ($5 \times 10^{-3} \text{ с}$). Отображаемая на индикаторе (CC56-12SRWA) информация побитно последовательно выводится через вывод RB7 МК и вводится в буфер-

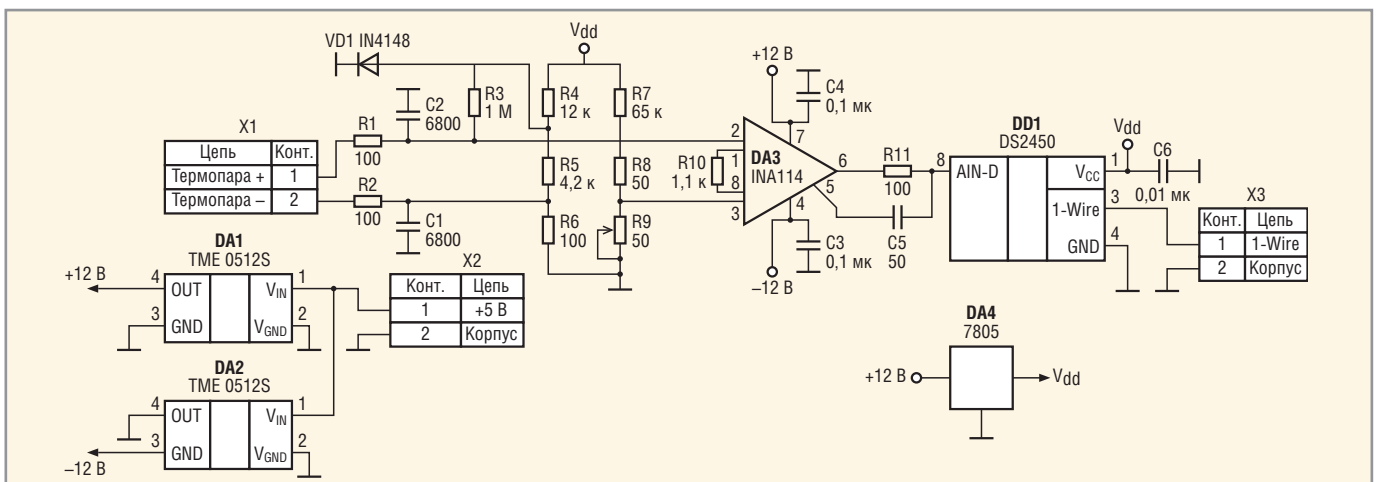


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема блока датчиков системы сбора данных

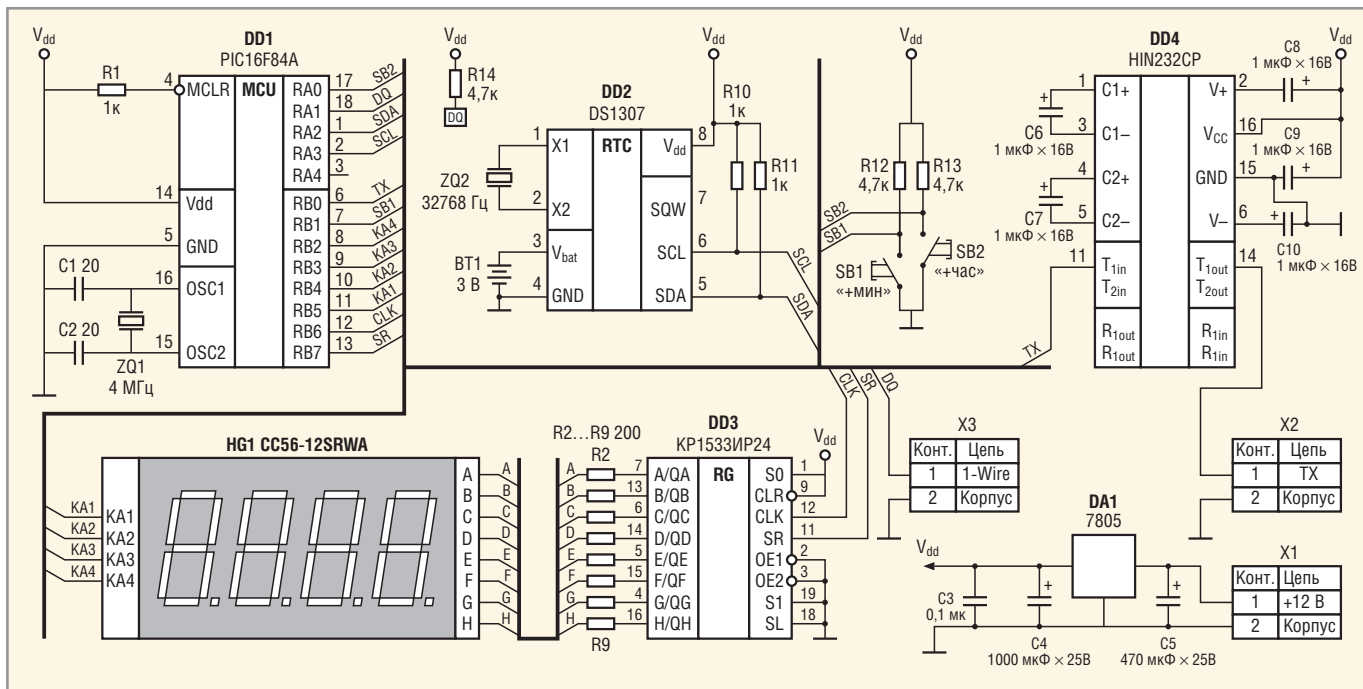


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема блока управления системы сбора данных

ный регистр (KP1533IP24). Выбор знакоместа индикатора осуществляется путём подачи лог. 0 на выходы RB2 – RB5 МК.

Процесс измерения температуры начинается по команде с ПК (запускается АЦП, устанавливается номер канала, считываются результаты измерения). Считанный с датчиков 12-битный двоичный код преобразуется в двоично-десятичный код и округляется. В качестве источника опорного напряжения для АЦП и мостовых схем всех каналов используется высокоточный стабилизатор (7805). 12-битный АЦП обеспечивает необходимое разрешение во всём диапазоне измеряемых температур, и поэтому десятичная точка на индикаторе не используется. Асинхронный интерфейс RS232 для передачи информации между МК и ПК реализован на микросхеме HIN232CP. Передача осуществляется сигналом TX, поступающим с вывода RB0 МК.

По команде ПК «начать АЦ-преобразование» в регистрах DS1307 сохраняется текущее время: часы, минуты, секунды. В дальнейшем эти данные используются для протоколирования. После паузы, необходимой для окончания преобразования и считывания данных из АЦП, выставляется бит `_txmtReady`, сигнализирующий о том, что новые данные подготовлены к передаче. Программа постоянно анализирует этот бит и в

случае установки лог. 1 инициализирует процесс передачи данных в количестве 6 байт за время между двумя циклами динамической индикации. Первый байт всегда равен 255 (11111111 в двоичном виде) и необходим для разделения предыдущего и текущего значения в буфере приёмника ПК, второй, третий и четвёртый байты – это часы, минуты и секунды соответственно, последние два байта – результат преобразования.

Источник питания блока датчиков выполнен на DC/DC-преобразователях TMA0512S, преобразующих 5 В от внешнего источника в напряжение ± 12 В, необходимое для работы схемы. В схеме использованы RC-фильтры для устранения паразитной связи усилителей каждого канала по источникам питания.

Линеаризация термометра проводилась по двум контрольным точкам: 0 и 100°C. Перед началом измерений необходима калибровка системы, при которой устанавливается нулевой уровень выходного напряжения. Производится она с помощью резистора R9 (СП5-2), который балансирует мост, состоящий из резисторов R3 – R9. Используемые резисторы должны быть высокой точности (с погрешностью не больше 1%) с возможно малым ТКС. Термопару можно применять любую, согласуя при этом выходной сигнал усилителя с входом АЦП по диапазону и полярности. Подключение термопары осу-

ществляется с помощью зажима (например, МКДСН 300 или подобного). Для каждой термопары используется свой усилитель. Усилители расположены на идентичных платах. Применяется всего два типа плат (на второй расположены ещё АЦП и вторичные источники). Внешний вид печатных плат ССИ показан в дополнительных материалах на сайте журнала. На плате для уменьшения наводок общие проводники всех видов питания (V_{dd} , $-V_{cc}$ и $+V_{cc}$) соединены в одной точке. Программа драйвера ССИ написана на СИ++ и отлажена в MPLab7.2.

ССИ применялась для измерения температуры муфельной электропечи при исследовании структуры металлов в процессе их отжига. Лёгкость изменения конфигурации ССИ позволила существенно упростить процесс измерения температуры во многих приложениях и экспериментах. Погрешность измерения температуры во всём диапазоне не превышает $\pm 1^\circ\text{C}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC. Под ред. У. Томпкинса и Дж. Уэбстера. М.: Мир, 1992.
2. Мартышевский Ю.В. Термометр для измерения высоких температур. Радиоло. 2006. № 1.
3. www.dalsemi.com.
4. www.burr-brown.com.