

Энергонезависимые регистры памяти повышают надежность цифровых датчиков температуры

Б. Морган¹

УДК 681.586.6 | ВАК 05.27.01

Перегрев электронного изделия может вызывать катастрофические последствия для системы. Эффективное управление тепловыми режимами играет ключевую роль в повышении надежности и предотвращении выхода изделия из строя. Для управления тепловыми режимами разработчики широко применяют программируемые пользователем цифровые датчики температуры с I²C-интерфейсом. Многочисленных проблем, связанных с реализацией проектных решений в этой области, можно избежать, если использовать цифровые датчики температуры со встроенными энергонезависимыми регистрами памяти. Рассмотрим, как энергонезависимые регистры памяти в цифровых датчиках температуры помогают повысить надежность системы и обеспечить оптимальные решения для управления тепловыми режимами.

РЕГИСТРЫ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ

Вначале остановимся на базовой информации о встроенных регистрах серийно выпускаемых датчиков температуры с I²C-интерфейсом. Датчики этого типа, которые иногда называют устройствами, совместимыми с протоколом типа LM75, содержат четыре основных внутренних регистра:

- регистр-указатель;
- конфигурационный регистр;
- регистр порогового значения высокой температуры (T_{HIGH});
- регистр порогового значения низкой температуры (T_{LOW}).

Регистры позволяют пользователю устанавливать и настраивать рабочие параметры температурного датчика в процессе инициализации, выполняемой хост-контроллером после подачи питания. Кроме перечисленных регистров, в датчиках предусмотрен регистр температуры для хранения данных о температуре. Регистр-указатель обеспечивает доступ к одному из четырех регистров путем косвенного указания на выбранный регистр. К конфигурационному регистру, регистру пороговых значений T_{LOW} и T_{HIGH} и регистру температуры нельзя получить доступ непосредственно с помощью I²C-команд, только через регистр-указатель (рис. 1).

Конфигурационный регистр используется для управления основными рабочими режимами и параметрами устройства, в том числе разрешением преобразования температуры, списком допустимых сбоев, полярностью вывода ALERT, режимом аварийного стабилизатора температуры

и режимом отключения. В некоторых устройствах, предлагаемых на рынке, предусмотрен также однократный энергосберегающий режим (one-shot mode), который позволяет устройству выйти из режима ожидания, чтобы выполнить измерение температуры, обновить температурный регистр и затем вернуться в режим ожидания.

Температурный регистр – это доступный только для чтения регистр, который хранит оцифрованный результат последнего измерения температуры. Температурный регистр можно считывать в любой момент, что не влияет на ход выполнения других незавершенных процессов, поскольку измерения температуры выполняются в фоновом режиме.

Регистры порогов T_{LOW} и T_{HIGH} хранят программируемые пользователем значения верхнего и нижнего порога температуры для сигнализации перегрева. На рис. 2 показан типовой температурный профиль. Когда пользователь выберет для пороговых значений T_{LOW} и T_{HIGH} величины, равные, например, 50 и 85 °С, датчик температуры установит соответствующие флаги и уведомит хост-контроллер при достижении обоих пороговых значений.

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЗАВИСИМЫХ РЕГИСТРОВ ПАМЯТИ

Рассмотрев базовые принципы работы регистров памяти, перейдем к описанию широко распространенных проблем, связанных с установкой параметров этих регистров. Первая проблема заключается в том, что регистры относятся к энергозависимому типу памяти, значит при отключении питания хранимые в них данные будут утеряны.

Поскольку энергозависимые регистры памяти следует обновлять при каждом включении и инициализации

¹ Компания Microchip, менеджер по маркетингу продукции.

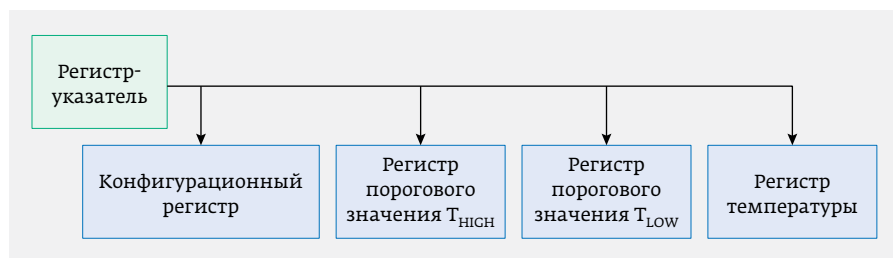


Рис. 1. Регистры типовых датчиков температуры с цифровым выходом

системы, нельзя исключить риск случайной установки некорректных параметров, что может вызвать выход температурных режимов работы изделия за пределы допустимых норм. Задумывались ли вы о том, сколько раз устройство включается и выключается за время срока его службы? Одни изделия – сотни раз, другие – тысячи, что повышает вероятность сбоев в процессе подачи питания на устройство.

В приведенном выше примере для регистров пороговых значений T_{LOW} и T_{HIGH} были установлены соответственно величины 50 и 85 °C. Что произойдет, если случайно T_{HIGH} установится на 185 °C из-за системных помех в процессе включения питания, которые могут вызвать ошибочное программирование всего одного бита? Событие может не повлечь за собой воспламенение изделия, но станет причиной неоптимального и, возможно, даже катастрофического поведения системы. Во многих современных продуктах предусмотрено выполнение различных процессов во время подачи питания на устройство, например, синхронизации основных блоков устройства – критически важного для надежного функционирования продукта процесса.

Еще один вытекающий из этого вопрос: сколько раз потребитель должен вернуть производителю продукт для анализа отказов, чтобы можно было воспроизвести данный режим отказа в условиях тестовой лаборатории? Зачастую ситуация складывается следующим образом: тестирование на предприятии показывает, что изделие работоспособно, потребителю передается отчет с формулировкой

«проблем не обнаружено». Одна из задач оптимального проектирования изделия – анализ методом «что-если» для того, чтобы выявить возможные варианты режимов отказа у конечного потребителя и постараться исключить их путем реализации соответствующих проектных решений в продукте до запуска изделия в серийное производство.

ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМЫЕ РЕГИСТРЫ ПАМЯТИ МЕНЯЮТ ПРАВИЛА ИГРЫ НА РЫНКЕ

В решении перечисленных выше проблем поможет датчик температуры, который содержит не только энергозависимые, но и встроенные регистры энергонезависимой памяти (рис. 3). В таком датчике конфигурационный регистр и регистры пороговых значений температуры снабжены встроенными энергонезависимыми версиями каждого из этих регистров. Энергонезависимые регистры расширяют функциональные возможности температурных датчиков, так как используются предустановленные по умолчанию параметры при включении питания по принципу plug-and-play. Эти регистры сохраняют конфигурационные параметры и пороговые значения температуры даже при включении и выключении устройства, исключая таким образом необходимость в переконфигурировании датчика температуры каждый раз после подачи питания.

Например, встроенные в датчик температуры энергонезависимые регистры можно запрограммировать на пороговые значения для T_{LOW} и T_{HIGH} , равные 50 и 85 °C, соответственно. Эти значения будут храниться в энергонезависимой памяти, а при включении питания – копироваться в соответствующие энергозависимые регистры.

Может возникнуть вопрос, а как это решает проблему искажения данных в энергозависимых регистрах при включении питания? Дело в том, что хост-контроллеру не нужно пересылать данные по коммуникационной шине I²C, что-

бы установить энергозависимые регистры во время выполнения каждой последовательности включения питания. Благодаря этому исключаются риски повреждения данных в регистрах, поскольку передача данных от хост-контроллера не производится. Это упрощает последовательность системного включения питания и одновременно уменьшает или исключает зависимость установки конфигурации устройств от корректной работы хост-контроллера, повышая таким образом надежность системы. Дополнительная гибкость системы позволяет

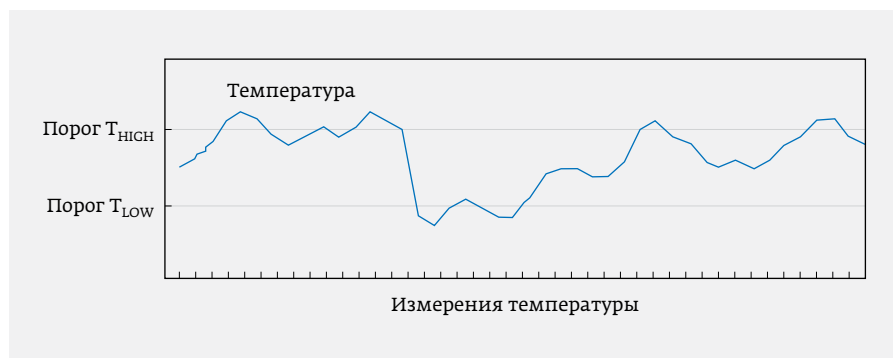


Рис. 2. Профиль измерения температуры с установленными в регистрах пороговыми значениями T_{LOW} и T_{HIGH}

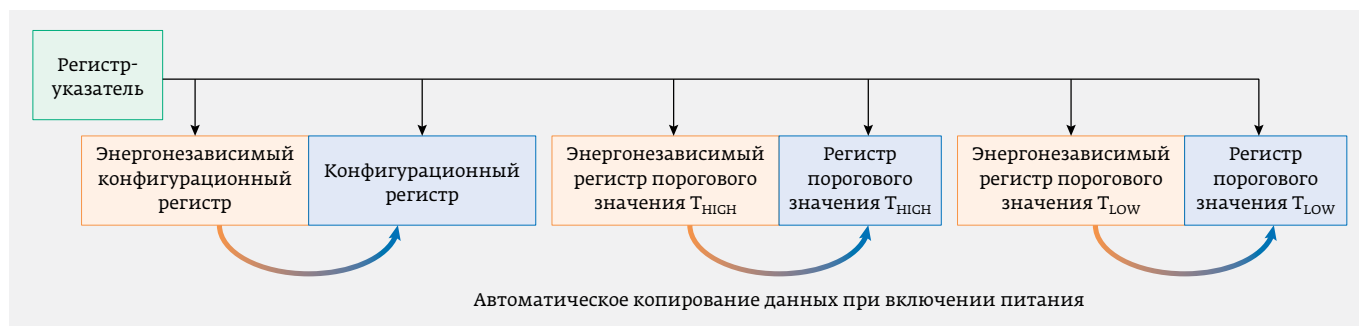


Рис. 3. В датчике температуры AT30TS750A от Microchip при включении питания данные автоматически копируются из энергонезависимых регистров в регистры пороговых значений температуры

датчику температуры работать в автономном режиме без участия хост-контроллера.

Еще один способ повышения надежности предложенного решения – интегрирование функций блокировки регистров с помощью изменяемых или постоянных параметров для предотвращения возможных ошибок при конфигурировании энергонезависимых регистров. Такая функция, реализованная в датчике температуры AT30TS750A от Microchip, обеспечивает постоянную защиту конфигурации датчика и исключает риск несанкционированного доступа к настройкам устройства, тем самым снижается вероятность отказа продукта в процессе эксплуатации. Сегодня реализация всех способов повышения надежности продукта и одновременного снижения потенциальной ответственности производителя продукта

за отказ – стандартная практика ведения бизнеса. При этом возможность обратимой или постоянной блокировки встроенных энергонезависимых регистров в целях предотвращения любых изменений в данных из-за ошибок в конфигурировании или хищения данных значительно увеличивает ценность продукта, а также повышает надежность и безопасность системы.

Новые поколения цифровых датчиков температуры, таких как AT30TS750A от Microchip, содержащих встроенные энергонезависимые регистры памяти, повышают надежность системы и позволяют разработчикам избежать проблем при создании решений для управления тепловыми режимами системы.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



ПЛИС И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ. ПРОГРАММНЫЕ ОШИБКИ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Под ред. Ф. Кастеншмидт, П. Реха

Издание осуществлено при поддержке АО «Конструкторско-технологический центр «ЭЛЕКТРОНИКА»

В книге приводится понятие устранимых ошибок, возникающих в ПЛИС типа ППВМ (FPGA — Field Programmable Gate Array) и графических процессорах. Рассматриваются радиационные эффекты в ПЛИС, отказоустойчивые методы для ПЛИС, применение серийно выпускаемых ПЛИС в авиации и космонавтике, экспериментальные данные о воздействии радиации на ПЛИС, встроенные в ПЛИС процессоры под воздействием радиации и внесение ошибок в ПЛИС. Поскольку специализированная архитектура параллельной обработки, как в случае графического процессора, стала более востребованной в авиации и космонавтике благодаря высоким вычислительным возможностям, также приводятся результаты анализа поведения графического процессора под воздействием радиации.

Книга будет полезна не только инженерно-техническим работникам, занимающимся применением серийно выпускаемых ПЛИС в авиации, космонавтике, приборостроении для транспорта и других критически важных областях народного хозяйства, но и магистрантам, обучающимся по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», а также аспирантам, проходящим обучение по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи».

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2018. – 326 с.
ISBN 978-5-94836-513-8

Цена 920 руб.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru