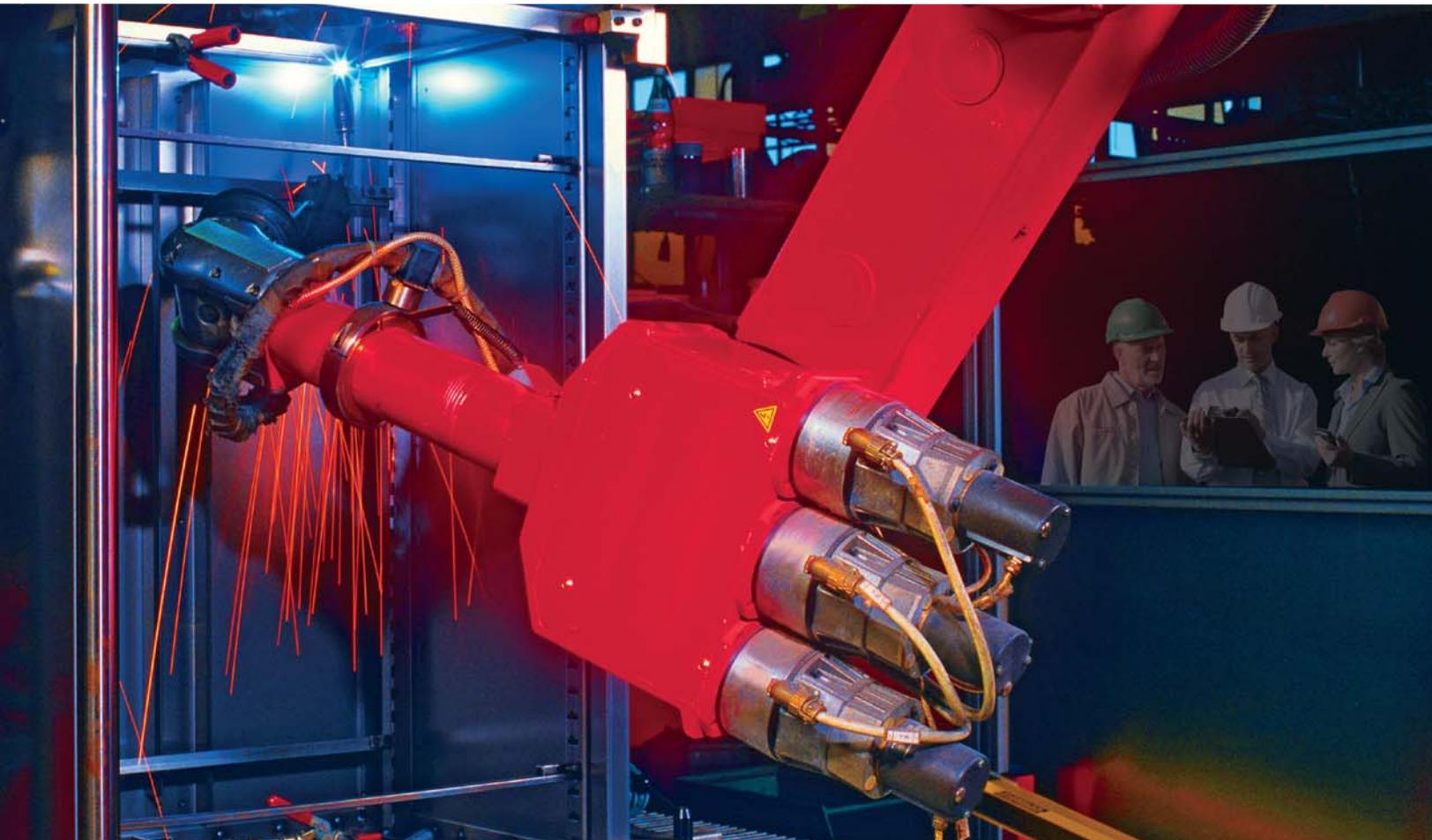


Промышленная электроника

Руководство разработчика





Обращение главного исполнительного директора компании

Уважаемые разработчики!

Компания Maxim была основана более 27 лет назад с целью обеспечения рынка промышленного оборудования высококачественными интегральными схемами. Я сам в 1984 году начинал разработку некоторых наших первых микросхем преобразователей данных.

Компания Maxim продолжает совершенствовать продукцию промышленного назначения, на которую приходится более 25% от получаемой ею сегодня выручки в 2 млрд долларов США. И миссия компании остаётся прежней — обеспечить наших заказчиков в различных отраслях промышленности такими решениями, которые повысят ценность выпускаемой ими продукции.

В данном руководстве выделено шесть специфических функциональных групп и типов промышленного оборудования. Показано, какая продукция компании Maxim® лучше всего подходит для конкретного типа оборудования.

Мы критически рассмотрели 6300 изделий, имеющихся в нашем каталоге, и выбрали наиболее подходящие для выполнения требуемых функций и для каждого типа оборудования. Мы перечислили преимущества этих изделий: меньшие габариты, более высокая точность, пониженное энергопотребление и т. п. — в удобном для чтения виде. Этот выбор основан на проверенных технических данных, так что вы можете сравнить решения, предлагаемые нами, с решениями наших конкурентов.

Помимо того, что мы выбрали самые лучшие приборы и отметили их в данном руководстве, мы провели обучение сотрудников отделов прямых продаж и дистрибьюторов, работающих по всему миру, чтобы они лучше понимали технические и маркетинговые задачи, встающие перед клиентами. Так, чтобы они могли предоставить вам качественную поддержку. Они готовы встречаться с вами и обсуждать ваши проблемы и наши предложения по их решению.

Я уверен, вы увидите, что компания Maxim по-прежнему остаётся ведущим поставщиком решений для промышленного оборудования, предлагая потребителям как инновационные изделия, так и грамотную поддержку.

И наконец, я буду рад вашим вопросам и комментариям, связанным с компанией Maxim и данным руководством. Мне интересно ваше мнение. Вы можете связаться со мной по электронной почте: tunc@maxim-ic.com.

Спасибо,



Тунч Долука

Президент и главный исполнительный директор

Содержание

Программируемые логические контроллеры (ПЛК)

Обзор	3
Ввод аналоговых сигналов	6
Вывод аналоговых сигналов	14
Сетевые функции	23
Функции ввода/вывода цифровых сигналов	31
Функции ЦПУ	34
Функции изолированного источника питания	38
Рекомендуемые решения	45

Датчики

Обзор	59
Датчики давления и веса (динамометрические измерения)	60
Измерение температуры	68
Измерение тока, освещённости и расстояния до объекта	75
Датчики Холла	83
Коммуникационные интерфейсы датчиков	85
Рекомендуемые решения	88

Управление электродвигателями

Обзор	95
Контроль и измерение тока	97
Определение скорости и направления вращения	99
Многоканальный контроль и измерение токов и напряжений	103
Интерфейс энкодеров для высокоточного управления	106
Рекомендуемые решения	110

Безопасность и видеонаблюдение

Устройства цифровой видеозаписи	115
Рекомендуемые решения	121
IP-камеры	123
Рекомендуемые решения	126

Светодиодное освещение

Светодиодное освещение	131
Рекомендуемые решения	139

Смежные функции

Согласование, калибровка и подстройка	143
Рекомендуемые решения	147

Информация о правах

Информация о торговых марках	151
------------------------------------	-----

Обзор



Введение

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) уже десятилетия являются неотъемлемой частью систем автоматизации предприятий и систем управления технологическими процессами. Спектр приложений, в которых используют ПЛК, очень широк. Это могут быть как простые системы управления освещением, так и системы слежения за экологической обстановкой на химических заводах. Такого рода системы выполняют множество функций: предоставляют разнообразные аналоговые и цифровые входные и выходные интерфейсы, обрабатывают сигналы, преобразуют данные, производят обмен информацией с использованием различных коммуникационных протоколов. Центральным блоком ПЛК является контроллер, к которому добавляются обеспечивающие требуемую функциональность компоненты, и который программируется на выполнение некой определённой задачи.

Базовый модуль ПЛК должен быть достаточно гибким, чтобы имелась возможность сконфигурировать его в соответствии с непохожими друг на друга требованиями разных предприятий и приложений. Входные сигналы (аналоговые или цифровые), которые могут поступать от технологического оборудования, с датчиков или генерироваться в результате возникновения каких-либо событий в технологических процессах, представляют

собой токи или напряжения. ПЛК должен точно интерпретировать и конвертировать входные сигналы для дальнейшей их передачи в ЦПУ, которое, в свою очередь, сформирует набор команд для выходных систем, управляющих исполнительными устройствами (актуаторами), установленными в цехах или иных помещениях.

Современные ПЛК появились в 60-х годах прошлого века, и за последующие десятилетия выполняемые ими функции и каналы передачи сигналов изменились незначительно. Однако системы управления двадцать первого века предъявляют к ПЛК новые, более жёсткие требования: более высокое быстродействие, меньший форм-фактор и большая функциональная гибкость. Должна присутствовать встроенная защита от потенциально опасных электростатических разрядов (ESD), электромагнитных и радиочастотных помех (EMI/RFI), от вызванных переходными процессами импульсов напряжения/тока высокой амплитуды, которые нередки в жёстких условиях промышленных предприятий.

Отказоустойчивость

Ожидается, что ПЛК будут годами безотказно работать на промышленных предприятиях в условиях, опасных для тех самых микроэлектронных компонентов, которые обеспечивают превосходную гибкость и точность современных программируемых логических контроллеров. Компания Maxim понимает это как ни одна другая фирма, выпускающая интегральные схемы обработки смешанных сигналов. С самого момента своего основания мы поставили во главу угла производство изделий исключительной надёжности и инновационное развитие способов защиты электроники от опасностей, обусловленных реальными условиями, в которых она работает, включая

мощные электростатические разряды, большие выбросы напряжения, которые могут быть вызваны переходными процессами, и наличие электромагнитных/радиочастотных помех. Разработчики давно доверяют продукции компании Maxim, потому что с помощью наших изделий были решены многие сложные проблемы, связанные с аналоговыми и смешанными сигналами, и подобного рода проблемы продолжают решаться из года в год.

Повышенная степень интеграции

У ПЛК бывает от четырёх до нескольких сотен каналов ввода/вывода с большим разнообразием форм-факторов, поэтому размеры и мощность могут быть столь же важны, как и точность, и надёжность системы. Лидирующие позиции компании Maxim в сегменте промышленной электроники основаны на том, что выпускаемые ею микросхемы обладают именно той функциональностью, которая необходима, что позволяет уменьшать общие размеры систем и делать их более компактными, снижать требования по потребляемой мощности. Компания Maxim выпускает сотни высокопрецизионных микросхем с низким энергопотреблением в самых миниатюрных на сегодняшний день корпусах, поэтому у разработчиков имеется возможность создавать прецизионные изделия, удовлетворяющие самым строгим требованиям по габаритам и потребляемой мощности.

Автоматизация производства: краткий исторический экскурс

Сборочные линии — относительно новое изобретение в истории человечества. Вероятно, параллельно в других странах было сделано много подобных изобретений, но здесь мы упомянем только

Программируемые логические контроллеры (ПЛК)

Обзор

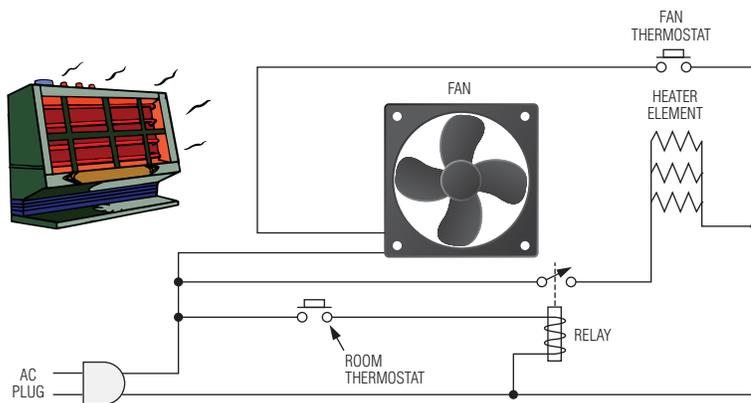
немногие основные достижения, относящиеся к США.

Самюэль Колт, американский фабрикант оружия, продемонстрировал в середине 19-го века принцип взаимозаменяемости деталей. До этого каждый пистолет собирался из деталей, которые индивидуально подгонялись друг к другу шлифовкой. Чтобы автоматизировать процесс сборки, Колт разложил изготовленные для десяти пистолетов детали в отдельные корзины, а затем собрал пистолет, доставая детали из корзин наугад. В начале двадцатого века технологию массового производства усовершенствовал Генри Форд. Он придумал стационарные рабочие места, между которыми передвигались собираемые автомобили. Каждый работник обучался лишь нескольким сборочным операциям и выполнял только их изо дня в день. В 1954 году Джордж Девоп подал заявку на патент США за номером 2 988 237, в которой был описан первый промышленный робот Unimate. В конце 1960-х годов компания General Motors® использовала ПЛК для сборки автоматических коробок передач автомобилей. Дик Морлей, известный как «отец» ПЛК, принимал участие в изготовлении первого ПЛК для GM® под названием Modicon. Полученный им патент США за номером 3 761 893 и сегодня остается основой многих ПЛК. (За дополнительной информацией об этих четырёх изобретателях обращайтесь на www.wikipedia.org/, найти указанные патенты можно, воспользовавшись сервисом <http://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/srchnum.htm>.)

Основы работы ПЛК

Насколько простым может быть управление технологическим процессом? Рассмотрим обычный домашний обогреватель.

Элементы нагревателя находятся в одном корпусе, что делает систему обмена информацией очень простой. Расширение этой концепции — воздушный обогреватель



Бытовой электронагреватель как простой пример управления технологическим процессом.

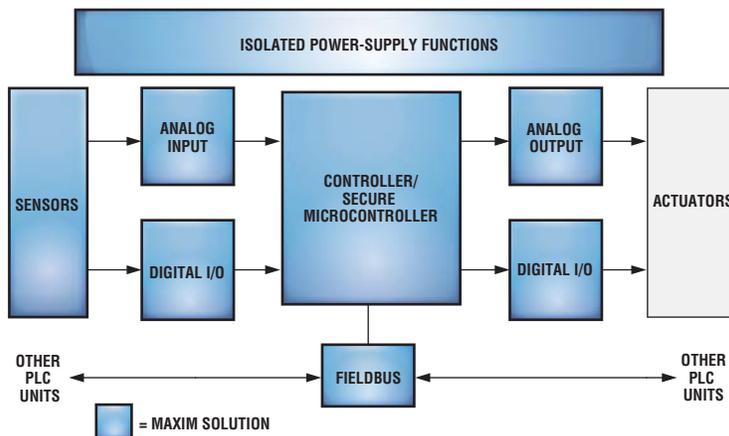


В заводских условиях коммуникационные линии гораздо длиннее.

с удалённым термостатом. Но и здесь данные передаются всего на несколько метров, что позволяет в качестве полезного сигнала использовать напряжение.

Но всё это небольшие и относительно простые системы управления. А какие сигналы управления и конфигурации необходимо использовать в производственных системах управления?

Сопrotивление длинных проводов, электромагнитные и радиочастотные помехи делают непрактичным использование напряжения в качестве управляющего сигнала. Взамен есть простое, но элегантное решение — токовая петля. При этом из рассмотрения исключается сопротивление проводов, поскольку закон Кирхгофа говорит нам, что во всех точках петли течёт один и тот же ток. Так как импеданс



Упрощённая блок-схема ПЛК. Посетите, пожалуйста, сайт www.maxim-ic.com/plc, на котором вы сможете найти список рекомендуемых компаний Maxim решений для построения ПЛК.

петли и полоса пропускания малы (несколько сот ом и менее 100 Гц), то минимизируются и проблемы, связанные с электромагнитными и радиочастотными помехами. Для надлежащего управления такими производственными системами и полезны ПЛК.

Передача информации с помощью интерфейса «токовая петля»

Развитие интерфейса «токовая петля» начинается с принтеров ударного действия, применявшихся в начале двадцатого века в телетайпах. Сначала использовалась токовая петля 0–60 мА, позднее — 0–20 мА. Прогресс систем на базе ПЛК привел к появлению токовой петли 4–20 мА.

У петли 4–20 мА есть несколько достоинств. Старые схемотехнические конструкции на дискретных компонентах требовали тщательных расчётов, а сами схемы интерфейса 4–20 мА были относительно большими по сравнению с современными ИС. Компания Maxim выпустила несколько 20-мА микросхем, в том числе MAX15500 и MAX5661, которые существенно упрощают разработку ПЛК-систем с интерфейсом 4–20 мА.

Любое измеренное значение протекающего тока несёт информационную нагрузку. На практике токовые петли 4–20 мА работают в диапазоне токов от 0 до 24 мА. Диапазоны от 0 до 4 мА и от 20 до 24 мА используются для диагностики и калибровки системы. Поскольку уровни токов ниже 4 и выше 20 мА используются в диагностических целях, то можно заключить, что значения между 0 и 4 мА могут служить индикатором обрыва провода в системе. Аналогично, значения между 20 и 24 мА могут указывать на возможное короткое замыкание в системе.

Расширением интерфейса 4–20 мА является система взаимодействия с удалённым датчиком с шинной адресацией (Highway-Addressable Remote Transducer — HART™), которая обратно совместима с измерительными системами на токовых петлях 4–20 мА. HART-системы позволяют вести двусторонний обмен информацией с удалёнными интеллектуальными устройствами на основе микропроцессоров. Протокол HART позволяет передавать системе управления по той же паре проводов вместе с аналоговым токовым сигналом ещё и дополнительную цифровую информацию.

Один из подходов к описанию ПЛК — разбиение их на отдельные функциональные группы. Многие производители ПЛК реализуют эти функциональные группы в виде отдельных модулей; точное содержимое таких модулей будет, вероятно, столь же разнообразным, как разнообразно их применение. Многие модули содержат несколько функциональных групп, чтобы иметь возможность подключать датчики с разными интерфейсами. Однако области применения других модулей или модулей расширения зачастую определены заранее, например, работа с резистивными детекторами температуры (RTD — resistance temperature detector), датчиками температуры или термодарами. В целом, у всех модулей можно выделить одни и те же базовые функции: ввод аналоговых сигналов, вывод аналоговых сигналов, распределённое управление (например, через промышленную шину), интерфейс, цифровые входы и выходы, ЦПУ и питание. Мы поочерёдно рассмотрим все базовые функции, а датчики и вопросы интерфейса датчиков вынесем в отдельную главу.

Ввод аналоговых сигналов

Обзор

Ввод аналоговых сигналов — это функциональная часть ПЛК, отвечающая за приём аналоговых сигналов, поступающих с разнообразных источников: датчиков, установок или промышленных шин. Датчики используются для преобразования величин, характеризующих явления физической природы, таких как свет, температура, звук, наличие газа или вибрация, в электрическое представление. Прежде чем аналоговый сигнал поступит на вход аналого-цифрового преобразователя, чтобы получить максимальное разрешение, он будет подвергнут предварительной обработке с целью обеспечить его максимальную чистоту и нахождение в определённом диапазоне. В обычных для ПЛК условиях промышленного предприятия встречаются самые разнородные сигналы (по уровню, по полосе пропускания). Также для промышленных предприятий характерно огромное разнообразие источников шума, накладывающегося на полезный

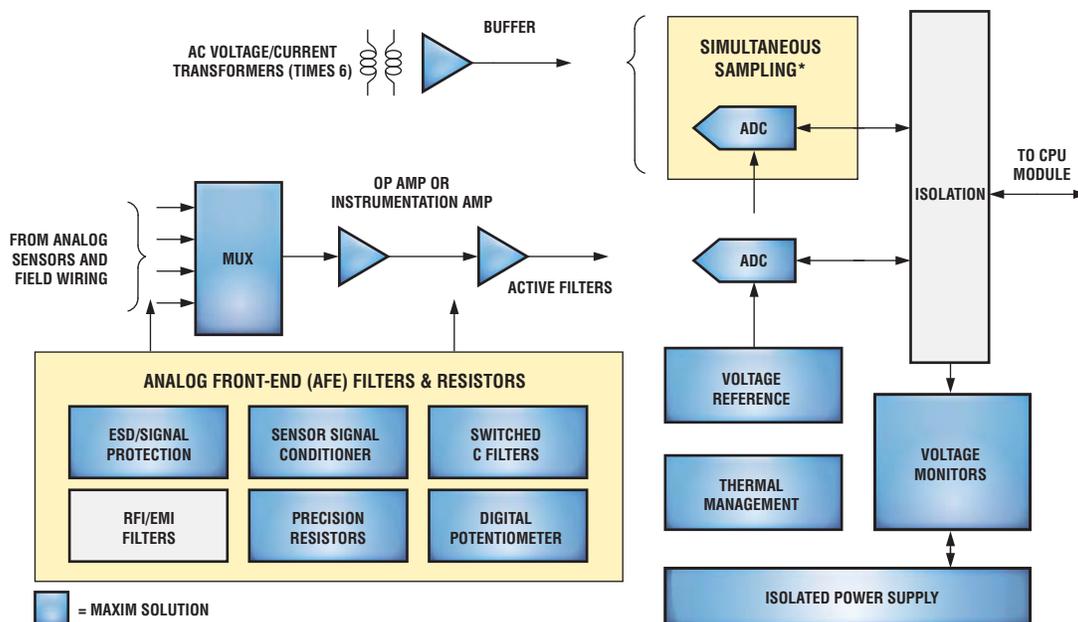
сигнал. Отсюда следует весьма важная задача, а именно, отсечь как можно больше не относящейся к делу информации. Не менее важной является задача максимально полного сохранения полезной информации при переводе сигнала из аналоговой формы в цифровую.

На ПЛК аналоговые сигналы с удалённых датчиков приходят в виде токов или напряжений. У входных напряжений могут быть разные амплитуды, наиболее распространены сигналы с амплитудами в диапазонах от 0 до 10 В, от 0 до 5 В, от -10 до +10 В и от -5 до +5 В. Самый популярный стандарт входных токовых сигналов — от 4 до 20 мА, хотя иногда используются токовые сигналы в диапазоне ± 20 мА. Несмотря на название, в стандарте 4–20 мА используются токи 0...24 мА, что позволяет обнаруживать как открытый вход ($< 3,6$ мА), так и выход за пределы диапазона (> 20 мА), а также имеется запас для проведения калибровки. Чтобы гарантировать, что токовая петля никогда не будет оборвана,

к токовому входу до схемы предварительной обработки сигнала обычно подключают относительно низкоомный резистор (например, 50...250 Ом).

Сигнальная цепь

Возможны различные варианты реализации сигнальной цепи (тракта прохождения сигналов): с независимыми предварительными усилителями и аналого-цифровыми преобразователями, одновременно конвертирующими входные сигналы в цифровое представление; с мультиплексором в качестве первой ступени, за которым в сигнальном тракте перед АЦП стоит общий усилитель; или отдельными каналами, в каждом из которых стоит усилитель, а перед АЦП включён мультиплексор. От входной ступени обычно требуется способность работать с высокими (± 30 В или даже больше) напряжениями — как положительными, так и отрицательными. Это защищает плату ввода аналоговых сигналов ПЛК от внешних потенциально



*Designers can choose among multiple ADCs for this function.

Блок-схема отражает широкую номенклатуру предлагаемых компанией Maxim изделий для построения функциональных узлов ввода аналоговых сигналов в составе ПЛК. Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

аварийных ситуаций и позволяет входному модулю работать с синфазными напряжениями на длинных линиях, которыми подключаются удалённые датчики. Для аналоговых сигнальных цепей также чрезвычайно важны низкие значения температурного дрейфа и собственного шума. Погрешности, имеющиеся при 25°C, обычно устраняют программной калибровкой. Температурный дрейф также можно исключить, но во многих системах этого не делают, и тогда этот параметр становится критически важным.

Аналого-цифровое преобразование

В ПЛК со стандартными архитектурами обычно используют высокоточные АЦП. Полоса пропускания входного сигнала определяет максимальную скорость преобразования АЦП. Обычно отношение сигнал/шум (SNR) и свободный от помех динамический диапазон (SFDR) диктуют требования к разрешению АЦП, к схемам фильтрации и усилительным каскадам. Также важно определиться, как АЦП будет взаимодействовать с микроконтроллером или ЦПУ. Например, в случае высокоскоростных приложений лучше использовать параллельный или быстрый последовательный интерфейс. В то же время для более медленных систем идеален двухпроводной цифровой интерфейс I²C. Если результаты измерений передаются на аналоговый вход с помощью токовой петли 4–20 мА, разработчики ПЛК могут выбирать между АЦП с отдельным цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП), интегрированным ЦАП, способным напрямую управлять токовой петлёй 4–20 мА, или прецизионным источником тока на высоковольтном операционном усилителе. Для приложений, в которых требуется выделение информации о фазах сигналов, поступающих в разные каналы, хорошо подходят составные АЦП или АЦП, обеспечивающие одновременную оцифровку сигналов по всем каналам.



Хотя ПЛК используются в разных системах, конструктивно многие ПЛК имеют много общего. Например, большинство используемых АЦП и ЦАП — 16-битные устройства. Компания Maxim предлагает свыше ста 16-битных АЦП и ЦАП для широкого диапазона входных и выходных напряжений, столь широкий выбор микросхем — явное удобство для проектировщиков ПЛК. Рассмотрим ситуацию, когда используются датчики с разными точностными характеристиками. В этом случае могло бы потребоваться три типа АЦП с разрешениями 12, 14 и 16 бит. Но чтобы уменьшить сложность и стоимость схемы, возможно, наилучшим решением было бы отбрасывание младших битов в результатах дискретизации сигналов некоторых датчиков и использование высокого разрешения только тогда, когда в нём действительно есть необходимость. В этом случае разработчик мог бы подавать мультиплексированные аналоговые сигналы со всех датчиков на один аналого-цифровой преобразователь через дифференциальный входной усилитель или усилитель с программируемым коэффициентом усиления.

При выборе мультиплексора следует учитывать скорость реакции датчиков. Это означает, что разработчику необходимо определить полосу пропускания входного сигнала и то, насколько быстро должны открываться и закрываться ключи мультиплексора. Датчики с медленным откликом, измеряющие такие параметры, как влажность или температура, могут опрашиваться один раз в несколько секунд. Датчики, изме-

ряющие быстроменяющиеся параметры, такие как скорость, положение, момент, обычно должны опрашиваться, по меньшей мере, сотни раз в секунду. Аналогично, частота мультиплексирования выходов ЦАПов зависит от того, насколько часто необходимо получать управляющие аналоговые сигналы, чтобы сохранить управляемость системы.

Калибровка и предварительная обработка сигналов

Выбор компонентов тракта прохождения входного аналогового сигнала представляет собой непростую задачу. Входные аналоговые сигналы, поступающие на мультиплексоры или АЦП, должны пройти предварительную обработку. К предварительной обработке относят фильтрацию, преобразование токов в напряжения, усиление, сдвиг по уровню, изменение импедансных характеристик, смещение. Следует с осторожностью подходить к оценке ожидаемого амплитудного значения и полярности получаемого в результате предварительной обработки напряжения. Также необходимо понимать природу нежелательных выбросов тока или напряжения, возникающих при переходных процессах. Чтобы облегчить разработку ПЛК-систем, компания Maxim предоставляет широкий спектр операционных усилителей, инструментальных усилителей, усилителей с программируемым коэффициентом усиления, прецизионных резисторов, фильтров, источников опорного напряжения, АЦП и мультиплексоров.

Калибровка улучшает технические параметры системы и повышает точность (см. раздел «Согласование, калибровка и подстройка» на странице 143). Усилитель с программируемым коэффициентом усиления и SPI-интерфейсом MAX9939 идеально подходит для систем измерения температуры с помощью термодпар, поскольку в нём предусмотрена

Программируемые логические контроллеры (ПЛК)

Ввод аналоговых сигналов

схема сдвига уровня, необходимая для обеспечения возможности работы как с положительными, так и с отрицательными сигналами. Входы МАХ9939 выдерживают переходные напряжения ± 16 В, защищая ПЛК-систему от повреждений.

Мультиплексоры используются для выбора одного из многих входных каналов. Мультиплексор, который отвечает требованиям по защите от высоковольтных электростатических разрядов (вплоть до ± 35 кВ), или который защищён от бросков напряжений на входах, может помочь избежать использования дорогих внешних схем, таких как делители напряжения и оптоэлектронные реле. При этом важно иметь низкие согласованные сопротивления открытого канала (R_{ON}), поскольку они позволяют обеспечить малые искажения сигналов, улучшив тем самым надёжность системы, и низкие токи утечки, критичные для минимизации ошибок измерения напряжений. В список изделий компании Maxim входит более 15 мультиплексоров (с защитой от аварийных ситуаций или высоковольтных, с низкими токами утечки и низкими значениями R_{ON}), которые идеально подходят для применения в ПЛК.

Разработчик выбирает место физического размещения схем предварительной обработки сигналов датчиков. Такие схемы могут потребоваться, если сигналы датчиков до того, как будут переданы на

вход АЦП, должны пройти предварительную обработку.

Уровень выходного сигнала с датчика может быть очень низким или очень высоким, что требует для максимизации динамического входного диапазона АЦП добавления, соответственно, усилителей или аттенюаторов. Эти предварительные каскады обычно реализуют на усилителях с программируемым коэффициентом усиления или на дискретных операционных усилителях и прецизионных резистивных делителях. АЦП и усилитель работают в тандеме, чтобы обеспечить наилучшее отношение сигнал/шум (SNR) при заданных ограничениях по стоимости, размерам и потребляемой мощности. Альтернативный вариант — воспользоваться АЦП с интегрированными каскадами предварительной обработки. Вне зависимости от того, как реализованы каскады предварительной обработки, для определения наилучшей архитектуры следует принимать во внимание значения наиболее критических параметров, среди которых диапазон напряжений, низкий температурный дрейф и низкий шум.

В условиях промышленного предприятия можно обнаружить множество источников электрического шума, например, силовые линии сети переменного тока частотой 50/60 Гц, имеющие электрическую или магнитную связь с сигнальными линиями. Такие нежелательные шумы накладывают определённые ограничения на усили-

тель и поэтому должны отсекаться заранее, т. е. до прихода сигнала на вход усилителя. Лучше всего это делать, используя предлагаемые компанией Maxim усилители с программируемым коэффициентом усиления или дифференциальные усилители с высоким коэффициентом подавления синфазного сигнала (CMRR). Компания Maxim выпускает большую номенклатуру согласованных резистивных делителей с лазерной подгонкой сопротивления для прецизионных усилителей и аттенюаторов. Она также производит программируемые потенциометры для обеспечения требуемой подстройки в процессе калибровки, которые интегрируются с АЦП с дифференциальными входами или усилителями с программируемым коэффициентом усиления в единую микросхему.

Низкочастотная или полосовая фильтрация перед АЦП необходима для подавления нежелательных спектральных составляющих сигнала (antialiasing) и отсеечения шумов на других частотах. Разработчики ПЛК могут выбирать между активными фильтрами на ОУ и фильтрами на переключаемых конденсаторах с очень большой (до 8 полюсов) крутизной наклона и программируемой частотой среза. Среди изделий компании Maxim можно найти фильтры от 5-го до 8-го порядка, как на переключаемых конденсаторах, так и обычные активные фильтры на ОУ, идеально подходящие для отсеечения нежелательных спектральных составляющих.

Исключите внешнюю схему защиты от перенапряжений и упростите комплектацию, воспользовавшись высоковольтными мультиплексорами

MAX14752/MAX14753

MAX14752/MAX14753 — одиночные 8:1/сдвоенные 4:1 высоковольтные мультиплексоры, разработанные для применения в ПЛК, работающих с высоковольтными входными сигналами. Обе микросхемы работают как при биполярном питании от ± 10 до ± 36 В, так и при однополярном от 20 до 72 В. Для данных мультиплексоров характерно низкое сопротивление открытого канала (типичное значение 0,03 Ом), мало меняющееся во всём диапазоне напряжений питания. Логические уровни интерфейса выбора канала определяются уровнем сигнала управления на выводе разрешения EN, что облегчает сопряжение с системами, имеющими разные напряжения. Мультиплексоры MAX14752/MAX14753 выпускаются в стандартных 16-выводных корпусах TSSOP и совместимы по выводам с популярными интегральными схемами DG408/DG409. Обе микросхемы рассчитаны на работу в расширенном температурном диапазоне от -40 до $+85^{\circ}\text{C}$.

Преимущества

- **Высокие напряжения питания исключают необходимость во внешних защитных диодах и оптореле**
 - Широкий диапазон напряжений питания: до 72 В при однополярном и до ± 36 В при биполярном питании
 - Для защиты от перенапряжений можно использовать встроенные защитные диоды
 - Большой динамический диапазон благодаря способности работать с сигналами, размах которых может достигать напряжения питания (rail-to-rail)
- **Слабая зависимость R_{ON} от напряжения, что важно при высокоточных измерениях**
 - R_{ON} (типичное значение 0,03 Ом) практически не меняется во всём диапазоне синфазных напряжений
- **Гибкие логические уровни для сопряжения с системами, имеющими различные напряжения**
 - Значение напряжения на выводе EN определяет логические уровни на входах выбора канала
- **Лёгкость модернизации**
 - Совместимость по выводам со ставшими промышленным стандартом микросхемами MAX308/MAX309/DG408/DG409

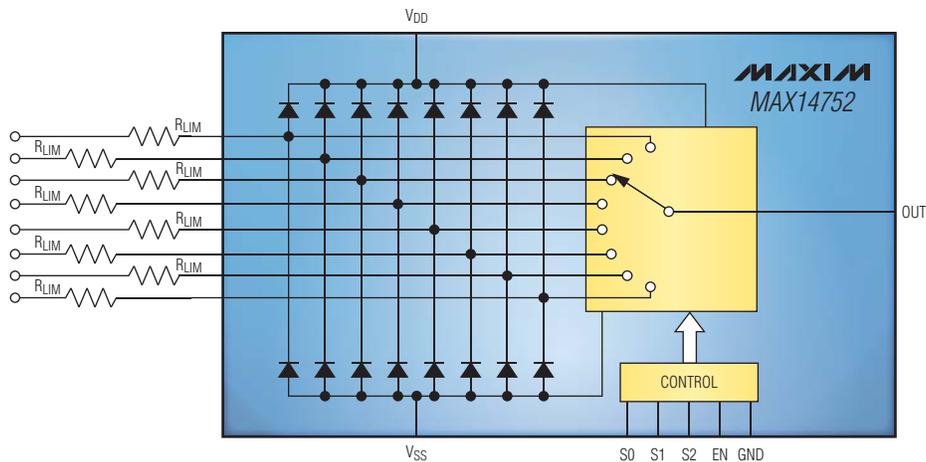


Схема защита от бросков входных напряжений на базе MAX14752.

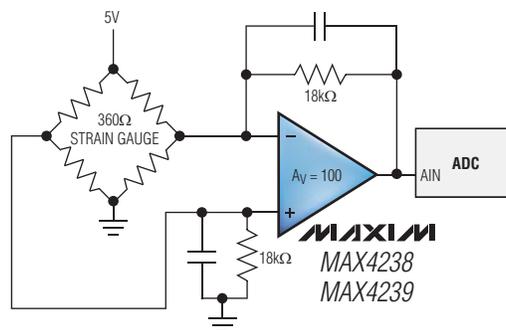
Улучшение точности измерений с ультрапрецизионными операционными усилителями

MAX4238/MAX4239

MAX4238/MAX4239 — малошумящие ультрапрецизионные усилители с малым дрейфом. Благодаря использованию патентованной технологии автокорреляционной установки нуля*, они характеризуются почти нулевыми значениями смещения и дрейфа. Согласно этой технологии проводится непрерывное измерение входного смещения с последующей компенсацией, тем самым исключается дрейф во времени и по температуре, а также устраняется влияние фликкер-шума (шум $1/f$).

Преимущества

- **Непрерывная калибровка системы и поддержание точности во времени и по температуре, малые температурные коэффициенты**
 - Технология автоматической установки нуля снижает температурный коэффициент напряжения смещения (TCV_{OS}) до $10 \text{ нВ}/^\circ\text{C}$, а напряжение смещение V_{OS} до всего лишь $2,5 \text{ мкВ}$ (макс.)
- **Улучшение точности и разрешения системы благодаря низкому напряжению шума на входе**
 - Отсутствие шумовой компоненты $1/f$ гарантирует малое искажение сигнала при частотах ниже $0,1 \text{ Гц}$ при плотности шума на входе 30 нВ



Операционные усилители MAX4238/MAX4239 идеальны для работы с АЦП.

* Патент США №6,734,723.

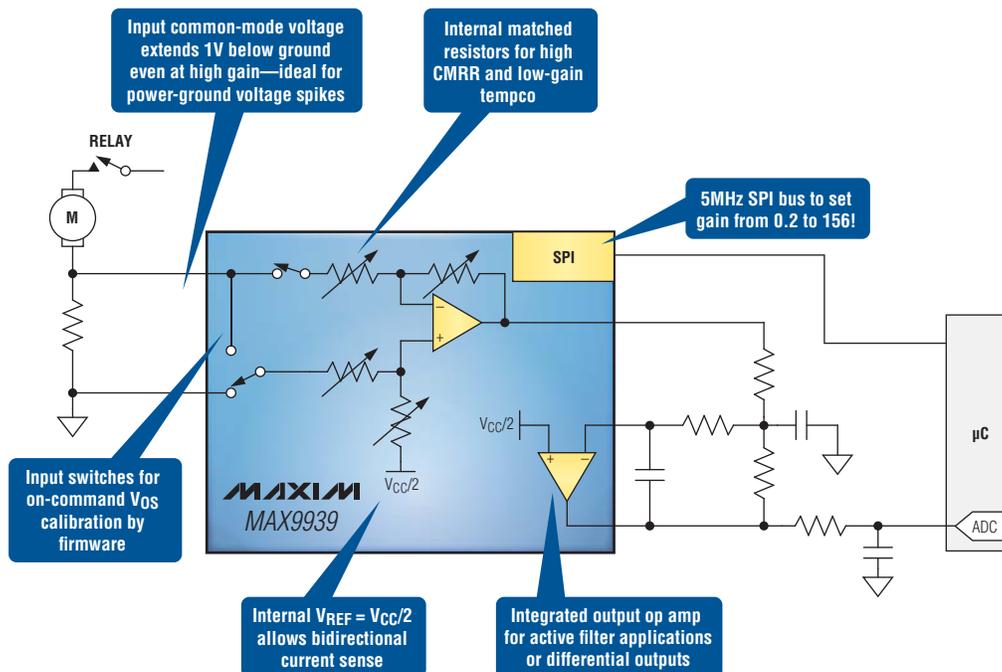
Сократите количество компонентов, применив дифференциальный PGA*, работающий с сигналами как положительной, так и отрицательной полярности

MAX9939

MAX9939 — прецизионный дифференциальный усилитель с программируемым коэффициентом усиления. Он идеально подходит для предварительной обработки сигналов с широким динамическим диапазоном, например таких, как токовые сигналы, используемые в автомобилях, измерительных устройствах медицинского назначения и промышленных системах сбора данных. К особенностям MAX9939 относятся возможность программной установки по SPI-интерфейсу дифференциального коэффициента усиления в диапазоне от 0,2 до 157 В/В, возможность компенсации входного напряжения смещения V_{OS} , возможность конфигурирования выходного усилителя либо в виде активного фильтра высокого порядка, либо в виде усилителя с дифференциальным выходом.

Преимущества

- **Не требуется никаких внешних компонентов для работы с широким диапазоном входных напряжений, поступающих с датчиков**
 - Программная установка по SPI-интерфейсу коэффициентов усиления в диапазоне от 0,2 до 157 В/В
- **Улучшенное отношение сигнал/шум (SNR) снижает влияние нежелательных шумов**
 - Конфигурация с дифференциальным входом и дифференциальным выходом улучшает точность и разрешение предварительной обработки сигнала
- **Повышенная надёжность сигнального тракта**
 - Входы выдерживают вызываемые переходными процессами броски напряжения до ± 16 В



В микросхеме MAX9939 для установки коэффициента усиления используются согласованные резисторы.

*PGA — усилитель с программируемым коэффициентом усиления.

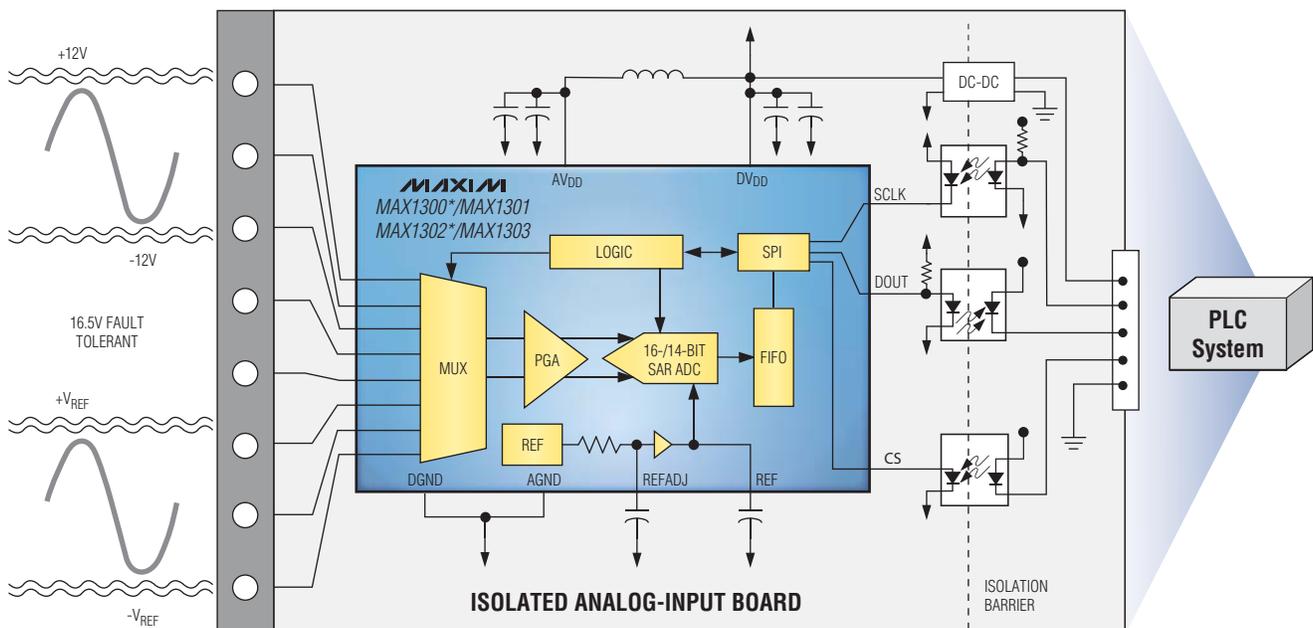
16-битный АЦП с программной установкой диапазона входного сигнала в каждом канале сокращает сроки разработки изделий

MAX1300*/MAX1301/MAX1302*/MAX1303

Семейство АЦП MAX1300...MAX1303 идеально подходит для использования в ПЛК, так как эти микросхемы могут измерять с 16-битным разрешением и без пропуска кодов однополярные и биполярные входные сигналы в нескольких диапазонах. Всего имеется восемь входных диапазонов (вход может быть несимметричным или дифференциальным) — от 0 до 2,084 В для однополярного сигнала и до $\pm 12,288$ В для биполярного сигнала. Для каждого входного канала можно программно устанавливать свой входной диапазон, что обеспечивает семейству MAX1300 высокую степень универсальности. Исключение аналоговых блоков предварительной обработки сигналов позволяет снизить стоимость системы и сократить размеры печатной платы, улучшив в то же время точность измерений. Также имеются 14-битные АЦП с 4 и 8 каналами.

Преимущества

- **Снижение сложности и стоимости благодаря исключению внешних усилителей и мультиплексоров**
 - Каждый из восьми каналов АЦП может измерять однополярные и биполярные сигналы в своём диапазоне
 - Множество программно устанавливаемых диапазонов входных сигналов, вплоть до $\pm 12,288$ В (полная шкала)
- **Гибкость, позволяющая с минимальными изменениями использовать одно схемное решение в различных приложениях**
 - Один и тот же корпус для АЦП с 16- и 14-битным разрешением
- **Сокращение стоимости и размеров платы за счёт исключения внешних защитных компонентов**
 - Аналоговые входы выдерживают напряжения до $\pm 16,5$ В



АЦП MAX1300...MAX1303 позволяют снизить затраты благодаря возможности программной установки диапазонов напряжений входных сигналов.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

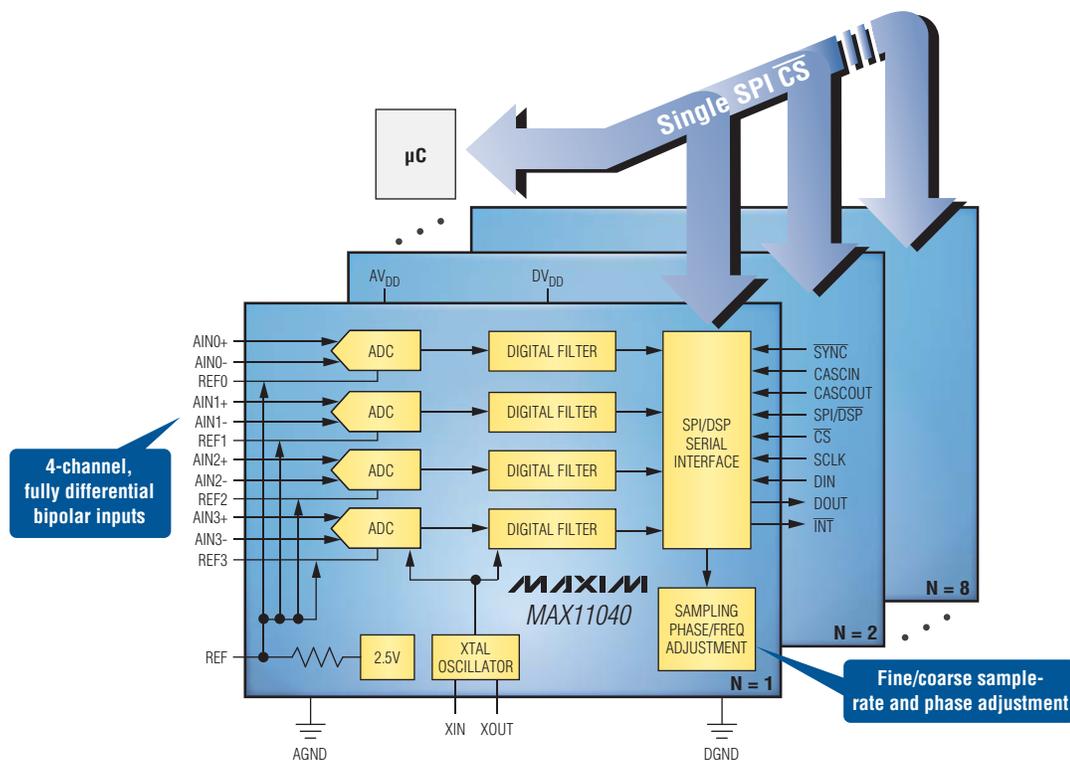
АЦП упрощает встраиваемое ПО, предоставляя точную информацию о фазах и амплитудах сигналов по 32 каналам

MAX11040

Отношение сигнал/шум (SNR) сигма-дельта АЦП MAX11040 составляет 117 дБ. У этой микросхемы имеется четыре канала с возможностью одновременной выборки. Число каналов с одновременной выборкой может быть увеличено до 32 (восемь АЦП MAX11040, включённых параллельно). MAX11040, имеющий программируемую фазу и скорость дискретизации, идеален для высокоточных, критичных к фазе измерений в характерных для ПЛК условиях работы с высоким уровнем шума. По совместимому с SPI последовательному интерфейсу можно с помощью одной команды считать данные со всех каскадно соединённых АЦП MAX11040. Четыре модулятора одновременно конвертируют все дифференциальные аналоговые входные сигналы в поток выходных данных с программно задаваемой скоростью от 0,25 до 64 тыс. выборок в секунду. При скорости 16 тыс. выборок в секунду отношение сигнал/шум (SNR) АЦП достигает 106 дБ, а при 1 тыс. выборок в секунду — 117 дБ.

Преимущества

- Упрощается цифровой интерфейс к микроконтроллеру
 - Через единый SPI-интерфейс можно подключить все восемь АЦП MAX11040
- Нет проблем с измерениями в широком динамическом диапазоне
 - Отношение сигнал/шум 106 дБ даёт возможность измерять как очень маленькие, так и очень большие входные напряжения
- Простота измерения фазовых соотношений между входными сигналами
 - Одновременная выборка по всем каналам позволяет сохранить целостность информации о фазах входных сигналов



MAX11040 можно каскадировать, что позволяет увеличить число каналов до 32.

Вывод аналоговых сигналов

Введение

Аналоговый выход предназначен для удалённого управления функциональными и технологическими устройствами. Он может быть либо частью сложной системы управления с обратными связями типа ПЛК или пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора, либо самостоятельно выполнять какие-нибудь простые функции, скажем, включать и выключать свет или вентилятор.

Модуль аналоговых выходов первоначально получает команды от микроконтроллера и транслирует их в форму аналоговых и цифровых сигналов для управления электродвигателями, клапанами, реле. Цифровые данные, поступающие от ЦПУ, могут быть преобразованы в аналоговое напряжение или ток, например, с помощью ЦАП и схем последующей обработки выходного сигнала. Последующая обработка обеспечивает необходимую подстройку выходного сигнала, включая калибровку смещения, опорного напряжения и усиления. Вопросы калибровки обсуждаются в главе «Согласование, калибровка и подстройка» на странице 143.

Создание дискретных схем постобработки с выходом по напряжению (однополярный или биполярный) или по току, с возможностью выбора параметров — задача, которая может показаться страшной. Это оказывается тем более верным, когда начинаешь понимать, что необходимо ещё управлять коэффициентом усиления в зависимости от установленного полного размаха выходного сигнала, что может быть несколько принятых за базу уровней однополярного или биполярного сигнала по напряжению, и, аналогично, в случае выходного токового сигнала.

Защита сигнала

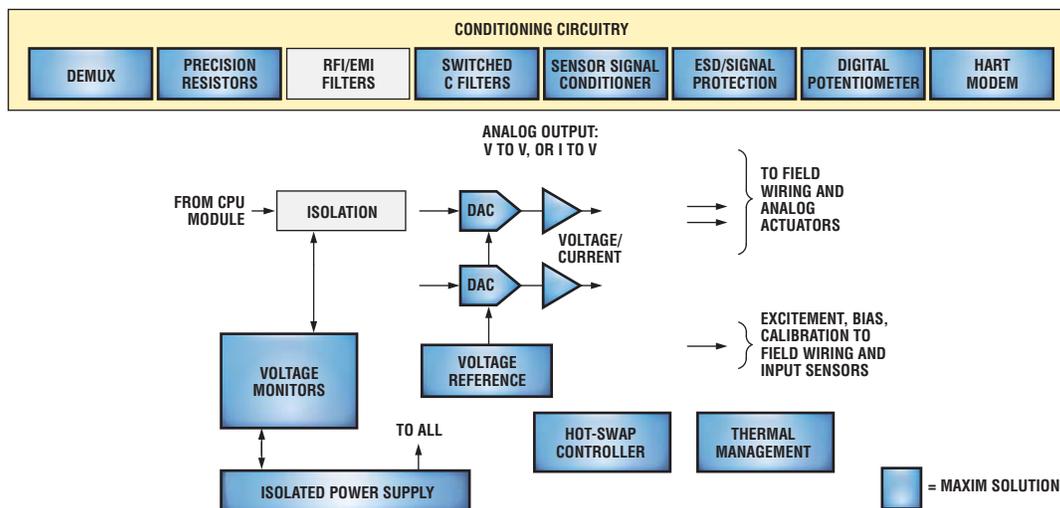
Аналоговые выходы подключаются к проводам, которые могут быть как длинными, так и короткими, находится в цехе или вне его, поэтому выходные модули должны обеспечивать защиту системы от электростатических разрядов, радиочастотных и электромагнитных помех. Обычно выход по напряжению используют в случае достаточно коротких проводов, а токовый выход применяется при больших длинах кабелей, по-



скольку они в меньшей степени подвержены воздействию электромагнитных помех, источниками которых могут быть электродвигатели или коммутационные приборы, замыкание и размыкание которых происходит с искрением.

Мониторинг сигнала

Функции мониторинга выходных сигналов, включая обнаружение перемежающихся неисправностей в проводке и сообщение о них, относятся к важным вопросам безопасности. Кабели в производственных помещениях и вне их подвержены воздействию вибрации, их передвигают, что со временем приводит к обрыву проводов или их замыканию с другими проводами. Оборудование и персонал должны всегда находиться в безопасности, что диктует необходи-



Блок-схема отражает широкую номенклатуру предлагаемых компанией Maxim изделий для построения функциональных узлов вывода аналоговых сигналов в составе ПЛК. Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

мость тщательного мониторинга состояния кабельной сети. При повреждении кабеля обычно до полного выхода его из строя какой-то период времени можно наблюдать такую ситуацию, когда во время работы сигнал то пропадает, то вновь появляется. Такое перемежающееся функционирование даёт возможность обнаружить ошибку до полного выхода кабеля из строя. Обнаружение аварийных ситуаций, будучи важной составной частью системы превентивных мер по поддержанию оборудования в исправном состоянии, улучшает безопасность и помогает уменьшить время простоя оборудования.

Поскольку уровни электромагнитных и радиочастотных помех, а также броски напряжений, вызываемые переходными процессами, могут быть в условиях производственного предприятия чрезвычайно высокими, то мониторинг должен отличаться надёжностью и не выдавать ложных аварийных сигналов. Надёжной должна быть и передача сообщений об обнаружении ошибок. На практике для обнаружения и выдачи сообщения о возникновении ошибок используют установленный минимальный таймаут. Например, сильный шумовой импульс можно принять за кратковременное нарушение целостности кабеля, но это необязательно так. Механическое нарушение целостности кабеля обычно более длительный процесс, чем шумовой импульс. Шумовой импульс обычно возникает из-за наличия ёмкостной или магнитной связи между коммуникационным кабелем и проложенным рядом с ним вторым кабелем, в котором происходит резкое изменение протекающего тока. Такая ситуация может возникнуть при включении или выключении мощных электродвигателей. При переходном процессе (во время спада или нарастания тока) изменение тока наводит в коммуникационном кабеле

короткий импульс (дифференцирование). Следовательно, введение небольшого (доли секунды) времени ожидания даст возможность детектору аварийной ситуации отличать реальное перемежающееся функционирование кабеля от шумового импульса. Период обнаружения должен, с одной стороны, быть достаточно большим, чтобы не принимать за сбой наводки, вызываемые быстрыми переходными процессами, которые являются обычной составляющей электромагнитной обстановки в условиях промышленного производства. С другой стороны, период обнаружения всё же должен быть достаточно малым, чтобы уловить кратковременные механические замыкания и размыкания аварийного провода в кабеле.

Можно обеспечить более высокую степень безопасности, если следить не только за состоянием кабелей. Важной характеристикой, например, является температура микросхемы и, следовательно, температурные условия, в которых эта микросхема работает. Фабрика или иное место эксплуатации ПЛК может занимать пространство в несколько акров, поэтому для обеспечения надёжности системы также важно следить за падениями напряжений на линиях питания или фиксировать случаи снижения напряжения питания ниже допустимого уровня.

Обработка ошибок вывода

При возникновении на выходе аварийной ситуации ошибки должны фиксироваться в соответствующих регистрах, а на вывод аппаратного прерывания должен подаваться соответствующий сигнал. Это даёт системному микропроцессору время на то, чтобы отреагировать на дребезг (в виде кратковременных замыканий и размыканий) вышедшего из строя провода в кабеле. По определению, перемежающиеся сбои в кабеле будут

асинхронными, и многие из них будут возникать в те промежутки времени, когда процессор будет занят выполнением других задач. После установки флага прерывания процессор может через какое-то время считать данные из регистров выходного устройства, чтобы определить точные условия возникновения сбоя, а затем сбросить флаг прерывания.

Выход аналогового модуля, работающего в условиях промышленного производства, должен быть защищён от ошибок монтажа и коротких замыканий. Разумеется, в некоторых случаях, как, например, при прямом ударе молнии, предотвратить поломку аналогового выхода невозможно. Тем не менее, выходы должны выдерживать аварийные напряжения разумной величины. Наиболее распространённые ошибки — замыкание подключённой к аналоговому выходу линии на землю или на шину питания 24 В. Такого рода аварийные ситуации аналоговый выход должен выдерживать, при этом подобные аварии не должны приводить к необходимости замены каких-либо компонентов.

Выполнение системных функций

Некоторым датчикам для функционирования требуется возбуждение, и такого рода сигналы выдаются модулем вывода аналоговых сигналов. Типичные примеры — сигнал переменного тока для ёмкостных датчиков и датчиков с изменяющимся сопротивлением или сигнал постоянного тока для простого светодиода в переключателе с подсветкой.

Аналоговый выход может также обеспечить выполнение других управляющих системных функций, среди которых мониторинг локального изолированного источника питания, мониторинг температуры платы и калибровка.

Микросхема с 32 усилителями и схемами выборки и хранения позволяет исключить 31 ЦАП и снизить стоимость системы

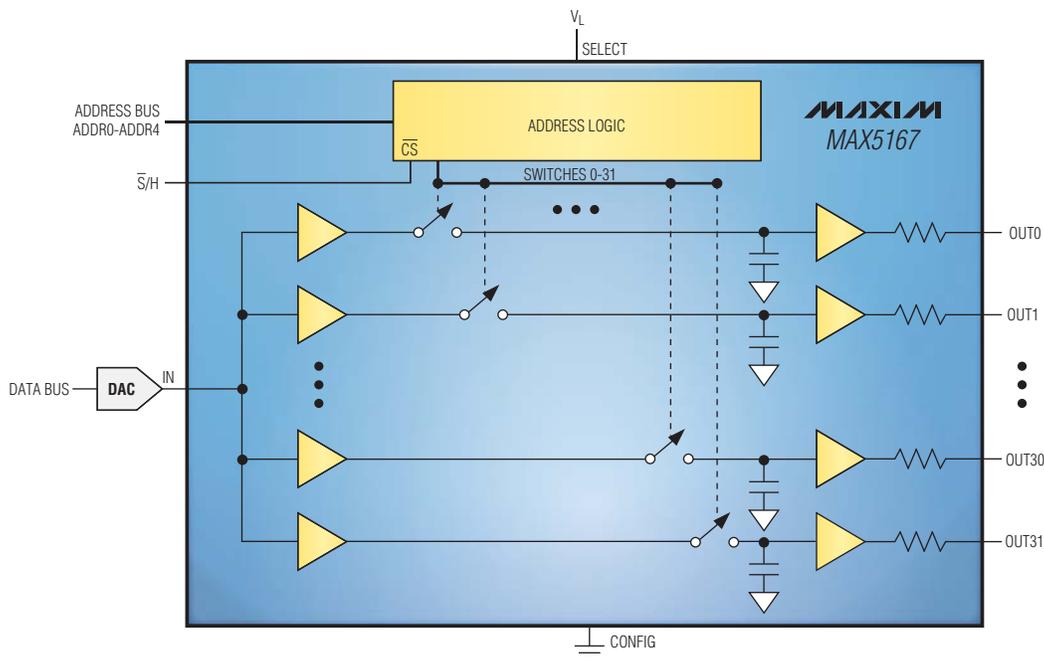
MAX5167

MAX5167 содержит 32 буферированные схемы выборки и хранения со встроенными конденсаторами хранения. Встроенные конденсаторы хранения минимизируют ток утечки, абсорбцию диэлектрика, сквозное проникновение сигнала, а также позволяют уменьшить площадь, занимаемую схемой на плате. Конденсаторы хранения также обеспечивают быстрое (типичное значение 2,5 мкс) время выборки при низкой скорости изменения (типичное значение 1 мВ/с) выходного сигнала в режиме хранения. Всё это делает микросхему усилителей со схемами выборки и хранения MAX5167 идеальным выбором для высокоскоростных приложений.

В MAX5167 предусмотрено пять адресных линий, являющихся входами демультиплексора, что позволяет выбирать один из 32 выходов. Аналоговый вход подключается к адресуемым усилителям в соответствии с сигналами, поступающими с блока управляющей логики.

Преимущества

- **Высокая степень интеграции и лёгкость использования**
 - 32 канала выборки и хранения
 - Ограничение выходных сигналов каждого канала
 - Широкий диапазон выходных напряжений: от -4 до +7 В
 - Возможность каскадирования двух микросхем MAX5167 для получения 64 выходных каналов
- **Беспрецедентные точность и линейность позволяют снизить суммарную системную погрешность**
 - Точность выбранного сигнала 0,01%
 - Погрешность линейности 0,01%
 - Малое время выборки: 2,5 мкс
 - Низкая скорость изменения выходного напряжения в режиме хранения: 1 мВ/с
 - Малое изменение выходного сигнала (0,25 мВ) при переходе из режима выборки в режим хранения



Блок-схема MAX5167.

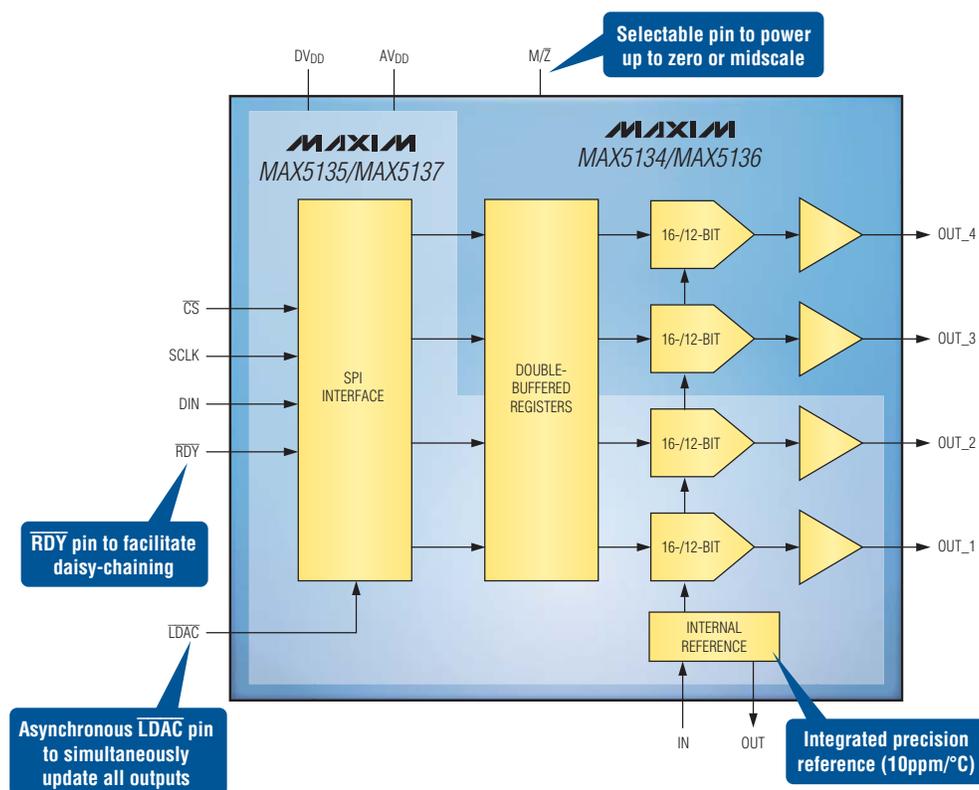
Многоканальные ЦАП — системная гибкость и меньшая стоимость

MAX5134/MAX5135/MAX5136/MAX5137

MAX5134...MAX5137 — совместимые программно и по выводам 16- и 12-битные ЦАП с низким энергопотреблением, буферизованным выходным напряжением и высокой линейностью. Микросхемы могут работать как с внутренним, так и с внешним источником опорного напряжения (ИОН), если требуется размах выходного сигнала от одной до другой шины питания (rail-to-rail). Рабочий диапазон напряжений питания MAX5134...MAX5137 — от 2,7 до 5,25 В, что позволяет использовать их в большинстве низковольтных приложений с низким энергопотреблением.

Преимущества

- **Возможность модификации**
 - 2-/4-канальные 16-/12-битные ЦАП, совместимые программно и по выводам
- **Снижение стоимости и занимаемой площади печатной платы**
 - Микросхемы могут работать с SPI/QSPI™/MICROWIRE™/DSP-совместимыми последовательными интерфейсами
 - Корпус 4 × 4 мм
 - Выход READY позволяет легко каскадировать несколько микросхем MAX5134...MAX5137 и других совместимых приборов
 - Аппаратный вход LDAC с двойной буферизацией и программный сигнал LDAC обеспечивают одновременное обновление выходных сигналов
- **Повышенная безопасность**
 - Наличие аппаратного входа для обнуления выходов ЦАП или установки их на середину выходного диапазона при подаче питания или сбросе



Блок-схема ЦАП MAX5134...MAX5137.

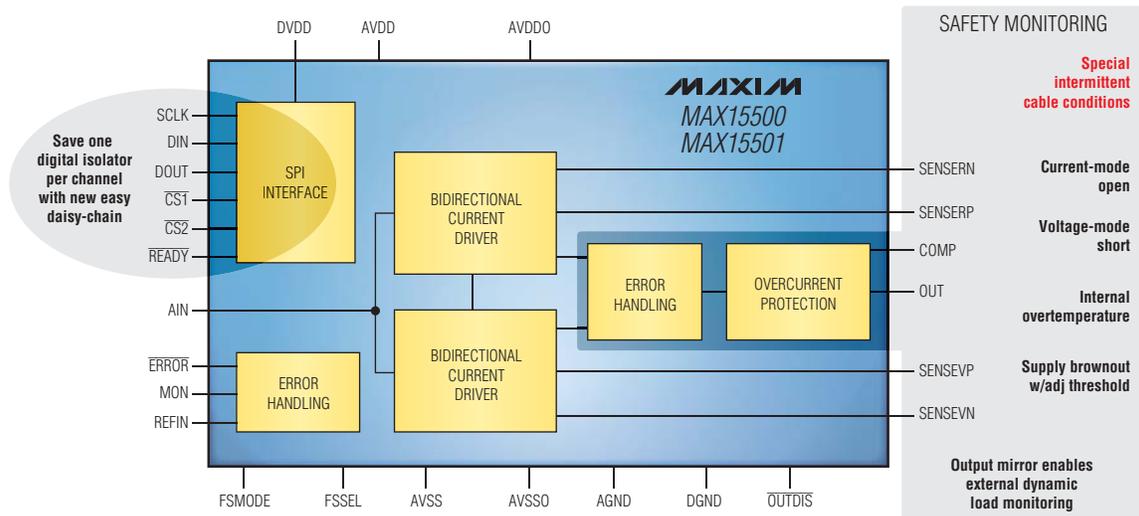
Улучшение системной безопасности и надёжности с помощью формирователя выходного сигнала

MAX15500/MAX15501

Формирователи выходного аналогового сигнала MAX15500/MAX15501 обеспечивают программируемый ток до ± 24 мА или напряжение до ± 12 В, пропорциональные управляющему напряжению. Управляющее напряжение обычно формируется внешним ЦАП с выходным диапазоном от 0 до 4,096 В (MAX15500) или от 0 до 2,5 В (MAX15501). Выходные ток и напряжение можно задать на выбор как однополярные или биполярные. Программирование формирователей MAX15500/MAX15501 осуществляется через SPI-интерфейс, при этом микросхемы могут каскадироваться.

Преимущества

- **Увеличение надёжности**
 - Выходы защищены от перегрузки по току
 - Выходы выдерживают короткое замыкание на землю или на шины питания с напряжением до ± 35 В
- **Лёгкость установки оборудования и улучшение диагностики**
 - Выходные ток и напряжение можно задать на выбор как однополярные или биполярные
 - Мониторинг температуры и напряжения питания с программно устанавливаемыми пороговыми значениями
 - Выдача через SPI-интерфейс исчерпывающих сообщений о возникающих ошибках и дополнительный вывод с открытым коллектором для выдачи запроса на прерывание
 - Аналоговый вывод для мониторинга нагрузки



Блок-схема MAX15500/MAX15501.

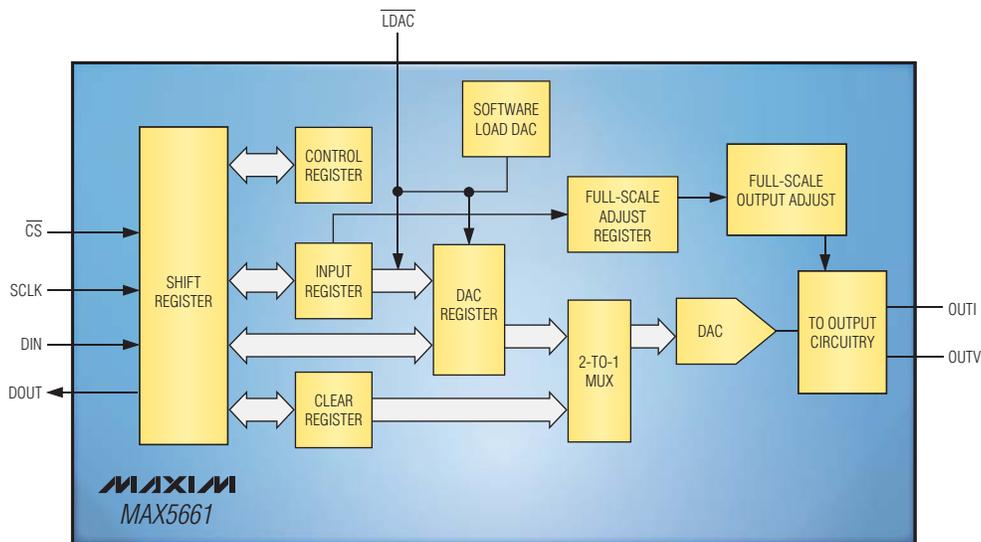
16-битный ЦАП с выходным буфером и программным заданием типа выходного сигнала (ток/напряжение) снижает площадь монтажа и исключает внешние компоненты

MAX5661

ЦАП MAX5661 позволяет задавать тип выходного сигнала (ток или напряжение) и настраивать диапазон его изменения. Использование этой микросхемы упрощает задачи, которые приходится решать разработчикам при проектировании плат обработки аналоговых и смешанных сигналов.

Преимущества

- **Упрощается конструкция платы**
 - Программно выбираемый тип выходного сигнала: ток или напряжение
- **Исключаются внешние компоненты**
 - Интегрированный выходной буфер
 - Нет необходимости во внешних компонентах для перехода от одного типа выходного сигнала к другому
- **Улучшается надёжность**
 - Аналоговое напряжение питания до 37,5 В



Упрощённая блок-схема MAX5661.

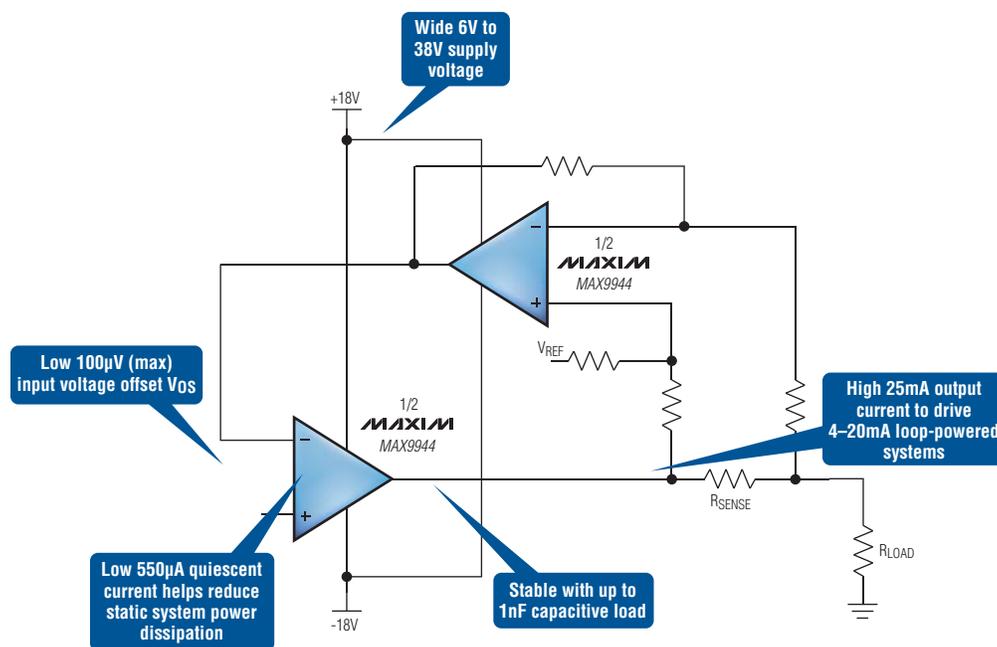
Улучшение системной точности высоковольтных приложений, работающих в жёстких условиях, с помощью высокопрецизионных устройств обработки выходного сигнала и драйверов

MAX9943/MAX9944

MAX9943/MAX9944 — высоковольтные усилители (питание от 6 до 38 В), характеризующиеся высокой точностью (напряжение смещения V_{OS} не более 100 мкВ), низким температурным дрейфом (0,4 мкВ/°С) и низким энергопотреблением (не более 550 мкА). Эти микросхемы идеально подходят для обработки поступающих с датчиков сигналов, для работы в составе высокопроизводительных измерительных систем промышленного назначения и в системах с питанием по шлейфу (например, в передатчиках 4–20 мА).

Преимущества

- При напряжении питания 24 В позволяет с лёгкостью управлять токовыми петлями 4–20 мА большой длины (идущими между цехами)
 - Высокое значение напряжения питания и мощный выходной каскад, способный отдавать в нагрузку большой ток, превосходят требования, предъявляемые к устройствам передачи данных посредством тока



MAX9944 осуществляет точное управление током нагрузки.

Резисторная цепочка снижает стоимость и площадь монтажа, не ухудшая точности

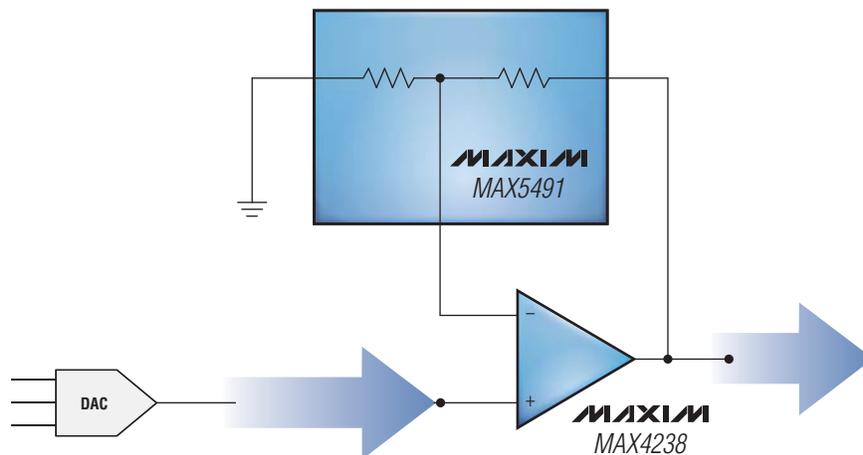
MAX5490/MAX5491/MAX5492

Прецизионные резистивные делители семейства MAX5940 состоят из двух точно согласованных резисторов. Имеется доступ к центральной и крайним точкам делителя.

Резисторы делителей данного семейства превосходно согласованы: 0,035% (класс А), 0,05% (класс В) и 0,1% (класс С), а температурный дрейф коэффициента деления чрезвычайно низок и не превышает 2 ppm/°C. Суммарное сопротивление делителей равно 30 кОм. Выпускаются делители с отношениями сопротивлений от 1:1 до 30:1, имеется десять стандартных коэффициентов деления.

Преимущества

- **Дешевизна и простота использования**
 - Рабочее напряжение на суммарном сопротивлении ($R1 + R2$) до 80 В
 - Отношение сопротивлений от 1:1 до 30:1
 - Жёсткий допуск на точность коэффициента деления
 - Три класса: 0,035%, 0,05% и 0,1%
 - Низкий температурный дрейф коэффициента деления (2 ppm/°C)
- **Экономное использование площади платы**
 - Миниатюрный 3-выводной корпус SOT23



Реализация надёжного прецизионного выходного усилителя аналогового сигнала с помощью MAX5491.

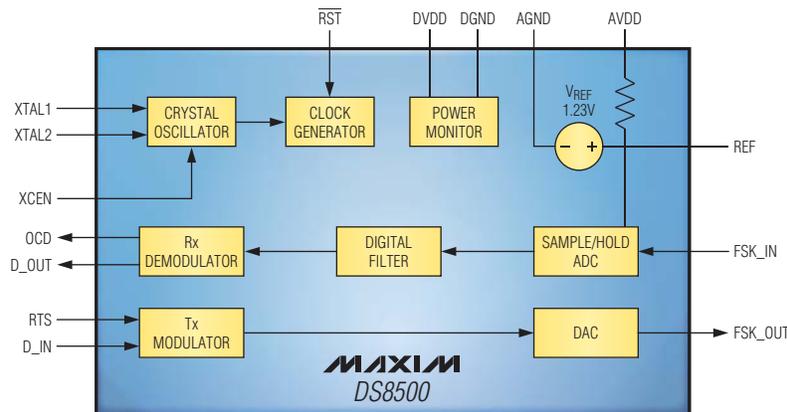
Уменьшение размеров малоомощного технологического оборудования с помощью однокристалльного HART-модема

DS8500

DS8500 — однокристалльный модем с поддержкой протокола HART, удовлетворяющий требованиям физического уровня HART. Устройство работает в полудуплексном режиме и потребляет очень мало электроэнергии. В состав микросхемы входят модулятор и демодулятор частотно-манипулированного (FSK — Frequency Shift Keying) сигнала (1200 Гц/2200 Гц). Для работы модему требуется лишь несколько внешних компонентов, поскольку в него уже интегрированы средства цифровой обработки сигнала.

Преимущества

- **Более высокая плотность сборки благодаря низкому энергопотреблению**
 - Максимальный потребляемый ток 285 мкА
- **Уменьшение площади монтажа**
 - Минимальное число внешних компонентов благодаря встроенному цифровому фильтру в тракте принимаемого сигнала
 - 20-выводной корпус TQFN (5 × 5 × 0,8 мм)
- **Надёжная передача сигналов благодаря чрезвычайно низкому уровню гармонических искажений**
 - Синусоидальный выходной сигнал



Блок-схема DS8500.

Сетевые функции

Введение

Промышленная шина — это коммуникационная среда, используемая в системах промышленной автоматизации и управления технологическими процессами для соединения между собой пространственно-разнесённых подсистем. В распределённых системах допускается локальное, иерархическое управление. У такой децентрализованной стратегии управления есть важное достоинство — нет необходимости в мощных ресурсах обработки информации и большом кабельном хозяйстве. Управляющие подсистемы могут размещаться вблизи датчиков и исполнительных устройств (актуаторов). Примером сети промыш-

ленных шин может служить сборочный автомобильный конвейер, где расположенные на рабочих местах контроллеры объединены в промышленную сеть.

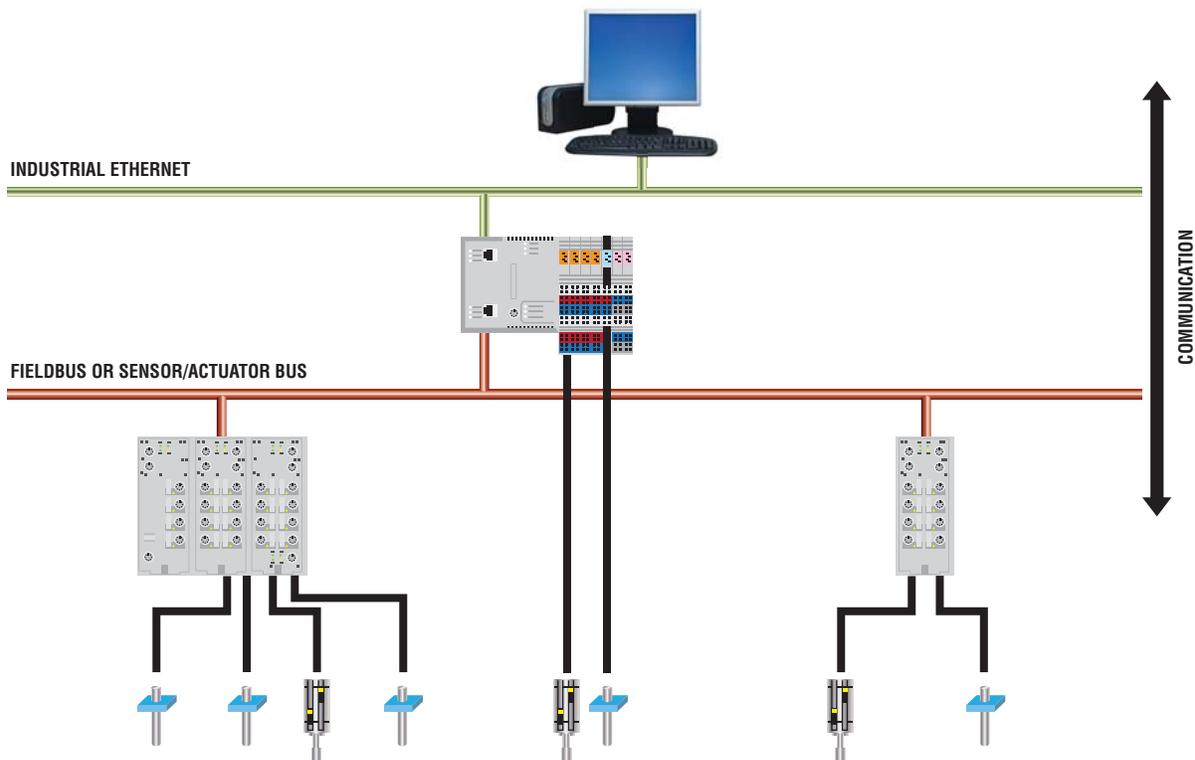
Базовая структура промышленной шины

Система ПЛК обладает иерархической структурой, в которой на верхних уровнях промышленной сети используются подсети на основе Ethernet. Эта иерархическая структура в свою очередь объединена с другими корпоративными IT-системами.

Промышленные шины — это двунаправленные цифровые сети с последовательной передачей

данных. В качестве примеров промышленных шин можно назвать CANopen, CCLINK, ControlNet, DeviceNet, Ethernet, Interbus, Modbus® и PROFIBUS. PROFIBUS DP (Decentralized Peripheral — децентрализованная периферия) стала одной из наиболее часто используемых шин промышленной автоматизации. PROFIBUS DP применяют, главным образом, для объединения в сеть множества контроллеров, размещённых в разных местах.

Физический уровень промышленной шины — это обычно RS-485, CAN и Ethernet. Как показано далее, для подключения подсистемы ПЛК к шине используется специальный модуль.



Промышленная шина обеспечивает обмен данными между всеми системами предприятия.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК)

Сетевые функции

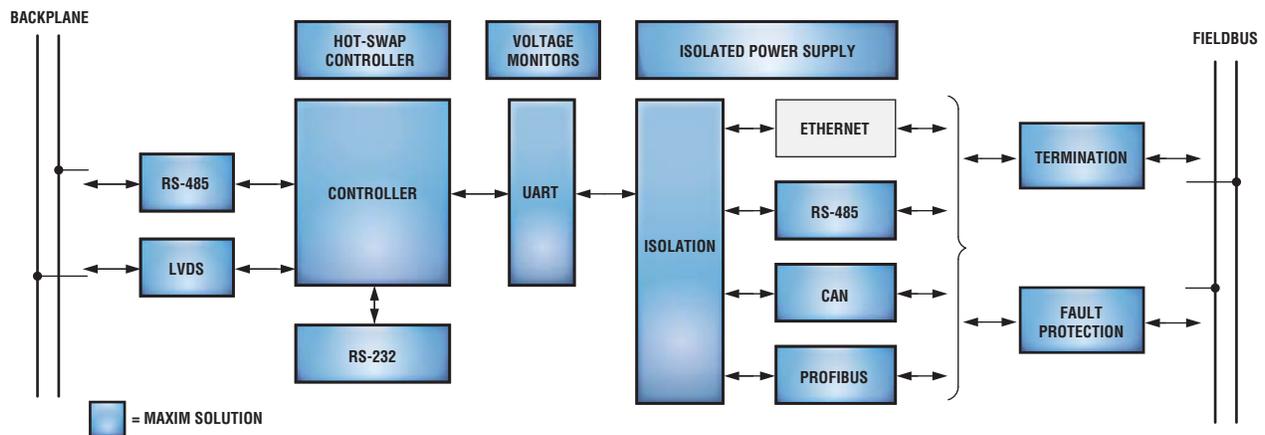
Модуль подключения к шине представляет собой мост между системной и промышленной шинами. Основой общей для всех модулей ПЛК-системы системной шины может быть дуплексный или полудуплексный интерфейс RS-485. Интерфейс RS-485 идеально подходит для системной шины в промышленных приложениях благодаря своей высокой помехозащищённости, высокой скорости передачи данных и возможности «горячей» замены устройств.

В модуле подключения к шине контроллер преобразует протокол обмена данными системной шины в протокол, принятый для обмена данными по промышленной шине. Универсальные асинхронные приёмопередатчики (UART) определяют скорость передачи данных по промышленной шине, гарантируют

целостность данных и обеспечивают интерфейс либо с приёмопередатчиками RS-485, либо с приёмопередатчиками PROFIBUS. Тяжёлые условия, в которых обычно работают промышленные приложения, могут сильно усложнить задачу защиты интерфейсных кабелей и устройств. Поэтому критически важно, чтобы как отдельные устройства, так и вся система выдерживали воздействие неблагоприятных факторов. Только таким образом можно обеспечить поддержание целостности сигналов и надёжность ПЛК-системы.

Чтобы гарантировать защищённость системы в неблагоприятных производственных условиях, разработчикам ПЛК необходимо обеспечить выполнение довольно специфических мер защиты:

- Защита от высоковольтных электростатических разрядов: до ± 35 кВ (модель человеческого тела) и ± 20 кВ (воздушный зазор, IEC 61000-4-2)
- Защита от короткого замыкания: способность выдерживать короткие замыкания на линии под напряжением до ± 80 В
- Гальваническая изоляция, позволяющая работать с большими синфазными сигналами, вызванными разницей потенциалов «земли»
- Терминирование кабеля для снижения отражений сигналов на линии
- Возможность работы в автомобильном температурном диапазоне: от -40 до $+125^\circ\text{C}$



Промышленная шина подключается к системной шине через специальный модуль. Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Приёмопередатчик, соответствующий стандартам PROFIBUS DP, с защитой от электростатического разряда ± 35 кВ

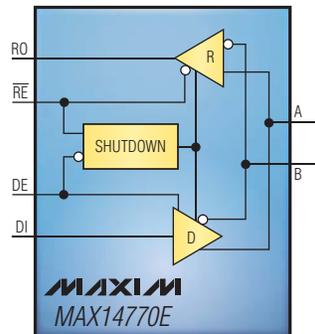


MAX14770E

Имея выходной драйвер с высоким дифференциальным напряжением (не менее 2,1 В) и входной ёмкостью со стороны шины всего 8 пФ, приёмопередатчик PROFIBUS DP MAX14770E соответствует строгим стандартам PROFIBUS. Надёжная защита от электростатического разряда (± 35 кВ, модель человеческого тела — НВМ), широкий автомобильный диапазон рабочих температур и занимающий мало места 8-выводной корпус TQFN делают MAX14770E идеальным выбором для ограниченных по габаритам приложений, работающих в жёстких условиях промышленного производства.

Преимущества

- **Лёгкость подключения к сетям PROFIBUS**
 - Соответствует спецификациям EIA 61158-2 Тип 3 PROFIBUS DP
 - Температурный диапазон $-40...+125^{\circ}\text{C}$ позволяет использовать микросхемы в экстремальных условиях
- **Экономия места**
 - Миниатюрный 8-выводной корпус TQFN с посадочным местом 3×3 мм
- **Улучшение надёжности благодаря лучшей в классе защите от электростатического разряда**
 - ± 35 кВ по модели человеческого тела
 - ± 20 кВ IEC 61000-4-2 (воздушный зазор)
 - ± 10 кВ IEC 61000-4-2 (контакт)



Блок-схема MAX14770E.

Приёмопередатчики RS-485 с интегрированными согласующими резисторами упрощают установку оборудования

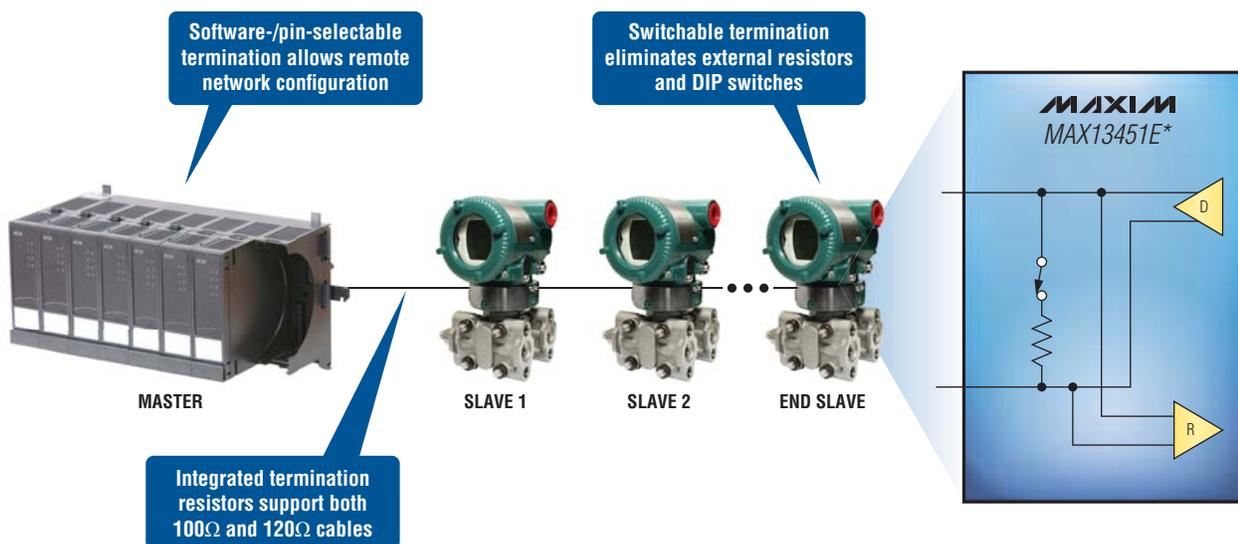
MAX13450E/MAX13451E

В полудуплексных и дуплексных сетях RS-485, работающих с высокими скоростями передачи данных, для минимизации отражений, вызванных несоответствием импедансов, на обоих концах линий передач должны быть установлены оконечные согласующие устройства (терминаторы). Обычно для согласования используют дискретные резисторы, устанавливаемые либо в оборудование, либо в точках подключения устройств к линии. Чаще всего в приложениях RS-485 используют линии передачи с волновым сопротивлением 120 Ом. С недавних пор, впрочем, более предпочтительными стали линии с волновым сопротивлением 100 Ом, поскольку в них используются Ethernet-кабели.

Новые приёмопередатчики RS-485, такие как MAX13450E/MAX13451E, исключают необходимость во внешних согласующих резисторах, так как резисторы интегрированы прямо в микросхему, имеющую специальный вывод для выбора сопротивления 100 или 120 Ом. Вывод сдвига логических уровней (вывод V_L) обеспечивает совместимость с системами с разными напряжениями.

Преимущества

- **Гибкое конфигурирование интерфейса для многих приложений уменьшает складскую номенклатуру комплектующих**
 - Встроенные согласующие резисторы 100/120 Ом исключают необходимость во внешних компонентах
 - Задаваемое ограничение скорости нарастания/спада фронтов улучшает электромагнитную совместимость
 - Вывод V_L обеспечивает совместимость с системами с различными напряжениями (вплоть до логики 1,62 В)
- **Встроенная защита — идеальное решение при работе в жёстких условиях**
 - Тепловая защита, срабатывающая при температуре +150°C
 - Отказоустойчивая работа
 - Защита от электростатического разряда ±30 кВ (модель человеческого тела)
- **Надёжность: автомобильный диапазон рабочих температур –40...+125°C**
- **Выход сигнализации об аварийной ситуации предупреждает пользователя о коротком замыкании в схеме**



В приёмопередатчики RS-485 интегрированы все функции, необходимые для надёжного обмена информацией в промышленных условиях.

Изолированный приёмопередатчик RS-485 сокращает список комплектующих (BOM)

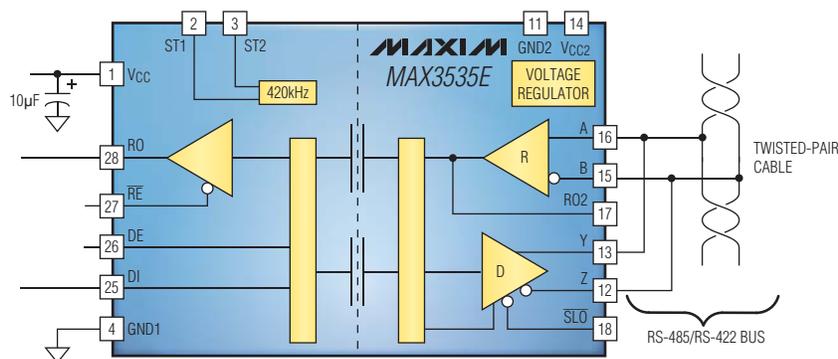
MAX3535E

Из-за жёстких условий эксплуатации и больших синфазных напряжений, которые могут возникать между сильно удалёнными друг от друга подсистемами, требуется гальваническая развязка между промышленной шиной и коммуникационной платой ПЛК. Компания Maxim предлагает приёмопередатчики RS-485 с интегрированной гальванической изоляцией на основе ёмкостей, трансформаторов и оптронов.

Приёмопередатчик RS-485 MAX3535E разработан для применения в приложениях, в которых требуется гальваническая изоляция до ± 2500 В. Эту микросхему легко использовать, поскольку в неё полностью интегрированы полумостовой драйвер и выпрямитель. Приёмопередатчик MAX3535E имеет улучшенную защиту от электростатического разряда вплоть до ± 15 кВ.

Преимущества

- **Исключается необходимость во внешней изолирующей схеме**
 - Изоляция 2500 В (rms) шины RS-485 на основе встроенных высоковольтных конденсаторов
- **Надёжная защита от электростатического разряда до ± 15 кВ**
 - Диапазон рабочих напряжений от 3,0 до 5,5 В обеспечивает сопряжение с системами с разными напряжениями питания



Блок-схема MAX3535E. Штриховой линией показан изоляционный барьер.

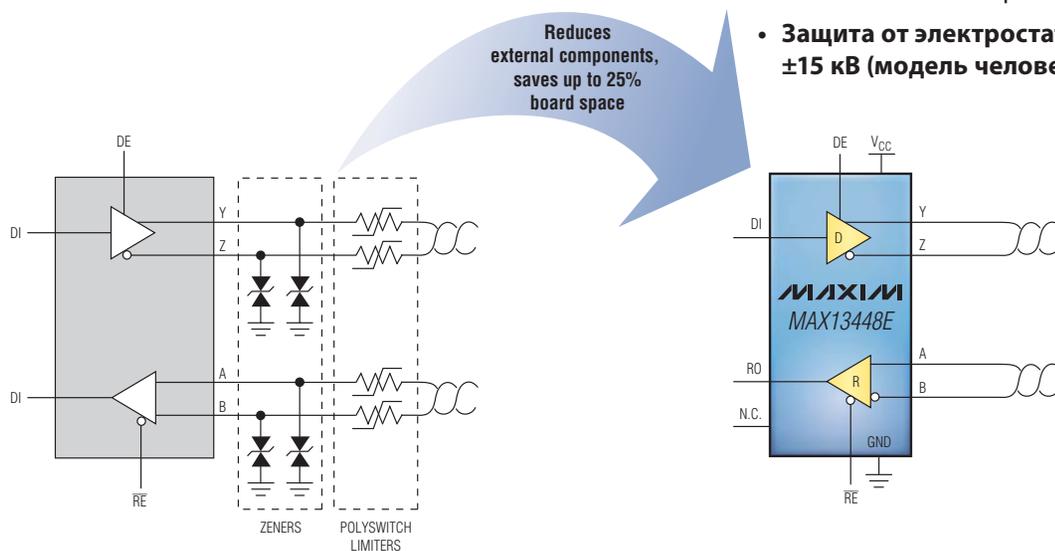
Приёмопередатчики RS-485 с защитой от аварийных ситуаций повышают надёжность оборудования

MAX13448E, MAX3440E...MAX3444E, MAX13442E/MAX13443E/MAX1344E, MAX3430

В приложениях, в которых силовые линии и линии передачи данных размещены в одном кабеле, существует потенциальная опасность возникновения аварийных ситуаций из-за ошибок монтажа, коротких замыканий между линиями, входящими в кабель, наводок в виде выбросов напряжения на коммуникационной шине. В семействах приёмопередатчиков RS-485 MAX13448E, MAX13442E, MAX3430 и MAX3440E реализована защита, выдерживающая воздействие постоянного напряжения до ± 80 В.

Преимущества

- **Интегрированная схема защиты обеспечивает снижение площади монтажа на 25%**
- **Выдерживают наибольшие аварийные напряжения среди всех интегральных приёмопередатчиков**
 - Выдерживают воздействие постоянного напряжения величиной до ± 80 В
- **Гибкое конфигурирование позволяет работать с разнородными системами**
 - Широкий диапазон напряжений питания (3,3...5 В) позволяет работать с дуплексным и полудуплексным интерфейсом RS-485
- **Высокая степень интеграции упрощает комплектование схемы**
 - Ограничение скорости нарастания/спада фронтов способствует безошибочной передаче данных
 - Истинно отказоустойчивая работа
 - Возможность «горячей» замены
- **Защита от электростатических разрядов до ± 15 кВ (модель человеческого тела)**



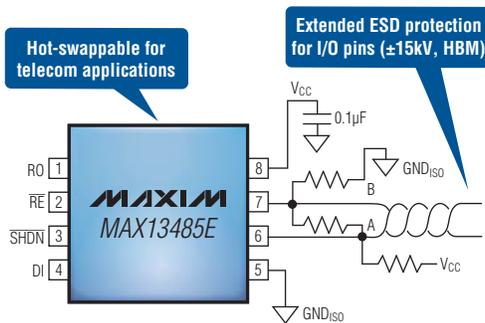
Микросхема	Напряжение питания V_{CC} [В]	Конфигурация	Защита [В]
MAX13448E	3,3...5	дуплекс	± 80
MAX3440E...44E	5	полудуплекс	± 60
MAX13442E/43E/44E	5	полудуплекс	± 80
MAX3430	3,3	полудуплекс	± 80

Высокий уровень интеграции приёмопередатчиков RS-485 компании Maxim обеспечивает снижение стоимости и размеров платы.

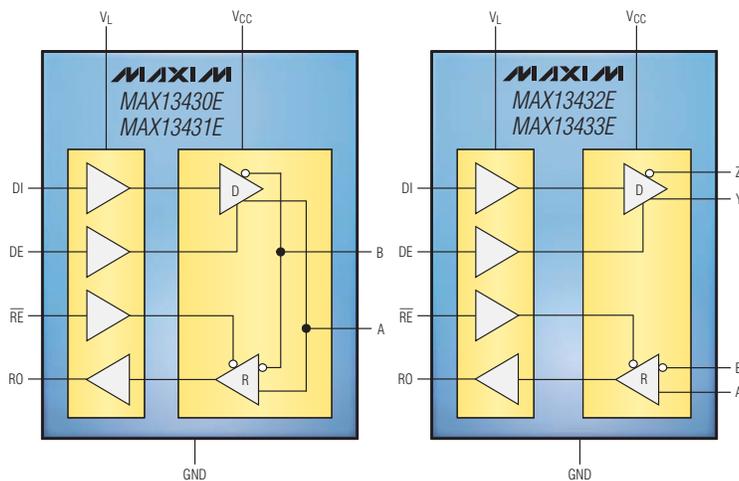
Самые миниатюрные промышленные приёмопередатчики RS-485 занимают меньше места на плате и упрощают комплектацию

MAX13485E/MAX13486E, MAX13430E...MAX13433E

В связи с уменьшением габаритов промышленных модулей от разработчиков настоятельно требуют уменьшения размеров печатных плат ПЛК и отказа от использования микросхем в таких считающихся в промышленности стандартными корпусах, как SO, SSOP и PDIP. Компания Maxim предлагает целое семейство приёмопередатчиков RS-485 с интегрированными функциональными возможностями, выпускаемых в миниатюрных корпусах μ DFN/TDFN и позволяющих упростить список комплектующих, снизить затраты и уменьшить занимаемую площадь платы.



MAX13485E в корпусе μ DFN занимает на плате на 50% меньше места по сравнению с конкурирующими аналогами.



Типовые структурные схемы микросхем семейства MAX13430E.

Преимущества

MAX13485E/MAX13486E

- **Самое маленькое посадочное место позволяет создавать компактные устройства**
 - Миниатюрный (2 × 2 мм), требующий мало места 8-выводной корпус μ DFN
- **Высокая степень интеграции упрощает комплектацию**
 - Возможность «горячей» замены с исключением приводящих к сбоям переходных процессов при включении питания
 - Улучшенные возможности по ограничению скорости нарастания/спада фронтов способствуют безошибочной передаче данных
 - Снижение энергопотребления при ожидании благодаря наличию «спящих» режимов

MAX13430E...MAX13433E

- **Самое маленькое посадочное место позволяет создавать компактные устройства**
 - Выпускаются в миниатюрных (3 × 3 мм) 10-выводных корпусах TDFN/ μ MAX®
- **Гибкое конфигурирование интерфейса для многих приложений уменьшает складскую номенклатуру комплектующих**
 - Широкий диапазон допустимых напряжений питания (3...5 В) снижает необходимость в источнике питания 5 В
 - Вывод V_L обеспечивает подключение к низковольтной логике (вплоть до 1,62 В), программируемым матрицам FPGA и специализированным заказным интегральным схемам (ASIC)
 - Улучшенные возможности по ограничению скорости нарастания/спада фронтов способствуют безошибочной передаче данных
 - Надёжная защита от высоковольтных электростатических разрядов — ± 30 кВ (модель человеческого тела)

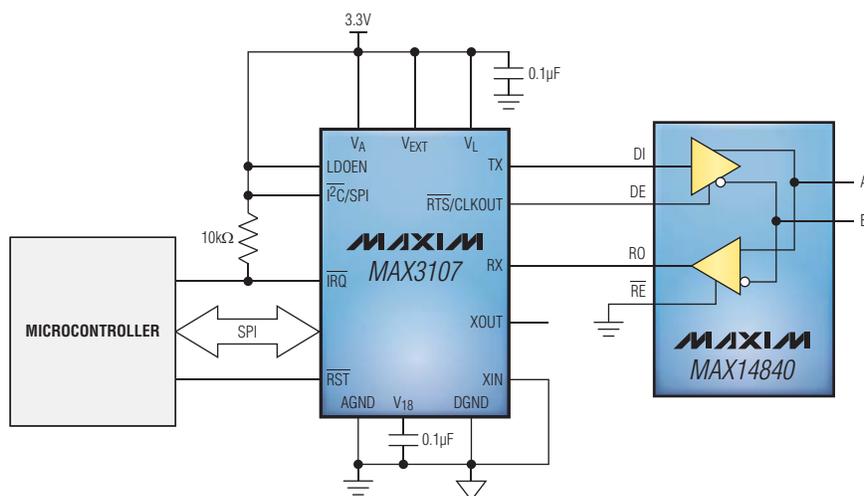
Современный приёмопередатчик SPI/I²C UART увеличивает гибкость и функциональность, снижает нагрузку на микроконтроллер

MAX3107

Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART) MAX3107 служит мостом между шинами SPI или I²C и асинхронными коммуникационными интерфейсами, такими как RS-485, RS-232, PROFIBUS DP или IrDA. Интерфейсы RS-485 и PROFIBUS DP разработаны для высокоскоростной передачи данных, которую многие асинхронные приёмопередатчики, встроенные в современные микроконтроллеры, поддерживать не в состоянии. Данному же UART, который дополнен двумя буферами FIFO на 128 слов и встроенным генератором, для высокоскоростной передачи данных требуется только простой хост-контроллер. Работая на высоких скоростях, MAX3107 отвечает требованиям современных высокоскоростных приложений.

Преимущества

- **Снижение стоимости высокоскоростных коммуникационных интерфейсов**
 - 128-байтные буферы FIFO
 - Автоматическое управление полудуплексным приёмопередатчиком
 - Высокая скорость передачи данных — до 24 Мбит/с (макс.)
- **Высокая степень интеграции снижает стоимость и уменьшает размер печатной платы**
 - Внутренний генератор может работать без внешнего кварца
- **Улучшенная встроенная система синхронизации поддерживает практически неограниченную скорость передачи данных**
 - Интегрированная система ФАПЧ, делитель и дробный генератор скорости передачи обеспечивают свободу в выборе скорости и точность её задания
- **Возможность создавать компактные ПЛК с высокой плотностью размещения компонентов**
 - Миниатюрный 24-выводной корпус TQFN (3,5 × 3,5 мм) и стандартный корпус SSOP



Включение MAX3107 для обмена данными по RS-485 в полудуплексном режиме.

Функции ввода/вывода цифровых сигналов

Введение

Цифровой ввод/вывод обеспечивает взаимодействие с промышленными датчиками и исполнительными механизмами и обмен информацией, представленной в цифровой форме. Датчики и исполнительные механизмы располагаются на различных производственных участках и, таким образом, представляют собой самый низкий уровень в иерархии систем управления. В противоположность модулям ввода/вывода аналоговых сигналов, модули ввода/вывода цифровых сигналов отправляют и получают информацию в цифровой форме. Это может быть однобитная (бинарная) информация или оцифрованные величины. В зависимости от типа интерфейса информационный поток может быть одно- и двунаправленным.

Представление информации в цифровом виде даёт существенную выгоду: цифровые данные более устойчивы к шумам. Это важно, поскольку коммуникационные линии ПЛК подвергаются воздей-

ствию более мощных помех, чем те, что обычно воздействуют на аналоговые линии связи. Следовательно, цифровой ввод/вывод позволяет вести низкоскоростной обмен данными по более длинным кабелям.

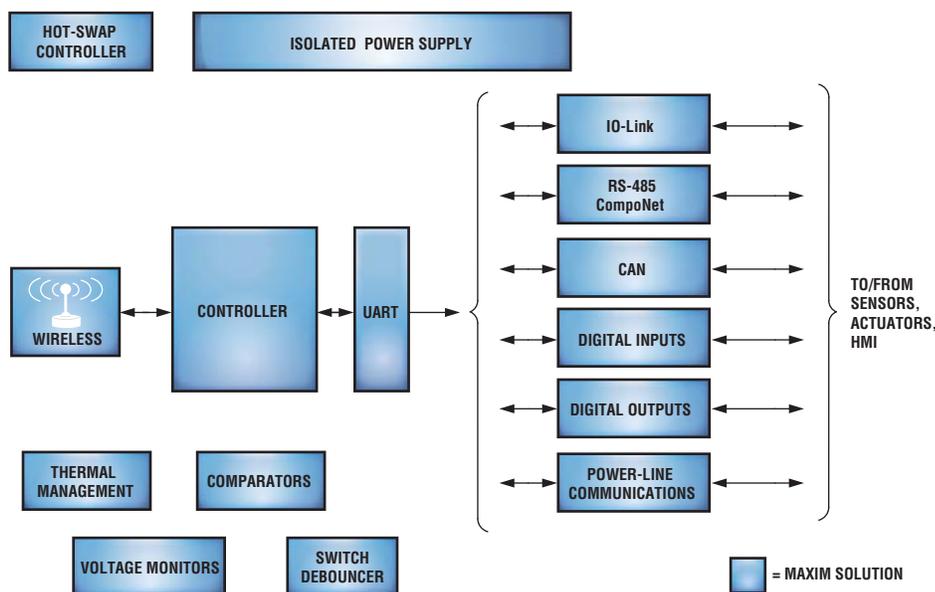
Типы интерфейсов

В основном, цифровые интерфейсы — это 24-В цифровые линии ввода/вывода. 24-В цифровые интерфейсы являются однонаправленными и 2-, 3- или 4-проводными, причём одна из линий (проводов) — это 24-В питание для датчиков и исполнительных устройств, одна — земля, а также одна или две (однаправленных) — линии передачи данных.

IO-Link® — новая технология сопряжения с датчиками и исполнительными устройствами на основе 24-В портов ввода/вывода. В системе IO-Link линия данных двунаправленная, поддерживаются скорости передачи данных до 230 Кбит/с. Двухточечный (point-to-point) интерфейс IO-Link соединяет один

датчик или один актуатор с одним цифровым портом ввода/вывода. При использовании интеллектуальных конфигурируемых датчиков возможны удалённое конфигурирование, диагностика и мониторинг периферийных устройств.

В сети CompoNet® для высокоскоростного обмена информацией с датчиками и исполнительными устройствами используется дифференциальная шина RS-485. Сеть CompoNet является сетью типа «ведущий — ведомые», в ней ведущее устройство управляет ведомыми, число которых может достигать до 384. Дополнительно тот же самый кабель может использоваться как 24-В питание с нагрузочной способностью до 5 А. Обычно напряжение питания на датчики и исполнительные устройства подаётся от источника питания 24 В, который изолирован от системной шины. Эта функция отображена на показанной ниже блок-схеме в виде блока ISOLATED POWER SUPPLY (Изолированные источники питания).



С помощью промышленного цифрового интерфейса ввода/вывода легко обеспечить передачу информации от датчиков и исполнительных устройств (или к датчикам и исполнительным устройствам). Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Микросхема ведущего приёмопередатчика IO-Link позволяет создавать массивы приёмопередатчиков

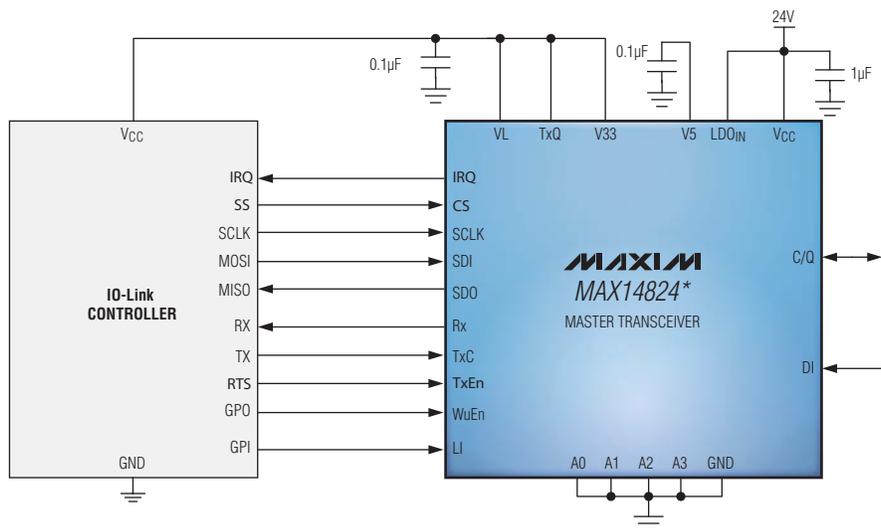
MAX14824*

MAX14824 — ведущий приёмопередатчик IO-Link, разработанный для многоканальных приложений IO-Link с большим числом портов. В MAX14824 интегрирован физический интерфейс IO-Link вместе с дополнительным цифровым входом и двумя регуляторами. Высокоскоростной 12-МГц интерфейс SPI позволяет осуществлять быстрое программирование и мониторинг интерфейса IO-Link. Ведомый приёмопередатчик устанавливают на датчики и исполнительные устройства.

Внутриполосная адресация MAX14824 и возможность выбора адресов SPI позволяют каскадировать несколько микросхем. Микросхема поддерживает стандартные скорости обмена данными интерфейса IO-Link, а также позволяет устанавливать скорость нарастания фронтов для улучшения электромагнитной совместимости. Драйвер гарантировано способен выдавать в нагрузку ток до не менее 300 мА. Встроенная схема выхода из «спящего» режима автоматически определяет правильную полярность сигнала пробуждения, что позволяет использовать простые UART для генерации импульса пробуждения. ИС MAX14824 выпускается в 24-выводном корпусе TQFN с посадочным местом 4 × 4 мм и предназначена для работы в расширенном диапазоне температур — от -40 до +85°C.

Преимущества

- **Оптимальное решение организации цифровых портов ввода/вывода снижает стоимость систем IO-Link с большим числом портов**
 - Внутриполосная адресация снижает стоимость аппаратных средств
 - Возможность создания конструкций с цифровым входом с высокой плотностью монтажа
- **Мощный драйвер допускает выполнение функции цифрового выхода**
 - Большой ток (300 мА) позволяет напрямую управлять мощными клапанами
- **Высокая степень интеграции снижает нагрузку на процессор**
 - Автоматическая генерация сигнала выхода из «спящего» режима позволяет использовать простой процессор



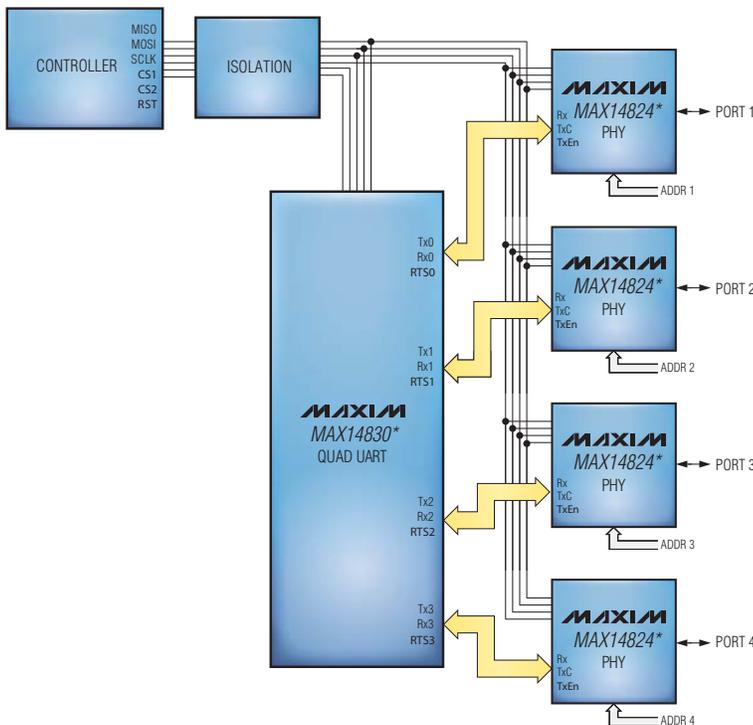
Блок-схема подключения приёмопередатчика MAX14824 к контроллеру интерфейса IO-Link, обеспечивающая 24-В высокоскоростной двунаправленный обмен цифровыми данными.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Самое простое и экономичное решение для многопортовых систем IO-Link

MAX14830*

MAX14830 — микросхема, состоящая из четырёх современных универсальных асинхронных приёмопередатчиков (UART) с буферами FIFO (First In First Out) на 128 слов. Эта ИС предназначена для многопортовых систем ввода/вывода, например, таких как система IO-Link. Благодаря меньшему числу требующих изоляции сигнальных линий последовательный I²C/SPI хост-интерфейс оптимально подходит для использования в промышленных системах, в которых требуется гальваническая развязка. Множество передовых решений, связанных с управлением приёмопередатчиками UART, позволили не загружать хост-контроллер задачами, критичными к времени исполнения.



Блок-схема счетверённого UART MAX14830.

Преимущества

- **Интеллектуальные возможности микросхемы снижают стоимость комплектующих**
 - Масштабируемая архитектура с одним единственным хост-контроллером упрощает разработку программного обеспечения и снижает стоимость
 - Автономное выполнение большинства низкоуровневых операций управления приёмопередатчиками уменьшает потребность в мощных и дорогих контроллерах
 - Миниатюрный 48-выводной корпус TQFN (7 × 7 мм) позволяет создавать малогабаритные многопортовые системы
- **Улучшенная схема синхронизации упрощает установку скорости передачи**
 - Встроенный генератор может работать без внешнего кварцевого резонатора, что снижает затраты
 - Интегрированная система ФАПЧ, делитель и генератор задания дробных значений скорости передачи обеспечивают значительную гибкость установки скорости передачи и независимость опорного синхросигнала, упрощая тем самым конструкцию системы синхронизации
 - Четыре таймера обеспечивают выдачу программируемых тактовых сигналов на внешние линии ввода/вывода, что снижает стоимость светодиодной системы, визуализирующей работу портов

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Функции ЦПУ

Обзор

К функциональным узлам центрального процессорного устройства (ЦПУ) для ПЛК относят процессор, память и схемы поддержки, необходимые для выполнения запрограммированных команд и связи с различными функциональными устройствами ввода/вывода.

Функции мониторинга системы выполняются такими устройствами, как мониторы напряжения питания ЦПУ, сторожевые таймеры и схемы сброса, а также устройства слежения за температурой критических компонентов и мест локального тепловыделения. В модуль ЦПУ также входят компоненты, обеспечивающие обмен данными с другими модулями, ПЛК, компьютерами и устройствами

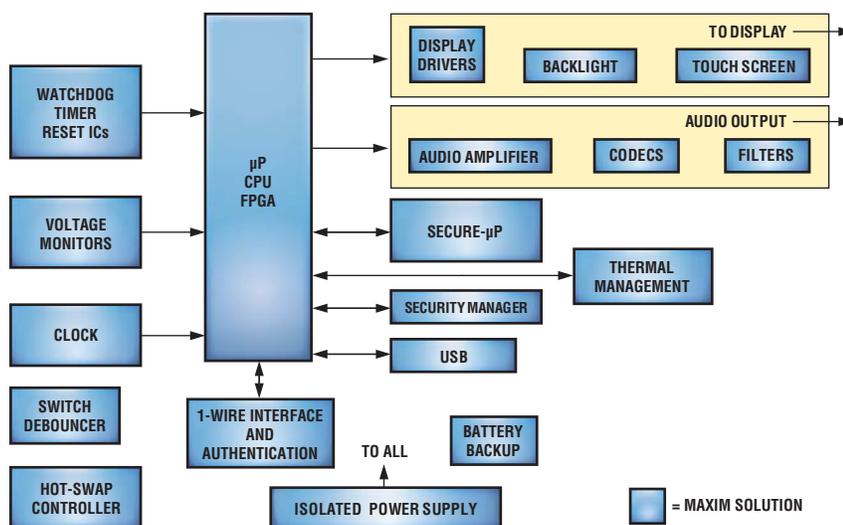
человеко-машинного интерфейса (например, клавишами с противодребезговой защитой, дисплеями, аудиоприборами). Изолированные источники питания, контроллеры «горячей» замены и резервные аккумуляторы объединены в группу устройств управления питанием.

Защитные функции

Компоненты защиты и аутентификации предотвращают неавторизованное управление системой или несанкционированный доступ к системным данным. Сложность охранных компонентов зависит от требуемой степени безопасности. К типовым компонентам обеспечения защитных функций относят устройства управления безопас-

ностью с обнаружением попыток взлома, защищённые микроконтроллеры с аутентификацией, устройства аутентификации с интегрированным SHA-алгоритмом, работающие по интерфейсу 1-Wire®.

Компоненты защиты должны обладать некоторой специфической функциональностью, включая детекторы попыток несанкционированного доступа; быстростираемую память для хранения секретных данных; криптографические устройства, обеспечивающие шифры, которые трудно проанализировать; поддержку PCI PED 2.1, FIPS 140.2 (уровень 3 и выше), EMV® 4.1 и требования, сформулированные в Common Criteria (Общие критерии).



Блок-схема функциональных узлов ЦПУ. Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Самый миниатюрный микроконтроллер с шифрованием данных минимизирует габариты системы

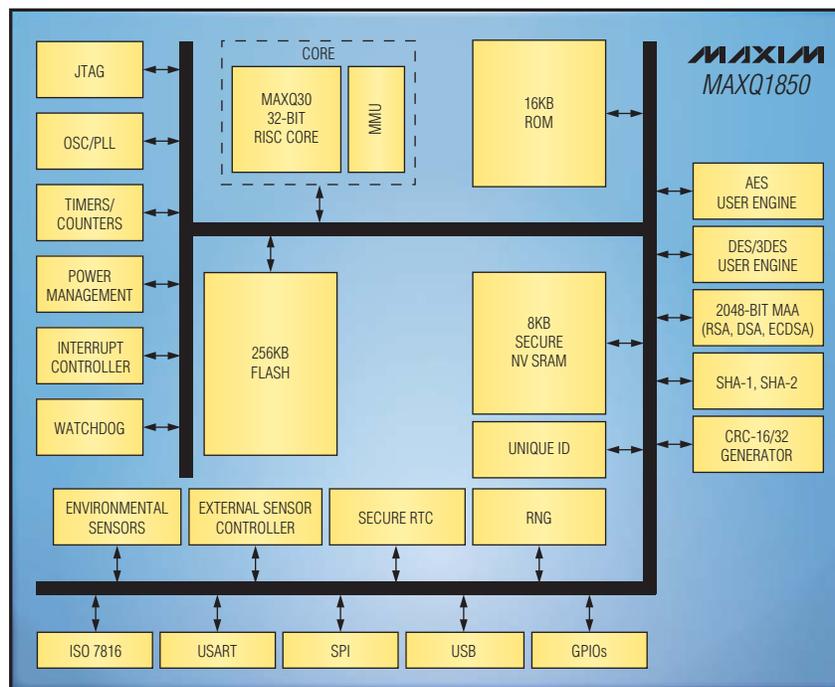
MAXQ1850

MAXQ1850 — самый миниатюрный промышленный микроконтроллер с шифрованием данных. Этот одноцикловый (выполняющий операции за один такт) RISC-процессор исполняет 16-битные команды и использует 32-битную шину данных, что обеспечивает бесподобную вычислительную эффективность и оптимизацию написанного на языке Си кода. С аппаратным ускорением процедур симметричного и несимметричного шифрования микроконтроллер в зависимости от требований приложения может работать и как автономный контроллер, и как сопроцессор.

Системные издержки оптимизированы благодаря наличию интегрированных активных сенсоров несанкционированного доступа. Эти сенсоры обнаруживают попытки взлома и реагируют на них, стирая внутреннюю защищенную оперативную память (8 КБ) с батарейным питанием. Для обеспечения энергонезависимости защищенной оперативной памяти и функционирования сенсоров взлома микроконтроллеру требуется ток величиной всего лишь 130 нА.

Преимущества

- **Улучшение системной безопасности**
 - Криптографические аппаратные ускорители для алгоритмов шифрования RSA, DSA, ECDSA, SHA-1, SHA-2, AES, DES и 3DES
 - Супервизор безопасности обеспечивает обнаружение взлома и реакцию на него
 - Выполнение шифрования на частоте 65 МГц
- **Самые минимальные требования к габаритам платы**
 - 40-выводной корпус TQFN (6 × 6 мм)
 - 49-выводной корпус CSBGA (7 × 7 мм)



Блок-схема MAXQ1850.

Охранные устройства защищают шифровальные ключи от взлома

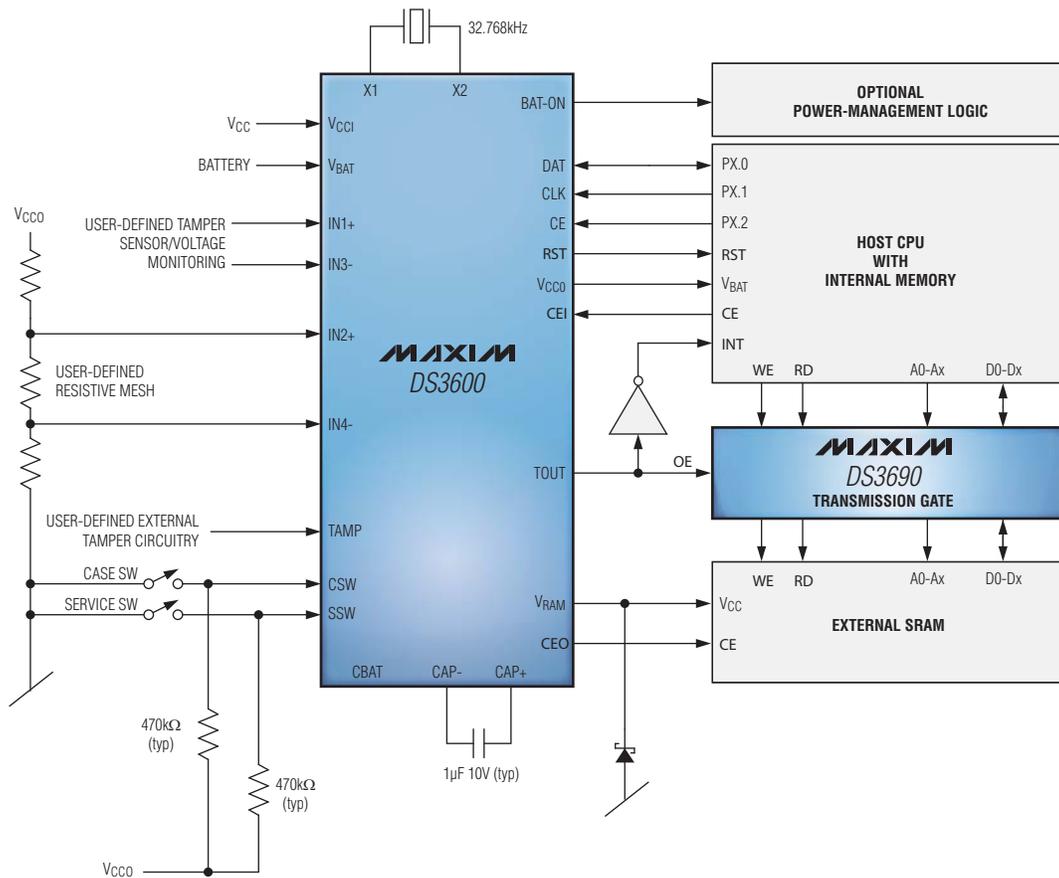
DS3600

Охранные устройства обеспечивают всестороннюю защиту данных. Однокристальное устройство DS3600 обеспечивает безопасность, обнаружение несанкционированного вмешательства, хранение ключа шифрования и его уничтожение в случае обнаружения попытки взлома. Микросхемы DS3600 выпускаются в корпусе CSBGA, что даёт дополнительный уровень защиты.

Преимущества

- **Улучшенная системная безопасность**

- Поддержка самых жёстких требований по безопасности, предъявляемых стандартами FIPS 140.2, Общими критериями оценки защищённости информационных систем (Common Criteria), PCI PED и EMV 4.1
- Многоуровневое обнаружение несанкционированного вмешательства (попытки взлома)
- Ключи и другие критически важные данные немедленно и полностью стираются в качестве ответного действия на выявленную попытку взлома
- Патентованная встроенная память*, в которой после стирания не остаётся никаких следов имевшихся данных



Типовое применение супервизора безопасности DS3600.

* Патент США №6,379,325.

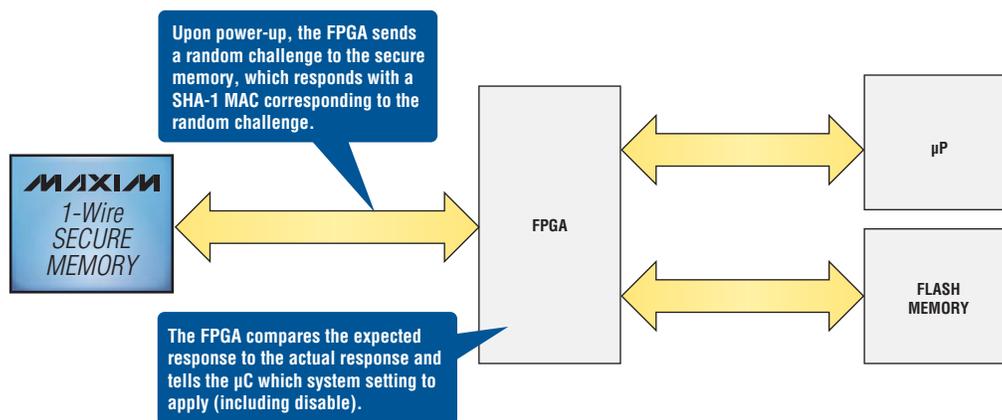
SHA-1-аутентификаторы с интерфейсом 1-Wire надёжно защищают модули управления от неавторизованного копирования или модификации

DS28E01-100, DS28E02, DS28E10

Защищённые устройства памяти с интерфейсом 1-Wire используют криптографическую последовательность аутентификации типа отклик — отзыв на основе алгоритма SHA-1. Процедура аутентификации даёт возможность ПЛИС или ЦПУ определить, в каком окружении они работают — авторизованном или клонированном. В зависимости от результата определения типа окружения система либо перейдёт к нормальному функционированию, либо отключит модуль, обеспечивая тем самым защиту от копирования. Дополнительно, набор операционных особенностей модуля вместе со значениями данных, хранимых в EPROM, защищён от неавторизованной модификации с помощью алгоритма SHA-1.

Преимущества

- **Улучшенная системная безопасность**
 - Криптографическая аутентификация на основе алгоритма SHA-1, определённого в FIPS 180-3
 - Сложные физические методы обеспечения безопасности защищают от атак на уровне кристалла
 - Защищённая энергонезависимая электрически стираемая (NV EPROM) или однократно-программируемая (OTP) память для хранения данных
 - Опционально, конфиденциальная запись определённых заказчиком защищённых данных* в компании Maxim
- **Минимальное число требуемых для работы линий ввода/вывода и ресурсов сильно упрощают выбор ПЛИС или ЦПУ**
 - Для работы требуется только одна линия ввода/вывода
 - Одна выделенная линия и для осуществления обмена данными, и для подачи питания
 - Малые размер кода/число эквивалентных вентилях/занимаемая площадь на плате упрощают совместное использование с ЦПУ или ПЛИС



Блок-схема аутентификации с использованием устройства защищённой памяти с интерфейсом 1-Wire.

* Более подробную информацию можно найти в документах AN4594 «Protect Your FPGA Against Piracy: Cost-Effective Authentication Scheme Protects IP in SRAM-Based FPGA Designs» (Защитите свою ПЛИС от пиратов: недорогая схема аутентификации защищает IP в проектах на ПЛИС на базе ОЗУ), AN3826 «Xilinx® FPGA IFF Copy Protection with 1-Wire® SHA-1 Secure Memories» (Xilinx® FPGA IFF: защита от копирования с помощью защищённых на базе алгоритма SHA-1 устройств памяти с интерфейсом 1-Wire), «1-Wire FPGA Security Hash™ Tutorial (Руководство по защитному хэшированию устройств памяти с интерфейсом 1-Wire) и на сайте www.maxim-ic.com/products/1-wire/flash/fpga/.

Функции изолированного источника питания

Введение

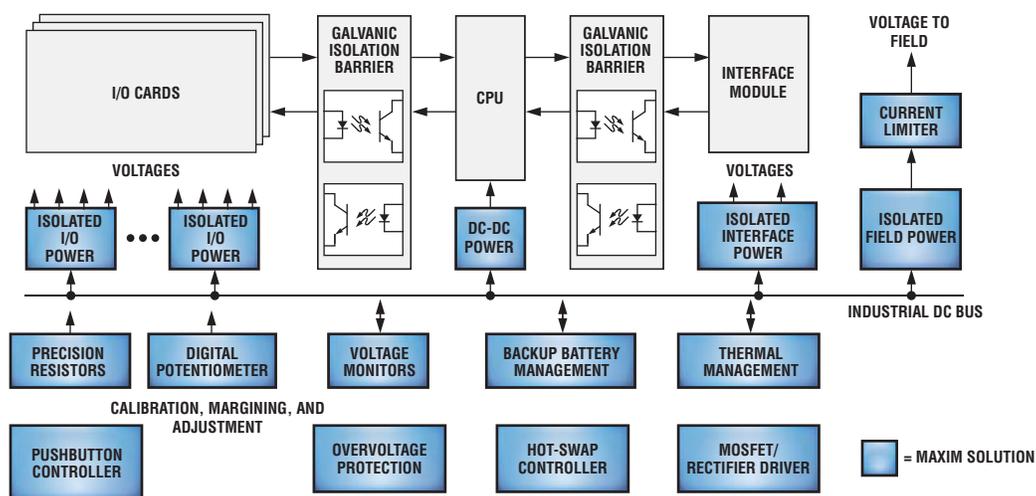
Обычно в ПЛК имеется распределительная силовая шина постоянного напряжения около 24 В, хотя фактическое напряжение может отличаться от указанного значения (обычно оно находится в пределах от 12 до 48 В). Питание поступает от изолированного DC/DC-преобразователя, подключённого к заводскому AC/DC-источнику. ПЛК может быть оборудован дополнительной батареей со специальным контроллером переключения между основным и резервным источниками питания (OR-ing controller). Совместно такая конфигурация формирует источник бесперебойного питания (UPS), гарантирующий бесперебойную работу в случае снижения напряжения сети ниже допустимого уровня или его пропадания. При пропадании сетевого напряжения питание на распределительную силовую шину поступает от батареи.

Функции системы питания

Вся силовая цепь ПЛК довольно сложна, поскольку в неё входят функциональные узлы, реализующие различные типы защит, обеспечивающие гальваническую развязку и последующее регулирование напряжений питания. Узлы силовой части могут также дублироваться в системе для выполнения таких функций, как подключение резервных/дублирующих источников в случае сбоя основного.

Функциональные узлы ПЛК получают питание с силовой шины и выполняются в виде отдельных модулей, которые оснащаются контроллерами «горячей» замены, предотвращающими появление бросков тока во время вставки/удаления этих модулей в процессе работы ПЛК, без отключения питания. Входные цепи модулей, подключаемые к силовой шине, обычно могут выдерживать напря-

жения, превышающие напряжение на шине, поскольку на входах возможно появление высоковольтных выбросов. В каждом функциональном модуле есть свои локальные преобразователи, вырабатывающие стабилизированные напряжения +5 В, +3,3 В и пр. Модулю ЦПУ для питания ядра высокопроизводительного контроллера и/или ПЛИС обычно требуются даже меньшее напряжение. Для модулей ввода/вывода аналоговых сигналов могут понадобиться напряжения ±15 В и выше, чтобы обеспечить питание операционных усилителей и/или схем постобработки выходного аналогового сигнала. ПЛК может также обеспечивать стабилизированным питанием +24 В интеллектуальные датчики и иное удалённое оборудование, а также интерфейсы типа токовая петля.



Блок-схема функциональных узлов изолированных источников питания. Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

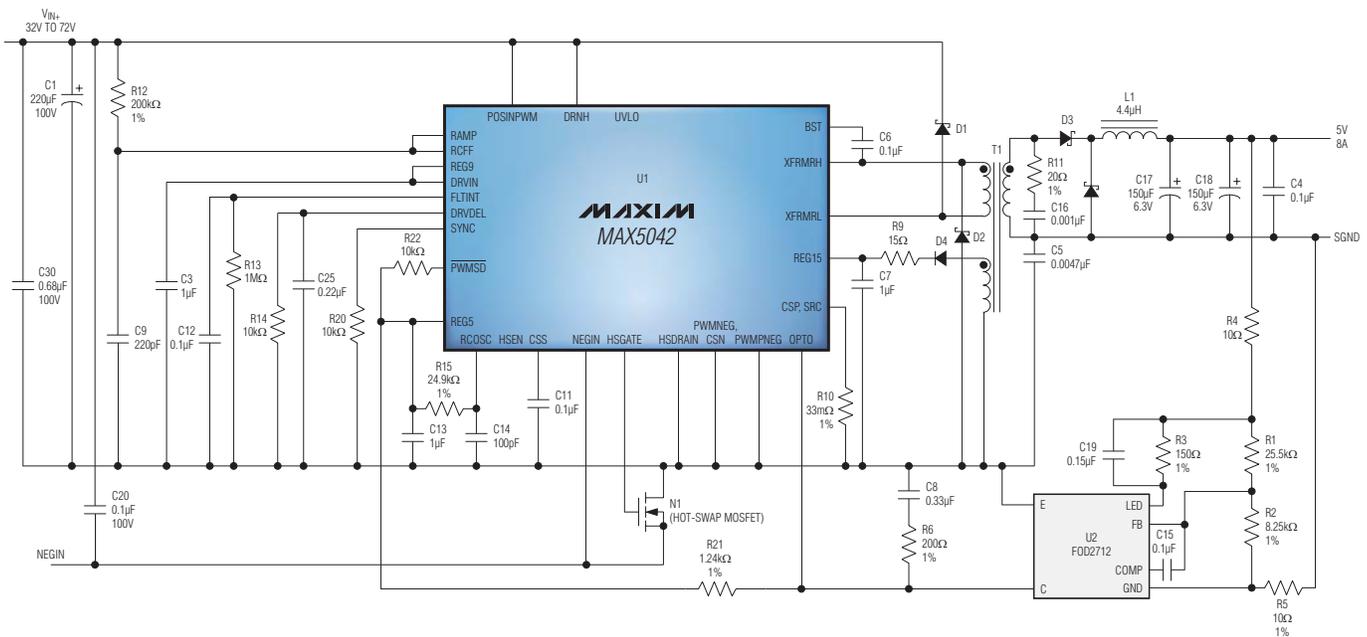
Упростите шину питания, используя интегрированные контроллеры «горячего» подключения и полевые транзисторы для подачи напряжения питания

MAX5042/MAX5043

MAX5042/MAX5043 — изолированные, мультирежимные силовые интегральные схемы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). В них встроены ключевые силовые MOSFET, включённые в двухтранзисторной конфигурации с фиксацией напряжения. Данные микросхемы работают в широком диапазоне входных напряжений от 20 до 72 В. В состав MAX5042 входит контроллер «горячего» подключения, который вместе с драйвером выпрямителя MAX5058/MAX5059 обеспечивает подключение к распределительной шине питания без отключения напряжения. Работая на частоте 500 кГц, эти микросхемы способны отдавать в нагрузку до 50 Вт выходной мощности.

Преимущества

- Исключаются внешние компоненты, что упрощает конструкцию
 - Широкий диапазон входных напряжений позволяет подключаться непосредственно к силовой шине
- Исключение внешнего контроллера «горячего» подключения и ключа снижает стоимость источника питания



Типовая схема применения MAX5042. Источник питания на 48 В с возможностью «горячего» подключения.

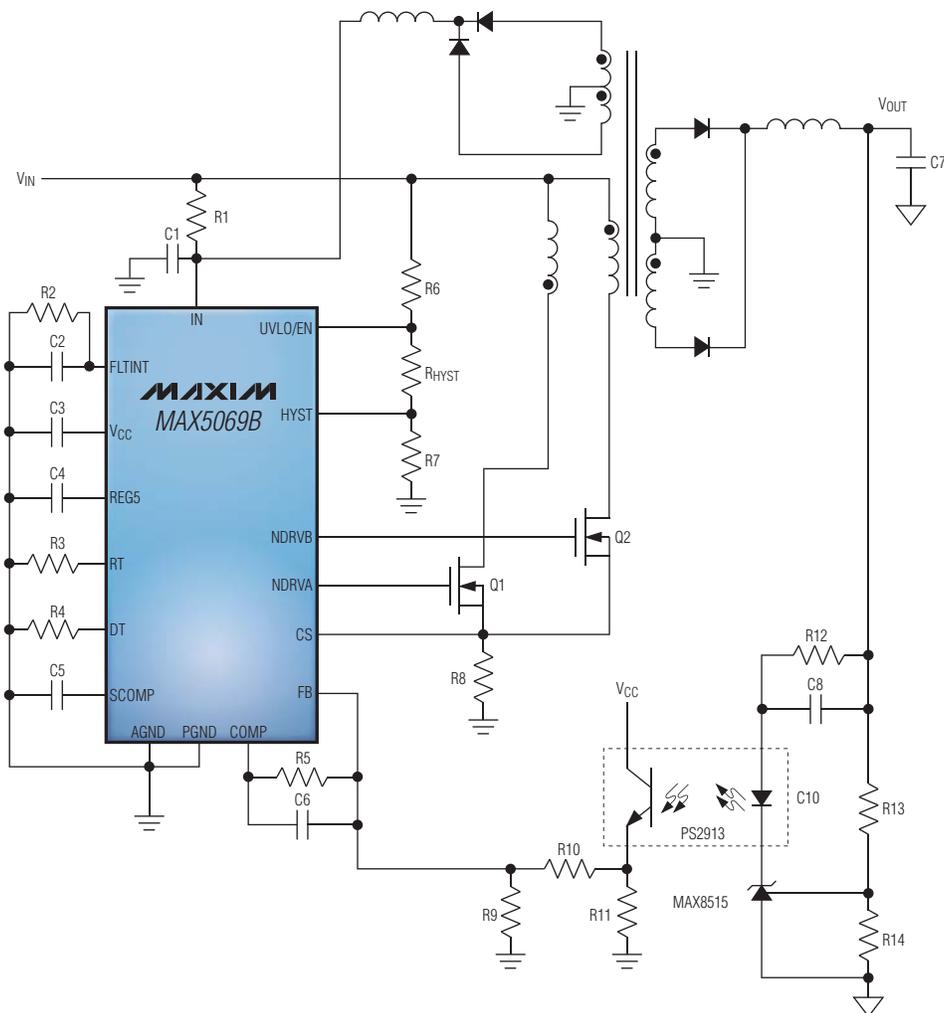
ШИМ-контроллер с ОС по току и интегрированным блоком «горячей» замены уменьшает время простоев системы

MAX5069

MAX5069 — высокочастотный ШИМ-контроллер с обратной связью по току и двумя драйверами MOSFET. Микросхема содержит всё необходимое для реализации AC/DC или DC/DC источников питания с фиксированной частотой переключений. На основе MAX5069 легко разрабатывать изолированные или неизолированные двухтактные (мост, полумост, с отводом от средней точки) источники питания, используя для стабилизации сигнал обратной связи как с первичной, так и со вторичной обмотки трансформатора. Вывод UVLO блока защиты от пониженного напряжения устанавливает порог напряжения питания, при котором происходит запуск контроллера, что гарантирует нормальное функционирование схемы при провалах во входном напряжении. На контроллере MAX5069 можно делать источники с выходной мощностью свыше 100 Вт.

Преимущества

- Способность работать с большими токами нагрузки упрощает проектирование источников питания
- Снижение стоимости благодаря исключению внешнего контроллера «горячей» замены и ключа



Стабилизированный изолированный источник питания, сигнал обратной связи снимается со вторичной обмотки трансформатора. Штриховой линией выделен оптрон, обеспечивающий передачу сигнала обратной связи с выхода на контроллер и гальваническую развязку.

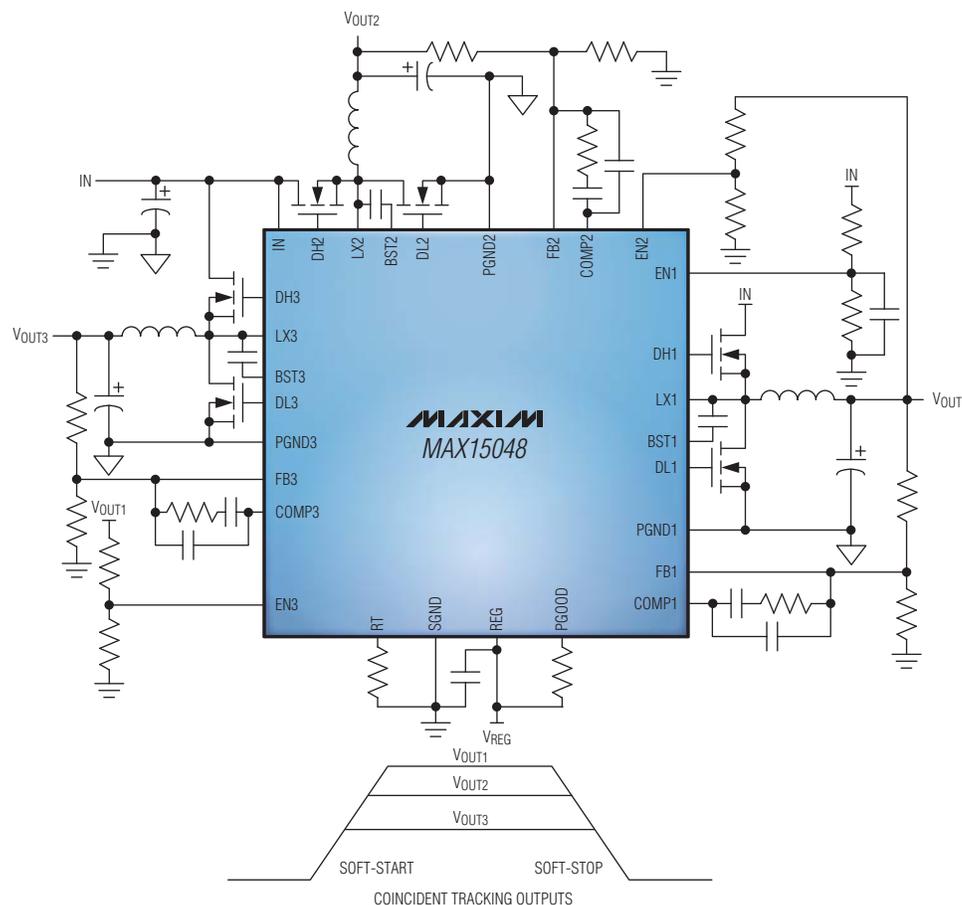
Три контроллера импульсных преобразователей в одной микросхеме: снижение габаритов и затрат

MAX15048/MAX15049

MAX15048/MAX15049 — понижающие DC/DC ШИМ-преобразователи с тремя выходами. MAX15048 поддерживает заданное отношение выходных напряжений, а MAX15049 обеспечивает последовательное включение выходных напряжений. Микросхемы работают при входном напряжении от 4,7 до 23 В. Каждый ШИМ-контроллер позволяет подстраивать выходное напряжение вплоть до 0,6 В, обеспечивая ток нагрузки до 15 А с превосходной стабильностью выходного напряжения при изменениях входного напряжения и тока нагрузки. Опции совпадения или поддержания заданного отношения выходных напряжений (MAX15048) или их последовательного включения (MAX15049) дают возможность установить необходимый порядок подачи/снятия питающих напряжений в зависимости от системных требований.

Преимущества

- Упрощение конструкции источников питания для ЦПУ и ПЛИС благодаря встроенным опциям поддержания заданного отношения/последовательности подачи выходных напряжений
- Эффективное управление большими токами нагрузки с помощью внешнего ключа



Типовая рабочая схема MAX15048.

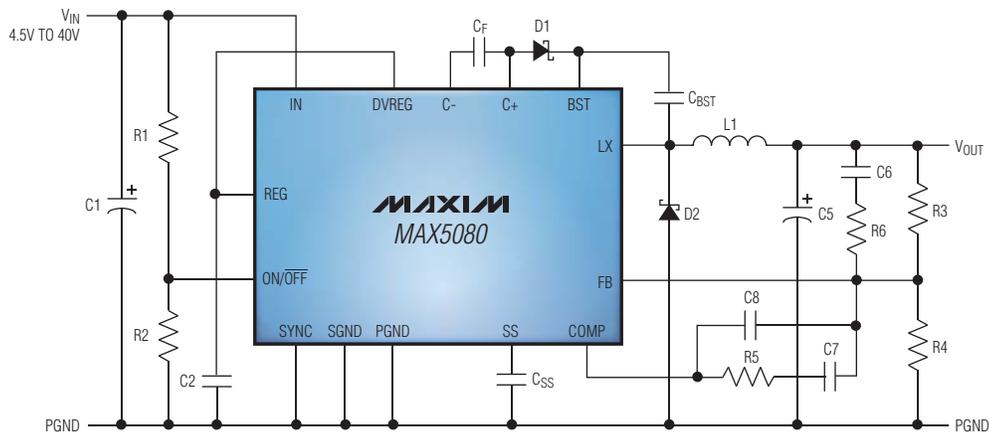
Подключаемые к общей шине питания интегральные DC/DC-преобразователи снижают затраты

MAX5080/MAX5081

MAX5080/MAX5081 — понижающие DC/DC ШИМ-преобразователи со встроенным ключом верхнего плеча, работающие на частоте 250 кГц. Диапазон входных напряжений для MAX5080 — от 4,5 до 40 В, для MAX5081 — от 7,5 до 40 В. Выходное напряжение регулируется в диапазоне от 1,23 до 32 В, максимальный ток нагрузки — 1 А. В обоих приборах применена обратная связь по напряжению, характеризующаяся хорошей устойчивостью к шуму, возникающему при коммутации высокого напряжения. Возможность подключения внешней цепи компенсации позволяет использовать дроссели и конденсаторы самых разных типов и номиналов.

Преимущества

- **Возможность непосредственного подключения к силовой шине электропитания упрощает конструкцию**
- **Объединение в одной микросхеме силовых ключей и контроллера с обратной связью по напряжению снижает стоимость источника питания**



Типовая схема включения MAX5080.

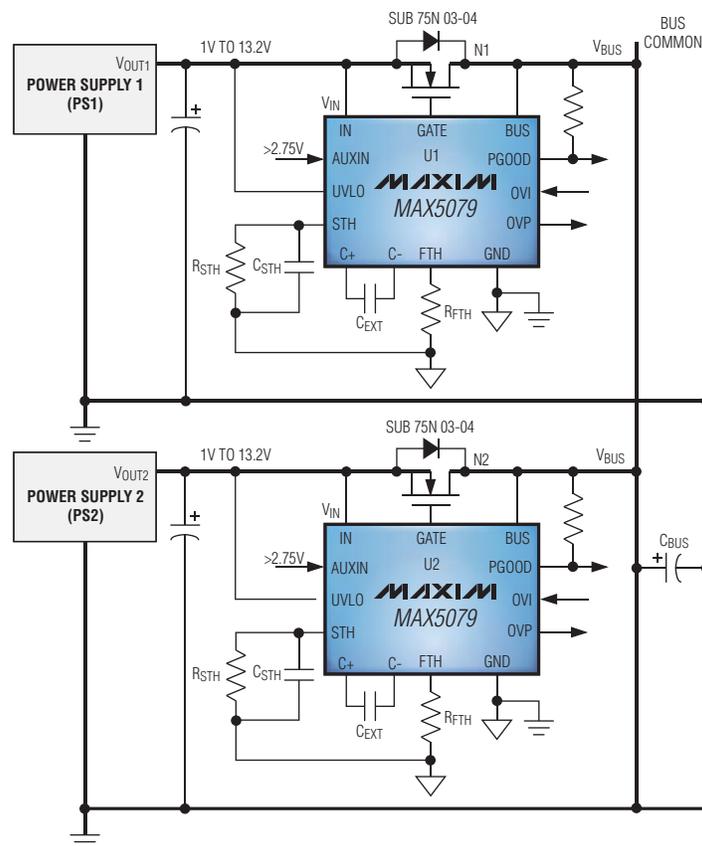
Контроллер подключения основного и резервного источника питания через MOSFET-ключи для повышения надёжности системы

MAX5079

Контроллер MAX5079 обеспечивает замену OR-ing-диодов MOSFET-транзисторами в схемах параллельного подключения источников питания в высоконадёжных приложениях с резервированием. Контроллер позволяет заменить обычно используемые в таких случаях диоды Шоттки на n -канальные MOSFET с низким сопротивлением открытого канала R_{ON} . MAX5079 работает при напряжениях питания от 2,75 до 13,2 В. Для управления n -канальным MOSFET верхнего плеча в контроллере реализована схема подкачки заряда. Рабочий диапазон температур: $-40...+85^{\circ}\text{C}$. Микросхема выпускается в миниатюрном 14-выводном корпусе TSSOP.

Преимущества

- **Исключаются дорогие внешние компоненты**
 - Построение систем с резервированием с меньшим тепловыделением, чем при использовании диодов Шоттки
- **Снижение затрат**
 - Низкая рассеиваемая мощность
 - Меньшие габариты благодаря миниатюрным корпусам TSSOP
 - Радиаторы не нужны даже в приложениях с большой потребляемой мощностью



Типовая рабочая схема с контроллерами MAX5079 и параллельно подключёнными основным и резервным источниками питания.

Упростите конструкцию изолированного источника питания с помощью интегрального драйвера трансформатора

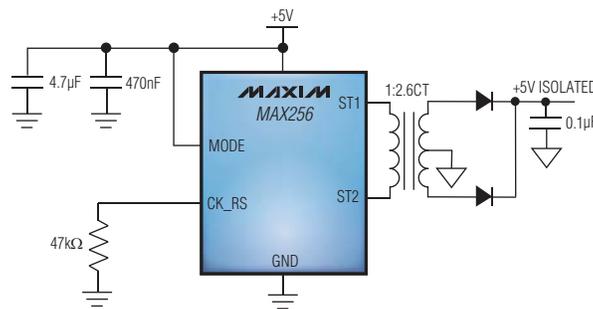
MAX256

Для систем, в которых требуются маломощные изолированные источники питания, типовой импульсный стабилизатор с замкнутой петлей обратной связи может оказаться излишне сложным и дорогим решением. MAX256 упрощает конструкцию изолированного источника питания. На этой микросхеме можно реализовать нестабилизированный мостовой преобразователь с выходной мощностью до 3 Вт при напряжении на входе от 3 до 5,5 В.

В состав микросхемы входят генератор, схема защиты и внутренние FET-транзисторы, способные передавать в первичную обмотку трансформатора до 3 Вт. MAX256 может работать как от внутреннего программируемого генератора, так и тактироваться внешними синхросигналами, что позволяет снизить уровень генерируемого электромагнитного излучения. Микросхема выпускается в 8-выводном корпусе SO с улучшенными тепловыми характеристиками и рассчитана на работу в автомобильном температурном диапазоне от -40 до $+125^{\circ}\text{C}$.

Преимущества

- **Встроенная схема защиты предотвращает сбой на системном уровне**
 - Отключение при срабатывании тепловой защиты
 - Блокировка при напряжении питания ниже допустимого уровня
 - Защитный сторожевой таймер в схеме синхронизации
- **Возможность выбора режима внешнего/внутреннего тактирования позволяет оптимизировать характеристики системы**
 - Интегрированный внутренний генератор исключает необходимость во внешнем синхросигнале/генераторе
 - Режим внешней синхронизации помогает уменьшить уровень генерируемых электромагнитных помех
- **Интегрированные двухтактные драйверы упрощают комплектование и уменьшают площадь монтажа**



На MAX256 можно построить нестабилизированный источник питания мощностью до 3 Вт.

Рекомендуемые решения

Ввод аналоговых сигналов

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Активные фильтры			
MAX7409/10 MAX7413/14	Низкочастотные фильтры 5-го порядка (Бесселя или Баттерворта) на переключаемых конденсаторах	Тактовая или устанавливаемая конденсатором частота перегиба 15 кГц, потребляемый ток 1,2 мА	Занимает меньше места на плате по сравнению с фильтрами, реализованными на дискретных компонентах
MAX7422...MAX7425	Низкочастотные фильтры 5-го порядка (эллиптические, Бесселя или Баттерворта) на переключаемых конденсаторах	Тактовая или устанавливаемая конденсатором частота перегиба 45 кГц, потребляемый ток 3 мА; 8-выводной корпус μ MAX	Занимает меньше места на плате по сравнению с фильтрами, реализованными на дискретных компонентах
MAX274/75	Низкочастотный/полосовой фильтры 4-го/8-го порядка; 150/300 кГц	Программирование резистором; непрерывные активные фильтры; суммарный коэффициент гармоник –86 дБ	Простота фильтрации наложенных спектров (антиэлайзинг)
АЦП			
MAX11040	24-битный, 4-канальный сигма-дальта АЦП с одновременной выборкой	64 тыс. выборок/с; внутренний источник опорного напряжения; 38-выводной корпус TSSOP	Снижение сложности ПО; точная информация о фазах и амплитудах сигналов по 32 каналам
MAX11200...MAX11203, MAX11205...MAX11213	24-/20-/18-/16-битные одноканальные дельта-сигма АЦП с внутренними буферами и низким энергопотреблением	Питание 3 В; 0,45 мВт; лучшее в классе разрешение на единицу мощности; 16-выводной корпус QSOP	Снижение затрат благодаря четырём интегрированным линиям ввода/вывода общего назначения, что исключает необходимость в изолирующих устройствах между мультиплексором и микроконтроллером
MAX1162 MAX1167/68	16-битные 1-/4-/8-канальные АЦП последовательного приближения, до 200 тыс. выборок в секунду	16-битные; без пропуска кодов; один источник питания 5 В; однополярный входной диапазон от 0 до 5 В; миниатюрные корпуса μ MAX/QSOP	Низкое энергопотребление (12,5 мВт) увеличивает время работы батареи
MAX1300*/01/02*/03	16-битные 8-/4-канальные АЦП последовательного приближения с программно устанавливаемыми входными диапазонами	115 тыс. выб./с; биполярный входной диапазон ± 12 В или однополярный входной диапазон от 0 до 2,048 В; защита от перенапряжения на уровне $\pm 16,5$ В	Программно устанавливаемые диапазоны входных сигналов способствуют уменьшению времени разработки; исключаются внешние схемы
MAX1402/03	18-битные 5-канальные сигма-дальта АЦП	4,8 тыс. выборок/с; 0,75 мВт; 28-выводной корпус SSOP	Прецизионные источники тока исключают необходимость в схеме обработки сигналов
Контроллеры «горячей» замены (hot-swap)			
MAX5924/25/26	Контроллер «горячей» замены на напряжения от 1 до 13,2 В; не требуется R_{SENSE}	Нет необходимости в измерительном резисторе; напряжение «горячей» замены вплоть до 1 В	Снижение затрат, экономия площади платы; «горячая» замена источников с широким диапазоном напряжений от 1 до 13,2 В
MAX5932	Высоковольтный контроллер «горячей» замены (положительные напряжения)	«Горячая» замена источников питания от 9 до 80 В; защита по току, по превышению напряжения и от снижения напряжения ниже допустимого уровня; совместим функционально и по выводам с LTC1641-1	Одно устройство для широкого диапазона напряжений; обеспечивается надёжная защита по току, превышению напряжения и снижению напряжения ниже допустимого уровня
MAX5943	Контроллер «горячей» замены на напряжения от 7,5 до 37 В с коммутирующим диодом	Коммутирующий диод с малым падением напряжения, функция «горячей» замены; программируемая функция ограничение тока/разрыв цепи; защитная схема FireWire®/IEEE 1394™, одобренная UL®	Интеграция функции «горячей» замены и коммутирующего диода обеспечивает меньшие габариты конечного устройства; надёжное решение, прошедшее тестирование UL и показавшее свою пригодность для приложений FireWire

(Продолжение на следующей странице)

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Мультиплексоры			
MAX4578/79	Рассчитанные на средний диапазон напряжений одиночные 8:1 и вдвоенные 4:1 мультиплексоры с возможностью калибровки	Напряжение питания ± 20 В; встроенные делители для установки усиления и компенсации смещения; низкий ток утечки в закрытом состоянии: 0,005 нА (тип.)	Интегрированный прецизионный резистивный делитель позволяет калибровать прецизионные АЦП и проводить самотестирование системы
MAX354/55	Аналоговый мультиплексор с защитой от аварийных ситуаций	Защита от перенапряжений до ± 40 В; ток утечки 0,02 нА (тип.); КМОП/ТТЛ-совместимые цифровые входы	Высокая степень защиты исключает необходимость во внешних защитных схемах; лёгкость обновления благодаря совместимости по выводам с являющимися промышленным стандартом DG508/DG509
MAX14752/53	Высоковольтные одиночный 8:1 и вдвоенный 4:1 аналоговые мультиплексоры	Широкий диапазон напряжений питания (от ± 10 до ± 36 В (макс.)); сопротивление канала в открытом состоянии 60 Ом (тип.); малое изменение R_{on} во всём диапазоне напряжений: 0,03 Ом (тип.)	Высоковольтное питание исключает необходимость во внешних защитных схемах; лёгкость обновления благодаря совместимости по выводам с являющимися промышленным стандартом DG508/DG509
Операционные усилители			
MAX9943/44	38-В прецизионные одиночные и вдвоенные ОУ	Широкий диапазон напряжений питания: 6...38 В; низкое напряжение смещения на входе: 100 мкВ (тип.); способность работать на ёмкостную нагрузку до 1 нФ	Широкий диапазон напряжений питания; сохранение точности при ёмкостной нагрузке
MAX9945	38-В прецизионный ОУ с КМОП-входами	Широкий диапазон напряжений питания: 4,75...38 В; малый входной ток; выход Rail-to-Rail	Высокое напряжение и малый, на уровне фемтоампер, входной ток позволяют легко подключать высоковольтные датчики с ультравысоким выходным сопротивлением
MAX410/MAX412/MAX414	28-МГц, 10-В малошумящие прецизионные одиночные/двоенные/счётверённые ОУ	2,4 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$; смещение 250 мкВ (макс.); GBW 28 МГц	Высокоточная обработка низкочастотных сигналов при высоком коэффициенте усиления
MAX4238/39	Самое низкое в классе смещение; малошумящий ОУ с выходом от шины до шины (Rail-to Rail)	Напряжение смещения 2 мкВ (макс.); напряжение шумов 25 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$; GBW 6,5 МГц и отсутствие 1/f-шума	Непрерывная во времени прецизионная обработка сигналов на низких частотах при изменении температуры
MAX9939	Усилитель с программируемым по SPI-интерфейсу усилением, калибровкой по требованию и дифференциальной конфигурацией входа/выхода	Входные сигналы могут иметь отрицательную полярность; широкий диапазон установки усиления; обнуление входной ошибки	Калибровка по требованию улучшает точность системы, минимизируя внешнее шумовое воздействие
Прецизионные резисторы			
MAX5490/91/92	Прецизионные согласованные тонкопленочные резистивные делители	Температурный дрейф отношения сопротивлений делителя 1 ppm/°C; рабочее напряжение до 80 В	Поддерживают системную точность при изменениях температуры; хорошо работают в высоковольтных приложениях
MAX5427/28/29	Недорогие однократно-программируемые цифровые потенциометры с интерфейсом Up/Down	Ток в режиме ожидания (не программирования) 1 мкА (макс.); температурный коэффициент 35 ppm/°C (для полного сопротивления) и 5 ppm/°C (для отношения сопротивлений)	Уменьшают энергопотребление; улучшают стабильность измерений при изменениях температуры
MAX5494...MAX5499	Два 10-битных энергонезависимых делителя напряжения или переменных резистора с SPI-интерфейсом	Ток в режиме ожидания (не программирования) 1 мкА (макс.); температурный коэффициент 35 ppm/°C (для полного сопротивления) и 5 ppm/°C (для отношения сопротивлений)	Уменьшают энергопотребление; улучшают точность при изменениях температуры

(Продолжение на следующей странице)

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
ИС обработки сигнала			
MAX1452	Недорогая прецизионная микросхема обработки сигнала датчика	Мультитемпературная калибровка; сигнал возбуждения в виде тока или напряжения; быстрый отклик: 150 нс; установка режима с помощью одного вывода; приложения с токовой петлей 4–20 мА	Высокая точность; упрощение конструкций на многих платформах; снижение складской номенклатуры и затрат
MAX1464	Недорогая малошумящая многоканальная ИС цифровой обработки сигнала датчика	Встроенные 16-битный АЦП, ЦАПы и ЦПУ; программируемый алгоритм компенсации; цифровые, аналоговые и ШИМ выходы; приложения с токовой петлей 4–20 мА	Прямое подключение к процессорам и микроконтроллерам; обеспечивает усиление, калибровку, линеаризацию и температурную компенсацию для сигналов широкого ряда датчиков
Измерение температуры			
DS600	Прецизионный датчик температуры с аналоговым выходом	Самая высокая в классе точность: $\pm 0,5\%$ в диапазоне от -20 до $+100^\circ\text{C}$	Наилучшая точность компенсации холодного спая обеспечивает надёжность и точность измерений
DS7505	Низковольтный прецизионный цифровой термометр и термостат	Точность $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до $+70^\circ\text{C}$; диапазон напряжений питания от 1,7 до 3,7 В; стандартная цоколёвка выводов	Стандартная цоколёвка выводов позволяет использовать данную микросхему вместо LM75 и тем самым увеличить точность измерений и снизить напряжение питания схемы
MAX6631	Цифровой датчик температуры с низким энергопотреблением	Точность $\pm 1^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до $+70^\circ\text{C}$; ток потребления 50 мкА (макс.)	Очень низкий ток потребления практически не влияет на энергопотребление всей системы
MAX6675	Преобразователь сигнала с термпары К-типа в цифровое представление	Встроенная компенсация температуры холодного спая	Самое простое сопряжение с термпарой; нет необходимости во внешних компонентах
Супервизоры напряжения			
MAX16023/24	Микросхемы переключения на резервное (батарейное) питание со встроенным стабилизатором напряжения	Малое энергопотребление; миниатюрный корпус TDFN; встроенный стабилизатор напряжения	Сохранение питания
MAX6381	Супервизор одного напряжения	Несколько вариантов выбора порогового значения и таймаута	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малогабаритных модулях
MAX6495	72-В устройство защиты от перенапряжения	Защита от бросков напряжения свыше 72 В; миниатюрный 6-выводной корпус TDFN-EP	Увеличение надёжности системы благодаря предотвращению повреждения компонентов высоковольтными бросками напряжения при переходных процессах; экономия площади платы; простота использования
MAX6720	Супервизор трёх напряжений	Два фиксированных и одно подстраиваемое пороговое напряжение	Уменьшение габаритов благодаря высокой степени интеграции
MAX6746	Сторожевой таймер с заданием времени срабатывания конденсатором и схема сброса	Время срабатывания задаётся конденсатором; ток потребления 3 мкА	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малогабаритных модулях
MAX6816/17/18	Подавители дребезга на 1/2/8 ключей	Защита от электростатического разряда ± 15 кВ	Высокая надёжность, простота использования

Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Вывод аналоговых сигналов

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
HART			
DS8500	HART-модем	Совместимость с протоколом HART; встроенный цифровой фильтр; корпус TQFN (5 × 5 × 0,8 мм); тактовая частота 3,6864 МГц; ток в активном режиме 285 мкА	Низкое энергопотребление; однокристальное решение с маленьким посадочным местом на плате
Демультимплексор			
MAX5167	32-канальный усилитель выборки и хранения с выходными ограничительными диодами	Время выборки 2,5 мкс; точность выбранного сигнала 0,1%	Заменяет 31 ЦАП; снижение стоимости и габаритов
Операционные усилители			
MAX9943/44	38-В одиночный и двояный ОУ с мощным выходом	Размах выходного напряжения до 38 В; выходной ток свыше 50 мА; работа на ёмкостную нагрузку до 1 нФ	Лёгкость управления токовой петлёй 4–20 мА при 24 В
MAX4230...MAX4234	Одиночный/двояный/четверённый ОУ с мощным выходом; полоса пропускания 10 МГц; скорость нарастания 10 В/мкс; Rail-to-Rail входы и выходы (RRIO)	Пиковый выходной ток 200 мА; RRIO; ток потребления всего 1 мА; ёмкость нагрузки до 780 пФ	Конструкция, обеспечивающая нечувствительность к РЧ помехам; выходной ток и скорость нарастания идеальны для схем драйверов, активных фильтров или буферов
MAX4475...MAX4478	Одиночный/двояный/четверённый ОУ с низким уровнем шума, малыми искажениями и полосой пропускания 10 МГц	Низкий коэффициент гармонических искажений и уровень шумов THD+N (0,0002%); низкое напряжение шумов 4,5 нВ/√Гц; низкое напряжение смещения: 350 мкВ (макс.); GBW до 42 МГц	Идеальны для работы совместно с АЦП, так как практически не вносят дополнительных шумов, что позволяет сохранить эффективную разрядность системы (ENOB)
MAX9650/51	Одиночный/двояный высоковольтные ОУ с большим выходным током; Rail-to-Rail входы и выходы (RRIO)	Рабочее напряжение 20 В; пиковый выходной ток 1,3 А; скорость нарастания выходного напряжения 40 В/мкс	Используется в качестве выходного буфера в жёстких промышленных условиях
Прецизионные ЦАП			
MAX5134...MAX5139	1-/2-/4-канальные 16-/12-битные ЦАП с установкой выхода на ноль или середину шкалы при подаче питания	Установка выхода на ноль или середину полной шкалы при подаче питания	Дополнительные меры предосторожности при подаче питания
MAX5661	Одноканальный 16-битный ЦАП с буферизованным выходом по току или напряжению	16-битный; буферизованный выход по току или напряжению; интегрированные высоковольтные усилители тока и напряжения; последовательный интерфейс	Снижение числа внешних компонентов; снижение затрат
MAX5500	4-канальный 12-битный ЦАП с прецизионными усилителями для постобработки выходного сигнала	Постобработка выходного сигнала; ток покоя (I_q) 0,85 мА	Не нужны внешние усилители; более компактное оборудование
Микросхемы постобработки выходного сигнала			
MAX15500/01	Схема постобработки аналогового сигнала	Программируемый выходной ток (до 24 мА) или напряжение (до ±10 В)	Снижение сложности платы благодаря возможности выбора типа сигнала

(Продолжение на следующей странице)

Рекомендуемые решения (продолжение)

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
ИС обработки сигнала			
MAX1452	Недорогая прецизионная микросхема обработки сигнала датчика	Мультитемпературная калибровка; сигнал возбуждения в виде тока или напряжения; быстрый отклик: 150 нс; установка режима с помощью одного вывода; приложения с токовой петлёй 4–20 мА	Высокая точность; упрощение конструкций на многих платформах; снижение складской номенклатуры и затрат
MAX1464	Недорогая малошумящая многоканальная цифровая схема обработки сигнала датчика	Встроенные 16-битный АЦП, ЦАПы и ЦПУ; программируемый алгоритм компенсации; цифровые, аналоговые и ШИМ выходы; приложения с токовой петлёй 4–20 мА	Прямое подключение к процессорам и микроконтроллерам; обеспечивает усиление, калибровку, линеаризацию и температурную компенсацию для сигналов широкого ряда датчиков
Измерение температуры			
MAX6631	Цифровой датчик температуры с низким энергопотреблением	Точность $\pm 1^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до $+70^\circ\text{C}$; ток потребления 50 мкА (макс.)	Очень низкий ток потребления практически не влияет на энергопотребление системы
DS7505	Низковольтный прецизионный цифровой термометр и термостат	Точность $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до $+70^\circ\text{C}$; диапазон напряжений питания от 1,7 до 3,7 В; стандартная цоколёвка выводов	Стандартная цоколёвка выводов позволяет использовать данную микросхему вместо LM75 и тем самым увеличить точность измерений и снизить напряжение питания схемы
DS18B20	Прецизионный цифровой датчик температуры с интерфейсом 1-Wire	Точность $\pm 0,5\%$; интерфейс 1-Wire; 64-битный заводской идентификационный код	Для подключения множества прецизионных датчиков температуры требуется меньше проводов, чем в случае любого другого решения
Супервизоры напряжения			
MAX16023/24	Микросхемы переключения на резервное (батареиное) питание со встроенным стабилизатором напряжения	Малое энергопотребление; миниатюрный корпус TDFN; встроенный стабилизатор напряжения	Сохранение питания
MAX6381	Супервизор одного напряжения	Несколько вариантов выбора порогового значения и таймаута	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малогабаритных модулях
MAX6495	72-В устройство защиты от перенапряжения	Защита от бросков напряжения свыше 72 В; миниатюрный 6-выводной корпус TDFN-EP	Увеличение надёжности системы благодаря предотвращению повреждения компонентов высоковольтными бросками напряжения при переходных процессах; экономия площади платы; простота использования
MAX6720	Супервизор трёх напряжений	Два фиксированных и одно подстраиваемое пороговое напряжение	Снижение габаритов благодаря высокой степени интеграции
MAX6746	Сторожевой таймер с заданием времени срабатывания конденсатором и схема сброса	Время срабатывания задаётся конденсатором; ток потребления 3 мкА	Гибкость и простота повторного использования в разных проектах; экономия места в малогабаритных модулях

Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Рекомендуемые решения (продолжение)

Сетевые функции

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Интерфейсные приемопередатчики			
MAX14770E	Приёмопередатчик PROFIBUS	Защита от электростатического разряда ± 35 кВ (HBM); автомобильный температурный диапазон от -40 до $+125^\circ\text{C}$; миниатюрный корпус TQFN (3×3 мм)	Наилучшая в классе защита от электростатического разряда увеличивает надёжность ПЛК
MAX13450E/51E	Приёмопередатчики RS-485 с выводом выбора согласующих резисторов	Интегрированные согласующие резисторы 100 и 120 Ом; индикация аварии FAULT; гибкий логический интерфейс	Возможно удалённое конфигурирование терминаторов линии, что упрощает установку системы
MAX3535E	Изолированный приёмопередатчик RS-485	Рабочие напряжения от 3 до 5 В; приёмопередатчики RS485/RS-422 с изоляцией 2500 В (rms); защита от электростатического разряда ± 15 кВ	Исключается необходимость во внешних компонентах обеспечения гальванической изоляции
MAX13442E/43E/44E	Приёмопередатчики RS-485 с защитой от аварийных ситуаций	± 80 В; защита от аварийных ситуаций; полудуплексный режим работы; приёмопередатчики (250 кГц/10 МГц) с напряжением питания 5 В	Упрощение конструкции за счёт исключения таких внешних компонентов, как TVS (подавители выбросов напряжения при переходных процессах) и PTC (термисторы с положительным температурным коэффициентом)
MAX13430E	Приёмопередатчик RS-485 с выводом V_L в миниатюрном корпусе μDFN	Рабочие напряжения от 3,3 до 5 В; вывод V_L обеспечивает подключение к низковольтной логике (вплоть до 1,6 В); 10-выводной корпус $\mu\text{MAX}/\mu\text{DFN}$	Экономия места на плате благодаря миниатюрным корпусам с выводом V_L ; вывод V_L обеспечивает сопряжение с низковольтными ПЛИС и микроконтроллерами
MAX253	Драйвер трансформатора для изолированного питания с интерфейсами RS-485/PROFIBUS	Источник питания 5 или 3,3 В; низкий ток в режиме ожидания: 0,4 мкА; выбор частоты: 350 или 200 кГц; корпус μMAX	Простая схема без обратной связи ускоряет создание источника питания и уменьшает время выхода изделия на рынок
MAX3107	SPI/I ² C UART со встроенным генератором	Скорость обмена данными 24 Мбит/с (макс.); буферы FIFO (128 байт); автоматическое управление приёмопередатчиком RS-485; 4 линии ввода/вывода общего назначения; 24-выводной корпус SSOP или миниатюрный корпус TQFN ($3,5 \times 3,5$ мм)	Снижение требований к производительности хост-контроллера благодаря последовательному интерфейсу и большим буферам FIFO; снижение стоимости хост-контроллера

Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Функции ввода/вывода цифровых сигналов

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Модули ввода/вывода цифровых сигналов			
MAX14830*	Четыре SPI/I ² C UART с буферами FIFO на 128 байт	Скорость обмена данными 24 Мбит/с (макс.); интегрированный генератор; автоматическое управление приёмопередатчиком; 16 линий ввода/вывода общего назначения; 48-выводной корпус TQFN (7 × 7 мм)	Последовательный интерфейс снижает затраты на гальваническую изоляцию; допускаются масштабируемые архитектуры; упрощается конструкция; снижение общей стоимости
MAX14824*	Ведущий приёмопередатчик IO-Link	Ведущий приёмопередатчик IO-Link; цифровой вход Type 1 и Type 2; адресуемый SPI-интерфейс	Адресуемый SPI-интерфейс уменьшает затраты на обеспечение гальванической изоляции ведущих в многопортовых приложениях
Модемы обмена данными по линиям электропередач			
MAX2990	Модем 10...490 МГц для обмена данными по линиям электропередачи на основе технологии мультиплексирования с ортогональным разделением сигналов (OFDM)	Объединяет физический уровень (PHY) с контроллером доступа к среде передачи данных (MAC); скорость обмена по линии электропередачи до 100 Кбит/с	Для передачи данных по линии электропередачи не требуется прокладка проводов
MAX2991	Аналоговый интерфейс (AFE) приёмника для обмена данными по линиям электропередачи	Предназначена для работы с MAX2990; на кристалле располагаются полосовой фильтр, усилитель с регулируемым усилением и 10-битный АЦП приёмного тракта; встроенная система автоматической регулировки усиления с динамическим диапазоном 62 дБ и схема компенсации смещения по постоянному току	Интеграция аналогового интерфейса (AFE) для модема MAX2990 повышает надёжность и снижает стоимость системы; схемы АРУ и компенсации смещения по постоянному току обеспечивают дополнительную надёжность приёмника и его высокую чувствительность
РЧ приёмопередатчики			
MAX7030	Недорогой программируемый на производстве ASK/OOK-приёмопередатчик	Низкий ток; компактный корпус; великолепная чувствительность; не нужен интерфейс программирования	Увеличение срока службы батареи питания; меньшие габариты; обеспечивает больший диапазон; упрощается и ускоряется создание конечного продукта
MAX7031	Недорогой, программируемый на производстве FSK-приёмопередатчик	Низкий ток; компактный корпус; великолепная чувствительность; не нужен интерфейс программирования	Увеличение срока службы батареи питания; меньшие габариты; обеспечивает больший диапазон; упрощается и ускоряется создание конечного продукта
MAX7032	Недорогой ASK/FSK/OOK-приёмопередатчик с программируемой частотой несущей	Низкий ток; компактный корпус; великолепная чувствительность; программное задание частоты несущей в диапазоне от 300 до 450 МГц	Увеличение срока службы батареи питания; меньшие габариты; обеспечивает больший диапазон и максимальную гибкость
Измерение температуры			
DS7505	Низковольтный прецизионный цифровой термометр и термостат	Точность ±0,5°C в диапазоне от 0 до +70°C; диапазон напряжений питания от 1,7 до 3,7 В; стандартная цоколёвка выводов	Стандартная цоколёвка выводов позволяет использовать данную микросхему вместо LM75 и тем самым увеличить точность измерений и снизить напряжение питания схемы
DS18B20	Прецизионный цифровой датчик температуры с интерфейсом 1-Wire	Точность ±0,5%; интерфейс 1-Wire; 64-битный заводской идентификационный код	Для подключения множества прецизионных датчиков температуры требуется меньше проводов, чем в случае любого другого решения
MAX6631	Цифровой датчик температуры с низким энергопотреблением	Точность ±1°C в диапазоне от 0 до +70°C; ток потребления 50 мкА (макс.)	Очень низкий ток потребления практически не влияет на энергопотребление всей системы
Супервизоры напряжения			
MAX16023/24	Микросхемы переключения на резервное (батарейное) питание со встроенным стабилизатором напряжения	Малое энергопотребление; миниатюрный корпус TDFN; встроенный стабилизатор напряжения	Сохранение питания

(Продолжение на следующей странице)

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Супервизоры напряжения (продолжение)			
MAX6381	Супервизор одного напряжения	Несколько вариантов выбора порогового значения и таймаута	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малогабаритных модулях
MAX6495	72-V устройство защиты от перенапряжения	Защита от бросков напряжения свыше 72 В; мини-атюрный 6-выводной корпус TDFN-EP	Увеличение надёжности системы благодаря предотвращению повреждения компонентов высоковольтными бросками напряжения при переходных процессах; экономия площади платы; простота использования
MAX6720	Супервизор трёх напряжений	Два фиксированных и одно подстраиваемое пороговое напряжение	Снижение габаритов благодаря высокой степени интеграции
MAX6746	Сторожевой таймер с заданием времени срабатывания конденсатором и схема сброса	Время срабатывания задаётся конденсатором; ток потребления 3 мкА	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малогабаритных модулях

Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Функции ЦПУ

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Микроконтроллеры			
MAXQ1850	32-битный микроконтроллер с защитой данных	256 КБ флэш-памяти; защищённое статическое ОЗУ (SRAM) с батарейным питанием; DES/3DES, AES; 16 МГц; SPI/USB-интерфейс	Высокая степень защиты; обнаружение попыток взлома
MAXQ1004*	16-битный микроконтроллер с аутентификацией по интерфейсам 1-Wire и SPI	Диапазон напряжений питания от 1,7 до 3,6 В; встроенный генератор 6 МГц; 10-битный АЦП; интерфейс SPI; AES; генератор случайных чисел (RND); датчик температуры	Аутентификация данных/кода; низкое энергопотребление
MAXQ2010	16-битный микроконтроллер смешанного сигнала с поддержкой ЖКИ	64 КБ флэш-памяти; 8-канальный 12-битный АЦП последовательного приближения; поддержка 160-сегментного ЖКИ, аппаратный умножитель; SPI/I ² C и два USART; ток потребления в режиме останова 370 нА	Однокристалльный микроконтроллер высокой степени интеграции; низкое энергопотребление
MAXQ8913	16-битный микроконтроллер смешанного сигнала	64 КБ флэш-памяти; 7-канальный 12-битный АЦП последовательного приближения, два 10-битных дифференциальных ЦАП, два 8-битных ЦАП; четыре ОУ; датчик температуры; два источника тока; интерфейс USART/SPI/I ² C	Благодаря высокой степени интеграции мы имеем действительно однокристалльный микроконтроллер смешанного сигнала
MAXQ1103	32-битный микроконтроллер с защитой	Поддержка внешней памяти; 512 КБ флэш-памяти; защищённое статическое ОЗУ (SRAM) объёмом 1 КБ с батарейным питанием; DES/3DES; 25 МГц	Проверка целостности кода во внешней памяти; обнаружение попыток несанкционированного доступа
Охранные супервизоры (Secure supervisors)			
DS3600	Охранный супервизор с бесследно стираемой оперативной памятью (SRAM) объёмом 64 байт с батарейным питанием для хранения ключа шифрования	Бесследно стираемая память для хранения критических с точки зрения безопасности параметров; SPI-интерфейс; контроллер внешней памяти	Улучшение безопасности системы благодаря защите ключей шифрования от несанкционированного доступа
DS3640	Охранный супервизор с интерфейсом I ² C и бесследно стираемой оперативной памятью (SRAM) объёмом 1 КБ с батарейным питанием для хранения ключей шифрования	Бесследно стираемая память; интерфейс I ² C; мониторы внешнего вмешательства; низкое энергопотребление	Улучшение безопасности системы благодаря защите ключей шифрования от несанкционированного доступа
DS3644	1-КБ защищённая память с программируемой иерархией обнаружения несанкционированного доступа и часами реального времени	Бесследно стираемая память для хранения критических с точки зрения безопасности параметров; 10 различных входов обнаружения попыток взлома (входы оконного компаратора, КМОП-входы, входы компаратора с фиксированным опорным напряжением); конфигурируемая, двухуровневая иерархическая, бесследно стираемая память; интерфейс I ² C; контроллер внешней памяти	Улучшение безопасности системы благодаря защите ключей шифрования от несанкционированного доступа
DS3645	Защищённый контроллер ключей шифрования с 4-КБ ОЗУ (SRAM)	10 различных входов обнаружения попыток взлома (входы оконного компаратора, КМОП-входы, входы компаратора с фиксированным опорным напряжением); интерфейс I ² C; контроллер внешней памяти	Улучшение безопасности системы благодаря защите ключей шифрования от несанкционированного доступа
MAX36051	Охранный супервизор с защищённой памятью объёмом 128 байт	Бесследно стираемая память для хранения критических с точки зрения безопасности параметров; ультранизкое энергопотребление в дежурном режиме: менее 3 мкВт; SPI-интерфейс	Улучшение безопасности системы благодаря защите ключей шифрования от несанкционированного доступа
Светодиодная подсветка			
MAX16814 MAX16838	4-/2-канальные драйверы светодиодов высокой яркости с интегрированным DC/DC-контроллером	Ток до 150 мА на канал; входное напряжение от 4,75 до 40 В; адаптивное управление понижающим преобразователем	Занимает мало места на плате; упрощается комплектация

(Продолжение на следующей странице)

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Рекомендуемые решения (продолжение)

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Светодиодная подсветка (продолжение)			
MAX16826	Программируемый 4-канальный драйвер светодиодов высокой яркости с интегрированным DC/DC-контроллером	Входное напряжение от 4,75 до 24 В; ток свыше 300 мА на канал; интерфейс I ² C	Легко управлять с помощью микроконтроллера
MAX16809	16-канальный драйвер светодиодов с интегрированным DC/DC-контроллером	Входное напряжение от 8 до 26,5 В; ток до 55 мА на канал	Упрощается комплектация
MAX8790A	6-канальный драйвер белых светодиодов для ЖК-панелей	Входное напряжение от 4,5 до 26 В; ток через светодиод до 15...25 мА (подстраивается); адаптивное управление понижающим преобразователем	Компактная конструкция
Измерение температуры			
DS7505	Низковольтный прецизионный цифровой термометр и термостат	Точность ±0,5°C в диапазоне от 0 до +70°C; диапазон напряжений питания от 1,7 до 3,7 В; стандартная цоколёвка выводов	Стандартная цоколёвка выводов позволяет использовать данную микросхему вместо LM75 и тем самым увеличить точность измерений и снизить напряжение питания схемы
DS18B20	Прецизионный цифровой датчик температуры с интерфейсом 1-Wire	Точность ±0,5%; интерфейс 1-Wire; 64-битный заводской идентификационный код	Для подключения множества прецизионных датчиков температуры требуется меньше проводов, чем в случае любого другого решения
MAX6602	5-канальный прецизионный монитор температуры	Один канал для локальных и четыре канала для удалённых цифровых измерений; точность ±1°C	Снижение площади платы по сравнению с пятью отдельными платами измерителей температуры
Контроллеры сенсорных экранов (touch-screen controllers)			
MAX11800	Контроллер резистивного сенсорного экрана	FIFO; пространственная фильтрация; SPI-интерфейс	Разгружает хост-процессор для выполнения других функций
MAX11801	Контроллер резистивного сенсорного экрана	FIFO; пространственная фильтрация; I ² C-интерфейс	Разгружает хост-процессор для выполнения других функций
MAX11802	Контроллер резистивного сенсорного экрана с SPI-интерфейсом	SPI-интерфейс	Снижение затрат
MAX11803	Контроллер резистивного сенсорного экрана с I ² C-интерфейсом	I ² C-интерфейс	Снижение затрат
MAX11811	Контроллер резистивного сенсорного экрана с тактильным (haptics) драйвером	Интегрированный тактильный драйвер; I ² C-интерфейс	Простота добавления контактной обратной связи к резистивному сенсорному экрану
Супервизоры напряжения			
MAX16023/24	Микросхемы переключения на резервное (батарейное) питание со встроенным стабилизатором напряжения	Малое энергопотребление; миниатюрный корпус TDFN; встроенный стабилизатор напряжения	Сохранение питания
MAX6381	Супервизор напряжения	Несколько вариантов выбора порогового значения и таймаута	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малагабаритных модулях
MAX6495	72-В устройство защиты от перенапряжения	Защита от бросков напряжения свыше 72 В; миниатюрный 6-выводной корпус TDFN-EP	Увеличение надёжности системы благодаря предотвращению повреждения компонентов высоковольтными бросками напряжения при переходных процессах; экономия площади платы; простота использования
MAX6720	Супервизор трёх напряжений	Два фиксированных и одно подстраиваемое пороговое напряжение	Снижение габаритов благодаря высокой степени интеграции
MAX6746	Сторожевой таймер с заданием времени срабатывания конденсатором и схема сброса	Время срабатывания задаётся конденсатором; ток потребления 3 мА	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малагабаритных модулях

Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Функции изолированного источника питания

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
DC/DC-преобразователи и контроллеры			
MAX5080/81	Понижающие DC/DC-преобразователи со встроенным ключом	V_{IN} от 4,5/7,5 до 40 В; V_{OUT} от 1,23 до 32 В; переход в режим с пропуском импульсов при малой нагрузке; интегрированный ключ верхнего плеча	Интегральные DC/DC-преобразователи с питанием непосредственно от силовой шины позволяют снизить затраты
MAX5072	Преобразователь с интегрированным ключом и двумя выходными напряжениями. Выходы конфигурируются независимо друг от друга и могут включаться по схеме с понижением или повышением	V_{IN} от 4,5 до 5,5 В или от 5,5 до 23 В; V_{OUT} от 0,8 (понижающая конфигурация) до 28 В (повышающая конфигурация). Конфигурации выходов не зависят друг от друга	Улучшение надёжности благодаря контролируемому пусковому току, отключению при перегреве и защите от короткого замыкания на выходе
MAX15023	Контроллер синхронного понижающего преобразователя с двумя выходными напряжениями и широким диапазоном входных напряжений (от 4,5 до 28 В)	V_{IN} от 4,5 до 28 В; V_{OUT} от 0,6 В до $0,85V_{IN}$; защита от короткого замыкания на выходе путём запрета прохождения управляющих импульсов на определённое время (hiccup mode — «икающий» режим)	Тепловая защита и защита от короткого замыкания на выходе увеличивают надёжность системы
MAX15034	Контроллер синхронного понижающего преобразователя с одним/двумя выходами для приложений с высоким выходным током	V_{IN} от 4,75 до 5,5 В или от 5,5 до 28 В; V_{OUT} от 0,61 до 5,5 В; выходной ток до 25 или до 50 А	Тепловая защита и монотонный старт защищают питаемые устройства и увеличивают надёжность системы
MAX15048/49	3-канальные DC/DC-контроллеры с поддержанием заданного отношения/последовательным включением выходных напряжений	V_{IN} от 4,7 до 23 В; V_{OUT} от 0,6 до 19 В; поддержание отношения выходных напряжений; последовательное включение выходных напряжений	Уменьшение габаритов и затрат благодаря интеграции трёх импульсных контроллеров
Контроллеры и преобразователи изолированных источников питания			
MAX5094/95	Высокоэффективные однотактные ШИМ-контроллеры с обратной связью по току	Регулируемая частота; высоковольтная схема запуска; внутренний усилитель сигнала рассогласования; тепловая защита	Повышенная надёжность функционирования высокоэффективных ПЛК благодаря малой (60 нс) задержке прохождения сигнала от датчика тока до выхода
MAX5042	Микросхема источника питания с ШИМ и двумя силовыми MOSFET-транзисторами и интегрированным контроллером «горячей» замены	Регулируемая частота; высоковольтная схема запуска; внутренний усилитель сигнала рассогласования; возможность синхронизации; драйвер синхронного выпрямителя	Снижение затрат благодаря интегрированным MOSFET-ключам и контроллеру «горячей» замены; подключение непосредственно к силовой шине 48 В; упрощение конструкции платы
MAX5070	Однотактный ШИМ-контроллер с обратной связью по току	Регулируемая частота; высоковольтная схема запуска; внутренний усилитель сигнала рассогласования	Повышенная надёжность функционирования благодаря более чем в два раза меньшей по сравнению с конкурирующими решениями задержке прохождения сигнала от датчика тока до выхода
MAX5069	Высокочастотный ШИМ-контроллер с обратной связью по току, точным генератором и двояным драйвером FET-транзисторов	Регулируемая частота; высоковольтная схема запуска; внутренний усилитель сигнала рассогласования; возможность синхронизации	Снижение затрат на комплектующие для 100-Вт приложений благодаря использованию меньшего дросселя и конденсатора выходного фильтра
MAX5014	ШИМ-контроллер с обратной связью по току и встроенной схемой запуска	Высоковольтная схема запуска	Снижение затрат на комплектующие и упрощение конструкции; исключаются компоненты внешней схемы запуска для источников мощностью до 75 Вт
MAX256	Мостовой драйвер первичной обмотки трансформатора для изолированных источников мощностью до 3 Вт	Изолированный источник питания мощностью до 3 Вт	Простая схема без обратной связи ускоряет разработку источника питания; меньше время выхода на рынок

(Продолжение на следующей странице)

Программируемые логические контроллеры (ПЛК)

Рекомендуемые решения

Рекомендуемые решения (продолжение)

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Драйверы MOSFET/выпрямителей			
MAX5079	Контроллер MOSFET-транзисторов, обеспечивающих переключение между основным и резервным источниками питания	Ультрабыстрое переключение: 200 нс	Снижение стоимости/габаритов/потерь в приложениях большой мощности при замене диодов Шоттки
MAX5075	Двухтактный драйвер FET-транзисторов с выводом синхросигнала и встроенным генератором	Регулируемая частота; возможность синхронизации; защита от снижения напряжения питания ниже допустимого уровня (UVLO)	Снижение общей стоимости нестабилизированных изолированных источников/модулей питания ПЛК
MAX5059	Драйвер синхронного выпрямителя на вторичной стороне изолированного источника питания с генератором сигнала обратной связи, допускающий параллельное включение	Встроенный усилитель сигнала рассогласования; возможность синхронизации; драйвер синхронного выпрямителя; отключение при перенреве; защита от пониженного напряжения питания (UVLO)	Упрощение конструкции; снижение затрат на комплектующие благодаря встроенной цифровой схеме удержания выходного напряжения в заданных пределах (digital-output margining circuit)
MAX15024/25	Драйверы FET-транзисторов	Одиночные/сдвоенные; 16 нс; высокие втекающие/вытекающие токи	Упрощение конструкции благодаря очень малой задержке распространения сигнала и улучшенному с точки зрения отвода тепла корпусу
MAX5048 MAX5054/55/56/57 MAX5078	Драйверы FET-транзисторов	От 4 до 7,6 А, от 12 до 20 нс; одиночные/сдвоенные драйверы полевых транзисторов	Увеличение гибкости схем модульных источников питания для ПЛК благодаря наличию инвертирующих/неинвертирующих входов управления полевыми транзисторами
Измерение температуры			
DS7505	Низковольтный, прецизионный цифровой термометр и термостат	Точность $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от 0 до $+70^{\circ}\text{C}$; диапазон напряжений питания от 1,7 до 3,7 В; стандартная цоколёвка выводов	Стандартная цоколёвка выводов позволяет использовать данную микросхему вместо LM75 и тем самым увеличить точность измерений и снизить напряжение питания схемы
MAX6602	5-канальный прецизионный монитор температуры	Один канал для локальных и четыре канала для удалённых цифровых измерений; точность $\pm 1^{\circ}\text{C}$	Снижение габаритов по сравнению с пятью отдельными платами измерителей температуры
MAX6509	Программируемые резисторами температурные ключи	Ключи, срабатывающие при достижении заданной резисторами температуры; 6-выводной корпус SOT23	Простая защита от повреждений из-за выхода за границы температурного режима
MAX6639	Двухканальный монитор температуры и ШИМ-контроллер вентилятора	Измерение внутренней и внешней температур; замкнутый контур управления скоростью вращения вентилятора	Замкнутый контур управления скоростью вращения вентилятора минимизирует генерируемый шум и снижает энергопотребление
Супервизоры напряжения			
MAX16023/24	Микросхемы переключения на резервное (батареиное) питание со встроенным стабилизатором напряжения	Малое энергопотребление; миниатюрный корпус TDFN; встроенный стабилизатор напряжения	Сохранение питания
MAX6381	Супервизор одного напряжения	Несколько вариантов выбора порогового значения и таймаута	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малогабаритных модулях
MAX6495	72-В устройство защиты от перенапряжения	Защита от бросков напряжения свыше 72 В; миниатюрный 6-выводной корпус TDFN-EP	Увеличение надёжности системы благодаря предотвращению повреждения компонентов высоковольтными бросками напряжения при переходных процессах; экономия площади платы; простота использования
MAX6720	Супервизор трёх напряжений	Два фиксированных и одно подстраиваемое пороговое напряжение	Снижение габаритов благодаря высокой степени интеграции
MAX6746	Микросхема сторожевого таймера с заданием времени срабатывания конденсатором и схемой сброса	Время срабатывания задаётся конденсатором; ток потребления 3 мкА	Гибкость и простота использования в разных проектах; экономия места в малогабаритных модулях

Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте www.maxim-ic.com/plc.

Обзор

В производственных процессах для слежения за физическими параметрами используют датчики. В качестве примера измеряемых параметров можно назвать температуру в печи, давление в камере, влажность, расход протекающих по трубопроводам жидкостей и газов, вес ингредиентов, токи в обмотках электродвигателя.

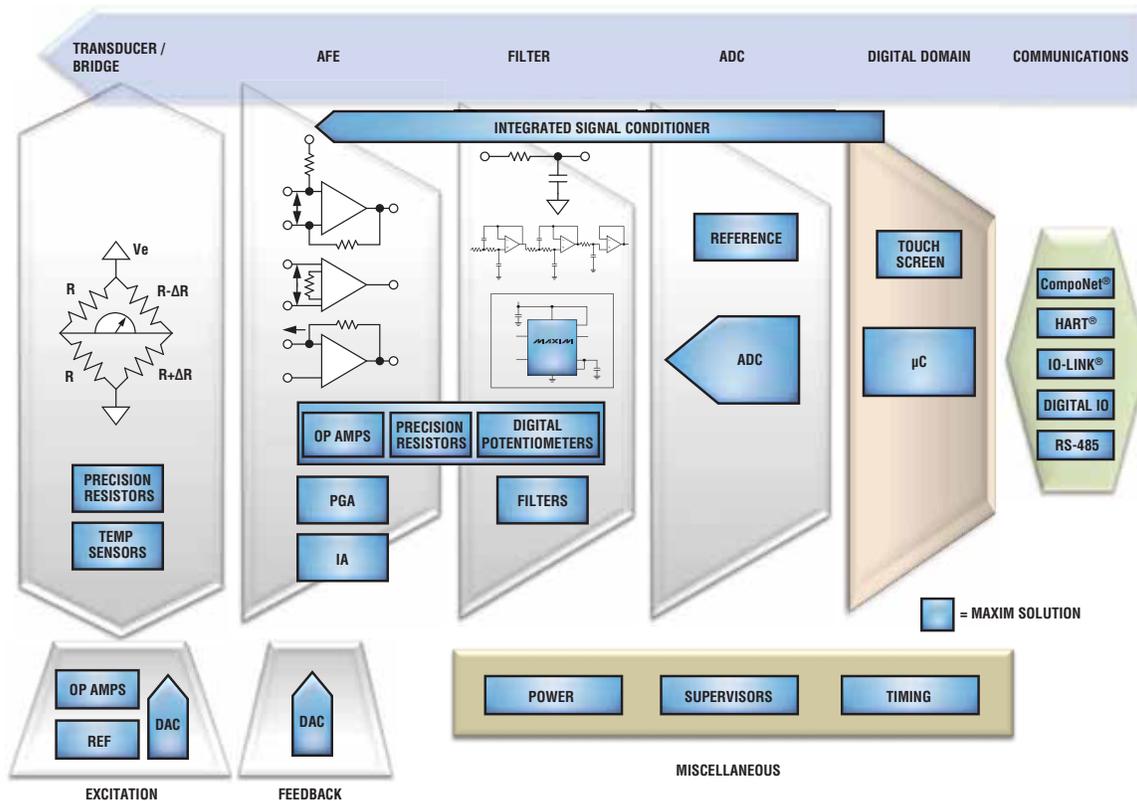
Конструктивно законченный датчик состоит из первичного преобразователя (который обычно также называют датчиком), схемы предварительной обработки сигнала и передачи данных, корпуса и разъёма. Первичный преобразователь конвертирует значения физических параметров, таких как вес, давление, температура, влажность или освещённость, в электрический сигнал. Некоторым первичным преобразователям, представля-

ющим собой резистивные элементы, для создания измеримого напряжения требуется внешнее возбуждение. Другие датчики сами генерируют ток или напряжение, величина которых зависит от значений измеряемых физических параметров, например, от степени освещённости, от температуры, от громкости звуку.

Обычно первичные преобразователи генерируют очень слабые сигналы, которые должны обрабатываться оптимизированными интерфейсными схемами, чтобы обеспечить адекватное усиление без внесения шумов, ухудшающих точность измерений. Датчики часто размещаются вдалеке от схем цифровой обработки, при этом разработчик сталкивается с требованиями обеспечения защиты от электромагнитных

помех, гальванической изоляции и малого потребления энергии. Кроме требований к тракту прохождения сигнала, иногда предъявляют жёсткие требования к питанию, коммуникационным интерфейсам (между приборами/системами) и к защищённости передачи данных.

Компания Maxim предлагает интегральные схемы, в которых учтены все аспекты, имеющие отношение к работе с сигналами первичных преобразователей: от предварительной обработки до фиксации, от передачи до временных параметров, от питания до точностных характеристик. Весьма вероятно, что именно решение от Maxim будет тем решением, которое требуется для вашего устройства, работающего с датчиками.



Блок-схема базовой измерительной системы для промышленных процессов. Список рекомендованных компанией Maxim решений для систем измерений приведён на сайте www.maxim-ic.com/sensor.

www.maxim-ic.com/sensor

Датчики давления и веса (динамометрические измерения)

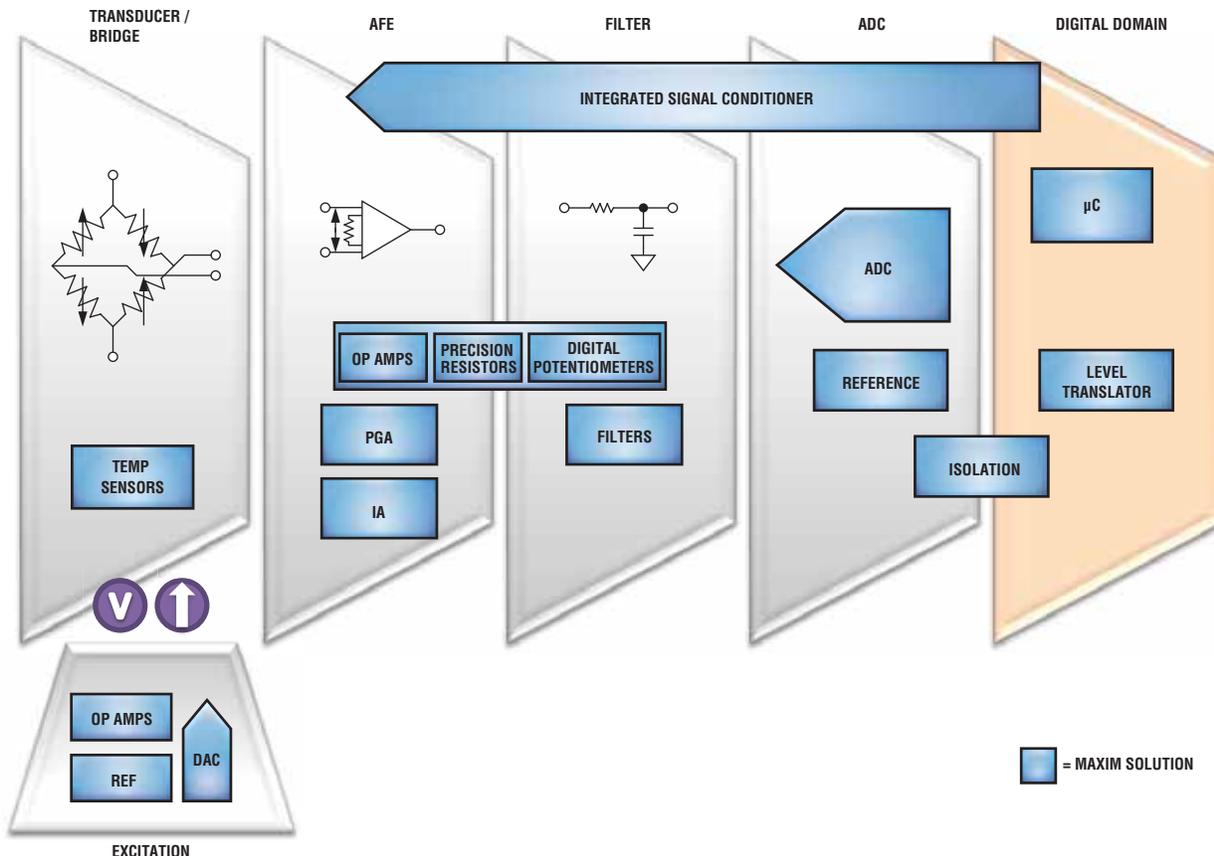
Введение

Необходимость измерения давления и веса — очень распространённое требование, предъявляемое к современным технологическим системам управления и мониторинга. Измерение давления особенно важно, поскольку косвенным образом оно также используется для измерения расхода, высоты и других параметров. Приборы измерения давления и веса можно считать датчиками действующей силы, поскольку именно действующая сила является той величиной, которая определяет выходной сигнал первичного преобразователя. Область применений датчиков действующей силы огромна и простирается от вакуумметров до весового оборудования, промышленного гидравлического оборудования и



датчиков абсолютного давления во впускном коллекторе двигателей внутреннего сгорания. В зависимости от приложений, к датчикам давления и веса предъявляют самые разнообразные требования

по точности измерений и стоимости. Хотя существует несколько методов и технологий измерения давления и веса (измерения силы), наиболее используемым для этих целей измерительным элементом является тензометрический датчик. Наиболее распространены два типа тензометрических датчиков. К первому типу относятся разнообразные датчики давления/веса с первичными преобразователями из металлической фольги. Второй тип — широко применяемые для измерения давления датчики с пьезорезистивными полупроводниковыми первичными преобразователями. По сравнению с первичными преобразователями из металлической фольги пьезорезистивные преобразователи характеризуются большей чувствительностью и лучшей линейностью, но при этом они сильнее подвержены влиянию



Блок-схема цепи обработки сигнала в динамометрических приложениях. Список рекомендованных компанией Maxim решений для систем измерения давления можно найти на сайте www.maxim-ic.com/psi.

температуры и имеют большие начальные смещения.

В принципе, все тензометрические элементы реагируют на приложение силы одинаково: изменением сопротивления. Поэтому при наличии электрического возбуждения они эффективно преобразуют давление или вес в электрический сигнал. Обычно один, два или четыре таких активных резистивных элемента (тензометра) включают по схеме моста Уитстона (иногда называемой динамометрической ячейкой). На выходе моста в ответ на изменение давления или веса вырабатывается дифференциальное напряжение.

Инженерам приходится разрабатывать сенсорные модули в соответствии с уникальными требованиями различных приложений, в которых необходимо производить динамометрические измерения. Успешная конструкция будет состоять из подходящего чувствительного элемента, реагирующего на измеряемую физическую величину, и из должным образом спроектированной цепи обработки сигнала чувствительного элемента (сигнальной цепи).

Готовые решения для сигнальных цепей

Цепи обработки сигналов первичных преобразователей должны уметь работать с чрезвычайно малыми сигналами в присутствии шумов. Для точного измерения изменений напряжения на выходе резистивного первичного преобразователя требуется такая схема, которая обеспечивает высокоточное выполнение следующих функций: возбуждение, усиление, фильтрацию и сбор данных. В некоторых случаях могут также потребоваться цифровая обработка сигналов (ЦОС), компенсация погрешностей, цифровое усиление и возможность программирования пользователем.

Возбуждение

Для возбуждения первичных преобразователей обычно используются точные и стабильные источники тока или напряжения с малым температурным дрейфом. По отношению к возбуждающему источнику выходной сигнал датчика является логометрическим (обычно выражается в мВ/В). Следовательно, в конструкции обычно имеется общее опорное напряжение для аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и схемы возбуждения, или напряжение возбуждения используется в ней в качестве опорного напряжения для АЦП. Для точного измерения напряжения возбуждения могут использоваться дополнительные каналы АЦП.

Первичный преобразователь/мост

Как вкратце говорилось ранее, эта часть сигнальной цепи состоит из тензометрических первичных преобразователей, образующих совместно динамометрическую ячейку (в виде моста Уитстона).

Усиление и сдвиг уровня — аналоговый входной блок

В некоторых случаях диапазон выходного напряжения первичного преобразователя крайне мал, что требует разрешения на уровне нановольт. В таких случаях выходной сигнал первичного преобразователя должен быть усилен перед его подачей на входы АЦП. Чтобы не вносить погрешностей на этапе усиления, следует выбирать малошумящие усилители (LNA — Low-Noise Amplifiers) с чрезвычайно низким напряжением смещения (V_{OS}) и низким температурным дрейфом напряжения смещения. Недостаток моста Уитстона состоит в том, что синфазное напряжение на его выходе гораздо больше, чем напряжение полезного сигнала. Это означает, что малошумящие усилители должны также обладать

превосходным коэффициентом ослабления синфазных сигналов (Common-Mode Rejection Ratio), обычно более 100 дБ. При использовании АЦП с несимметричными (single-ended) входами требуется введение дополнительной схемы, которая должна удалить из обрабатываемого сигнала большие синфазные составляющие перед его дискретизацией. К тому же, поскольку полоса пропускания сигнала мала, погрешности может вносить $1/f$ -составляющая шума усилителей. В связи с этим часто используют усилители постоянного тока со стабилизацией нуля прерыванием (chopper-stabilized amplifiers). Некоторых из этих строгих требований к параметрам усилителя можно избежать, если использовать малую часть от полного диапазона АЦП с очень высоким разрешением.

Сбор данных — АЦП

При выборе АЦП обращайте внимание на такой параметр, как свободный от шума диапазон или эффективное разрешение, показывающий, насколько хорошо АЦП может различать фиксированные уровни напряжения на входе. Альтернативными параметрами могут быть свободные от шума отсчеты или коды внутри диапазона. В технических описаниях большинства высокоточных АЦП эти параметры приводятся в виде таблицы значений размаха (peak-to-peak) или среднеквадратичного напряжения шумов в зависимости от скорости выполнения преобразований; иногда приводятся шумовые гистограммы.

При выборе АЦП надо также смотреть, чтобы он обладал низкой погрешностью смещения, низким температурным дрейфом и хорошей линейностью. В некоторых приложениях, где требуется малое энергопотребление, важным критерием выбора может стать параметр, характеризующий зави-

симось энергопотребления АЦП от скорости преобразований.

Фильтрация

Первичные преобразователи обычно имеют достаточно узкую полосу пропускания сигнала и высокую чувствительность к шумам. В связи с этим для снижения суммарного шума полезно ограничивать полосу пропускания сигнала с помощью фильтрации. Использование сигма-дельта АЦП может упростить задачу фильтрации шумов, поскольку сама архитектура таких АЦП предполагает избыточную дискретизацию.

Цифровая обработка сигнала

После предварительной аналоговой обработки «захваченные» сигналы далее подвергаются обработке цифровыми методами с целью выделения полезной составляющей сигнала и снижения шума. Обычно для этого создаются специализированные алгоритмы, которые приспособлены под конкретные приложения и связанные с ними нюансы. Есть также общие методы, такие как коррекция смещения и коэффициента усиления,

линеаризация, цифровая фильтрация и компенсация температурного дрейфа (и других факторов). Такого рода обработка обычно ведётся цифровым образом.

Обработка сигнала: интегральные решения

Современная тенденция — интегрировать все требуемые функциональные блоки в одну интегральную схему, обычно называемую схемой предварительной обработки сигнала первичного преобразователя/датчика (формирователем). Формирователь сигнала — это специализированная микросхема (ASIC), которая осуществляет компенсацию, усиление и калибровку входного сигнала, как правило, в заданном диапазоне температур. В зависимости от сложности формирователя сигнала в нём имеются все или некоторые из следующих блоков: схема возбуждения первичного преобразователя, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), усилитель с программируемым коэффициентом усиления, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), память, мультиплексор, ЦПУ, датчик температуры и цифровой интерфейс.

Распространены два типа формирователей сигнала: аналоговые (с аналоговым трактом прохождения сигнала) и цифровые (с цифровым трактом прохождения сигнала). Аналоговые схемы обеспечивают более быстрый отклик и генерируют непрерывный выходной сигнал, отражающий все изменения сигнала на входе. В них обычно применяются жёстко заданные (негибкие) схемы компенсации. Цифровые формирователи, которые обычно строятся на базе микроконтроллеров, характеризуются более медленным откликом, что вызвано временными задержками, связанными с переводом сигнала в цифровую форму с помощью АЦП и конечным временем выполнения программ, реализующих различные алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС). Для минимизации погрешностей квантования следует принимать во внимание разрешающую способность АЦП. Самым крупным преимуществом цифровых методов предварительной обработки сигнала является гибкость алгоритмов компенсации, которые могут быть адаптированы под конкретное пользовательское приложение.

Гибкие АЦП для связи с датчиками разных типов

MAX1415/MAX1416, MX7705

Для датчиков давления обычно характерна сильная зависимость показаний от температуры. Поэтому при измерении давления следует одновременно контролировать и температуру. Отличительной особенностью АЦП MAX1415 является наличие дифференциальных опорных входов, что позволяет проводить логометрические измерения при напряжении возбуждения 3 В. Два дифференциальных входа дают возможность контролировать одним АЦП давление и температуру (при использовании резистивного датчика температуры).

Преимущества

- **Согласование входного диапазона АЦП с выходным диапазоном датчика улучшает различимость сигнала**

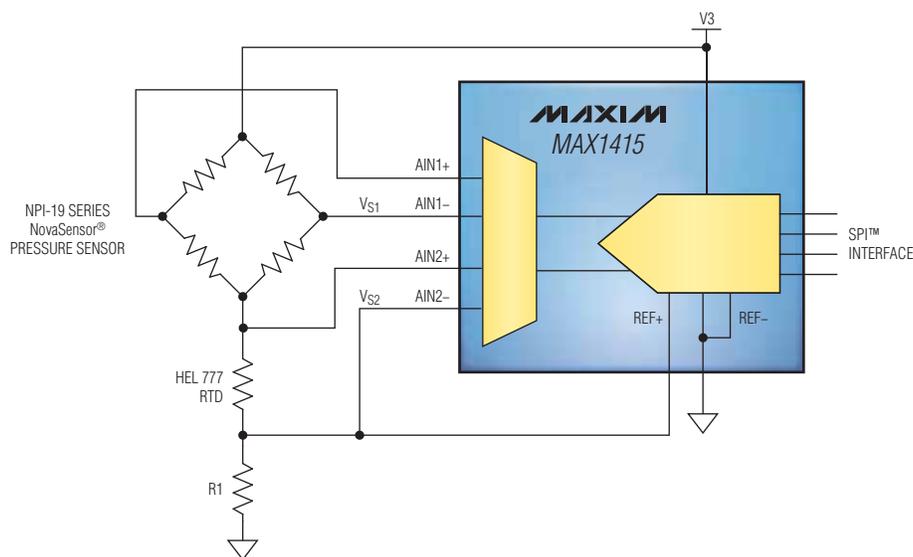
- Встроенный усилитель с программируемым коэффициентом усиления допускает работу с диапазоном полной шкалы (FSR) от 20 мВ, что позволяет обеспечить хорошее согласование с выходным диапазоном первичных преобразователей

- **Высокая степень интеграции снижает сложность конструкции**

- Встроенные режимы само- и системной калибровки улучшают точность и снижают время на разработку готового устройства
- Встроенный цифровой заграждающий фильтр на 50/60 Гц удаляет нежелательные сетевые наводки

- **Упрощение конструкции благодаря функциональным возможностям, оптимизированным под многоканальные логометрические/мостовые измерения**

- Дифференциальный опорный вход для логометрических измерений, часто используемый в схемах мостового типа
- Два дифференциальных канала позволяют одновременно измерять давление и температуру (распространённое требование)



Подключение датчиков давления и температуры к АЦП MAX1415.

Высокая точность при низком временном и температурном дрейфе

MAX9617/MAX9618, MAX11200

Одна из самых больших проблем создания схем сопряжения с датчиками связана с низкими уровнями сигналов. Поскольку полоса пропускания сигналов многих датчиков лежит в низкочастотном диапазоне и составляет единицы герц, то обратно пропорциональный частоте $1/f$ -шум становится важным критерием выбора операционных усилителей. Предлагаемые компанией Maxim операционные усилители с низким энергопотреблением ($< 100 \text{ мкА}$) и автоматической установкой нуля MAX9617/MAX9618 обладают самым низким среди промышленно выпускаемых приборов уровнем шумов ($40 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$). У этих ОУ наилучший в своем классе размах (peak-to-peak) напряжения шумов ($< 420 \text{ нВ}$ (p-p)) в полосе частот от 0,1 до 10 Гц. Совместно с MAX11200 — одним из лучших в промышленности 24-битным (21 бит, свободный от шумов) сигма-дельта АЦП с низким энергопотреблением — эти ОУ формируют идеальную схему для точного считывания низкочастотных сигналов малой амплитуды.

Преимущества

- **Минимум системных калибровок (MAX9617/MAX9618)**
 - Технология автоматической установки нуля ОУ снижает температурный коэффициент напряжения смещения до $120 \text{ нВ}/^\circ\text{C}$
- **Обеспечивает самые точные измерения при самом низком энергопотреблении (MAX11200)**
 - АЦП с самым высоким разрешением на единицу энергопотребления для датчиков с токовой петлей 4–20 мА: до 200 мкА при 21-бит свободном от шумов диапазоне и скорости 10 выб./с
 - Самая низкая ($< 780 \text{ мкВт}$) плотность шума для низкочастотных схем
- **Регистрация чрезвычайно малых изменений меняющихся в широком диапазоне давлений и весов (MAX11200)**
 - Свободный от шумов 21-битный диапазон позволяет идентифицировать изменения входного сигнала с шагом до 500 нВ в широкодиапазонных высокоточных приложениях
 - Самые малозадающие из промышленно выпускаемых ОУ с автоматической установкой нуля и уровнем шума в полосе частот от 0,1 до 10 Гц не более 420 нВ (p-p)
 - Отсутствие шумовой составляющей $1/f$ гарантирует низкие искажения в блоке предварительной обработки сигнала на частотах ниже 0,1 Гц

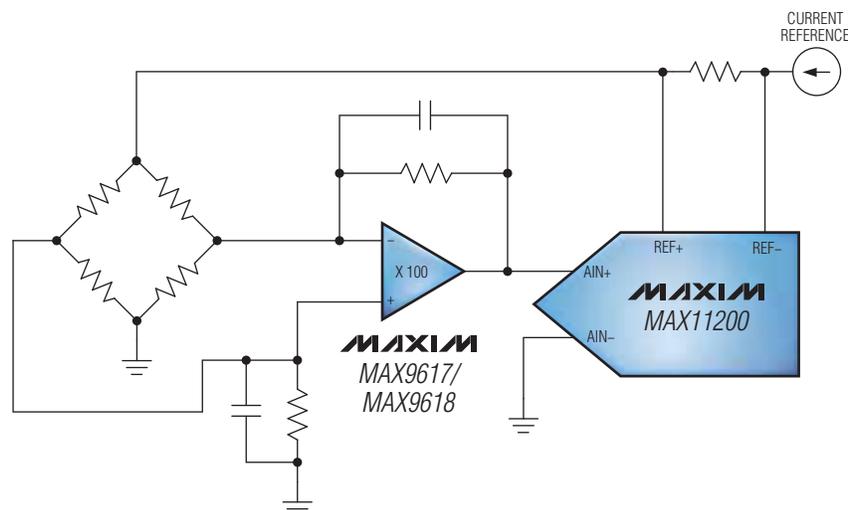


Схема с использованием ОУ MAX9617/9618 и АЦП MAX11200 обеспечивает высокую точность и высокую временную и температурную стабильность.

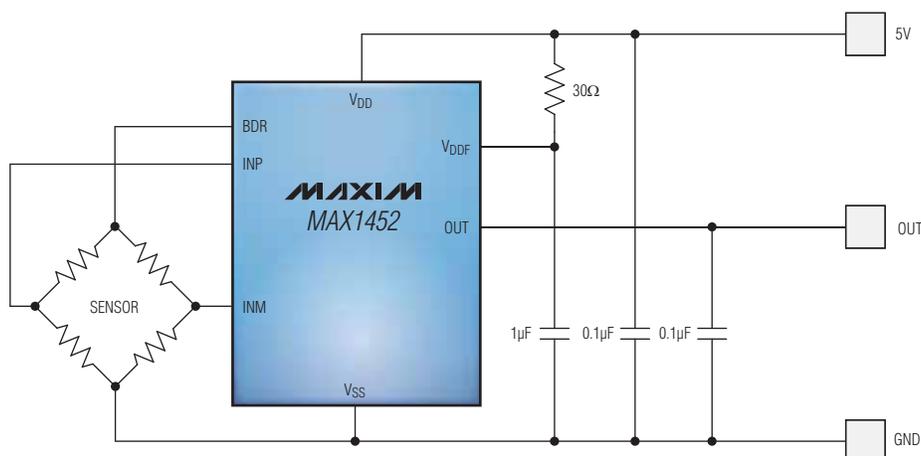
Недорогая прецизионная схема предварительной обработки сигнала делает конструкцию датчика проще

MAX1452

MAX1452 — микросхема аналоговой обработки, на которую можно подавать сигналы с выходов резистивных измерительных элементов всех типов. Её полностью аналоговая схема обработки характеризуется быстрым откликом на изменения входного сигнала, а возможность генерации возбуждающего воздействия в виде тока или напряжения обеспечивает оптимальную гибкость при разработке новых устройств. Четыре встроенных 16-битных ЦАП и усилитель с программируемым коэффициентом усиления обеспечивают калибровку, усиление и входную компенсацию высокого разрешения. В MAX1452 имеется встроенная флэш-память и датчик температуры, что позволяет организовать многоточечную компенсацию погрешностей, вызываемых изменением температуры, что, в свою очередь, повышает точность измерений.

Преимущества

- **Снижение стоимости комплектующих**
 - Высокая степень интеграции минимизирует количество требуемых внешних компонентов; для получения точного калиброванного выходного сигнала не нужны элементы внешней настройки
- **Высокая точность выходного сигнала благодаря исключению всех систематических погрешностей**
 - Полностью аналоговая схема обеспечивает непрерывность выходного сигнала, отсутствуют ошибки дискретизации
 - Четыре 16-битных ЦАП (разрешение 76 мкВ) обеспечивают компенсацию смещения и точность во всём выходном диапазоне
 - Многоточечная компенсация погрешностей, связанных с влиянием температуры, позволяет проводить калибровку и добиваться повторяемости отклика на повторяющийся входной сигнал во всём диапазоне температур
- **Уменьшение сроков разработки новых устройств и уменьшение складской номенклатуры**
 - Микросхема может использоваться со многими типами первичных преобразователей и во многих приложениях
 - Применение одной и той же микросхемы в разных приложениях открывает возможность повторного использования ранее найденного схемотехнического решения
 - Может использоваться в изделиях с выходным сигналом в виде напряжения или с выходом в виде токовой петли 4–20 мА



Недорогая прецизионная аналоговая микросхема обработки сигналов датчиков (MAX1452) в конфигурации измерения соотношений (ratiometric).

Многоканальная малошумящая схема обработки сигналов датчиков с низким энергопотреблением снижает затраты и экономит место на плате

MAX1464

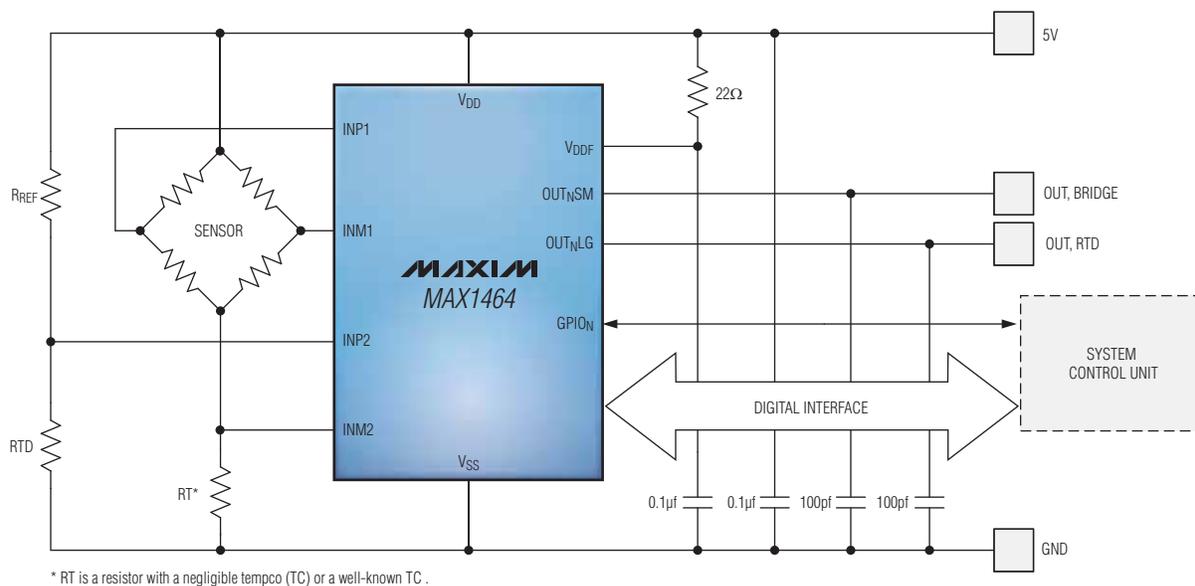
Микросхема высокой степени интеграции MAX1464 — это цифровая многоканальная схема обработки сигналов датчиков, оптимизированная для использования в промышленных системах управления технологическими процессами и в автомобильных приложениях. Применяется для измерения давления, линеаризации характеристик резистивных датчиков температуры и термодпар, взвешивания и удалённого мониторинга с индикацией ограничений и т. п. ИС MAX1464 упрощает схемотехнические решения и делает их выгодными для производства, поскольку может работать как с несимметричными (single-ended), так и с дифференциальными сигналами датчиков. Она обеспечивает всестороннюю температурную компенсацию без необходимости использовать для этих целей какие-либо внешние настроечные компоненты. Выходной сигнал может быть получен через SPI-совместимый интерфейс с помощью цифро-аналоговых преобразователей с выходом по напряжению или используя выходы ШИМ. В MAX1464 имеется 16-битное ЦПУ; 4 Кбайт флэш-памяти для программируемых пользователем алгоритмов компенсации, 128 байт для хранения пользовательской информации и две линии ввода/вывода общего назначения. В состав микросхемы входит выходной блок из двух операционных усилителей для поддержки приложений с токовой петлёй 4–20 мА.

Преимущества

- **Благодаря прямой связи с микропроцессором или блоком управления достигается снижение затрат и экономится место на плате**
 - SPI-совместимый интерфейс исключает необходимость в интерфейсной схеме
 - Линии ввода/вывода общего назначения облегчают инструментальный контроль, выдачу системных предупреждений и двухсторонний обмен сигнальными сообщениями
- **Многоканальность снижает стоимость комплектования, улучшает параметры схемы и уменьшает занимаемую площадь на плате**
 - Использование одного многоканального устройства вместо множества одноканальных позволяет получать результаты измерений, более пригодные для сравнения при меньших затратах
 - Высокая степень интеграции минимизирует количество компонентов и позволяет сэкономить место на плате
 - Для получения точного калиброванного выходного сигнала не требуются внешние настроечные компоненты
- **Адаптируемый алгоритм компенсации позволяет оптимизировать параметры датчика**
 - Пользователь может модифицировать алгоритм компенсации под нужды своего приложения
 - Алгоритм компенсации сохраняется во встроенной энергонезависимой флэш-памяти
- **Сокращение сроков разработки**
 - Гибкость проектирования для конструкций, в которых требуется наличие цифрового выхода, выхода по напряжению, ШИМ-выхода, или токового выхода для поддержки токовой петли 4–20 мА
 - У встроенного микропроцессора всего 16 команд, что облегчает его программирование
 - Подходит для использования со многими типами первичных преобразователей

(Блок-схема на следующей странице)

Многоканальная малозумящая схема обработки сигналов датчиков с низким энергопотреблением снижает затраты и экономит место на плате *(продолжение)*



Многоканальная цифровая схема обработки сигналов MAX1464 позволяет проводить измерения с помощью одного дифференциального и двух несимметричных входов.

Измерение температуры

Введение

Измерение температуры критически важно для реализации в промышленных системах трёх ключевых функций.

- Контроль температуры**, например, в печах, холодильных установках и системах климат-контроля. На основе измерений температуры принимаются решения о включении и отключении нагрева или охлаждения.
- Калибровка** различных первичных преобразователей, генераторов и других компонентов часто оказывается температурно-зависимой. Поэтому для обеспечения точности чувствительных системных компонентов следует проводить измерения температуры.

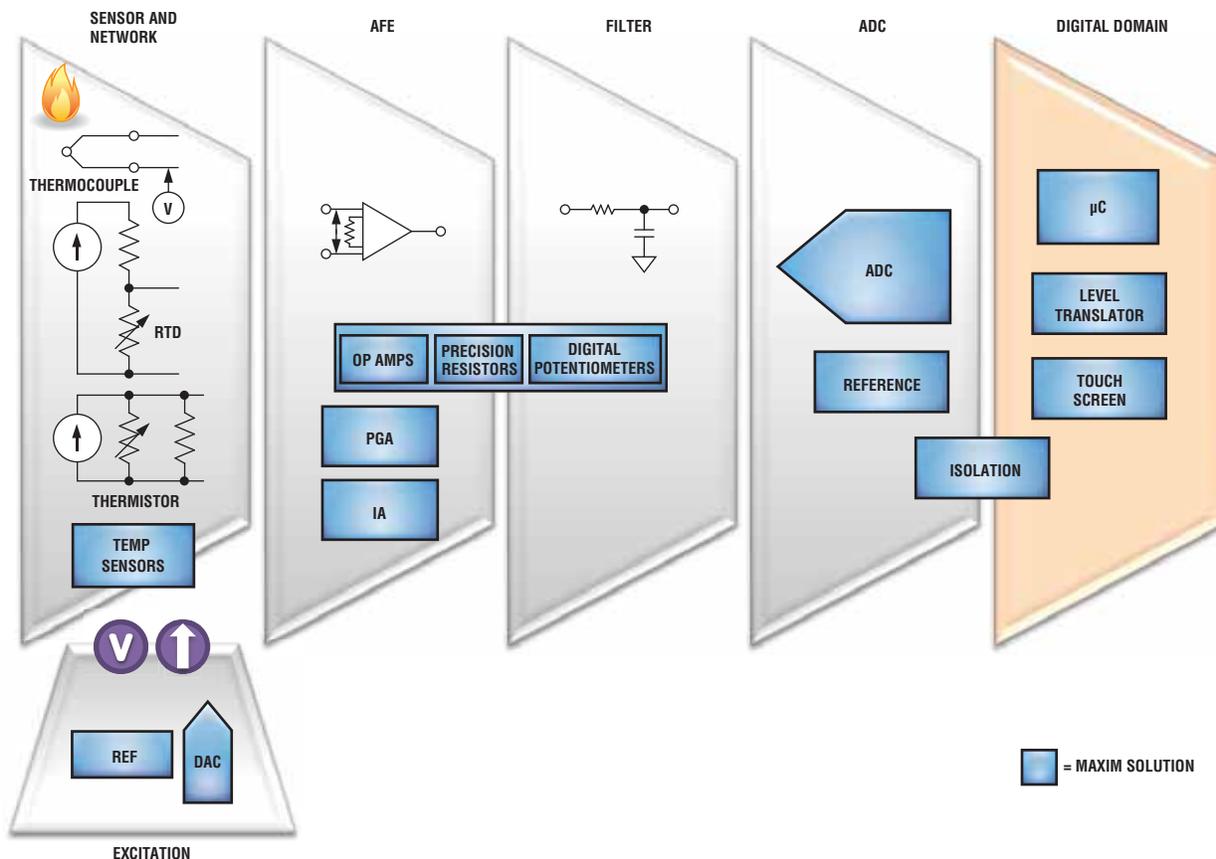


- Защита** компонентов и систем от повреждений, вызванных выходом температуры за границы безопасного диапазона. Измерение температуры позволяет определить, какие меры следует предпринять.

Термисторы, резистивные датчики температуры (RTD), термопары и интегральные датчики — вот

некоторые из наиболее широко используемых на сегодняшний день способов измерения температуры. У каждого есть свои сильные стороны (например, цена, точность, диапазон измеряемых температур), которые делают его подходящим для использования в определённых приложениях. Все вышеуказанные способы будут рассмотрены ниже.

Помимо самой обширной в отрасли линейки специальных интегральных датчиков температуры, компания Maxim выпускает весь спектр компонентов, необходимых для сопряжения системы с термисторами, резистивными датчиками температуры и термопарами.



Блок-схема цепи обработки сигнала в устройствах измерения температуры. Список рекомендованных компанией Maxim решений для задач, связанных с измерением температуры, приведён на сайте www.maxim-ic.com/-40+85.

Термисторы

Термисторы — это резисторы, сопротивление которых зависит от температуры. Обычно их изготавливают из полупроводниковых материалов, таких как металлооксидная керамика или полимеры. Наиболее широко используются термисторы с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС), которые по этой причине называют NTC-термисторами (NTC — Negative Temperature Coefficient). Существуют также термисторы с положительным ТКС — PTC-термисторы (PTC — Positive Temperature Coefficient), или позисторы.

Термисторы характеризуются умеренным диапазоном измеряемых температур, обычно до +150°C, хотя некоторые способны работать и с гораздо более высокими температурами. Цены — от низких до умеренных, в зависимости от точности. Линейность характеристики термисторов не очень хорошая, но сама характеристика предсказуемая. Термисторы выпускаются в виде зондов, в корпусах для поверхностного монтажа, с ленточными выводами и в различных специализированных корпусах. Компания Maxim производит также микросхемы, преобразующие сопротивление термистора в температуру в цифровом формате, например MAX6682 и MAX6698,

Термисторы часто соединяют с одним или несколькими постоянными резисторами для формирования делителей напряжения. Выходной сигнал с делителя обычно оцифровывают с помощью АЦП. Нелинейность характеристики термистора может быть скорректирована либо с помощью таблицы преобразований (lookup table), либо расчётным путем.

Резистивные датчики температуры

Резистивные датчики температуры (RTD) — это резисторы, сопротивление которых меняется с темпе-

ратурой. Наиболее распространённым материалом проволочных RTD-датчиков, который к тому же обеспечивает наилучшую точность измерений, является платина. Платиновые датчики обозначают Pt-RTD. Резистивные датчики температуры могут также изготавливаться из никеля, меди и других металлов.

Для резистивных датчиков характерен широкий температурный диапазон — вплоть до +750°C; им присущи превосходные точность и повторяемость, а также разумная линейность. Наибольшее распространение получили платиновые датчики с номинальным сопротивлением 100 Ом и 1 кОм при 0°C, хотя доступны датчики и с другими номиналами.

В случае резистивных датчиков цепь формирования полезного сигнала может представлять собой простое соединение датчика с прецизионным постоянным резисто-

ром, в результате чего образуется делитель напряжения. Сигнальная цепь может быть более сложной, особенно в случае измерения температуры в широком диапазоне. Распространённый подход, показанный на **Рис. 1**, заключается в использовании источника тока, источника опорного напряжения и АЦП с высоким разрешением. Линеаризация может выполняться с помощью корректировочных таблиц или посредством внешних схем.

Термопары

Термопары изготавливают соединением двух проводников из разнородных металлов. В точке контакта проводников генерируется напряжение, почти пропорциональное температуре. Существует несколько типов термопар, что можно увидеть по различиям в буквенных обозначениях. Наибольшей популярностью пользуются термопары К-типа.

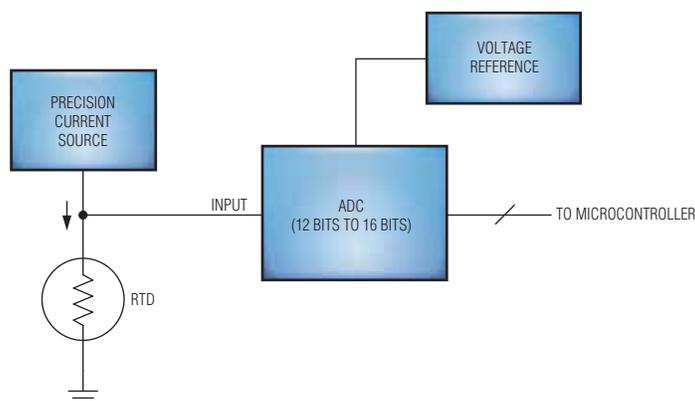


Рис. 1. Упрощённая схема обработки сигнала резистивного датчика температуры.

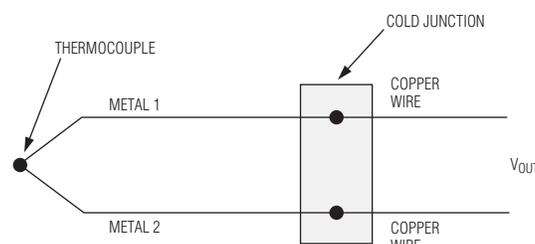


Рис. 2. Простая схема с термопарой. Точка соединения проводника из металла 1 и проводника из металла 2 — основная термопара или точка горячего спая. Другие термопары появляются там, где провода из металла 1 и металла 2 соединяются с медными проводами измерительного устройства или печатными дорожками платы (холодный спай).

Термопары характеризуются широким диапазоном измеряемых температур (вплоть до 1800°C); низкой стоимостью, которая зависит от типа корпуса; очень маленьким выходным напряжением (около 40 мкВ/°C для приборов К-типа); разумной линейностью; умеренно сложной схемой формирования сигнала (требуется компенсация температуры холодного спая и усиление).

Измерение температуры с помощью термопар представляет собой довольно сложную задачу, что связано с маленьким выходным напряжением. Процесс ещё более усложняется из-за того, что в точке контакта проводников термопары с медными проводами (или дорожками), которые обеспечивают подключение термопары к схеме последующей обработки сигнала, образуются дополнительные термопары. Эту точку контакта проводников термопары с медными дорожками называют холодным спаем (см. **Рис. 2**). Чтобы аккуратно измерить температуру термопарой, в схему следует добавить датчик температуры холодного спая, как показано на **Рис. 3**. Затем температуру, измеренную на холодном спае, добавляют к температуре, рассчитанной по напряжению на термопаре. В схеме, показанной в качестве примера на **Рис. 3**, представлен один из возможных вариантов реализации измерителя температуры с помощью термопары. Видно, что в схему входит большое количество прецизионных компонентов. Помимо компонентов,

показанных на **Рис. 3**, компания Maxim также выпускает интегральные схемы MAX6674 и MAX6675, которые выполняют функции обработки сигналов термопар К-типа. Эти микросхемы упрощают задачу измерения температуры с помощью термопар и значительно уменьшают число компонентов, требуемых для усиления, компенсации температуры холодного спая и перевода выходного сигнала термопары в цифровой формат.

Интегральные датчики температуры

В основе интегральных датчиков температуры лежит тот факт, что тепловая характеристика $p\eta$ -перехода в кремнии линейна и предсказуема. Из-за того, что это активные схемы, создаваемые посредством традиционных для промышленности полупроводниковых технологических процессов, на настоящий момент имеется множество разнообразных видов и вариантов таких микросхем. Они включают множество функциональных блоков, например, таких как цифровые интерфейсы, входные АЦП и модули управления вентиляторами, что недоступно при использовании других технологий. Рабочий температурный диапазон интегральных датчиков от -55 до +125°C, есть небольшое количество изделий, максимальная рабочая температура которых составляет около +150°C. Ниже приведены описания распространённых типов интегральных датчиков температуры.

Аналоговые датчики температуры

Аналоговые интегральные датчики преобразуют температуру в напряжение или, в некоторых случаях, в ток. У простейших аналоговых датчиков температуры с выходным сигналом в виде напряжения имеется всего три вывода: общий (земля), вход подачи напряжения питания и выход. У аналоговых датчиков с расширенными функциональными возможностями присутствуют дополнительные входы и выходы, скажем выходы компаратора или источника опорного напряжения. Для получения выходного напряжения, пропорционального температуре, в аналоговых датчиках используют температурные характеристики биполярных транзисторов. Для получения удобного соотношения между напряжением на выходе датчика и температурой кристалла напряжение усиливают и добавляют к нему смещение. Точность измерения температуры может быть просто превосходной. К примеру, погрешность DS600 — самого точного в отрасли аналогового датчика температуры — гарантировано не превышает $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в диапазоне измеряемых температур (от -20 до +100°C).

Цифровые датчики для локального измерения температуры

Интеграция аналогового датчика температуры с АЦП — очевидный способ создания датчика темпе-

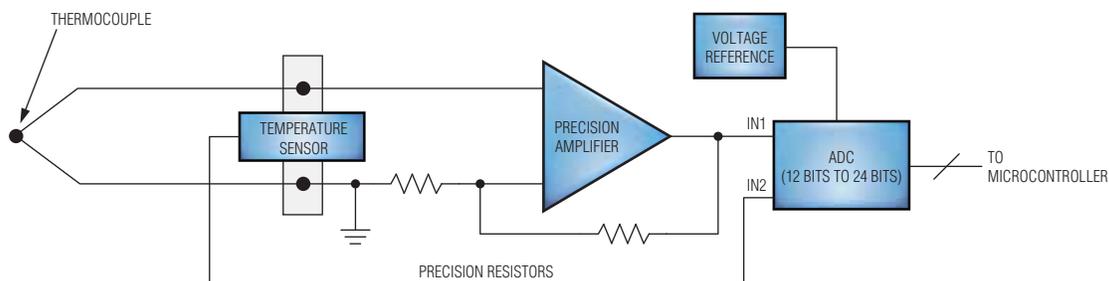


Рис. 3. Пример схемы обработки сигнала термопары.

ратуры с цифровым интерфейсом. Такое устройство обычно называют цифровым датчиком температуры или локальным цифровым датчиком температуры. Слово «локальный» указывает на то, что датчик измеряет свою собственную температуру. Такое функционирование противоположно работе удалённого датчика температуры, который измеряет температуру внешней микросхемы или дискретного транзистора.

Базовые модели цифровых датчиков просто измеряют температуру и позволяют считывать полученные результаты с помощью различных интерфейсов, например, 1-Wire®, I²C, PWM (ШИМ) и 3-wire. Более сложные цифровые датчики предлагают другие функциональные возможности, например, генерацию сигнала, свидетельствующего о том, что температура вышла за заданные пределы; в них есть регистры для установки пороговых значений и электрически стираемое программируемое ПЗУ (EEPROM). Компания Maxim выпускает несколько моделей локальных цифровых датчиков температуры, включая DS7505 и DS18B20, которые гарантируют точность измерений $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ в широком диапазоне температур.

Цифровые датчики для удалённого измерения температуры

Цифровые датчики для удалённого измерения температуры также называют дистанционными датчиками температуры. Дистанционный датчик температуры измеряет температуру внешнего транзистора: дискретного или интегрированного в кристалл другой микросхемы, как показано на **Рис. 4**. В микропроцессоры, ПЛИС и специализированные (ASIC) микросхемы часто добавляют один или несколько измерительных транзисторов, которые обычно называют термодиодами, подобных тому, что показан на **Рис. 4**.

У дистанционных датчиков температуры есть важное преимущество: они позволяют с помощью одной интегральной схемы измерять несколько температур в разных точках. Базовый одиночный дистанционный датчик температуры, такой как MAX6642, показанный на **Рис. 4**, может отслеживать две температуры: свою собственную и в удалённой точке. Внешняя удалённая точка может находиться на кристалле целевой ИС, как на **Рис. 4**, или в месте интенсивного тепловыделе-

ния на печатной плате, где за ней следят с помощью дискретного транзистора. Некоторые датчики позволяют отслеживать температуру в семи внешних точках. Таким образом, с помощью одной микросхемы осуществляется мониторинг температуры в восьми местах, если учитывать температуру самой микросхемы. Рассмотрим в качестве примера MAX6602. У этого датчика имеется четыре входа для подключения удалённых первичных диодных преобразователей. Поэтому он может измерять температуру пары ПЛИС со встроенными термодиодами, плюс, используя в качестве первичных преобразователей дискретные транзисторы, температуры в двух наиболее теплонагруженных местах на плате, и, наконец, температуру на плате в месте размещения самой микросхемы MAX6602. И MAX6602, и упоминавшаяся здесь микросхема MAX6642 обеспечивают точность измерений $\pm 1^{\circ}\text{C}$ при работе с внешними термодиодами.

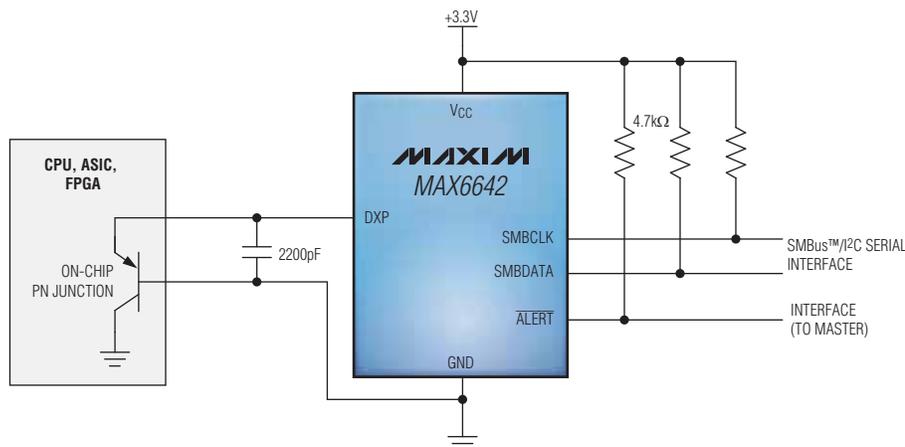


Рис. 4. Дистанционный датчик температуры MAX6642 позволяет следить за температурой измерительного транзистора (или термодиода), расположенного на кристалле внешней ИС.

www.maxim-ic.com/-40+85

Простой интегральный преобразователь сигнала резистивного датчика температуры в цифровую форму

MAX1402, MAX4236/ MAX4237

Любое заметное сопротивление на выводах резистивного датчика температуры (RTD) будет вносить погрешность в результаты измерений. Поэтому в случае длинных проводов для исключения таких погрешностей используют 3- или 4-проводной способ подключения. На схеме, приведённой на **Рис. А**, показан 4-проводной интерфейс RTD-датчика с использованием АЦП с избыточной дискретизацией MAX1402. В MAX1402 имеется два согласованных источника тока, что значительно снижает количество микросхем в преобразователе сигнала резистивного датчика. Один из источников выдает ток возбуждения для RTD-датчика, в данном случае для Pt100. Так как

этот ток возбуждения не протекает по сигнальным (измерительным) проводам, то их сопротивление не оказывает никакого влияния на точность измерений. Ко второму источнику тока подключён прецизионный резистор. Протекающий через этот резистор ток создает опорное напряжение для АЦП, тем самым исключается необходимость во внешнем источнике опорного напряжения.

Для обеспечения максимальной точности измерений применяют коррекцию собранных данных с целью компенсации нелинейности RTD-датчика Pt100. Также для компенсации отклонения сопротивления опорного резистора от номинала и компенсации рассогласования источников тока корректируют коэффициент усиле-

ния. Цифровой коррекции нелинейности можно избежать, если ввести в схему усилителя контур слабой положительной обратной связи, как показано на **Рис. В**. Получаемое в результате отклонение от линейности не превышает $\pm 0,05^\circ\text{C}$ в диапазоне температур от -100 до $+200^\circ\text{C}$. Данная схема не устраняет погрешностей, вносимых сопротивлением длинных проводов, поэтому её следует использовать только в тех случаях, когда резистивный датчик температуры устанавливается вблизи от измерительной схемы. Более подробную информацию по этому вопросу можно найти в статье по применению (application note) 3450 «Positive Analog Feedback Compensates Pt100 Transducer» (Положительная аналоговая обратная связь корректирует характеристику датчика Pt100).

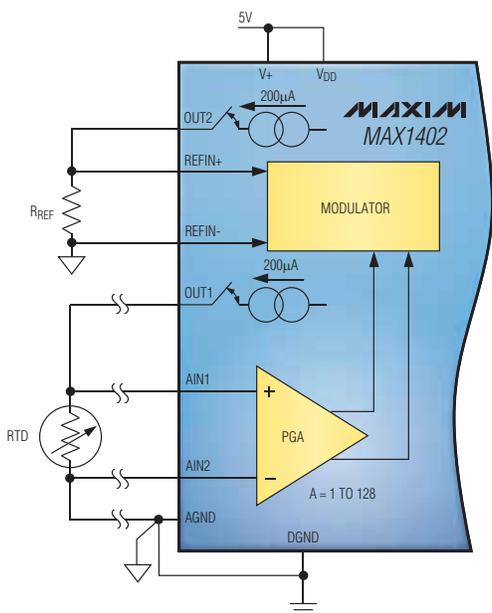


Рис. А. На схеме показано 4-проводное подключение датчика Pt100 к АЦП MAX1402.

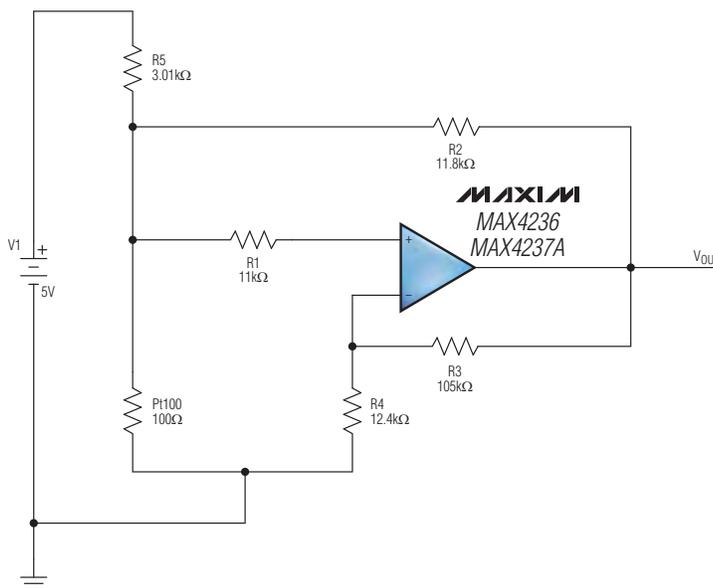


Рис. В. Схема линейризации характеристики датчика Pt100. Коррекция достигается одним дополнительным резистором. Резистор R2 формирует контур слабой положительной обратной связи.

Готовые схемы интерфейса термопар исключают внешние компоненты, занимают меньше места на плате

DS600, MAX1416, MAX6133, MAX6675

В схеме измерений с помощью термопары, показанной на **Рис. А**, используется АЦП MAX1416, который может напрямую подключаться к термопарам, обходясь без внешних компонентов, что снижает требуемую для размещения площадь печатной платы. Внутренний усилитель с программируемым коэффициентом усиления исключает необходимость во внешнем прецизионном усилителе; самокалибровка позволяет избежать дорогих калибровочных процедур при производстве. АЦП MAX1416 может принимать сигналы от термопар, работающих при отрицательных температурах, поскольку его диапазон входных синфазных сигналов

начинается от 30 мВ ниже уровня земли.

Температура холодного спая измеряется аналоговым датчиком DS600, который размещают на разъёме термопары. Обладая точностью $\pm 0,5^\circ\text{C}$, DS600 обеспечивает наиболее точную компенсацию температуры холодного спая по сравнению с любой другой аналоговой схемой на рынке, предназначенной для измерения температуры. Добавление температуры холодного спая к температуре, измеренной АЦП, устраняет влияние паразитных термопар, возникающих при подключении разъёма измерительной термопары к системе.

На **Рис. В** показана полностью интегральная схема измерений с помощью термопары, в которой

используется преобразователь сигнала термопары в цифровой формат MAX6675 — интегральная схема готового интерфейса термопары. С интегрированными АЦП, источником опорного напряжения, усилителем и схемой компенсации температуры холодного спая преобразователь MAX6675 позволяет измерять положительные температуры с помощью термопар К-типа без каких-либо внешних компонентов. Использование MAX6675, таким образом, снижает число корпусов в схеме, сокращает время разработки и уменьшает сложность системы. Максимальная измеряемая температура — $+1024,75^\circ\text{C}$. Младший значащий бит при 12-битном разрешении равен $0,25^\circ\text{C}$.

(продолжение на следующей странице)

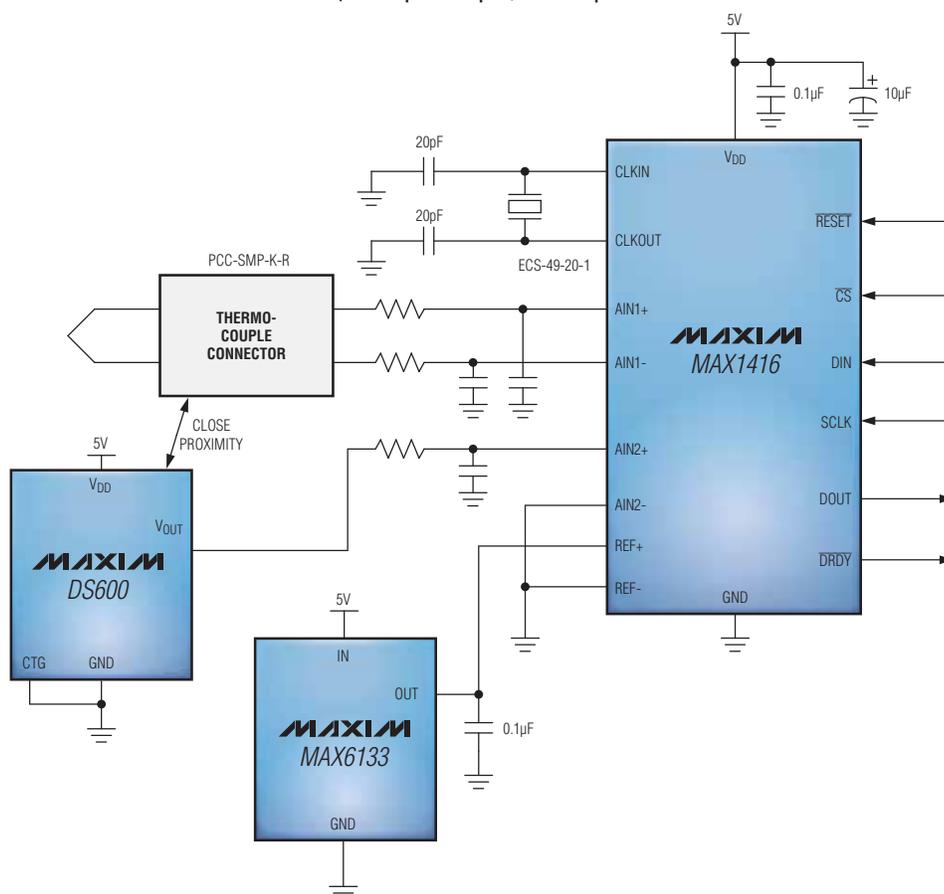


Рис. А. Схема измерений с помощью термопары, в которой MAX1416 используется для измерения выходного сигнала термопары, а DS600 — для измерения температуры холодного спая.

Готовые схемы интерфейса термопар исключают внешние компоненты, занимают меньше места на плате (*продолжение*)

Больше информации по вопросам измерения температуры можно получить в руководстве по управлению тепловыми процессами на сайте www.maxim-ic.com/thermal-handbook.

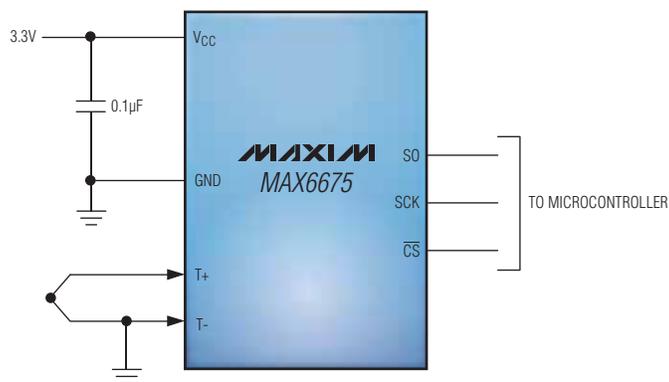


Рис. В. MAX6675 — готовый преобразователь сигнала термопары К-типа в цифровой формат.

Измерение тока, освещённости и расстояния до объекта

Введение

Измерять ток требуется во многих приложениях, при этом измерение тока можно разделить на две категории.

- К первой категории относятся измерения больших токов, часто для мониторинга состояния источников питания. К типичным применениям можно отнести обнаружение коротких замыканий, переходных процессов и включения батареи в обратной полярности.
- Измерять ток нужно также в приложениях, которые имеют дело с гораздо меньшими токами (вплоть до микроампер). Это, например, схемы с фотодиодами, которые генерируют небольшой ток при попадании на них светового потока. Распространённые применения — измерение окружающей освещённости, обнаружение приближения объекта и мониторинг химических процессов на основе оценки степени отражения или поглощения светового потока.

В обеих категориях для измерения тока используют различные виды токоизмерительных усилителей или управляемые током усилители напряжения (транsimpедансные усилители; Transimpedance amplifier — TIA). Все типы токоизмерительных усилителей обсуждаются далее.

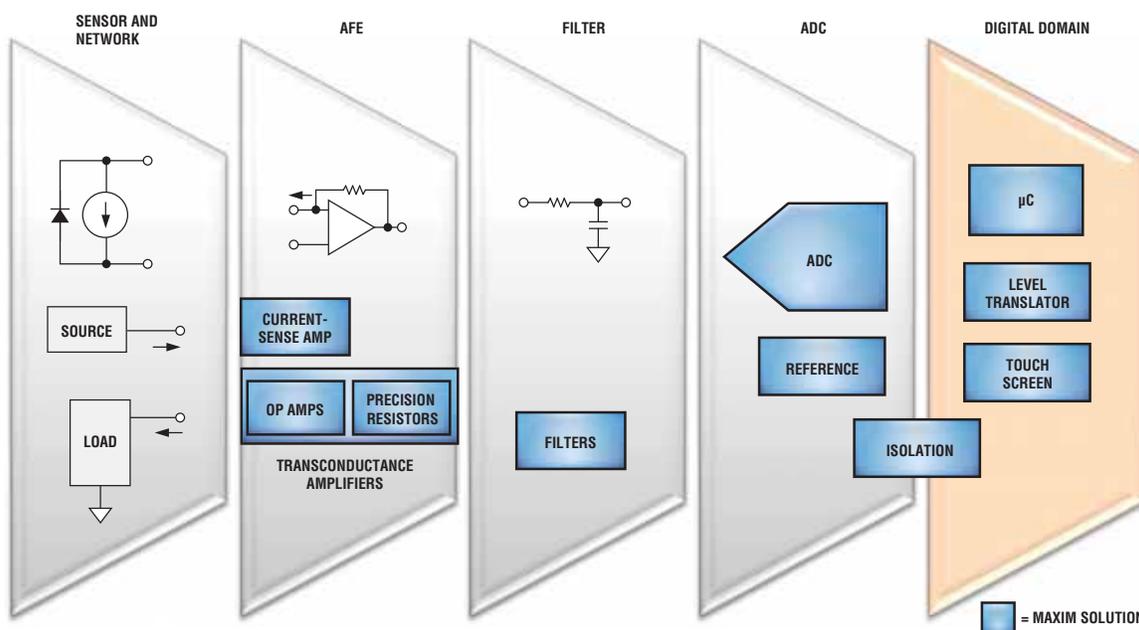
Измерение тока токоизмерительными усилителями

Измерения тока производятся самыми разнообразными способами, но до сих пор наиболее популярным способом остаётся измерение тока с помощью резистора. Базовый принцип этого метода — усилить падение напряжения на токоизмерительном резисторе, используя дифференциальный усилительный каскад на ОУ, а затем измерить полученное напряжение. Хотя для построения усилителя можно использовать дискретные компоненты, интегральные токоизмерительные усилители обладают значительными преимуществами перед своими дискретными оппо-



нентами. У них меньше температурный дрейф, для их размещения требуется меньше места на печатной плате, они способны работать в широком диапазоне синфазных сигналов.

В большинстве приложений измерение тока производится либо со стороны положительной шины питания (в верхнем плече), либо со стороны земляной шины (в нижнем плече). В случае измерений в нижнем плече измерительный резистор включается последовательно



Блок-схема цепи обработки сигнала в устройствах измерения тока. Список рекомендованных компанией Maxim решений для задач, связанных с измерением тока, приведён на сайте www.maxim-ic.com/detect.



с шиной земли. При таком включении синфазная составляющая входного напряжения будет невысокой, а выходное напряжение будет привязано к земле. Однако измерительный резистор при этом вносит нежелательное дополнительное сопротивление на пути протекания тока на землю. При измерениях в верхнем плече измерительный резистор включают последовательно с шиной положительного питания. В этом случае нагрузка оказывается заземлённой, но резистор должен справляться с относительно большим синфазным напряжением.

В токоизмерительных усилителях верхнего плеча компании Maxim используется токоизмерительный резистор, расположенный между положительным выводом источника питания и входом, на который подаётся напряжение питания для той схемы, мониторинг которой производится. Такое размещение исключает внесение добавочного сопротивления на пути протекания

тока нагрузки на землю, что существенно упрощает разводку платы и улучшает технические характеристики схемы в целом. Среди большого разнообразия однонаправленных и двунаправленных токоизмерительных интегральных схем компании Maxim имеются приборы как со встроенными токоизмерительными резисторами, так и без них.

Измерение освещённости с помощью трансимпедансных усилителей

Во втором по популярности способе измерения тока используется ОУ с очень низкими входными токами, такой как трансимпедансный усилитель (усилитель напряжения, управляемый током), который преобразует входной ток в выходное напряжение. Этот способ работает при гораздо меньших токах, которые к тому же могут изменяться в широких пределах, например, как в случае токов, генерируемых фотодиодами в схемах измерения освещённости.

Простой фотодиод — очень точный первичный преобразователь уровня освещённости. Освещённость измеряется в самых разнообразных приложениях: от управления подачей электроэнергии в зависимости от уровня естес-

твенной освещённости до сложных систем управления технологическими процессами. Поскольку освещённость при этом может варьироваться в больших пределах (например, от 20 до 100 клк), широкий динамический диапазон может оказаться ключевым требованием, которому должен соответствовать датчик уровня освещённости. Интегральное решение, такое как MAX9635 — микросхема, в которую интегрированы фотодиод, усилитель и аналого-цифровой преобразователь (АЦП), обеспечивает динамический диапазон от 0,03 до 130000 лк.

Измерение расстояния до объекта с помощью фотодиодов

Хотя определить расстояние до объекта можно по-разному, использование фотодиодов обеспечивает более высокую точность и оказывается менее энергозатратным по сравнению с другими способами. Когда свет попадает на фотодиод, генерируется ток, пропорциональный интенсивности светового потока. Буферный каскад с малощумящим входом и широкой полосой пропускания обеспечивает передачу значения этого тока в остальную систему. Точные измерения обеспечиваются усилителем с низким входным шумовым током, таким как MAX9945.

Мониторинг электропитания системы улучшает эффективность и увеличивает надёжность

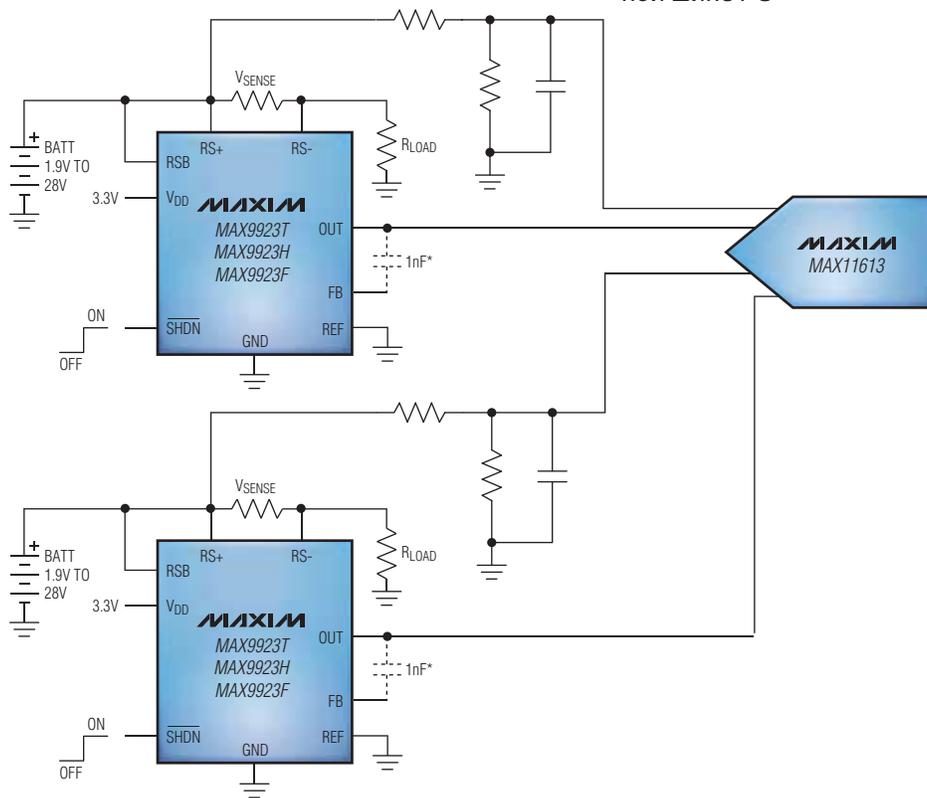
Семейства MAX9922/MAX9923, MAX11601, MAX11607, MAX11613

На представленном здесь рисунке приведена очень распространённая схема, которую можно найти в приложениях, обеспечивающих контроль электропитания. Малошумящий усилитель MAX9923 с чрезвычайно низким напряжением смещения используется для усиления дифференциального напряжения на токоизмерительном резисторе (шунте).

Сигнал на выходе MAX9923 и выходное напряжение источника питания после резистивного делителя подаются на недорогой 4-канальный 12-битный АЦП MAX11613. При использовании двух независимых источников, как показано на рисунке, АЦП может отслеживать напряжение и ток группы источников. Семейства АЦП MAX11601, MAX11607 и MAX11613 идеальны для такого приложения, так как представляют собой дешёвое, занимающее мало места (корпус μMAX^* или QSOП) решение с I²C-интерфейсом и числом каналов от 4 до 12.

Преимущества

- **Непосредственное высокоточное измерение тока на стороне источника питания**
 - На MAX9922 можно напрямую подавать сигналы напряжением до 28 В
 - В MAX9922/9923 используется патентованная технология широкодиапазонного автоматического обнуления* для исключения смещения, временного и температурного дрейфа
 - 12-битные АЦП
- **Разнообразные и простые решения, различающиеся по характеристикам и по цене**
 - Совместимые по выводам 8-, 10- и 12-битные АЦП в одинаковых корпусах
 - АЦП с числом каналов от 4 до 12 с возможностью подключения к одной двухпроводной шине I²C



*OPTIONAL NOISE REDUCTION

Схема мониторинга системных источников питания.

* Патент США №6,847,257.

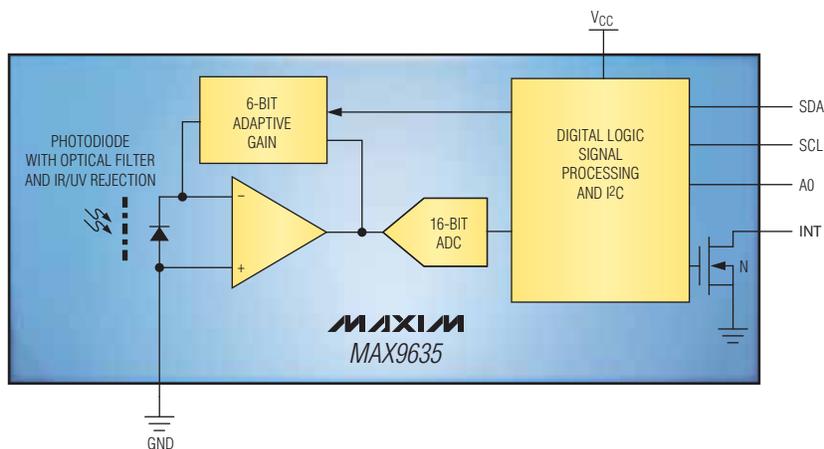
22-битный интегральный датчик освещённости — снижение энергопотребления, сложности и стоимости системы

MAX9635

MAX9635 — датчик освещённости высокой степени интеграции с цифровым выходом. Низкий потребляемый ток (1 мкА) способствует общему снижению энергопотребления системы. Встроенный АЦП и коммуникационный канал на основе последовательного интерфейса I²C снижают затраты, исключая необходимость во внешних компонентах. Также снижаются габариты, поскольку для установки интегральной схемы требуется посадочное место размером всего 2 × 2 мм. Дополнительные функциональные возможности в виде блока адаптивного усиления упрощают интеграцию данного компонента в систему.

Преимущества

- **Минимизация требований к системе питания**
 - Ультранизкий рабочий ток потребления (1 мкА)
 - Напряжение питания V_{CC} от 1,7 до 3,6 В, нет необходимости в двуполярном питании
- **Возможна адаптация под широкий круг задач**
 - Широкий диапазон измерений (от 0,03 до 130000 лк)
 - Гибкость благодаря возможности настройки времени преобразования
- **Высокая степень интеграции упрощает схемотехнику системы**
 - 6-битное адаптивное управление усилением для автоматического выбора диапазонов измерений упрощает схемотехническое решение
 - Оптические фильтры отсекают инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, обеспечивая оптимальное восприятие, подобное восприятию человеческого глаза



Типовая схема включения 22-битного интегрального датчика освещённости MAX9635.

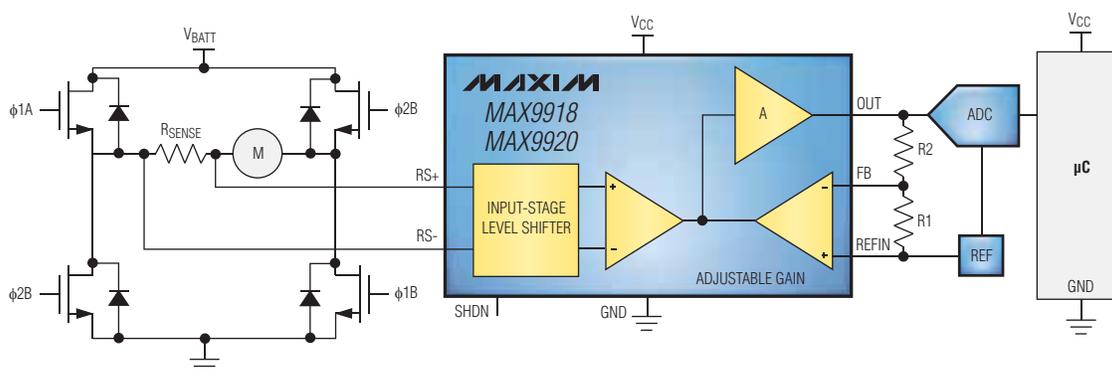
Прецизионные измерения в очень жёстких условиях работы

MAX9918/MAX9919/MAX9920

Усилители MAX9918/MAX9919/MAX9920 обеспечивают измерение сигналов датчиков тока, при этом ток может быть как одно-, так и двунаправленным. Микросхемы рассчитаны на работу в очень жёстких условиях, так синфазное напряжение на входе может становиться отрицательным. Рабочий диапазон синфазных напряжений для данных усилителей — от -20 до $+75$ В, что позволяет использовать их в схемах измерения тока индуктивных нагрузок. Способность усилителей работать с сигналами токов, текущих как в прямом, так и в обратном направлениях, позволяет измерять токи заряда и разряда в системе. Для работы требуется одно напряжение питания $4,5 \dots 5,5$ В, что снижает общую стоимость системы.

Преимущества

- **Микросхемы рассчитаны на применение в технологическом оборудовании и способны работать в очень жёстких условиях**
 - Диапазон синфазных входных напряжений от -20 до $+75$ В позволяет измерять токи индуктивных нагрузок
 - Автомобильный диапазон рабочих температур от -40 до $+125^\circ\text{C}$
- **Интегрированные функциональные возможности снижают системные издержки и сокращают этап проектирования**
 - Измерение токов, протекающих как в прямом, так и в обратном направлении
 - Одно напряжение питания $4,5 \dots 5,5$ В исключает необходимость во втором источнике питания
 - Входное напряжение смещения V_{OS} не превышает 400 мкВ
 - Максимальная погрешность установленного усиления не более $0,6\%$



Типовая схема включения токоизмерительных усилителей MAX9918/MAX9920, способных работать в жёстких условиях.

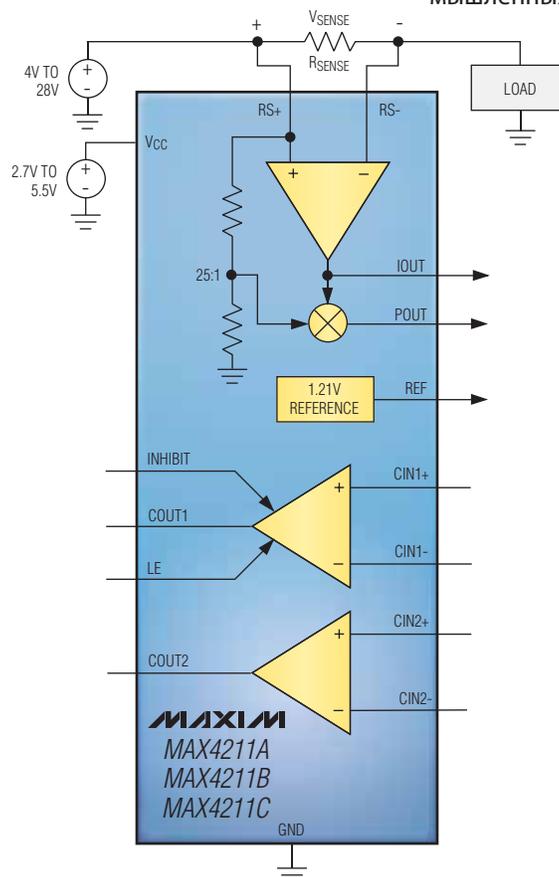
Системная диагностика гарантирует большой срок службы в жёстких рабочих условиях

MAX4211

MAX4211 — полнофункциональная микросхема, осуществляющая непрерывный мониторинг тока и мощности. Микросхема содержит токоизмерительный усилитель верхнего плеча, источник опорного напряжения 1,21 В и два компаратора с открытыми стоками, что позволяет создавать схемы обнаружения таких нестандартных ситуаций, как перегрузка по мощности, току и/или напряжению.

Преимущества

- **Мониторинг тока и мощности в режиме реального времени повышает надёжность системы**
 - Точность измерения тока $\pm 1,5\%$ (макс.)
 - Точность измерения мощности $\pm 1,5\%$ (макс.)
 - Диапазон входных напряжений: от 4 до 28 В
- **Встроенные функциональные возможности снижают стоимость системы и сокращают время проектирования**
 - Два интегрированных свободных компаратора позволяют организовать выдачу диагностических оповещений
 - Выход интегрированного опорного напряжения 1,21 В
 - Три варианта выбора коэффициента усиления сигнала ток/мощность обеспечивают гибкость применения микросхемы в промышленных приложениях



Типовая схема включения MAX4211 — микросхемы мониторинга мощности и тока в жёстких условиях работы.

Улучшение системной точности в диапазоне температур и минимизация влияния внешних источников шума

MAX9939

MAX9939 — усилитель с дифференциальным входом и программируемым коэффициентом усиления. Его отличительные особенности: программируемый через SPI-интерфейс дифференциальный коэффициент усиления (от 0,2 до 157 В/В); компенсация входного напряжения смещения автоматической калибровкой; выходной усилитель может быть сконфигурирован или в виде активного фильтра высокого порядка, или в виде усилителя с дифференциальным выходом. Благодаря использованию входного усилительного каскада, позволяющего сдвигать уровень входного сигнала, MAX9939 может работать как с положительными, так и с отрицательными относительно уровня земли сигналами.

Преимущества

- **Дифференциальные вход и выход минимизируют шумы в жёстких рабочих условиях**
 - Работа как с положительными, так и с отрицательными относительно уровня земли сигналами благодаря входному усилительному каскаду со сдвигом уровня; идеален для приложений с термодатчиками
 - Выход встроенного усилителя может быть дифференциальным
- **Встроенные функциональные возможности снижают сложность системы, делая её максимально гибкой и надёжной**
 - Усилитель оптимизирован для работы с широкополосными сигналами
 - Устанавливаемый через SPI-интерфейс коэффициент усиления: 0,2; 1,0; 10; 20; 30; 40; 60; 80; 119 и 157 В/В
 - Встроенная схема защиты входов ± 16 В
 - Встроенный усилитель, конфигурируемый в виде программируемого активного RC-фильтра
 - Компенсация входного напряжения смещения при автоматической калибровке

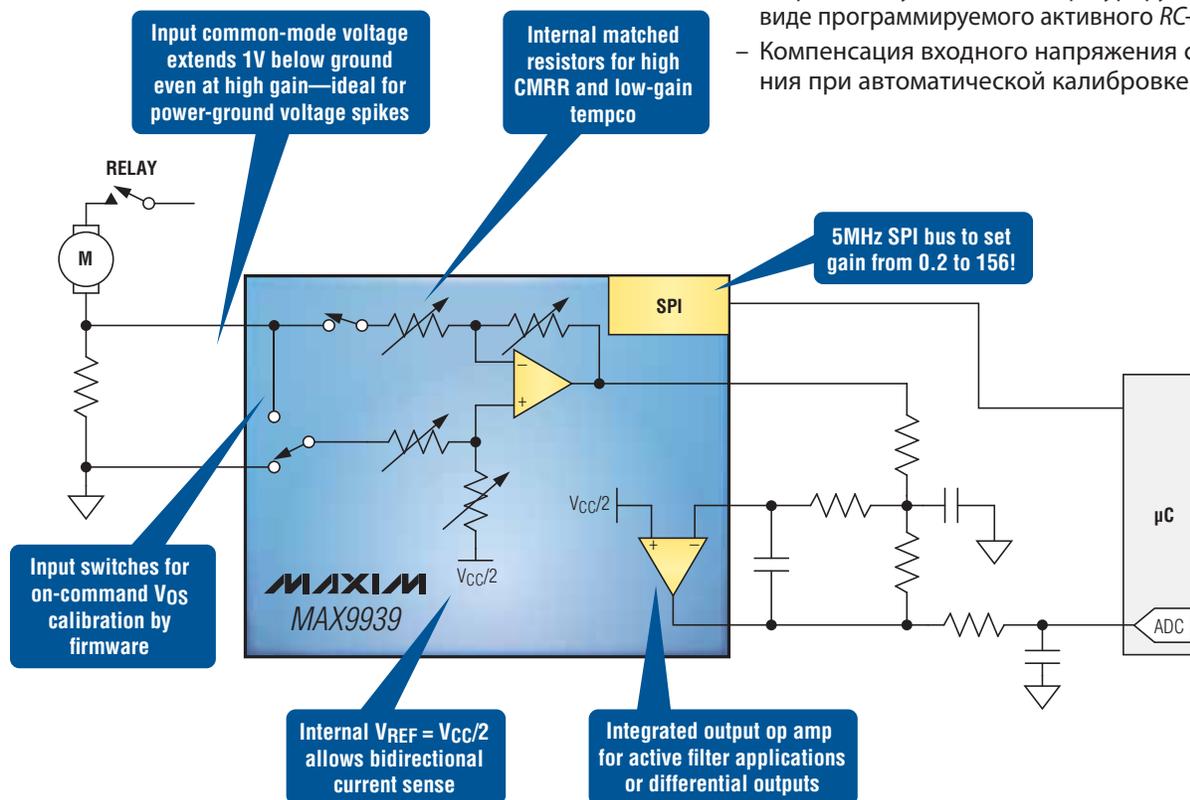


Схема включения усилителя с программируемым коэффициентом усиления MAX9939.

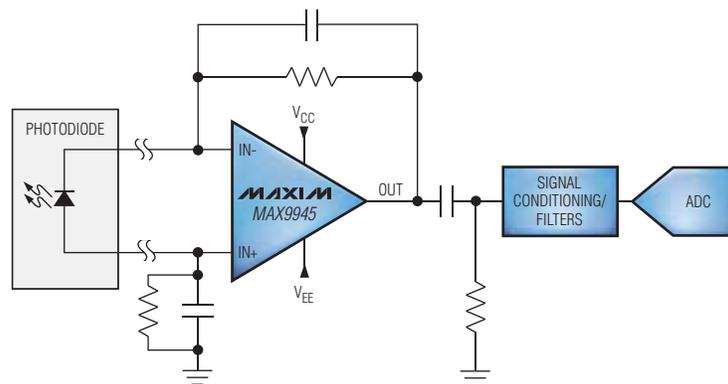
Повышение системной точности в приложениях с фотодиодами и высокоомными датчиками

MAX9945

Операционный усилитель MAX9945 — это превосходная комбинация малого энергопотребления и низкого уровня входных шумов. Благодаря КМОП-входам величина входного тока MAX9945 составляет всего 50 фА, а уровень входного шума не превышает $15 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$. Применение MAX9945 позволяет упростить подключение высокоомных датчиков в приложениях со слаботочными усилителями сигналов первичных преобразователей.

Преимущества

- **Улучшение системного отношения сигнал/шум повышает точность измерений**
 - Низкий входной ток смещения (50 фА)
 - Низкий входной ток шумов ($1 \text{ фА}/\sqrt{\text{Гц}}$)
 - Малый уровень шумов ($15 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$)
- **Возможность надёжной работы с сигналами высокого напряжения упрощает схемотехнические решения**
 - Однополярное напряжение питания: от 4,75 до 38 В
 - Двуполярное напряжение питания: от $\pm 2,4$ до ± 19 В
 - Размах выходного напряжения «от шины до шины» (Rail-to-Rail)



Подключение датчика освещённости с помощью ОУ MAX9945 обеспечивает высокую точность измерений.

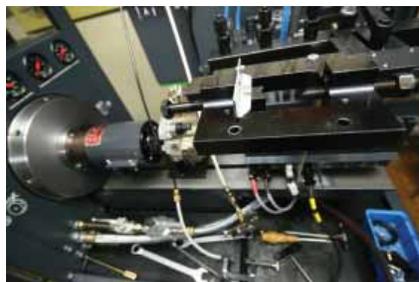
Датчики Холла

Введение

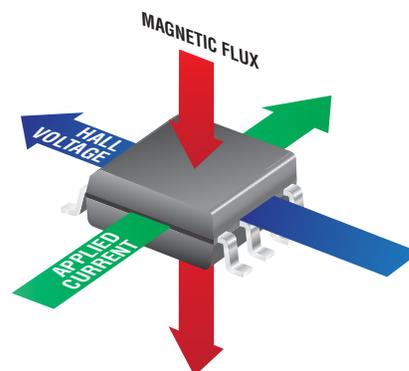
Датчики Холла широко используются для получения информации о состоянии, положении, угле поворота и степени близости объекта, а также в интеллектуальных измерительных системах. Так как датчики Холла работают с магнитным полем, они могут функционировать в жёстких окружающих условиях. Их устойчивость к ошибкам и надёжность — важные качества, являющиеся следствием того, что объектом измерений для датчиков Холла является магнитное поле.

Датчики Холла используются в схемах управления электродвигателями, где для организации обратной связи в режиме реального времени может измеряться и передаваться на системную плату информация о скорости вращения, положении и направлении вращения ротора. Если происходит сбой в работе электродвигателя, то датчик это обнаруживает, что позволяет предпринять некие корректирующие действия.

Обычно для определения направления вращения используют два



датчика Холла. В микросхеме МАХ9641* компании Maxim объединены два датчика Холла и цифровая логика, обеспечивающая выдачу информации о положении ротора и направлении его вращения. Являющиеся вспомогательным средством обнаружения механического движения одиночные или сдвоенные ключи на базе датчиков Холла, могут состоять из самого датчика Холла, усилителя и выходного каскада. Такой ключ может, например, размещаться на неподвижной стационарной детали, а магнит может находиться в совершающей механическое движение консоли. Когда консоль поравняется со стационарной деталью, ключ на основе датчика



Холла обнаружит это и передаст соответствующую информацию микропроцессору.

Датчики Холла обеспечивают более высокую надёжность и обладают лучшей повторяемостью по сравнению с механическими системами. Они обеспечивают более высокую надёжность и по сравнению с системами на фотопрерывателях, которые плохо функционируют в условиях запылённости и высокой влажности.

www.maxim-ic.com/detect

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

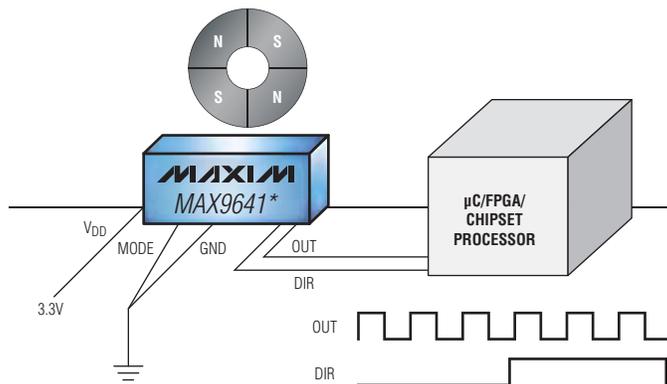
Сдвоенный ключ на основе датчиков Холла упрощает системы с детектированием движения

MAX9641*

MAX9641 — сдвоенный ключ на основе датчиков Холла с ультранизким потреблением энергии, настраиваемыми пороговыми значениями и выбираемой частотой выборки. Три программируемых периода выборки (160 мкс, 500 мкс или 50 мс) обеспечивают гибкость в выборе рабочей скорости. Имеется три значения порога срабатывания ключа, которые легко устанавливаются с помощью специального вывода. Встроенный логический коммуникационный интерфейс позволяет пользователю получать информацию о скорости и направлении движения детали с магнитом. Объединение в одной микросхеме двух ключей на базе датчиков Холла снижает стоимость системы.

Преимущества

- **Улучшенные функциональные возможности упрощают конструкцию системы**
 - Устанавливаемый пользователем с помощью вывода RATE период выборки (160 мкс, 500 мкс или 50 мс)
 - Порог срабатывания ключа легко выбирается с помощью вывода ADJ
- **Упрощение измерения скорости и определения направления движения**
 - В одну интегральную схему интегрированы два датчика Холла
- **Снижение системной стоимости**
 - Информация о направлении и скорости движения собирается с помощью одной микросхемы
 - Диапазон напряжений питания (от 1,7 до 5,5 В) обеспечивает совместимость со многими схемами



Сдвоенный ключ на основе датчиков Холла.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Коммуникационные интерфейсы датчиков

Датчик передает измеренную им информацию аналоговым или цифровым способом. При аналоговой передаче информация передается в виде напряжения или тока (по токовой петле). В цифровом виде информация передается с помощью таких коммуникационных интерфейсов, как CAN, CompoNet®, IO-Link®, RS-485 и пр.

Бинарные датчики передают только однобитную информацию. Обычно о присутствии или отсутствии объекта судят по логическому уровню на выходе дат-

чика. Тот же логический уровень является средством, с помощью которого передается информация. Например, когда такой объект, как плунжер в клапане проходит некое, заранее определенное расстояние, это обнаруживается датчиком, который через двоичный интерфейс сообщает о произошедшем событии системному ПЛК. Коммуникационные интерфейсы датчиков должны обладать высоким уровнем надёжности в неблагоприятных условиях промышленного предприятия, т. е.

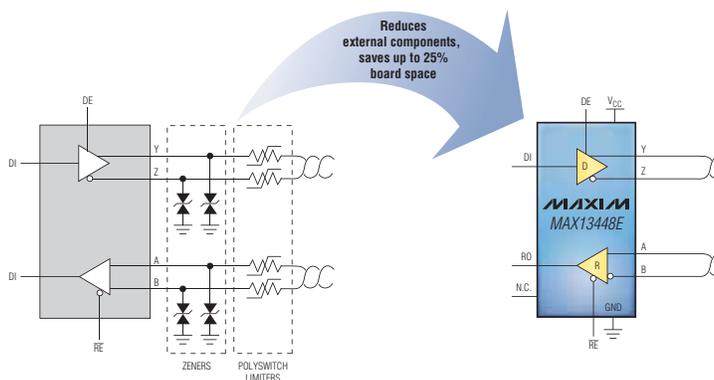


быть способны противостоять различного рода аварийным ситуациям и высокому уровню электромагнитных помех.

Защищённые приёмопередатчики RS-485 повышают надёжность оборудования

MAX13448E, MAX3440E...MAX3444E, MAX13442E/MAX13443E/MAX13444E, MAX3430

В приложениях, в которых шины питания и линии передачи данных проложены в одном кабеле, всегда существует опасность возникновения аварийных ситуаций из-за ошибок разводки, коротких замыканий между проводами внутри кабеля или появления вызванных наводками бросков напряжения в коммуникационных линиях. Приёмопередатчики RS-485 от компании Maxim имеют встроенную аварийную защиту до ± 80 В.



Преимущества

- **Уменьшение габаритов платы на 25% благодаря встроенной схеме защиты**
 - Самая высокая степень защиты среди интегральных приёмопередатчиков
 - Защита от перенапряжения до ± 80 В
- **Гибкие конфигурации обеспечивают сопряжение со многими системами**
 - Широкий диапазон напряжений питания: от 3,3 до 5 В
 - Сопряжение с дуплексными и полудуплексными системами
- **Высокая степень интеграции снижает сложность комплектации и стоимость**
 - Встроенное ограничение скорости нарастания фронтов для безошибочной передачи данных
 - Действительно безаварийная работа
 - Возможность «горячей» замены
- **Надёжное функционирование в неблагоприятных рабочих условиях**
 - Защита от электростатических разрядов ± 15 кВ

Микросхема	Напряжение питания V_{CC} [В]	Конфигурация	Защита [В]
MAX13448E	3,3...5	дуплекс	± 80
MAX3440E...44E	5	полудуплекс	± 60
MAX13442E/43E/44E	5	полудуплекс	± 80
MAX3430	3,3	полудуплекс	± 80

Семейство приёмопередатчиков RS-485 компании Maxim обеспечивает высокую степень гибкости и интеграции.

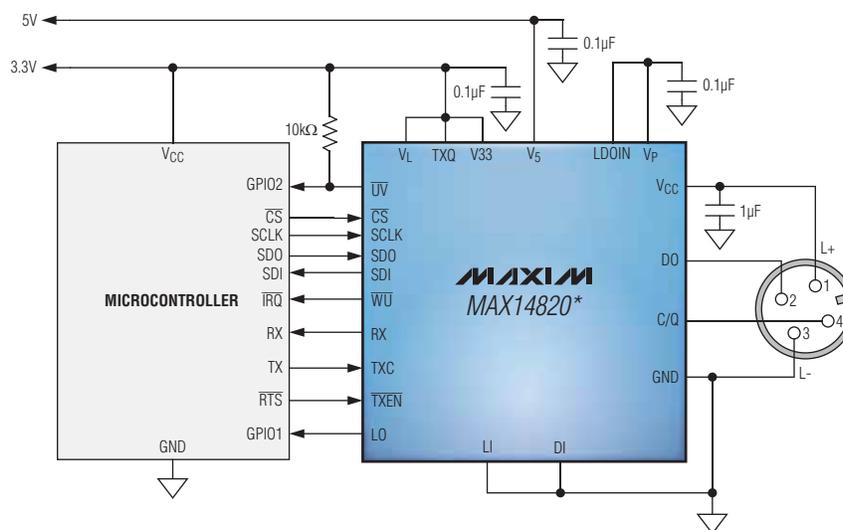
Схема IO-Link/двоичного интерфейса датчиков уменьшает размеры печатной платы

MAX14820*

MAX14820* — приёмопередатчик с 24-вольтовым двоичным интерфейсом для связи с датчиками и исполнительными устройствами (актуаторами). Разработанный для оборудования с интерфейсом IO-Link, он поддерживает все определённые для IO-Link скорости передачи данных. В MAX14820* имеются дополнительные входы и выходы, рассчитанные на работу с напряжением 24 В. Два стабилизатора выдают распространённые в схемах обработки сигналов датчиков напряжения питания +5 и +3,3 В. Выходы драйверов могут быть сконфигурированы как *rnp*- или *prp*-транзистор, либо как двухтактный каскад. Обмен информацией (конфигурирование, мониторинг, аварийная сигнализация) осуществляется через интерфейс SPI™. В устройстве предусмотрена тепловая защита, все выводы 24-вольтового интерфейса защищены от напряжения обратной полярности, коротких замыканий и электростатических разрядов.

Преимущества

- **Самые миниатюрные в промышленности корпуса для компактных устройств**
 - Миниатюрные корпуса WLP (2,5 × 2,5 мм) и TQFN (4 × 4 мм)
 - Требуется минимальное число внешних компонентов
- **Интеграция всех высоковольтных функций оптимизирует схему, уменьшает требуемое для размещения место на плате**
 - Встроенные высоковольтные стабилизаторы
 - Обнаружение снижения напряжения ниже допустимого уровня
 - Два выходных драйвера и два приёмника
- **Одно решение, пригодное для разных приложений, уменьшение складской номенклатуры**
 - Подходит для датчиков и исполнительных устройств
 - Подходит для двоичных датчиков
 - Двух выходов и двух входов достаточно для большинства датчиков
 - Два выхода для обработки силовых сигналов



MAX14820* — микросхема IO-Link/двоичного интерфейса датчиков уменьшает размеры печатной платы.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Рекомендуемые решения

Датчики давления и веса

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
АЦП			
MAX1415/16 MX7705	16-битные 2-канальные сигма-дельта АЦП с низким энергопотреблением	Два дифференциальных канала; программируемое усиление; одно напряжение питания	Высокая гибкость; возможность работы с разнообразными первичными преобразователями
MAX1400/01/02/03	18-битные 5-канальные сигма-дельта АЦП	Два дифференциальных канала; программируемое усиление; прецизионные источники тока; обнаружение выхода из строя первичного преобразователя (burn-out detection)	Высокая степень интеграции позволяет создавать более точные датчики, которые измеряют с помощью одного АЦП и давление, и температуру
MAX11040	24-битные 4-канальные сигма-дельта АЦП с одновременной выборкой	Возможность каскадирования до 32 каналов; отношение сигнал/шум 106 дБ при скорости 16 Квыб./с; защита от высокого напряжения	Упрощает конструкцию интерфейса датчиков, когда требуется получение точной информации об амплитуде и фазе по многим каналам
MAX11200/01/02	Сигма-дельта АЦП с ультранизким энергопотреблением	21-бит свободный от шума диапазон при скорости 10 выб./с; напряжение питания 3 В; потребляемая мощность 0,45 мВт; четыре линии ввода/вывода общего назначения	21-бит свободный от шума диапазон с минимальным энергопотреблением
ИС обработки сигналов первичных преобразователей			
MAX1452	Недорогая прецизионная аналоговая микросхема обработки сигналов первичных преобразователей	Многоточечная температурная калибровка; возбуждение током и напряжением; быстрый (150 нс) отклик; программирование через один вывод; приложения с токовой петлей 4–20 мА	Обеспечивает гибкую платформу для создания схем обработки сигналов различных первичных преобразователей, что позволяет уменьшить номенклатуру комплектующих на складе
MAX1464	Многоканальный цифровой процессор обработки сигналов первичных преобразователей с низким уровнем шума и малым энергопотреблением	В состав входят 16-битный АЦП, ЦАПы и ЦПУ; программируемый алгоритм компенсации; выходы: цифровой, аналоговый, ШИМ; приложения с токовой петлей 4–20 мА	Устройство точной обработки сигналов может быть напрямую подключено к микроконтроллеру, что позволяет уменьшить габариты платы
Усилители			
MAX9617/18	Ультрапрецизионные операционные усилители с нулевым дрейфом	Полоса пропускания 1,5 МГц; ток потребления 59 мкА; входное напряжение смещения 10 мкВ (макс.) с нулевым дрейфом; одиночный и сдвоенные ОУ в корпусе	Обеспечивает высокоточные измерения в низкочастотных приложениях
MAX9943/44	Высоковольтные прецизионные операционные усилители с низким энергопотреблением	Широкий (от 6 до 38 В) диапазон напряжений питания; полоса пропускания 2,4 МГц	Гибкость проектирования широкого ряда приложений

Список рекомендованных компанией Maxim решений для систем измерения давления можно найти на сайте www.maxim-ic.com/psi.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Измерение температуры

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Датчики температуры			
DS600	Прецизионный датчик температуры с аналоговым выходом	Аналоговый датчик температуры с самой высокой в отрасли точностью: $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в диапазоне от -20 до $+100^\circ\text{C}$	Наилучшая точность компенсации температуры холодного спая для качественных измерений с помощью термопар
DS7505	Низковольтный прецизионный цифровой термометр и термостат	Точность $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до $+70^\circ\text{C}$; напряжение питания от $1,7$ до $3,7$ В; стандартная цоколёвка выводов	Стандартная цоколёвка выводов позволяет легко установить данную микросхему вместо LM75 с целью повышения точности измерений и снижения напряжения питания
DS18B20	Прецизионный датчик температуры с интерфейсом 1-Wire	Точность $\pm 0,5^\circ\text{C}$ в диапазоне от -10 до $+85^\circ\text{C}$; интерфейс 1-Wire; 64-битный фабричный идентификационный (ID) код	В шине, к которой подключается большое количество прецизионных датчиков температуры, меньше проводов, чем в любом конкурирующем решении
MAX6675	Преобразователь сигнала термопары К-типа в цифровой формат	Встроенная схема компенсации температуры холодного спая	Самый простой интерфейс термопары; не требуются никакие внешние компоненты
АЦП			
MAX1300*/01/02*/03	16-битные 8/4-канальные АЦП последовательного приближения с программно устанавливаемыми диапазонами входных сигналов	Входные диапазоны от ± 12 В до $0 \dots 2,048$ В; входы защищены от перенапряжения ($\pm 16,5$ В); программируемый коэффициент усиления; внутренний источник опорного напряжения	Снижение конструктивной сложности при работе с датчиками, диапазоны выходных сигналов которых отличаются друг от друга
MAX1415/16 MX7705	16-битные 2-канальные сигма-дельта АЦП с низким энергопотреблением	Два дифференциальных канала; программируемое усиление; работа от одного источника питания	Высокая гибкость; возможность работы с разнообразными первичными преобразователями
MAX1400/01/02/03	18-битные 5-канальные сигма-дельта АЦП	Два дифференциальных канала; программируемое усиление; прецизионные источники тока; обнаружение выхода из строя первичного преобразователя (burn-out detection)	Высокая степень интеграции позволяет создавать более точные датчики, которые измеряют с помощью одного АЦП и давление, и температуру
MAX11200/01/02	Сигма-дельта АЦП с ультранизким энергопотреблением	21-бит свободный от шума диапазон при скорости 10 выб./с; напряжение питания 3 В; потребляемая мощность $0,45$ мВт; четыре линии ввода/вывода общего назначения	21-бит свободный от шума диапазон с минимальным энергопотреблением
Усилители			
MAX9617/18	Ультрпрецизионные операционные усилители с нулевым дрейфом	Полоса пропускания $1,5$ МГц; ток потребления 59 мкА; входное напряжение смещения 10 мкВ (макс.) с нулевым дрейфом; одиночный и двоярный ОУ	Обеспечивает высокоточные измерения в низкочастотных приложениях
MAX9943/44	Высоковольтные прецизионные операционные усилители с низким энергопотреблением	Широкий (от 6 до 38 В) диапазон напряжений питания; полоса пропускания $2,4$ МГц	Гибкость проектирования широкого ряда приложений
MAX9939	Усилитель с программируемым через интерфейс SPI коэффициентом усиления, программной калибровкой и дифференциальными входом и выходом	Возможность работы с отрицательными входными напряжениями; различные значения коэффициента усиления; функция обнуления входной ошибки	Программная калибровка улучшает системную точность; минимизация внешних помех

Список рекомендованных компанией Maxim решений для систем измерения температуры можно найти на сайте www.maxim-ic.com/-40+85.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Измерение освещённости

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
АЦП			
MAX1168/67 MAX1162	16-битные 8-/4-/1-канальные АЦП последовательного приближения со скоростью выборки до 200 Квыб./с	16-бит, без пропуска кодов; одно напряжение питания 5 В; однополярный входной диапазон от 0 до 5 В	Гибкое, обеспечивающее высокую точность решение для многоканальных приложений
MAX11200/01/02	Сигма-дельта АЦП с ультранизким энергопотреблением	21-бит свободный от шума диапазон при скорости 10 выб./с; напряжение питания 3 В; потребляемая мощность 0,45 мВт; четыре линии ввода/вывода общего назначения	Пониженное энергопотребление при точных измерениях в диапазоне от 20 до 100 клк
Усилители			
MAX9635	Датчик освещённости со встроенным АЦП	Ультранизкое энергопотребление (ток 1 мкА); широкий динамический диапазон (22 бита) с автоматической регулировкой усиления (АРУ)	Встроенный датчик освещённости снижает энергопотребление; снижение стоимости и сложности системы
MAX9945	Малощумящий ОУ с МОП-входами и низким энергопотреблением	Широкий (от 4,75 до 38 В) диапазон напряжений питания; низкий входной ток; низкая плотность шумового тока на входе	Низкий входной ток смещения (фА) увеличивает системную точность
MAX4230...MAX4234	Серия ОУ с входами/выходами, способными работать с уровнями сигнала «от шины до шины» (rail-to-rail); сильноточный выход	Выходной ток нагрузки до 200 мА; полоса пропускания 10 МГц; скорость нарастания выходного напряжения 10 В/мкс	Мощный выход позволяет увеличить расстояние между датчиками и системой сбора информации
MAX4475...MAX4478	Серия ОУ с КМОП-входами; низкие искажения	THD+N (коэффициент гармонических искажений + шум) 0,0002%; низкий входной ток; полоса пропускания 10 МГц	Точное воспроизведение входного сигнала для передачи на АЦП

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Измерение тока

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
АЦП			
MAX1600...MAX1605 MAX11606...MAX11611 MAX11612...MAX11617	Многоканальные АЦП с интерфейсом I ² C и низким энергопотреблением	Низкая стоимость; 8/12 бит; 4/8/12 каналов; дифференциальные входы; низкое энергопотребление (6 мкА при скорости 1 Квыб./с); I ² C	Недорогое решение для измерения нескольких токов и напряжений
MAX11618*...MAX11625* MAX11626*...MAX11633* MAX11634*...MAX11637* MAX11638*...MAX11643*	Многоканальные АЦП с буфером FIFO и интерфейсом SPI	Низкая стоимость; 8/12 бит; 8/12/16 каналов; дифференциальные входы; внутренний буфер FIFO; SPI	Недорогое решение для измерения нескольких токов и напряжений
Усилители			
MAX9918/19/20	Прецизионный токоизмерительный усилитель, способный измерять одно-/двунаправленные токи	Диапазон входных синфазных напряжений от –20 до +75 В; входное напряжение смещения (V_{OS}) 400 мкВ (макс.); выбор коэффициента усиления	Точные измерения тока даже при отрицательных синфазных напряжениях; не требуется никаких дополнительных схем
MAX9922/23	Ультрапрецизионные токоизмерительные усилители верхнего плеча	Напряжение смещения (V_{OS}) 25 мкВ (макс.); погрешность задания усиления не превышает 0,5%; выбор коэффициента усиления	Позволяет проводить точные измерения тока даже при очень низких значениях напряжения на токоизмерительном резисторе
MAX9928F/29F	Ультраминиатюрные токоизмерительные усилители верхнего плеча, способные измерять одно-/двунаправленные токи	Диапазон входных синфазных напряжений от –0,1 до +28 В; ток покоя 20 мкА; выбор коэффициента усиления	Снижение габаритов в приложениях с мониторингом напряжения батареи
MAX4211	Схема контроля мощности и тока (в верхнем плече) с диагностикой состояния устройства	Контроль тока и мощности в режиме реального времени; программируемый диагностический детектор	Интегральное решение для контроля тока; снижает временные затраты на проектирование

Список рекомендованных компанией Maxim решений для систем измерения тока можно найти на сайте www.maxim-ic.com/detect.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Датчики Холла

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Усилители			
MAX9639*	Датчик Холла с ультранизким энергопотреблением	Период выборки 50 мс; диапазон рабочих напряжений от 1,7 до 5,5 В; три пороговых значения: 1,5, 3 и 5 мТл	Интеграция датчика и усилителя способствует снижению стоимости
MAX9640*	Датчик Холла с ультранизким энергопотреблением	Период выборки 50 мс; диапазон рабочих напряжений от 1,7 до 5,5 В; вывод знака	Снижение стоимости системы благодаря наличию информации о направлении приложенного магнитного поля
MAX9641*	Сдвоенный датчик Холла с ультранизким энергопотреблением	Выбор периода выборки (160 мкс/500 мкс/50 мс); три пороговых значения: 1,5, 3 и 5 мТл; выдача информации о направлении и скорости движения магнита	Упрощает системы с датчиками Холла благодаря интеграции компонентов с настраиваемыми параметрами

Список рекомендованных компанией Maxim решений для систем определения положения можно найти на сайте www.maxim-ic.com/detect.

Коммуникационные интерфейсы датчиков

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Приёмопередатчики			
MAX14820*	IO-Link-интерфейс датчиков и исполнительных устройств	Миниатюрные корпуса WLP (2,5 × 2,5 мм) и TQFN (4 × 4 мм); два выхода и два входа, рассчитанные на напряжение +24 В; максимальный ток нагрузки 300 мА; обнаружение условий «пробуждения» интерфейса IO-Link	Схема IO-Link/двоичного интерфейса датчиков уменьшает размеры печатной платы
MAX13442E/43E/44E	Приёмопередатчики RS-485 со встроенной защитой	Линии RS-485 с защитой от перенапряжений ±80 В; дуплексный режим работы; 5 В (250 кГц/10 МГц)	Упрощение конструкции благодаря исключению внешних компонентов, таких как подаватели бросков напряжений при переходных процессах (TVS) и устройств защиты от больших токов

Список рекомендованных компанией Maxim решений для коммуникационных интерфейсов датчиков можно найти на сайте www.maxim-ic.com/sensor.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Обзор



Электрические двигатели потребляют почти 50% вырабатываемой в мире электроэнергии. В связи с постоянным ростом стоимости энергии промышленность нацелена на замену неэффективных двигателей и их приводов с постоянной скоростью вращения на микропроцессорные системы управления, позволяющие менять скорость вращения. Эта новая технология управления электродвигателями снижает энергопотребление более чем на 35% по сравнению со старыми системами управления. Хотя позволяющие менять скорость контроллеры вносят свою лепту в увеличение стоимости электродвигателей, прогнозируемая экономия электроэнергии и повышенная функциональность двигателей позволят легко окупить первоначальные расходы в течение нескольких лет.

Популярные конструкции электродвигателей

Двигатели постоянного тока, бесколлекторные (бесщёточные) двигатели постоянного тока и асинхронные двигатели переменного тока — популярные типы электродвигателей, используемые в современных промышленных приложениях. Каждый из этих типов двигателей обладает своими собственными уникальными характеристиками, но все они работают на основе одного и того же базового принципа, известного из теории

электромагнетизма. Если проводник с током, такой как проволочная обмотка, поместить во внешнее магнитное поле, силовые линии которого перпендикулярны проводнику, то на него будет действовать сила, перпендикулярная как самому проводнику, так и силовым линиям внешнего магнитного поля.

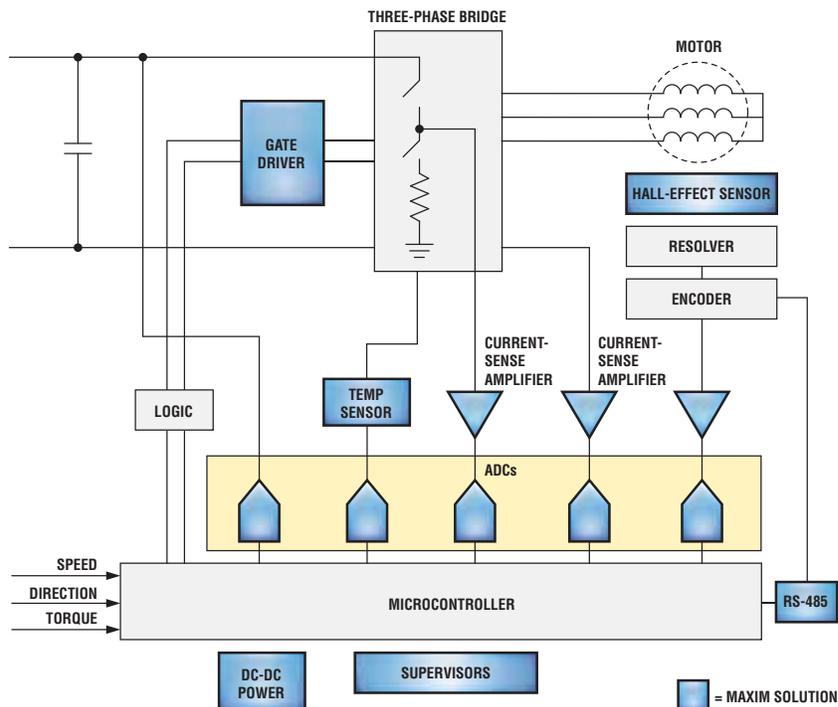
Двигатели постоянного тока: низкая стоимость и точность в управлении

Двигатели постоянного тока были среди первых типов двигателей, которые стали использовать на практике. Они всё ещё популярны там, где требуется невысокая начальная стоимость и превосходная управляемость. В самом простом виде статор (т. е. стационарная часть электродвигателя) представляет собой постоянный магнит, а на роторе (т. е. на вращающейся части электродвигателя) размещены обмотки якоря, подключённые к механическому коммутатору, который замыкает/размыкает цепь подачи тока в обмотку. Магнит является источником магнитного поля, которое

взаимодействует с током якоря, генерируя электромагнитную силу, тем самым позволяя двигателю выполнять работу. Скорость вращения электродвигателя определяется величиной постоянного напряжения, приложенного к обмоткам якоря.

В зависимости от приложения, для подачи напряжения на обмотку якоря используют мостовые, полумостовые или просто повышающие преобразователи. Для получения желаемого напряжения применяют ШИМ-управление ключами преобразователей. Для управления полевыми транзисторами в мостовой или полумостовой схеме могут использоваться выпускаемые компанией Maxim микросхемы драйверов верхнего плеча или драйверов моста, такие как MAX15024/MAX15025.

Двигатели постоянного тока также широко применяются в приложениях, где важны скорость и точность позиционирования. Для выполнения требований по поддержанию скорости и точности позиционирования необходима замкнутая петля обратной связи,



Блок-схема типичной промышленной системы управления электродвигателями.

Список рекомендованных компаний Maxim решений для систем управления электродвигателями можно найти на сайте www.maxim-ic.com/motordrive.

реализованная на микропроцессоре, и информация о положении ротора. Датчик Холла МАХ9641* компании Maxim выдаёт информацию о положении ротора.

Асинхронные двигатели переменного тока: простота и надёжность

Популярность асинхронных двигателей в промышленности обусловлена их простотой и надёжностью. В простейшей форме этот двигатель представляет собой трансформатор, в котором первичная обмотка подключается к источнику переменного напряжения, а вторичная обмотка замкнута, и в ней индуцируется вторичный ток. Асинхронные двигатели часто называют индукционными. Слово «индукционный» появилось как раз от индуцированного вторичного



Ротор и статор асинхронного двигателя.

тока. На статоре асинхронного двигателя размещена трёхфазная обмотка, а ротор представляет собой простую конструкцию, обычно называемую «беличьей клеткой», в которой медные или алюминиевые пластины закорачивают между собой на обоих концах кольцами из литого алюминия. Отсутствие коллектора и обмоток на роторе делают конструкцию асинхронного двигателя чрезвычайно надёжной.

При работе от источника напряжения частотой 60 Гц асинхронный двигатель вращается с постоянной скоростью. Однако, используя силовую электронику и микропроцессорные системы, скорость вращения асинхронного двигателя можно изменять. Привод, позволяющий менять скорость вра-

щения, состоит из инвертора, схемы предварительной обработки сигнала и микропроцессорной системы управления. Инвертор содержит три полумоста, в которых верхний и нижний ключи работают в противофазе. Компания Maxim предлагает большое количество полумостовых драйверов, например МАХ15024/МАХ15025, которые обеспечивают независимое управление верхним и нижним ключами на полевых транзисторах.

Для создания эффективной замкнутой системы управления асинхронным двигателем необходимы точные измерения трёхфазного тока двигателя, положения и скорости вращения ротора. Для точного измерения этих параметров в самых жёстких условиях работы компания Maxim предлагает множество токоизмерительных усилителей верхнего и нижнего плеча, датчики Холла и многоканальные аналого-цифровые преобразователи с одновременной выборкой.

Для генерации логических сигналов управления трёхфазным мостом микропроцессор использует данные о токе и положении ротора. Популярная технология управления с замкнутой петлей обратной связи, называемая векторным управлением, отделяет векторы тока возбуждения от магнитного потока статора, так что им можно управлять независимо, чтобы обеспечить быструю переходную характеристику.

Бесколлекторные двигатели постоянного тока: высокая надёжность при высокой выходной мощности

В бесколлекторных двигателях постоянного тока нет ни коллектора, ни щёток, поэтому они требуют меньше профилактических работ по сравнению с коллекторными двигателями постоянного тока. Они также обеспечивают большую выходную мощность на единицу объёма (frame size) по сравнению с асинхронными двигателями и коллекторными двигателями постоянного тока.

Статор бесколлекторного электродвигателя в целом похож на статор асинхронного двигателя. Однако его ротор может иметь различную форму, но в любом случае это — постоянный магнит. Этим магнитом определяется величина индукции через воздушный зазор, и ток статора на неё влияния не оказывает. Для бесколлекторных двигателей также необходимо каким-либо образом определять положение ротора. Для этих целей обычно используют датчики Холла, встроенные в статор. Когда магнитный полюс ротора проходит вблизи датчика Холла, сигнал показывает, какой это полюс — северный или южный. Компания Maxim предлагает несколько микросхем с датчиками Холла, например МАХ9641*, которая упрощает конструкцию и способствует снижению затрат, поскольку в неё интегрированы два датчика Холла и цифровая логика, что обеспечивает выдачу информации о позиции и направлении вращения магнитного элемента.

Важность датчиков, преобразования сигналов и интерфейсов передачи данных

В систему управления электродвигателями с замкнутой обратной связью информация поступает от нескольких типов датчиков. Эти датчики также повышают надёжность, обнаруживая аварийные ситуации, которые могут привести к повреждению двигателя. В следующем разделе роль датчиков в системах управления электродвигателями рассматривается более подробно. Определённое внимание будет уделено токоизмерительным усилителям, датчикам Холла и магнитоэлектрическим (VR — variable reluctance) датчикам. К другим важным темам относятся многоканальный мониторинг токов и напряжений с высокоскоростным аналого-цифровым преобразованием и схемы интерфейса для передачи данных с энкодеров, необходимые для высокоточного управления электродвигателями.

Контроль и измерение тока

Контроль тока

Контроль и измерение тока, передача полученных данных — обычные действия для систем управления электродвигателями. Токоизмерительные усилители делают проще контроль втекающих в систему и вытекающих из неё токов при высоком уровне точности. Если используются токоизмерительные усилители, то отпадает необходимость в каких-либо первичных преобразователях, поскольку измеряется сам электрический сигнал. Токоизмерительные усилители обнаруживают короткие замыкания и переходные процессы, они также следят за потребляемой мощностью и могут обнаружить обратную полярность батареи.

Измерение тока

Существуют разные способы измерения тока, но до сих пор наиболее популярным остаётся использование токоизмерительных резисторов. Согласно этому способу, падение напряжения на токоизмерительном резисторе сначала усиливается операционным усилителем, а затем усиленное напряжение измеряется. Традиционно такой подход реализовывался на дискретных компонентах. Однако дискретные решения несвободны от некоторых недостатков, таких как требования к согласованности

резисторов, большой температурный дрейф и большая занимаемая площадь на плате. К счастью, от всех этих недостатков можно избавиться, воспользовавшись интегральными токоизмерительными усилителями. Усилители не только измеряют ток, но также определяют направление протекания тока, могут работать в широком диапазоне входных синфазных напряжений, а результаты измерений, сделанных с их помощью, более точны.

Ток измеряют либо в нижнем плече, когда измерительный резистор устанавливают последовательно между нагрузкой и землёй, либо в верхнем плече, когда его ставят между питанием и нагрузкой. При измерениях в нижнем плече синфазная составляющая входного напряжения мала, а выходное напряжение привязано к потенциалу земли. Недостаток этого метода состоит во внесении дополнительного нежелательного сопротивления между нагрузкой и землёй. При измерениях тока в верхнем плече нагрузка оказывается заземлённой, но сигнал с измерительного резистора содержит относительно большую синфазную составляющую. Измерение тока в верхнем плече позволяет обнаруживать такие аварийные ситуации, как замыкание на землю корпуса двигателя или его обмотки.



В токоизмерительных усилителях верхнего плеча компании Maxim, таких как MAX4080/MAX4081, используется токоизмерительный резистор, расположенный между положительным выводом источника питания и входом питания схемы, мониторинг которой производится. Такое размещение исключает внесение добавочного сопротивления на пути протекания тока нагрузки на землю, что существенно упрощает разводку платы и улучшает технические характеристики схемы в целом. Токоизмерительные интегральные схемы компании Maxim (например, MAX9918/MAX9919/MAX9920), которые могут работать с токами, протекающими как в одном, так и в обоих направлениях, имеются приборы как со встроенными токоизмерительными резисторами, так и без них. Такое разнообразие микросхем существенно увеличивает гибкость проектирования и упрощает выбор нужных компонентов для различных приложений с разными АЦП.

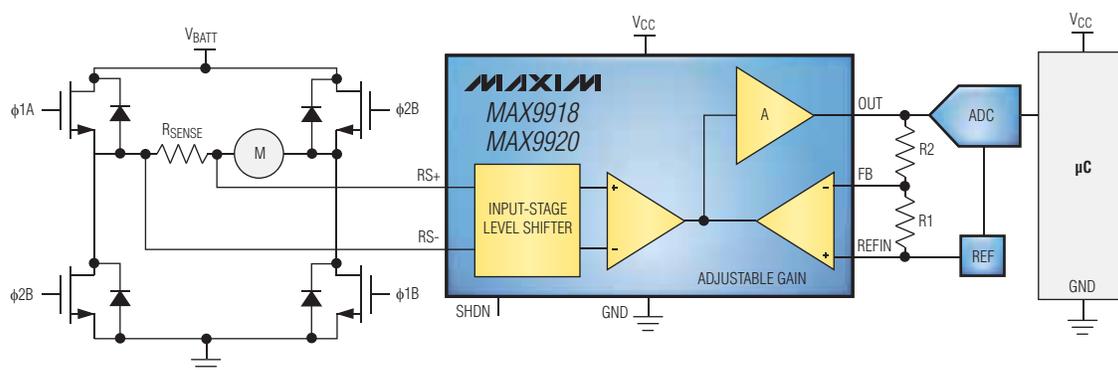
Прецизионные измерения тока улучшают управление электродвигателями

MAX9918/MAX9919/MAX9920

Микросхемы MAX9918/MAX9919/MAX9920 — это токоизмерительные усилители, способные работать с входным синфазным напряжением от -20 до $+75$ В. Усилители обеспечивают измерение одно-/двунаправленного тока в самых жёстких условиях работы, когда входное синфазное напряжение может становиться отрицательным. Так как усилители способны работать и с одно-, и с двунаправленными токами, это позволяет измерять в системе токи заряда и разряда. Одно напряжение питания сокращает время, требуемое на разработку, и снижает общую стоимость системы.

Преимущества

- **Надёжное функционирование в жёстких условиях работы, характерных для приводов электродвигателей**
 - Входное напряжение смещения V_{OS} не превышает 400 мкВ
 - Диапазон синфазных входных напряжений от -20 до $+75$ В позволяет надёжно измерять токи индуктивных нагрузок
 - Автомобильный диапазон рабочих температур от -40 до $+125^{\circ}\text{C}$
- **Интегрированные функциональные возможности снижают системные издержки и сокращают этап проектирования**
 - Измерение одно-/двунаправленных токов
 - Одно напряжение питания $4,5 \dots 5,5$ В исключает необходимость во втором источнике питания
 - Входное напряжение смещения V_{OS} не превышает 400 мкВ
 - Максимальная погрешность установленного усиления не более $0,6\%$



Токоизмерительные усилители MAX9918/9920 обеспечивают прецизионное измерение одно-/двунаправленного тока в жёстких условиях работы.

Определение скорости и направления вращения

Введение

Датчики Холла используются для измерения скорости и направления вращения электродвигателей, а также положения ротора. Затем датчики, благодаря интегрированной в них логике, передают эти данные в систему для организации обратной связи в режиме реального времени. Датчики также обнаруживают и сообщают о перебоих в работе электродвигателя, что позволяет предпринять некие корректирующие действия. Обычно для определения направления движения используют два датчика Холла.

Коммутационные процессы могут быть синхронизированы по фронтам сигналов, вырабатываемых датчиками Холла, если количество датчиков Холла в системе равно числу фаз электродвигателя, а геометрия этих датчиков соответствует электрической геометрии фаз электродвигателя. Выпускаемая компанией Maxim микросхема MAX9641* объединяет два датчика Холла и схему обработки сигналов, что позволяет ей вырабатывать выходные сигналы, информирующие о положении и направлении вращения ротора электродвигателя.

Датчики Холла могут также использоваться совместно со специальными интерфейсными схемами, такими как MAX9621. Интерфейсные устройства обеспечивают выполнение нескольких функций: защищают от переходных процессов в источнике, измеряют и

фильтруют ток, потребляемый датчиками Холла, и на основании этих измерений диагностируют аварийные ситуации и защищают от них.

Датчики Холла улучшают надёжность и повторяемость измерений по сравнению с системами на базе механических фотопрерывателей, которые плохо работают в условиях запылённости и высокой влажности. Так как датчики Холла детектируют магнитное поле, производимое магнитом или током, то они могут постоянно работать в таких неблагоприятных условиях.

В некоторых приложениях активные датчики могут сбиться из-за вибрации, пыли или высокой температуры. В таких ситуациях для контроля работы электромотора можно использовать пассивные компоненты, а получаемые данные передавать в систему с помощью интерфейсных микросхем. В качестве альтернативы, для работы в экстремальных условиях можно использовать магнитоэлектрические датчики (variable-reluctance — VR).

В VR-датчиках, интерфейс к которым обеспечивают такие микросхемы как MAX9924...MAX9927, для определения скорости и направления вращения электродвигателя используется катушка индуктивности. Когда зуб шестерни, размещённой на валу двигателя, проходит мимо магнита, величина магнитного потока, проходящего через магнит и, соответственно, катушку, изменяется. Когда зуб находится вблизи датчика, маг-



нитный поток максимален. Когда зуб проходит дальше, величина магнитного потока уменьшается. В результате вращающееся зубчатое колесо приводит к генерации изменяющегося во времени магнитного потока, который наводит в катушке соответствующее напряжение. Последующие электронные блоки обрабатывают этот сигнал, давая на выходе последовательность импульсов логического уровня. Временные параметры этих импульсов легко определить, также легко посчитать и количество самих импульсов. Интегральные интерфейсные схемы для работы с VR-датчиками обладают многими преимуществами по сравнению с другими решениями. Среди них повышенная стойкость к шумам и точная информация о фазах.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

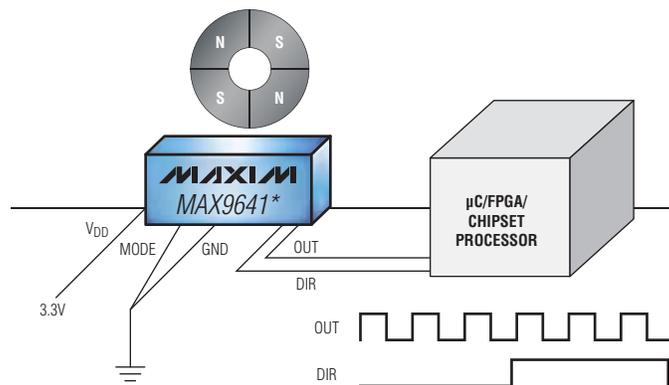
Возможность гибкой настройки входов делает конструкцию системы проще

MAX9641*

MAX9641 — сдвоенный ключ на основе датчиков Холла с ультранизким потреблением энергии. Три программируемых периода выборки (160 мкс, 500 мкс и 50 мс) обеспечивают гибкость выбора рабочей скорости. Имеется три значения порога срабатывания ключа, которые легко устанавливаются с помощью вывода настройки (adjust), что позволяет работать с различными магнитными материалами. Объединение в одной микросхеме двух ключей на базе датчиков Холла снижает стоимость системы. Встроенный логический коммуникационный интерфейс позволяет пользователю получать информацию о скорости и направлении движения детали с магнитом.

Преимущества

- **Улучшенные функциональные возможности делают конструкцию системы управления электродвигателем проще**
 - Устанавливаемый пользователем с помощью вывода RATE период выборки: 160 мкс, 500 мкс и 50 мс
 - Порог срабатывания ключа легко выбирается с помощью вывода ADJ
- **Высокая степень интеграции упрощает измерение скорости и определение направления вращения и снижает системные затраты**
 - В одну интегральную схему интегрированы два датчика Холла
 - Одновременное получение информации о направлении и скорости
 - Диапазон напряжений питания (от 1,7 до 5,5 В) обеспечивает совместимость с различными системами



Сдвоенный ключ на основе датчиков Холла.

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

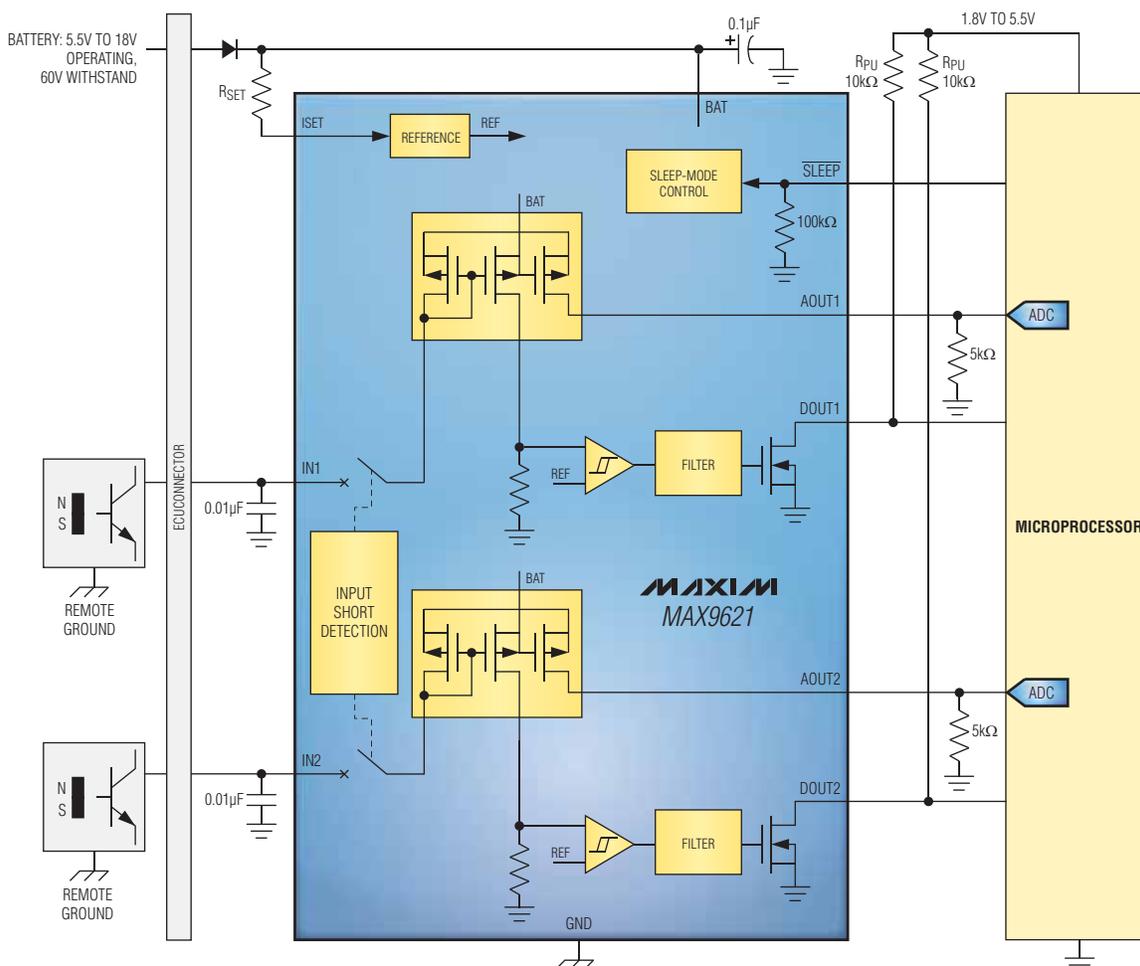
Высокоточный, надёжный контроль скорости вращения и положения ротора электродвигателя с помощью ИС интерфейса датчиков

MAX9621

MAX9621 — микросхема двойного двухпроводного интерфейса датчиков Холла с аналоговыми и цифровыми выходами. Она позволяет микропроцессору следить за состоянием двух датчиков Холла либо через аналоговый выход, повторяя ток датчика, либо с помощью отфильтрованного сигнала с цифрового выхода. Пороговое значение входного тока может быть привязано к магнитному полю. Микросхема MAX9621 обеспечивает ток питания два двухпроводных датчика Холла и работает в диапазоне напряжений питания от 5,5 до 18 В. Измерение тока производится в верхнем плече. Такая архитектура исключает необходимость в возвратном земляном проводе, не вносит сдвига в потенциал земли. Это решение на 50% снижает стоимость разводки.

Преимущества

- **Интегрированные функциональные возможности делают систему управления электродвигателем проще и дешевле**
 - Выбор аналогового или цифрового выходного сигнала для контроля состояния датчиков Холла
 - Измерение тока в верхнем плече исключает необходимость в возвратном земляном проводе и на 50% уменьшает стоимость разводки
- **Надёжное функционирование в жёстких условиях работы**
 - Защита от переходных выбросов напряжения питания до 60 В
 - Обнаружение коротких замыканий на землю позволяет защитить систему



Типовая схема включения интерфейса датчиков Холла MAX9621.

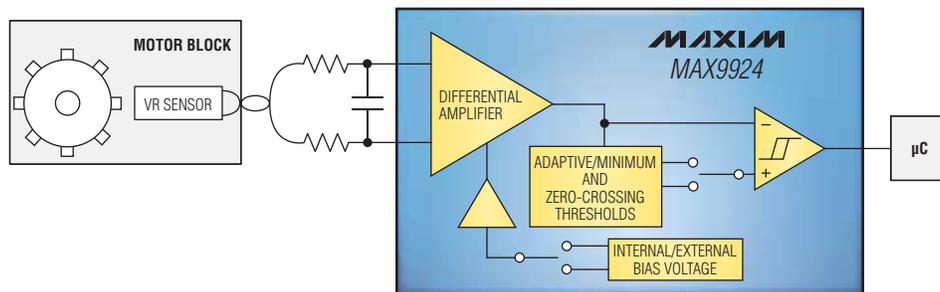
Интерфейсные микросхемы VR-датчиков улучшают характеристики и надёжность систем управления электродвигателями

MAX9924...MAX9927

Микросхемы интерфейса VR- или индукционных датчиков MAX9924...MAX9927 идеально подходят для измерения положения и скорости вращения валов электродвигателей, распределительных и трансмиссионных валов и других вращающихся деталей. В состав этих приборов входят прецизионный усилитель и компаратор с адаптивно выбираемым порогом пикового значения, а также детекторы перехода через ноль, которые надёжно генерируют выходные импульсы даже при значительных шумах системы или при чрезвычайно слабых сигналах VR-датчиков. Микросхемы MAX9924...MAX9927 обеспечивают интерфейс как к обычным, так и к дифференциальным VR-датчикам.

Преимущества

- **Высокая степень интеграции обеспечивает получение точной информации о фазе для прецизионного определения положения ротора**
 - Дифференциальная входная ступень улучшает помехозащищённость
 - Прецизионные усилитель и компаратор позволяют обнаруживать слабые сигналы
 - Детектор перехода через ноль обеспечивает получение точной информации о фазе



Упрощённая блок-схема интерфейса на базе MAX9924 между установленными на электродвигателе VR-датчиками и микроконтроллером.

Многоканальный контроль и измерение токов и напряжений

Введение

Для мониторинга состояния и управления электродвигателем необходимо проводить многоканальные измерения токов и напряжений с сохранением целостности фазовых соотношений между каналами. При выборе архитектуры блока аналого-цифровых преобразований у разработчиков есть два варианта. Можно использовать большое число параллельно-включённых одноканальных АЦП, однако спроектировать подобную схему сложно, так как очень трудно добиться синхронного преобразования сигналов всеми АЦП. Или применить многоканальный АЦП с одновременной выборкой. Эта архитектура предполагает наличие в одном корпусе либо множества АЦП, которые начинают цикл преобразований по единому сигналу запуска, либо множества устройств выборки и хранения (также называемых устройствами слежения и хранения). Во втором случае между устройствами выборки и хранения и одним АЦП также устанавливается мультиплексор. Одновременная выборка сигналов по всем каналам исключает

необходимость в сложных алгоритмах последующей цифровой обработки.

Для систем управления электродвигателями обычными являются скорости выборок в 100 000 выб./с (100 ksp/s) и выше. Работающие на этих скоростях АЦП осуществляют непрерывный мониторинг состояния электродвигателя, обнаруживая любые признаки возникновения возможных аварийных ситуаций, которые могут привести к поломке двигателя. При первом признаке проблемы система может предпринять необходимые корректирующие действия для исправления ситуации или, если понадобится, снять питание с двигателя. Если скорость осуществления выборок будет недостаточно высока, то может оказаться, что информация об ошибках будет поступать в систему слишком поздно, и предпринять какие-либо ответные корректирующие действия будет уже невозможно.

Необходимый динамический диапазон измерений определяется конкретным приложением. В неко-



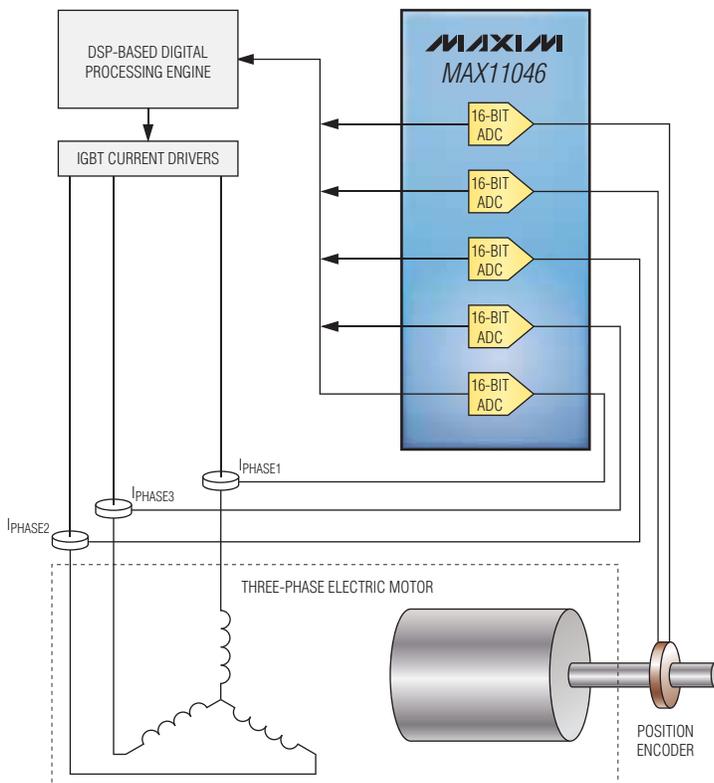
торых случаях достаточно разрешение 12 бит. Для более точных систем управления электродвигателями более распространено стандартное разрешение 16 бит. Высокопроизводительные 16-битные АЦП, такие как MAX1044 или MAX11049, позволяют достигнуть в системе динамического диапазона свыше 90 дБ.

Компания Maxim предлагает большую линейку АЦП с одновременной выборкой, разработанных для использования в системах управления электродвигателями. Выпускаются устройства с разрешением 12-, 14- и 16-бит, как с последовательным, так и с параллельным интерфейсом.

АЦП с одновременной выборкой: очень точное управление электродвигателем и повышение системной точности

MAX11044/MAX11045/MAX11046/ MAX11047/MAX11048/MAX11049

Аналого-цифровые преобразователи MAX11044... MAX11049 идеально подходят для систем управления электродвигателями, в которых требуется широкий динамический диапазон. Имея отношение сигнал/шум на уровне 93 дБ, данные АЦП обнаруживают самые незначительные изменения токов и напряжений электродвигателей, что позволяет обеспечить более точное определение параметров их работы во времени. Микросхемы MAX11046/ MAX11045/MAX11044 позволяют одновременно выбирать аналоговые сигналы по восьми, шести или четырём входным каналам соответственно. Все АЦП имеют однополярное питания 5 В. Диапазон аналоговых входных сигналов MAX11044...MAX11046 равен ± 5 В, а MAX11047...MAX11049 — 0...5 В. Все АЦП имеют на аналоговых входах схемы фиксации, что исключает необходимость установки в каждом канале внешнего буфера.



АЦП MAX11046 может проводить одновременную выборку входных аналоговых сигналов по 8 каналам.

Преимущества

- **Один из лучших в отрасли динамических диапазонов обеспечивает раннее обнаружение ошибок**
 - Отношение сигнал/шум (SNR): 93 дБ, суммарный коэффициент нелинейных искажений (THD): -105 дБ
- **Одновременная выборка исключает необходимость в программном вычислении фазовых соотношений**
 - Имеются АЦП с одновременной выборкой по 8, 6 и 4 каналам
- **Снижение системных затрат почти на 15% по сравнению с использованием конкурирующих АЦП с одновременной выборкой**
 - Высокий входной импеданс позволяет сэкономить на дорогих прецизионных ОУ
 - Биполярный вход исключает необходимость в схеме сдвига уровня
 - Одно напряжение питания 5 В
 - Защита по току: 20 мА
- **Исключение внешних компонентов защиты, снижение стоимости и занимаемой площади платы**
 - Интегрированные схемы фиксации на аналоговых входах и миниатюрный (8 × 8 мм) корпус TQFN обеспечивают самую высокую плотность монтажа на канал

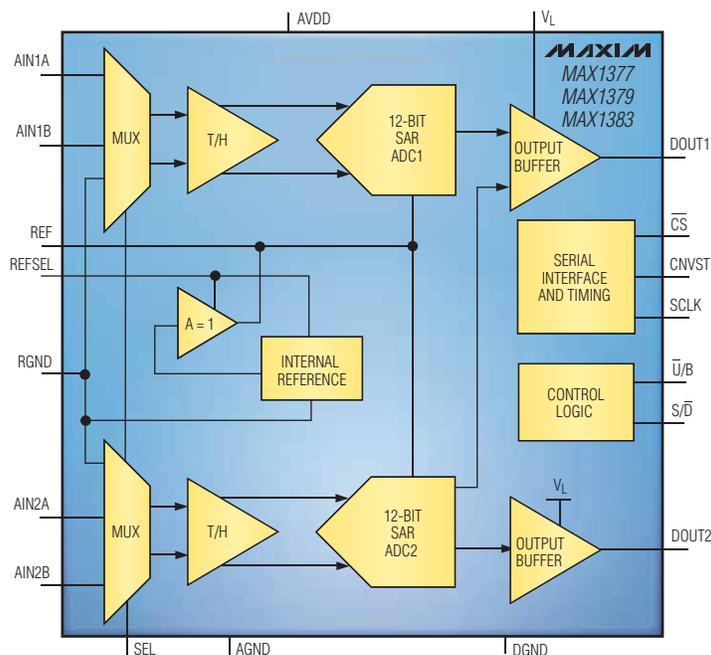
Скорость 1,25 Мвыб./с — быстрое обнаружение отклонений в работе электродвигателя

MAX1377/MAX1379/MAX1383

В микросхемы MAX1377/MAX1379/MAX1383 интегрирована пара АЦП последовательного приближения, которые одновременно осуществляют выборку сигналов с двух дифференциальных входов. Такая конструкция позволяет одновременно производить выборку сигналов тока и напряжения, сохраняя целостность информации о фазовом соотношении между сигналами в двух каналах. АЦП MAX1377 (0...5 В), MAX1379 (0...10 В) и MAX1383 (± 10 В) обеспечивают выборку сигналов со скоростью 1 250 000 выб./с (1,25 Msps), позволяя производить постоянный мониторинг состояния электродвигателя при различных диапазонах изменения аналоговых входных сигналов. Обмен информацией с этими АЦП осуществляется по 4-проводному последовательному интерфейсу SPI™, что снижает затраты и, благодаря снижению числа внешних изолирующих компонентов, уменьшает площадь платы по сравнению с аналогичными высокоскоростными АЦП с параллельным интерфейсом.

Преимущества

- **Сохранение целостности фазовой информации, уменьшение занимаемой площади платы**
 - Одновременная выборка по нескольким каналам
 - Два дифференциальных или четыре несимметричных входных канала
- **Упрощение передачи данных, снижение затрат и уменьшение площади платы благодаря снижению числа изолирующих компонентов**
 - 4-проводной SPI-интерфейс позволяет уменьшить число требуемых изолирующих компонентов по сравнению с АЦП с параллельным интерфейсом передачи данных
- **Постоянный мониторинг с высокой скоростью выборки**
 - Два встроенных АЦП осуществляют выборку со скоростью 1,25 Мвыб./с



В MAX1377/MAX1379/MAX1383 интегрированы два АЦП для осуществления одновременной выборки.

Интерфейс энкодеров для высокоточного управления

Введение

Точность, с которой необходимо управлять электродвигателями, зависит от системных требований. В некоторых приложениях, например в промышленных роботах или линиях розлива бутылок, требования к точности очень высоки. Скажем, ожидается, что сварочный робот будет работать с высокой скоростью и точностью. Аналогично, необходимо точно управлять электродвигателями на линии розлива, чтобы бутылки останавливались в нужных местах для наполнения, закручивания крышки и наклейки этикетки. Для точного управления электродвигателями следует получать информацию о скорости и направлении вращения и положении ротора. Эти данные можно получить с помощью аналоговых датчиков, таких как резольверы (круговые датчики положения), сельсины, вращающиеся дифференциальные трансформаторы или поворотные потенциометры. Высокую точность обеспечивают энкодеры, например: оптические или на основе датчиков Холла. Энкодеры передают контроллеру информацию о приращении и/или об абсолютном значении угла поворота вала.

Контроллер электродвигателя, обычно алгоритмически реализованный на DSP-процессоре (процессор цифровой обработки сигнала), рассчитывает текущие значения скорости и угла поворота ротора. Он подстраивает силовые каскады привода так, чтобы эффективно и оптимальным образом добиться желаемого отклика. Для такого замкнутого управления с обратной связью требуется помехоустойчивая и надёжная информация от датчиков. Данные при этом обычно передаются от энкодера к контроллеру по длинным кабелям.

Инкрементная информация обычно передаётся контроллеру квадратными сигналами, т. е. двумя сигналами, сдвинутыми по фазе на 90°. Это могут быть аналоговые (синус + косинус) или двоичные сигналы. Информация об абсолютном положении, напротив, передаётся только потоком двоичных данных через последовательные интерфейсы RS-482 или RS-422.

Из-за неблагоприятных рабочих условий пути передачи данных должны быть помехоустойчивыми и надёжными. Высокий уровень электромагнитных помех оправдывает использование диффе-



ренциальных пар для передачи сигналов. Также обычной является работа при повышенных температурах, что связано с близостью электродвигателя.

Широкая номенклатура микросхем интерфейсов RS-485/RS-422 и PROFIBUS компании Maxim предназначена как раз для систем управления электродвигателями. Интерфейсные микросхемы, подобные высокоскоростному приёмопередатчику RS-485 MAX14840E показывают высокую целостность передаваемых данных и надёжность, соответствующие строгим требованиям безопасности. Применение таких микросхем позволяет обеспечить длительную непрерывную работу устройств, приобретение и запуск которых требует крупных капиталовложений.

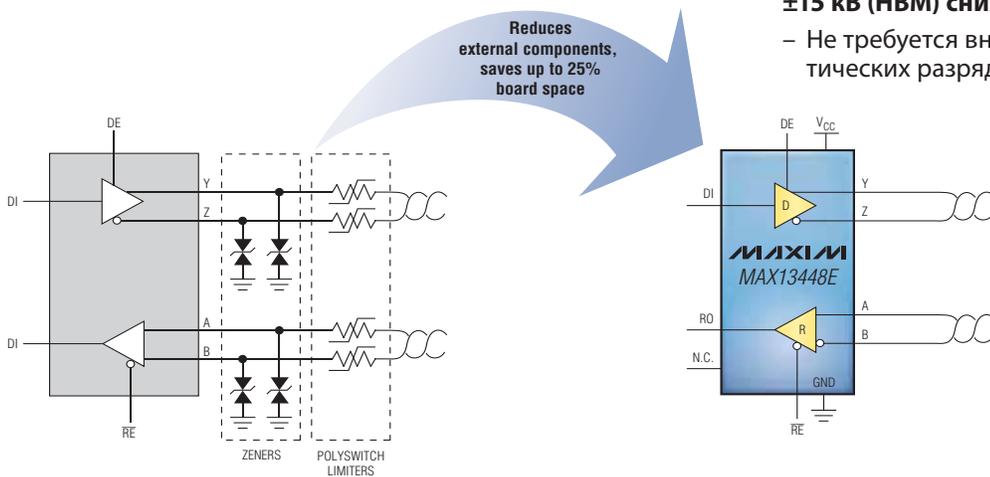
Сделайте оборудование более надёжным с помощью защищённых приёмопередатчиков RS-485

**MAX13448E, MAX3440E...MAX3444E,
MAX13442E/MAX13443E/MAX13444E, MAX3430**

В приложениях, в которых шины питания и линии передачи данных проложены в одном кабеле, всегда существует опасность возникновения аварийных ситуаций из-за ошибок разводки, коротких замыканий между проводами внутри кабеля или появления вызванных наводками бросков напряжения в коммуникационных линиях. Семейства защищённых приёмопередатчиков RS-485 MAX13448E, MAX3440E, MAX13442E и MAX3430 от компании Maxim имеют встроенную защиту от бросков напряжений до ± 80 В.

Преимущества

- **Встроенная защита от перенапряжений ± 80 В позволяет создавать энкодеры меньших размеров**
 - Уменьшение размеров платы и стоимости за счёт исключения схем защиты на дискретных компонентах
 - Выполнение требований к высокоскоростному интерфейсу RS-485, несмотря на наличие защиты
 - Снижение числа возвратов из-за ошибок при подключении
- **Наличие нескольких конфигураций увеличивает гибкость конструкции**
 - Наличие вариантов микросхем, рассчитанных на питание 3,3 или 5 В, позволяет использовать современные низковольтные источники питания
 - Возможность дуплексного и полудуплексного обмена данными позволяет подобрать вариант микросхемы для любых энкодеров
 - Варианты микросхем на 250 Кбит/с и 10 Мбит/с обеспечивают поддержку современных требований к скорости передачи данных от энкодеров
- **Защита от электростатических разрядов до ± 15 кВ (НВМ) снижает стоимость и габариты**
 - Не требуется внешняя защита от электростатических разрядов



Микросхема	Напряжение питания V_{CC} [В]	Конфигурация	Защита [В]
MAX13448E	3,3...5	дуплекс	± 80
MAX3440E-44E	5	полудуплекс	± 60
MAX13442E/43E/44E	5	полудуплекс	± 80
MAX3430	3,3	полудуплекс	± 80

Семейство приёмопередатчиков RS-485 компании Maxim — это высокая степень интеграции, способствующая снижению затрат и уменьшению площади платы.

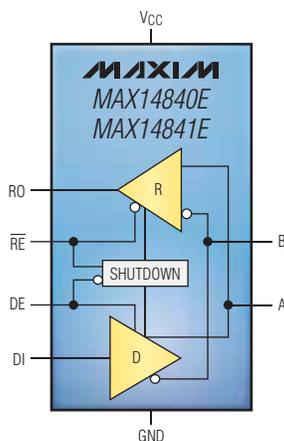
Увеличьте длину кабелей в жёстких условиях работы систем управления электродвигателями с помощью высокоскоростных приёмопередатчиков RS-485

MAX14840E/MAX14841E

Высокоскоростные (40 Мбит/с) полудуплексные приёмопередатчики RS-485 MAX14840E/MAX14841E с напряжением питания 3,3 В идеально подходят для промышленных приложений, в которых требуется передавать данные по очень длинным кабелям. Особенность микросхемы MAX14840E — симметричный, отказоустойчивый приёмник с увеличенным гистерезисом. Это улучшает подавление шумов и выделение полезных сигналов в приложениях с высокоскоростным обменом данными по длинным кабелям. У микросхемы MAX14841E входы приёмника являются по-настоящему отказоустойчивыми, гарантируя, что при их коротком замыкании или обрыве на выходе приёмника всегда будет высокий логический уровень. Приёмопередатчики MAX14840E/MAX14841E являются идеальным решением для работающих в жёстких условиях систем управления электродвигателями.

Преимущества

- **Повышение надёжности при установке и работе с оборудованием в местах, где возможно образование сильных электростатических зарядов**
 - Самая лучшая в отрасли защита от электростатических разрядов
 - ± 35 кВ по модели человеческого тела (HBM)
 - ± 20 кВ IEC 61000-4-2 (воздушный зазор)
 - ± 10 кВ IEC 61000-4-2 (контакт)
- **Надёжное функционирование при размещении вблизи электродвигателей, работающих при высоких температурах, и в самой неблагоприятной электромагнитной обстановке**
 - Широкий диапазон рабочих температур: $-40 \dots +125^\circ\text{C}$
- **Возможность создания малогабаритных энкодеров**
 - Занимающий мало места на плате, миниатюрный (3×3 мм) 8-выводной корпус TDFN



Блок-схема приёмопередатчиков MAX14840/MAX14841E.

Приёмопередатчик, соответствующий стандартам PROFIBUS DP,
с защитой от электростатического разряда ± 35 кВ

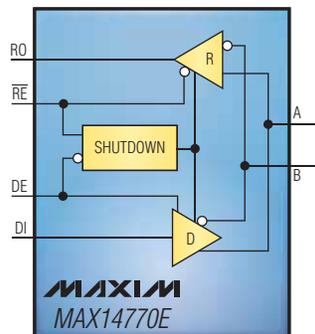


MAX14770E

Приёмопередатчик PROFIBUS DP MAX14770E соответствует строгим стандартам PROFIBUS с дифференциальным напряжением на выходе драйвера более 2,1 В и увеличивает ёмкость шины всего на 8 пФ. Надёжная защита от электростатического разряда (± 35 кВ, НВМ), автомобильный диапазон рабочих температур и миниатюрный 8-выводной корпус TQFN делают MAX14770E идеальным выбором для приложений, имеющих ограничения по габаритам и работающих в жёстких условиях промышленного производства.

Преимущества

- **Лёгкость подключения к сетям PROFIBUS**
 - Соответствует спецификациям EIA 61158-2 Тип 3 PROFIBUS DP
 - Температурный диапазон $-40...+125^{\circ}\text{C}$ позволяет использовать микросхемы в экстремальных условиях
- **Уменьшение площади платы**
 - Миниатюрный 8-выводной корпус TQFN размером 3×3 мм
- **Улучшение надёжности благодаря наилучшей в промышленности защите от электростатического разряда**
 - ± 35 кВ по модели человеческого тела (НВМ)
 - ± 20 кВ IEC 61000-4-2 (воздушный зазор)
 - ± 10 кВ IEC 61000-4-2 (контакт)



Блок-схема MAX14770E.

Рекомендуемые решения

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
АЦП			
MAX11044/45/46 MAX11047/48/49	16-битные, 4-/6-/8-канальные АЦП последовательного приближения с одновременной выборкой	Отношение сигнал/шум (SNR) 93 дБ; коэффициент нелинейных искажений (THD) –105 дБ; входной диапазон 0...5 В или ±5 В; параллельный интерфейс на выходе; скорость выборки по всем каналам 250 Квыб./с; высокий входной импеданс (> 1 МОм)	Снижение стоимости и уменьшение площади платы благодаря отказу от внешнего усилителя, который не нужен из-за высокого входного импеданса
MAX1377/MAX1379/ MAX1383	12-битные 4-канальные АЦП последовательного приближения с одновременной выборкой	Входные диапазоны 0...5 В, 0...10 В или ±10 В; отношение сигнал/шум (SNR) 70 дБ; четыре обычных или два дифференциальных входа; интерфейс SPI	Последовательный интерфейс позволяет сэкономить средства и уменьшить площадь платы за счёт сокращения числа изолирующих компонентов
MAX11040	24-битный 4-канальный сигма-дельта АЦП с одновременной выборкой	Отношение сигнал/шум (SNR) 117 дБ; 64 Квыб./с; встроенный источник опорного напряжения; интерфейс SPI; 38-выводной корпус TSSOP	Снижение сложности программного обеспечения систем управления двигателями; получение точной информации о фазе и амплитуде — до 32 каналов
MAX11103	12-битный, 2-канальный АЦП последовательного приближения; 3 Мвыб./с	Отношение сигнал/шум (SNR) 73 дБ; интерфейс SPI; большая полностью линейная полоса пропускания 1,7 МГц; одноканальная (SOT23) и двухканальная (μMAX®, TDFN) модель	Снижение площади платы благодаря миниатюрным корпусам SOT23, μMAX и TDFN; последовательный интерфейс делает проще передачу данных
Токоизмерительные усилители			
MAX9918/19/20	75-В прецизионные источники тока	Входной измерительный диапазон –20...+75 В	Использование в различных токоизмерительных схемах систем управления электродвигателями благодаря широкому динамическому диапазону
MAX4080/81	75-В источники одно-/двунаправленного тока	Высоковольтный вход; двунаправленный источник тока	Контроль направления протекания тока (втекает или вытекает) в широком диапазоне напряжений на входе
MAX4210	Усилитель для измерения мощности и тока с обнаружением аварийных ситуаций и флагом оповещения	Непрерывный контроль энергопотребления и системного тока	Интегрированные функциональные возможности уменьшают время разработки систем управления электродвигателями
Операционные усилители			
MAX9943/44	Высоковольтные прецизионные операционные усилители с низким энергопотреблением	Широкий диапазон напряжений питания 6...38 В; полоса пропускания 2,4 МГц; выдерживает выбросы напряжения до 40 В на любом выводе	Надёжное функционирование в жёстких рабочих условиях
MAX9945	Малощумящий операционный усилитель с МОП-входами и низким энергопотреблением	Диапазон напряжений питания 4,75...38 В; низкие входные токи; низкий входной ток шумов; выдерживает выбросы напряжения до 40 В на любом выводе	Надёжное функционирование в жёстких рабочих условиях
MAX9650/51	20-В операционный усилитель с мощным выходом	Ток нагрузки до 1,3 А	Надёжная помехоустойчивая конструкция; повышенная стойкость к шумам при работе в контуре обратной связи систем управления электродвигателями
Микросхемы интерфейса VR-датчиков			
MAX9924...MAX9927	Устройства интерфейса датчиков с изменяющимся магнитным сопротивлением (магниторезистивными или индукционными)	Встроенные прецизионный усилитель и компаратор для обнаружения слабых сигналов; по выбору пользователя задание пикового порогового значения с помощью внутренней или внешней схемы	Точное определение положения, скорости вращения и числа оборотов вала электродвигателя; улучшение характеристик и повышение надёжности систем управления электродвигателями
Датчики Холла и схемы интерфейса			
MAX9641*	Сдвоенный датчик Холла	Выбор периода выборки: 160 мкс/500 мкс/50 мс; устанавливаемые пороговые значения	Упрощение конструкций систем управления электродвигателями; обеспечение гибкости
MAX9621	Сдвоенная схема двухпроводного интерфейса датчиков Холла	Контроль состояния датчика Холла либо через аналоговый выход, либо с помощью отфильтрованного сигнала с цифрового выхода	Наличие аналогового и цифрового выходов обеспечивает гибкость при проектировании

(Продолжение на следующей странице)

* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Измерение температуры			
DS7505	Низковольтный прецизионный цифровой термометр и термостат	Точность $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ в диапазоне от 0 до $+70^{\circ}\text{C}$; напряжение питания 1,7...3,7 В; стандартная цоколёвка выводов	Стандартная цоколёвка выводов позволяет легко установить данную микросхему вместо LM75 с целью повышения точности измерений и снижения напряжения питания
MAX6675	Преобразователь сигнала терморезистора К-типа в цифровой формат	Встроенная схема компенсации температуры холодного спая	Самый простой интерфейс терморезистора; не требуются никакие внешние компоненты
Супервизоры напряжения			
MAX6381	Супервизор напряжения	Несколько вариантов выбора порогового значения и таймаута	Гибкость и простота повторного использования в разных проектах; уменьшение занимаемой площади платы благодаря миниатюрному корпусу SC70
MAX6495	72-В устройство защиты от перенапряжения	Защита от бросков напряжения до 72 В; миниатюрный 6-выводной корпус TDFN-EP	Увеличение надёжности системы благодаря предотвращению повреждения компонентов высоковольтными бросками напряжения при переходных процессах; экономия площади платы; простота использования
MAX6720	Супервизор трёх напряжений	Два фиксированных и одно подстраиваемое пороговое напряжение	Снижение габаритов благодаря высокой степени интеграции и увеличение надёжности по сравнению с решениями с большим числом компонентов
MAX6816/17/18	Подавители дребезга на 1/2/8 ключей	Защита от электростатического разряда ± 15 кВ (HBM)	Высокая надёжность, простота использования; защита от электростатических разрядов
Интерфейсные приёмопередатчики			
MAX14840E	Высокоскоростной приёмопередатчик RS-485	Скорость передачи данных 40 Мбит/с; защита от электростатических разрядов ± 35 кВ (HBM); напряжение питания 3,3 В; рабочая температура до $+125^{\circ}\text{C}$; миниатюрный корпус TQFN (3×3 мм)	Высокая чувствительность приёмника и гистерезис позволяют использовать более длинные кабели в жёстких условиях систем управления электродвигателями
MAX13448E	Защищённый приёмопередатчик RS-485	Защита от перенапряжения до ± 80 В; дуплекс; напряжение питания 3...5,5 В	Делает оборудование более надёжным, не выходящим из строя в случае ошибок при подключении
MAX14770E	Приёмопередатчик PROFIBUS	Защита от электростатического разряда ± 35 кВ (HBM); автомобильный диапазон температур $-40...+125^{\circ}\text{C}$; миниатюрный корпус TQFN (3×3 мм)	Наилучшая в классе защита от электростатического разряда; увеличение надёжности систем управления электродвигателями
MAX3535E	Изолированный приёмопередатчик RS-485	Рабочее напряжение 3...5 В; напряжение изоляции 2500 В (rms); защита от электростатического разряда ± 15 кВ (HBM)	Простое решение для гальванической изоляции линий передачи данных от источника питания
MAX253	Драйвер трансформатора для изолированного питания с интерфейсами RS-485/PROFIBUS	Источник питания 5 или 3,3 В; низкий ток в режиме ожидания 0,4 мкА; выбор частоты 350 или 200 кГц; корпус μMAX	Простая схема без обратной связи ускоряет создание источника питания и уменьшает время выхода на рынок

(Продолжение на следующей странице)

Рекомендуемые решения (продолжение)

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
DC/DC-преобразователи и контроллеры			
MAX5080/81	Понижающие DC/DC-преобразователи со встроенным ключом	V_{IN} от 4,5/7,5 до 40 В; V_{OUT} от 1,23 до 32 В; переход в режим с пропуском импульсов при малой нагрузке; интегрированный верхний ключ	Интегральные DC/DC-преобразователи с питанием непосредственно от силовой шины позволяют снизить затраты
MAX5072	Понижающий или повышающий преобразователь с интегрированным ключом и двумя выходными напряжениями	V_{IN} от 4,5 до 5,5 В или от 5,5 до 23 В; V_{OUT} от 0,8 В (понижающая конфигурация) до 28 В (повышающая конфигурация). Выходы конфигурируются для работы в схеме понижающего или повышающего преобразователя	Улучшение надёжности благодаря контролируемому пусковому току, отключению при перегреве и защите от короткого замыкания на выходе
MAX15023	Контроллер синхронного понижающего преобразователя с двумя выходными напряжениями и широким диапазоном (4,5...28 В) входных напряжений	V_{IN} от 4,5 до 28 В; V_{OUT} от 0,6 В до $0,85V_{IN}$; режим защиты от короткого замыкания на выходе запретом прохождения управляющих импульсов на определённое время (hiccup mode — «икающий» режим)	Тепловая защита и защита от короткого замыкания
MAX15034	Контроллер синхронного понижающего преобразователя с одним/двумя выходами для приложений с высоким выходным током	V_{IN} от 4,75 до 5,5 В или от 5,5 до 28 В; V_{OUT} от 0,61 до 5,5 В; выходной ток до 25 или до 50 А	Тепловая защита и монотонный старт защищают питаемые устройства; увеличение надёжности
MAX15048/49	3-канальные DC/DC-контроллеры с поддержанием заданного отношения/последовательным включением выходных напряжений	V_{IN} от 4,7 до 23 В; V_{OUT} от 0,6 до 19 В; поддержание отношения выходных напряжений; последовательное включение выходных напряжений	Уменьшение габаритов и затрат благодаря интеграции трёх импульсных контроллеров
Драйверы MOSFET/выпрямителей			
MAX15024/25	Драйверы FET-транзисторов	Одиночные/сдвоенные; задержка распространения сигнала 16 нс; высокие втекающие/вытекающие токи; улучшенный корпус TDFN, рассеивающий мощность 1,9 Вт	Упрощение конструкции благодаря очень малой задержке распространения сигнала и корпусу с улучшенным теплоотводом
MAX5048 MAX5054/55/56/57 MAX5078	Драйверы FET-транзисторов	От 4 до 7,6 А, от 12 до 20 нс; одиночные/сдвоенные драйверы полевых транзисторов	Увеличение гибкости схем благодаря наличию инвертирующих/неинвертирующих входов управления полевыми транзисторами

Список рекомендованных компаний Maxim решений для систем управления электродвигателями можно найти на сайте www.maxim-ic.com/motordrive.

**Безопасность и
видеонаблюдение**

Устройства цифровой видеозаписи

Введение

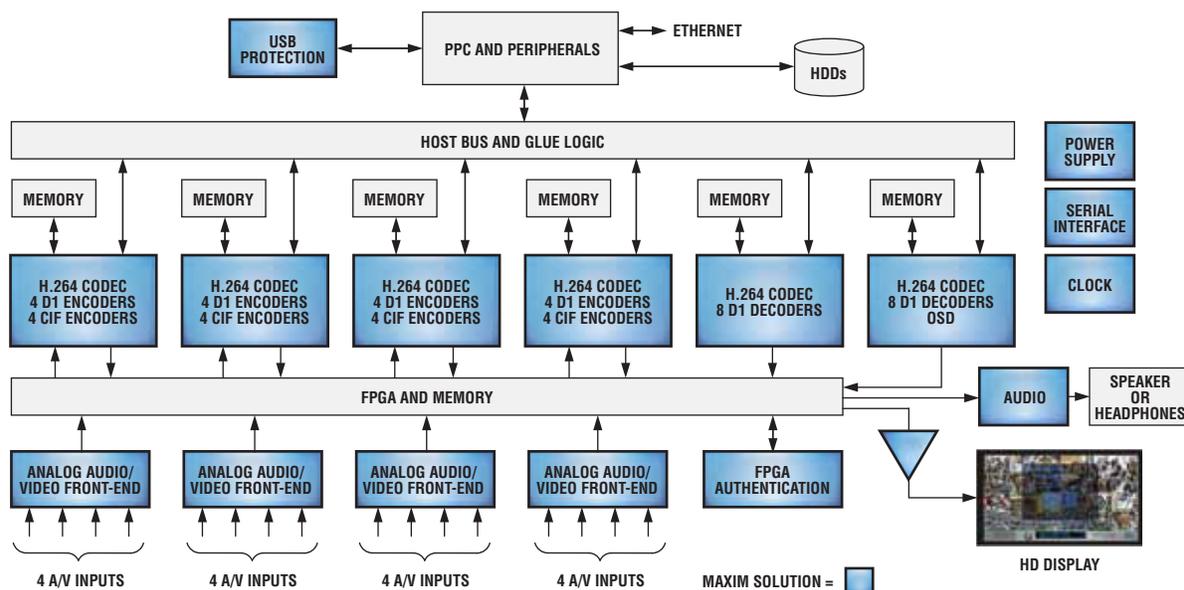
Аналоговые охранные системы видеонаблюдения переходят на цифровые технологии, и видеозапись — лидер в этом процессе. Аналоговые видеомагнитофоны заменяются в охранных системах, в которых требуется видеомониторинг и видеозапись, цифровыми устройствами. Сегодня использование цифровых видеомагнитофонов в охранных системах даёт ошеломляющее преимущество по сравнению с применением их аналоговых собратьев. Отснятый видеоматериал может быть записан в цифровом формате, обработан и передан по цифровым сетям по существу с любым уровнем качества, в том числе и с высокой чёткостью (HD — High Definition). Сегодня пользователи могут воспользоваться такими цифровыми технологиями, как аналитический разбор в режиме реального времени, поиск эпизодов, сигнализация при обнаружении движения или какой-либо активности и удалённый доступ через IP-сети. Стоимость единицы памяти на физических носителях,

таких как жёсткие диски (HDD — Hard Disk Drive), цифровые многоцелевые диски (DVD — Digital Versatile Disk) или сетевые накопители (NAS — Network-Attached Storage), составляет малую долю по сравнению со стоимостью единицы записи на аналоговый носитель на основе магнитной ленты. Использование цифровой видеозаписи и архивации также предлагает долговременное хранение видеоматериала без потери качества с течением времени. Все эти факторы способствовали тому, что именно цифровая видеозапись была принята в качестве стандарта в сфере охранных систем.

Типы устройств цифровой видеозаписи

На рынке охранных систем имеется множество сегментов для устройств цифровой видеозаписи. Все устройства цифровой видеозаписи — встраиваемые, гибридные и на основе персональных компьютеров — должны выполнять базовые операции с захваченной видео- и аудиоинформацией: осуществлять

аналого-цифровое преобразование, сжимать, воспроизводить, передавать поток данных по сетям. Встраиваемые устройства видеозаписи — это автономные приборы, на входы которых поступает информация с аналоговых камер видеонаблюдения, и эту информацию они должны сжать и сохранить на локальном жёстком диске. Гибридные устройства видеозаписи в качестве источника видеосигнала используют аналоговые камеры видеонаблюдения или IP-камеры. Цифровые устройства видеозаписи на базе персональных компьютеров интегрируют в станции наблюдения, где сжатие данных производится либо аппаратно картами расширения либо программно на компьютере. Различные модели отличаются между собой числом входных видеоканалов; поддерживаемыми стандартами сжатия; качеством видеозаписи, потоками и режимами воспроизведения; ёмкостью накопителей и числом функций, которые система может выполнять одновременно.



Блок-схема цифровой охранной видеосистемы. Список рекомендованных компанией Maxim решений для цифровых охранных видеосистем можно найти на сайте www.maxim-ic.com/DVR.

Технологии сжатия видеоизображений

H.264 — новый промышленный стандарт сжатия видеоизображений в устройствах цифровой видеозаписи охранных систем. В прежних поколениях таких устройств для видеозаписи использовался формат MPEG-4 и даже MJPEG. Преимущество H.264 — самая высокая для охранных приложений степень сжатия с одновременным сохранением превосходного качества видеоизображения. Более высокая степень сжатия формата H.264 (почти в два раза по сравнению с технологией предыдущего поколения) обеспечивает генерацию файлов меньших размеров, что, по сути, эквивалентно увеличению ёмкости накопителя почти на 100%. А это, в свою очередь, означает, что при фиксированной ёмкости устройства хранения возрастает продолжительность видеосъёмки. Вдобавок, использование формата H.264 даёт возможность передавать высококачественное видео по низкоскоростным сетям. Охранные системы, в состав которых входит несколько видеокамер, без эффективного сжатия изображений могут легко «забить» всю доступную полосу пропускания сети. В системах цифровой видеозаписи, не поддерживающих формат H.264, для увеличения времени видеосъёмки и уменьшения количества передаваемой по сети информации часто используют пониженную частоту смены кадров или применяют методы записи с меньшим разрешением, что ухудшает качество изображения. Для переносимости всё ещё требуется поддержка старых кодеков (MPEG-4 и MJPEG), но в промышленности явно прослеживается тенденция принять кодек H.264 в качестве базового для устройств цифровой видеозаписи. Семейство процессоров H.264 компании Maxim поддерживает запись и

воспроизведение видео в формате MJPEG для обеспечения обратной совместимости с прежними поколениями оборудования.

Требования к системам цифровой видеозаписи

Охранные видеосистемы переходят на запись и воспроизведение видеоматериала с более высоким разрешением. В цифровых видеоматрицах раннего поколения для получения цифрового видео с качеством, сравнимым с качеством, которое обеспечивали заменяемые ими аналоговые видеоматрицы, широко использовалась запись с разрешением формата CIF (Common Interchange Format — общий формат обмена сжатыми видеоданными) 352 × 288 (NTSC 360 × 240). Низкое разрешение CIF также хорошо подходило для первого поколения кодеков (MJPEG/MPEG-4), которые не могли обеспечить приемлемые степени сжатия при более высоких разрешениях. Современное требование рынка — это видеозапись стандартной чёткости (D1 NTSC 720 × 480) или с «DVD-качеством». Стандартная чёткость (SD — Standard Definition) означает четырёхкратный рост системной вычислительной мощности на канал по сравнению с CIF. Чтобы гарантировать эффективную степень сжатия, современные кодеки H.264 используются с разрешением D1 и выше. Семейство процессоров H.264 компании Maxim позволяет программно задавать разрешение видеоизображения для записи с требуемым уровнем качества.

Другая тенденция в видеосистемах охраны и наблюдения — требование полной скорости смены кадров при записи и последующем хранении видеоматериала. Полная скорость смены кадров в аналоговых камерах телевизионного

наблюдения равна 30 кадров/с для NTSC и 25 кадров/с для PAL. Видеозапись в реальном времени означает двух-/четырёхкратное увеличение требуемой вычислительной мощности на канал по сравнению с цифровыми видеоматрицами, осуществляющими запись с уменьшенной скоростью смены кадров, например, со скоростью 7,5 кадров/с (25% в NTSC) или 15 кадров/с (50% в NTSC). Для выполнения требований по работе с видеоматериалом новые устройства цифровой видеозаписи должны обладать мощной, масштабируемой системной архитектурой.

Многие охранные видеосистемы сегодняшнего дня — это гибридные конструкции, объединяющие аналоговое оборудование теленаблюдения и цифровые сетевые технологии, которые время от времени подвергаются модернизации. Наличие унаследованного цифрового оборудования на основе старых кодеков (MJPEG/MPEG-4) приводит к необходимости перекодировки видеоматериала, чтобы он соответствовал форматам нового оборудования. Например, видеоданные с существующих IP-камер с MJPEG-сжатием должны быть перекодированы в цифровом устройстве видеозаписи в формат H.264 для повышения эффективности использования хранилища и полосы пропускания сети. Чтобы инвестиции, вложенные в оборудование ранних поколений, не оказались выброшенными на ветер, цифровые устройства видеозаписи сегодня должны принимать видеоданные разных форматов (MJPEG/MPEG-4/H.264). Семейство процессоров H.264 компании Maxim осуществляет декодирование данных в форматах MJPEG и MPEG-4, а затем перекодирует их в формат H.264 для записи и потоковой передачи по сети.

Видеокodeк H.264 делает проще конструкцию многоканальных систем цифровой видеозаписи, обеспечивая превосходное качество изображения

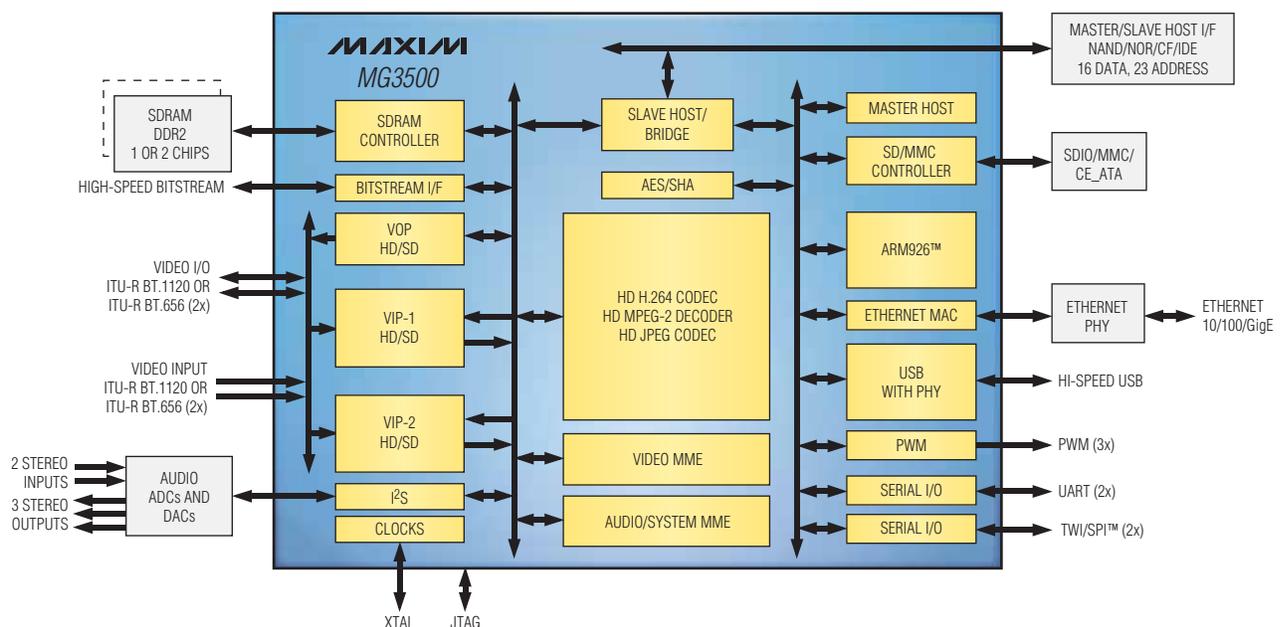
MG3500

MG3500 — кодек видеосигнала высокой чёткости (HD) или многоканального видеосигнала стандартной чёткости формата H.264. Данная система на кристалле (SoC) идеально подходит для рынка охранных цифровых видеодустройств. В её состав входят: полностью совместимый H.264-кодeк видеосигнала высокой чёткости (Baseline, Main и High); кодек MJPEG; видео пре- и постпроцессоры для масштабирования и объединения частей изображения в единое целое; ЦПУ ARM9™ 240 МГц; хост-контроллер периферийных устройств, включая Gigabit Ethernet MAC, USB OTG, SD™-карты, память CompactFlash®, IDE, CE-ATA, SDIO и MMC.

Преимущества

- **Улучшение идентификации благодаря великолепному качеству видео при любом разрешении**
 - Видеокodeк H.264 (High, Main, Baseline)
 - Видеозапись с гибким разрешением — вплоть до 1920 × 1080i (p30)
 - Полностью программируемые значения разрешения и скорости смены кадров
- **Простота создания многоканальных систем снижает стоимость проектных работ**
 - 4 кодера D1 + 4 кодера CIF на одном кристалле MG3500 в кодирующем тракте
 - Одновременное кодирование данных в первичном (запись) и вторичном (поточковая передача) каналах
 - 8 декодеров D1 на одном кристалле MG3500 в декодирующем тракте воспроизведения
- **Интегрированная периферия уменьшает площадь платы и снижает стоимость производства**
 - 10/100/Gigabit Ethernet MAC
 - USB On-The-Go
 - Интерфейсы NAND/NOR/SD/SDIO/MMC/CF/CE-ATA/IDE

(Продолжение на следующей странице)



Блок-схема MG3500.

Видекодек H.264 делает проще конструкцию многоканальных систем цифровой видеозаписи, обеспечивая превосходное качество изображения *(продолжение)*

Преимущества *(продолжение)*

- **Самый низкий среди подобных устройств уровень потребления энергии на канал снижает выделение тепла и общие эксплуатационные расходы**
 - Суммарное энергопотребление 500 мВт
- **Полная среда разработки существенно снижает время выхода нового изделия на рынок**
 - Доступны оценочные платы
 - Имеется заранее разработанное программное обеспечение: операционная система Linux®, встраиваемое ПО, драйверы

Видеодекoder обеспечивает превосходное качество видео

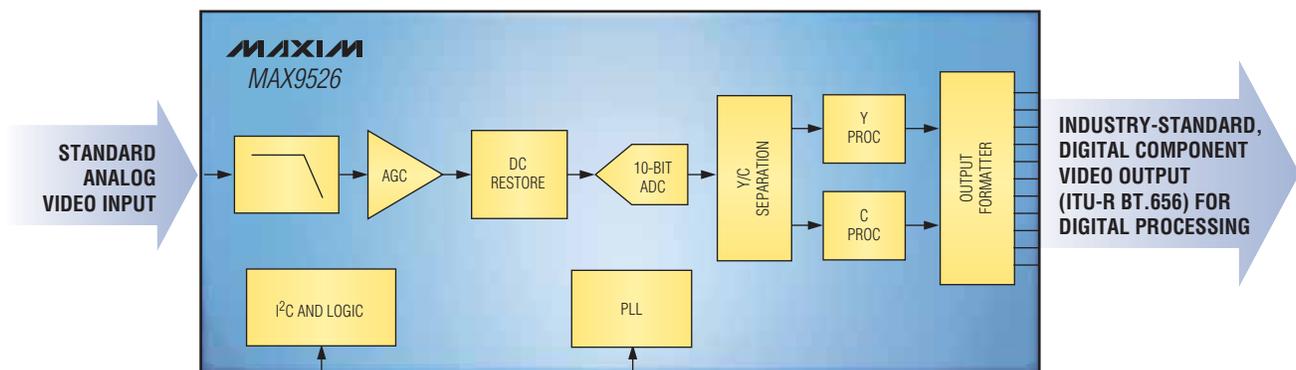
MAX9526

Видеодекoder с низким энергопотреблением MAX9526 был разработан для поддержки нескольких видеостандартов (NTSC/PAL), что делает его идеальным выбором для систем наблюдения и охраны. Он обеспечивает выполнение следующих функций: 10-битную обработку сигнала, выборку на частоте 54 МГц (четырёхкратная передискретизация), подавление шума, восстановление постоянной составляющей, автоматическую регулировку усиления и входное мультиплексирование 2:1. Видеодекoder выпускается в компактном корпусе с хорошими тепловыми характеристиками и может использоваться в охранных системах, работающих в самых разнообразных окружающих условиях.

Преимущества

- **Улучшенная идентификация благодаря видео великолепного качества**
 - Настоящее 10-битное декодирование
 - Выборка на частоте 54 МГц (четырёхкратная передискретизация)
- **Низкое энергопотребление уменьшает эксплуатационные расходы и способствует снижению тепловыделения, что позволяет создавать компактные конструкции и использовать батареи в качестве основного/резервного источника питания**
- **Программное конфигурирование делает конструкцию проще и сокращает время выхода нового изделия на рынок**
 - Для изменения конфигурации и индикации статусной информации используется всего 16 регистров
- **Гибкость эксплуатационных характеристик позволяет использовать одну конструкцию на различных рынках**
 - Самый широкий рабочий диапазон температур (от -40 до $+125^{\circ}\text{C}$) позволяет работать в самых жёстких условиях
 - Напряжение питания цифровых линий ввода/вывода 1,8/3,3 В
 - Поддержка нескольких стандартов аналогового видео обеспечивает возможность работы с различными источниками видеосигнала

(Продолжение на следующей странице)



MAX9526 — устройство цифровой обработки аналогового видеосигнала.

Преимущества (продолжение)

- **Простота проектирования сокращает время выхода новых изделий на рынок**
 - Рабочее напряжение 1,8 В
 - Благодаря интегрированным функциональным возможностям для работы требуется лишь несколько внешних компонентов, что уменьшает конструкцию и снижает вероятность ошибок при проектировании

Рекомендуемые решения

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Видеокодек			
MG3500	Видеокодек H.264; система на кристалле	Видеоформаты: кодек HD 1080p30 H.264, кодек MJPEG; аудиоформаты: AAC, AMR, Dolby®, G.7xx, MP1/2/3; декодер HD MPEG-2, кодеры 4 D1 + 4 CIF H.264 или 8 декодеров D1 H.264	Великолепное качество записи видеоматериала при любом разрешении для улучшенной идентификации; полная среда разработки существенно сокращает время выхода новых изделий на рынок
Видеодекoder			
MAX9526	Высокопроизводительный видеодекoder NTSC/PAL с низким энергопотреблением	Поддержка всех стандартов NTSC и PAL; 10-битная цифровая обработка; входной видеомультимплексор 2:1	Превосходное качество видео обеспечивает улучшенную идентификацию; конфигурирование сокращает временные затраты на проектирование
Видеоусилители			
MAX952...54	3,3 В; HD/SD трёхканальные усилители-фильтры с режимом энергопотребления	Усиление 2 В/В; полоса пропускания 42 МГц для HD с затуханием 50 дБ на частоте 109 МГц	Обеспечивает гибкость там, где требуется переключение между высокой и стандартной чёткостью (HD/SD); дежурный режим (shutdown) обеспечивает снижение энергопотребления
MAX9586...89	Один/два/три/четыре усилителя в одном корпусе; SD видеоусилители-фильтры с входными буферами, развязанными по постоянному току	Низкое энергопотребление, малые габариты; полоса пропускания 8,5 МГц; затухание 55 дБ на частоте 27 МГц	Интегральное решение уменьшает занимаемую площадь платы
MAX9507	1,8 В; DirectDrive® видеоусилитель-фильтр с детектором нагрузки и двумя однополюсными аналоговыми переключателями	Два однополюсных аналоговых переключателя с управлением по интерфейсу I ² C; DirectDrive устанавливает уровень видеовыхода вблизи уровня земли; внутреннее усиление 8 В/В; детектор нагрузки	Встроенные переключатели делают конструкцию проще; технология DirectDrive исключает выходную ёмкость, снижая тем самым затраты и способствуя уменьшению занимаемой площади платы
Аудиокодек/ЦАП			
MAX9860	16-битный голосовой аудиокодек	Ультранизкое энергопотребление; монокодек; программируемый цифровой фильтр	Законченное решение для аудиосистем сокращает временные затраты на проектирование
ИС источников питания			
MAX8654	Понижающий импульсный стабилизатор	Встроенный 8-А ключ; $R_{ON} = 25$ мОм; входное напряжение 4,5...14 В; 36-выводной корпус TQFN (6 x 6 мм)	Экономия места на плате при реализации источников питания с большим выходным током
MAX15035	Понижающий стабилизатор	Полностью интегральный; 4...26 В	Компактное решение для приложений с малым фактором
MAX1970	Сдвоенный понижающий стабилизатор	Входное напряжение 2,6...5,5 В; выходной ток 750 мА; сброс при подаче питания; работа со сдвигом фазы на 180°	Экономия места благодаря уменьшению входной ёмкости
ИС защиты USB от электростатических разрядов			
MAX4987	Контроллер защиты от высокого напряжения с защитой USB от электростатических разрядов	Интегрированный nFET-ключ с низким R_{ON} (100 мОм); защита от перегрузки по току (автоповтор); внутренняя защита от перегрузки по току ($\geq 1,5$ А)	Обеспечение защиты от электростатических разрядов для линий ввода/вывода высокоскоростного порта USB, увеличение надёжности системы
Ключ ограничения тока USB			
MAX8586	USB-ключ с ограничителем тока	3 x 3 мм; 2,7...5,5 В; время нечувствительности (бланкирования) 20 мс	Обеспечение защиты от сбоев питания, увеличение надёжности системы при уменьшении размеров платы

(Продолжение на следующей странице)

Рекомендуемые решения *(продолжение)*

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Аутентификаторы			
DS28E01 DS28E02	Двухнаправленный 1-Wire®-аутентификатор (SHA-1) с EEPROM объемом 1 КБ	Работа по одному выделенному контакту; безопасная аутентификация по алгоритму SHA-1 и защита данных; EEPROM 1 КБ	Предотвращение копирования прошивки ПЛИС с помощью криптозащиты; для работы требуется выделение всего одной линии ввода/вывода ПЛИС
DS28E10	Двухнаправленный 1-Wire®-аутентификатор (SHA-1) с однократно-программируемой памятью EEPROM объемом 224 байт	Работа по одному контакту; однонаправленная аутентификация по алгоритму SHA-1	Самое дешёвое решение для аутентификации по алгоритму SHA-1
Часы реального времени			
DS1315	Микросхема часов реального времени с фантомным интерфейсом	Часы реального времени (RTC); контроллер энергонезависимой памяти	Встроенные часы и контроллер памяти уменьшают требуемую площадь платы и обеспечивают гибкость при проектировании; фантомный (phantom) интерфейс обеспечивает обмен данными по параллельной шине без дополнительного адресного пространства
DS1500	Сторожевой хронометр с управлением энергонезависимой памятью	Программируемый сторожевой таймер; сигнализация в определённое время суток; схема управления энергопотреблением	Встроенные часы и контроллер памяти уменьшают требуемую площадь платы
DS1685	Часы реального времени с мультиплексированным интерфейсом	Уникальный 64-битный серийный номер; 242 байта энергонезависимого ОЗУ с питанием от батареи	Упрощает добавление проекту уникального идентификационного номера; обеспечивает дополнительную память с питанием от батареи
Супервизоры			
MAX6381...90	Супервизор напряжения	Низкое энергопотребление; корпус SC70; несколько вариантов выбора порогового значения и таймаута	Уменьшение занимаемой на плате площади; снижение энергопотребления; увеличение надёжности в связи с отсутствием внешних компонентов
MAX6443...52	Монитор напряжения с увеличенной задержкой генерации сигнала сброса при ручном сбросе	Увеличенная (6 с) задержка генерации сигнала сброса; ручной сброс	Увеличение надёжности за счёт предотвращения случайных сбросов; улучшение характеристик за счёт появления возможности сброса системы внешней кнопкой
MAX16056...59	Интегральные схемы сторожевых таймеров и генерации сигнала сброса с ультранизким энергопотреблением	Потребляемый ток 125 нА; длительность сигнала сброса и таймаут сторожевого таймера подстраиваются конденсаторами	Снижение энергопотребления и увеличение срока службы батареи; использование одной микросхемы с настраиваемым таймаутом в разных приложениях

Список рекомендованных компанией Maxim решений для цифровых охранных видеосистем можно найти на сайте www.maxim-ic.com/DVR.

IP-камеры

Введение

IP-камеры используют интернет-протокол (IP — Internet Protocol) для передачи по Ethernet-кабелям в закрытых системах теленаблюдения аудио- и видеоинформации вместе с управляющими сигналами. В отличие от аналоговых камер, которые обычно передают аналоговый NTSC/PAL-сигнал по коаксиальному кабелю, IP-камеры поддерживают изображение высокой чёткости, функции анализа, локальные накопители видеоданных и удалённое управление.

Сжатие видео в IP-камерах выполняется вместе с функциями анализа, шифрованием видеоданных (для предотвращения несанкционированного доступа) и инкапсуляцией видеоданных в пакеты Ethernet. Поток сжатых видеоданных обычно поступает в гибридный цифровой видеорекордер (DVR — Digital Video Recorder) или в сетевой видеорекордер (NVR — Network Video Recorder) для хранения и воспроизведения. Использование интернет-сетей для видеонаблюдения даёт возможность размещать работников службы охраны в географически удалённых от охраняемых объектов местах, осуществлять централизованное управление камерами наблюдения, установленными на одной или нескольких охраняемых территориях, используя PTZ-команды (Pan-Tilt-Zoom — Панорамировать-Повернуть-Увеличить изображение), посылаемые по сети.

Камеры с низким энергопотреблением могут получать питание через Ethernet (Power over Ethernet — PoE) без установки дополнительных источников питания. Использование одного и того же кабеля как для передачи данных, так и для подачи питания значительно снижает стоимость инсталляции PoE-оборудования. В некоторых случаях Ethernet может быть заменён беспроводными сетями, например Wi-Fi®, что упрощает размещение камер. Это особенно верно в отношении камер систем охраны частных домов, в которых Ethernet-соединение может быть недоступно, и в которых физические устройства цифровой видеозаписи заменяются сетью виртуальных компьютерных программ.

Форматы сжатия Multistream (многопоточковый) H.264 и Motion-JPEG

Стандарт H.264 при том же самом качестве обеспечивает почти вдвое большую степень сжатия видеоданных по сравнению с предыдущим стандартом MPEG-4. В стандарте H.264 термин «high» означает самое высокое качество видео с самой низкой скоростью передачи, что делает уместным его использование в охранных видеоприложениях. Достижение очень малой длительности (задержки) кодирования минимизирует время реагирования персонала охраны. В то же время кодирование видео в формате высокой



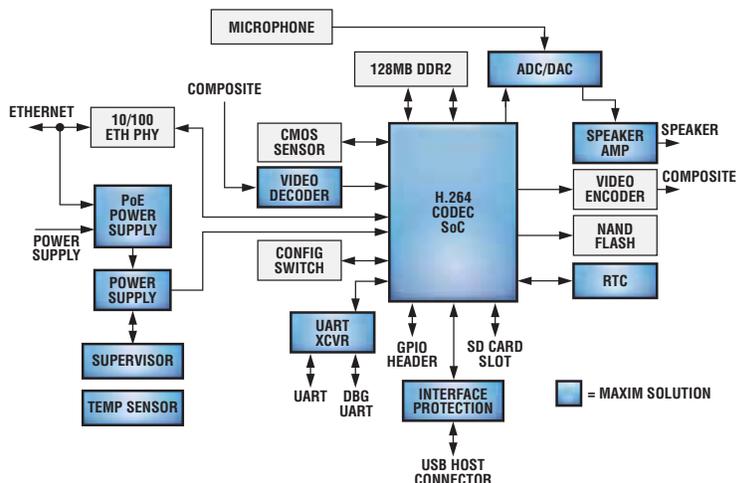
Референс-дизайн IP-камеры Mobicam3, 720p, H264/M-JPEG.

чёткости позволяет IP-камере захватывать детали, такие как черты лица и номерные знаки, что существенно увеличивает ценность видеоданных в охранных системах. Так как полоса пропускания сети может быть ограниченной, от системы может потребоваться способность кодировать/записывать один поток видео высокой чёткости через локальную сеть (LAN — Local Area Network) с одновременной передачей потока видеоданных более низкого разрешения по глобальной сети (WAN — Wide Area Network) для удалённого просмотра отснятого видеоматериала.

Дополнительно к H.264 для многих охранных систем важна обратная совместимость с существующим оборудованием, которое не поддерживает H.264. В таких системах обратную совместимость может обеспечить стандарт Motion-JPEG (M-JPEG). Он также позволяет делать высококачественные снимки без потери разрешения. И что специфично для данного стандарта, в нём реализована поддержка одновременного кодирования видеоданных в формате H.264 для непрерывной видеозаписи с захватом видеокадров в формате JPEG, что может осуществляться в виде реакции системы на какие-либо определённые внешние события.

Анализ

Анализ — это процесс аналитического разбора видеоданных и принятия решений по результатам этого разбора. Поддержка анализа программным обеспечением камеры позволяет предпринимать при возникновении определённых событий какие-либо действия немедленно, не дожидаясь реакции персонала службы охраны. Например, если камера обнаружила появление человека в охраняемой



Блок-схема IP-камеры. Список рекомендованных компанией Maxim решений можно найти на сайте www.maxim-ic.com/IPcamera.

зоне, может быть подан сигнал тревоги. К функциям аналитического разбора относят обнаружение движения, обнаружение пересечения границы охраняемой зоны (trip wire) и слежение за объектом. Параметры всех этих функций должны настраиваться с помощью установленного на ПК специального ПО управления охранной системой с применением интуитивно понятного графического пользовательского интерфейса.

Встраиваемый Linux® и сетевые протоколы

IP-камеры должны обладать способностью передавать потоковое видео нескольким клиентам. Например, предлагаемый компанией Maxim референс-дизайн (образец разработки) IP-камеры (Mobicam3) поддерживает передачу данных 16 клиентам с помощью как транспортного протокола реального времени (RTP — Real-Time

Transport Protocol), так и потокового протокола реального времени (RTSP — Real-Time Streaming Protocol). Также поддерживаются следующие Ethernet-протоколы: HTTP, DHCP, SMTP, TCP/IP, UDP, TFTP, FTP, NTP и UPnP™. Для предотвращения несанкционированного доступа потоки могут быть зашифрованы с использованием алгоритмов AES и SHA.

Мobicam3: референс-дизайн IP-камеры

Mobicam3 — это завершённый, готовый к воспроизводству образец IP-камеры, построенный на кодеке MG2580 (720р, H.264/M-JPEG) компании Maxim. В набор разработчика включена камера, файлы описания аппаратной части, набор средств разработки программного обеспечения (SDK) и демоверсия ПО управления охранной видеосистемой компании eInfochips. SDK компании Maxim даёт возможность быстро приступить к разработке IP-камеры. Пользователю предоставляется низкоуровневое встраиваемое ПО, дистрибутив ОС Linux, тестовые программы, примеры кода и инструментарий разработчика, что позволяет легко конфигурировать и модифицировать готовое изделие.

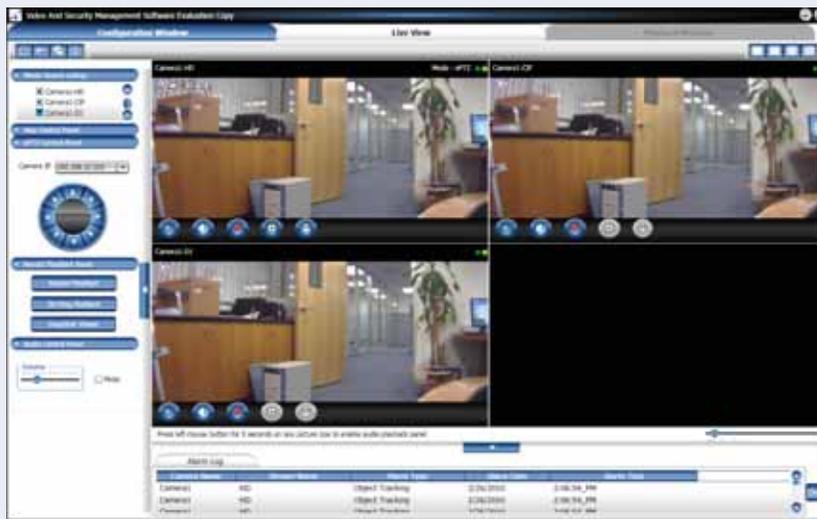
Основные параметры аппаратной части камеры

- Малый форм-фактор: 44 × 100 мм
- IP-камера построена на базе кодека MG2580 H.264
- Питание через Ethernet (PoE)
- Высококачественный объектив с посадочным местом C-типа
- Выход локального видеомонитора
- Двухнаправленное аудио
- Накопители USB и microSD™
- Опционально: плата ввода/вывода для наращивания функциональных возможностей
- Встроенные функции анализа
- Возможность удалённого обновления ПО
- Автоматическая ирисовая диафрагма
- Механический привод PTZ (RS-485)

Компьютерное ПО управления охранной видеосистемой

Референс-дизайн IP-камеры Mobicam3 поставляется с демоверсией компьютерного ПО управления охранной видеосистемой, обеспечивающего конфигурирование и просмотр поступающих с камеры медиапотоков. Полные версии программного обеспечения (в двоичном виде и исходный код) доступны при условии заключения лицензионного соглашения с компанией eInfochips. Приложение включает следующие основные функции, позволяющие быстро разработать готовую охранную систему:

- Управление несколькими камерами и просмотр поступающих с них видеоматериалов
- Запись и воспроизведение согласно заданному расписанию
- Функции анализа, включая обнаружение нарушения границ охраняемой зоны, обнаружение движения и слежение за объектом
- Регистрация событий
- Сигнал тревоги и моментальные снимки
- Электронное управление приводом PTZ



Скриншот ПО управления охранной системой: интерфейс конфигурирования нескольких камер и декодирования поступающих с них видеоданных.

Кодек H.264 высокой чёткости поддерживает многопоточные приложения с функциями анализа видеоданных

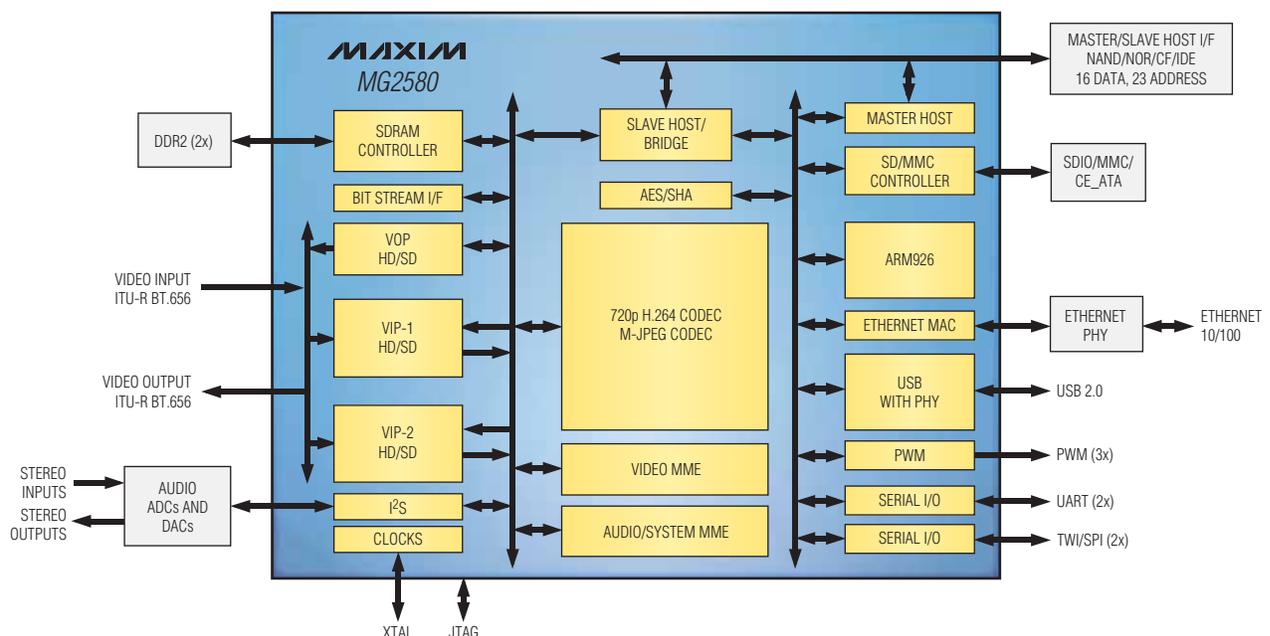
MG2580

В референс-дизайне IP-камеры Mobicam3 компании Maxim используется кодек MG2580, который обеспечивает выполнение многопоточного сжатия в формате H.264, сжатия в формате M-JPEG и шифрование видеоданных по алгоритмам AES/SHA. Он также обеспечивает выполнение функций анализа видеоданных и коммуникационных Ethernet-функций. Система на кристалле MG2580 может обеспечить одновременное сжатие в формате H.264 трёх потоков с разрешениями CIF, D1 и 720p. Также поддерживается видео в формате M-JPEG и одновременный захват видеокадров в формате JPEG.

В состав MG2580 входит полностью программируемый аудиопроцессор, имеется поддержка дуплексного G.722/AAC аудио с возможностью выбора как скорости выборки, так и скорости битовой передачи. Дуплекс обеспечивает двустороннюю голосовую связь с людьми, находящимися возле места размещения камеры. Шифрование AES и SHA выполняется с очень высокой производительностью специально выделенными для этой задачи аппаратными средствами. При декодировании аудио- и видеоданных в MG2580 участие процессора ARM9™ не требуется, что позволяет использовать его исключительно для сетевых и прикладных задач.

Преимущества

- Система высокой степени интеграции уменьшает число внешних компонентов, упрощает конструкцию и уменьшает габариты камеры
 - Интегрированные ЦПУ ARM9, Ethernet и USB
 - Аудиокодеки: G.722, AMR, AAC и MP1/2/3
 - Поддержка ePTZ
- Многопоточное кодирование видеоданных с высочайшим качеством изображения
 - Кодек H.264 (high, main и baseline) 1280 × 720p30
 - Кодек M-JPEG, до 12MP
 - Одновременное сжатие трёх потоков: H.264 с разрешением 720p, H.264 с разрешением CIF или D1 и M-JPEG
- Встроенные функции анализа уменьшают время разработки ПО
 - Обнаружение движения
 - Обнаружение нарушения границы охраняемой зоны
 - Слежение за объектом



Блок-схема MG2580.

Рекомендуемые решения

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Видеокодек			
MG2580	Видеокодек H.264 HD; система на кристалле	Кодирование в форматах H.264 и M-JPEG; процессор ARM9, Ethernet, USB, аудиокодеки (G.722, AMR, AAC, MP1/2/3)	Снижение затрат за счёт высокой интеграции системы, упрощение конструкции и уменьшение габаритов камеры
Видеодекoder			
MAX9526	Высокопроизводительный видеодекoder NTSC/PAL с низким энергопотреблением	Поддержка всех стандартов NTSC и PAL; 10-битная цифровая обработка; входной видеомультимплексор 2:1	Превосходное качество видео обеспечивает улучшенную идентификацию; конфигурирование сокращает временные затраты на проектирование
Аудиоусилители			
MAX9860	16-битный аудиокодек; моно	Одно напряжение питания 1,8 В; моно; кодек с программируемым цифровым фильтром	Готовое решение для аудиосистем в миниатюрном (4 × 4 мм) корпусе TQFN
MAX9718	Недорогой, моно, дифференциальный аудиоусилитель с выходной мощностью 1,4 Вт	Класс АВ обеспечивает великолепный коэффициент нелинейных искажений (THD+N) — ниже 0,002%	Недорогое решение; высокая точность воспроизведения
Защита интерфейсов			
Устройства защиты от электростатических разрядов			
MAX3203E...MAX3206E	Схемы защиты от электростатических разрядов для высокоскоростных интерфейсов обмена данными	Низкая ёмкость (5 пФ); 2, 3, 4 и 6 каналов; защита от электростатических разрядов ±15 кВ	Малая занимаемая площадь на плате благодаря миниатюрным корпусам UCSP™ и WLP
USB-ключ с ограничителем тока			
MAX1946	Одиночный USB-ключ с автосбросом и бланкированием	Корпус 3 × 3 мм; напряжение питания 2,7...5,5 В	Выбираемая логика управления (активный низкий/высокий логический уровень) и управляемый переход в дежурный режим обеспечивают гибкость проектирования в разных приложениях
Контроллеры PoE (питание через Ethernet)			
MAX5941/ MAX6942	Совместимые с IEEE® 802.3af контроллеры PoE-интерфейса/ШИМ для питаемых устройств (PD)	Однокристалльные решения с интегрированным PD-интерфейсом 802.3af и ШИМ; настраиваемая схема отключения при недостаточном напряжении питания (UVLO) позволяет работать с унаследованными PSE-системами; 16-выводной корпус SO	Совместимые с 802.3af PoE источники питания высокой степени интеграции, минимизация требуемой площади платы и снижение затрат
MAX5969A/MAX5969B	Совместимые с IEEE 802.3af/at контроллеры интерфейса питаемых устройств с интегрированным мощным MOSFET	Совместимость с IEEE 802.3 af/at; максимально-допустимое напряжение 100 В; упрощённый интерфейс адаптеров; 10-выводной корпус TDFN (3 × 3 мм) с улучшенным теплоотводом	Простота конструкции интерфейса питаемых устройств, которые запитываются либо через кабель Ethernet (PoE), либо от адаптера
MAX15000/MAX15001	ШИМ-контроллеры с обратной связью по току и программируемой частотой переключений	Программируемая частота переключений (до 625 кГц); цифровая схема мягкого старта исключает выбросы выходного напряжения и гарантирует его монотонное нарастание при подаче питания; 10-выводной корпус μMAX®	Позволяет реализовывать очень малогабаритные источники питания для PoE-устройств

(Продолжение на следующей странице)

Рекомендуемые решения (продолжение)

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
ИС для источников питания			
MAX8667	4-канальная микросхема РМС с двумя понижающими преобразователями и двумя низковольтными линейными стабилизаторами с низким падением напряжения	Напряжение питания 2,6...5,5 В; понижающие DC/DC-преобразователи с выходным током 1,2 А и 600 мА; корпус TQFN (3 × 3 мм); рабочая частота 1,5 МГц	Высокая частота позволяет использовать миниатюрные внешние компоненты, снижая тем самым габариты источника питания
MAX15022	Два импульсных DC/DC-преобразователя с двумя линейными стабилизаторами с низким падением напряжения	Частота переключений от 500 кГц до 4 МГц; работа в противофазе; 28-выводной корпус TQFN (5 × 5 мм)	Более простая конструкция, снижение габаритов и стоимости
MAX8635	Два стабилизатора с низким падением напряжения и выходным током 300 мА	Независимое отключение, низкое (90 мВ) падение напряжения при токе нагрузки 100 мА	Программируемое (подключением выводов) выходное напряжение упрощает конфигурирование, обеспечивает гибкость, давая возможность использовать микросхему в разных устройствах
Часы реального времени			
DS1340	Часы реального времени с интерфейсом I ² C и устройством компенсационной подзарядки батареи малым током (trickle charger)	Автоматическое переключение на резервное питание	Надёжное сохранение времени при пропадании питания
DS1390	Низковольтные часы реального времени с интерфейсом SPI™/3-Wire и устройством компенсационной подзарядки батареи малым током (trickle charger)	Автоматическое переключение на резервное питание, подача сигнала в заданное время	Надёжное сохранение времени при пропадании питания
DS1318	44-битный двоичный счётчик	Разрешение 244 мкс; счётчик может быть сконфигурирован как счётчик событий или как часы реального времени	Надёжное отслеживание событий при пропадании питания
Супервизоры			
MAX6736...MAX6745	Два/три монитора напряжения	Корпус SC70; ток потребления 6 мкА	Продляет ресурс батареи; требуется плата меньшей площади по сравнению с использованием одиночных мониторов напряжения
MAX6381...MAX6390	Один/два монитора напряжения	Напряжение питания 1,8...5 В; ток потребления 3 мкА (тип.), корпус SC70; различные варианты пороговых значений и таймаутов	Уменьшение занимаемой площади на плате благодаря миниатюрному корпусу SC70; внешние резисторы или конденсаторы не нужны
MAX16056...MAX16059	Интегральные схемы сторожевых таймеров и генерации сигнала сброса с ультранизким энергопотреблением	Потребляемый ток 125 нА; длительность сигнала сброса и таймаут сторожевого таймера подстраиваются конденсаторами	Снижение энергопотребления и увеличение срока службы батареи; использование одной микросхемы с настраиваемым таймаутом в разных приложениях
MAX16054	Контроллер кнопки (ON/OFF)	Защита от электростатических разрядов ±15 кВ; корпус SOT23; ток покоя 7 мкА	Защита от электростатических разрядов повышает надёжность; благодаря миниатюрному корпусу SOT23 занимает мало места на плате
MAX6443...MAX6452	Мониторы напряжения с увеличенной задержкой генерации сигнала сброса при ручном сбросе	Увеличенная (6 с) задержка генерации сигнала сброса; один или два входа ручного сброса	Увеличение надёжности благодаря предотвращению случайных сбросов
Датчики температуры			
MAX6613	Низковольтный аналоговый датчик температуры	Напряжение питания 1,8...5,5 В; ток потребления 13 мкА (макс.); корпус SC70	Измерение температуры при минимальном энергопотреблении
MAX6631	Низковольтный цифровой датчик температуры	Точность ±1°C в диапазоне от 0 до +70°C; ток потребления 50 мкА (макс.)	Минимизация энергопотребления
DS7505	Низковольтный прецизионный цифровой термометр и термостат	Точность ±0,5°C в диапазоне от 0 до +70°C; напряжение питания от 1,7 до 3,7 В; стандартная цоколёвка выводов, стандартные регистры	Стандартная цоколёвка выводов позволяет установить данную микросхему вместо LM75 с целью повышения точности измерений и снижения напряжения питания

Список рекомендованных компанией Maxim решений можно найти на сайте www.maxim-ic.com/IPcamera.

**Светодиодное
освещение**

Светодиодное освещение

Возрастание роли светодиодного освещения

Светоизлучающие диоды (Light-Emitting Diodes — LEDs) — быстро эволюционирующая технология, которая становится конкурентной в различных системах освещения. Светодиодное освещение, часто называемое твердотельным, используют как внутри зданий (коммерческих, промышленных и жилых), так и снаружи (освещение улиц и мест парковок), а также для архитектурной и декоративной подсветки, где светодиоды начали применять раньше всего из-за их способности излучать во всём цветовом спектре.

В течение некоторого времени светодиоды были эффективным решением для архитектурной подсветки. Сегодня светодиоды становятся основой для большинства устройств освещения благодаря ряду преимуществ по сравнению с другими источниками света:

- **Они имеют больший срок службы, чем другие источники света.** Светодиоды могут отработать 50 000 часов, тогда как ресурс ламп накаливания составляет от 1000 до 2000 часов, а компактных люминесцентных ламп (CFL — Compact Fluorescent Lamp) — от 5000 до 10 000 часов. Такой заметно больший ресурс делает светодиоды идеальным выбором для многих коммерческих и промышленных осветительных систем, где высоки трудозатраты на замену ламп.
- **Их энергоэффективность существенно выше, чем у ламп накаливания и галогенных ламп, и часто равна энергоэффективности люминесцентных ламп.** К тому же КПД светодиодов непрерывно улучшается. По прогнозам КПД белых светодиодов будет улучшена примерно на 50% в ближайшие три-четыре года.

- **Они имеют маленький форм-фактор.** Можно сделать светодиодные лампы в таких форм-факторах, как MR16 и GU10, тогда как для компактных люминесцентных ламп это невозможно.
- **Яркость их свечения можно регулировать с помощью специального драйвера.** Применение люминесцентных ламп в приложениях, требующих регулировки яркости, технически ограничено. Хотя традиционные конструкции осветительных приборов на базе светодиодов тоже сталкиваются с подобными ограничениями, инновационные драйверы светодиодов компании Maxim совместимы с симисторами и импульсными устройствами регулирования яркости.
- **Они излучают высоконаправленный свет.** В отличие от излучателей, созданных по другим технологиям, светодиоды более подходят для приложений, подобных прожекторным лампам, которые формируют узконаправленный поток света.
- **Их КПД возрастает с понижением температуры.** КПД люминесцентных ламп падает при низких температурах. Светодиоды, наоборот, идеальны для приложений, работающих в условиях низких температур, например в качестве осветительной лампы в холодильнике.
- **Очень легко изменить цвет излучаемого света.** Это делает RGB-светодиоды идеальными для применения в архитектурной подсветке и системах освещения типа Mood Lighting (освещение для настроения), в которых цвет излучаемого света должен меняться в режиме реального времени.

В итоге можно сказать, что светодиоды обладают многими преимуществами перед лампами накаливания и люминесцентными лампами. Постепенно разработчики находят новые сферы применения для светодиодных осветительных устройств, но их обсуждение заняло бы слишком много времени. В данном обзоре мы сфокусируемся только на двух областях: светодиодных эквивалентах распространённых осветительных ламп и светодиодном освещении с дистанционным управлением.

Светодиодные эквиваленты ламп предназначены для замены ламп накаливания, галогенных или люминесцентных ламп и выпускаются с такими же патронами. Эти светодиодные лампы должны соответствовать существующим форм-

факторами перед лампами накаливания и люминесцентными лампами. Постепенно разработчики находят новые сферы применения для светодиодных осветительных устройств, но их обсуждение заняло бы слишком много времени. В данном обзоре мы сфокусируемся только на двух областях: светодиодных эквивалентах распространённых осветительных ламп и светодиодном освещении с дистанционным управлением.



Светодиодная лампа PAR20. Фотография любезно предоставлена компанией LEDtronics, Inc.



LuxDot — торговая марка компании LedEngin, Inc. Фотография любезно предоставлена LEDEngin, Inc.

факторам и быть совместимыми с существующей инфраструктурой.

Светодиоды для дистанционно управляемого освещения обладают большей гибкостью, когда требуется менять яркость свечения и цвет. Более того, использование беспроводных систем дистанционного управления или управления с передачей данных по сети переменного тока содействует появлению большого числа новых областей применения светодиодов.

Светодиодные эквиваленты традиционных ламп

Мало кто будет оспаривать тот факт, что рынок светодиодных эквивалентов традиционных ламп сегодня — самая быстрорастущая область применения светодиодных осветительных устройств. Причина столь быстрого роста довольно прозрачна: для этих светодиодных аналогов не нужна новая электрическая инфраструктура (т. е., проводка, трансформаторы, регуляторы яркости и патроны), что даёт значительные преимущества светодиодной технологии.

Встраивание светодиодных ламп в существующую инфраструктуру требует от разработчиков решения двух принципиальных проблем:

1. **Форм-фактор.** Светодиодные лампы должны соответствовать форм-фактору прежнего заменяемого источника света.
2. **Электрическая совместимость.** Светодиодные лампы должны работать корректно и без мерцаний в существующей электрической инфраструктуре.

Обсудим вышеуказанные проблемы поочередно.

Встраивание в существующий форм-фактор

Существующий форм-фактор накладывает на конструкцию светодиодной лампы как физические (т. е., плата драйвера должна быть

достаточно малой), так и тепловые ограничения. Эти ограничения сами по себе представляют проблему при создании конструкции лампы-замены (например, форм-факторы PAR, R и A). И эту проблему, в частности, тяжело решить в случае малых форм-факторов, таких как MR16 и GU10.

Размеры важны при конструировании лампы-замены, но зачастую более критичными являются тепловые ограничения. Светодиоды излучают только видимый свет, они не испускают энергию в виде инфракрасного излучения, как другие источники света. Таким образом, хотя энергетическая эффективность светодиодов выше, чем у ламп накаливания или галогенных ламп, они рассеивают гораздо больше выделяемого тепла посредством теплопроводности.

Рассеяние тепла — это также основной фактор, ограничивающий световой поток, который может произвести лампа. Современные светодиодные технологии едва ли в состоянии достичь уровня яркости, приемлемого для основного рынка. Для разработки коммерчески успешных изделий необходимо преодолеть ограничения по яркости и, следовательно, по отводу тепла.

С проблемой рассеяния выделяющегося тепла логически связан вопрос срока службы драйверной платы. Чтобы излучать больше света, лампа должна работать при довольно высоких температурах (+80...+100°C). При таких температурах ресурс драйверной платы может стать ограничением

для всей лампы. Самой большой проблемой, в частности, являются электролитические конденсаторы. Поскольку при таких температурах они быстро высыхают, то срок службы этих конденсаторов не превысит нескольких тысяч часов, и они станут ограничивающим фактором для всей лампы. Поскольку главным маркетинговым преимуществом светодиодных ламп является их долговечность, то проблема относительного небольшого срока службы электролитических конденсаторов становится одной из основных проблем для разработчиков ламп.

Компанией Maxim разработаны уникальные решения для светодиодных эквивалентов ламп, работающих от переменного напряжения 120/230 и 12 В. В этих решениях электролитические конденсаторы на плате не нужны. Это увеличивает срок службы ламп в среднем от 10 000 до 90 000 часов. Отсутствие электролитических конденсаторов также ведёт к уменьшению габаритов схемы, поэтому плата драйвера может быть установлена в светодиодные лампы, предназначенные для замены традиционных ламп с малыми форм-факторами.

Согласование с электрической инфраструктурой

Светодиодные лампы должны корректно работать в существующих системах освещения, в которых используются устройства регулировки яркости с фазовым управлением (симисторы или импульсные регуляторы) и электронные трансформаторы. Между лампой

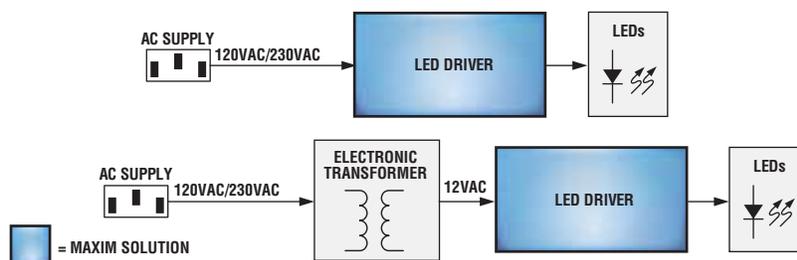


Схема включения лампы с питанием от сети переменного тока (сверху) и лампы MR16 (снизу). Список рекомендованных компанией Maxim решений для светодиодных систем освещения можно найти на сайте www.maxim-ic.com/lighting.

и сеть переменного напряжения 120/230 В может стоять регулятор яркости, выполненный на симисторе. Такие регуляторы спроектированы для работы с лампами накаливания или галогенными лампами, которые представляют собой полностью резистивную нагрузку. Драйвер в эквивалентной светодиодной лампе, вообще говоря, не является чисто резистивной нагрузкой, к тому же он отличается весьма нелинейной характеристикой. Через стоящий на его входе мостовой выпрямитель проходят короткие, мощные броски тока в моменты, когда волна входного переменного напряжения достигает положительного или отрицательного максимума. Такое поведе-



ние драйвера светодиодной лампы не даёт регулятору на симисторе правильно работать, поскольку не обеспечивается ни требуемый стартовый ток, ни ток удержания. В результате регулятор либо некорректно включается, либо отключается в процессе работы, а светодиодная лампа мерцает неприемлемым образом.

Для ламп, рассчитанных на переменное напряжение 12 В, ситуация ещё более сложна, потому что лампа может подключаться к сети через электронный трансформатор и импульсный регулятор яркости. И опять же, светодиодная 12-В лампа, в драйвере которой используется традиционный мостовой выпрямитель и DC/DC-преобразователь, мерцает из-за несовместимости с трансформатором и регулятором яркости.

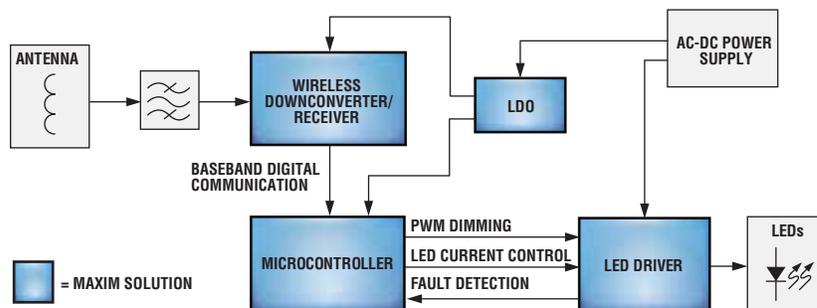
В решениях компании Maxim для светодиодных ламп, рассчитанных на переменное напряжение

120/230 или 12 В, используется одноступенчатое преобразование. Эти решения совместимы с электронными трансформаторами и регуляторами яркости на симисторах или на импульсных преобразователях благодаря специальному формированию входного тока. Поэтому лампа не будет мерцать даже в том случае, если с помощью регулятора устанавливается режим пониженной яркости. Для ламп с форм-фактором MR16 такого не обеспечивает ни одно другое решение. Этой возможностью обладает лишь небольшое число решений для ламп с форм-факторами PAR, R и A. Дополнительно, разработанные компанией Maxim решения обеспечивают коэффициент мощности на уровне 0,9, и для них требуется лишь очень небольшое число внешних компонентов. Электролитические конденсаторы не нужны, что значительно увеличивает срок службы драйверной платы, работающей при высоких температурах. И в решении на

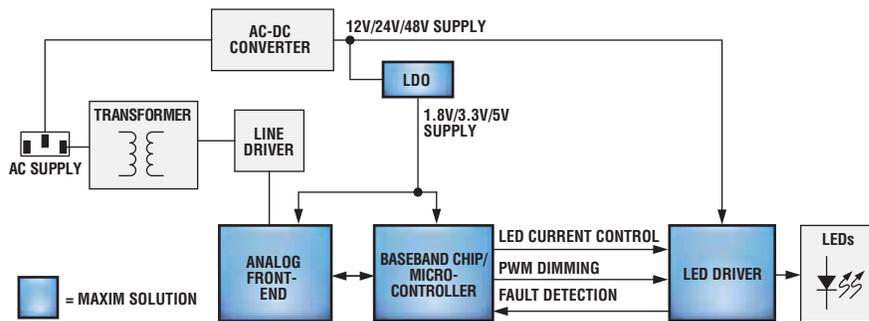
120/230 В, и в решении на 12 В используется интегральная схема MAX16834. Оба решения обладают вышеуказанными достоинствами и доступны как в виде оценочных образцов, так и для серийных поставок. Они запатентованы компанией Maxim, которая является их единственным поставщиком.

Системы освещения с дистанционным управлением для улиц, парковок и помещений

Как говорилось выше, светодиодные лампы предоставляют разработчикам больше творческого простора, поскольку позволяют регулировать яркость и менять цвет свечения. Такие возможности делают их идеальными для применения в архитектурной подсветке, в системах внутреннего освещения, а также в регулируемых энергосберегающих системах уличного освещения. Для всех этих приложе-



Блок-схема типовой системы освещения с беспроводным дистанционным управлением.



Блок-схема типовой системы освещения с дистанционным управлением по линиям электросети.

Список рекомендованных компанией Maxim решений для светодиодных систем освещения можно найти на сайте www.maxim-ic.com/lighting.

ний нужна технология дистанционного управления яркостью светодиодных ламп. Чтобы приложение имело успех на рынке, затраты на модернизацию инфраструктуры для перевода систем освещения на новые светодиодные технологии должны быть минимизированы. Неудивительно, что решения, которые позволят использовать существующую инфраструктуру без её переделки, вероятно, станут первыми кандидатами для проникновения на рынок.

По оценкам, при переходе на светодиодное освещение с дистанционным управлением наиболее затратным делом будет прокладка проводов управления светодиодными лампами. К счастью, есть две технологии, которые позволяют отказаться от столь дорогой модернизации: светодиодными лампами можно управлять посредством беспроводной связи или через существующую сеть переменного напряжения, используя технологию PLC (Power Line Communication — связь по проводам электрической сети).

Технология PLC позволяет передавать сигналы управления на большие расстояния, но это может оказаться проблематичным, если на пути прохождения потока данных по сети переменного тока встречаются прерыватели или трансформаторы. В то же время для беспроводной связи такой проблемы не существует, но расстояние, на которое могут быть переданы управляющие сигналы, может оказаться ограниченным, если для этих целей используются свободные частотные диапазоны. Иногда наилучшим решением является совмещение этих двух технологий: связь по проводам электросети для устройств, которые не разделены между собой трансформаторами, и беспроводная связь как способ обойти трансформаторы.

Основные проектные требования к системам светодиодного освещения с дистанционным управлением таковы:

- **Расстояние.** Этот параметр определяется приложением. Для системы освещения внутри помещения достаточны расстояния порядка 30 м. В случае уличного освещения может потребоваться связь на расстоянии до нескольких километров.
- **Низкое энергопотребление.** Важное маркетинговое преимущество светодиодных ламп — их высокая энергетическая эффективность. Важно, чтобы при выключенном освещении светодиодная лампа потребляла как можно меньше энергии, а активна была бы только коммуникационная схема.
- **Скорость обмена данными.** Для некоторых приложений, в которых дистанционно осуществляется управление яркостью свечения и, возможно, считывание информации о вероятных ошибках, требуются достаточно низкие скорости обмена (например, несколько Кбит/с). Однако для архитектурной подсветки порой могут потребоваться высокие скорости обмена данными — сотни Кбит/с. В качестве примера можно привести системы художественного динамического светового оформления каркасов зданий (wall-washer), в которых управление множеством ламп осуществляется по единой шине, при этом цвет излучения ламп непрерывно меняется.
- **Низкая стоимость.** Это требование относится к большинству систем освещения.

В состав ламп с дистанционным управлением часто входит микроконтроллер. Это может быть отдельный компонент, или конт-

роллер может быть интегрирован в какую-либо другую интегральную схему. Если не используется сложный коммуникационный протокол со сложным стекком (например, ZigBee®), то обычно вполне достаточно базового микроконтроллера. К его задачам обычно относят декодирование коммуникационного протокола, генерация сигналов управления яркостью для драйвера светодиодной лампы, считывание информации об ошибках и управление световыми эффектами (например, театральное затемнение).

Для организации беспроводной связи в системах освещения компания Maxim предлагает приёмник MAX1473 и передатчик MAX1472. Эти изделия позволяют организовать внутри помещений обмен данными в свободных частотных полосах в диапазоне от 300 до 450 МГц и на расстояниях до 30...50 м. А недорогой микроконтроллер MAXQ610 обеспечит выполнение всех требуемых функций.

Для организации обмена данными по электросети решение компании Maxim включает микросхему аналогового интерфейса (AFE) MAX2991 и сигнальный (baseband) процессор MAX2990. Эти устройства составляют чипсет передатчик/приёмник данных для обмена по электросети. При этом возможна передача данных на расстояния до 10 км со скоростью до 100 Кбит/с. Эти параметры делают данный чипсет идеальным выбором для систем уличного освещения.

Для управления яркостью свечения на управляющие входы драйвера светодиодной лампы подаётся ШИМ-сигнал. Для его формирования в MAX2990 интегрирован микроконтроллер, что исключает необходимость в отдельной микросхеме, генерирующей такой ШИМ-сигнал.

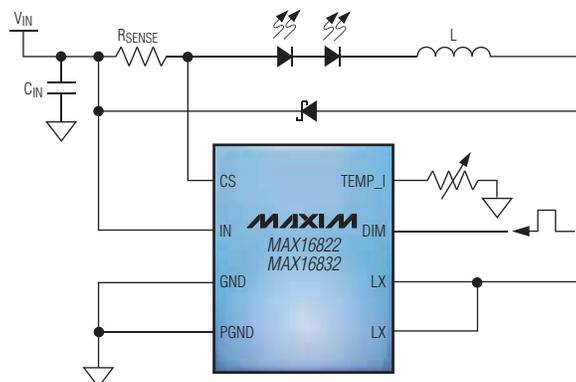
Драйверы светодиодов промышленного исполнения уменьшают число внешних компонентов

MAX16822/MAX16832

MAX16822/MAX16832 — драйверы светодиодов высокой яркости с выходным током до 1 А или 500 мА, рассчитанные на высокие входные напряжения и работающие в режиме понижающего преобразователя. Стабилизация тока осуществляется по гистерезисной схеме, поэтому нет необходимости в цепях коррекции. Для работы драйверам требуется лишь несколько внешних компонентов, что значительно снижает затраты на приобретение комплектующих и уменьшает занимаемую площадь на печатной плате по сравнению с другими решениями. В микросхемы интегрирован ключевой полевой транзистор и имеется аналоговый вход управления яркостью с нелинейной характеристикой, что позволяет организовать обратную связь для тепловой защиты.

Преимущества

- **Малое количество внешних компонентов и низкие затраты на комплектующие**
 - Гистерезисное управление током исключает необходимость во внешней компенсации
 - Интегрированный ключевой MOSFET: выходной ток до 1 А (MAX16832) или до 500 мА (MAX16822)
 - Входной конденсатор малой ёмкости (1 мкФ)
- **Микросхемы промышленного назначения идеальны для жёстких условий работы**
 - Диапазон входных напряжений 6,5...65 В совместим со стандартными входными напряжениями 12/24/48 В; устойчивость к броскам входного напряжения
 - Диапазон рабочих температур: $-40...+125^{\circ}\text{C}$
 - Способность работать при высоких температурах окружающей среды благодаря 8-выводному корпусу SO-EP (MAX16832) с высокой теплоотдачей
 - Наличие входа обратной связи позволяет защитить светодиоды от перегрева



Типовая схема включения MAX16822/MAX16832.

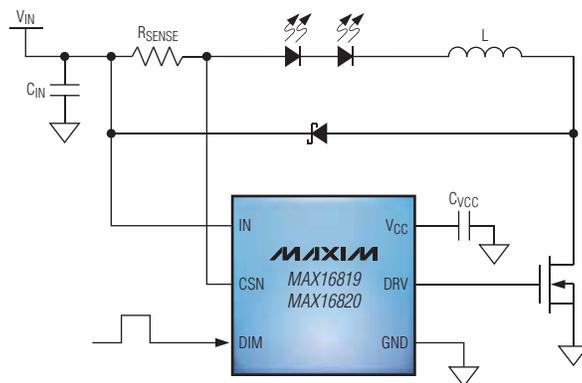
Драйверы светодиодов высокой яркости снижают затраты на комплектующие

MAX16819/MAX16820

MAX16819/MAX16820 — драйверы светодиодов высокой яркости, работающие в режиме понижающего преобразователя. В приложениях с токами свыше 1 А драйверы используются с внешним ключевым полевым транзистором. Стабилизация тока осуществляется по гистерезисной схеме, поэтому нет необходимости в цепях коррекции. Для работы драйверам требуется лишь несколько внешних компонентов, они недороги и выпускаются в миниатюрном корпусе (3 × 3 мм). Эти надёжные устройства предназначены для работы в жёстких промышленных условиях.

Преимущества

- **Малое количество внешних компонентов и низкие затраты на комплектующие**
 - Гистерезисное управление током исключает необходимость во внешней компенсации
 - Простые, недорогие микросхемы
- **Идеальны для приложений с ограниченной площадью печатной платы**
 - Миниатюрный, 3 × 3 мм, 6-выводной корпус TDFN
- **Микросхемы промышленного назначения идеальны для жёстких условий работы**
 - Диапазон входных напряжений: 4,5...28 В
 - Диапазон рабочих температур: -40...+125°C



Типовая схема включения MAX16819/MAX16820.

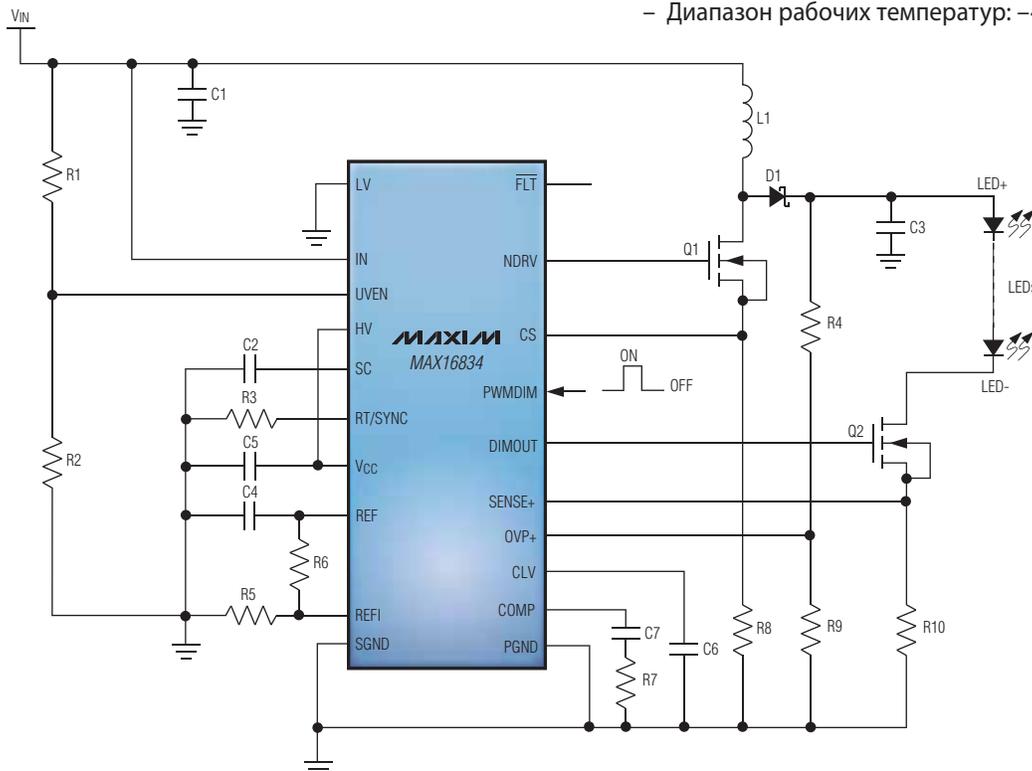
Универсальный драйвер светодиодов высокой яркости обеспечивает идеальную интенсивность освещения в условиях сильно меняющейся естественной освещённости

MAX16834

MAX16834 — универсальный драйвер светодиодов высокой яркости, который может работать в режиме повышающего, понижающего, понижающе-повышающего, SEPIC и обратноходового преобразователей. Для стабилизации тока светодиодов используется обратная связь по току. Наличие в составе микросхемы драйвера управления проходным полевым транзистором позволяет регулировать яркость методом широтно-импульсной модуляции (ШИМ) в диапазоне 3000:1. Непревзойдённая гибкость этой микросхемы используется в патентованных решениях компании Maxim для светодиодных ламп в форм-факторе MR16 и светодиодных ламп в форм-факторах PAR, R, A и GU10, работающих от сети переменного тока.

Преимущества

- **Идеальный драйвер для приложений с сильно меняющейся естественной освещённостью**
 - Широкий диапазон ШИМ-регулировки яркости: до 3000:1 при частоте 200 Гц
- **Высокая гибкость — одна микросхема может работать в самых разных приложениях, что уменьшает складскую номенклатуру**
 - Понижающе-повышающая, повышающая, SEPIC, обратноходовая и понижающая (с ключом в верхнем плече) конфигурация
 - Аналоговый и ШИМ-входы управления яркостью
 - Непревзойдённая гибкость микросхемы используется в патентованных решениях компании Maxim для светодиодных ламп в форм-факторе MR16 и для ламп, работающих от сети переменного тока
- **Изделие промышленного назначения — отказоустойчивое решение для работы в жёстких условиях**
 - Защита от короткого замыкания и обрыва в цепи светодиодов
 - Диапазон рабочих температур: $-40...+125^{\circ}\text{C}$



Типовая схема включения MAX16834.

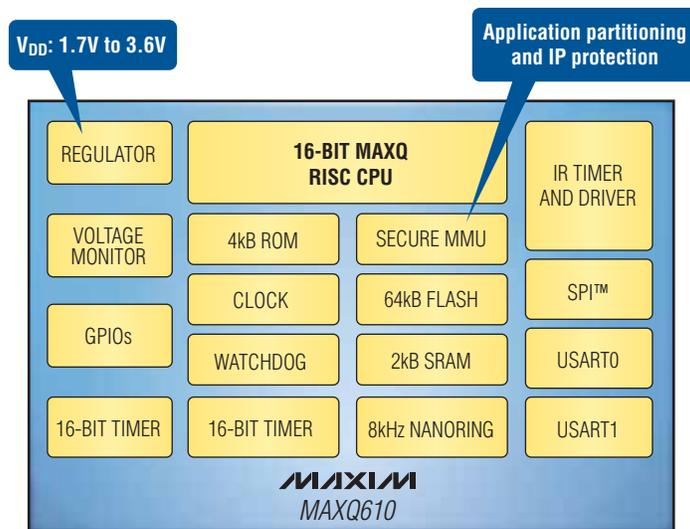
16-битный микроконтроллер MAXQ® существенно увеличивает срок службы батареи в портативном оборудовании

MAXQ610

Микроконтроллер MAXQ610 разработан для использования в недорогих, высокопроизводительных приложениях с батарейным питанием. Этот 16-битный RISC-микроконтроллер характеризуется ультранизким энергопотреблением и широким диапазоном рабочих напряжений (вплоть до 1,7 В), что обеспечивает длительный срок эксплуатации батареи. Функции защиты от копирования и защищённый блок управления памятью (MMU) позволяют вам защитить свою интеллектуальную собственность.

Преимущества

- **Ультранизкий ток питания минимизирует энергопотребление**
 - Активный режим: 3,75 мА на частоте 12 МГц
 - Режимы останова: 200 нА (тип.), 2,0 мкА (макс.)
- **Защищённый блок управления памятью поддерживает несколько уровней привилегий, защищает программу от неавторизованного доступа**



Блок-схема MAXQ610.

Рекомендуемые решения

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Питание светодиодов			
MAX16822	500 мА; понижающий, импульсный драйвер со встроенным MOSFET	Входное напряжение от 6,5 до 65 В; ограничение тока светодиодов при перегреве; малое число внешних компонентов	Маленькая площадь печатной платы, низкие затраты на комплектующие
MAX16832	1 А; понижающий, импульсный драйвер со встроенным MOSFET	Входное напряжение от 6,5 до 65 В; ограничение тока светодиодов при перегреве; малое число внешних компонентов	Маленькая площадь печатной платы; корпус, способный рассеивать большое количество тепла, уменьшает необходимость установки радиатора
MAX16820	Понижающий импульсный драйвер	Внешний полевой транзистор; выходной ток свыше 1 А; нет необходимости в компенсационной схеме	Гибкость, небольшое число внешних компонентов
MAX16834	Повышающий или понижающе-повышающий драйвер	Встроенный драйвер полевого транзистора ШИМ-регулирующего яркости; аналоговый вход управления яркостью	Диапазон регулировки яркости 3000:1; поддержка нескольких конфигураций преобразователя; идеален для приложений с управлением яркостью с помощью симистора
MAX16826	Программируемый, 4-канальный драйвер светодиодов высокой яркости с интегрированным DC/DC-контроллером	4 канала, диапазон входных напряжений 4,75...24 В, ток одного канала до 300 мА; интерфейс I ² C	Легко управлять с помощью микроконтроллера
Линейные стабилизаторы с малым падением напряжения (LDO-стабилизаторы)			
MAX6765... MAX6774	Высоковольтные линейные стабилизаторы с низким током покоя	Малый ток покоя (31 мкА); широкий (4...72 В) диапазон входных напряжений; сброс (RESET) активным низким уровнем с фиксированными или подстраиваемыми порогами; миниатюрный (3 × 3 мм) корпус TDFN с улучшенными тепловыми характеристиками (мощность рассеяния до 1,9 Вт)	Низкий ток покоя способствует снижению энергопотребления
Микроконтроллер			
MAXQ610	16-битный микроконтроллер с низким энергопотреблением	Диапазон напряжений питания от 1,7 до 3,6 В; до 32 линий ввода/вывода общего назначения; таймер выхода из режима «сна»	Увеличение срока службы батареи; низкая стоимость
Контроллеры обмена данными по электросети (PLC)			
MAX2990	PLC-модем на базе OFDM (ортогональное частотное разделение сигналов), диапазон частот от 10 до 490 кГц	Объединяет физический уровень (PHY) и контроллер доступа к среде передачи данных (MAC), чтобы обеспечить скорость обмена данными по линиям электропередачи до 100 Кбит/с	Высоконадежный обмен данными
MAX2991	Интегральный приёмник аналогового интерфейса (AFE) для PLC	Оптимизирован для работы с MAX2990; встроенный полосовой фильтр; усилитель с регулируемым усилением и 10-битный АЦП для линии Rx	Приёмник с высокой чувствительностью для обеспечения связи на большие расстояния
Радиочастотные ИС			
MAX1472	300...450 МГц, низкое энергопотребление, кварц, передатчик амплитудноманипулированных (ASK) сигналов	Кварц, низкое энергопотребление, корпус 3 × 3 мм	Превосходные характеристики; большой ресурс батареи; компактность
MAX1473	300...450 МГц, приёмник амплитудноманипулированных (ASK) сигналов с автоматической регулировкой усиления (APU)	Высокая чувствительность и автоматическая регулировка усиления, корпус 5 × 5 мм; однополярное питание	Связь на большие расстояния; низкая стоимость решения; компактность

Список рекомендованных компанией Maxim решений для светодиодных систем освещения можно найти на сайте www.maxim-ic.com/lighting.

Светодиодное освещение

Светодиодное освещение

Согласование, калибровка и подстройка

Электронная калибровка: точность, безопасность и доступность технологического оборудования

Мы требуем безопасности на наших фабриках. Покупателям нужны качественные товары, что требует точного технологического оборудования. В то же время оборудование должно иметь разумную цену. Как производителям удаётся поставлять «совершенное» оборудование за разумную цену? Ответ заключается в одном слове: *калибровка*. Электронная калибровка позволяет удалённо калибровать и тестировать устанавливаемые в местах эксплуатации приборы (field devices), такие как датчики, клапаны и исполнительные устройства. Все эти приборы, а также программируемые логические контроллеры (ПЛК) имеют ограниченные габариты, поэтому очень важно, чтобы устройства электронной калибровки имели небольшие размеры.

Все реальные компоненты, как механические, так и электронные, имеют технологические допуски. Чем больше величина допуска, тем дешевле (доступнее) компонент. Когда компоненты собираются в систему, их индивидуальные допуски суммируются, давая в итоге общий допуск системы. При надлежащем проектировании схем настройки и калибровки возможна коррекция системного допуска, что позволяет делать оборудование безопасным, точным и доступным по цене.

Во многих случаях калибровка может снизить затраты. Она может помочь избавиться от производственных допусков или использоваться для применения менее дорогих компонентов, сокращения времени тестирования, повышения надёжности, увеличения степени удовлетворения покупателей, снижения числа возвратов изделий от заказчиков, снижения затрат на гарантийное обслуживание и ускорения поставок заказанных изделий.

При заводской настройке механические потенциометры всё чаще заменяют на устройства калибровки и потенциометры с цифровым управлением. Такой цифровой подход приводит в результате к более высокой надёжности и повышенной безопасности обслуживающего оборудования персонала. Повышенная функциональная надёжность оборудования может снизить остроту вопроса об ответственности за потери, вызванные внеплановыми простоями оборудования. Другой плюс — сокращение времени испытаний и расходов на исключение ошибок, обусловленных человеческим фактором. Автоматическое испытательное оборудование может проводить испытания быстро и точно, раз за разом. К тому же, цифровые устройства нечувствительны к пыли, грязи и влаге, которые могут приводить к поломкам механических потенциометров.

Можно выделить три большие области проведения испытаний и калибровки: испытания изделий на заключительном этапе их производства, периодическое самотестирование и непрерывный мониторинг с подстройкой параметров. На практике они используются как вместе, так и по отдельности.

Компенсация технологических допусков компонентов с помощью калибровки на заключительном этапе производства

При калибровке, выполняемой на заключительной стадии производства, проводится коррекция ошибок, причиной которых являются суммарные технологические допуски многих компонентов. Для калибровки устройства, чтобы оно соответствовало спецификациям производителя, может потребоваться выполнение одной или нескольких настроек.

Представим, что в нескольких схемах какого-то оборудования используются резисторы с пятипроцентным допуском. При проектировании мы провели расчёт схем и выполнили тестирование методом Монте-Карло. То есть, мы случайным образом меняли значения резисторов в пределах их допусков, чтобы исследовать их влияние на выходной сигнал. Результатом расчёта стало семейство графиков, отражающих ошибки, соответствующие наихудшим случаям, вызванным допусками резисторов. Зная всё это, нами было принято решение делать схемы такими, какие они есть, а далее просто подстроить смещение и размах (усиление) выходного сигнала, так чтобы добиться соответствия спецификации на систему, при проведении испытаний на заключительном этапе производства. Таким образом, на заключительных испытаниях мы проводим измерения, и у нас есть человек, который, используя два механических потенциометра, устанавливает размах и смещение выходного сигнала. Калибровка выполнена, но решили ли мы проблему, замаскировали её или внесли ещё большую неопределённость?

Опытным технологам известно, что человеческий фактор — это вполне реальная проблема. Непреднамеренная ошибка может расстроить самые благие намерения. Заставлять человека выполнять скучную, повторяющуюся работу — значит напрашиваться на неприятности. Лучше всего автоматизировать такую задачу. Электрически настраиваемые устройства калибровки позволяют быстро проводить испытания, что улучшает повторяемость, снижает затраты и повышает безопасность оборудования за счёт исключения человеческого фактора.

Повышение надёжности и долговременной стабильности с помощью самотестирования при подаче питания и непрерывной или периодической калибровки

Технологические допуски компенсируются калибровкой при проведении испытаний на заключительной стадии производства, и эти данные используются при подаче питания на систему. Параметры окружающей среды на месте эксплуатации также приводят к необходимости тестирования и калибровки. К возникновению отклонений смещения и размаха выходного сигнала приводят такие факторы, как окружающие температура и влажность, а также старение компонентов схемы (временной дрейф). В память некоторых схем заносят контрольную или усреднённую информацию, которую можно периодически обновлять. Эти факторы принимаются во внимание, когда проводится самотестирование схемы при подаче питания и при периодическом или непрерывном тестировании. Тестирование, проводимое в процессе эксплуатации, может быть простым, например измерение температуры с соответствующими компенсационными мероприятиями, или более сложным.

В состав многих изделий входит встроенный микропроцессор, который может быть полезен при калибровке. Например, показания весов можно настроить так, чтобы исключить вес упаковки взвешиваемого продукта, скажем, пластиковой коробки или стеклянного сосуда. Вычитание веса упаковки (тары) из общего веса (брутто) необходимо для аккуратного измерения на весах чистого веса (нетто). Поскольку вес упаковки может со временем меняться из-за производственных изменений или из-за смены поставщиков, желательно время от времени обновлять данные о весе тары или контейнера.

В качестве другого примера можно привести ключ, который закорачивает вход усилителя на землю для измерения напряжения смещения на выходе. Это может делаться во время самотестирования при подаче питания с целью компенсации дрейфа, вызванного старением компонентов. Или это может делаться периодически для компенсации температурного дрейфа. Если температурный дрейф предсказуем и обладает свойством повторяемости, то микропроцессор может помочь при тестировании, измеряя температуру и управляя устройством калибровки без использования обратной связи.

Отклонение коэффициента усиления в системе можно откалибровать, подключив сигнал с известными параметрами к входному каскаду и измерив уровень выходного сигнала. Это делается при подаче питания или периодически, во время перерывов в работе.

Калибровочные ЦАП и потенциометры обеспечивают точную автоматическую настройку

Калибровочные цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) и цифровые потенциометры обладают уникальными свойствами, которые позволяют проводить с их помощью согласование, настройку и калибровку. Первое преимущество — наличие энергонезависимой памяти, которая автоматически восстанавливает калибровочные установки при подаче питания. На **Рис. 1** показано второе преимущество: возможность задавать шаг калибровки и диапазон подстраиваемого параметра, что улучшает производственную безопасность.

На обычные ЦАП можно подать только одно опорное напряжение (V_{REF}), которое определяет верхнюю границу рабочего диапазона ЦАП. Нижняя граница рабочего

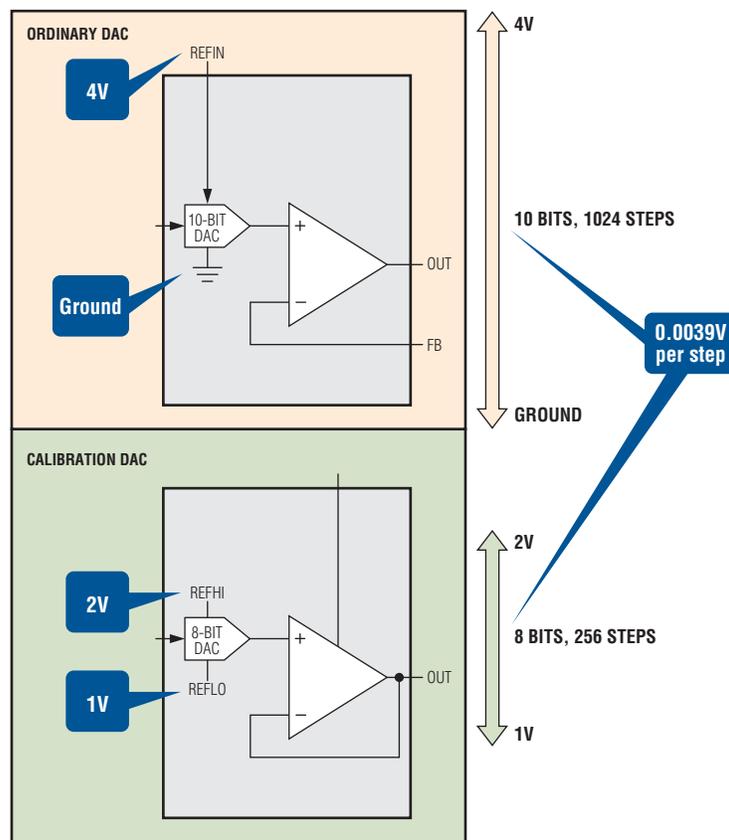


Рис. 1. Сравнение диапазонов калибровки обычного и калибровочного ЦАП.

диапазона ЦАП представляет собой фиксированное напряжение, обычно это земля. При подстройке вблизи середины рабочего диапазона (между V_{REF} и землёй) большая его часть игнорируется и не используется, а величина шага чётко распределена по всему диапазону. Например, при $V_{REF} = 4$ В для 10-битного ЦАП получаем шаг, равный 0,0039 В. Для технологического оборудования критически важным является исключение всех ошибок, которые могут повлиять на его безопасность. Удаление неиспользуемого диапазона подстройки исключает всякую вероятность того, что схема может оказаться сильно расстроенной.

В случае калибровочных ЦАП и цифровых потенциометров можно для верхней и нижней границ диапазона брать произвольные напряжения, тем самым устраняя избыточный диапазон подстройки. На **Рис. 1**, к примеру, нижнее напряжение выбрано равным 1 В, а верхнее — 2 В. Чтобы в диапазоне от 1 до 2 В получить шаг 0,0039 В, необходим всего лишь недорогой 8-битный прибор. К тому же это повышает безопасность, исключая любую вероятность того, что схема может оказаться сильно расстроенной. Верхняя и нижняя границы калибровочного ЦАП произвольны, и поэтому можно обеспечить центрирование диапазона, в котором требуется проводить калибровку схемы. Если анализ допусков для схемы показывает, что для калибровки необходим диапазон от 1,328 до 1,875 В, то именно он и может быть принят. 256-шаговый прибор даст разрешение 0,00214 В. Таким образом, разрешение подстройки может быть оптимизировано для каждого конкретного приложения.

Замена механических потенциометров полностью электронными эквивалентами: снижение стоимости и увеличение точности

В промышленных системах настраиваемые приборы с циф-

ровым управлением обладают несколькими преимуществами по сравнению с их механическими аналогами. Самое большое преимущество — меньшая стоимость. Оборудование автоматического тестирования может раз за разом выполнять точную калибровку, тем самым исключая значительные затраты, связанные с ручной настройкой, выполняемой людьми, которые склонны допускать ошибки. К тому же, цифровые потенциометры позволяют проводить периодическое тестирование с большей частотой или в течение более длительного срока службы оборудования, так как они могут гарантировать 50 000 циклов записи. Самые лучшие механические потенциометры выдерживают не более лишь нескольких тысяч операций настройки.

Другие преимущества в сравнении с механическими потенциометрами — универсальность размещения и размеры. Цифровые потенциометры могут быть установлены на печатной плате непосредственно в тракте прохождения сигнала, т. е. именно там, где они и нужны. В противоположность этому, в случае механических потенциометров может понадобиться обеспечить к ним доступ человека, что, в свою очередь, может потребовать использования длинных дорожек на печатных платах или коаксиальных кабелей. В чувствительных схемах ёмкость, временные задержки или слабая помехозащищённость этих кабелей может привести к ухудшению технических параметров оборудования.

Цифровые потенциометры также лучше сохраняют калибровочные данные, тогда как сопротивление механических потенциометров может слегка изменяться даже после того, как их залили фиксирующим составом. Скользящий контакт будет сдвигаться по мере ослабления натяжения пружины, при изменении температуры или под воздействием вибрации при перевозке оборудования. Все эти факторы не оказывают никакого влияния на калибровочные данные, хранимые

в цифровых потенциометрах.

Для повышения степени безопасности можно воспользоваться однократно программируемыми (ОТР — One-Time Programmable) цифровыми потенциометрами. В них постоянно хранятся однажды записанные калибровочные значения, что не даёт оператору возможность проводить дальнейшую подстройку. Для изменения калибровочного значения требуется физическая замена однократно программируемого цифрового потенциометра. Существуют специальные модели однократно-программируемых цифровых потенциометров, которые при сбросе по питанию всегда возвращаются к сохранённому в них значению, но в то же время позволяют операторам делать ограниченную подстройку по своему усмотрению.

Прецизионные источники опорного напряжения для цифровой калибровки

Измерения показаний датчиков и напряжений с помощью прецизионных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) хороши ровно настолько, насколько хороши используемые для сравнения источники опорного напряжения (ИОН). Аналогично, выходные управляющие сигналы точны ровно настолько, насколько точны опорные напряжения, прикладываемые к ЦАП, усилителям или кабельным передатчикам.

Обычные источники питания не годятся для работы в качестве прецизионных ИОН. Точность типичного источника питания составляет всего лишь 5...10%. Их выходное напряжение изменяется с изменением нагрузки и входного напряжения, и у них довольно высокий уровень шумов.

Доступны и просты в использовании компактные, маломощные, малозащумящие и обладающие низким температурным дрейфом ИОН. К тому же, в некоторых из них имеются встроенные датчики температуры, помогающие отслеживать изменения окружающей среды.

В целом, существует три типа серийных калибровочных ИОН, каждый из которых обладает своим уникальным набором преимуществ для различных промышленных приложений. Наличие выбора серийно выпускаемых ИОН даёт разработчикам возможность оптимизировать и калибровать свои прецизионные схемы.

Первый тип ИОН обеспечивает небольшой диапазон подстройки: обычно от трёх до шести процентов. Это является преимуществом для схем настройки усиления в промышленных системах формирования изображений. К примеру, связка из видеоЦАП и подстраиваемого ИОН позволяет точно настроить общее усиление системы простой подстройкой опорного напряжения.

Второй тип — подстраиваемые ИОН, которые допускают подстройку в широком диапазоне (например, от 1 до 12 В). Это является преимуществом для эксплуатируемых в полевых условиях приборов, в состав которых входят датчики с большими допусками, и которым приходится работать с нестабильным питанием. Например, портативным приборам, предназначенным для проведения ремонта и технического обслуживания, приходится работать от батарей, автомобильных аккумуляторов или аварийных электрогенераторов.

В состав третьего типа ИОН, называемого E²CRef, входит запоминающее устройство, позволяющее

посредством подаваемой через специальный вывод команды устанавливать любое напряжение между 0,3 В и $[V_{IN} - 0,3 \text{ В}]$, а затем неограниченно долго удерживать его на выходе. Опорные источники E²CRef хорошо подходят для тестового и контрольного оборудования, в котором необходимо задавать базовые значения или пороги срабатывания предупреждающей сигнализации.

На **Рис. 2** показаны преимущества использования E²CRef-источников на производстве. В этом примере производитель источников питания использует E²CRef для создания доступных источников питания, которые сохраняют настройки, установленные при тестировании на заключительной стадии изготовления. Производитель изготавливает настраиваемый источник питания и помещает его на склад. После того, как приходит заказ от покупателя, перед доставкой выходное напряжение настраивается системой автоматического тестирования.

Производитель источников питания, проводя калибровку на этапе заключительных испытаний, получает сразу две выгоды. Во-первых, он снижает затраты, используя компоненты с большими допусками, поскольку калибровка корректирует суммарное отклонение. Во-вторых, он ускоряет поставку источника заказчику, настраивая стандартное изделие индивидуально под конкретные требования.

Исполнение заказа точно в срок сегодня важно, как никогда ранее,

поскольку порой сами заказы можно получить только при условии быстрой поставки. Если конкуренту не удалось вовремя выполнить заказ, а это сделали вы, то можно ожидать повторных заказов. К тому же, увеличение складского оборота ведёт в итоге непосредственно к росту итоговой прибыли.

Закключение

Калибровка — средство установки конечных параметров изделия. У реальных устройств есть технологические отклонения (допуски), которые могут быть нивелированы калибровкой во время испытаний на финальной стадии производственного процесса с помощью внешнего тестового оборудования лабораторной точности. Из-за дрейфа, причиной которого могут быть изменения условий работы, таких как температура или влажность, или старение компонентов, требуется калибровка во время эксплуатации. Электронно-настраиваемые калибровочные компоненты обеспечивают быстрое проведение эксплуатационной калибровки, включая самотестирование при подаче питания и непрерывную или периодическую калибровку. Периодическая калибровка может также включать калибровку с помощью верифицированного стандартного лабораторного измерительного оборудования. Электронная калибровка помогает нам достичь нашей цели: она позволяет иметь доступное технологическое оборудование, которое к тому же отвечает всем требованиям точности и безопасности.



Рис. 2. Иллюстрация преимуществ использования источников опорного напряжения E²CRef при производстве изделий.

Рекомендуемые решения

Микросхема	Описание	Особенности	Преимущества
Цифровые калибровочные потенциометры			
MAX5481	Цифровой калибровочный потенциометр на 1024 отсчёта (10 бит) с SPI™ или Up/Down-интерфейсом	Ток потребления в ждущем режиме 1,0 мкА (макс.); ток потребления во время записи в память 400 мкА (макс.)	Благодаря минимальному энергопотреблению может использоваться в портативных приборах с батарейным питанием
MAX5477	Сдвоенный цифровой калибровочный потенциометр на 256 шагов (8 бит) с интерфейсом I ² C	Защита EEPROM от записи, работа от одного источника питания (2,7...5,25 В)	Защита EEPROM обеспечивает безопасное хранение калибровочных данных
MAX5422	Одиночный цифровой калибровочный потенциометр на 256 шагов (8 бит) с интерфейсом SPI	Миниатюрный (3 × 3 мм) корпус TDFN	Малая занимаемая площадь на печатной плате, можно использовать в портативных приборах
MAX5427	Однократно программируемый цифровой калибровочный потенциометр на 32 шага (5 бит)	Однократное программирование либо однократное программирование плюс возможность подстройки	За счёт выполнения двух функций снижается число компонентов
DS3502	Цифровой калибровочный потенциометр на 128 шагов (7 бит) с интерфейсом I ² C	Возможность задания высокого выходного напряжения (до 15,5 В)	Возможна прямая калибровка высоковольтных схем
Калибровочные ЦАП			
MAX5105/MAX5115	Четыре 8-битных калибровочных ЦАП с независимыми входами подачи высокого и низкого опорных напряжений	Выходные буферы, обеспечивающие размах сигнала «от шины до шины»; выбор интерфейса I ² C или SPI	Выбираемый диапазон напряжений позволяет регулировать шаг подстройки и предотвращать установку небезопасных значений
MAX5106	Четыре 8-битных калибровочных ЦАП с независимо настраиваемыми диапазонами напряжений	Возможность установки шага калибровки; миниатюрный (5 × 6 мм) корпус	Малая занимаемая площадь на печатной плате, можно использовать в портативных приборах
MAX5116	Четыре 8-битных калибровочных ЦАП с независимыми входами подачи высокого и низкого опорных напряжений	Четыре усилительные схемы калибруются с помощью одного компонента	Снижение затрат благодаря меньшему числу компонентов; уменьшение занимаемой площади на плате и упрощение управления
MAX5109	Два 8-битных калибровочных ЦАП с независимыми входами подачи высокого и низкого опорных напряжений	Однополярное питание (2,7...5,25 В); 200 мкА на ЦАП, ток потребления в «спящем» режиме менее 25 мкА, выходные буферы «от шины до шины»; интерфейс I ² C	Подходит для использования в портативных приборах с батарейным питанием; задание диапазона и управление шагом подстройки
DS1851	Два калибровочных ЦАП с контролем температуры	У каждого ЦАП своя память EEPROM, которая может содержать температурные коэффициенты для температурно-зависимой калибровки	Влияние системной температуры может быть скорректировано без применения каких-либо дополнительных внешних устройств, что уменьшает площадь платы и снижает затраты
Источники опорного напряжения (обычные и E²CRef)			
MAX6160	Подстраиваемый источник опорного напряжения (1,23...12,4 В)	Низкое (200 мВ) падение напряжения; потребляемый ток (75 мкА) по существу не зависит от изменений входного напряжения	Увеличение срока службы батареи в портативном оборудовании
MAX6037	Подстраиваемый источник опорного напряжения (1,184...5 В)	«Спящий» режим (≤ 500 нА), низкое (≤ 100 мВ) падение напряжения при токе нагрузки 1 мА; 5-выводной корпус SOT23 (9 мм ²)	Возможность батарейного питания и малые габариты позволяют использовать микросхему в портативных приборах
MAX6173	Прецизионный источник опорного напряжения с датчиком температуры	Начальная точность ±0,05% (макс.), температурная стабильность ±3 ppm/°C (макс.)	Возможна аналоговая подстройка коэффициента усиления системы при сохранении цифровой точности АЦП и ЦАП
MAX6220	Малозумящий прецизионный источник опорного напряжения	Диапазон входного напряжения 8...40 В; ультранизкий (размах 1,5 мкВ) шум (0,1...10 Гц)	Надёжное функционирование при нестабильном питании (батареи, автомобильные аккумуляторы или аварийные электрогенераторы)
DS4303	Программируемый источник опорного напряжения	Широкий диапазон устанавливаемых выходных напряжений; границы диапазона отличаются от напряжений на шинах питания на 300 мВ; выходное напряжение может быть установлено с точностью ±1 мВ	Использование простой линии ввода/вывода позволяет навсегда запомнить калибровочное напряжение

Смежные функции

Согласование, калибровка и подстройка

Информация о торговых марках

µMAX — зарегистрированная торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

1-Wire — зарегистрированная торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

ARM9 — торговая марка ARM Ltd

ARM926 — торговая марка ARM Ltd

CompactFlash — зарегистрированная торговая марка SanDisk Corp.

CompoNet — зарегистрированная торговая марка OMRON Corporation

DirectDrive — зарегистрированная торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

Dolby — зарегистрированная торговая марка Dolby Laboratories

EMV — торговая марка EMVCo LLC (см. отказ EMVCo* от ответственности)

FireWire — зарегистрированная торговая марка Apple Inc.

Flash — зарегистрированная торговая марка Adobe Systems Incorporated

GE — зарегистрированная торговая марка General Electric Company

General Motors и GM — зарегистрированные торговые марки General Motors Corporation

HART — зарегистрированная торговая марка HART Communication Foundation

IEEE — зарегистрированный знак обслуживания Института инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc)

IEEE 1394 — зарегистрированная торговая марка Института инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc)

IO-Link — зарегистрированная торговая марка IFM Electronic GmbH

IrDA — зарегистрированный знак обслуживания Infrared Data Association Corporation

LedEngin — торговая марка LedEngin, Inc

Linux — зарегистрированная торговая марка Линуса Торвальдса (Linus Torvalds)

LuxDot — зарегистрированная торговая марка LedEngin, Inc

MAXQ — зарегистрированная торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

microSD — торговая марка SanDisk Corp.

MICROWIRE — зарегистрированная торговая марка National Semiconductor Corp.

* Одобрение EMVCo интерфейсного модуля (IFM) означает только, что IFM был протестирован согласно и для достаточного соответствия спецификациям EMV (на момент испытаний версия 3.1.1). Одобрение EMVCo никоим образом не является подтверждением или гарантией полноты процесса одобрения или функциональности, качества или характеристик каких-либо отдельных товаров или услуг. EMVCo не даёт гарантий ни на какие товары или услуги, предоставляемые третьими сторонами, включая производителя или поставщика IFM (но не ограничиваясь ими). Также одобрение EMVCo ни при каких обстоятельствах не подразумевает никаких гарантий на товары со стороны EMVCo, включая, без ограничений, предполагаемые гарантии пригодности товаров для продажи, для заявленных целей или их патентной чистоты. EMVCo в явном виде заявляет о своем отказе от предоставления таких гарантий. Все права на товары и услуги, получившие одобрение EMVCo, и средства юридической защиты этих прав относятся к компетенции стороны, предоставляющей эти товары и услуги, а не к компетенции EMVCo, и EMVCo не принимает на себя никаких обязательств, связанных с данными товарами и услугами. (www.maxim-ic.com/legal/emvco_disclaimer.cfm)

Информация о торговых марках *(продолжение)*

Modbus — зарегистрированная торговая марка Gould Inc.

NovaSensor — зарегистрированная торговая марка GE Infrastructure Sensing, Inc.

QSPI — торговая марка Motorola, Inc.

SD — торговая марка SD Card Association

SMBus — торговая марка Intel Corporation

SPI — торговая марка Motorola, Inc.

UCSP — торговая марка Maxim Integrated Products, Inc.

UL — зарегистрированная торговая марка Underwriters Laboratory, Inc.

UPnP — торговая марка UPnP Implementers Corporation

Wi-Fi — зарегистрированная торговая марка Wireless Ethernet Compatibility Alliance, Inc.

Xilinx — зарегистрированная торговая марка Xilinx, Inc.

ZigBee — зарегистрированная торговая марка ZigBee Alliance Corp.

Логотип PROFI BUS PROCESS FIELD BUS — зарегистрированная торговая марка PROFIBUS и PROFINET International (PI)



www.maxim-ic.com/Industrial

Maxim Integrated Products (U.K.), Ltd. • 612 Reading Road
Winnersh, Wokingham • RG41 5HE • U.K.