

## 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

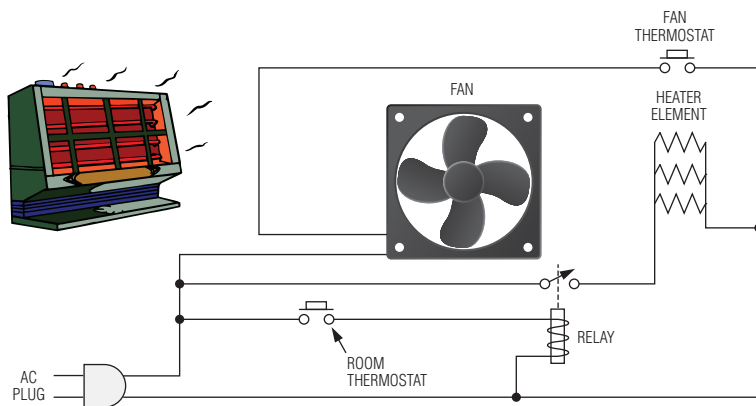
немногие основные достижения, относящиеся к США.

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/](http://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.

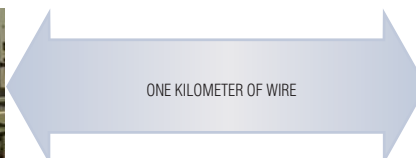
Элементы нагревателя находятся в одном корпусе, что делает систему обмена информацией очень простой. Расширение этой концепции — воздушный обогреватель



Бытовой электронагреватель как простой пример управления технологическим процессом.



CONTROL ROOM



INDUSTRIAL-SIZED HEATER

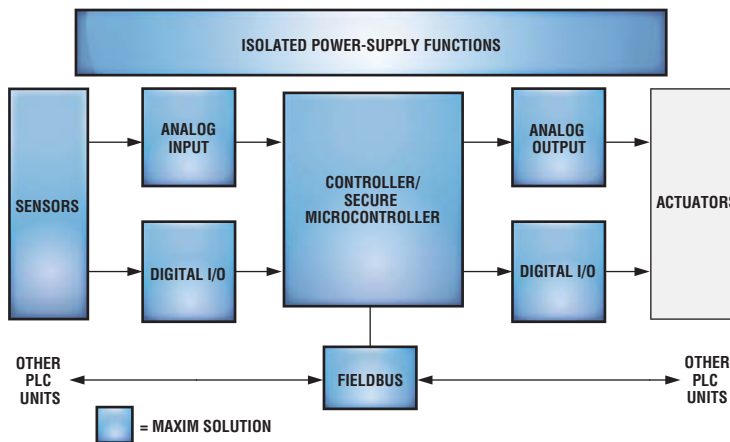
ONE KILOMETER OF WIRE

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](http://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

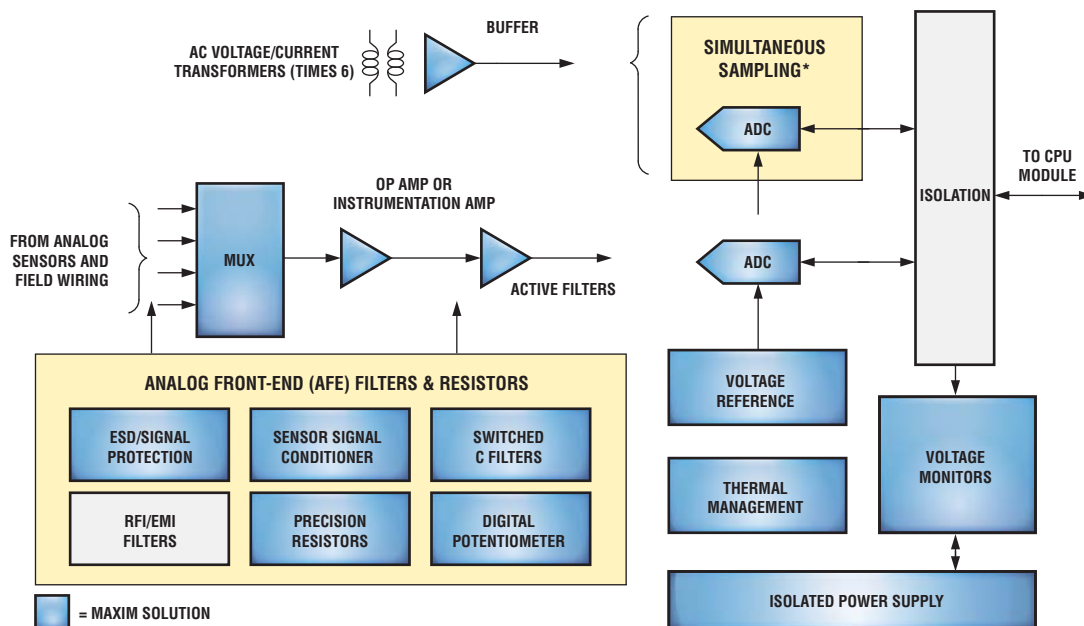
сигнал. Отсюда следует весьма важная задача, а именно, отсечь как можно больше не относящейся к делу информации. Не менее важной является задача максимально полного сохранения полезной информации при переводе сигнала из аналоговой формы в цифровую.

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  $\pm 20$  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 ( $\pm 30$  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](http://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 I<sup>2</sup>C. 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  $\pm 16$  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  $\pm 35$  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 аттенуаторов. 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 аттенуаторов. 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  $\pm 10$  до  $\pm 36$  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  $\pm 36$  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

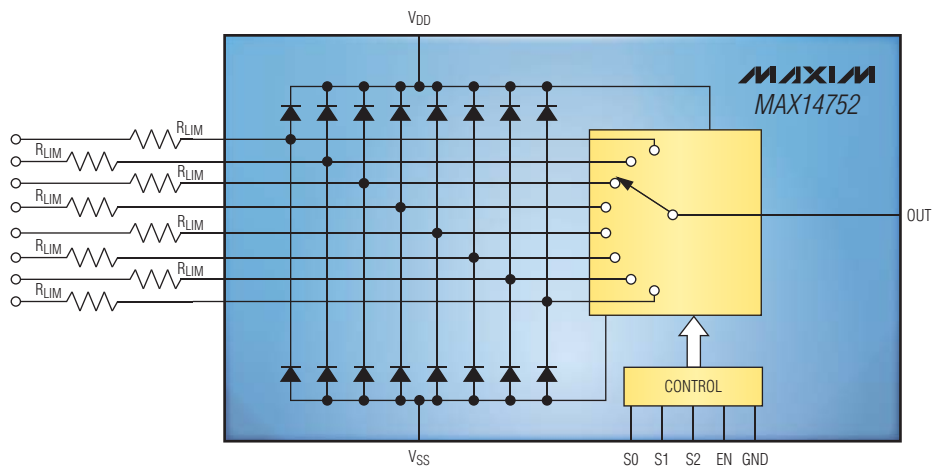


Схема защита от бросков входных напряжений на базе MAX14752.

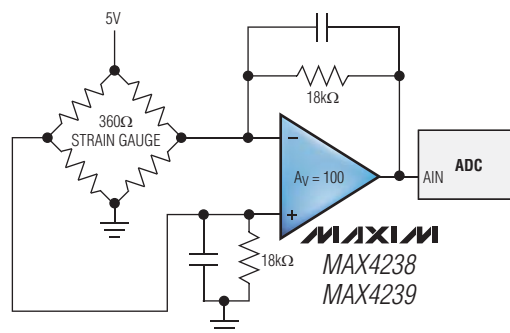
### Улучшение точности измерений с ультрапрецизионными операционными усилителями

#### 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  $30 \text{ нВ}$



Операционные усилители MAX4238/MAX4239 идеальны для работы с АЦП.

\* Патент США №6,734,723.



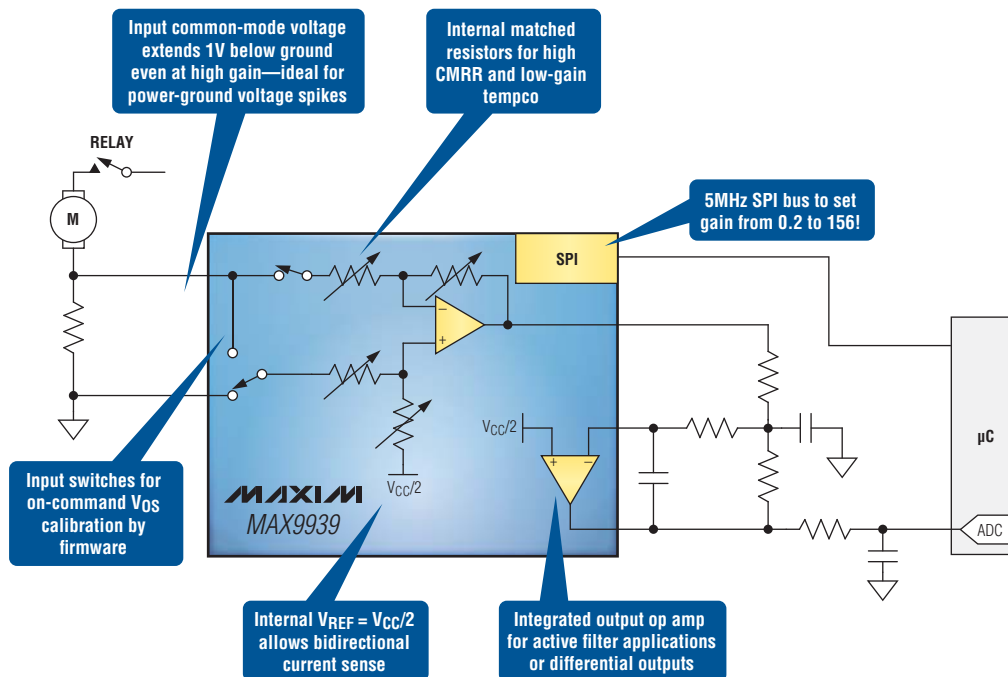
**Сократите количество компонентов, применив дифференциальный PGA\*, работающий с сигналами как положительной, так и отрицательной полярности**

### 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  $\pm 16$  В



*В микросхеме MAX9939 для установки коэффициента усиления используются согласованные резисторы.*

\*PGA — усилитель с программируемым коэффициентом усиления.

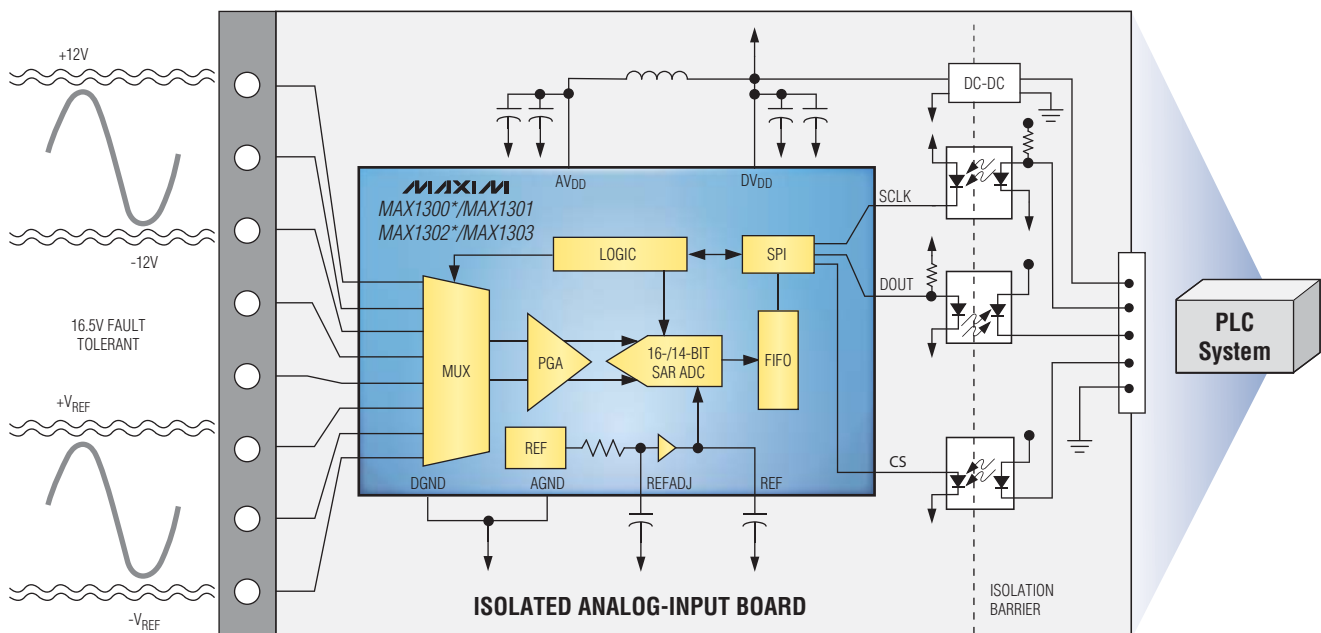
### 16-битный АЦП с программной установкой диапазона входного сигнала в каждом канале сокращает сроки разработки изделий

#### 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.

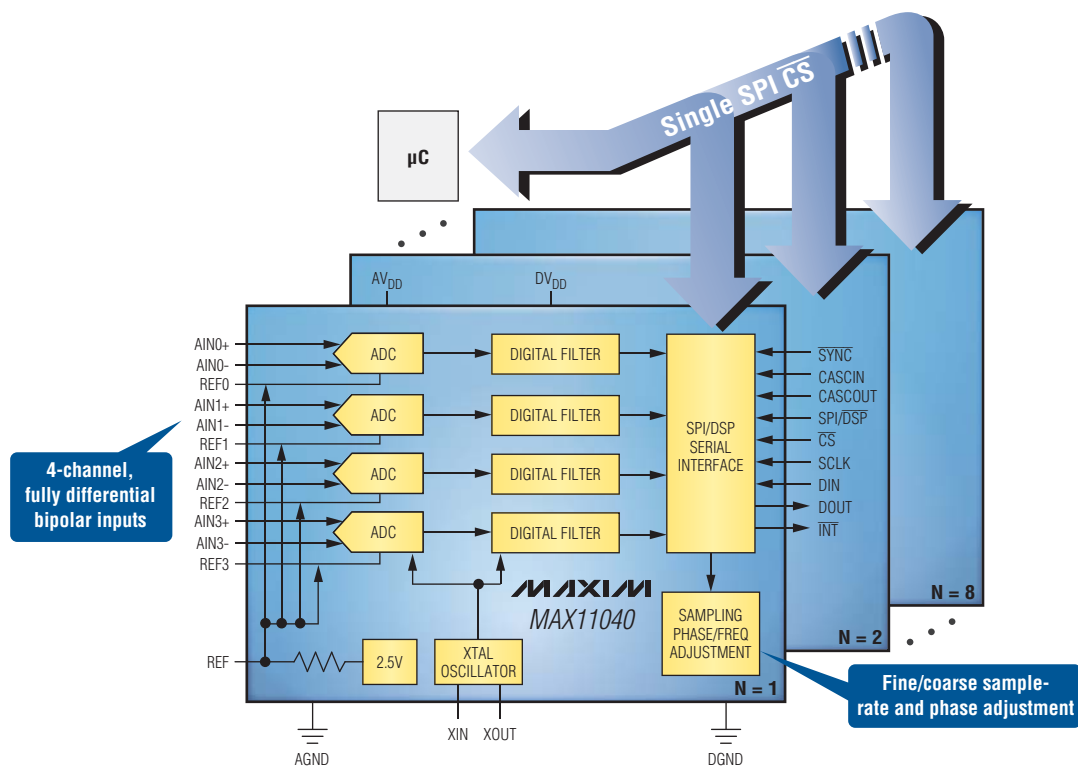
### АЦП упрощает встраиваемое ПО, предоставляя точную информацию о фазах и амплитудах сигналов по 32 каналам

#### 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

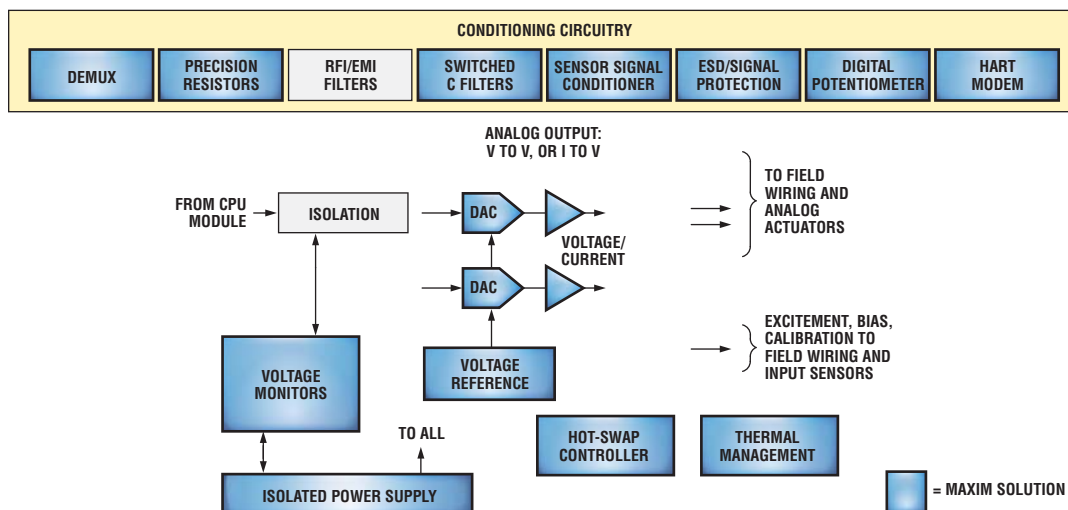
Аналоговые выходы подключаются к проводам, которые могут быть как длинными, так и короткими, находится в цехе или вне его, поэтому выходные модули должны обеспечивать защиту системы от электростатических разрядов, радиочастотных и электромагнитных помех. Обычно выход по напряжению используют в случае 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](http://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**

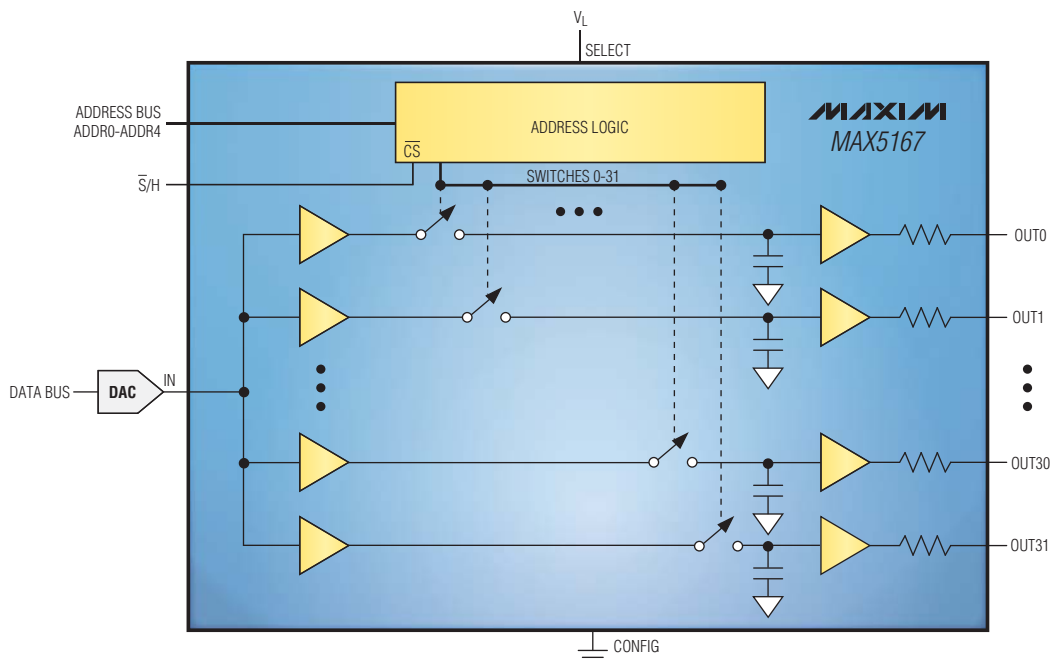
### MAX5167

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.

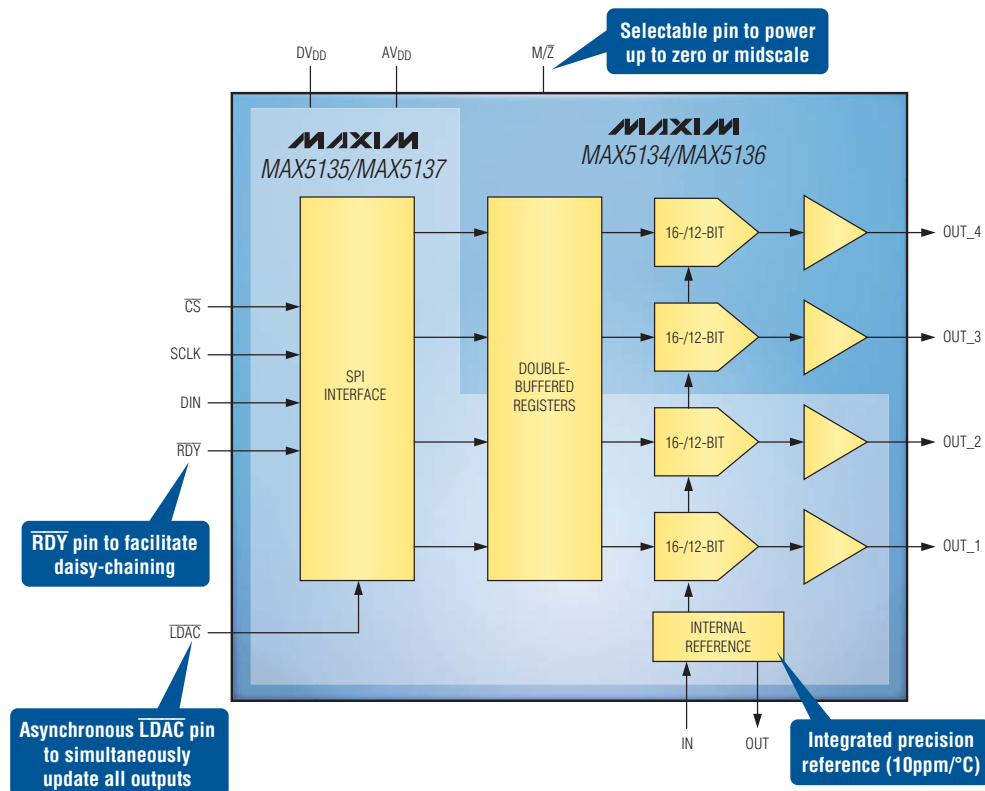
### Многоканальные ЦАП — системная гибкость и меньшая стоимость

#### 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.

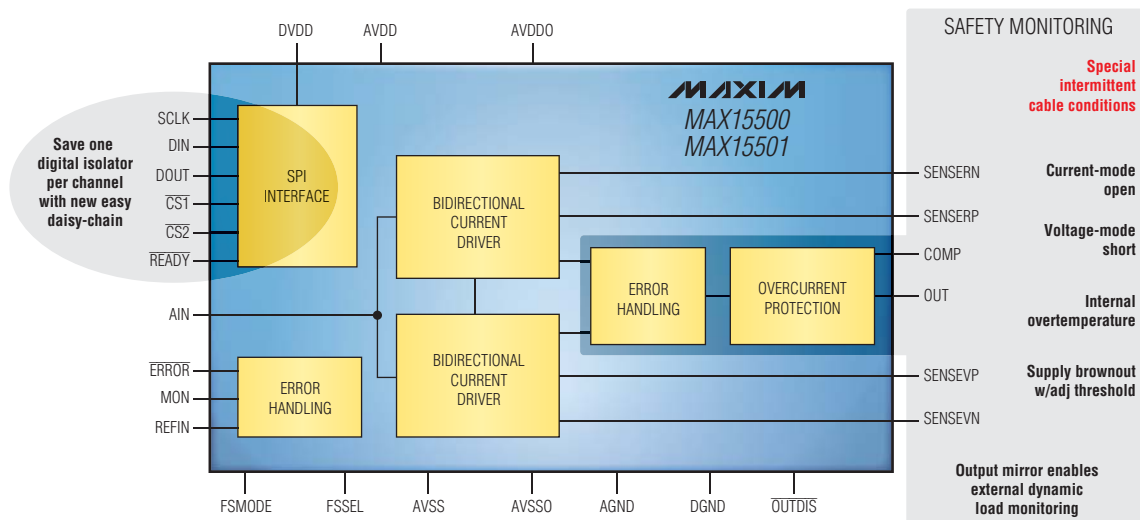
### Улучшение системной безопасности и надёжности с помощью формирователя выходного сигнала

#### MAX15500/MAX15501

Формирователи выходного аналогового сигнала MAX15500/MAX15501 обеспечивают программируемый ток до  $\pm 24$  мА или напряжение до  $\pm 12$  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  $\pm 35$  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.



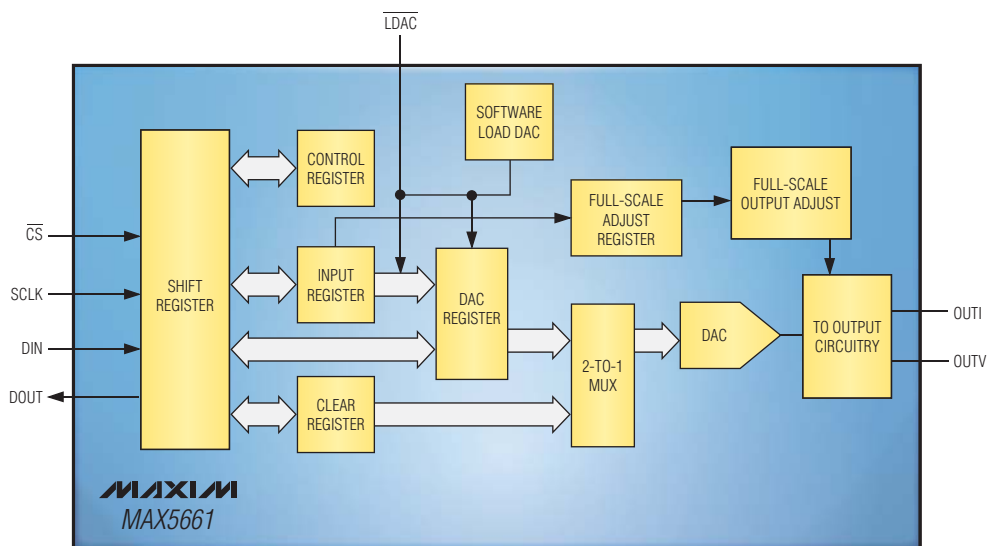
### 16-битный ЦАП с выходным буфером и программным заданием типа выходного сигнала (ток/напряжение) снижает площадь монтажа и исключает внешние компоненты

#### 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.

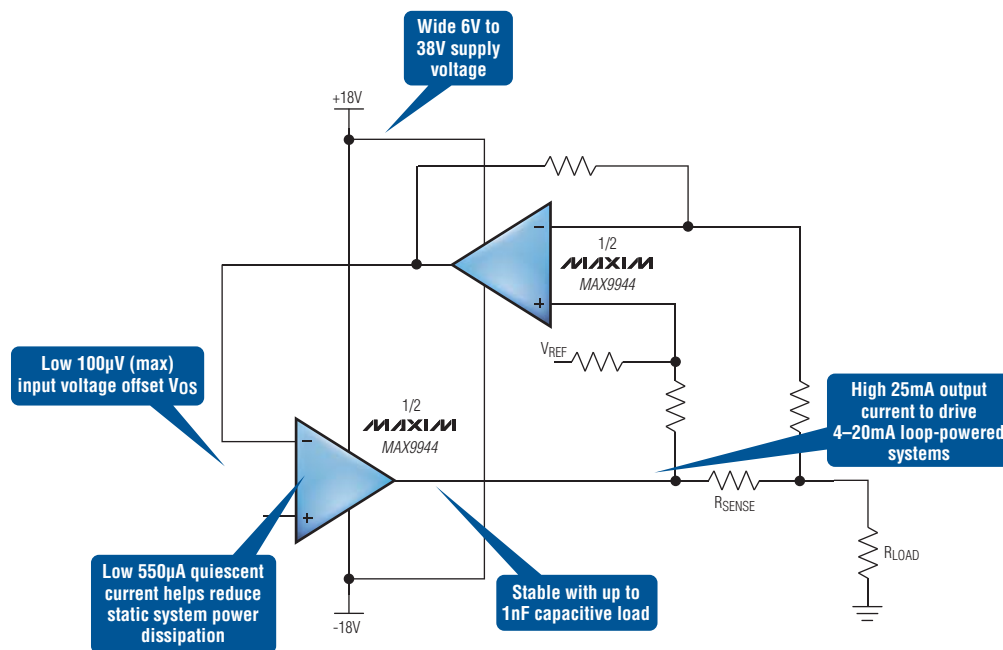
Улучшение системной точности высоковольтных приложений, работающих в жёстких условиях, с помощью высокопрецизионных устройств обработки выходного сигнала и драйверов

### 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.

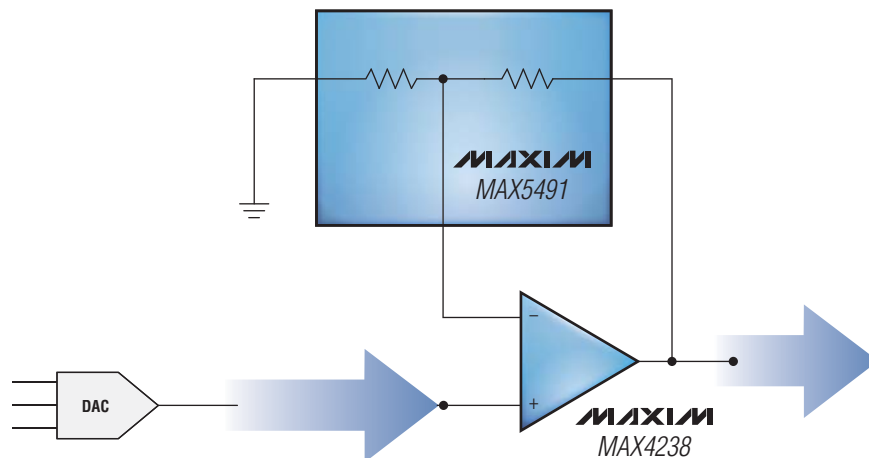
### Резисторная цепочка снижает стоимость и площадь монтажа, не ухудшая точности

#### 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.

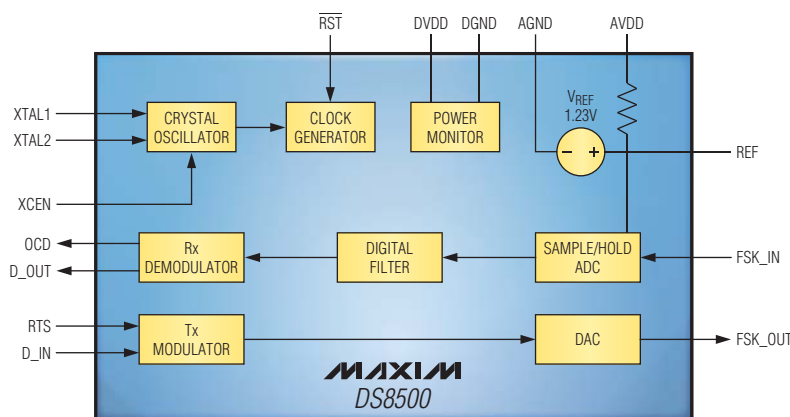
### Уменьшение размеров малоомощного технологического оборудования с помощью однокристалльного HART-модема

#### 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.

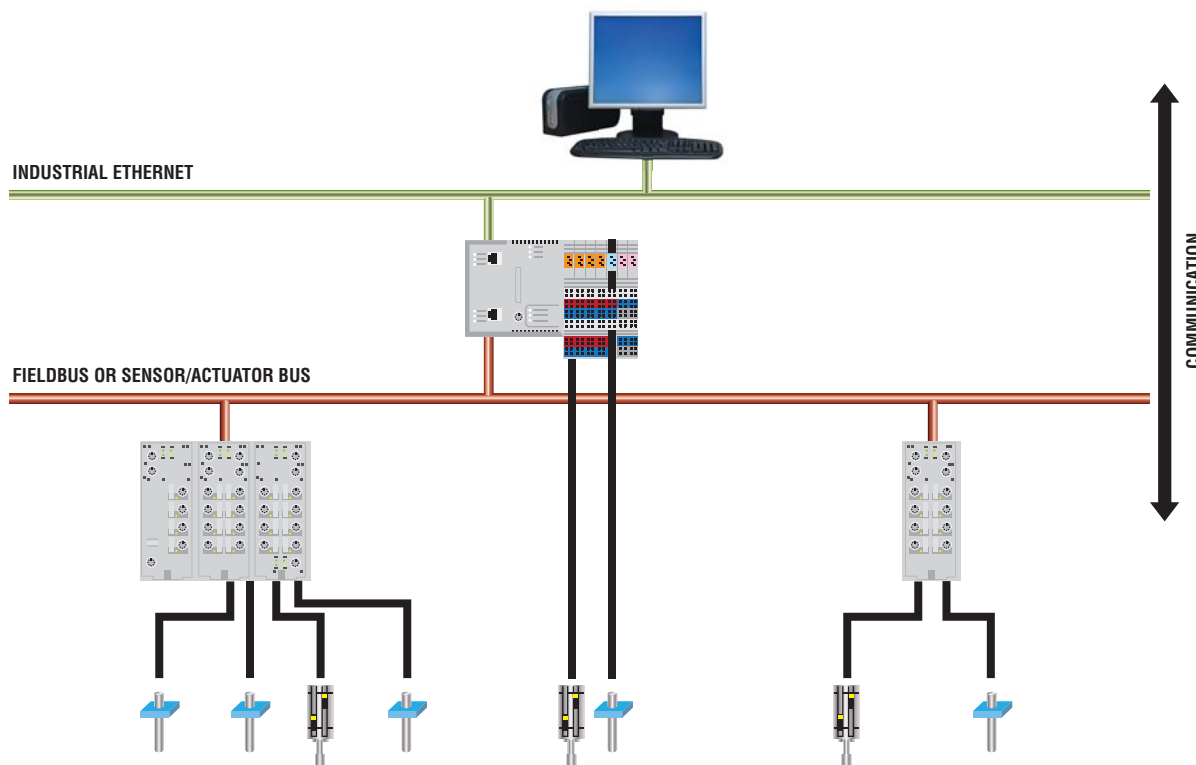
#### Базовая структура промышленной шины

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

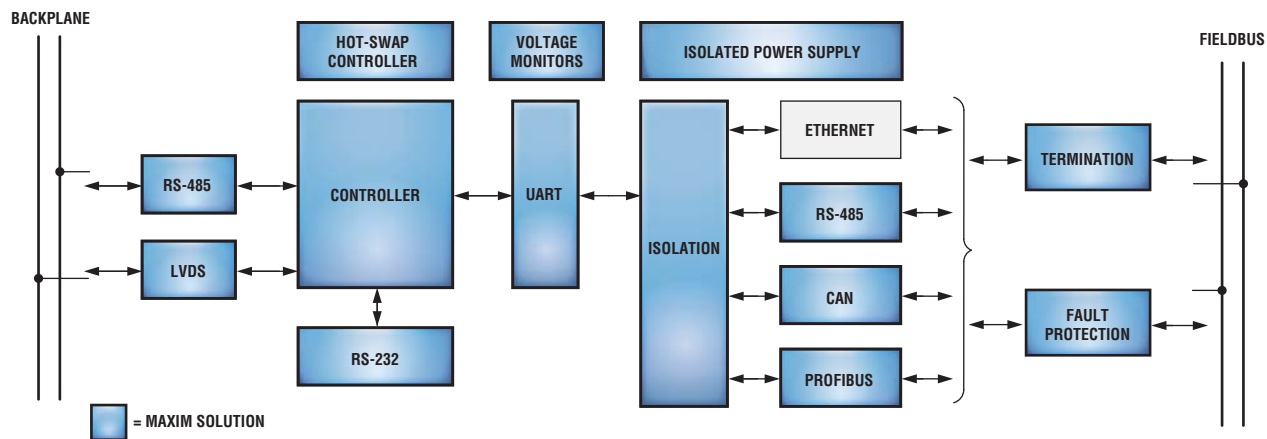
Модуль подключения к шине представляет собой мост между системной и промышленной шинами. Основой общей для всех модулей ПЛК-системы системной шины может быть дуплексный или полудуплексный интерфейс RS-485. Интерфейс RS-485 идеально подходит для системной шины в промышленных приложениях благодаря своей 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  $\pm 35$  кВ (модель человеческого тела) и  $\pm 20$  кВ (воздушный зазор, IEC 61000-4-2)
- Защита от короткого замыкания: способность выдерживать короткие замыкания на линии под напряжением до  $\pm 80$  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](http://www.maxim-ic.com/plc).

### Приёмопередатчик, соответствующий стандартам PROFIBUS DP, с защитой от электростатического разряда $\pm 35$ кВ

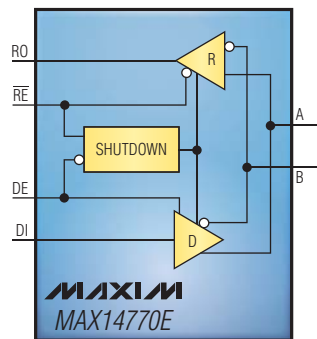


#### MAX14770E

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 ( $\pm 35$  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  $3 \times 3$  мм
- **Улучшение надёжности благодаря лучшей в классе защите от электростатического разряда**
  - $\pm 35$  кВ по модели человеческого тела
  - $\pm 20$  кВ IEC 61000-4-2 (воздушный зазор)
  - $\pm 10$  кВ IEC 61000-4-2 (контакт)



Блок-схема MAX14770E.

### Приёмопередатчики RS-485 с интегрированными согласующими резисторами упрощают установку оборудования

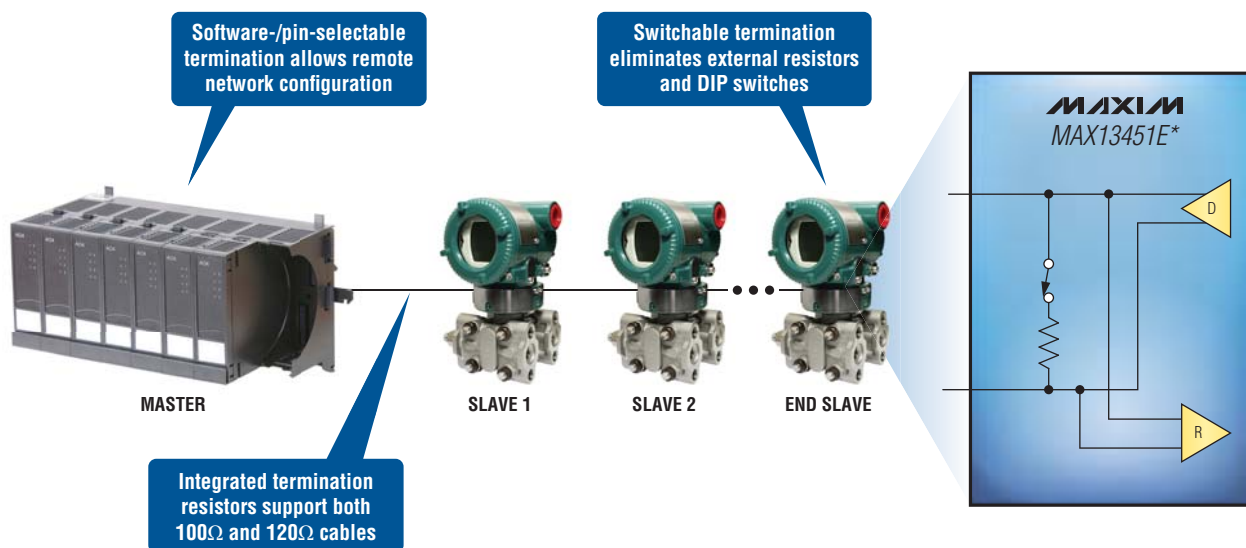
#### MAX13450E/MAX13451E

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)

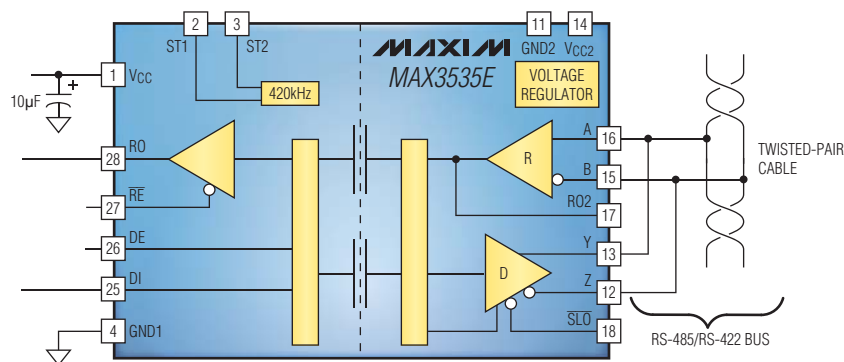
#### MAX3535E

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  $\pm 2500$  В. Эту микросхему легко использовать, поскольку в неё полностью интегрированы полумостовой драйвер и выпрямитель. Приёмопередатчик MAX3535E имеет улучшенную защиту от электростатического разряда вплоть до  $\pm 15$  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  $\pm 15$  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.



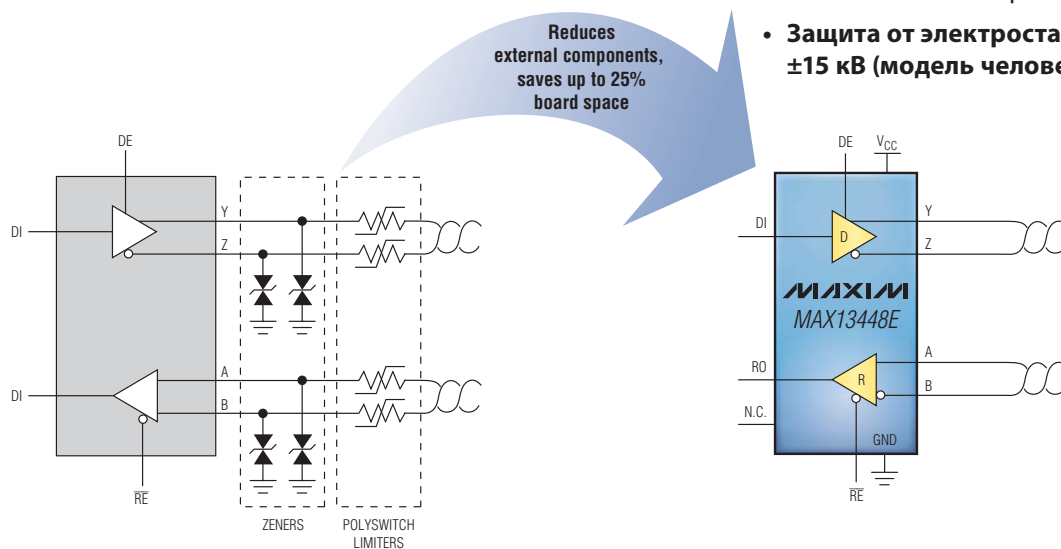
### Приёмопередатчики RS-485 с защитой от аварийных ситуаций повышают надёжность оборудования

#### 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  $\pm 80$  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  $\pm 80$  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  $\pm 15$  кВ (модель человеческого тела)**



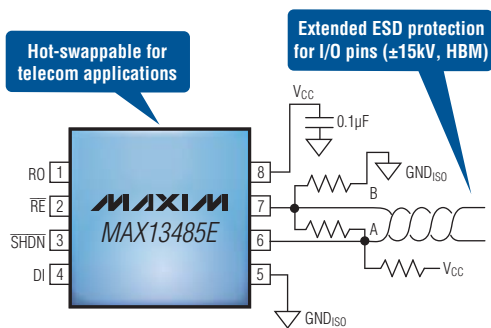
| Микросхема        | Напряжение питания $V_{CC}$ [В] | Конфигурация | Защита [В] |
|-------------------|---------------------------------|--------------|------------|
| MAX13448E         | 3,3...5                         | дуплекс      | $\pm 80$   |
| MAX3440E...44E    | 5                         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

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

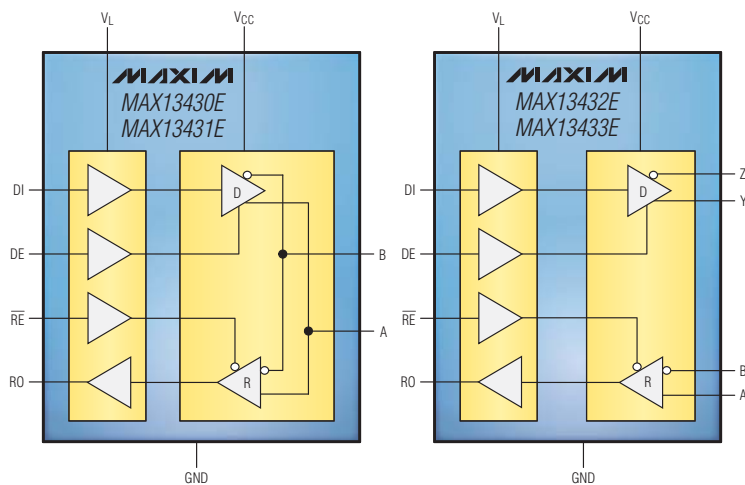
### Самые миниатюрные промышленные приёмопередатчики RS-485 занимают меньше места на плате и упрощают комплектацию

#### 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  $\mu$ DFN/TDFN и позволяющих упростить список комплектующих, снизить затраты и уменьшить занимаемую площадь платы.



MAX13485E в корпусе  $\mu$ 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  $\mu$ 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/ $\mu$ 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 —  $\pm 30$  кВ (модель человеческого тела)

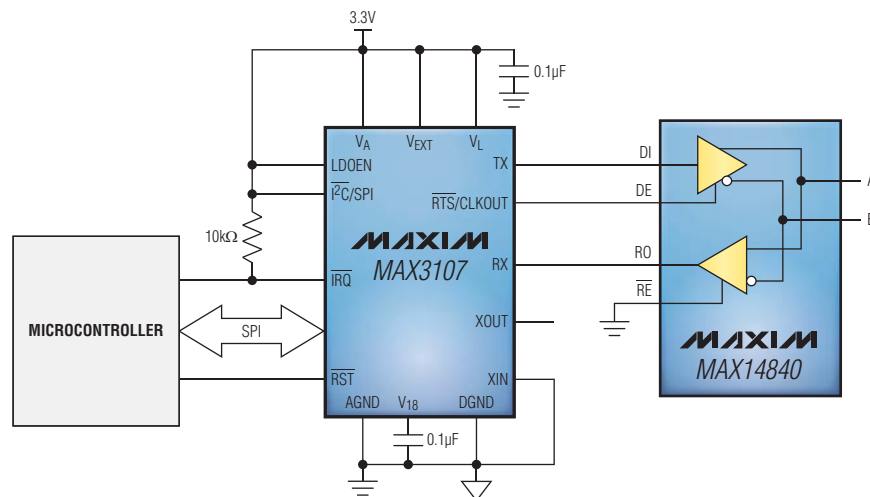
### Современный приёмопередатчик SPI/I<sup>2</sup>C UART увеличивает гибкость и функциональность, снижает нагрузку на микроконтроллер

#### MAX3107

Универсальный асинхронный приёмопередатчик (UART) MAX3107 служит мостом между шинами SPI или I<sup>2</sup>C 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.

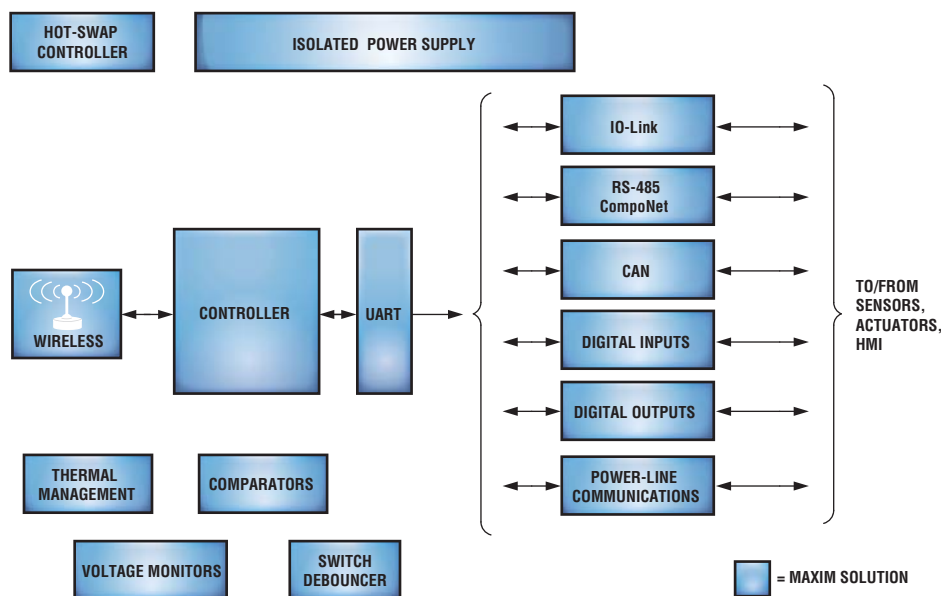
#### Типы интерфейсов

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](http://www.maxim-ic.com/plc).

### Микросхема ведущего приёмопередатчика IO-Link позволяет создавать массивы приёмопередатчиков

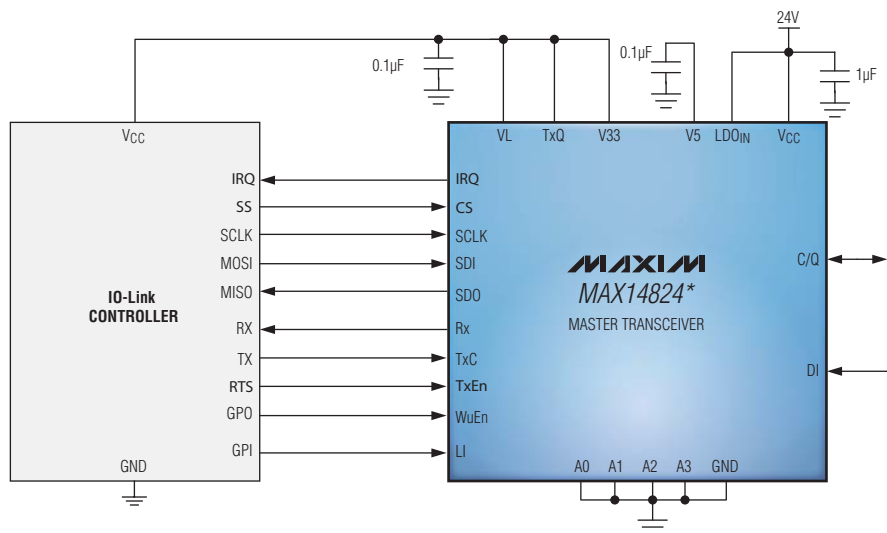
#### MAX14824\*

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.

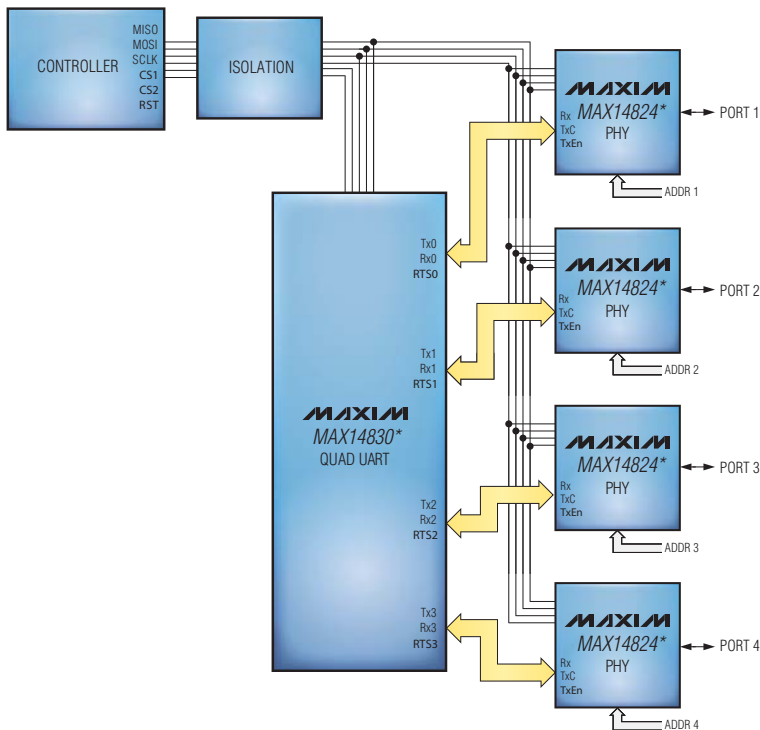
\* Изделие готовится к выпуску — дальнейшие сведения у производителя.



### 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 I<sup>2</sup>C/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

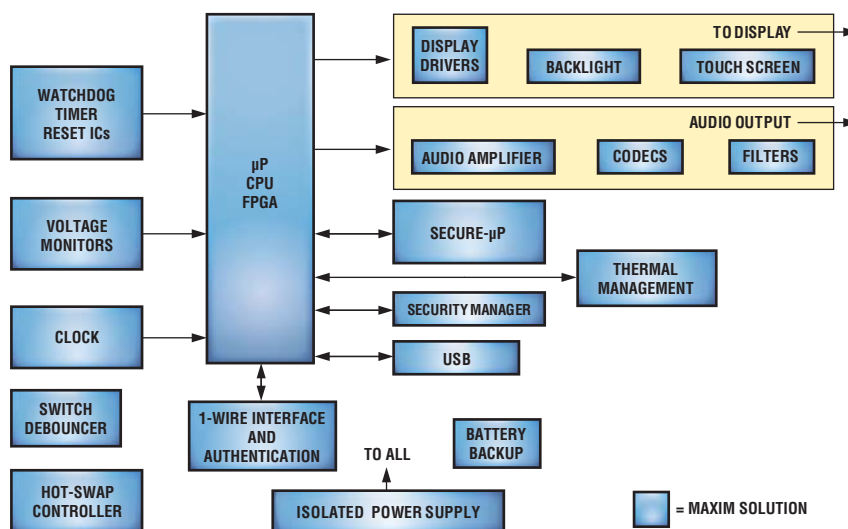
человеко-машинного интерфейса (например, клавишами с противодребезговой защитой, дисплеями, аудиоприборами). Изолированные источники питания, контроллеры «горячей» замены и резервные аккумуляторы объединены в группу устройств управления питанием.

#### 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](http://www.maxim-ic.com/plc).

### Самый миниатюрный микроконтроллер с шифрованием данных минимизирует габариты системы

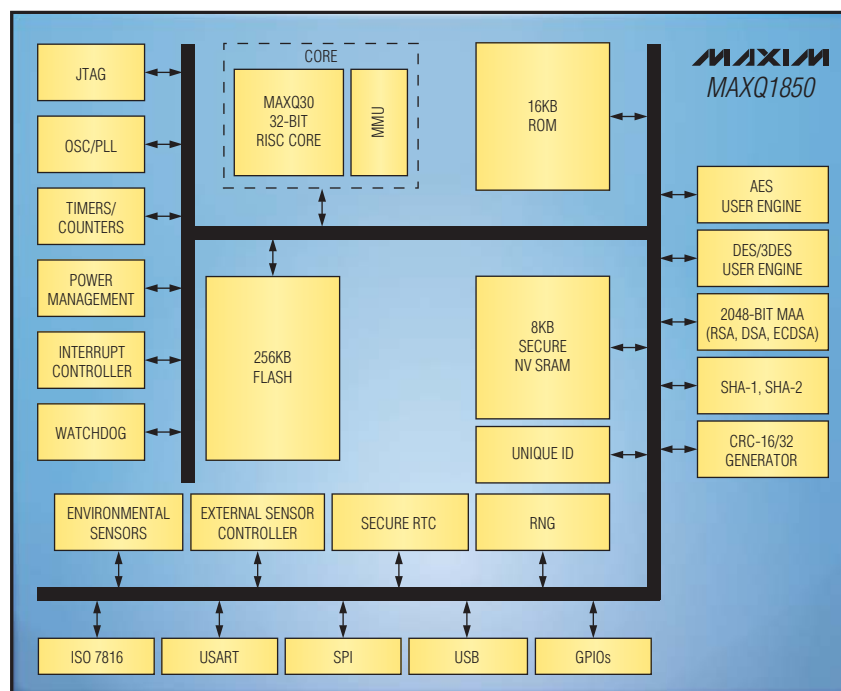
#### MAXQ1850

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 защищённую оперативную память (8 КБ) с батарейным питанием. Для обеспечения энергонезависимости защищённой 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

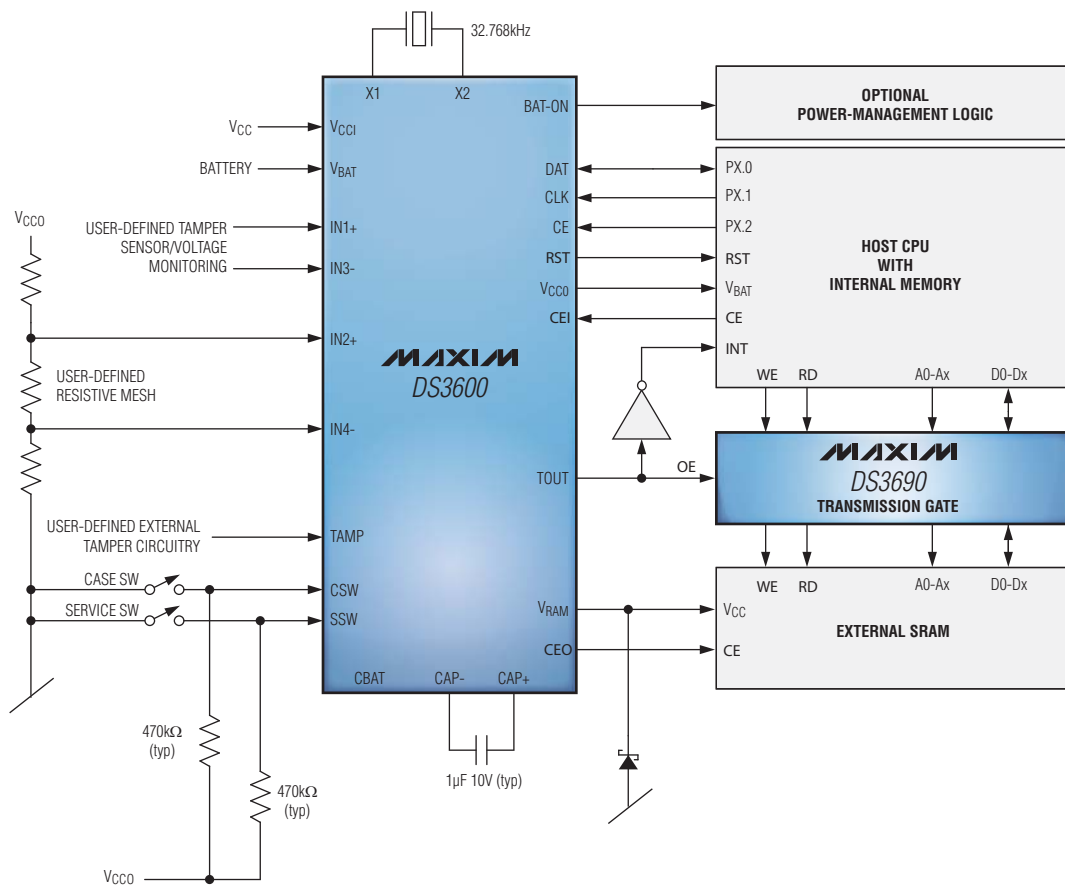
#### DS3600

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.

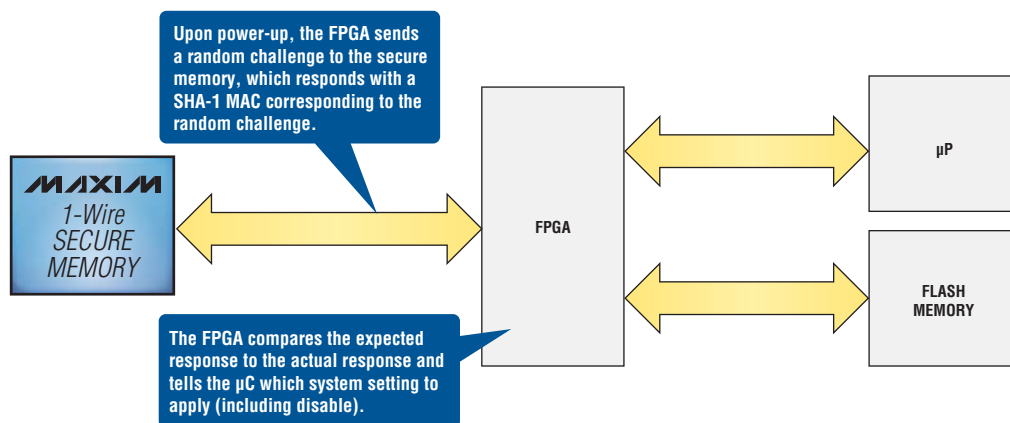
### SHA-1-аутентификаторы с интерфейсом 1-Wire надёжно защищают модули управления от неавторизованного копирования или модификации

#### 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/](http://www.maxim-ic.com/products/1-wire/flash/fpga/).



### Функции изолированного источника питания

#### Введение

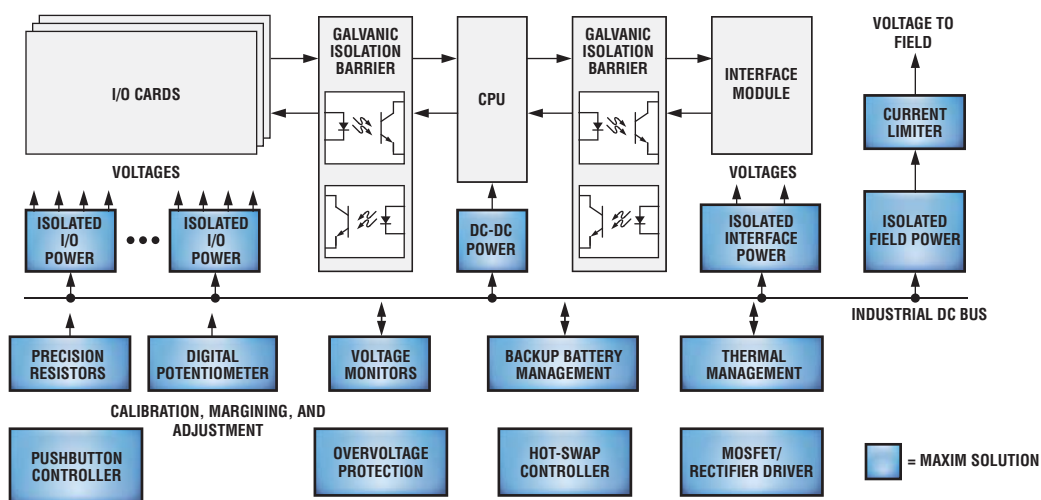
Обычно в ПЛК имеется распределительная силовая шина постоянного напряжения около 24 В, хотя фактическое напряжение может отличаться от указанного значения (обычно оно находится в пределах от 12 до 48 В). Питание поступает от изолированного DC/DC-преобразователя, подключённого к заводскому AC/DC-источнику. 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](http://www.maxim-ic.com/plc).

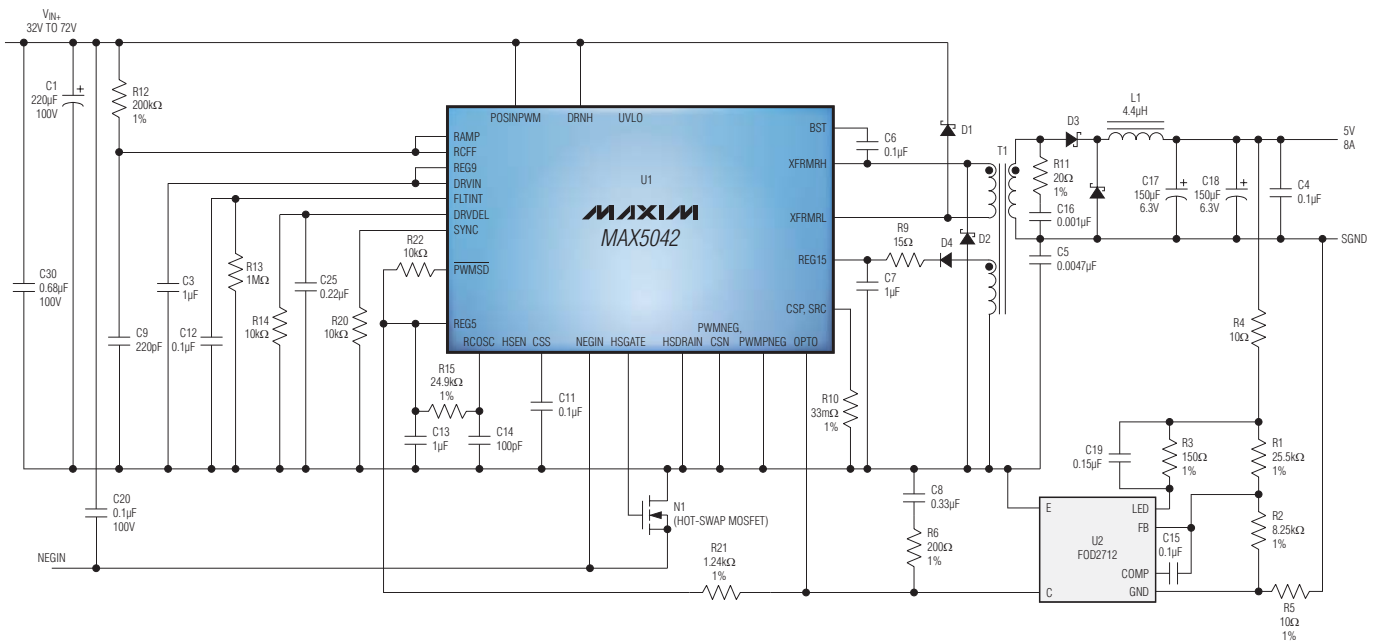
### Упростите шину питания, используя интегрированные контроллеры «горячего» подключения и полевые транзисторы для подачи напряжения питания

#### 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.

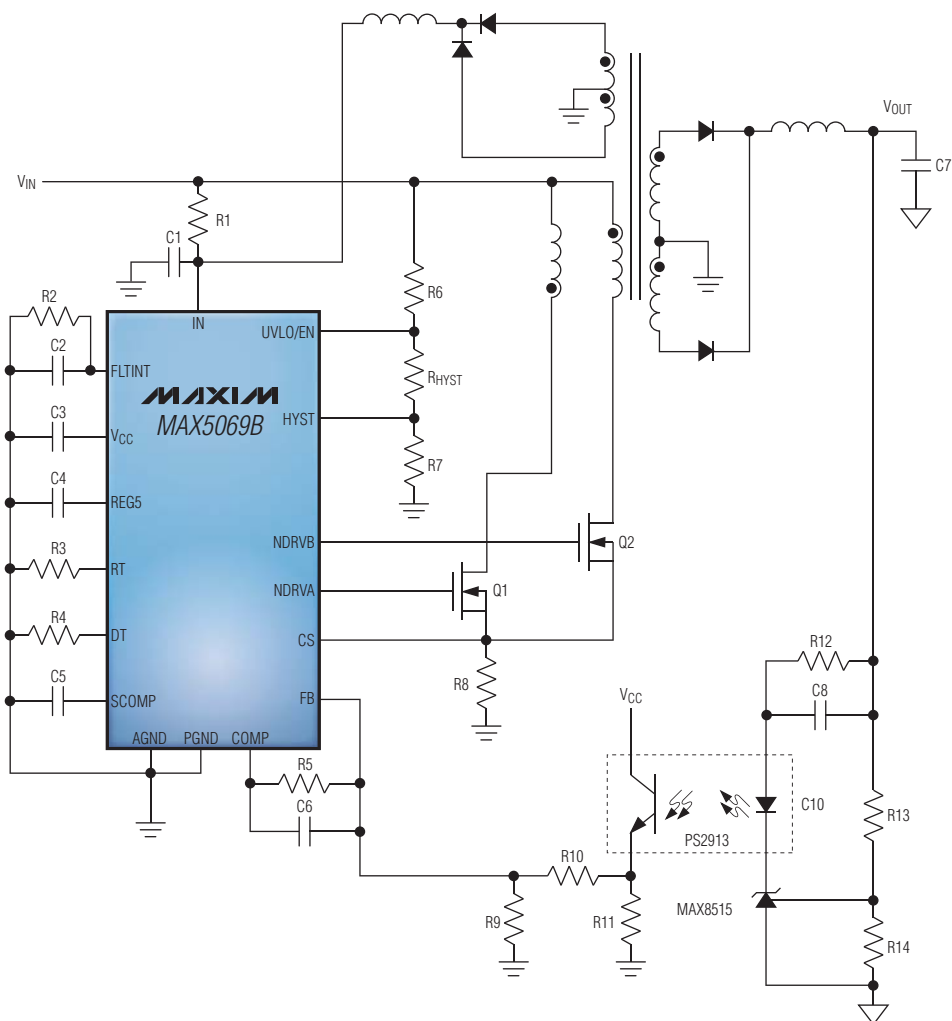
### ШИМ-контроллер с ОС по току и интегрированным блоком «горячей» замены уменьшает время простоев системы

#### 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.

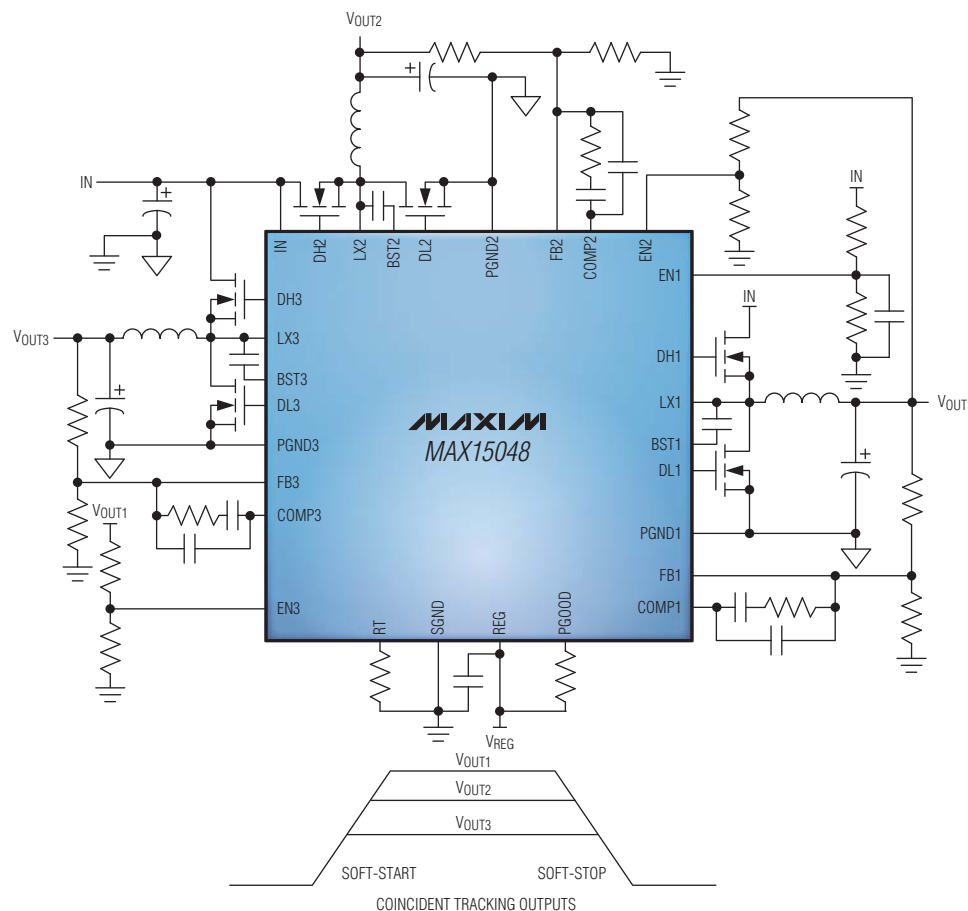
### Три контроллера импульсных преобразователей в одной микросхеме: снижение габаритов и затрат

#### 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.

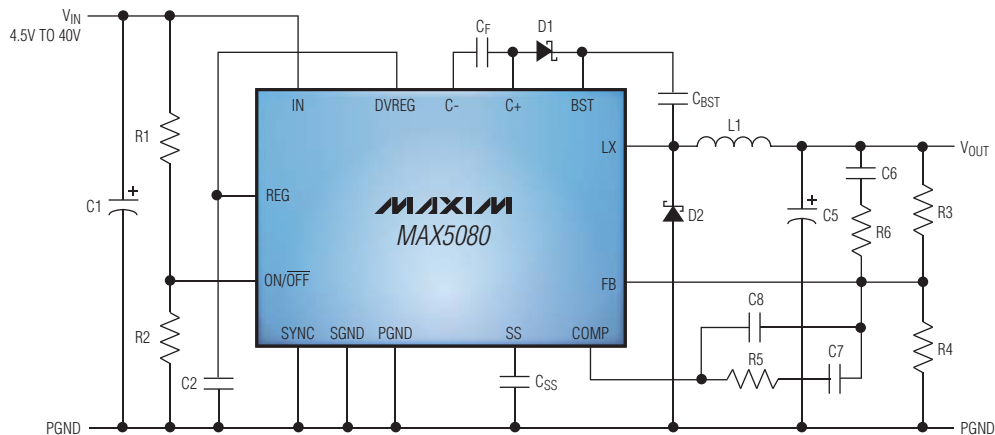
### Подключаемые к общей шине питания интегральные DC/DC-преобразователи снижают затраты

#### 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.



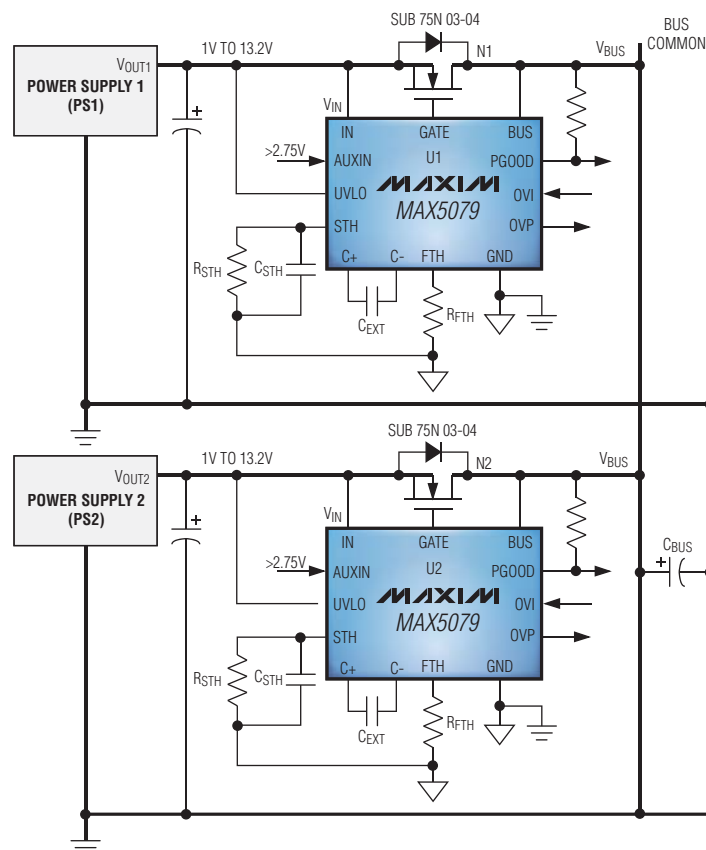
### Контроллер подключения основного и резервного источника питания через MOSFET-ключи для повышения надёжности системы

#### 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

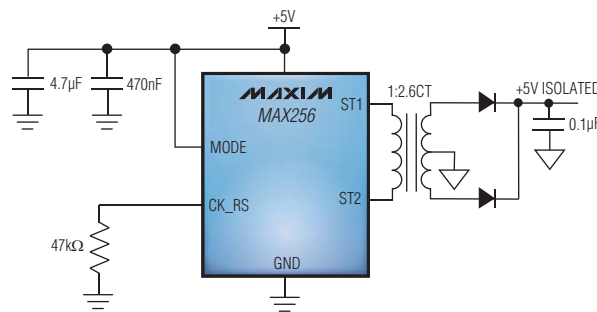
#### MAX256

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   |
|--|---|---|--|
| <b>Активные фильтры</b>                        |   |   |  |
| MAX7409/10<br>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 $\mu$ 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)   |
| <b>АЦП</b>                                     |   |   |  |
| 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,<br>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<br>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 $\mu$ 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 $\pm 12$ 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   |
| <b>Контроллеры «горячей» замены (hot-swap)</b> |   |   |  |
| 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  |
|-------------------------------|--|--|---|
| <b>Мультиплексоры</b>         |  |  |   |
| MAX4578/79                    | Рассчитанные на средний диапазон напряжений одиночные 8:1 и вдвоенные 4:1 мультиплексоры с возможностью калибровки               | Напряжение питания $\pm 20$ 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 $\pm 40$ 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 $\pm 10$ до $\pm 36$ 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 |
| <b>Операционные усилители</b> |  |  |   |
| 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 ультра-высоким 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; обнаружение входной ошибки  | Калибровка по требованию улучшает точность системы, минимизируя внешнее шумовое воздействие   |
| <b>Прецизионные резисторы</b> |  |  |   |
| 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  |
|-------------------------------|---|--|---|
| <b>ИС обработки сигнала</b>   |   |  |   |
| 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                       |
| <b>Измерение температуры</b>  |   |  |   |
| 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  |
| <b>Супервизоры напряжения</b> |   |  |   |
| 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 $\pm 15$ кВ  | Высокая надёжность, простота использования  |

Список рекомендованных компанией Maxim решений для ПЛК можно найти на сайте [www.maxim-ic.com/plc](http://www.maxim-ic.com/plc).

### Рекомендуемые решения *(продолжение)*

#### Вывод аналоговых сигналов

| Микросхема  | Описание   | Особенности  | Преимущества   |
|---|--|--|--|
| <b>HART</b>                                       |  |  |  |
| 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   |
| <b>Демультимплексор</b>                           |  |  |  |
| 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  |
| <b>Операционные усилители</b>                     |  |  |  |
| 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   |
| <b>Прецизионные ЦАП</b>                           |  |  |  |
| 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  |
| <b>Микросхемы постобработки выходного сигнала</b> |  |  |  |
| 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  |
|-------------------------------|---|--|---|
| <b>ИС обработки сигнала</b>   |   |  |   |
| 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                       |
| <b>Измерение температуры</b>  |   |  |   |
| 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  |
| <b>Супервизоры напряжения</b> |   |  |   |
| 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   | 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](http://www.maxim-ic.com/plc).

### Рекомендуемые решения (продолжение)

#### Сетевые функции

| Микросхема                            | Описание   | Особенности  | Преимущества   |
|---------------------------------------|--|--|--|
| <b>Интерфейсные приемопередатчики</b> |  |  |  |
| MAX14770E                             | Приёмопередатчик PROFIBUS  | Защита от электростатического разряда $\pm 35$ кВ (HBM); автомобильный температурный диапазон от $-40$ до $+125^\circ\text{C}$ ; миниатюрный корпус TQFN ( $3 \times 3$ 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 $\pm 15$ кВ   | Исключается необходимость во внешних компонентах обеспечения гальванической изоляции   |
| MAX13442E/43E/44E                     | Приёмопередатчики RS-485 с защитой от аварийных ситуаций                         | $\pm 80$ 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 $\mu\text{DFN}$    | 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 $\mu\text{MAX}$  | Простая схема без обратной связи ускоряет создание источника питания и уменьшает время выхода изделия на рынок   |
| MAX3107                               | SPI/I <sup>2</sup> 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](http://www.maxim-ic.com/plc).

### Рекомендуемые решения *(продолжение)*

#### Функции ввода/вывода цифровых сигналов

| Микросхема  | Описание   | Особенности   | Преимущества   |
|---|--|---|--|
| <b>Модули ввода/вывода цифровых сигналов</b>          |  |   |  |
| MAX14830*   | Четыре SPI/I <sup>2</sup> 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  |
| <b>Модемы обмена данными по линиям электропередач</b> |  |   |  |
| 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 |
| <b>РЧ приёмопередатчики</b>                           |  |   |  |
| 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   |
| <b>Измерение температуры</b>                          |  |   |  |
| 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   |
| <b>Супервизоры напряжения</b>                         |  |   |  |
| 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  |
|---|--|---|---|
| <b>Супервизоры напряжения (продолжение)</b> |  |   |   |
| 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; 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](http://www.maxim-ic.com/plc).

### Рекомендуемые решения *(продолжение)*

#### Функции ЦПУ

| Микросхема                                       | Описание  | Особенности   | Преимущества  |
|--|---|---|---|
| <b>Микроконтроллеры</b>                          |   |   |   |
| 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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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                   |
| <b>Охранные супервизоры (Secure supervisors)</b> |   |   |   |
| 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 <sup>2</sup> C и бесследно стираемой оперативной памятью (SRAM) объёмом 1 КБ с батарейным питанием для хранения ключей шифрования | Бесследно стираемая память; интерфейс I <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 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               |
| <b>Светодиодная подсветка</b>                    |   |   |   |
| MAX16814<br>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  |
|---|--|--|---|
| <b>Светодиодная подсветка (продолжение)</b>                     |  |  |   |
| 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 <sup>2</sup> 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  |
| <b>Измерение температуры</b>                                    |  |  |   |
| 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  |
| <b>Контроллеры сенсорных экранов (touch-screen controllers)</b> |  |  |   |
| 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 <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> C-интерфейсом                             | I <sup>2</sup> C-интерфейс   | Снижение затрат   |
| MAX11811  | Контроллер резистивного сенсорного экрана с тактильным (haptics) драйвером                           | Интегрированный тактильный драйвер; I <sup>2</sup> C-интерфейс   | Простота добавления контактной обратной связи к резистивному сенсорному экрану  |
| <b>Супервизоры напряжения</b>                                   |  |  |   |
| 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](http://www.maxim-ic.com/plc).



### Рекомендуемые решения *(продолжение)*

#### Функции изолированного источника питания

| Микросхема  | Описание   | Особенности   | Преимущества   |
|---|--|---|--|
| <b>DC/DC-преобразователи и контроллеры</b>                            |  |   |  |
| 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  |
| <b>Контроллеры и преобразователи изолированных источников питания</b> |  |   |  |
| 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  |
|--|--|---|---|
| <b>Драйверы MOSFET/выпрямителей</b>    |  |   |   |
| 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<br>MAX5054/55/56/57<br>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                                      |
| <b>Измерение температуры</b>           |  |   |   |
| 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  |
| <b>Супервизоры напряжения</b>          |  |   |   |
| 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 мА   | 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](http://www.maxim-ic.com/plc).