

№15 (41), 2007 г.

Информационно-технический
журнал.

Учредитель — ЗАО «КОМПЭЛ»



Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-19835

Редактор:

Геннадий Каневский
vesti@compel.ru

Помощник редактора:

Анна Кузьмина

Редакционная коллегия:

Юрий Гончаров
Алексей Гуторов
Игорь Зайцев
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Александр Райхман
Борис Рудяк
Игорь Таранков
Илья Фурман

Дизайн, графика, верстка:

Елена Георгадзе
Владимир Писанко
Евгений Торочков

Распространение:

Анна Кузьмина

Электронная подписка:

www.compel.ru/subscribe

Отпечатано:

«Гран При»
г. Рыбинск

Тираж — 1500 экз.

© «Новости электроники»

Подписано в печать:

2 ноября 2007 г.

СОДЕРЖАНИЕ

БРЕНД НОМЕРА: *MAXIM INTEGRATED PRODUCTS*

• Инновации, качество, сервис <i>Уолтер Сангалли</i>	3
• Maxim Integrated Products: портрет компании <i>Георгий Келл</i>	5
• Продукция компании Maxim. Год 2007.....	7
• Микросхемы Maxim в системах промышленной автоматики <i>Анатолий Андрусевич</i>	11
• Прецизионные часы реального времени Maxim <i>Евгений Звонарев</i>	14
• Обзор высоковольтных DC/DC-преобразователей <i>Илья Бочарников</i>	17
• Высокочастотные импульсные преобразователи напряжения для автомобильной электроники.....	20
• Четыре в одном, или как максимально упростить развязку аналогового канала <i>Анатолий Андрусевич</i>	25
• Компенсация холодного спая в практике применения термоэлектрических преобразователей.....	28





ОТ РЕДАКТОРА

Уважаемые читатели!

Наш нынешний «бенефициант» — компания, уникальная на рынке аналоговой электроники. В двух

смыслах: по производимой продукции и по выбранной модели бизнеса. И если о широчайшем ассортименте приемопередатчиков интерфейсов, о прецизионных и малопотребляющих аналоговых схемах, быстродействующих АЦП и ЦАП, интеллектуальных ШИМ-контроллерах и «электронных кнопках» разработчики электроники хорошо знают, то о бизнес-модели нужно упомянуть особо.

Maxim Integrated Products — это компания, созданная, если можно так выразиться, талантливыми инженерами, из инженеров и на благо инженеров. В какой-то мере это идеальная компания для разработчика электроники: к инженерным вопросам специалисты Maxim прислушиваются охотнее, чем к коммерческим вопросам своих дистрибьюторов и торговых партнеров (говорю об этом не без доли ревности). С этим связан ряд особенностей, характерных только для Maxim. Так, например, львиную долю прибыли компания тратит на инновации: разработку новых изделий (более 600 в год), поиск креативного персонала и переоборудование центров конструирования и производственных мощностей. Компания практически не сотрудничает с крупнейшими мировыми дистрибьюторскими сетями, предпочитая работать через собственную сеть прямых продаж или через

региональных дистрибьюторов. Вы не найдете стенов Maxim, а также рекламных ручек, пакетов, красочных буклетов и прочих «завлекалок» на крупнейших мировых выставках электроники. Реклама продукции Maxim всегда адресная, направлена на разработчика, выполнена в строгом корпоративном стиле, насыщена техническими данными. Вместе с тем основатель Maxim Джек Гиффорд сумел провести компанию целой и невредимой через крупный отраслевой кризис 2000 года. Многие из компаний-конкурентов не сумели этого сделать. Разработчики и снабженцы помнят, как приходилось в срочном порядке дорабатывать схемы, заменяя аналоговые изделия других компаний со сроками поставки «2025 год и позднее» на микросхемы Maxim.

Из четырнадцати лет существования на рынке поставками продукции Maxim компания **Компэл** занимается двенадцать. Начинали мы в качестве независимого поставщика, а в 2003 году получили статус официального дистрибьютора. За эти годы накоплен немалый опыт, найдено взаимопонимание с ключевыми сотрудниками Maxim, изучена специфика этой компании. Мы готовы помочь любому российскому разработчику, желающему применить компоненты Maxim в своем изделии.

Как всегда, ждем ваших писем.

С уважением,
Геннадий Каневский



Уолтер Сангалли

ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО, СЕРВИС

В преддверии двадцатипятилетия компании Maxim Integrated Products, ведущего мирового производителя микросхем аналогового и смешанного сигнала, управляющий директор Maxim по продажам и применению в Европе Уолтер Сангалли (Walter Sangalli) дал интервью руководителю отдела бренд-менеджеров компании Кэтэл Андрею Агенорову.

Андрей Агеноров: Компания Maxim Integrated Products известна на рынке электроники как одна из наиболее ориентированных на интересы разработчиков. Расскажите, как возникла идея такой бизнес-модели, и как она будет развиваться в дальнейшем?

Уолтер Сангалли: Компания Maxim Integrated Products была основана группой из девяти человек. Все они к этому моменту уже долго работали в полупроводниковом бизнесе, а пятеро из них являлись разработчиками интегральных схем. Лидер группы, Джек Гиффорд, сформулировал модель достижения успеха. В основе этой модели было желание собрать большую команду разработчиков микросхем и руководить ими так, чтобы добиться максимальной эффективности их работы. Джек понимал, что самой сложной задачей является привлечение к работе талантливых разработчиков ИС, а их труд должен поощряться соответствующим образом. Помимо этого, он был уверен, что разработка продукции с отличными характеристиками заставит разработчиков оборудования применять микросхемы Maxim, а как только микросхема включена в проект — вопрос продажи можно считать решенным.

А.А.: Российский рынок электронных компонентов считается одним из самых быстрорастущих в Европе. Как Вы оцениваете

тенденции развития российского рынка и перспективы компании Maxim в России и в Восточной Европе в целом?

У.С.: Мы по-прежнему видим определенную разницу между восточноевропейским и российским рынками. Восточная Европа остается преимущественно рынком производителей, хотя там появилось несколько значительных центров разработки. Российский рынок — гораздо более широкий, как по объемам, так и по разнообразию. Это касается и рынка электроники, быстрый рост которого определяется инвестициями в технологии за счет привлечения прибылей от нефтедобычи и продажи других натуральных ресурсов. Природа российского рынка электроники хорошо соответствует стратегии компании Maxim и спектру выпускаемой нами продукции. Я ожидаю быстрый и значительный рост бизнеса Maxim практически во всех отраслях электроники, в первую очередь — в промышленной электронике и в телекоммуникационном секторе.

А.А.: Исторически сложилось, что в России самые сильные позиции в области ИС аналогового и смешанного сигнала — у продукции Analog Devices. В последнее время заметно повышение интереса к российскому рынку со стороны компании Texas Instruments — они открыли Интернет-сайт на русском языке и представительство в Москве.

MAXIM

С нашей точки зрения, Maxim легко мог бы составить этим производителям конкуренцию во многих функциональных группах, но не проявляет пока столь высокой активности. Что вы планируете для усиления своих позиций в России?

У.С.: У нас есть четкая стратегия по России. В штате компании Maxim уже работают два сотрудника, занимающиеся исключительно российским рынком, и мы готовы увеличить этот ресурс по мере необходимости. Никаких ограничений в этом мы не устанавливаем. В настоящее время наша задача — мотивировать локальные дистрибьюторские компании и направлять их деятельность с целью обеспечения лучшего в отрасли уровня обслуживания заказчиков (в т.ч. высококлассный сервис по поставке образцов), наряду с исключительно компетентной технической поддержкой. Это обусловит выбор заказчиками продукции Maxim.

А.А.: Компания Maxim Integrated Products имеет большой опыт поставок продукции крупнейшим мировым производителям электроники. Особенностью России является доминирование в промышленном секторе малых и средних компаний, в то же время некоторые российские коллективы разработчиков выполняют заказы крупных мировых компаний. Что может предложить Maxim малым и средним российским предприятиям?

У.С.: В ассортименте Maxim много высокоинтегрированных изделий, разработанных для специфичных применений с большими объемами выпуска. Как правило, такие микросхемы используются

крупнейшими мировыми производителями. Однако подавляющее большинство изделий нашей компании представляют собой функциональные блоки, применимые в очень широком спектре электронных устройств. Во многих устройствах промышленной электроники широко применяются наши приборы для обработки сигналов, преобразователи данных, драйверы интерфейсов, микросхемы источников питания. Интерфейсные микросхемы и микросхемы питания — пожалуй, приборы наиболее универсального применения, их используют как большие, так и малые производители.

Наши инженеры с большим желанием сотрудничают именно с разработчиками из небольших компаний. Для крупных заказчиков разрабатываются специализированные чип-сету, и все, что необходимо сделать таким производителям — это организовать сборочный процесс. Специалисты меньших компаний должны обладать достаточными знаниями, необходимыми для создания оборудования на основе базовых компонентов. Именно по этой причине инженеры таких компаний достигают очень высокого уровня в своих разработках, и работать с ними интереснее.

А.А.: Существует традиционное мнение российских разработчиков, что компоненты Maxim — очень качественные, но дорогие. Как Вы прокомментируете это?

У.С.: Мы ценим мнение, что компоненты Maxim — высококачественные. Мы много работали, чтобы претворить это в жизнь 25 лет назад, и продолжаем упорно работать и по сей день. Откровенно говоря, мы считаем, что гораздо дешевле производить хорошие приборы, нежели плохие. Выпуск изделий низкого качества негативно влияет на уровень продаж и влечет за собой дополнительные затраты. Некоторые производители предпочитают копировать разработки других компаний и пытаются зарабатывать, снижая цены по сравнению с ценами оригинального производителя. Такая стратегия бизнеса уменьшает затраты покупателя в краткосроч-

ной перспективе. Беда в том, что при этом снижается прибыль обоих производителей (как оригинального, так и вторичного), и, как следствие, отсутствуют средства для инвестиций в разработку новой продукции. В итоге, в долгосрочной перспективе покупатель проигрывает, поскольку вынужден довольствоваться морально устаревшими изделиями. Бизнес-модель Maxim — инновации, мы не копируем чужие разработки. И хотя инновации требуют затрат, они обеспечивают потрясающие результаты: повышение производительности и новую функциональность. Поэтому в краткосрочной перспективе мы не снижаем цены, однако же в долгосрочной — за те же деньги заказчик получает гораздо больше. И это происходит непрерывно, год за годом.

А.А.: Основатель и многолетний руководитель вашей компании Джек Гиффорд недавно отошел от активного руководства компанией, оставаясь консультантом Совета директоров. Несомненно, это — выдающаяся личность в мире бизнеса, человек с яркой индивидуальностью, успешно прошедший компанию через многие испытания. Каких изменений с его уходом Вы ожидаете в политике компании, и на что будет сделан упор в дальнейшем развитии?

У.С.: Джек Гиффорд сделал нас тем, что мы есть. Ему мы обязаны фокусом нашего развития и интенсивностью нашей работы. Новый генеральный директор, Тунч Долука, работает в Maxim более 20 лет и хорошо знает многие стороны деятельности компании. Когда Тунч приступал к своим обязанностям, он понимал, какие стороны работы компании можно улучшить. Например — сфера производства. Для прежнего генерального директора приоритетным показателем являлась себестоимость. Для нового — в равной мере себестоимость и длительность производственного цикла. Такое повышенное внимание к времени производства приводит к снижению сроков поставки и облегчает закупку наших изделий.

И если вдруг вы, будучи потребителем наших микросхем, внезапно поймете, что ваша потребность возросла, мы сможем быстрее отреагировать на ваш запрос, и ваш бизнес не пострадает. Другой пример касается нашей инфраструктуры. Джек с осторожностью инвестировал средства во внутренние информационные и управляющие системы, в то время как Тунч уделяет этому больше внимания. В самое ближайшее время заказчики, возможно, еще не почувствуют изменений, но в дальнейшем мы обеспечим повышение уровня обслуживания и улучшение сроков поставок.

А.А.: Какие события повлияли на изменение логотипа Maxim и исчезновение из него Dallas? Что будет с ассортиментом Dallas, останется ли эта часть в общем ассортименте или нет? (В частности, затронут ли изменения «электронные кнопки» iButton и микроконтроллеры на 51-м ядре?)

У.С.: В линейке нашей продукции никаких перемен, в связи с изменениями в названии, не произошло. Логотип изменен именно сейчас, поскольку некоторое время назад нам стало известно, что ряд наших заказчиков не знают, что Maxim Integrated Products и Dallas Semiconductor — одна компания. На наших визитных карточках был изображен то один, то другой логотип, а иногда и оба. В конечном счете, мы просто сделали то, что надо было сделать уже давно.

А.А.: С какими словами Вы хотели бы обратиться к нашим читателям — потребителям продукции Maxim?

У.С.: По мере приближения к 25-летию нашей компании есть соблазн оглянуться назад и увидеть, что нам удалось создать широкую линейку разнообразной продукции и впечатляющий список ее потребителей во всем мире. На самом же деле, в преддверии юбилея, мы берем на себя обязательства продолжать работу с тем же акцентом на качество и инновации и существенно улучшить методы обслуживания наших заказчиков. 

MAXIM INTEGRATED PRODUCTS: ПОРТРЕТ КОМПАНИИ



Известный специалист по рынку электронных компонентов **Георгий Келл** на своей авторской странице рассказывает об истории крупнейших мировых производителей электронных компонентов.

Микросхемы **MAXIM** были первыми импортными компонентами для поколения российских электронщиков, начинавших свою деятельность в начале 90-х годов прошлого века. Первые рекламные врезки в журнале «Радио», первый офис их тогдашнего дистрибьютора *Spezial Elektronik* на ул. 26-ти Бакинских Комиссаров, первые бумажные каталоги и первые бесплатные образцы, которые можно было получить в чудесных антистатических коробочках — все это разительно отличалось от советских стандартов и оставило след во многих сердцах. Потом стало ясно, что относительно дорогостоящие ИС **MAXIM** наибо-

лее эффективны в микромощных приложениях. Но тогда фирма **MAXIM** и ее ИС — интегрирующий АЦП *MAX130*, фильтр на коммутируемых конденсаторах *MAX280* или управляемый генератор *MAX038* были известны очень и очень многим.

А началась история фирмы незадолго до ее «прихода» в Россию. Джек Гиффорд (*Jack Gifford*), начинавший карьеру в начале 60-х в качестве разработчика РЭА, затем работавший в компании **Fairchild**, а позднее участвовавший в создании компаний **AMD** и **Intersil**, основал **MAXIM** в апреле 1983 года. В **Fairchild** Гиффорд был очень успешным *salesman'ом*, и одной из главных его заслуг стало продвижение на рынок операционных усилителей *uA702* и *uA709*. Именно тогда он познакомился и подружился с легендарным разработчиком этих ОУ Бобом Видларом.

В конце 60-х многих сотрудников **Fairchild** увлек процесс создания собственных компа-

ний, и Гиффорд не стал исключением. Он был захвачен идеей «чисто аналоговой» компании, и первой попыткой стала компания **Advanced Micro Devices**, созданная им в 1969 году в партнерстве с Джерри Сандерсом (*Jerry Sanders*), тогдашним вице-президентом **Fairchild** по маркетингу. Но уже через два года Сандерс решил сосредоточиться на цифровых микросхемах, и Гиффорд был вынужден покинуть компанию. С горя он решил заняться сельским хозяйством и купил крупнейшую в Калифорнии помидорную ферму. Эта сельская «апатия» длилась почти 10 лет, затем Гиффорд вернулся в электронику, начал сотрудничать с компанией **Intersil** и достиг поста CEO. При этом он только утвердился во мнении, что ему нужен собственный бизнес.

Его партнерами по созданию **MAXIM'a** стали Дэйв Фуллагар (*Dave Fullagar*), разработчик легендарного ОУ *uA741*, Фред Бек (*Fred Beck*) и Ли Эванс

- Компания:
MAXIM INTEGRATED PRODUCTS
- Штаб-квартира:
Саннивейл, шт. Калифорния
- Основана: 1983 г.
- Президент & CEO:
Tunc Doluca
- Штат: 7.980 человек
- Объем продаж за 2007:
\$2,01 млрд.



Президент и CEO
компании Maxim Integrated Products
Тунч Долука

(Lee Evans), последним местом работы которых была компания Intersil. Гиффорд сделал ставку на внедрение КМОП-процесса в аналоговые ИС и стал практически первопроходцем в этой области.

Но новацией стала и организационная форма, при которой 75% компании принадлежало ее сотрудникам. Эта особенность «народной» компании сохраняется и в наши дни. Кроме того, по словам Дж. Гиффорда только 35% сотрудников родились в США, что характеризует MAXIM, как фирму активно ищущую талантливых разработчиков аналоговых микросхем по всему миру. Это в эру цифровой электроники является непростым делом!

В 2001 году MAXIM за \$2,5 млрд. акциями приобрел компанию DALLAS SEMICONDUCTOR, которая после смерти в 2000 году ее основателя C. Vincent Prothro оказалась в сложном положении. DALLAS SEMICONDUCTOR была основана в 1984 году и на момент слияния с MAXIM в ней работало 1200 сотрудников, выпускавших более 40 продуктовых линий микросхем, самыми известными из которых были часы реального времени, цифровые линии задержки, цифровые потенциометры, скоростные микроконтроллеры с ядром X51, интегральные термостаты и touch-memory. Эти линии значительно расширили номенклатуру цифровых микросхем MAXIM и обеспечили компании выход на новые сегменты рынка. Показательно, что бренд DALLAS сохранялся в названии компании вплоть до 2007 года, а микросхемы DSxxx выпускаются и поныне.

В наши дни в компании MAXIM действуют 17 бизнес-подразделений, которые выпускают более 5400 наименований ИС в 83 функциональных группах. Характерно, что большинство этих микросхем (80%) разработаны самой фирмой (proprietary), и ни одно из бизнес-подразделений не обеспечивает более 10% от суммарного объема продаж, что

делает фирму весьма устойчивой к изменениям рыночной конъюнктуры. В распоряжении компании находятся четыре завода в США и тестирующие предприятия на Филиппинах и в Таиланде. Кроме того, часть микросхем производится в рамках аутсорсинга на заводе компании Seiko Epson в г. Саката (Япония). Собственно MAXIM владеет 160 технологическими процессами производства ИС, а их упаковка осуществляется в 250 типов корпусов — рекордные показатели для отрасли.

Ежегодно MAXIM выпускает более 2 млрд. ИС. От 200 до 300 позиций являются новыми наименованиями (т.е. порядка 5 новых ИС в неделю) и неудивительно, что 20% оборота расходуется на НИР. Те, кто привычно считает основной продукцией компании микросхемы DC/DC-преобразователей или АЦП, будут удивлены наличием в номенклатуре MAXIM десятков микросхем для проводной и беспроводной связи. Выпускается масса специализированных микросхем для автомобильной промышленности, аудио и видео применений, заряда аккумуляторов и т.п. В целом MAXIM позиционирует себя как производителя микросхем для двунаправленной «связи» между аналоговым и цифровым миром.

Однако, «и на солнце бывают пятна». В 2005 году MAXIM дважды попадает в криминальные сводки — в Малайзии и на Филиппинах в ходе разбойных нападений были угнаны грузовики, перевозившие ИС (в первом случае еще не тестированные) на общую сумму \$2,7 млн. Компания объявляла вознаграждение за информацию, способную пролить свет на эти преступления, размещала на своем сайте наименования и номера партий, похищенных ИС, но раскрыть ни одно из преступлений не удалось. Известно только, что микросхемы из похищенных партий «всплывали» на азиатских рынках.

Летом 2006 года, в числе других известных производителе-

лей полупроводников Западного побережья (Marvell, Linear Technology, Broadcom), компания MAXIM попала под подозрение в нарушениях при выплате опционов топ-менеджерам. Последовали судебные иски со стороны акционеров... Скандал удалось погасить — аудиторы, проанализировав 270 тыс. электронных и 50 тыс. бумажных документов, не нашли ничего особо предосудительного. Правда, финансовый директор (CFO) был уволен.

В декабре 2006 года, следуя совету врачей, Джек Гиффорд, которому исполнилось 65 лет, оставил пост CEO, хотя несколько месяцев оставался стратегическим советником компании. На его место пришел также ветеран компании с 20-летним стажем Тунч Долука (Tunc Doluca), занимавший пост президента Группы портативной, вычислительной и измерительной электроники, состоящей из 9 бизнес-подразделений.

Хотя последние годы были непростыми для компании, ее развитие продолжается. В 2007 году за \$38 млн. у компании Atmel покупается завод в г. Ирвинг (шт. Техас), а по результатам 2007 года (финансовый год заканчивается 30 июня) впервые объем продаж компании переходит отметку в \$2 млрд.

Обслуживая примерно 35 тыс. потребителей по всему миру, MAXIM подчеркивает, что 70% продаж осуществляется вне США. Имея соглашения с 32 дистрибьюторами и поддерживая 22 собственных офиса по всему миру, MAXIM активно продвигает свою продукцию, обеспечивая эффективную поддержку разработчиков. В России продукция MAXIM продвигается тремя дистрибьюторами — КОМПЭЛ, ПЛАТАН и РЭЙНБОУ ТЕХНОЛОДЖИС.

С полной номенклатурой продукции и массой вспомогательной информации компании MAXIM INTEGRATED PRODUCTS можно познакомиться на сайте: www.maxim-ic.com. 

ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ МАХИМ. ГОД 2007



За 24 года компанией Maxim Integrated Products было разработано и выпущено более 5000 разновидностей интегральных схем. Более 80% из них разработаны инженерами Maxim. Компания стремится не усиливать какое-то одно направление, а целенаправленно развивает все категории своей продукции, стараясь быть лидером и в секторе аналоговых компонентов, и в секторе компонентов смешанных сигналов. Затраты на новые разработки составляют около 20% бюджета фирмы. Фирменные черты Maxim — малое энергопотребление и отсутствие позиций, снятых с производства.

Интерфейсные микросхемы

• **Интерфейсы RS-232, RS-422 и RS-485** — наиболее популярная продукция компании Maxim на отечественном рынке. Широкий выбор этой продукции в большинстве случаев позволяет разработчикам найти нужную микросхему. Наибольшей популярностью пользуются изолированные последовательные интерфейсы с защитой от электростатического разряда (ESD) до ± 15 кВ. В последнее время появляется все больше интерфейсных микросхем с низким напряжением питания вплоть до 1,8 В.

• **Драйверы интерфейса CAN (Controller Area Network)** — последовательной шины, обеспечивающей обмен данными между устройствами ввода/вывода, датчиками и исполнительными устройствами в масштабах одного изделия или даже предприятия. Протокол CAN предоставляет возможность нахождения на магистрали нескольких ведущих устройств, обеспечивая передачу данных в реальном масштабе времени, коррекцию ошибок для достижения высокой помехоустойчивости. Система CAN поддерживается большим количеством микросхем, обеспечивающих работу подключенных к магистрали устройств, разработку которых начинала фирма BOSCH для ис-

пользования в автомобилях. В настоящее время интерфейс широко применяется в промышленной автоматике.

• **Интерфейсы UART**, совместимые с SPI/Microwire

• **USB-приемопередатчики и контроллеры**, в том числе и USB On-The-Go (OTG) для прямого обмена данными без использования компьютера, например, между цифровым фотоаппаратом и принтером.

• **Скоростные интерфейсы LVDS, ECL и PECL.**

Аналого-цифровые преобразователи

• **АЦП двойного интегрирования (Dual Slope)**. Эти преобразователи отличаются простотой построения, высоким разрешением, низкой потребляемой мощностью при относительно низком быстродействии (< 50 ksp/s).

• **Сигма-дельта ($\Sigma\Delta$) АЦП** не требуют прецизионных внешних компонентов, однако они характеризуются высоким разрешением и широкой полосой пропускания. Максимальная частота дискретизации достигает 4800 ksp/s.

• **SAR АЦП (позарядного уравнивания)**. Небольшое количество внешних компонентов при высокой точности и низкой потребляемой мощности. Отлича-

ются узкой полосой пропускания, но она гораздо выше, чем у интегрирующих АЦП. Максимальная частота отсчетов до 250 ksp/s.

• **Конвейерные (Pipeline) АЦП** имеют высокую производительность при относительно высокой мощности потребления и максимальной частотой дискретизации до 80 Msps.

• **Параллельные (Flash) АЦП** отличаются самым высоким быстродействием (частота дискретизации до 1,5 Gsp/s) и очень широкой полосой пропускания. Имеют самую высокую потребляемую мощность при чрезвычайно простой архитектуре.

Цифроаналоговые преобразователи

• **ЦАП общего применения** с параллельным выводом цифрового кода или с последовательными интерфейсами (SPI, I²C и др.).

• **Скоростные ЦАП** с частотой преобразования от 40 до 2300 МГц (от 8 до 16 разрядов).

• **ЦАП + компаратор.**

Аналоговые фильтры

Разработчикам хорошо известны универсальные аналоговые фильтры компании Maxim на переключаемых конденсаторах с программированием от микроконтроллера, эллиптические фильтры 5-го и 8-го порядков, а также перестраиваемые фильтры Бесселя и Баттерворта до 8-го порядка.

Цифровые потенциометры

Компания Maxim выпускает широкое разнообразие цифровых потенциометров, которые являются электронным аналогом механических резисторов с переменным сопротивлением. Сопротивление

цифрового потенциометра определяется цифровым кодом, загруженным в энергонезависимую память через последовательные интерфейсы SPI, I²C или 1-Wire. Зависимость сопротивления от положения «движка» может быть линейной, логарифмической или программироваться пользователем. К классу цифровых потенциометров можно отнести прецизионные резистивные делители с различным отношением сопротивлений и управляемые прецизионные делители напряжения. В корпусе одной микросхемы бывает до шести цифровых потенциометров. Монолитное исполнение с цифровым регулированием позволяет уменьшить мощность потребления, улучшить массогабаритные и эксплуатационные характеристики. Некоторые цифровые потенциометры имеют импульсный интерфейс up/down, с помощью которого значение сопротивления зависит от количества поданных импульсов на вход управления.

Микросхемы управления питанием

Микросхемы управления питанием — еще один большой раздел продукции компании Maxim. Значительная часть продукции этого раздела ориентирована на формирование низковольтного питания для портативной электроники.

• **Микросхемы для импульсных источников питания.** Фирма Maxim уже многие годы занимает лидирующие позиции по выпуску широкого спектра интегральных схем для индуктивных DC/DC-преобразователей:

- понижающие (Step-Down),
- повышающие (Step-Up),
- повышающие/понижающие (Step-Up/Down),
- инвертирующие (Inverter).

В линейке продукции Maxim представлены также и емкостные DC/DC-конверторы.

• **Микросхемы для управления батареями и аккумуляторами.** Разработчику предоставляется широкий выбор микросхем для создания схем заряда разных типов аккумуляторов, обеспечивающих комплексную защиту химических источников тока.

• **Микросхемы для управления подсветкой ЖКИ** (драйверы светодиодов и схемы управления лампами подсветки).

• **Драйверы полевых транзисторов MOSFET.** Драйверы нижнего плеча, драйверы верхнего плеча и полумостовые драйверы для управления полевыми транзисторами также есть среди выпускаемой номенклатуры Maxim.

Источники опорного напряжения

Источники опорного напряжения (ИОН или Voltage Reference) используются для формирования стабильного уровня, что необходимо в АЦП, DC/DC-преобразователях и в других схемотехнических решениях. Диапазон опорных напряжений от 1,25 до 10 В.

Датчики температуры

Датчики температуры предназначены для преобразования температуры в электрический сигнал. Наибольшей популярностью пользуются монолитные температурные датчики с цифровым выходом. Цифровые датчики выполнены с АЦП на одном кристалле, что позволяет упростить обработку сигнала и минимизировать количество нужных компонентов. Некоторые температурные датчики обеспечивают точность $\pm 0,5... \pm 4^\circ\text{C}$ в широком диапазоне температур от -55 до 125°C . Обмен данными с микроконтроллером осуществляется по последовательным интерфейсам SPI, I²C или однопроводному интерфейсу MicroLan. Для оптимального охлаждения внутри корпуса прибора фирмой Maxim выпускаются контроллеры вентиляторов.

Микросхемы со встроенными средствами отсчета времени

Микросхемы часов реального времени (Real Time Clocks) способны вести отсчет секунд, минут, часов, дней недели, числа месяца, месяцев и годов до 2100 года с автоматическим учетом високосных годов и количеством дней в месяце и автоматическим переходом на зимнее/летнее время. Информация передается в контроллер по последовательным интерфейсам SPI, I²C, 3-Wire и

1-Wire или через параллельные порты ввода/вывода. Меры по предотвращению потери информации в памяти и встроенный кварцевый кристалл обеспечивают стабильный ход часов в течение десятков лет. К этой же группе продукции можно отнести и высокостабильные кварцевые генераторы, выпускаемые компанией Maxim.

Компоненты для организации сети 1-Wire

Однопроводной интерфейс 1-Wire используется для передачи информации по однопроводной линии с максимальной скоростью 15,4 кбит/с. Простой протокол обмена, низкое потребление, доступность значительной длины линии связи, несложная конфигурация сети 1-Wire позволяют использовать эти компоненты для многих приложений. Сеть 1-Wire использует для осуществления цифровой связи одну линию данных и один возвратный (или земляной) провод. Таким образом, для реализации среды обмена в этой сети могут быть применены доступные кабели, содержащие неэкранированную витую пару той или иной категории, или даже обычный телефонный провод длиной до 300 м.

Основой архитектуры сетей 1-Wire, является топология общей шины, когда каждое из устройств подключено непосредственно к единой магистрали, без каких-либо каскадных соединений или ответвлений. При этом в качестве базовой используется структура сети с одним ведущим (или мастером) и многочисленными ведомыми устройствами. Конфигурация любой сети 1-Wire может произвольно меняться в процессе ее работы, не создавая помех дальнейшей эксплуатации и работоспособности всей системы в целом, если при этих изменениях соблюдаются основные принципы организации однопроводной шины.

NVRAM (Non-Volatile RAM) — энергонезависимые ОЗУ

Энергонезависимые ОЗУ (NVRAM) компании Maxim хо-

рошо известны отечественным разработчикам. Микросхемы имеют встроенный литиевый источник питания, подключаемый к схеме только после первой подачи напряжения. Реализована встроенная защита данных при пропадании основного питания. Технология КМОП обеспечивает длительную работу внутренней литиевой батареи.

Микросхемы для беспроводной передачи данных (Wireless, RF и GPS)

Развитие беспроводных технологий не обошло стороной и компанию Maxim. Фирма выпускает однокристалльные радиочастотные трансиверы, микросхемы для GPS-навигации, для аналоговых и цифровых телевизионных тюнеров, принимающих спутниковые каналы телевидения, малошумящие усилители для телевизионного диапазона, микросхемы для беспроводной передачи сигналов аудио и видео на небольшие расстояния.

Микроконтроллеры

Среди выпускаемых микроконтроллеров компании Maxim необходимо отметить Flash-программируемые 12-разрядные интегрированные системы сбора данных с ядром MCS-51, защищенные 8-разрядные микроконтроллеры, 16-разрядные микроконтроллеры семейства MAXQ с RISC-архитектурой. Микроконтроллеры MAXQ используются в недорогих устройствах с низким потреблением энергии. Гибкая модульная архитектура MAXQ позволяет уменьшить затраты на разработку изделий. Эти микроконтроллеры применяются в портативном медицинском оборудовании, счетчиках электроэнергии и промышленных приборах с автономным питанием.

В кратком обзоре невозможно подробно остановиться на всех видах выпускаемой продукции такой крупной и динамичной фирмы как Maxim Integrated Products, поэтому за подробной информацией необходимо зайти на сайт производителя www.maxim-ic.com.



Компания Maxim Integrated Products приобрела компанию Vitesse

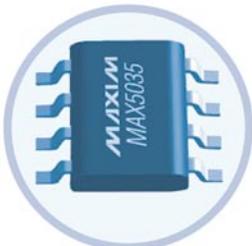
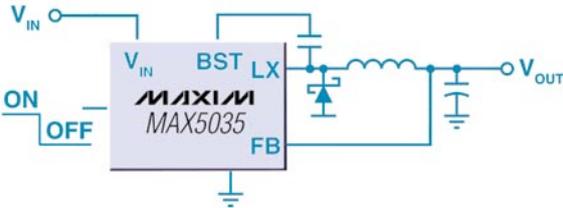
Компания Maxim Integrated Products сообщила о подписании окончательного соглашения с Vitesse Semiconductor Corporation о покупке бизнеса программируемых запоминающих устройств, расположенного в Колорадо Спрингз, за 63 миллиона долларов. В случае коммерческого успеха этого предприятия до конца 2008 финансового года (30 сентября 2008 года) Maxim получит прибыль в 12 миллионов долларов. По условиям соглашения, Maxim приобретет все основные активы этого бизнес-направления на обычных конечных условиях, включающих получение всех государственных разрешений и уплату пошлин. Сделка будет заключена в четвертом квартале 2007 года.

Это приобретение обогатит портфолио Maxim такой продукцией Vitesse, как Serial Attached ATA (SATA), Serial Attached SCSI (SAS), а также корпуса и базовые панели. По прогнозам, рынок охвата этих продуктов к 2010 финансовому году принесет Maxim 300 миллионов долларов. Компания надеется удержать позицию значимого поставщика и в дальнейшем.

Президент и генеральный директор Maxim Тунч Долука (Tunc Doluca) заявил: «В дополнение к высокой эффективности эта продукция имеет серьезное программное обеспечение и встроенные программные компоненты, важные для конечного пользователя. Процесс создания команды такого размаха и уровня, состоящей из дизайнеров и программистов, был бы долгим и трудоёмким для Maxim. Текущий уровень развития Vitesse, доверие пользователей и технических экспертов к встраиваемым микропроцессорным системам, запоминающим устройствам и встроенным программам — все это укрепит финансовую стабильность Maxim, его маркетинговую и производственную мощь и обеспечит быстрый рост доходов».



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Наименование	U _{вх} , В	U _{вых} , В	I _{вых} , А	Корпус
MAX5033	7,5...76	1,25...13,2	0,5	S08
MAX5035	7,5...76	1,25...13,2	1	S08
MAX5080	4,5...40	1,23...32	1	TQFN16
MAX5090	6,5...76	1,25...11	2	TQFN16
MAX5096	4...40	1,25...11	0,6	TQFN16
MAX15015	4,5...40	1,26...32	1	TQFN36
MAX15020	7,5...40	0,5...36	2	TQFN20




ПРОДУКЦИЯ МАХІМ

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	ПРИМЕНЕНИЕ																					
	Операционные и инструментальные усилители	АЦП	ЦАП, цифровые потенциометры	Аналоговые коммутаторы и мультиплексоры	Источники опорного напряжения	Аналоговые фильтры	Датчики температуры	Микроконтроллеры	Интерфейсы	PLC	Энергонезависимая память	Часы реального времени	Генераторы частоты	Радиочастотные компоненты	Телеком (E1, E3, LIU)	Микросхемы для оптической и высокоскоростной передачи данных	GPS, GLONASS, GALLILEO	Супервизоры питания	Управление батарейным питанием	Регуляторы напряжения, шим-контроллеры	Драйверы дисплеев, питание подсветки дисплеев	iButton
Автомобильная электроника	•	•	•	•	•		•	•	•			•	•	•		•	•	•		•	•	
Цифровая телефония	•	•	•	•					•						•	•				•		
Устройства проводной передачи данных				•				•	•									•		•		
Сотовая связь		•	•	•	•		•	•	•			•	•	•			•	•	•	•	•	•
Компьютеры и периферия	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•
Потребительская электроника	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•
Промышленные системы контроля	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				•		•	•	•
Счетчики расхода газа, жидкостей, электроэнергии	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•		•				•		•	•	•
Интеллектуальное управление электроприводом	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•							•		•	•	•
Источники питания					•			•	•			•						•		•	•	•
Измерительное и диагностическое оборудование	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•							•	•	•	•	•
Волоконно-оптическая передача данных	•		•	•			•		•						•			•		•	•	•
Портативные мультимедийные аудио-, видеоустройства	•	•	•	•	•	•		•	•		•							•	•	•	•	•
Медицинское оборудование	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•				•	•	•	•	•
Системы безопасности (сигнализация, идентификация, наблюдение)	•	•	•	•	•			•	•	•					•	•	•	•	•	•	•	•
Системы контроля доступа	•							•	•								•	•	•	•	•	•
Беспроводные системы передачи данных	•							•	•			•	•	•				•	•	•	•	•
Системы спутниковой навигации	•	•						•	•		•	•	•	•			•	•	•	•	•	•



Анатолий Андрушевич

МИКРОСХЕМЫ MAXIM В СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ

В статье рассматривается применение микросхем фирмы Maxim для организации аналогового ввода и вывода самых различных систем, используемых в промышленности. Это могут быть системы сбора данных, системы автоматического регулирования (электронные регуляторы), или более сложные автоматические системы управления технологическими процессами (АСУТП).

Типовая схема модуля аналогового ввода приведена на рис. 1. Модуль имеет один или несколько аналоговых входов и цифровой выход. Как правило, модуль рассчитан на определенный тип аналоговых сигналов. Тип аналоговых сигналов определяется физическими особенностями датчика и наличием в нем первичного измерительного преобразователя (например термосопротивление или датчик с выходом «токовая петля (4...20) мА»). Цифровой выход — это, чаще всего, последовательный интерфейс для подключения к общей шине обмена информацией между модулями ввода, модулями вывода и центральным вычислителем. В качестве интерфейса могут использоваться стандарты RS-485, CAN и другие. Модуль аналогового вывода (рис. 2) может иметь токовый выход (как правило, не более ± 20 мА) и/или выход напряжения (например ± 10 В).

Усиление

Первым активным элементом на пути сигнала от датчика в типовом модуле аналогового ввода является инструментальный усилитель. Он служит для подавления синфазной помехи и усиления. MAX4460/1/2 — инструментальные усилители с оригинальной нестандартной внутренней струк-

турой имеют очень низкий входной ток (1 пА) и эффективное подавление синфазной помехи (120 дБ), в том числе и для входных сигналов ниже нуля на 100 мВ (при однополярном питании). MAX4194-7 — семейство прецизионных инструментальных усилителей с классической (из трех ОУ) внутренней архитектурой. Входной сигнал может быть ниже нуля на 200 мВ. Уровень напряжения смещения не превышает 75 мкВ, а температурный дрейф напряжения смещения 0,5 мкВ/°С (оба параметра входные, типовые значения, при коэф. усиления 10). Усилить и/или буферизировать сигнал можно также с помощью операционных усилителей (см. табл. 1).

Коэффициент усиления очень удобно задавать с помощью прецизионных делителей напряжения MAX5490/1/2 или цифровых потенциометров. Недорогие микросхемы цифровых потенциометров MAX5427-9 и MAX5527-9 оснащены однократно программируемой энергонезависимой памятью положения движка и имеют 32 и 64 шага регулирования соответственно. MAX5128 сохраняет последнее положение движка в энергонезависимой памяти и имеет 128 шагов регулирования. Сдвоенные 10-битные (1024 положения) цифровые потенциометры MAX5494-9 также имеют энергонезависимую память



Новая микросхема установки времени

Компания Maxim Integrated Products представила микросхему установки времени DS1124 с дискретностью программирования временного интервала 0,25 нс.

Новая ИС DS1124 представляет собой программируемое устройство задержки цифрового сигнала. Длительность задержки сигнала программируется через 3-проводной SPI-совместимый интерфейс в пределах от 20 до 84 нс с дискретностью 0,25 нс (разрешающая способность 8 бит), при этом, интегральная нелинейность выбранной длительности задержки находится в пределах ± 3 нс.

ИС совместима как с КМОП-, так и с ТТЛ-сигналами и может использоваться в телевизорах с ЖК-дисплеем, в телекоммуникационном оборудовании, цифровом контрольном оборудовании, цифровых видеопроекторах, генераторах и анализаторах сигналов.

Микросхема питается от одного источника напряжением 5 В, рассчитана на работу в пределах промышленного температурного диапазона -40...85°C и поставляется в миниатюрном 10-выводном корпусе mSOP в бессвинцовом исполнении.

последнего положения каждого движка и могут быть использованы для точной подстройки коэффициента передачи и «нуля» напряжения сдвига. У всех делителей и потенциометров типовой температурный коэффициент не превышает 5 ppm/°C при потенциометрическом включении.

АЦП

Главная микросхема модуля аналогового ввода. Ее выбор зависит от целого ряда требований, который не ограничивается типом аналогового сигнала. Аналоговый модуль может быть многоканальным и при этом осуществлять одновременное сэмплирование нескольких входных сигналов. Такая задача под силу только специализированному АЦП (см. табл. 2).

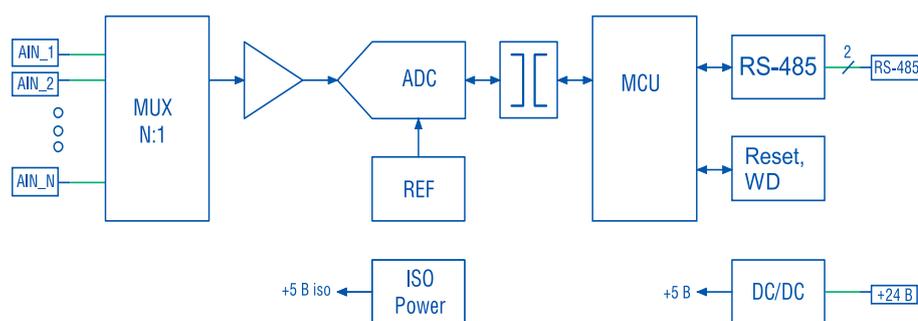


Рис. 1. Типовая схема модуля аналогового ввода

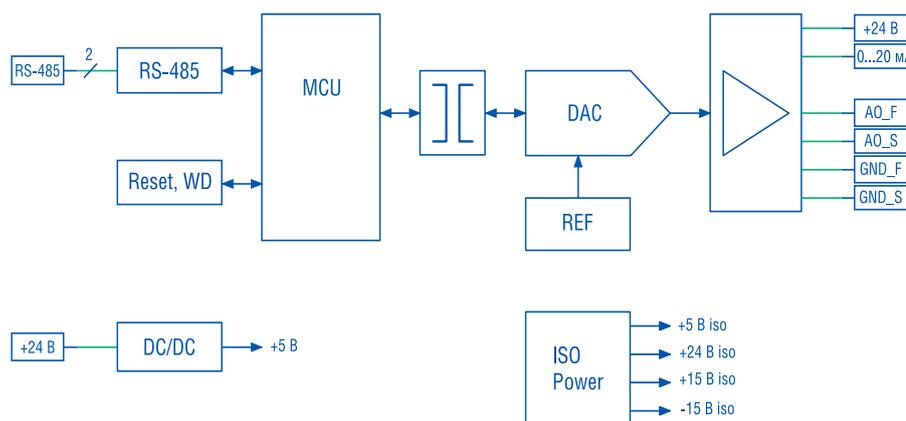


Рис. 2. Типовая схема модуля аналогового вывода

Источник опорного напряжения

Для систем промышленной автоматизации, как правило, ключевым параметром является температурная и временная стабильность выходного напряжения. Семейство микросхем **MAX6101-8** имеет максимальный температурный дрейф не более 20 ppm/°C, а ИМС **MAX6033** является самым точ-

ным в отрасли источником опорного напряжения в корпусе SOT-23 с максимальным температурным дрейфом не более 7 ppm/°C. Ультрапрецизионный малощумящий источник **MAX6126** имеет размах напряжения шумов 1,45 мкВ в диапазоне частот от 0,1 Гц до 10 Гц (при выходном напряжении 2,5 В) и максимальный дрейф выходного

напряжения 3 ppm/°C. При этом типовое значение этого параметра составляет 0,5 ppm/°C в диапазоне температур от -40°C до 85°C.

ЦАП

Широкий спектр задач позволяют реализовать цифро-аналоговые преобразователи фирмы Maxim. Прецизионные 16-битные ЦАП **MAX5441-4** имеют максимальный ток потребления 200 мкА и время установки выходного напряжения 1 мкс. Недорогие 16-битные ЦАП **MAX5200-3** оснащены встроенным источником опорного напряжения и выходным буфером и имеют время установки выходного напряжения 25 мкс. 12-битные ЦАП **MAX5352/3** так же имеют встроенный выходной буфер. Все указанные микросхемы ЦАП поставляются в миниатюрном корпусе μ MAX.

Имеются и многоканальные изделия. 12-битные ЦАП со встроенным выходным буфером и с максимальным временем установки выходного напряжения 3 мкс **MAX5290/1**, **MAX5580/1** и **MAX5590/1** имеют соответственно 2, 4 и 8 цифроаналоговых преобразователей на одном кристалле.

Интересен готовящийся к выпуску специализированный 16-битный ЦАП **MAX5661**. Эта микросхема представляет собой интегральное решение для реализации токового выхода (0...20 мА) или выхода напряжения (± 10 В)

Таблица 1. Параметры операционных усилителей Maxim для систем промышленной автоматизации

Наименование	Напр. питания (ток потр., тип.), В	Входной ток, макс., нА	Напр. смещения, прив. ко входу, макс., мкВ (дрейф, макс.)	Плотность ЭДС шума, прив. ко входу, нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$, ($f = 1$ кГц)	Частота единичного усиления, МГц	Особенности
MAX4236/7	2,4...5,5 (350 мкА)	0,5	20 (2 мкВ/°C)	14	1,7; 7,5	Ультрапрецизионный, Rail-to-Rail выход
MAX4238/9	2,7...5,5 (600 мкА)	0,001, тип.	2 (0,01 мкВ/°C)	30	1; 6,5	Ультрапрецизионный, оригинальная схема автокомпенсации смещения и шума 1/f
MAX4249-57	2,4...5,5 (420 мкА)	0,1	750 (0,3 мкВ/°C, тип.)	8,9	3; 22	Малощумящий, ультралинейный, Rail-to-Rail выход
MAX4475-78/88/89	2,7...5,5 (2,5 мА)	0,15	350 (6 мкВ/°C)	4,5	10; 42	Малощумящий, ультралинейный, Rail-to-Rail выход
MAX410/2/4	$\pm 2,7 \dots \pm 5,25$ (2,5 мА)	150	250 (1 мкВ/°C, тип.)	2,4	28	Малощумящий

Таблица 2. Специализированные АЦП Maxim для систем промышленной автоматике

Тип измерения или входного сигнала	Особенности	АЦП
Напряжение и/или ток	Измерение напряжения до ± 10 В и/или тока до ± 20 мА	MAX1286-9 – 12 бит, до 150 тыс. изм. в секунду, дифференциальный вход (MAX1288/9) MAX1393/6 – 12 бит, до 312,5 тыс. изм. в секунду, дифференциальный вход (MAX1393)
Температура	Очень малое входное напряжение ($40,7 \text{ мкВ}/^\circ\text{C}$ для термомпары типа К)	MAX1400-3 – 18 бит сигма-дельта, до 4800 изм. в секунду, многоканальный, возбуждение термосопротивления (MAX1402/3) MAX1415/6 – 16 бит сигма-дельта, до 500 изм. в секунду, 2 дифф. входа, встр. генератор MX7705 – 16 бит сигма-дельта, до 500 изм. в секунду, 2 дифф. входа
Контроль электрических сетей, системы управления двигателями	Одновременное сэмплирование нескольких каналов. Большой динамический диапазон (для контроля электрических сетей)	MAX11040* – 24 бит сигма-дельта, до 64 тыс. изм. в секунду, 4 дифф. входа с одновременным сэмплированием (каскадирование до 32 входов), возм. подачи отриц. напряжения, встр. генератор и ИОН MAX1316-8, MAX1320-6 – 14 бит, до 526 тыс. изм. в секунду, до 8 входов с одновременным сэмплированием, возм. подачи отриц. напряжения (MAX1320-6), встр. генератор и ИОН MAX1304-6, MAX1308-14 – 12 бит, до 1075 тыс. изм. в секунду, до 8 входов с одновременным сэмплированием, возм. подачи отриц. напряжения (MAX1308-14), встр. генератор и ИОН MAX1377/79/83* – 12 бит, до 1800 тыс. изм. в секунду, 2 дифф. входа с одновременным сэмплированием, возм. подачи отриц. напряжения (MAX1383), встр. ИОН MAX1378/80/84* – 10 бит, до 1800 тыс. изм. в секунду, 2 дифф. входа с одновременным сэмплированием, возм. подачи отриц. напряжения (MAX1384), встр. ИОН

* – готовятся к выпуску.

по схеме с компенсацией сопротивления соединительных проводов. Управление осуществляется по последовательному интерфейсу SPI/QSPI/Microwire. Реализована возможность индикации аварийного режима (обрыв токовой петли или короткое замыкание выхода напряжения) и асинхронного обнуления или загрузки предустановленного значения.

Другие микросхемы

- **MAX4506, MAX4507** – микросхемы защиты соответственно трех и восьми аналоговых входов от попадания напряжения до ± 40 В.
- **MAX4508/9** – микросхемы мультиплексоров (8:1 и 2x4:1) с защитой входов от попадания напряжения до ± 40 В.
- **MAX3202E-8E** – микросхемы защиты до 6 сигнальных линий (аналоговых или цифровых) от статического электричества до ± 15 кВ (Human Body Model).
- **MAX13202E/4E/6E/8E** – микросхемы защиты до 8 сигнальных линий (аналоговых или цифровых) от статического электричества до ± 30 кВ (Human Body Model).
- **DS600** – аналоговый датчик температуры с максимальной погрешностью измерений $\pm 0,75^\circ\text{C}$ в диапазоне температур от -40°C до 125°C .

- **MAX6323/4** – супервизор микропроцессора и «оконный» Watchdog таймер.
- **MAX6746-53** – супервизор микропроцессора и «оконный» Watchdog таймер с возможностью устанавливать время срабатывания выбором внешних конденсаторов.
- **MAX5033, MAX5035** и **MAX5090** – DC/DC понижающие преобразователи с входным напряжением до 76 В и выходным током соответственно 0,5 А, 1 А и 2 А.
- **MAX253/6, MAX845** – драйверы трансформатора для реализации гальванической развязки.
- **MAX13487E/8E** – микросхемы приемопередатчиков интерфейса RS-485 с функцией AutoDirection, позволяющей об-

ходиться без сигнала управления Driver Enable.

- **MAX13050-4** – микросхемы приемопередатчиков интерфейса CAN с защитой интерфейсных выводов от попадания напряжения до ± 80 В и с функцией Autobaud (MAX13051), позволяющей микропроцессору определять скорость передачи данных в сети без нарушения ее работы.

Дополнительную информацию и более подробные технические характеристики указанных микросхем можно найти на сайте: www.maxim-ic.com.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru

MAXIM
www.maxim-ic.com

ИСТОЧНИК
ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ



- Максимальный температурный дрейф 7 ppm/°C
- Начальная точность +/- 0,04%
- Выходной ток 15 мА
- Диапазон выходных напряжений от 2,7 до 12,6 В
- Корпус SOT-23



Евгений Звонарев

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ЧАСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ MAXIM

Высокая точность, стабильность частоты и малое потребление – характерные свойства часов реального времени производства Maxim. Встроенная энергонезависимая память еще больше расширяет функциональность этих микросхем. Появившиеся недавно часы реального времени с цифровой подстройкой позволяют получить недостижимую аналоговыми методами стабильность частоты и точность измерения интервалов времени.

DS32kHz – кварцевые генераторы с термокомпенсацией и высокой точностью

Микросхема DS32kHz – это популярный термокомпенсированный кварцевый генератор часовой частоты 32,768 кГц со встроенной схемой переключения на резервное питание от батареи. Частота на выходе DS32kHz отличается высокой точностью и стабильностью в течение больших промежутков времени. Четкое представление об этом дает рисунок 1.

Гарантированная точность измерения времени для часов, имеющих тактовый генератор на DS32kHz, составляет ± 1 минута в год при диапазоне рабочих температур от 0 до 40°C. При изменении температуры от -40 до 85°C точность хода часов составляет ± 4 минуты в год. На рисунке 1 стабильность частоты измеряется в ppm (миллионная доля). Например, для частоты 1 МГц один ppm равен 1 Гц, то есть одна миллионная часть от 1 МГц, для частоты

Стабильность частоты микросхемы DS32kHz и кварцевого резонатора без термокомпенсации

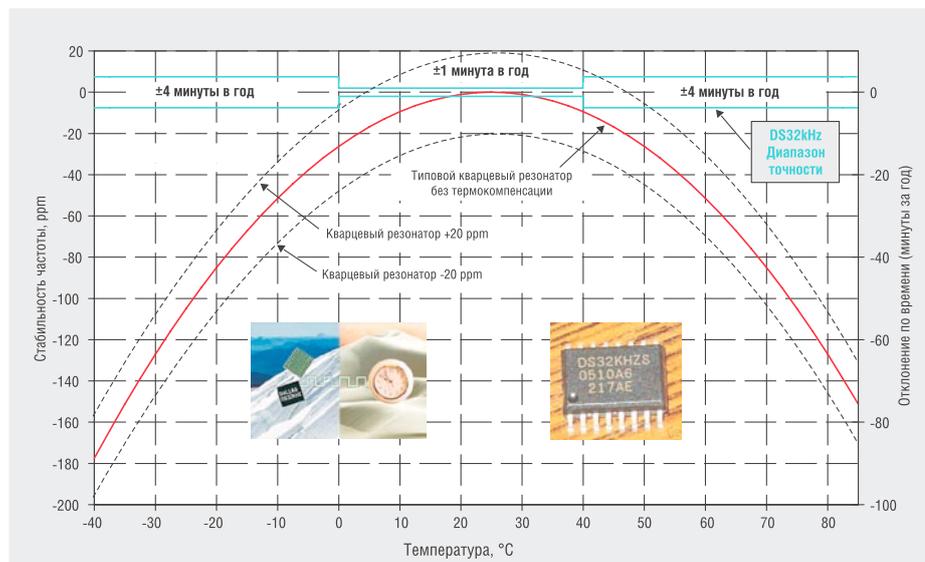


Рис. 1. Сравнение стабильности частоты кварцевого генератора DS32kHz и кварцевого резонатора без температурной компенсации

MAXIM

Новые 32-битные часы реального времени

Компания Maxim Integrated Products представила часы реального времени (ЧРВ) **DS1372** со встроенными двоичным счетчиком и уникальным 64-битным ID. Программное обеспечение *цифрового управления правами* (DRM) требует фиксации времени для передачи файлов и ID для идентификации авторизованного пользователя. Интегрирование в состав DS1372 двоичного счетчика и уникального 64-битного ID позволит не только выполнить требования DRM, но также снизить количество компонентов в системе и использовать менее дорогостоящий процессор. Часы доступны в 8-выводном корпусе μ SOP и идеальны для использования в MP3/MP4/PMP плеерах, персональных видеорекордерах (PVR), цифровых камерах и торговых терминалах (POS). Входящий в состав DS1372 двоичный счетчик обеспечивает простоту преобразований измерений в истинном времени и пройденном времени. Кроме того, еще на фазе производства в ИС путем лазерного прожига вводится 64-битный ID, что избавляет пользователя от затратной процедуры программирования и исключает возможность несанкционированного изменения серийного номера. ИС DS1372 разработана специально для применений с резервным батарейным питанием: потребляемый ток составляет 450 нА (тип) при 3В. Использование таких маломощных ЧРВ, например, в MP3-плеере с батарейным питанием, позволит реализовать функцию отключения основного процессора для экономии энергии батарейного источника. ИС DS1372 доступна в RoHS-совместимом 8-выводном корпусе μ SOP и рассчитана на работу в пределах температурного диапазона -40...85°C.

2 МГц один ppm будет равен 2 Гц. Структурная схема кварцевого генератора DS32kHz показана на рисунке 2.

Диапазон напряжений основного питания DS32kHz – от 4,5 до 5,5 В, номинальное напряжение, подаваемое на вход резервного питания составляет 3 В (2,7...3,5 В). Калибровка частоты не требуется. Микросхемы выпускаются в корпусах DIP14, SO16-300 (широкий SOIC), BGA36 для коммерческого (0...70°C) и промышленного (-40...85°C) диапазонов температур. Кварцевые генераторы DS32kHz уже завоевали популярность у разработчиков и, без сомнения, будут востребованы и в будущем.

DS3232, DS3234 – кварцевые генераторы с управлением по интерфейсам I²C и SPI

При необходимости подстройки и калибровки часовой частоты 32,768 кГц можно использовать кварцевые генераторы DS3232 и DS3234 со встроенной памятью для калибровки выходной частоты и памятью SRAM общего назначения. Обе памяти защищены резервным питанием от потери информации. Структурная схема этих микросхем приведена на рисунке 3. В микросхемах с помощью корректного подключения к резервному источнику питания (батареи или аккумулятору) реализована защита от изменения информации в памяти SRAM при пропадании питания. Функционально близкими микросхемами к рассмотренным DS3232 и DS3234 являются генераторы DS3231. Основное отличие DS3231 – отсутствие встроенной памяти SRAM. Однако во многих случаях в ней нет необходимости, и это снижает стоимость часов реального времени.

DS32B35 и DS32C35 – кварцевые генераторы со встроенной энергонезависимой памятью FRAM

Память FRAM (Ferroelectric RAM) не требует резервирования питания для защиты информации и сохраняет информацию при отключении питания, обладает очень низким собственным потреблением энергии. Это позволяет отказаться от резервной батареи и упростить схему пре-

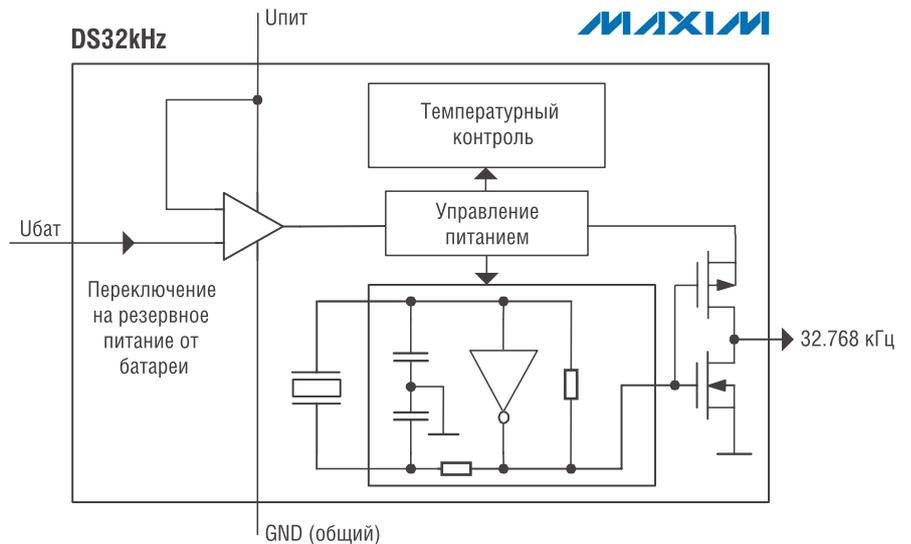


Рис. 2. Структурная схема термокомпенсированного кварцевого генератора DS32kHz



- ◆ SPI или I²C интерфейс
- ◆ Встроенный кварцевый кристалл
- ◆ Автоматическое переключение на резервное питание
- ◆ Корпус SO-20 (широкий)

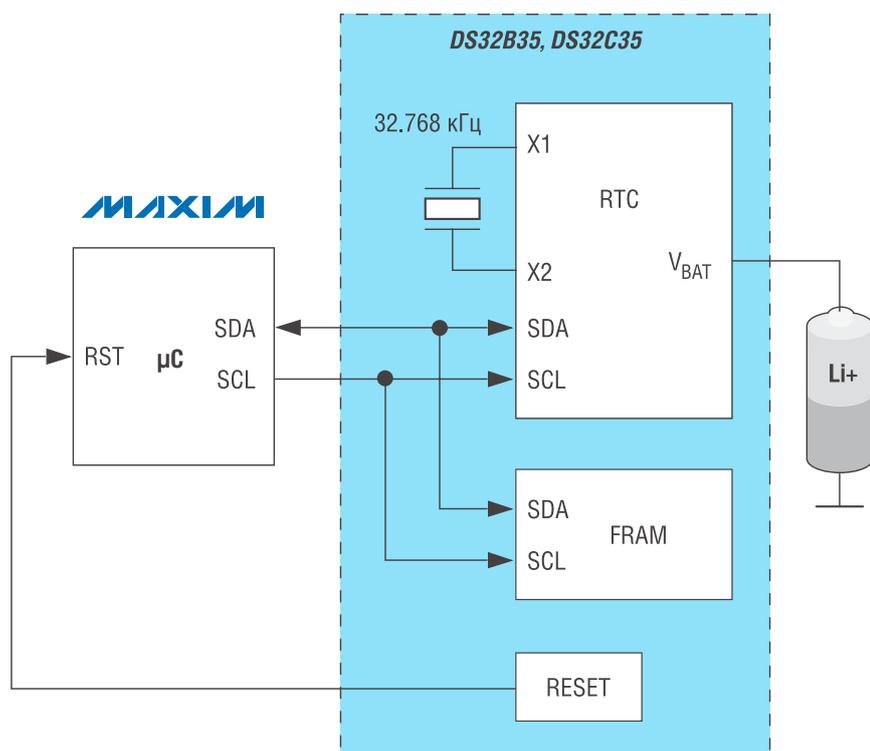
Рис. 3. Структурная схема кварцевых генераторов со встроенной памятью и управлением по последовательным интерфейсам SPI и I²C

Таблица 1. Часы реального времени со встроенными памятью, датчиком температуры и кварцевым кристаллом

Наименование	Интерфейс	Упит., В	Память, байт	Диапазон темп., °C	Корпус
DS3231	I ² C		–		SO-16
DS3232	I ² C		SRAM, 236	0...70; -40...85	SO-20
DS3234	SPI	3,3	SRAM, 256		
DS32B35	I ² C		FRAM, 2к	-40...85	SO-20
DS32C35	I ² C		FRAM, 8к		

цизионного формирователя интервалов времени, так как для питания достаточно всего одной литиевой батареи. Микросхемы DS32B35 и DS32C35 выпускаются для коммерческого и индустри-

ального диапазонов температур, а также отличаются объемом встроенной памяти FRAM. Структурная схема и основные параметры этих генераторов приведены на рисунке 4. Основные параметры



Наименование	Диапазон температур, °C		Память, бит	Корпус
	0...70	-40...85		
DS32B35	✓		2k x 8	SO-20
DS32B35N		✓		
DS32C35	✓		8k x 8	
DS32C35N		✓		

Рис. 4. Структурная схема и основные параметры кварцевых генераторов со встроенной энергонезависимой памятью FRAM

генераторов со встроенной памятью SRAM или FRAM сведены в таблицу 1.

DS4026 – высокочастотный и высокоточный кварцевый генератор

Для еще более высокой точности формирования промежутков времени Maxim предлагает новые высокочастотные термокомпенсированные кварцевые генераторы DS4026 с подстройкой частоты цифровым кодом и цифровой компенсацией (DC-TCXO). Производитель гарантирует точность и стабильность частоты ± 1 ppm в диапазоне рабочих температур: $-40...85^\circ\text{C}$. На рисунке 5 показана структурная схема DS4026. Для достижения такой высокой точности и минимизации помех по цепям питания цифровая и аналоговая части схемы разделены.

Стандартные частоты DS4026 – 12,8; 19,44; 20,0; 38,88; 40 и 51,84 МГц. Возможно производство по спецзаказу генераторов для других частот. Каждая микросхема калибруется производителем для достижения точности и стабильности ± 1 ppm. Производитель гарантирует максимальное отклонение частоты от номинального значения всего $\pm 4,6$ ppm за 10 лет. По интерфейсу I²C можно подстроить частоту цифровым кодом в пределах ± 8 ppm. Микросхемы DS4026 выпускаются в корпусе SO-16 для коммерческого и промышленного диапазонов рабочих температур. Генерируемый сигнал благодаря выходному буферу обладает высокой стабильностью фазы и симметричными фронтами при нарастании и спаде импульсов. Напряжение питания генераторов DS4026 составляет $3,3 \text{ В} \pm 5\%$. Они выпускаются в стандартном широком корпусе SO-16.

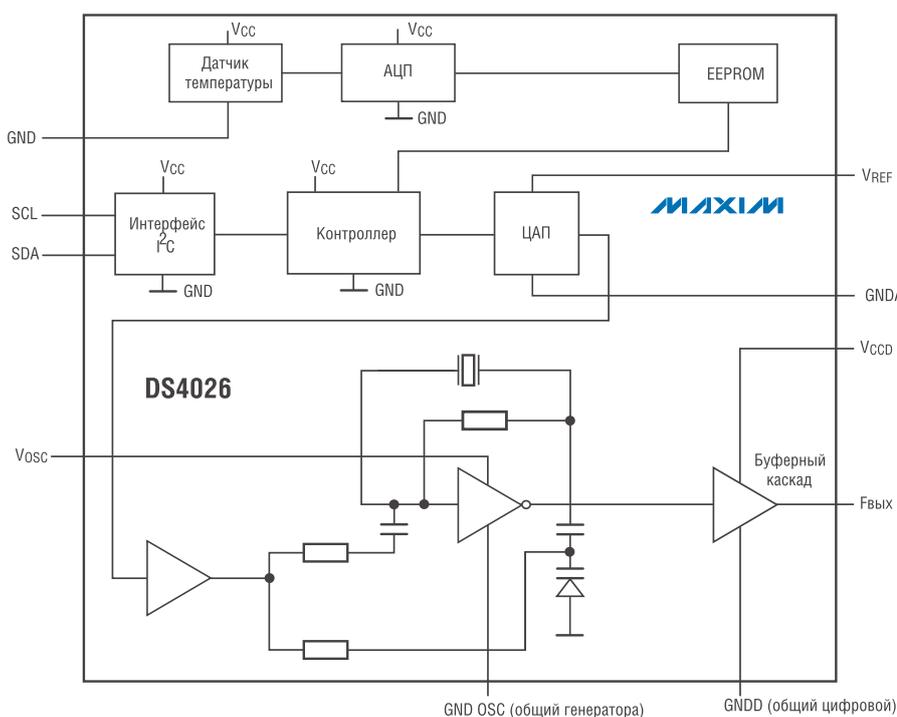


Рис. 5. Структурная схема кварцевого генератора DS4026 с коррекцией частоты цифровым кодом

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru



Илья Бочарников

ОБЗОР ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Высоковольтные понижающие DC/DC-преобразователи применяются в приборостроении, энергетическом машиностроении, силовой электронике, медицинской электронике, автомобильной промышленности. Компания Maxim Integrated Products производит большую линейку DC/DC-преобразователей. В их числе – высоковольтные DC/DC из линейки MaxPower. Публикуемый обзор поможет разработчикам выбрать необходимое изделие.

Линейка понижающих DC/DC-преобразователей Maxim состоит более чем из 400 микросхем. В статье рассматриваются высоковольтные преобразователи для промышленного применения и автомобильной электроники (см. табл. 1). Все микросхемы рассчитаны на работу в расширенном температурном диапазоне: -40...125°C и, традиционно для продукции Maxim, имеют полный набор защитных функций, таких как конфигурируемая блокировка при снижении напряжения, плавный старт, защита от перегрева, пошаговое ограничение тока и защита от короткого замыкания.

MAX5033, MAX5035

Наиболее популярными из производимых компанией Maxim высоковольтных DC/DC-преобразователей являются микросхемы MAX5033 и MAX5035. Это самые недорогие представители линейки MaxPower. Они просты в применении и имеют достаточно компактные корпуса SO8.

Типичная схема подключения MAX5033/35 приведена на рис. 1.

MAX5033 и MAX5035 обеспечивают максимальный выходной ток 500 мА и 1 А соответственно. Микросхемы выпускаются в четырех модификациях. Версии А, В,

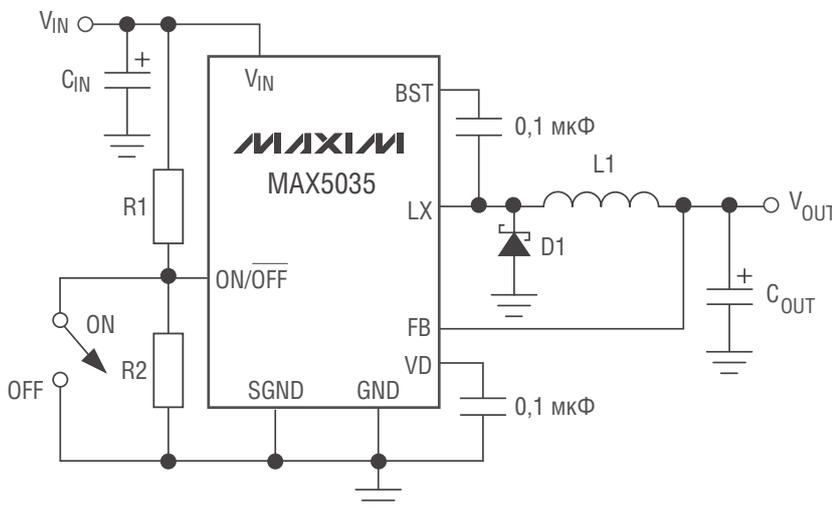


Рис. 1. Схема включения MAX5033/35



Новый 802.11g/b-совместимый РЧ-трансивер

Компания Maxim Integrated Products представила однокристалльный сверхмаломощный 802.11g/b-совместимый РЧ-трансивер прямого преобразования MAX2830 со встроенными усилителем мощности (УМ), переключателями прием/передача/тип антенны и схемой кварцевого генератора.

MAX2830 является первым в промышленности трансивером, который интегрирует переключатели приема/передачи и типа антенны. Это позволяет экономить 10 мм² площади печатной платы и 0,25 долл. США затрат на комплектующие по сравнению с имеющимися на рынке решениями. Малая стоимость и малые размеры этого высокоинтегрированного трансивера делают идеальным применение MAX2830 в WiFi, персональных цифровых устройствах, VoIP-приложениях и сотовых телефонах.

MAX2830 также содержит кварцевый генератор с цифровым управлением (DCXO), который выступает в роли задающего генератора и позволяет использовать небольшие, недорогие и маломощные кварцевые резонаторы. У конкурирующей продукции для этих же нужд используется более дорогостоящие и громоздкие внешние кварцевые генераторы, которые потребляют более высокий ток и увеличивают стоимость комплектующих на 0,50 долл. США.

MAX2830 разработан с применением запатентованной компанией Maxim высококачественной технологии SiGe BiCMOS. Сам трансивер работает от напряжения питания 2,7...3,6 В, а усилитель мощности – от напряжения 2,7...4,2 В, что позволяет питать MAX2830 непосредственно от аккумулятора сотового телефона. Приемник потребляет ток 62 мА в режиме приема, при этом уровень шума составляет 3,3 дБ. Это позволяет добиться лучшей в своем классе чувствительности приема -75 дБм (64QAM OFDM) без внешнего маломощного усилителя.

Трансивер MAX2830 выпускается в миниатюрном 48-выводном корпусе TQFN-EP размерами 7x7 мм. Для ускорения разработки доступен отладочный набор.

Таблица 1. Высоковольтные понижающие DC/DC-преобразователи Maxim

Наименование	V _{вх} мин, В	V _{вх} макс, В	V _{вых} , В	I _{вых} , А	f, кГц	Особенности
MAX15014/15/16/17	4,5/7,5	40	1,26...32	1 (50 mA LDO)	135/500	Внешняя синхронизация, Спящий режим, Вывод сброса, Ограничение по току, Мягкий старт
MAX15020	7,5	40	0,5...36	2	До 500	Регулируемая частота, Внешняя синхронизация, Спящий режим, Мягкий старт
MAX5080/81/82/83	4,5/7,5	40	1,23...32	1/1,5	250	Внешняя синхронизация, Спящий режим, Вывод сброса, Мягкий старт
MAX5096/97	4	40	1,25...11	0,6 (100 mA LDO)	135/330	Внешняя синхронизация, Спящий режим, Вывод сброса, Мягкий старт
MAX5033/35	7,5	76	1,25...13,2	0,5/1	125	Спящий режим, Мягкий старт
MAX5090	6,5	76	2	2	125	Внешняя синхронизация, Спящий режим, Мягкий старт

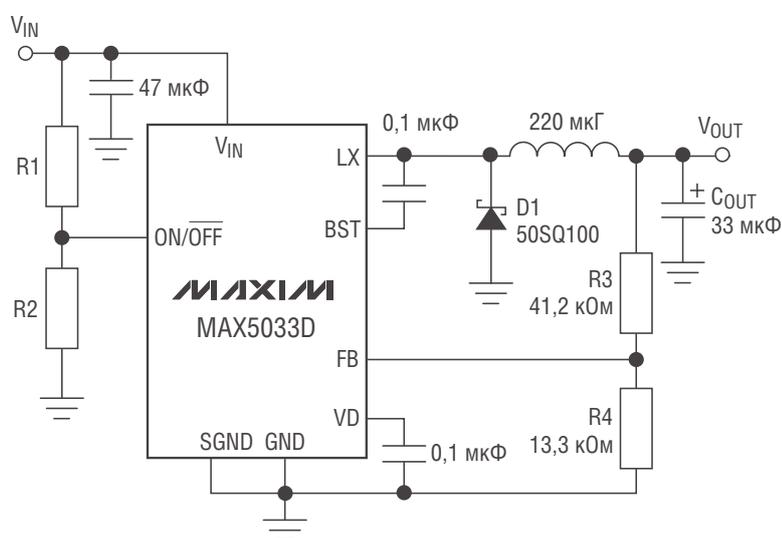


Рис. 2. Регулировка уровня выходного напряжения MAX5033/35

С настроены на выходное напряжение 3,3; 5 и 12 В. Модификация D позволяет выставлять напряжение на выходе в диапазоне от 1,25 до 13,2 В. Уровень определяется включением резистивного делителя в цепь обратной связи, подключаемую к выводу FB, как показано на рис. 2.

Преобразователи MAX5033 и MAX5035 работают на фиксированной частоте 125 кГц. При малых нагрузках, для обеспечения высокого КПД, микросхемы автоматически переходят в режим работы с пропуском импульсов. Потребление при нулевой нагрузке составляет всего 270 мкА. Кроме этого, в микросхемах реализован спящий режим, потребляемый ток при котором имеет диапазон 10-15 мкА.

MAX5090

Продолжает линейку понижающих преобразователей микросхема MAX5090. Она также поддерживает входное напряжение до 76 В. MAX5090 рассчитана на ток до 2 А, и очень похожа на описанные выше MAX5033 и MAX5035. В этом преобразователе имеется встроенный высоковольтный DMOS-транзистор с еще более низким сопротивлением открытого канала (0,26 Ом). ШИМ-конвертер микросхемы работает на постоянной частоте 127 кГц. Чуть более расширилась нижняя граница входного напряжения — до 6,5 В. Ток потребления при нулевой нагрузке — 310 мкА, в спящем режиме — около 20 мкА.

Существенное отличие MAX5090 от младших микро-

схем — возможность синхронизации от внешнего источника, что может быть использовано в приложениях, чувствительных к шумам. Гарантированный диапазон частоты синхронизации от 119 кГц до 200 кГц. MAX5090A и MAX5090B имеют выходное напряжение 3,3 В и 5 В соответственно, а MAX5090C позволяет регулировать его в пределах 1,265...11 В.

В целях обеспечения высокого КПД и низкой стоимости системы прибор содержит встроенный высоковольтный DMOS-транзистор. Микросхема имеет блокировку от пониженного входного напряжения, циклический токовый ограничитель и защиту от КЗ перегрева.

MAX5033 доступен в компактном SO и пластиковом DIP корпусах с 8 выводами и имеет рабочий температурный диапазон -40...125°C.

MAX5080/81/82/83

MAX5080/81/82/83 — это миниатюрные конвертеры на ток 1/1,5 А, работающие от входного напряжения от 4,5 до 40 В и выпускаемые в TQFN-корпусах размером 5x5 мм. Эти микросхемы не имеют фиксированных уровней выходного напряжения. Его величина задается выбором элементов в цепи обратной связи. Диапазон выходного напряжения — от 1,23 до 32 В. Микросхемы работают на достаточно высокой частоте в 250 кГц, что в сочетании с внешней компенсацией позволяет добиваться хорошей стабильности

выходного напряжения для питания беспроводных устройств или любых других приложений, где возможна частая и резкая смена режимов потребления.

Также имеется возможность использования внешней синхронизации в диапазоне 150...350 кГц, реализован автоматически включаемый режим пропуска импульсов, схема защиты от КЗ.

Типичная схема включения изображена на рис. 3.

MAX5096 и MAX5097

MAX5096 и MAX5097 – понижающие преобразователи напряжения, работающие в двух режимах. При высокой выходной нагрузке преобразователи работают в режиме переключающего преобразователя. При низкой выходной нагрузке устройство может быть переведено в режим LDO сигналом по входу LDO/BUCK, что позволяет снизить рабочий ток. Микросхемы работают в диапазоне входных напряжений от 4 до 40 В. В режиме переключающего преобразователя MAX5096, MAX5097 обеспечивают ток в нагрузке до 600 мА. Частота ШИМ составляет 135 кГц у MAX5096 и 330 кГц – у MAX5097. Возможна синхронизация внешней частотой. Режим LDO рекомендуется использовать на токах нагрузки менее 100 мА. Такая гибридная схема позволяет добиться высокого КПД преобразования во всем диапазоне токов нагрузки. Характеристика эффективности микросхем изображена на рис. 4.

MAX15014–MAX15017

MAX15014–MAX15017 имеют в своем составе переключающий DC/DC-преобразователь и 50-миллиамперный LDO-регулятор. Таким образом обеспечивается двойное питание. DC/DC-конвертер можно отключить независимо от LDO для снижения энергопотребления. Такие микросхемы могут с успехом использоваться, например, в автомобильной электронике, где переключающий генератор может быть использован для питания мощных устройств (и отключаться при необходимости),

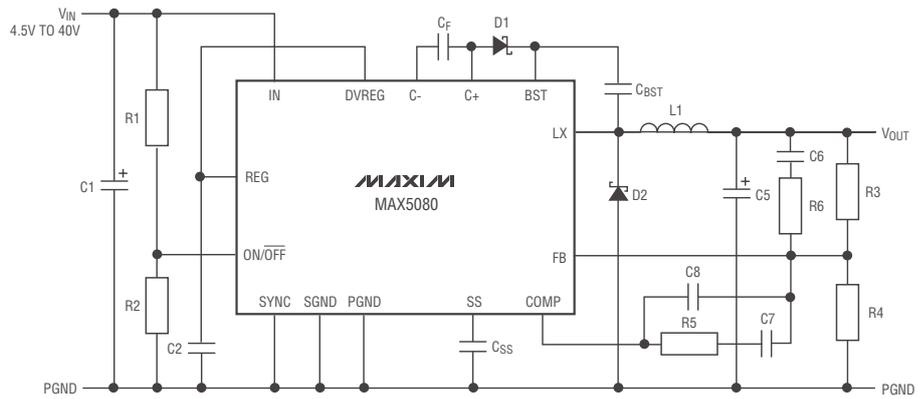


Рис. 3. Схема включения MAX5080/81/82/83

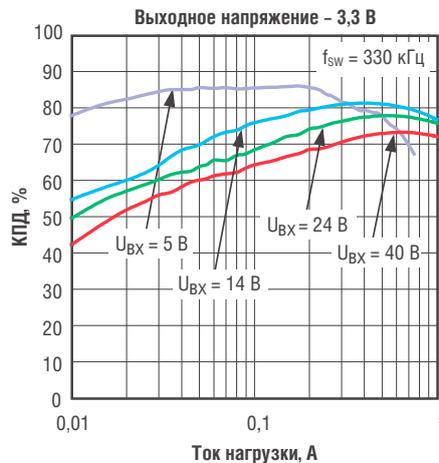


Рис. 4. Зависимость КПД MAX5096 от тока нагрузки

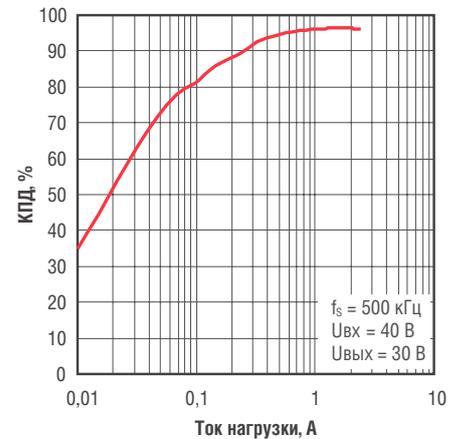


Рис. 5. Зависимость КПД MAX15020 от тока нагрузки

а LDO может обеспечивать питание постоянно работающих мало потребляющих узлов.

DC/DC-конвертер обеспечивает выходное напряжение от 1,26 В до 32 В с нагрузкой до 1 А. Выход LDO-регулятора настроен на 3,3 В (MAX1501_A) либо на 5 В (MAX1501_B). Также выходное напряжение может быть настроено от 1,5 В до 11 В подключением резистивного делителя.

MAX15020

Недавно линейка высоковольтных понижающих преобразователей компании Maxim пополнилась новой микросхемой MAX15020. Диапазон входных напряжений – 7,5...40 В. Преобразователь может тактироваться от внутреннего генератора с частотой 300 кГц или 500 кГц. Также имеется возможность внешней синхронизации сигналом частотой 100...500 кГц. Выходное на-

пряжение регулируется от 0,5 В до 36 В с помощью двух внешних резисторов. При этом обеспечивается нагрузочная способность до 2 А. В MAX15020 использован встроенный ключ с очень низким собственным сопротивлением. Это позволяет добиться высокой эффективности на больших нагрузочных токах. Соответствующая зависимость приведена на рис. 5.

MAX15020 выпускается в 20-выводном корпусе TQFN размером 5x5 мм.

Более подробную информацию можно найти на сайте компании Maxim: www.maxim-ic.com.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Реализация интегрального высокочастотного преобразователя, работающего при высоких напряжениях, является очень сложной задачей. Вариантом может быть дополнительное устройство защиты от кратковременных всплесков входного напряжения. В предлагаемой статье рассматриваются решения для защиты низковольтной электроники от выбросов напряжения, которые могут возникнуть в бортовой сети автомобиля.

Возрастающие требования к мощности питания при использовании в автоэлектронике новых быстрых процессоров ведут к постепенной смене метода преобразования: с простого, недорогого, но неэффективного линейного регулятора на более сложный, но эффективный импульсный преобразователь.

Преимущества импульсного преобразователя

С ростом частоты преобразования физические размеры пассивных компонентов, таких как силовая катушка индуктивности или накопительный конденсатор, могут быть уменьшены. Уменьшая рассеивание мощности, высокоэффективные преобразователи устраняют необходимость громоздких и дорогих радиаторов. Таким образом, использование импульсных преобразователей уменьшает общий размер источника питания. Эти преимущества делают импульсный преобразователь весьма привлекательным выбором для

управления питанием в таких автомобильных устройствах, как системы самодиагностики, информационно-развлекательные системы, модули управления двигателем.

Выбор импульсного преобразователя

Выбор частоты переключения очень важен, поскольку использование импульсного преобразователя влечет за собой ряд проблем. Электромагнитные помехи, порождаемые основной частотой преобразования и ее гармониками, могут влиять на работу других устройств. К примеру, АМ-радиоприемники чувствительны к частотам в области от 530 кГц до 1710 кГц. Следовательно, частота переключения более 1710 кГц устраняет влияние основной частоты и ее гармоник в АМ-диапазоне. Лабораторные тесты показывают, что простые устройства защиты вместе с высокочастотными преобразователями невысокого напряжения, производимые фир-

MAXIM

Новый 802.11g/b-совместимый РЧ-трансивер

Компания Maxim Integrated Products представила однокристалльный, сверхмаломощный 802.11g/b-совместимый РЧ-трансивер прямого преобразования MAX2830 со встроенными усилителем мощности (УМ), переключателями прием/передача/тип антенны и схемой кварцевого генератора.

MAX2830 является первым в отрасли трансивером, который содержит переключатели приема/передачи и типа антенны, что позволяет сэкономить площадь печатной платы и затраты на комплектующие по сравнению с решениями конкурентов. Малая стоимость и малые размеры этого высокоинтегрированного трансивера делают идеальным применение MAX2830 в Wi-Fi-устройствах, КПК, VoIP-применениях и сотовых телефонах. MAX2830 также содержит кварцевый генератор с цифровым управлением (DCXO), который выступает в роли задающего генератора и позволяет использовать небольшие, недорогие и маломощные кварцевые резонаторы.

MAX2830 разработан с использованием являющейся собственностью компании Maxim высококачественной технологии SiGe BiCMOS. Трансивер работает от напряжения питания 2,7...3,6 В, а УМ питается напряжением 2,7...4,2 В, что позволяет питать MAX2830 непосредственно от аккумулятора сотового телефона. Приемник потребляет ток 62 мА в режиме приема, при этом достигая уровня шума 3,3 дБ. Это позволяет ему добиться лучшей в своем классе чувствительности приема -75 дБм (64QAM OFDM) без внешнего маломощного усилителя.

MAX2830 выпускается в миниатюрном 48-выводном корпусе TQFN-EP с размерами 7x7 мм. Для ускорения проектирования выпущена отладочная плата.

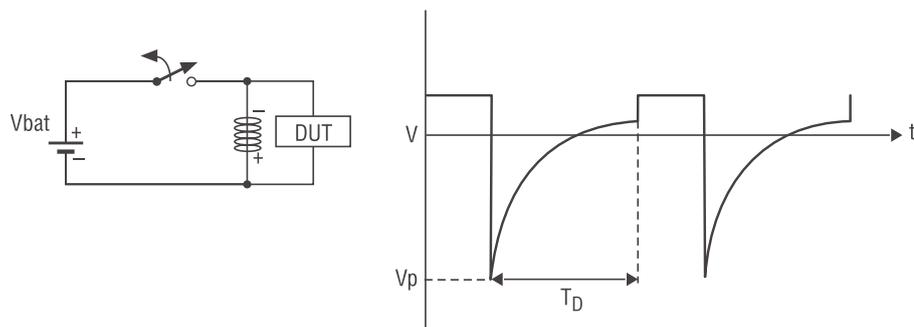


Рис. 1. Схема генерирует повторяющиеся отрицательные импульсы

мой Maxim, являются отличным решением для электропитания в автомобиле. В связи с этим, разработчики больше не нуждаются в высоковольтных преобразователях при разработке автомобильных источников питания.

Повышение частоты преобразования также увеличивает потери, что несколько снижает преимущества использования импульсных преобразователей. Поскольку потери пропорциональны квадрату рабочего напряжения, то с повышением входного напряжения ситуация сильно ухудшается. К сожалению, типичный автомобильный преобразователь должен рассчитываться на высокое напряжение (40 В и выше), чтобы противостоять различным перенапряжениям, например, при сбросе загрузки. Высокое напряжение влечет за собой увеличение геометрических размеров силового транзистора, утолщение переходов и удлинение каналов управления, возрастание задержки распространения сигнала. Таким образом, из-за замедления процессов переключения растут потери и снижается эффективность. Технология компании Maxim позволяет разрабатывать чрезвычайно быстродействующие преобразователи, работающие при средних напряжениях. Например, сдвоенный buck-boost преобразователь MAX5073 работает на частоте 2,2 МГц и может выдерживать входное напряжение до 23 В. Работа каналов в противофазе позволяет достичь эффективной частоты преобразования 4,4 МГц.

Так как импульсные преобразователи должны быть устойчивы к помехам источника питания, возникает вопрос — действительно ли в автомобильных приложениях нужны высоковольтные ИС? Ответ на этот вопрос раскрывается далее, с рассмотрением типичных помех в автомобильных системах питания и методов защиты от них низковольтных электронных устройств.

Перенапряжение в цепи питания

Устройства защиты от перенапряжения изолируют и защищают электронную схему от чрезмерных напряжений, возникающих

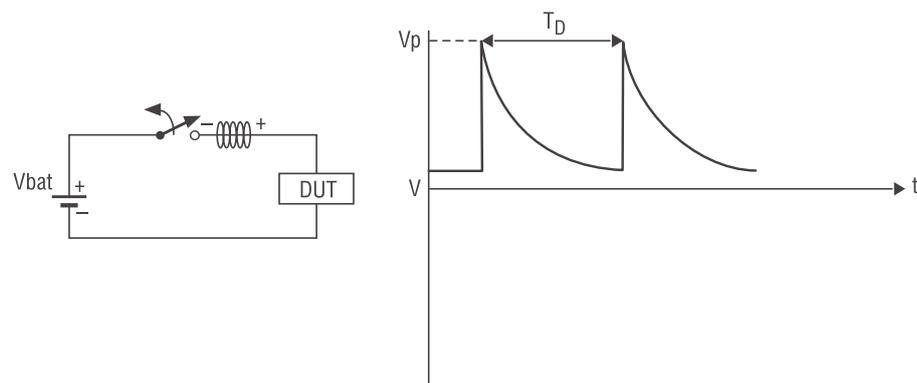


Рис. 2. Схема генерирует повторяющиеся положительные импульсы

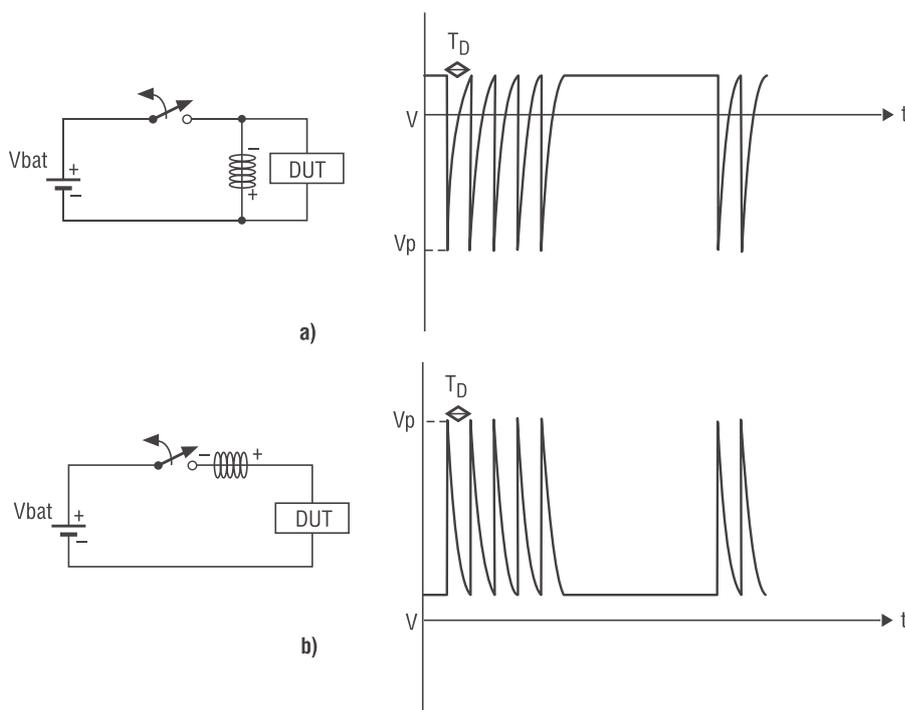


Рис. 3. Схема генерирует пакеты отрицательных и положительных импульсов

при подключении к автомобильной электросети, в особенности — к основному источнику питания. Способность противостоять таким возмущениям известна как кондуктивная помехозащищенность. Хотя оригинальные производители автомобилей часто выдвигают свои требования, основа спецификаций по испытаниям этого параметра взята из стандарта ISO-7637. Далее приводится краткое описание типичных перенапряжений, относящихся именно к автомобильным системам.

Статические перенапряжения

В некоторых случаях перенапряжение имеет достаточно большую длительность, чтобы его

можно было рассматривать как постоянное. Примером может быть любое перенапряжение, сохраняющееся дольше, чем тепловая постоянная времени в связанном электронном устройстве. В таких ситуациях основной проблемой является продолжительное рассеивание мощности и вытекающий из него рост температуры. Статические перенапряжения случаются при отказе регулятора напряжения генератора, удвоении напряжения на батарее при запуске и обратном подключении батареи. Кратко рассмотрим особенности этих состояний.

Регулятор стремится выровнять выходное напряжение генератора, которое зависит от скорости,

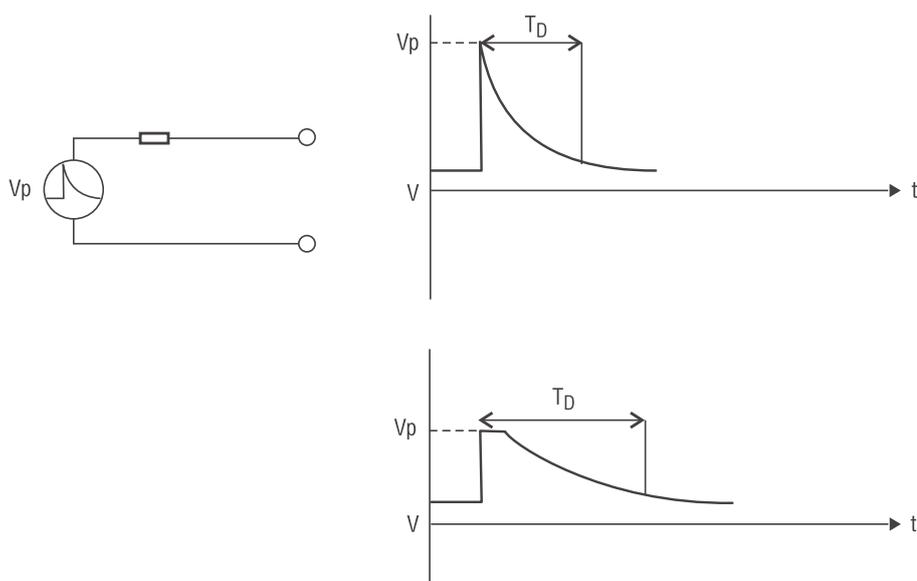


Рис. 4. Импульс при падении нагрузки

ного напряжения. Когда это случается, вся система может оказаться под напряжением, превышающим типовые 13,5 В. Фактический уровень напряжения зависит от скорости движения, нагрузки и других условий. Типичным тестовым требованием OEM при сбое регулятора является перенапряжение 18 В в течение одного часа. Большинство систем обязано выдерживать такой тест, хотя для некоторых их функций допустимо небольшое отклонение от нормы.

Другим статическим перенапряжением является удвоение напряжения на батарее, когда буксирующий грузовой автомобиль или персонал сервиса использует напряжение 24 В для запуска отказавшего автомобиля или зарядки «насмрть» разряженной батареи. Типичное тестовое OEM-требование в этом случае – 24 В в течение двух минут. В таких условиях обязаны работать некоторые системы автомобиля, связанные с безопасностью или управлением двигателем.

Перенапряжение в энергосистеме автомобиля может возникнуть при обратном включении батареи (переполюсовка) в случае ошибок в производстве или техобслуживании. В таком случае большинство систем должны уцелеть, не работая при этом. Типичным тестом является подача напряжения -14 В в течение одной минуты. Это испытание может быть проблемой для высокоточных устройств и устройств с низким падением напряжения.

Кратковременные перенапряжения

Большинство кратковременных перенапряжений в автомобиле происходит при коммутации индуктивной нагрузки. К таким нагрузкам относятся электродвигатель стартера, топливный насос, электродвигатели стеклоподъемников, катушки реле, соленоиды, компоненты системы зажигания и различные распределенные по схеме индуктивности. Отключение любой из этих индуктивных нагрузок ведет к импульсу перенапряжения. Для подавления таких перенапряжений в зависимости от их амплитуды и дли-

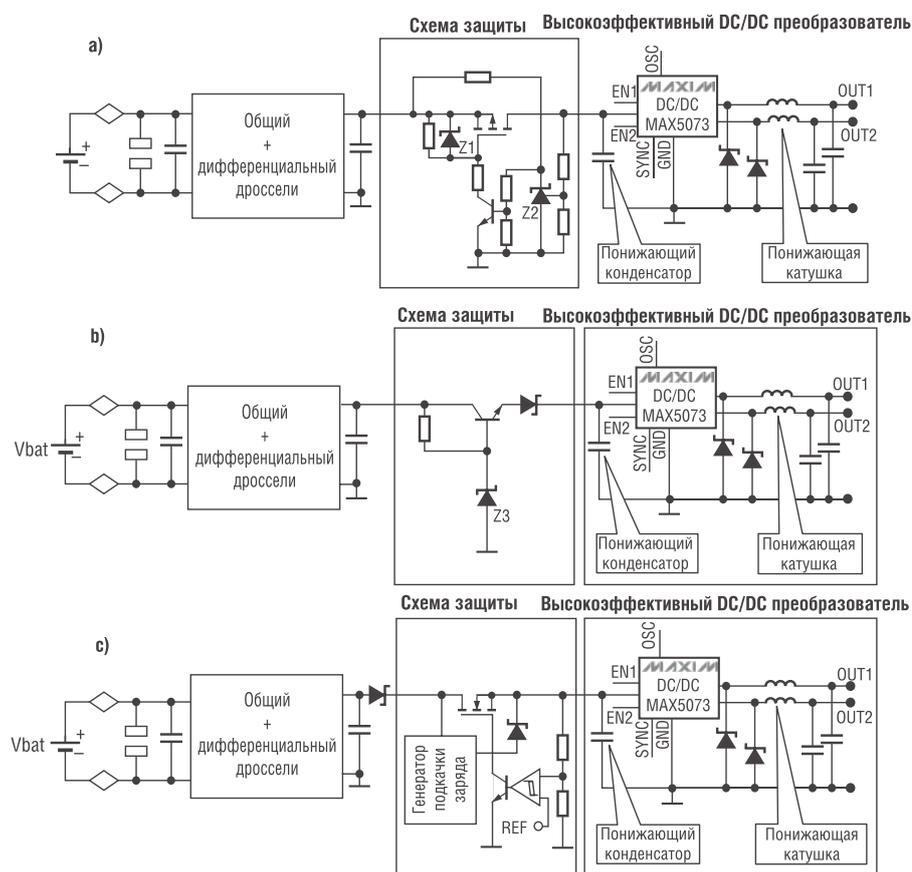


Рис. 5. а) Ограничитель напряжения на р-канальном MOSFET транзисторе б) ограничитель напряжения на n-p-n транзисторе в) ограничитель напряжения на n-канальном MOSFET-транзисторе.

загрузки автомобиля и температуры окружающей среды, путем изменения амплитуды тока обмотки возбуждения. Для этого обычно используется электронная схема, которая обеспечивает изменение напряжения на обмотке путем

широкоимпульсной модуляции. Типичный уровень выходного напряжения регулятора равняется 13,5 В. Однако регулятор напряжения может отказать и подать максимальный ток возбуждения, независимо от нагрузки или выход-

Таблица 1. Тесты кондуктивной помехозащищенности у различных производителей (OEM)

Тип импульса	Параметр	OEM 1	OEM 2	OEM 3	OEM 4	OEM 5	OEM 6	OEM 7	OEM 8
Импульс 1	Td, мс	2	2	2	2	5	50 нс	140 с	46
	Vp, В	-100	-100	-100	-150	-100	-100	-80	-80
	Rs, Ом	10	10	10	10	25	10	5	20
Импульс 2	Td, нс	50	50	50	50		2 мс	5,7	
	Vp, В	150	50	100	75		200	110	
	Rs, Ом	4	2	10	2		10	0,24	
Импульс 3а	Td, нс	100	100	100	100		100	4,6 мс	
	Vp, В	-150	-150	-150	-112		-150	-260	
	Rs, Ом	50	50	50	50		50	34	
Импульс 3б	Td, нс	100	100	100	100		100		
	Vp, В	100	100	100	75		100		
	Rs, Ом	50	50	50	50		50		
Импульс 5	Td, мс	300	400	300		120		500	380
	Vp, В	50	100	43,5		80		70	60
	Rs, Ом	0,5	2	0,5		2,5		0,5	0,75

тельности используются фильтры питания, металлоксидные варисторы (MOV) или подавители переходных напряжений. Соответствующие требования описаны в стандарте ISO7637. На рисунках с 1 по 4 показаны требования к подавлению перенапряжений, основанные на ISO7637. На рис. 1 во время переключений схема генерирует повторяющиеся отрицательные импульсы амплитудой от -80 В до -150 В длительностью от 1 мс до 140 мс при типичном импедансе источника 5...25 Ом. На рис. 2 во время переключений схема генерирует повторяющиеся положительные импульсы амплитудой от +75 до +150 В длительностью 50 мкс. при типичном импедансе источника 2...10 Ом. На рис. 3 во время переключений схема генерирует пачки отрицательных импульсов амплитудой -150 В и длительностью 100 нс (сигнал 3а) и положительных амплитудой 100 В, длительностью 100 нс (3б). при импедансе источника 50 Ом. А на рис. 4 показан импульс при падении нагрузки, возникающий при внезапном отсоединении регулятора, питающего разряженную батарею. Здесь резкое падение тока индуцирует импульс высокого напряжения, продолжительность которого зависит от электрической постоянной времени схемы регулятора и его времени отклика.

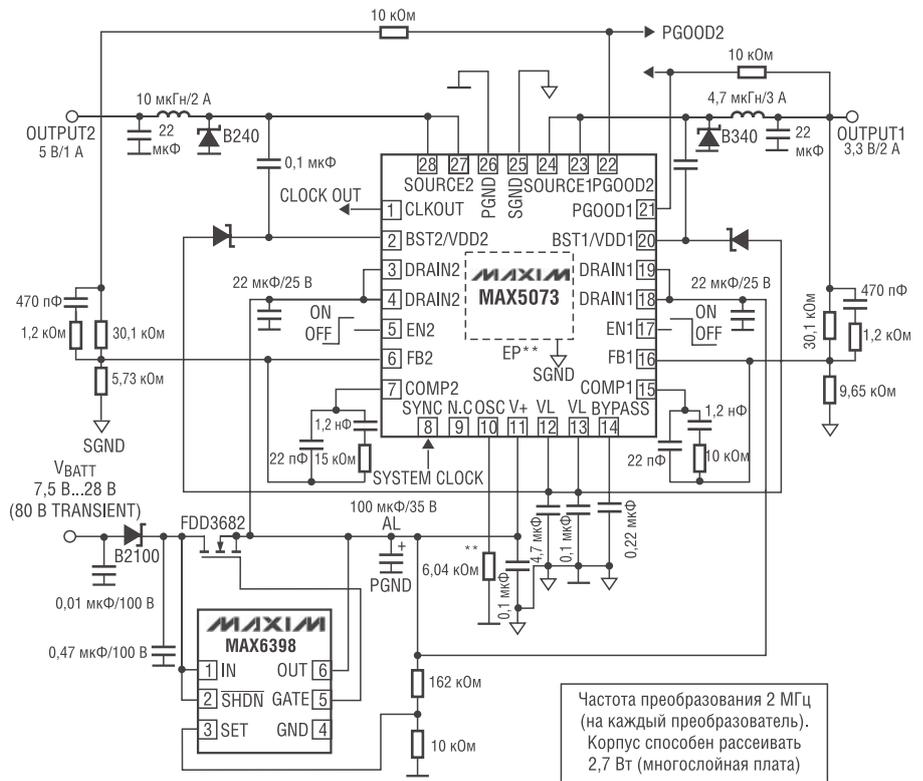


Рис. 6. Импульсный 2 МГц преобразователь MAX5073 со схемой защиты от перенапряжения (MAX6398) на входе

Таблица 1 содержит обобщение современных OEM-требований, в большинстве своем взятых из того же стандарта ISO7637.

Как упоминалось ранее, низковольтные высокоэффективные импульсные преобразователи не могут быть запитаны непосредственно от батареи. Поэтому аккумулятор часто подключается через

подавитель переходного напряжения (обычно металлоксидный варистор), или с шунтирующим конденсатором, подключенным к обычному ограничителю входного напряжения. Эти простые схемы строятся на КМОП-(MOSFET-транзисторе) с р-каналом (рис. 5а), с рабочим напряжением от 50 до 100 В, в зависимости от ожидае-

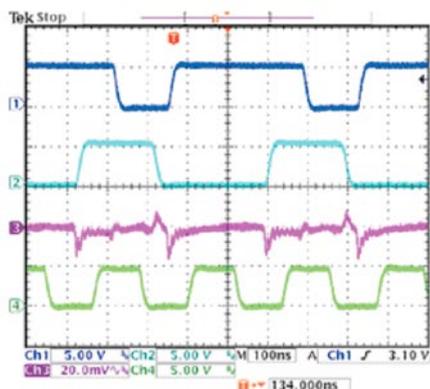


Рис. 7. Форма сигналов в вдвоенном импульсном преобразователе MAX5073, показанном на рисунке 6

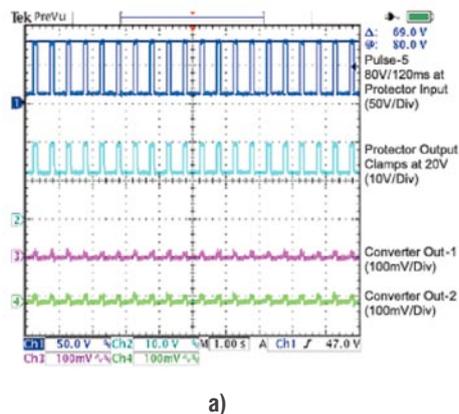


Рис. 8а. Состояние выхода 1 MAX5073

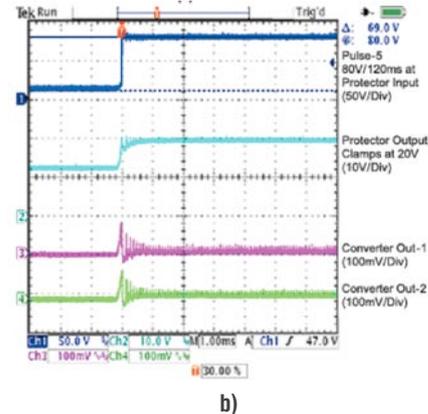


Рис. 8b. Состояние выхода 2 MAX5073

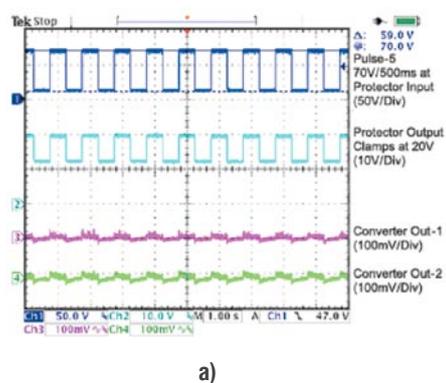


Рис. 9а. Состояние выхода 1 MAX5073

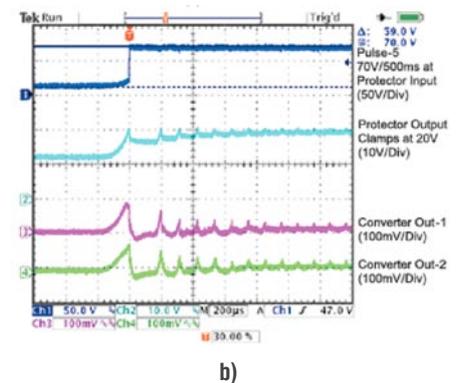


Рис. 9b. Состояние выхода 2 MAX5073

мого уровня переходных процессов напряжения на V_{BAT} .

Стабилитрон Z1 номиналом 12 В препятствует превышению напряжения затвор-исток транзистора свыше V_{GSMAX} . Транзистор работает в режиме насыщения, когда входное напряжение V_{BAT} меньше напряжения пробоя стабилитрона Z2. Во время переходного процесса MOSFET блокирует напряжения больше напряжения пробоя Z2. Недостатком данного метода является использование дорогостоящего MOSFET с р-каналом и множества связанных с ним компонентов.

Другой метод основан на использовании п-р-п-транзистора. На базе транзистора зафиксировано напряжение V_{Z3} , которое также регулирует и напряжение на эмиттере ($V_{Z3} - V_{BE}$). Такое решение недорого, но из-за падения напряжения V_{BE} возникает потеря мощности $P_{LOSS} = I_{IN} \cdot V_{BE}$. Падение напряжения V_{BE} также увеличивает минимальный необходимый уровень напряжения батареи, что

особенно критично при запуске холодного двигателя (рис. 5b).

Третьим решением является использование п-канального MOSFET-транзистора, которые более распространены, менее дороги и могут использоваться как элемент блокировки. Подключение затвора этого транзистора усложнено тем, что требуемое напряжение V_G должно быть больше напряжения источника. Блок-схема на рис. 5с показывает использование MOSFET-ключа в роли устройства блокировки. Во время падения нагрузки MOSFET полностью выключается, если V_{BAT} превышает установленный предел, и остается выключенным все время, пока V_{BAT} выше предела. Контроллер защиты от перенапряжения MAX6398 защищает источник питания от перенапряжений сети автомобиля (падений нагрузки и удвоения напряжения батареи) как раз путем управления п-канальным MOSFET (см. рис. 6). На рис. 7-9 приведены результаты лабораторного тестирования помехозащи-

щенности и показана практическая реализация устройства защиты от переходного напряжения на п-канальном MOSFET. Параметры для рис. 7: собственная частота преобразователя 2,2 МГц, частота импульсов на входном конденсаторе 4,4 МГц ($C_{H1} = SOURCE2$; $C_{H2} = SOURCE1$; $C_{H3} = Input\ Capacitor\ Ripple$; $C_{H4} = CLK_{OUT}$). Параметры для рис. 8: импульс 5 (80 В, 120 мс, OEM5) подан на вход схемы защиты. MAX5073 соединен с выходом схемы защиты. Масштаб времени на рис. 8а – 1 с/см, на 8б – 1 мс/см. ($C_{H1} = V_{BAT}$; $C_{H2} = V_{PROT}$; $C_{H3} = Output-1$; $C_{H4} = Output-2$). Параметры для рис. 9: импульс 5 (70 В, 500 мс) подан на вход схемы защиты. MAX5073 соединен с выходом схемы защиты. Масштаб времени на рис. 9а – 1 с/см, на 9б – 200мкс/см. ($C_{H1} = V_{BAT}$; $C_{H2} = V_{PROT}$; $C_{H3} = Output-1$; $C_{H4} = Output-2$).

Как показано на рис. 9, MAX6938 эффективно блокирует импульсы при падении нагрузки в автомобильной сети и регулирует напряжение, необходимое для низковольтной электроники. Использование комбинации устройства защиты и высокочастотного преобразователя экономит пространство и снижает затраты по сравнению с высоковольтными решениями, работающими на значительно более низких частотах. **5**

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru



Анатолий Ангрусевич

ЧЕТЫРЕ В ОДНОМ, ИЛИ КАК МАКСИМАЛЬНО УПРОСТИТЬ ГАЛЬВАНИЧЕСКУЮ РАЗВЯЗКУ АНАЛОГОВОГО КАНАЛА



Гальваническая изоляция — неременный атрибут практически любой системы промышленной автоматизации. Развязка аналоговых каналов измерения предотвращает паразитную связь по общей земле и уменьшает уровень помех. Кроме того, изоляция выполняет защитные функции. Однако ее применение всегда приводит к значительному удорожанию изделия. Ниже приводится описание максимально упрощенной гальванической изоляции аналогового канала на базе микросхем **Maxim**. Это простое и недорогое решение может широко использоваться в системах промышленной автоматизации, сбора данных, различных счетчиках энергии, расходомерах, датчиках.

Материал впервые опубликован в журнале «Электронные компоненты» №9, 2006 г., и перепечатывается с разрешения редакции «ЭК».

Для изолированного аналогового канала, как правило, требуется развязка и канала питания схемы, и информационного канала. Существуют оптопары, специально разработанные для развязки аналоговых сигналов. Мы не будем использовать это решение, поскольку оно не лишено недостатков и не позволяет решить задачу максимального упрощения изоляции. Вместо этого рассмотрим традиционную схему построения развязки аналогового канала с использованием аналого-цифрового преобразователя (АЦП) (см. рис. 1). Изолирующий барьер, состоящий из трансформатора и трех оптопар, размещен между АЦП и микроконтроллером (вместо оптопар могут применяться устройства, использующие для передачи неоптические методы). Трансформатор служит для передачи энергии и обеспечивает изолированное питание. Он может находиться внутри модульного DC/DC-преобразователя. Одна из оптопар нужна для передачи тактовых импульсов, которые служат для синхронизации интерфейса и, в некоторых случаях, являются тактовыми для самого АЦП. Две другие оптопары передают данные в АЦП (для управления, калибровки и т.д.) и из

АЦП (цифровое значение измеренной аналоговой величины).

Упростить гальваническую развязку — значит уменьшить количество устройств изолирующего барьера. Попробуем решить эту задачу, помня, что передать данные в нашем случае можно, только манипулируя или временными величинами (частота, ШИМ и т.д.), или физическими (напряжение, ток и т.д.).

Возбуждение трансформатора тактовой частоты АЦП

Трансформатор для передачи энергии обычно возбуждается прямоугольными импульсами, которые вырабатывает простей-

ший генератор. Можно для этого использовать тактовые импульсы АЦП. Этот очевидный прием позволяет избавиться от одной оптопары. Питательное напряжение выпрямляется диодом VD1 и сглаживается конденсатором C2 (см. рис. 2). Тактовые импульсы фильтруются от нежелательных всплесков цепью R2, VD2, VD3.

Управление АЦП

Схему можно упростить, если вместо АЦП использовать преобразователь напряжение-частота (ПНЧ). ПНЧ работает непрерывно и не требует управления. Однако для такого решения необходима дополнительная обработка данных (измерение частоты), а это либо нагружает микроконтроллер, либо требует применения дополнительных специализированных микросхем (таймеров). Это особенно нежелательно в многоканальных системах. Использование АЦП обеспечивает микроконтроллер цифровым значением без дополнительной обработки, но требует, как минимум, команды «Старт преобразования» и/или синхронизации последовательного

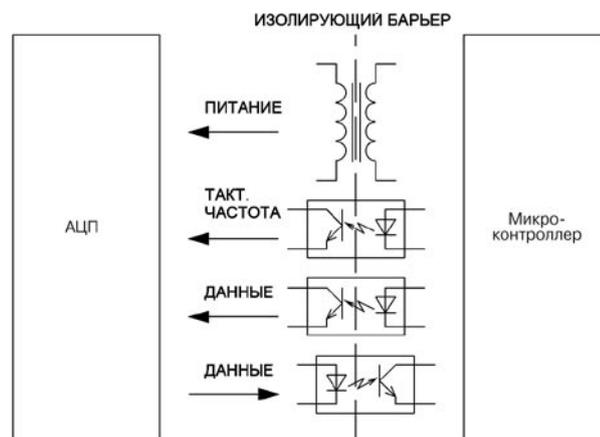


Рис. 1. Традиционная схема гальванической развязки аналогового канала

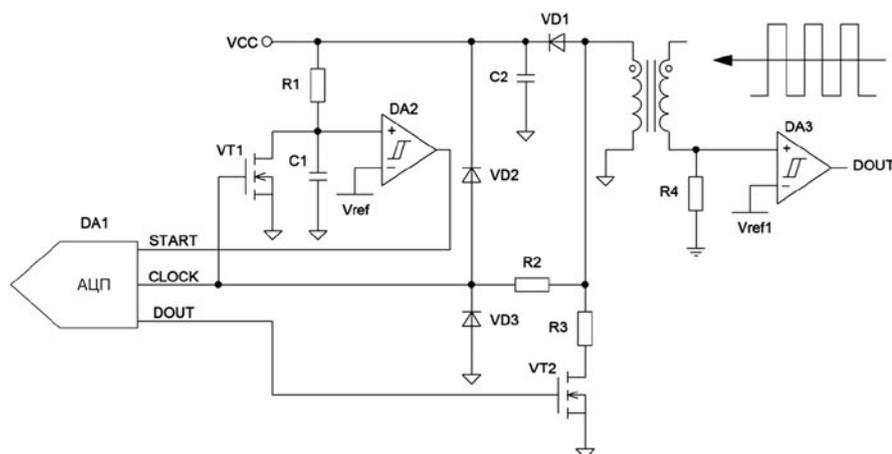


Рис. 2. Передача данных и тактовой частоты через трансформатор

интерфейса (во многих АЦП для этих целей используется общеизвестный вход Chip Select). Чтобы запустить преобразователь, можно использовать, например, монитор питания. После подачи питающего напряжения, монитор будет давать команду «Старт преобразования». Включая/выключая питание на достаточное время, можно обеспечить управление, но подобная схема ухудшает такой важный параметр системы, как количество преобразований за единицу времени. Чтобы избежать этого ухудшения, можно использовать схему управления, приведенную на рисунке 2, и прерывать возбуждение трансформатора на очень короткое время — 1-2 периода.

При наличии тактовых импульсов транзистор VT1 периодически разряжает конденсатор C1, не давая ему зарядиться до порогового напряжения компаратора DA2. При прекращении подачи тактовых импульсов и при заряде C1 до Vref, компаратор подает сигнал START на АЦП.

Суммарный ток потребления схемы на стороне АЦП должен быть достаточно низким, поскольку во время «пауз» тактовой частоты вся схема питается энергией, запасенной в конденсаторе C2.

Получение данных

Это более сложная задача. Необходимо найти величину, изменяющуюся, которую можно передать информа-

цию со стороны АЦП в микроконтроллер. Токковая петля 4...20 мА является хорошим примером передачи данных путем изменения потребляемого тока. В нашем случае — это единственный путь, с той лишь разницей, что будет меняться мгновенное потребление энергии. Если АЦП передает логический ноль, транзистор VT2 закрыт, и ток потребления схемы равен суммарному потреблению всех электронных компонентов на стороне АЦП (см. рис. 2). При передаче логической единицы транзистор VT2 открывается и добавляет дополнительную нагрузку (резистор R3). Датчик тока потребления R4 и компаратор DA3 формируют последовательные данные для загрузки в микроконтроллер. Для нормальной работы схемы разница токов потребления без и с резистором R3 должна быть значительной (минимум на порядок).

Изолированный 12-битный аналоговый канал измерения

Схема изолированного канала приведена на рисунке 3 (для простоты не показаны цепи питания микросхем с блокирующими конденсаторами). В качестве АЦП использован идеально подходящий для этого MAX1287 (см. описание по адресу: datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX1286-MAX1289.pdf). Этот высоко-

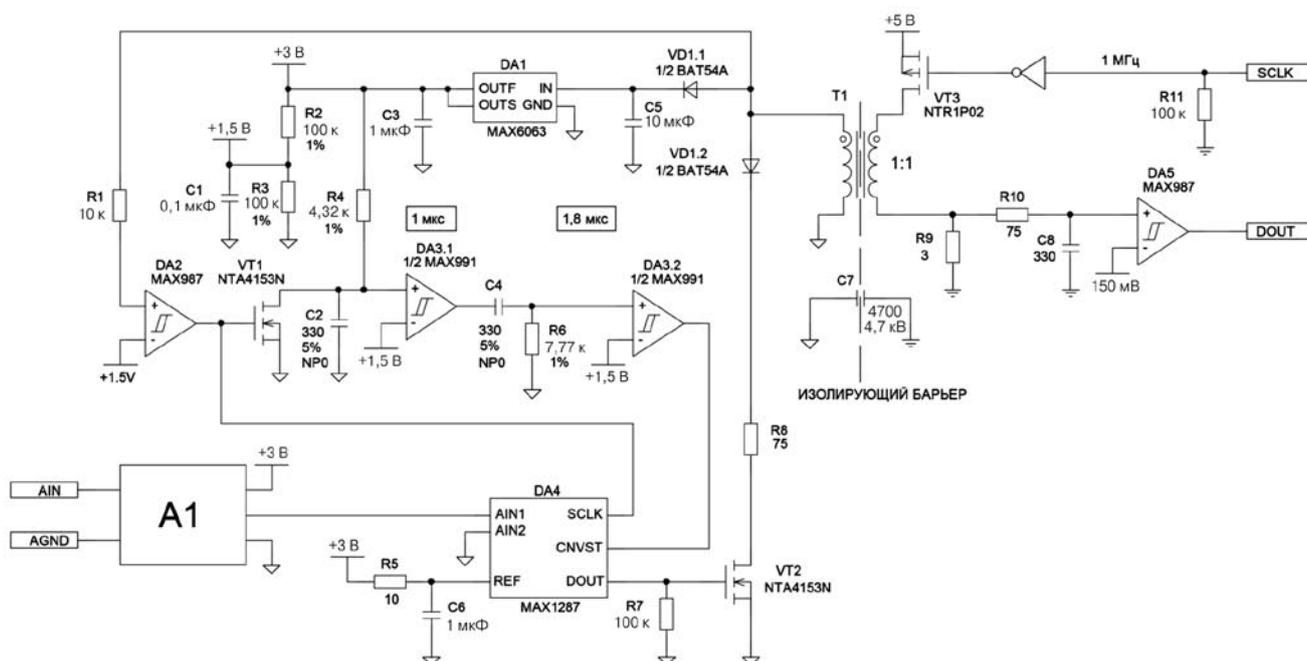


Рис. 3. Изолированный 12-битный аналоговый канал измерения

линейный преобразователь имеет последовательный интерфейс, чрезвычайно низкое энергопотребление и уникальный вывод для управления – CNVST. Микросхема MAX6063 используется для генерации опорного напряжения АЦП, а также для питания всей схемы. Компаратор DA2 формирует тактовые импульсы. Резистор R1 служит для ограничения тока через входные защитные диоды, в том числе при первичной подаче питания. Элементы VT1, C2, R4 и DA3.1 формируют положительный импульс спустя 1 мкс после исчезновения тактовой частоты, а элементы C4, R6, и DA3.2 формируют импульс длительностью 1,8 мкс для нормальной работы устройства выборки-хранения АЦП. Пороговое напряжение компаратора DA5, а также величины резисторов R8 и R9 указаны ориентировочно для тактовой частоты 1 МГц, индуктивности обмоток трансформатора 1 мГн и сопротивления постоянному току менее 1 Ом. При такой частоте и индуктивности максимальный ток магнетизации обмотки приблизительно равен току потребления схемы без резистора R8. При выборе трансформатора важно обеспечить отсутствие насыщения при передаче логических единиц, а также падение тока до нуля при закрытом транзисторе VT3. Магнитопровод не должен иметь зазоров.

В блоке А1 на усмотрение разработчика можно разместить пассивную защиту входа, фильтр низких частот, а также входной делитель или, наоборот, дополнительный микромощный операционный или инструментальный усилитель для масштабирования сигнала на входе АЦП.

Для запуска преобразования микроконтроллер должен пропустить 7 периодов тактовой частоты. После этого, передавая 12 тактов, он должен загрузить данные из АЦП, защелкивая их по срезу тактовых импульсов. После 12 импульса и до следующего преобразования микроконтроллер будет получать последовательность логических нулей. Уникальность микросхемы MAX1287 состоит еще и в том, что, немного усложнив алгоритм управления, можно

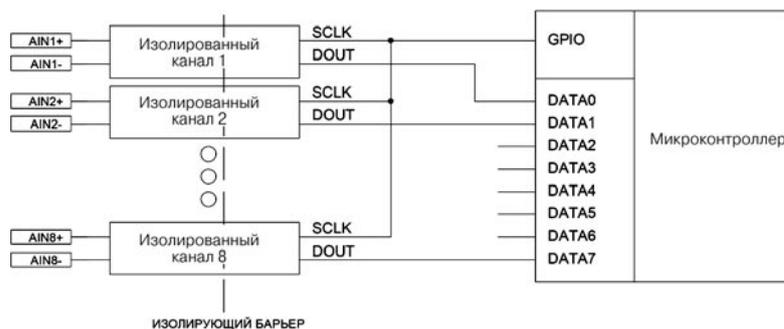


Рис. 4. Многоканальная измерительная схема

обеспечить переключение входов, реализовав тем самым двухканальную изолированную схему измерения.

Закключение

Использование малопотребляющего АЦП MAX1287 и реализация нескольких способов упрощения изоляции, позволили ограничиться всего одним трансформатором для изоляционного барьера. Напряжение изоляции зависит только от конструкции трансформатора, оно может превышать наиболее распространенные значения 1,5 кВ или 2,5 кВ. Полученная схема про-

ста, недорога и требует минимума пространства на печатной плате. Это позволяет использовать ее для реализации многоканальных схем измерения с индивидуальной развязкой и одновременным измерением (см. рис. 4).

Автор выражает благодарность Андрею Яковлеву за помощь в работе над статьей. 

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru

MAXIM
www.maxim-ic.com

МИКРОМОЩНЫЕ АЦП

MAX1286, MAX1287, MAX1288, MAX1289



- Внешний источник опорного напряжения
- Автоотключение между преобразованиями
- Встроенный генератор тактовой частоты преобразования
- Последовательный интерфейс шины данных: SPI-/QSPI-/MICROWIRE-совместимый

Разрешение	12 разрядов
Скорость преобразования	150 тысяч выборок в секунду
Напряжение питания	+3 В/+5 В
Ток потребления	245 мкА при 150 кГц 0.2 мкА в режиме отключения

Решения для:

- Систем сбора данных с малым потреблением
- Сенсорных экранов
- Расходомеров
- Переносных устройств и других систем



Компэл
www.compel.ru

КОМПЕНСАЦИЯ ХОЛОДНОГО СПЯЯ В ПРАКТИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

В статье рассматриваются основные операции с термопарами, в том числе – определение и расчет температуры холодного спая. Это необходимо для определения абсолютной величины измеренной температуры. Также даются рекомендации по выбору методов измерения температуры в зависимости от требований к устройству. Рассматривается применение микросхем МХ7705, МАХ6002, МАХ6610, МАХ6627, МАХ6675.

На сегодняшний день термопары получили наибольшее распространение среди датчиков измерения температуры. Использование термопар в большом диапазоне температур более эффективно по сравнению с такими решениями, как термопреобразователь сопротивления (ТПС), термистор, или интегральный датчик температуры (ИДТ). Термопары используются, например, в автомобилях или бытовой технике. Вдобавок, их надежность, стабильность и малое время отклика делают термопары наилучшим выбором для многих видов оборудования.

Однако и в применении термопар есть некоторые сложности, в первую очередь – значительная нелинейность характеристик. К тому же, ТПС и ИДТ обычно обладают лучшими характеристиками по чувствительности и точности, что важно для прецизионных решений. Выходной сигнал термопары имеет очень малый уровень и требует усиления или

применения цифровых преобразователей высокой разрядности для обработки сигнала.

Но, несмотря на все перечисленные недостатки, низкая стоимость, легкость применения и широкий температурный диапазон до сих пор являются причинами популярности термоэлектрических преобразователей.

Основные сведения о термопарах

Термопары относятся к дифференциальным измерителям температуры. Конструктивно они представляют из себя два термоэлектрода из разных металлов, один из которых принимается за положительный, другой – за отрицательный. В таблице 1 представлены наиболее распространенные типы термопар, используемые металлы или сплавы и температурный диапазон для каждого варианта. Каждый тип термопар обладает уникальными термоэлектрическими свойствами в определенном для них температурном диапазоне.

Таблица 1. Основные характеристики термопар

Тип	Положительный Металл/Сплав	Отрицательный Металл/Сплав	Температурный диапазон, °С
Т	Медь	Константан	-200...350
J	Железо	Константан	0...750
К	Хромоникелевый сплав	Алюмель	-200...1250
Е	Хромоникелевый сплав	Константан	-200...900

МАХИМ

Новый драйвер Ethernet

с коррекцией предискажений

Компания Maxim Integrated Products представила МАХ3984 – одноканальный драйвер Ethernet с коррекцией предискажений на выходе и компенсацией на входе, способный работать с быстродействием 1...10,3 Гбит/сек. Устройство компенсирует затухания в медных линиях связи (оптоволоконные каналы 8,5 Гбит/сек, Ethernet 10 Гбит/сек), позволяя достичь длины линии до 10 м при использовании провода 24 AWG. Драйвер предусматривает выбор четырех уровней коррекции предискажений и возможность коррекции на входе. Это позволяет компенсировать потери сигнала при его передаче по проводникам длиной до 10 дюймов на текстолите FR-4.

МАХ3984 также поддерживает SFP-совместимую функцию обнаружения потери сигнала (LOS) и имеет вход отключения передачи TX_DISABLE. Возможность выбора размаха выходного сигнала позволяет оптимизировать электромагнитные излучения и потребляемую мощность. МАХ3984 выпускается в 16-выводном корпусе TQFN (3x3 мм) без содержания свинца и рассчитан на работу в пределах температурного диапазона 0...85°C.

Отличительные особенности:

- Управление линией связи длиной до 10м, выполненной из провода 24 AWG;
- Управление проводниками на текстолите FR-4 длиной до 30 дюймов;
- Выборочный размах дифференциального выходного сигнала 1000 мВ (p-p) или 1200 мВ (p-p);
- Выборочная коррекция предискажений на выходе;
- Выборочная компенсация на входе;
- Обнаружение потери сигнала (LOS) со встроенным подавителем шума;
- Отключение передачи;
- Возможность оперативной коммутации.

При соединении двух металлов (пайкой или сваркой) получают два перехода (спаев), как показано на рис. 1а, разность потенциалов образуется в цепи вследствие разности температур спаев. Это явление называется эффектом Зеебека, он состоит в преобразовании тепловой энергии в электрическую. Эффект Зеебека обратен эффекту Пельтье, заключающемуся в преобразовании электрической энергии в тепловую, что применяется в частности в термоэлектрических охладителях. На рис. 1 показано, что выходное напряжение $V_{\text{вых}}$ — это разница между потенциалами холодного и горячего спаев. Т.к. $V_{\text{гор}}$ и $V_{\text{хол}}$ образуются за счет разности температур спаев, $V_{\text{вых}}$ является функцией этой разности. Коэффициент, равный отношению разности потенциалов к разности температур, известен как коэффициент Зеебека.

На рисунке 1б показана наиболее часто употребляемая схема использования термопары. Здесь использован третий металл (т.н. металл-посредник), что дает дополнительный спай. В этом примере каждый термоэлектрод соединен с медным проводом. Пока между ними нет разности температур, металл-посредник не оказывает никакого влияния на выходное напряжение. Эта схема позволяет использовать термопару без отдельного опорного спаев. Напряжение $V_{\text{вых}}$ так и остается функцией от разности температур холодного и горячего спаев, определяемой коэффициентом Зеебека. Однако до тех пор, пока измеряется именно разность температур, для определения актуальной температуры горячего спаев необходимо знать температуру холодного.

Самый простой метод — поддержание температуры холодного спаев на уровне 0°C . В этом случае $V_{\text{вых}} = V_{\text{гор}}$, и измерение напряжения дает непосредственную информацию о температуре горячего спаев.

Раньше этот вариант считался стандартом при использовании термопар, однако сейчас обеспечение такого охлаждения холодного спаев зачастую непрактично. Для

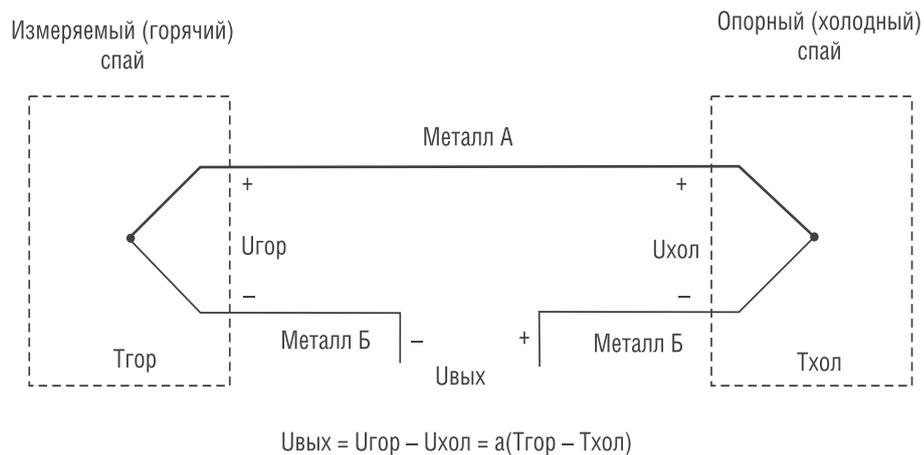


Рис. 1а. Напряжение в цепи в результате эффекта Зеебека

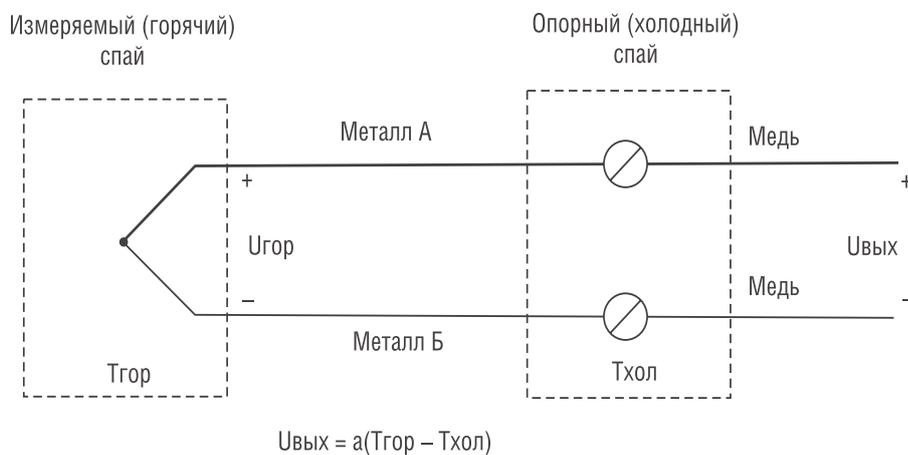


Рис. 1б. Наиболее распространенная схема реализации термопары

получения результатов измерения в абсолютных величинах необходимо знать температуру холодного спаев. Выходное напряжение термопары должно быть компенсировано с учетом влияния потенциала холодного спаев при ненулевой температуре. Это и называется — компенсация холодного спаев.

Выбор устройства для измерения температуры холодного спаев

Данные о температуре холодного спаев можно получить с помощью различных датчиков и устройств. Среди самых распространенных — резистивный температурный преобразователь (РТП), термистор и интегральный датчик температуры (ИДТ). Каждое из этих устройств имеет свои достоинства и недостатки, поэтому применение того или иного датчика

определяется условиями конкретной задачи.

Для устройств с высокими требованиями по точности лучшим выбором будет калиброванный платиновый РТП с его широким температурным диапазоном. Однако это решение — дорогостоящее.

Термисторы и ИДТ — недорогая альтернатива РТП в случаях, когда требования к точности не столь строгие. У термисторов рабочий температурный диапазон шире, однако ИДТ используются чаще из-за линейности характеристик. Корректировка нелинейности термисторов может потребовать слишком много ресурсов от микроконтроллера устройства. ИДТ обладают превосходной линейностью характеристик, но узким диапазоном измерений.

16-битный сигма-дельта АЦП (MX7705) преобразует низковольтный сигнал с термопары в выходной цифровой сигнал разрядностью 16 бит. Интегрированный усилитель с программируемым коэффициентом усиления позволяет увеличить разрешающую способность АЦП, что часто необходимо при работе с малыми напряжениями, генерируемыми термопарами. Интегральный датчик температуры, помещенный в непосредственной близости от соединителей термопары, измеряет температуру около холодного спая. Этот метод основан на допущении, что температура микросхемы в этом случае будет близка к температуре холодного спая. Выходное напряжение с датчика на холодном спае подается на канал 2 АЦП. опорное напряжение термодатчика (2,56 В) должно быть развязано с напряжением питания микросхемы.

Работая в биполярном режиме, АЦП преобразует отрицательный и положительный уровни напряжения с выхода термопары, поступающие на канал 1. Канал 2 работает в однополярном режиме, АЦП преобразует выходное напряжение с интегральной микросхемы MAX6610 в данные, используемые впоследствии в работе микроконтроллера. Выходное напряжение интегрального датчика температуры изменяется пропорционально изменению температуры холодного спая.

Для определения абсолютной температуры горячего спая, вы должны прежде знать температуру холодного. Для этого используйте таблицы перевода температуры холодного спая в соответствующее ей термоэлектрическое напряжение. После установки коэффициента усиления встроенного усилителя, учтите это напряжение в оцифрованном сигнале с термопары. После этого переведите полученное значение в температуру, снова используя таблицы. Результат и будет абсолютным значением температуры горячего спая. Таблица 2 показывает результаты измерений при изменении температуры холодного спая в диапазоне от -40°C

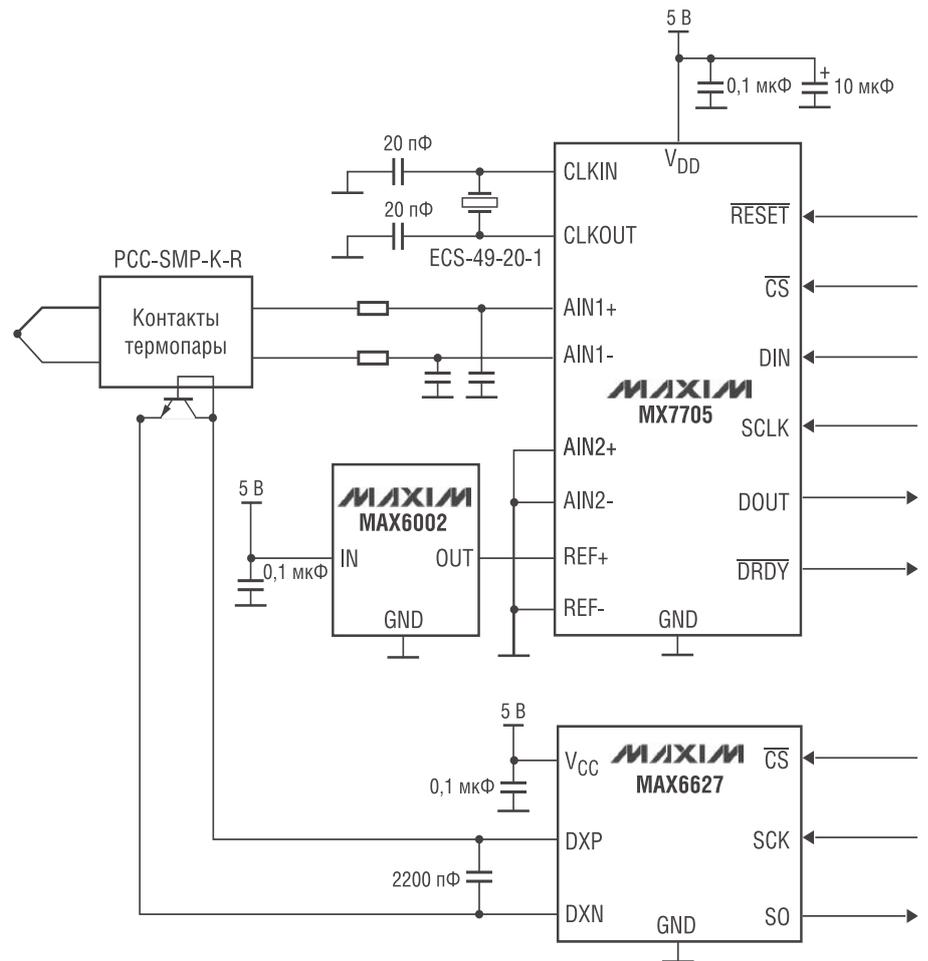


Рис. 3. ИДТ с использованием удаленного диода

до 85°C и постоянной температуре горячего, равной 100°C. Точность измерения в основном зависит от точности ИДТ и температуры холодного спая.

Пример 2

Как показано на рис. 3, ИДТ на выносном диоде используется для измерения температуры холодного спая. Этот диод может быть смонтирован непосредственно на контактах термопары. MAX6002 обеспечивает опорное напряжение 2,5 В для АЦП. В отличие от предыдущего примера, датчик с использованием удален-

ного диода не должен обязательно находиться в непосредственной близости от термопары, для измерения используется диодно-включенный транзистор типа NPN. Этот транзистор монтируется непосредственно в месте соединения выходов термопары и медных выводов. ИДТ в свою очередь преобразует сигнал с транзистора в цифровой: на канал 1 АЦП поступает выходное напряжение термопары и преобразуется в цифровой сигнал. Канал 2 не используется и заземлен. опорное напряжение АЦП 2,5 В обеспечивает отдельная интегральная микросхема.

Таблица 3. Измерения для схемы на рисунке 3

	Температура холодного спая, °C	Измеренная температура горячего спая, °C
Изм. 1	-39,8	+99,1
Изм. 2	-0,3	+98,4
Изм. 3	+25,0	+99,7
Изм. 4	+85,1	+101,5

Таблица 4. Измерения для схемы на рисунке 4

	Температура холодного спая, °С	Измеренная температура горячего спая, °С
Изм. 1	0,0	+100,25
Изм. 2	+25,2	+100,25
Изм. 3	+50,1	+101,00
Изм. 4	+70,0	+101,25

Таблица 3 показывает результаты измерений при изменении температуры холодного спая в диапазоне от -40°C до 85°C и постоянной температуре горячего, равной 100°C. Точность измерения в основном зависит от точности ИДТ с удаленным диодом и температуры холодного спая.

Пример 3

На рис. 4 представлена схема с использованием 12-битной АЦП с интегрированным термочувствительным диодом, который преобразует температуру окружающей среды в напряжение. Используя

это напряжение и напряжение непосредственно с термопары, ИМС вычисляет компенсированную температуру горячего спая. Эти данные в виде цифрового сигнала поступают на цифровой выход микросхемы. Гарантированная температурная погрешность данного устройства ± 9 LSB (младший значащий бит АЦП) в диапазоне температур горячего спая от 0 до 700°C. Хотя это устройство имеет широкий диапазон измеряемых температур, измерения ниже 0°C невозможны.

В табл. 4 представлены результаты измерений, полученные с по-

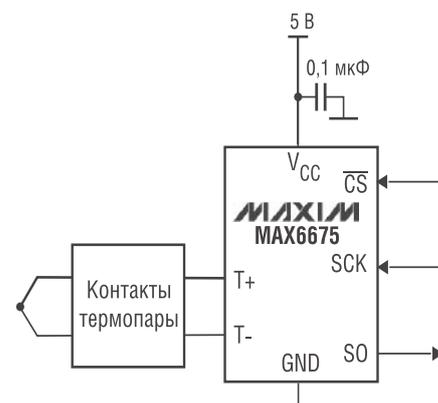


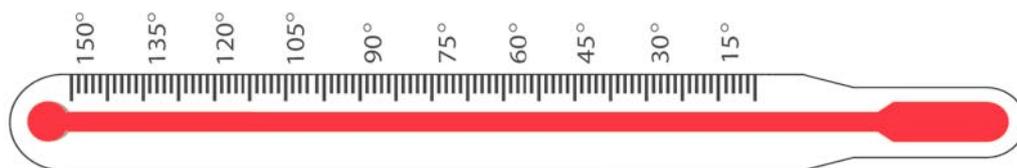
Рис. 4. Применение АЦП с интегрированной схемой компенсации

мощью схемы на рис. 4 при изменении температуры холодного спая от 0 до 70°C при сохранении постоянной температуры на горячем, равной 100 °С.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: analog.vesti@compel.ru

MAXIM
www.maxim-ic.com

ЦИФРОВЫЕ ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДАТЧИКИ



Наименование	Тип датчика	Дополнительно	Интерфейс	Разрешение по температуре, бит	Точность (-/+°С)	U _{пит} , В	Генерируемое опорное напр., В	I _{потр.} , мКА
MAX6610	Встроенный	Встроенный ИОН	Аналоговый	—	1.0	3...5,5	2,560	150
MAX6611	Встроенный	Встроенный ИОН	Аналоговый	—	1.0	4,5...5,5	4,096	150
MAX6627	Удаленный (термотранзистор)	Время между отсчетами – 0,5 с	3-Wire/SPI	13	1.0	3...5,5	—	200
MAX6628	Удаленный (термотранзистор)	Время между отсчетами – 8 с	3-Wire/SPI	13	1.0	3...5,5	—	30



Компэл
www.compel.ru