



Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Октябрь 2014 (41)

38 Отладка программ МК AVR и осциллограф

28 Управление двигателями постоянного тока

48 Беспроводные датчики на основе микросхем NXP 74AXP1G57

ВАКУУМНЫЙ ТРАНЗИСТОР:

22

УСТРОЙСТВО,
СДЕЛАННОЕ ИЗ НИЧЕГО



РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

www.rlocman.ru/magazine

Официальные версии только здесь: без регистрации и назойливой рекламы, с высокой скоростью скачивания.

РАДИОЛОЦМАН.ФОРУМ

www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РАДИОЛОЦМАН.ЦЕНЫ

www.rlocman.ru/price

Подберите оптимального поставщика
электронных компонентов, измерительной и электронной техники.
Цены, условия поставки и доставки.

РАДИОЛОЦМАН.СОЦ.СЕТИ

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



odnoklassniki.ru/rlocman



twitter.com/rlocman

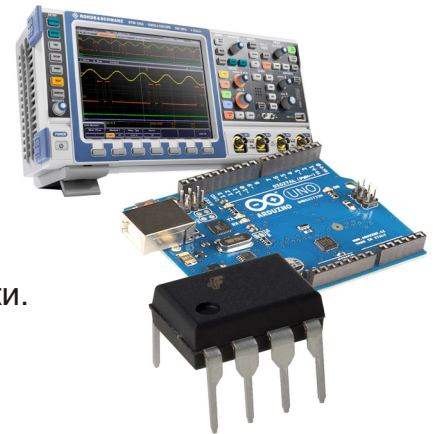


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

В. Колесник
П. Колесник
С. Муратчаев
А. Николаев
Н. Радунцева
М. Русских

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

По вопросам размещения
рекламы, публикации
авторских материалов, с
замечаниями и пожеланиями
обращаться:

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

Официальные версии
журнала распространяются
бесплатно и без регистрации
только на сайте
РадиоЛоцман

При любом использовании материалов, опубликованных в журнале, ссылка на РадиоЛоцман обязательна. Полное или частичное воспроизведение или тиражирование каким бы то ни было способом материалов настоящего издания допускается только с письменного разрешения редакции.

Мнения авторов не всегда отражают точку зрения редакции.

Оформление
бесплатной подписки:

www.rlocman.ru/magazine

Новости

- 4 Vishay Intertechnology анонсирует первые 500-вольтовые MOSFET, основанные на технологии Super Junction
- 4 Texas Instruments представила 700-вольтовый импульсный регулятор напряжения с током покоя менее 100 мкА
- 6 Atmel и Arduino выпускают плату расширения Arduino Wi-Fi Shield 101
- 7 Linear Technology представила микросхему для высокоточного контроля энергии в линиях питания до 100 В
- 8 E-Switch анонсировала серию миниатюрных тактовых кнопок с уникальным сочетанием характеристик
- 8 Taiyo Yuden выпустила ферритовые ЧИП дроссели с рекордным для отрасли допустимым током
- 9 TE Connectivity выпустила новые упрощенные гибридные разъемы
- 10 Linear Technology выпустила драйвер трансформаторного двухтактного DC/DC преобразователя с программируемым коэффициентом заполнения импульсов
- 11 Texas Instruments представила первое устройство и демонстрационный модуль для NIR-спектроскопии, основанные на технологии DLP
- 13 Melexis и Freescale запускают базовый проект для автомобильных приложений, совмещающий NFC и беспроводную зарядку
- 14 NXP выпустила первые транзисторы с низким напряжением насыщения в корпусах DFN2020
- 15 Toshiba расширяет семейство сверхминиатюрных оптоизоляторов для управления затворами IGBT и мощных MOSFET
- 16 TI расширяет ассортимент высоковольтных LDO приборами для питания устройств непосредственно от аккумулятора автомобиля
- 17 Семейство чип индуктивностей HP, созданных компанией Coilcraft, превосходит любые когда-либо созданные аналоги
- 17 ZMDI расширяет семейство микросхем управления батареями
- 18 FTDI Chip представляет серию дочерних модулей для поддержки Arduino-совместимой платформы EVE
- 19 Linear Technology сообщила о создании операционных усилителей с фемтоамперными входными токами и полосой 500 МГц

Статьи

- 22 Вакуумный транзистор: устройство, сделанное из ничего
- 28 Управление двигателями постоянного тока. Часть 1
- 34 Использование стандартных микросхем NXP для преобразования логических уровней
- 38 Отладка программ МК AVR и осциллограф. Часть 1
- 43 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 21 октября 1949 г. была запатентована память на магнитных сердечниках
- 45 В NTU созданы аккумуляторы со сверхмалым временем заряда и сроком службы 20 лет

Схемы

- 48 Беспроводные датчики на основе микросхем NXP 74AXP1G57
- 54 Высокоэффективный 100-миллиамперный синхронный понижающий преобразователь с диапазоном входных напряжений от 4 В до 150 В
- 58 Простая схема заменяет программный опрос матричной клавиатуры
- 60 Схема распознает и восстанавливает зашумленные импульсы
- 64 Антилогарифмический преобразователь линеаризует датчик углекислого газа

Vishay Intertechnology анонсирует первые 500-вольтовые MOSFET, основанные на технологии Super Junction

Vishay Intertechnology объявила о выпуске первых транзисторов из нового семейства 500-вольтовых MOSFET, имеющих такие же низкие потери проводимости и переключения, как и выпускаемые компанией 600- и 650-вольтовые приборы серии «E». Низкое сопротивление открытого канала и малый заряд затвора новых транзисторов будут иметь большое значение для экономии энергии в мощных высококачественных потребительских устройствах, осветительных приборах и в импульсных источниках питания компьютеров.



Основанные на втором поколении технологии Vishay Super Junction, новые 500-вольтовые MOSFET SiHx25N50E дополняют существующую 500-вольтовую серию «D», изготавливаемую по высококачественной планарной технологии. Сопротивление открытого канала транзисторов нового семейства равно 145 мОм, а максимальный ток стока – 25 А. Доступны различные варианты корпусов, включая TO-220 и TO-247AC, а

также оптимизированные для низкопрофильных продуктов тонкие корпуса TO-220 FULLPAK.

Новые приборы отличаются сверхнизким зарядом затвора, равным 57 нКл, и малым временем включения – ключевыми показателями качества MOSFET, используемых в силовых преобразователях. Так же как в 600- и 650-вольтовых транзисторах серии «E», низкое сопротивление открытого канала и оптимизированная скорость переключения 500-вольтовых устройств могут увеличить КПД и плотность мощности в корректорах коэффициента мощности, прямоходовых мостовых конвертерах и обратноходовых преобразователях.

Компоненты соответствуют требованиям директивы RoHS, имеют повышенную устойчивость к высокоэнергетическим импульсам в режимах переключения и лавинного пробоя и проходят стопроцентную проверку на отсутствие защелкивания при коммутации индуктивной нагрузки.

Технические характеристики транзисторов:

Прибор	I_D при 25 °C	$R_{DS(ON)}$ макс. при $U_{GS}=10$ В	Q_G тип. при $U_{GS}=10$ В	Корпус
SiHG25N50E	25 А	145 мОм	57 нКл	TO-247AC
SiHP25N50E	25 А	145 мОм	57 нКл	TO-220
SiHA25N50E	25 А	145 мОм	57 нКл	TO-220 FULLPAK

Texas Instruments представила 700-вольтовый импульсный регулятор напряжения с током покоя менее 100 мкА

Расширяя линейку высоковольтных устройств для автономных AC/DC преобразователей, Texas Instruments представила 700-вольтовый импульсный регулятор напряжения с током покоя менее 100 мкА, что вдвое меньше, чем у существующих аналогов. В микросхеме UCC28880 интегрированы 700-вольтовый мощный MOSFET и высоковольтный источник тока, увеличивающие общую эффективность постоянно включен-

ных неизолированных систем питания с выходными токами до 100 мА, таких как интеллектуальные счетчики, домашняя автоматика и крупные бытовые приборы.

Высоковольтный ключ микросхемы UCC28880 снижает стоимость и общие размеры источника питания, сохраняя при этом высокий КПД и эксплуатационные характеристики всей системы. Конструкторы могут использовать этот регулятор в схемах пони-

жающих, понижающе-повышающих и обратноходовых преобразователей без добавления дополнительных полупроводниковых компонентов.



Ключевые особенности и преимущества UCC28880

- **Наименьшее в отрасли потребление мощности:**

При снижении нагрузки ток покоя падает до 100 мкА;

- **Сокращение размеров и общей стоимости устройства:**

В 7-выводном корпусе SOIC площадью 29.4 мм² интегрированы 700-вольтовый MOSFET, источник пускового тока и внутренний датчик тока. Кроме того, устройству не требуются внешние цепи частотной коррекции, что также экономит место на печатной плате;

- **Превосходные рабочие характеристики при токовой перегрузке:**

Комбинация цепей ограничения тока и

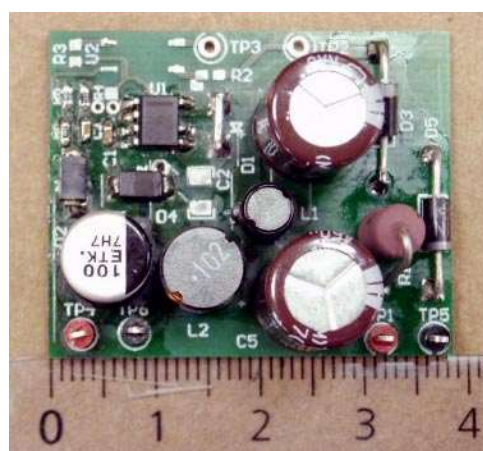
защиты от резкого возрастания тока индуктивности обеспечивает безопасную и надежную работу устройства в условиях короткого замыкания;

- **Тепловая защита:**

Микросхема снабжена цепью защиты от перегрева с гистерезисным перезапуском после восстановления рабочей температуры;

- **Увеличенные пути утечки по корпусу и по выводам:**

Высоковольтные выводы вынесены на одну сторону микросхемы для лучшего разделения с низковольтной частью микросхемы.



Базовый проект PMP8550 понижающего преобразователя напряжения с интегрированным ключом.

Основанный на UCC28880 базовый проект (PMP8550) автономного AC/DC преобразователя позволит конструкторам быстро создать

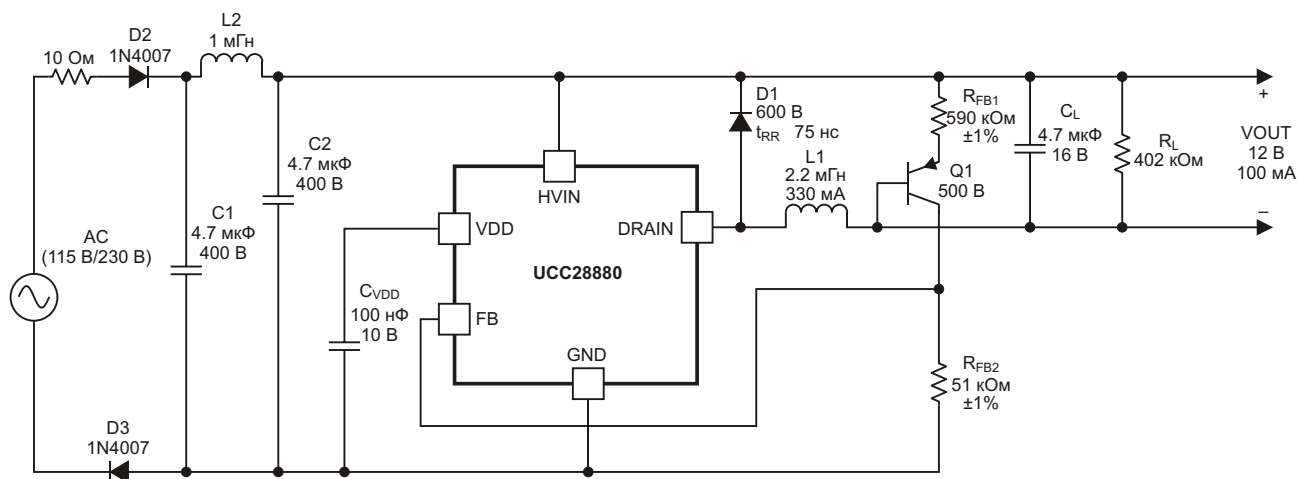


Схема понижающего преобразователя с универсальным входом и выходом 12 В/100 мА.

дешевый, маломощный, неизолированный преобразователь напряжения верхнего плеча с выходным напряжением до 13 В и током нагрузки до 100 мА, имеющий габариты 38 32 22 мм. Понижающий преобразователь напряжения с интегрированным ключом может использоваться во множестве промышленных устройств. Схему платы, файлы проекта и результаты исследований можно бесплатно загрузить на сайте компании.

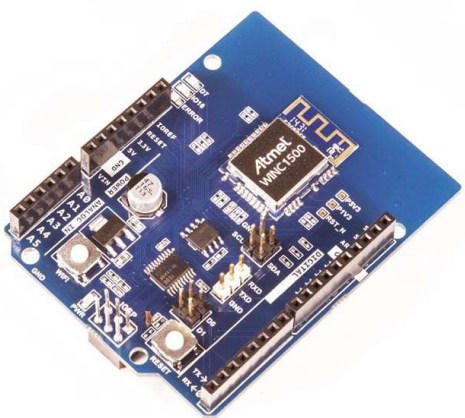
Доступность и цены

Регулятор UCC28880 со встроенным 700-вольтовым полевым транзистором серийно выпускается в 7-выводном корпусе SOIC и продается по цене \$0.55 за экземпляр при заказе от 1000 шт. Оценочные модули преобразователей верхнего и нижнего плеча на основе UCC28880 можно приобрести за \$49. Доступна для загрузки PSpice модель.

Atmel и Arduino выпускают плату расширения Arduino Wi-Fi Shield 101

Плата расширения для всех Arduino платформ обеспечивает защищенное Wi-Fi подключение и предназначена для интеллектуальных устройств Интернета вещей

Компания Atmel и сообщество Arduino объявили о выпуске платы расширения Arduino Wi-Fi Shield 101, которая ускорит прототипирование приложений сферы Интернета вещей (IoT) на платформе Arduino.



Бюджетная и простая в использовании плата расширения, которая может использоваться с любой платой Arduino, обеспечивает защищенное соединение по протоколу Wi-Fi. Теперь разработчики получают больше возможностей для реализации безопасного и защищенного подключения различных приложений IoT, от потребительских устройств до носимой электроники, робототехники и высокотехнологичных устройств. «Сердцем» платы расширения является сертифицированный сетевой контроллер беспроводного интерфейса IEEE 802.11 b/g/n компании Atmel, входящий в семейство Atmel SmartConnect. Безопасность беспроводного

соединения обеспечивается специализированной микросхемой аутентификации АТЕСС108, которая, имея встроенные механизмы шифрования и одно- или двухпроводной интерфейс управления, обеспечивает самый простой путь встраивания аппаратной аутентификации в проекты и позволяет разрабатывать полноценные и недорогие схемы безопасности в системах хост-клиент.

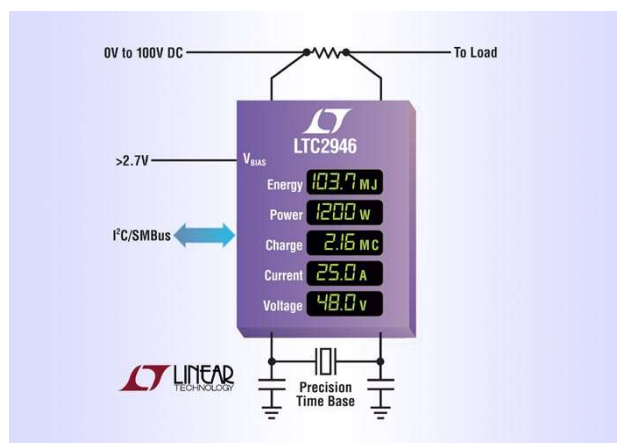
Сетевой процессор ATWINC1500 беспроводного интерфейса IEEE 802.11 b/g/n из семейства SmartConnect представляет собой завершенную и сертифицированную систему-на-кристалле с ультранизким энергопотреблением, оптимизированную для систем с батарейным питанием. В ATWINC1500 интегрированы Flash-память, коммуникационные интерфейсы (UART, SPI, I²C), усилитель мощности, малозумящий усилитель, коммутатор, подсистема управления питанием, стек TCP/IP, криптографические протоколы безопасности транспортного уровня и функционал SoftAP для организации программной точки доступа.

Подключение Arduino Wi-Fi Shield 101 к плате Arduino осуществляется посредством стандартных разъемов форм-фактора плат расширения Arduino, что говорит о возможности наращивания функционала и одновременного подключения дополнительных плат расширения.

Для работы с платой расширения разработчикам предлагается программная библиотека функций с открытым исходным кодом.

Linear Technology представила микросхему для высокоточного контроля энергии в линиях питания до 100 В

Linear Technology представила микросхему LTC2946, предназначенную для контроля мощности и энергии в активной и земляной шинах источников питания с напряжениями от 0 В до 100 В. Интегрированный 12-битный АЦП с погрешностью $\pm 0.4\%$ и прецизионный внешний генератор тактовых импульсов позволяют получить точность измерения тока и заряда $\pm 0.6\%$, а мощности и энергии – $\pm 1\%$. При использовании внутренней синхронизации погрешность составит $\pm 5\%$. Все измеренные цифровые данные, включая минимумы и максимумы напряжения, тока и мощности, хранятся в регистрах, доступных через интерфейс $I^2C/SMBus$. Если измеренные данные превышают установленные пороговые значения, выходные сигналы тревоги останавливают опрос. LTC2946 обеспечивает доступ ко всем параметрам, необходимым для точного контроля энергии, потребляемой на уровне платы в блейд-серверах, телекоммуникационных устройствах, в оборудовании солнечной энергетики, в промышленной аппаратуре и специализированных модулях стандарта AMC.



Для питания LTC2946 микросхему можно напрямую подключать к источнику напряжения 2.7 ... 5 В, или к источнику 4 ... 100 В через внутренний линейный регулятор, или же использовать напряжение свыше 100 В, подключая его к встроенному шунтовому регулятору. Два из трех выводов общего назначения конфигурируются как вход разрешения накопления и выход тревоги. Внутренний АЦП может работать в постоянном или однократном режиме. В режиме ожидания

потребление микросхемы снижается с 900 мкА до 15 мкА.

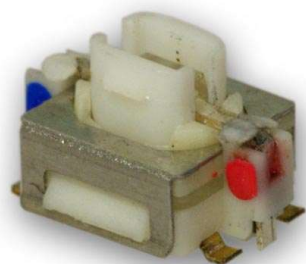
Микросхема выпускается в двух вариантах: LTC2946 с интерфейсом I^2C , имеет раздельные входы и выходы SDA для возможности подключения стандартных оптоизоляторов, в то время как LTC2946-1 имеет инверсные выводы SDA, рассчитанные на инвертирующую конфигурацию оптоизоляторов. Регистратор предлагается в версиях для коммерческого, промышленного и автомобильного температурных диапазонов в 16-выводных корпусах MSOP или DFN размером 4 × 3 мм. Цена одного экземпляра при заказе 1000 шт. начинается с \$3.95. Образцы и оценочные платы доступны онлайн или в местных офисах продаж Linear Technology.

Основные особенности LTC2946:

- Контролирует напряжения питания, ток, заряд, мощность и потребление энергии;
- Контролирует напряжение от 0 В до 100 В непосредственно, а свыше 100 В – с помощью внутреннего шунтового регулятора;
- 12-битный АЦП с постоянным или однократным режимом работы;
- Цифровой интерфейс $I^2C/SMBus$;
- Гарантированные показатели точности:
 - $\pm 0.4\%$ для 12-битных измерений напряжения;
 - $\pm 0.6\%$ для 12-битных измерений тока и 32-битных измерений заряда;
 - $\pm 1\%$ для 24-битных измерений мощности и 32-битных измерений энергии;
- Синхронизация кварцевым резонатором, от внешнего источника или внутренняя (с точностью $\pm 5\%$);
- Сохранение минимальных и максимальных измеренных значений;
- Диапазоны напряжения питания от 4 В до 100 В или от 2.7 В до 5.9 В;
- Предупреждение о превышении пороговых уровней измеряемых величин;
- Ток потребления в режиме ожидания менее 40 мкА;
- 16-выводные корпуса MSOP и DFN (4 × 3 мм).

E-Switch анонсировала серию миниатюрных тактовых кнопок с уникальным сочетанием характеристик

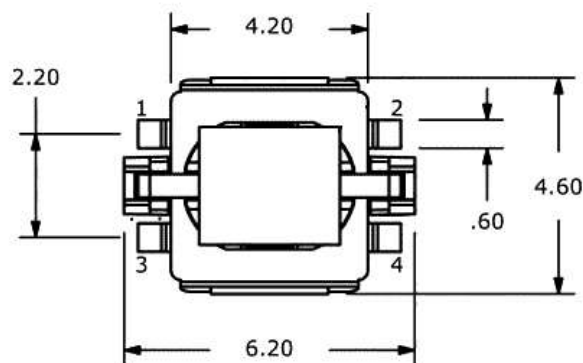
Компания E-Switch анонсировала серию TL6210 миниатюрных тактовых кнопок с выводами для поверхностного монтажа и степенью защиты IP67. Кнопки с уникальным сочетанием характеристик снабжены также светодиодной подсветкой, которая может иметь красный, зеленый, желтый, синий или белый цвет, или же комбинации цветов красный/зеленый и зеленый/желтый.



Новые тактовые кнопки могут найти применение в потребительской электронике, медицинской технике, измерительных приборах и во многих других приложениях.

TL6210 имеет следующие основные технические характеристики:

- Предельные электрические режимы: 50 мА при напряжении 12 В DC



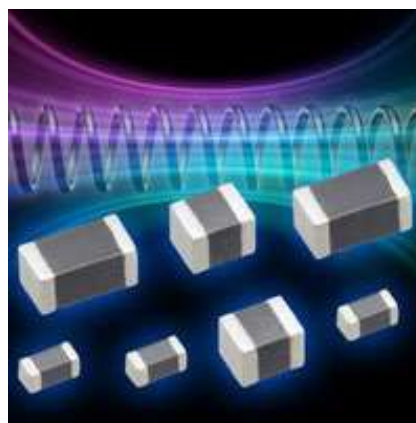
- Электрический ресурс: 100,000 циклов
- Механический ресурс: 100,000 циклов
- Контактное сопротивление: 500 мОм
- Сопротивление изоляции: не менее 100 МОм при напряжении 100 В DC
- Напряжение изоляции: 250 В AC в течение 1 мин
- Диапазон рабочих температур: $-20^{\circ}\text{C} \dots 70^{\circ}\text{C}$
- Температура хранения: $-20^{\circ}\text{C} \dots 70^{\circ}\text{C}$
- Усилие нажатия 200 ± 80 гс
- Ход кнопки: 0.45 ± 0.15 мм
- Конфигурация контактов: SPST
- Степень защиты от влаги: IP67.

Taiyo Yuden выпустила ферритовые ЧИП дроссели с рекордным для отрасли допустимым током

Идеальное для схем автоэлектроники и промышленного оборудования сочетание высокой надежности и большого допустимого тока

Taiyo Yuden расшила свою линейку ферритовых ЧИП дросселей подавления ЭМП серии FB типа M, выпустив ряд приборов со сниженным уровнем шумов для использования в источниках питания. Семейство пополнилось моделями FBMJ1608 типоразмера EIA 0603 (1.6 0.8 0.8 мм), FBMH2016 типоразмера EIA 0806 (2.0 1.6 1.6 мм) и FBMH3216 типоразмера EIA 1206 (3.2 1.6 1.6 мм).

Эти изделия используются для снижения шумов в линиях питания оборудования с



повышенными требованиями к надежности, например, для схем автоэлектроники и промышленных двигателей постоянного тока.

Дроссели FBMJ1608HS220NTW (с импедансом 22 Ом) и FBMJ1608HM180NTW (с импедансом 18 Ом) имеют наивысший на сегодня допустимый для типоразмеров EIA 0603 рабочий ток 7.5 А. Кроме того, благодаря разработанной Taiyo Yuden уникальной технологии литья, FBMH2016HM121NTV и FBMH3216HM221NTV могут существенно снизить шумы также и в высокочастотной области спектра.

Производство этих изделий в количестве 1 млн. шт. каждого типоразмера в месяц освоено на заводах компании в Наканое (Япония)

и Лэпулэпу-Сити (Филиппины). Цена одного дросселя составляет \$0.30.

Области применения: Для снижения шумов в линиях питания различного оборудования, включая автомобильную электронику стандарта АЕС-Q200, промышленные двигатели постоянного тока, портативные компьютеры, серверы, принтеры, ЖК телевизоры и базовые станции беспроводной связи.



Технические характеристики ЧИП дросселей:

Изделие	Номинальный импеданс [Ом]	Частота измерений [МГц]	Сопротивление постоянному току, не более [Ом]	Допустимый ток [А]	Температурный диапазон (с учетом саморазогрева)
FBMJ1608HS220NTW	22 ± 30%	100	0.004	7.5	-40 ... 125 °C
FBMJ1608HM180NTW	18 ± 30%		0.004	7.5	
FBMH2016HM121NTV	120 ± 30%		0.015	4.5	
FBMH3216HM221NTV	220 ± 30%		0.02	4.0	

TE Connectivity выпустила новые упрощенные гибридные разъемы

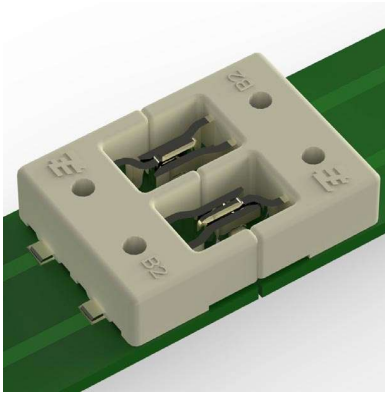
Низкопрофильные разъемы типа плата-плата и кабель-плата легко монтируются и отлично подходят для применения в различных осветительных системах

TE Connectivity (TE) объявила о выпуске низкопрофильных миниатюрных комбинированных разъемов для поверхностного монтажа (SMT). Разъемы разработаны для передачи питания между смежными светодиодными осветительными линейными модулями и лентами, и обеспечивают повышенную скорость монтажа и большую надежность,



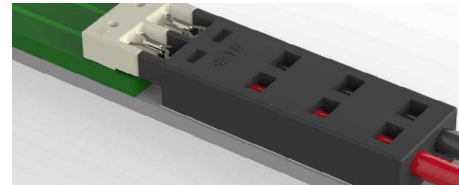
позволяя пользователям соединять и разъединять линейные светодиодные модули как в одной плоскости, так и взаимно перпендикулярно.

Разъемы поставляются в двух- четырех- и шестиконтактном гибридном исполнении для подключения к осветительным, управляющим и информационным устройствам. Для минимизации препятствий прохождению света углы низкопрофильных разъемов скруглены. Плоская верхняя поверхность позволяет устанавливать их вакуумными захватами, а высокотемпературный материал корпуса устойчив к пайке оплавлением. Для приложений с ограниченным пространством печатной платы доступны также комбинированные разъемы в вариантах с однопозиционным ножевым контактом и соответствующей ответной частью.



Рассчитанные на ток 3 А и напряжение 300 В разъемы работают в диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ и имеют электрическую прочность изоляции 1600 В АС. По степени устойчивости к горению корпуса разъемов соответствуют требованиям стандарта UL 94V0, установленным для термопластичных полимеров, а контакты изготавливаются из имеющего оловянно-никелевое покрытие медного сплава с высокой электропроводностью.

«Двухпозиционные направляющие выводы для подключения кабель-плата разработаны с учетом того, что разъем будет закрепляться двусторонней теплопроводящей лентой, – сказал Алекс Хант III (Alex Hunt III), менеджер по продукции ТЕ. – Это позволяет отказаться от защелкивающихся частей или скоб, которые увеличили бы габариты силового соединения светодиодных лент».

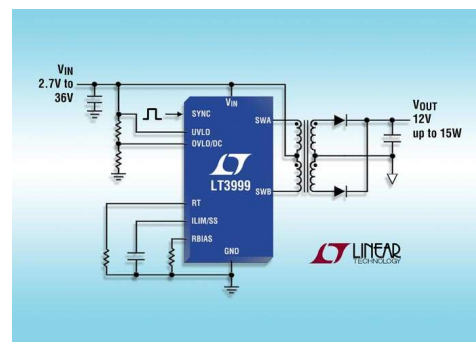


Миниатюрные комбинированные разъемы для поверхностного монтажа найдут применение в архитектурном и рекламном освещении, подсветке витрин и дисплеев, в ретрофитных светодиодных светильниках и для контурного освещения коммерческих и жилых объектов.

Linear Technology выпустила драйвер трансформаторного двухтактного DC/DC преобразователя с программируемым коэффициентом заполнения импульсов

Linear Technology объявила о выпуске интегрального драйвера изолированного двухтактного трансформаторного DC/DC преобразователя с двумя защищенными одноамперными силовыми ключами. Микросхема LT3999, рассчитанная на диапазон входных напряжений от 2.7 В до 36 В, предназначена для устройств мощностью до 15 Вт и может использоваться в автомобильных, промышленных, медицинских и военных приложениях.

Уровень выходного напряжения определяется программируемым коэффициентом заполнения импульсов и соотношением количества витков обмоток трансформатора. Конструирование законченного устройства упрощает приведенный в документации к микросхеме список рекомендованных общедоступных трансформаторов. Значение рабочей частоты преобразователя может регулироваться в пределах от 50 кГц до



1 МГц; возможна его внешняя синхронизация. Рабочий диапазон LT3999 задается высокоточными цепями блокировки при пониженном и повышенном входном напряжении. Ток потребления в режиме ожидания меньше 1 мкА. С помощью выбираемой пользователем времязадающей RC-цепочки можно настроить режим плавного запуска, ограничивая пусковой ток, а встроенная цепь защиты от сквозных токов повышает надежность микросхемы.

LT3999 выпускается в корпусах MSOP-10 и DFN-10 3 × 3 мм с пониженным тепловым сопротивлением. Приборы групп E и I работают при температурах перехода от −40 °С до +125 °С. Работоспособность драйверов группы H гарантируется в диапазоне температур перехода от −55 °С до +150 °С, а группы MP – от −40 °С до 150 °С. Микросхемы группы E продаются по цене \$2.75 при заказе от 1000 шт. Все приборы поставляются непосредственно со склада компании.

Краткая сводка основных особенностей LT3999:

- Большой диапазон входных напряжений: от 2.7 В до 36 В;
- Два одноамперных ключа;
- Программируемая рабочая частота от 50 кГц до 1 МГц;

- Возможность синхронизации от внешнего источника с частотой до 1 МГц;
- Изменение коэффициента заполнения импульсов для регулирования выходного напряжения;
- Малошумящая топология;
- Программируемая блокировка при пониженном и повышенном входном напряжении;
- Цепь защиты от сквозных токов;
- Расширенный и промышленный диапазоны рабочих температур перехода: от −40 °С до +125 °С;
- Автомобильный диапазон рабочих температур перехода: от −40 °С до +155 °С;
- Военный диапазон рабочих температур перехода: от −55 °С до +155 °С.

Texas Instruments представила первое устройство и демонстрационный модуль для NIR-спектроскопии, основанные на технологии DLP

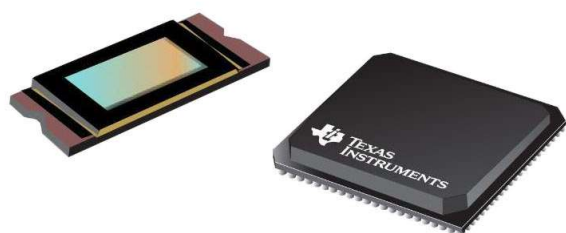
Новые изделия могут сделать возможным создание программируемых портативных спектрометров ближнего инфракрасного диапазона, способных значительно снизить стоимость систем

Texas Instruments объявила о выпуске первого устройства на основе DLP, а также соответствующего демонстрационного модуля, оптимизированных для измерений в ближнем инфракрасном (NIR) диапазоне. (DLP – Digital Light Processor – цифровой светопроцессор). Микросхема DLP4500NIR и модуль DLP NIRscan знаменуют начало проникновения отмеченной наградами МЭМС-технологии компании TI как в мир отражательной и поглощающей спектроскопии, так и на другие рынки. Технология DLP позволит параметры спектрометров, используемых в пищевой,

фармацевтической, нефтегазовой и других отраслях промышленности, повысить до уровня лабораторных устройств.

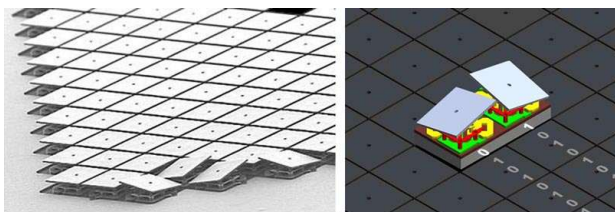
Устройство DLP4500NIR

Порядка миллиона микрзеркал с цифровым программированием, являющихся сердцем технологии DLP, оставляют позади любые другие компоненты и решения, доступные в настоящее время для NIR-спектроскопии. В комплекте с одноэлементным детектором, DLP4500NIR позволяет разработчикам заменить дорогие массивы линейных чувствительных элементов и создать устройства с высокими характеристиками, сократив при этом количество используемых компонентов. Оптимизированный для диапазона от 700 до 2500 нм, DLP4500NIR может быть запрограммирован для одновременной селекции и аттенюации многих длин волн со скоростями перестройки до 4 кГц. Архитектура DLP также позволяет в течение установленного периода измерений



DLP4500NIR (слева) и процессор Sitara AM3358.

улучшить отношение сигнал-шум до значений, превышающих 30,000:1, и получать результаты за меньшее время и с более высокой точностью, чем с помощью спектрометров, использующих традиционные решения.



Каждое микрозеркало в DLP4500NIR для получения заданных комбинаций может управляться индивидуально, оставляя при этом пользователю возможность дальнейшей более тонкой настройки спектрального разрешения и диапазонов длин волн, а также для установки времени интегрирования и выравнивания светопропускания. В результате пользователи с помощью единственной системы смогут применять адаптивные методы сканирования для оптимизации анализа «на лету» более широкого круга веществ.

Размеры DLP4500NIR позволяют разработчикам использовать устройство в малогабаритных конструкциях и создавать системы, как для полевых, так и для заводских условий эксплуатации. Помимо спектроскопии DLP4500NIR также может использоваться и в других приложениях, включая однопиксельные камеры, лазерные целеуказатели и микроскопию.

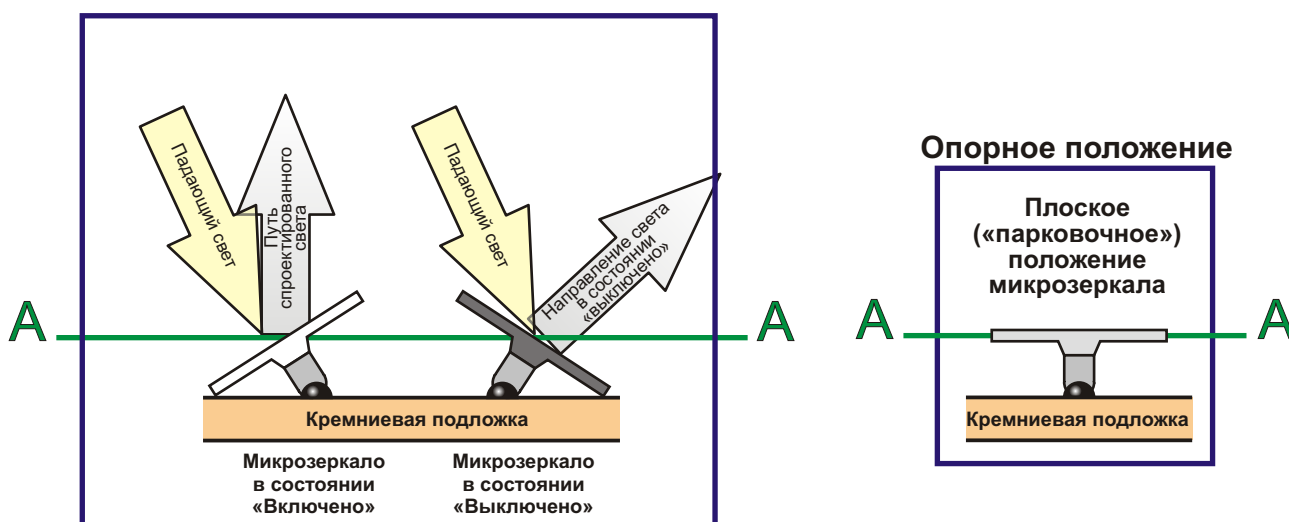
Оценочный модуль DLP NIRscan

Оценочный модуль DLP NIRscan предоставляет новые возможности инженерам, создающим недорогие портативные многофункциональные спектрометры. Заявленный, как первая платформа разработки приборов для спектроскопии на базе технологии DLP, DLP NIRscan имеет многочисленные интерфейсы, обеспечивающие высокую гибкость конструирования. В состав DLP NIRscan, помимо DLP4500NIR и цифрового контроллера DLPC350, входит одноэлементный расширенный InGaAs-детектор, объединенный с пробоотборным модулем и галогенной лампы.



Оценочный модуль DLP NIRscan.

Вычислительная мощность DLP NIRscan обеспечивается процессором Sitara AM3358 ARM с ядром Cortex-A8 и 24-битным сигма-дельта АЦП с частотой преобразования 30 тысяч выборок в секунду (ADS1255). Встроенные порты Ethernet и два USB обеспечивают как проводное, так и беспроводное



Крайние положения микрозеркала и световые пути.

подключение для обмена данными с компьютером. (Wi-Fi и Bluetooth переходники продаются отдельно).

Предустановленная операционная система Linux и встроенный веб-сервер на аппаратной платформе BeagleBone Black позволяют настраивать устройство без скачивания специального ПО. Разработчики могут просто подключить DLP NIRscan с компьютеру через USB и запустить браузер. Веб-интерфейс делает возможным удаленное подключение к развертываемым системам посредством разнообразных устройств, включая смартфоны или планшеты. Пользовате-

ли также могут получить доступ к средствам поддержки и инструментам сообщества разработчиков ПО с открытым кодом BeagleBoard.org.

Доступность

Устройство DLP4500NIR и контроллер DLPC350 доступны уже сейчас. DLP NIRscan, разработанный компанией Keynote Photonics, продается по цене \$8,499. Полный комплект доступных DLP-устройств и демонстрационных платформ был представлен на международной выставке Pittcon в Чикаго в марте 2014 г.

Melexis и Freescale запускают базовый проект для автомобильных приложений, совмещающий NFC и беспроводную зарядку

Беспроводная зарядка открывает перед потребителями новые возможности поддержания готовности коммуникационных средств, имеющих большое значение для повышения качества жизни. Предупреждения о разряде батареи всегда неприятны, но кажутся непрекращающимися на фоне растущей зависимости от портативной электроники в нашей личной и профессиональной жизни. Объединение разработанного для схем автоэлектроники трансивера ближней бесконтактной связи (NFC) производства Melexis с технологией беспроводной зарядки компании Freescale, дает готовый вариант базовой платформы, освобождающей нас от пугающего предупреждения о низком уровне заряда батареи.

В последние годы стандарт NFC для безопасной передачи данных на короткие дистанции, применяемый в пунктах оплаты и управления доступом, завоевывает прочные, постоянно укрепляющиеся позиции на рынке мобильных телефонов. Выпустив микросхему NFC трансивера MLX90132, Melexis стала первой компанией, внедрившей в автомобильные системы технологии бесключевого доступа и запуска двигателя. Внедрение беспроводной зарядки резко ускоряется. Разработанный Melexis совместно с Freescale базовый проект WCT-5WTXAUTO вообрал в себя лучшее из обеих технологий. Melexis работает с автопроизводителями для интеграции в автомобили таких решений NFC, как автома-

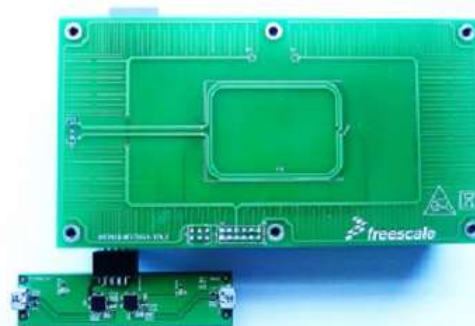


тическое установление связи между мобильным устройством и автомобильным медиацентром (например с помощью Wi-Fi или Bluetooth) и автоматическая идентификация пользователя вместе с загрузкой его личных настроек. Технология NFC также может использоваться для контроля допуска и включения зажигания, что позволяет мобильному телефону стать «ключом», открывающим автомобиль и запускающим его двигатель. При таком проникновении беспроводных технологий в повседневную жизнь крайне важно, чтобы используемое устройство, будь то смартфон или планшет, имело максимальный заряд аккумулятора. Очевидным решением этой проблемы является организация широкой сети точек беспроводной зарядки в домах, автомобилях, офисах и общественных местах. Объединением беспроводной

зарядки и технологии NFC создается новый уровень удобств и возможностей.

Первоначальной целью этого базового проекта являются автомобильные консольные приложения. Требования, предъявляемые к любым электронным системам, устанавливаемым в салоне автомобиля, строго регламентируют параметры электромагнитной совместимости и уровня радиопомех в различных диапазонах частотного спектра при различных мощностях сигнала. Совместный базовый проект Melexis и Freescale демонстрирует возможность достижения успешного результата, пригодного для эксплуатации в автомобилях. Проект основан на NFC-трансивере Melexis MLX90132 и микроконтроллере Freescale MWCT1003AVLH.

В базовый проект включены все необходимые аппаратные компоненты и соответствующие программные драйверы, позволяющие подсистеме беспроводной зарядки работать абсолютно автономно и управляться через интерфейс, совместимый с NCI (NFC Controller Interface). Совместная работа этих составляющих обеспечивается на аппаратной стороне тщательно проработанной конструкцией антенны, а на программной стороне – специальным интерфейсом управления. Система может работать либо полнос-



Базовый проект WCT-5WTXAUTO.

тью автономно, либо управляться программами верхнего уровня, совместимыми со стандартом NFC (например, NFCStack+ компании Stollmann).

Помимо автомобильной среды, этот базовый проект идеально подходит для решения задач широкого круга побочных рынков, связанных с таким использованием мобильных устройств, при котором требуется сочетание гарантии безопасной идентификации и совершения платежей с возможностью заряда их батарей. Это могут быть, к примеру, информационные и рекламные стенды в залах ожидания и ресторанах, или беспроводные док-станции.

NXP выпустила первые транзисторы с низким напряжением насыщения в корпусах DFN2020

NXP объявила о выпуске первых транзисторов с низким напряжением насыщения в новых корпусах DFN2020D-3 (SOT1061D), предназначенных для пайки к торцевым поверхностям контактов. Допустимое напряжение коллектор-эмиттер обоих транзисторов PBSS4330PAS и PBSS5330PAS равно

30 В, а напряжение насыщения в определенных режимах нормируется на уровне 45 мВ. Помимо большого допустимого тока 3 А и высокого коэффициента усиления тока базы, даже при больших токах достигающего 500, транзисторы отличаются улучшенными характеристиками паяемости.

Новые транзисторы стали первыми из приборов NXP с низким напряжением насыщения, выпускающимися в небольших безвыводных пластиковых корпусах DFN2020D-3 (SOT1061D), пригодных для автоматизированного оптического контроля (AOI) качества паяных соединений, особенно востребованного в автомобильной промышленности. Приборы удовлетворяют требования стандарта AEC-Q101, регламентирующего параметры устройств для систем автоэлектрони-



ки, и сохраняют гарантированные характеристики при рабочих температурах до 175 °С.

Портфель пригодных для АОI транзисторов в корпусах DFN2020D-3 будет расширен в конце года за счет включения в него приборов средней мощности с низким напряжением насыщения, а несколько позднее к нему добавятся транзисторы с напряжениями коллектор-эмиттер до 100 В.

Особенности и преимущества

- Низкое напряжение насыщения коллектор-эмиттер
- Большой постоянный и импульсный ток коллектора
- Высокий коэффициент передачи тока при больших токах коллектора
- Высокая эффективность, обусловленная малым тепловыделением
- Рабочая температура перехода до 175 °С

- Меньшая площадь, занимаемая на печатной плате
- Миниатюрный безвыводной пластиковый корпус DFN2020D-3 для поверхностного монтажа с контактами для пайки к торцевым поверхностям
- Вскрытое теплоотводящее основание для улучшения тепло- и электропроводности
- Пригодны для автоматизированного оптического контроля качества паяных соединений
- Соответствуют требованиям стандарта АЕС-Q101

Основные области применения

- Коммутаторы нагрузки
- Устройства с батарейным питанием
- Устройства управления питанием
- Зарядные устройства
- Силовые ключи схем управления моторами и вентиляторами

Toshiba расширяет семейство сверхминиатюрных оптоизоляторов для управления затворами IGBT и мощных MOSFET

Оптоизоляторы в корпусах SO6L имеют размеры всего 10 3.8 2.1 мм

Toshiba Electronics Europe представила две новые низкопрофильные микросхемы оптоизоляторов для непосредственного управления затворами мощных MOSFET или IGBT средней мощности. TLP5701 и TLP5702 поставляются в сверхминиатюрных корпусах SO6L размером всего 10 3.8 2.1 мм.



Несмотря на столь небольшие размеры, новые устройства имеют напряжение изоляции 5000 В с.к.з. и гарантированные пути утечки по корпусу и между выводами, равные

8 мм. Таким образом, приборы могут способствовать сокращению размеров устройств, нуждающихся в сертификации на соответствие требованиям стандартов безопасности. Кроме того, все параметры и характеристики оптоизоляторов гарантируются в диапазоне температур от -40 °С до 110 °С.

Новые оптоизоляторы могут найти применение в устройствах широчайшей номенклатуры, от бытовой техники и инверторов до средств автоматизации производства и измерительного оборудования. TLP5701, способные отдавать пиковый выходной ток до ± 0.6 А, оптимизированы для управления маломощными IGBT и мощными MOSFET. TLP5702 с максимальным выходным током ± 2.5 А идеально подойдут для устройств средней мощности.

Высокий уровень характеристик новых приборов обеспечиваются использованием самых последних разработок GaAlAs инфракрасных светодиодов и интегрированных быстродействующих фотодетекторов с большим коэффициентом усиления. Внутренний

экран Фарадея гарантирует устойчивость к синфазным помехам со скоростью нарастания до ± 20 кВ/мкс. Максимальное время задержки распространения равно 500 нс для TLP5701 и 200 нс для TLP5702.

По сравнению с аналогичными приборами, выпускаемыми в корпусах DIP8, оптрона в SO6L на 43% меньше по занимаемой площади печатной платы и на 54% меньше по высоте.

TI расширяет ассортимент высоковольтных LDO приборами для питания устройств непосредственно от аккумулятора автомобиля

Расширяя свой объемный портфель стабилизаторов с малым падением напряжения (LDO), компания Texas Instruments (TI) представила 17 новых высоковольтных приборов, соответствующих требованиям AEC-Q100 и предназначенных для использования в автомобильном и промышленном оборудовании. Новые LDO с ультранизким потреблением тока включают семейство TPS7A16xx-Q1 с входным напряжением до 60 В, семейства TPS7A66xx-Q1 и TPS7B67xx, а также TPS7B4250-Q1, поддерживающие множество приложений, требующих непосредственного подключения к аккумулятору легкового или грузового автомобиля, например, приборные панели, усилители руля, информационно-развлекательные системы, дверные модули и устройства управления освещением.



Ключевые характеристики и преимущества новых LDO:

- **Ультранизкий собственный ток потребления продлевает время работы аккумулятора:**

Новые стабилизаторы потребляют чрезвычайно малый ток, в режиме ожидания не превышающий 10 мкА, благодаря чему снижается потребляемая мощность и увеличивается время работы аккумулятора.

- **Внутренняя компенсация эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) может помочь оптимизировать стоимость и стабильность работы системы:**

Разработчики получают свободу выбора из широкого диапазона типов конденсаторов, включая керамические, чтобы повысить стабильность системы и снизить ее стоимость.

- **Высокое входное напряжение позволяет подключать подсистемы автомобиля непосредственно к его аккумулятору:**

Стабилизаторы поддерживают входные напряжения до 40 В в нормальном рабочем режиме, и до 45 В при переходных процессах в питании оборудования. TPS7A1601-Q1, кроме того, может нормально работать при напряжении до 60 В, что отвечает требованиям, предъявляемым к электронике грузового автотранспорта и оборудования, предназначенного для тяжелых условий работы.

- **Функция слежения позволяет получать более достоверные данные от внешних датчиков:**

Слежение минимизирует различие между напряжением питания платы и внешним напряжением. Благодаря этой функции потребители получают от внешних датчиков более точные данные.

- **Встроенный оконный сторожевой таймер обеспечивает функциональную безопасность:**

Интегрированный оконный сторожевой таймер позволяет потребителям выполнять требования функциональной безопасности на системном уровне.

Инструментарий и поддержка

Разработчики могут опробовать новые стабилизаторы напряжения, используя несколько предлагаемых TI специализированных оценочных модулей и SPICE-

моделей, которые существенно упрощают анализ и разработку.

Конструктивное исполнение и стоимость

Стабилизаторы напряжения TPS7A16xx-Q1 серийно выпускаются в 8-выводном корпусе

MSOP-PowerPad и продаются по цене \$1.65 за единицу при покупке 1000 штук. TPS7A66xx-Q1, выпускаемые в таком же корпусе, в партии из 1000 приборов стоят \$0.60 за штуку, а TPS7B67xx-Q1 в 20-выводных корпусах HTSSOP – \$0.80.

Семейство чип индуктивностей HP, созданных компанией Coilcraft, превосходит любые когда-либо созданные аналоги

Такого сочетания небольших размеров, отличных параметров и конкурентоспособных цен, как у индуктивностей 0402HP и 0603HP, не найти на сегодняшнем рынке

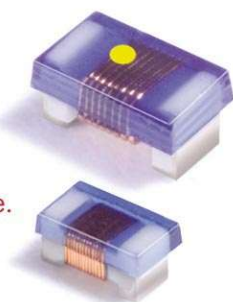
Сопротивление меньше, добротность лучше, допустимый ток выше

Компания Coilcraft поставила перед собой задачу создать семейство чип индуктивностей, превосходящих лучшие продукты на рынке. И достигла поразительных результатов!

- Исключительно большой допустимый ток: до 2300 мА
- Очень высокая добротность: до 105 на частоте 1.7 ГГц!
- Значения частот собственного резонанса достигают 16 ГГц

Blue Chip Performers

Exceptionally high Q.
Low DCR. Tight tolerance.



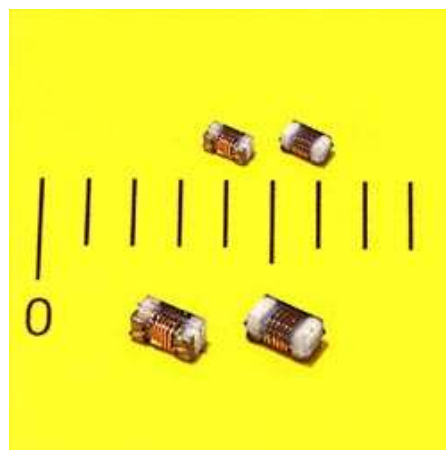
В сравнении с ближайшими аналогами, индуктивности серии HP в среднем пропускают вдвое больший ток и имеют на треть меньшее сопротивление постоянному току. А благодаря проволочной конструкции устройства отличаются исключительно высокой добротностью.

0402HP

- Диапазон значений индуктивности от 1.0 до 220 нГн

0603HP

- Диапазон значений индуктивности от 1.8 до 390 нГн
- Большой допустимый ток: до 2100 мА
- Исключительно высокая добротность: до 154 на частоте 1.7 ГГц!
- Значения частот собственного резонанса достигают 16 ГГц

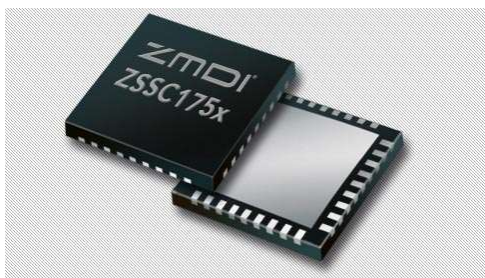


ZMDI расширяет семейство микросхем управления батареями

Расположенная в Дрездене полупроводниковая компания ZMD AG (ZMDI), специализирующаяся в области создания энергоэффективных решений, анонсировала появление двух системообразующих микросхем

(System Basis Chips – SBC) ZSSC1750 и ZSSC1751, – высокоточных однокристалльных систем сбора данных, полностью отвечающих всем требованиям стандартов автоэлектроники. Являясь мировым поставщиком

аналоговых и смешанных решений для нужд автомобильных, промышленных, медицинских, информационных и потребительских приложений, ZMDI продолжает расширять свое семейство приборов для управления аккумуляторными батареями. Как ZSSC1750, так и ZSSC1751 содержат два прецизионных АЦП высокого разрешения для одновременного измерения напряжения и тока батареи, а также внутренней и внешней температуры. Кроме того, разработчики предусмотрели несколько режимов энергосбережения, включая периодическое пробуждение из режима сна, которое может происходить полностью автономно. В случае отказа, выражающегося в превышении заданного тока, напряжения или температурного порога, эти SBC автоматически просыпаются и посылают извещение контроллеру верхнего уровня. Обе SBC управляются через интерфейс SPI, а ZSSC1750 дополнительно снабжена физическим коммуникационным интерфейсом LIN.



«Системообразующие микросхемы ZSSC1750 и ZSSC1751 идеально подходят для точного сбора данных в таких критически важных приложениях, как, например, контроль кислотных аккумуляторов в автомобилях», – сказал Джозеф Джейниш (Josef Janisch), менеджер ZMDI по мультирыночной

продукции. Два синхронных АЦП высокого разрешения в сочетании с усилителями, коэффициенты усиления которых программируются в широких пределах, позволяют решать сложные задачи управления батареями в диапазоне токов от миллиампер до килоампер. Стандартный интерфейс SPI делает эти продукты совместимыми с микроконтроллерами любого размера и типа, предлагая клиентам наилучшие варианты для выбора самых экономичных решений, удовлетворяющих их требованиям.

Особенности ZSSC1750 и ZSSC1751

- Прецизионное интегральное решение для точного прогнозирования состояния батареи, ее заряда и качества функционирования
- Два высокоточных 24-битных сигма-дельта АЦП; 18-битное разрешение без пропуска кодов
- Канал измерения напряжения с входным диапазоном от 3.6 В до 28.8 В и точностью ± 60 ppm в пределах всей шкалы
- Измерения внутренней и внешней температуры с 16-разрядным разрешением
- Типовое потребление тока в спящем режиме всего 60 мкА
- Встроенные средства самотестирования и диагностики

Доступность и цены

Обе микросхемы ZSSC1750 и ZSSC1751 выпускаются серийно. Доступны также единичные образцы и оценочные наборы, которые можно приобрести у компании ZMDI.

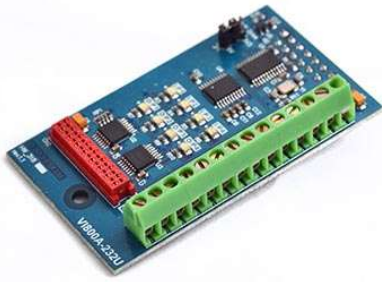
В партиях из 1000 приборов каждая микросхема ZSSC1750 стоит €4.05 или \$5.67, а ZSSC1751 – €3.91 или \$5.47.

FTDI Chip представляет серию дочерних модулей для поддержки Arduino-совместимой платформы EVE

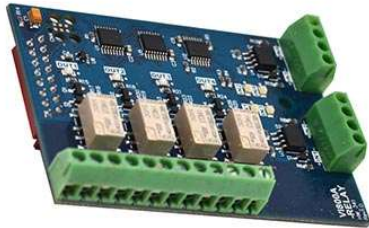
Платы, расширяющие интерфейсные возможности платформы EVE

Вслед за выпуском основанных на инновационной технологии EVE (Embedded Video Engine – встроенный видео движок) платформ разработки VM800P, упрощающих и улучшающих реализацию человеко-машинного интерфейса (HMI), FTDI Chip представила серию сопутствующих дочерних плат.

Семейство совместимых с Arduino плат VM800P «PLUS» основано на отмеченном наградами графическом контроллере FT800 EVE, в одном чипе которого интегрированы функции дисплея, аудио и сенсорной панели. На каждой плате установлены также 8-разрядный микроконтроллер ATmega и TFT



VI800A-TTLU



VI800A-RELAY

дисплей с диагональю экрана 3.5", 4.3" или 5.0". Шесть новых дочерних плат добавляют новые возможности ввода/вывода и расширяют круг возможных прикладных сценариев. Для подключения к VM800P в них используются один или два миниатюрных разъема Micro-MaTch.

VI800A_TTLU представляет собой сменный модуль для плат PLUS, позволяющий подключать UART с уровнями TTL. Эта дочерняя плата ведет себя подобно мосту SPI-UART и дополняет плату VI800A-RELAY, эффективно выполняющую функции моста SPI-реле для плат PLUS, и являющуюся подчиненным устройством, преобразующим сигналы интерфейса SPI в релейный интер-

фейс. VI800A-ETH предназначена для подключения внешнего интерфейса Ethernet, а VI800A-PoE позволяет извлечь все преимущества из возможности питания по кабелю Ethernet (PoE). VI800A-N485U выполняет функции моста SPI-RS485, а VI800A-232U –



VI800A-ETH



VI800A-PoE

моста SPI-RS232, обеспечивая средства взаимодействия с устаревшим оборудованием.

Платы VI800A-TTLU, VI800A-ETH, VI800A-PoE, VI800A-N485U и VI800A-232U имеют одинаковые размеры 63.5 37.5 мм, в то время как габариты VI800A-RELAY равны 68.90 48.75 мм. Цены на дочерние платы для VM800P начинаются от \$24.95 за штуку.

Linear Technology сообщила о создании операционных усилителей с фемтоамперными входными токами и полосой 500 МГц

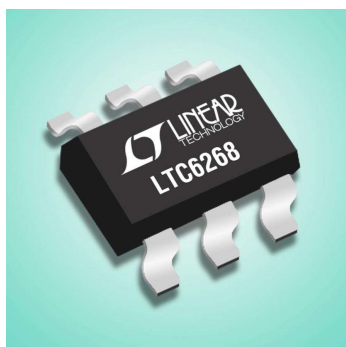
Linear Technology сообщила о начале производства микросхем LTC6268 и LTC6269 – одиночных и сдвоенных операционных усилителей с полевыми транзисторами на входах, высокое быстродействие и большой динамический диапазон которых позволят создавать трансимпедансные (TIA – transimpedance amplifier) и буферные усилители с исключительными характеристиками. Усили-

тели с входными токами 3 фА при 25 °С и 4 пА в полном диапазоне температур –40 °С ... 125 °С смогут различать входные сигналы от нескольких фемтоампер до единиц ампер. Широкополосные шумы напряжения и тока, составляющие, соответственно, 4.3 нВ/ Гц и 5.5 фА/ Гц, обеспечивают схемам широкий динамический диапазон. Высокоскоростные и одновременно прецизионные микросхемы

LTC6268 имеют произведение полосы пропускания на коэффициент усиления равное 500 МГц, входную емкость менее одной пикофарады и гармонические искажения –100 дБ на частоте 1 МГц. Помимо схем с фотодиодами и фотоумножителями, LTC6268/9 могут успешно использоваться в любых приложениях с высокоимпедансными датчиками, а также в качестве входных усилителей АЦП.



В справочных данных на микросхему LTC6268 описаны способы конструирования схем и печатных плат, позволяющие получить наилучшие характеристики в режиме ТИА. Приведен пример схемы с диапазоном трансимпедансных коэффициентов усиления от 20 кОм при полосе 65 МГц до 499 кОм в полосе 11.2 МГц.



LTC6268 предлагается в 6-выводном корпусе SOT-23 и в 8-выводном SOIC с охранными выводами для защиты от утечек по плате,

а LTC6269 – в корпусе MSOP-8 со вскрытым теплоотводящим основанием и в корпусе DFN-10.

LTC6268 и LTC6269 внутренне скорректированы до единичного усиления. Устройства рассчитаны на эксплуатацию в промышленных диапазонах температур –40 °С ... 85 °С и –40 °С ... 125 °С. Цены для партий из 1000 приборов начинаются от \$2.90 за одну микросхему LTC6268, и \$4.90 – за LTC6269.

Сводка основных характеристик LTC6268

- Произведение полосы пропускания на коэффициент усиления: 500 МГц
- Полоса пропускания по уровню –3 дБ (при единичном усилении): 350 МГц
- Низкий входной ток:
 - ±3 фА (тип.) при комнатной температуре
 - 4 пА (макс.) при 125°С
- Точковый шум на частоте 100 кГц: 5.5 фА/ Гц
- Напряжение шумов на частоте 1 МГц: 4.3 нВ/ Гц
- Сверхмалая входная емкость: 450 фФ
- Выход Rail-to-Rail
- Скорость нарастания: 400 В/мкс
- Диапазон напряжений питания: 3.1 В ... 5.25 В
- Собственный ток потребления: 16.5 мА
- Нелинейные искажения (при выходном напряжении 2 В пик-пик):
 - –100 дБ на частоте 1 МГц
 - –80 дБ на частоте 10 МГц
- Диапазон рабочих температур: –40 °С ... 125 °С
- Корпуса:
 - Одиночный усилитель: 8-выводной корпус SO и 6-выводной TSOP-23
 - Сдвоенный усилитель: 8-выводной корпус MS8 и 10-выводной DFN размером 3 3 мм

0+

ufi
Approved
Event

ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО РАЗВИТИЯ

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

**11-я Международная выставка
компонентов и систем
для силовой электроники**

Организаторы:



Тел.: +7 (812)380 6003/07

Факс: +7 (812)380 6001/00

E-mail: power@primexpo.ru

POWER ELECTRONICS



25–27 ноября 2014

МЕСТО
ПРОВЕДЕНИЯ | МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

Получите электронный билет!

www.powerelectronics.ru

Вакуумный транзистор: устройство, сделанное из ничего



Jin-Woo Han, Меуа Меууаррап

IEEE Spectrum

Этот любопытный гибрид электровакуумной лампы и MOSFET однажды заменит традиционный кремний

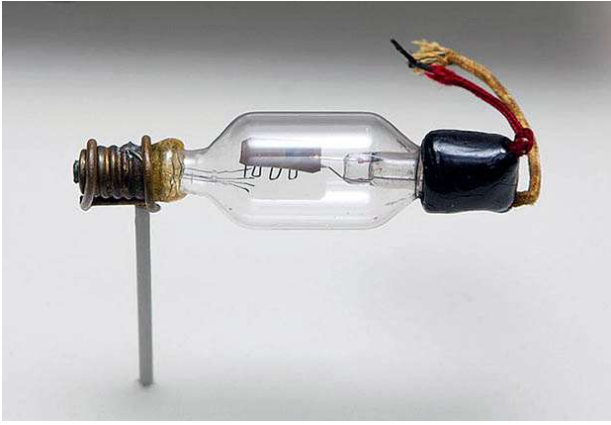
В сентябре 1976 года, в самый разгар Холодной войны, Виктор Иванович Беленко, советский пилот, недовольный условиями своей жизни, выполняя на МиГ-25 тренировочный полет над Сибирью, ушел с курса, на малой высоте с большой скоростью пересек Японское море и посадил самолет в гражданском аэропорту Хоккайдо с остатком топлива на 30 секунд. Его драматическое дезертирство стало подарком для американских военных аналитиков, впервые получивших возможность вблизи изучить этот высокоскоростной истребитель, который, как они думали, был одним из самых совершенных самолетов в мире. Увиденное поразило их.

С одной стороны, корпус был изготовлен намного более грубо, чем у современных самолетов США, и сделан не из титана, а, в основном, из стали. Но еще большее удивление вызвало то, что секции авионики самолета оказались заполнены оборудованием, основанном не на транзисторах, а на электронных лампах. Заключение экспертов развеяло прежние страхи; оказалось, что даже самые передовые технологии Советского Союза смехотворно отставали от Запада.

Как-никак, в США вакуумные лампы уступили дорогу более миниатюрным и менее прожорливым твердотельным устройствам на два десятилетия раньше, вскоре после того, как Уильям Шокли, Джон Бардин и Уолтер Браттейн изготовили первый транзистор

в Bell Laboratories в 1947 году. Единственные электровакуумные приборы, которые вы могли обнаружить в западной электронике в середине 1970-х, были глубоко спрятаны в недрах определенного вида специализированной аппаратуры, не считая, конечно, вездесущих кинескопов телевизоров. Сегодня исчезли даже и они, оставив вымершей технологии электровакуумных приборов лишь несколько специфических ниш. Поэтому, возможно, будет неожиданностью узнать, что некоторые, очень небольшие, изменения в технологиях, используемых сегодня для производства интегральных схем, могут вдохнуть в вакуумную электронику новую жизнь.

На протяжении последних пяти лет мы работаем в Исследовательском центре Эймса (отделение агентства NASA) над созданием транзисторов с вакуумным каналом. Мы находимся все еще на ранней стадии исследований, но прототипы уже подтверждают, что эти новаторские устройства имеют экстраординарную перспективу. Транзисторы с вакуумным каналом в десять раз быстрее, чем обычные кремниевые транзисторы, и, в конечном итоге, смогут работать на терагерцовых частотах, недостижимых для любых твердотельных устройств. К тому же, они значительно более устойчивы к высокой температуре и радиации. Чтобы понять почему, надо немного вспомнить устройство старой доброй радиолампы.



Вакуумные лампы, являясь потомками обычных ламп накаливания, своим развитием обязаны исследованиям Томаса Эдисона, показавшего способность нагретых нитей испускать электроны. Эта первая усилительная лампа, изобретенная в 1906 году и названная Аудион, демонстрирует близкое сходство с лампой накаливания, хотя нить, давно сгоревшая в этом конкретном экземпляре, нам не видна. Эта нить одновременно служила катодом, из которого электроны летели к аноду, расположенному в середине стеклянной трубки. Током, идущим от катода к аноду, можно управлять, изменяя напряжение, приложенное к сетке – зигзагообразной проволоке, которую можно видеть ниже анода.

Пальчиковые радиолампы, усиливавшие сигналы в бесконечном множестве радио- и телевизионных приемников первой половины двадцатого столетия, на первый взгляд, не имеют ничего общего с полевыми транзисторами структуры металл-оксид-кремний (MOSFET), регулярно поражающими нас своими возможностями в современной цифровой электронике. Но во многих отношениях они очень похожи. Начиная с того, что оба прибора являются трехэлектродными. Напряжение, прикладываемое к одному из электродов – сетке в случае простого вакуумного триода, или затвору в случае MOSFET – управляет количеством тока, протекающего между двумя остальными электродами: между катодом и анодом у лампы, и между истоком и стоком у MOSFET. Такое свойство позволило этим устройствам выполнять функции усилителей, или, при достаточно энергичном управлении, – ключей.

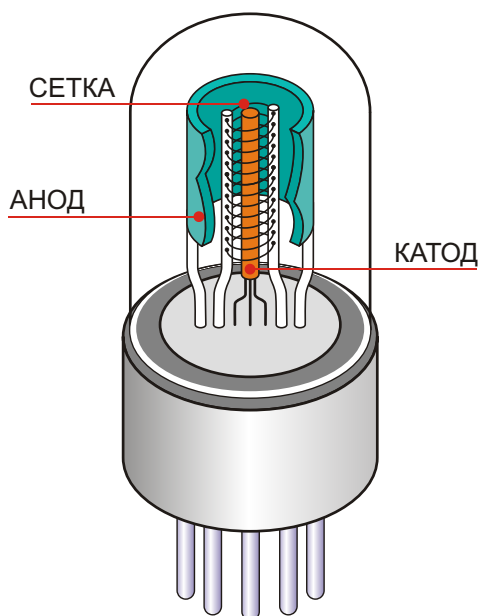
Впрочем, ток в вакуумной лампе течет совсем не так, как в транзисторе. В основе работы лампы лежит процесс, называемый термоэлектронной эмиссией: нагревание

катода заставляет его испускать электроны в окружающий вакуум. Причинами возникновения тока в транзисторе являются дрейф и диффузия электронов (или «дырок» – мест, в которых отсутствуют электроны) между истоком и стоком через разделяющий их твердый полупроводящий материал.

Почему электронные лампы много десятилетий назад уступили дорогу твердотельной электронике? Потому, что полупроводники отличаются от ламп меньшей стоимостью, несоизмеримо меньшими размерами, недостижимым для ламп сроком службы, прочностью, надежностью и структурной однородностью. Несмотря на эти преимущества, если рассматривать приборы исключительно как среду для переноса заряда, лампы выигрывают у полупроводников. Электроны свободно распространяются через пустоту вакуума, тогда как в твердом теле им препятствуют столкновения с атомами. (Этот процесс называется рассеянием кристаллической решеткой). Кроме того, вакуум не подвержен каким-либо радиационным повреждениям, поражающим полупроводники, а также производит меньше шума и искажений, чем твердотельные материалы.

Недостатки вакуумных ламп раздражали не так уж сильно, если речь шла о вашем радио- или телевизионном приемнике. Но в более сложных схемах они доставляли настоящие неприятности. К примеру, компьютер ENIAC, построенный в 1946 году с использованием 17,468 электронных ламп, потреблял мощность 150 киловатт, весил более 27 тонн и занимал площадь 200 квадратных метров. К тому же, он постоянно ломался из-за того, что каждые один-два дня в нем выходила из строя очередная лампа.

Транзисторная революция положила конец таким неприятностям. Но последующие глобальные изменения в мире электроники произошли не столько благодаря собственным преимуществам полупроводников, сколько потому, что инженеры получили возможность массового производства транзисторов, объединенных в интегральные схемы, научившись с помощью технологий химической гравировки или травления создавать нужные рисунки на кремниевой пластине. По мере развития технологии производства интегральных схем на одном чипе умещалось все больше и больше транзисторов, делая каждое следующее их поколение более сложным, чем предыдущее. Важно и



Простейшим электровакuumным прибором, способным усиливать сигналы, является триод, названный так по числу имеющихся у него электродов: катода, анода и сетки. Типичная конструкция триода обладает цилиндрической симметрией и имеет катод, окруженный сеткой, которая, в свою очередь, окружена анодом. По принципу работы триод похож на полевой транзистор: напряжение, приложенное к сетке, управляет током, текущим между остальными двумя электродами. (Электровакuumные триоды часто имеют пять выводов, два из которых дополнительно выделены для питания нити накала).

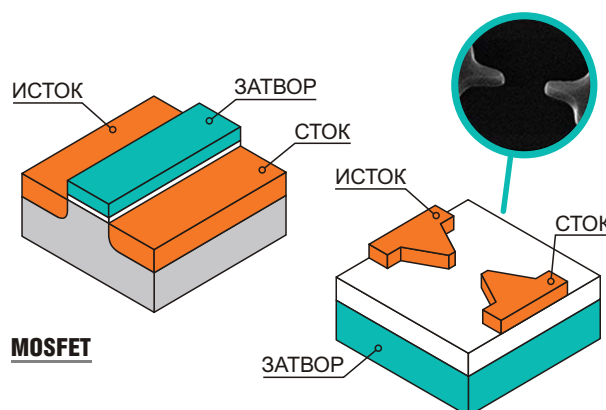
то, что, электроника становилась быстрее, не становилась дороже.

Этот рост скорости обусловлен тем, что по мере уменьшения размеров транзисторов, путь, который необходимо преодолеть электронам между истоком и стоком, постоянно сокращается, позволяя каждому транзистору включаться и выключаться быстрее. С другой стороны, вакуумные лампы всегда были большими и громоздкими, и изготавливались индивидуально с использованием механической обработки. Несмотря на то, что на протяжении многих лет лампы постоянно совершенствовались, говорить о чем-либо, хоть отдаленно напоминающем закон Мура, применительно к лампам никогда не приходилось.

Однако после четырех десятилетий последовательного уменьшения размеров транзисторов толщина оксидного слоя, изолирующего электрод затвора типичного MOSFET, достигла нескольких нанометров, а

исток и сток разделяют всего несколько десятков нанометров. Двигаться дальше по пути миниатюризации обычных транзисторов практически стало некуда. Тем не менее, поиски более быстрых и энергоэффективных решений в области твердотельной электроники продолжают. Какой будет следующая технология изготовления транзисторов? Интенсивно развиваются нанопроводники, углеродные нанотрубки и графен. Возможно, что-то из этого преобразит электронную промышленность. А может быть, все эти технологии ждут фиаско.

Мы работаем над созданием еще одного кандидата для замены MOSFET – прибора, к которому исследователи проявляли и теряли интерес на протяжении многих лет: транзистора с вакуумным каналом. Это результат союза традиционной технологии электронных ламп и технологии производства современных полупроводников. Этот необычный гибрид, объединяющий лучшие свойства



ТРАНЗИСТОР С ВАКУУМНЫМ КАНАЛОМ

Транзистор с вакуумным каналом очень напоминает обычный металлооксидный полевой транзистор (MOSFET, на рисунке слева). В MOSFET величина напряжения, приложенного к затвору, определяет уровень электрического поля в находящемся под ним материале. Это поле, в свою очередь, управляет переносом зарядов в канале между областями истока и стока, то есть, контролирует величину протекающего тока. Через затвор, изолированный от подложки оксидным слоем, не течет никакой ток. В разработанном авторами транзисторе с вакуумным каналом (справа) аналогичным образом используется тонкий слой диэлектрика для изоляции затвора от катода и анода, резко сужающихся на концах для увеличения напряженности электрического поля.

вакуумных ламп и транзисторов, может быть сделан таким же миниатюрным и дешевым, как любое твердотельное устройство. Именно возможность сделать их маленькими избавляет от хорошо известных недостатков электронных ламп.

Для нагрева катода до температуры, достаточной для эмиссии электронов, в вакуумной лампе используется электрический нагреватель, похожий на нить лампы накаливания. Именно поэтому для разогрева электровакуумных ламп требуется определенное время, и именно поэтому они потребляют такую большую мощность. По этой же причине они часто сгорают (нередко вследствие ничтожной утечки в стеклянной колбе устройства). Но транзисторам с вакуумным каналом не требуется нить накала или горячий катод. При достаточно малых размерах устройства электрического поля вполне достаточно для эффективного переноса электронов от истока посредством процесса, известного как автоэлектронная эмиссия. Отсутствие необходимости в накале дает возможность исключить громоздкий нагревательный элемент, сократить площадь, занимаемую каждым прибором, и сделать новый тип транзисторов очень экономичным.

Еще одним слабым местом ламп является требование поддержания в них глубокого вакуума, типичный уровень которого соответствует тысячным долям атмосферы, чтобы исключить столкновения электронов с молекулами газа. При столь низком давлении положительные ионы, выбиваемые из молекул остаточного газа и ускоряемые электрическим полем, бомбардируют катод, создавая на нем измеряемые нанометрами выступы, которые приводят к деградации и, в конечном счете, полному разрушению катода.

Эти давние проблемы вакуумной электроники не являются непреодолимыми. Что если расстояние между катодом и анодом будет меньше среднего расстояния, преодолеваемого электроном до соударения с молекулой газа, известного как средняя длина свободного пробега? Тогда вам не придется беспокоиться по поводу столкновения электронов с молекулами газа. Например, средняя длина свободного пробега электронов в воздухе при нормальном атмосферном давлении составляет порядка 200 нм, что в масштабах сегодняшних транзисторов довольно много. Используйте гелий вместо воздуха, и средняя длина свободного пробега прибли-

зится примерно к 1 мкм. Это означает, что для электрона, проходящего через гелий путь в 100 нм, вероятность столкновения с молекулой газа будет всего лишь порядка 10%. Сделайте зазор меньше, и вероятность столкновений станет еще ниже.

Но даже при невысокой вероятности столкновения многие электроны все же будут сталкиваться с молекулами газа. Если в результате соударения из молекулы газа выбивается электрон, она превращается в положительно заряженный ион, который под действием электрического поля отправляется к катоду. Бомбардировка положительными ионами приводит к деградации катода. Таким образом, очевидно, что влияние этого эффекта надо стремиться свести к абсолютному минимуму.

По счастью, если напряжение будет низким, у электрона никогда не хватит энергии для ионизации гелия. Поэтому, если размеры вакуумного транзистора существенно меньше длины свободного пробега электронов, что сделать несложно, а рабочее напряжение достаточно низкое (что также просто обеспечить), устройство сможет прекрасно работать при обычном атмосферном давлении. То есть, фактически, вам вообще не нужно заботиться о поддержании какого-либо вакуума в устройстве, которое номинально считается кусочком «вакуумной» электроники.

Но как вы будете включать и выключать этот новый вид транзистора? В случае электровакуумного триода протекающим через него током вы управляете, меняя напряжение, приложенное к сетке – электроду, расположенному между катодом и анодом. Чем ближе сетка размещена к катоду, тем выше качество электростатического управления, но одновременно увеличивается и текущий в сетку ток. В идеале через сетку вообще не должен протекать какой-либо ток, являющийся источником лишних потерь энергии, а иногда даже и причиной выхода лампы из строя. Но на практике небольшой сеточный ток всегда присутствует.

Для преодоления этих проблем, током, протекающим через наш вакуумный транзистор, мы управляем точно также, как в обычном MOSFET, используя электрод затвора, изолированный от токового канала диэлектрическим материалом (диоксидом кремния). Диэлектрический изолятор не препятствует электрическому полю, но не пускает ток в затвор.



Транзисторы с вакуумным каналом открывают перспективы использования частотного диапазона, расположенного между СВЧ и инфракрасными волнами – области спектра, иногда называемой «терагерцовым провалом» из-за трудности использования в ней большинства полупроводниковых приборов. К перспективным приложениям для терагерцового диапазона относятся средства направленных высокоскоростных коммуникаций и детекторы опасных материалов.

Итак, вы видите, что вакуумно-канальный транзистор совсем не сложен. Напротив, принцип его работы намного проще, чем у любого типа транзисторов, созданных к настоящему времени.

Мы находимся еще на самой ранней стадии исследований, но верим, что последние усовершенствования, внесенные нами в конструкцию транзистора с вакуумным каналом, в один прекрасный день смогут оказать колоссальное влияние на электронную индустрию, прежде всего в части тех приложений, для которых первостепенное значение имеет скорость. Сделав лишь первые шаги, мы уже сумели создать устройство, способное работать на частоте 460 ГГц и превзойшедшее лучшие кремниевые транзисторы по быстродействию, грубо говоря, в 10 раз. Это делает транзисторы с вакуумным каналом очень перспективным прибором для работы в области, называемой «терагерцовый провал», – части электромагнитного спектра между СВЧ и инфракрасными волнами.

Эти частоты, занимающие диапазон от 0.1 до 10 ТГц, полезны, например, для обнаружения опасных материалов и обеспечения скрытности высокоскоростных коммуникаций. Сфера возможных применений, конечно же, не ограничивается парой приведенных примеров. Но воспользоваться преимуществами терагерцовых волн очень сложно из-за

неспособности обычных полупроводников к генерации или усилению сигналов на таких частотах. Вакуумные транзисторы могут, извините за выражение, заполнить эту дыру. Эти транзисторы также могут найти свое место в будущих микропроцессорах, ведь технология их производства полностью совместима с технологией обычных КМОП схем. Но, прежде чем это произойдет, нужно будет решить несколько проблем.

Прототип нашего вакуумного транзистора работает при напряжении 10 В, что на порядок больше напряжения, используемого в современных КМОП схемах. Но исследователям из Питтсбургского университета удалось сделать вакуумные транзисторы с рабочими напряжениями всего 1 или 2 вольта, хотя и ценой существенных компромиссов в отношении гибкости конструкции. Мы абсолютно уверены, что тоже сможем снизить требования к питанию нашего устройства до таких же уровней, сократив расстояние между анодом и катодом. Кроме того, степень заостренности этих электродов определяет концентрацию электрического поля, а от состава материала катода зависит величина поля, необходимого для извлечения из него электронов. Таким образом, мы могли бы снизить требуемое напряжение за счет конструкции электродов, сделав их более острыми на концах, а также за счет выбора

более подходящего химического состава с меньшим барьером для выходящих из катода электронов. Несомненно, это будет своего рода эквилибристикой, поскольку изменения, направленные на снижение рабочего напряжения, могут поставить под угрозу долговременную стабильность электродов и результирующий срок службы транзистора.

Следующим важным для нас шагом будет размещение большого количества вакуумных транзисторов в интегральной схеме. Для этого мы должны быть в состоянии использовать множество существующих средств компьютерного проектирования и моделирования, разработанных для конструирования КМОП микросхем. Но прежде чем мы попытаемся это сделать, нам придется изменить наши компьютерные модели для этого нового транзистора и выработать определенные правила проектирования для соединения множества транзисторов в одну схему. Кроме того, мы будем должны придумать соответствующие методы корпусирования этих

устройств, наполненных гелием под давлением в одну атмосферу. Скорее всего, технологии, используемые в настоящее время для герметизации различных МЭМС датчиков, таких как акселерометры и гироскопы, вполне успешно смогут быть применены и к схемам на транзисторах с вакуумным каналом.

Правда, прежде чем мы сможем предложить рынку коммерческий продукт, нам предстоит еще проделать очень большую работу. Но когда она будет, в конце концов, закончена, это новое поколение вакуумной электроники удивит нас многими своими возможностями. Ждите этого. В противном случае вы можете испытать нечто немного похожее на чувства тех военных аналитиков, которые обследовали советский МиГ-25 в Японии в 1976 году. Позже они поняли, что основанная на вакууме авионика может противостоять электромагнитному импульсу ядерного взрыва лучше, чем все, что имелось на самолетах Запада. Только тогда они начали осознавать ценность небольшого небытия. **РЛ**



Jin-Woo Han



Meeyu Meeyarpan

Управление двигателями постоянного тока



Часть 1

Владимир Рентюк, Запорожье, Украина

В статье дается краткий обзор и анализ популярных схем, предназначенных для управления коллекторными двигателями постоянного тока, а также предлагаются оригинальные и малоизвестные схемотехнические решения

Электродвигатели являются, наверное, одним из самых массовых изделий электротехники. Как говорит нам всезнающая Википедия, электрический двигатель – электрическая машина (электромеханический преобразователь), в которой электрическая энергия преобразуется в механическую. Началом его истории можно считать открытие, которое сделал Майкл Фарадей в далеком 1821 году, установив возможность вращения проводника в магнитном поле. Но первый более-менее практический электродвигатель с вращающимся ротором ждал своего изобретения до 1834 года. Его во время работы в Кёнигсберге изобрел Мориц Герман фон Якоби, более известный у нас как Борис Семенович. Элек-

тродвигатели характеризуют два основных параметра – это скорость вращения вала (ротора) и момент вращения, развиваемый на валу. В общем плане оба этих параметра зависят от напряжения, подаваемого на двигатель и тока в его обмотках. В настоящее время имеется достаточно много разновидностей электродвигателей, и поскольку, как заметил наш известный литературный персонаж Козьма Прутков, нельзя объять необъятное, остановимся на рассмотрении особенностей управления двигателями постоянного тока (далее электродвигателями).

К двигателям постоянного тока относятся два типа – это привычные для нас коллекторные двигатели и бесколлекторные (шаговые)



Рисунок 1. Коллекторный двигатель с редуктором (а) и типовая конструкция коллекторного двигателя (б).

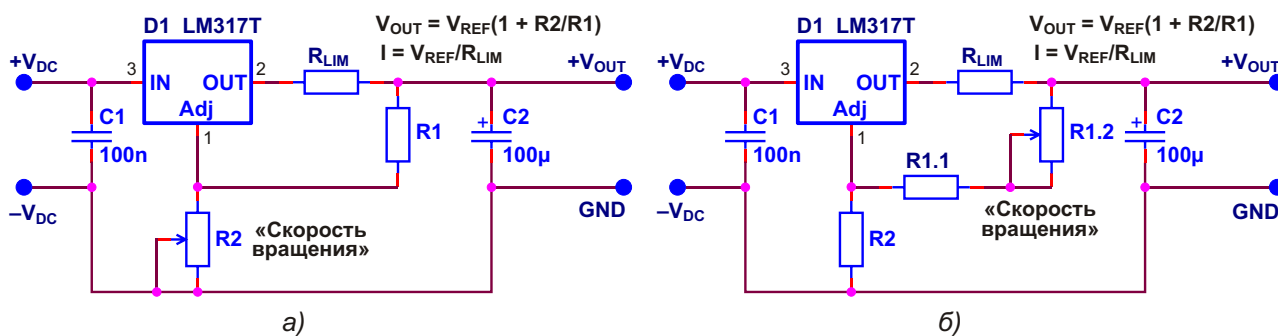


Рисунок 2. Схемы управления маломощным коллекторным двигателем на базе ИМС LM317.

двигатели. В первых переменное магнитное поле, обеспечивающее вращение вала двигателя, образуется обмотками ротора, которые запитываются через щеточный коммутатор – коллектор. Оно и взаимодействует с постоянным магнитным полем статора, вращая ротор. Для работы таких двигателей внешние коммутаторы не требуются, их роль выполняет коллектор. Статор может быть изготовлен как из системы постоянных магнитов, так и из электромагнитов. Во втором типе электродвигателей обмотки образуют неподвижную часть двигателя (статор), а ротор сделан из постоянных магнитов. Здесь переменное магнитное поле образуется путем коммутации обмоток статора, которая выполняется внешней управляющей схемой. Шаговые двигатели («stepper motor» в английском написании) значительно дороже коллекторных. Это достаточно сложные устройства со своими специфическими особенностями. Их полное описание требует отдельной публикации и выходит за рамки данной статьи. Для получения более полной информации по двигателям этого типа и их схемам управления можно обратиться, например, к [1].

Коллекторные двигатели (Рисунок 1) более дешевы и, как правило, не требуют сложных систем управления. Для их функционирования достаточно подачи напряжения питания (выпрямленного, постоянного!). Проблемы начинают возникать, когда появляется необходимость в регулировке скорости вращения вала такого двигателя или в специальном режиме управления моментом вращения. Основных недостатков таких двигателей три – это малый момент на низких скоростях вращения (поэтому часто требуется редуктор, а это отражается на стоимости конструкции в целом), генерация высокого уровня электромагнитных и радиопомех (из-

за скользящего контакта в коллекторе) и низкая надежность (точнее малый ресурс; причина в том же коллекторе). При использовании коллекторных двигателей необходимо учитывать, что ток потребления и скорость вращения их ротора зависят от нагрузки на валу. Коллекторные двигатели более универсальны и имеют более широкое распространение, особенно в недорогих устройствах, где определяющим фактором является цена.

Поскольку скорость вращения ротора коллекторного двигателя зависит, в первую очередь, от подаваемого на двигатель напряжения, то естественным является использование для его управления схем, имеющих возможность установки или регулировки выходного напряжения. Такими решениями, которые можно найти в Интернете, являются схемы на основе регулируемых стабилизаторов напряжения и, поскольку век дискретных стабилизаторов давно прошел, для этого целесообразно использовать недорогие интегральные компенсационные стабилизаторы, например, LM317 [2]. Возможные варианты такой схемы представлены на Рисунке 2.

Схема примитивная, но кажется очень удачной и, главное, недорогой. Посмотрим на нее с точки зрения инженера. Во-первых, можно ли ограничить момент вращения или ток двигателя? Это решается установкой дополнительного резистора. На Рисунке 2 он обозначен как R_{LIM} . Его расчет имеется в спецификации, но он ухудшает характеристику схемы как стабилизатора напряжения (об этом будет ниже). Во-вторых, какой из вариантов управления скоростью лучше? Вариант на Рисунке 2а дает удобную линейную характеристику регулирования, поэтому он и более популярен. Вариант на Рисунке 2б имеет нелинейную характеристику. Но в первом случае при нарушении контакта в переменном резисторе мы получаем максималь-

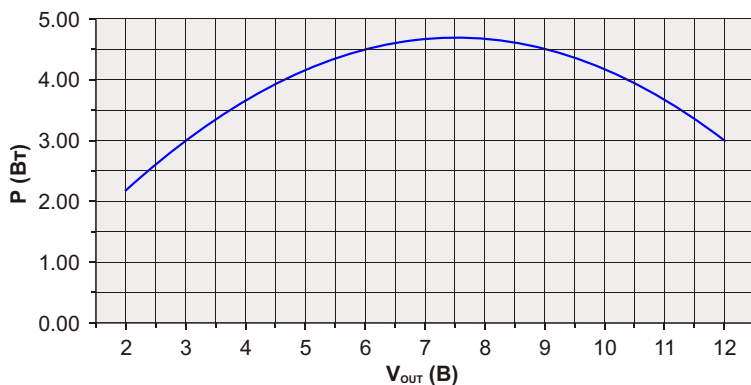


Рисунок 3. График зависимости мощности, рассеиваемой на ИМС регулятора, от выходного напряжения.

ную скорость, а во втором – минимальную. Что выбрать – зависит от конкретного применения. Теперь рассмотрим один пример для двигателя с типовыми параметрами: рабочее напряжение 12 В; максимальный рабочий ток 1 А. ИМС LM317, в зависимости от суффиксов, имеет максимальный выходной ток от 0.5 А до 1.5 А (см. спецификацию [2]; имеются аналогичные ИМС и с большим током) и развитую защиту (от перегрузки и перегрева). С этой точки зрения для нашей задачи она подходит идеально. Проблемы скрываются, как всегда, в мелочах. Если двигатель будет выведен на максимальную мощность, что для нашего применения весьма реально, то на ИМС, даже при минимально допустимой раз-

нице между входным напряжением V_{IN} и выходным V_{OUT} , равной 3 В, будет рассеиваться мощность не менее

$$P = (V_{IN} - V_{OUT}) I = 3 \cdot 1 = 3 \text{ Вт.}$$

Таким образом, нужен радиатор. Опять вопрос – на какую рассеиваемую мощность? На 3 Вт? А вот и нет. Если не полениться и рассчитать график нагрузки ИМС в зависимости от выходного напряжения (это легко выполнить в Excel), то мы получаем, что при наших условиях максимальная мощность на ИМС будет рассеиваться не при максимальном выходном напряжении регулятора, а при выходном напряжении равном 7.5 В (см. Рисунок 3), и она составит почти 5.0 Вт!

Как видим, получается что-то уже не дешевое, но очень громоздкое. Так что такой подход годится только для маломощных двигателей с рабочим током не более 0.25 А. В этом случае мощность на регулирующей ИМС будет на уровне 1.2 Вт, что уже будет приемлемо.

Выход из положения – использовать для управления метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Он, действительно, самый распространенный. Его суть – подача

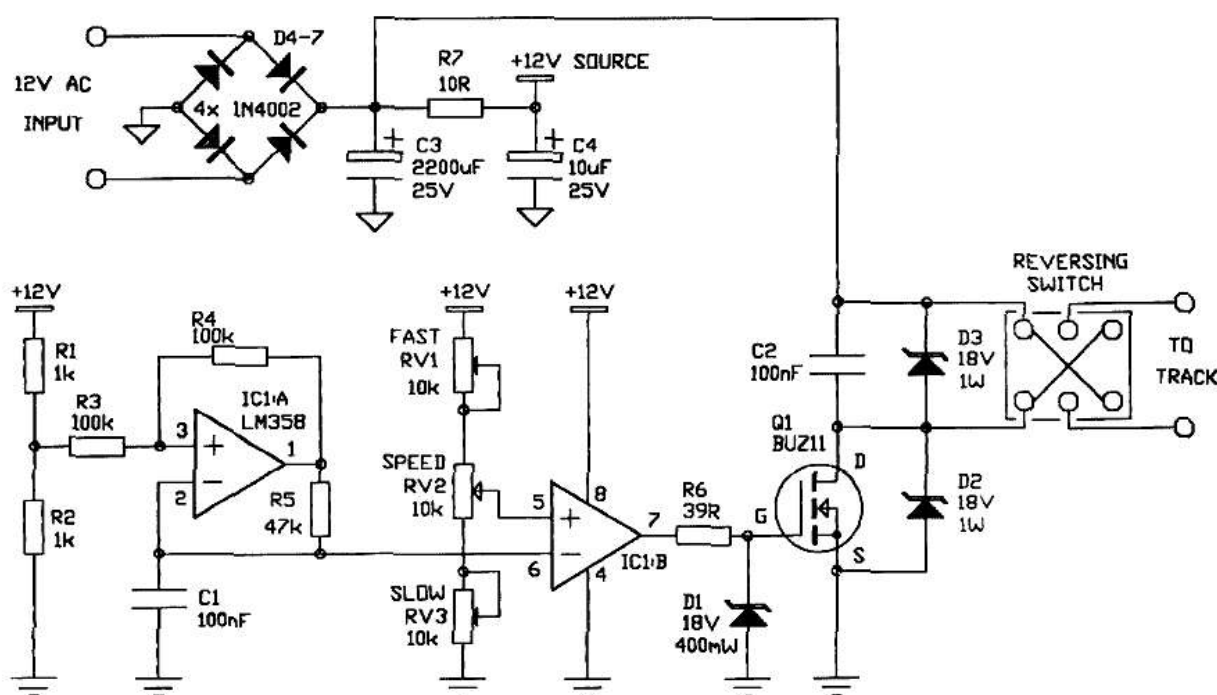


Рисунок 4. «Классическая» схема управления коллекторным двигателем на основе ШИМ (согласно оригиналу [3]).

на двигатель промодулированных по длительности однополярных прямоугольных импульсов. Согласно теории сигналов, в структуре такой последовательности имеется постоянная составляющая, пропорциональная отношению T/τ , где: τ – длительность импульса, а T – период последовательности. Вот она-то и управляет скоростью двигателя, который выделяет ее как интегратор в этой системе. Поскольку выходной каскад регулятора на основе ШИМ работает в ключевом режиме он, как правило, не нуждается в больших радиаторах для отвода тепла, даже при относительно больших мощностях двигателя, и КПД такого регулятора несравненно выше предыдущего. В ряде случаев можно использовать понижающие или повышающие DC/DC-преобразователи, но они имеют ряд ограничений, например, по глубине регулировки выходного напряжения и минимальной нагрузке. Поэтому, как правило, чаще встречаются иные решения. «Классическое» схемное решение такого регулятора представлено на Рисунке 4 [3]. Оно использовано в качестве дросселя (регулятора) в профессиональной модели железной дороги.

На первом операционном усилителе собран генератор, на втором компаратор. На вход компаратора подается сигнал с конденсатора С1, а путем регулирования порога срабатывания формируется уже сигнал прямоугольной формы с нужным отношением T/τ (Рисунок 5).

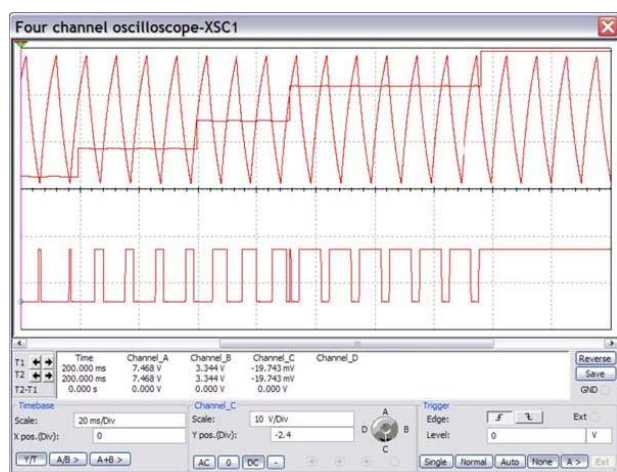


Рисунок 5. Диаграмма управления коллекторным двигателем на основе ШИМ. Верхняя трасса – напряжение на конденсаторе С1; средняя (пересекает верхнюю) – сигнал управления (напряжение на движке резистора RV2); нижняя – напряжение на двигателе.

Диапазон регулировки устанавливается подстроечными резисторами RV1 (быстрее) и RV3 (медленнее), а сама регулировка скорости осуществляется резистором RV2 (скорость). Обращаю внимание читателей, что в Интернете на русскоязычных форумах гуляет похожая схема с ошибками в номиналах делителя, задающего порог компаратора. Управление непосредственно двигателем осуществляется через ключ на мощном полевом транзисторе типа BUZ11 [4]. Особенности этого транзистора типа MOSFET – большой рабочий ток (30 А постоянного, и до 120 А импульсного), сверхмалое сопротивление открытого канала (40 мОм) и, следовательно, минимальная мощность потерь в открытом состоянии.

На что нужно в первую очередь обращать внимание при использовании таких схем? Во-первых, это исполнение цепи управления. Здесь в схеме (Рисунок 4) есть небольшая недоработка. Если со временем возникнут проблемы с подвижным контактом переменного резистора, мы получим полный почти мгновенный разгон двигателя. Это может вывести из строя наше устройство. Какое противоядие? Установить добавочный достаточно высокоомный резистор, например, 300 кОм с вывода 5 ИМС на общий провод. В этом случае при отказе регулятора двигатель будет остановлен.

Еще одна проблема таких регуляторов – это выходной каскад или драйвер двигателя. В подобных схемах он может быть выполнен как на полевых транзисторах, так и на биполярных; последние несравненно дешевле. Но и в первом и во втором варианте необходимо учитывать некоторые важные моменты. Для управления полевым транзистором типа MOSFET нужно обеспечить заряд и разряд его входной емкости, а она может составлять тысячи пикофарад. Если не использовать последовательный с затвором резистор (R6 на Рисунке 4) или его номинал будет слишком мал, то на относительно высоких частотах управления операционный усилитель может выйти из строя. Если же использовать R6 большого номинала, то транзистор будет дольше находиться в активной зоне своей передаточной характеристики и, следовательно, имеем рост потерь и нагрев ключа.

Еще одно замечание к схеме на Рисунке 4. Использование дополнительного диода D2 лишено смысла, так как в структуре транзистора BUZ11 уже имеется свой внутренний

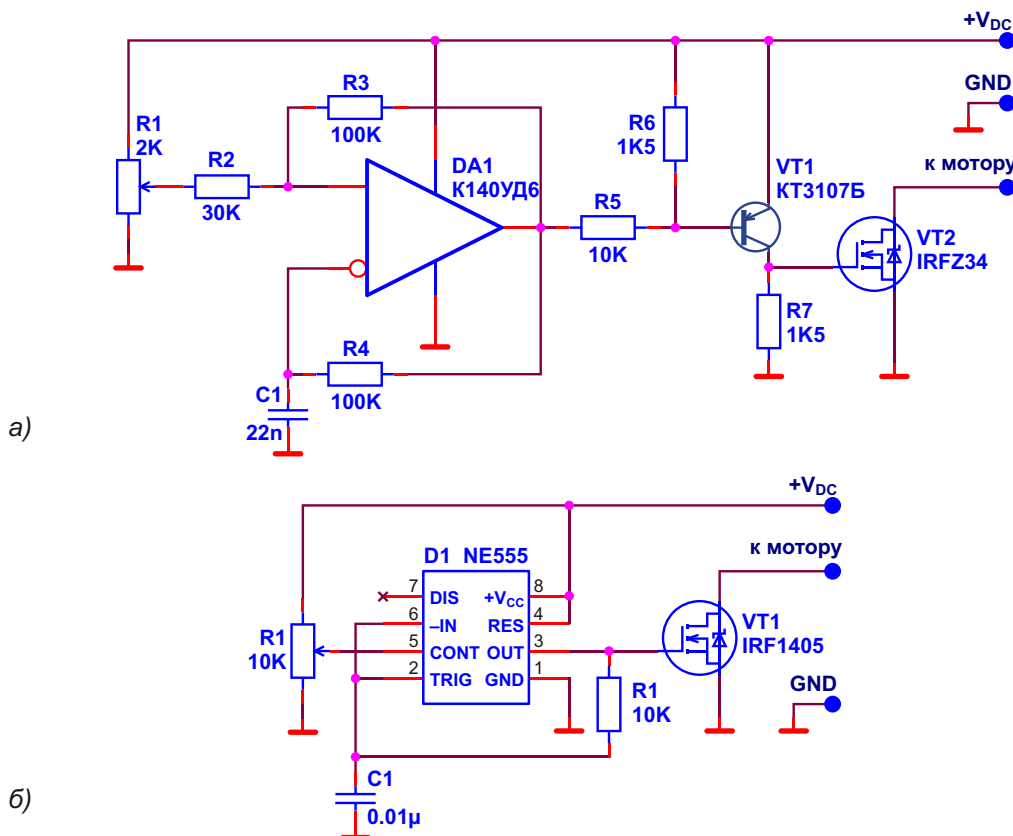


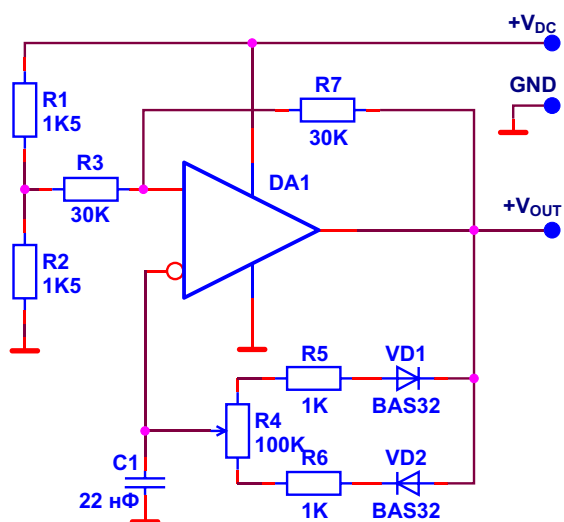
Рисунок 6. Пример схем регуляторов с ШИМ и изменением опорной частоты.

защитный быстродействующий диод с лучшими характеристиками, чем предлагаемый. Диод D1 также явно лишний, транзистор BUZ11 допускает подачу напряжения затвористок ± 20 В, да и переполюсовка в цепи управления при однополярном питании, как и напряжение выше 12 В, невозможны.

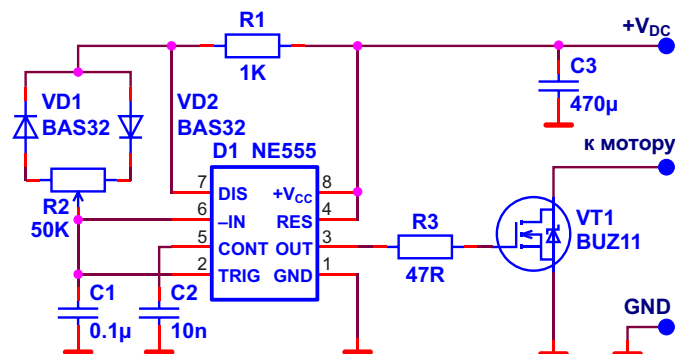
Если использовать биполярный транзистор, то возникает проблема формирования достаточного по величине базового тока. Как известно, для насыщения ключа на биполярном транзисторе ток его базы должен быть, по крайней мере, не менее 0.06 от тока нагрузки. Понятно, что операционный усилитель такой ток может не обеспечить. С этой целью в аналогичном, по сути, регуляторе, который используется, например, в популярном мини-гравере PT-5201 компании Pro'sKit, применен транзистор TIP125, представляющий собой схему Дарлингтона. Тут интересный момент. Эти мини-граверы иногда выходят из строя, но не из-за перегрева транзистора, как можно было бы предположить, а из-за перегрева ИМС LN358 (максимальная рабочая температура $+70$ °С) выходным транзистором (максимально допустимая температура $+150$ °С). В изделиях, которыми

пользовался автор статьи, он был вплотную прижат к корпусу ИМС и посажен на клей, что недопустимо нагревало ИМС и почти блокировало теплоотвод. Если вам попала такая исполнение, то лучше «отклеить» транзистор от ИМС и максимально отогнуть. За это know-how автор статьи был премирован компанией Pro'sKit набором инструментов. Как видите все нужно решать в комплексе – смотреть не только на схемотехнику, но и внимательно относится к конструкции регулятора в целом.

Есть еще несколько интересных схем более простых ШИМ-регуляторов. Например, две схемы на одиночном операционном усилителе с драйвером опубликованы в [5] (Одна из них приведена на Рисунке 6а). Есть схемы и на базе популярного таймера серии 555 [6] (Рисунок 6б). Эти дешевые решения не должны вводить вас в заблуждение своей кажущейся простотой. Вспомним А.С. Пушкина: «Не гонялся бы ты, поп, за дешевизной». Или французов: «За каждое удовольствие нужно платить». Обе эти схемы формируют суррогатный сигнал ШИМ с изменением опорной частоты. Так схемы на ОУ из [5] меняют частоту управления во время регулирования от 170 Гц до 500 Гц, а схема на таймере – от



а)



б)

Рисунок 7. Схемы регуляторов с ШИМ без изменения опорной частоты.

150 Гц до 1000 Гц, и ее диапазон регулировки (верхний диапазон) ограничен скважностью 9.5. Для некоторых применений это может быть недопустимо, так как на больших частотах двигатель может и не заработать, или не дать нужный момент вращения. Это происходит из-за того, что ток в обмотке двигателя, которая представляет собой индуктивность, устанавливается не мгновенно, а нарастает и спадает по экспоненте. Более корректные схемы на базе таймера и одиночного ОУ приведены на Рисунке 7.

Аналогичные по структуре регуляторы можно построить и на цифровых логических элементах, но они имеют малую нагрузочную способность и требуют отдельного источника питания, поэтому в данной статье не рассматриваются. Применение же таймера 555 интересно тем, что частота генератора, выполненного на его базе, практически не зависит от напряжения питания. Кроме того, большинство ныне выпускаемых зарубежных аналогов, выполненных по биполярной технологии, допускает выходной ток до 200 мА и

более. То есть, они могут легко справиться и с емкостью затвора MOSFET и с мощными ключами на биполярных транзисторах. Близкий к таймеру 555 советско-российский аналог – это ИМС (КР)1006ВИ1. Максимальный выходной ток для КР1006ВИ1 и КМОП-версий таймера составляет 100 мА. **РЛ**

Литература:

1. Рентюк В. «Шаговые двигатели и особенности их применения». Компоненты и технологии, №10, 2013
2. LM117/LM317A/LM317-N Three-Terminal Adjustable Regulator, Texas Instruments Inc., Jan. 2014
3. <http://www.talkingelectronics.com/EMR-2/SimplePWMThrottle.pdf>
4. BUZ11 N-Channel Power MOSFET 50V, 30A, 40m, Fairchild Semiconductor Corp., 2001
5. Две схемы ШИМ регулятора на 12 вольт. www.joyta.ru/6363-dve-sxemy-shim-regulyatora-na-12-volt
6. ШИМ регулятор оборотов двигателя 12 вольт на таймере NE555. www.joyta.ru/4324-shim-regulyator-oborotov-dvigatelya-12-volt-na-tajmere-ne555

Окончание в следующем номере

Использование стандартных микросхем NXP для преобразования логических уровней

Ali Zeeshan, NXP Semiconductors

EEWeb

Во многих современных портативных системах сочетаются устройства с различными рабочими напряжениями. Однонаправленные трансляторы, сдвигающие уровень напряжения вверх или вниз, могут сделать совместную работу этих устройств более эффективной. Свойствами, позволяющими использовать их для трансляции уровней с низкого на высокий или с высокого на низкий, обладают микросхемы из нескольких семейств стандартной логики.

Основная идея

Сегодня разработчикам нередко приходится создавать устройства из разнородных элементов, для питания которых требуется несколько различных напряжений. Это особенно справедливо в отношении портативных приложений, где рабочие напряжения процессора, памяти и периферии с большой вероятностью неодинаковы. В таких случаях уровень выходного напряжения устройства-драйвера должен быть смещен вверх или вниз таким образом, чтобы приемник мог интерпретировать его правильно (Рисунок 1).

Естественно, что сдвиг уровней нужен не сам по себе, а для обмена какими-то данными. Передача данных может происходить в одном направлении (однонаправленная) или в двух (двунаправленная). Мы будем рассматривать вопросы построения однонаправленных трансляторов.

Преобразование низких уровней в высокие

Для трансляции низких логических уровней в высокие могут использоваться логические устройства, имеющие низкие уровни входных порогов или выходы с открытыми стоками.

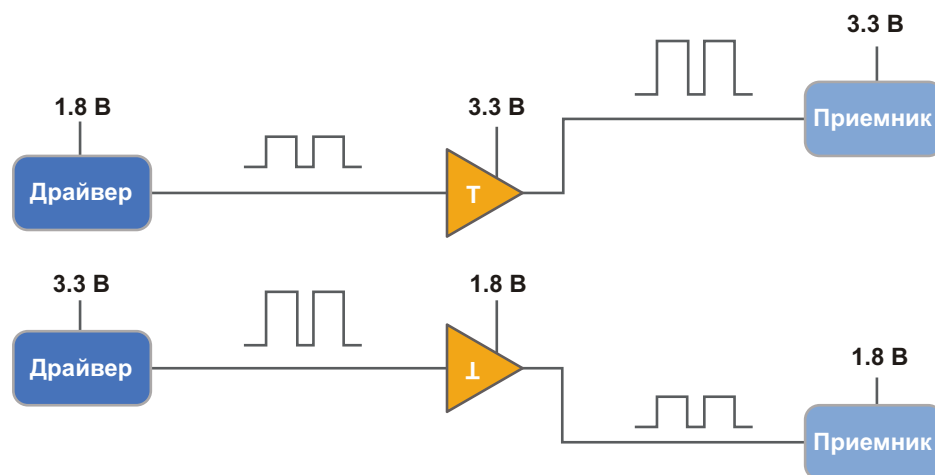


Рисунок 1. Сдвиг уровня выходного напряжения вверх или вниз.

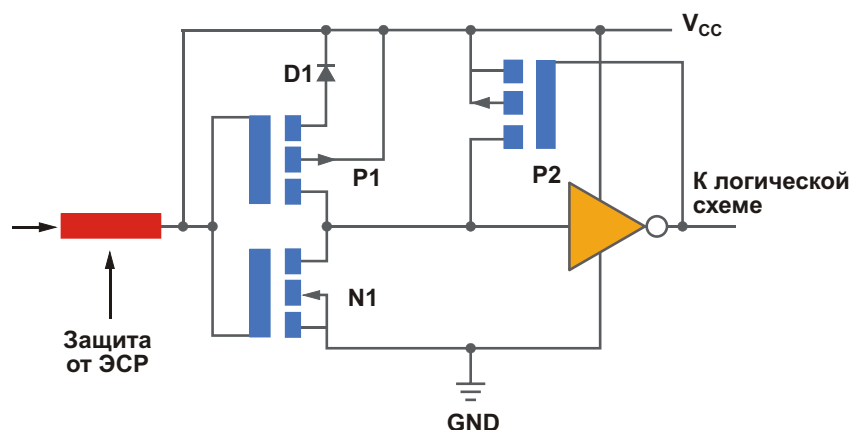


Рисунок 2. Упрощенная схема входа КМОП вентиля с входными пороговыми уровнями переключения, более низкими, чем у обычных микросхем.

Устройства с низкими пороговыми уровнями на входах

Для преобразования низких логических уровней в высокие могут быть использованы КМОП устройства с входными пороговыми уровнями переключения, более низкими, чем у стандартных микросхем (Рисунок 2).

Входной порог определяется комбинацией геометрических параметров транзистора N1 и падения напряжения на диоде D1. Кроме того, Р-канальный транзистор P2 снижает перекрестный ток через инвертор.

Для этих целей пригодны логические микросхемы нескольких стандартных семейств. Например, выпускаемые NXP серии АНС и НСТ, работающие в диапазоне напряжений питания до 5 В, могут использоваться для сдвига выходных уровней микросхем, подключенных к шине питания 3.3 В. Серии АUP1Т и NX3 с напряжением питания до 3.6 В могут повышать логические уровни 1.8 В.

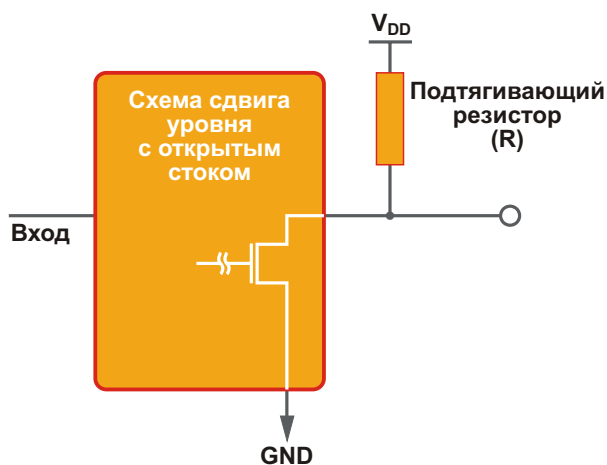


Рисунок 3. Использование для трансляции уровня выхода с открытым стоком и подтягивающего резистора.

Устройства с открытыми стоками на выходах

Если выходы логических элементов имеют открытые стоки, их можно подключить через подтягивающие резисторы к источнику напряжения, отвечающего требованиям управляемого устройства. Такая схема трансляции уровня изображена на Рисунке 3.

В качестве примера рассмотрим использование маломощного буфера с открытым стоком NXP 74AUP1G07 для трансляции уровня 1.8 В в 3.6 В. При входном уровне и напряжении питания 1.8 В выход с открытым стоком можно через резисторы подключить к напряжению 3.6 В, и управлять следующим каскадом, имеющим уровень «лог. 1», равный 3.5 В. Точно также с помощью микросхемы NXP 74AUP1G07 уровень 3 В можно преобразовать в 5 В. При напряжении питания 3 В открытые стоки выходов через подтягивающие резисторы можно подключать к шине 5 В.

При использовании подобных схем, однако, следует принимать во внимание один существенный момент. Использование выходных нагрузочных резисторов в цепях стоков увеличивает ток, потребляемый устройством, поскольку на резисторах рассеивается заметная мощность. Кроме того, от сопротивления этих резисторов зависят времена нарастания и спада.

Преобразование высокого уровня в низкий

В категорию предназначенных для этого микросхем входят устройства с защитными диодами и токоограничивающими резисто-

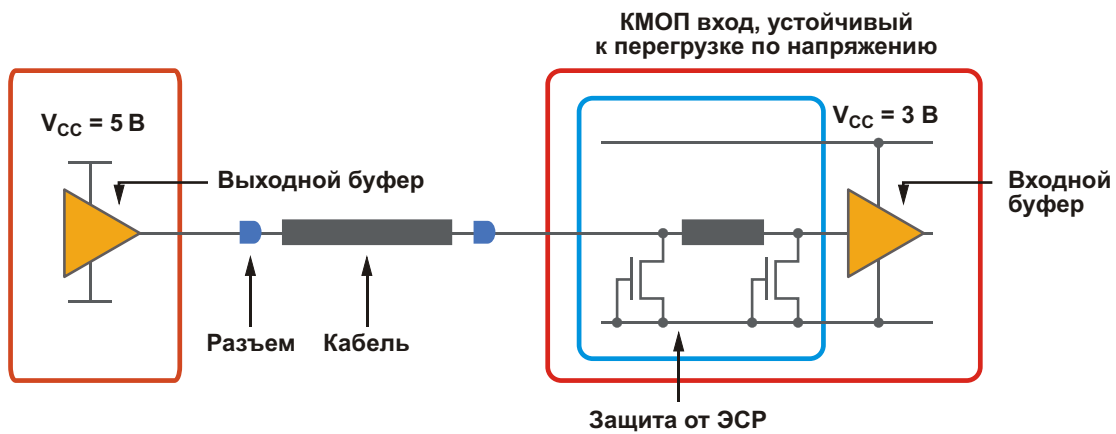


Рисунок 4. Трансляция высокого уровня в низкий.

рами на входах, а также устройства, входы которых имеют защиту от повышенного напряжения.

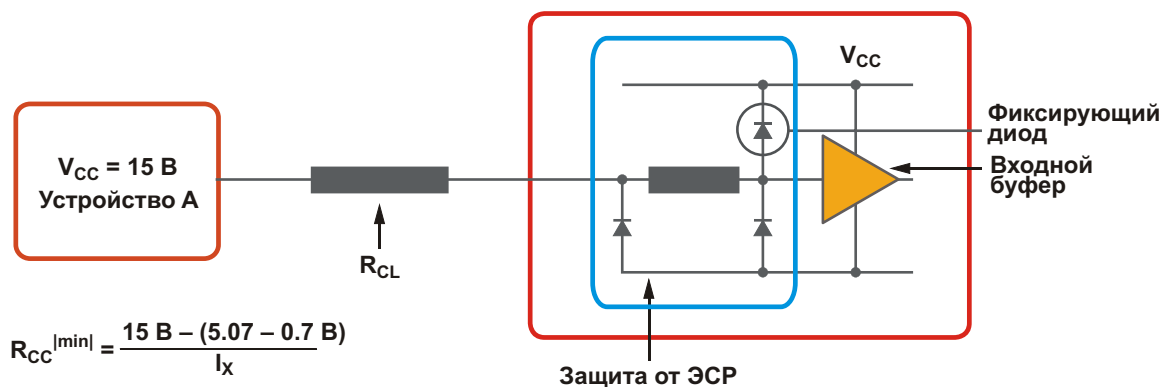
Когда напряжение питания драйвера превышает напряжение питания приемника, выходной уровень драйвера необходимо снижать, чтобы привести в соответствие с порогом переключения приемника (Рисунок 4).

Это защищает входы приемника от повышенных и пониженных входных напряжений, а также от перегрузки по току. Выходное сопротивление драйвера должно быть согласовано с импедансом кабеля или печатного проводника таким образом, чтобы исключить отражения со стороны приемника. Интегрированная защита от электростатических разрядов помогает также подавлять нежелательные выбросы, обусловленные перенапряжениями на проводниках печатной платы.

Устройства с защитными диодами и токоограничивающими резисторами на входах

На входах некоторых логических схем имеются диоды, подключенные к шинам V_{CC} и «земля» (Рисунок 5). Эти диоды предназначены для защиты входов от чрезмерных напряжений и электростатических разрядов. Если КМОП устройства имеют на входах резисторы для ограничения тока, входное напряжение может превышать разрешенное в справочных данных до тех пор, пока входной ток не достиг максимально допустимого значения.

Нередко, и, прежде всего, в промышленных и автомобильных приложениях, логические устройства требуется подключать к схемам, напряжение питания которых намного превышает 5 В. В таких случаях следует выби-



Величина I_x найдена в таблице предельных значений из справочных данных на микросхему

Рисунок 5. Использование токоограничительного резистора для преобразования высокого уровня в низкий.

рать логические элементы с входными защитными диодами и использовать резисторы для ограничения тока. Защитные диоды, подключенные к шине V_{CC} , имеются на входах выпускаемых NXP микросхем семейств LV, HC и HEF. Эти микросхемы при добавлении на входы токоограничивающих резисторов можно использовать для трансляции высоких уровней в низкие.

Устройства с входами, устойчивыми к перегрузкам по напряжению

Новые схемотехнические решения в области защиты входов от электростатических разрядов не содержат диодов, подключенных к шинам V_{CC} и «земля» (Рисунок 6). На входы таких микросхем можно подавать

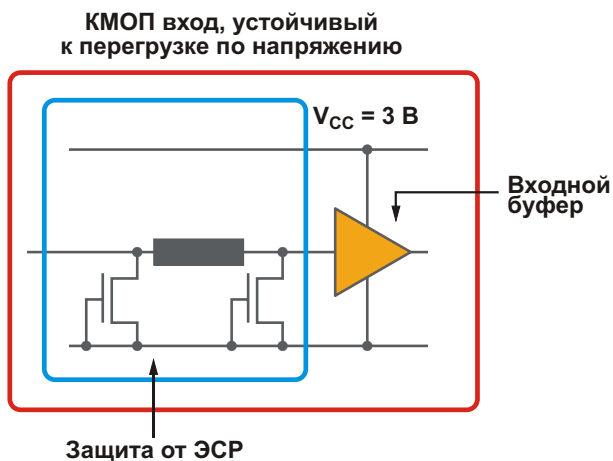


Рисунок 6. Устойчивые к перегрузкам по напряжению входы, не имеющие защитных диодов.

любое напряжение, не выходящее за пределы, определяемые особенностями технологического процесса, использованного при их производстве, и иметь при этом гарантию отсутствия путей протекания тока в шину V_{CC} . Это значит, что, не нарушая работу устройства, к входам могут быть приложены

логические уровни, превышающие напряжение питания.

Поскольку в устройствах с входами, устойчивыми к повышенным входным напряжениям, входное напряжение может превышать напряжение питания V_{CC} , а размах выходного сигнала не выходит за пределы V_{CC} , подобные приборы очень удобно использовать для преобразования высоких уровней в низкие. Микросхемы в семействах LVC, LVT, ALVT и AHC имеют входы, выдерживающие напряжение до 5.5 В, при условии соблюдения ограничений по входным токам. На входы микросхем серий AUP и AVC допускается подавать напряжение до 3.6 В, что позволяет использовать их в устройствах со смешанным питанием 1.8 и 3.3 В.

Заключение

При разработке систем нередко возникает необходимость в однонаправленном преобразовании высоких уровней напряжения в низкие или низких в высокие. Хорошим инструментом для решения этой задачи часто могут быть микросхемы стандартной логики. Для однонаправленной трансляции подходят логические микросхемы многих семейств, имеющие

- входы с низкими пороговыми напряжениями,
- выходы с открытым стоком,
- входы с уровнями TTL,
- входные защитные диоды,
- токоограничивающие резисторы на входах,
- входы, устойчивые к повышенному напряжению.

В результате системы со смешанным питанием могут работать, не подвергаясь риску возникновения разрушительных токов или потери сигналов. При этом эффективность систем повышается, а потребляемая мощность снижается. **РЛ**

Отладка программ МК AVR и осциллограф



Часть 1

В. И. Иволгин, г. Тамбов

Наверняка многим известно, что главное не разработать и изготовить электронное устройство, а отладить его, довести, как говорится, до ума. И, пожалуй, в наибольшей степени это относится к конструкциям с применением микроконтроллеров (МК). Функции таких устройств в целом обычно определяются программой, заложенной в его память, которая чаще всего и становится источником проблем. Ее разработка и написание являются делом непростым, но, к счастью, для этой цели разработаны специализированные программные средства, с помощью которых уже на ранних этапах удается выявить и устранить большинство синтаксических, а также, хотя и в меньшей степени, и логических ошибок. Если говорить конкретно о микроконтроллерах компании Atmel, то для них такой средой является AVR Studio, предоставляющей в этом плане большие возможности и позволяющей выявить и устранить подавляющее большинство ошибок программы. Поче-

```
mov    tmp, RegX  
rcall  OutPC,
```

где в первой строке значение интересующего регистра, например, регистра **RegX** микроконтроллера, переносится во временную переменную **tmp** (**tmp** – символическое имя переменной), а во второй через подпрограмму канала связи **OutPC** уже эта величина выводится в ПК. И еще одна небольшая тех-

му же не все 100%? Причин здесь может быть много, и разных. Ряд из них кроется, например, в особенностях взаимодействия МК с внешними устройствами, которые не всегда отвечают идеальным представлениям об их возможностях. И это может стать причиной того, что некоторые ошибки в программе «вылезут» только при эксплуатации устройства.

Для решения подобных проблем обычно используют тестирование устройства в режиме реального времени посредством использования программных прерываний или контрольных точек и последующего вывода информации о состоянии микроконтроллера на ПК или другое регистрирующее устройство. Использование подобного подхода обычно не сопряжено с особыми сложностями, если на МК уже реализован канал связи с ПК. Тогда, в простейшем случае, в программе для целей отладки в нужных местах временно расставляются операторы, например, такие или им подобные:

ническая подробность: для большей универсальности программ в некоторых местах вместо имен конкретных переменных лучше указывать непосредственно сами регистры, названные этими именами. Это вполне возможно благодаря тому, что структура регистровой памяти подавляющего большинства

8-разрядных МК от AVR однотипна. Тогда с учетом приведенных соображений лучше

```
mov    r28, RegX
rcall  OutPC
```

Отметим также, что здесь и далее примеры программ и их фрагментов приведены на ассемблере AVRASM2, а их тестирование проводилось на ATmega48 и ATmega1284P.

Получение подобным образом информации о состоянии МК в конкретных местах программы позволяет уточнить точку возникновения проблем и является большим подспорьем при финишной отладке программы. Но если такого канала связи с ПК нет, то его реализация только для целей отладки является накладной, да и не всегда возможной. Однако если рядом на столе есть осциллограф, то делу можно помочь достаточно просто, используя его в качестве регистрирующего устройства, поскольку организация канала связи в таком случае может быть очень даже простой. И хотя такая замена не будет эквивалентной, но полезной – наверняка.

Рассмотрим несколько вариантов организации такого канала связи МК с осциллографом. И начнем с простейшего, требующего использования минимальных ресурсов тестируемого микроконтроллера – 1 вывода и примерно 50-60 байт программной памяти.

Будем исходить из того, что необходимо представить на экране осциллографа значения одного-двух байтов в форме, соответствующей их двоичному коду. Такое представление предполагает использование цифр 0 и 1, записанных в строку группами по 8 знамен. Нет смысла пытаться в простейшем случае изображать их общепринятыми символами. Вполне достаточно вывести информацию в строке в виде их условных обозначений. Например, 1 изобразить узким прямоугольным импульсом, а 0 – более широким, или наоборот, как это предлагает, например, автор [1]. В этом случае вывод информации будет представляться выводом на экран осциллографа прямоугольных импульсов

будет переписать этот фрагмент, например, так:

двух типов, соответствующих битовому представлению байта (байтов). И для этой цели достаточно будет одного свободного вывода микроконтроллера. Правда, не обойдется и без проблем. Ввиду того, что большинство аналоговых осциллографов не обладает возможностями длительного сохранения изображения на экране (о применении для этих целей цифровых осциллографов – несколько позже), для регенерации изображения придется использовать исследуемый МК. Это приводит к прекращению выполнения основной программы в контрольной точке из-за перевода микроконтроллера в режим постоянного вывода информации.

Основой программного обеспечения при оговоренных выше условиях является подпрограмма **OutByte** (см. далее), которая формирует последовательность прямоугольных импульсов необходимой длительности в соответствии с битовым представлением байта. Ее размер составляет 42 байта, в ней используются 2 регистра общего назначения – **r28**, **r29**, которые без ограничений могут быть задействованы и в основной части программы МК. Первый из них служит для переноса в подпрограмму значения байта для вывода, а информация в **r29** восстанавливается после окончания работы подпрограммы до ее начального значения. Информация выводится старшим битом вперед, вывод одного «знакоместа для бита» по времени соответствует 16 тактам рабочей частоты процессора, вывод байта – соответственно, 128 тактов. При частоте 2 МГц это время составит 64 мкс, а частота вывода одного байта – около 15 кГц. Подпрограмма формирования вывода байта **OutByte**, приведенная ниже, не содержит каких-либо особенностей. Разобраться в ее работе при необходимости помогут содержащиеся в ней комментарии.

```
OutByte:                                     ;=== вывод байта на экран осциллографа
push    r28                                 ; r28-сохранить байт, который будет выведен
push    r29                                 ; r29-сохранить значение для восстановления
ldi     r29,8                               ; счетчик еще не выведенных бит в байте
```

```

ByteCode:                ; разложить байт на биты
    lsl    r28             ; выдвинуть старший бит влево в бит переноса
    brcs   OutByte_1      ; если c=1, то была 1, перейти на OutByte_1
    sbi    PortB,0        ; если c=0, то формируем фронт «нуля»
    rjmp   OutByte_0      ; продолжить формирование 0
OutByte_1:                ; формировать 1 (узкий импульс)
    cbi    PortB,0        ; использована для задержки на 2 такта
    sbi    PortB,0        ; формирование «фронта» импульса единицы
    cbi    PortB,0        ; формирование «спада» импульса единицы
    cbi    PortB,0        ; использована для задержки на 2 такта
    rjmp   EndOutByte     ; переход на проверку – все биты выведены?
OutByte_0:                ; продолжить формирование 0 (широкий импульс)
    sbi    PortB,0        ; использована для задержки на 2 такта
    sbi    PortB,0        ; использована для задержки на 2 такта
    cbi    PortB,0        ; формирование «спада» импульса нуля
    nop     ; использована для задержки на 1 такт
EndOutByte:               ; проверка – все биты выведены?
    dec    r29             ; уменьшить счетчик бит на 1
    brne   ByteCode       ; если r29 не 0, то продолжить вывод битов
    pop    r29             ; восстановить значение регистра r29
    pop    r28             ; восстановить значение регистра r28
    ret     ; завершить подпрограмму OutByte

```

В этой подпрограмме для подачи сигнала МК на вход осциллографа указан нулевой вывод порта В (**PortB, 0**). Тем не менее, при соответствующей редакции подпрограммы, для этой цели может быть использован любой свободный вывод любого порта. Главное, чтобы при инициализации МК он был установлен как выход. Хотя при отсутствии такового можно попробовать использовать и занятый вывод. Критерии его пригодности для этой цели простые: это должен быть вывод, настроенный как выход, и изменения состояния этого вывода не должны менять режим работы МК-системы на момент вывода байта (байтов). Например, если выбранный вывод управляет включением светодио-

да индикации, то его можно будет использовать без ограничений, но если это выход с прерыванием по уровню или фронту, то вряд ли. Впрочем, и эту проблему можно снять запретом прерываний на время вывода. Одним словом, практически всегда для вывода байта можно найти подходящий вывод, и необязательно он должен быть специально выделен только для этой цели.

Теперь можно попробовать вывести значение какой-либо переменной, например **Flag**, из некоторой точки основной программы на осциллограф. Для этого, в соответствии с вышеизложенным, нужно будет разместить в заданной точке тестируемой программы такие строчки кода:

```

Contr1:                    ;=== многократный вывод байта на осциллограф
    cli     ; запрет прерываний
    wdr     ; сброс сторожевого таймера
    mov    r28, Flag       ; сохранить в r28 значение переменной Flag
    call   OutByte        ; вызов п/п вывода байта
    jmp    Contr1         ; вернуться на начало Contr1 и повторить

```

где назначение строк 4 и 5 уже обсуждалось, а за счет добавления строк 1 и 6 осуществляется выход из основной программы МК и переход к регенерации изображения байта на экране осциллографа. предотвра-

щение помех со стороны остановленной программы производится запретом в ней прерываний и осуществлением регулярного сброса сторожевого таймера. Для обеспечения корректной работы программы переменная **Flag**

не может совпадать ни с одним из используемых регистров - **r28** и **r29**. Кроме того, при использовании приведенной программы в МК с программной памятью менее 8 кбайт операторы **call** и **jmp** должны применяться в другой форме – **rcall** и **rjmp**. Объем **Contr1** составляет 10 байтов, но поскольку она работает совместно с **OutByte**, то необходимо учесть и ее соответствующий параметр – 42 байта. Итого: 52 байта.

Но, увы, вопреки ожиданиям получить приемлемый результат в виде изображений условных нулей и единиц удастся не сразу. Причина заключается в очень капризной настройке развертки – ее длительности, режимов и уровней порогов синхронизации. Но даже при стабилизации изображения не сразу понятно – синхронизация установилась со старшего бита байта, как положено,

или с какого-то случайного? И причина здесь проста. Дело в том, что при непрерывной передаче байта по способу программы **Contr1** его начало и конец практически неразличимы. Точнее, для первой посылки байта начало определяется осциллографом совершенно однозначно по срабатыванию синхронизации развертки, а вот признака его окончания, понятного приемнику, т. е. осциллографу, здесь нет. К счастью, организовать его для заявленных условий очень просто. Нужно в базовой программе **Contr1** после **OutByte** перед уходом на повторный вывод ввести задержку **Delay_Contr**, как это и сделано в нижеприведенной программе **Contr2**. В этом случае объем программной памяти, занимаемый **Contr2** и подпрограммами, обеспечивающими ее работу, составляет в совокупности 68 байт.

```

Contr2:                ;=== многократный вывод байта со стабилизацией
cli                    ; запрет прерываний
wdr                    ; сброс сторожевого таймера
mov    r28, Flag       ; сохранить в r28 значение переменной Flag
call   OutByte         ; вызов п/п вывода байта
call   Delay_Contr     ; задержка для стабилизации изображения
rjmp   Contr2          ; задержка окончена, повторить вывод байта

```

где задержка для стабилизации изображения **Delay_Contr** содержит нижеприве-

денный текст и оформлена в виде подпрограммы.

```

Delay_Contr:           ;=== задержка для стабилизации изображения
push    r29            ; сохранить перед использованием
ldi     r29, $2A       ; установить продолжительность задержки
L_Contr2:              ; блок формирования задержки
dec     r29            ; уменьшить величину остатка выдержки
brne   L_Contr2       ; если r29 не 0, то продолжить задержку
pop     r29            ; восстановить значение
ret                                           ; вернуться в основную программу

```

Длительность задержки здесь установлена примерно равной времени вывода одного байта. Эта величина не критична и может изменяться в широких пределах, но уменьшать ее более чем 4-5 раз вряд ли стоит. Визуально задержка в конце битового потока формирует «хвост» нулевого уровня (признак конца битовой посылки), который при использовании режима ждущей развертки может быть выведен за пределы экрана осцилло-

графа. Но на приведенном ниже рисунке во всех случаях он показан в полном объеме. На Рисунке 1а дано изображение байта, полученное на осциллографе С1-73 при его стандартном использовании. Дешифровать это изображение не очень удобно, хотя здесь все понятно: короткий по длительности прямоугольный импульс соответствует единичному биту, а более длинный – нулевому. И ошибиться невозможно.

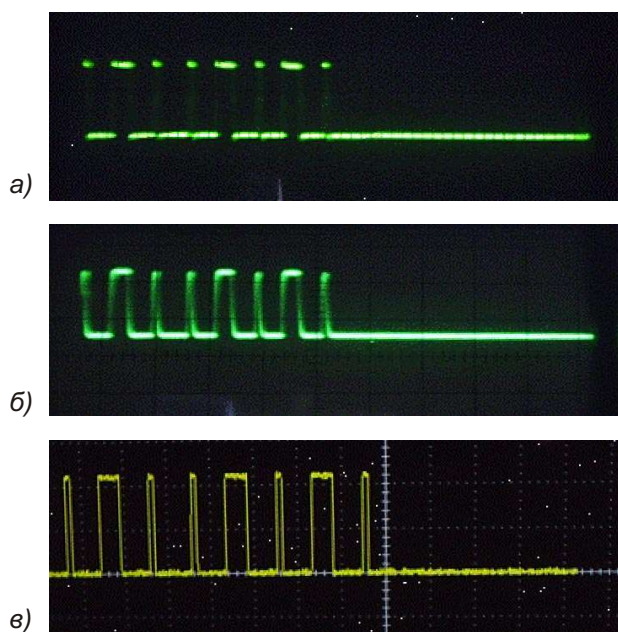


Рисунок 1. Изображение байта 10110101.

Можно попытаться улучшить визуальное восприятие условных нулей и единиц за счет подачи сигнала на вход осциллографа через последовательно включенный резистор в несколько килоом. Резистор и паразитные емкости входа осциллографа и кабеля выполняют роль интегратора, который несколько «завалит» фронты импульсов, вследствие чего различие в длительности импульсов станет рельефнее. Некоторая расфокусировка луча и подбор удобного размера по вертикали также не помешают. И за счет этих мер, контуры импульсов 0 и 1 станут

ближе к естественной форме цифр 0 и 1. Такой «модифицированный» вариант изображения этого же байта приведен на Рисунке 1б. На Рисунке 1в дано его же изображение на цифровом осциллографе в режиме векторного отображения. Применение последовательного резистора для коррекции изображения байта в этом случае излишне, хотя и возможно.

Понятно, что «разборчивость текста» изображения байта будет зависеть и от его размера по ширине на экране. Увеличивая значение константы в тексте **Delay_Contr**, выделенной красным цветом, можно попытаться выяснить, какие минимальные размеры байта будут еще удобны для наблюдения. Эта информация может оказаться полезной в дальнейшем при модификации приведенных далее программ.

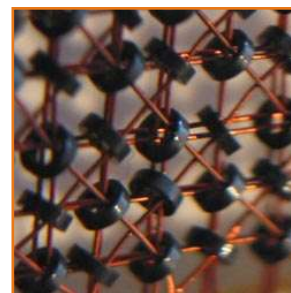
Следует так же подчеркнуть, что переменная **Flag**, использованная в обеих программах, является одним из регистров общего назначения (РОН), точнее, имя **Flag** является символическим именем, присвоенным в программе одному из РОН. И почему это уточнение является важным, станет понятнее после обсуждения структуры статической памяти рассматриваемых микроконтроллеров. **РЛ**

Литература

1. «Отладка систем на небольших микроконтроллерах с помощью осциллографа». РадиоЛоцман, 2014, июль, стр. 61.

Окончание в следующем номере

21 октября 1949 г. была запатентована память на магнитных сердечниках



Jessica MacNeil

EDN

65 лет назад, в этот день, вошедший в историю техники, Ван Ань (An Wang, часто используется более близкая к английскому языку транскрипция Эн Ванг) подал заявку на патент, ставший основой памяти на магнитных сердечниках.



Ван Ань.

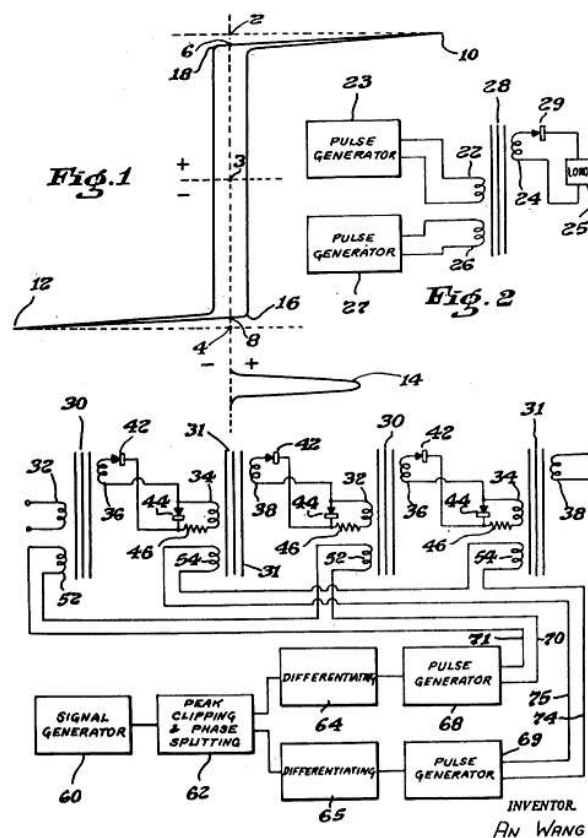
После получения докторской степени в области прикладной физики, Ван приступил к работе в Гарвардской Лаборатории вычислений под руководством Говарда Эйкена (Howard Aiken). Эйкен поручил Ванну найти не использующий механического движения способ записи и считывания информации, хранящейся в магнитной форме и не теряющейся из-за размагничивания.

После нескольких недель работы Ван понял, что информация способна оставаться в сердечнике в форме определенного направления магнитного поля и, прежде чем потеряется, сможет быть использована много раз.

Идея циклов «записи после считывания» привела Ванна к созданию и патентованию «устройства, передающего импульс управления», основанного на способе, которым магнитное поле сердечников могло быть использовано для управления переключением тока в электромеханических системах.

Это устройство точно регулировало поток магнитной энергии, и сделало память на магнитных сердечниках реальностью.

В 1955 году за \$500,000 он продал права на свой патент компании IBM и внедрил его в собственной Wang Laboratories, одной из самых успешных корпораций начала Века информации.



Патент Ван Аня на память на магнитных сердечниках.

Wang Laboratories развивалась, начав производить первые настольные компьютеры, способные вычислить логарифм одним нажатием клавиши, создавая настольные электронные калькуляторы, поставляя компьютеры лабораториям и школам и разрабатывая получившие в свое время широкую известность специализированные машины и миникомпьютеры для обработки текстов.

До сих пор нет единого мнения в отношении того, кому принадлежит приоритет изобретения памяти на магнитных сердечниках, поскольку выдавались и другие патенты. Та же IBM за \$13 млн. приобрела еще один патент у Джея Форестера (Jay Forester) из Массачусетского технологического института, но концепция магнитной памяти Вана была важным этапом в создании компьютеров. **РЛ**

В NTU созданы аккумуляторы со сверхмалым временем заряда и сроком службы 20 лет

NTU

Ученые Наньянского технологического университета из Сингапура (Nanyang Technology University – NTU) разработали аккумулятор со сверхмалым временем заряда, который может быть перезаряжен до уровня равного 70% от максимального всего за две минуты.



Срок службы батарей нового поколения более чем на порядок превосходит ресурс нынешних литий-ионных аккумуляторов и составляет примерно 20 лет.

Этот прорыв окажет огромное влияние на все отрасли техники, но в первую очередь на электрические транспортные средства, отпугивающие потребителей большим временем заряда батарей и коротким сроком их службы.

С разработанной в NTU новой технологией водители электромобилей сэкономят десятки тысяч долларов на замене батарей и смогут заряжать свои автомобили всего за несколько минут.

Широко используемые в мобильных телефонах, планшетах и электрических транспортных средствах литий-ионные аккумуляторы обычно выдерживают порядка 500 циклов перезаряда. Это эквивалентно двум-трем годам типичной эксплуатации, когда для каж-

дого цикла полного заряда требуется примерно два часа.

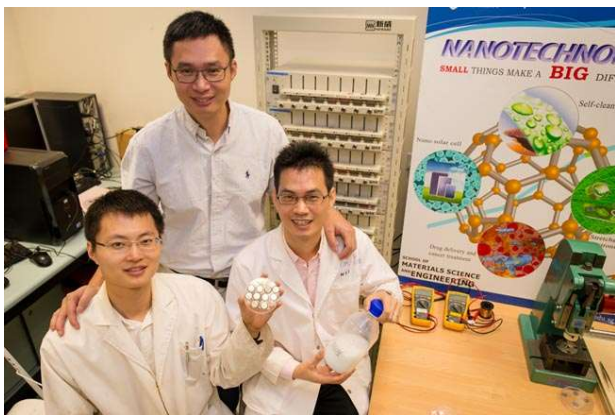
В новых устройствах, созданных в NTU, традиционный графит, используемый в качестве материала анода (отрицательного полюса) в литий-ионных аккумуляторах, заменен глинопорошком из диоксида титана.

Диоксид титана – это повсеместно распространенный, дешевый и безопасный материал, содержащийся в почве. Он широко используется в качестве пищевой добавки и в солнцезащитных лосьонах, поглощающих ультрафиолетовые лучи.

Группа исследователей из NTU нашла способ трансформации диоксида титана, существующего в природе в виде частиц сферической формы, в крошечные нанотрубки, в тысячи раз более тонкие, чем человеческий волос. Это ускоряет химические реакции, происходящие в новом аккумуляторе, и делает возможной сверхбыструю зарядку.

Научные основы создания нового глинопорошка из диоксида титана, изобретенного доцентом Чэнь Сяодунем (Chen Xiaodong) из Школы материаловедения и инженерии при NTU, были изложены в одном из последних номеров журнала *Advanced Materials* – ведущего международного научного издания в области материаловедения.

Для доказательства правильности своей концепции профессор Чэнь и его группа намерены изготовить крупномасштабный прототип батареи. С помощью NTUitive, дочерней компании NTU, учрежденной для поддержки стартапов, запатентованная технология уже привлекла внимание промышленности.



(По часовой стрелке от центра): доцент NTU Чэнь Сяодун (Chen Xiaodong) с научным сотрудником Таном Юксином (Tang Yuxin) и аспирантом Дэн Цзияном (Deng Jiyang).

В настоящее время технология лицензируется компанией для предстоящего производства. Профессор Чэнь ожидает, что новое поколение аккумуляторов с быстрой зарядкой появится на рынке в течение ближайших двух лет. Технология также имеет потенциал, чтобы стать ключевым решением в преодолении долгосрочных проблем энергообеспечения, связанных с электрической мобильностью.

«Электрические автомобили смогут значительно увеличить свой пробег, затрачивая на зарядку всего пять минут, что соизмеримо с временем, необходимым для заправки обычного автомобиля бензином», – добавил Чэнь.

«Не менее важно и то, что теперь мы сможем резко сократить количество токсичных веществ, содержащихся в аккумуляторах, так как наши батареи служат в десять раз дольше, чем нынешнее поколение литий-ионных аккумуляторов».

10,000 циклов перезарядки новых аккумуляторов означают также, что водители электромобилей будут экономить на стоимости замены батарей, каждая из которых может стоить более \$5,000.

Простота изготовления

Согласно данным ведущей консалтинговой фирмы Frost & Sullivan, прогнозируемый на 2016 г. объем рынка литий-ионных аккумуляторов составит 23.4 млрд. долларов США.

Для связи электродов с анодом литий-ионных аккумуляторов обычно используются добавки, влияющие на скорость, с которой могут перемещаться ионы и электроны.

Однако для созданных Чэнем новых перекрестно сшитых электродов, основанных на нанотрубках из диоксида титана, эти добавки не нужны, что дает возможность в том же объеме запастись больше энергии.

Процесс производства этого нового глинопорошка из нанотрубок очень прост. Смесь диоксида титана и гидроксида натрия перемешивают при определенной температуре, поэтому производителям батарей будет легко интегрировать новый материал в существующие технологические процессы.

Общепризнанный соавтор изобретения современных литий-ионных аккумуляторов

Профессор NTU Рэчид Язми (Rachid Yazami), один из тех, кто 30 лет назад изобрел литий-графитовый анод, используемый в современных литий-ионных аккумуляторах, считает, что изобретение профессора Чэня станет следующим большим скачком в развитии технологии батарей.



Профессор Рэчид Язми.

«Хотя цена литий-ионных аккумуляторов значительно снизилась, а их характеристики улучшились за время, прошедшее с 1991 года, когда Sony начала их коммерческое производство, рынок стремительно расширяется в сторону новых приложений в области электрической мобильности и хранения энергии», – сказал Язми, не принимавший участия в исследовательском проекте профессора Чэня.

За свою инновационную разработку литий-ионных аккумуляторов в прошлом году профессор Язми вместе с тремя коллегами был награжден престижной премией Draper Prize, учрежденной американской Национальной академией инженерии.

«Тем не менее, возможности для совершенствования еще есть, и одной из ключевых областей здесь является плотность мощности, то есть, количество энергии, которую

можно запасти в определенном объеме, что непосредственно связано с возможностью быстрой зарядки. В идеале, время заряда аккумуляторов электромобилей должно быть меньше 15 минут, и наноструктурный анод профессора Чэня доказал, что это возможно».

В настоящее время профессор Яэми работает в NTU над созданием нового типа аккумуляторов для электромобилей.

Для завершения этих исследований группе из четырех ученых потребуется три года. Работа финансируется Национальным исследовательским фондом (NRF) и Канцелярией премьер-министра Сингапура в рамках Программы поддержки исследовательского мастерства и технологического предпринимательства в области наноматериалов для энергетики и управления водными ресурсами. **РЛ**

Беспроводные датчики на основе микросхем NXP 74AXP1G57



Robert Kong

Embedded Developer

В статье рассказано, как, используя выпускаемые компанией NXP конфигурируемые логические мини-элементы 74AXP1G57 (см. Приложение), можно оцифровывать сигналы аналоговых датчиков и передавать полученную информацию по радиоканалу. Возможность сконфигурировать эти микросхемы как инверторы с триггерами Шмитта на входах использована здесь для построения релаксационных RC-генераторов, необходимых как для дискретизации сигналов аналоговых датчиков, так и для формирования радиочастотного сигнала, являющегося основой беспроводной передачи результатов измерений. Описан базовый проект беспроводного датчика температуры с амплитудной модуляцией. Затронут также вопрос использования беспроводных датчиков в качестве RFID меток безбатарейных датчиков.

Введение

Как видно из Рисунка 1, схема RC-генератора, основанная на логическом инверторе с входным триггером Шмитта, очень проста.

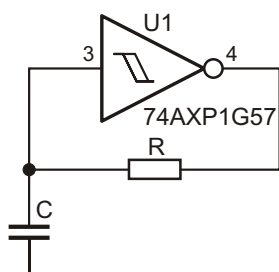


Рисунок 1. Релаксационный RC-генератор.

Частота генерации, определяемая резистором R и конденсатором C, уменьшается с увеличением номиналов любого из компо-

нентов. В Таблице 1 показаны частоты генерации схемы на вентиле 74AXP1G57 при различных значениях сопротивлений резистора R и фиксированной величине емкости конденсатора C, равной 22 пФ. Аналоговые датчики представляют собой устройства, свойства которых зависят от одного или нескольких (в идеале, от одного) физических параметров.

Таблица 1. Зависимость частоты RC-генератора от сопротивления.

R (кОм)	1	10	15	18	22
Частота (МГц)	17.5	3.4	2.3	1.9	1.7

К примеру, сопротивление термистора зависит от температуры, на емкость электретного микрофона влияет давление воздуха, а емкость датчика относительной влажности изменяется при изменении содержания влаги в атмосфере. Зависимость частоты генерации релаксационного генератора от значений R и C используется для формирования сигнала, частота которого зависит от сопротивления и емкости аналогового датчика, т.е., фактически, для преобразования аналогового сигнала в цифровую форму, а также для формирования опорной частоты передатчика.

Дискретизация выходных сигналов аналоговых датчиков

Упомянутыми выше аналоговыми датчиками, ведущими себя как переменные резисторы или конденсаторы, можно легко заменить, соответственно, резисторы или конденсаторы RC-генератора, как это показано на Рисунках 2а и 2б, частота которого будет представлять оцифрованное значение измеряемого параметра.

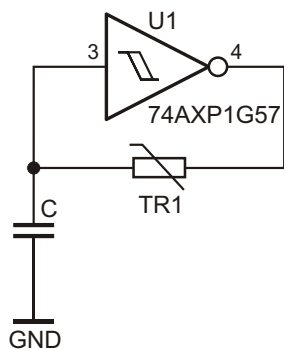


Рисунок 2а. Резистивный датчик.

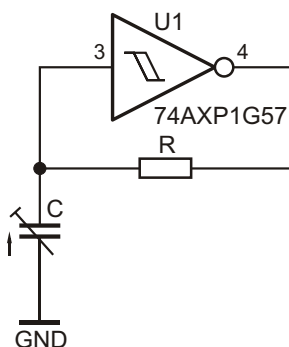


Рисунок 2б. Емкостной датчик.

Замечания:

Неиспользуемые входы должны быть подключены к шинам питания или земли в соответствии с рекомендациями, приведенными в справочных данных. Для резистивных датчиков подбирайте емкость конденсатора C такой, чтобы получить приемлемую частоту генерации. Для емкостных датчиков подбирайте сопротивление резистора R такой, чтобы получить приемлемую частоту генерации.

Если потребуется оцифровать сигнал датчика, представленный переменным коэффициентом заполнения, можно воспользоваться схемой, представленной на Рисунке 2в.

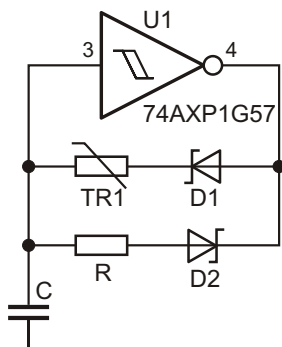


Рисунок 2в. Декодирование коэффициента заполнения.

Как видно из схемы, резистивным датчиком определяется верхний уровень сигнала, в то время как от сопротивления R зависит его нижний уровень.

Простой беспроводной датчик

Тщательно подобрав значения R и C , можно сделать генератор, работающий на требуемой частоте. Если выбрать частоту достаточно высокой, такой сигнал можно без проводов передать к радиоприемнику. Кроме того, если напряжение аналогового датчика использовать для модуляции, радиоприемник затем сможет извлечь полезную информацию датчика из принятого сигнала. На Рисунке 3 приведена очень простая схема, оцифровывающая сигнал аналогового датчика (термистора) и передающая его с использованием частотно-модулированного (ЧМ) радиосигнала.

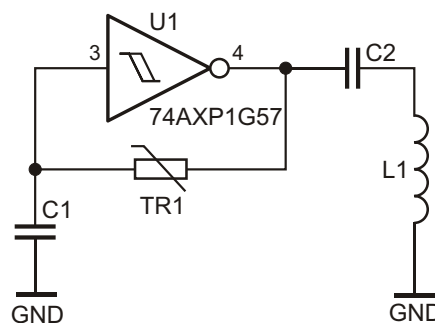


Рисунок 3. Датчик температуры с ЧМ передатчиком.

Замечания:

- 1) Все неиспользованные входы должны быть подключены к шинам питания или земли в соответствии с рекомендациями, приведенными в справочных данных.
- 2) Если используется демонстрационная плата NXP для микросхемы 74AXP1G57, убедитесь, что резистор, подтягивающий вывод 3 к земле, удален.

Если емкость конденсатора C равна 22 пФ, а выбранный термистор TR1 имеет номинальное сопротивление 18 кОм, генератор будет работать на частоте 1.9 МГц (см. Таблицу 1). Поскольку сопротивление термистора меняется с изменением температуры, частота генерации также будет меняться, в результате чего сформируется ЧМ радиосигнал с центральной частотой 1.9 МГц. Включив последовательно с термистором TR1 дополнительный резистор, можно управлять зависимостью отклонения частоты от темпе-

ратуры. Для более точной установки частоты генерации, возможно, потребуются подбор или подстройка емкости С. Для частоты 1.9 МГц емкость конденсатора С2 должна равняться 100 пФ, а индуктивность L1 можно изготовить, намотав 55 витков эмалированного медного провода диаметром 0.315 мм на ферритовый стержень длиной 10 см. При необходимости оптимизации дальности распространения сигнала можно в определенных пределах варьировать значения С2 и L1. К сожалению, хотя этот датчик с ЧМ модуляцией очень прост и дешев, приемник для восстановления его сигнала будет намного сложнее. Ниже мы увидим, каким образом можно сделать беспроводной датчик с амплитудной модуляцией (АМ), для которого схема приемника будет достаточно простой.

Беспроводной датчик с амплитудной модуляцией

Как обобщение всего вышесказанного, в этом разделе описывается базовый проект беспроводного датчика температуры с амплитудной модуляцией (Рисунок 4). В качестве чувствительного элемента использован термистор сопротивлением 100 кОм. Частота несущей радиосигнала выбрана равной примерно 1.9 МГц потому что, во-первых, она соответствует быстродействию микросхемы 74AXP1G57, а во-вторых, доста-

точно близка к диапазону дешевых средне-волновых радиовещательных приемников, о чем будет сказано чуть ниже. Термистор и конденсатор 0.02 мкФ задают частоту 11 кГц первого генератора, собранного на микросхеме 74AXP1G57, сконфигурированной инвертором с триггером Шмидта на входе. Несущая частота 1.9 МГц, значение которой определяется конденсатором 22 пФ и резистором 18 кОм, генерируется второй микросхемой 74AXP1G57, включенной в конфигурации элемента «2И-НЕ» с триггерами Шмитта на входах. Неинвертирующий вход элемента «2И-НЕ» используется для подключения цепи обратной связи генератора 1.9 МГц, а на инвертирующий вход подается сигнал генератора датчика, модулирующий амплитуду несущей.

На следующей осциллограмме показан сигнал датчика, сформированный на выходе первой микросхемы АХР (U1, вывод 4):

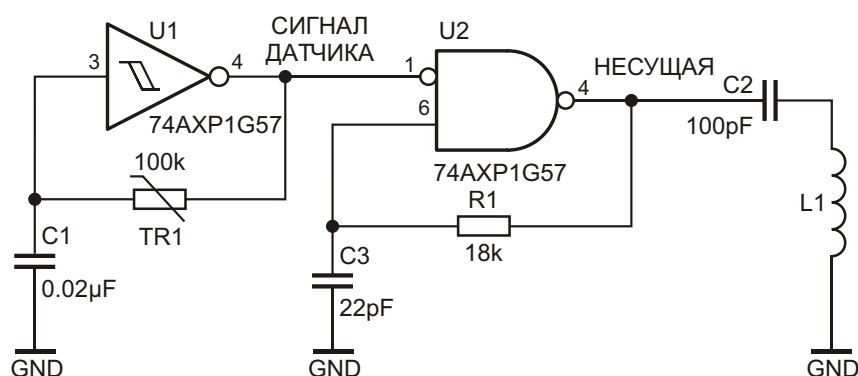
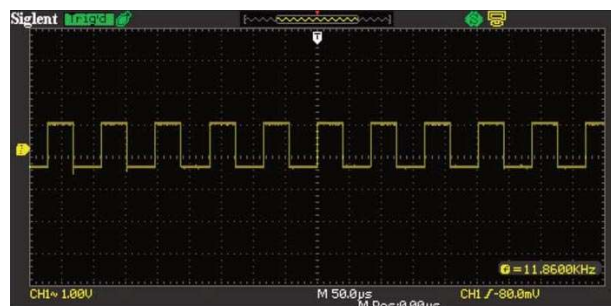
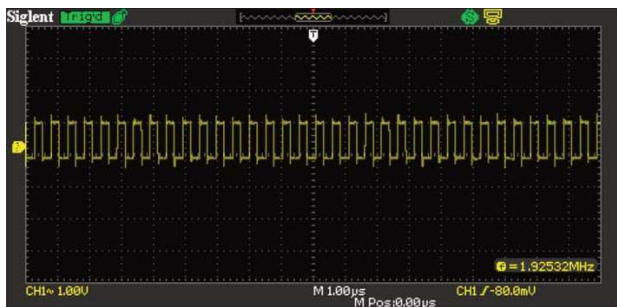


Рисунок 4. Датчик температуры с АМ передатчиком.

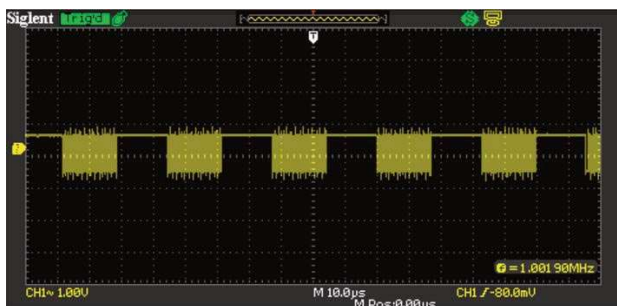
Замечания:

- 1) Все неиспользованные выводы должны быть подключены к шинам питания или земли в соответствии с рекомендациями, приведенными в справочных данных.
- 2) Если используется демонстрационная плата NXP для микросхемы 74AXP1G57, убедитесь, что резисторы, подтягивающие выводы 3 и 6 к земле, удалены.

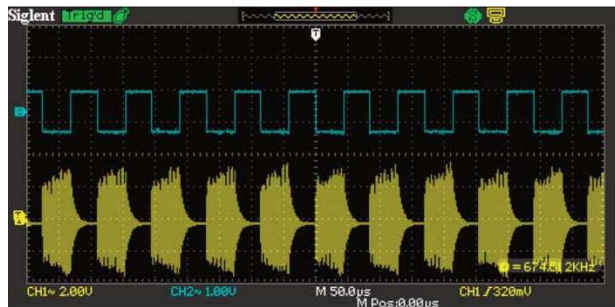
Если вывод 1 микросхемы U2 подключить к земле вместо вывода 4 микросхемы U1, мы увидим такую осциллограмму:



Если вывод 4 микросхемы U1 соединен с выводом 1 микросхемы U2 в соответствии со схемой на Рисунке 4, но L1 отключена, форма сигнала будет такой:



Соединив L1 с конденсатором C2, получаем следующее: (Осциллограмма сигнала датчика изображена синим цветом)



Обратите внимание на то, что амплитуда АМ сигнала теперь выросла примерно в шесть раз. Подобрав величины L1 и C2, амплитуду, возможно, удастся увеличить еще больше, и, соответственно, еще больше расширить радиус действия передатчика.

Простой и дешевый АМ радиоприемник

Если частота несущей выбрана между 525 кГц и 1.6 МГц, для приема сигнала датчика можно использовать стандартный средневолновый радиовещательный приемник и прослушивать восстановленный сигнал

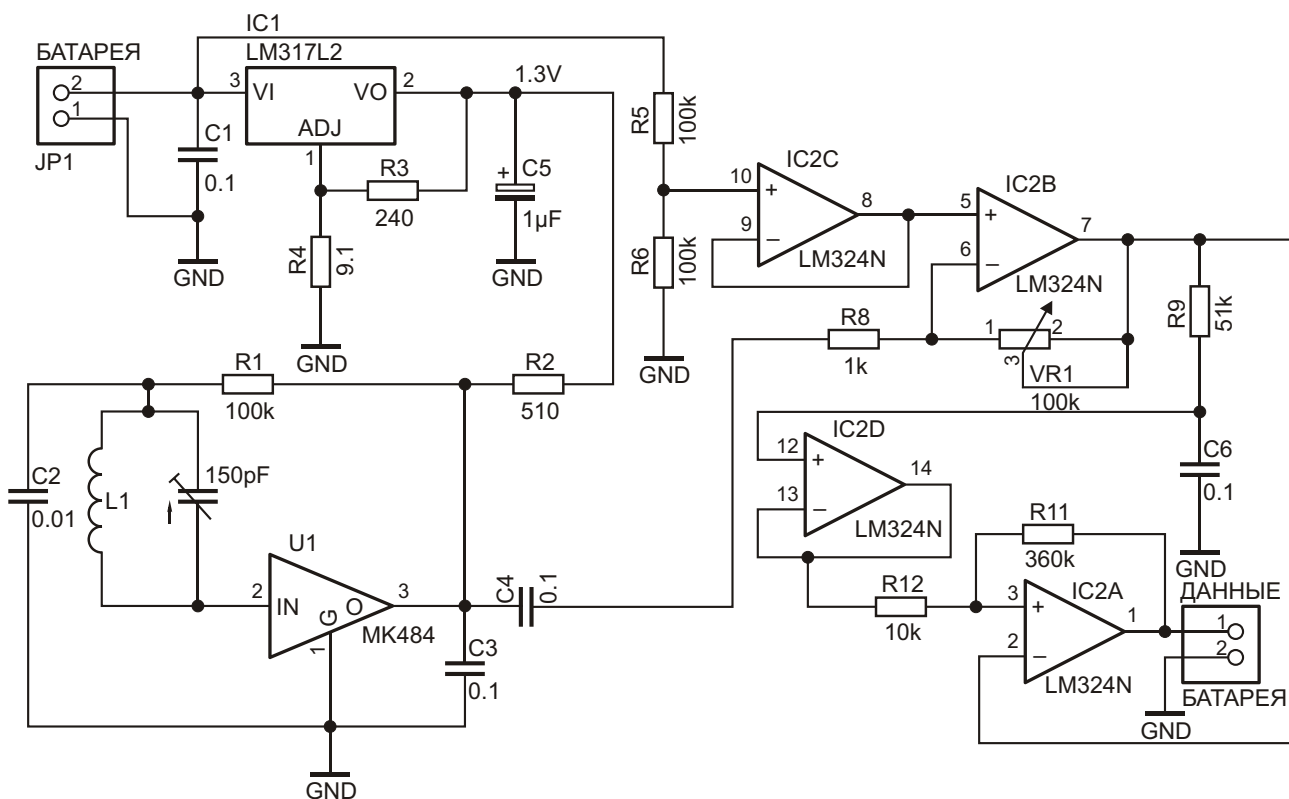


Рисунок 5. АМ радиоприемник и схема восстановления сигнала.

через его динамик. Поскольку в предлагаемом базовом проекте несущая частота выходит за верхнюю границу 1.6 МГц, установленную для средневолнового диапазона, для приема и декодирования предлагается схема, показанная на Рисунке 5.

Несмотря на то, что в схеме использовано намного больше компонентов, чем в радиопередатчике датчика, все же, она очень проста. Основным ее компонентом является микросхема U1, выполняющая все необходимые функции радиоприемника. L1 и подстроечный конденсатор образуют резонансный контур, который должен быть настроен на несущую частоту передатчика (1.9 МГц). С выхода U1 снимается сигнал, которым была промодулирована несущая частота в передатчике.

Напряжение 1.3 В, установленное на выходе линейного стабилизатора LM317 (IC1), используется для питания микросхемы радиоприемника МК484 (U1). Поскольку выходной сигнал U1 может оказаться очень слабым, он усиливается микросхемой IC2B, усиление которой регулируется подстроечным резистором VR1.

Для восстановления информации датчика используется технология, получившая название «нарезка данных». Резисторы R5, R6 и микросхема IC2C формируют опорное напряжение, равное половине приходящего на разъем JP1 напряжения, питания, определяющее пороговую амплитуду, начиная с которой сигнал датчика будет усиливаться.

Усиленный сигнал поступает на один из входов компаратора, основой которого служит микросхема IC2A. Этот же сигнал, но усредненный цепочкой R9, C6, и буферизованный микросхемой IC2D, подается на другой вход компаратора, на выходе которого

формируется полностью восстановленный сигнал датчика, что видно на осциллограммах, представленных на Рисунке 6.

Синей осциллограммой на Рисунке 6 представлен исходный сигнал датчика, а желтой – восстановленный сигнал.

Вопросы питания беспроводных датчиков

До сих пор ничего не было сказано об источнике питания для микросхем 74AXP1G57. Однако надо помнить, что радиопередатчик является устройством, преобразующим электрическую энергию в энергию радиоизлучения, и для обеспечения приемлемого радиуса действия источник питания должен быть в состоянии отдавать достаточный ток. Например, при использовании старой щелочной батарейки с напряжением на контактах 1.3 В уверенный прием сигнала датчика был возможен на расстоянии порядка 30 см.

Хотя для питания прототипа описанной выше схемы использовалась полуразряженная щелочная батарейка с номинальным напряжением 1.5 В, способность микросхемы NXP работать при очень низком напряжении и сверхмалое потребление мощности вполне позволяют создавать жизнеспособные безбатарейные решения.

Существует множество схем сбора окружающей энергии, среди которых есть такие, которые могут использовать радиочастотную энергию от вышек телерадиовещания или сотовой связи. Используя низкое энергопотребление микросхемы 74AXP1G57, можно реализовать работоспособный беспроводной датчик, основанный на модели метки радиочастотной идентификации (RFID). Датчик делается по схемам, аналогичным изображенным на Рисунках 2а и 2б, а цепь его питания дополняется схемой заряда конденсатора от радиосигнала, такой же, как в радиочастотных метках. При необходимости узнать показания датчика считыватель генерирует радиосигнал, который используется для активации датчика, а затем модулируется после того, как датчик включается. Демодуляция радиосигнала происходит в считывателе.

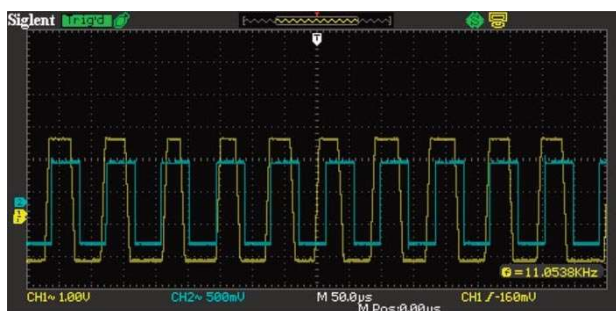


Рисунок 6. Восстановленный сигнал датчика.



Демонстрационная плата для многофункционального логического элемента 74AXP1G57.

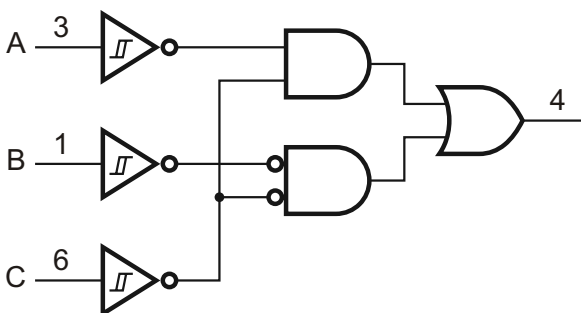
В заключение

Описанные выше схемы были испытаны с помощью демонстрационной платы для логических элементов 74AXP1G57, выпускаемой компанией NXP. Без демонстрационной платы экспериментировать с этими крошечными устройствами, не изготавливая собственной печатной платы, было бы крайне сложно. **РЛ**

Приложение. Микросхема 74AXP1G57

Общее описание

Микросхема 74AXP1G57 представляет собой многофункциональный логический элемент с триггерами Шмитта на входах. Устройство может быть сконфигурировано для выполнения функций «И», «ИЛИ», «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ», исключающее «ИЛИ», инвертора и буфера. Все входы можно подключать непосредственно к шинам питания или «земли». Микросхемы отличаются исключительно низким потреблением статической и динамической мощности во всем диапазоне напряжений питания от 0.7 В до 2.75 В. Конструкция приборов позволяет использовать их в приложениях с частичным снижением энергопотребления. Это возможно благодаря тому, что при отключенном питании микросхемы специальная цепь блокирует выход, исключая возможность его повреждения обратным током от включенных соседних элементов.



Особенности и преимущества

- Широкий диапазон напряжений питания от 0.7 В до 2.75 В
- Низкая входная емкость: типовое значение 0.5 пФ
- Низкая выходная емкость: типовое значение 1.0 пФ
- Низкое потребление динамической мощности: типовое значение эквивалентной емкости – 2.7 пФ
- Низкое потребление статической мощности: не более 0.6 мкА при температуре 85 °С
- Высокая помехоустойчивость
- Устойчивость к защелкиванию превышает 100 мА, регламентированные стандартом JEDEC Class II
- Входы, устойчивые к напряжению до 2.75 В
- Шумовые выбросы и провалы, не превышающие 10% от напряжения питания
- Схема блокировки выхода для защиты от повреждения обратным током
- Большой выбор корпусов
- Диапазон рабочих температур от –40 °С до +85 °С



Высокоэффективный 100-миллиамперный синхронный понижающий преобразователь с диапазоном входных напряжений от 4 В до 150 В

Charlie Zhao, Linear Technology

Design Note 532

Введение

Широкий диапазон входных напряжений понижающего DC/DC преобразователя LTC3639 позволяет разработчикам устройств автоэлектроники, авионики и систем и распределенного питания

- соблюдать все требования к переходным характеристикам;
- конструировать многоходовые источники питания с большим разбросом входных напряжений, такие, например, где наряду с источником высокого постоянного напряжения используется низковольтная резервная батарея;
- создавать универсальные источники питания, чтобы, сократив ассортимент складских запасов, снизить затраты на разработку и производство.

Благодаря интегрированным мощным MOSFET верхнего и нижнего плеча удалось достичь весьма высокого КПД микросхемы LTC3639. Преобразователь имеет программируемый порог ограничения тока и может отдавать в нагрузку до 100 мА. Диапазон его выходных напряжений очень широк, и, начинаясь от минимального значения 0.8 В, в максимуме равняется входному напряжению. Внутренний MOSFET верхнего плеча может работать при коэффициенте заполнения 100%, что и позволяет получать сверхмалые уровни на выходе. Высокая эффективность микросхемы обеспечивается в широких диапазонах входных и выходных напряжений. Необходимо отметить также наличие пульсирующего режима работы и низкий собствен-

ный ток потребления преобразователя. Микросхема исключительно проста в использовании благодаря тому, что цепь петли обратной связи обладает внутренней устойчивостью, изначально присущей схемам с гистерезисной архитектурой.

Понижающий преобразователь с входным напряжением от 4 В до 150 В, выходным напряжением 3.3 В и выходным током 100 мА

На Рисунке 1 изображена схема синхронного понижающего преобразователя с выходным напряжением 3.3 В, максимальным током нагрузки 100 мА и очень широким диапазоном входных напряжений от 4 В до 150 В. На выходе LTC3639 можно установить три фиксированных выходных напряжения: 1.8 В, 3.3 В и 5 В. Эти фиксированные напряжения формируются с помощью внутренних резис-

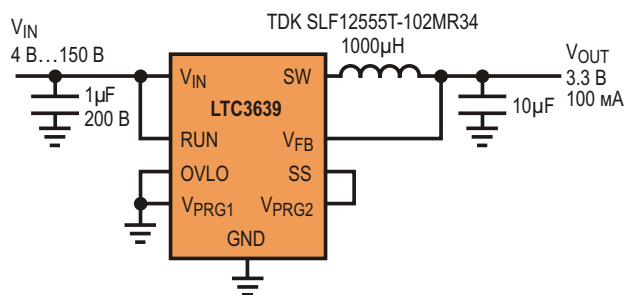


Рисунок 1. Синхронный понижающий преобразователь с входным напряжением от 4 В до 150 В, выходным напряжением 3.3 В и выходным током 100 мА.

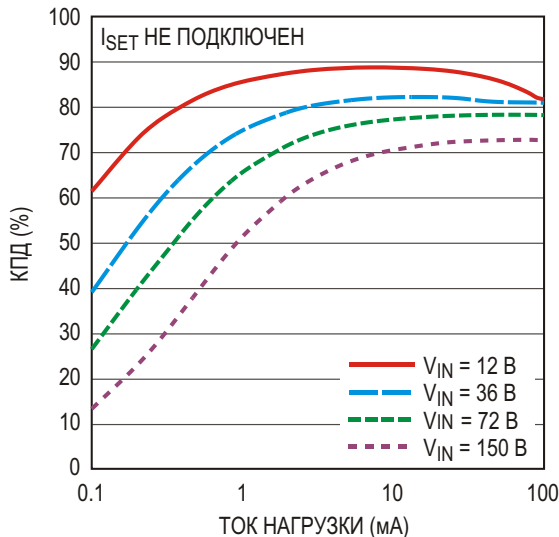


Рисунок 2. Зависимость КПД от тока нагрузки для преобразователя, изображенного на Рисунке 1.

тивных делителей и выбираются комбинацией напряжений на выводах V_{PRG1} и V_{PRG2} . Например, для того, чтобы установить на выходе напряжение 3.3 В, вывод V_{PRG1} надо просто подключить к «земле», а V_{PRG2} – к контакту SS. Вывод VFB подключен к выходу напрямую, минуя резистивный делитель. Зависимость КПД преобразователя от тока нагрузки при различных входных напряжениях показана на Рисунке 2.

Понижающий преобразователь с входным напряжением от 36 В до 72 В, выходным напряжением 24 В и выходным током 100 мА

Но выходе LTC3639 можно получить напряжение от 0.8 В до напряжения, равного входному. Помимо трех выбираемых фиксированных напряжений, с помощью внешнего резистивного делителя можно установить произвольное выходное напряжение. На Рисунке 3 приведен пример схемы синхронного понижающего преобразователя с выходным напряжением 24 В и током нагрузки 100 мА. Возможность программирования порогов блокировки позволила ограничить диапазон допустимых входных напряжений интервалом от 36 В до 72 В. Для этого достаточно, как это показано на Рисунке 3, включить резистивный делитель между выводами V_{IN} , RUN и OVLO.

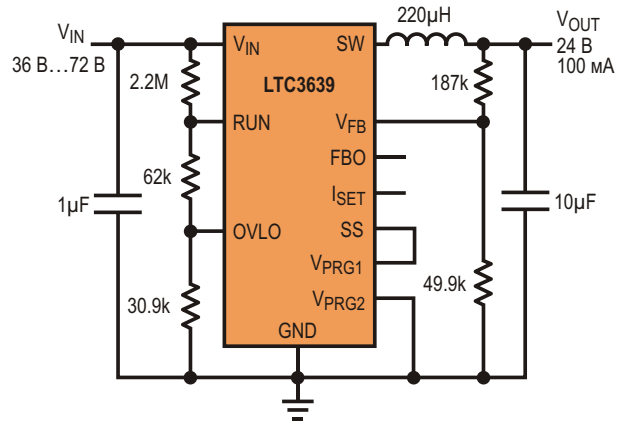


Рисунок 3. Понижающий преобразователь с входным напряжением от 36 В до 72 В, выходным напряжением 24 В и выходным током 100 мА, защищенный от повышенного и пониженного входного напряжения.

Приложения с отрицательным выходным напряжением

Еще одним полезным применением LTC3639 может быть преобразование положительного напряжения в отрицательное. При этом выходное отрицательное напряжение по абсолютной величине даже может быть больше, чем можно получить в схеме с

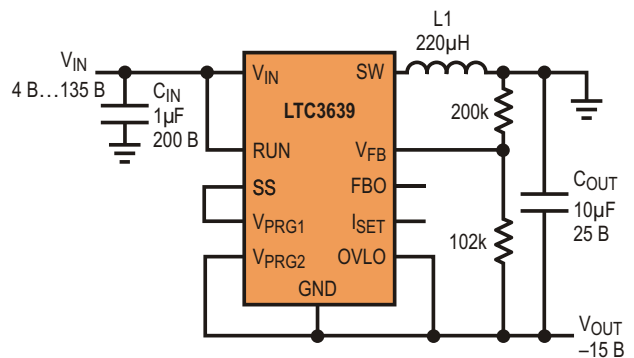


Рисунок 4. Преобразователь входного положительного напряжения 4 ... 150 В в отрицательное выходное напряжение 15 В.

положительным выходным напряжением. На Рисунке 4 показана схемная реализация преобразователя входного напряжения 4 В ... 135 В в напряжение -15 В. Поскольку выход схемы соединен с шиной земли, максимальное входное напряжение ограничено суммой 150 В и регулируемого выходного напряжения -15 В, то есть, равно 135 В. Максимальный выходной ток для LTC3639 в конфигура-

ции преобразователя положительного напряжения в отрицательное приблизительно равен

$$100 \text{ мА} \frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{IN}} - |V_{\text{OUT}}|}$$

Заключение

LTC3639 работает в очень широком диапазоне входных и выходных напряжений, содержит встроенные MOSFET, имеет низкий собственный ток потребления (1.4 мкА в режиме отключения и 12 мкА в спящем режиме) и обеспечивает высокий КПД в большом диапазоне токов нагрузки. Богатый набор воз-

можностей микросхемы включает программируемый или настраиваемый выход, регулируемый порог ограничения тока, отсутствие необходимости в цепях коррекции, внутреннее или внешнее управление параметрами мягкого запуска, программируемые пороги блокировки при пониженном и повышенном входном напряжении. Миниатюрный корпус MSE со сниженным тепловым сопротивлением и простая схема включения позволяют создавать высококачественные, компактные и недорогие DC/DC преобразователи для устройств автоэлектроники, авионики, систем распределенного питания, медицинских приборов и средств управления технологическими процессами. [РЛ](#)

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование

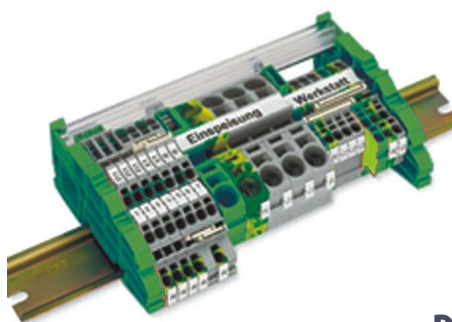


»»» **JOKARI**[®]
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



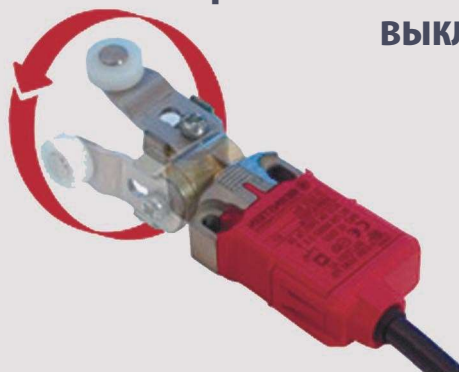
WAGO[®]
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

WWW.DECIMA.RU



Простая схема заменяет программный опрос матричной клавиатуры



Rick Malley, Independent Designs LLC

Electronic Design

Эта схема, использующая восемь цифровых входов, упрощает декодирование мембранной клавиатуры с матрицей кнопок 4 × 4 и делает ненужным традиционное сканирование рядов или колонок. Схема может работать с любой X-Y матрицей переключателей, входящей в состав какого-либо устройства.

В схеме использованы восемь цифровых транзисторов – четыре NPN и четыре PNP. При нажатии на выбранную кнопку два транзистора включаются токами, протекающими через их внутренние резисторы. Сгенерированный в результате код, который будет уникальным для каждого ключа, можно считать с помощью простой команды ввода байта.

Если разрешить прерывания по изменению состояния всех восьми входов, программа декодирования клавиатуры будет полностью управляться прерываниями.

Эти восемь линий можно также подключить к сдвиговому регистру и сократить количество используемых линий ввода/вывода микроконтроллера до двух или трех, необходимых для управления сдвигом и чтением.

В простейшем варианте все выводы 8-битного порта конфигурируются как входы, а внутренние резисторы подтягиваются к питанию в разрядах 0-3, и к «земле» в разрядах 4-7 (Рисунок 1). Следует сразу оговориться, что такие гибкие настройки поддерживают далеко не все микроконтроллеры.

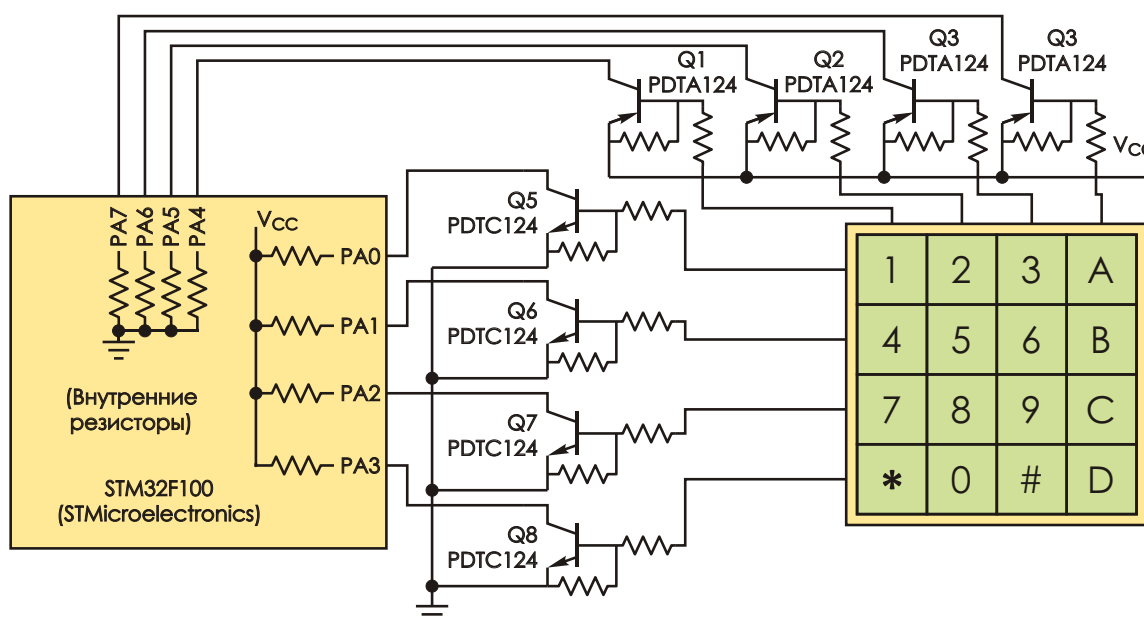


Рисунок 1. Для упрощения декодирования матрицы кнопок 4 × 4 выводы 8-битного порта сконфигурированы входами, которые подтягиваются к питанию и к «земле» с помощью внутренних резисторов.

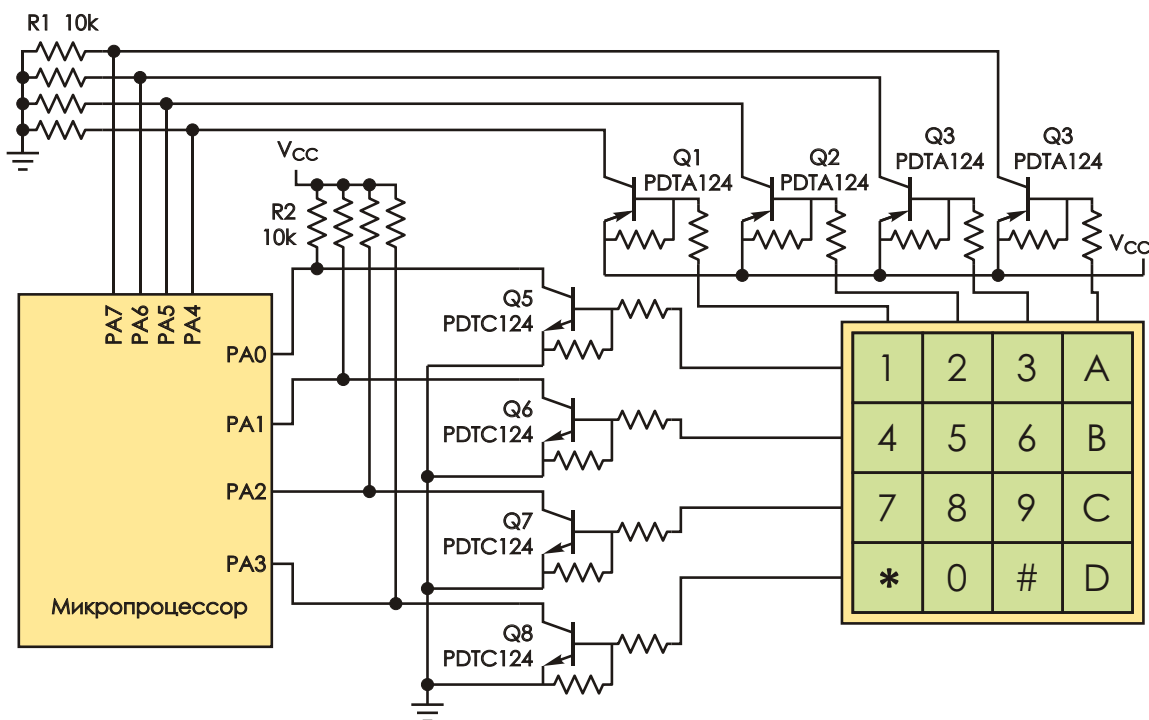


Рисунок 2. Альтернативная схема, в которой используются внешние матрицы резисторов.

Одним из подобных приборов является STM32F100 компании STMicroelectronics, на котором и был собран прототип схемы, показавший отличные результаты.

В схеме на Рисунке 2 используются внешние резисторы. Лучше всего взять пару широко распространенных четырехэлементных резисторных матриц – они компактны, недороги, и добавляют к перечню элементов всего

два компонента. В большинстве случаев подойдут матрицы с сопротивлением 10 кОм.

Конечно же, при одновременном нажатии двух клавиш также будут генерироваться уникальные коды. Но эта ситуация не создает никаких дополнительных сложностей; любая комбинация, в которой две клавиши не имеют общей строки или столбца, может быть программно декодирована. **РЛ**

Схема распознает и восстанавливает зашумленные импульсы

Vladimir Rentyuk

EDN

Предлагаемая схема появилась в результате решения следующей задачи: требовалось сформировать импульс определенной длительности из «грязных» входных импульсных всплесков, которые могли меняться по амплитуде в диапазоне до 60 дБ. Также требовалось обеспечить минимальное время задержки между входными и выходными импульсами, так что автор не мог использовать интегратор или другие обычные в этом случае схемные решения. Описываемая схема используется в радиолокационном дальномере, поэтому малая и постоянная по времени задержка между входными и выходными импульсами является определяющей. Предлагаемое решение прошло практическую проверку и показало отличную работу.

Схема, представленная на Рисунке 1, генерирует импульсы строго заданной длительности из любых входных «грязных» импульсов. Это могут быть, например, пачки импульсов гармонических колебаний (радиоимпульсы), импульсные всплески, импульсы неопределенной длительности и т. д. с амплитудами от 10 мВ до 5 В. Выход схемы – это чистые импульсы с контролируемой длительностью и логическими уровнями положительной полярности.

Входные импульсы поступают на неинвертирующий вход компаратора IC1 через дифференциальную цепочку C4, R5, постоянная времени которой должна быть выбрана минимально приемлемой для вашего приложения. Подстроечным резистором R6 устанавливается порог компаратора, который в

нашем случае может изменяться в пределах от 13 мВ до 60 мВ. В конкретном практическом применении порог компаратора должен быть установлен на минимально допустимый уровень входного сигнала.

Ждущий мультивибратор, выполненный на IC2-1, генерирует выходные импульсы. Второй ждущий мультивибратор, выполненный на IC2-2, формирует защитный интервал или «слепую» временную зону, в которой входные импульсы не будут запускать генерацию выходных импульсов. Этот интервал (его длительность устанавливается элементами R10, C7) должен быть больше, чем длительность выходных импульсов, но короче, чем минимальный ожидаемый период следования входных «полезных» импульсов, несущих информацию.

Когда уровень входных импульсов падает ниже установленного порога компаратора IC1, логический уровень на его выходе меняется с высокого на низкий. (Примечание: начальная установка для IC2-2 – логическая единица на выводе 12). При этом ждущий мультивибратор на IC2-1 генерирует импульсы по отрицательному фронту на входе запуска (вывод 1). Положительный фронт его выходных импульсов запускает ждущий мультивибратор на IC2-2 (через вход запуска положительным фронтом, вывод 10), формирующий защитный интервал. В течение всего этого интервала времени выход с открытым коллектором компаратора принудительно будет удерживаться в низком логическом состоянии. Временная диаграмма этого процесса представлена на Рисунке 2.

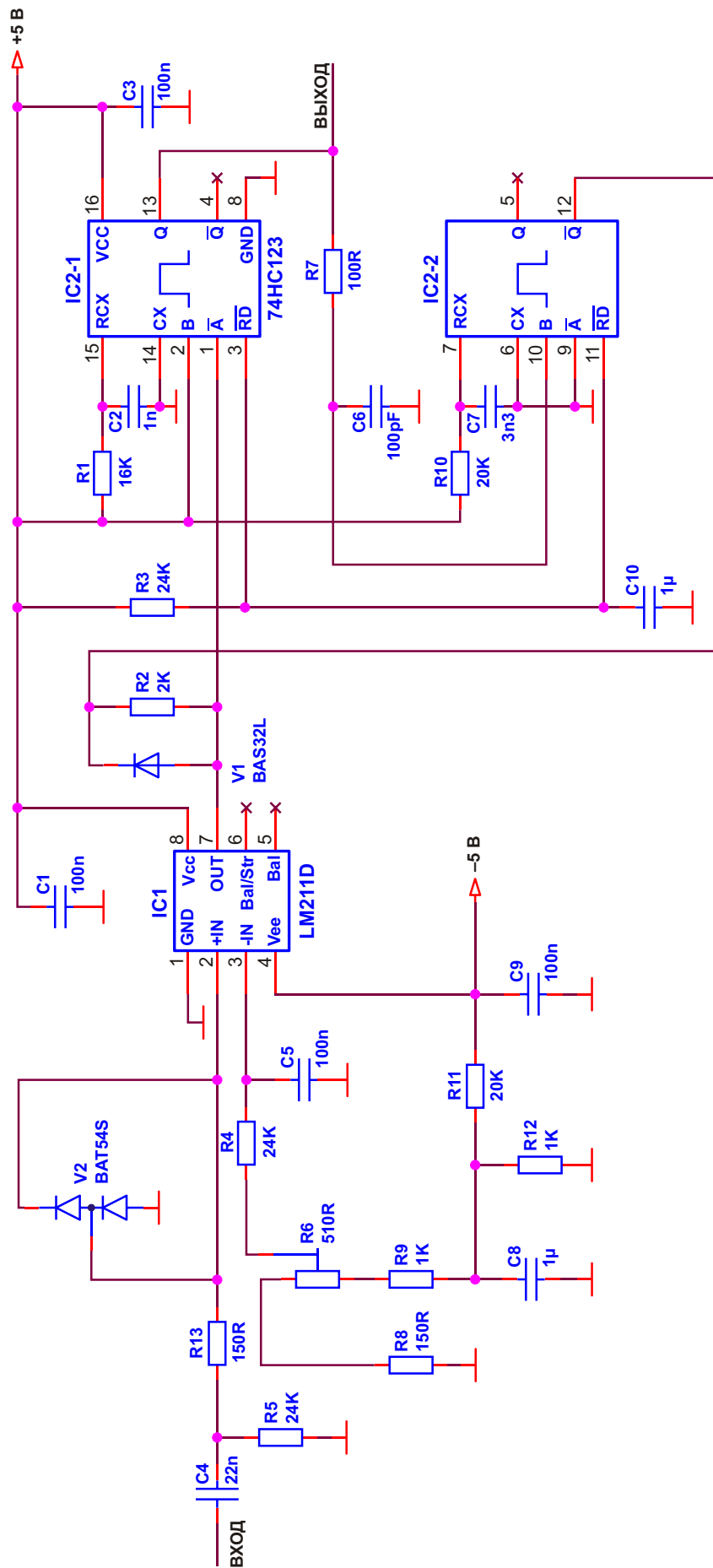


Рисунок 1. Дискриминатор.

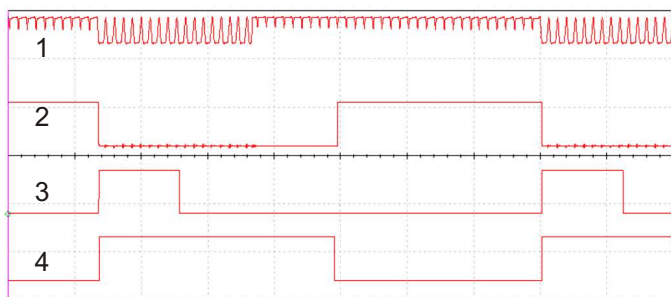


Рисунок 2. Временная диаграмма импульсов дискриминатора, 5 мкс/дел.

Осциллограммы:

1 – Входной «грязный» сигнал с шумом (заполнение 1.5 МГц, длительность радиоимпульса 12 мкс, период пакета 34 мкс);

2 – Выходной сигнал компаратора (вывод 7 IC1);

3 – Выходной импульс, 6 мкс (вывод 13 IC2-1);

4 – Защитный интервал, 17 мкс (вывод 12 IC2-2).

Время задержки схемы, представленной на Рисунке 1, составляет около 120 нс, и может быть уменьшено путем выбора более быстродействующих ИМС. Динамический диапазон устройства более 60 дБ.

Элементы R3 и C10 предназначены для начальной установки обоих ждущих мультивибраторов при включении питания, а цепочка R7, C6 обеспечивает стабильность их запуска. Без нее импульс запуска будет иметь длительность всего несколько наносекунд. Диод V1 служит для быстрого разряда всех паразитных емкостей, соединенных с выходом компаратора IC1.

Как можно видеть, никакие дополнительные входные импульсы не смогут запускать IC2-1. Элементы R13 и V2 являются обязательными, они защищают вход компаратора от сигналов с амплитудами, выходящими за пределы ± 5 В. Естественно, что предлагаемое схемотехническое решение может быть использовано и в случае, если входные импульсы имеют положительную полярность. Для этого нужно изменить подключение входов компаратора. **РЛ**

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

специализированный видеореги­стратор для автотранспорта надежно сохраняет и воспроизводит видео- и аудиоинформацию, маршрут движения, выполняет охран­ные функции во время стоянки и передает информацию по GSM также в продаже модели ОКО Архив АВТО и ОКО Архив АВТО GPS

ОКО Мобайл 3G

видеореги­стратор с возможностью передачи видео по беспроводным сетям 3G также в продаже модели ОКО Мобайл и ОКО Мобайл II - передача видео по GSM



ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ “ОКО АРХИВ”

построение простой, надежной, автономной системы видеонаблюдения для частного и коммерческого секторов

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



“Децима”
Москва, Зеленоград, проезд 4922, дом 4, строение 1
тел: +7 (495) 988 48 58
<http://www.decima.ru>

Антилогарифмический преобразователь линеаризует датчик углекислого газа



Jordan Dimitrov

EDN

Несмотря на то, что для определения концентрации углекислого газа чаще всего используются инфракрасные датчики, электромеханические аналоги составляют им серьезную конкуренцию благодаря высокой чувствительности, широкому диапазону измерений и дешевизне. Электромеханические датчики подключаются к микроконтроллеру, как правило, через буферный усилитель со сверхмалым входным током (менее 1 пА). Усилитель необходим для линеаризации логарифмического отклика датчика. Хорошим примером такого решения может служить модуль SEN-000007 компании Sandbox Electronics, в котором используется датчик CO₂ MG-811, выпускаемый компанией Hanwei Electronics. К сожалению, в [1] приведены подробные схемы датчика и программные коды, но ни слова не сказано о его точности.

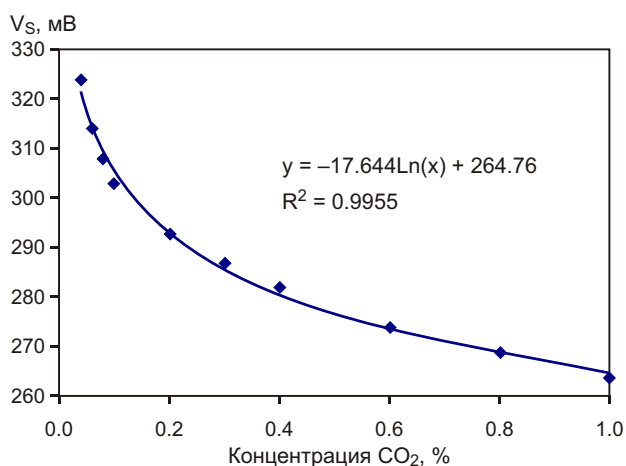


Рисунок 1. Датчик имеет логарифмическую характеристику со смещением 265 мВ.

В статье представлено чисто аппаратное решение проблемы линеаризации, основанное на недорогой схеме, легко подстраиваемой и обеспечивающей хорошую точность. Выходной сигнал можно напрямую подключать к щитовому прибору или микроконтроллеру, причем сигнал не требует никакой сложной обработки, связанной с вычислениями логарифмов или антилогарифмов.

Датчик MG-811 измеряет концентрацию CO₂ в диапазоне от 400 до 10,000 ppm (от 0.04% до 1%). На Рисунке 1 изображена передаточная характеристика датчика. Точки на графике взяты из технического описания MG-811 [1]. Аппроксимирующая кривая и уравнение подобраны с помощью Microsoft Excel.

Схема представлена на Рисунке 2. В ней использованы счетверенный операционный усилитель и согласованная пара транзисторов. Цепь нормализации на микросхемах IC2A и IC2B обеспечивает высокое входное сопротивление для датчика, вычитает из сигнала датчика постоянное смещение 265 мВ и усиливает результирующий сигнал. Конечной целью является преобразование отклика датчика, изначально имеющего логарифмический характер $V_S = \ln C$ (C – концентрация CO₂), к виду, обеспечивающему линейную связь выходного сигнала V_{OUT} с концентрацией CO₂. Для этого на микросхемах IC2C, IC2D и паре согласованных транзисторов Q1, Q2 [2] сделан антилогарифмический преобразователь, реализующий функцию $e^{\ln C} = C$. Микросхема TGS4161 источника опорного

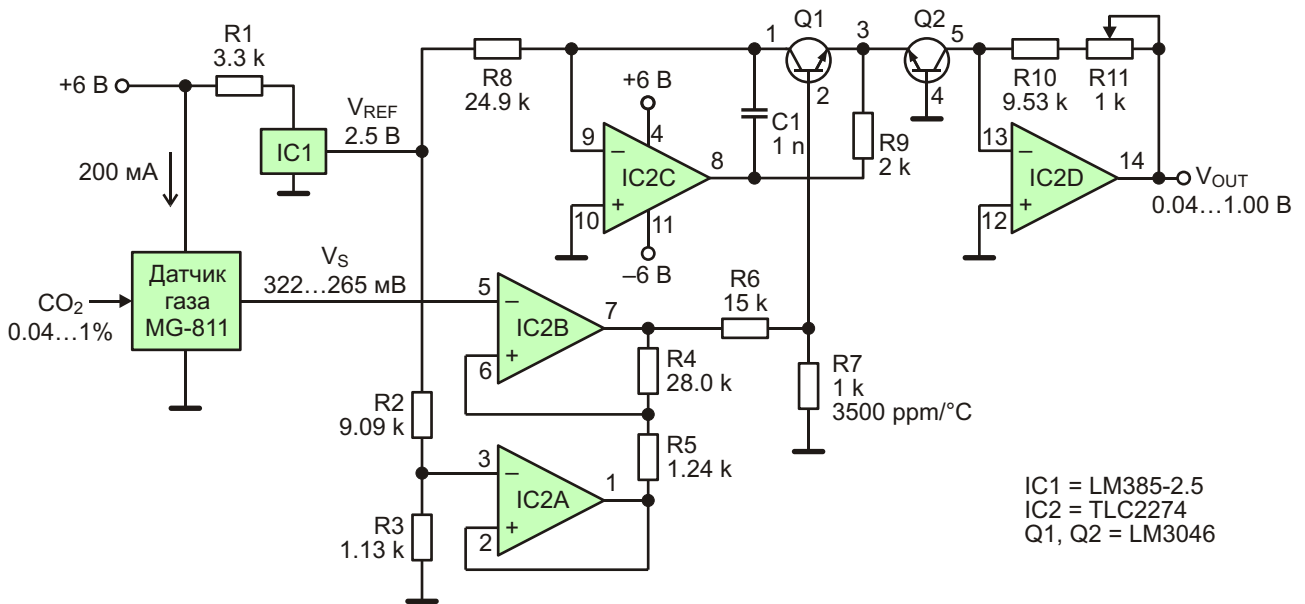


Рисунок 2. Счетверенный операционный усилитель и согласованная пара транзисторов позволяют просто и с минимальными затратами линеаризовать характеристику датчика. R7 это стандартный компенсирующий резистор, такой например, как приборы серий AT35 или ST35, выпускаемые компанией PRC.

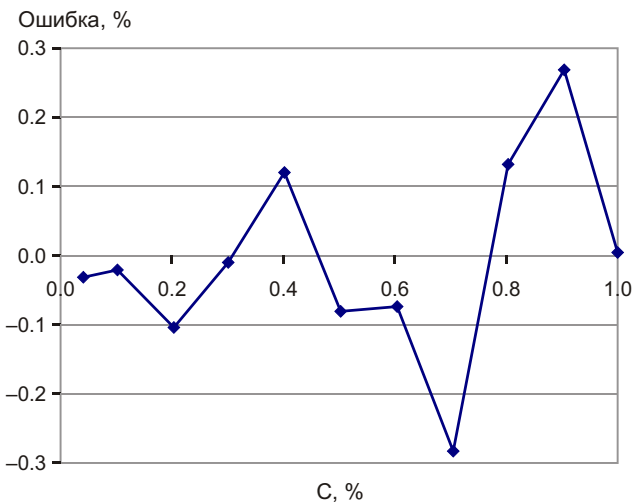


Рисунок 3. Такой точности достаточно для 3.5-разрядного цифрового измерительного прибора.

напряжения 2.5 В позволяет использовать в схеме другие газовые датчики, например, TGS4161 компании Figaro [3], для которого

требуется источник питания не 6 В, а 5 В. Не забывайте, что датчик потребляет весьма существенный ток.

Для настройки схемы не требуется ничего, кроме калибровки полной шкалы с помощью подстроечного резистора R11. Точность $\pm 0.3\%$ (см. Рисунок 3) соответствует параметрам 3.5-разрядного цифрового измерительного прибора. Это намного лучше того, что можно было бы ожидать от датчика такого типа. **РЛ**

Ссылки

1. MG-811 CO2 Sensor Module – <http://sandboxelectronics.com/?p=147>
2. AN-30 Log Converters, National Semiconductor (TI) – <http://www.ti.com/analog/docs/litabs/multiplefilelist.tsp?literatureNumber=snoa641b&docCategoryId=1&familyId=57>
3. TGS4161 Carbon Dioxide detector – http://www.datasheet-pdf.com/datasheet-html/T/G/S/TGS4161_Figaro.pdf.html



РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Если Вам
небезразличны темы:

- ▶ микроконтроллеры
- ▶ автоматизация
- ▶ силовая электроника
- ▶ светотехника
- ▶ САПР
- ▶ измерения

или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других
областях электроники и готовы их
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!