



Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Февраль 2015 (45)



Исследователи создали
самый тонкий в мире
источник энергии

17

36 Red Pitaya и SmartScope
превратят ваш смартфон
или планшет
в осциллограф

Разработка надежных
цифровых интерфейсов
для АЦП
последовательных
приближений

28

PCB-EXPO

24-26 марта 2015

ПЕЧАТНЫЕ
ПЛАТЫ
И МОНТАЖ

ТЕХНОЛОГИИ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬ

МОНТАЖ КОМПОНЕНТОВ

СБОРКА РЗА, КОРПУСА И КОНСТРУКТИВЫ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВСЕХ ВИДОВ ПРОИЗВОДСТВ

КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ВЫСТАВКА



ОРГАНИЗАТОРЫ
ВЫСТАВКИ:



Санкт-Петербург, пр.Ю.Гагарина, 8.
Тел./факс: +7 (812) 777-04-07
www.farexpo.ru/pcb, radel2@farexpo.ru



Москва, 121351 Ярцевская улица, дом 4.
Тел. +7 (495) 221-5015
www.chipexpo.ru, info@chipexpo.ru

Место проведения: Москва,
Краснопресненская наб., 14,
М. Выставочная, ЦВК "Экспоцентр",
Павильон №7

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

А. Грицаенко
В. 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 Наномодули SIMPLE SWITCHER изменят подход к конструированию миниатюрных источников питания
- 5 Cree приступила к производству первых в отрасли сверхярких мощных светодиодов, радикально снижающих стоимость осветительных устройств
- 6 Raspberry Pi 2 получает четырехъядерный процессор
- 7 Imec представляет микросхему RFID транспондера с ультранизким энергопотреблением
- 8 К концу 2014 года GS Nanotech произвела первые полмиллиона чипов SiP Amber S2
- 9 Осциллографы высокой четкости от Rohde & Schwarz позволяют исследовать сигналы с вертикальным разрешением 16 бит
- 10 Компания EPC предлагает мощные монолитные нитрид галлиевые транзисторные полумосты для высокоэффективных преобразователей энергии
- 11 GreenPeak начинает производство нового поколения радиочипов и радиомодулей ZigBee для Умного дома и Интернета вещей
- 12 Infineon поддерживает проект Arduino двумя специализированными платами расширения
- 14 Новый контроллер синхронного выпрямителя компании Diodes адресован изготовителям зарядных устройств для портативных устройств
- 14 Infineon представляет новый класс IGBT со сверхнизкими общими потерями для частот переключения от 50 Гц до 20 кГц
- 15 THine разработала первый в отрасли драйвер электродвигателя с интерфейсом LVDS
- 17 Исследователи создали самый тонкий в мире источник энергии
- 18 Powervation анонсировала новейшую серию цифровых контроллеров DC/DC преобразователей
- 19 Microchip выпускает новые драйверы MOSFET с принципиально новой архитектурой
- 20 Ученые создали микросхемы, работающие при температуре свыше 350 °C
- 21 Renesas Electronics представляет новое семейство 32-разрядных микроконтроллеров с поддержкой емкостных датчиков прикосновения
- 23 Peregrine Semiconductor начинает поставки первых в отрасли высокочастотных коммутаторов, работающих на постоянном токе
- 24 ANADIGICS расширяет продуктовую линейку для инфраструктуры WiFi
- 25 Linear Technology выпускает высокоэффективный понижающий преобразователь с входным напряжением 140 В

Статьи

- 28 Разработка надежных цифровых интерфейсов для АЦП последовательных приближений
- 36 Red Pitaya и SmartScope превратят ваш смартфон или планшет в осциллограф
- 40 Шаговые двигатели: особенности и практические схемы управления. Часть 2
- 49 Особенности микроконтроллеров PIC16F170x/171x. Часть 2
- 54 МАСТЕР-ЛОМАСТЕР+ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. Настольные технологии 1969 года: внутри корпуса калькулятора Compucon

Схемы

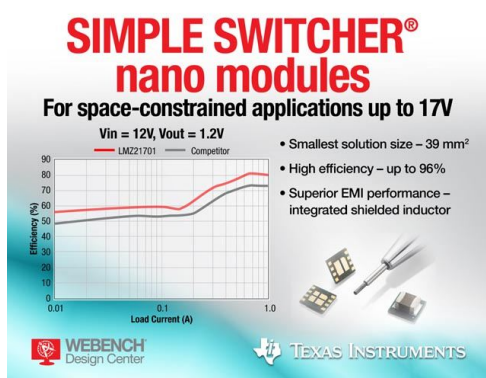
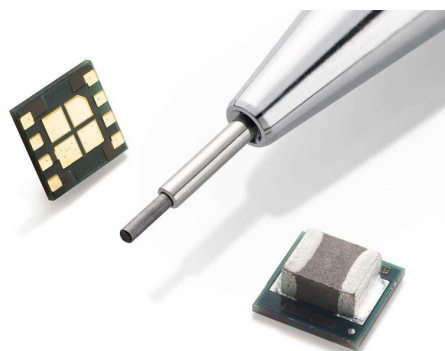
- 56 Монолитный синхронный понижающий преобразователь с функциями контроля входного и выходного токов и температуры
- 59 Стробоскоп на светодиодах с независимой регулировкой задержки и длительности импульса
- 62 Небольшой, простой источник высокого напряжения на одной ИМС
- 64 Линейный генератор пилообразных сигналов на одном операционном усилителе
- 66 Повышающий преобразователь отрицательного напряжения в положительное
- 69 Динамическая электронная нагрузка для исследования переходных режимов источников питания
- 74 Простая симисторная схема выключателя с контролем пересечения нуля

Наномодули SIMPLE SWITCHER изменяют подход к конструированию миниатюрных источников питания

Самые миниатюрные в отрасли высокоэффективные решения для DC/DC преобразователей источников питания промышленных, коммуникационных и корпоративных систем

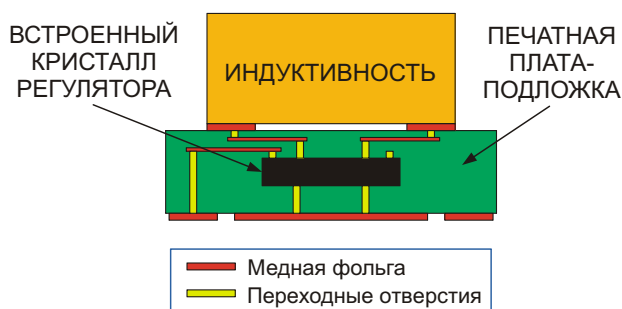
К семейству силовых модулей SIMPLE SWITCHER Texas Instruments (TI) добавила четыре новых прибора со сверхмалым потреблением мощности, которые позволят изменить подход к конструированию источников питания для приложений с ограниченным пространством. 17- и 5-вольтовые наномодули, имеющие высокие технические характеристики при рекордно малых для отрасли габаритах, адресованы разработчикам источников питания с токами от 100 мА до 2 А, используемых в таких промышленных устройствах, как серверы, средства промышленной автоматизации, контрольно-измерительное оборудование и сетевые камеры видеонаблюдения.

временно сократив их размеры и ускорив выход на широкий рынок.



Имея за плечами измеряемый десятилетиями опыт создания инновационных решений для управления питанием, в 2015 году TI отмечает 25-летний юбилей семейства SIMPLE SWITCHER. Первые регуляторы LM257х и LM258х с широким диапазоном входных напряжений TI представила в 1990 году.

Силовые модули DC/DC преобразователей, по сравнению с дискретными решениями экономящие до 40% площади печатной платы, различаются следующими параметрами:



Поперечное сечение корпуса модуля.

Модуль	Напряжение	Ток
LMZ21700	17	0.65
LMZ21701	17	1
LMZ20501	5	1
LMZ20502	5	2

В приборах сочетаются высокий КПД с исключительной плотностью упаковки и сниженным уровнем электромагнитных излучений, даже при облегченных нагрузках. Четыре модуля позволят разработчикам расширить функциональность своих систем, одно-

Основные особенности и преимущества

- Самые компактные в отрасли решения (от 30 мм²), по сравнению с вариантами на дискретных элементах позволяющие сэкономить до 40% площади печатной платы;
- Небольшое количество компонентов упрощает конструкцию и повышает надежность системы;
- Высокий КПД во всем диапазоне рабочих режимов;

- Низкие пульсации выходного напряжения, не превышающие 10 мВ пик-пик, позволяют использовать модули для питания высокочувствительных систем;
- Низкий уровень электромагнитных излучений, отвечающий требованиям стандарта CISPR 22 (Class B), регламентирующего параметры излучаемых и кондуктивных помех;
- Вывод «Питание в норме» упрощает организацию многошинных систем питания.

Доступность и цены

Все четыре модуля уже выпускаются серийно. На приборы, приобретаемые партиями от 1000 шт., установлены следующие цены (за один модуль):

- LMZ21700 – \$1.55,
- LMZ21701 – \$1.75,
- LMZ20501 – \$1.55,
- LMZ20502 – \$1.90.

Срее приступила к производству первых в отрасли сверхярких мощных светодиодов, радикально снижающих стоимость осветительных устройств

Выполненные на технологической платформе SC5, светодиоды ХНР имеют удвоенную светоотдачу

Компания Cree сообщила о коммерческой доступности сверхмощных светодиодов серии XLamp Extreme High Power (ХНР) – нового класса приборов, позволяющих снизить стоимость светотехнических приложений до 40%. XLamp ХНР50 и ХНР70 – первые светодиоды, созданные на революционной технологической платформе SC5, светоотдача которых, при более высокой надежности, вдвое превышает светоотдачу любых предыдущих приборов такого же размера. Прорывная технология новых светодиодов ХНР послужит толчком к созданию инновационных конструкций источников света.



Используя светодиоды ХНР, изготовители светотехники смогут радикально снизить размеры и стоимость их изделий, получая тот же уровень яркости при меньшем количестве светодиодов и большей надежности. Светодиоды ХНР дадут возможность создавать новые конструкции осветительных приборов,

сократив количество оптических компонентов, и уменьшив как размеры печатной платы и корпуса, так и объем сборочных операций. Светодиоды ХНР, несмотря на более высокие по сравнению с приборами предыдущих поколений рабочие температуры и токи, имеют больший срок службы, позволяя производителям минимизировать размеры теплоотводов и стоимость конечных изделий без ущерба для их долговечности.

Кроме того, в ХНР заложен дополнительный резерв снижения себестоимости на системном уровне, недостижимый для светодиодов других конструкций. Например, при использовании светодиодов ХНР для освещения автострад и улиц, приборы не только обеспечат снижение стоимости светильников, но и позволят значительно снизить их размеры и вес. Столь же ощутимую экономию средств по сравнению с существующими решениями можно получить и во множестве других светотехнических приложений, включая беговые дорожки, стадионы и подвесные светильники.

ХНР – первые светодиоды, выполненные на новейшей технологической платформе SC5, позволившей существенно улучшить характеристики приборов в части светоотдачи, насыщенности цвета и гибкости конструкции. Светодиоды XLamp ХНР50 и ХНР70 вновь ломают отраслевые барьеры пределов плотности светового потока, отдавая 2546 лм

при мощности 19 Вт в корпусе 5.0 × 5.0 мм, и до 4022 лм при 32 Вт в корпусе 7.0 × 7.0 мм, соответственно. За счет усовершенствования процесса преобразования света Cree удалось снизить разброс колориметрических характеристик и, помимо других опций, предложить светодиоды XHP, имеющие после прохождения двух- и трехступенчатой разбраковки цветовую температуру от 3500К до 2700К с индексами цветопередачи 80 и 90.

Светодиоды XHP выпускаются в новых инновационных корпусах, дающих производителям выбор между 6- и 12-вольтовыми конфигурациями одних и тех же приборов за счет изменения топологии контактных площадок печатной платы.

Образцы приборов XLamp XHP50 и XHP70 можно получить немедленно. Поставки промышленных партий осуществляются в рамках стандартных сроков.

Raspberry Pi 2 получает четырехъядерный процессор

William Wong

Electronic Design

Мы дождалась появления Raspberry Pi 2. Это значительный шаг вперед по сравнению с Raspberry Pi B+, принесшей в свое время четыре порта USB, наряду с портами HDMI и 10/100 Ethernet. 40-контактный штыревой разъем и слот microSD в Raspberry Pi 2 остались прежними (Рисунок 1). Объем RAM удвоился до 1 ГБ, однако главные изменения связаны с использованием нового четырехъядерного процессора BCM2836, работающего на тактовой частоте 900 МГц.

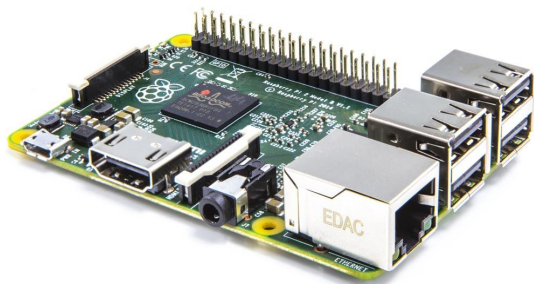


Рисунок 1. Raspberry Pi 2 имеет четырехъядерный процессор BCM2836 и 1 Гбайт RAM.

В составе Broadcom BCM2836 имеются графический процессор, цифровой сигнальный процессор и четыре 32-разрядных ядра ARMv7. По быстродействию он в шесть раз превосходит Raspberry Pi предыдущих версий. На плате установлены также четырехполюсный разъем стерео выхода и порт композитного видео, дополняющий порт 1080p HDMI. Среди дополнительных линий ввода/вывода есть порт камеры CSI и порт DSI для подключения сенсорного дисплея Raspberry Pi.

Для энергонезависимого хранения данных предусмотрен слот карты microSD, в отличие от BeagleBone Black, имеющей 2 ГБ запаянной на плату памяти eMMC, или Texas Instrument с их платой AM335x, для которых microSD является только дополнительной опцией.

За дополнительную плату компания Element 14 предоставляет карту microSD емкостью 8 Гбайт с предустановленным NOOBS (New Out Of the Box Software – новое ПО, готовое к использованию). Пользователю предоставлен выбор из множества вариантов, включая такие опции Linux, как Arch Linux, Raspian (на основе Debian), Ubuntu или Pidora (ремикс ОС Fedora), плюс варианты, несовместимые с Linux, например, RICS OS (Рисунок 2).

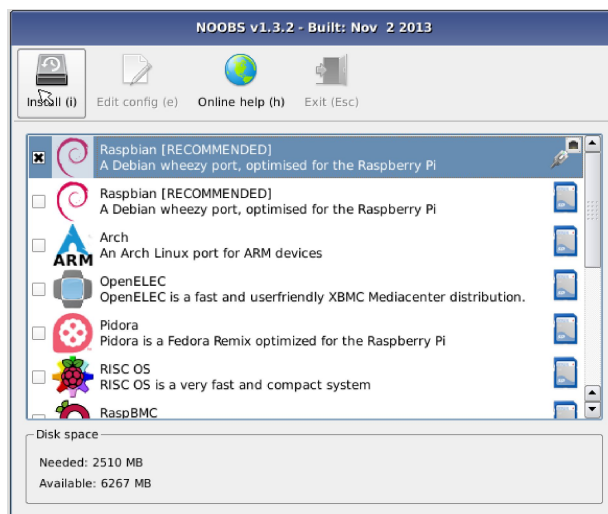


Рисунок 2. NOOBS: окно простого в использовании менеджера установки для Raspberry Pi.

Интересным и неожиданным стало заявление Microsoft, что на Raspberry Pi 2 сможет устанавливаться Windows 10. Пока ее нет, так что, если вы будете приобретать плату в ближайшее время, вам придется выбирать из

перечисленных выше опций. Моя плата сейчас идет по почте, но когда она обзаведется Windows 10, я обязательно сообщу.

Raspberry Pi 2 можно приобрести у компании Element 14 за \$35.

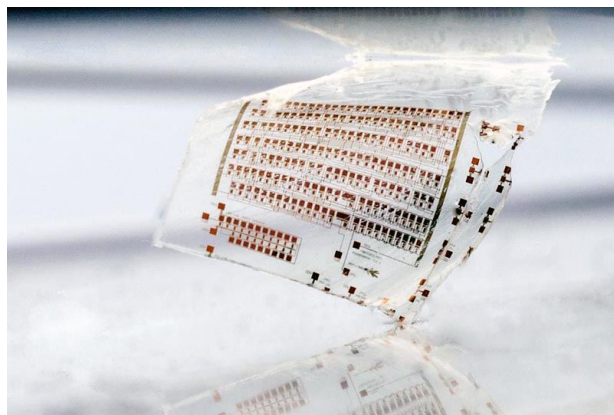
Imes представляет микросхему RFID транспондера с ультранизким энергопотреблением

Микро- и наноэлектронный научный центр imes в рамках Международной конференции по электронике IEDM 2014 продемонстрировал микросхему RFID транспондера с ультранизким энергопотреблением. Выполненная по технологии выращивания тонкопленочных транзисторов (TFT) на пластиковой пленке, микросхема работает при напряжении менее 1 В. Новый транспондер открывает дорогу для таких универсальных, требующих оснащения датчиками приложений, как RFID-маркировка на уровне элементов, сети мониторинга состояния тела (Body Area Network – BAN) и мониторинг окружающей среды, которым нужны продолжительное время автономной работы, предельно малая толщина, повышенная гибкость и надежность.

Одной из главных движущих сил полупроводниковой промышленности является Интернет вещей (IoT). Прогнозы рынка рисуют мир, где миллиарды автономных сенсорных узлов, органично встроенных в объекты, в окружающую среду и на человеческие тела, независимо работают на протяжении месяцев, взаимодействуя друг с другом и подключаясь к сети Интернет. С развитием IoT связаны ожидания улучшения качества повседневной жизни благодаря появлению умных домов и умных машин, постоянному мониторингу здоровья и многому другому. Компании, задействованные в цепочке производства электронных устройств, спешат определить свое видение и стратегию и понять, каким образом Интернет вещей вписывается в концепцию развития их продуктовых линеек.

Чтобы сделать такое видение IoT реальностью, imes эффективно использует свои знания и опыт в области тонкопленочной электроники, компонентов с ультранизким энергопотреблением и датчиков, решая на этом пути множество технологических про-

блем. Разработчики продемонстрировали микросхему 8-разрядного транспондера, выполненного по технологии тонкопленочных транзисторов. Микросхема работает при напряжении питания 0.55 В, потребляя при этом всего 2.5 мкВт. Обычная батарейка типа-размера AAA может обеспечивать ее питанием более 20 лет. Кроме того, технология производства микросхем на полимерной пленке 25 мкм совместима с инфраструктурой производства потребительских товаров (фабрики по производству панелей для плоских экранов), что решает проблемы механической гибкости, цены, толщины и надежности. Чип может быть встроен в защищаемые документы, умные упаковки, одноразовые электронные устройства или ткани.



Исследования проводились в рамках технической программы создания тонкопленочной электроники, выполняемой Holst Centre (основанным imes и TNO), и при поддержке Евросоюза, оказывавшейся через проект COSMIC, результатом реализации которого стала разработка технологии производства комплементарных тонкопленочных схем для таких устройств, как драйверы управления затворами для гибких экранов, АЦП, АЛУ и RFID-метки.

К концу 2014 года GS Nanotech произвела первые полмиллиона чипов SiP Amber S2

В 2014 году предприятие GS Nanotech, входящее в состав инновационного кластера «Технополис GS» в Калининградской области, первым в России наладило массовый выпуск многокристального микропроцессора коммерческого назначения по технологии SiP (System-in-Package, «Система-в-корпусе») – GS Nanotech SiP Amber S2. Устройство было полностью разработано научно-исследовательским-подразделением GS Nanotech. Само предприятие является крупнейшим в стране центром разработки и производства микросхемной продукции потребительского назначения и единственным заводом, предоставляющим услуги по проектированию и сборке многокристальных модулей по технологии SiP на контрактной основе.



На сегодняшний день во многих электронных бытовых устройствах – цифровых фотокамерах, сотовых телефонах, MP3-плеерах – повсеместно используются многокристальные микропроцессоры. Предприятие GS Nanotech стало первым в России, кто начал применять технологию SiP для потребительского рынка и выпускать большие объемы таких микросхем в коммерческих целях. Это можно назвать важным шагом в области развития отечественной потребительской электронной индустрии.

Микрочип, созданный по технологии SiP, – это комбинация в едином модуле нескольких активных электронных компонентов разной функциональности, что позволяет создать высокоинтегрированный продукт, необходи-

мый для конкретного устройства и чаще всего выпускаемый на заказ. GS Nanotech SiP Amber S2 представляет собой центральный процессор с интегрированным сопроцессором GS Lanthanum, оперативной памятью DDR3 и NOR FLASH накопителем. Готовая конструкция обладает компактными размерами, повышенной защищенностью данных, значительно более высокой скоростью передачи сигналов и имеет сниженную себестоимость, что важно для современных производителей электроники. Эти характеристики определили широчайшую сферу возможного применения микропроцессора GS Nanotech SiP Amber S2: телекоммуникации, системы безопасности, медицина и т.д.

На сегодняшний день микросхема GS Nanotech SiP Amber S2 является центральной частью выпускаемого холдингом GS Group под брендом General Satellite современного спутникового ресивера, поддерживающего прием каналов в HD качестве. В ноябре 2014 года состоялся запуск массового производства новой линейки абонентских устройств на базе GS Nanotech SiP Amber S2. До конца 2014 года завод выпустил 500,000 микрочипов данного типа, а к концу 2015 года производство выйдет на плановые мощности – 2 млн. микрочипов в год.





Проект по разработке микросхемы по технологии SiP стартовал на предприятии GSNanotech в сентябре 2013 года. В январе 2014 года была произведена успешная валидация первого прототипа, и уже весной состоялась валидация второго прототипа, а в августе был объявлен старт массового производства GS Nanotech SiP Amber S2. Ровно через год от начала проекта – в сентябре 2014 года – первая партия микрочипов была отгружена заказчику.

<http://www.gsnanotech.ru/>

Осциллографы высокой четкости от Rohde & Schwarz позволяют исследовать сигналы с вертикальным разрешением 16 бит

Режим высокой четкости (HD) увеличивает вертикальное разрешение осциллографов R&S RTO и R&S RTE вплоть до 16 бит, что в 256 раз лучше в сравнении с 8-битными приборами. Осциллограммы становятся более четкими, позволяя различать мелкие детали сигнала, которые в обычном режиме были бы замаскированы шумами. Пользователи получают возможность еще более точного анализа результатов измерений.

Режим высокой четкости позволяет использовать осциллографы R&S RTO и R&S RTE для работы с приложениями, где первостепенное значение имеет высокое разрешение по вертикали. Это особенно актуально при необходимости детального изучения слабых составляющих сигналов на фоне высоковольтных компонентов. Типичным примером является исследование импульсных источников питания. Характеристики напряжений на узлах коммутируемых устройств во время их включения и выключения должны определяться за одну выборку. Поскольку изменения напряжения во время таких циклов переключения могут достигать нескольких сотен вольт, для точного измерения малых составляющих сигнала высокое разрешение имеет исключительно большое значение.

Режим высокой четкости (HD) увеличивает вертикальное разрешение осциллографов R&S RTO и R&S RTE вплоть до 16 бит, что в 256 раз лучше в сравнении с 8-битными приборами. Для достижения высокого разрешения сигнал подвергается низкочастотной фильтрации непосредственно после аналого-цифрового преобразователя. Фильтр снижает уровень шумов, увеличивая, таким образом, отношение сигнал/шум. Пользователи



имеют возможность подстройки фильтра нижних частот под любой исследуемый сигнал, изменяя его полосу пропускания от 10 кГц до 500 МГц. Чем уже полоса пропускания фильтра, тем выше разрешение.

Повышенное разрешение делает осциллограммы более четкими, показывая детали сигнала, которые в обычном режиме были бы замаскированы шумами. Для реализации возможности детального анализа формы сигналов, чувствительность входов осциллографа была повышена до 500 мкВ/дел. Благодаря использованию малошумящего входного формирователя сигналов и высокоточного однодвухканального АЦП, осциллографы R&S RTO и R&S

RTE имеют превосходный динамический диапазон и отличную точность измерений. Переключение в режим высокой четкости позволяет пользователем анализировать результаты измерений с еще большей точностью.

Чувствительности разработанной Rohde & Schwarz уникальной системы цифровой синхронизации вполне хватает для запуска развертки даже в режиме самого высокого разрешения. Каждая из выборок, разрядность которых может достигать 16, проверяется на выполнение условий запуска, и может инициировать начало развертки. Это означает, что осциллографы Rohde & Schwarz способны выделять для детального анализа даже мельчайшие компоненты сигналов.

Переключение в режим высокой четкости никак не сказывается на скорости измерений

или на выполняемых функциях. Поскольку цифровая фильтрация, увеличивающая разрешение и подавляющая шумы, выполняется в реальном времени специализированной микросхемой осциллографа, скорости выборки и обработки сигналов остаются высокими. Осциллографы работают устойчиво и быстро, без пауз на выполнение вычислений. Более того, все средства анализа, такие, как автоматические измерения, БПФ и режим сохранения истории, теперь могут использоваться также и в режиме высокой четкости.

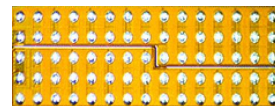
Rohde & Schwarz уже разработала и предлагает потребителям опции программной поддержки режима высокой четкости R&S RTO-K17 и R&S RTE-K17.

Компания EPC предлагает мощные монолитные нитрид галлиевые транзисторные полумосты для высокоэффективных преобразователей энергии

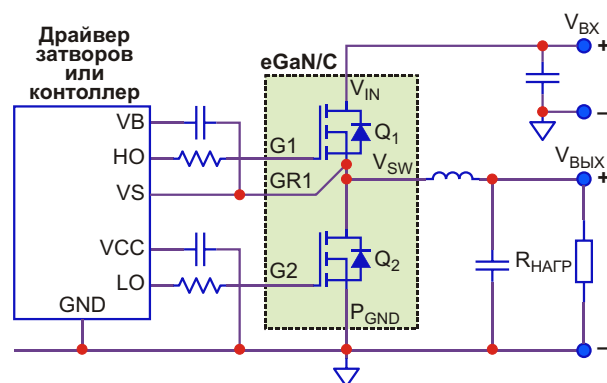
Efficient Power Conversion анонсирует 60- и 80-вольтовые полумосты EPC2102 и EPC2103, расширяющие отмеченное наградами семейство мощных GaN транзисторов

Компания Efficient Power Conversion (EPC) анонсировала новые монолитные полумостовые схемы EPC2102 и EPC2103 с допустимыми напряжениями 60 В и 80 В, соответственно, основанные на обогащенных GaN МОП транзисторах. Интеграция двух мощных eGaN МОП транзисторов в одном устройстве минимизирует индуктивности межсоединений и вдвое снижает требуемую площадь печатной платы. Благодаря этому увеличиваются как плотность мощности, так и КПД, особенно на высоких частотах, а также снижается стоимость монтажа для конечных пользователей систем преобразования энергии.

Полумосты предназначены для высокочастотных DC/DC преобразователей напряжения.



При использовании EPC2103 в типовой схеме понижающего преобразователя 42 В/12 В с рабочей частотой 500 кГц КПД при выходном токе 20 А превышает 97%. КПД понижающего преобразователя 42 В/14 В с полумостом EPC2102, работающего на частоте 500 кГц, достигает 98% при токе нагрузки 18 А.



Типовая схема включения EPC2102/EPC2103.

Оба прибора выпускаются в корпусе с размерами кристалла (6.05 × 2.3 мм), повышающим плотность мощности, а также улучшающим скорость переключения и тепловые характеристики.

Основные характеристики транзисторных полумостов

Модуль	EPC2102	EPC2103
Напряжение	60 В	80 В
R _{DS(ON)} (тип.)	3.2 Ом	3.8 Ом
Q _G (общий заряд затвора)	6.8 нКл	6.5 нКл
Импульсный ток стока (макс.)	215 А	195 А

Отладочные платы

На отладочных платах EPC9038 и EPC9039, каждая из которых имеет размеры

50.8 мм × 50.8 мм, установлены полумостовые компоненты EPC2102 или EPC2103, соответственно. В обоих вариантах используется микросхема драйвера затворов LM5113 компании Texas Instruments, а также источник питания и развязывающие конденсаторы. Отладочные платы, топология которых оптимизирована для обеспечения максимально высоких характеристик переключения, снабжены многочисленными контрольными точками, облегчающими измерение параметров сигналов и расчет КПД.

Цены и доступность

В партиях из 1000 приборов полумосты EPC2102 и EPC2103 стоят \$6.85 и \$7.58 за штуку, соответственно. Все приборы можно приобрести у дистрибьюторской компании Digi-Key.

GreenPeak начинает производство нового поколения радиочипов и радиомодулей ZigBee для Умного дома и Интернета вещей

Новые радиочипы и интегрированные модули позволяют разработчикам легко и быстро добавить функциональность Умного дома или Интернета вещей к своим устройствам и решениям

Компания GreenPeak освоила производство микросхем ZigBee коммуникационных контроллеров GP691 и интегрированных ZigBee модулей GPM6000, предназначенных для сетей и устройств в приложениях Умного дома и Интернета вещей.



Новый коммуникационный контроллер GP691 отвечает требованиям стандарта IEEE 802.15.4 надежной широкополосной передачи данных в диапазоне 2.4 ГГц и поддерживает полный стек и приложения для ZigBee, включая профили ZHA и ZLL. GP691 содержит радиочастотный приемопередатчик, MAC процессор реального времени, мик-

роконтроллер, модуль безопасности, 16 КБ ОЗУ и 248 КБ Flash для обновления прошивок. Помимо полной поддержки последней спецификации ZigBee 3.0 (включая ZHA 1.2) для беспроводных сетей датчиков и управляющих сетей, новый чип GP691 получил передатчик и приемник, эффективность которых не имеет себе равных в отрасли. Это очень важно при создании устройств для Умного дома и Интернета вещей, питающихся от батарей или от окружающей энергии. Прошивка контроллера, обновление которой может выполняться непосредственно на плате, поддерживает новые протоколы стандарта 802.15.4, такие, например, как Thread.

Спецификация ZigBee 3.0 поддерживает широкий диапазон домашних и корпоративных приложений, а также такие промышленные системы, как Smart Energy и Light Link. Совместимая со стандартом IEEE 802.15.4, спецификация описывает механизмы разрешения коллизий, обусловленных мертвыми зонами приема и помехами от ячеистых сетей WiFi, обеспечивая полное покрытие

многоэтажных зданий. ZigBee 3.0 поддерживает также большие сети, образованные тысячами устройств, что позволяет использовать его в промышленности и в системах автоматизации зданий. Помимо этого, в ZigBee 3.0 включена опция Green Power, как часть профилей ZHA и ZLL, ориентированная на устройства сбора энергии и безбатарейные приборы. Не нуждаясь в батареях, такие самоподдерживающиеся устройства могут собирать энергию в количестве, вполне достаточном для передачи в сеть коротких команд с помощью ZigBee.

В партнерстве с компанией USI (Universal Scientific Industrial), Шанхай, на основе GP691 GreenPeak создала интегрированный

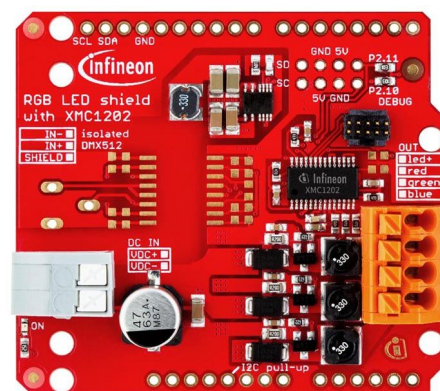
модуль, который, освободив разработчиков от проблем интеграции и забот о соблюдении международных регламентов связи, существенно сократит им время вывода продуктов на широкий рынок. Компактный, готовый к использованию сертифицированный модуль размером 25 17 2.5 мм содержит усилительный каскад с выходной мощностью до 20 дБм, специальные схемы передатчика и приемника, интегрированную антенну и разъем для дополнительной внешней антенны. Совокупность этих средств увеличивает дальность и надежность связи, обеспечивая покрытие целых зданий. Этот модуль будет первым устройством в серии GPM6000, оптимизированным для приложений Умного дома.

Infineon поддерживает проект Arduino двумя специализированными платами расширения

Infineon Technologies сообщила о выпуске двух плат расширения для сообщества разработчиков Arduino. Платы предназначены для приложений управления RGB источником света и электродвигателями.

Обе платы совместимы с Arduino Uno R3 и могут работать в связке с набором разработчика XMC1100 Boot Kit, оснащенным 32-разрядным микроконтроллером семейства XMC1100. Во всех продуктах XMC1000 используется процессор ARM Cortex-M0. В плате управления RGB светодиодами (RGB LED Lighting Shield) установлен микроконтроллер XMC1202 с устройством управления яркостью (Brightness Color Control Unit – BCCU). Сильноточная плата управления двигателями постоянного тока (DC Motor Control Shield) содержит выпускаемый Infineon интегральный полумостовой драйвер для управления электромоторами.

Плата Infineon RGB LED Lighting с процессором XMC1202 для Arduino



Плата RGB LED Lighting.

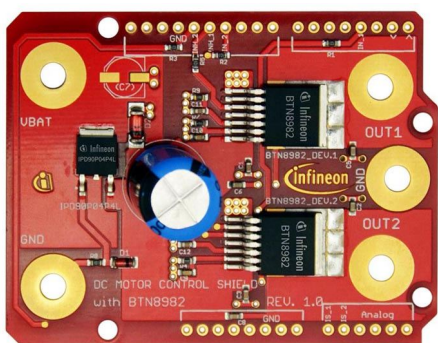


Набор разработчика XMC1100 Boot Kit.

RGB LED Lighting компании Infineon – это интеллектуальная оценочная плата для Arduino, предназначенная для недорогой и быстрой сборки и отладки макетов систем управления различными светодиодами. Плата с микроконтроллером XMC1202 семейства XMC1200 имеет три независимых выходных канала, обеспечивающих свободное от мерцаний, контролируемое свечение многоцветных светодиодов. Экономичные микроконтроллеры XMC1200 содержат все средства, необходимые для высококачественной передачи цвета, включая полное диммирование, не сопровождаемое мерца-

нием при любых уровнях яркости. Встроенный модуль автоматического управления яркостью и цветом (BCCU) позволяет создавать высококачественные, гибкие и малозатратные, легко конфигурируемые устройства светодиодного освещения с плавным управлением интенсивностью и соотношением цветов. Используя интерфейс DMX, можно расширить функциональные возможности платы, чтобы использовать ее, например, в составе световых и аудио узлов или 24-гигагерцовых радиолокационных датчиков для детекторов движения.

Плата Infineon DC Motor Control с драйвером BTN8982TA для Arduino



Плата DC Motor Control с модулем BTN8982TA.

Плата DC Motor Control с модулем BTN8982TA предназначена для быстрого и малозатратного макетирования полу- или полномостовых схем управления двигателями. Плата может управлять двумя однонаправленными или одним двунаправленным

двигателем постоянного тока. На плате установлены два полностью интегрированных сильноточных полумостовых драйвера NovalithiC BTN8982TA, оптимизированных для приложений управления двигателями. В корпусе драйвера BTN8982TA смонтированы два кристалла MOSFET (р-канальный в верхнем плече и n-канальный в нижнем) и интегральная схема драйвера с одной логической схемой для управления и контроля мощности. Кроме того, необходимо отметить наличие таких функций, как диагностика состояния путем измерения выходных токов, управление скоростью нарастания, генерация интервалов «мертвого» времени, защита от перегрева, а также от перегрузки по току и коротких замыканий. Подключение к микроконтроллеру не составляет никакого труда, поскольку все входы управления BTN8982TA имеют стандартные логические уровни.

NovalithiC BTN8982TA позволяет создавать оптимальные по затратам и очень компактные решения для защищенного сильноточного ШИМ-управления двигателями. Плата DC Motor Control с драйвером BTN8982TA формирует сигналы ШИМ, частота которых может достигать 30 кГц. Плата способна в непрерывном режиме управлять щеточными двигателями постоянного тока мощностью до 250 Вт (например, 12 В/20 А), в то время, как сам драйвер BTN8982TA выдерживает пиковые броски тока до 55 А.

Доступность

Обе платы расширения для Arduino можно приобрести в компаниях Farnell element14 и Newark element14, или же через дистрибьюторов Infineon.

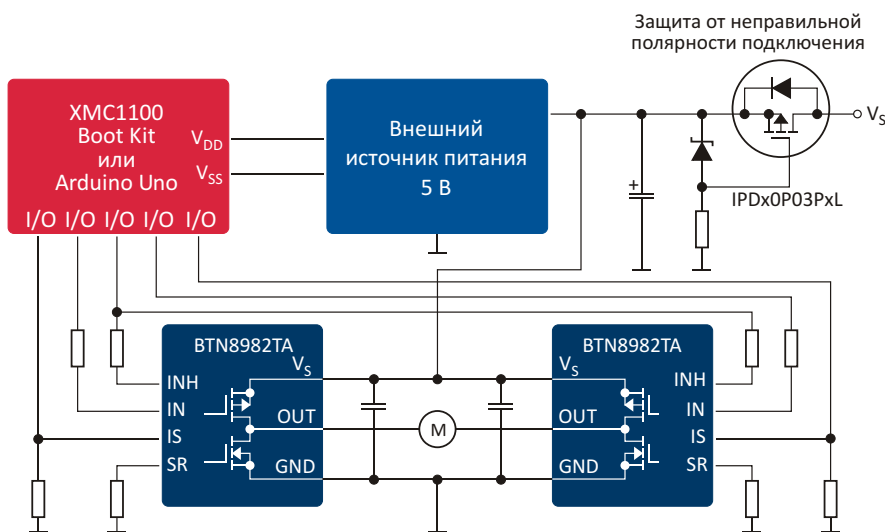


Схема включения платы DC Motor Control Shield.

Новый контроллер синхронного выпрямителя компании Diodes адресован изготовителям зарядных устройств для портативных устройств

Diodes Incorporated выпустила новую микросхему контроллера синхронного выпрямителя APR343. Прибор предназначен для создания высокоинтегрированных, эффективных и малозатратных зарядных устройств для сотовых телефонов и аналогичных портативных устройств.



В APR343 интегрирован драйвер MOSFET вторичной стороны с функцией измерения выходного напряжения для управления первичной стороной системы. Такая конфигура-

ция схемы позволяет осуществлять синхронное выпрямление в режиме непрерывной проводимости, измеряя напряжение между стоком и истоком MOSFET и вырабатывая периодический сигнал управления MOSFET, когда выходное напряжение опускается ниже определенного порога. Благодаря быстрому отклику на изменения напряжения вторичной стороны, APR343 может улучшить переходные характеристики системы управления первичной стороной и снизить потери мощности в выпрямителе вторичной стороны.

APR343 снабжена защитой от перегрузки по напряжению и блокировкой при пониженном входном напряжении. Конструкция микросхемы минимизирует количество необходимых внешних компонентов. Выпускаемый в корпусе SOT25 контроллер обеспечивает высокие характеристики выпрямительных схем, удовлетворяющие возрастающим требованиям, предъявляемым к преобразователям источников питания для рынков потребительской и бытовой техники.

Infineon представляет новый класс IGBT со сверхнизкими общими потерями для частот переключения от 50 Гц до 20 кГц

Infineon Technologies представила новый класс IGBT с малым напряжением насыщения, специально оптимизированных для работы на низких частотах от 50 Гц до 20 кГц. Типичными областями применения таких приборов могут быть бесперебойные источники питания, а также инверторы фотогальванических и сварочных систем. Новое семейство L5 основано на технологии TRENCHSTOP 5, использующей особо тонкие пластины, позволяющие получать очень низкие потери проводимости. Дополнительное снижение потерь достигается оптимизацией профиля распределения носителей заряда.

С типичным напряжением насыщения 1.05 В при 25 °С можно достичь новых уровней эффективности. Так, при замене IGBT TRENCHSTOP, предшествовавших семейству L5, на новые приборы, в тех же схемах



можно повысить КПД на 0.1% при топологии NPC1 (для высоких частот коммутации), и на 0.3% при топологии NPC2 (для низких частот коммутации). Сочетание низкого напряжения насыщения с положительным температурным коэффициентом позволяет создавать высокоэффективные устройства путем параллельного включения нескольких IGBT.

Используемая при изготовлении приборов нового семейства L5 технологическая основа TRENCHSTOP 5 не только обеспечивает беспрецедентно низкие потери проводимости, но и позволяет сократить общие потери переключения до 1.6 мДж при 25 °С. Совокупность перечисленных характеристик позволит увеличить КПД, повысить надежность и сократить размеры систем в низкочастотных приложениях.

Первые приборы нового семейства IGBT L5 были выпущены в стандартных для отрасли 3-выводных корпусах ТО-247. Кроме того, для приложений, требующих еще большей эффективности, Infineon предлагает L5 в инновационных 4-выводных корпусах ТО-247 с дополнительным эмиттерным выводом Кельвина. По сравнению со стандартным 3-

выводным корпусом, 4-выводной позволяет снизить потери переключения еще на 20%. Таким образом, L5 в сочетании с 4-выводным корпусом ТО-247, обеспечивая крайне низкие потери переключения, позволяют Infineon сохранять лидирующие позиции на рынке силовых инновационных продуктов, дифференцированных по областям применения.

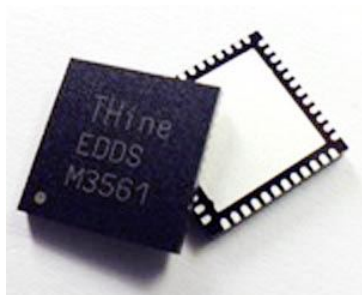
Доступность

Новые транзисторы семейства L5 с низким напряжением насыщения выпускаются на токи 30 А и 75 А, как одиночные, так и содержащие в общих корпусах ультрабыстрые кремниевые диоды Rapid 1 и Rapid 2. Приборы с эмиттерным выводом Кельвина в 4-выводных корпусах ТО-247 будут рассчитаны на рабочие токи 75 А.

THine разработала первый в отрасли драйвер электродвигателя с интерфейсом LVDS

Высочайшая помехоустойчивость и простота подключения в высокоскоростных протяженных линиях передачи данных

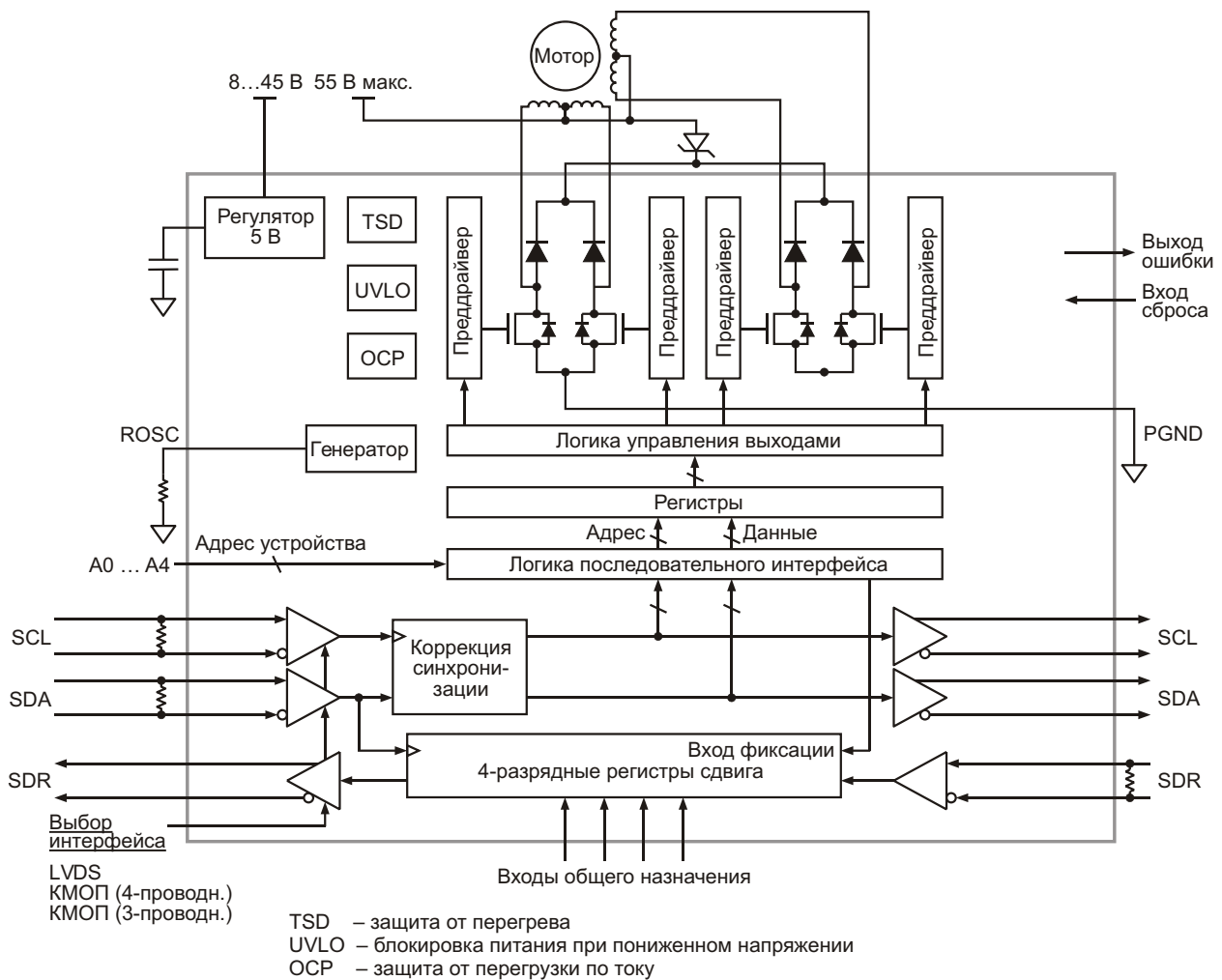
THine Electronics сообщила о разработке первого в отрасли драйвера электродвигателя с интерфейсом LVDS (Low Voltage Differential Signaling – низковольтная дифференциальная передача сигналов).



Новый драйвер THM3561 с дифференциальными интерфейсами LVDS на входах и выходах вобрал в себя весь богатый опыт THine в области разработки высокоскоростных последовательных интерфейсов. Отличающиеся повышенной помехоустойчивостью LVDS входы/выходы позволяют передавать данные с большой скоростью и на большие расстояния. В портфеле продуктов с интерфейсом LVDS у THine есть и драйверы

светодиодов, которые очень удобно использовать совместно с новой микросхемой, объединяя приборы каскадными или многоточечными связями. Совместное использование драйверов двигателей и светодиодов с LVDS входами/выходами позволит упростить внутренние интерфейсы оборудования и прикладных систем.

Объединив двухпарным кабелем группу микросхем THM3561 в единую систему, можно индивидуально управлять каждым прибором. Это дает возможность сократить количество кабелей, снизить объемы монтажных областей и, в конечном счете, сделать продукт более дешевым, а путь к рынку более коротким. Так, например, каскадное соединение нескольких THM3561 с шагом 3 м позволяет всего по двум парам кабелей осуществлять сложное управление 30 моторами на дистанции порядка 100 м. Можно ожидать, что драйверы будут использоваться в станкостроении, средствах промышленной автоматизации, робототехнике, и везде, где требуется управление большим количеством двигателей по протяженным линиям. К примеру, микросхемы могут управлять трид-



цатью суставами пальцев на обеих руках гуманоидного робота.

Кроме того, THM3561 имеет последовательный интерфейс для передачи управляющему контроллеру выходных сигналов датчиков положения. THM3561 может существенно сократить количество компонентов и сделать системы более простыми, управляя моторами в соответствии с сигналами, поступающими от датчиков, количество которых стремительно увеличивается с распространением Интернета вещей.

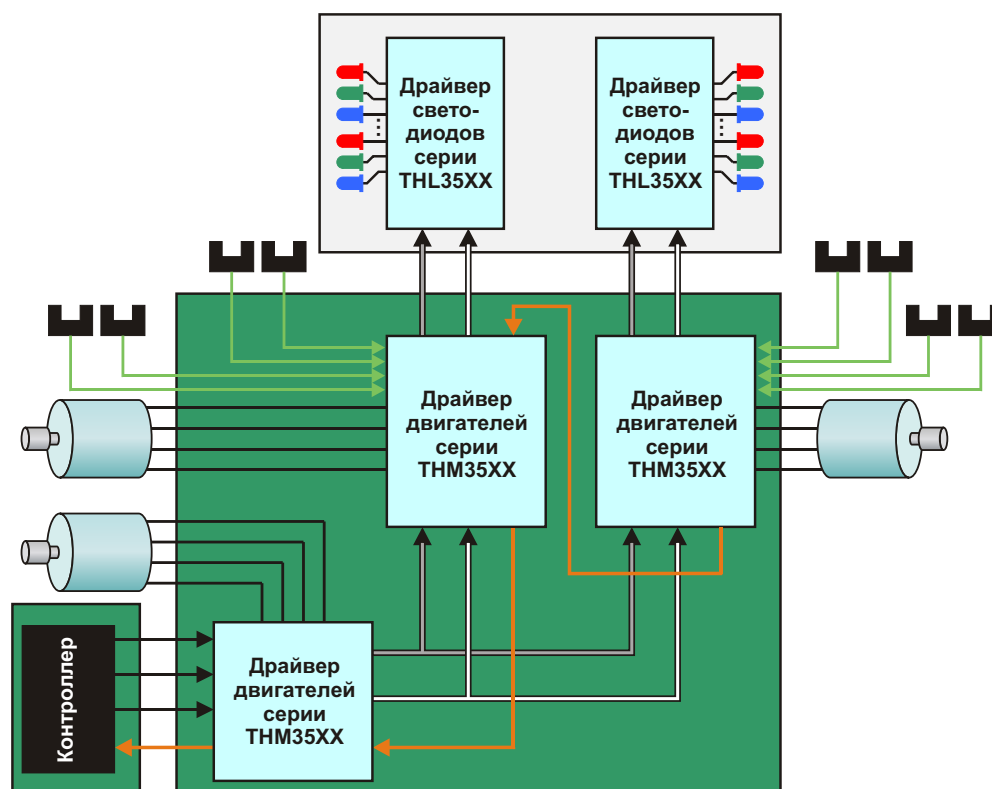
Помимо электродвигателей, THM3561 может управлять 4-канальными электро-механическими соленоидами, перемещая их подвижные железные сердечники с большим усилием и большой скоростью. Новая микросхема THM3561 позволит сократить общее число кабелей, необходимых для управления соленоидами. Она найдет применение в различных сферах потребительского рынка, в устройствах обработки документов и других средствах офисной автоматизации, в схемах управления электромагнитными выключате-

лями и реле, в торговых автоматах и прочем промышленном оборудовании.

THine планирует, отслеживая потребности рынка, продолжать разработку новых драйверов, расширяя семейство, первой микросхемой в котором стала THM3561.

Особенности THM3561

- Драйвер двигателя
 - Драйвер 2-фазного шагового двигателя
 - Драйвер униполярного двигателя с постоянным напряжением питания
 - Максимальный выходной ток 1.5 А на фазу при температуре перехода 25 °С
 - Программируемый выбор между режимами фазовой или импульсной синхронизации
- Последовательный интерфейс
 - Максимальная скорость последовательной передачи данных – 10 Мбит/с
 - Выбор между несимметричной передачей и использованием LVDS



- Функция повторителя 3-кабельного последовательного интерфейса LVDS с восстановлением формы сигнала и коррекцией фазы
- Адресный селектор на 30 устройств
- Возможность отправки широковебательных вызовов
- Программируемый внутренний адрес
- Прочее
 - Блокировка при пониженном входном напряжении, защита от короткого замыкания и перегрева
 - Детектирование перегрузки по току и перегрева

- Внутренний регулятор напряжения 5 В
- Миниатюрный 48-выводной корпус QFN размером 7 7 мм

Области применения

- Индустрия развлечений
- Обработка документов и другие средства офисной автоматизации
- Промышленное оборудование
- Камеры видеонаблюдения, системы технического зрения
- Робототехника
- Потребительская электроника

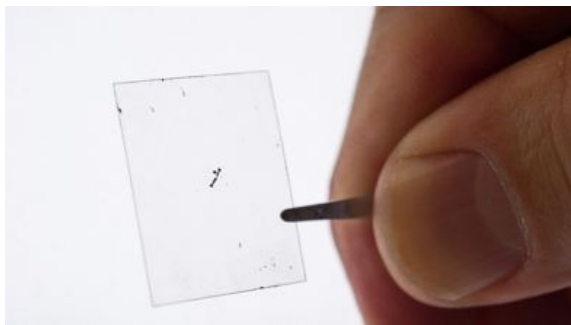
Исследователи создали самый тонкий в мире источник энергии

Stephen Mraz

Machine Design

Командой инженеров из Технологического института Джорджии, объединившей усилия с исследователями Школы Инженерии штата Колумбия, из нескольких слоев тонкой пленки дисульфида молибдена (MoS_2), каждый из которых имеет толщину в один атом, был создан сверхтонкий генератор. В генераторе

из MoS_2 используется пьезоэлектрический эффект, преобразующий физические напряжения и механическую энергию в электричество. Это необычно тем, что в объемной форме материал не проявляет пьезоэлектрического эффекта, поскольку состоит из слоев, ориентированных в различных направле-



Из слоев дисульфида молибдена (MoS₂), подобных тем, которые вы видите на фотографии, могут быть сформированы гибкие и прозрачные электрические генераторы толщиной всего в несколько атомов.

ниях. Чтобы сделать тонкопленочный генератор, необходимо было объединить нечетное число слоев MoS₂. Кроме того, для генерации электрического тока они должны деформироваться в строго определенном направлении.

В эксперименте тонкие чешуйки MoS₂ помещались на гибкую пластиковую подложку. Затем разработчики прижимали к чешуйкам металлические электроды и использовали их для измерения напряжения и протекающего тока. Исследователи отметили также, что при деформации подложки в противоположном направлении напряжение меняло знак, и исчезало при добавлении еще одного, четного, слоя.

Разработка открывает новые перспективы для пьезоэлектриков на основе MoS₂, а также и других материалов, которые можно использовать для создания генераторов, намного более устойчивых к изгибу и растяжению, чем традиционные пьезоэлектрические материалы, в особенности, керамика, которая является довольно хрупкой. Например, разработчики намерены интегрировать гибкие устройства в одежду, чтобы, преобразовывая энергию движения тела в электричество, питать ею датчики и медицинские устройства, или даже заряжать сотовые телефоны.

Powervation анонсировала новейшую серию цифровых контроллеров DC/DC преобразователей

Программируемые цифровые контроллеры DC/DC преобразователей для серверов и профессиональных настольных компьютеров

Ирландская компания Powervation анонсировала новейшую серию цифровых контроллеров DC/DC преобразователей для серверов, настольных компьютеров верхнего ценового сегмента и встроенных компьютерных систем. Приборы PV3103, PV3104 и PV3202 с одно- и двухфазными выходами поддерживают как шину PMBus, так и последовательный интерфейс Intel VID VR12.5 (SVID). Исключительно гибкие, полностью программируемые цифровые контроллеры предназначены для высокоточной стабилизации и сбора телеметрической информации в высокоэффективных компьютерных системах.

Полнофункциональный двухфазный цифровой контроллер PV3202 с интерфейсом VR12.5 обладает превосходными переходными характеристиками и возможностью адаптации в реальном времени параметров цепи частотной компенсации петли ОС. Однофазный контроллер PV3104 выпуска-

ется в корпусе QFN размером 5 мм × 5 мм и полностью совместим по выводам с PV3202. Завершающий семейство SVID-контроллеров цифровой контроллер синхронного понижающего преобразователя PV3103, предлагаемый в миниатюрном корпусе с размерами 4 мм × 4 мм, идеально подойдет для устройств с высокой плотностью компоновки.

Во всех приборах серии реализована функция адаптивной компенсации Auto-Control,



представляющая собой один из режимов разработанной Powervation технологии автонастройки xTune, увеличивающей скорость реакции на переходные процессы и ускоряющей вывод продукта на рынок за счет существенного упрощения процесса разработки. Уникальная архитектура с энергонезависимой и оперативной памятью дает разработчикам инструмент гибкого конфигурирования и хранения параметров стабилизатора.

Характеристики новых контроллеров оптимизированы для удобства сопряжения с большинством наиболее популярных драйверов MOSFET и приборов DrMOS, используемых в схемах питания памяти DDR4 и других нагрузок, подключаемых к шинам SVID и PMBus в высокопроизводительных компьютерных и коммуникационных системах. Отвечающие предписаниям директивы RoHS устройства готовы к серийному производству.

Сводка основных особенностей

- Одно- и двухфазные контроллеры синхронных DC/DC преобразователей;
- Технология Auto-Control автоматической адаптации в реальном времени параметров цепи частотной компенсации петли ОС;
- Совместимость с последовательным интерфейсом Intel VID VR12.5 (SVID);
- Интерфейс SMBus с поддержкой протокола PMBus;
- Точность стабилизации выходного напряжения $\pm 0.5\%$, выходного тока – $\pm 1.5\%$ во всем диапазоне рабочих температур;
- Точное измерение значений выходного и входного напряжения, выходного тока, выходной мощности, температуры, коэффициента заполнения и частоты коммутации;
- Программируемые параметры защиты от перегрузки по току и напряжению, от короткого замыкания выхода и потери сигнала обратной связи, от повышенного или пониженного входного напряжения и от перегрева;
- Конфигурируемая функция включения/отключения контроля фаз (автоматически или с помощью команды PS1);
- Единственный вывод CONFIG для загрузки в память восьми таблиц профилей;
- Энергонезависимая память с однократным программированием;
- Термокомпенсированная схема измерения и согласования фаз тока;
- Выходное напряжение от 0.6 В до 1.52 В;
- Частота переключения, программируемая в диапазоне от 375 кГц до 1 МГц.

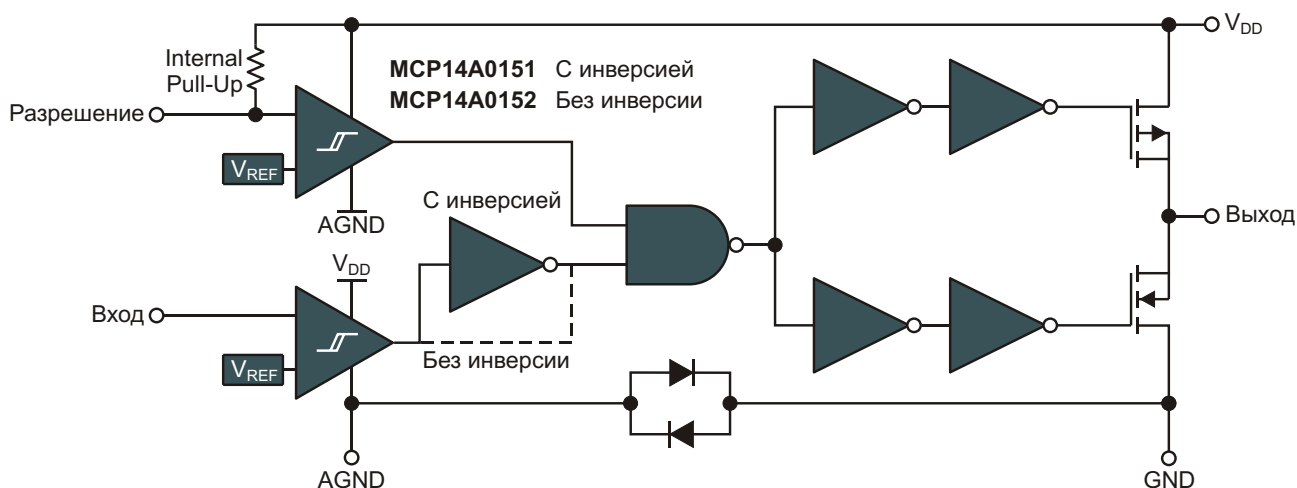
Microchip выпускает новые драйверы MOSFET с принципиально новой архитектурой

MCP14A005X и MCP14A015X, занимая минимальное место на печатной плате, с высокой скоростью переключают большие емкостные нагрузки

Выпустив две первые силовые микросхемы, Microchip Technology анонсировала создание нового семейства драйверов MOSFET. В микросхемах MCP14A005X и MCP14A015X впервые в семействе продуктов MCP14A реализована принципиально новая архитектура, значительно улучшающая быстродействие приборов. Выпускаемые в корпусах SOT-23 и DFN 2 2 мм, новые устройства заняли место в ряду самых миниатюрных корпусированных драйверов MOSFET, представленных на сегодняшнем рынке. Малогабаритные корпуса позволяют разрабатывать конструкции меньших размеров и с увеличенной плотностью мощности, тогда как высокая скорость нарастания и

малые задержки улучшают время реакции схемы. Кроме того, эти драйверы MOSFET имеют низкие пороговые напряжения входов, делающие их совместимыми с низковольтными микроконтроллерами (МК), что,





Функциональная схема драйверов.

однако, не повлекло за собой ухудшения их помехоустойчивости или необходимости окантоваться от гистерезиса.

Низкие пороговые напряжения входов драйверов MCP14A005X и MCP14A015X совместимы с множеством МК и цифровых сигнальных контроллеров, выпускаемых компанией Microchip, и даже с теми, которые работают при пониженных напряжениях. Это позволяет пользователям создавать приложения с МК, питающимися напряжением до 2.0 В, и, используя драйвер MOSFET, чтобы усиливать выходные сигналы до 18 В, снижать потери мощности в контроллере и минимизировать потери переключения в силовых MOSFET. Уровни порогов выбирались с учетом необходимости соблюдения баланса между помехоустойчивостью и способностью работать с максимально большим чис-

лом контроллеров, включая устройства, выпускаемые Microchip. Драйверы созданы для использования в источниках питания, осветительных приборах и изделиях для автомобильного и потребительского рынков, включая, среди прочего, встроенные преобразователи энергии, бесщеточные электромоторы, униполярные шаговые двигатели и устройства управления соленоидами, реле и клапанами.

Цены и доступность

MCP14A005X и MCP14A015X в корпусах SOT-23 и DFN размером 2 × 2 мм доступны потребителям как в единичных образцах, так и в промышленных количествах. При закупке партиями от 10,000 приборов цена одной микросхемы варьируется в пределах от \$0.50 до \$0.61.

Ученые создали микросхемы, работающие при температуре выше 350 °C

Sam Davis

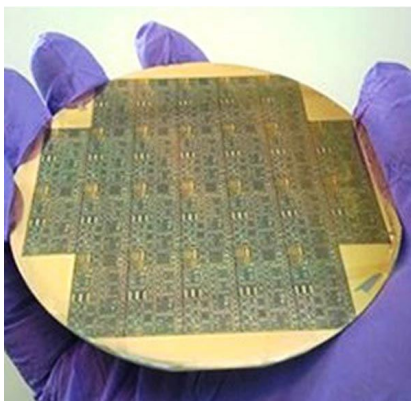
Power Electronics

Исследователи из Арканзасского университета разработали интегральные схемы, способные сохранять работоспособность при температуре, превышающей 350 °C.

«Высокая выносливость микросхем позволяет размещать их в таких местах, где стандартные кремниевые компоненты выжить не могут, – сказал заслуженный профессор Алан Мантут (Alan Mantooth). – Спро-

ектированные нами блочные элементы схем обработки сигналов, контроллеров и драйверов имеют превосходные характеристики. Мы очень довольны всем, чего удалось нам достичь к настоящему времени».

Актуальность этих исследований исключительно высока, поскольку третья часть всей энергии, вырабатываемой в Соединенных Штатах, перед тем как попасть к потре-



бителю, проходит через различные силовые преобразователи или драйверы электродвигателей, условия эксплуатации в которых отличаются особенной жесткостью. Разработанные в Арканзасском университете схемы предназначена для работы именно в таких условиях. Кроме того, они повысят электрический КПД и одновременно сократят общие габариты и снизят сложность этих систем.

Исследователи работали с карбидом кремния – полупроводниковым материалом, намного более стойким, чем используемые в электронике традиционные материалы. Карбид кремния способен противостоять очень высоким температурам, и, являясь хорошим проводником тепла, может работать при высоких температурах, не нуждаясь в дополнительном оборудовании для его отвода.

Исследовательская группа, возглавляемая Мантутом и профессором вычислительной техники Цзя Ди (Jia Di), комбинируя карбид с различными технологиями проектирования, смогла значительно улучшить характеристики полупроводникового материала. В

мире силовой электроники и интегральных схем их работа стала первой реализацией целого ряда фундаментальных аналоговых, цифровых и смешанных базовых блоков, таких, например как схема фазовой автоподстройки частоты, созданная на основе комплементарной карбид-кремниевой технологии. Фазовая автоподстройка частоты, или ФАПЧ – это система управления, генерирующая выходной сигнал, фаза которого связана с фазой входного сигнала. Такая функция критически важна во множестве схемных приложений, включая устройства синхронизации сигналов, синтез частот и схемы демодуляции.

Исследования проводились в рамках поддерживаемой Национальным научным фондом США программы наращивания инновационного потенциала, призванной за счет объединения интеллектуальных усилий университетов и промышленности довести новаторские идеи до уровня создания прототипов и внедрения в массовое производство. Основу инновационной экосистемы составили Арканзасский университет и две технологические компании из Файеттвилля – Ozark Integrated Circuits и Arkansas Power Electronics International. Ключевым партнером со стороны промышленности также выступает компания Raytheon.

Коммерциализацией технологии высокотемпературных схем занимается компания Ozark Integrated Circuits. Компания Arkansas Power Electronics International сосредоточила усилия на разработке рекомендаций по применению приборов в устройствах силовой электроники.

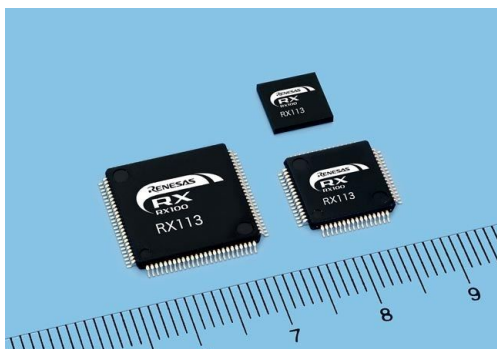
Рenesas Electronics представляет новое семейство 32-разрядных микроконтроллеров с поддержкой емкостных датчиков прикосновения

Микроконтроллеры RX113 позволяют использовать сенсорные кнопки на панелях сложной формы или с влажной поверхностью

Renesas Electronics расширяет сферу применения сенсорных кнопок в здравоохранении, сфере автоматизации зданий и бытовой технике, выпустив новое семейство микроконтроллеров (МК) RX113. Являясь частью серии RX100, новые МК представляют собой однокристалльные устройства с уникальным

запатентованным решением для датчиков прикосновения и передовыми технологиями снижения энергопотребления. Они позволят значительно сократить потребляемую мощность, размеры и стоимость разработки устройств начального уровня, как на переносных рынках, так и в чувствительных к

изменению цены приложениях Интернета вещей (IoT). Запатентованное инновационное решение Renesas для датчиков прикосновения отличается сочетанием высокой устойчивости к шумам и высокой чувствительности, благодаря чему появляется возможность использования сенсорных кнопок на влажных и искривленных поверхностях.



Семейство микроконтроллеров RX113, основанное на лидирующем в отрасли микропроцессорном ядре RX компании Renesas, обеспечивает высочайшую производительность, минимальное энергопотребление, расширенные возможности соединения с внешними устройствами и полный функционал цифровой обработки сигналов (ЦОС), превосходя другие 32-разрядные МК начального уровня. В дополнение к модулю емкостного датчика прикосновения и беспрецедентно низкому энергопотреблению, эти полнофункциональные 32-разрядные МК также поддерживают управление ЖК-дисплеем, USB 2.0, аудио и многое другое. Устройства RX113 имеют разнообразные конфигурации памяти и коммуникационной периферии, чтобы идти в ногу с возрастающими требованиями, предъявляемыми к встраиваемым системам, в том числе:

- До 512 КБ флеш-памяти и 64 КБ SRAM
- Возможность управления сегментным ЖК-дисплеем вплоть до 288 сегментов для поддержки новейших дисплеев;
- I²S для обработки аудио, SSI (последовательный звуковой интерфейс) и SPI (последовательный периферийный интерфейс);
- 12-разрядный АЦП с встроенным источником опорного напряжения, 12-разрядный ЦАП и датчик температуры;
- Полный функционал ЦОС, включая аппаратный делитель для эффективной обработки данных с датчиков.

Инновационная технология емкостных датчиков прикосновения обеспечивает превосходные параметры и возможности

Для определения манипуляций с кнопками МК RX113 способны измерять как собственные, так и взаимные емкости. Модуль емкостного датчика прикосновения может обслуживать до 36 входных каналов кнопок (в режиме измерения взаимной емкости). Метод измерения собственной емкости значительно улучшает помехозащищенность и чувствительность по сравнению с предшествующими реализациями. В новых МК также реализован впервые разработанный Renesas Electronics метод измерения взаимной емкости, имеющий высочайшую устойчивость к ложным срабатываниям и позволяющий выполнять операции с сенсорными кнопками даже в тех случаях, когда пользователь надевает перчатки, или когда кнопки смочены водой. Модуль емкостного датчика поддерживает акриловые панели толщиной до 10 мм, позволяя изготавливать гибкие и, в частности, искривленные конструкции. Renesas повысила чувствительность примерно в 5 раз, сделав возможным создание пользовательских интерфейсов с нетрадиционными поверхностями, сохраняющими работоспособность, например, при смачивании водой или прикосновении через перчатку.

Истинная технология малого потребления

Семейство RX предоставляет гибкую систему управления электропитанием и оптимальное энергопотребление для всех случаев использования. 32-разрядные МК RX113 достигают высочайшего в отрасли уровня энергоэффективности, потребляя в рабочем режиме лишь 0.1 мА/МГц (типичное значение) и всего 0.44 мкА в режиме энергосбережения (содержимое оперативной памяти при этом сохраняется). А в режиме контроллера дисплея они потребляют всего лишь 1.6 мкА (с встроенным повышающим преобразователем и при работе со смещением 1/3).

Семейство RX113 имеет три различных режима работы, три режима энергосбережения и гибкую систему синхронизации. К примеру, возможность быстрого выхода из энергосберегающего режима (Low Power Fast Wakeup) позволяет МК работать при потреб-

лении 0.1 мА/МГц в активном режиме и 0.44 мкА в программном режиме ожидания, из которого он может выйти всего за 4.8 мкс. В устройстве интегрирована флеш-память без циклов ожидания с напряжением стирания/записи всего 1.8 В и возможностью работы в фоновом режиме. При размерах блоков стирания по 1 КБ на очистку каждого требуется лишь 10 мс.

Экосистема разработки

Образцы каждого из двенадцати вариантов МК RX113 доступны уже сейчас в корпусах с числом выводов от 64 до 100 и объемом встроенной флеш-памяти от 128 до 512 КБ. Массовое производство планируется начать в феврале 2015 г., а выход на проектную суммарную мощность в 1,000,000 штук в месяц ожидается к январю 2016 г.

Peregrine Semiconductor начинает поставки первых в отрасли высокочастотных коммутаторов, работающих на постоянном токе

На одном кристалле изготовленного по технологии UltraCMOS ключа PE42020 интегрированы радиочастотные, цифровые и аналоговые цепи, обеспечивающие целостность сигналов в диапазоне от постоянного тока до 8 ГГц

Компания Peregrine Semiconductor сообщила о доступности микросхемы UltraCMOS PE42020 – первого и единственного в отрасли интегрального ключа с нижней рабочей частотой ноль герц. Этот, получивший брендовое название «True DC» («Действительно, работающий на постоянном токе») радиочастотный переключатель, способный управлять сигналами с высокими уровнями мощности, имеет отличные высокочастотные характеристики и линейность в диапазоне от постоянного тока до 8 ГГц. PE42020 станет надежной альтернативой проблемным механическим реле и микроэлектромеханическим системам (МЭМС), заменив их в измерительном и автоматизированном контрольно-испытательном оборудовании.



«Впервые в истории интегральный радиочастотный ключ может работать на постоянном токе и реально перекрывать весь частотный диапазон – говорит Кинана Хуссейн (Kinana Hussain), старший менеджер Pere-

grine по маркетингу. – До сих пор пропускать постоянный ток могли только механические реле или МЭМС ключи, однако с этими продуктами были связаны проблемы надежности и невозможности интеграции. Сегодня выпуск UltraCMOS PE42020 стал очередным доказательством способности Peregrine отвечать на самые сложные вызовы, стоящие перед радиочастотной отраслью».

Разработанная Peregrine технология UltraCMOS позволяет интеллектуально интегрировать радиочастотные, цифровые и аналоговые цепи на одном монолитном кристалле. В микросхеме True DC объединены радиочастотный переключатель, схема отслеживания сигнала постоянного тока, цифровая управляющая логика и схема управления импедансами. Интеграция всех этих функций даст разработчикам высокочастотных устройств множество преимуществ, включая улучшение технических характеристик создаваемых устройств, сокращение размеров, повышение уровня надежности и гибкости.

Особенности, корпусирование, цены и доступность

Однополюсный переключатель PE42020 на два направления коммутирует сигналы в полосе от постоянного тока до 8000 МГц. Конфигурируемая как 50-омный поглощающий или открытый отражающий ключ, микросхема PE42020 может пропускать и коммутировать мощность 30 дБм на постоянном токе и 36 дБм на частоте 8 ГГц.

Устройство характеризуется отличной линейностью и очень низкими искажениями:

- точка пересечения интермодуляции третьего порядка по входу (IP3): 62 дБм,
- общие нелинейные искажения (THD): –84 дБн,
- точка децибелльной компрессии при частоте сигнала 8 ГГц ($OP_{0,1дБ}$): 38 дБм.

Время переключения PE42020 составляет 10 нс, а время установления – 35 нс. Все выводы переключателя защищены от электростатических разрядов и выдерживают напряжение 1000 В по тестам HBM (модель человеческого тела). Радиочастотные порты прибора могут работать с постоянными или

переменными напряжениями в диапазоне от +10 В до –10 В и способны пропускать постоянный ток до 80 мА. Это рекордные показатели для ключей подобного типа.

Потребителям доступны как единичные образцы, так и промышленные объемы микросхем. Кроме того, для ускорения освоения новых приборов Peregrine предлагает несколько оценочных наборов. Ключи PE42020, поставляемые в 20-выводных корпусах QFN размером 4 × 4 мм, соответствуют нормам директивы RoHS и продаются по цене \$14 за штуку в партиях из 1000 приборов, или \$11.35 при минимальном объеме заказа 5000 штук.

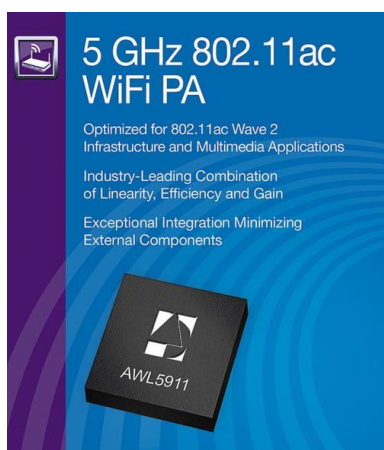
ANADIGICS расширяет продуктовую линейку для инфраструктуры WiFi

Новый усилитель мощности WiFi, имеющий лучшие в отрасли параметры и степень интеграции, предназначен для инфраструктурных и мультимедийных приложений 802.11ac Wave 2, включая точки доступа, роутеры, медиашлюзы и абонентские телевизионные приставки

ANADIGICS представила усилитель мощности AWL5911, оптимизированный для использования в инфраструктурных и мультимедийных приложениях WiFi стандарта 802.11a/n/ac. Разработчикам усилителя удалось добиться лучшего в отрасли сочетания линейности, эффективности, усиления и термостабильности при минимальном количестве необходимых внешних компонентов. Такие параметры и высокая интеграция упростят создание многопользовательских, многоканальных по входу и выходу (MU-MIMO) систем стандарта 802.11ac Wave 2, и предоставят возможность использования

дополнительных пространственных потоков в 160-мегагерцевых каналах. Эти функции могут обеспечить более высокую скорость передачи при большей зоне покрытия, чем решения, базирующиеся на дополнении Wave 1.

Созданное компанией ANADIGICS семейство усилителей мощности 802.11ac WiFi для инфраструктурных приложений базируется на запатентованной технологии InGaP-Plus и уникальной архитектуре, обеспечивающих высочайшую степень интеграции и технические характеристики мирового класса. Усилитель мощности AWL5911 отличается исключительной линейностью, большим коэффициентом усиления мощности, равным 33 дБ, и величиной векторной погрешности (EVM) 1.8% при выходной мощности 22 дБм, что при самых сложных форматах модуляции обеспечивает стабильное, надежное WiFi соединение с высокой пропускной способностью. Микросхема имеет цифровой интерфейс управления усилителем мощности, устраняющий необходимость во внешнем буферном усилителе, а также внутренний детектор, упрощающий точный контроль выходной мощности в различных условиях нагрузки (КСВ 3:1). Столь высокий уро-



вень интеграции позволяет сократить количество необходимых внешних компонентов, упростить конструкцию радиочастотной части, уменьшить площадь, занимаемую на плате, и, в конечном счете, ускорить выход на рынок конечного продукта.

Ключевые особенности семейства усилителей мощности ANADIGICS для инфраструктуры WiFi 802.11ac:

- Большое усиление и высокие уровни выходной мощности, оптимизированные для инфраструктурных и мультимедийных приложений;
- Сверхнизкая амплитуда вектора ошибки при самых жестких форматах модуляции стандарта 802.11ac, обеспечивающая исключительно высокую скорость передачи данных;
- Высокоточный интегрированный детектор уровня мощности для оперативной адаптации к изменениям нагрузки и расширения динамического диапазона;

- Лучшая в своем классе эффективность, улучшающая тепловые характеристики приложений MIMO;
- КМОП-совместимый интерфейс управления, упрощающий использование приборов;
- Компактный корпус QFN с размерами 4 4 0.8 мм с внутренним 50-омным согласованием всех высокочастотных портов и исключением постоянной составляющей, снижающий требования к площади печатной платы.

Семейство усилителей мощности ANADIGICS для WiFi 802.11ac 5 ГГц:

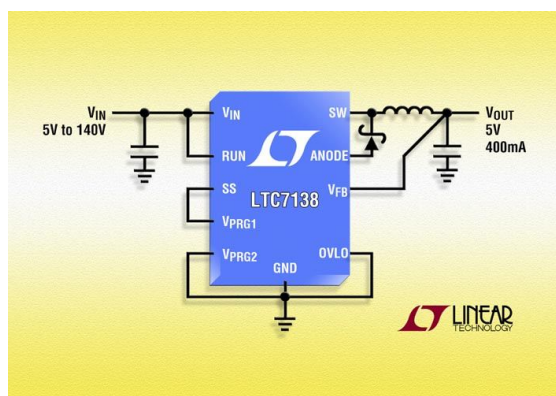
Продукт	Полоса частот (МГц)	Выходная мощность (дБм)	EVM	Усиление (дБ)
AWL5905	4900...5900	+19.5	2.0%	30
AWL5910		+22	1.8%	31
AWL5911		+22	1.8%	33

AWL5911 освоены в серийном производстве и доступны для заказа.

Linear Technology выпускает высокоэффективный понижающий преобразователь с входным напряжением 140 В

Linear Technology анонсировала выпуск высокоэффективного понижающего преобразователя напряжения LTC7138 с максимальным входным напряжением 140 В и выходным током до 400 мА. Полный диапазон входных напряжений прибора составляет 4 ... 140 В, что идеально отвечает требованиям самого широкого спектра приложений, включая телекоммуникационные и промышленные системы, авионику и автоэлектронику. В микросхеме LTC7138 реализована про-

граммируемая гистерезисная конструкция, оптимизирующая КПД в большом диапазоне токов нагрузки. Надежная и эффективная работа обеспечивается встроенным мощным MOSFET с сопротивлением открытого канала 1.8 Ом. Программируемый пользователем порог ограничения выходного тока, в зависимости от требований приложения, может быть задан на уровне от 100 мА до 400 мА. Выходное напряжение LTC7138 либо программно выбирается из значений 1.8 В, 3.3 В и 5 В, либо устанавливается резистивным делителем в диапазоне от 0.8 В до напряжения, равного входному (V_{IN}). В корпусе MSOP со сниженным тепловым сопротивлением предусмотрен дополнительный зазор между входами высокого напряжения. Миниатюрный корпус и небольшое количество необходимых внешних компонентов (в типичном случае достаточно четырех) позволяют на основе LTC7138 создавать очень компактные решения для широкого круга приложений.



В отсутствие нагрузки LTC7138, оставаясь в режиме стабилизации выходного напряжения, потребляет ток всего 12 мкА, что позволяет использовать микросхему в постоянно включенных устройствах с батарейным питанием. Внутренне устойчивая схема преобразователя не нуждается во внешних элементах компенсации петли обратной связи. Микросхема имеет встроенный высокоточный источник опорного напряжения $0.8 \text{ В} \pm 1\%$, может работать в транзитном режиме с малым проходным напряжением при 100-процентном коэффициенте заполнения, содержит цепи внешнего или внутреннего управления параметрами мягкого запуска и выход компаратора обратной связи, позволяющий соединять параллельно несколько приборов для увеличения выходного тока.

Цена микросхем LTC7138EMSE начинается от \$3.80 за штуку. LTC7138IMSE – версия для промышленного диапазона температур $-40 \text{ }^\circ\text{C} \dots 125 \text{ }^\circ\text{C}$ продается по цене \$4.18 за штуку. Вариант для устройств автоэлектроники – LTC7138HMSE, работающий при температуре $-40 \text{ }^\circ\text{C} \dots 150 \text{ }^\circ\text{C}$, – стоит \$4.43 за штуку. И, наконец, в группе LTC7138 есть микросхемы, параметры которых тестируются и гарантируются в диапазоне температур перехода от $-55 \text{ }^\circ\text{C}$ до $150 \text{ }^\circ\text{C}$. Эти микросхемы продаются по цене \$11.29. Все цены установлены для партий объемом не менее 1000 приборов. Микросхемы любых версий имеются в наличии на складе компании.

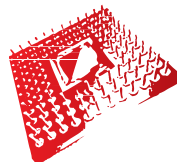
Сводка основных особенностей LTC7138

- Широкий диапазон рабочих входных напряжений: 4 В ... 140 В;
- Внутренний мощный MOSFET с низким сопротивлением открытого канала;
- Внутренне устойчивая схема, не требующая элементов частотной коррекции;
- Порог ограничения максимального выходного тока, регулируемый в пределах от 100 мА до 400 мА;
- Работа с малым падением напряжения при коэффициенте заполнения 100%;
- Низкий собственный ток потребления: 12 мкА;
- Диапазон выходных напряжений от 0.8 В до V_{IN} ;
- Опорное напряжение усилителя обратной связи: $0.8 \text{ В} \pm 1\%$;
- Высокоточный уровень порога на входе RUN;
- Внутреннее или внешнее управление параметрами мягкого запуска;
- Программируемые (1.8 В, 3.3 В, 5 В) или регулируемые уровни выходного напряжения;
- Небольшое количество внешних компонентов;
- Программируемый порог блокировки при пониженном входном напряжении;
- Высоковольтный корпус MSOP со сниженным тепловым сопротивлением.

ВСЕ ЦВЕТ
ЭЛЕКТРОНИКИ

UFI
Approved
Event

E • X • P • O
ELECTRONICA



18-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Совместно с выставкой



24–26 марта 2015

Получите электронный билет:
www.expoelectronica.ru

МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

+7 (812) 380 6003/07/00, electron@primexpo.ru

При содействии:



Разработка надежных цифровых интерфейсов для АЦП последовательных приближений

Steven Xie, Analog Devices

Analog Dialogue

Введение

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) последовательных приближений, называемые так из-за входящего в их состав регистра последовательных приближений, широко используются в приложениях, требующих разрешения до 18 бит при скорости преобразования до 5 млн. выборок в секунду. К преимуществам таких АЦП относятся небольшие размеры, низкая мощность потребления, отсутствие конвейерной задержки и простота использования.

Управляющий процессор может считывать данные из АЦП или передавать ему команды управления, используя разнообразные последовательные и параллельные интерфейсы, такие как SPI, I²C и LVDS. В этой статье обсуждаются методы проектирования надежных интегральных цифровых интерфейсов, включая уровни и последовательности включения напряжений питания, состояния входов/выходов в процессе установления напряжения, временные зависимости, качество сигналов и ошибки, порождаемые работой цифровых узлов.

Напряжение питания цифровых входов/выходов и порядок его включения

Для подключения питания цифровых входов/выходов у большинства АЦП последовательных приближений есть отдельный вход,

обозначаемый V_{IO} или V_{DRIVE} , который и определяет параметры совместимости рабочих напряжений и логических уровней интерфейсов. Этот вывод должен находиться под тем же напряжением, от которого получают питание внешние управляющие контроллеры, ЦСП или ПЛИС. Как правило, чтобы не выйти за границы допустимых режимов, напряжение на цифровых входах должно находиться в диапазоне между $DGND - 0.3$ В и $V_{DRIVE} + 0.3$ В. Между выводами V_{DRIVE} и $DGND$ (цифровая земля) следует устанавливать развязывающие конденсаторы, связанные с выводами АЦП печатными проводниками минимальной длины.

В справочных данных на АЦП, питающиеся от нескольких источников, может быть четко прописана последовательность их включения. Хорошим источником информации для разработчиков систем питания подобных АЦП послужит [1]. Чтобы не допустить прямого смещения входных защитных диодов и перехода цифрового ядра в неопределенное состояние, питание входов/выходов следует включать раньше, чем питание интерфейсных цепей. Аналоговое питание обычно подается перед включением питания входов/выходов, однако это правило не является общим для всех АЦП. В любом случае, прежде чем приступить к конструированию источника питания, внимательно изучите справочную документацию.

Состояние цифровых входов/выходов во время включения

Для правильной инициализации некоторых АЦП последовательных приближений требуется соблюдение определенной последовательности логических состояний, обеспечивающих выполнение таких функций, как сброс, переход в режим пониженного энергопотребления или выключение. После установления всех питающих напряжений для гарантированного перевода АЦП в нужное исходное состояние на микросхему необходимо подать импульс или комбинацию импульсов с указанными в технической документации параметрами. Например, чтобы гарантировать нормальное функционирование микросхемы AD7606, после включения питания на вход RESET требуется подать импульс высокого уровня длительностью не менее 50 нс.

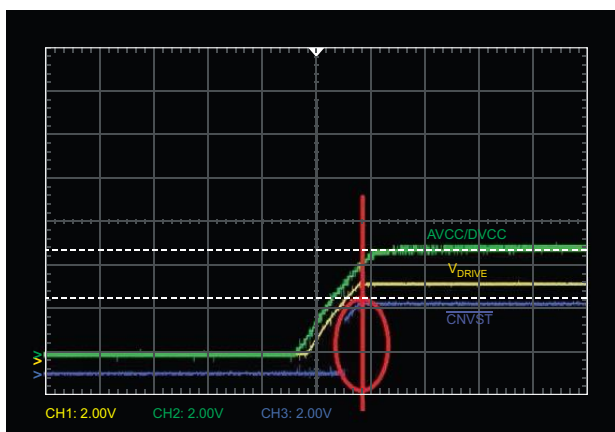


Рисунок 1. *Подача высокого уровня на вход \overline{CNVST} во время установления напряжений питания может стать причиной неопределенного состояния АЦП.*

До полного установления напряжений питания подавать на цифровые выходы какие-либо сигналы нельзя. У АЦП последовательных приближений выходы пуска преобразования \overline{CNVST} могут быть чувствительны к помехам. На Рисунке 1 приведен пример, в котором управляющая ПЛИС устанавливает высокий уровень на выводе \overline{CNVST} в то время, пока еще не закончилось установление напряжений AVCC, DVCC и V_{DRIVE} (питание аналоговой, цифровой и интерфейсной частей, соответственно). Это может перевести AD7367 в неопределенное

состояние, поэтому до установления питания управляющий процессор должен удерживать на входе \overline{CNVST} низкий логический уровень.

Синхронизация цифровых интерфейсов

После завершения преобразования хост должен считать данные через последовательный интерфейс. Для корректного считывания требуется соблюдать определенные параметры временной диаграммы, зависящие, например, от выбора режима работы шины SPI. Не нарушайте указанных в спецификациях временных соотношений между сигналами интерфейса, в особенности, времена установления и удержания АЦП и хоста. Максимальная скорость передачи данных определяется полным циклом, а не только указанным в документации минимальным периодом тактовой частоты. Рисунок 2 и последующие формулы иллюстрируют пример расчета допусков для времени установления и удержания. Хост посылает импульс запуска преобразования на АЦП и считывает данные с его выхода.

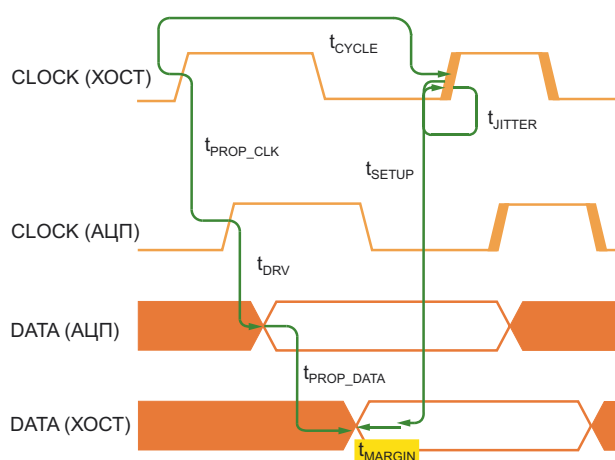


Рисунок 2. *Запасы по времени установления и удержания.*

$$t_{\text{CYCLE}} = t_{\text{JITTER}} + t_{\text{SETUP}} + t_{\text{PROP_DATA}} + t_{\text{PROP_CLK}} + t_{\text{DRV}} + t_{\text{MARGIN}},$$

где

t_{CYCLE} : Тактовый период = $1/f_{\text{CLOCK}}$

t_{JITTER} : Джиттер тактовых импульсов

t_{SETUP} : Время установления хоста

t_{HOLD} : Время удержания хоста

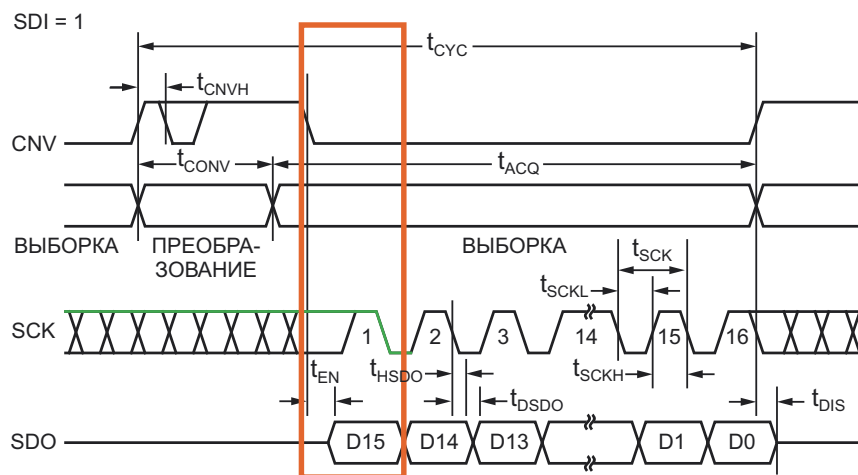


Рисунок 3. Временные диаграммы сигналов на линиях интерфейса SPI микросхемы AD7980. (Трехпроводный режим).

t_{PROP_DATA} : Задержка распространения данных в линии передачи между АЦП и хостом

t_{PROP_CLK} : Задержка распространения импульсов синхронизации в линии передачи между хостом и АЦП

t_{DRV} : Время сохранения данных после переднего/заднего фронта тактового импульса

t_{MARGIN} : Необходимый дополнительный запас времени. $t_{MARGIN} = 0$ означает, что требования по времени установления или удержания удовлетворяются, а в случае $t_{MARGIN} < 0$ – не удовлетворяются.

Граница времени установления для хоста (t_{MARGIN_SETUP}) определяется следующими составляющими:

$$t_{MARGIN_SETUP} = t_{CYCLE, MIN} - t_{JITTER} - t_{SETUP} - t_{PROP_DATA} - t_{PROP_CLK} - t_{DRV, MAX}$$

Выражение для времени установления определяет минимально допустимый период тактовой частоты как функцию максимальных системных задержек. Для соблюдения указанных в документации временных характеристик должно выполняться соотношение $t_{MARGIN_SETUP} \geq 0$. Если неравенство не выполняется, и необходимо компенсировать дополнительные системные задержки, увеличьте период (понижьте частоту) тактовых импульсов. Для буферов, трансляторов уровня, изоляторов и других вспомогательных компонентов на шине добавьте к t_{PROP_CLK} и t_{PROP_DATA} дополнительные задержки.

Аналогично, допуск на время удержания хоста равен

$$t_{MARGIN_HOLD} = t_{PROP_DATA} + t_{PROP_CLK} + t_{DRV} - t_{JITTER} - t_{HOLD}$$

Формула для времени удержания t_{MARGIN_HOLD} устанавливает требования к минимальной системной задержке, соблюдение которых позволит избежать возникновения логических ошибок. Согласно техническим спецификациям, это время не должно быть меньше нуля ($t_{MARGIN_HOLD} \geq 0$).

Многие АЦП последовательных приближений с интерфейсом SPI тактируются старшим значащим битом спадающим фронтом CS или CNV, в то время, как остальные биты данных сдвигаются по заднему фронту SCLK, как это показано на Рисунке 3. При чтении старшего значащего бита вместо t_{DRV} подставляйте в формулы «10».

Таким образом, наивысшая скорость цифрового интерфейса зависит не только от максимальной частоты синхронизации, но еще и от времени установления, времени удержания, времени сохранения данных на выходе,

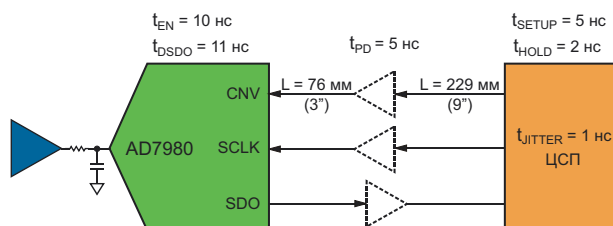


Рисунок 4. Цифровой интерфейс между ЦАП и микросхемой AD7980.

задержки распространения и джиттера синхронимпульсов.

На Рисунке 4 показано трехпроводное подключение управляющего процессора цифровой обработки сигналов (ЦСП), обращающегося к микросхеме AD7980, при напряжении питания интерфейса SPI $V_{DRIVE} = 3.3$ В. ЦСП защелкивает сигнал SDO по спадающему фронту импульса SCLK. Указанные в документации на этот процессор минимальные времена установления и удержания равны 5 нс и 2 нс, соответственно. Время распространения по линиям печатной платы, изготовленной из типичного материала FR-4, составляет примерно 180 пс/дюйм. Задержка сигнала в буфере равна 5 нс. Общая задержка распространения для сигналов CNV, SCLK и SDO равна

$$t_{PROP} = 180 \text{ пс/дюйм } (9" + 3") + 5 \text{ нс} = 7 \text{ нс.}$$

$$t_{JITTER} = 1 \text{ нс.}$$

Частота тактового сигнала, поступающего на вход SCLK от хоста, равна 30 МГц, следовательно, $t_{CYCLE} = 33$ нс.

$$t_{MARGIN_SETUP} = 33 \text{ нс} - 1 \text{ нс} - 5 \text{ нс} - 7 \text{ нс} - 11 \text{ нс} - 7 \text{ нс} = 2 \text{ нс.}$$

$$t_{MARGIN_HOLD} = 11 \text{ нс} + 7 \text{ нс} + 7 \text{ нс} - 1 \text{ нс} - 2 \text{ нс} = 22 \text{ нс.}$$

Итак, допуски, как на время установления, так и на время удержания, положительны, что позволяет синхронизировать АЦП частотой 30 МГц.

Качество цифрового сигнала

Понятие целостности цифрового сигнала объединяет совокупность требований к параметрам временной диаграммы и собственно к качеству сигнала, и предполагает, что сигналы:

- доходят до приемника, сохраняя требуемые уровни напряжений,
- не влияют друг на друга,
- не нарушают работу других устройств,
- не засоряют электромагнитный спектр.

Качество сигнала определяется множеством составляющих, наиболее важные из которых показаны на Рисунке 5. В этом разделе мы остановимся на выбросах, звоне, отражениях и перекрестных помехах.

Отражения являются следствием рассогласования импедансов. Импеданс изменяется на каждой неоднородности, через которые

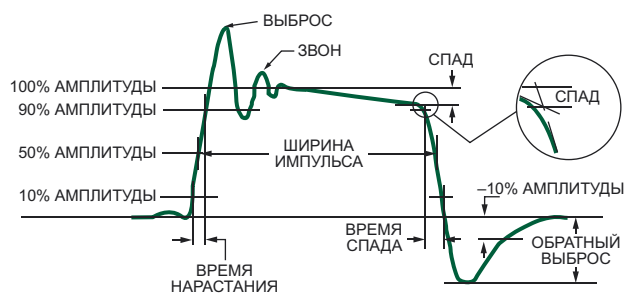


Рисунок 5. Параметры, определяющие характеристики целостности сигнала.

проходит сигнал на пути от передатчика к приемнику. Часть сигнала отражается обратно, а часть продолжает распространяться по линии. Отражения могут приводить к выбросам, провалам, звону и немонотонности фронтов тактовых импульсов на входе приемника.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ $T_A = 25^\circ\text{C}$, ЕСЛИ НЕ УКАЗАНО ИНОЕ.

ПАРАМЕТР	ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ
AV_{CC} ОТНОСИТЕЛЬНО AGND	-0.3 В ... +7 В
V_{DRIVE} ОТНОСИТЕЛЬНО AGND	-0.3 В ... $AV_{CC} + 0.3$ В
НАПРЯЖЕНИЕ АНАЛОГОВЫХ ВХОДОВ ОТНОСИТЕЛЬНО AGND	± 16.5 В
НАПРЯЖЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ВХОДОВ ОТНОСИТЕЛЬНО DGND	-0.3 В ... $V_{DRIVE} + 0.3$ В
НАПРЯЖЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ВЫХОДОВ ОТНОСИТЕЛЬНО GND	-0.3 В ... $V_{DRIVE} + 0.3$ В
REFIN ОТНОСИТЕЛЬНО AGND	-0.3 В ... $AV_{CC} + 0.3$ В
ВХОДНОЙ ТОК ЛЮБОГО ВЫВОДА, КРОМЕ ВЫВОДОВ ПИТАНИЯ	± 10 мА

Рисунок 6. Предельные эксплуатационные значения параметров микросхемы AD7606.

Положительные и отрицательные выбросы напряжения могут разрушить цепь защиты входа или стать причиной сокращения срока службы микросхемы. На Рисунке 6

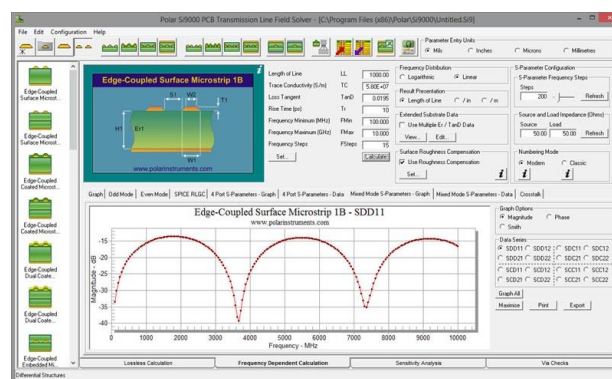


Рисунок 7. Окно анализатора полей Si9000 компании Polar Instruments.

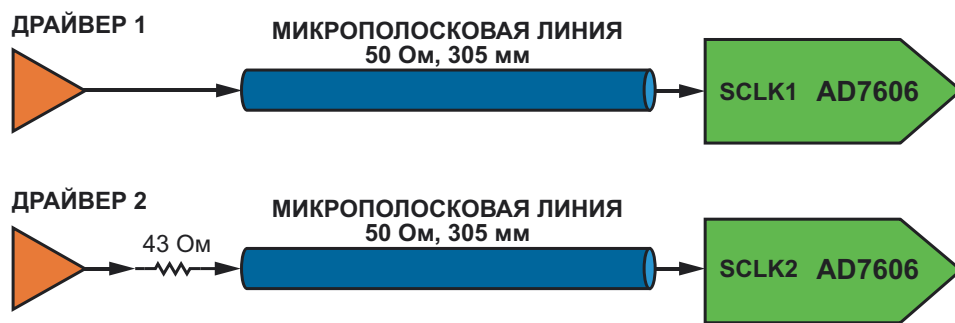


Рисунок 8. Передача импульсов SCLK в АЦП AD7606.

представлены взятые из технического описания значения предельных эксплуатационных параметров микросхемы AD7606. Напряжение на цифровых входах должно находиться в диапазоне от -0.3 В до $V_{\text{DRIVE}} + 0.3\text{ В}$. Причиной неправильной работы логики могут также стать выбросы, при которых входное напряжение кратковременно может оказаться выше максимального или ниже минимального порогов переключения.

Для минимизации отражений:

- Делайте проводники по возможности короткими
- Контролируйте характеристический импеданс печатных проводников
- Избегайте разветвления дорожек
- Используйте соответствующие схемы согласования
- В качестве путей возврата тока используйте в отдельных слоях сплошные области металлизации с минимальными площадями петель
- Снижайте токи в сигнальных линиях и уменьшайте скорости их нарастания

Для расчета характеристических импедансов проводников печатных плат разработано множество программных средств, таких, скажем, как анализатор полей Si9000 компании Polar Instruments (Рисунок 7). Подобные инструменты позволяют легко определить характеристический импеданс, выбрав модель передающей линии и указав такие параметры, как тип и толщина диэлектрика, ширина и толщина печатного проводника, а также его расположение относительно соседних дорожек.

IBIS является новым развивающимся стандартом описания поведения цифровых входов/выходов аналоговых микросхем. Analog Devices разработала IBIS-модели для всех

АЦП последовательных приближений. Моделирование, предшествующее конструированию платы, позволяет проверить распределение сигналов синхронизации, выбрать типы корпусов, определить порядок чередования слоев, топологию цепей и стратегии согласования. Оно позволяет также сформулировать временные ограничения для сигналов последовательного интерфейса и выработать рекомендации по размещению элементов и трассировке печатной платы. Моделирование работы созданного устройства дает возможность проверить соблюдение всех требований и выявить источники таких нарушений, как отражения, звон и перекрестные помехи.

На Рисунок 8 показан драйвер, подключенный к входу SCLK1 с помощью 12-дюймовой (305 мм) микрополосковой линии, и второй драйвер, подключенный к выводу SCLK2, между выходом которого и микрополосковой линией добавлен последовательный резистор сопротивлением 43 Ом.

На Рисунок 9 виден большой выброс на выводе SCLK1, выходящий за допустимые границы входного напряжения $-0.3\text{ В} \dots +3.6\text{ В}$.

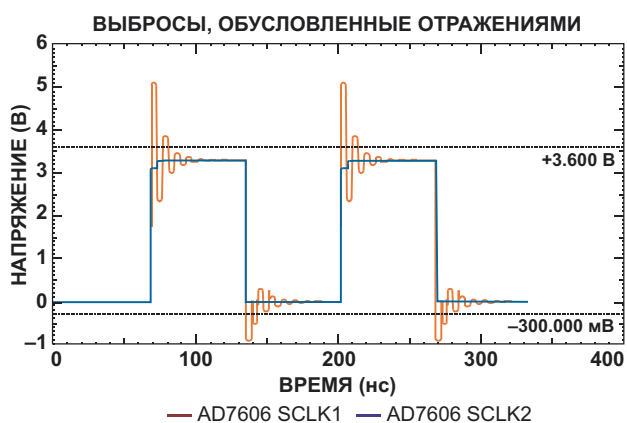


Рисунок 9. Результаты IBIS-моделирования выбросов на входе синхронизации AD7606.

Последовательный резистор снижает скорость нарастания импульса на входе SCLK2, не позволяя сигналу выйти из зоны допустимых уровней.

Перекрестные помехи возникают между параллельными линиями передачи вследствие энергетических связей через взаимную емкость (электрическое поле) или взаимную индуктивность (магнитное поле). Уровень перекрестных помех зависит от времени нарастания сигналов, длины параллельных проводников печатной платы и расстояния между ними.

Вот несколько практических рекомендаций, соблюдение которых позволит взять перекрестные помехи под контроль:

- Увеличивайте расстояния между проводниками
- Минимизируйте длины параллельных путей сигнала
- Располагайте проводники ближе к слоям питания или «земли»
- Используйте соответствующие схемы согласования
- Ограничивайте скорости нарастания сигнала

Влияние цифровых узлов

При работе цифровых узлов характеристики АЦП последовательных приближений ухудшаются из-за снижения отношения сигнал/шум, обусловленного шумами шин цифровой земли и питания, джиттером импульсов выборки и помехами от цифровых сигналов.

Дрожание аперттуры синхроимпульсов ограничивает отношение сигнал/шум, особенно для высокочастотных входных сигналов. Вклад в джиттер системы вносят два источника: апертурный джиттер расположенной на кристалле АЦП схемы выборки и хранения (внутренний джиттер) и джиттер импульсов выборки (внешний джиттер). Апертурный джиттер возникает вследствие разброса времени выборки от преобразования к преобразованию и зависит только от характеристик АЦП. Джиттер импульсов выборки обычно является доминирующим источником ошибок, но как внутренний, так и внешний источники проявляют себя одинаково, вызывая отклонения времен выборки аналогового входа, что проиллюстрировано Рисунком 10. Внешне оба эффекта неразличимы.

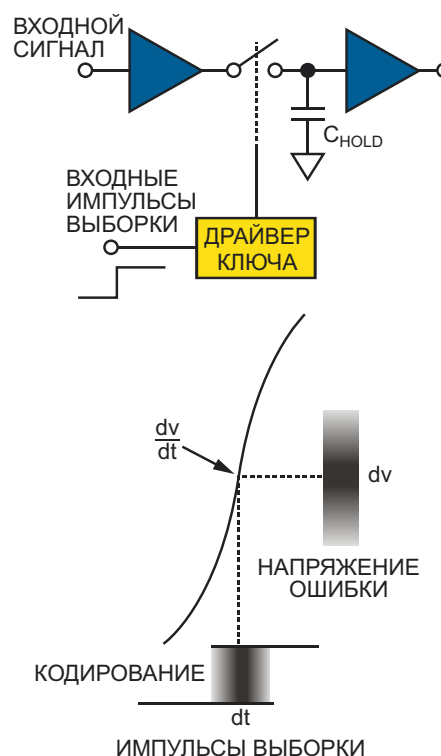


Рисунок 10. Напряжение ошибки, обусловленное джиттером импульсов выборки.

Общий джиттер является источником напряжения ошибки, ограничивающего полное отношение сигнал/шум (SNR) АЦП значением

$$\text{SNR} = 20 \log_{10} \frac{1}{2 f t_J},$$

где

f – частота сигнала на аналоговом входе,
 t_J – общий джиттер системы (с.к.з.).

Общий джиттер равен

$$t_J = \sqrt{(t_A)^2 + (t_S)^2},$$

где

t_A – апертурный джиттер АЦП,

t_S – джиттер импульсов выборки.

Так, например, при частоте сигнала на аналоговом входе 10 кГц и общем джиттере 1 нс предельное значение отношения сигнал/шум равно 84 дБ.

Шумы источника питания, создаваемые цифровыми выходами при их переключении, должны быть изолированы от чувствительных источников питания аналоговых цепей.

Питание аналоговых и цифровых узлов необходимо разделять, обращая особое внимание на общие пути возврата тока.

На высокоточные АЦП последовательных приближений может оказывать влияние работа цифрового интерфейса, даже при правильной развязке и изоляции источника питания. Хорошие результаты может давать периодическое отключение синхронизации. В справочных данных, как правило, указываются интервалы времени, когда цифровой интерфейс может находиться в неактивном состоянии. Однако минимизация времени работы цифровых блоков, заключающаяся, как правило, в их отключении на период выборки и в конце преобразования во время определения младших битов результата, на высоких скоростях может оказаться непрос-той задачей.

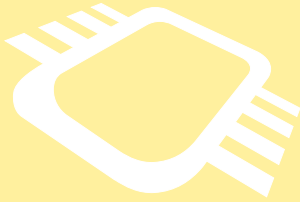
Заключение

Чтобы получать от АЦП последовательных приближений правильные результаты преобразований, обращайтесь особое внимание на работу цифровых узлов, помехи от

которых могут установить АЦП в неопределенное состояние, приводить к сбоям в работе или ухудшать его характеристики. Эта статья должна помочь разработчикам в поиске первопричин некорректной работы АЦП и нахождении способов их устранения. **РЛ**

Ссылки

1. Application Note AN-932, Power Supply Sequencing.
2. Kester, Walt. "Data Converter Support Circuits." Data Conversion Handbook, Chapter 7. Analog Devices, Inc., 2004.
3. Brannon, Brad. AN-756 Application Note. Sampled Systems and the Effects of Clock Phase Noise and Jitter. Analog Devices, Inc., 2004.
4. Ritchey, Lee W. Right the First Time: A Practical Handbook on High-Speed PCB and System Design, Volume 1. Speeding Edge, 2003.
5. Usach, Miguel. AN-1248 Application Note. SPI Interface. Analog Devices, Inc., 2013.
6. Casamayor, Mercedes. AN-715 Application Note. A First Approach to IBIS Models: What They Are and How They Are Generated. Analog Devices, Inc., 2004.



РАДИОЛОЦМАН.ARDUINO

www.rlocman.ru/arduino

Широкий взгляд на тему :

- Последние новости
- Уникальные статьи
- Периодика и книги
- Сообщество на форуме
- Поиск товаров
- Datasheets



И еще многое другое на портале :

РАДИОЛОЦМАН.

www.rlocman.ru

Red Pitaya и SmartScope превратят ваш смартфон или планшет в осциллограф

Electronics Engineering Herald

Когда компания National Instruments разработала свой первый виртуальный прибор, она создала новый рынок и помогла многим разработчикам оценить возможности использования персонального компьютера в качестве платформы для испытаний и измерений. Доступность ПК для каждого разработчика стала в то время движущей силой рынка, позволившей превращать ПК или ноутбук в основу контрольно-измерительной платформы с недорогими аппаратными и программными средствами сбора данных. Теперь, помимо преуспевшей в этой области National Instruments, на рынке появилось множество других мелких компаний, предлагающих USB устройства сбора данных, которые называются USB/ПК осциллографы.

Но сегодня у большинства разработчиков электроники есть смартфоны, и для них было бы в порядке вещей использовать свой смартфон если не в качестве контрольно-измерительной платформы, то хотя бы для отображения полученных данных. Это открывает новое направление в развитии виртуальных приборов.

Аппаратура для сбора данных в сочетании с вычислительной платформой может быть сделана очень компактной, с размерами меньше кредитной карты.

Эта концепция породила два интересных виртуальных прибора, доступных сегодня на рынке. Речь идет о SmartScope компании LabNation и Red Pitaya. Оба проекта являются открытыми (open source), и разработаны на основе ПЛИС компании Xilinx. Отображае-

мую на мобильном телефоне частоту сигнала и амплитуду можно изменять с помощью обычного сенсорного интерфейса, благодаря чему отпадает необходимость во вращающихся ручках.

SmartScope компании LabNation

SmartScope стоит около 200 долларов США. В зависимости от имеющейся в комплекте дополнительной внешней периферии, цена может незначительно варьироваться как в меньшую, так и в большую сторону.

SmartScope может получать питание через подключенный к смартфону кабель USB или через внешний источник питания USB. SmartScope может выполнять функции не только осциллографа, но также логического анализатора и генератора сигналов.

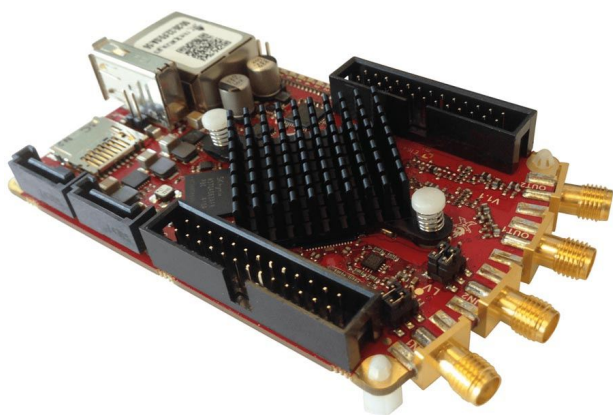


SmartScope.

SmartScope поддерживает различные операционные системы, включая Linux, iOS, Android и Windows. Однако при подключении к любой из них могут возникнуть затруднения. SmartScope может быть распознан в случае, если вы установите джейлбрейк-патч на свое устройство iOS (iPhone и iPad). А в случае с Android вы должны проверить, поддерживает ли ваш телефон USB OTG. Но с большинством последних телефонов на базе Android таких проблем быть не должно. И все же, мы настоятельно рекомендуем вам уточнить детали на веб-сайте [1].

Red Pitaya

Red Pitaya стоит дороже, но зато не заставит вас испытывать неудобства, с которыми можно столкнуться, начиная работу с SmartScope. Хотя по большинству параметров прибор Red Pitaya схож со SmartScope, к нему предлагаются приложения для смартфонов, которые могут быть скачаны из облака для конкретного применения. Вы также можете разрабатывать и свои собственные приложения. Red Pitaya основана на ПЛИС Xilinx Zynq, а в SmartScope используется Spartan компании Xilinx. Использование современных ПЛИС делает реконфигурацию обоих устройств максимально простой. Программисты ПЛИС могут применить свои навыки для улучшения характеристик этих приборов.



Red Pitaya. (Фотом Reichelt Elektronik).

Red Pitaya работает как веб-сервер, доступ к которому можно получить с любого подключенного к Интернету компьютера или смартфона, введя IP-адрес в веб-браузере. Red Pitaya можно подключить к сети либо с помощью сетевого кабеля, либо через Wi-Fi.

Для питания устройства, а также для соединения его с другой консолью, предусмотрен порт microUSB. Система поставляется с предустановленной ОС Linux, блоком питания, разъемами BNC и щупами. Благодаря наличию собственной конфигурации DHCP, настройка Red Pitaya не составляет труда. Имеется также возможность ручной настройки. На поставляемой с прибором карте SD имеется все необходимое программное обеспечение, однако не вызовет никаких затруднений и загрузка с собственной карты.

Список доступных в настоящее время приложений включает в себя осциллограф, генератор сигналов, анализатор спектра, LCR-метр и многое другое. Загружать их также просто, как и любые приложения для смартфонов; для этого нужно посетить сайт [2].

Также имеется возможность импортировать данные из MATLAB, или, наоборот, экспортировать их в MATLAB.

Радиолюбителям или студентам, которые хотят создать лабораторию на собственном столе и не нуждаются в полосе пропускания выше 50 МГц, дорогостоящие осциллографы лучше не приобретать.

Red Pitaya на \$200 дороже, чем SmartScope, что составляет примерно 370-470 долларов США.

Характеристики SmartScope:

- Полоса пропускания: 45 МГц (–3 дБ)
- Частота дискретизации: 2 100 млн. выборок в секунду
- Количество каналов: 2
- Максимальная позиция предзапуска: 16 (полная шкала)
- Максимальная задержка запуска: полная шкала
- Максимальный масштаб по вертикали: 10 В/дел ±35 В
- Минимальный масштаб по вертикали: 20 мВ/дел
- Диапазон: ±35 В
- Вход синхронизации: открытый/закрытый
- Точность: 8 бит
- Входной импеданс: 1 МОм || 10 пФ
- Количество осциллограмм: 200 осциллограмм в секунду
- Задержка при передаче данных хосту: менее 10 мс

- Глубина выборки: до 4 млн. точек

- Внешняя синхронизация: есть

Для получения дополнительной информации посетите [3].

Характеристики Red Pitaya:

- Радиочастотные входы
- Количество каналов: 2
- Полоса пропускания: 50 МГц (−3 дБ)
- Частота дискретизации: 125 млн. выборок в секунду
- Разрядность АЦП: 14 бит

- Вход синхронизации: открытый

- Входной уровень шума: менее 119 дБм/Гц (D)

- Входной импеданс: 1 МОм || 10 пФ (A, B)

Более подробную информацию о Red Pitaya можно найти на странице [4]. **РЛ**

Ссылки

1. <https://www.lab-nation.com/faq>
2. <http://bazaar.redpitaya.com>
3. <https://www.lab-nation.com/specs>
4. http://wiki.redpitaya.com/index.php?title=Main_Page



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

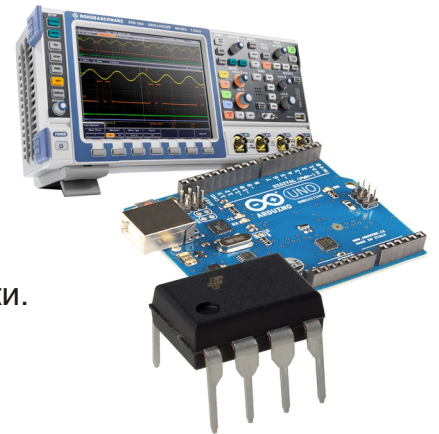


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Шаговые двигатели: особенности и практические схемы управления

Часть 2. Схемотехника систем управления

Окончание. Начало в номере 01-2015

Владимир Рентюк, Запорожье, Украина

Выше были рассмотрены наиболее важные общие вопросы использования шаговых двигателей, которые помогут в их освоении. Но, как гласит наша любимая украинская поговорка: «Не повірю поки не провірю» («Не поверю, пока не проверю»). Поэтому перейдем к практической стороне вопроса. Как уже отмечалось, шаговые двигатели – это удовольствие не из дешевых. Но они имеются в старых принтерах, считывателях гибких и лазерных дисков, например, SPM-20 (шаговый двигатель для позиционирования головки в дисководов 5"25 Mitsumi) или EM-483 (от принтера Epson Stylus C86), которые можно найти у себя в старом хламе или купить за

копейки на радиобазаре. Примеры таких двигателей представлены на Рисунке 8.

Наиболее простыми для начального освоения являются униполярные двигатели. Причина кроется в простоте и дешевизне их драйвера управления обмотками. На Рисунке 9 приведена практическая схема драйвера, использованного автором статьи для униполярного шагового двигателя серии P542-M48 [6].

Естественно, что выбор типа транзистора для ключей управления обмотками должен происходить с учетом максимального тока коммутации, а его подключение учитывать



а)



б)

Рисунок 8. Шаговые двигатели, используемые в устаревшей компьютерной технике.

а) Шаговый двигатель SPM-20 для позиционирования головки в дисководов 5"25 Mitsumi. (Фото с сайта www.roboforum.ru).

б) Шаговый двигатель EM-483 от принтера Epson Stylus C86. (Фото с сайта www.roboforum.ru).

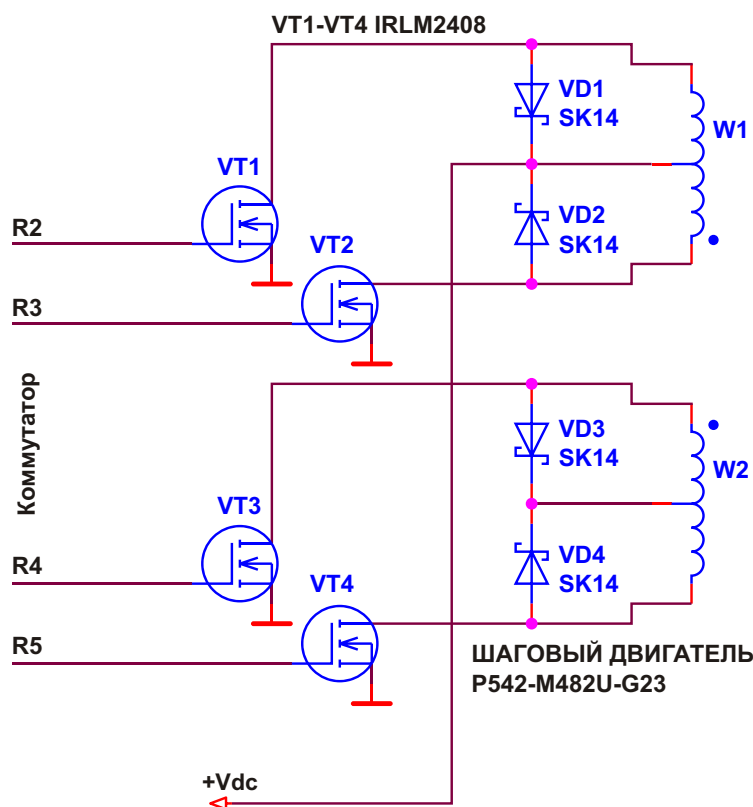


Рисунок 9. Драйвер униполярного шагового двигателя. (Дополнительная информация по подключению на Рисунках 10 и 12).

необходимость заряда/разряда емкости затвора. В ряде случаев прямое соединение MOSFET с ИМС коммутатора может быть недопустимым. Как правило, в затворах устанавливаются последовательно включенные резисторы небольших номиналов. Но в ряде случаев необходимо предусмотреть еще и соответствующий драйвер для управления ключами, который обеспечит заряд/разряд их входной емкости. В некоторых решениях предлагается в качестве ключей использовать биполярные транзисторы. Это подходит только для очень маломощных двигателей с небольшим током обмоток. Для рассматриваемого двигателя с рабочим током обмоток $I = 230$ мА ток управления по базе ключа должен составить, по крайней мере, 15 мА (хотя для нормальной работы ключа необходимо, чтобы ток базы равнялся 1/10 рабочего, то есть 23 мА). Но такой ток от микросхем серии 74НСхх забрать невозможно, поэтому потребуются дополнительные драйверы. Как хороший компромисс, можно использовать IGBT, сочетающие в себе достоинства полевых и биполярных транзисторов.

С точки зрения автора статьи, самым оптимальным для управления коммутацией обмоток двигателей небольшой мощности является использование подходящих по току и сопротивлению открытого канала $R_{DC(ON)}$ MOSFET, но с учетом рекомендаций, описанных выше. Мощность, рассеиваемая на ключах для выбранного в качестве примера двигателя серии P542-M48, при полной остановке ротора не превысит

$$P_{VT} = R_{DC(ON)} I^2 = 0.25 (0.230)^2 = 13.2 \text{ мВт.}$$

Транзисторы IRLML2803 с $R_{DC(ON)} = 0.25$ Ом имеют допустимую мощность рассеяния 540 мВ и постоянный ток стока 0.93 А при температуре 70 °С. Так что, они полностью соответствуют требованиям и обеспечат надежную работу драйвера. В большинстве случаев, учитывая низкие частоты коммутации, проведенной выше оценки вполне достаточно. Поскольку детальное рассмотрение особенностей работы ключей не входит в рамки данной статьи, то для их выбора и полного расчета можно воспользоваться методикой, приведенной, например, в [7].

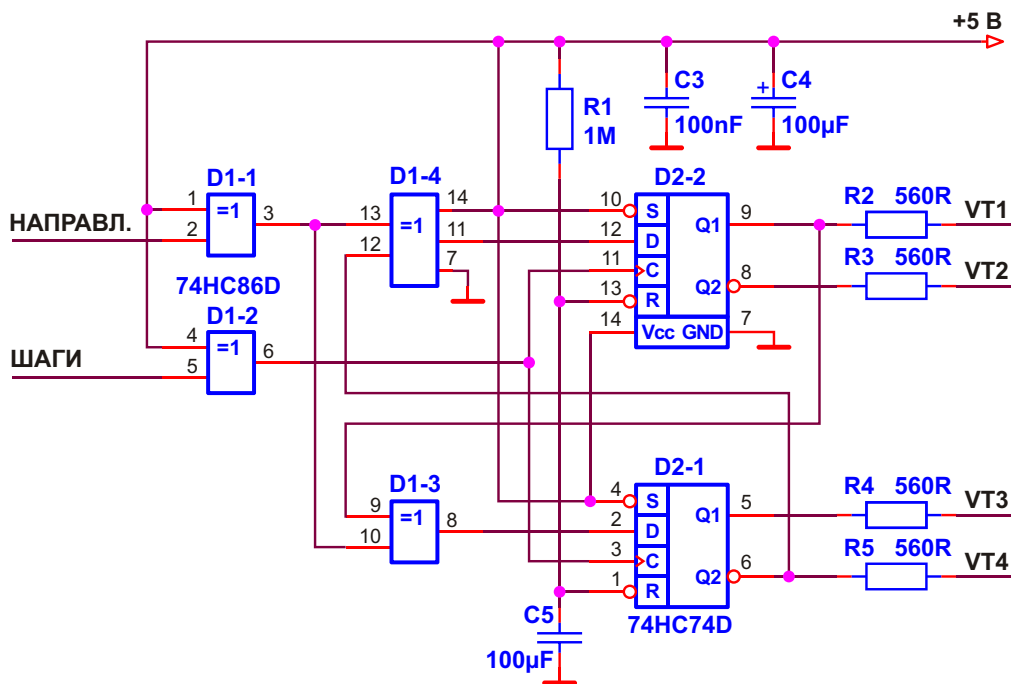


Рисунок 10. Схема универсального коммутатора шагового двигателя (с реверсом).

Еще одним важным моментом является правильный выбор так называемых снаберных диодов, шунтирующих обмотку двигателя (VD1...VD4 на Рисунке 9). Назначение этих диодов – гасить ЭДС самоиндукции, возникающую при выключении управляющих ключей. Если диоды выбраны неверно, то неизбежен выход из строя транзисторных ключей и устройства в целом. Обратите внимание, что в мощные MOSFET такие диоды, как правило, уже встроены.

Режим управления двигателем задается коммутатором. Как уже было отмечено выше, наиболее удобным и эффективным является управление с перекрытием фаз (Рисунок 4б). Такой режим легко реализуется при помощи триггеров. Практическая схема универсального коммутатора, который использовал автор статьи как в ряде отладочных модулей (в том числе, и с приведенным выше драйвером), так и для практических применений, приведена на Рисунке 10.

Схема на Рисунке 10 пригодна для любых типов двигателей (униполярных и биполярных). Частота вращения двигателя задается внешним тактовым генератором (скважность любая), сигнал с которого подается на вход «ШАГИ», а направление вращения устанавливается через вход «НАПРАВЛЕНИЕ». Оба сигнала имеют логические уровни и, если для их формирования используются выходы с

открытым коллектором, то потребуются соответствующие резисторы подтяжки (на Рисунке 10 они не показаны). Временная диаграмма работы коммутатора приведена на Рисунке 11.

Хочу обратить внимание читателей: в Интернете вы могли встретить похожую схему, выполненную не на D-триггерах, а на JK-триггерах. Будьте внимательны! В ряде этих схем допущена ошибка в подключении ИМС. Если нет необходимости в реверсе, то схема

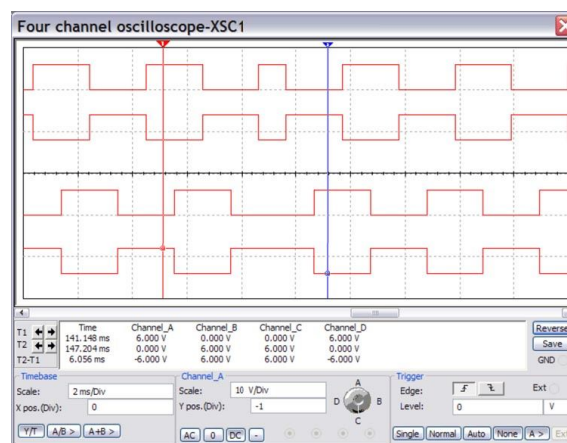


Рисунок 11. Временная диаграмма универсального коммутатора с реверсом. Верхние две осциллограммы – Q1 D2-2, Q2 D2-2; нижние две – Q1 D2-1, Q2 D2-1. Маркеры показывают область изменения очередности включения фаз.

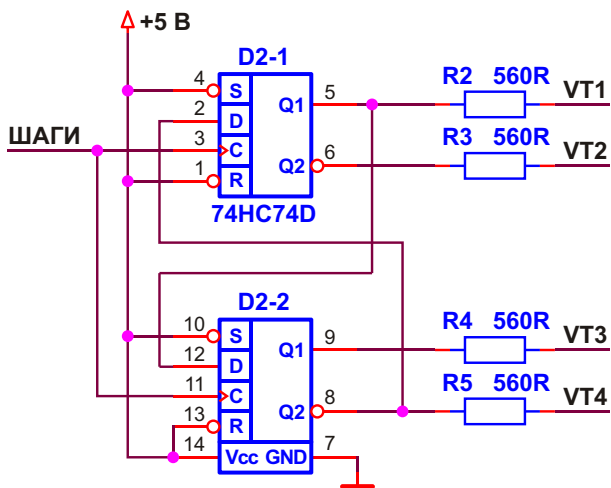


Рисунок 12. Упрощенная схема коммутатора шагового двигателя (без реверса).

коммутатора может быть значительно упрощена (см. Рисунок 12), при этом частота вращения останется неизменной, а диаграмма управления будет аналогичной той, которая приведена на Рисунке 11 (осциллограммы до переключения очередности фаз).

Поскольку особых требований к сигналу «ШАГИ» не предъявляется, для его формирования может использоваться любой подходящий по уровням выходного сигнала генератор. Для своих отладочных модулей автор использовал генератор на базе ИМС таймера 555 (Рисунок 13).

Для питания собственно двигателя можно использовать схему, приведенную на Рисунок

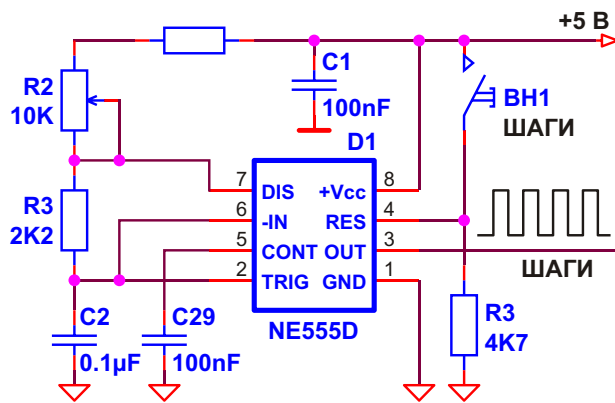


Рисунок 13. Регулируемый генератор импульсов для коммутатора шагового двигателя.

ке 14, а схему коммутатора и генератора питать или от отдельного источника питания +5 В или через дополнительный маломощный стабилизатор. Земли силовой и сигнальной частей в любом случае необходимо разделять.

Схема на Рисунке 14 обеспечивает подачу двух стабильных по уровню напряжений для питания обмоток двигателя: 12 В в рабочем режиме и 6 В в режиме удержания. (Формулы, необходимые для расчета выходного напряжения, приведены в [8]). Рабочий режим включается подачей высокого логического уровня на контакт «ТОРМОЗ» разъема X1. Допустимость снижения напряжения питания определяется тем, что, как уже отмечалось в первой части статьи, момент удержания шаговых двигателей превышает

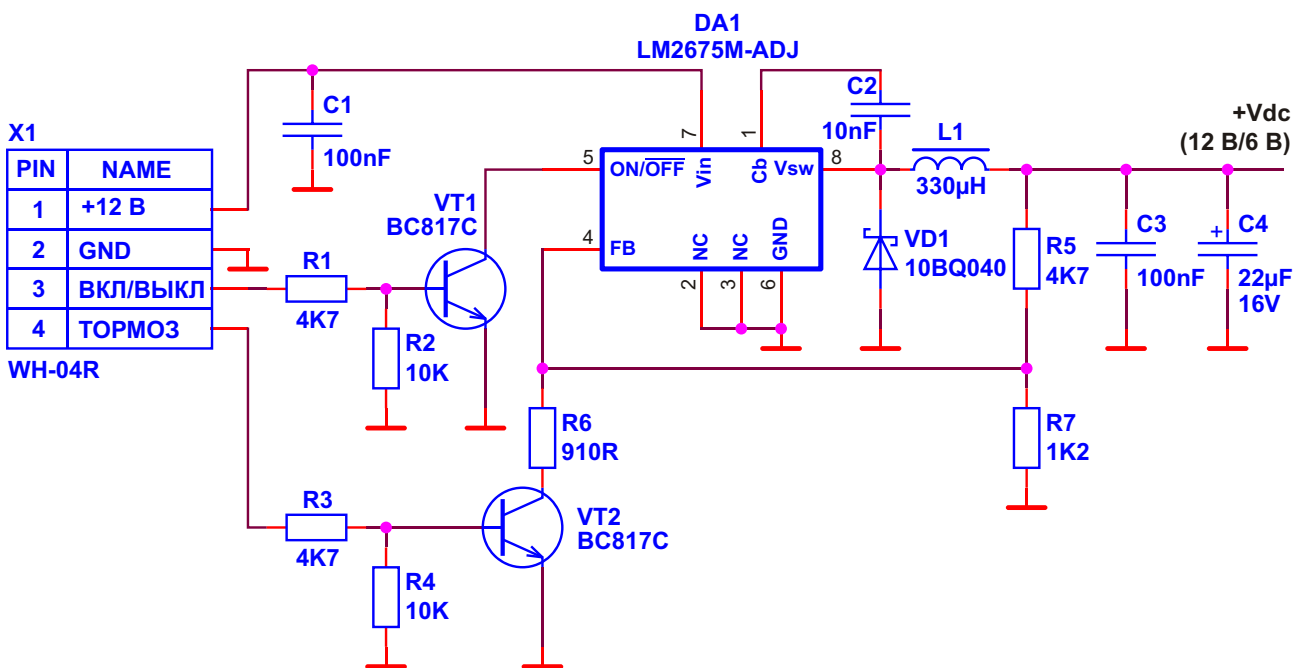


Рисунок 14. Схема питания шагового двигателя с режимами удержания и выключения.

момент вращения. Так, для рассматриваемого двигателя P542-M48 момент удержания с редуктором 25:6 равен 19.8 Н см, а момент вращения всего 6 Н см. Этот подход позволяет при остановке двигателя уменьшить потребление мощности с 5.52 Вт до 1.38 Вт! Полное отключение двигателя осуществляется подачей высокого логического уровня на контакт «ВКЛ/ВЫКЛ» разъема X1.

Если схема управления имеет выход на транзисторах с открытым коллектором, то в ключах VT1, VT2 необходимости нет, и выходы можно подключить непосредственно вместо упомянутых ключей.

Примечание:

В этом варианте использование резисторов подтяжки недопустимо!

В качестве дросселя автор использовал катушку SDR1006-331K (Bourns). Общее питание формирователя напряжения для обмоток двигателя можно уменьшить до 16 – 18 В, что не скажется на его работе. Еще раз обращаю внимание: при самостоятельном расчете не забудьте учитывать, что формирователь обеспечивает режим с перекрытием фаз, то есть необходимо закладываться на

номинальный ток схемы питания, равный удвоенному максимальному току обмоток при выбранном напряжении питания.

Задача управления биполярными двигателями более сложна. Основная проблема в драйвере. Для этих двигателей требуется драйвер мостового типа, и делать его, тем более в современных условиях, на дискретных элементах – неблагоприятная задача. Да, этого и не требуется, так как имеется очень большой выбор специализированных ИМС. Все эти ИМС условно можно свести к двум типам. Первый – весьма популярная у любителей робототехники ИМС L293D STMicroelectronics [9] или ее варианты от Texas Instruments. Они относительно недороги и подходят для управления маломощными двигателями с током обмоток до 600 мА. ИМС имеют защиту от перегрева; устанавливать ее необходимо с обеспечением теплоотвода, которым служит фольга печатной платы [9]. Второй тип – это уже знакомая читателям по публикации в [1] ИМС LMD18245 [2].

Автор использовал драйвер L293DD в схеме для управления биполярным двигателем малой мощности типа 20M020D2B 12 В/0.1 А во время изучения проблемы

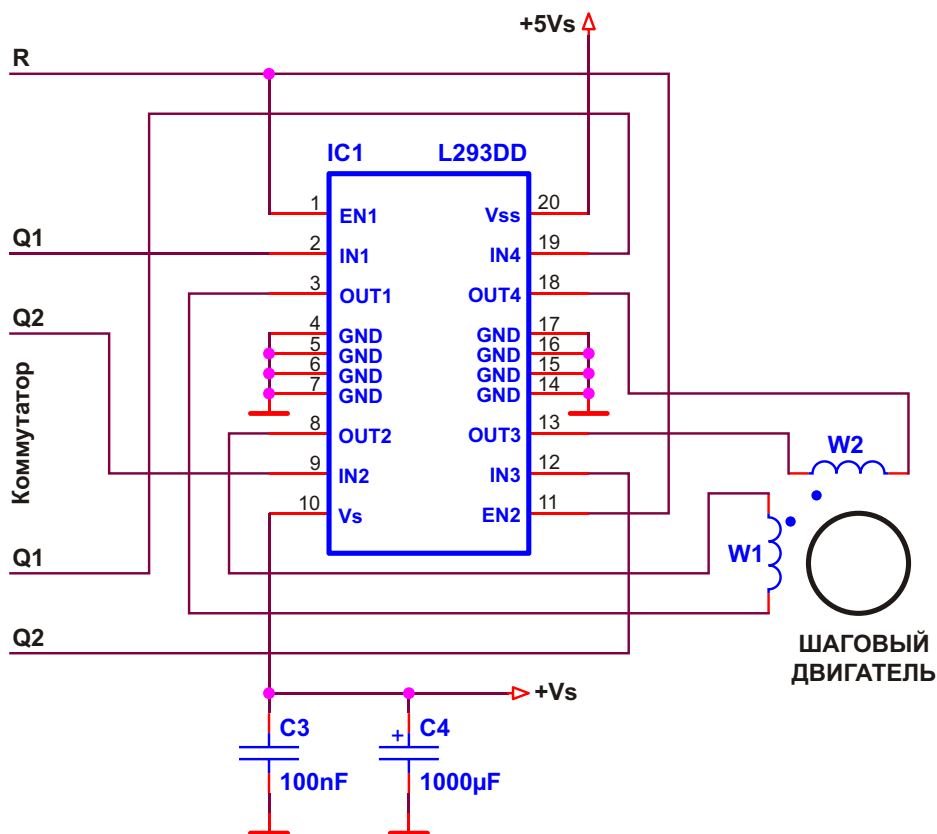


Рисунок 15. Схема подключения драйвера L293DD.

использования шаговых двигателей. Этот драйвер удобен тем, что содержит четыре полумостовых ключа, поэтому для управления биполярным шаговым двигателем требуется всего одна ИМС. Полная схема, приведенная в [10] и многократно повторенная на интернет-сайтах, пригодна для использования в качестве тестовой платы. На Рисунке 15 показано включение ИМС драйвера (с привязкой к коммутатору из Рисунка 10), поскольку именно эта часть сейчас представляет для нас интерес, а Figure 6 (Bipolar Stepping-Motor Control) из спецификации [9] не совсем понятна начинающему пользователю. Она вводит в заблуждение, например, тем, что показаны внешние диоды, которые на самом деле встроены в ИМС и прекрасно справляются с обмотками маломощных двигателей. Естественно, что драйвер L293D может работать с любым коммутатором. Выключается драйвер логическим нулем по входу R.

Примечание:

ИМС L293, в зависимости от изготовителя и суффиксов, указывающих на тип корпуса, имеют различия в нумерации и количестве выводов!

Для более мощных двигателей автор статьи использовал драйверы LMD18245. Полная схема тестового модуля приведена на Рисунке 16.

В отличие от L293DD, LMD18245 является не четырех-, а двухканальным драйвером, поэтому для реализации схемы управления требуются две ИМС. Драйвер LMD18245 выполнен по DMOS технологии, содержит схемы защиты от перегрева, короткого замыкания и выполнен в удобном 15-выводном корпусе TO-220, что позволяет легко отводить от его корпуса излишнее тепло. В качестве задающего генератора использовалась схема, приведенная ранее на Рисунке 13, но с увеличенным до 4.7 кОм сопротивлением резистора R2. Для подачи одиночных импульсов используется кнопка ВН1, позволяющая сдвинуть ротор двигателя на один шаг. Направление вращения ротора определяется положением переключателя S1. Включение и выключение двигателя осуществляется выключателем S2. В положение «ВЫКЛ» ротор двигателя освобождается, и его вращение импульсами управления становится невозможным. Режим удержания уменьшает максимальный ток, потребляе-

мый обмотками двигателя, с двух до одного ампера. Если импульсы управления не подаются, то ротор двигателя остается в зафиксированном положении с пониженной вдвое мощностью потребления. Если же импульсы подаются, то вращение двигателя в этом режиме осуществляется с пониженным на малых скоростях вращением моментом. Необходимо заметить, что поскольку при полношаговом управлении «two-phase-on» включены обе обмотки, ток двигателя удваивается, а схема драйвера должна рассчитываться исходя из требований обеспечения заданного тока двух обмоток (резисторы R3, R8).

Схема содержит описанный ранее двунаправленный двухфазовый формирователь на D-триггерах (Рисунок 10). Максимальный ток драйвера задается резистором, включенным в цепь контакта 13 ИМС LMD18245 (резисторы R3, R8), и двоичным кодом на контактах цепи управления тока (выводы 8, 7, 6, 4). Формула для расчета максимального тока приведена в спецификации на драйвер [2]. Ограничение тока осуществляется импульсным методом. При достижении максимально заданной величины тока выполняется его «нарезка» («chopping»). Параметры этой «нарезки» задаются параллельной RC цепочкой, подключенной к выводу 3 драйвера. Достоинством ИМС LMD18245 является то, что токозадающий резистор, не включенный непосредственно в цепь двигателя, имеет достаточно большой номинал и маленькую рассеиваемую мощность. Для рассматриваемой схемы максимальный ток в амперах, согласно приведенной в [2] формуле, составляет:

$$I_{\text{MAX}} = \frac{V_{\text{DAC REF}} \cdot \frac{D}{16}}{250 \cdot 10^{-6} \cdot R_S} = \frac{5 \cdot \frac{16}{16}}{250 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3} = 2 \text{ A},$$

где:

$V_{\text{DAC REF}}$ – опорное напряжение ЦАП (в рассматриваемой схеме 5 В);

D – задействованные разряды ЦАП (в этом режиме используются все 16 разрядов);

R_S – сопротивление токоограничивающего резистора ($R3 = R8 = 10 \text{ кОм}$).

Соответственно, в режиме удержания (поскольку используются 8 разрядов ЦАП), максимальный ток составит 1 А.

В заключение необходимо отметить, что драйвер LMD18245 позволяет реализовать и микрошаговое управление. Как упоминалось выше, такой режим уменьшает, и даже подавляет паразитный резонанс ротора. Поддержка такого режима для указанного драйвера осуществляется микропроцессором, управляющим входами ЦАП.

Как можно видеть из предложенной статьи, шаговые двигатели хоть и сложнее в

управлении, чем коллекторные, но не настолько, чтобы отказываться от них. Как говорили еще древние римляне: «Дорогу осилит идущий». Естественно, что на практике для многих приложений управление шаговыми двигателями целесообразно делать на основе микроконтроллеров, которые легко сформируют нужные команды для драйверов и выполнят роль коммутаторов. Дополнительную информацию и более

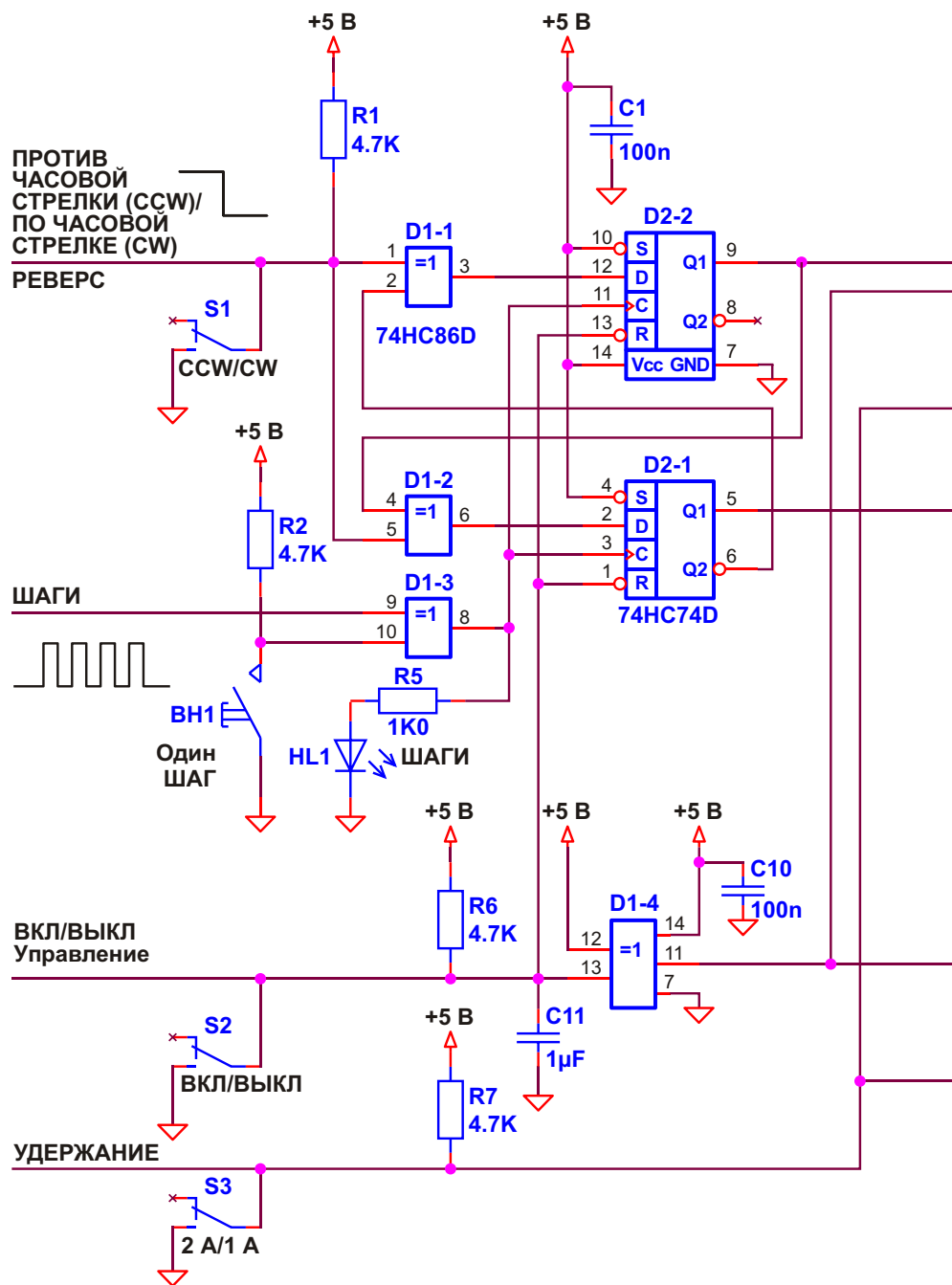
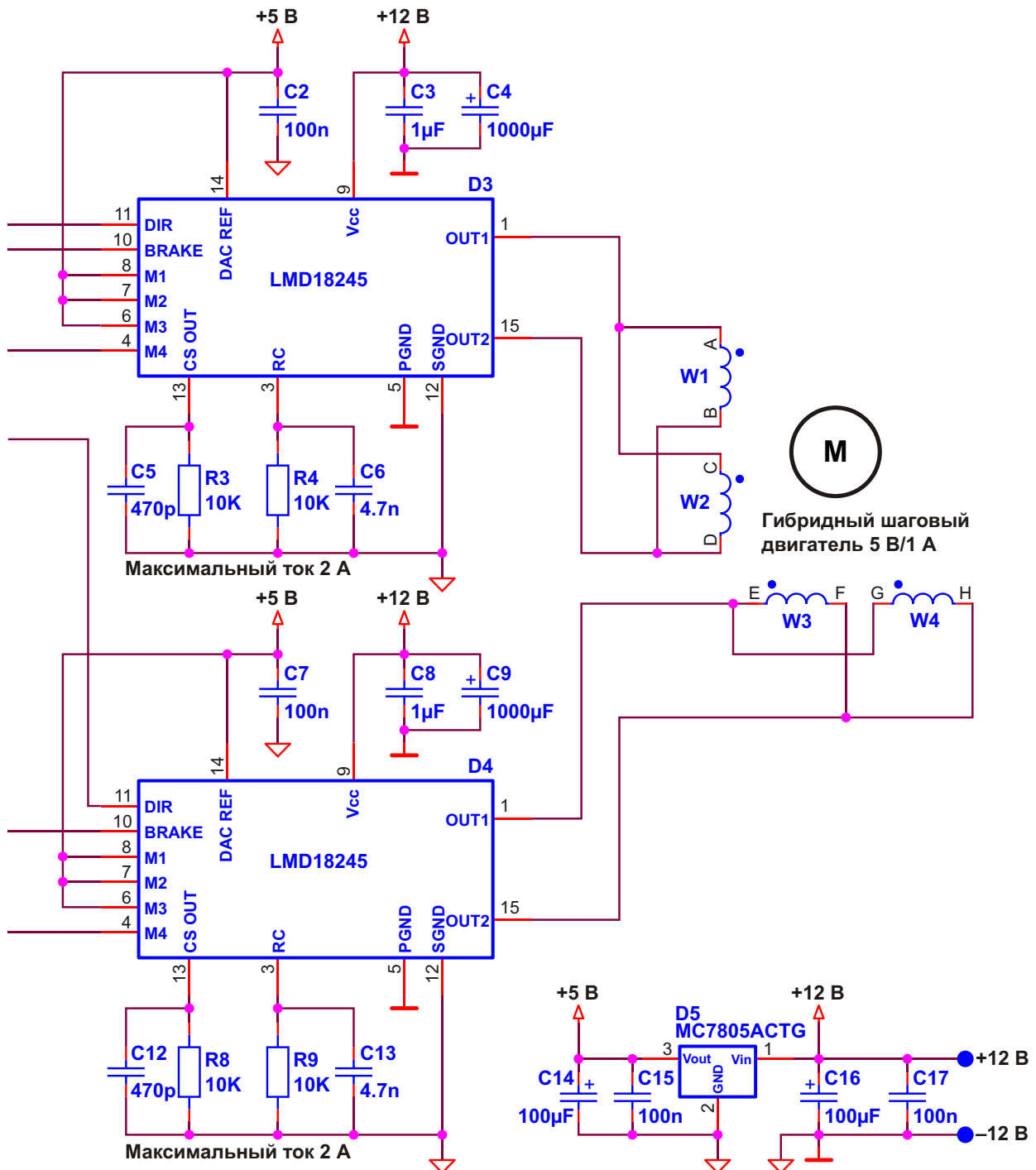


Рисунок 16. Схема управления биполярным шаговым двигателем с использованием

детальное рассмотрение проблем, связанных с применением шаговых двигателей, кроме как по упомянутым выше ссылкам [3, 4, 7], можно почерпнуть из ставшей уже классикой монографии Кенио Такаши [11] и на специализированных интернет-сайтах, например, [12].

Есть еще один момент, на который автор статьи хотел бы обратить внимание читателей. Шаговые двигатели, как впрочем, и все

двигатели постоянного тока, обратимы. Что имеется ввиду? Если приложить внешнее вращающее усилие к ротору, то с обмоток статора можно снять ЭДС, то есть двигатель становится генератором, причем весьма и весьма эффективным. Автор статьи экспериментировал с этим вариантом использования шаговых двигателей во время работы консультантом по силовой электронике в компании, занимающейся ветроэнергетикой.



драйвера LMD18245.

Необходимо было на простых макетах отработать ряд практических решений. По наблюдению автора статьи, эффективность шагового двигателя в таком применении была выше, чем у аналогичного по параметрам и габаритам коллекторного двигателя постоянного тока. Но это уже другая история. **РЛ**

Литература:

1. Рентюк В. «Управление двигателями постоянного тока», РадиоЛоцман, 2014, октябрь-ноябрь
2. LMD18245 3A, 55V DMOS Full-Bridge Motor Driver, Texas Instruments Inc., April 2013
3. Емельянов А. В., Шилин А. Н. Шаговые двигатели: учебное пособие. Волг. ГТУ, Волгоград, 2005
4. <http://en.nanotec.com/support/tutorials/stepper-motor-and-bldc-motors-animation/>
5. DHS 56 series TECO Electro Devices Co. Ltd. <http://pdf.directindustry.com/pdf/teco-electro-devices-co-ltd/stepping-motor-catalog/59236-180900-24.html>
6. Geared stepper motor P542-M48 series, Mclennan Servo Supplies Ltd. www.mclennan.co.uk
7. Дьяконов В. П., Максимчук А. А., Ремнев А. М., Смердов В. Ю. Энциклопедия устройств на полевых транзисторах. М., СОЛОН-Р, 2002
8. LM2675 SIMPLE SWITCHER Power Converter High Efficiency 1A Step-Down Voltage Regulator, Texas Instruments Inc., Rev. June 2005
9. L293, L293D PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES STMicroelectronics, July 2003
10. Rentyuk Vladimir «Control stepper motors in both directions» EDN March 18, 2010
11. Кенио Такаши. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ., М.: Энергоатомиздат, 1987 – 199 с.
12. <http://www.stepmotor.ru/>

Особенности микроконтроллеров PIC16F170x/171x

Часть 2

Окончание. Начало в номере 01-2015

Михаил Русских

Описывается модуль детектирования перехода сигнала через ноль, модуль генератора частоты с цифровым управлением и модуль операционного усилителя. Приводятся преимущества технологии eXtreme Low Power.

Модуль детектирования перехода сигнала через ноль

Модуль позволяет определить момент времени, когда сигнал переменного напряжения проходит нулевой потенциал, что упрощает построение схем управления нагрузкой, например, симисторных коммутаторов.

Впрочем, стоит учитывать, что в действительности осуществляется детектирование перехода при пересечении сигналом уровня опорного напряжения, который больше нулевого потенциала на 0.75 В.

Сигнал переменного напряжения подводится к выводу модуля детектирования через токоограничивающий резистор. При этом для

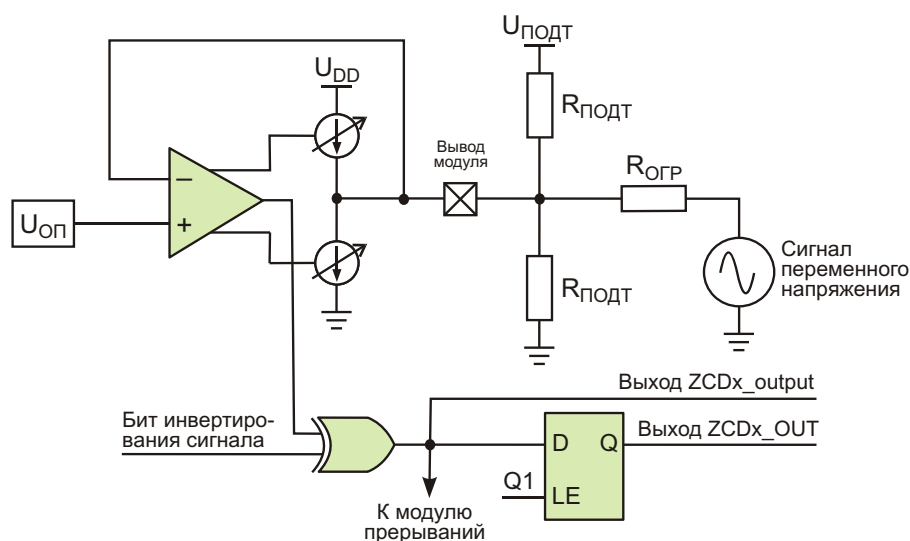


Рисунок 6. Модуль детектирования перехода сигнала через ноль.

поддержания постоянного напряжения на выводе модуль попеременно работает либо в качестве источника тока, либо в качестве потребителя. Когда приложенное напряжение становится больше опорного, он потребляет ток. Если же приложенное напряжение меньше, чем опорное напряжение, то модуль вырабатывает ток. Проверка бита статуса модуля позволяет определить текущий режим его работы (источник или потребитель). На Рисунке 6 схематично представлен модуль детектирования перехода сигнала через ноль.

Значение сопротивления токоограничивающего резистора ($R_{\text{ОГР}}$) зависит от амплитуды сигнала переменного напряжения ($U_{\text{МАКС}}$). При этом сопротивление должно быть такого номинала, чтобы протекающий через него ток в момент, когда переменный сигнал достигает своего пикового значения, был бы равен 300 мкА. Данную зависимость можно выразить в виде формулы (1).

$$R_{\text{ОГР}} = \frac{U_{\text{МАКС}}}{3 \cdot 10^{-4}} \quad (1)$$

Как было отмечено выше, детектирование изменения полярности сигнала осуществляется относительно уровня опорного напряжения, которое подводится к неинвертирующему входу операционного усилителя модуля. Для всех сигналов, кроме тех, которые имеют прямоугольную форму, смещение данного напряжения относительно нулевой точки может привести к тому, что детектирование перехода через ноль произойдет либо слишком рано, либо слишком поздно. Для синусоидального сигнала такое смещение во времени ($T_{\text{СМЕЩ}}$) можно посчитать по формуле (2) при его изменении относительно земли (U_{SS}), либо по формуле (3) при его изменении относительно напряжения питания (U_{DD}).

$$T_{\text{СМЕЩ}} = \frac{\arcsin \frac{U_{\text{ОП}}}{U_{\text{МАКС}}}}{2 \cdot F} \quad (2)$$

$$T_{\text{СМЕЩ}} = \frac{\arcsin \frac{U_{\text{DD}} - U_{\text{ОП}}}{U_{\text{МАКС}}}}{2 \cdot F} \quad (3)$$

В формулах (2) и (3)

$U_{\text{ОП}}$ – значение опорного напряжения,

F – частота сигнала переменного напряжения.

Это смещение во времени можно компенсировать подключением к выводу подтягивающего резистора ($R_{\text{ПОДТ}}$). В случае варьирования сигнала относительно U_{SS} необходимо подключить этот резистор к источнику положительного напряжения ($U_{\text{ПОДТ}}$), а при варьировании относительно U_{DD} нужно подтянуть его к земле. Расчет сопротивления резистора производится по формуле (4) для изменения сигнала относительно U_{SS} или по формуле (5) для изменения сигнала относительно U_{DD} .

$$R_{\text{ПОДТ}} = \frac{R_{\text{ОГР}}(U_{\text{ПОДТ}} - U_{\text{ОП}})}{U_{\text{ОП}}} \quad (4)$$

$$R_{\text{ПОДТ}} = \frac{R_{\text{ОГР}} U_{\text{ОП}}}{U_{\text{DD}} - U_{\text{ОП}}} \quad (5)$$

Разница между значениями сопротивлений, соответствующих различающимся друг от друга на небольшую величину значениям опорного напряжения, может быть существенной. При этом бывает довольно трудно точно измерить величину опорного напряжения. Однако на основании формул (4) и (5) можно вывести новую формулу (6), где значение сопротивления подтягивающего резистора может быть определено через разницу во времени (T) между периодами взятых с выхода модуля ($ZCDx_output$) сигналов высокого и низкого логических уровней.

$$R_{\text{ПОДТ}} = R_{\text{ОГР}} \frac{U_{\text{СМЕЩ}}}{U_{\text{МАКС}} \sin \frac{T}{2}} \quad (6)$$

Здесь $U_{\text{СМЕЩ}}$ представляет собой $U_{\text{ПОДТ}}$ при подключении резистора к источнику напряжения, либо U_{DD} при подключении резистора к земле. Сигнал $ZCDx_output$ для удобства можно завести на вывод микроконтроллера с помощью конфигурируемой логической ячейки.

Если предполагается, что амплитуда сигнала будет меняться, то резистор, последовательно соединенный с выводом модуля,

нужно подобрать таким образом, чтобы ток не превосходил более чем в 6 раз минимальное допустимое значение ± 100 мкА. То есть, ток может варьироваться от ± 100 мкА до ± 600 мкА. Это ограничение является следствием того, что максимальное пиковое значение напряжения не может превышать минимальное более чем в 6 раз. Значение сопротивления можно рассчитать с помощью формулы (7).

$$R_{\text{огр}} = \frac{U_{\text{МАКС}} \cdot U_{\text{МИН}}}{7 \cdot 10^{-4}} \quad (7)$$

Модуль может работать по прерыванию. Прерывание генерируется при смене полярности сигнала переменного напряжения. Перевод микроконтроллера в режим сна не влияет на работу прерываний данного модуля.

Модуль генератора частоты с цифровым управлением

Этот модуль представляет собой программируемый высокоточный линейный генератор, способный работать в широком диапазоне частот (примерно от 1 Гц до 500 кГц). По сути, он является таймером, который использует переполнение для деления входной частоты. Преимущество такого способа перед простым счетчиком на основе таймера

заключается в том, что разрешающая способность при делении не меняется вместе со значением делителя. Поэтому такой модуль генератора полезен при создании приложений, где требуется точность воспроизведения частоты и высокая разрешающая способность при фиксированной скважности. В качестве источника тактовой частоты может выступать высокочастотный внутренний осциллятор (HFINTOSC), системная частота ядра (F_{OSC}) и выходной сигнал третьей конфигурируемой логической ячейки (LC3_out).

Модуль работает, постоянно прибавляя фиксированное значение к аккумулятору, вмещающему в себя до 20 бит, и представленному тремя регистрами. Инкрементирование происходит с каждым тактом входной частоты. При этом аккумулятор будет периодически переполняться, устанавливая флаг переноса. Частоту переполнения ($F_{\text{ПЕР}}$) можно выразить через формулу (8).

$$F_{\text{ПЕР}} = \frac{F_{\text{МГЧ}} \cdot N}{2^n} \quad (8)$$

Здесь
 $F_{\text{МГЧ}}$ – тактовая частота модуля,
 N – инкрементируемое значение,
 n – ширина аккумулятора в битах.

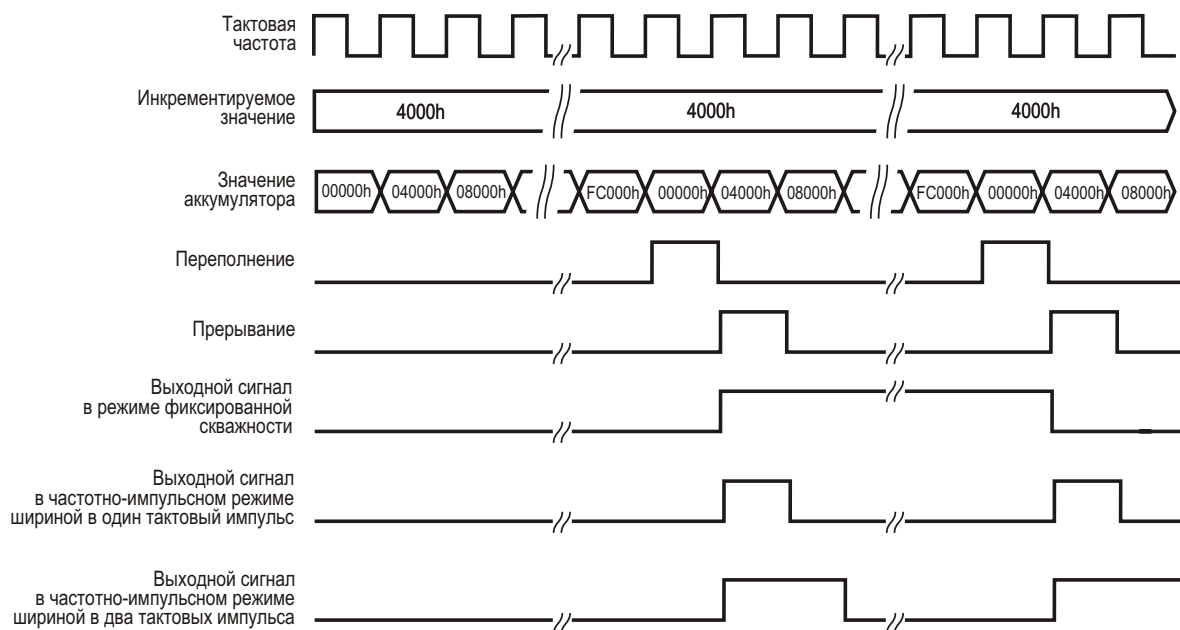


Рисунок 7. Диаграмма работы модуля генератора частоты в режиме фиксированной скважности и частотно-импульсном режиме.

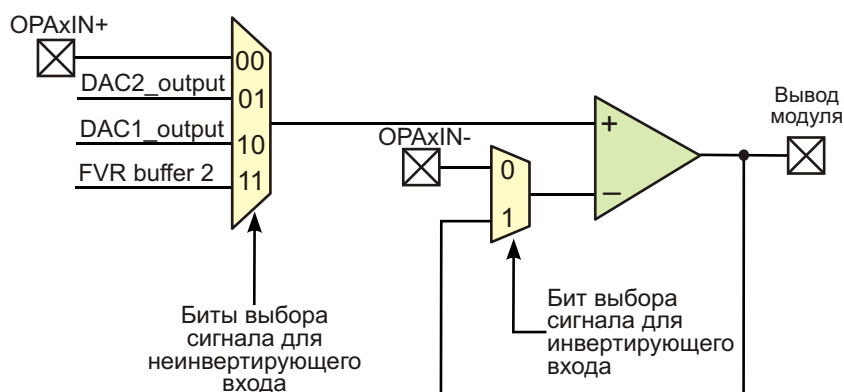


Рисунок 8. Модуль операционного усилителя.

В дальнейшем полученный частотный сигнал можно завести на триггер, или увеличить ширину его импульса. Модифицированный сигнал впоследствии подключается к другим периферийным модулям, к таким, как конфигурируемая логическая ячейка или генератор комплементарных импульсов, а также, при желании, его можно завести на вывод микроконтроллера. Помимо этого, сигнал переполнения аккумулятора может быть настроен на генерацию прерывания.

Модуль генератора частоты способен работать в режиме фиксированной скважности и в частотно-импульсном режиме. В первом случае при каждом переполнении аккумулятора выход изменяет свое логическое состояние. Таким образом обеспечивается скважность 50%. Во втором случае при каждом переполнении аккумулятора выход становится активным на время одного или более тактовых импульсов, после чего выход снова возвращается в неактивное состояние. Графически работу модуля в данных режимах можно изобразить на Рисунке 7.

Полярность выходного сигнала можно изменять путем установки или сброса бита полярности, то есть, можно инвертировать сигнал или оставить его неинвертированным. Изменение полярности при разрешенных прерываниях вызовет соответствующее прерывание.

Модуль генератора способен работать независимо от системной частоты, поэтому он может функционировать в режиме сна. Поскольку в этом режиме остается активным внутренний высокочастотный осциллятор HFINTOSC, то он автоматически выбирается

в качестве источника тактовой частоты для модуля, в независимости от того, была ли до этого в качестве источника выбрана системная частота. Работа модуля в режиме сна приводит к увеличению потребляемого тока, что следует учитывать разработчикам.

Операционные усилители

Микроконтроллеры PIC16F170x/171x имеют в своем составе два операционных усилителя, что позволяет сэкономить на внешних компонентах при создании приложений для работы с аналоговыми сигналами. На Рисунке 8 показана блок-схема модуля операционного усилителя.

На входы усилителя могут быть заведены сигналы непосредственно с линий микроконтроллера (OPAxIN+ на неинвертирующий вход и OPAxIN- на инвертирующий). Помимо этого, на неинвертирующий вход вместо внешнего сигнала можно завести выходные сигналы с первого (DAC1_output) или второго ЦАП (DAC2_output), либо со второго буфера модуля фиксированного опорного напряжения (FVR buffer 2). На инвертирующий вход можно завести выходной сигнал усилителя, создав тем самым, петлю обратной связи.

Технология eXtreme Low Power

Еще одной важной особенностью микроконтроллеров семейства PIC16F170x/171x является технология пониженного потребления энергии eXtreme Low Power (XLP). Благодаря этой технологии устройство может значительно снизить потребляемую мощность, как в рабочем режиме, так и в режиме сна.

При питании микроконтроллера напряжением 1.8 В можно добиться следующих показателей:

- ток в рабочем режиме при тактировании с помощью осциллятора 32 кГц – 8 мкА,
- ток в рабочем режиме при тактировании с помощью внешнего генератора частоты – 32 мкА,
- ток в режиме сна – 50 нА,
- ток, потребляемый сторожевым таймером – 500 нА.

Такие характеристики делают устройства PIC16F170x/171x наиболее эффективным решением при построении систем датчиков с автономным питанием. По расчетам компании Microchip [1], время функционирования микроконтроллера, оснащенного технологией XLP, в умеренном режиме работы при пита-

нии от батарейки типа CR2032 составит около 6 лет, а при питании от батарейки типа AA – примерно 76 лет.

Заключение

Микроконтроллеры семейства PIC16F170x/171x, благодаря наличию независимой от ядра интеллектуальной периферии, малому энергопотреблению и низкой стоимости могут стать достойными конкурентами другим 8-разрядным устройствам, представленным сегодня на рынке. Они подойдут для применения в составе бытовых приборов и инструментов, систем освещения и сенсорных приложений. **РЛ**

Источники

1. http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/01146B_chapter%202.pdf

Настольные технологии 1969 года: внутри корпуса калькулятора Comrisorg

Michael Dunn

EDN

У сегодняшних юношей есть множество возможностей, чтобы войти в мир программирования. В начале и середине 1970-х таких возможностей было намного меньше. Лучшее, что способно извлечь из памяти мое серое вещество – настольный программируемый калькулятор, ставший моим первым цифровым слугой где-то в 1977 году.



Это вам, господа инженеры! Верхний ряд кнопок предназначен для программирования.

В средней школе, в которой я учился, были две или три машины Comrisorg – кажется, 125E Scientist – и, насколько я помню, по крайней мере, у одной из них был дисплей на газоразрядных индикаторах. Теперь, годы спустя, я обнаружил в своем

«музее» Monroe 1655, дождавшуюся возможности раскрыть свои секреты.

Monroe? Comrisorg? Какая связь? Судя по источникам в Интернете, машины Monroe были предшественниками Comrisorg. На одной из плат в моей Monroe стоит уведомление об авторском праве: «1969 Computer Design Corp». Это компания, разработавшая машину для давно уже существовавшей на то время Monroe. Лишь спустя несколько лет она сама начала продавать машины под именем Comrisorg. Коды дат в моей машине указывают на то, что она была изготовлена в 1970 или 1971 году. Большие интегральные схемы (БИС) сделаны компанией AMI, купленной ON Semiconductor в 2007 году.

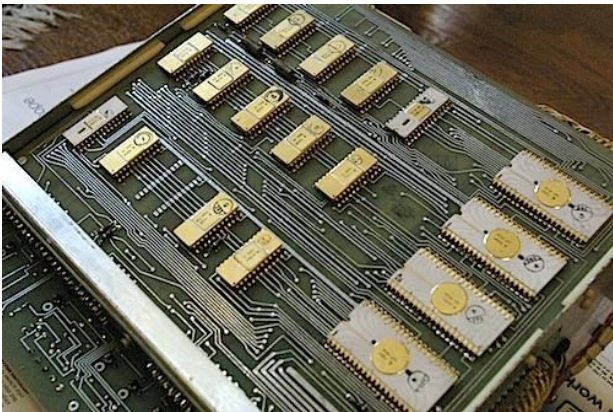


Крышка снята.

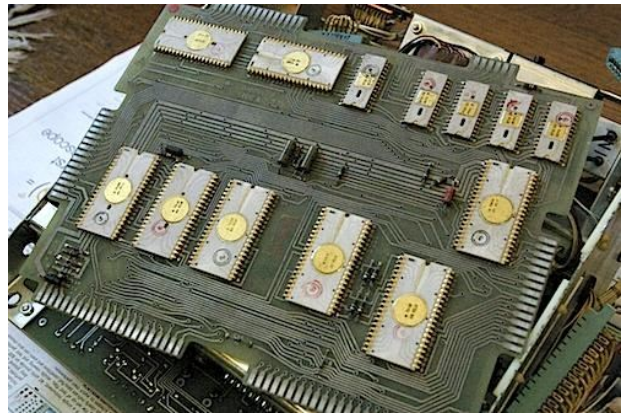


Плата питания. (Она располагается позади платы дисплея). Оранжевый конденсатор 'lytic используется в высоковольтном источнике питания газоразрядных индикаторов.

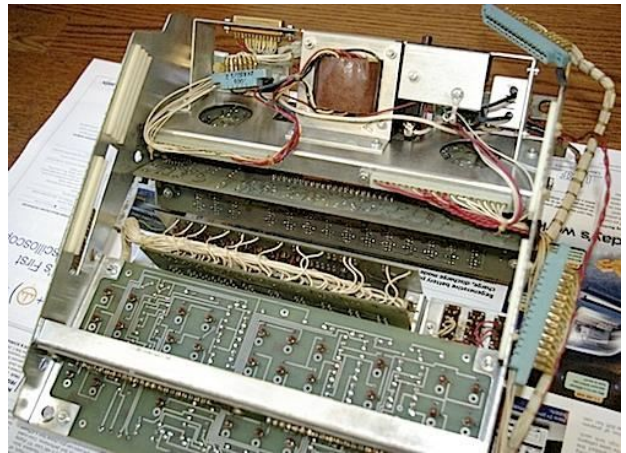
Большую часть схемы 1655 занимает 31 БИС. Я могу высказать свои предположе-



Есть что-то магическое в золотой металлизации и белой керамике. Как вы думаете, для чего нужны эти чипы?



Много золотого и белого. В Монрое 1655 только две основных платы логики.



Вид снизу после извлечения двух плат логики.

ния относительно того, что из них является ОЗУ, ПЗУ и логикой, но почему бы это не попытаться сделать вам. Остальные компоненты, по-видимому, управляют питанием, дисплеем и интерфейсом клавиатуры. **РЛ**

Монолитный синхронный понижающий преобразователь с функциями контроля входного и выходного токов и температуры

Tom Gross, Linear Technology

Design Note 511

Введение

LTC3626 – первый из семейства монолитных стабилизаторов SWITCHER+ синхронный понижающий преобразователь с контролем тока и температуры, выпущенный компанией Linear Technology. Этот высокоэффективный монолитный синхронный импу-

льсный понижающий стабилизатор способен отдавать в нагрузку ток до 2.5 А при входном напряжении от 3.6 В до 20 В (см. схему на Рисунке 1). В LTC3626 реализована уникальная архитектура с контролируемым временем включения при постоянной частоте переключения и управлением по току, идеально поддерживающая режимы работы на высо-

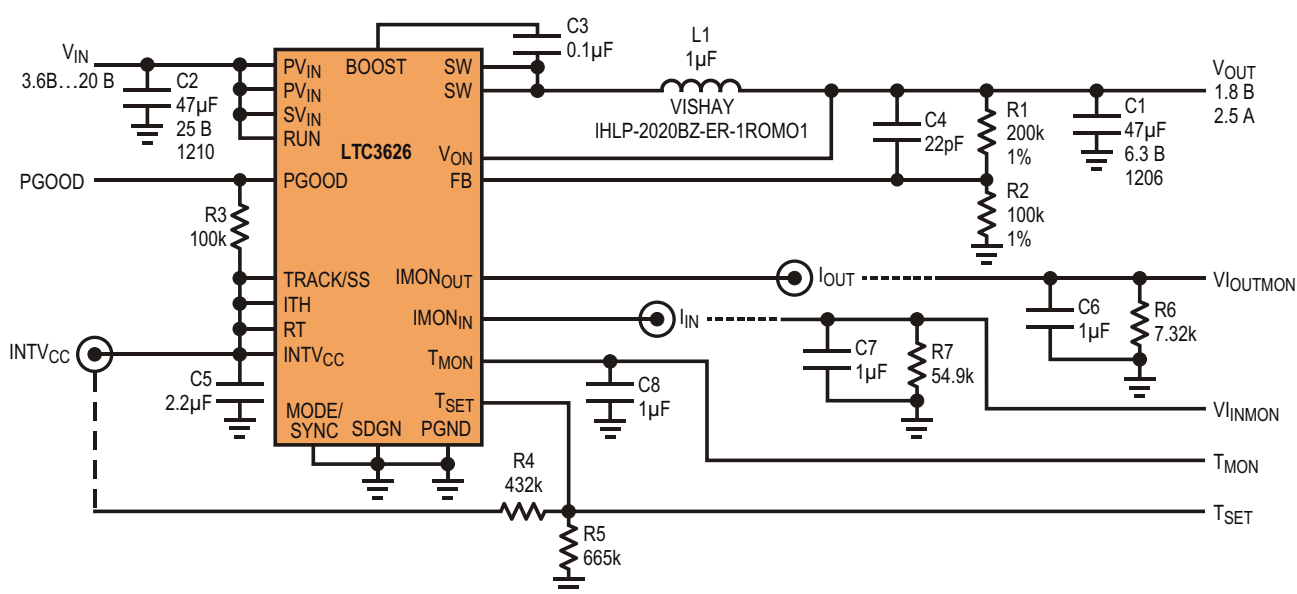
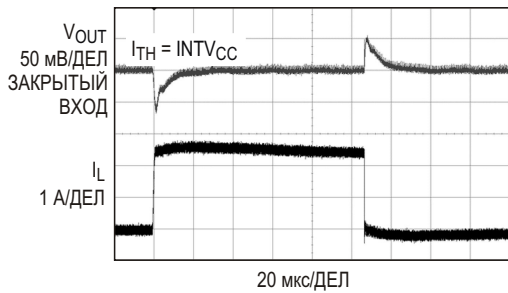


Рисунок 1. Понижающий преобразователь с максимальным входным напряжением 20 В и рабочей частотой 2 МГц отдает в нагрузку до 2.5 А, контролируя параметры тока и температуры.



ОТКЛИК НА СКАЧОК НАПРЯЖЕНИЯ НАГРУЗКИ ОТ 12 В ДО 1.8 В, СКАЧОК ТОКА 2.5 А, ЧАСТОТА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ 2 МГц, ПРИНУДИТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОВОДИМОСТИ, ВНУТРЕННЯЯ КОМПЕНСАЦИЯ.

Рисунок 2. Отклик на скачок нагрузки схемы, изображенной на Рисунке 1.

ких частотах с низкими коэффициентами заполнения ШИМ, обеспечивающие быстрый отклик на изменение нагрузки (см. Рисунок 2). Кроме того, в устройстве предусмотрены возможности выбора режима работы, отслеживания напряжения и управления синхронизацией. Тепловое сопротивление корпуса с размерами 3 мм × 4 мм, в который упаковывается LTC3626, настолько мало, что прибор может работать без внешнего теплоотвода, даже отдавая в нагрузку максимальную мощность.

Помимо впечатляющих регулировочных характеристик, в микросхему заложены функции контроля тока и температуры, требующие минимального количества дополнительных компонентов.

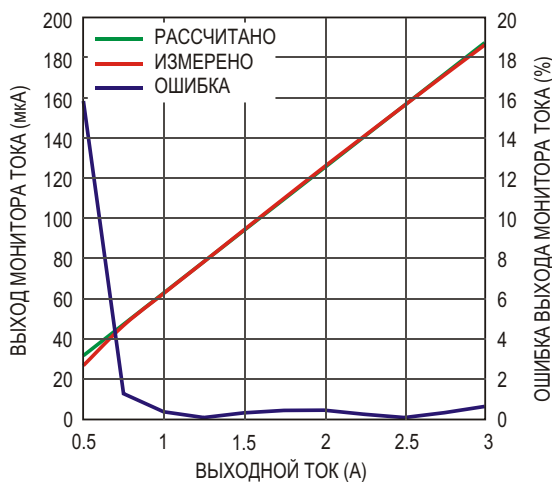


Рисунок 3. Зависимость сигнала монитора выходного тока от тока выхода.

Измерение выходного/входного тока

LTC3626 измеряет выходной ток во время включенного состояния внутреннего синхронного ключа и генерирует на выводе IMON_{OUT} пропорциональный ток, равный 1/16000 измеренного значения. Рисунок 3 позволяет оценить точность формирования тока на выводе IMON_{OUT}, сравнив измеренный ток с расчетными значениями. Величина ошибки остается на уровне менее 1% почти во всем диапазоне токов нагрузки.

Аналогично, из этого же токового сигнала в комбинации с коэффициентом заполнения на выводе IMON_{IN} вырабатывается ток, пропорциональный входному току, опять же, с масштабным коэффициентом 1/16000. При этом во всем диапазоне токов достигается точность лучше 5% (Рисунок 4).

Обе цепи токовых сигналов подключены к внутренним усилителям напряжения, входы которых смещены опорным напряжением 1.2 В. Усилители могут отключать микросхему при выполнении пороговых условий. Таким образом, входной и выходной токи ограничены порогами, задаваемыми простым подключением резисторов к выводам IMON_{IN} или IMON_{OUT}, соответственно, как это показано на Рисунке 1. Порог ограничения тока и сопротивление резистора связаны следующей зависимостью:

$$I_{LIM} = \frac{1.2 \text{ В} \cdot 16000}{R_{LIM}}$$

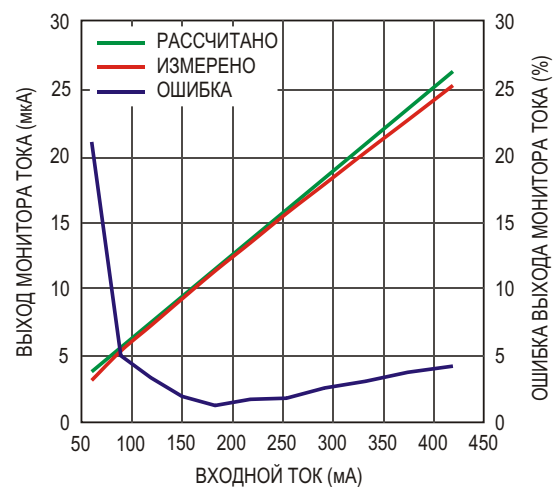


Рисунок 4. Зависимость сигнала монитора входного тока от тока входа.

К примеру, при использовании резистора 2 кОм уровень ограничения тока будет равен приблизительно 2 А.

Эта простая схема позволяет как контролировать, так и активно управлять уровнями ограничения входного и выходного токов, что раньше было возможно сделать только с помощью внешних схем, состоящих, например, из ЦАП и нескольких пассивных компонентов.

Измерение температуры

Микросхема LTC3626 вырабатывает напряжение, пропорциональное температуре ее кристалла, которое можно использовать для установки порога ограничения температуры. Типовое значение напряжения на выводе монитора T_{MON} при комнатной температуре составляет 1.5 В. Чтобы рассчитать температуру кристалла T_J , необходимо умножить напряжение на выводе T_{MON} на коэффициент преобразования, равный 200 °K/В, и вычесть смещение 273 °С. LTC3626 содержит также компаратор ограничения температуры, к входам которого подключены сигналы вывода установки температурного порога T_{SET} и вывода T_{MON} . Это позволяет напряжением V_{TSET} на выводе T_{SET} задать верхний

порог рабочей температуры кристалла, используя формулу

$$V_{TSET} = \frac{T_J - 273}{200 \text{ K/V}}$$

Задавшись предельным значением температуры перехода, равным 125 °С, находим, что на выводе T_{SET} необходимо установить напряжение порядка 2 В. В этом случае микросхема отключится, как только температура достигнет порогового уровня T_{MON} .

Заключение

В микросхеме понижающего преобразователя LTC3626 функции контроля тока и температуры сочетаются с высокими техническими характеристиками и миниатюрным корпусом. С помощью микропроцессора или иной внешней логики управления можно очень просто контролировать условия работы устройства, используя сигналы выводов мониторов входного и выходного токов и температуры. Подав определенное напряжение на вход установки температурного порога, можно задать условия автоматического отключения. **РЛ**

Стробоскоп на светодиодах с независимой регулировкой задержки и длительности импульса

Michael Page

EDN

Показанная на Рисунке 1 схема несложна, но при использовании в качестве устройства для визуального контроля формы и плотности облака, распыляемого топливным инжектором, она сэкономила много времени. Стробоскопы на ксеноновых лампах для подобных приложений подходят плохо, поскольку занимают слишком много места, а интенсивность излучаемого ими света чрезмерно высока. Так при проверке работы блока из шести инжекторов с изоляционными панелями отражения от рубашки или стены позади вас будет мешать проведению визуального

осмотра. Кроме того, другие источники света будут выступать за зону регулировки камеры. Поэтому выбран вариант с малогабаритными светодиодами, установленными на гибком держателе типа «гусиная шея». В схеме можно было бы использовать и хорошо всем известный таймер 555, однако независимо регулировать в нем и задержку, и длительность очень неудобно.

На схеме показаны вход тактовой частоты, потенциометры установки времени задержки и длительности импульса (P_1 и P_2 , соответственно) и выход для подключения светодиода-

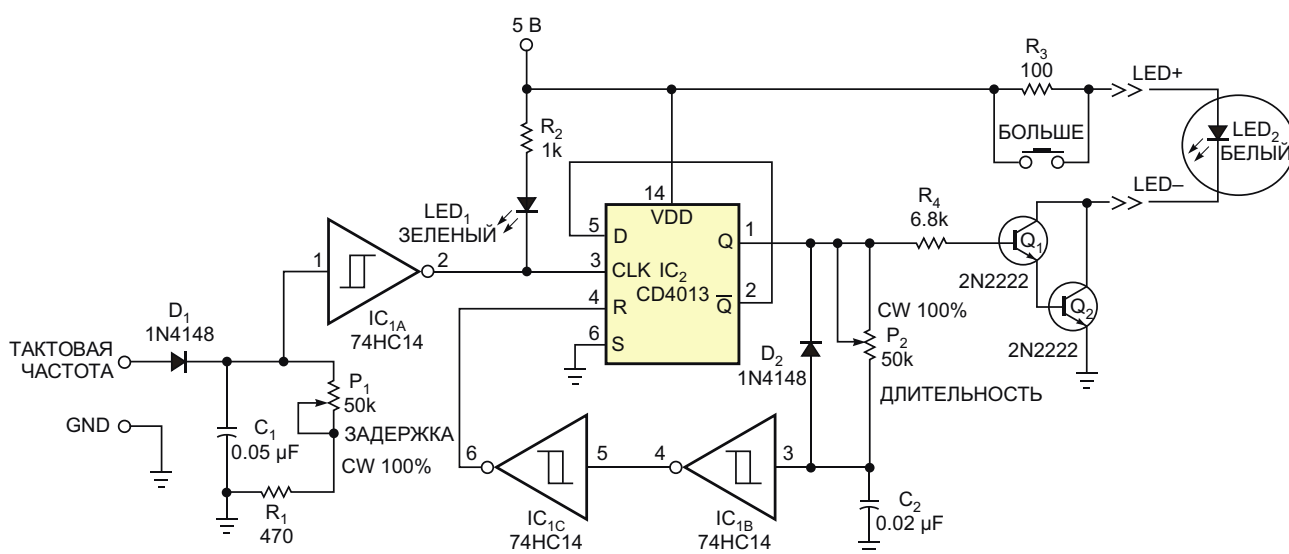


Рисунок 1. В этой схеме для устройства визуального контроля используются сверхяркие светодиоды.

ода. Кроме того, схема включает в себя встроенный обычный светодиод, используемый в качестве индикатора входного сигнала для стендовых испытаний. Однако стоит отметить, что при работе на больших скоростях этот индикатор бесполезен. Входной импульсный сигнал тактовой частоты амплитудой 5 В и длительностью около 30 мкс поступает от синхронизатора топливного насоса. Потенциометр P_1 позволяет изменять время задержки включения светодиода примерно от 40 мкс до 2 мс, а потенциометр P_2 предназначен для регулировки длительности вспышки в приблизительном диапазоне от 15 мкс до 15 мс.

Входной каскад схемы представляет собой пиковый детектор, на который поступают тактовые импульсы с амплитудой 5 В, через диод D_1 заряжающие конденсатор C_1 . Скорость разряда конденсатора устанавливается потенциометром P_1 . Триггер Шмитта IC_{1A} отслеживает напряжение на конденсаторе C_1 , и, по достижении им нижнего порога IC_{1A} , на его выходе устанавливается высокий логический уровень, который, в свою очередь, устанавливает высокий уровень на выходе Q микросхемы IC_2 . При высоком логическом уровне на выходе Q открывается ключ из включенных по схеме Дарлингтона транзисторов Q_1 и Q_2 , и светодиод стробоскопа загорается. В это же время происходит заряд конденсатора C_2 со скоростью, уста-

новленной потенциометром P_2 . Когда напряжение на этом конденсаторе достигает верхнего порога IC_{1B} , выход IC_{1C} переключается в «лог. 1», возвращая выход триггера IC_2 обратно в «лог. 0», и светодиод стробоскопа гаснет. После этого схема готова к новому циклу. Диод D_2 обеспечивает полный разряд конденсатора C_2 при сбросе выхода Q микросхемы IC_2 . Поскольку для активации IC_2 требуется сигнал высокого уровня, элементы IC_{1B} и IC_{1C} можно исключить, но триггер Шмитта после RC-цепочки обязателен для воспроизводимости параметров схемы, в особенности, при больших временах заряда/разряда.

Рисунок 2 иллюстрирует работу устройства при тактовой частоте 650 Гц и задержке порядка 250 мкс (положение P_1 – 10%). Длительность импульса приблизительно равна 600 мкс (положение P_2 – 75%). На Рисунке 3 показано скорректированное изменение задержки при той же длительности, как на Рисунке 2. Новый период вспышки перекрывает следующий впрыск топлива. В зависимости от конструкции сопла инжектора, можно в течение одной вспышки безошибочно увидеть окончание одного поджига калибровочной смеси в камере сгорания и начало следующего. Кроме того, в схеме имеется кнопка для кратковременного увеличения интенсивности вспышки стробоскопа, закорачивающая резистор R_3 , который в обычном

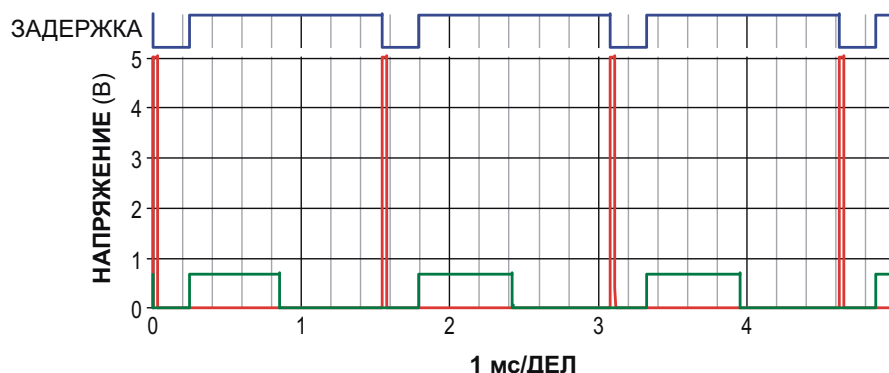


Рисунок 2. При тактовой частоте 650 Гц и установке P_1 на уровне 10% задержка составляет примерно 250 мкс, а длительность импульса при P_2 в положении 75% приблизительно равна 600 мкс. Верхняя линия (синяя) отображает задержку строба, нижняя (зеленая) – продолжительность импульса на базе Q_1 , а 5-вольтовая красная – тактовую частоту.

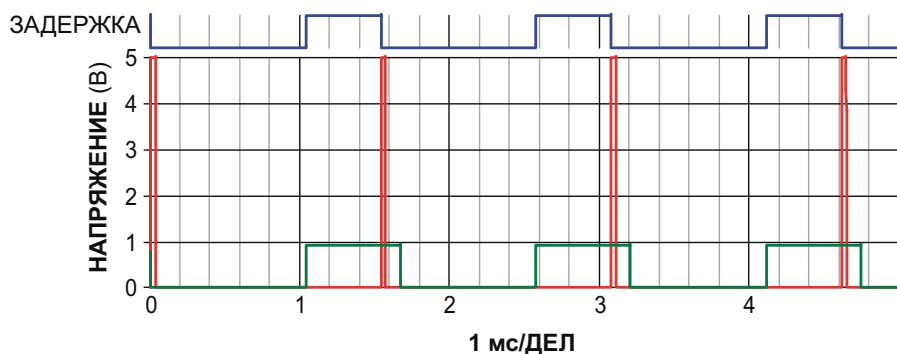


Рисунок 3. Результат регулировки задержки показан при той же установке длительности, как и на Рисунке 2. Верхняя линия (синяя) отображает задержку строба, нижняя (зеленая) – продолжительность импульса на базе Q₁, а 5-вольтовая красная – тактовую частоту.

режиме ограничивает ток светодиода на уровне приблизительно в 40 мА. При нажатии кнопки БОЛЬШЕ включенная по схеме Дарлингтона пара транзисторов 2N2222 по-прежнему будет ограничивать ток, теперь уже на уровне порядка 400 мА, однако следует иметь в виду, что длительное пребывание схемы в этом режиме сокращает срок службы светодиодов. Для конкретного приложения вы должны подобрать значения элементов

C₁, C₂, R₁, R₂. Их расчет будет зависеть от семейства используемых логических ИМС, но, как правило, можно воспользоваться формулой:

$$T = 0.7 R C,$$

где

T – время в секундах,

R – сопротивление,

C – емкость. **РЛ**

Небольшой, простой источник высокого напряжения на одной ИМС

Alfredo Saab

EDN

Для создания датчиков, электростатических ловушек и других приложений требуются регулируемые высоковольтные источники питания с небольшим током нагрузки. Желательно, чтобы такие источники были простыми, компактными и имели малый ток покоя. Приведенная на Рисунке 1 схема как раз и отвечает этим требованиям, а трансформаторная изоляция позволяет получать на выходе положительное, отрицательное или плавающее напряжение. Сделать плавающий выход

возможно благодаря наличию отдельной низковольтной обмотки обратной связи с напряжением, пропорциональным выходному. Такое решение позволяет отказаться от высокоомных резисторов в делителе обратной связи, которые потребовались бы при прямом подключении делителя к выходу высокого напряжения. Этот низковольтный делитель содержит резисторы с намного более низкими сопротивлениями, которые, к тому же, рассеивают существенно меньшую мощность.

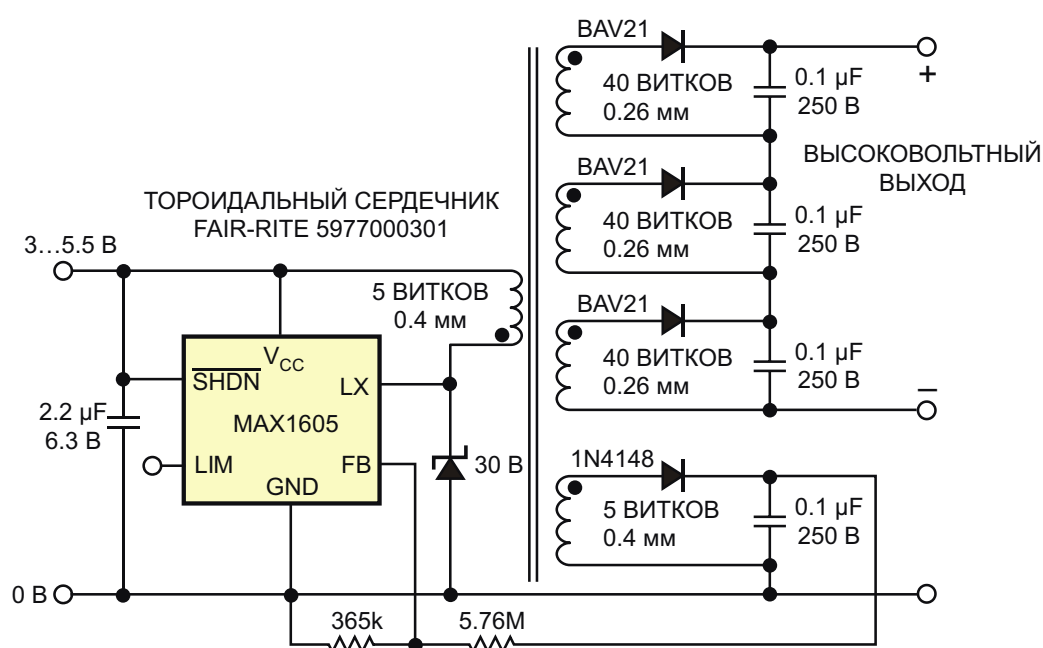


Рисунок 1. Используя сигнал обратной связи от низковольтной вторичной обмотки, этот высоковольтный источник питания с малым током покоя генерирует напряжение в 500 В.

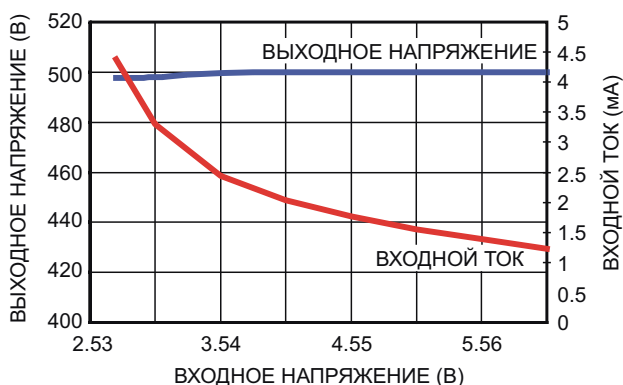


Рисунок 2. Зависимость выходного напряжения и входного тока от входного напряжения

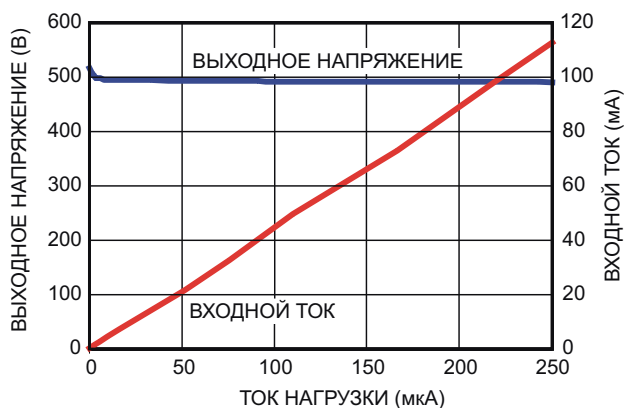


Рисунок 3. Зависимость выходного напряжения и входного тока от тока нагрузки.

Основой схемы является ИМС MAX1605 компании Maxim, содержащая все необходимое для реализации импульсного стабилизатора: модулятор, усилитель ошибки и мощный ключ [1]. ИМС управляет тороидальным трансформатором с обмоткой обратной связи и несколькими выходными обмотками. При указанных на Рисунке 1 номиналах элементов схема выдает напряжение в 500 В (Рисунки 2 и 3). Выходное напряжение можно регулировать в пределах $\pm 30\%$, изменяя соотношение сопротивлений резисторов делителя обратной связи. Выходное напряжение можно увеличивать или уменьшать с некоторым шагом, добавляя или удаляя выпрямители или выходные обмотки. В схеме использован высоковольтный диод общего назначения BAV21 с низким обратным током.

Как и все импульсные преобразователи, схема является источником электромагнитных помех, а паразитные элементы схемы могут создавать определенные проблемы. Схема требует тщательно продуманной компоновки печатной платы в части размещения

элементов фильтров и развязки, а так же общего экранирования. Пульсации выходного высокого напряжения составляют примерно 1%. Снизить их уровень можно включением дополнительного RC или LC фильтра последовательно с выходом источника питания.

Примечание редакции:

1. В схеме использован малогабаритный ферритовый сердечник ($\mu = 2000$, габариты 12.7 7.15 4.90 мм) компании Fair-Rite, серийный номер которого указан на схеме (Рисунок 1).

2. В оригинале статьи не указан тип сиберного диода (30 В). В качестве этого элемента можно использовать любой диод Шоттки средней мощности, например, VS-10BQ030 компании Vishay. [РЛ](#)

Ссылки

1. "30V Internal Switch LCD Bias Supply," MAX1605 data sheet, Maxim, October 2003.

Линейный генератор пилообразных сигналов на одном операционном усилителе

Einar Abell

EDN

В статье продемонстрирован простой способ формирования из ступенчатого входного сигнала пилообразного напряжения с почти постоянной скоростью нарастания. В базовой схеме используется единственный операционный усилитель (Рисунок 1). Если бы схема основывалась на интеграторе, таких усилителей, в типичном случае, потребовалось бы три.

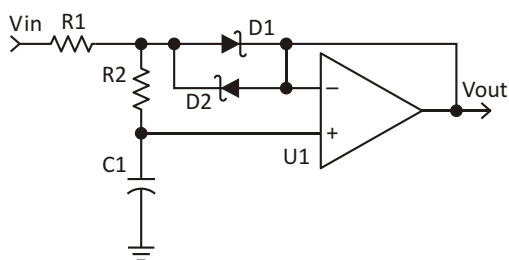


Рисунок 1. Генератор пилообразного напряжения.

Операционный усилитель включен повторителем напряжения. Два фиксирующих диода D1 и D2 ограничивают входное напряжение до уровня большего или меньшего выходного на величину, равную падению напряжения на одном диоде. Когда в результате скачка входное напряжение изменится на вольт или более, падение напряжения на R2 благодаря диодам будет оставаться примерно постоянным и равным 0.3 В (поскольку выходное напряжение повторит все изменения входного), обеспечивая постоянную скорость нарастания, значение которой можно оценить следующим выражением:

$$\frac{0.3 \text{ В}}{R2 \cdot C1} \text{ В/с.}$$

Выходное напряжение отсутствует, пока входное напряжение меньше 0.3 В, а затем начинает расти со скоростью, определяемой постоянной времени $(R1+R2) \cdot C1$, и достигает конечного значения, равного входному напряжению V_{IN} . Чтобы схема работала лучше, сопротивление резистора R2 должно быть больше сопротивления R1, желательно, как минимум, на порядок. Наилучшие результаты можно получить от этой простой схемы при достаточно больших ступеньках входного напряжения, где большое время установления не имеет особого значения.

В схему на Рисунке 2 добавлен дополнительный усилитель, позволяющий запускать генератор сигналами размахом в несколько милливольт.

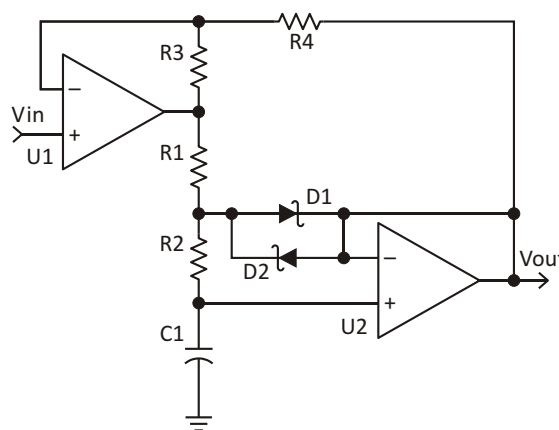


Рисунок 2. Усовершенствованный генератор пилообразного напряжения.

U1 усиливает разность между напряжениями на входе и выходе, позволяя диодному фиксатору работать до тех пор, пока выходное

напряжение не станет почти равным входному. Напряжение на выходе будет появляться после того, как входное напряжение достигнет величины прямого напряжения диода, деленного на коэффициент усиления U1, равный

$$1 \frac{R3}{R4}.$$

Если усиление сделать слишком большим, схема станет неустойчивой. Собствен-

ная скорость нарастания усилителя U1 должна быть, по крайней мере, на порядок (чем больше, тем лучше) выше скорости нарастания выходного напряжения. Для поддержания D1 и D2 в открытом состоянии усилителю U1 требуется дополнительный запас, что обычно означает необходимость такого ограничения диапазона изменения входного напряжения, чтобы до минимального и максимального значений выходного напряжения U1 оставалось более одного вольта. **РЛ**

Повышающий преобразователь отрицательного напряжения в положительное

Mike Wong, Intersil

EDN

Предположим, что для питания схемы требуется положительное напряжение, но в вашем распоряжении есть только источник отрицательного напряжения. Получить в этом случае положительное напряжение из отрицательного при достаточно высоком КПД можно с помощью стандартной микросхемы повышающего преобразователя (Рисунок 1). Напряжение на выходе повышающего преобразователя должно быть выше входного напряжения. Поскольку выходное напряжение (в нашем примере 5 В) больше уровня «земли» отрицательного входного напряжения, это правило здесь не нарушается. В

схеме на Рисунок 1 использован стандартный повышающий преобразователь EL7515. Земляной вывод микросхемы соединен с отрицательной входной шиной. Таким образом, «земля» становится «плюсом» входного источника. Выходное напряжение V_{OUT} равно:

$$V_{OUT} = V_{FB} \frac{R_2}{R_1} = 1.33 \text{ В} \frac{37.5 \text{ кОм}}{10 \text{ кОм}} = 5 \text{ В.}$$

где V_{FB} – напряжение на выводе 8 микросхемы.

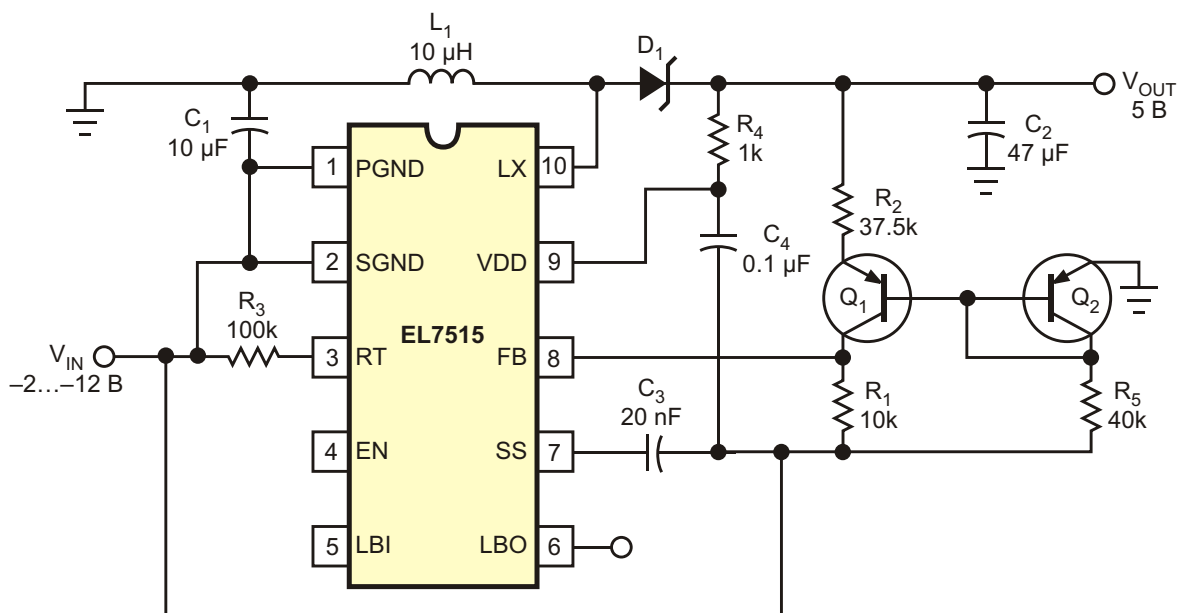


Рисунок 1. При использовании вывода земли в качестве входа отрицательного напряжения, повышающий преобразователь может эффективно стабилизировать положительное выходное напряжение.

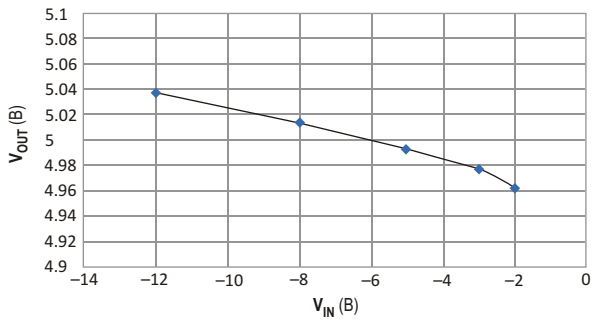


Рисунок 2. Нестабильность выходного напряжения не превышает ± 40 мВ во всем диапазоне отрицательных входных напряжений.

PNP транзисторы Q1 and Q2 образуют транслятор уровня, приводящий масштаб выходного напряжения 5 В (относительно земли) к требуемому напряжению входа обратной связи FB (относительно отрицательной шины). Эта пара транзисторов также компенсирует эффекты, связанные с влиянием температуры и падением напряжения.

Для оптимальной стабилизации выходного напряжения токи транзисторов Q1 и Q2 при номинальном входном напряжении должны быть равны. Оценить качество регулирования позволяет Рисунок 2. Максимальная разность между выходным и входным напряжением не должна превышать пробивного напряжения сток-исток внутреннего МОП транзистора микросхемы, которое для EL7515 составляет 18 В. Это значит, что входное напряжение не должно быть ниже -12 В. Запас в 1 В компенсирует падение напряжения на диоде D1 и пульсации напряжения на стоке мощного МОП транзистора. Зависи-

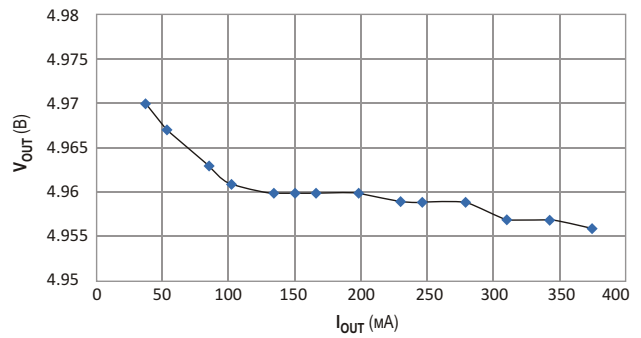


Рисунок 3. Во всем диапазоне токов нагрузки выходное напряжение изменяется менее чем на 14 мВ.

мость выходного напряжения от тока нагрузки представлена на Рисунке 3. Максимальный выходной ток зависит от соотношения

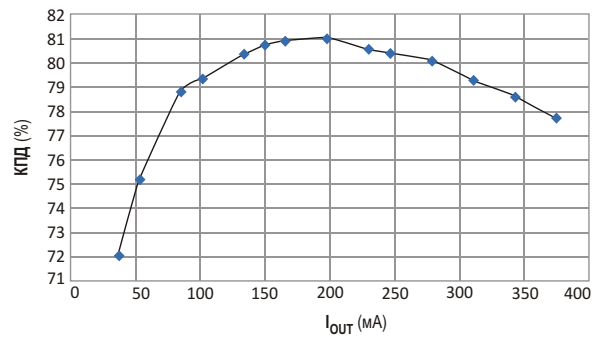


Рисунок 4. КПД схемы при среднем выходном токе (200 мА) достигает 81%.

входного и выходного напряжений и от установленного в преобразователе порога ограничения тока. Как видно из Рисунка 4, КПД схемы при выходном токе 200 мА превышает 80%. **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>

Динамическая электронная нагрузка для исследования переходных режимов источников питания

Mike Rose

EDN

Использование описанной в этой статье быстрой динамической нагрузки для анализа переходных характеристик источников питания позволяет выявить множество критически важных рабочих параметров. Характер отклонения напряжения в результате быстрого скачка тока нагрузки напрямую связан с запасом по фазе петли обратной связи [2]. Кроме того, для источников питания, удаленных от точки подключения нагрузки, испытания в переходных режимах могут помочь определить значения эквивалентной последовательной индуктивности, шунтирующей емкости и эквивалентного последовательного сопротивления. Хотя фазовый запас коммерческих источников питания обычно контролируется изготовителем, подключение удаленных датчиков может нарушить стабильность источника. Индуктивность межсоединений и емкость нагрузки вносят дополнительный фазовый сдвиг в цепь обратной связи регулятора, ухудшая его устойчивость. Результаты этого – низкочастотные синусоидальные колебания, наложенные на выходное напряжение регулятора – наверняка приходилось наблюдать многим инженерам.

Проверка переходных характеристик на собранной системе позволяет быстро оценить ее динамическую устойчивость и точность (Рисунок 1). У большинства промышленных динамических электронных нагрузок скорости нарастания тока довольно малы, что ограничивает возможности тестирования быстродействующих петель регулирования,

которые после большого скачка тока часто могут возвращаться в устойчивое состояние уже через 50 мкс, или даже быстрее. Для большинства мощных систем питания требуется скорость нарастания тока 10 А/мкс или выше.

На Рисунке 2 изображена адаптированная схема из [1] с несколькими существенными усовершенствованиями. Максимальный уровень мощности был увеличен до 150 Вт, а схема оптимизирована под конкретный набор выходных напряжений стабилизаторов 3.3 В, 5 В и 12 В. Образующие нагрузку резисторы R1-R3 коммутируются ключом нижнего плеча на одном N-канальном

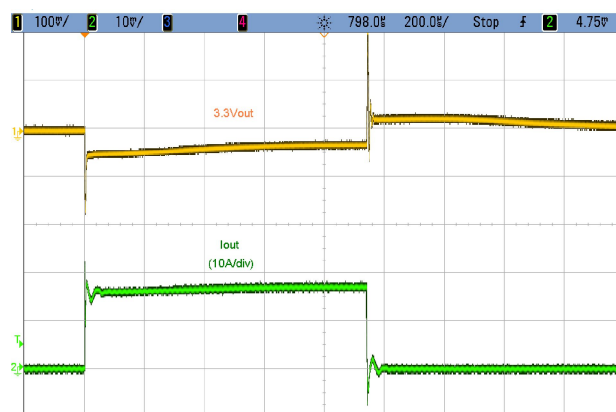
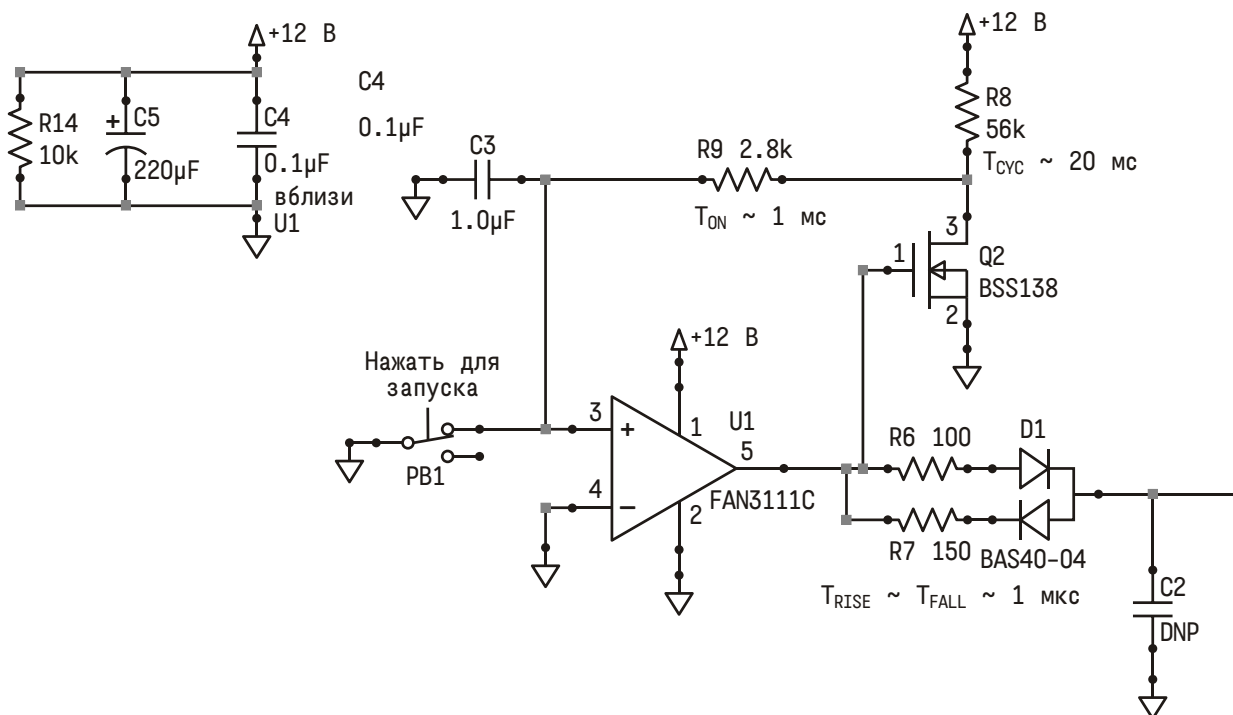


Рисунок 1. Характер отклика тестируемого коммерческого 50-ваттного источника питания позволяет приблизительно определить запас по фазе [2], полосу пропускания цепи обратной связи и точность стабилизации.

MOSFET. Варьируя мощность и количество этих резисторов, можно увеличить число возможных комбинаций нагрузок.

Основой схемы является драйвер MOSFET U1 с триггером Шмитта на входе, управляющий транзистором Q2, и вместе с элементами Q2, R8, R9 и C3 образующий автоколебательный генератор. При указанных на схеме номиналах компонентов коэффициент заполнения составляет примерно 5%, а длительность цикла (ТСУС) – 20 мс. Сравнительно низкий коэффициент заполнения упрощает задачу охлаждения устройства.

R6 и R7 в комбинации с входной емкостью MOSFET независимо задают параметры фронтов импульса. Для показанных на схеме номиналов резисторов времена нарастания (TRISE) и спада (TFALL) равны приблизительно 1 мкс. При такой скорости нарастания пиковый ток затвора MOSFET равен примерно +110/-75 мА, что существенно меньше максимально допустимого выходного тока U1, ограниченного значением 1.4 А. Если возникнет необходимость в дополнительном сглаживании фронтов импульса, можно включить конденсатор C2. При времени нарастания/спада 1 мкс и относительно больших



Повышающий преобразователь 3.3 В или 5 В в 12 В

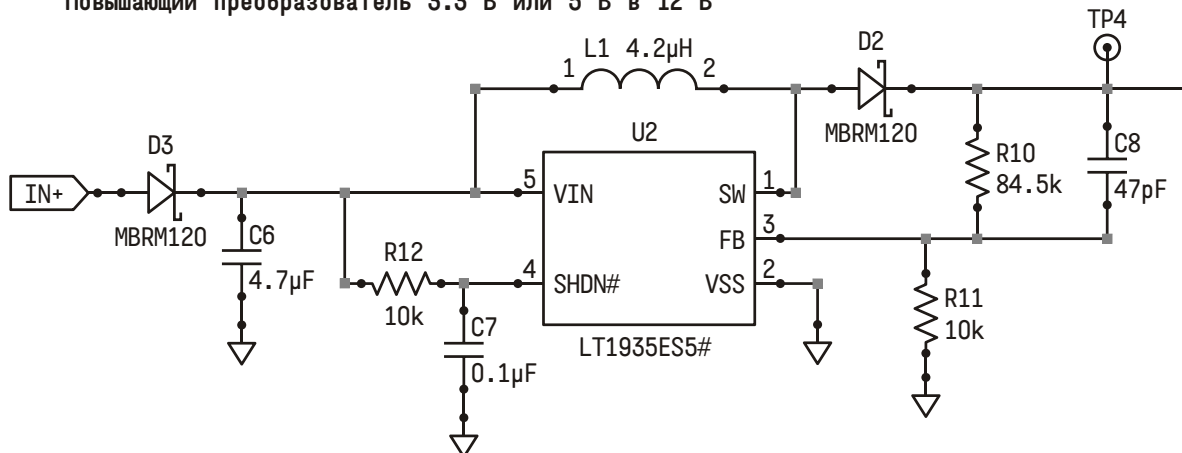
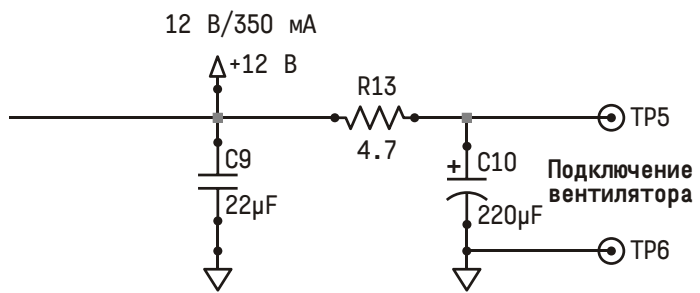
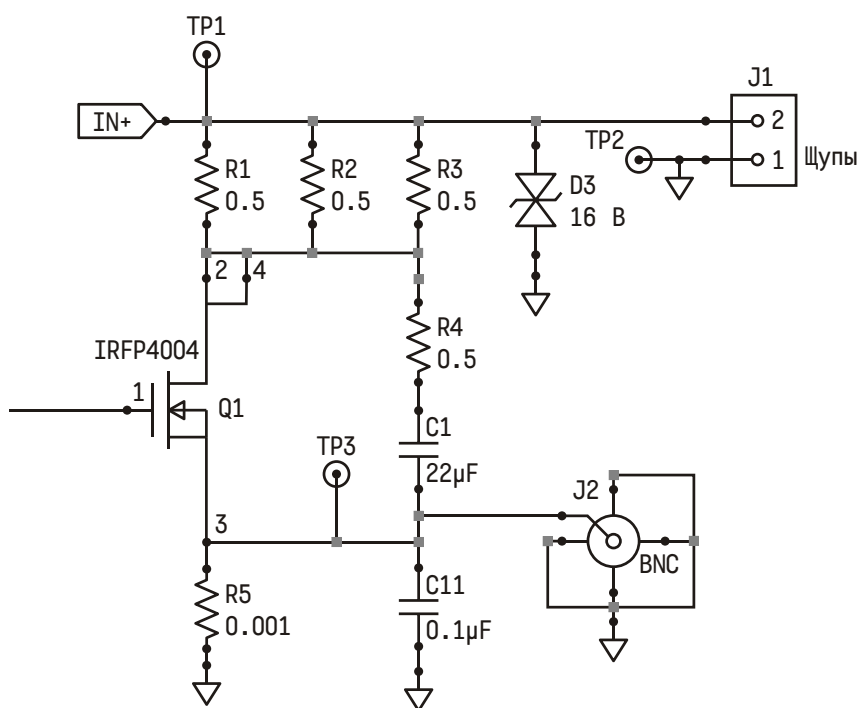


Рисунок 2. Схема тестера переходных режимов источников питания.

сопротивлениях резисторов в затворе MOSFET резонансные явления при коммутации затвора будут несущественными. R4 и C1 позволяют уменьшить резонансные выбросы на линии, возникающие при выключении MOSFET. Выбор величины сопротивления R4 зависит от индуктивности линии и входной емкости. Для большинства типичных условий подключения вполне эффективным оказалось значение 0.5 Ом.

Одной из наиболее удобных особенностей предлагаемого варианта тестера является двухпроводное подключение к исследуемому устройству. Для тестирования систем с

напряжениями питания 3.3 В и 5 В в схему добавлен повышающий преобразователь напряжения 12 В, питающий затвор и драйвер MOSFET. Никаких других внешних подключений или источников питания не требуется. Выход повышающего преобразователя может отдавать ток порядка 350 мА при напряжении 3.3 В. Такого тока может быть недостаточно для заряда емкости затвора некоторых MOSFET. При работе с входным напряжением 12 В повышающий преобразователь следует выключить, заменив конденсатор C7 резистором 0 Ом. На L1 и D2 будет падать некоторое напряжение, но на пра-



вильную работу схемы это не повлияет. D3 защищает цепи повышающего преобразователя от переплюсовки питания. (Имейте в виду, что паразитный диод транзистора Q1 при переплюсовке откроется, увеличивая мощность, рассеиваемую MOSFET).

Вся схема, включая теплоотвод и небольшой 12-вольтный вентилятор, легко умещается на двухсторонней печатной плате размером 75 × 125 мм. Работать с устройством, для подключения которого требуются лишь два провода, очень удобно. Выводы тестера должны быть короткими и иметь минимальную индуктивность, чтобы исключить возникновение звона. Подключение исследуемого устройства должно производиться непосредственно вблизи нагрузки или возле удаленного датчика. Обратные провода щупов тестера должны быть присоединены к одной точке. Эту точку следует выбирать так, чтобы импеданс ее пути к источнику питания был как можно более низким.

Нажатие на кнопочный выключатель PB1 запускает автоколебательную схему, и динамическая нагрузка начинает коммутироваться. При желании можно использовать внешний источник питания. R5 и J2 образуют широ-

кополосный выход для измерений пульсаций тока. Для наблюдения формы тока в масштабе 1 мВ/А отрезок 50-омного коаксиального кабеля можно подключить непосредственно к входу осциллографа. Одновременно следует измерять напряжение вблизи точки подключения нагрузки или удаленного датчика с помощью открытого входа второго канала осциллографа. Изготавливать щупы надо с большой аккуратностью. Эффекты, порожденные индуктивностью проводов, будут вводить вас в заблуждение. Для подавления высокочастотного звона от эквивалентной последовательной индуктивности щупов последовательно с контактом щупа полезно включить небольшой резистор сопротивлением в несколько ом. Кроме того, не пытайтесь подключать щупы прямо к контактным площадкам развязывающих конденсаторов, которые могут исказить реальную картину изменений напряжений, происходящих в схеме. **PL**

Ссылки

1. Application note 1716.0, Intersil, Paul Traynham and Dan Swank, January 26, 2012
2. Application note AN1733, Texas Instruments, SNOA507, November 2007

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование

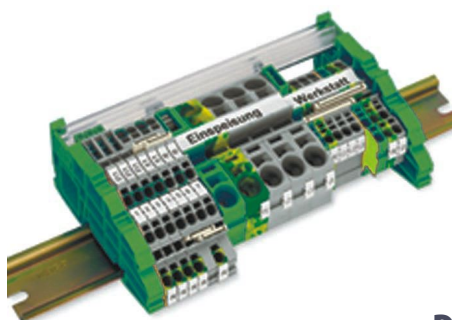


»»» **JOKARI**[®]
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



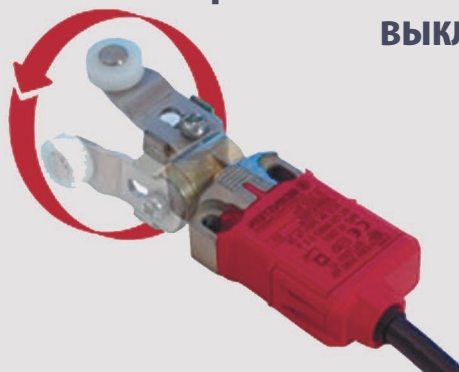
WAGO[®]
INNOVATIVE CONNECTIONS



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 симисторная схема выключателя с контролем пересечения нуля

Dan Meeks

EDN

В статье описывается схема твердотельного симисторного реле для коммутации силовых нагрузок в цепях переменного тока. Среди огромного количества известных схем твердотельных реле, вклю-

чающих и выключающих нагрузку только в моменты приближения сетевого напряжения к нулю, предлагаемое решение, возможно, является самым простым (Рисунок 1).

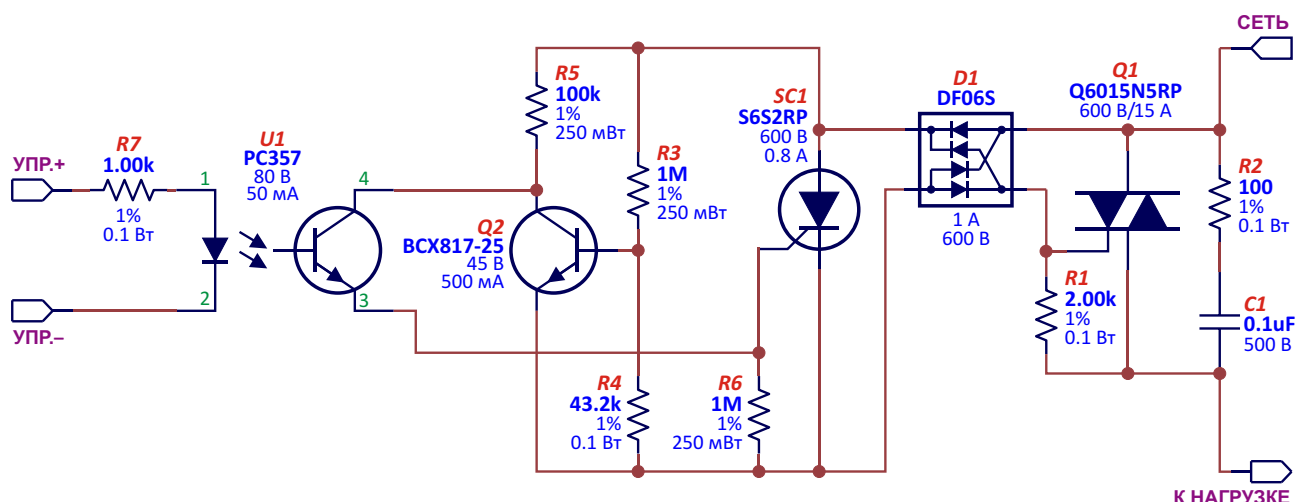


Рисунок 1. Схема тиристорного выключателя с контролем пересечения нуля.

Транзистор Q2 выполняет функцию ограничителя, препятствующего открыванию тиристора SC1, если напряжение сети превышает уровень порядка 15 В. Когда входное сетевое напряжение опускается ниже этого порога, оптоизолятор U1 начинает управлять затвором тиристора. Положительный ток, текущий в светодиод оптрона, открывает путь выпрямленному переменному току в затвор тиристора, и включает его. После включения тиристора через выпрямитель-

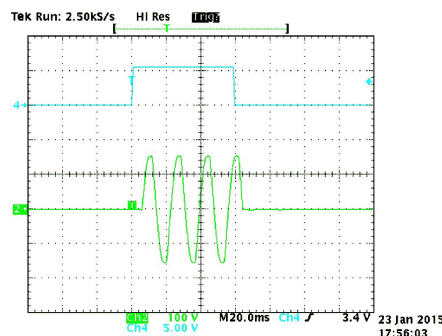


Рисунок 2. Переменное напряжение включается и выключается только вблизи точки пересечения с нулем.

ный мост D1 потечет ток, открывающий симистор Q1.

При выключении оптоизолятора схема ведет себя аналогичным образом. Симистор остается открытым на протяжении полупериода, но оптрон при этом выключен, и тиристор, соответственно, также остается закрытым до

начала следующей полуволны сетевого напряжения.

На Рисунке 2 показаны осциллограммы управляющего напряжения на светодиоде оптоизолятора (верхняя линия) и коммутируемого переменного напряжения на выходе схемы (нижняя линия). **РЛ**



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!