



Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Декабрь 2014 (43)

17

Из миллиарда
отверстий
можно
сделать
аккумулятор

28

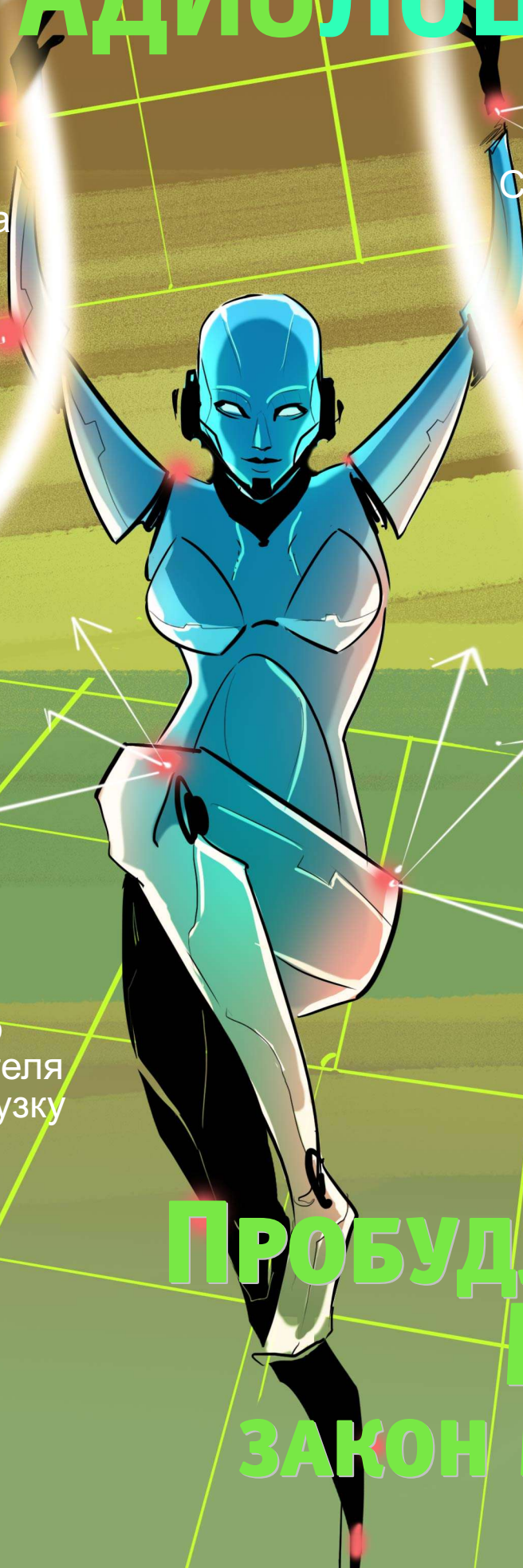
Сравнительные
испытания
ключевых
транзисторов
разного типа

60

Контроллер
синхронного
повышающе-
понижающего
преобразователя
отдает в нагрузку
сотни ватт
при КПД 99%

24

ПРОБУДЯТ ЛИ МЭМС ЗАКОН МУРА?





РАДИОЛОЦМАН.ЖУРНАЛ

www.rlocman.ru/magazine

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

РАДИОЛОЦМАН.ФОРУМ

www.rlocman.ru/forum

Обсуждайте статьи и новости, общайтесь!
Приглашаем профессионалов.

РАДИОЛОЦМАН.ЦЕНЫ

www.rlocman.ru/price

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

РАДИОЛОЦМАН.СОЦ.СЕТИ

Обновления в привычном формате.



vk.com/rlocman



facebook.com/rlocman



odnoklassniki.ru/rlocman



twitter.com/rlocman

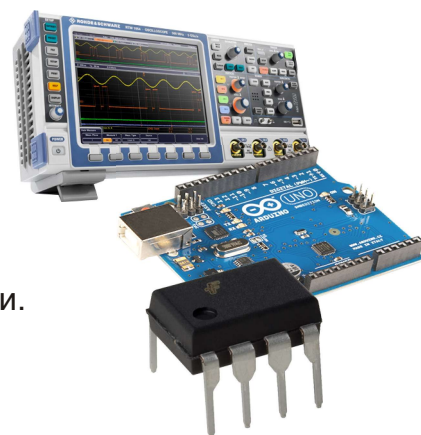


google.com/+RlocmanRuPlus

И еще многое другое на портале:

РАДИОЛОЦМАН. ...

www.rlocman.ru



Главный редактор:

А. Николаев

Над номером
работали:

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 Eiconais приступает к производству Wi-Fi модулей EC19W01
- 5 Драйверы затворов компании Diodes повысят эффективность преобразования энергии
- 6 International Rectifier предлагает мощные сдвоенные MOSFET в миниатюрных корпусах PQFN
- 6 Toshiba представила новый низкопрофильный оптрон с транзисторным выходом
- 7 ON Semiconductor анонсировала высококачественную систему в корпусе, предназначенную для точных измерений в портативных медицинских устройствах
- 8 Silicon Labs упрощает разработку интеллектуальных приборов учета с ПО для Wireless M-Bus
- 9 Micrel начала производство мощных повышающих преобразователей в сверхминиатюрных корпусах 2 x 2 мм
- 10 America Semiconductor предлагает сверхбыстродействующие выпрямительные модули на диодах Шоттки
- 11 Elmos представляет контроллер пассивных инфракрасных датчиков для выключателей освещения
- 12 Panasonic представляет новые защитные чип резисторы с повышенной устойчивостью к импульсным нагрузкам
- 14 Бесплатный пакет программ позволяет моделировать схемы и выполнять трассировку печатных плат
- 14 STMicroelectronics представляет самый совершенный в отрасли широкополосный радиочастотный синтезатор
- 15 Diodes предлагает линейный драйвер светодиодов AL5809
- 16 Allegro MicroSystems анонсировала новый бессенсорный контроллер трехфазного бесщеточного двигателя
- 17 Из миллиарда отверстий можно сделать аккумулятор
- 18 Vishay Intertechnology выпустила низкопрофильные PIN-фотодиоды с большой фоточувствительной областью
- 19 Программируемый переключатель нагрузки компании Diodes повышает надежность систем питания
- 19 ON Semiconductor представляет новое семейство ультра маломощных прецизионных ОУ
- 20 АКМ начала производство 32-битных стерео АЦП с лучшим в своем классе динамическим диапазоном 127 дБ
- 21 Lime Microsystems начала поставку второго поколения программируемых пользователем радиочастотных устройств

Статьи

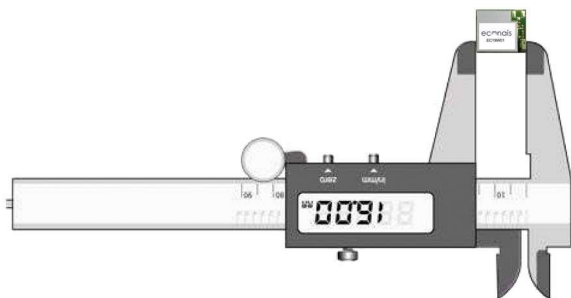
- 24 Пробудят ли МЭМС закон Мура?
- 28 Сравнительные испытания ключевых транзисторов разного типа
- 36 Портинг проекта на 32-разрядную платформу без дополнительных затрат
- 43 MediaTek Labs: уникальный проект для разработчиков электроники – как любителей, так и профессионалов
- 46 Коррекция коэффициента мощности повышает эффективность и качество работы систем сбора энергии
- 50 Перспективные мультимедийные продукты компании Renesas Electronics на платформах EMMA и R-Mobile
- 57 ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ. 9 декабря 1906 г. родилась создательница языка COBOL Грейс Мюррей Хоппер

Схемы

- 60 Контроллер синхронного повышающе-понижающего преобразователя отдает в нагрузку сотни ватт при КПД 99%
- 64 Универсальные программируемые прецизионные источники тока на основе ЦАП, ОУ и MOSFET
- 68 Прецизионный двухполупериодный выпрямитель без диодов
- 70 ИМС параллельного стабилизатора контролирует напряжение на батарее
- 72 Недорогой преобразователь напряжения в частоту на таймере NE555
- 74 Простой способ решения проблемы управления затвором MOSFET

Econais приступает к производству Wi-Fi модулей EC19W01

Econais завершает подготовку к производству новейших модулей EC19W01, которые уже в ближайшее время будут доступны через дистрибьюторскую сеть компании. Одновременно в продажу поступают отладочные наборы EC19W01SD и EC19W01DK.



Семейство универсальных сверхэкономичных модулей WiSmart EC19W полностью сертифицировано и предназначено для встраивания в любое существующее или разрабатываемое электронное устройство при необходимости добавить в него функциональность Wi-Fi. Разработчиками EC19W преследовалась цель создания самого компактного в отрасли устройства, содержащего флеш память и антенну. В результате конструкторы получили модуль, интегрировав который в минимально возможный объем, можно получить готовое к применению устройство с новыми функциями.



Модуль основан на ультраэкономичной микросхеме Wi-Fi, поддерживающей функции Wi-Fi Direct, WPS, Wi-Fi клиент и SoftAP, полный стек протоколов TCP/IP, HTTPS/SSL, средства интеграции с облачными сервисами и многое другое. Содержащий флеш-память и антенну модуль имеет все сертификаты, требующиеся для беспроводных устройств подобного класса.

Для конфигурирования устройств Econais разработала и запатентовала метод ProbMe,

позволяющий сконфигурировать любой модуль EC19W без использования каких-либо приложений. Возможно также одновременное конфигурирование нескольких устройств.

Особенности технических средств

- Самый миниатюрный в мире полностью автономный модуль Wi-Fi с встроенной антенной и поддержкой IoT
- Интегрированный 32-разрядный процессор для поддержки настройки приложений
- Потребление тока 12.3 мкА в режиме ожидания и 1.8 мА в активном режиме при сконфигурированном IP
- Функции мостов UART–Wi-Fi и SPI–Wi-Fi
- Поддержка режимов P2P-клиент и P2P Group стандарта Wi-Fi Direct
- Запатентованный инновационный метод группового конфигурирования ProbMe
- Скорость приема/передачи 12/13 Мбит/с при использовании протокола TCP и 20 Мбит/с при использовании протокола UDP
- Интегрированная антенна и флеш-память
- Соответствие требованиям директив FCC/CE/IC/TELEC
- Идеальное средство Wi-Fi подключения для OEM производителей, потокового воспроизведения мультимедиа и приложений межмашинной коммуникации (M2M)

Особенности средств программной поддержки

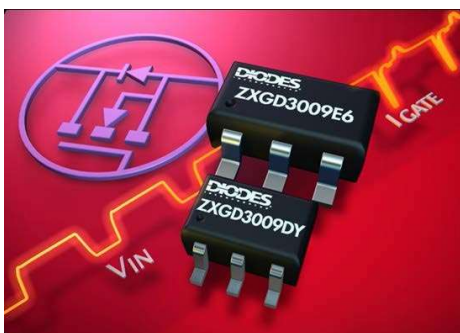
- UART–Wi-Fi
- SPI–Wi-Fi
- Wi-Fi Direct с поддержкой режима P2P-Client
- Wi-Fi Direct с поддержкой режима P2P-Group Owner
- Набор протоколов Wi-Fi Client и режим точки доступа с количеством клиентов до 8
- WPS 2.0
- WPA/WPA2 Personal
- WPA/WPA2 Enterprise
- HTTPS/SSL
- Беспроводное обновление ПО
- DHCP клиент/сервер

- Конфигурируемый веб-сервер
- Сокеты TCP/UDP
- Бесплатные средства разработки на основе Linux

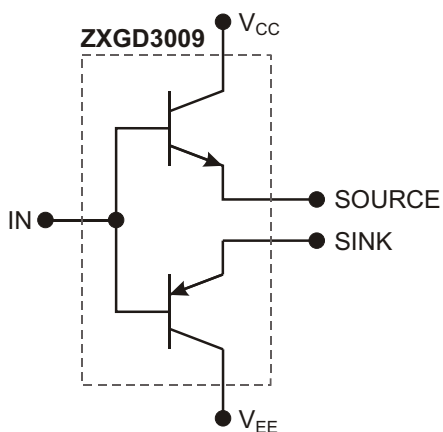
- Поддержка технологии DLNA с медиа сервером DMR
- Встроенная поддержка облачных сервисов

Драйверы затворов компании Diodes повысят эффективность преобразования энергии

Diodes Incorporated выпустила пару 40-вольтовых, одноамперных драйверов затворов, разработанных специально для управления сильноточными мощными MOSFET, используемыми в бортовых и встраиваемых источниках питания и схемах управления двигателями. Увеличивая скорость и качество переключения MOSFET, приборы ZXGD3009E6 (корпус SOT26) и ZXGD3009DY (корпус SOT363) позволят снизить коммутационные потери, повысить плотность мощности и улучшить общую эффективность преобразования.



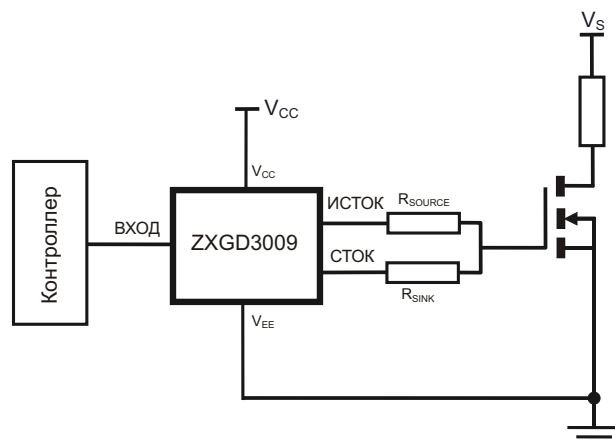
Выполняющие функцию буферного каскада с большим усилением для маломощных управляющих микросхем, устройства могут отдавать выходной ток 500 мА при входном



Внутренняя схема устройства.

токе всего 10 мА, обеспечивая быстрый заряд и разряд емкостной нагрузки, которую представляют собой мощные MOSFET. Отличающиеся исключительно высоким быстродействием драйверы имеют задержку распространения менее 5 нс, а времена нарастания и спада – менее 20 нс.

Раздельные выходы истока и стока позволяют независимо управлять временами включения и выключения MOSFET, чтобы оптимизировать режимы MOSFET в соответствии с требованиями конкретного приложения. Способность ZXGD3009 формировать на затворах как отрицательное, так и положительное напряжение, гарантирует надежное принудительное запирающее любых мощных MOSFET.



Типовая схема включения.

Построенные по надежной схеме эмиттерного повторителя, драйверы полностью исключают проблемы защелкивания или прямого прохождения сигналов управления, и способны выдерживать пиковые токи до 2 А. Кроме того, широкий диапазон рабочих напряжений до 40 В намного превышает типичную амплитуду выбросов, обычно присутствующих в 12-вольтовых схемах управления затворами.

International Rectifier предлагает мощные сдвоенные MOSFET в миниатюрных корпусах PQFN

International Rectifier анонсировала сдвоенные мощные MOSFET IRFH4257D семейства FastIRFET в улучшенных корпусах PQFN размером 4 × 5 мм. Выпущенные в новых корпусах приборы, расширяющие семейство силовых блоков в область более низких мощностей, ориентированы на рынок компактных конструкций 12-вольтовых понижающих синхронных DC/DC преобразователей для телекоммуникационного и сетевого оборудования, серверов, графических карт, настольных компьютеров, ультрабуков и ноутбуков.

В транзисторах IRFH4257D реализованы технологии производства и корпусирования самых последних поколений, обеспечивающие отличные тепловые характеристики, низкое сопротивление открытого канала $R_{DS(ON)}$ и малый заряд затвора Q_G . Компактные блоки позволяют создавать преобразова-



тели с высокой плотностью мощности и уменьшенными потерями переключения.

IRFH4257D пригодны для работы в промышленных условиях эксплуатации, соответствуют первому уровню устойчивости к повышенной влажности (MSL1), не содержат свинца и отвечают требованиям директивы RoHS.

Технические характеристики

Прибор	Размеры корпуса PQFN [мм]	Допустимый ток [А]	$R_{DS(ON)}$ тип./макс. при $V_{GS} = 4.5 \text{ В}$ [мОм]	Q_G тип. при $V_{GS} = 4.5 \text{ В}$ [нКл]	Q_{GD} тип. при $V_{GS} = 4.5 \text{ В}$ [нКл]
IRFH4257D	4 × 5	25	3.7 / 4.6	10	3.4
			1.65 / 2.1	23	7.6

Цена и доступность

На транзисторы IRFH4257D FastIRFET установлены цены, начинающиеся от \$0.99 за штуку при объеме заказа 10,000 приборов.

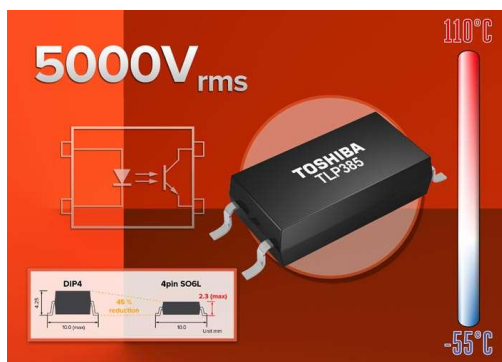
Отгрузка промышленных партий производится немедленно. Цены могут пересматриваться.

Toshiba представила новый низкопрофильный оптрон с транзисторным выходом

Увеличенный путь утечки по корпусу и уменьшенная высота для приложений с ограничениями по объему

Toshiba сообщила о начале производства новых оптронов с транзисторными выходами в низкопрофильных 4-выводных корпусах SO6L. При максимальной высоте всего лишь 2.3 мм оптроны TLP385 становятся на 45% ниже приборов в корпусах DIP4, что делает их привлекательными для использования в

разработках с ограничениями по высоте конструкции. Оптоизоляторы найдут применение в материнских платах компьютеров, программируемых логических контроллерах, сетевых адаптерах, интерфейсных платах ввода/вывода, интерфейсах инверторов и в источниках питания общего назначения.



Новый оптрон Toshiba имеет такие же характеристики изоляции, как и эквивалентные устройства в корпусах DIP4 F (с увеличенным расстоянием между выводами), обеспечивая длины путей утечки по корпусу и по выводам не менее 8 мм и минимальное напряжение изоляции 5 кВ с.к.з.

Основные характеристики:

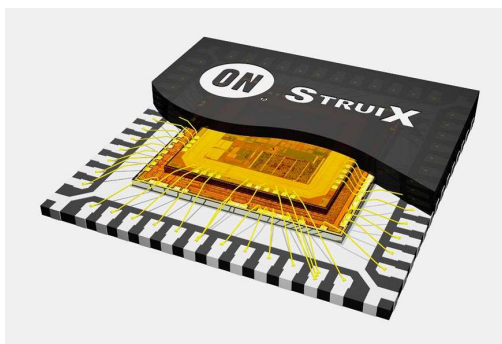
- Коэффициент передачи тока: 50 ... 600 при $I_F = 5 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5 \text{ V}$
- Время выключения (типичное): 40 мкс при $I_F = 16 \text{ mA}$
- Диапазон рабочих температур: $-55 \dots 110^\circ\text{C}$
- Напряжение изоляции: 5 кВ с.к.з.
- Стандарты безопасности: UL, cUL, VDE, CQC

Новые оптроны с транзисторными выходами уже доступны потребителям. По всем вопросам, связанным получением образцов и информации о ценах, необходимо обращаться в офисы продаж Toshiba.

ON Semiconductor анонсировала высококачественную систему в корпусе, предназначенную для точных измерений в портативных медицинских устройствах

Полузаказное энергоэффективное решение на основе системы в корпусе позволяет создавать измерительные устройства, идеальные для сферы мобильной медицины, включая глюкометры, пульсометры и электрокардиографы

ON Semiconductor откликнулась на запросы стремительно растущего рынка портативного медицинского оборудования, выпустив полузаказную систему в корпусе Struix, предназначенную для точных измерений в различных портативных медицинских приборах, включая глюкометры, пульсометры и электрокардиографы.



В переводе с латинского Struix означает «многоярусный», и указывает на использованную в приборе усовершенствованную технологию многоуровневой интеграции кристаллов, при которой заказная микросхема сопря-

жения аналоговых сигналов устанавливается поверх кристалла стандартного 32-разрядного микроконтроллера ULMC10, образуя миниатюрную законченную систему. Благодаря использованию стандартных и заказных компонентов, Struix может предложить разработчикам медицинских приборов гибкость проектирования, необходимую для создания приборов с уникальными интерфейсами датчиков, сокращая при этом время выхода на рынок и повышая и минимизируя издержки.

Микроконтроллер ULMC10 системы Struix обрабатывает сигналы, используя самое популярное в отрасли 32-разрядное ядро ARM Cortex-M3, способное работать на частотах до 30 МГц. Микроконтроллер имеет 512 КБ интегрированной флэш-памяти и 24 КБ SRAM для хранения важных пользовательских и служебных данных. ULMC10, разработанный для увеличения времени работы батарей в портативных устройствах, имеет исключительно высокие характеристики при минимальном потреблении статической и динамической мощности. Благодаря встроенной схеме преобразования и регули-

рования напряжения, микроконтроллер может работать при токе потребления менее 200 мкА/МГц. Благодаря встроенной схеме преобразования и регулирования напряжения питания, выполненной на основе переключаемых конденсаторов, микроконтроллер может работать при токе потребления менее 200 мкА/МГц. При этом ток, потребляемый в режиме ожидания – параметр, критический для медицинских устройств с малой долей времени активной работы, – остается на уровне ниже 500 нА.

Усовершенствованная подсистема управления питанием, контролируя устройство, обеспечивает его безотказную работу в широком диапазоне напряжений батареи, не требуя при этом дополнительных компонентов. Микроконтроллер также содержит 12-раз-

рядный аналого-цифровой преобразователь с тремя мультиплексированными входами, часы реального времени, систему фазовой автоподстройки частоты и датчик температуры. Для поддержки ULPMC10 ON Semiconductor предлагает всесторонний и простой в использовании комплект расширений для разработки в среде IAR, включая библиотеку программных интерфейсов, основанную на CMSIS.

Предлагаемая ON Semiconductor модель взаимодействия дает производителям медицинского оборудования возможность воспользоваться богатейшим портфелем продуктов и опытом проектирования компании, чтобы выполнить строгие требования, предъявляемые к функциональным возможностям и характеристикам медицинских датчиков.

Silicon Labs упрощает разработку интеллектуальных приборов учета с ПО для Wireless M-Bus

Лучший в своем классе стек беспроводных протоколов, лицензированный Steinbeis Design Center, повышает масштабируемость и функциональную совместимость систем учета

Silicon Labs представила всеобъемлющее программное решение, созданное, чтобы упростить процесс разработки интеллектуальных беспроводных приборов учета, основанных на проверенном стандарте Wireless M-Bus и используемых для измерения расхода электроэнергии, газа, воды и тепла. ПО Wireless M-Bus дополняет выпущенные Silicon Labs микросхемы беспроводной связи и лучший в отрасли микроконтроллер (МК), а также отладочные комплекты для быстро развивающихся рынков интеллектуальных приборов учета и интеллектуальных сетей электроснабжения.



Беспроводное подключение предоставляет масштабируемые и простые в развертывании технологии связи для множества систем интеллектуальных учета. Спецификация Wireless M-Bus, в основу которой положен стандарт EN13757-4, описывает простую

технологии субгигагерцовой радиочастотной коммуникации между различными типами интеллектуальных приборов учета, концентраторами данных, мобильными устройствами считывания данных, а также счетчиками (распределителями) тепловой энергии. Системы интеллектуального учета предполагают продолжительную автономную работу таких устройств с батарейным питанием, как счетчики воды, газа и тепла. При передаче небольших массивов данных, использующихся приборами учета, коммуникационный протокол Wireless M-Bus требует очень незначительного дополнительного расхода энергии, позволяя прибору работать от одной батареи до 15-20 лет. Проверенный на реальных объектах во множестве стран, протокол Wireless M-Bus в последние годы заслужил всеобщее признание, и, став широко распространенным стандартом для интеллектуальных приборов учета в Европе, вызывает все возрастающий интерес и в других регионах мира.

Программное решение Silicon Labs для Wireless M-Bus включает полный стек протоколов беспроводного обмена в субгигагерцовом диапазоне, поддерживающий режимы S

(868 МГц), Т (868 МГц), С (868 МГц) и N (169 МГц) от физического уровня до прикладного. Стек протоколов обеспечивает основанный на интерфейсе программирования приложений доступ как к прикладному, так и к расширенному канальному уровню. ПО содержит также опциональный последовательный командный интерфейс, позволяющий управлять решениями Wireless M-Bus с помощью внешнего процессора.

ПО протокола Wireless M-Bus доступно в формате двоичного/объектного кода для приемопередатчиков субгигагерцового диапазона Si446x EZRadioPRO и энергоэффективного 32-разрядного микроконтроллера EFM32 Leopard Gecko с архитектурой ARM. Конфигурации физического уровня представлены режимами S, T, C и N для оценки с использованием Wireless Development Suite компании Silicon Labs. Программный пакет включает также полную документацию по API, скрипты физического уровня, протоколы тестирования, краткое руководство пользователя и инструментарий для отладки на ПК. Исходный код можно получить после заключения отдельного лицензионного договора.

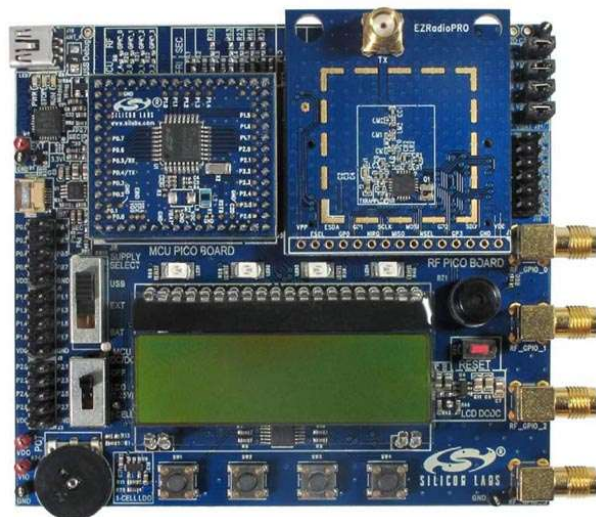
Центром STZEDN разработан стек субгигагерцовых протоколов, согласующийся с текущей спецификацией Wireless M-Bus (EN13757-4), прикладным уровнем Wireless M-Bus (EN13757-3), а также с прикладным уровнем, разработанным группой компаний Open Metering System. Эта надежная, основанная на стандартах реализация для субгигагерцового диапазона позволяет разработчикам интеллектуальных счетчиков создавать удобные в монтаже и обслуживании конкурентоспособные устройства. Стек STZEDN реализует все необходимые элементы протоколов для поддержки стандарта Wireless M-Bus и дополнительных инструментов. Стек проверен на совместимость с программными модулями ведущих производителей на всех уровнях протоколов и оптимизирован для компактности, модульности и масштабируемости.

Micrel начала производство мощных повышающих преобразователей в сверхминиатюрных корпусах 2 x 2 мм

Компания Micrel сообщила о доступности двух повышающих преобразователей MIC2875/MIC2876 с рабочей частотой до 2 МГц. Добавив к этим преобразователям

Отладочные комплекты для Wireless M-Bus

Silicon Labs предоставляет широкий спектр средств аппаратной отладки, предлагая простой и эффективный способ демонстрации возможностей своего программного решения для Wireless M-Bus. Для оценки рекомендованы один набор Si4461-868-PDK и два стартовых комплекта EFM32LG-STK3600. На материнскую плату Si4461-868-PDK можно устанавливать две радиочастотные пико-платы, что позволяет работать с высокочастотными устройствами полностью автономно. Для экспериментов с ПО Wireless M-Bus эти платы должны подключаться к стартовому набору EFM32LG. Детали подключения описаны в кратком руководстве по Wireless M-Bus. Радиочастотные пико-платы 4463-PSQ20D169-EK также пригодны для работы в режиме N на частоте 169 МГц.



8-битная материнская плата Si4461-868-PDK.

Стоимость и доступность

Потребители могут бесплатно получить программное решение Wireless M-Bus уже сейчас.

КПД которых достигает 95%, идеально подходят для питания от одноэлементной литиевой батареи таких устройств, как хосты USB-OTG и HDMI, планшеты и смартфоны. В режиме отключения преобразователи обеспечивают полный разрыв цепи и отсутствие тока между нагрузкой и входом. В случаях, когда входное напряжение превышает выходное, микросхемы переключаются в транзитный режим. При легких нагрузках устройства снижают частоту переключения для уменьшения расхода энергии аккумулятора. MIC2875 и MIC2876 выпускаются серийно, и в партиях из 1000 приборов стоят \$0.55 и \$0.52 за штуку, соответственно.

Антизвонный ключ минимизирует электромагнитные излучения в режиме прерывистой проводимости. Частота переключения MIC2876 может уменьшаться до 45 кГц для снижения уровня шумов в режиме облегченных нагрузок при использовании повышающего регулятора в аудио приложениях.

MIC2875/MIC2876
High Density 2MHz Synchronous Boost Regulator

- Up to 10W Output Power in a Compact Solution
- Bi-directional True Load Disconnect
- Integrated Anti-Ringing Switch
- No Load Minimum Switching Frequency of 45kHz (MIC2875)
- Up to 95 Percent Efficiency

Applications: Tablets, Audio Devices, Compact Solution

MICREL
Power Management Solutions

MIC2875/MIC2876 предлагаются в вариантах с фиксированными выходными напряжениями 4.75 В, 5.0 В, 5.25 В и 5.5 В, или с регулируемым выходным напряжением. Микросхемы имеют полную защиту от перегрузки по току и перегрева. Устройства рассчитаны на работы при температуре перехода от -40 °C до +125 °C.

America Semiconductor предлагает сверхбыстродействующие выпрямительные модули на диодах Шоттки

200-амперное устройство в популярном корпусе SOT-227

America Semiconductor предлагает новый высоковольтный выпрямитель на диодах Шоттки. В компактном, полностью изолированном стандартном корпусе SOT-227 модуля AK2S200-170 интегрированы два независимых диода с нормированной энергией лавинного пробоя. Структура диодов и кон-



троль времени жизни неосновных носителей определяют сверхбыстрое мягкое восстановление, а также великолепные электрические

характеристики, надежность и устойчивость к воздействию внешних факторов. 200-амперные (100 А на диод) однофазные модули имеют малое прямое напряжение 0.63 В и выдерживают повторяющееся пиковое обратное напряжение до 170 В. Кроме того, диоды отличаются низким током утечки и высоким блокируемым напряжением во всем диапазоне рабочих температур до 150 °C.

Новые сверхбыстродействующие лавинные выпрямительные диоды Шоттки компании America Semiconductor разрабатывались для широкого диапазона промышленных приложений, где первостепенными требованиями являются устойчивость к высокому напряжению и долговечность. Из наиболее распространенных областей использования приборов можно выделить выходные выпрямительные каскады сварочных аппаратов, импульсные источники питания, диоды свободного хода и DC/DC преобразователи. Малый ток восстановления и оптимизированная величина накопленного заряда спосо-

бствуют как сокращению потерь энергии в переключающих элементах, так и снижению уровней электромагнитных и радиочастотных излучений.

Имеющие двойную изоляцию выпрямительные модули AK2S200-170 могут устанавливаться

ливаясь непосредственно на теплоотвод, и при необходимости соединяться параллельно для увеличения выпрямленного тока. По содержанию вредных химических веществ приборы соответствуют предписаниям директив RoHS и REACH.

Elmos представляет контроллер пассивных инфракрасных датчиков для выключателей освещения

E931.98 предназначен для уличных систем освещения с датчиками движения

Elmos представляет микросхему E931.98 для обнаружения движения при помощи традиционных пассивных инфракрасных (passive infrared – PIR) датчиков.

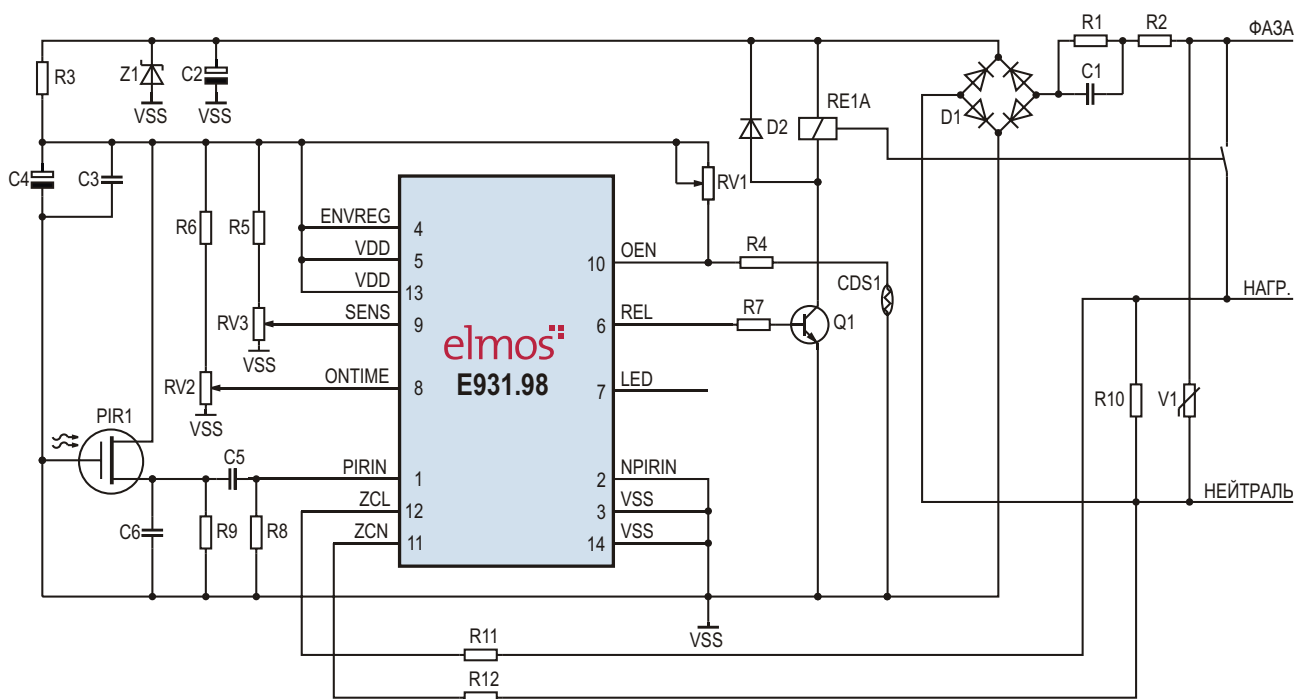
Сигнал от датчика анализируется, и при обнаружении движения выход управления нагрузкой переходит в активное состояние. К времени установления после включения питания не предъявляется никаких требований.

Для защиты контактов реле переключение нагрузки производится в момент перехода сетевого напряжения через ноль, что существенно увеличивает срок их службы. Наиболее эффективна эта функция при использовании распространенных энергосберегающих



щих осветительных приборов. Момент переключения при пересечении нуля в процессе работы подстраивается к характеристикам (задержке переключения) реле.

К входу OEN может быть подключен датчик дневного света, чтобы деактивировать



Типовая схема включения E931.98

детектор движения и, соответственно, управление освещением в светлое время суток.

Предусмотрены также входы подстройки диапазона срабатывания детектора движения и времени включения нагрузки.

Встроенный параллельный регулятор напряжения позволяет использовать внешние источники питания как со стабилизацией, так и без нее.

Для полностью интегрированного решения требуется лишь нескольких внешних компонентов. Вся обработка сигнала производится в цифровом виде на кристалле, за счет

чего достигается нулевое смещение нуля и практически полная компенсация старения.

Для обеспечения высокого уровня защиты от радиочастотных помех будет необходима только незначительная доработка, хотя можно обойтись и без нее.

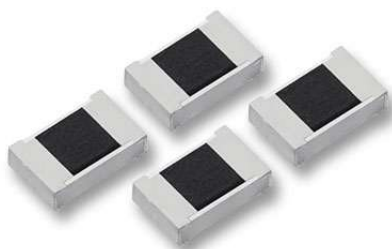
E931.98 наиболее подходит для уличных систем освещения с датчиками движения, питающимися от электросети.

Микросхема выпускается в бюджетном корпусе SOIC-14.

Образцы PIR-контроллеров E931.98 для оценки и испытаний можно получить уже сейчас.

Panasonic представляет новые защитные чип резисторы с повышенной устойчивостью к импульсным нагрузкам

Panasonic представляет новую серию пленочных защитных чип резисторов ERJ-P6W. Благодаря новой конструкции, в которой электрический ток протекает по верхней и нижней поверхности двустороннего резистивного элемента, были улучшены как импульсные характеристики приборов, так и их защитные свойства. При высокой допустимой мощности рассеивания 0.5 Вт резисторы в 1.5 раза превосходят прежние модели по степени устойчивости к импульсным нагрузкам и полностью соответствуют базовым стандартам IEC 60115-8, JIS C 5201-8 и EIAJ RC-2134B. Уровень надежности резисторов новой серии соответствует строгим требованиям автомобильного стандарта AEC-Q200. Приборы отвечают предписаниям директив RoHS и REACH-151.



Особенности

- Двухсторонние резистивные элементы
- Большая допустимая мощность рассеивания – 0.5 Вт

- Отличное качество защиты от электростатических разрядов при изменении сопротивления резисторов не более чем на $\pm 5\%$
- Устойчивость к импульсным перегрузкам, в 1.5 раза превосходящая прежние модели
- Соответствуют стандартам IEC 60115-8, JIS C 5201-8 и EIAJ RC-2134B
- Соответствуют требованиям стандарта автоэлектроники AEC-Q200, удовлетворяют предписаниям директив RoHS/REACH151

Преимущества

- Пригодны для использования в мощных приложениях
- Минимальные изменения сопротивления
- Улучшенная защита схем

Целевые отрасли

- Автомобилестроение
- Промышленность
- Компьютеры и информационные технологии

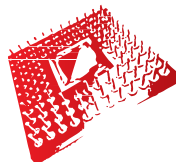
Применение

- Источники питания
- Персональные и портативные компьютеры
- Измерители мощности
- Средства автоматизации

ВСЕ ЦВЕТ
ЭЛЕКТРОНИКИ

ufi
Approved
Event

Е•Х•Р•О ELECTRONICA



18-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ
И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Совместно с выставкой



Получите электронный билет:
www.expoelectronica.ru

24–26 марта 2015

МОСКВА
КРОКУС ЭКСПО

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

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

При содействии:



0+

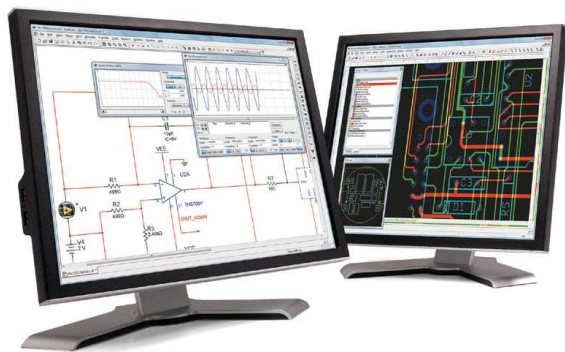
Бесплатный пакет программ позволяет моделировать схемы и выполнять трассировку печатных плат

Graham Prophet

EDN Europe

Дистрибьюторская компания Mouser выпустила пакет программ MultiSIM BLUE, основанный на коде, написанном National Instruments – NI Multisim Component Evaluator в редакции Mouser

Созданная компанией Mouser в сотрудничестве с National Instruments (NI), эта версия бесплатного пакета программ с новыми возможностями и функциями обеспечит средствами SPICE-моделирования электронных схем инженеров, использующих компоненты, дистрибутируемые компанией Mouser Electronics.



Подготовленный релиз MultiSIM BLUE будет содержать библиотеку из более чем 100,000 электронных компонентов с интуитивными функциями SPICE-моделирования и анализа. Вы сможете визуализировать и оценивать линейные параметры, проходя этот важный этап разработки схем проще, быстрее и намного продуктивнее. С MultiSIM BLUE вы сможете легко создавать принципи-

альные схемы, моделировать их и разводять печатные платы, выполняя все это внутри одной оболочки мощного программного пакета. MultiSIM BLUE дает возможность проектирования и моделирования схем, трассировки печатных плат, генерации перечня компонентов и покупки их у дистрибьютора.

Инструмент проектирования схем дополняется библиотекой, содержащей свыше 100,000 электронных компонентов от ведущих мировых производителей, поставляемых компанией Mouser. Моделирование основано на той же передовой технологии синтаксического анализа, которая используется в программе NI Multisim, и поддерживает модели BSIM и другие современные параметры. В принципиальной схеме можно определять до 50 компонентов.

MultiSIM BLUE имеет полностью интерактивный интерфейс разработки схем с полным контекстным меню, вызываемым кликом правой клавиши мыши. Для выбора схемного элемента также достаточно щелчка мышью, сделанного в окне интегрированной платформы. Пакетом поддерживается широкий диапазон типов компонентов, включая пассивные, дискретные, микросхемы аналоговых, цифровых и смешанных сигналов, датчики, силовые микросхемы и устройства защиты цепей.

STMicroelectronics представляет самый совершенный в отрасли широкополосный радиочастотный синтезатор

Обусловленный необходимостью поддержки постоянно расширяющегося списка приложений рост числа беспроводных стандартов и используемых частотных диапазонов, побуждает компанию STMicroelectronics (ST) учитывать эти требования, повышая степень интеграции и функциональную

насыщенность своих разработок. На одном кристалле нового радиочастотного синтезатора STW81200, изготовленного ST по собственной технологии SiGe БикМОП, интегрированы широкополосный генератор, управляемый напряжением (ГУН), двойное ядро ФАПЧ с целочисленным и дробным

коэффициентами деления, малошумящие стабилизаторы напряжения, а также набор программируемых аппаратных опций, обеспечивающих соответствие прибора широкому кругу требований, диктуемых радиочастотными стандартами и регулируемыми органами.

В таких приложениях, как базовые станции, линии радиосвязи, спутники, средства коммуникаций и контрольно-измерительное оборудование, общие характеристики систем тесно связаны с уровнями фазовых шумов радиочастотных синтезаторов. Интеграция и оптимизация цены этих устройств не должны происходить за счет ухудшения их высокочастотных параметров. Удовлетворяющий этим требованиям прибор STW81200 на сегодня является самым универсальным и гибким в использовании высокочастотным синтезатором, предназначенным для создания многополосных, многостандартных программно определяемых радиосистем диапазона частот 50 МГц ... 6 ГГц со следующим шумовыми характеристиками:

- нормализованный внутриполосный фазовый шум: -227 дБн/Гц;
- фазовый шум ГУН: -135 дБн/Гц при расстройке 1 МГц и частоте несущей 4 ГГц;
- собственный уровень шумов: -160 дБн/Гц.

Прибор STW81200 уникален своей способностью питаться от единственного неста-



билизованного источника 5, 3.6 или 3.0 В и, допуская настройку потребляемой мощности и основных технических характеристик, расширяет диапазон применения от традиционной инфраструктуры с сетевыми источниками питания до устройств с батарейным питанием.

Естественным образом продолжая успешно эволюционирующее семейство STW8110х, новый синтезатор позволяет существенно повысить уровень технических характеристик и, не затрагивая конструкции ранее разработанной печатной платы, сделать систему многодиапазонной и многостандартной. Кроме того, повышенная степень интеграции и меньшее число необходимых внешних компонентов обеспечивают дополнительную экономию средств.

STW81200 осваиваются в массовом производстве. В настоящее время ST предлагает оценочные образцы в квадратных корпусах 6x6 мм. Цена одной микросхемы составляет \$6 в партии из 1000 штук.

Diodes предлагает линейный драйвер светодиодов AL5809

Diodes Incorporated предлагает новую микросхему AL5809. Линейный драйвер, работающий в режиме стабилизации токов, выпускаемый в надежном двухвыводном корпусе PowerDI-123, обеспечивает повышенную точность и экономическую эффективность решений для управления светодиодами. При



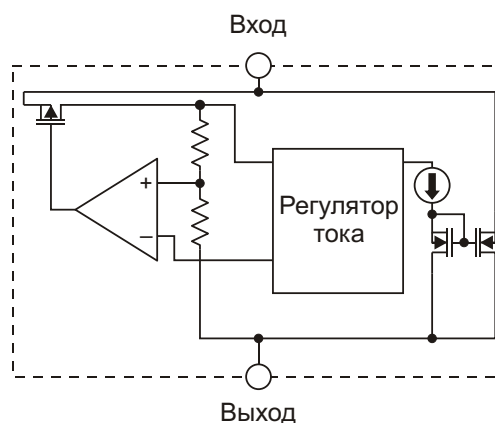
максимальной рассеиваемой мощности 1.2 Вт, отличной температурной стабильности 20 ppm/°C и высоком коэффициенте подавления пульсаций напряжения питания, AL5809 способен в широком диапазоне температур поддерживать точность стабилизации тока не хуже $\pm 5\%$, существенно упрощая реализацию основных целевых приложений, которыми, в первую очередь, являются светодиодные вывески, светодиодные полосы и слаботочные ретрофитные лампы.

Предназначенные для работы в диапазоне температур от -40°C до $+125^\circ\text{C}$ при рабочем напряжении (между выводами) от 2.5 В до 60 В микросхемы AL5809 не нуждаются во внешних резисторах программирования токов, поскольку выпускаются с заранее фиксированными выходными токами. При-

боры в корпусах PowerDI-123 рассчитаны на токи 15 мА, 20 мА, 30 мА, 40 мА, 50 мА, 60 мА, 90 мА, 120 мА и 150 мА, в то время как для версий в альтернативных корпусах SOD-123 предусмотрены варианты 15 мА, 20 мА, 30 мА, 40 мА и 50 мА.

AL5809 адресованы разработчикам, предпочитающим простые линейные регуляторы, не требующие индуктивности или внешнего резистора. Дополнительные удобства обеспечиваются встроенной защитой от перегрева и способностью драйверов управлять цепочками светодиодов, подключенными как шине питания, так и к «земле».

Драйверы недороги, просты в использовании, занимают мало места на печатной плате, и по сравнению с конкурирующими альтернативами или конструкциями на дискрет-



Функциональная схема AL5809.

ных компонентах обеспечивают лучшую точность и более высокий уровень совокупных характеристик.

Allegro MicroSystems анонсировала новый бессенсорный контроллер трехфазного бесщеточного двигателя

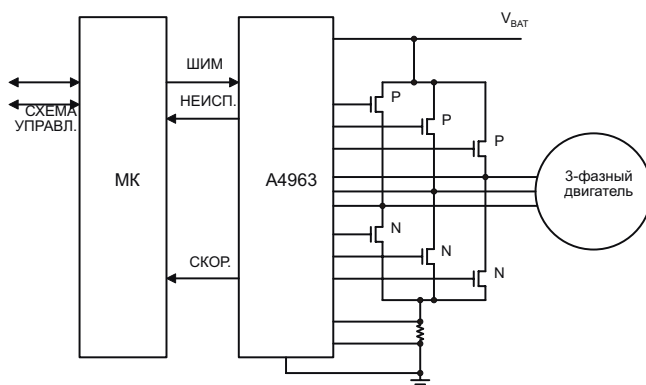
Allegro MicroSystems анонсировала новый бессенсорный контроллер трехфазного бесщеточного двигателя постоянного тока, предназначенный для управления внешними парами комплементарных P-и N-канальных мощных MOSFET. Надежная бессенсорная технология коммутации в пусковом и рабочем режимах позволяет легко и быстро подстраиваться под индивидуальные характеристики моторов и нагрузок путем изменения значений нескольких параметров, установленных по умолчанию. Микросхема A4963 применима в широком спектре приложений благодаря большому диапазону напряжений питания (4.2 ... 50 В) и возможности масштабирования токовых характеристик за счет выбора внешних MOSFET. Новый контроллер двигателя ориентирован на рынки потребительских, промышленных и электробыто-

вых изделий для таких конечных приложений, как насосы, вентиляторы, аккумуляторные электроинструменты, садовая техника, фены, портативные миксеры и беспилотные летательные аппараты.

Для управления мотором в микросхеме A4963 используется блочная коммутация (управление трапецеидальными импульсами) с predetermined порядком переключения фаз, не требующая установки датчиков Холла для контроля положения по величине противо-ЭДС двигателя. Бессенсорная пусковая схема рассчитана на разнообразные комбинации двигателей и нагрузок, в том числе, на высоко- или малоинерционные и фрикционные нагрузки. A4963 может работать в широком диапазоне скоростей двигателя, начиная от значений менее 100 об/мин, до более чем 30,000 об/мин. Предусмотрено несколько режимов работы, включая замкнутую петлю регулирования скорости и управление коэффициентами заполнения импульсов напряжения и тока (ограничение момента вращения). Режимы работы и управляющие параметры могут быть изменены либо через совместимый с SPI интерфейс, либо путем перезагрузки параметров по умолчанию, записанных на этапе изготовления микросхемы в расположенное на кристалле EEPROM.



Управление двигателем осуществляется по единственной линии сигналом низкочастотной ШИМ. На отдельный выход с открытым стоком, в зависимости от настроек контроллера, выводится частота коммутации обмоток или электрическая частота. Пусковой и пиковый токи двигателя ограничиваются встроенной схемой фиксации параметров сигнала ШИМ. Интегрированные средства диагностики, позволяющие обнаруживать понижение напряжения питания, перегрев кристалла, потерю синхронизации и неисправности внешнего моста, могут защитить силовые ключи от большинства вариантов короткого замыкания. Для индикации неисправностей предусмотрен специальный выход с открытым стоком.



Пример схемы включения A4963.

A4963GLPTR-T выпускается в небольшом 20-выводном корпусе TSSOP с уменьшенным тепловым сопротивлением и вскрытым теплоотводящим основанием.

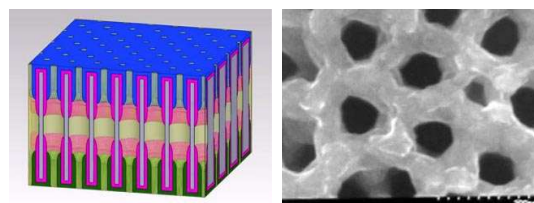
Из миллиарда отверстий можно сделать аккумулятор

Martha Heil

Мэрилендский университет

Исследователи из Мэрилендского университета изобрели крошечную структуру, содержащую все элементы аккумулятора, которая, по их словам, может привести к окончательной миниатюризации компонентов для хранения энергии.

Структуру назвали нанопорой: мельчайшее отверстие в керамической пластинке, удерживающее электролит, способный переносить электрический заряд между электродами, расположенными с обоих концов нанотрубки. Существующее на сегодня



устройство — только экспериментальный макет, но работает этот крохотный аккумулятор хорошо. Автор изобретения Чаньюань Лю (Chanyuan Liu), аспирантка отделения материаловедения и техники, говорит, что он может быть полностью заряжен за 12 минут, и может перезаряжаться тысячи раз.

В команду работавших над проектом университетских химиков и материаловедов входили директор Мэрилендского центра нанотехнологий и профессор кафедры материаловедения и инженерии Института системных исследований Гэри Раблофф (Gary Rubloff), профессор кафедры химии и биохимии кафедры материаловедения и инженерии Санг Бок Ли (Sang Bok Lee), а также семь аспирантов, двое из которых уже закончили образование.

Много миллионов этих нанопор можно собрать в одну более крупную батарею размером с почтовую марку. Одной из причин,

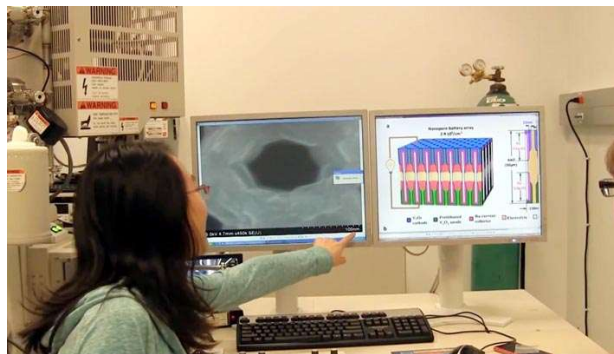


Автор изобретения Чаньюань Лю.

вселяющих в исследователей уверенность в будущем своего проекта, является воспроизводимость размеров и формы нанопор, что позволяет эффективно объединять их в крошечные аккумуляторы. Моделирование, выполненное соавтором проекта Элеонорой Джиллет (Eleanor Gillette), показало, что уникальная конструкция аккумулятора на основе нанопор имеет все шансы на успех.

Внутреннее пространство отверстий настолько мало, что их суммарный объем не превысит размеров песчинки.

Теперь, получив работающий аккумулятор и продемонстрировав концепцию, ученые также определили, как следует изменить конструкцию, чтобы сделать вторую версию в десять раз более мощной. Следующим шагом к коммерциализации изобретения



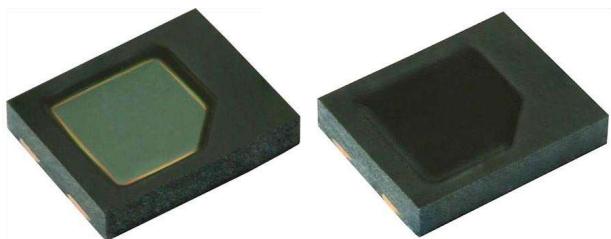
станет разработка стратегии массового производства аккумуляторов.

В качестве части программы создания наноструктур для хранения электрической энергии эти исследования были поддержаны исследовательским центром, финансируемым Министерством энергетики США.

Vishay Intertechnology выпустила низкопрофильные PIN-фотодиоды с большой фоточувствительной областью

Соответствующие стандарту AEC-Q101 устройства в корпусах для поверхностного монтажа с обратным фототоком 48 мкА и темновым током 2 нА

Vishay Intertechnologyполнила свой портфель оптоэлектронных приборов двумя новыми быстродействующими кремниевыми PIN-фотодиодами в корпусах для поверхностного монтажа размером 5 × 4 × 0.9 мм. Расположенная на верхней поверхности приборов VEMD5010X01 и VEMD5110X01 большая фоточувствительная область площадью 7.5 мм² обеспечивает высокую интегральную чувствительность с уровнем обратного фототока 48 мкА при очень малом темновом токе 2 нА. Приборы предназначены для автомобильных, промышленных и медицинских приложений.



Устройства, соответствующие спецификациям автомобильного стандарта AEC-Q101, изготавливаются на основе разработанной

Vishay технологии FAM. Выводная рамка фотодиодов, проволочные выводы кристалла и контактные площадки залиты черным эпоксидным компаундом, в то время как сама полость с фоточувствительным элементом заполнена светопроводящим составом. Такая конструкция позволяет сократить общие габариты корпуса и уменьшить его высоту, сохранив большую площадь оптического окна. Кроме того, это снижает термическое напряжение термокомпрессионных соединений, повышая прочность и надежность устройства.

Фотодиоды оптимизированы для детектирования света в таких приложениях, как датчики дождя и света, детекторы дыма, носимая электроника, передача данных и дорожные пункты оплаты. Для детектирования видимого света и ближней части инфракрасного спектра предназначены приборы, VEMD5010X01, у которых полость вокруг чувствительного элемента залита прозрачным материалом на основе эпоксидной смолы. Эти фотодиоды имеют широкий диапазон чувствительности от 430 нм до 1100 нм. Оптическое окно VEMD5110X01 снабжено светочувствительным фильтром, ограничивающим диапазон

чувствительности интервалом 790...1050 нм, согласованным с длинами волн инфракрасных излучателей.

VEMD5010X01 и VEMD5110X01 имеют следующие основные характеристики:

- малое время отклика (типичное время нарастания и спада – 100 нс),
- ширина диаграммы направленности по уровню половинной мощности $\pm 65^\circ$,

- диапазон рабочих температур от -40°C до $+110^\circ\text{C}$,
- максимум спектральной чувствительности – 940 нм.

Фотодиоды соответствуют требованиям директивы RoHS, не содержат галогенов, и по устойчивости к повышенной влажности соответствуют уровню 4 стандарта J-STD-020.

Программируемый переключатель нагрузки компании Diodes повышает надежность систем питания

Diodes Incorporated представила программируемый переключатель нагрузки AP22966. Этот 5-вольтовый двухканальный переключатель с полностью регулируемыми скоростями нарастания выходных напряжений обеспечивает простое и недорогое решение задачи мягкого старта для повышения надежности систем питания с напряжениями 3.3 В и 5 В в ноутбуках, планшетах и устройствах обмена данными.

Выходы двух интегрированных в устройство N-канальных MOSFET могут управляться независимо путем подключения соответствующих конденсаторов между входами управления мягким стартом и шиной «земля». После подачи сигнала высокого логического уровня на вход разрешения канала выходное напряжение нарастает постепенно и линейно, ограничивая пусковой ток схемы. Кроме того, при использовании микросхемы AP22966 достигается увеличение плотности мощности благодаря применению миниатюрного корпуса DFN3020 с открытым теплоот-



водящим основанием, занимающим на печатной плате площадь всего 6 мм².

Переключатель нагрузки работает в широком диапазоне входных напряжений от 0.8 В до 5.5 В. Устройство отличается очень низким собственным током потребления, не превышающим 60 мкА для обоих каналов и 45 мкА для одного, что отвечает требованиям энергоэффективности, предъявляемым к распределенным системам батарейного резервного питания.

ON Semiconductor представляет новое семейство ультра маломощных прецизионных ОУ

Новые низковольтные устройства с нулевым дрейфом найдут применение в промышленных, потребительских, беспроводных и автомобильных приложениях – везде, где требуется высокая стабильность параметров в широком диапазоне рабочих температур

ON Semiconductor представила семейство недорогих прецизионных КМОП операционных усилителей (ОУ) с нулевым дрейфом и наименьшим в отрасли током потребления, предназначенных для цепей первичной обра-

ботки сигналов и схем управления питанием. Ориентированные на рынок промышленного, потребительского, телекоммуникационного, беспроводного и измерительного оборудования, операционные усилители NCS325 и



NCS333 повысят точность систем стабилизации скорости двигателей и петель управления источниками питания. Дополнительно для схем автоэлектроники выпущен ОУ NCV333 со сходными функциональными характеристиками, рассчитанный на использование в силовых агрегатах автомобилей, тормозных системах, электронике усилителей рулевого управления, схемах управления клапанами, топливных насосах и системах впрыска топлива.

Усилители имеют исключительно высокие параметры по постоянному току. Например, максимальное напряжение смещения при комнатной температуре равно 10 мкВ, а типовой температурный дрейф смещения составляет 30 нВ/°С. Такие характеристики идеально подходят для усиления напряжения, падающего на измерительных резисторах, под-

ключенных к нулевой шине питания, или в дифференциальных входных цепях датчиков. Минимальные вариации напряжения в диапазоне температур и близкое к нулю смещение гарантируют высокую эффективность систем, эксплуатируемых в широком диапазоне рабочих температур, без необходимости использования сложных алгоритмов программной калибровки, что упрощает процесс разработки и продлевает жизненный цикл продукта.

NCS325 и NCS333 с rail-to-rail входами и выходами, оптимизированные для низковольтного питания от 1.8 В до 5.5 В, потребляют наименьшие в своем классе приборы токи, типовые значения которых равны 21 мкА и 17 мкА, соответственно, при напряжении питания 3.3 В. Устройства имеют произведение коэффициента усиления на ширину полосы пропускания 350 кГц и отличаются ультра низкими шумами, пиковое напряжение которых не превышает 1.1 мкВ в полосе частот от 0.1 Гц до 10 Гц.

Цены и корпуса

NCS325 выпускаются в 5-выводном корпусе TSOP размером 3 × 1.5 мм, и в партиях из 3000 приборов продается по цене \$0.35 за штуку. NCS333 предлагаются в корпусах SOT23-5 размером 1.5 × 3 мм или SC70-5 размером 2 × 1.25 мм по цене \$0.5 за единицу при покупке 3000 микросхем.

АКМ начала производство 32-битных стерео АЦП с лучшим в своем классе динамическим диапазоном 127 дБ

Корпорация Asahi Kasei Microdevices (AKM) начала производство 32-битных стерео АЦП AK5397 с лучшим в своем классе динамическим диапазоном сигнала на стереовыходе, равным 127 дБ. Микросхема заняла флагманскую позицию в серии VERITA семе-



йства продуктов Audio 4 Pro. В AK5397 воплощена разработанная AKM новая технология VELVET SOUND (бархатный звук), позволяющая записывать аудио сигналы высокого разрешения, чтобы с наименьшими искажениями реализовать воспроизведение сочного насыщенного звука и басов.

По значению максимальной частоты выходного ИКМ-сигнала (768 кГц) AK5397 на сегодня является лучшим прибором в отрасли. В схему интегрированы новые 32-битные цифровые фильтры окраски звука.

AK5397 могут использоваться в высококачественных студийных микшерах для записи аудио сигналов высокого разрешения.



Основные особенности

- 128-кратная передискретизация;
- 32-битные цифровые фильтры;
- Частота выборки: 8 ... 768 кГц;

- Низкие искажения, полностью дифференциальные входы;
- Выход «Переполнение»
- Общие нелинейные искажения плюс шум: –108 дБ;
- Динамический диапазон, отношение сигнал/шум: 127 дБ;
- Напряжение питания:
 - Аналоговых узлов: 4.75 ... 5.25 В,
 - Цифровых узлов: 3.0 ... 3.6 В;
- Корпус LQFP 44 вывода.

В настоящее время доступны опытные образцы микросхем и отладочные платы.

Lime Microsystems начала поставку второго поколения программируемых пользователем радиочастотных устройств

Компания Lime Microsystems вновь потрясла рынок компонентов, начав поставку второго поколения программируемых пользователем радиочастотных устройств (FPRF).



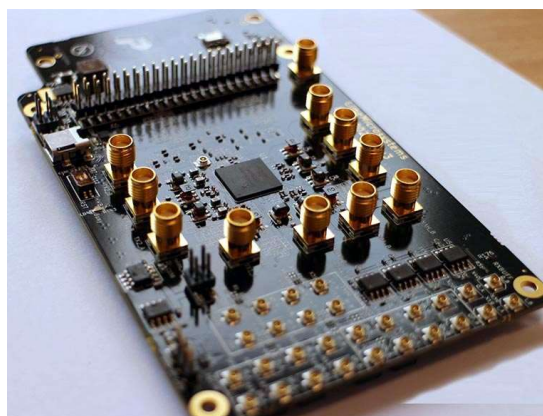
FPRF содержит двоянные приемопередатчики, покрывающие частотный диапазон от 0.1 до 3800 МГц. Полностью программируемые малопотребляющие чипы поддерживают как полосы частот сетей 2G, 3G и 4G, так и множество коммерческих и военных диапазонов. Такие параметры, как коэффициент усиления и полосы пропускания фильтров полностью программируются, делая устройство самым гибким на сегодня решением для широкого спектра радиочастотных приложений.

«Мы рады начать поставки устройств LMS7002M – сказал Ибрагим Бушехри (Ebrahim Bushehri), генеральный директор Lime. – Мы ощущаем огромный интерес к ним со стороны создателей таких систем, как малые соты, программно определяемое радио (SDR), промышленные сети, медицин-

ское и измерительное оборудование, а также устройства межмашинного обмена. Мы убеждены в том, что наша ценовая стратегия будет стимулировать появление новых областей применения на самых различных рынках, включая коммерческий и военный».

Для поддержки разработчиков предлагается Универсальный Набор для Беспроводных Коммуникаций (UWCT), который в ближайшем будущем будет дополнен множеством недорогих отладочных плат. Потребители, купившие UWCT, обеспечиваются как аппаратными и программными средствами, так и прямым доступом к экспертам компании.

Сдвоенные приемопередатчики идеально подходят для реализации MIMO систем (Multiple Input, Multiple Output – Многоканальный вход, многоканальный выход) с цифро-



Отладочная плата LMS7002EVB.

вой полосой пропускания до 60 МГц в каждом канале. LMS7002M содержит программируемый пользователем процессор цифровой обработки, который может использоваться для выравнивания усиления и фаз в MIMO системах, или же для улучшения качества аналоговой фильтрации при необходимости снижения потребляемой мощности. Малопотребляющие микросхемы изготавливаются по технологии КМОП с проектными нормами 65 нм и потребляют всего 550 мВт в режиме одного входа / одного выхода или 800 мВт в конфигурации для MIMO. Устройство работает при напряжении питания 1.8 В и требует абсолютного минимума внешних компонентов.

Одновременно Lime сообщила о значительном снижении цен на компоненты первого поколения. Теперь микросхема LMS6002D стоит от \$35 за единичные образцы до \$15 при заказе партии в 5000 штук.

LMS7002M и UWCT уже поступили на склады дистрибьюторов Lime, таких, например, как Digi-Key и Richardson RFPD. LMS7002M стоит \$110 за штуку при покупке единичных образцов и \$63 в партиях из 5000 приборов. Потребителям доступны для скачивания бесплатные средства проектирования, а также ряд отладочных плат и типовых проектов, которые можно получить или заказать непосредственно на сайте Lime, или же на сервисе поддержки открытых инициатив MyriadRF.

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

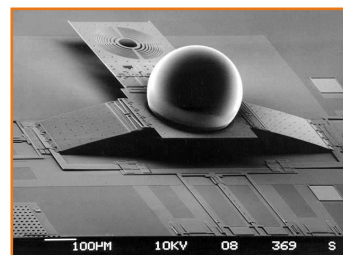


Москва, 121351 Ярцевская улица, дом 4.
Тел. +7 (495) 221-5015
www.chipexpo.ru, info@chipexpo.ru

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

Пробудят ли МЭМС закон Мура?

Kevin Morris



EE Journal

19 апреля 1965 года журналом Electronics была опубликована статья под названием «Рост числа элементов в интегральных микросхемах» («Cramming more components into integrated circuits»). Её автором был Гордон Мур (Gordon Moore), один из основателей компании Fairchild Semiconductor, а с 1959 года руководитель научно-исследовательского отдела компании. На основании анализа технологий производства микроэлектроники того времени, он высказал простое наблюдение, ставшее впоследствии доминирующим направлением развития электроники во всём мире. Закон Мура стал отправной точкой стремительного роста возможностей полупроводниковых приборов, не прекращающегося почти 50 лет.

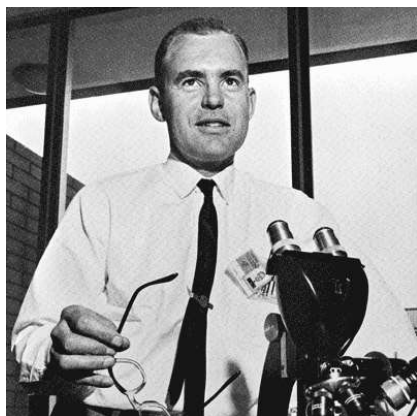
В том же году журнал Electronics опубликовал статью Харви Натансона (Harvey Nathanson) из Westinhouse Labs, описывающую запатентованное им «Микроэлектронное частотно-избирательное устройство со стержневой колебательной системой и чувствительным элементом» («Microelectronic frequency selective apparatus with vibratory member and means responsive thereto»). Так появилась первая в своём роде микроэлектромеханическая система (МЭМС).

Изобретение Натансона, названное «резонансным полевым транзистором», сочетало колеблющийся стержень и управляемый им полевой транзистор, размещенные на кремниевой подложке.

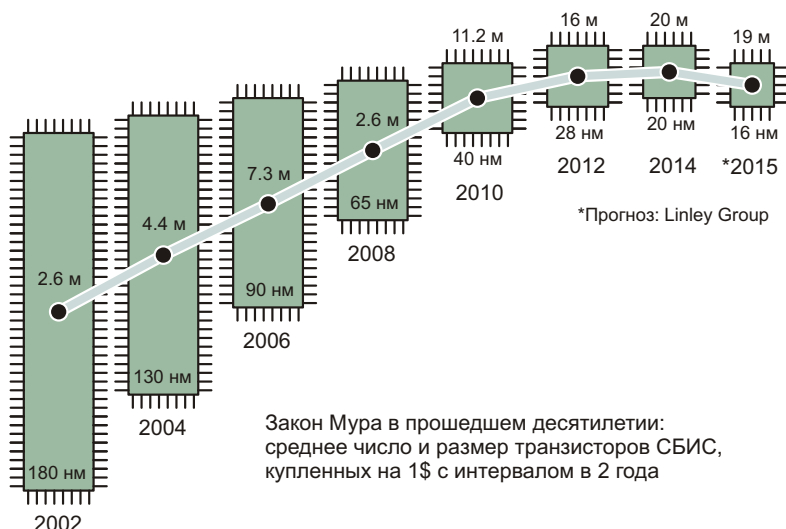
От автора перевода

Консольно закреплённый стержень (консоль) из отожжённой вольфрамовой проволоки длиной 3 мм и диаметром 0.025 мм был покрыт слоем золота толщиной 2 мкм.

Электрическое поле вибрирующего стержня влияло на затвор транзистора, существенно увеличивая проводимость канала на частотах, близких к резонансной частоте



Гордон Мур в 1965 году и нарушение закона Мура в наше время.



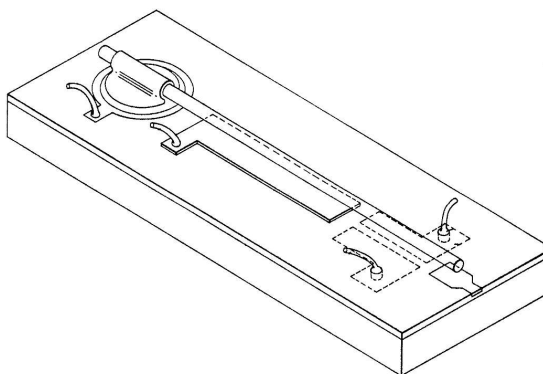


Фото Харви Натансона на брифинге IEEE в 1984 году. Запатентованное Натансоном устройство явилось универсальным «строительным блоком» для различных схем с селекцией частоты (фильтров, усилителей, генераторов, модуляторов), требующих применения звеньев с высокой добротностью. Такая альтернатива RC-цепям, LC-контурам и пьезокерамическим резонаторам, занимающим много места на платах, стала в своём роде первой полностью интегрированной микросистемой. Объединение в тонкоплёночной интегральной микросхеме электронных и механических элементов положило начало эре электромеханических микросистем.

колебаний консоли. Причём, возбуждение колебаний осуществлялось электростатическим способом посредством изолированного электрода из проводящего материала, расположенного под стержнем, куда и подводился полезный сигнал, требующий усиления. При изготовлении и настройке резонансные частоты такой электромеханической системы менялись в диапазоне от 100 Гц до 1 МГц за счёт подбора длины и упругости стержня. Вдобавок, изготовле-

ние консоли из материала с малыми внутренними потерями (фосфористая бронза или никель) увеличивало добротность системы до 1000 и более. А так как единственным резонансным элементом такой частотно-избирательной схемы являлся сугубо механический конструктивный элемент, то температурный дрейф частоты из-за теплового расширения/сжатия материала консоли в итоге не превышал 10 ppm на 1 °C. См. оригинальный патент US3413573 [1].

Почти 50 лет развитие МЭМС идёт в ногу с миниатюризацией транзисторов в логических схемах. И поскольку МЭМС и транзисторная логика производятся на одних и тех же заводах, на одном и том же оборудовании, по сходным техпроцессам, то возникает естественное желание провести между ними параллель. Так, после посещения конференции MEMS Executive Congress в этом году, у меня возникло отчётливое дежавю – настроение, царившее в отрасли полупроводников в 1980-х. Сейчас, как и тогда, пришло время сплоченного сообщества энтузиастов, исследующих перспективную технологию с потенциально бесконечными приложениями. Сегодня есть все предпосылки, предшествовавшие появлению закона Мура – закона, околдовавшего наше воображение и трансформировавшего нашу культуру задолго до того, как полупроводниковое производство стало массовым.

И похоже, что все игроки на рынке МЭМС молчаливо затаились в ожидании подобных закону Мура формальных оснований для взрывного роста. Когда же шаткие компании и стартапы стремительно превратятся в крупные корпорации, повторив успех компании Intel? Сегодня МЭМС почти в каждом мобильном устройстве, а согласно прогнозу, всего через несколько лет в мире будет более триллиона МЭМС датчиков. Невольно охватывает волнение, ведь триллион – это очень большое число. Триллион МЭМС – это от 300 до 400 датчиков на каждого мужчину, женщину и ребёнка, живущих на Земле.

Нет аналогов закона Мура для МЭМС

Хоть цифра в 300-400 МЭМС датчиков на долю каждого существующего человека кажется внушительной, перефразируя Дугласа Адамса – это чепуха по сравнению с

транзисторами. В новейших функциональных узлах вычислительных устройств счёт идёт на миллиарды транзисторов, а это означает, что вскоре каждый человек отдельно будет владеть триллионами транзисторов. Пускай такое сравнение выглядит нелепо, но важен факт: закон Мура не касался всецело «электроники» или «комплектующих». В нём говорилось об отдельном устройстве – КМОП-транзисторе в составе интегральной микросхемы.

Конечно, существенное развитие технологии литографии за последние десятилетия позволяет получать более совершенные по характеристикам и меньшие по размерам элементы всех типов, включая МЭМС. Но элементом, взрывоподобно спровоцировавшим процесс миниатюризации, был транзистор – фактически, единственный элемент, который мы научились использовать эффективно в почти неограниченных количествах. Так, несколько миллиардов транзисторов в составе смартфона или планшета слаженно работают без потерь даже одного бита данных. Если разработчикам смартфонов предложить лишний миллиард транзисторов без увеличения стоимости микросхем, они с радостью примут такой подарок по понятным причинам. Только вот непонятно, что можно сделать с несколькими дюжинами МЭМС датчиков в телефоне. С девятью датчиками движения и GPS телефон и так «знает» где он, куда движется и как ориентирован.

Нет практической ценности в удвоении числа этих датчиков. Можно добавить несколько вариометров, гигрометров, термометров, барометров, даже спектрометр или два, и наше устройство превратится в «сенсорного монстра», оставаясь всего лишь планшетом, нашпигованным десятками МЭМС. Но для каждого такого датчика дополнительно потребуется большое число транзисторов из-за запросов на обработку «сырых» данных. Вся ирония такой ситуации заключается в том, что наличие в устройствах МЭМС повышает требования к большому числу полупроводниковых технологий, не связанных с МЭМС – таких как ПЛИС.

Совершенно определён – в наших устройствах происходит революция, спровоцированная МЭМС. А быстрое распространение таких датчиков, которые, по мнению специалистов МЭМС индустрии, скоро преодолеют прогнозируемый триллион, совер-

шенно изменит электронику. Только в этот раз без взрывного закона Мура для самих МЭМС.

Рассмотрим смартфон – главный технологический флагман сегодняшнего дня. На слуху множество спекуляций о пользе применения в смартфонах 4-ядерных 64-битных процессоров. Но почему? Просто до этого времени не было необходимости в обработке такого количества данных. Как только было получено устройство с высоким уровнем производительности видеоплеера, у большинства приложений не оказалось новых высот для покорения, требующих значительных вычислительных мощностей в смартфоне на уровне железа. И эти большие системные процессоры оказались оштрафованными за чрезмерный энергетический аппетит, который сложно игнорировать с нашим дефицитным бюджетом на аккумуляторы.

Но удачная подача мяча в виде МЭМС датчиков бросает новый вызов вычислениям и обработке. Теперь необходимо выполнять сложный анализ больших объёмов поступающих данных – часто непрерывно и в реальном времени – с конечной целью получить полную информацию об окружающем мире. Иными словами «контекст» среды, в которой находится устройство.

«Контекст» – это просто понимание того, что происходит вокруг, экстраполированное из «кучи» разнообразных данных. Под контекстом чаще всего подразумевается однозначный ответ на простой вопрос: что устройство (или пользователь устройства) делает сейчас, и в какой обстановке? После обработки сумасшедшего потока данных множеством алгоритмов, вычислительная система может сделать вывод о том, например, что пользователь сейчас «идёт». Дополнительные баллы устройство зарабатывает за знание таких деталей, как место прогулки, скорость пользователя и данные об окружающей среде.

Создание системы, способной сделать достоверный вывод о контексте путём перекрёстного сравнения коррелирующих данных, требует, по крайней мере, нескольких качественных МЭМС датчиков. А вдобавок – гигантского объёма высокопроизводительных вычислений при низком энергопотреблении. Последнюю трудную задачу никогда не возложат на сами датчики, какими бы они ни были. Немного будет пользы и от 4-ядерного

64-битного ARM процессора. Простое пробуждение такого монстра лишь на мгновение, не считая выполнения анализа данных, разрушает баланс энергопотребления большинства систем с батарейным питанием, как и почти каждого потенциально носимого устройства.

Для решения этих вычислительных задач, скорее всего, будут задействованы аппаратные средства с архитектурой, похожей на ПЛИС. Последние сегодня являются единственными устройствами, сочетающими в себе сверхвысокую производительность, поддержку реконфигурации алгоритмов «на лету» и ультранизкое энергопотребление – факторы, без которых не осилить потока данных от датчиков. По крайней мере две компании производителей ПЛИС (QuickLogic и Lattice Semiconductor) решились на гонку именно в этой области. Ими выпускаются программируемые логические устройства, пригодные для выполнения сложных алгоритмов и решения задач одновременной обработки сигналов различных датчиков в условиях жестких ограничений на габариты, энергопотребление и стоимость.

Но обработка сигналов нескольких датчиков – всего лишь верхушка пресловутого

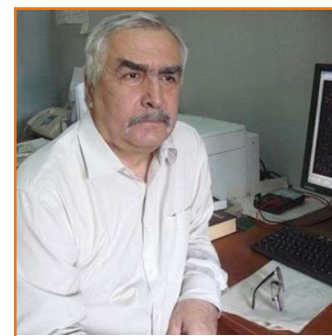
айсберга. Когда в мире более триллиона датчиков, наводняющих нас данными, единственная надежда на то, что мы сумеем извлечь высококачественную и достоверную информацию – это гетерогенная распределённая компьютерная система клиент-сервер, охватывающая всю гамму устройств, от крошечных высокоэффективных локальных датчиков до больших облачных центров обработки данных. Для каждого уровня этой метамшины потребуется правильная организация входящих потоков данных (корреляция, сокращение, объединение) с передачей результатов на более высокие уровни анализа.

И даже если для этих датчиков не появится собственный закон Мура, они станут катализатором в большом числе приложений, развитие которых будет опираться на старый добрый закон Мура ещё несколько циклов. **РЛ**

Ссылки

1. <http://www.rlocman.ru/i/File/2014/11/24/US3413573.pdf>
2. «MEMS-акселерометры – фантазии и реальность». РадиоЛоцман, 2011, август, стр. 15.
3. «Время перемен: кварцевые генераторы уступают дорогу МЭМС». РадиоЛоцман, 2013, сентябрь, стр. 17.

Сравнительные испытания ключевых транзисторов разного типа



Грошев В.Я.

В статье представлены результаты испытаний высоковольтных транзисторов разного типа (полевых, IGBT и биполярных) для определения их эффективности, оцениваемой по минимуму мощности, рассеиваемой на ключевом транзисторе, в составе однотактных автоколебательных конвертеров напряжения. На основании полученных экспериментальных данных показано, что при соблюдении изложенных в статье рекомендаций биполярные транзисторы, используемые в качестве высоковольтного ключевого элемента, могут быть существенно эффективнее транзисторов других типов.

Задачей настоящего исследования являлось выявление наиболее эффективных полупроводниковых ключей, которые можно использовать для преобразования сетевого напряжения в ряд низких напряжений для питания бытовой и промышленной электроники. При этом под наиболее высокой эффективностью подразумевалась минимальность мощности, рассеиваемой на ключевом транзисторе, по сравнению с мощностью в нагрузке при реализации однотактного понижающего конвертера с трансформаторной нагрузкой.

Обычно считается, что и полевые транзисторы, и IGBT существенно эффективнее биполярных ключей. И это действительно так, если придерживаться стандартной схемотехники и общепринятых рекомендаций.

Однако известно, что эффективность любого полупроводникового ключа не является его собственным свойством, а зависит от того, в какой схеме и в каком режиме он используется. Особенно это касается биполярных транзисторов. Поэтому настоящее исследование не сводилось к испытанию ключевых транзисторов в стандартных схемах включения, которые можно найти в технической документации на соответствующий

транзистор, и которые не слишком эффективны как с точки зрения материальных затрат на их реализацию, так и по обеспечиваемым результатам. Вместо этого для получения новых данных ключевые транзисторы испытывались в конвертерах оригинальной структуры [1], [2], обеспечивающих значительно лучшее использование достоинств ключевых элементов разного типа в действующих преобразователях напряжения, и поэтому позволяющих по-новому оценить их возможности.

Рабочие частоты описываемых ниже конвертеров одинаковы и примерно равны 50 кГц. Величина потерь на высоковольтном ключевом транзисторе в рабочем режиме определялась по температуре его корпуса путем бесконтактного измерения, а эффективность определялась как отношение мощности потерь на ключевом элементе к мощности в нагрузке. При этом сделано все возможное для уменьшения потерь на остальных элементах конвертеров, поскольку на фоне большой рассеиваемой мощности другими компонентами выигрыш от снижения потерь на ключевом транзисторе может оказаться несущественным. С этой целью в первичной секции конвертеров используется

схема компенсации потерь, обусловленных индуктивностью рассеяния [3], а во вторичных секциях применяется схема с управляемым выпрямлением на полевых ключевых транзисторах [4], что позволяет использовать оба конвертера в режиме максимальной мощности без охлаждающих радиаторов.

На Рисунке 1 представлены осциллограммы напряжений на коллекторе и эмиттере (стоке и истоке) высоковольтного ключевого транзистора, дающие примерное представление о характере работы обоих конвертеров, используемых в экспериментах.

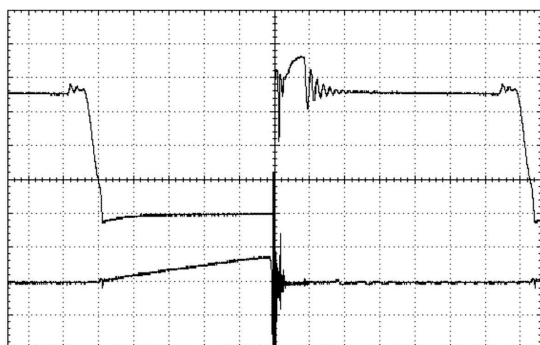


Рисунок 1. ($X = 2 \text{ мкс/дел}$; $Y1 = 50 \text{ В/дел}$; $Y2 = 2 \text{ А/дел}$).

Для испытаний полевых транзисторов и IGBT использовалась схема конвертера, представленная на Рисунке 2. Несомненным достоинством этого устройства является его исключительная простота при общей эффективности, недостижимой для большинства известных устройств аналогичного назначения. Выходная мощность конвертера составляет примерно 30 Вт (6 В 5 А) при питании от

сети переменного тока 220 В, причем она ограничивается не только возможностями используемого трансформатора и выпрямляющего ключа типа IRF7822, но и допустимым нагревом высоковольтных ключевых транзисторов при отсутствии дополнительного охлаждения.

Начальное смещение в высоковольтной секции этого преобразователя обеспечивается резистором R2, который вместе с C2 и VD2 образует источник питания для драйвера DD1. Элементы VD3, R3 и DD1:A образуют схему защиты от недостаточного напряжения (Undervoltage lockout). Первичный преобразователь выполнен по схеме автогенератора и содержит следующие элементы: цепь положительной обратной связи R5, R6, C5, драйвер DD1:B, ключевой транзистор VT1 и резистор – датчик тока R7. Ключевой транзистор нагружен на первичную обмотку трансформатора TR1 с элементами подавления выброса и компенсации потерь за счет индуктивности рассеяния – C3, C4, R4 и диоды VD6 – VD8. В экспериментах с IGBT использовался современный транзистор такого типа IRGR4045D, при этом с учетом более низкой крутизны управления IGBT по затвору по сравнению с полевыми транзисторами напряжение стабилизации стабилитронов VD2, VD3 увеличивалось соответственно до 20 и 15 В.

В результате испытаний данного устройства при первичном постоянном напряжении 90 В и уменьшении сопротивления R2 до 100 кОм получены осциллограммы, отражающие процесс выключения ключевых транзисторов с изолированным затвором разных

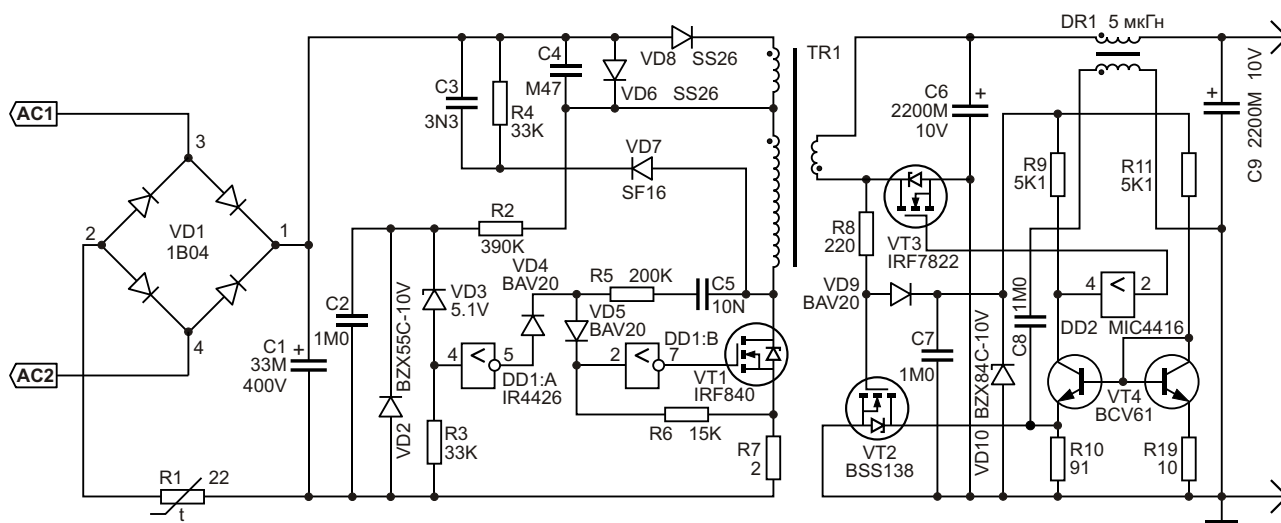


Рисунок 2.

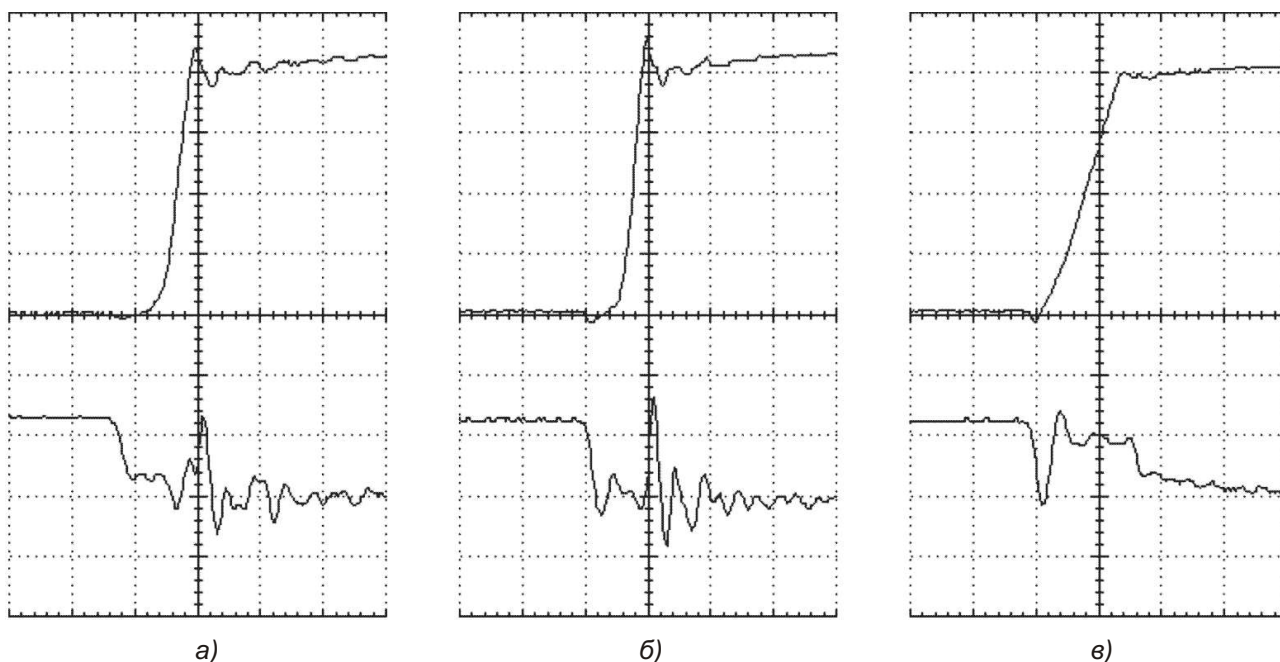


Рисунок 3. а, б – напряжение на стоке и истоке при переключении полевых транзисторов IRF840 и STP5NC60Z, в – напряжение на коллекторе и эмиттере транзистора IRGR4045.
($X = 50$ нс/дел; $Y_1 = 50$ В/дел; $Y_2 = 1$ А/дел).

типов и представленные на Рисунке 3. Следует отметить, что на этом рисунке показаны осциллограммы, которые соответствуют лишь части испытанных полевых транзисторов разных типов, поскольку форма напряжения на стоке и истоке при переключении у других транзисторов имеет практически такой же вид.

На Рисунке 4 представлена принципиальная схема экспериментального автоколебательного конвертера, в котором в качестве высоковольтного ключа VT3 испытывались биполярные транзисторы.

По своему составу это устройство отличается от предыдущего только схемой автогенератора, выполненного на биполярных тран-

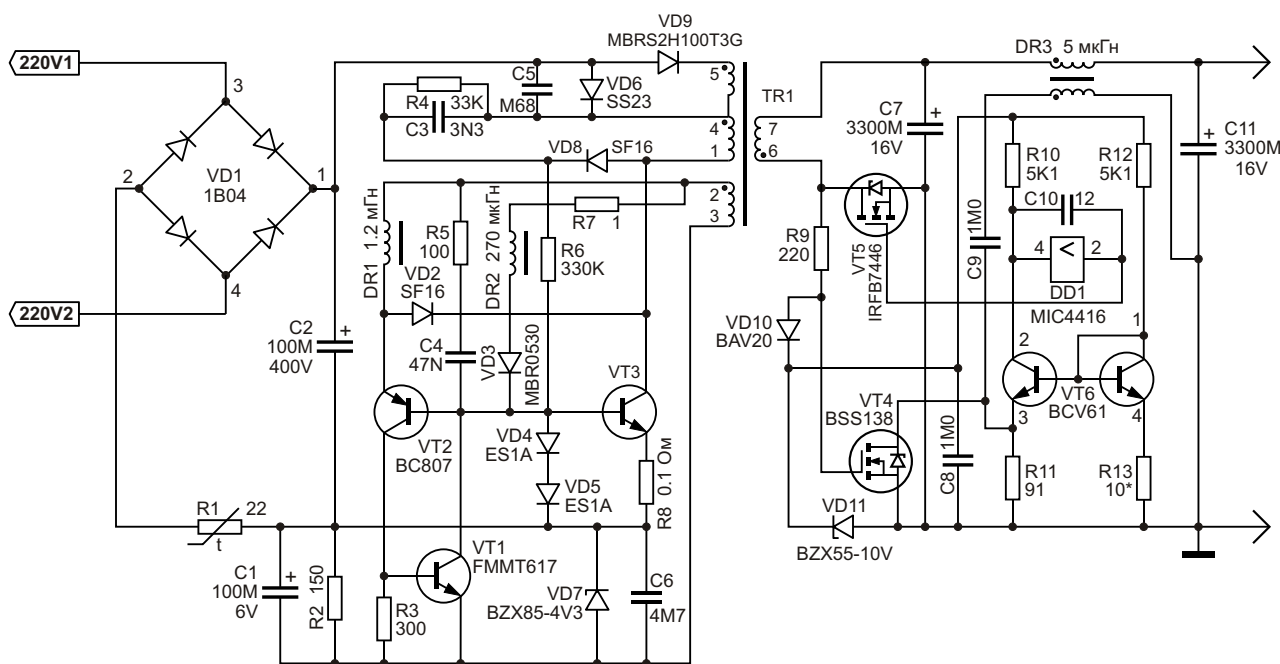


Рисунок 4.

зисторах VT1 – VT3, при этом в качестве инвертора используется обмотка обратной связи на трансформаторе TR1. Отрицательное смещение создается на элементах C1, C6, R2, VD7 за счет протекания тока обмотки обратной связи через диоды VD4, VD5 и базо-эмиттерный переход ключевого транзистора VT3 во время зарядного цикла. Для сокращения потерь в течение этого цикла основной базовый ток VT3 и рабочий ток для транзисторов VT1, VT2 задаются с помощью дросселей DR2, DR1, которые в разрядном цикле отдают накопленную энергию через обмотку обратной связи в нагрузку. Элементы R5, C4 необходимы для создания положительной ОС и поддержания автоколебаний. Максимальная выходная мощность представленного устройства превышает 70 Вт (10 В 7 А) при примерно одинаковой мощности потерь по сравнению с предыдущим конвертером.

В результате экспериментов на макетах было установлено, что без предварительного удаления избыточного заряда из коллекторной области обеспечить эффективность биполярных транзисторов в ключевом режиме невозможно, в том числе с помощью подачи обратного смещения на базу. Такое смещение по сравнению с замыканием базы на общую шину хотя и увеличивает скорость переключения, но лишь незначительно уменьшает рассеиваемую на ключевом транзисторе мощность. Это, видимо, объясняется тем, что заряд в базовой области насыщенного ключевого транзистора намного меньше заряда в коллекторе, а поэтому к моменту полного удаления заряда из базы при обратном ее смещении коллекторный заряд уменьшается лишь незначительно, и основная его часть по-прежнему преобразуется в мощность потерь. Хотя такое утверждение не согласуется с теорией (например, с описанием работы биполярного транзистора в режиме насыщения, изложенном в [5]), однако оно подтверждается экспериментально [6]. То есть, с помощью обратного смещения базы током любой величины мощность потерь уменьшается фактически только на ту часть, которая определяется зарядом в базе. Поэтому первым и основным условием обеспечения эффективности биполярного транзистора является удаление из коллекторной области заряда, накопленного в результате насыщения транзистора.

Вероятно, это можно сделать единственным способом – дождаться момента, когда

напряжение на коллекторе ключевого транзистора начнет относительно быстро нарастать при наличии тока базы. Нарастание является свидетельством того, что ток базы становится недостаточным для удержания ключевого транзистора в состоянии насыщения, и он начинает переходить в линейный режим, при этом большая часть избыточного заряда в коллекторной области быстро ликвидируется током через нагрузку.

Однако для сохранения минимальной рассеиваемой на ключевом транзисторе мощности необходимо, чтобы при переходе в линейный режим напряжение на его коллекторе к моменту удаления заряда из базовой области было достаточно малым, поскольку в ином случае потери мощности на транзисторе становятся неизбежными. Допустимым пределом можно считать уровень напряжения эмиттер-коллектор не более нескольких вольт. (При проведении экспериментов это напряжение не превышало 2 – 2.5 В).

Для выполнения указанного условия идеально подходит структура, образованная транзисторами VT1 – VT3 (Рисунок 2), которая функционирует следующим образом. В зарядном цикле напряжение на коллекторе VT3 определяется его характеристиками насыщения, и для большинства ключевых транзисторов не превышает 100 – 400 мВ. Поэтому прямосмещенный диод VD2 отводит весь ток смещения, создаваемый дросселем DR1, через ключевой транзистор на общую шину. Соответственно, транзисторы VT1 и VT2 оказываются в состоянии отсечки. По мере возрастания тока через первичную обмотку трансформатора TR1 напряжение на коллекторе VT3 возрастает. Однако этот рост незначителен, поскольку вместе с возрастанием тока через первичную обмотку возрастает ток через дроссель DR2, что позволяет поддерживать примерное постоянство отношения I_C/I_B . Это постоянство нарушается только тогда, когда за счет падения напряжения на R8 ток, создаваемый дросселем DR2, начинает замыкаться через диоды VD4, VD5, и ток базы VT3 перестает увеличиваться при возрастающем токе коллектора.

Поскольку ток базы становится недостаточным для удержания транзистора в насыщении, основная часть содержащегося в коллекторной области заряда ликвидируется током нагрузки, однако при напряжении на коллекторе, лишь немного превышающем

напряжение насыщения. Следовательно, время рассасывания коллекторного заряда в конвертере (Рисунок 4) является просто продолжением цикла заряда нагрузочной индуктивности.

Как только этот процесс завершается, напряжение на коллекторе VT3 начинает быстро возрастать вследствие выхода ключевого транзистора в линейный режим. В результате этого диод VD2 запирается, и весь ток, создаваемый дросселем VD1, через VT1 втекает в базу дополнительного ключевого транзистора VT2, который подключает базу VT3 к шине отрицательного источника смещения.

Необходимость подачи отрицательного смещения на базу при отсутствии заряда в коллекторе объясняется тем, что отсутствие последнего вовсе не означает отсутствие заряда в базе. Проведенные эксперименты показали, что отрицательное смещение на базе при выключении транзистора также полезно для ненасыщенных транзисторов, как для находящихся в насыщении, поскольку заряд в базе определяется наличием тока базы и существует в любом случае. Однако замыкание базы на отрицательный источник в рассматриваемом конвертере происходит только тогда, когда заряд в коллекторе ключевого транзистора в значительной степени уже ликвидирован, за счет чего обеспечивается основной выигрыш в рассеиваемой мощности по сравнению со стандартными схемами использования биполярных ключевых транзисторов.

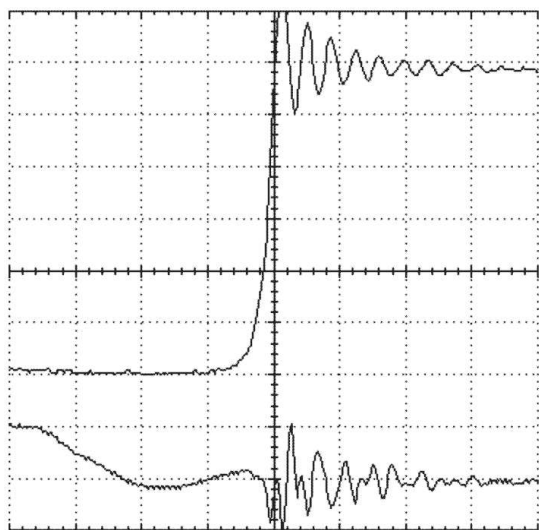


Рисунок 5. ($X = 50$ нс/дел; $Y1 = 20$ В/дел; $Y2 = 1$ А/дел).

После подключения базы к отрицательному источнику заряд в базовой области быстро ликвидируется, поскольку ток разряда в рассматриваемом конвертере теоретически ограничивается только величиной отрицательного напряжения и последовательным сопротивлением в базовом электроде транзистора. Одновременно удаляется и остающийся заряд в коллекторе, что подтверждается осциллограммой, представленной на Рисунке 5, на которой виден участок уменьшения эмиттерного тока сразу после замыкания базового электрода на шину отрицательного смещения. В это время напряжение на коллекторе ключевого транзистора может стать отрицательным.

Следует отметить, что данная осциллограмма получена при испытаниях транзистора 2SC3973 на макете, где вместо дросселей DR1, DR2 использовались резисторы, поскольку при использовании дросселей помехи на эмиттере ключевого транзистора по сравнению с падением напряжения на его эмиттерном резисторе при переключении настолько велики, что реальную форму напряжения на эмиттере оценить по осциллограмме невозможно. По этой причине на всех остальных осциллограммах, полученных при испытаниях транзисторов в конвертере, представленном на Рисунке 4, показано только напряжение на коллекторе в момент переключения, при этом максимальное значение тока эмиттера в зависимости от коэффициента усиления по току испытываемых транзисторов находилось в пределах 1.3–2 А.

Большой разрядный ток, вероятно, является второй причиной высокой эффективности, достигаемой в описываемом конвертере, поскольку в отличие от ничем не обоснованных стандартных рекомендаций, ограничивающих разрядный ток на уровне половины максимального коллекторного тока или удвоенного базового тока насыщения, в этом устройстве ток разряда ограничивается только возможностями вспомогательного ключевого транзистора VT1. При этом следует учитывать, что когда тока через эмиттер VT3 уже нет, весь этот ток, включая ток через DR2 и через первичную обмотку трансформатора, сохраняет свое максимальное значение и полностью замыкается через VT1. Это также следует из Рисунка 5. Поэтому, хотя среднее значение мощности, рассеиваемой на VT1, очень невелико, его импульсный ток коллек-

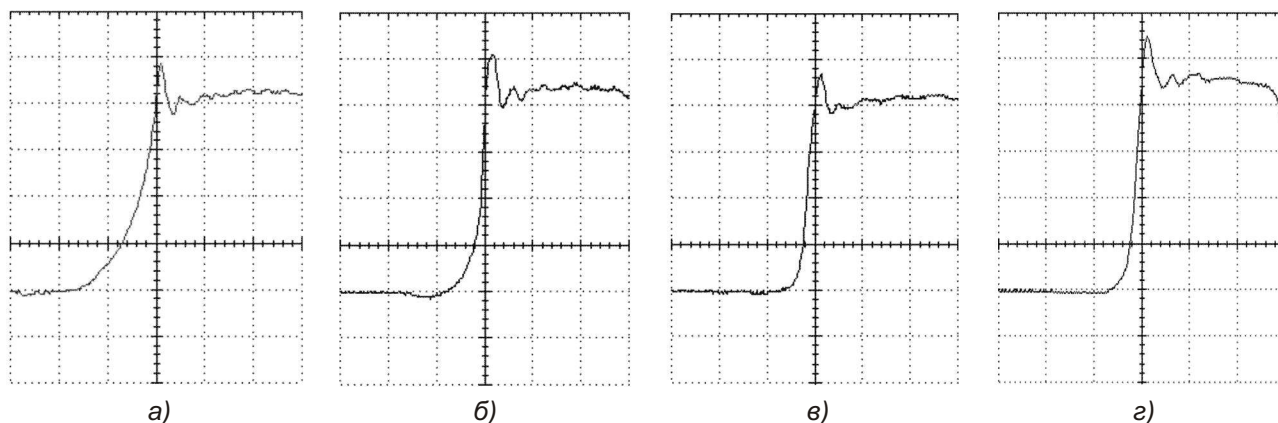


Рисунок 6. а – MJE13004 и BUL45D2G; б – ST13007D, BUH100G и 2SC4242; в – 2SC3973; г – KT854A (1995 г.).

($X = 50 \text{ нс/дел}$; $Y = 50 \text{ В/дел}$).

тора и коэффициент усиления тока должны быть достаточно большими.

Параболический начальный участок возрастания напряжения на коллекторе ключевых транзисторов предположительно объясняется неполным удалением остаточного заряда из коллекторной области к моменту подачи обратного смещения на базовый электрод. Такое объяснение подтверждается результатами экспериментов, в которых установлено, что увеличение напряжения на коллекторе при выходе из насыщения, обеспечиваемое при помощи включения одного или двух прямосмещенных диодов последовательно с эмиттером VT2, способствовало увеличению скорости переключения только тех испытываемых транзисторов, у которых она была минимальной, за счет более полного удаления заряда из коллекторной области. Однако такой же прием практически никак не увеличивал быстродействие транзисторов с высокой скоростью выключения, из чего можно предположить, что заряд в коллекторной области у этих транзисторов в момент выключения был удален полностью даже при минимальном напряжении на коллекторе.

В связи с относительно высоким напряжением на коллекторе во время удаления остаточного заряда из коллекторной области потери мощности на биполярных транзисторах первой группы (с медленным выключением) оказываются примерно такими же, как на ключевых транзисторах других типов (полевых и IGBT). К этой группе можно отнести транзисторы с временем переключения, превышающим 50 нс – 2SC3447, MJE18004, KT854A (2011 г.) и т. д.

Ко второй группе относятся биполярные транзисторы, у которых параболический участок возрастания напряжения на коллекторе очень мал. Примером может служить Рисунок 5.

Вследствие отсутствия роста напряжения на коллекторе у этих транзисторов в течение практически всего времени удаления заряда из базы время переключения у них оказывается меньшим, чем у полевых транзисторов, при этом вследствие малой величины динамических потерь и потерь в насыщенном состоянии суммарная рассеиваемая на них мощность может достигать рекордно малой величины – около 1% при суммарной мощности потерь всего конвертера примерно 6% от мощности в нагрузке. Осциллограммы напряжения на коллекторе транзисторов разных марок с временем выключения, меньшим 50 нс, при входном постоянном напряжении конвертера 90 В представлены на Рисунке 6. Следует отметить, что при увеличении входного напряжения и максимального тока коллектора вид осциллограмм практически не изменяется. Необходимо отметить также, что увеличение напряжения источника отрицательного смещения, величина которого определяется стабилитроном VD7, способствует возрастанию скорости переключения, однако свыше 5 – 6 В это возрастание существенно замедляется.

Из Рисунка 6 следует, что реализованный в конвертере (Рисунок 4) способ управления биполярными транзисторами позволяет для некоторых из них в десятки раз увеличить скорость переключения по сравнению с данными, которые заявлены в технической доку-

ментации на соответствующий биполярный транзистор, при этом уменьшение времени выключения сопровождается заметным снижением рассеиваемой мощности. Кроме этого, представленные осциллограммы позволяют предположить, что достигаемый эффект напрямую определяется конструкцией каждого конкретного транзистора, а следовательно, потери мощности можно дополнительно уменьшить путем соответствующих изменений этой конструкции, направленных на сокращение параболического участка. Это можно обеспечить, по-видимому, в такой конструкции, в которой базовый заряд в момент подачи отрицательного смещения равен или больше остаточного заряда в коллекторной области.

Таким образом, на основании полученных результатов приходится признать, что основной недостаток биполярных ключевых транзисторов – медленный выход из насыщенного состояния – является всего лишь результатом неправильного их использования. Поэтому при желании эффективно использовать биполярный транзистор в ключевом режиме следует придерживаться следующих правил:

1. Обеспечивать максимально возможное насыщение транзистора и не выключать его, пока напряжение на коллекторе меньше, чем на базе;
2. Выключать транзистор раньше, чем напряжение на его коллекторе станет больше нескольких вольт, при этом обеспечивать обратное смещение базового электрода максимально возможным током;
3. Поддерживать насыщенное состояние транзистора минимально необходимым током базы, сохраняя в течение времени включенного состояния постоянное отношение I_C/I_B , кроме интервала, непосредственно предшествующего выходу из насыщения.

При этом желательно использовать в качестве ключевых только такие транзисторы, конструкция которых при выполнении перечисленных условий позволяет получить наиболее высокую скорость выключения (типа 2SC4242).

Единственное ограничение, которое накладывает описываемый способ применения биполярных ключей, заключается в том, что предельная мощность, которая может обеспечиваться транзистором, несколько снижается, поскольку она ограничивается не

предельным током, который выдерживает кристалл, а диапазоном токов коллектора при заданном отношении I_C/I_B , в котором напряжение между коллектором и эмиттером не превышает 1 – 2 В, причем с учетом повышения температуры транзистора. Обычно при выполнении такого условия максимальное значение тока коллектора транзисторов, которые используются в энергосберегающих преобразователях, оказывается в 2 – 3 раза меньше предельно допустимого импульсного тока коллектора, гарантируемого производителями. Однако не вызывает сомнений, что для получения одинаковой мощности в нагрузке лучше использовать энергосберегающую систему, состоящую из нескольких параллельно работающих транзисторов, каждый из которых выделяет минимум тепла, нежели использовать в том же объеме один транзистор в предельном режиме с водяным охлаждением.

Таким образом, из представленных материалов следует, что биполярные транзисторы некоторых типов, обладающие существенно меньшей выходной емкостью и меньшим падением напряжения в насыщенном состоянии, не только не уступают полевым транзисторам по эффективности при высоких коммутируемых напряжениях, но существенно превосходят их. Следует отметить, однако, что при коммутации низких напряжений полевые транзисторы оказываются более эффективными, поскольку их выходная емкость возрастает всего лишь пропорционально снижению сопротивления канала в открытом состоянии, а динамические потери зависят от квадрата коммутируемого напряжения. Поэтому при низких коммутируемых напряжениях даже при весьма большой выходной емкости динамические потери оказываются незначительными, а активные потери из-за исключительно низкого сопротивления в замкнутом состоянии у этих транзисторов могут быть сделаны очень малыми, что недостижимо при использовании ключевых транзисторов любого другого типа. Вследствие этого альтернативы использованию полевых транзисторов в качестве элементов выпрямления при низких выходных напряжениях, по крайней мере, в диапазоне малых и средних мощностей, на наш взгляд, пока не существует.

Что касается IGBT, то, судя по полученным результатам, эти составные транзисторы являются собой лишь пример неэффективного

использования биполярных транзисторов. Поэтому они существенно уступают биполярным транзисторам, используемым в соответствии с изложенными выше рекомендациями, как по динамическим потерям, так и по потерям в замкнутом состоянии. Вдобавок, по крайней мере, в диапазоне малых и средних мощностей, IGBT не дают никаких преимуществ и по сравнению с высоковольтными полевыми транзисторами, что делает целесообразность их применения в конвертерах напряжения рассматриваемого типа сомнительной. **РЛ**

Литература

1. Патент РФ № 2524676
2. Патент РФ № 2524679
3. Патент РФ № 2476979
4. Патент РФ № 2490777
5. С. Соклоф. «Аналоговые интегральные схемы», Мир, М., 1988 г., с. 490 – 494.
6. [Грошев В. Я. «Способы уменьшения тепловыделения в одноконтурных трансформаторных конвертерах». «РадиоЛоцман», 2012, сентябрь, стр. 64.](#)

Портирование проекта на 32-разрядную платформу без дополнительных затрат

Mark Ainsworth и Ranjith Mundoor, Cypress Semiconductor

Embedded

8- или 16-битный процессор на данный момент может идеально подходить для вашего приложения. Однако, чтобы оставаться конкурентоспособным, необходимо постоянно совершенствовать свой продукт, добавляя новые функции, повышая скорость работы, улучшая характеристики устройства и снижая стоимость. Иначе за вас это сделают ваши конкуренты.

Одним из способов сохранения конкурентоспособности является постепенное улучшение вашего существующего проекта. С течением времени архитектурные ограничения могут сделать этот процесс более медленным и дорогим. В качестве альтернативы вы можете портировать ваш проект на 32-битную платформу. Это позволит улучшить ваш продукт в нескольких направлениях (Таблица 1).

Вам действительно нужно портировать свой проект?

При портировании продукта с 8- на 32-разрядный процессор нужно ответить себе на некоторые вопросы. Один из первых заключается в том, может ли еще ваш нынеш-

ний процессор выполнять необходимые функции, и если да, то действительно ли так остро необходим переход на 32-битную архитектуру, или какие преимущества могут быть получены от такого перехода. Сопоставьте свои текущие и будущие требования к продукту с преимуществами и недостатками каждого процессора.

8-разрядные приложения, как правило, представлены системами измерения и управления, выполняющими простые вычисления. 8-разрядные процессоры часто преуспевают в операциях на уровне битов и в приложениях, где значения переменных меньше 256. Популярным примером подобной архитектуры является 8051.

Как показано на Рисунке 1, даже самые маленькие 32-разрядные процессоры могут делать все, и даже больше того, что могут 8-битные процессоры:

- Более сложные расчеты. Сюда можно отнести цифровую обработку сигналов, обработку изображений и распознавание жестов.
- Сбор и анализ данных, а также поиск в базах данных.

Таблица 1. Потенциальные улучшения продукта при переходе на 32-разрядную платформу

Особенность	Улучшение продукта
Более быстрое выполнение кода	Повышается скорость работы системы; Уменьшается потребляемая мощность; Возможно, снижается стоимость
Увеличенная плотность кода	Добавляются новые функции; Используется меньше памяти; Возможно, снижается стоимость
Расширенное адресное пространство	Добавляются новые функции
Доступ к лучшим компиляторам и иным средствам разработки	Позволяет быстрее вывести улучшенный продукт на рынок

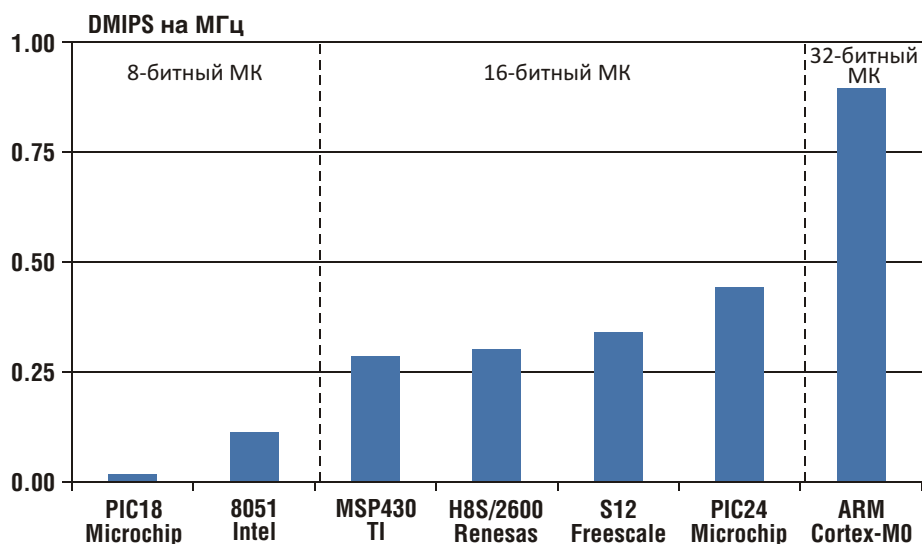


Рисунок 1. Сравнение производительности микроконтроллеров с помощью теста Benchmark Dhrystone.

- Многозадачность, поддерживаемая операционной системой реального времени.

Даже если ни одна из этих дополнительных функций вам не требуется, 32-разрядные процессоры могут улучшить ваш проект за счет следующего:

Энергопотребление:

Рассмотрим обычное малопотребляющее устройство, в котором процессор спит в режиме низкого энергопотребления и периодически просыпается, чтобы выполнить программу в активном режиме (Рисунок 2). 32-разрядным процессорам в обоих режимах может потребоваться больше энергии, чем 8-разрядным, но им нужно меньше времени для выполнения кода. В результате 32-разрядный процессор проводит больше времени в режиме пониженного энергопотребления. Во многих случаях это может привести к заметному сокращению средней потребляемой мощности.

Масштабируемость:

Сегодня большинство процессоров выходит на рынок семействами похожих друг на друга устройств, различающихся, иногда значительно, по уровню производительности. Если ваш продукт должен быть масштабируемым, то и процессор должен быть таким же. Масштабируемость процессора обычно определяется следующими элементами:

- Набором команд. Более производительные члены семейства должны иметь больше команд или больше режимов работы для существующих команд, сохраняя при этом обратную совместимость с инструкциями младших членов семейства.
- Дополнительными регистрами или большим количеством битов в существующих регистрах.
- Дополнительными функциями, например, средствами управления прерываниями и отладкой.

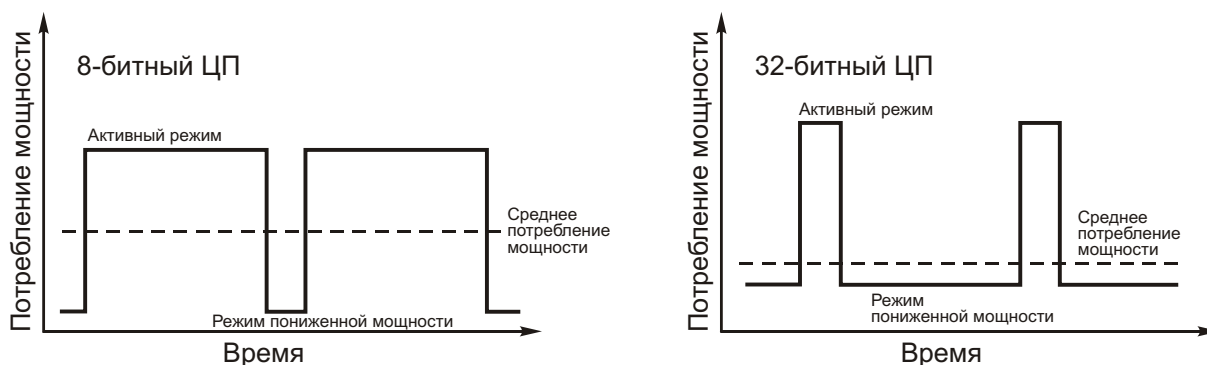


Рисунок 2. Сравнение средней потребляемой мощности в условиях решения ресурсоемких вычислительных задач.

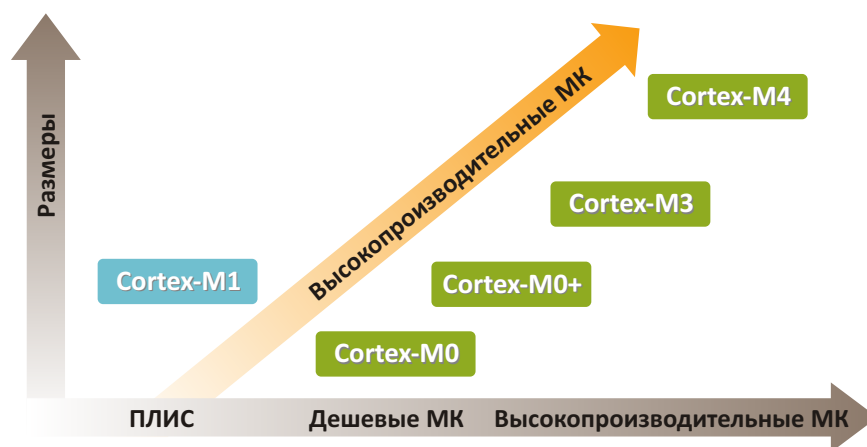


Рисунок 3. Семейство процессоров ARM Cortex-M.

Как показывает Рисунок 3, семейство процессоров ARM Cortex-M является хорошим примером масштабируемости.

Стоимость:

Одним из ощутимых препятствий на пути портирования было увеличение стоимости. Однако с развитием технологий утверждение, что 32-разрядные устройства дороже 8-разрядных, утрачивает силу. Сегодня становится доступным все большее количество недорогих 32-разрядных процессоров. Например, благодаря простой архитектуре и небольшой площади кристалла, процессор ARM Cortex-M0 выглядит особенно рентабельным. Одним из примеров микроконтроллеров с ядром Cortex-M0 является PSoC 4000 компании Cypress Semiconductor, цена которого при заказе больших партий составляет всего \$0.29.

Кроме того, в Таблице 1 показано, что снижению стоимости способствует поддержка 32-битными процессорами высокой плотности кода и большая скорость выполнения операций.

Не только о процессоре

Обычно разработчики сосредотачиваются на портировании кода прошивки на новый процессор. Однако следует помнить, что процессор является частью микроконтроллера, и для удовлетворения потребностей потребителей в улучшении продукта микроконтроллер может предложить столько же возможностей, сколько и его процессор. При этом необходимо уточнить следующие моменты:

- Имеет ли микроконтроллер периферийные функции, которые улучшат возможности продукта?
- Могут ли периферийные устройства работать, используя меньше кода и создавая меньшую нагрузку на процессор? Следствием положительного ответа может быть сокращение объема системной памяти и возможное снижение стоимости.
- Может ли устройство помочь вам снизить стоимость на уровне платы или на уровне системы? Например, можете ли вы передать определенные функции платы микроконтроллеру?
- Является ли микроконтроллер достаточно гибким, чтобы позволить вам адаптироваться к меняющимся требованиям без необходимости разводки новой платы?

Наконец, обратите внимание, что зачастую решение о выборе микроконтроллера зависит от поддерживающей его интегрированной среды разработки (IDE). Убедитесь, что новая среда разработки не является только редактором, компилятором и отладчиком. Среда, которая позволяет быстро создать законченное приложение, используя все аппаратные возможности микроконтроллера, могут значительно ускорить проектирование. Сокращению времени разработки также могут способствовать хорошие средства аппаратной поддержки и наличие качественной документации.

Советы по портированию кода

Если вы решили портировать ваш проект на 32-битный процессор, то учитывайте следующие моменты:

Выберите 32-разрядный микроконтроллер/процессор начального уровня и интегрированную среду разработки.

Упростите ваш первый переход в 32-битный мир. Это снизит риск, связанный с отсутствием опыта, поскольку вы ознакомитесь с различиями 32-разрядных устройств. Выберите простое устройство начального уровня, а также среду разработки, которая может упростить процесс портирования. Одним из примеров является микроконтроллер PSoC 4000 компании Cypress Semiconductor, поддерживаемый IDE PSoC Creator.

Выберите новый компилятор.

Когда вы будете переносить свой код на новый процессор, вам, вероятно, придется выбирать новый компилятор. Для 32-битных процессоров доступно большое количество компиляторов, некоторые из которых бесплатны. В качестве примеров можно назвать GCC, ARM/Keil MDK и IAR.

Проверьте свой код и отладочные средства.

Создайте небольшую тестовую программу, с помощью которой, например, можно мигать светодиодами. Вы получите опыт работы с новыми инструментами, который поможет вам в дальнейшем.

Перепишите ассемблерный код.

В идеале ваш существующий код должен быть написан на C (или другом языке высокого уровня). Любой фрагмент вашего кода, написанный на ассемблере для 8-разрядного процессора, скорее всего, не может быть портирован. Если ваш текущий проект содержит ассемблерный код, перед началом процесса портирования перепишите его на C.

Инкапсулируйте зависимый от процессора код.

Если ваш код является модульным (лучшая практика написания программ), вы, возможно, уже сделали это. Часть вашего кода, которая непосредственно взаимодействует с регистрами микроконтроллера, такими как регистры портов ввода/вывода, должна находиться в других файлах отдельно от остального кода. Инкапсулируйте код в этих файлах в функции с осмысленными названиями, например, UART_Receive(). Тогда вы сможете переписать эти функции для нового микроконтроллера без изменения остальной части кода.

роконтроллера без изменения остальной части кода.

Прочие архитектурные изменения

В новом микроконтроллере некоторые функции процессора может выполнять периферия. Кроме того, новая среда разработки может автоматически генерировать код. Чтобы воспользоваться этими преимуществами, следует рассмотреть вопрос о переписывании некоторой части кода или всего кода в целом.

Поскольку в 32-разрядных процессорах проще реализовать переключение задач, рассмотрите вопрос о повторном написании кода в виде набора отдельных задач, которые будут использоваться с операционной системой реального времени (ОСРВ). Примерами поставщиков ОСРВ для 32-битных систем могут быть компании Segger и Micrium.

Поэтапное добавление кода и его отладка

При написании нового кода наиболее эффективным способом является поэтапное добавление, проверка и отладка небольших его фрагментов. Это упрощает поиск и исправление ошибок. То же самое относится и к портированию – перенос, проверка и отладка небольших фрагментов на новом процессоре.

Пример процессора и микроконтроллера

Чтобы получить более полное представление о процессе портирования, рассмотрим эту процедуру на примере Cortex-M0 и PSoC 4000 более подробно. Cortex-M0 является как самым маленьким из доступных процессоров с ядром ARM, так и естественным и экономически эффективным средством миграции с 8- и 16-битных процессоров. Регистровая архитектура (Рисунок 4) и набор команд делают его эффективным при выполнении программ, написанных на языке C.

Все регистры являются 32-разрядными, что позволяет реализовать 32-битную адресацию в 4-гигабитном адресном пространстве. Пространство адресации большинства 8-разрядных процессоров ограничено 64 килобайтами.

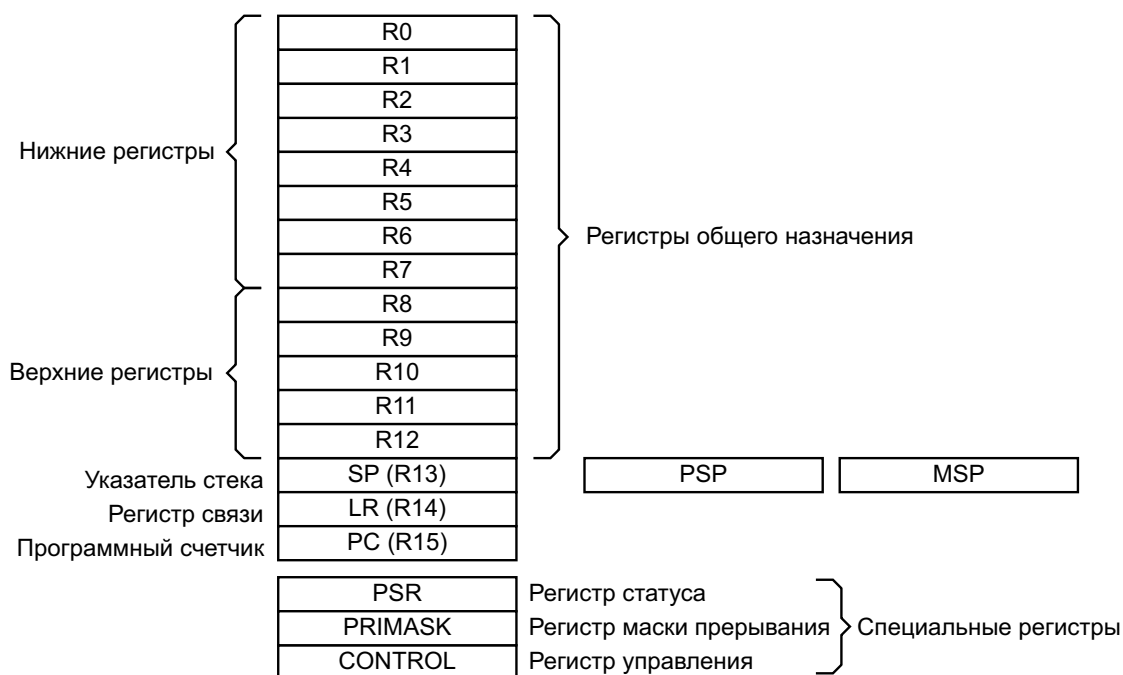


Рисунок 4. Регистровая архитектура процессора Cortex-M0.

Процессор имеет 12 регистров общего назначения. Младшие регистры R0 – R7 поддерживаются большим числом команд. К специальным регистрам относятся:

- Двойной указатель стека (R13), облегчающий реализацию OCPB.
- Регистр связи (R14) для быстрого возврата из процедуры.
- Программный счетчик (R15).
- Регистр состояния программы, содержащий результаты выполнения команд, например, флаг нуля, флаг переноса и текущее количество исключений.
- Регистр маски прерываний.
- Регистр управления, определяющий, какой указатель стека является активным.

Набор команд ядра Cortex-M0 прост, но в то же время эффективен, и характеризуется

большим количеством режимов адресации. Это дает превосходную плотность кода. Код, написанный на языке C и портированный с 8-разрядного процессора на Cortex-M, зачастую использует меньше памяти.

Процессоры серии ARM Cortex-M имеют конвейер команд, как видно из Рисунка 5. Это увеличивает общую скорость выполнения кода, поскольку процессор может выполнять одну инструкцию, одновременно производя выборку и декодирование последующих.

В процессорах ARM Cortex-M поддержка прерываний интегрирована непосредственно в ядро, использующее контроллер вложенных векторных прерываний (NVIC). Возможности NVIC включают в себя:

- Динамическую расстановку приоритетов и автоматическое приоритетное вложение отложенных прерываний.

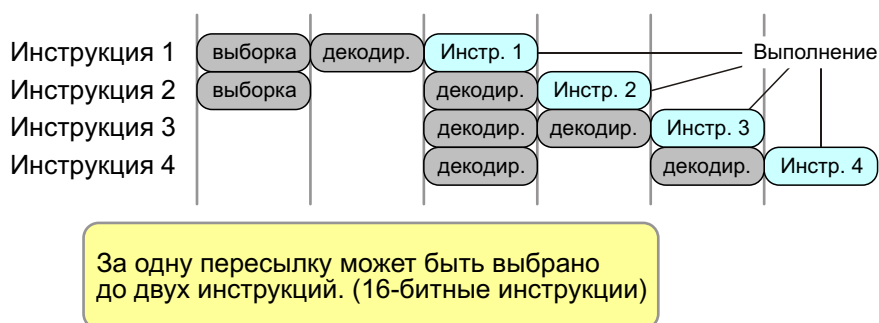


Рисунок 5. Уровни конвейера процессора Cortex-M.

- Низкую задержку – процессор автоматически сохраняет и восстанавливает свое состояние без выполнения дополнительных инструкций.
- Tail-chaining – непрерывную обработку вложенных прерываний без дополнительных операций сохранения и восстановления состояния между прерываниями.
- Late arrival – механизм, гарантирующий, что высокоприоритетное прерывание, наступающее в промежуток времени, когда выполняется операция записи в стек низкоприоритетного прерывания, обслуживается первым.

Эти возможности позволяют выполнять быструю и детерминированную обработку прерываний. Также в Cortex-M включен сис-

темный таймер «SysTick», который облегчает работу с OCPB и может работать во время нахождения процессора в режиме сна. Благодаря высокоуровневой поддержке прерываний вы можете сделать архитектуру проекта в большей степени основанную на прерываниях.

В процессорах ARM Cortex-M функции отладки интегрированы в само ядро, что обеспечивает поддержку отладки различными средами разработки.

Ядро Cortex-M0 представляет собой часть более широкого семейства процессоров Cortex-M, все представители которого имеют одинаковую регистровую архитектуру и могут выполнять несколько или все команды набора Thumb-2. Это облегчает переход на более

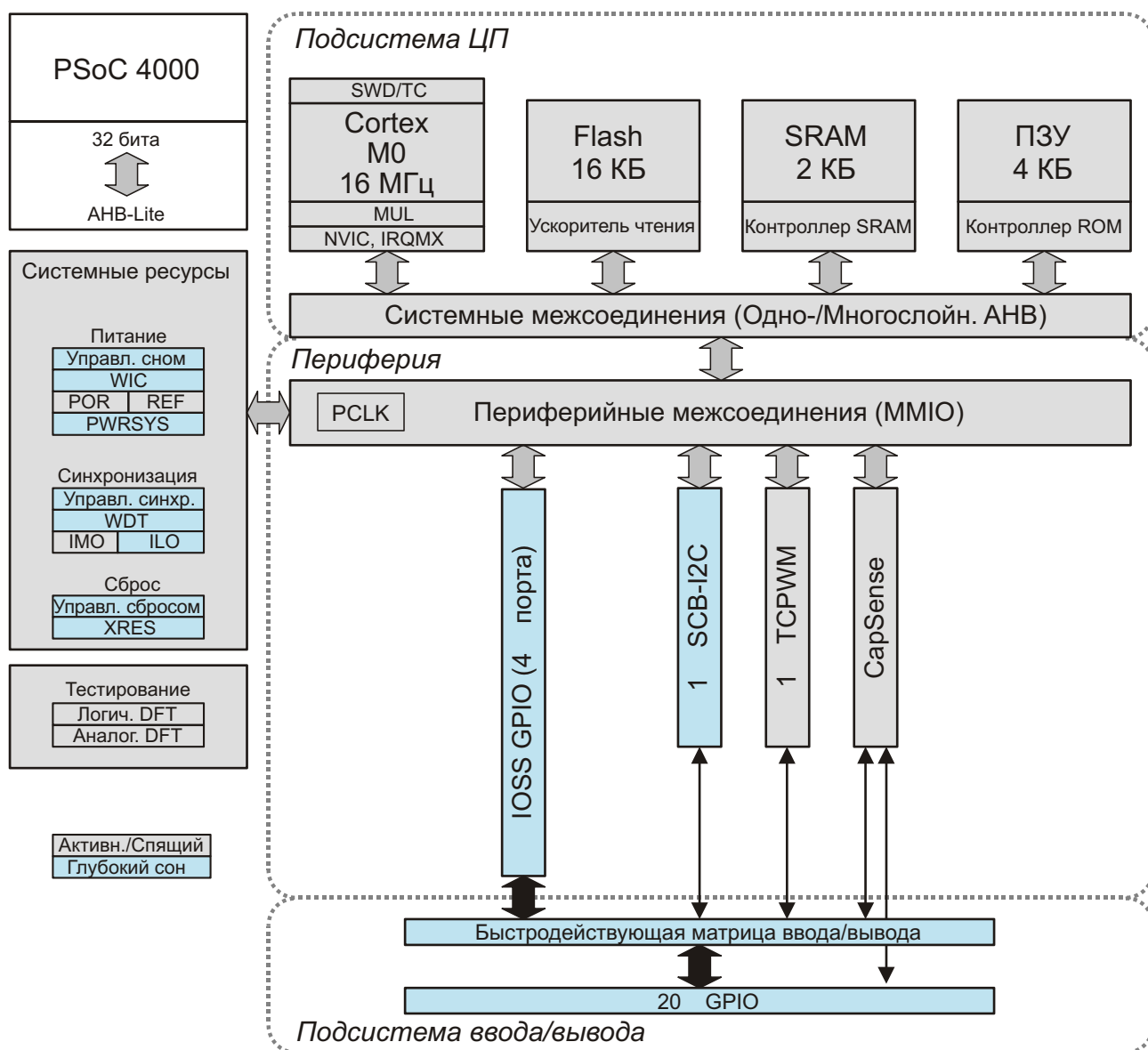


Рисунок 6. Блок-схема PSoC 4000.

мощный процессор, например, на Cortex-M3, входящий в состав устройства PSoC 5LP компании Cypress.

PSoC 4000 является младшим членом семейства PSoC 4. В дополнение к процессору Cortex-M0 это устройство обладает набором гибких и динамически конфигурируемых периферийных модулей, показанных на Рисунке 6.

В процессоре также реализована функция работы с емкостными сенсорными экранами (CapSense). По сравнению с использованием механических кнопок это дает значительные преимущества с точки зрения стоимости, эффективности и защиты от статического электричества. CapSense характеризуется:

- Простотой реализации кнопок, ползунков и решений для определения расстояния до объекта благодаря 16 входам, подключаемым к различным линиям ввода/вывода.
- Высоким отношением сигнал/шум, обеспечивающим точность определения касания в зашумленной окружающей среде.
- Невосприимчивостью к воде при работе в неблагоприятных условиях окружающей среды.
- Автоподстройкой SmartSense, ускоряющей время выхода на рынок и устраняющей необходимость в калибровке.

Модуль CapSense включает в себя два ЦАП и компаратор, которые можно использовать для других целей, если CapSense не востребована.

Кроме того, Cypress предлагает интегрированную среду разработки PSoC Creator для устройств PSoC 3, 4 и 5LP. PSoC Creator представляет собой свободно распространяемый инструмент, работающий в среде Windows, который позволяет одновременно и согласованно выполнять аппаратное и про-

граммное проектирование систем на основе PSoC.

Вы можете использовать классические, хорошо знакомые средства проектирования схем, поддерживаемые базой PSoC Components, содержащей более 100 предварительно проверенных, готовых компонентов PSoC. Components включает в себя автоматически сгенерированный код API, который может существенно сократить затраты вашего труда. Благодаря PSoC Creator портирование проектов между семействами PSoC значительно облегчается как на конфигурируемом аппаратном уровне, так и на программном уровне (Рисунок 7).

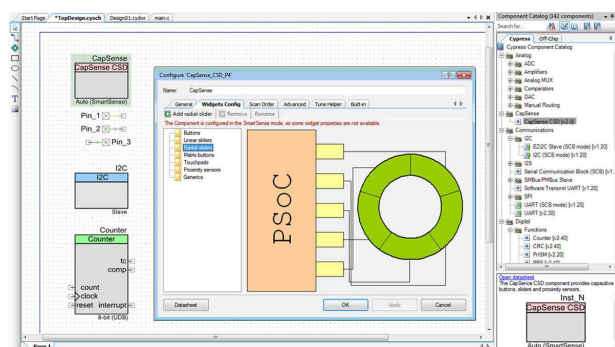


Рисунок 7. Конфигурирование компонента в PSoC Creator.

Вы также можете экспортировать проекты PSoC Creator в другие среды разработки, такие как μ Vision и IAR.

Теперь можно обновить устаревшие 8- и 16-битные проекты до 32-битных, оставаясь в рамках целевых показателей затрат. При портировании проекта на новый процессор следует принимать во внимание несколько рекомендаций, одна из которых касается выбора 32-разрядного микроконтроллера начального уровня и поддерживающей его среды разработки. **РЛ**

MediaTek Labs: уникальный проект для разработчиков электроники – как любителей, так и профессионалов

Тайваньская компания MediaTek, один из крупнейших в мире разработчиков чипсетов для смартфонов и планшетов, в сентябре 2014 года запустила инициативу MediaTek Labs. Это своего рода «техноинкубатор» для создания и развития проектов в области интернета вещей и носимой электроники. Для присоединения к «клубу» MediaTek Labs не требуется вкладывать какие-то дополнительные средства или предоставлять готовые разработки. Сама идея MediaTek Labs заключается в том, чтобы в рамках одной виртуальной «тусовки» объединить как можно больше инициативных и талантливых людей для продуктивного сотрудничества в области инжиниринга и производства гаджетов. А затем всеми силами помочь командам или отдельным разработчикам реализовать их проекты в «железе». MediaTek Labs – это, фактически, креативная питательная среда для всех, кто не в силах в одиночку конкурировать с крупнейшими в мире компаниями и корпорациями, работающими в области информационных технологий.

Особый интерес проект MediaTek Labs должен вызвать у молодого поколения российских разработчиков электроники. Ведь в действительности самостоятельное создание сложных электронных устройств в России вне офисов крупных компаний практически невозможно. К примеру, разработчик может предложить принципиально новую идею электронного устройства, но реализовать ее на практике самостоятельно ему оказывается не по силам, даже если речь идет всего лишь о прототипе. Не хватает самого элементарного — доступа к ресурсам, комплекующим и базам знаний. Вот уже несколько лет мы с интересом наблюдаем за таким явлением в сфере IT как краудфандинг

– поиск средств в глобальной сети методом «с миру по нитке». Талантливые группы разработчиков или одиночки описывают свой проект и собирают на него средства. В качестве примера такого успешного проекта можно привести смартфон Omate TrueSmart с чипсетом MediaTek MT6572, выглядящий как обычные наручные часы.



Omate TrueSmart – пример проекта, финансируемого «вскалдину».

Подавляющее большинство авторов краудфандинговых проектов живут либо в США, либо в Азии. Так уж сложилось, что именно в этих регионах лучший доступ к ресурсным базам: детали достать не составит труда. Плюс есть возможность легко найти единомышленников-энтузиастов с техническими навыками, которые буквально на коленке соберут прототип. Совсем иная картина в российской действительности, где доступ к ресурсам ограничен буквально на каждом шагу, и территориальная разобщенность сводит на нет усилия многих команд.

Исходя из этого, одна из важнейших причин, почему разработчикам не стоит упускать возможность участия в MediaTek Labs, – это открытый доступ к базам знаний и контакт со специалистами-профи, разбросанными по всему миру. Если ты программист, у тебя есть

идея, но нет абсолютно никаких инженерных навыков, ты без проблем можешь собрать свою команду специалистов, возможно, находящихся в разных концах света. И наоборот, специалисты по «железу» могут найти разработчиков софта, дизайнеров интерфейсов и т.п. Вместе вы сможете реализовать любой проект, как минимум, в начальной его фазе вплоть до создания прототипа. Все, чем нужно владеть для участия в MediaTek Labs, – подключение к интернету и минимальный уровень знания английского языка, на котором происходит общение в этой среде. Остальное предлагается уже самим сервисом.

Для начала – совершенно бесплатная регистрация и доступ к форумам и сообществам, где общаются не только начинающие разработчики, но и настоящие профи. При этом сами инженеры MediaTek постоянно мониторят происходящее на MediaTek Labs и активно поддерживают участников. Если проект действительно интересный, MediaTek может даже посодействовать контакту с компаниями-производителями, которые превратят ваш проект или опытный образец в серийный коммерческий продукт. Фактически, MediaTek Labs будет выполнять роль огромной демо-лаборатории, эдакого инкубатора для поиска новых идей и специалистов.

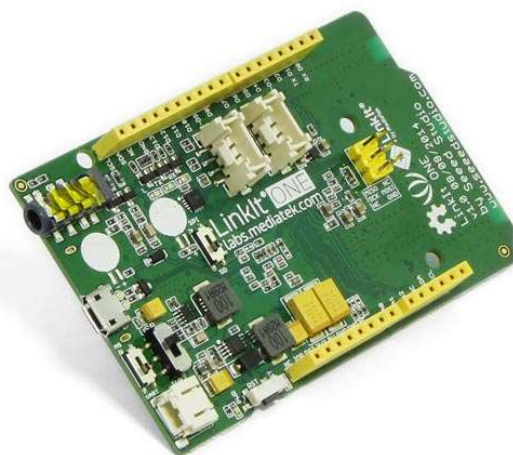
Предвидя большие прорывы в течение уже этого десятилетия, многие компании предлагают сотрудничество в сфере разработки. Например, Intel и Qualcomm также представили свои решения для разработчиков. Но только их критерии отбора для участия в подобных программах совсем другие. Они ищут контактов либо с крупными компаниями, либо с высококлассными специалистами, имеющими практический опыт разработки устройств в рамках сложных глобальных проектов. Ну, или студентами профильных специальностей, которые в перспективе могут пополнить их собственный штат. Для рядовых разработчиков-энтузиастов проекты Intel и Qualcomm всегда закрыты.

MediaTek выступает от обратного: открытое, максимально доступное *всем желающим* пространство для идей, кооперация профессионалов и любителей, стирание любых границ, свободный доступ к технической документации и, конечно, SDK (программный комплект разработчика), который предоставляется всем желающим бесплатно.

Предлагается на MediaTek Labs и помощь с аппаратным инструментарием, но уже не бесплатно. За 79 долларов можно заказать комплект «железа» LinkIt One, куда входят чипсет MediaTek Aster с модулями Wi-Fi и GPS, операционная система LinkIt OS с ядром RTOS, средства для подключения сенсоров и многое другое. Если вы раньше не работали с LinkIt, но зато знакомы с Arduino, ваши знания также могут быть применены без особых проблем. Просто предложите себя в каком-либо из проектов, осуществляющихся в MediaTek Labs. В комплекте «железа», кстати, вы найдете и программный инструмент для облегченного перехода с кода Arduino на LinkIt.



MediaTek Aster.



Плата LinkIt One с установленным MediaTek Aster.

Конечная цель MediaTek Labs полностью совпадает со стремлениями многих молодых специалистов и просто интересующихся портативной электроникой людей, желаю-

щих найти применение своим знаниям в области интернета вещей. Недостатка новых идей в MediaTek Labs пјхуј не будет – здесь уже собрались тысячи талантливых и инициативных людей (из них около четверти – из России и Восточной Европы). Добавьте к идеям широкие возможности их реализации

и перспективы выхода на реальное производство и мы получаем отличный коктейль, благодаря которому, возможно, очень скоро на рынке появится много новых перспективных устройств. **РЛ**

Присоединиться (еще раз: бесплатно!) можно здесь: <http://labs.mediatek.com>

Коррекция коэффициента мощности повышает эффективность и качество работы систем сбора энергии

Stephen Evanczuk

Digi-Key

В любой системе распределения энергии нерезистивные нагрузки вызывают фазовый сдвиг между током и напряжением, что влечет за собой потери, обусловленные реактивной составляющей мощности. Если в случае полностью активной нагрузки ток и напряжение будут оставаться в одной фазе, то индуктивные нагрузки накапливают реактивную мощность, что приводит к отставанию тока от напряжения, а следствием емкостных нагрузок становится отставание напряжения от тока. Когда колебания тока не совпадают с колебаниями напряжения, это приводит не только к потерям мощности, но и к возникновению гармоник, распространяющихся по системе электропитания и нарушающих работу других подключенных к ней устройств.

Когда колебания тока и напряжения приближаются друг к другу по фазе, вся мощность концентрируется в основной частоте, а гармоники стремятся к нулю. Коррекция коэффициента мощности (ККМ) управляет током таким образом, чтобы он совпадал с напряжением по форме и фазе, повышая извлекаемую из источника доступную активную мощность за счет эффективного преобразования нагрузки в чисто резистивную.

На микроуровне коррекция коэффициента мощности дает разработчикам систем сбора энергии прямые преимущества. Схемы преобразования, используемые при сборе энергии из окружающей среды, зачастую приводят к искажению выходного тока, что становится причиной потерь мощности. Применение

в таких случаях линейных стабилизаторов снижает КПД при работе за пределами оптимального рабочего диапазона, в то время как импульсные стабилизаторы создают дополнительные сложности при проектировании, связанные с необходимостью обеспечения стабильности, которая может ограничить оптимальную выходную мощность. Для разрешения этих проблем разработаны схемы ККМ.

В результате коррекция коэффициента мощности (ККМ) играет существенную роль в повышении полезной мощности и поддержания качества электроэнергии. Простейшим способом управления гармониками тока является использование фильтра, пропускающего только ток с частотой сети. Такой фильтр снижает уровень гармоник тока, вследствие чего нелинейное устройство теперь воспринимается как активная нагрузка. В этой точке коэффициент мощности может быть приведен практически к единице посредством использования конденсаторов и, при необходимости, катушек индуктивности. Для такого фильтра требуются катушки с большой индуктивностью и высоким рабочим током – громоздкие и, как правило, дорогостоящие.

В отличие от пассивных методов ККМ, активные требуют минимального числа компонентов и небольших затрат. Опираясь на широкий выбор интегральных микросхем, разработчики могут с легкостью реализовать ККМ в устройствах сбора энергии с использованием приборов таких производителей, как

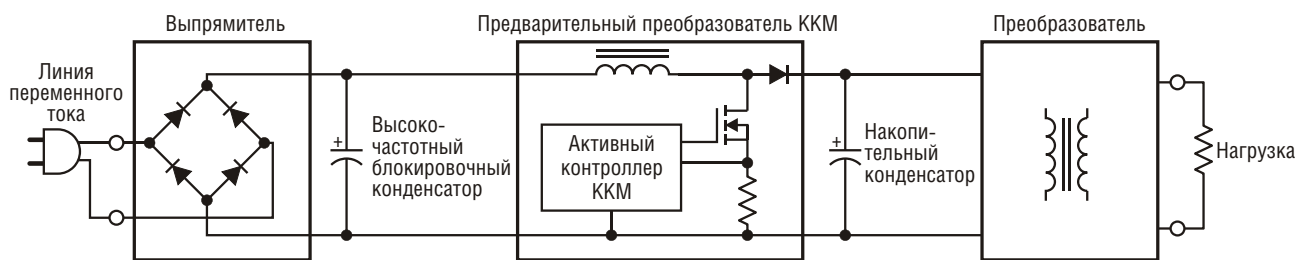


Рисунок 1. Схема коррекции коэффициента мощности располагается между выпрямителем и накопительными конденсаторами, чтобы обеспечить совпадение формы и фазы у тока и напряжения. (По материалам ON Semiconductor).

Cirrus Logic, Freescale Semiconductor, Fremont Micro Devices, Linear Technology, ON Semiconductor, Renesas, STMicroelectronics, Texas Instruments, Toshiba и других.

Снижение потерь

В типовой схеме источника питания схема ККМ располагается между выпрямителем и выходными накопительными конденсаторами (Рисунок 1). Хотя скорректировать коэффициент мощности можно пассивными компонентами, для многих задач активная коррекция обеспечивает более компактное и эффективное решение.

Традиционные схемы ККМ могут работать в прерывистом или непрерывном режимах, когда ток в цепи попеременно включается и выключается в течение каждого цикла (прерывистый режим), или никогда не достигает нуля (непрерывный режим). Режим критической проводимости (critical conduction mode – CRM) является гибридным, работающим на грани между прерывистым и непрерывным режимами. CRM исключает «мертвое время» между циклами, присущее прерывистому режиму. В то же время, в отличие от непрерывного режима, он позволяет току возвращаться в ноль. Эти свойства и относительная простота делают ККМ с CRM хорошо приспособленными для приложений с низким потреблением, таких, например, как устройства сбора энергии. Предлагаемая разработчикам номенклатура подобных микросхем весьма широка.

Для маломощных приложений разработчики могут обратиться к базовым микросхемам ККМ с CRM: FAN7527BN производства Freescale Semiconductor, FT821 – Fremont Micro Devices, MC33262 – ON Semiconductor, L6561 – STMicroelectronics, UCC28051D – Texas Instruments, TB6819AFG компании

Toshiba и другим. Для реализации ККМ в этих базовых устройствах обычно используется стробирующий сигнал, чтобы переключая силовой MOSFET, добиться в результате необходимого совпадения тока и напряжения по форме и фазе (Рисунок 2).

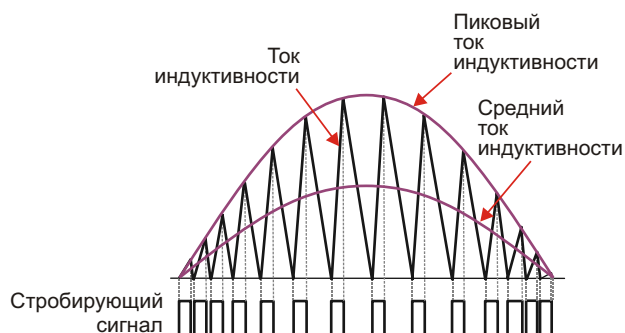


Рисунок 2. Микросхемы ККМ с CRM обычно обеспечивают функциональность, необходимую для изменения формы тока посредством стробирования тока катушки индуктивности. (По материалам Fairchild Semiconductor).

Устройства подобного класса, как правило, содержат усилитель ошибки, детектор нулевого тока, датчик тока переключения, датчик входного напряжения и драйвер ключа, требуя лишь несколько внешних компонентов для реализации полного решения с ККМ. Кроме того, эти устройства обычно имеют встроенные схемы защиты от перенапряжения, блокировки при пониженном входном напряжении, обнаружения провалов напряжения, а также защиту от других аварийных ситуаций.

К прочим индивидуальным особенностям приборов относятся уровни рабочего тока и технические характеристики. Так, например, компания STMicroelectronics включила в свою микросхему L6561 специальную схему с линейным умножителем, снижающую иска-

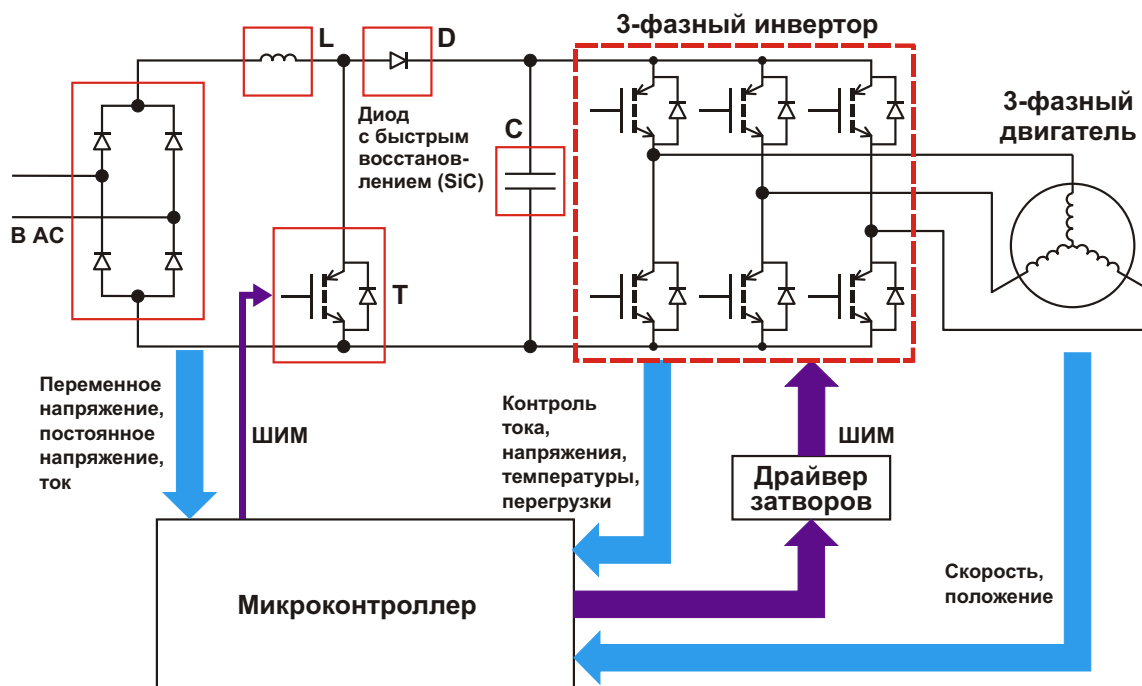


Рисунок 3. Микроконтроллеры с интегрированными АЦП, ЦАП и ШИМ могут формировать временную диаграмму тока на стадии преобразования напряжения питания, исключая потребность в отдельной микросхеме ККМ. (По материалам Renesas).

жения входного тока, чтобы уменьшить коэффициент нелинейных искажений в широком диапазоне режимов нагрузки. В микросхеме FAN7527BN, выпускаемой Fairchild Semiconductor, используется высокоточный двухвходовый умножитель с высокой линейностью в большом диапазоне токов, обеспечивающий заданные характеристики ККМ в различных режимах работы.

Среди микросхем ККМ с CRM разработчики могут найти устройства со специальными характеристиками, ориентированные на создание эффективных систем питания. Выпускаемый Linear Technology прибор LT3798 содержит схему, способную измерять выходное напряжение первичной обмотки сигнала обратного хода, устраняя потребность в оптоизоляции или в дополнительной обмотке обратной связи.

В свою микросхему FAN6920MR Fairchild Semiconductor интегрировала квазирезонансный ШИМ-контроллер, снижающий общие нелинейные искажения за счет снижения искажений входного тока при пересечении им нуля. Кроме того, такая конфигурация помогает сократить потери переключения, и, соответственно, повысить КПД.

Цифровое управление

Решения ККМ с цифровым управлением дают множество преимуществ, включая устранение погрешностей, обусловленных разбросом параметров компонентов и их старением. Вместо подбора внешних компонентов для настройки ККМ разработчики могут оптимизировать параметры алгоритма, чтобы добиться желаемых рабочих характеристик.

Микросхема CS1501 компании Cirrus Logic объединяет необходимые цепи измерения тока и напряжения с процессорным ядром, которое осуществляет коррекцию коэффициента мощности на основе цифровых алгоритмов, оптимизирующих коэффициент заполнения управляющих импульсов и частоту переключения MOSFET. При малых нагрузках CS1501 может периодически отключать ККМ для повышения КПД системы.

Разработчики также могут встроить функционал ККМ в уже имеющийся в системе микроконтроллер, используемый основным приложением. Они могут реализовать базовый контроллер ККМ с цифровым управлением, используя микроконтроллеры, в которых имеются АЦП, ЦАП и ШИМ. Примером такого

прибора может быть V850E компании Renesas. В таком случае микроконтроллер позволяет обойтись без специальной микросхемы ККМ, управляя необходимыми для формирования входного тока стробирующими импульсами на этапе коррекции коэффициента мощности основного устройства, например, контроллера электродвигателя (Рисунок 3).

Заключение

Важность функции ККМ для устройств сбора энергии все более возрастает, не толь-

ко вследствие необходимости соблюдения требований нормативных документов, но и для максимально эффективного и качественного использования мощности. Микросхемы ККМ с CRM при минимальном количестве дополнительных компонентов и схемной простоте обеспечивают сочетание функциональности и малого потребления, необходимое для реализации коррекции коэффициента мощности. В некоторых случаях для простой ККМ может быть достаточно встроенного микроконтроллера, выполняющего основные задачи приложения. **РЛ**

Перспективные мультимедийные продукты компании Renesas Electronics на платформах EMMA и R-Mobile



Юрий Петропавловский

По данным консалтинговой компании Gartner в 2013 году мировой рынок полупроводников увеличился на 5% по сравнению с 2012 годом. Выручка корпорации Renesas Electronics в 2013 году снизилась, однако, как и в предыдущие годы, она вошла в десятку ведущих производителей полупроводниковых приборов и микросхем [1].

В ряде направлений корпорация занимает лидирующие позиции в мире и является ведущим поставщиком микроконтроллеров и передовых полупроводниковых решений на их основе, однокристальных систем, широкого спектра аналоговых устройств и силовых компонентов. Продукты компании ориентированы на три основных области применения:

- Автомобильная электроника;
- Промышленное оборудование и домашняя электроника;
- Офисная автоматика, телекоммуникационные и информационные технологии.

Renesas Electronics занимает лидирующие позиции по следующим направлениям:

- Микроконтроллеры – 8, 16 и 32-разрядные, с встроенной флеш-памятью от 1 КБ до 1 МБ, ОЗУ от 128 байт до 60 КБ, с возможностью внутрисистемной отладки.
- Электрически стираемая перепрограммируемая память (EEPROM) с интерфейсами I²C (400 кГц...1 МГц), SPI (3...5 МГц);

напряжения питания 1.8...5.5 В, объем от 2 кбит до 1 Мбит, исполнения с параллельным интерфейсом и объемом от 64 кбит до 1 Мбит, корпуса SOP, TSOP.

- Статическая память с низким токопотреблением (Low Power SRAM) – напряжения питания 3.3 В и 5 В, организация памяти 8, 16, объем от 256 кбит до 64 Мбит, корпуса SOP, TSOP, small TSOP, FBGA.
- Силовые МОП-транзисторы – высоковольтные (до 600 В), N и P-канальные, с диодами Шоттки ($U_{СИ}$ до 30 В), сдвоенные N- и P-канальные ($U_{СИ}$ до 60 В).
- Биполярные транзисторы с изолированными затворами (IGBT) – на напряжение до 600 В и ток 10...90 А в корпусах TO-3PFM, LDPAK, TO-220FL/AB, MP-3A.
- ВЧ и СВЧ-компоненты – интегральные схемы: преобразователи, делители и синтезаторы частоты, модуляторы и демодуляторы, усилители; транзисторы с граничной частотой до 36 ГГц и выходной мощностью до 240 Вт.
- Оптоэлектронные компоненты – оптопары с транзисторными выходами; высокоскоростные (до 10 Мбит/с); оптореле с малым сопротивлением во включенном состоянии (от 50 мОм), с током нагрузки до 2.5 А.
- Оптоэлектронные компоненты для ВОЛС – лазерные излучатели и фотоприемники; скорость передачи до 10 Гбит/с.

Компания также разрабатывает и выпускает целый ряд полупроводниковых приборов и микросхем других направлений:

- Микроконтроллеры с ультранизким током потребления;
- 32-разрядные CISC микроконтроллеры (МК), RISC МК и микропроцессоры (МП);
- Специализированные МК (USB, ZigBee и др.);
- Специализированные БИС, микросхемы частного применения (ASIC);
- Микросхемы для аналоговых и смешанных сигналов;
- Системы на кристалле (СНК);
- ЖК-TFT модули и ряд других приборов.

Даже коротко рассмотреть в журнале особенности выпускаемых компанией продуктов не представляется возможным, поэтому в данной статье остановимся на некоторых микросхемах, интересных (по мнению автора) для читателей журнала.

БИС ЕММА

Аббревиатура ЕММА (Enhanced Multimedia Architecture – мультимедийная архитектура с расширенными возможностями) появилась более 10 лет назад на БИС тогда еще компании NEC Electronics. Создание технологии и микросхем ЕММА стало результатом успешного сотрудничества компаний NEC Electronics и Synopsys. Последняя является признанным лидером и крупнейшей компанией в области САПР для электроники и макроячеек (IP блоков), используемых для проектирования, верификации и производства электронных компонентов и систем. Компания предлагает законченные решения



Рисунок 1. Основатель Synopsys доктор Аарт де Джис.

и для проектирования СБИС и СНК, построенные на платформе Galaxy, включающей в себя инструменты Design Compiler, IC Compiler, Custom Designer, HSPICE, Prime Time и другие. Использование платформы Galaxy позволяет проводить разработку аналоговых, цифровых и смешанных схем [2].

Компанию Synopsys (г. Маунтин-Вью, Калифорния, США) основал в 1986 году доктор Аарт де Джис (Dr. Aart de Geus, фото на Рисунке 1) с группой инженеров центра микроэлектроники компании General Electric в технопарке Triangle Park (штат Северная Каролина).

При проектировании набора мультимедийных БИС ЕММА, выполненных по 90-нм технологии, использовалась система инструментов IC Compiler (компилятор ИС), объединяющая средства логического синтеза, размещения, трассировки, проектирования цепей питания и встроенных элементов тестирования. ИС компилятор Synopsys ориентирован на разработку БИС с технологическим нормами 90 нм и менее, где без комплексного учета всех факторов, включая требования производства, практически невозможно обеспечить работоспособность проекта. Использование системы IC Compiler позволяет достигать 40%-го сокращения сроков проектирования и добиваться улучшения характеристик проекта на 10-15%.

Микросхемы ЕММА широко используются различными производителями аудио и видеотехники, и применяются в цифровых телевизорах, ТВ-приставках, спутниковых и кабельных тюнерах, AV-ресиверах, DVD/Blue Ray проигрывателях и другой мультимедийной аппаратуре. Эволюция микросхем ЕММА приведена на Рисунке 2. К февралю 2011 года число выпущенных БИС достигло 100 миллионов. Следует также отметить, что NEC Electronics стала первой компанией в мире, выпустившей в 1998 году процессор для STB приставок с возможностью приема цифрового радиовещания. Особенности и

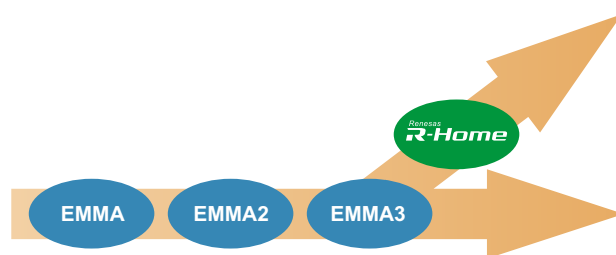


Рисунок 2. Эволюция микросхем ЕММА.

примеры применения ряда БИС серии EMMA2 и серии EMMA3 по состоянию на 2010 год приведены в статье автора [3].

В дальнейшем семейство мультимедийных БИС дополнилось сериями на платформах «R-Home», «R-mobil», «R-car», а также СнК серий EMMA Mobil EV/EV2. Рассмотрим особенности некоторых перспективных мультимедийных микросхем компании Renesas Electronics, представленных в каталоге 2014 года.

EMMA3SE, EMMA3SE/P (высокой четкости), EMMA3SL2/LP (стандартной четкости) – третье поколение БИС MPEG-4 декодеров с технологическими нормами 40 нм, анонсированное летом 2011 года и представлявшееся на выставке IBC2011 в Амстердаме в сентябре того же года. В состав серии EMMA3SE входят следующие микросхемы: μ PD61425- μ PD61429, μ PD61455 – μ PD61459, серии EMMA3SE/P (Рисунок 3): μ PD61420 – μ PD61424, μ PD61450 – μ PD61454. Новые СнК компания позиционирует для использования в ТВ и IP-ТВ приставках, спрос на которые быстро увеличивается за счет возрастающей популярности цифрового телевидения и Интернет-вещания, особенно в развивающихся странах, а также 3D и контента высокой четкости. Микросхемы EMMA3SE/P являются преемниками СнК EMMA3SL/P, выпущенных в 2009 году, и обладают расширенной функциональностью. Кроме обработки сигналов высокой четкости стандарта H264 HD они обеспечивают режим цифрового видеорекодера (DVR) и могут быть использованы в STB-приставках со встроенным жестким диском. Программное обеспечение EMMA3SE/P совместимо с ПО для EMMA3SL/P.

Применение технологических норм 40 нм и 16-разрядный интерфейс памяти DDR3 позволили уменьшить количество контактов примерно на треть по сравнению с EMMA3SL/P, а размеры корпуса БИС до 17 мм – в то время наименьших в отрасли габаритов среди сопоставимых аналогов. Данное обстоятельство позволило разработать более компактные STB продукты, и тем самым снизить их стоимость за счет уменьшения необходимых размеров печатных плат. Микросхемы EMMA3SE/P и EMMA3SL2/LP имеют одинаковую конфигурацию выводов, что позволяет производителям конечной продукции использовать одинаковые печатные платы для HD и SD вариантов приставок.

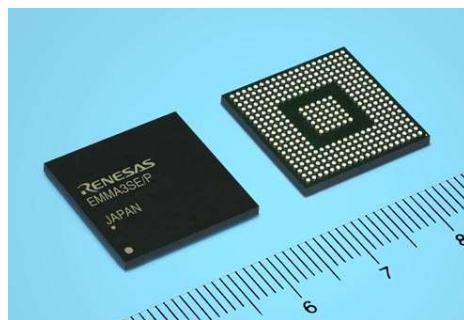


Рисунок 3. Микросхемы серии EMMA3SE/P.



Рисунок 4. STB приставка Aspire 9000.

Новые СнК обеспечивают обработку сигналов тех же цифровых стандартов, что и микросхемы предыдущего поколения, а также стандартов H264 MVC для 3D и VP6 и Sorenson Spark для IP-вещания через Интернет. В момент запуска производства Renesas Electronics намеревалась продвигать СнК EMMA3SE/P для продуктов, предназначенных для KHP, где в 2011 году намечалось начало HD спутникового вещания, а EMMA3SL2 /LP – для развивающихся рынков, таких как Индия, Россия и Африка, где доминирует вещание в форматах стандартной четкости [4].

Весной 2012 года Renesas Electronics Singapore и Indieon Technologies (индийский производитель цифровых ТВ приставок) объявили о запуске производства STB приставок малой ценовой категории на основе СнК EMMA3SE/P и EMMA3SL2/LP. В настоящее время Indieon предлагает 4 модели приставок под торговой маркой Aspire. На Рисунке 4 показана топовая модель Aspire 9000 (MPEG-4/H264 AVC, 2 тюнера DVB-C+ Ethernet (IP), запись на внешний USB накопитель/USB PVR) [5].

Структура СнК EMMA3SE/P и вариант внешних подключений для приложений MPEG-4 HD и 3D-MVC приведены на Рисунке 5. В БИС интегрирован демодулятор для подключения эфирного (DVB-T) и кабельного (DVB-C) тюнеров; возможно подключение двух внешних транспортных потоков MPEG TS от блоков Front-end эфирного, кабельного и спутникового приемников. Подключение

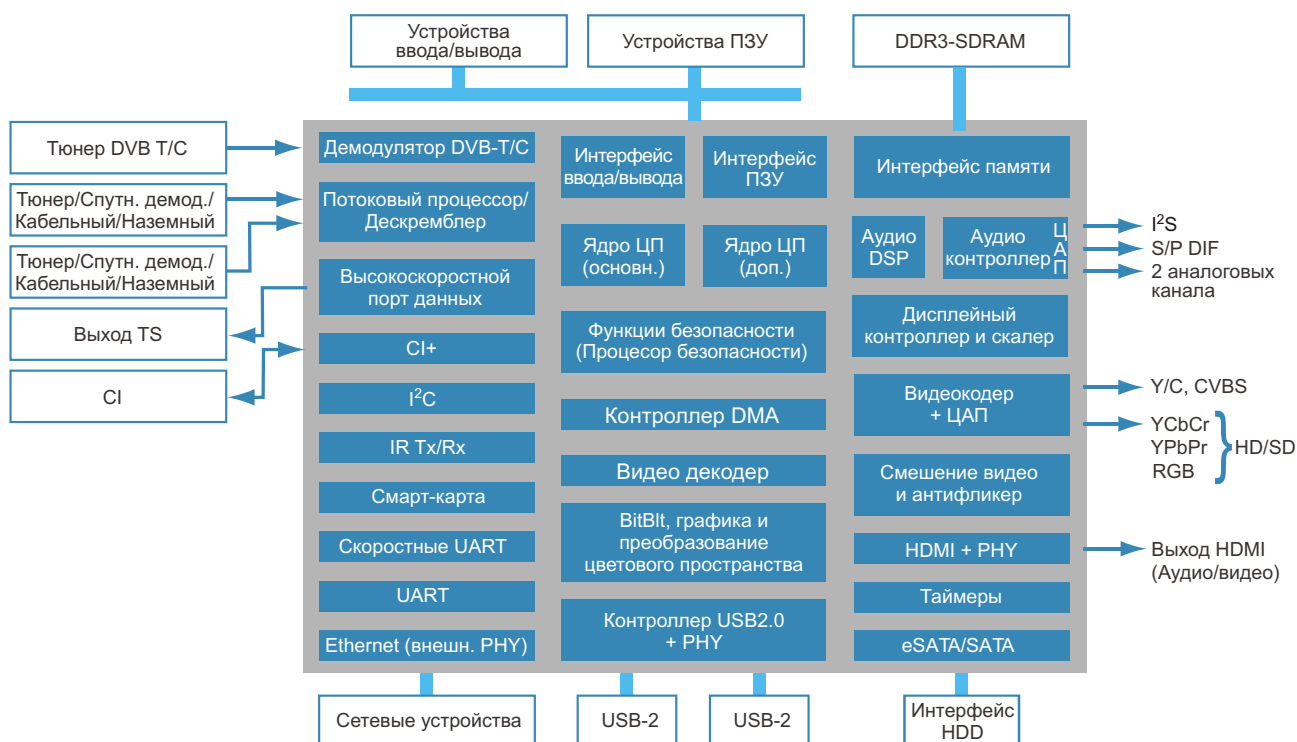


Рисунок 5. Схема включения БИС EMMA3SE/P.

внешнего жесткого диска возможно по интерфейсам eSATA/SATA, имеются два USB 2.0 интерфейса и порт Ethernet. Вариант реализации ТВ приставки в исполнении Renesas показан на Рисунке 6.

Основные особенности и функциональные возможности СнК:

- Центральный и вспомогательный процессоры MIPS32 4KEC компании MIPS Technologies.
- Память: 512 МБ, 16-bit DDR3 (1333 МГц), флеш NOR 64 МБ, флеш NAND 32 ГБ 8/16 бит.
- Поточковый процессор: 2 последовательных порта или 1 параллельный.



Рисунок 6. Телевизионная приставка Renesas.

- Витридеодекодер: MPEG-4 AVC HP@L4.2, MP@L3.2, ASP@LT; H.264/MPEG-4 MVC (3D), VC1 AP@L3, AP@L2; MPEG-2 MP@HL, JPEG; DivX HD 1080P Profile, Sorenson Video; VP6; WMV9; AVS Juzhun profile, 4.2, 6.0L.
- Звуковой процессор: MPEG-1 L1/L2, MP3, MPEG-4 AAC/HE-AAC; MS10; Dolby Digital/plus; WMA; DRA; DTS.
- Выходы звука: 2-канальный ЦАП, I2S, SPDIF, HDMI.
- Кодер видео: 6 ЦАП с токовыми выходами (NTSC/PAL/SECAM), Macrovision 7.1.L1, HDMI с глубоким цветом, 3D через интегрированный ключ HDCP.
- Сеть и внешняя память: Ethernet 10/100 Ethernet MAC, 2 USB 2.0, eSATA или SATA 1 канал.

Схема включения СнК EMMA3SL2/LP с функцией записи DVR приведена на Рисунке 7. Поскольку микросхемы этого типа рассчитаны на работу с сигналами ТВ стандартной четкости, их функциональность и параметры более «скромные»:

- ЦП: Dual MIPS 4KEC (1200 DMIPS).
- Память: 256 МБ DDR3 (опции 128 МБ и 512 МБ), флеш NOR (опции 4...64 МБ), флеш NAND (опционно).

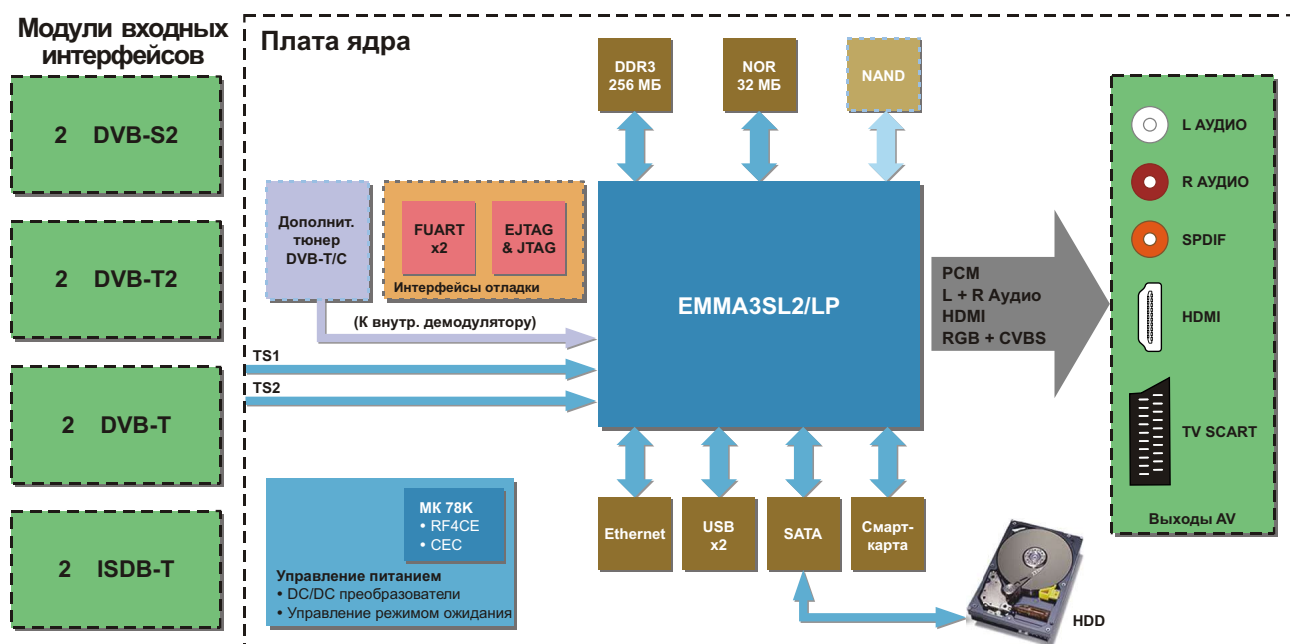


Рисунок 7. Схема включения СнК EMMA3SL2/LP.

- Витродекодер: MPEG-4 AVC, HP, MP L3.2; MPEG-4 ASP@L5; DivX, максимальное разрешение 720 576; MPEG-2 MP@HL, MP@ML.
- Звуковой процессор: HE-AAC, Dolby Digital/plus, WMA, DTS, MS10, Real Audio.

EMMA MobileTM EV – компания объявила о выпуске новой мультимедийной СнК, выполненной по технологическим нормам 40 нм, в декабре 2010 года, а первые микросхемы EMMA Mobile EV0-D/EV0-S (Рисунок 8) появились на рынке в середине 2011 года. Микросхемы предназначены для применения в разнообразных портативных приложениях, включая мультимедийные плееры, электронные книги и сетевые телевизоры. Новые СнК входят в серию БИС EMMA Mobile EV, выполненных на основе высокопроизводительного ядра ARM CortexTMA9, и интегриру-

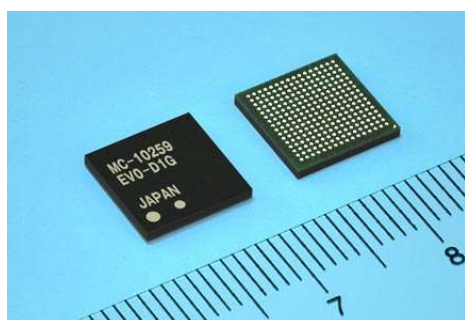


Рисунок 8. Микросхемы EMMA Mobile AV0.

ют функции, необходимые для декодирования сигналов стандартов MPEG-2, MPEG-4, H264 HDTV (с разрешением до 1920 1080 пикселей). Габариты микросхем 9 9 мм – существенно меньше, чем у предыдущих поколений БИС EMMA. Кроме того, в микросхеме интегрированы ОЗУ типа DRAM (кроме EV0-S). Интеграция осуществляется по технологии SiP (System-in-Package) – система-в-корпусе, при которой в один корпус устанавливаются несколько кристаллов. В рассматриваемых БИС в один корпус вмонтированы кристаллы СнК и DRAM, при этом быстродействие системы повышается за счет исключения соединений с внешним ОЗУ.

EMMA Mobile EV2 – следующее поколение СнК с малым энергопотреблением для мобильных приложений на основе двудерного МП ARM Cortex-A9 с расширением NEON, поставки которых начались в 2011 году. Структура и включение БИС приведены на Рисунке 9. Как видно из схемы, в состав СнК включены характерные для мобильных устройств функциональные возможности управления и связи: прием и передача сигналов микрофонов, видеокамер, наушников и динамиков, а также беспроводных модулей связи, ТВ тюнеров, слотов внешних карт памяти и клавиатур. Новые СнК, выполненные в 393-выводном корпусе FPBGA с размерами 16 16 мм, являются мощными мультимедийными процессо-

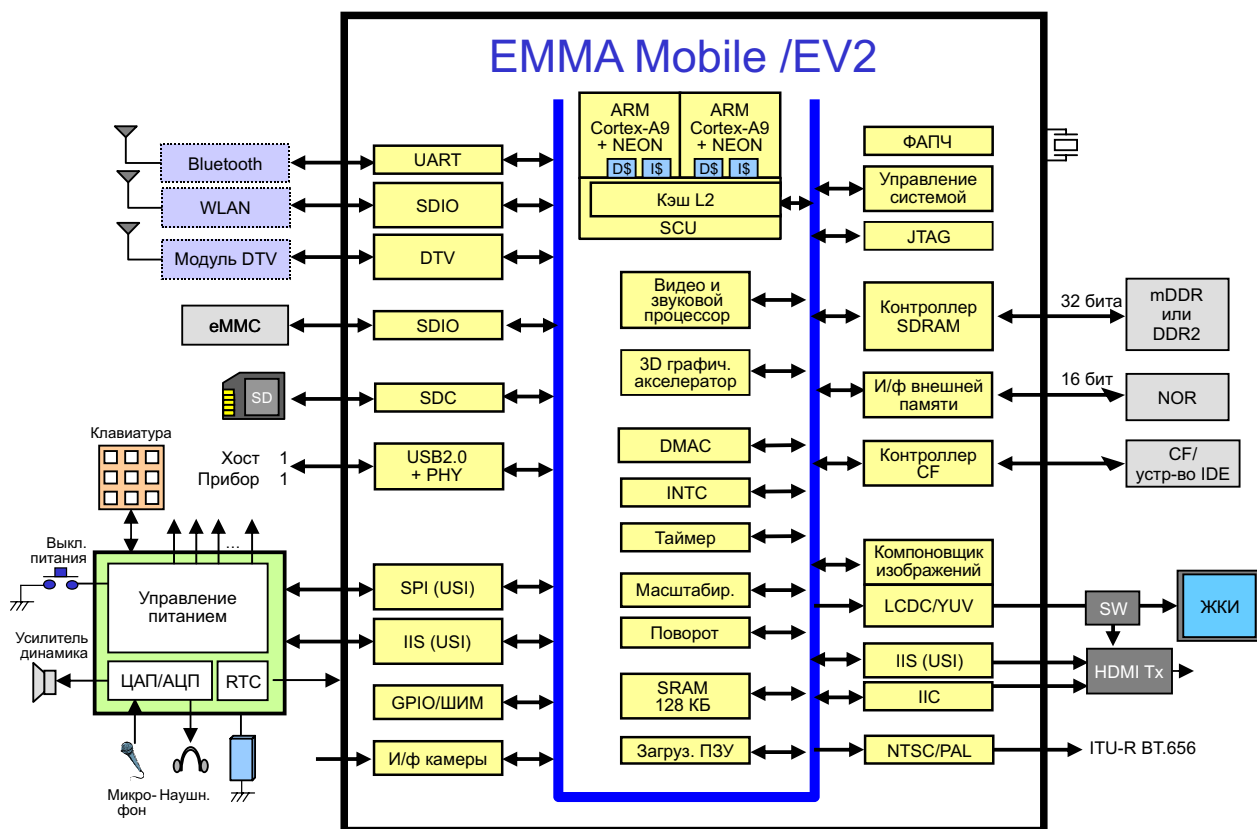


Рисунок 9. Схема включения БИС EMMA Mobile EV2.

рами, обеспечивающими работу с сигналами высокой четкости и 3D графикой. Приведем основные особенности параметры и возможности СнК для исполнения μ PD77642BF1-GA9-A (по спецификациям 2012 года):

- ЦП (2 ядра): ARM Cortex-A9 (533 МГц, I-кэш: 32 КБ, D-кэш: 32 КБ, L2-кэш: 256 КБ).
- Видеодекодер: H.264, VC1, MPEG 1/2, H.263, MPEG-4 с разрешением до 1080p при 30 кадрах в секунду.
- Звуковой декодер: MPEG-4 HE-AAC, aacPlus.
- 3D графический акселератор (A3D)-3D: 14.7 Мпикс/с, поддержка Open-GL-ES2.0, OpenGL-ES1.x.
- Редактор и компоновщик изображений (Image Processor/Composer) с непосредственной связью с ЖК-дисплеем.
- Внутренняя память: SRAM; 128 КБ, ROM: 64 КБ.
- DMA контроллер: 8 каналов.
- DRAM интерфейсы: LPDDR-SDRAM интерфейс – 200 МГц DDR (DDR400), 32-разряда, до 1.6 ГБ/с; DDR2-SDRAM интерфейс – 266 МГц DDR (DDR533), 32-разряда, до 2.1 ГБ/с.

- NOR-флеш интерфейс с 16-разрядной шиной данных.
- Периферийные интерфейсы: флеш карты SD 1, SDIO 3, CF; LCD (параллельный); ITU-R BT.656; видеокамеры (параллельный); USB2.0 1 (хост); UART 4; I²C 2; I2S 6; SPI 6; I/O 15.
- Тестирование и отладка: ARM CoreSight, JTAG.
- Параметры питания: ядер 1.1...1.2 В, входы/выходы 1.8...3.3 В.

R-Mobile A1/A1S – процессор приложений для персональных навигационных устройств (PND) и других портативных устройств, анонсированный компанией в 2011 году как один из приборов на платформе «R-Mobile», объединяющей перспективные СнК для мобильных систем. Процессоры характеризуются четырьмя ключевыми особенностями:

1. Поддержка записи и воспроизведения HD видео с высоким качеством приема наземного телевидения различных цифровых стандартов, что важно именно для мобильных устройств, перемещающихся по миру.

2. Высокопроизводительный 3D-графический движок (3D Graphics Engine), включая PowerVR компании Imagination Technologies с производительностью до 20 миллионов полигонов в секунду. Поддерживаются также OpenGL ES 2.0, OpenGL ES 1.1, OpenVG 1.1.

3. Использование ядер ARM Cortex-A9 и SH-4A на скоростях до 800 МГц и 3.7 GIPS (Гига инструкций в секунду) обеспечивает поддержку нескольких операционных систем: Linux, Android, Windows Embedded Compact 7.0, Windows Embedded Automotive 7.0. Встроенное ядро SH-4A позволяет контролировать в реальном времени большие объемы данных в таких приложениях, как наземное цифровое телевидение (DTT).

4. Встроенный контроллер памяти DDR3 с обширным набором периферийных функций для значительного сокращения общих затрат системы. СнК включает контроллер 32-разрядной шины DDR3 (400 МГц). Имеются также контроллеры интерфейсов USB2.0, Gigabit Ethernet, HDMI. Различные исполнения микросхем с целью упрощения и снижения стоимости ориентируются на специализированные приложения, такие как портативные телевизоры, телевизионные приставки, сетевые IP-приставки, приставки для ТВЧ и другие.

Микросхемы выпускаются в различных исполнениях: A1 – R8A77400DBA (корпус BGA 505 с размерами 17 17 мм), A1 – R8A77400DBG (BGA 480, 23 23 мм), A1S – R8A77402DBG (BGA 480, 23 23 мм).

Основные параметры и возможности СнК:

- Процессоры: Cortex™-A9/NEON 800 МГц, I-кэш 64 Кбайт, D-кэш 64 Кбайт, L2-кэш 256 Кбайт, SH4A FPU 600 МГц, L1-кэш 32 Кбайт, L2-кэш 256 Кбайт.
- Память: DDR3 (32 bit, 800 МГц), LPDDR2, eMMC NAND, NOR, NAND.
- Периферийные интерфейсы:
 - LCD I/F YCbCr422, RGB565/666/888 (максимальный размер 1440 900);

- ITU-R BT.656, 10 bit выходной ЦАП (NTSC, PAL);
- Последовательный синхронный UART, 9 каналов;
- USB2.0, Gigabit Ethernet;
- Видеокамерный параллельный 8/16-разрядный;
- HDMI, GPIO, PWM, ATAPI, IrDA, SIM Card.

В составе платформы «R-Mobile» компания выпускает и другие серии СнК.

SH-MobileR2R/R2 – БИС предназначена для использования в IP-камерах наблюдения, автомобильных и персональных навигационных системах; поддерживает прием и запись цифрового наземного телевидения, в том числе высокой четкости. СнК базируется на ядре SH-4A/500 МГц (с поддержкой MMU); максимальная производительность 900 MIPS, 3.5 GFLOPS (500 МГц), корпус BGA 449 (21 21 мм), BGA 441 (14 14 мм).

Renesas Electronics в составе платформы «R-Car» в настоящее время предлагает 15 серий СнК, предназначенных для широкого спектра автомобильных приложений, и ряд СнК в составе платформы «R-Home» для домашней электроники, однако это темы уже другой статьи. **РЛ**

Литература:

1. <http://www.gartner.com/newsroom/id/2698917>
2. <http://news.synopsys.com/index.php?s=20295&item=122972>
3. Юрий Петропавловский «Элементная база для цифровых телевизоров и приставок для приема эфирного цифрового телевидения фирмы Renesas Electronics», Компоненты и Технологии, 2010 г., №11
4. <http://www.renesas.eu/press/news/2011/news20110621.jsp>
5. <http://www.indieontech.com/Renesas-IndieonTechnologies-Collaborate.html>

9 декабря 1906 г. родилась создательница языка COBOL Грейс Мюррей Хоппер

Jessica MacNeil

EDN

Грейс Мюррей Хоппер (Grace Murray Hopper) никогда не могла согласиться с ответом «нет».

Ее не остановило общепринятое мнение, что девочки не должны изучать математику, она не отступилась, когда военноморской флот отказал ей в поступлении на службу по причине ее роста и возраста, и доказала всем ошибочность точки зрения, что проблемы обработки данных могут быть связаны только с числами.

Родившаяся в Нью-Йорке в 1906 году, Хоппер была внучкой работавшего в Нью-Йорке старшего инженера-строителя, и дочерью женщины, мечтавшей изучать математику, но не имевшей такой возможности из-за строгих социальных норм конца 1800-х годов.

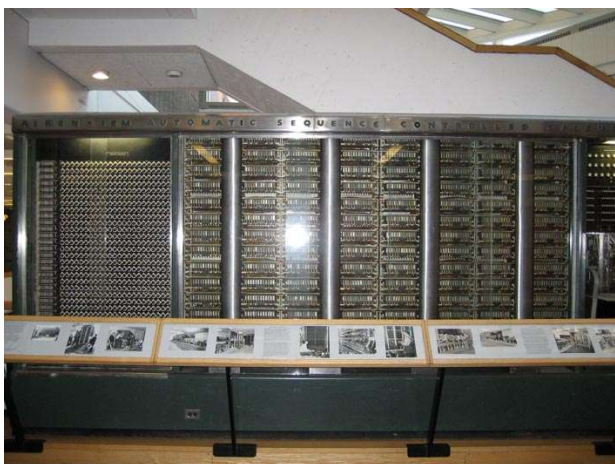
Мотивируемая своей матерью и материально поддерживаемая отцом, Хоппер посещала частные школы, закончила Колледж Вассара и получила ученую степень магистра математики и физики, прежде чем стать первой женщиной-доктором математики в Йельском университете.

Преподавая математику в Вассаре во время Второй мировой войны, она приняла решение служить своей стране. Преодолев ряд препятствий, связанных с ее возрастом и



малым ростом, и получив специальное разрешение на выезд из Вассара, Хоппер все же была приведена к присяге в резерве ВМФ в декабре 1943 года в возрасте 34 лет. Поскольку постоянного статуса в вооруженных силах женщины в то время еще не добились, она присоединилась к программе WAVES (women accepted for volunteer emergency service – женщины, принятые в экстренные службы для волонтерской деятельности).





Компьютер Mark I.

Там она была назначена в отдел вычислений Гарвардского университета, где присоединилась к первой команде программистов компьютера Mark I. Это был крупнейший из когда-либо построенных электромеханических калькуляторов, и первый автоматический цифровой калькулятор в Соединенных Штатах.

В 1946 году Хоппер уволилась с военной службы и начала работать в Вычислительной лаборатории Гарвардского университета на компьютерах Mark II и III. Именно тогда она ввела в обиход термин «компьютерный баг» после того, как ее команда установила, что причиной проблем компьютера Mark II была забравшаяся внутрь моль.



Компьютер UNIVAC I.

Спустя три года она поступила в корпорацию EMCC (Eckert-Mauchly Computer Corporation), где работала над созданием первого большого электронного компьютера

UNIVAC I. Считая, что общаться с компьютером было бы проще на языке, больше похожем на человеческий, чем на язык машинных кодов, Хоппер, после того, как компания волилась в Remington Rand, начала разрабатывать первый компилятор. В качестве первого директора компании по автоматизации программирования она работала над созданием основанных на компиляторах языков, включая MATH-MATIC и FLOW-MATIC, которые позволили компьютерам реагировать на слова, а не на числа.

Вскоре после этого Хоппер приняла участие в Конференции по языкам систем обработки данных, где FLOW-MATIC послужил толчком к разработке COBOL (COmmon Business Oriented Language – язык программирования для коммерческих и деловых задач) – одного из первых современных языков программирования. COBOL сделал компьютеры более дружелюбными для пользователей, что расширило круг их полезных приложений за пределы решения математических задач и выполнения вычислений. Работа над программой принесла ее прозвище «мать КОБОЛА».

Хоппер уволилась из резерва ВМФ в 1966 году, но в следующем году вновь была призвана на действительную службу для работы над проектом автоматической обработки данных. Она была повышена до капитана, затем, специальным указом президента, до капитана 1-го ранга и, наконец, в возрасте 79 лет получила звание контр-адмирала. Уходя в отставку в возрасте 80 лет, она получила медаль «За выдающиеся заслуги» – высшую награду Министерства обороны.

Хоппер получила еще множество наград, в том числе, первую награду в области компьютерной науки «Человек года», учрежденную Ассоциацией управления обработкой данных в 1969 году, и, годом позже, премию Мемориала Гарри М Гуда от Компьютерного общества.

После увольнения Хоппер работала консультантом в Digital Equipment Corporation, где продолжала посещать форумы и проводить презентации до 1990 года.

Хоппер умерла 1 января 1992 года, и была похоронена со всеми воинскими почестями



Эскадренный миноносец ВМФ США Норпер.

на Арлингтонском национальном кладбище. В ее честь были названы центр обработки данных, эскадренный миноносец ВМФ США и суперкомпьютер NERSEC Cray XE6 Hopper.

Кроме того, в память о Хоппер коалицией Computing in the Core была учреждена Неделя компьютерного образования (9 – 15 декабря). Теперь это мероприятие, призванное привить студентам интерес к информатике, поддерживается code.org в форме Часа Программирования – уроков, нацеленных на каждую возрастную группу и доступных на различных устройствах. **РЛ**

Контроллер синхронного повышающе-понижающего преобразователя

отдает в нагрузку сотни ватт при КПД 99%

Keith Szolusha и Tage Bjorklund, Linear Technology

Design Note 521

Введение

Эффективность и температура компонентов должны быть предметами самого пристального внимания разработчиков мощных DC/DC преобразователей, большие рабочие токи которых могут привести к перегреву

выходного диода, используемого в асинхронных понижающих или повышающих топологиях. Заменяв диод синхронным ключом, можно существенно улучшить общий КПД преобразователя и значительно сократить потери энергии, которая в противном случае выделялась бы в форме тепла на «асинхронном» диоде.

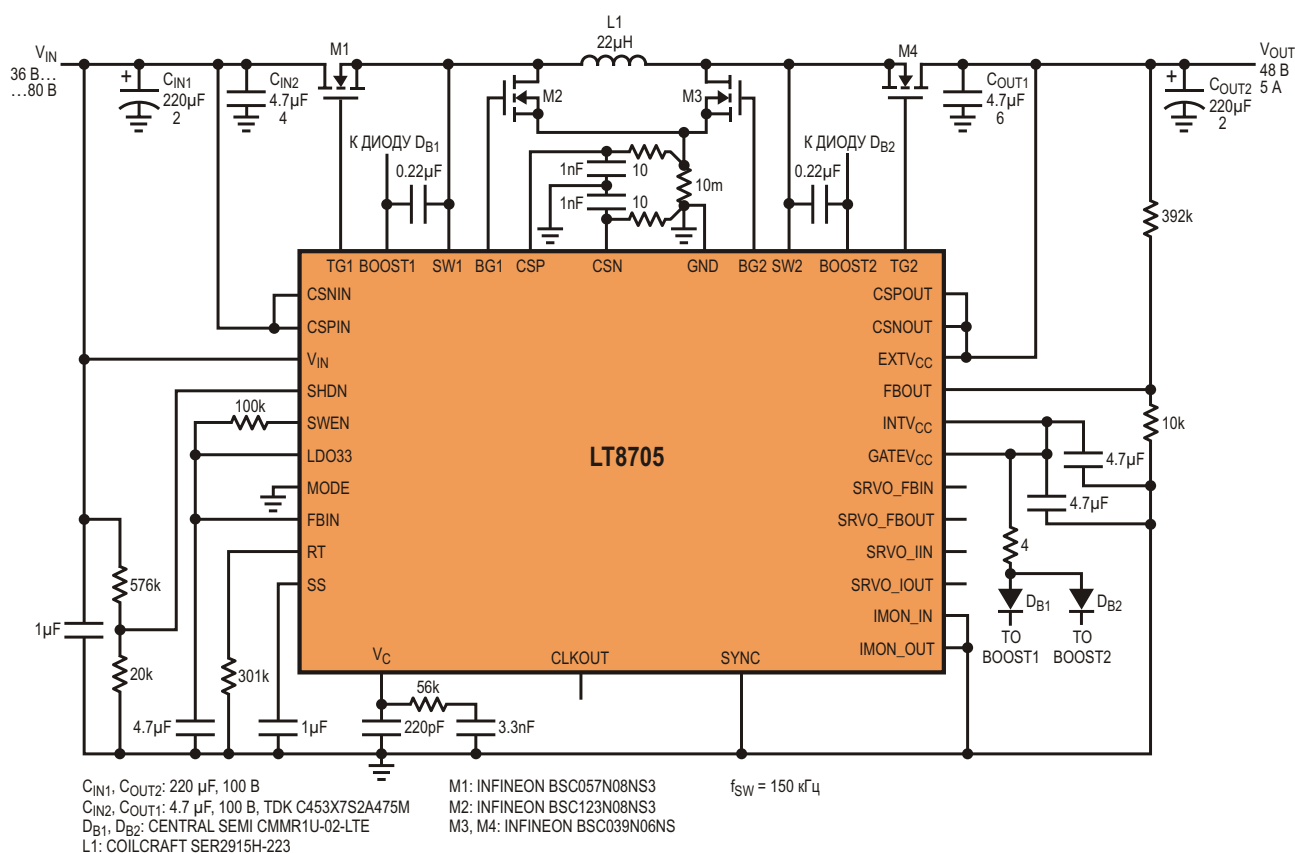


Рисунок 1. Повышающе-понижающий преобразователь 240 Вт, 48 В, 5 А на основе контроллера LT8705 для стабилизации напряжения в телекоммуникационном оборудовании.

Преимущества синхронной понижающей или повышающей топологии можно использовать и в повышающе-понижающем преобразователе, выходное напряжение которого может быть как больше, так и меньше входного. В этом случае выигрыш для синхронного 4-ключевого повышающе-понижающего преобразователя с одной индуктивностью будет таким же, как для синхронного понижа-

ющего или повышающего преобразователя с двумя ключами. Микросхема LT8705 выполняет функции контроллера синхронного 4-ключевого повышающе-понижающего преобразователя, с высокой эффективностью регулирующего мощности в сотни ватт в режимах стабилизации напряжения или тока в очень широком диапазоне входных напряжений (до 80 В). Универсальность прибора, в котором используется надежная топология синхронной коммутации, основывается на четырех контурах регулирования (ток и напряжение на входе и выходе), что делает возможным создание зарядных устройств большой мощности и преобразователей для солнечных панелей с минимальным количеством компонентов. Ниже приведены лишь два из множества примеров использования LT8705 в сильноточном телекоммуникационном, автомобильном и промышленном оборудовании.

В телекоммуникационных приложениях диапазон входных напряжений очень широк (36 ... 72 В). Обычно в них используются преобразователи мощности, вырабатывающие стабилизированное напряжение постоянного тока 48 В. LT8705 легко может управлять уровнями мощности в сотни ватт при выходном напряжении 48 В. На Рисунке 1 показан пример подобной схемы, отдающей в нагрузку ток 5 А, то есть, мощность 240 Вт, а на Рисунке 2

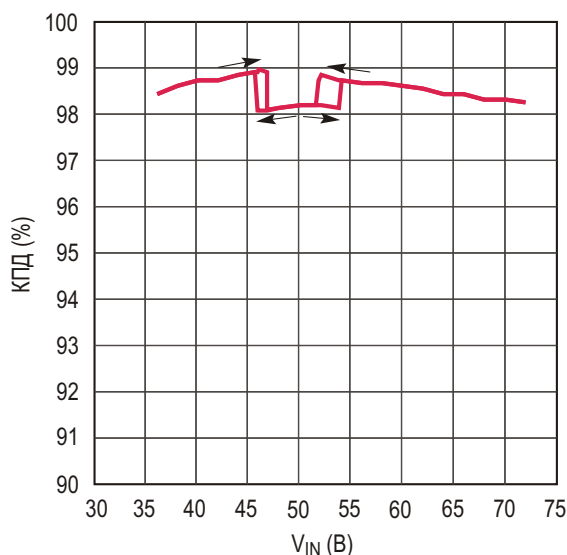


Рисунок 2. КПД преобразователя 240 Вт, 48 В, 5 А для телекоммуникационных систем может достигать 99%.

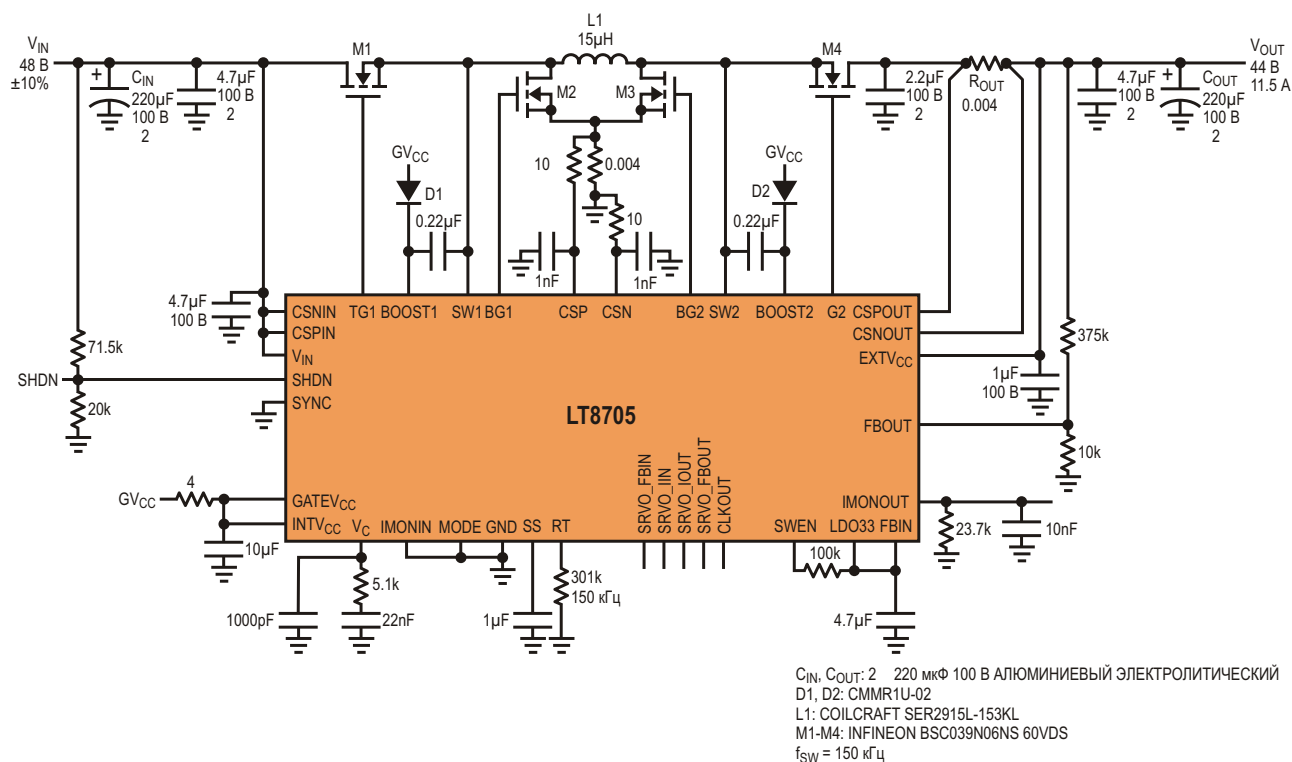


Рисунок 3. Повышающе-понижающий преобразователь 500 Вт, 44 В, 11.5 А на основе контроллера LT8705 для аккумуляторных источников питания большой мощности.

приведена зависимость КПД схемы от входного напряжения.

500-ваттное зарядное устройство для сборки из двенадцати LiFePO₄ аккумуляторных элементов

На Рисунке 3 изображена схема устройства для заряда литий-железо-фосфатных аккумуляторов (LiFePO₄) от входного напряжения 48 В. Батарея образована 12 соединенными последовательно элементами с суммарным максимальным напряжением 44 В. Это означает, что большую часть времени схема будет работать в понижающем режиме, но при разряде батареи перейдет в повышающий режим.

При входном напряжении 48 В и максимальном токе нагрузки схема имеет КПД, равный 99%. Высокий КПД объясняется тем, что только входной каскад (транзисторы М1 и М2) переключается с большим коэффициентом заполнения, а М4 включен постоянно. При снижении входного напряжения до минимального значения (43,2 В) КПД слегка уменьшается из-за того, что LT8705 начинает работать в повышающе-понижающем режиме, когда переключаются все четыре MOSFET.

Для реализации алгоритма заряда, а также для управления током и напряжением микросхемы LT8705, может использоваться внешний микроконтроллер.

Четыре следящих контура и широкий диапазон напряжений

Диапазоны входных напряжений от 2,8 В до 80 В и выходных от 1,3 В до 80 В, в сочетании с четырьмя контурами регулирования, позволяют легко решать традиционно сложные проблемы. Четыре следящих контура могут использоваться для управления входными и выходными токами и напряжениями. Например, контроль всех четырех параметров позволяет организовать слежение за точкой максимальной мощности солнечной панели.

Микросхема имеет выходы статусных флагов для каждого контура регулирования, указывающие, какой из контуров задействован в данный момент. Эта информация особенно важна для микроконтроллеров, управляющих устройствами заряда аккумуляторов и преобразователями энергии солнечных батарей.

Заключение

Синхронный 80-вольтовый 4-ключевой контроллер LT8705, предназначенный для управления повышающе-понижающими преобразователями, способен отдавать в нагрузку сотни ватт при КПД, достигающем 99% в схеме с одной индуктивностью. Его четыре следящих контура позволяют регулировать ток и/или напряжение, как на входе, так и на выходе. **РЛ**

настоящее немецкое качество

Testboy
GmbH, Germany

контрольно-
измерительное
оборудование

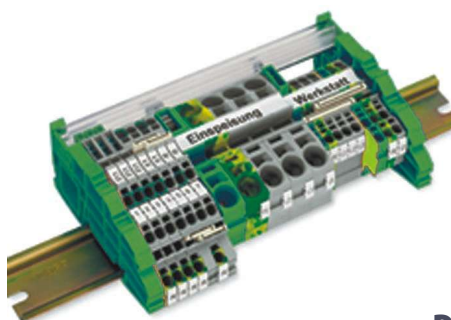


»»JOKARI®
original

инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



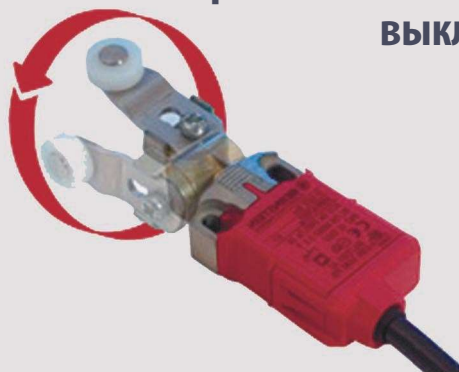
WAGO
INNOVATIVE CONNECTIONS



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат

BERNSTEIN
safe solutions

промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Универсальные программируемые прецизионные источники тока на основе ЦАП, ОУ и MOSFET

Analog Devices

Circuit Note CN-0151

Функции и преимущества схем

Источники тока с цифровым управлением необходимы во многих приложениях, таких, как регулирование мощности, управление соленоидами, измерение импедансов, возбуждение датчиков и пульсоксиметрия. Ниже мы опишем три схемы источников тока с цифровым управлением по последовательному интерфейсу, в которых используются ЦАП, операционные усилители (ОУ) и MOSFET.

Выбранные ЦАП имеют высокое разрешение (14 или 16 бит), характерное для КМОП схем, низкое потребление мощности и стандартные последовательные интерфейсы. 16-битный ЦАП AD5543 упаковывается в сверх-

компактный 8-выводной корпус MSOP размером 3,47 мм или в 8-выводной корпус SOIC. 14-битный ЦАП AD5446 выпускается в 10-выводном корпусе MSOP. Оба ЦАП совместимы с большинством интерфейсных стандартов DSP, а также с интерфейсами SPI, QSPI и MICROWIRE. Внешний источник опорного напряжения дает возможность получать любые варианты выходных уровней до 10 В.

Комбинация используемых компонентов позволяет создавать самые компактные и дешевые в отрасли решения с высоким разрешением. Эти три конструкции, обеспечивающие решения с низким уровнем риска, основаны на стандартных, серийно выпускаемых компонентах.

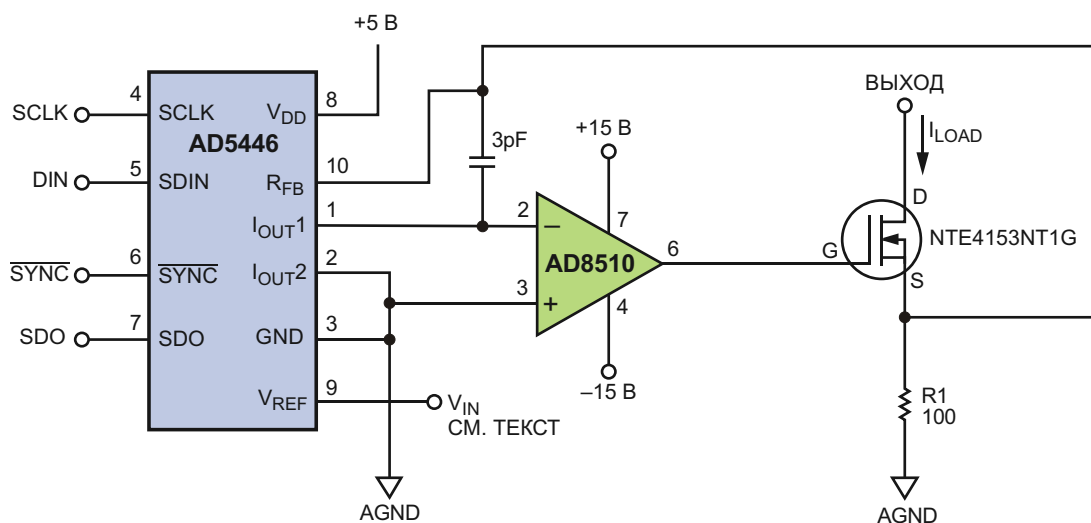


Рисунок 1. Источник тока на основе ЦАП с токовым выходом. (Некоторые второстепенные цепи и развязывающие конденсаторы на схеме не показаны).

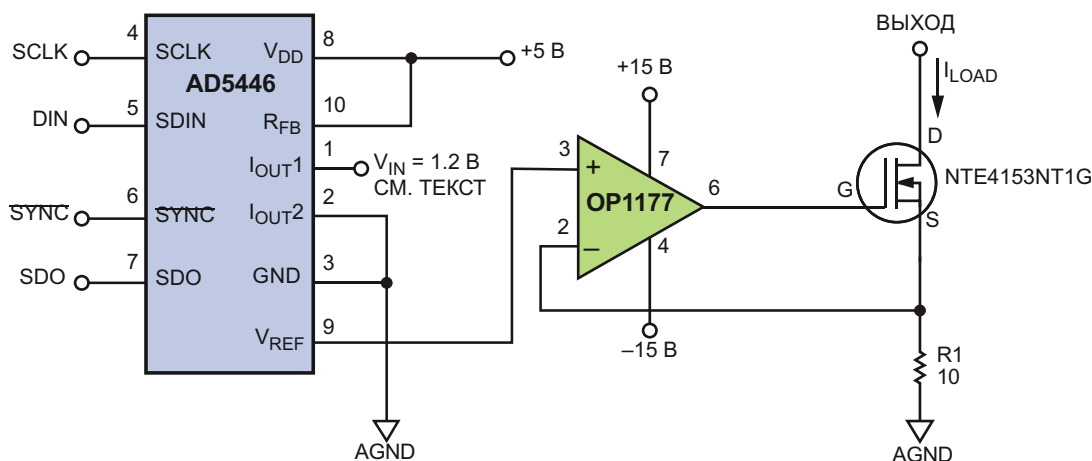


Рисунок 2. Источник тока на основе ЦАП с токовым выходом, включенного в режиме выхода по напряжению. (Некоторые второстепенные цепи и развязывающие конденсаторы на схеме не показаны).

Описание схем

Во всех трех схемах используется источник 5 В для питания ЦАП и источники ± 15 В для питания операционных усилителей. Для некоторых схем может потребоваться точный внешний источник опорного напряжения [1].

Каждая схема состоит из двух каскадов. Первый, каскад, входной, образован ЦАП и ОУ. Второй каскад, выходной, представлен N-канальным MOSFET (Рисунки 1 и 2), формирующим ток, пропорциональный записанному цифровому коду.

Во входном каскаде схемы, изображенной на Рисунке 1, использованы ЦАП AD5446 и ОУ AD8510. Схема выполняет преобразование командного слова и управление транзистором. Командное слово записывается через интерфейс SPI.

В выходном каскаде использован N-канальный MOSFET типа NTE4153N, способный отдать в нагрузку намного больший ток, чем выход ОУ. R1, единственный резистор в этой схеме, необходим для формирования сигнала управления транзистором.

Ток нагрузки равен

$$I_{\text{LOAD}} = \frac{D}{R1} \frac{V_{\text{IN}}}{1 + \frac{R1}{R_{\text{DAC}}}},$$

где

D – доля от максимального кода, нагруженная в ЦАП,

R_{DAC} – входное сопротивление ЦАП.

Принимая, однако, во внимание, что $R_{\text{DAC}} \gg R1$ (номинальное значение $R_{\text{DAC}} = 9$ кОм), выражение можно упростить:

$$I_{\text{LOAD}} = \frac{D}{R1} V_{\text{IN}}.$$

При $R1 = 100$ Ом и $V_{\text{IN}} = -5$ В ток I_{LOAD} можно программировать в диапазоне 0 ... 50 мА с разрешением 3 мкА (вес младшего разряда 14-битного кода). Диапазон изменений выходного напряжения составляет примерно 20 В и ограничен напряжением пробоя MOSFET. Идеальным прецизионным мало-мощным источником опорного напряжения 5 В для этой схемы будет прибор ADR425, однако его выходное напряжение необходимо инвертировать с помощью дополнительного ОУ, чтобы получить опорный уровень -5 В.

В схеме, показанной на Рисунке 2, также используется ЦАП AD5446. Однако в данном случае он включен в обратной конфигурации, обеспечивающей выход по напряжению при использовании источника опорного напряжения 1.2 В, такого, например, как ADR512.

Выходное напряжение ЦАП на выводе 9 изменяется в диапазоне от 0 до 1.2 В. Подробное описание режима с выходом по напряжению можно найти в [2].

В данном случае используется ОУ OP1177, имеющий высокую точность и малое напряжение смещения, не превышающее 60 мкВ. Последнее обстоятельство особенно важно,

когда ЦАП используется в режиме выхода по напряжению, размах выходного сигнала в котором существенно уменьшен.

N-канальный MOSFET в сочетании с ОУ образуют схему сильноточного выходного повторителя.

Отрицательная обратная связь с истока транзистора на вход ОУ управляет величиной тока, протекающего через резистор R1.

Ток нагрузки равен

$$I_{LOAD} = \frac{V_{IN} D}{R1}.$$

При R1 = 10 Ом и V_{IN} = 1.2 В ток I_{LOAD} можно программировать в диапазоне от 0 до 120 мА с шагом 7 мкА (вес младшего разряда 14-битного кода).

В третьей схеме, изображенной на Рисунке 3, используется 16-битный ЦАП AD5543 в качестве входного каскада, и схема источника тока Хауланда в качестве выходного. По сравнению с выходами на MOSFET токовые насосы Хауланда имеют два преимущества: большое выходное сопротивление и способность формировать биполярные выходные токи. Для повышения устойчивости такие схемы обычно делают симметричными. Поэтому R1 = R1', R2 = R2' и R3 = R3'.

Ток нагрузки равен (вывод выражения см. в [3])

$$I_{LOAD} = \frac{V_{IN} D (R2 R3)}{R1 R3}.$$

Выходной импеданс равен

$$Z_{OUT} = \frac{R1'R3 (R1 R2)}{R1 (R2' R3') R1' (R2 R3)}.$$

Если R1 = 150 кОм, R2 = 15 кОм, R3 = 50 Ом и V_{IN} = 10 В, ток I_{LOAD} можно программировать в диапазоне 0 ... 20 мА с разрешением 300 нА (вес младшего разряда 16-битного кода), причем схема будет иметь очень большой выходной импеданс.

Получить требуемые характеристики любой из трех схем можно лишь при самом внимательном отношении к качеству трассировки печатных плат, заземлению и технологиям развязки, чтобы правильно разделить цепи ЦАП и ОУ (см. [4] и [5]).

Общие рекомендации по выбору компонентов

В обеих схемах можно использовать опорные источники с другим напряжением, чтобы

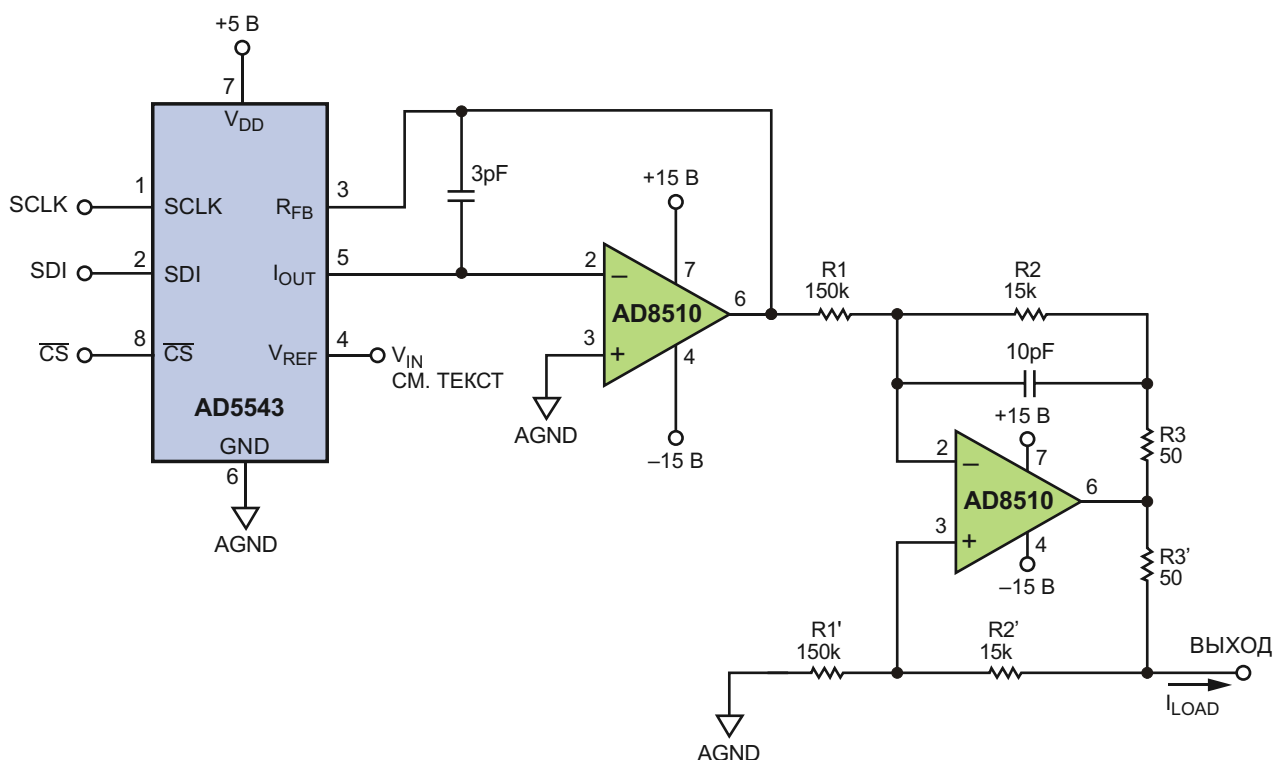


Рисунок 3. Источник биполярного тока, основанный на схеме Хауланда. (Некоторые второстепенные цепи и развязывающие конденсаторы на схеме не показаны).

получить больший или меньший диапазон выходных токов (см. [6]). Обратите внимание: положительному напряжению опорного источника соответствует отрицательный выходной ток, что обусловлено архитектурой умножающих ЦАП. Хотя для оптимизации схемы по скорости, точности и другим параметрам можно использовать множество различных ЦАП, токовые КМОП выходы таких приборов, как AD5543 и AD5446, обеспечивают большую гибкость в использовании при меньшем уровне риска.

Что касается выбора ОУ, если диапазон выходных сигналов у вас невелик, КМОП усилители будут работать нормально. Если необходим высокий входной импеданс, наилучшим выбором будут ОУ с МОП транзистора-

ми на входах. В любом случае, для того, чтобы получить 14...16-битную точность, ОУ должны быть прецизионными. **РЛ**

Ссылки

1. MT-087 Tutorial, Voltage References. Analog Devices.
2. AD5446 Data Sheet
3. Brennan, Sean. AN-843 Application Note, Measuring a Loudspeaker Impedance Profile Using the AD5933, Analog Devices.
4. MT-031 Tutorial, Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND," Analog Devices.
5. MT-101 Tutorial, Decoupling Techniques. Analog Devices.
6. Voltage Reference Selection and Evaluation Wizard.

Прецизионный двухполупериодный выпрямитель без диодов

Jose Blanes

EDN

Схемы выпрямителей на основе полупроводниковых диодов, как правило, используются при обработке сигналов, уровни которых значительно превышают прямое падение напряжения на диодах. Только в этом случае влияние диодов на точность выпрямления будет незначительным. Однако точность выпрямленного сигнала падает, когда падение напряжения на диодах превышает приложенное напряжение. Комбинация диодов и операционных усилителей позволяет создавать прецизионные схемы, с высокой точностью выпрямляющие малые сигналы благодаря исключению влияния падения напряжения на диодах.

Схема выпрямителя, приведенная на Рисунке 1, вообще не содержит диодов, обес-

печивая двухполупериодное выпрямление при работе от однополярного источника питания. Это достигается использованием возможностей современных rail-to-rail операционных усилителей, способных обрабатывать входные и выходные сигналы с размахом, практически равным напряжению питания.

Схема работает следующим образом. Если $V_{IN} > 0$, то напряжение на выходе ИМС IC_{1A} в точке V_{HALF} равно $V_{IN}/2$, и IC_{1B} работает как вычитатель, поддерживающий выходное напряжение V_{OUT} равным V_{IN} . В сущности, схема работает, как повторитель с единичным коэффициентом усиления. Если входное напряжение $V_{IN} = 0$, то $V_{HALF} = 0$, и схема работает уже как инвертор с единич-

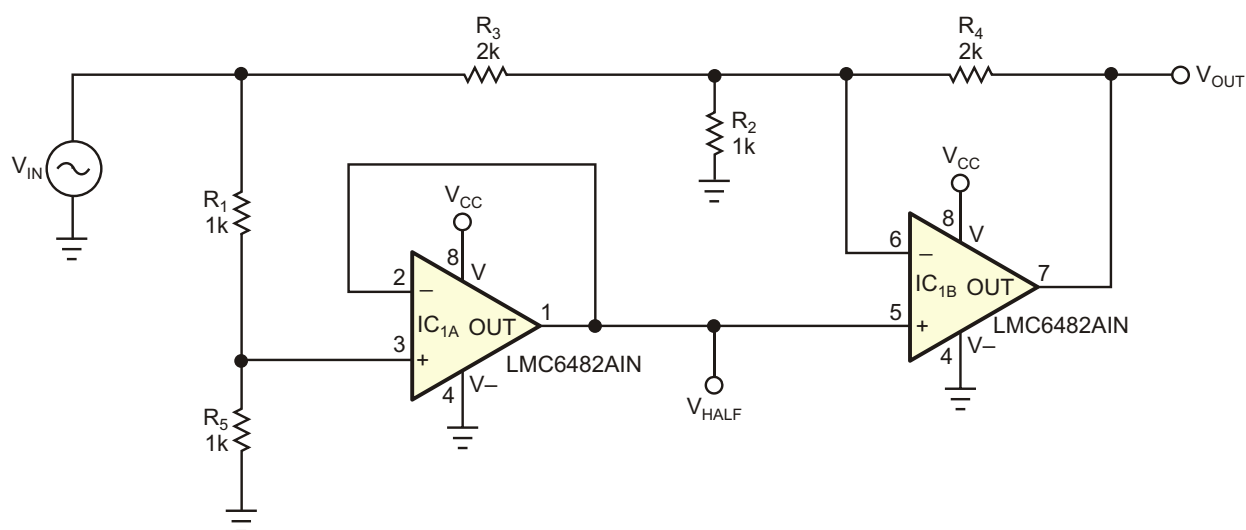


Рисунок 1. В этой прецизионной схеме двухполупериодного выпрямителя используются два ОУ и ни одного диода. При внесении изменений в эту базовую конструкцию имейте в виду, что сопротивления резисторов R_3 и R_4 должны вдвое превышать сопротивление R_2 , а резисторы R_1 и R_5 должны иметь одинаковые номиналы.

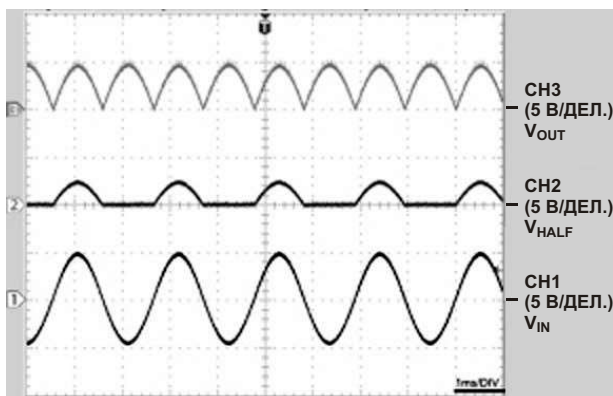


Рисунок 2. На временных диаграммах показаны (снизу вверх): V_{IN} (CH1), V_{HALF} (CH 2) и V_{OUT} (CH 3).

ным усилением и выходным напряжением $V_{OUT} = -V_{IN}$. На Рисунке 2 показаны входной сигнал в точке V_{IN} , промежуточное напряжение в точке V_{HALF} и выходное напряжение схемы V_{OUT} .

Схема использует один корпус ИМС LMC6482 и работает в линейной области передаточной характеристики обоих операционных усилителей. Предлагаемое решение может использоваться в недорогих выпрямителях схем автоматической регулировки усиления, в демодуляторах сигналов и

в контрольно-измерительном оборудовании. Работа схемы основана исключительно на свойствах использованной ИМС, главным из которых является то, что усилитель не должен инвертировать фазу, когда входное напряжение превышает по абсолютной величине уровень отрицательного напряжения питания. (Прим. редактора перевода. В рассматриваемом случае – менее нуля). LMC6482 как раз и отвечает этому требованию.

Примечание редакции:

Представленная схема, как и близкие к ней, например [1], априори не могут осуществлять прецизионное выпрямление сигналов малого уровня (десятков милливольт). Для этой цели более целесообразно использовать выпрямитель, выполненный на комбинации диодов и операционных усилителей, например, описанный в [2], с заменой обычных диодов на диоды Шоттки. **РЛ**

Ссылки

1. [«Двухполупериодный активный выпрямитель без диодов»](#)
2. Л. Фолкенберри «Применение операционных усилителей и линейных ИС», М., Мир, 1985

ИМС параллельного стабилизатора контролирует напряжение на батарее

Vladimir Rentyuk

EDN

ИМС параллельного стабилизатора напряжения TL431 можно с успехом использовать во множестве приложений, и, в частности, в качестве компаратора с гистерезисом. Для этого используется ее внутренний источник опорного напряжения и лишь нескольких дополнительных внешних компонентов. Этот компаратор с гистерезисом, подобный триггеру Шмитта, можно использовать в качестве простого монитора состояния аккумулятора (Рисунок 1). Верхнее пороговое напряжение V_{T+} этого компаратора можно вычислить по формуле

$$V_{T+} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_1}{R_3} \right),$$

где V_{REF} – напряжение внутреннего опорного источника ИМС TL431. Согласно спецификации, его типовое значение составляет 2.5 В.

Если напряжение батареи выше, чем верхнее пороговое напряжение, на катоде ИМС TL431 установится низкий уровень, равный приблизительно 2 В. При этом транзистор Q_1 будет открыт, а светодиод LED_1 будет светиться. Нижний порог компаратора V_{T-} вычисляется как

$$V_{T-} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_1 R_2}{R_1 R_2} \cdot \frac{1}{R_3} \right).$$

Когда вследствие разряда напряжение на батарее окажется меньше нижнего порога

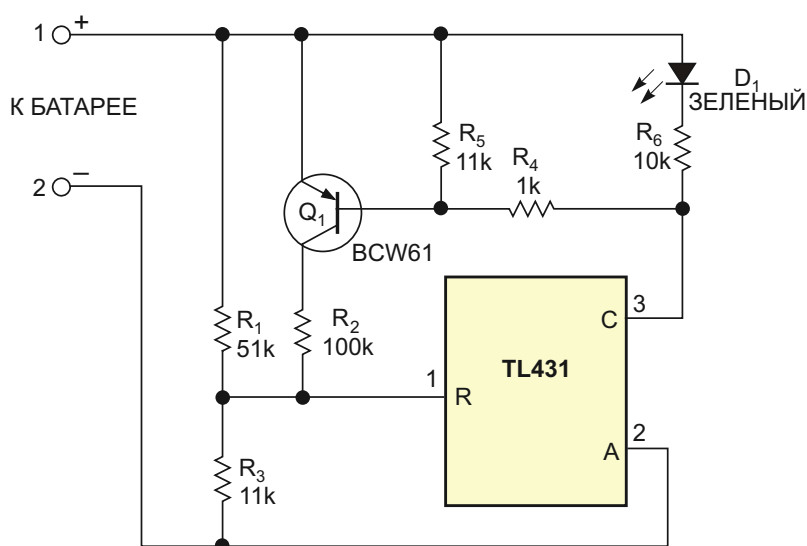


Рисунок 1. Параллельный стабилизатор с дополнительными компонентами, работающий как триггер Шмитта, включает светодиод, когда батарея полностью заряжена.

V_{T-} , напряжение на катоде ИМС TL431 поднимется до уровня, равного напряжению батареи. Транзистор Q_1 выключится, а индикатор LED_1 погаснет. LED_1 включится снова только тогда, когда после зарядки батареи ее напряжение превысит верхнее пороговое напряжение компаратора.

Примечание редакции

Если необходимо, чтобы светодиод не загорался при включении устройства с интегрированным в него монитором,

можно установить между коллектором и эмиттером транзистора Q_1 конденсатор емкостью $4.7 \dots 10$ мкФ.

Для упрощения расчетов прилагается файл «Calculations rus.xls», который позволяет выполнить расчет пороговых напряжений по известным номиналам резисторов R_1 и R_2 , или вычислить номиналы резисторов R_1 и R_2 в соответствии с необходимыми порогами срабатывания монитора. **РЛ**

Загрузки

Таблица расчета пороговых напряжений



Недорогой преобразователь напряжения в частоту на таймере NE555

Gyula Dioszegi

EDN

В 1971 году компания Signetics, позднее инкорпорированная в Philips, впервые представила на рынок ИМС таймера NE555. Производители до сих пор выпускают эти ИМС в количестве более 1 млрд. в год. Добавив к микросхеме NE555 всего несколько компонентов, вы можете построить простой преобразователь напряжения в частоту ценой менее 50 центов. Кроме таймера схема содержит интегратор Миллера на операционном усилителе TL071

(Рисунок 1). При значениях номиналов элементов, указанных на Рисунке 1, изменению входного напряжения от 0 до -10 В соответствует изменение частоты выходного сигнала от 0 до 1000 Гц. Ток заряда конденсатора C1 является функцией входного напряжения:

$$I_C = \frac{V_{IN}}{P_1 R_1}.$$

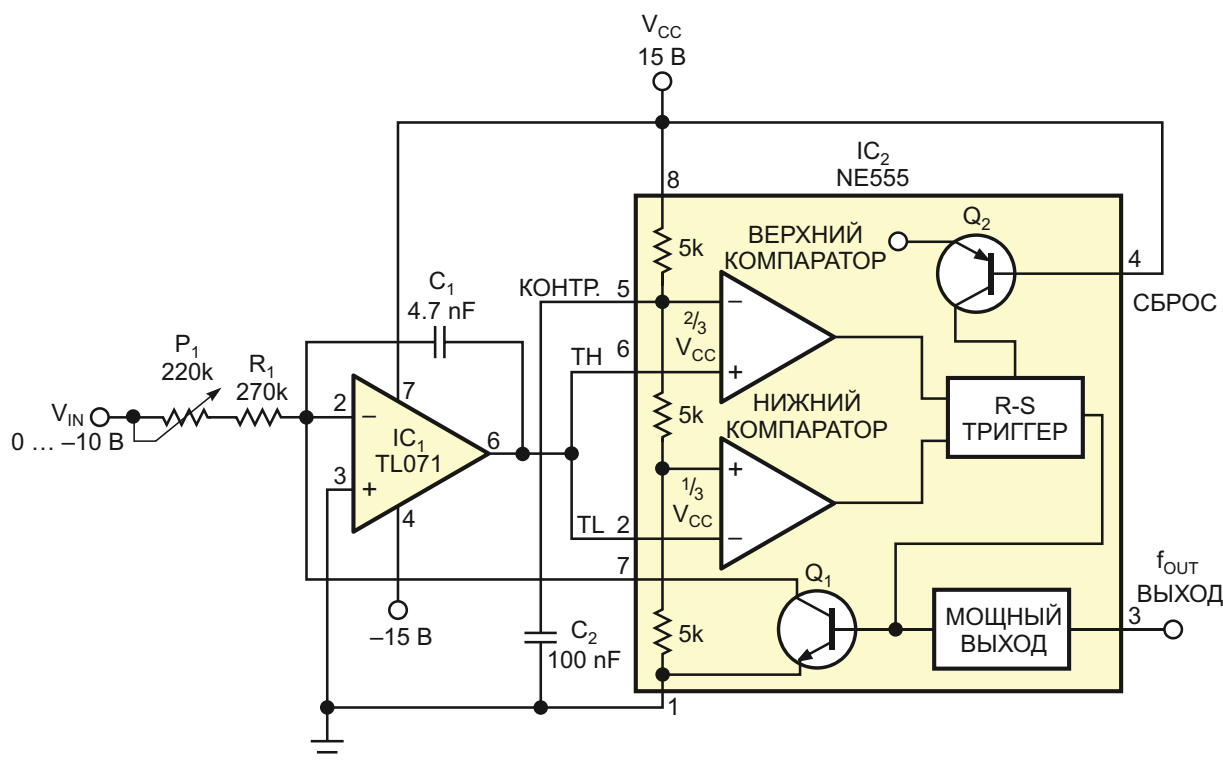


Рисунок 1. ИМС таймера NE555 совместно с интегратором Миллера образует преобразователь напряжения в частоту стоимостью менее 50 центов.

Когда напряжение на конденсаторе C1 достигнет величины в две трети от напряжения питания VCC, открывается внутренний разряжающий транзистор ИМС 555, и напряжение на C1 опускается до уровня, равного одной трети VCC, то есть, до нижнего порога компаратора. По достижении одной трети этого напряжения внутренний транзисторный ключ закрывается, и конденсатор C1 вновь начинает заряжаться. Во время заряда C1 выход NE555 находится в высоком состоянии, а во время разряда – в низком. Если неизменном входном напряжении время заряда C1 постоянно. Принимая во внимание, что время разряда конденсатора значительно меньше, чем время заряда, для расчета частоты выходного сигнала можно использовать выражение:

$$f_{OUT} = \frac{V_{IN}}{(P_1 + R_1) C_1 \frac{V_{CC}}{3}}.$$

Подстроечный резистор P1 позволяет калибровать соотношение между частотой выходного сигнала и входным напряжением. Поскольку время разряда конденсатора составляет порядка 30 мкс, с увеличением частоты точность преобразования уменьшается. Если откалибровать шкалу так, чтобы входному напряжению –1 В соответствовала частота 100 Гц, а напряжению –10 В – 1000 Гц, то погрешность преобразования в этом диапазоне будет изменяться от 0.3 до 3%. Если же с помощью P1, выполнить калибровку выходной частоты в середине диапазона входного напряжения на уровне –5 В, то погрешность преобразования будет менее 1.3% во всем диапазоне частот. Для повышения точности следует выбирать конденсатор C1 с малым тангенсом угла потерь и низкой диэлектрической абсорбцией. Чтобы уменьшить зависимость параметров схемы от температуры, в качестве R1 следует выбрать резистор с низким ТКС, а подстроечный резистор P1 должен быть многооборотным металлокерамическим. **РЛ**

Простой способ решения проблемы управления затвором MOSFET

Sajjad Haidar

Electronic Design

Когда пороговое напряжение затвора MOSFET или IGBT превышает напряжение, которое можно получить от управляющей им схемы, стандартным приемом решения проблемы является использование операционного усилителя или специального драйвера. В предлагаемой схеме, выполняющей такую же задачу, используется оптоизолятор с горсткой простых пассивных компонентов.

В некоторых случаях возникает необходимость управлять MOSFET (или IGBT) с помощью сигнала, уровень которого ниже порогового напряжения затвора (V_{TH}). Чтобы поднять сигнал до уровня, достаточного для управления транзистором, обычно используют драйвер или операционный усилитель (ОУ). Однако, если напряжение источника, питающего устройство, ниже или близко к V_{TH} , управлять затвором MOSFET не сможет даже rail-to-rail ОУ.

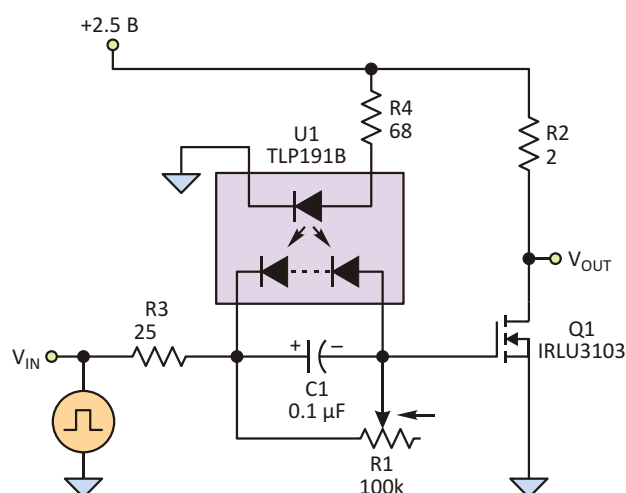


Рисунок 1. Источник тока на основе оптрона позволяет использовать для управления MOSFET сигнал, уровень которого ниже порогового напряжения затвора. (R3 – внутреннее сопротивление генератора импульсов).

Ниже описана простая схема управления затвором MOSFET, позволяющая использовать сигнал, амплитуда которого меньше V_{TH} (Рисунок 1).

Изолированный светодиод диодного оптрона U1 питается напряжением нагрузки 2.5 В, а потенциометр R1 (100 кОм) подключен к выходу оптрона. Поскольку U1 является устройством с фотогальванической связью, в диапазоне напряжений до нескольких вольт, зависящем от характеристик конкретного прибора, он действует как источник постоянного тока.

Изменяя сопротивление резистора R1, можно менять смещение MOSFET Q1,

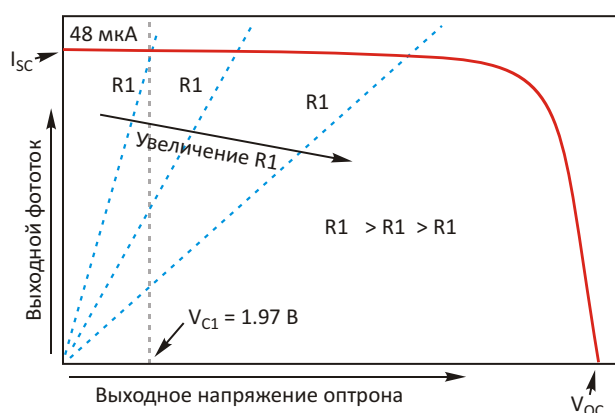


Рисунок 2. Выходная характеристика прибора с фотогальванической связью показывает, что изменяя сопротивление R1, можно изменять смещение MOSFET.

управляя таким образом напряжением на R1 (Рисунок 2). Если сопротивление резистора R4 выбрать равным 68 Ом, ток светодиода установится на уровне порядка 16.5 мА, при котором ток короткого замыкания I_{SC} фотогальванического выхода будет равен примерно 48 мкА. Конденсатор C1 обеспечивает низкоимпедансный путь прохождения сигнала; его емкость должна быть больше входной емкости Q1. Для нашей схемы мы выбрали $C1 = 0.1$ мкФ, что превышает емкость затвора использованного MOSFET.

Для тестирования схемы использовалась чисто резистивная нагрузка (2 Ом). С помощью подстроечного резистора R1 на затворе Q1 устанавливают напряжение, близкое к пороговому, которое, согласно измерениям, равно примерно 1.9 В. При использовании оптрона TPL191B максимально достижимое выходное напряжение составляет примерно 7 В (при этом V_{OC} равно примерно 8 В), что превышает пороговое напряжение V_{TH} большинства устройств. К входу схемы V_{IN} подключался генератор сигналов с внутренним сопротивлением 25 Ом, обозначенным на схеме как R3. Амплитуда сигнала составляла примерно 1.2 В. Как входное напряжение V_{IN} , так и выходное напряжение V_{OUT} измерялись осциллографом (Рисунок 3).

Общее напряжение, включающее MOSFET, составляет $1.2 \text{ В} + 1.9 \text{ В} = 3.1 \text{ В}$, что, превышает напряжение питания 2.5 В. Незначительная задержка включения и выключения обусловлена, прежде всего, внутренним сопротивлением R3 генератора импульсов. Небольшие выбросы выходного напря-

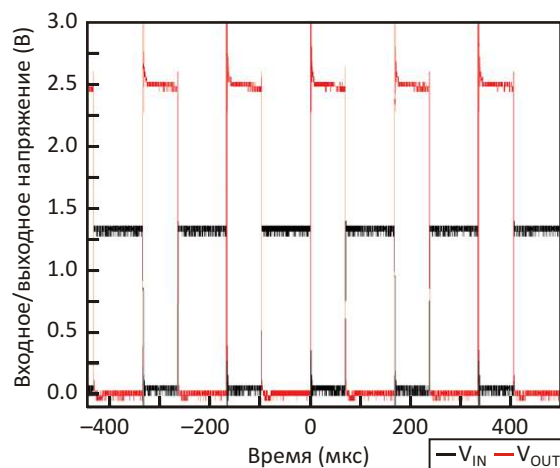


Рисунок 3. Совмещение на одной диаграмме выходного и входного напряжения позволяет увидеть небольшую задержку времени включения и выключения, в основном, обусловленную внутренним сопротивлением генератора импульсов, используемого в качестве источника тестового сигнала.

жения во время выключения связаны с тем, что сопротивление резистора R2 содержит небольшую индуктивную составляющую. В зависимости от тока стока и крутизны выбранного MOSFET, для переключения транзистора можно использовать входной сигнал меньшего уровня.

Схема работает в диапазоне от постоянного тока до высоких частот. Верхняя граница зависит только от используемого MOSFET. Чтобы посмотреть, что получится при установке в схему других MOSFET, воспользуйтесь LTSpice или иными средствами моделирования, заменив оптрон источником постоянного тока. Для нашей схемы используйте в модели источник тока 48 мкА. **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!