

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

РАДИОЛОЦМАН

Ноябрь 2012

Использование анализатора сигналов для измерения уровня шума источников питания

Способы диагностики обрывов и коротких замыканий в жгутах проводов

Разработка программного обеспечения – искусство или наука?

Анализаторы временных интервалов компании Brilliant Instruments

Прямой цифровой синтез

ИЗМЕРЕНИЯ-2

Оформление бесплатной подписки:

www.rlocman.ru/magazine

ОГЛАВЛЕНИЕ

НОВОСТИ

Новые осциллографы Agilent могут отображать информацию на экранах планшетников	5
Silicon Labs выпускает однокристалльный датчик относительной влажности	6
Toshiba выпустила чипсет для мониторинга состояния автомобильных литий-ионных аккумуляторов	8
Analog Devices представила самые миниатюрные в мире изолированные DC/DC преобразователи	10
Быстродействие магниторезистивной памяти компании Everspin в 500 раз превосходит NAND flash	11
Seiko Epson выпускает высокопроизводительные промышленные угломеры и акселерометры	12
Microchip представила высоковольтный быстродействующий ШИМ контроллер понижающего преобразователя напряжения с интегрированным драйвером MOSFET	14
Analog Devices создала первый в отрасли полностью изолированный АЦП для многофазных приборов учета электроэнергии	15
Touchstone Semiconductor предлагает 12-битный АЦП со скоростью 300 kSPS по цене менее \$1	16
Новый датчик изображения OmniVision обеспечит качественную съемку при низкой стоимости	17
LDO регулятор в миниатюрном корпусе SOT753 обеспечивает ток до 300 мА	18
Wolfson выпускает высококачественные МЭМС-микрофоны для HD стереосистем	19

СТАТЬИ

Прямой цифровой синтез	21
Использование анализатора сигналов для измерения уровня шума источников питания, стабилизаторов и источников опорного напряжения	28
ЛЕГКОВЕСЫ ЭЛЕКТРОНИКИ. Анализаторы временных интервалов компании Brilliant Instruments	32
Способы уменьшения тепловыделения в однотактных трансформаторных конвертерах. Часть 3	36
Highscreen Alpha GT и GTR: недорогие смартфоны мирового уровня с двумя SIM-картами	42
Внедрение эфирного цифрового телевидения и производство абонентского оборудования в России	46
Разработка программного обеспечения – искусство или наука?	52

СХЕМЫ

Четыре логических пробника на одной КМОП микросхеме. Часть 2	57
Дешевый способ получения дополнительных напряжений на выходе мостового выпрямителя	61
Способы диагностики обрывов и коротких замыканий в жгутах проводов	63
Автономный цифровой вольтметр на многоканальном АЦП	67

Самый совершенный инструмент
для проектирования электроники

Altium
Designer

теперь дешевле
на **20%***

*Предложение действительно до 31 декабря 2012 года

Altium

Получить подробную информацию вы можете на сайте
www.nanocad.ru, отправив запрос по адресу altium@nanocad.ru
или по тел.: (495) 645-86-26

NANOCAD

Новые осциллографы Agilent могут отображать информацию на экранах планшетников

EDN

Если вы посмотрите на список возможностей, заложенных Agilent в семейство InfiniiVision 4000 X-Series цифровых запоминающих осциллографов (DSO) и осциллографов смешанных сигналов (MSO), вы можете прийти к заключению, что другие приборы инженеру-электронщику просто не нужны. 16 моделей серии, функциональные возможности которых, по утверждению Agilent, можно легко наращивать, имеют 2 или 4 аналоговых канала с полосой от 200 МГц до 1.5 ГГц. (MSO дополнительно имеют по 16 цифровых каналов, каждый с максимальной скоростью выборки 1.25 Гвыб/с и глубиной памяти 2 млн. точек). Стоят новые приборы от \$5600 до \$22,000.

При использовании всех каналов максимальная скорость выборки составляет 2.5 Гвыб/с, а в режиме чередования, когда активна лишь половина каналов, увеличивается до 5 Гвыб/с при глубине памяти 4 млн. точек. К стандартным возможностям осциллографов относится возможность сегментирования памяти для синхронной выборки нескольких отсчетов протяженных во времени сигналов. Кроме того, в приборах реализована оригинальная технология Agilent MegaZoom IV, позволяющая изучать редкие аномалии, захватывая до 1 млн. сигналов в секунду. При необходимости исключения искажений, вызванных наложением спектров (англ. – «aliasing»), возникающим при исследовании сигналов, содержащих частоты выше

половины частоты выборки, пользователи могут выбрать режим чередования каналов для наблюдения осциллограмм, содержащих значимую информацию за пределами полосы 1.25 ГГц.



Самой революционной особенностью предлагаемых по умеренной цене приборов InfiniiVision 4000 X-Series с полосой пропускания от 200 МГц до 1.5 ГГц является возможность использовать планшетный компьютер в качестве сенсорного экрана и многих элементов панели управления осциллографа.

Среди множества других особенностей выделяется емкостной сенсорный экран с диагональю 12.1 дюйма и разрешением 800 600 пикселей с поддержкой распознавания жестов, в частности, для перетаскивания панелей в требуемое место экрана. MSO выполняют пять функций, из которых три основные:

- осциллограф,
 - логический анализатор,
 - анализатор протоколов
- и две опциональные:
- генератор сигналов произвольной формы,
 - 3-разрядный цифровой вольтметр.

Во всех моделях реализовано сенсорное управление запуском с возможностью привязки к определенной области фронта импульса.

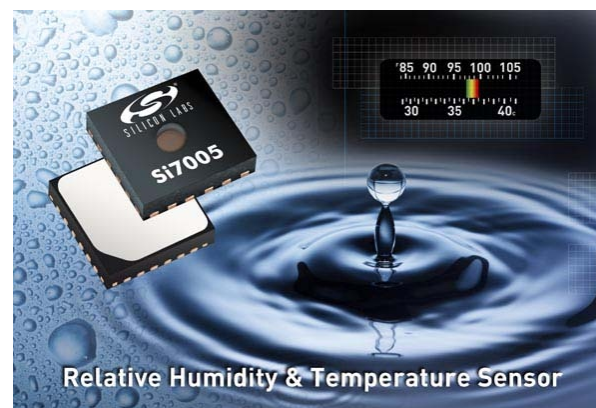
Но, вероятно, самой удивительной особенностью приборов является возможность использовать iPad или любой другой планшетный компьютер с ОС Android в качестве сенсорного экрана и многих элементов панели управления осциллографа. При этом вам даже не потребуются провода, наоборот, они будут только мешать, поскольку для связи используется Wi-Fi. Представьте себе типичную ситуацию, когда вы не в состоянии приблизиться на достаточное расстояние к осциллографу, стоящему на заваленном оборудованием лабораторном столе, а вам требуется изучить мелкие детали сложного сигнала. А с новыми приборами, положив на колени свой планшетник и подобрав удобный наклон спинки кресла, вы сможете разглядывать осциллограмму со сколь угодно близкой дистанции.

Silicon Labs выпускает однокристалльный датчик относительной влажности

Компактная микросхема сенсора позволит снизить стоимость систем и упростить разработку приложений мониторинга и управления влажностью и температурой

Компания Silicon Labs представила цифровой однокристалльный датчик относительной влажности и температуры Si7005. В микросхеме реализована самая современная техноло-

гия измерения относительной влажности: сочетание схемы обработки смешанных сигналов, выполненной по КМОП технологии, и надежного метода измерения влажности с использованием полимерной диэлектрической пленки. Датчик идеален для применения в автомобильных системах климат-контроля и вентиляции, в системах управления микроклиматом зданий, метеостанциях, оборудовании пищевой промышленности, в холодильном оборудовании, а также в принтерах и медицинских инструментах.



В традиционных решениях для измерения относительной влажности используются дискретные резистивные и емкостные сенсоры, гибридные и многокристалльные модули. К основными недостатками таких решений относятся большое количество электронных компонентов, высокая стоимость, большая площадь, занимаемая на печатной плате, сложность сборки и необходимость пользовательской калибровки. Датчик Si7005 намного компактнее, надежнее и гораздо проще в использовании.

Si7005 откалиброваны в заводских условиях и представляют собой законченное Plug-and-Play решение для измерения относительной влажности и температуры. Цифровой выход и заводская калибровка освобождают

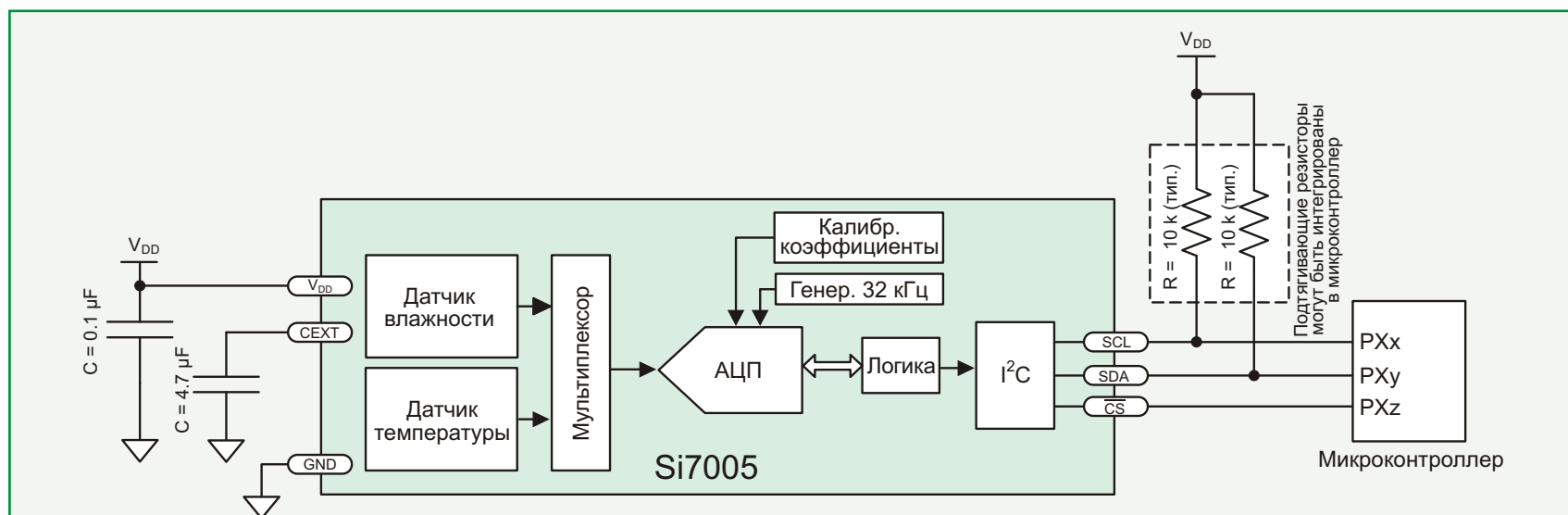
разработчиков от сложной процедуры настройки датчика, а также делают датчики полностью взаимозаменяемыми. При смене одного датчика на другой не потребуется никакого изменения ПО, обновления прошивок или повторных калибровок. Таким образом, потребитель может полностью исключить из производственной цепочки одну из самых трудоемких операций. Упакованные в блистер ленту компактные корпуса QFN рассчитаны как на автоматизированную сборку печатных плат, так и на традиционную пайку, дополнительно способствуя сокращению производственных затрат изготовителя конечного изделия.

При создании Si7005 использовались самые передовые технологии изготовления прецизионных монолитных датчиков влажности и температуры. Температурный сенсор основан на встроенном источнике опорного напряжения. Влажность определяется стандартным способом, путем измерения изменения емкости нанесенной на поверхность кристалла пленки с низкой диэлектрической проницаемостью. Рекордно низкое для датчиков

такого класса энергопотребление, при одном измерении в минуту составляющее, в среднем 2 мкА, позволяет применять его в системах с батарейным питанием.

Для включения Si7005 в состав схемы достаточно всего двух блокировочных конденсаторов – несоизмеримо меньше, чем требуется для получения той же функциональности при использовании дискретных решений. На одном монолитном КМОП кристалле Si7005 объединены чувствительные элементы, АЦП, схема обработки сигналов, энергонезависимая память для хранения калибровочных коэффициентов и интерфейс I²C. Столь высокий уровень интеграции позволил создать исключительно прочный и надежный прибор, снизить время и стоимость разработки, упростить конструкцию печатной платы.

Компания также разработала инновационное решение, защищающее датчики от повреждения и загрязнения. Si7005 поставляются с дополнительным, установленным в процессе заводской сборки, покрытием, предохраняющим его от жидкостей и твердых частиц до, во время и после монтажа, а также на



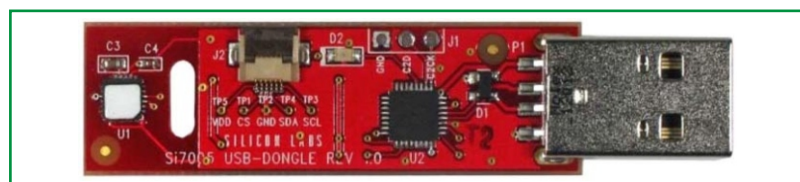
Функциональная схема Si7005

протяжении всего срока службы конечного продукта. Этот инновационный фильтр устраняет материальные и трудовые затраты, с которыми сталкиваются пользователи конкурирующих изделий, и никак не влияет на чувствительность датчика.

Доступность и цена

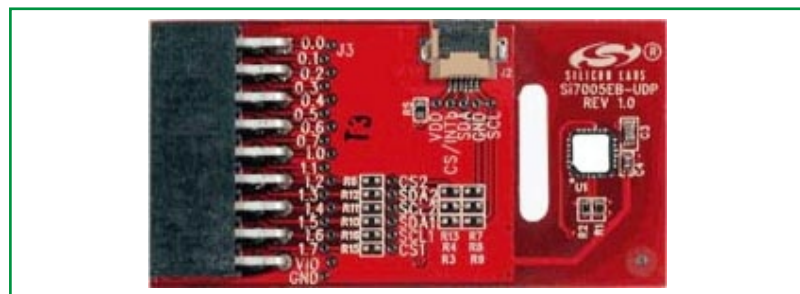
В настоящее время уже начато массовое производство датчиков в корпусах QFN размером 4 × 4 мм. Цена одного прибора в партиях 10,000 шт. начинается от \$3.64.

В помощь разработчикам Silicon Labs предлагает несколько оценочных и отладочных инструментов на базе датчика Si7005. Демонстрационная дочерняя плата Si7005USB-DONGLE в форм-факторе USB адаптера, ком-



Дочерняя плата Si7005USB-DONGLE

плектуемая гибким кабелем, позволяющим разработчикам исследовать Si7005 в климатических камерах, стоит \$29. За \$49 можно приобрести сменную карту Si7005EVB-UDP



Сменная карта Si7005EVB-UDP

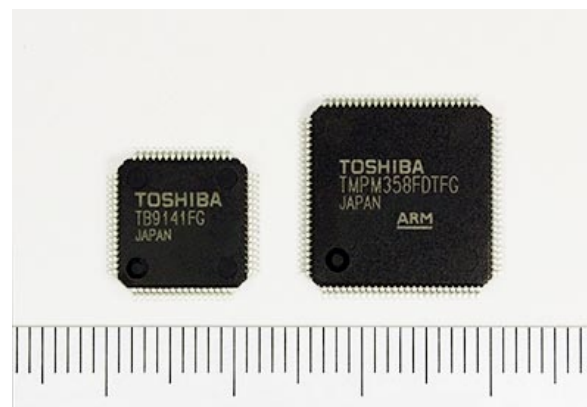
для унифицированной платформы разработки компании Silicon Labs. Оценочный набор Si7005EVB-UDP-F960, предлагаемый за \$149,

содержит дочернюю плату с ультра экономичным микроконтроллером C8051F960 и не нуждается в подключении к ПК. Доступны также программные драйверы для платформ Linux и Android.

Toshiba выпустила чипсет для мониторинга состояния автомобильных литий-ионных аккумуляторов

Первый в отрасли чипсет, способный анализировать состояние 16 аккумуляторных ячеек

Компания Toshiba объявила о выпуске чипсета для мониторинга состояния литий-ионных автомобильных аккумуляторов. Входящая в состав чипсета микросхема мониторинга состояния аккумулятора является первым в отрасли устройством, способным обслуживать до 16 аккумуляторных ячеек, что позволит сократить количество компонентов и создать простые и дешевые системы контроля.



Новый чипсет, состоящий из микросхемы мониторинга аккумулятора (TB9141FG) и мик-

роконтроллера (TMPM358FDTFG), определяет уровни оставшегося заряда и перераспределяет их между ячейками, также он может определить аварийное состояние аккумулятора. Это идеальное решение позволяет применить передовые технологии управления аккумулятором, необходимые для гибридных автомобилей и электромобилей.

TB9141FG выдерживает напряжение до 96 В и может осуществлять мониторинг литий-ионного аккумулятора с 16 ячейками. Микросхема способна поддерживать связь в зашумленной среде благодаря дифференциальной передаче сигналов между соединенными последовательно двумя или более TB9141FG, что очень важно для автомобильных приложений.

TMPM358FDTFG представляет собой 32-разрядный RISC-микроконтроллер с ядром ARM CortexTM-M32 и соответствует требованиям функциональной безопасности (стандарты IEC61508/ISO26262). Благодаря функции резервного копирования RAM, режиму сна и оригинальным технологиям компании Toshiba, обеспечивающим низкое потребление мощности, микроконтроллер позволит создать систему мониторинга с пониженным энергопотреблением.

Toshiba выпустит оценочную плату, состоящую из TB9141FG и TMPM358FDTFG, а также библиотеку программ. Это позволит клиентам с легкостью создавать свои собственные системы мониторинга аккумуляторов.

Ключевые особенности TB9141FG

- Мониторинг состояния до 16 ячеек
- Помехоустойчивая связь



- Точность измерения ± 2 мВ
- Измерение напряжения при балансировке заряда между ячейками
- Встроенные функции самодиагностики

Ключевые особенности TMPM358FDTFG

- Функция резервного копирования при снижении напряжения питания
- Функция выявления и исправления ошибок
- Встроенные функции самодиагностики
- Программные библиотеки, разработанные в соответствии со стандартом ISO26262

Доступность

Поставки образцов чипсета и оценочной платы начнутся, соответственно, в феврале и марте 2013 года. Массовый выпуск продукции запланирован на апрель 2014 года. Стоимость TB9141FG и TMPM358FDTFG составляет \$10 и \$12, соответственно.

Analog Devices представила самые миниатюрные в мире изолированные DC/DC преобразователи

Новые изолированные DC/DC преобразователи компании Analog Devices, в которых используется технология isoPower, позволят на 75% сократить площадь, занимаемую на печатной плате

Analog Devices (ADI) представила самые миниатюрные в мире изолированные DC/DC преобразователи. Приборы ADuM5010, ADuM6010, ADuM521x и ADuM621x, в которых используется запатентованная ADI технология изолированных DC/DC конвертеров *isoPower*, способны отдавать в нагрузку мощность до 150 мВт, по сравнению с конкурирующими модульными решениями значительно сокращая площадь, занимаемую на печатной плате. В ADuM521x и ADuM621x, помимо преобразователей, интегрированы по два цифровых изолированных канала передачи данных, основанных на отмеченной наградами технологии ADI *iCoupler* и позволяющих создать гальванически развязанную линию информационного обмена на площади в 4 раза меньшей, чем при использовании альтернативных решений, основанных на оптронах. Но фоне постоянно ужесточающихся требований к объему и энергопотреблению электронных систем разработчики смогут воспользоваться всеми преимуществами новых приборов при

конструировании управляющих систем, тестового и контрольного оборудования, источников питания, драйверов двигателей и других промышленных и измерительных устройств.



Все новые DC/DC преобразователи обеспечивают на выходе стабилизированное регулируемое напряжение от 3.15 до 5.25 В. Сертифицированное напряжение изоляции приборов ADuM5010 и ADuM521x составляет 2.5 кВ с.к.з. (при продолжительности теста 1 мин), в то время ADuM6010 и ADuM621x пока сертифицированы на напряжение 3.75 кВ с.к.з. с перспективой дальнейшего улучшения этого показателя согласно нормам стандарта VDE 0884-10. Включение цифровых информационных каналов *iCoupler* в состав ADuM521x и ADuM621x позволит сократить количество необходимых компонентов, упростить конструкцию, поднять скорость обмена данными, повысить надежность и эффективность конечной системы и отказаться от использования оптоизоляторов. В ближайшее время ожидается появление 4-канальных преобразователей.

Изолированные DC/DC преобразователи сокращают сроки разработки систем

Желая помочь конструкторам сократить время разработки, избавив их от дорогостоящего и трудоемкого процесса индивидуаль-

ной сертификации каждого из десятка, или более, компонентов дискретных DC/DC преобразователей, Analog Devices заранее сертифицировала свои новые модули. Позволит упростить конструкцию и ускорить вывод продукции на рынок и то обстоятельство, что для работы модулей не требуется никаких внешних элементов, кроме двух блокировочных конденсаторов.

Ключевые особенности изолированных DC/DC преобразователей ADuM5010/ADuM6010 и ADuM521x/ADuM621x

- Компактный 20-выводной корпус SSOP с длиной пути утечки по корпусу 5 мм
- Регулируемый выход от 3.15 до 5.25 В
- Выходная мощность до 150 мВт
- Высокая скорость: 100 Мб/с
- Высокая рабочая температура окружающей среды: 105 °C
- Устойчивость к переходным процессам со скоростью нарастания более 25 кВ/мкс



Доступность и цена

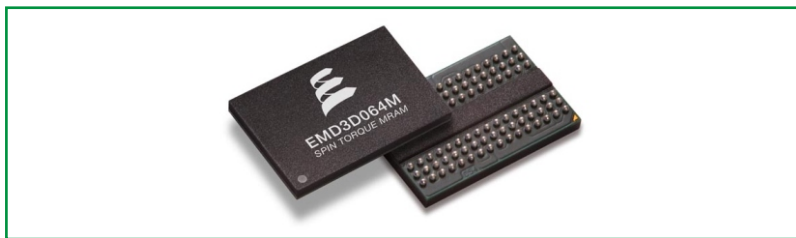
Микросхемы и оценочные платы имеются на складах дистрибьюторских компаний Digi-Key Corp. and Premier Farnell.

Продукт	Доступность образцов	2 канала iCoupler	Цена	Корпус
ADuM5010	Сейчас	—	\$1.54	SSOP-20
ADuM6010	Сейчас	—	\$2.24	SSOP-20
ADuM5210	Сейчас	Да	\$2.32	SSOP-20
ADuM5211	Сейчас	Да	\$2.32	SSOP-20
ADuM5212	Сейчас	Да	\$3.32	SSOP-20
ADuM6210	Сейчас	Да	\$3.36	SSOP-20
ADuM6211	Сейчас	Да	\$3.36	SSOP-20
ADuM6212	Сейчас	Да	\$3.36	SSOP-20
EVAL-ADUM5010EBZ Оценочная плата	Сейчас		\$59.00	
EVAL-ADUM5210EBZ 2 канала Оценочная плата	Сейчас		\$69.00	

Быстродействие магниторезистивной памяти компании Everspin в 500 раз превосходит NAND flash

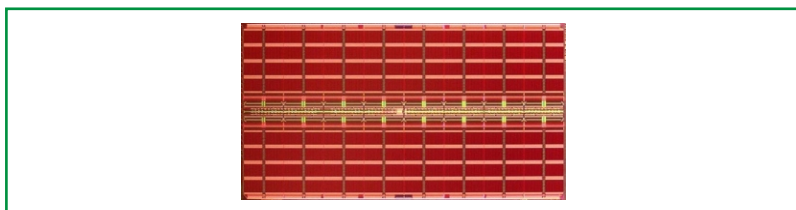
Компания Everspin Technologies выводит на рынок первую коммерческую микросхему магниторезистивной оперативной памяти на основе переноса спинового момента (Spin-Torque Magnetoresistive RAM – ST-MRAM), – новый тип памяти со сверхмалыми задержками, которая может стать быстродействующей альтернативой подсистемам энергонезависимой DRAM.

Устройство емкостью 64 Мб является первым в линейке продукции компании Everspin, которую она планирует расширить высокоскоростными моделями объемом до 1 Гб. Новый тип памяти в 500 раз превосходит по скорости NAND flash и также долговечен, как DRAM.



Фотография корпуса

Являясь первой полупроводниковой памятью, сочетающей в себе скорость и надежность DRAM и энергонезависимость Flash, ST-MRAM даст разработчикам систем хранения данных возможность добиться сверхмалых задержек, повысить надежность за счет большого количества циклов обращения и защитить данные в случае потери питания. Одним из примеров потенциального использования нового продукта может быть оборудование для облачного хранения информации. С учетом увеличения числа пользователей и количества информации, необходимость в емких хранилищах с быстрым доступом становится очевидной.



Фотография кристалла

Собственная технология переноса спинового момента компании Everspin (Spin-Torque technology) использует для переключения спин-поляризованный ток. Модель

EMD3D064M емкостью 64 Мб функционально совместима с отраслевым стандартом JEDEC интерфейса DDR3, позволяющим пересылать данные со скоростью до 1600 миллионов передач в секунду на одну линию ввода/вывода, что соответствует пропускной способности памяти 3.2 ГБ/с. Микросхема предлагается в стандартном для DDR3 корпусе WBGA.

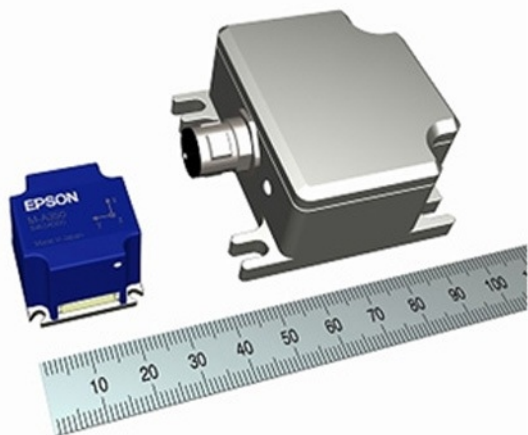
Микросхемы ST-MRAM примерно в 50 раз дороже, чем NAND flash, а это означает, что перспективы их применения в качестве обычных запоминающих устройств пока весьма сомнительны. Тем не менее, как ожидается, цена за гигабайт ST-MRAM в течение ближайших 5 лет упадет с уровня SRAM до уровня DRAM.

Everspin уже предоставляет рабочие образцы микросхем EMD3D064M отдельным заказчикам, а подробности относительно широкой доступности продукта сообщит в 2013 году.

Seiko Epson выпускает высокопроизводительные промышленные угломеры и акселерометры

Компания Seiko Epson разработала компактные модели двух угломеров и двух акселерометров (трехосные сенсорные модули), которые могут использоваться для различных технических решений. Эти продукты обеспечивают в течение длительного периода времени стабильный мониторинг с разрешением до 0.001 градуса (угломер) и 10 мкG (акселерометр). Epson начнет поставки первых образцов в январе 2013 года, и в 2013 году планирует начать массовое производство.

Подобные датчики используются в промышленном и гражданском строительстве для мониторинга горизонтальных и вертикальных плоскостей высотных зданий и других крупных сооружений, а также для контроля происходящих со временем изменений при незначительной сейсмической активности, измерения деформаций и повреждений конструкций после землетрясений. Тем не менее, используемые до последнего времени для таких измерений и зондирования высокоточные угломеры и акселерометры были дорогими, большими и тяжелыми, что серьезно затрудняло их использование. Необходимы были компактные, энергоэффективные и недорогие системы мониторинга на основе полупроводниковых MEMS датчиков, обладающих долговременной точностью и стабильностью, как у датчиков на основе сервомеханизмов.



«Чтобы удовлетворить требованиям заказчиков мы использовали нашу уникальную технологию QMEMS^{*)} при разработке новых кварцевых акселерометров, обладающих и высокой точностью, и стабильностью», — сказал Тосихико Кано (Toshihiko Kano), главный

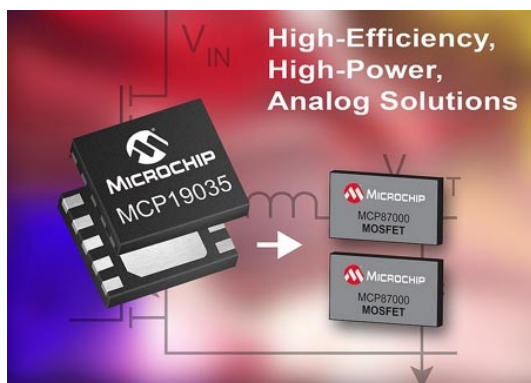
менеджер Epson M Project. — «Мы объединили в этих датчиках полупроводниковые и программные технологии для создания удобных в использовании высокопроизводительных угломеров и акселерометров. Мы будем поставлять такие угломеры и акселерометры, как встроенные модели, так и в виде CAN совместимых модулей в водонепроницаемом и пылезащищенном исполнении, которые могут быть использованы в различных сферах применения».

Такие датчики упрощают создание гибкой системы мониторинга профессионального уровня. Они также могут быть легко использованы для реализации разветвленных и синхронных систем измерения. С помощью цифрового интерфейса заказчики смогут создавать системы мониторинга с более высокими анти-шумовыми характеристиками, с возможностью удаленного измерения в гораздо более сжатые промежутки времени.

^{*)} QMEMS представляет собой комбинацию кварца (Q) — материала, обладающего высокой точностью и превосходной стабильностью частоты, с MEMS (микроэлектромеханической системой). Устройства QMEMS выполнены на основе микротехнологического процесса на кварцевом материале, вместо используемых MEMS полупроводниковых материалов, что обеспечивает высокий уровень характеристик в компактном корпусе. QMEMS является зарегистрированной торговой маркой компании Seiko Epson.

Microchip представила высоковольтный быстродействующий ШИМ контроллер понижающего преобразователя напряжения с интегрированным драйвером MOSFET

Microchip Technology анонсировала новое семейство контроллеров преобразователей энергии, а также первую в своей производственной истории серию мощных MOSFET. Контроллер ШИМ и дополняющее его семейство MOSFET с низким комплексным показате-



лем потерь (Figure of Merit – FOM) предназначены для создания высокоэффективных DC/DC преобразователей, используемых как в потребительских, так и в промышленных приложениях. Семейство миниатюрных аналоговых ШИМ-контроллеров MCP19035 с интегрированным синхронным драйвером MOSFET имеет потрясающие переходные характеристики. Микросхемы работают на частоте 300 кГц в диапазоне входных напряжений от 4.5 до 30 В и, благодаря заводской настройке блока формирования мертвого времени, позволяют разработчикам оптимизировать

характеристики устройств для различных типов MOSFET. Семейство MCP19035, в комбинации с транзисторами MCP87xxx, или иными MOSFET, имеющими низкий FOM, позволяет создавать DC/DC преобразователи с КПД, превышающим 96%.



Семейство быстродействующих MOSFET MCP87xxx, предлагаемых в стандартных для отрасли корпусах PDFN размером 5 6 мм и 3.3 3.3 мм, характеризуется исключительно низким значением FOM. На данный момент предлагаются три прибора: MCP87022, MCP87050 и MCP87055 с сопротивлением открытого канала, соответственно, 2.2 мОм, 5.0 мОм и 5.5 мОм.

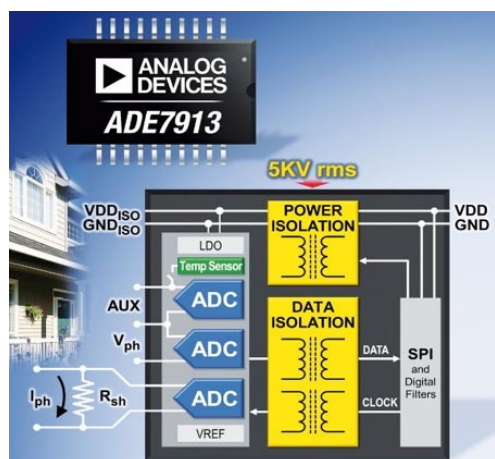
Цены и доступность

MCP19035 и MCP87xxx доступны как в единичных образцах, так и в промышленных объемах. Микросхемы MCP19035 предлагаются в 10-выводных корпусах DFN размером 3x3 по стартовой цене \$1.12 за штуку при покупке не менее 5,000 приборов.

Транзисторы MCP87022 и MCP87050 выпускаются в 8-выводном корпусе PDFN размером 5 6 мм, а MCP87055 – в 8-выводном корпусе PDFN с габаритами 3.3 3.3 мм. В партиях из 5,000 шт. каждый транзистор стоит \$0.96, \$0.45 и \$0.39, соответственно.

Аnalog Devices создала первый в отрасли полностью изолированный АЦП для многофазных приборов учета электроэнергии

Компания Analog Devices (AD) представила первый в отрасли полностью изолированный АЦП, разработанный для использования в многофазных приборах учета электроэнергии. 3-х каналный сигма-дельта АЦП ADE7913, выполненный с использованием патентованных технологий Analog Devices iCoupler и isoPower, предназначен для преобразования сигналов датчиков и передачи информации

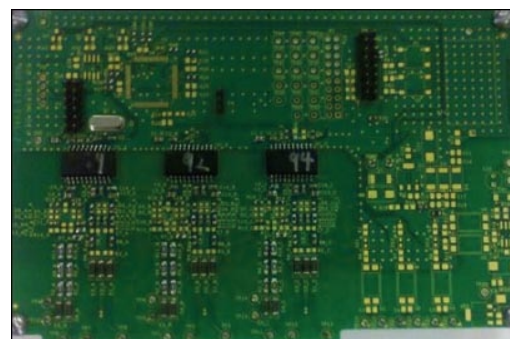


через барьер с напряжением изоляции 5 кВ. Этот метод позволяет использовать чувствительные резисторные шунты вместо трансформаторов тока (ТТ), тем самым обеспечивая устойчивость к магнитным помехам и защиту от несанкционированного доступа. Использование шунтов вместо трансформатора тока также снижает стоимость системы и ее габариты.

«В прошлом производители многофазных измерителей выбирали между системами на основе ТТ, восприимчивыми к внешним магнитным полям, или системами с дискретными компонентами на основе шунта, отличающимися чрезмерной сложностью и функциональными ограничениями», – сказал Ронн Клигер (Ronn Kliger), директор Energy Group, Analog Devices. – «Теперь, с появлением интегрированных компонентов, включающих синхронизированное аналого-цифровое преобразование и гальваническую развязку, наши клиенты могут разрабатывать многофункциональные, экономически эффективные решения для метрологии, которые полностью невосприимчивы к электромагнитным помехам».

Основные характеристики интегральной микросхемы для учета энергии ADE7913:

- Три 24-х битных АЦП: один канал тока и два канала напряжения
- Интегрированный изолированный DC/DC преобразователь isoPower
- До четырех микросхем ADE7913 в системе измерения энергии синхронизируются от одного резонатора или внешней тактовой частотой
- Встроенный датчик температуры
- Интегрированный источник опорного напряжения и регулятор напряжения
- Последовательный интерфейс SPI



Цена и предложение

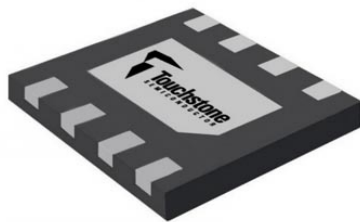
Микросхема	Доступность	Каналы	Цена	Корпус
ADE7913	В продаже	1 канал тока и 2 канала напряжения	\$5.71	WSOIC-20
ADE7912	В продаже	1 канал тока и 1 канал напряжения	\$5.42	WSOIC-20

EVAL-ADE7913EBZ – отладочная плата для ADE7913 предлагается сейчас по цене \$350.00.

AD также недавно представила для измерений в многофазных системах учета электроэнергии набор микросхем ADE7978, удовлетворяющий самому высокому уровню метрологических измерений и обеспечивающий контроль качества электроснабжения в 3-х фазных системах.

Touchstone Semiconductor предлагает 12–битный АЦП со скоростью 300 kSPS по цене менее \$1

Touchstone Semiconductor анонсировала новый 12-разрядный одноканальный АЦП с однополярным питанием TS7003 – первый конвертер в портфеле изделий компании.



В миниатюрном корпусе TDFN размером 3 3 мм TS7003 содержатся УВХ с частотой

выборки 10 МГц, высокоскоростной последовательный цифровой интерфейс и внутренний ИОН 2.5 В с начальной точностью $\pm 0.6\%$ и температурным дрейфом 30 ppm/°C. TS7003 – первый в отрасли 12-разрядный АЦП последовательного приближения, который можно приобрести дешевле, чем за \$1: в партиях от 1000 микросхемы они предлагаются по цене \$0.95 за штуку. Для питания АЦП требуется один источник питания с напряжением от 2.7 до 3.6 В. Потребляемая мощность при частоте выборки 300 kSP не превышает 2.8 мВт.

Трехпроводный последовательный интерфейс микросхемы TS7003 подключается непосредственно к микроконтроллеру или иному устройству с совместимым интерфейсом. АЦП очень прост в использовании и не нуждается в каких-либо внешних логических схемах. Процессы преобразования и обмена синхронизируются общим тактовым сигналом интерфейса.

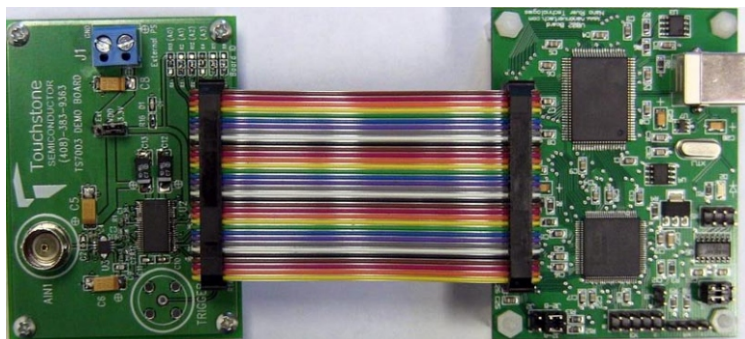
Низкая потребляемая мощность, простота подключения и миниатюрность корпуса позволяют использовать микросхему в удаленных датчиках и приложениях сбора данных, особенно чувствительных к размерам печатной платы и энергопотреблению. Области применения прибора включают управление технологическими процессами, автоматизацию производства, портативные регистраторы информации, устройства рукописного ввода, планшетные компьютеры, медицинское оборудование и измерительные приборы с батарейным питанием.

Основные особенности

- Полная совместимость по выводам с MAX1286 при значительном превосходстве в скорости

- Одно напряжение питания +2.7 ... +3.6 В
- DNL и INL (дифференциальная нелинейность и интегральная нелинейность): не более ± 1 LSB
- Быстродействие 300 kSPs (тысяч выборок в секунду)
- Низкий ток потребления в режиме преобразования на максимальной скорости 300 kSPs: 0.95 мА
- Низкий ток потребления в выключенном состоянии: 0.2 мкА
- Внутренняя УВХ с частотой выборки до 10 МГц
- Внутренний ИОН 2.5 В с начальной точностью $\pm 0.6\%$
- 3-проводные последовательные интерфейсы SPI, QSPI, MICROWIRE
- 8-выводной корпус TDFN-EP с габаритами 3 × 3 мм

Для облегчения оценки динамических характеристик АЦП TS7003 Touchstone предлагает отладочную платформу TSDA-VB-Kit-ND, которую за \$175 можно приобрести у Digi-Key. Комплект состоит из двух плат, соединяемых 34-жильным плоским кабелем: собственно АЦП и самонастраивающейся платы для быстрого преобразования Фурье.



Доступность

При цене \$0.95 (в партии 1000 шт.) одноканальная микросхема TS7003 стоит на \$3 меньше, чем совместимая с ней по выводам Maxim MAX1286, имея при этом вдвое большее быстродействие. Все параметры АЦП гарантируются в диапазоне температур от -40 до $+85$ °С. Приборы выпускаются в низкопрофильном 8-выводном корпусе TDFN со вскрытым теплоотводящим основанием. Микросхемы TS7003 имеются на складе и могут поставляться через дистрибьюторов компании.

Новый датчик изображения OmniVision обеспечит качественную съемку при низкой стоимости

Компания OmniVision Technologies представила свою последнюю разработку – датчик изображения OV5645. Эта система-на-кристалле добавит бюджетным смартфонам целый ряд новых впечатляющих возможностей при сохранении их стоимости на прежнем уровне.

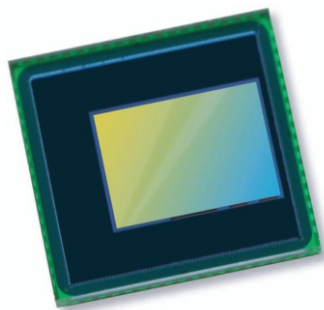


OV5645 является развитием модели OV5640, выпущенной ранее и ставшей очень популярной у изготовителей некоторых типов

камер. Как и в OV5640, в составе OV5645 сохранился порт MIPI, но в остальном новый продукт значительно отличается от своего предшественника. В OV5645 отсутствует компрессор JPEG, который был в OV5640, а также интерфейс DVP.

Однако то, что унаследовал OV5645 из списка возможностей OV5640, является очень важным. Теперь с помощью нового датчика можно получать 5-мегапиксельные изображения, датчик приобрел встроенную систему управления автофокусом с линейным приводом. Кроме того, новый подход к архитектуре «картинка-в-картинке» позволяет подключить дополнительную камеру к основной камере, что устраняет необходимость во втором интерфейсе MIPI.

Что касается видеосъемки, то OV5645 способен снимать видео с разрешением 720p при частоте 60 кадров в секунду и 1080p при частоте 30 кадров в секунду, при этом на уровне пользователя возможно изменение формата. В представленном датчике имеется даже новая функция фильтрации, позволяющая устранить «зигзаг-артефакты» с наклонных кромок кадра и минимизировать дефекты пространственных неровностей.



Исключение некоторых устаревших и более дорогостоящих решений и замена их в OV5645 новыми позволили расширить функциональные возможности датчиков, одновре-

менно снизив их цену, что весьма важно для рынка бюджетных смартфонов, на который и ориентированы, в первую очередь, новые сенсоры. Серийное производство OV5645 начнется в первом квартале 2013 года.

Очевидно, что OV5645 является довольно мощной системой, которая сделает недорогие смартфоны привлекательными не только благодаря низкой стоимости, но и за счет богатого набора возможностей. Это позволяет предположить, что уровень доверия к новой продукции будет стремительно расти, и в целом, ее ожидает успех.

LDO регулятор в миниатюрном корпусе SOT753 обеспечивает ток до 300 мА

Компания NXP представила микросхему LD6836TD – миниатюрный стабилизатор с малым падением напряжения (LDO) в совместимом с SOT23-5 корпусе SOT753 размером 2.9 1.5 1.0 мм. Сверхнизкое падение напряжения при токе нагрузки 300 мА обеспечивает длительное время работы от батареи и превосходную эксплуатационную стабильность, при этом корпус обеспечивает оптимальное рассеивание тепла.

Он идеален для аналоговых и цифровых интерфейсов, требующих меньшего напряжения питания, чем стандартные значения, используемые в бытовой технике, промышленных и компьютерных системах.



Основные особенности:

- Выходной ток до 300 мА
- Сверхнизкое падение напряжения: 100 мВ при токе 300 мА
- Низкий уровень шума: всего 30 мкВ с.к.з.
- Диапазон входного напряжения: 2.3 В ... 5.5 В
- Фиксированное выходное напряжение: 1.2 В ... 3.6 В
- Встроенная защита от электростатических разрядов 10 кВ (модель человеческого тела)
- Время включения 150 мкс.

Основные области применения:

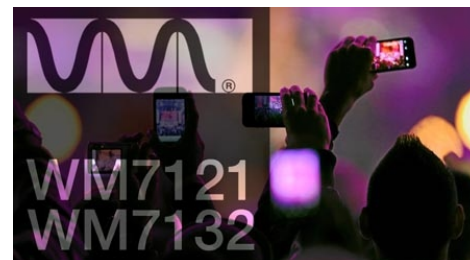
- Телевизоры и телевизионные приставки
- Blu-ray и медиаплееры
- Навигаторы
- Автоматизация зданий
- Приложения с распределенным питанием
- Настольные и планшетные ПК
- Ноутбуки, нетбуки, ультрабуки
- Цифровые фото- и видеокамеры
- Игровые планшеты.

Wolfson выпускает высококачественные МЭМС-микрофоны для HD стереосистем

Компания Wolfson Microelectronics представила поставляемые согласованными парами высококачественные кремниевые анало-

говые МЭМС-микрофоны с верхним (WM7121) и нижним (WM7132) расположением акустических портов, которые могут поднять на новый уровень качество звука широкого спектра устройств потребительской электроники.

Видео высокой четкости (HD) уже можно считать стандартом для многих потребительских электронных устройств, а по данным статистики GSM Arena около 70% подростков еженедельно снимают видео на свои мобильные телефоны, поэтому потребность в высококачественном звуке, соответствующим качеству HD видео, сейчас особенно велика.



Высокое отношение сигнал-шум новых микрофонов, равное 65 дБ, сверхнизкий уровень искажений и частотный диапазон от 10 Гц до 20 кГц позволят добиться HD качества звука и исключительно достоверной аудиозаписи для широкого набора портативных устройств, включая мобильные телефоны, Bluetooth-гарнитуры, навигаторы, игровые консоли и видеокамеры.

Помимо частотных характеристик, критерием отбора микрофонов в пары являются фазовые характеристики и чувствительность, что делает приборы идеальным средством стерео записи и позволяет разработчикам с легкостью интегрировать их в состав своих систем. Доступны также устройства с самым лучшим на сегодняшнем рынке допуском чувствительности ± 1 дБ.

При создании WM7121 и WM7132 использовалась оригинальная КМОП/МЭМС технология изготовления мембран компании Wolfson, обеспечивающая высокую надежность и качество работы в миниатюрном низкопрофильном корпусе. Оба устройства выдерживают высокие температуры, возникающие при автоматизированной пайке, способные повредить обычные микрофоны, что делает новую продукцию идеальной для условий массового производства.

Доступность

Образцы микрофона WM7121 с верхним расположением порта и микрофона WM7132 с нижним расположением порта уже доступны для приобретения.

Прямой цифровой синтез

Stanford Research Systems

Функциональные генераторы известны уже давно. Со временем в эти приборы был добавлен обширный набор возможностей. Начиналось все с нескольких регуляторов для настройки амплитуды и частоты выходного синусоидального сигнала. Сейчас функциональные генераторы обеспечивают широкий диапазон частот, калиброванные выходные уровни, разнообразные по форме сигналы, имеют режимы модуляции, компьютерный интерфейс и, в некоторых случаях, режим колебаний произвольной формы.

Множество добавленных в современный генератор функций усложняет его конструкцию и повышает стоимость. С использованием прямого цифрового синтеза (DDS – direct digital synthesis) появляется возможность радикального изменения привычной конструкции функционального генератора.

Прямой цифровой синтез (ПЦС) обеспечивает удивительную точность частоты и позво-

ляет напрямую управлять частотой, фазой и амплитудной модуляцией. Эти функции, которые ранее были добавляемыми к функциональным генераторам, теперь выполняются естественным образом на основе ПЦС.

Прямой цифровой синтез

Основные понятия ПЦС иллюстрирует метод генерации синусоидального сигнала. На Рисунке 1 представлена блок-схема простого функционального генератора с ПЦС. Синусоидальная функция хранится в таблице ОЗУ. Цифровой синусоидальный выход ОЗУ конвертируется в синусоидальную волну с помощью ЦАП. Ступенчатый сигнал на выходе ЦАП проходит через фильтр НЧ, который обеспечивает на выходе чистую синусоиду.

Частота синусоидального сигнала зависит от регулируемой скорости обращения к таблице ОЗУ. Адрес генерируется добавлением в фазовый аккумулятор константы, хранимой в регистре инкремента фазы (PIR – phase increment register). Обычно скорость добавления константы и частота меняются изменением числа в PIR.

Разрешение по частоте зависит от разрядности PIR. Если PIR, сумматор и

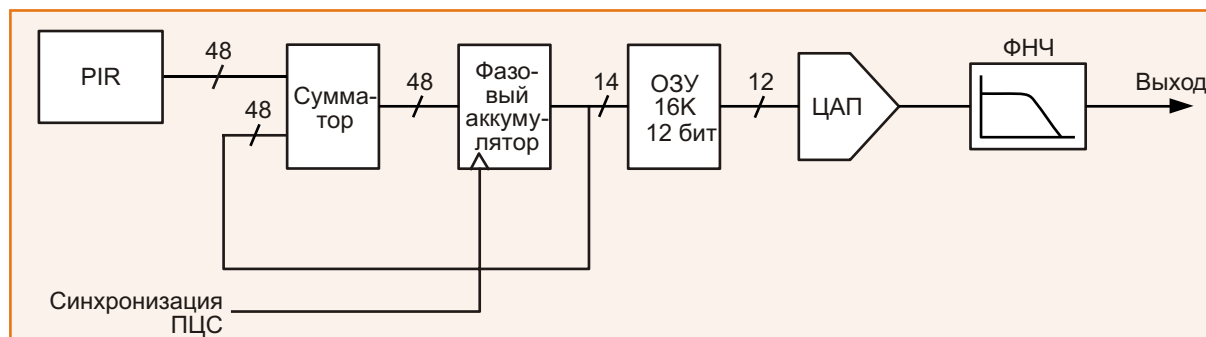


Рисунок 1. Простой функциональный ПЦС генератор.

фазовый аккумулятор поддерживают 48-битные операции, относительное разрешение составит одну часть на 2^{47} (порядка $1 \cdot 10^{14}$). Практически это означает, что 48-разрядный ПЦС генератор способен при выходной частоте 10 МГц обеспечить разрешение лучше 1 мкГц.

Чтобы лучше понять работу DDS, необходимо подробнее рассмотреть ряд деталей, и, прежде всего, частоту выборки, размер ОЗУ, разрешающую способность ЦАП, характеристики фильтра и спектральную чистоту сигнала.

Частота дискретизации

Можно предположить, что для достижения хорошей спектральной чистоты на выходе потребуется большое количество выборок каждого периода синусоиды. Вряд ли синусоида, аппроксимируемая незначительным количеством отсчетов за период, будет похожа на себя. Тем не менее, как ни удивительно, для каждого периода достаточно порядка трех выборок (Рисунок 2). В действительности, если бы мы могли сделать сколь угодно точный фильтр нижних частот, можно было бы довольствоваться лишь двумя выборками на период.

Чтобы обосновать это утверждение, рассмотрим случай с четырьмя выборками на цикл. Квантованная синусоида сжимается в

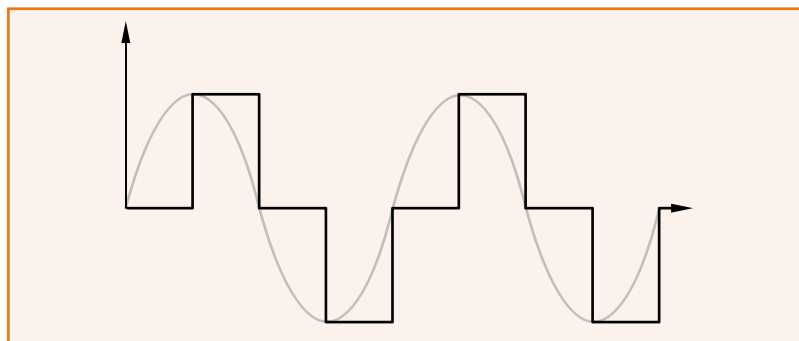


Рисунок 2. Выборки синусоидального сигнала.

пачку импульсов (или меандр, если начать квантование с позиции 45 градусов вместо 0 градусов).

Спектр Фурье для этой импульсной последовательности состоит из компонентов f , $2f$, $3f$... и т.д. Если мы сможем создать фильтр нижних частот для устранения гармонических составляющих импульсов, у нас останется фундаментальная гармоника, т.е. чистая синусоида с частотой f .

В более общем случае, для генерации на выходе частоты f с частотой дискретизации f_s , самая низкая частота ряда Фурье будет $f_s - f$. Этот простой результат становится основой спецификации для фильтра нижних частот: фильтр должен пропускать частоту f и обрезать $f_s - f$.

Фильтры

График на Рисунке 3 представляет передаточную функцию фильтра нижних частот. Как мы видим, фильтр должен пропускать самые высокие генерируемые частоты ($f_{\max}$), и обрезать частоты, начиная с $f_s - f_{\max}$. Создать крутой спад частотной характеристики для фильтров с высокой частотой среза непросто.

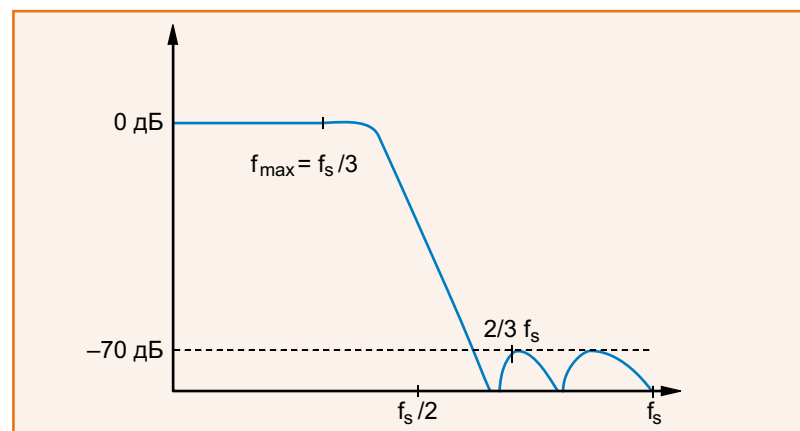


Рисунок 3. Фильтр нижних частот для выходов ПЦС генераторов.

Разумный компромисс, когда $f_{\max} = f_s/3$, позволяет получить фильтр с переходной полосой в одну октаву.

Какое необходимо затухание в полосе подавления? Это зависит от требований к составу паразитных компонентов на выходе. Обычно для функциональных генераторов оно имеет уровень -70 дБн.

Хорошим выбором для данного случая могут быть фильтры Кауэра (эллиптические). Они имеют крутой спад и могут быть разработаны с очень низким уровнем пульсаций в полосе пропускания. Подобным требованиям удовлетворяет, например, фильтр Кауэра девятого порядка.

Фильтры Бесселя

Если фильтры Кауэра являются лучшим выбором при генерации постоянных синусоидальных сигналов, то для формирования сигналов произвольной формы они непригодны. Во временной области фильтры Кауэра имеют очень неприятный выброс. Гораздо лучше подходят для сигналов произвольной формы (пилообразной или треугольной) фильтры Бесселя. Фильтр Бесселя имеет более пологий спад, по сравнению с фильтром Кауэра, зато его фазовая характеристика почти линейна. Отсутствие дисперсии в линейно фазовом фильтре сохранит форму импульса и предотвратит звон во временной области. Фильтр Бесселя седьмой степени с затуханием -3 дБ на частоте среза и $f_c = f_s/4$ будет хорошим выбором для фильтрации сигналов произвольной формы. Этот фильтр позволит иметь длительность переднего фронта импульса на выходе $0.35/f_c$.

Требования к ЦАП и ОЗУ

Большое, быстрое ОЗУ и высокоскоростной ЦАП с высоким разрешением делают ПЦС жизнеспособной технологией для использования в функциональных генераторах. Но насколько большое и быстрое должно быть ОЗУ, и какое требуется разрешение?

Как мы видели, максимальная выходная частота практически составляет $f_s/3$. Таким образом, аккумулятор фазы, ОЗУ и ЦАП должны работать на утроенной максимально необходимой выходной частоте.

Разрешение ЦАП зависит от требований к уровню паразитных составляющих на выходе (или желаемого разрешения сигналов произвольной формы). Ошибки квантования и нелинейности ЦАП вызывают появление паразитных компонентов выходного сигнала. Примерное представление о масштабах паразитной частотной составляющей дает разница между фактическим выходом ЦАП и желаемым значением синусоиды, которая и является источником этих паразитных выходных компонентов. Так, 12-разрядный ЦАП, который линеен и монотонен до 2 младших разрядов, будет иметь ошибку на выходе порядка одной части к 2048, или около -66 дБ.

Короткая таблица ОЗУ также приводит к неверному результату на выходе ЦАП. Чтобы избежать «фазовых шумов квантования», в ОЗУ должно быть на два бита адреса больше, чем разрядность ЦАП.

Расширение частотного диапазона

Частотный диапазон на выходе ПЦС может быть расширен несколькими методами. В зависимости от используемого метода, некоторые преимущества ПЦС могут быть утеряны. Также, как и у обычных синтезаторов частоты,

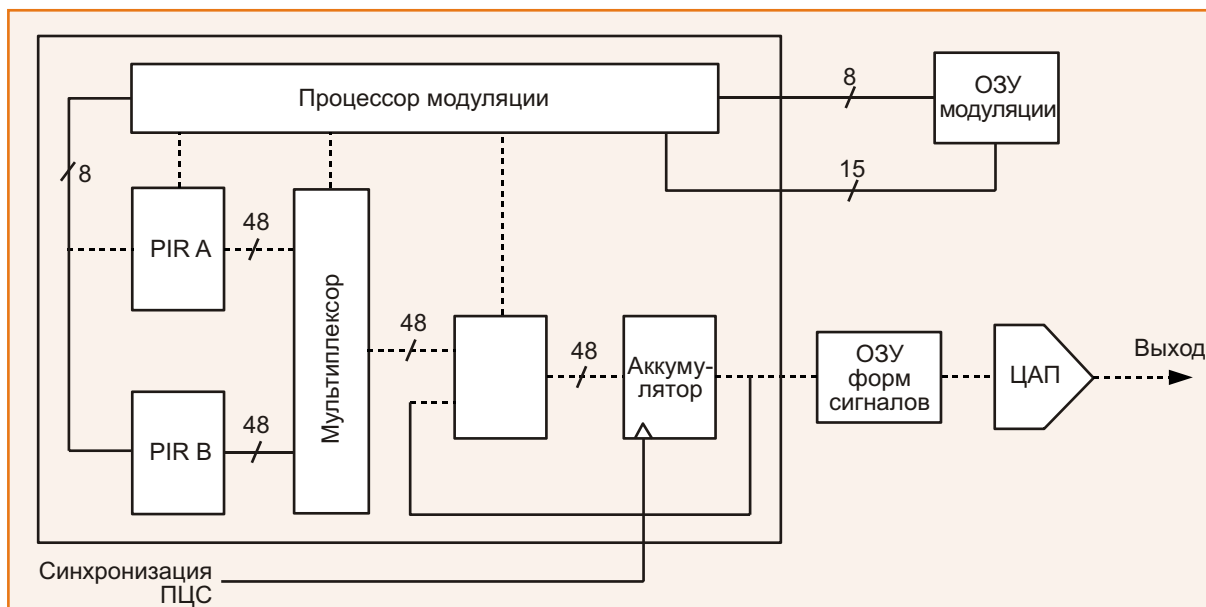


Рисунок 4. Фазовый аккумулятор ПЦС с процессором модуляции.

выход системы ПЦС может быть удвоен, смешан с другими фиксированными источниками, или использован в качестве опорного в системе фазовой автоподстройки частоты.

Методы модуляции

Мощь и элегантность ПЦС становятся наиболее очевидными, когда требуется модулированный источник. Частота на выходе может мгновенно поменяться на любое значение от нуля до $f_{\max}$, простым изменением числа в регистре инкремента фазы. На Рисунке 4 показана блок-схема фазового аккумулятора ПЦС с возможностью программируемой модуляции.

Этот фазовый аккумулятор, оптимизированный для использования в функциональном генераторе, имеет два регистра фазового инкремента: PIRA и PIRB. 48 битный мультиплексор может переключаться между регистрами за один такт. Процессор модуляции может изменять значения в регистрах PIR со скоростью до 10 миллионов байт в секунду, наполняя один PIR, а другой, используя как вход для сумматора.

Программы сложной модуляции могут быть сформированы в ОЗУ модуляции. В ОЗУ хранятся коды операций и данные для процессора модуляции. При программировании логарифмического свипирования хост-система записывает в ОЗУ модуляции набор, содержащий до 4000 дискретных частот. Процессор модуляции изменяет PIRA, в то время как сумматор использует PIRB, и наоборот.

Могут быть сохранены и более сложные программы модуляции, такие как частотная модуляция любой произвольной функцией, линейное или логарифмическое свипирование, скачкообразная перестройка частоты (Рисунок 5) и т.д. Фазовую модуляцию легко

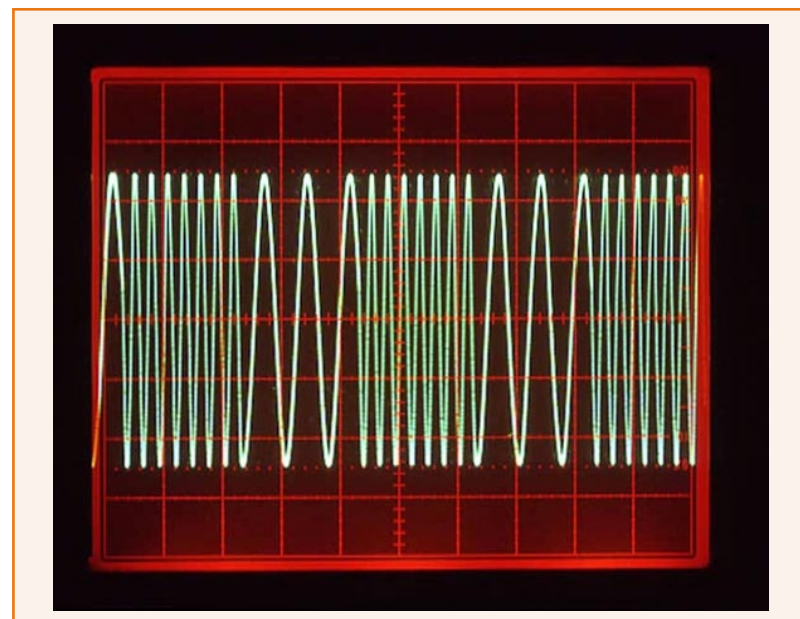


Рисунок 5. Частотная манипуляция синусоидального сигнала.

реализовать программированием PIRA номинальной частотой, и используя PIRB, который содержит номинальные приращения фазы плюс любой желаемый фазовый сдвиг для одного тактового цикла.

Несложно задавать достаточно значительные отклонения частоты или фазы. Любой фазовый или частотный скачок может быть запрограммирован и выполнен за один такт. А так как регистры PIR могут модифицироваться очень быстро, возможна модуляция частоты до нескольких сотен килогерц.

В сущности, могут быть сохранены любые произвольные программы модуляции. Эта опция позволяет использовать функциональный генератор для тестирования модемов, коммуникационных линий, определения частоты ошибочных битов и т.д.

Амплитудная модуляция

Амплитудную модуляцию (Рисунок 6) выходного сигнала можно реализовать двумя способами: либо цифровые выходы ОЗУ, либо

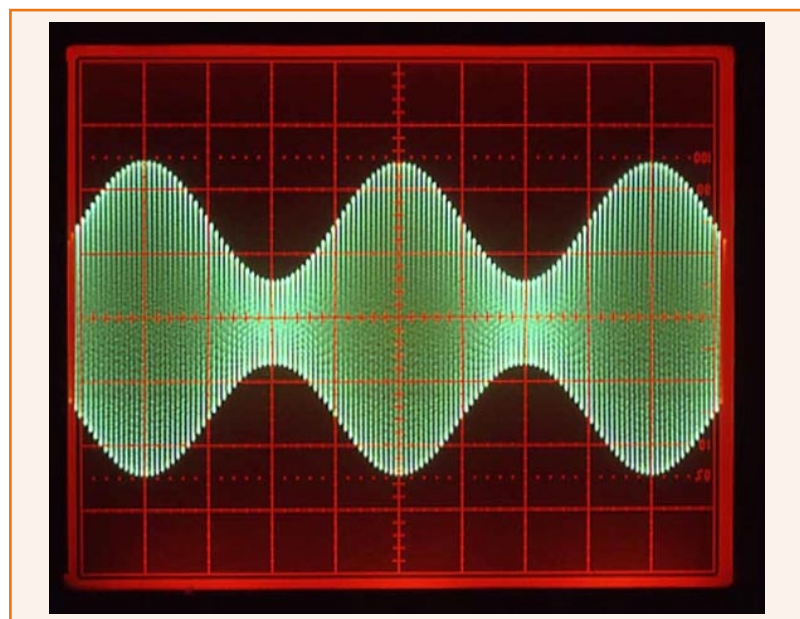


Рисунок 6. Амплитудная модуляция синусоиды синусоидой.

аналоговый выход ЦАП умножаются на требуемую амплитуду. Последний вариант для функциональных генераторов подходит лучше, так как для амплитудной модуляции могут быть использованы как внутренние, так и внешние источники.

Произвольные функции

Одним из непосредственных преимуществ архитектуры ПЦС является простота генерации сигналов произвольной формы. Вместо таблицы синусоиды в памяти сигналов хранится список произвольных значений. Фазовый аккумулятор пошагово запрограммирован сохраненными значениями, чтобы воспроизвести желаемый сигнал на выходе ЦАП.

Возможность получения с помощью ПЦС произвольного сигнала (Рисунки 7 и 8) упрощает задачу генерации других «стандартных» для функциональных генераторов сигналов. Линейно-изменяющийся сигнал, пилообразной, и даже гауссовский белый шум могут быть получены путем изменения значений в ОЗУ сигналов.

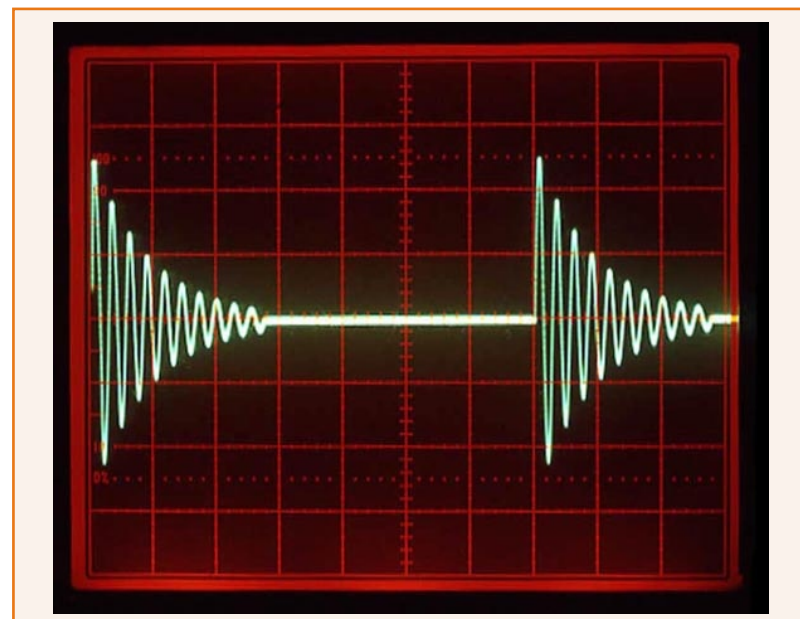


Рисунок 7. Сигналы произвольной формы.

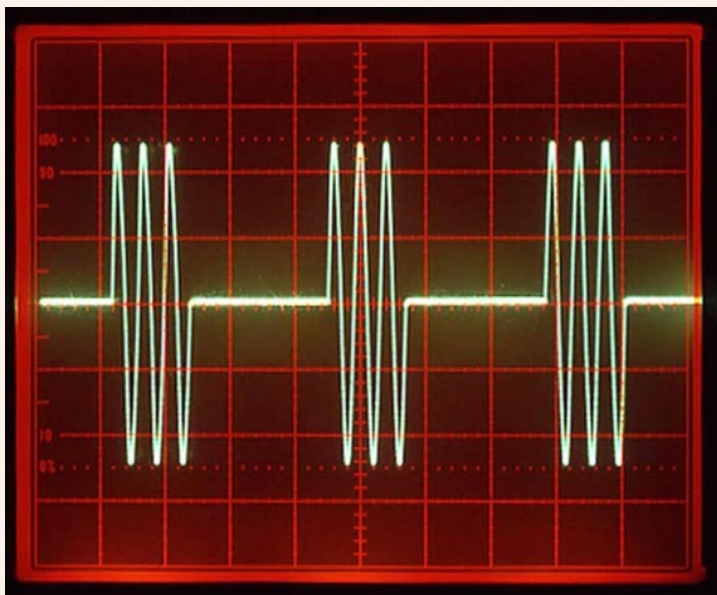


Рисунок 8. Трехпериодные пакеты синусоидального сигнала.

Фазовый аккумулятор должен быть разработан с возможностью поддержки определенных режимов, необходимых для сигналов произвольных форм. Скорость извлечения значений ОЗУ может быть изменена просто использованием различных значений PIR. Однако переменная длина записей, функции запуска и циклическая адресация являются уникальными требованиями при генерации произвольных функций.

Как упоминалось ранее, фильтр Бесселя необходим при генерации сигналов произвольной формы. Фильтр Бесселя будет сглаживать ступеньки на выходе ЦАП. При частоте среза -3 дБ и $f_C = f_S/4$ на выходе будет импульс без выбросов с контролируемой длительностью фронта $0.35/f_C$.

Прямоугольные импульсы

Прямоугольные сигналы – особый случай для ПЦС. Можно предположить, что прямоугольные сигналы можно генерировать загрузкой $+1$ и -1 в ОЗУ форм сигналов. Действи-

тельно можно, но неприятное ограничение состоит в том, что фронты прямоугольных импульсов должны быть синхронны с тактовым сигналом ПЦС. Это ограничение будет в значительной степени ограничивать разрешение по частоте, особенно в верхней части диапазона.

Гораздо лучшим подходом при создании прямоугольных сигналов будет генерирование чистой синусоиды, с последующим выделением из нее сигналов прямоугольной формы. В этом случае прямоугольные сигналы будут иметь такие же частотный диапазон и разрешение, как синусоидальные.

Выходные усилители

Используемый в функциональных ПЦС генераторах выходной усилитель должен удовлетворять ряду жестких требований. Для сохранения формы генерируемых в произвольном режиме сигналов усилитель должен иметь широкую и равномерную АЧХ и обладать линейной фазовой характеристикой, простирающейся далеко за частоту среза фильтра Бесселя.

Полоса пропускания усилителя также определяет время нарастания переднего фронта прямоугольного выходного сигнала. Для выходного прямоугольного сигнала, опять же, требуется хорошая фазовая линейность для исключения выбросов на срезе импульса.

Наконец, выходной усилитель должен обеспечить уровень напряжения 10 В на 50 -омной нагрузке, удовлетворять требованиям спецификации по искажениям и времени установления, иметь защиту от короткого замыкания или подключения к внешним источникам питания. Усилитель должен иметь выходной импеданс 50 Ом, независимый от настройки выходного уровня.

Для генерации низкочастотных сигналов большинство функциональных генераторов имеют на выходе аттенюаторы. Аттенюаторы позволяют выходному усилителю работать в ограниченном диапазоне выходных уровней, так что искажения и соотношение сигнал-шум остаются постоянными, независимо от размаха выходного сигнала.

Незаземленный генератор

Многие приложения требуют, чтобы функциональный генератор мог обеспечить сигнал на нагрузке, которая не заземлена. Даже если нагрузка номинально заземлена, выход незаземленного генератора обеспечит намного более чистый сигнал из-за отсутствия цепи системного заземления.

Важно, чтобы защитный экран выхода генератора был заземлен при любых условиях, даже если функциональный генератор подключен к контроллеру IEEE 488 или, если на прибор подана внешняя опорная частота.

Специализированные интегральные схемы (ASIC)

ПЦС предоставляет новый, перспективный подход к проектированию функциональных генераторов. Большая часть необходимого для функциональных генераторов аналогового потенциала реализуется теперь с помощью цифровых логических схем. К сожалению, эти схемы велики, сложны, и должны работать на высоких скоростях. Например, для ПЦС на

15 МГц требуется 48-разрядный сумматор, работающий на частоте 40 МГц с большим количеством вспомогательной логики. К счастью, специализированные интегральные схемы (ASIC – application-specific integrated circuit) позволяют решить эту проблему с небольшими затратами.

Выполненный на основе TTL логики прототип фазового аккумулятора требовал ранее около 150 микросхем и мог работать с тактовой частотой не более 10 МГц. Аналогичная конструкция, выполненная на основе КМОП вентиляционной матрицы, уместится в 68-контактном пластмассовом корпусе PLCC. Тактовая частота этой логической матрицы 40 МГц (и выше), потребляемая мощность порядка 0.25 Вт, себестоимость производства около \$10.

Заключение

Функциональные генераторы на основе ПЦС только начинают появляться на рынке. Подобные модели функциональных генераторов, в сравнении с обычными аналоговыми функциональными генераторами, предлагают существенное повышение производительности при снижении затрат. Поскольку стоимость ASIC, ОЗУ и ЦАП со временем снижается, в то время как их быстродействие и разрешение увеличиваются, можно предположить, что функциональные генераторы на основе ПЦС скоро заменят привычные аналоговые модели. ■

Использование анализатора сигналов для измерения уровня шума источников питания, стабилизаторов и источников опорного напряжения

Steve Sandler, Charles Hymowitz, AEI Systems Inc.

Electronic Design

Шумы источников питания, линейных стабилизаторов и источников опорного напряжения являются одной из основных причин ограничения рабочих характеристик систем, особенно в измерительных приборах и средствах связи. В приложениях, использующих аналого-цифровые преобразователи, шумы регулятора напряжения и источника опорного напряжения приводят к возникновению джиттера синхросигнала, значительно ухудшающего такие характеристики АЦП, как отношение сигнал/шум (SNR), отношение суммы сигнала, шума и искажений (SINAD) и коэффициент битовой ошибки (BER). Малошумящие усилители также страдают от фазовых шумов и эффектов модуляции, связанных с шумами источника питания.

Для измерения уровня шума источников питания и линейных стабилизаторов часто используются осциллографы. Поскольку чувствительность осциллографа относительно невысока и находится в диапазоне 2 мВ на деление, для наблюдения пульсаций и шума,

нередко имеющих порядок микровольт, необходимо добавить значительное усиление по напряжению. Получить такое усиление можно с помощью малошумящего операционного усилителя или каскадной схемы из нескольких малошумящих операционных усилителей. После усилителя необходимы активные фильтры верхних и нижних частот для выделения требуемого частотного диапазона измерений, а вся схема должна быть заключена в клетку Фарадея (экран от внешних электромагнитных полей), для чего, в частности, может использоваться специальная краска. В руководствах по применению некоторых изготовителей микросхем рекомендуется схема проведения измерений, изображенная на Рисунке 1.

Это решение имеет несколько очевидных ограничений. Во-первых, создание такой схемы требует много времени, усилий и крайней осторожности. Во-вторых, необходимый высокий коэффициент усиления часто ограничивает частотный диапазон измерений, а усилите-

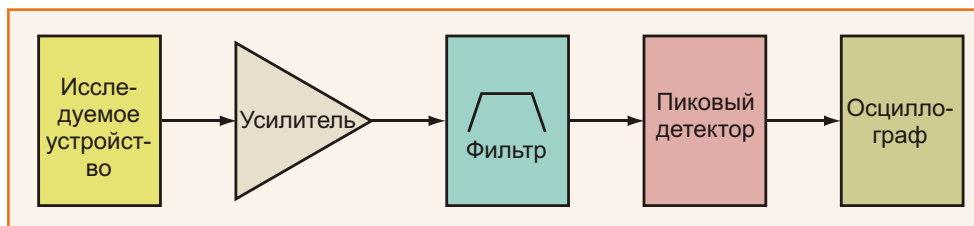


Рисунок 1. Для типовой схемы измерения шума с помощью осциллографа требуется малошумящий усилитель с очень большим коэффициентом усиления, активный фильтр и пиковый детектор, что делает подобную технологию слишком сложной. Кроме того, этот метод по сравнению с другими, дает меньше информации, так как не показывает соотношение частот.

ли пропускают шумы источника питания за счет конечного коэффициента подавления пульсаций питания (PSSR), делая схему чувствительной к качеству питающего ее напряжения. Кроме того, усилители вносят собственные шумы.

Наилучшие методы измерений

Анализатор сигналов Agilent N9020A (опция 503) и анализаторы спектра реального времени Tektronix RSA5103A и RSA5106A, совместно с генератором контрольных сигналов Picotest, предлагают два пути измерения уровня шума источников питания и линейных регуляторов. Эти анализаторы спектра могут измерять сигналы с частотой от 1 Гц до 3 ГГц (RSA5103A) или до 6 ГГц (RSA5106A) и имеют намного больший динамический диапазон, чем осциллографы. Оба прибора отличаются непревзойденным уровнем шумов, а по чувствительности превосходят осциллографы на порядки. Кроме того, в них предусмотрены опциональные функции пикового детектора, повышенного разрешения и усреднения результатов измерений.

Анализатор сигналов N9020A-503 может измерять шумы в частотном диапазоне 20 Гц – 3.6 ГГц, у других моделей верхняя граница

достигает 26.5 ГГц. Прибор поддерживает множество методов выборки и опций анализа, включая непосредственное измерение спектра, а также фазового шума и джиттера генератора. Такие же, и еще многие другие функции могут выполнять RSA5103A и RSA5106A.

Существует два основных метода измерения шумов регуляторов напряжения и опорных источников. Первый основан на измерении фазового шума высококачественного тактового генератора, питающегося от напряжения, вырабатываемого тестируемым регулятором. Эффективным способом такого косвенного измерения является измерение фазового шума кварцевого генератора. Шум стабилизатора напряжения проявляется в виде амплитудной модуляции и интерференции с частотой генератора. Измерение фазового шума позволяет определить характерные частоты шума, которые могут наблюдаться в виде «шипов».

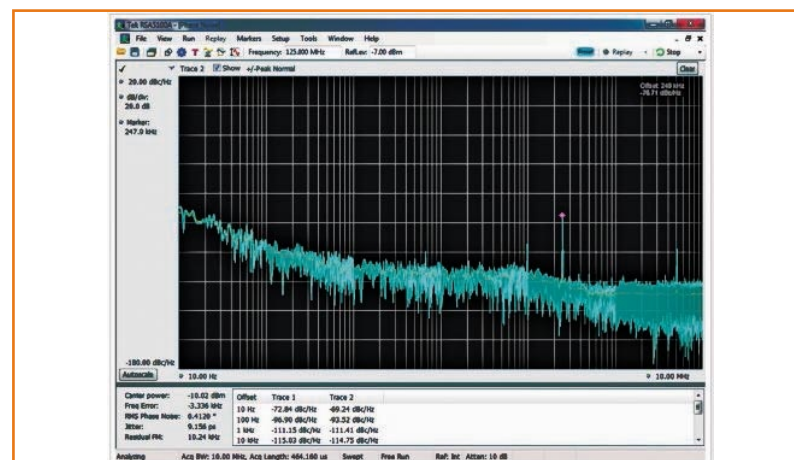


Рисунок 2. Измерения фазового шума (изображен шум 250 кГц от источника питания) показывают результат смешения всех частотных составляющих генератора. В этом примере к напряжению питания добавляется лишь одна частота. Результирующий сигнал проявляется в фазовом шуме генератора.

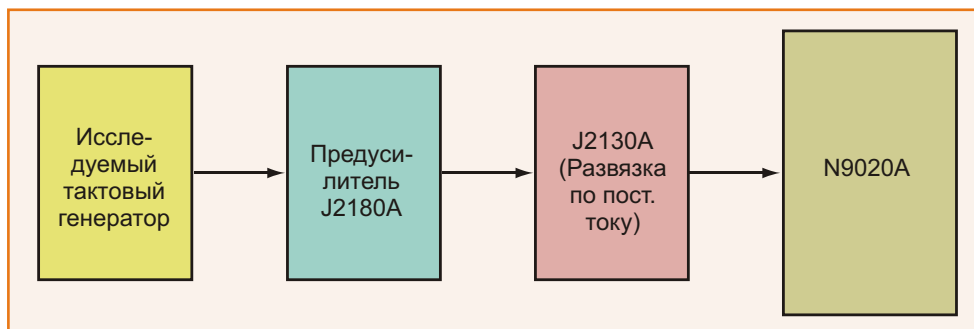


Рисунок 3. Прямое подключение тестируемого устройства к анализатору сигналов Agilent N9020A для измерения уровня шума позволяет проводить непосредственные частотно-зависимые измерения, отображаемые как шум или плотность шумов.

Эти «шипы» отображают как все частоты собственного шума источника питания, так и результаты смещения тактовой частоты и частот шума источника питания. В фазовый шум вносит свой вклад весь шум источника питания, увидеть который можно на общей характеристике джиттера, отображаемой непосредственно на дисплее прибора RSA.

Рисунок 2 демонстрирует пример фазового шума генератора, питающегося от источника с частотой шума 250 кГц. Типичный блок питания порождает множество интерференционных сигналов, только один в этом примере показан лишь для ясности. Для того чтобы на основании этого графика фазового шума определить шум источника питания, необходимо определить значение PSSR генератора.

Второй метод требует непосредственных измерений на испытуемом устройстве (Рисунок 3). Для демонстрации точности и чувствительности этого метода фиксируется уровень собственных шумов типовой измерительной системы, для прямой оценки которых используется генератор контрольных сигналов Picotest J2130A, блокирующий постоянную составляющую сигнала, и предварительный усилитель Picotest J2180A. Предварительный усилитель улучшает отношение сигнал/шум примерно на 20 дБ и одновременно выполняет функцию согласования с испытуемым устройством (Рисунок 4), что очень важно, поскольку нагрузка 50 Ом может легко повлиять на результаты измерений шума.

Далее необходим генератор сигналов произвольной формы для получения синусоидального сигнала с частотой 1 кГц и амплитудой 50 мВ. Пара каскадируемых аттенюаторов Picotest J2140A, каждый из которых настроен на ослабление 40 дБ, включается между генератором и анализатором сигналов N9020A (Рисунок 5). Аттенюатор значительно уменьшает уровень сигнала генератора, что позволяет проверить чувствительность измерений. Результирующий сигнал, измеренный с помощью анализатора, имеет среднее значение

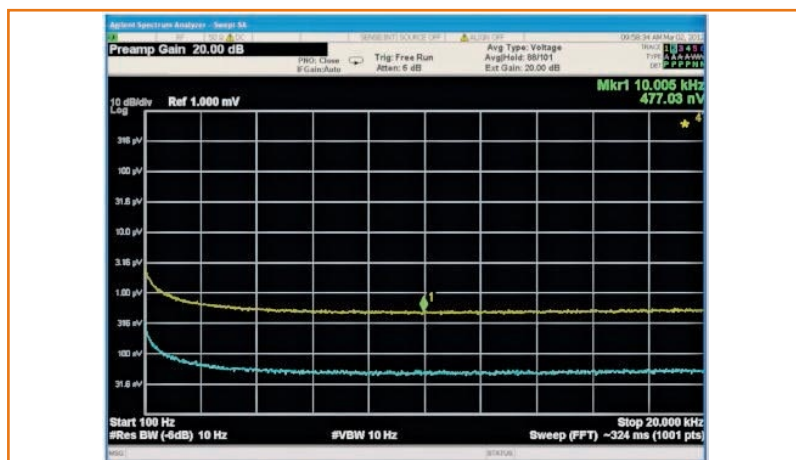


Рисунок 4. При исследовании собственных низкочастотных шумов (с предусилителем J2180A (голубая кривая) и без него (желтая кривая)) предусилитель улучшает отношение сигнал/шум примерно на 20 дБ за счет большого коэффициента усиления и очень низкого уровня собственных шумов. Генератор контрольных сигналов Picotest J2130A используется для блокировки постоянной составляющей, поэтому она не перегружает входной каскад анализатора сигнала на выходе предусилителя.

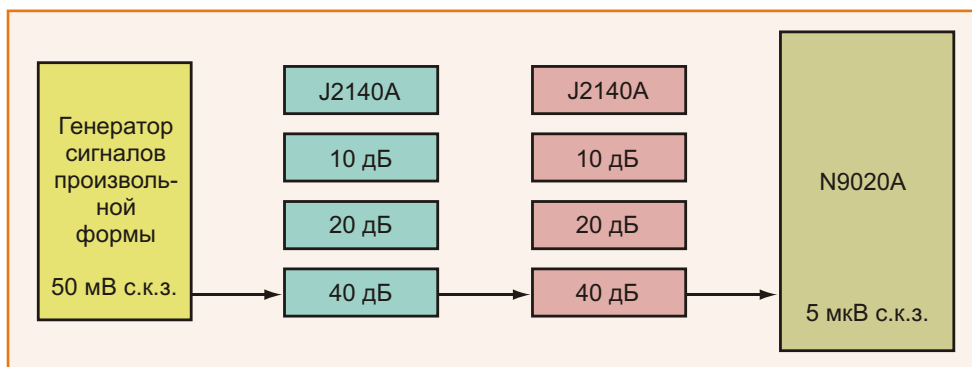


Рисунок 5. Проверка достоверности измерений шума анализатором N9020A с использованием двух аттенюаторов J2140A только подтверждает, что измерение амплитуды выполнено правильно, путем измерения известного сигнала с очень малой амплитудой. Аттенюаторы J2140A значительно снижают уровень сигнала (до 5 мкВ с.к.з.).

ние 4.56 мкВ (эффективное значение 5.06 мкВ), которое и является истинным уровнем шума (Рисунок 6).

Показав, что уровень шума измерительной установки составляет приблизительно 45 нВ, и

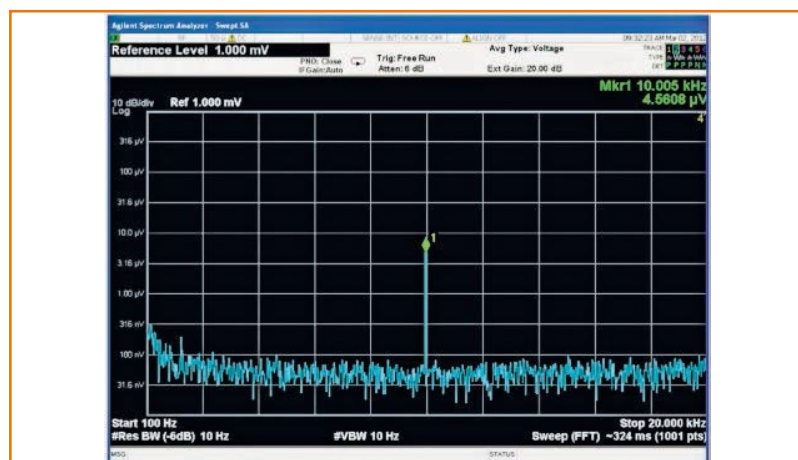


Рисунок 6. Инженеры могут выполнить проверку сигнала, воспользовавшись предусилителем J2180A с щупом осциллографа 1x (без делителя) и поправочным коэффициентом, учитывающим коэффициент усиления 20 дБ предусилителя. Измеренное среднее значение сигнала 4.6 мкВ на 40 дБ выше уровня шумов, составляющего 46 нВ, что замечательно согласуется с сигналом 5 мкВ, подаваемым от контрольного генератора. Коэффициент преобразования среднего значения в среднеквадратичное равен 1.1, поэтому $4.6 \text{ мкВ} \cdot 1.1 = 5.06 \text{ мкВ с.к.з.}$

удостоверившись в том, что средний сигнал 4.6 мкВ она измерила правильно и точно, мы можем использовать ее для прямых измерений шумов источников питания, стабилизаторов напряжения и источников опорного напряжения.

Выводы

Мы продемонстрировали два простых метода измерения шумов источников питания и опорного напряжения с использованием анализатора спектра реального времени компании Tektronix. Эти методы предоставляют значительно больше информации, чем измерения с помощью осциллографа, так как отличаются намного более высокой чувствительностью и позволяют отображать конкретные частоты, вносящие наибольший вклад в шум исследуемого устройства. Новые малощумящие активные аналоговые фильтры и широкополосные предусилители, которые скоро поступят от компании Picotest, добавят новые возможности этим методам измерений, снижая эффективные помехи, особенно заметные на частоте 60 Гц. ■

Анализаторы временных интервалов компании Brilliant Instruments

Анализаторы временных интервалов (TIA – Time Interval Analyzer) являются самыми мощными инструментами для измерения времени. Функции традиционных частотомеров, измерителей временных интервалов и универсальных счетчиков в них дополнены новыми возможностями, придающими приборам принципиально новые свойства. TIA работают на совершенно других скоростях и фиксируют не только события, но и время их возникновения. Это дает вам намного больше информации о динамической природе сигнала и на порядки увеличивает пропускную способность измерительных систем.

Понять отличие TIA от классических средств временных измерений проще всего, сравнив возможности вольтметра и осциллографа. Хотя оба прибора измеряют напряжение сигнала, осциллографы делают это намного быстрее и выдают результаты измерений с привязкой ко времени. Например, представим, что ваш вольтметр ежесекундно может выполнять 1000 измерений, результаты которых вы сохраняете в компьютере. Кроме того, вы имеете возможность записать время каждого измерения и отобразить накопленные

данные в форме графика. По сути, окно с таким графиком будет выглядеть как экран осциллографа, однако подобный подход годится лишь для сигналов с очень небольшой скоростью изменения напряжения. Напротив, осциллограф производит миллиарды выборок в секунду и отображает их на временной оси, позволяя изучать тонкую структуру сигнала.

TIA BI200 (Рисунок 1) способен выполнять 4 млн. измерений в секунду. Каждое из этих измерений может быть измерением мгновенной частоты, временного интервала или любо-



Рисунок 1. Анализатор временных интервалов BI200

го из 10 возможных параметров. Разрешение при измерениях во временной области составляет 3 пс. При измерениях частоты достигается разрешение 5 десятичных знаков, которое увеличивается со снижением частоты выборок.

Как работает анализатор временных интервалов?

На упрощенной блок-схеме (Рисунок 2) показаны основные узлы прибора, представляющие интерес для пользователя. Входной сигнал, согласованный 50-омным резистором, подключенным к программируемому пользователем напряжению V_t , поступает на *Компаратор*, на выходе которого появляется высокий уровень, когда входной сигнал пересекает заданный пользователем порог V_{th} . С этого момента сигнал приобретает цифровой характер, и фронты импульсов рассматриваются как «события», которые постоянно подсчитываются *Счетчиком событий*, в то время как *Система запуска* отбирает фронты импульсов, которые должны быть снабжены тегами, согласно заданной пользователем конфигурации. Например, можно настроить приборы для маркировки каждого N -го события или через каждые T секунд.

Когда событие отмечено тегом времени, счетчик событий (количества импульсов) и время наступления события протоколируются в памяти. Для подготовки к записи следующего тега *Формирователю тегов времени* требу-

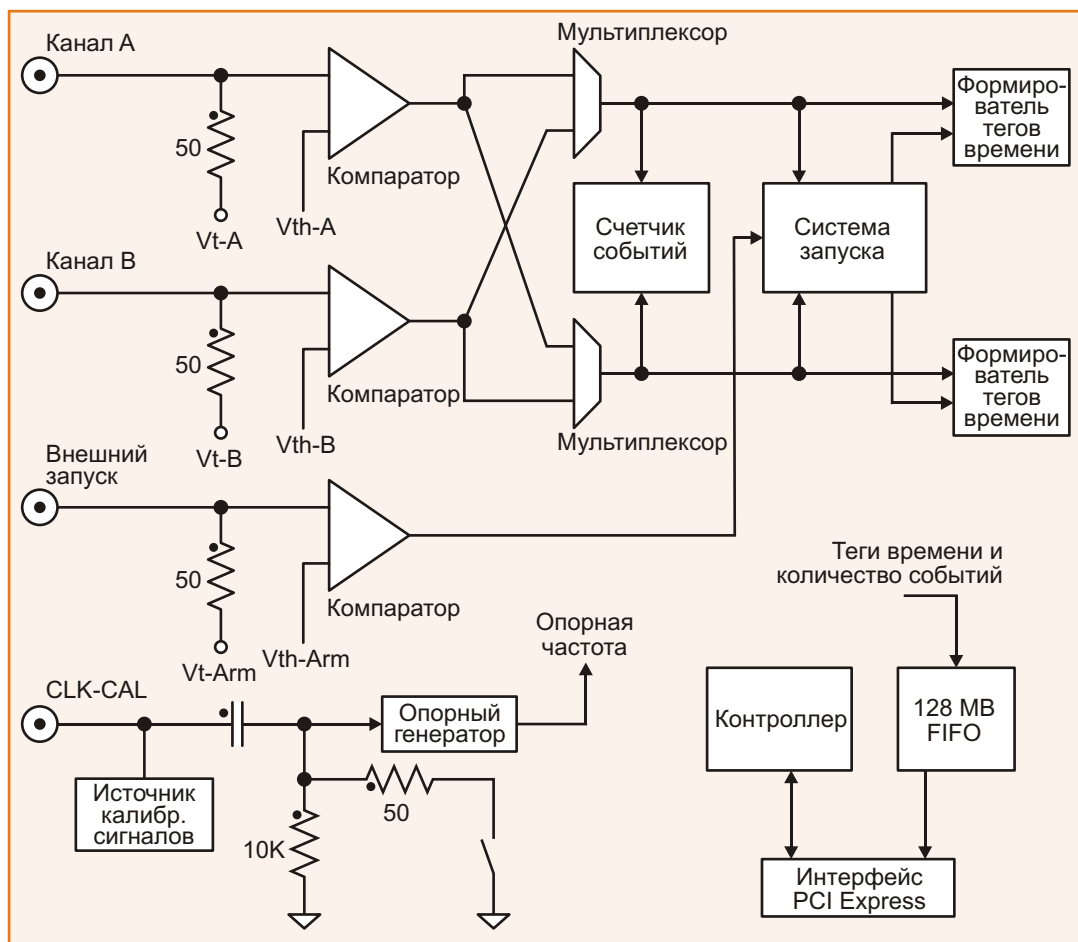


Рисунок 2. Упрощенная блок-схема прибора BI200.

ется 250 нс. Однако информация в это время не теряется, так как *Счетчик событий* продолжает работу. Таким образом, каждую секунду может регистрироваться 4 миллиона пар тегов времени. Накопленная информация используется прибором для вычисления результатов измерений (Рисунок 3).

Компания Brilliant Instruments

При малочисленном штате сотрудников компания Brilliant Instruments (BI) занимает заметное место на рынке приборов прецизионного измерения частоты и времени. Продукцию Brilliant Instruments используют исследовательские лаборатории всего мира, включая Национальный институт стандартов и техно-

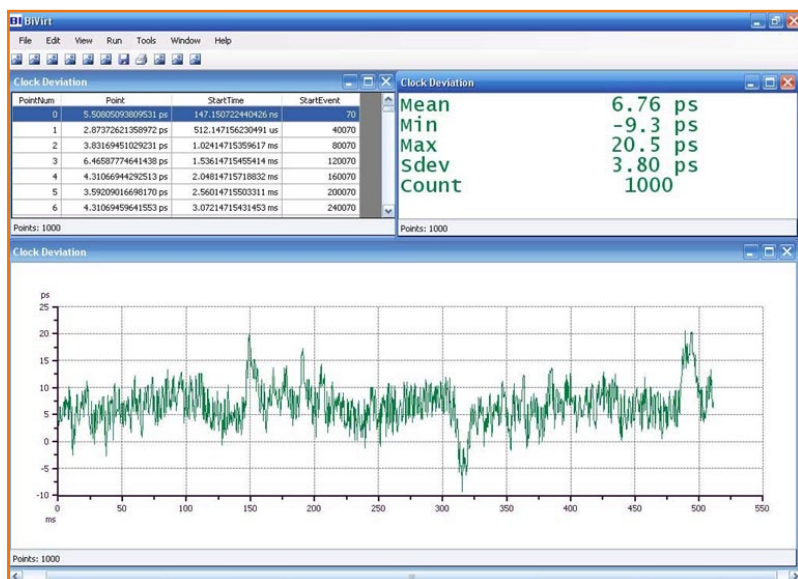


Рисунок 3. Скриншот измерения реального тактового сигнала, подверженного влиянию перекрестной помехи.

логий, Лабораторию реактивного движения и Военно-морскую обсерваторию США. Кроме того, 24 часа в сутки приборы ВІ работают на линиях выходного контроля многих производителей интегральных микросхем. Цель своей деятельности ВІ видит в снижении стоимости измерений путем внедрения бизнес-моделей, основанных на преимуществах новых информационных технологий и использующих инновационные решения в архитектуре приборов.



Шалом Катан

Основателем и президентом компании является Шалом Катан (Shalom Kattan), ветеран индустрии прецизионных измерений времени, проработавший в этой отрасли 28 лет. В разное время Шалом участвовал в создании компании Guide Technology, работал инженером в компании Attain и разработчиком в Hewlett-Packard, где создал целый ряд частотомеров и анализаторов

ров временных интервалов.

Основные параметры анализаторов временных интервалов

Максимальная частота измерений (Без предварительного делителя)

Максимальная частота любых видов измерений без использования предварительного делителя частоты.

Максимальная частота измерений (С предварительным делителем)

Максимальная частота измерений в частотной области при использовании предварительного делителя частоты.

Разрешение по времени

Аппаратное разрешение при измерении длительности одиночного импульса.

Разрешение по частоте

Разрешающая способность при измерении частоты и периода определяется минимальной длиной одиночного входного импульса, которую способен воспринять прибор, и временем измерения (интервалом счета). Этот параметр проще характеризовать количеством десятичных знаков в секунду. Например, 12 знаков в секунду означает, что в интервале счета 1 с вы получите разрешение 12 знаков, или 9 знаков в интервале 1 мс. Если частота входного сигнала равна 1 МГц, 9 знаков в секунду соответствуют разрешению 0.001 Гц.

Скорость измерений

Максимальное количество измерений в секунду, которое способен обеспечить прибор. Определяется временем восстановления измерительных цепей.

Минимальная ширина импульса

Минимальная длительность импульса входного сигнала.

Модели анализаторов временных интервалов

Модель	Максимальная частота измерений		Разрешение по времени	Разрешение по частоте	Скорость измерений	Минимальная ширина импульса	Интерфейс	Цена
	Без предв. делителя	С предв. делителем						
BI200	2 ГГц	2 ГГц	3 пс	12 знаков/с	4 10 ⁶ изм./с	100 пс	PCIe	\$20,000
BI201	800 МГц	800 МГц	3 пс	12 знаков/с	4 10 ⁶ изм./с	100 пс	PCIe	\$9,800
BI220	400 МГц	2.5 ГГц	8 пс	12 знаков/с	1 10 ⁶ изм./с	1 нс	PCI	\$2,950
BI221	400 МГц	5.0 ГГц	8 пс	12 знаков/с	1 10 ⁶ изм./с	1 нс	PXI	\$3,950



Способы уменьшения тепловыделения в одноконтных трансформаторных конвертерах

Часть 3

Продолжение. Начало в предыдущих номерах (09-2012, 10-2012)

В. Я. Грошев

Источником тепла в первичной секции сетевого конвертера являются также элементы подавления выброса напряжения на первичной обмотке, обусловленного индуктивностью рассеяния трансформатора и другими паразитными индуктивностями. Наличие индуктивности рассеяния объясняется неидеальностью любого трансформатора и связано с пространственным разнесом первичной и выходной обмоток вследствие необходимости их электрической изоляции, а также с большой толщиной каждой многослойной обмотки. Дополнительное ухудшение поточесцепления между обмотками происходит при увеличении немагнитного зазора в сердечнике.

В результате таких вынужденных недостатков конструкции трансформатора часть магнитного потока, созданного первичной обмоткой, целиком замыкается внутри вторичной обмотки, не создавая в ней никакого тока.

Соответственно, эта часть энергии может быть рассеяна только лишь самой первичной обмоткой, что проявляется в выбросе напря-

жения на выходном электроде ключевого транзистора, амплитуда которого при отсутствии других элементов ограничения определяется только емкостью, приведенной к этому электроду, и может достигать сотен вольт.

В транзисторах, не имеющих защитного диода, ограничивающего напряжение на выходном электроде, такой выброс может вызывать необратимый пробой коллекторного перехода. Не намного лучше обстоит дело и в случае наличия такого диода, поскольку в таком случае подавляющая часть энергии выброса рассеивается в корпусе транзистора, существенно повышая его температуру, что может привести к тепловому пробую.

Следует отметить, что энергия, заключенная в выбросе, определяется не только конструкцией трансформатора, но и внешними цепями. В том числе индуктивностью всех проводников со стороны выходной обмотки до первого конденсатора фильтра, включая индуктивность выпрямительного диода и выводов конденсатора фильтра, а также его актив-

ным сопротивлением. Наличие всех этих паразитных элементов проявляется практически так же, как индуктивность рассеяния трансформатора. При этом остаточная энергия в первичной обмотке при ее размыкании в сумме может составлять более 5% от общей энергии, накопленной в зарядном цикле.

Обычно для уменьшения амплитуды выброса используют два схемных варианта, которые показаны на Рисунке 6.

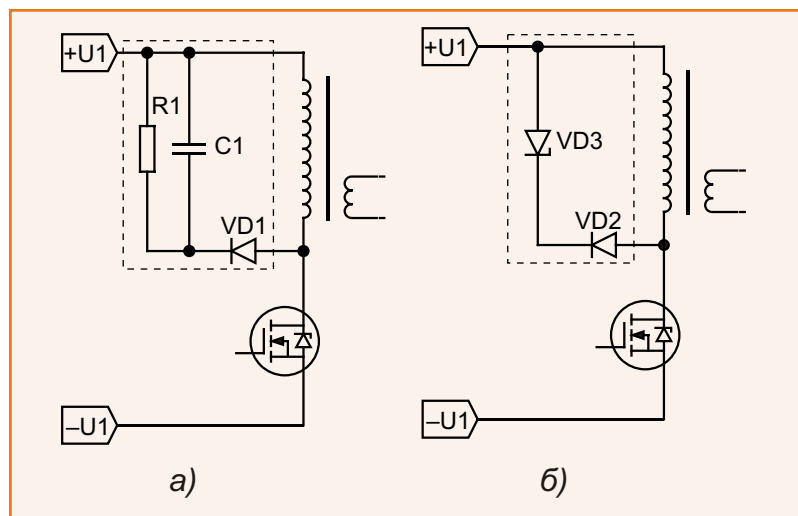


Рисунок 6.

На Рисунке 6а показан вариант с подавлением выброса с помощью ограничивающего выпрямителя. Такой узел функционирует следующим образом. При размыкании первичной обмотки трансформатора напряжение на ней становится выше напряжения первичного источника. Вследствие этого открывается диод VD1 и через него к обмотке подключается конденсатор C1, емкость которого выбирается существенно большей по сравнению с паразитной емкостью в точке соединения выходного электрода ключевого транзистора с первичной обмоткой. Это уменьшает амплитуду выброса напряжения на выходном электроде ключевого транзистора пропорционально соотношению емкостей. Однако при отсут-

ствии разрядного резистора R1 напряжение на конденсаторе C1 все равно выросло бы до уровня без ограничения, но не за один цикл работы конвертера, а за несколько, поскольку энергия выбросов суммировалась бы в этом конденсаторе.

Чтобы этого не произошло, используют разрядный резистор R1, причем такого номинала, чтобы к следующему выбросу на первичной обмотке конденсатор C1 был в значительной степени разряжен, т.к. от величины остаточного заряда в нем зависит суммарное напряжение на выходном электроде ключевого транзистора в следующем цикле.

Однако конденсатор C1 можно разряжать в лучшем случае только относительно положительной шины первичного источника и это обстоятельство ограничивает эффективность рассматриваемой схемы. Это объясняется на Рисунке 7, где условно показано, какие напряжения приложены к резистору R1. Из Рисунка 7 следует, что к R1 приложено не только остаточное напряжение выброса, выделившееся на конденсаторе C1, но и практически полностью все напряжение первичной обмотки в разрядном цикле.

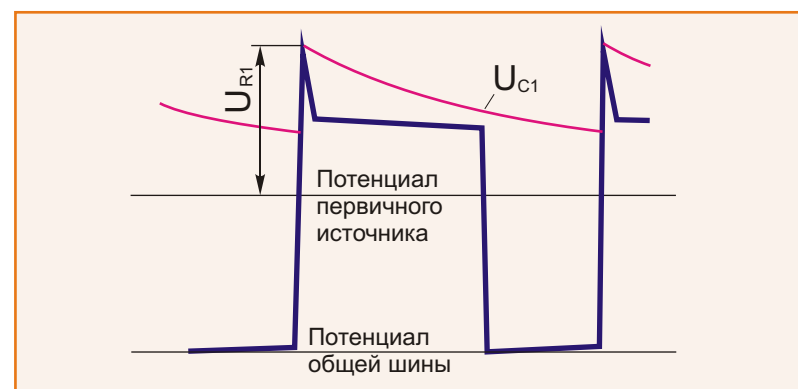


Рисунок 7.

С учетом этого допустим, что напряжение выброса на выходном электроде ключевого транзистора относительно положительной

шины первичного источника не должно превышать удвоенного напряжения на первичной обмотке в разрядном цикле, которое составляет 100 В. Тогда постоянная времени ограничивающего выпрямителя составит примерно

$$R1C1 \frac{T_{\text{пр}}}{\ln 2} \approx 1.4 T_{\text{пр}},$$

где $T_{\text{пр}}$ – это длительность одного цикла преобразования. Если в таком случае мощность P , выделяющаяся в виде тепла за счет индуктивности рассеяния, составляет, например, 1 Вт, то чтобы напряжение $C1$ увеличилось на 100 В, его емкость должна составлять

$$C1 \frac{2E}{\Delta U_C^2} T_{\text{пр}},$$

поскольку

$$E = \frac{P}{f_{\text{пр}}},$$

где

E – энергия в индуктивности рассеяния за один цикл преобразования,

U_C – напряжение на конденсаторе ограничителя, добавляемое к оставшемуся напряжению после разряда.

При рабочей частоте конвертера $f_{\text{пр}}$, к примеру, 50 кГц длительность периода преобразования $T_{\text{пр}}$ составит 20 мкс, откуда можно вычислить сопротивление разрядного резистора $R1$. Оно составит

$$R1 \frac{T_{\text{пр}}}{\ln 2 C1} = \frac{1.4 \Delta U_C^2}{2E} = \frac{1.4 \cdot 10^4}{2} \approx 7 \text{ кОм}.$$

При этом мощность, отбираемая этим резистором от первичной обмотки, превышает 1 Вт, а суммарная, с учетом энергии в индуктивности рассеяния, составит около 2 Вт. Т.е. такой способ ограничения сопровождается потреблением части выходной мощности, которая выделяется на $R1$ вместе с энергией в индуктивности рассеяния.

Поэтому такой вариант обычно используют в преобразователях с выходной мощностью не более 30 – 40 Вт, то есть до тех пор, пока рассеиваемая на резисторе $R1$ мощность не превышает 2 – 3 Вт. При большей выходной мощности чаще используют вариант ограничителя, показанный на Рисунке 6б.

В этом варианте напряжение ограничителя, реализуемого обычно на стабилитронах или защитных диодах достаточной мощности, выбирается более высоким, нежели максимальное напряжение на первичной обмотке в разрядном цикле. При этом мощность, выделяющаяся на элементах ограничения, равна только энергии в индуктивности рассеяния, что является преимуществом по сравнению с первым вариантом.

Тем не менее, уровень этой мощности в конвертере, например, с мощностью 100 Вт, может достигать 5 и более Вт, что отрицательно отражается на тепловом режиме всего конвертера, особенно, если тепловыделение остальных узлов сведено к минимуму.

Однако существует способ снижения мощности, рассеиваемой на элементах ограничителя любого типа. Для реализации этого способа в трансформаторе предусматривается дополнительная обмотка, имеющая по возможности сильное потокосцепление с первичной обмоткой. Обычно это условие выполняется путем размещения однослойной дополнительной обмотки между двумя соседними

Упрощенная принципиальная схема ключевого каскада конвертера, в котором используется такой способ, изображена на Рисунке 8. Элементы R2, C2, VD2 образуют стандартную схему ограничительного выпрямителя, элементы C1, VD1 введены дополнительно и подключены к дополнительной обмотке.



ду дополнительной и первичной обмотками может замыкать на емкость значительно большую часть энергии магнитного поля, созданную ей в сердечнике трансформатора и в окружающем ее пространстве. Соответственно, энергия выброса напряжения на первичной обмотке трансформируется большей частью в дополнительную обмотку и заряжает конденсатор С1 дополнительного выпрямителя, при этом остаточная энергия выброса существенно уменьшается. Подавить выброс полностью с помощью такого способа удалось бы, видимо, только если бы первичная обмотка трансформатора и дополнительная обмотка были бы целиком намотаны в два провода. Но в таком случае объем первичной обмотки существенно увеличился бы, что привело бы к уменьшению максимальной выходной мощности используемого трансформатора. Кроме этого, существенно ухудшилась бы электропрочность первичной обмотки трансформатора. Поэтому число витков дополнительной обмотки обычно составляет не более 20% от числа витков первичной обмотки. Это упрощает конструкцию трансформатора и позволяет практически полностью сохранить его габаритную мощность. В таком случае остаточная мощность в выбросе обычно уменьшается в 4 – 6 раз. Остающийся выброс можно ограничить любой известной схемой ограничения без существенного выделения тепла. Однако следует отметить, что хотя число витков дополнительной обмотки не имеет существенного значения, тем не менее, его не следует значительно уменьшать по сравнению с указанным значением в 20%, поскольку в таком случае пропорционально возрастает пиковый ток заряда С1, а поэтому увеличиваются не только емкость и размеры этого конденсатора, но также и размеры диода VD1.

Поскольку обмотка дополнительного выпрямителя имеет значительно более сильную связь с первичной обмоткой по сравнению с обмоткой основного выпрямителя, а конденсатор С1 имеет во много раз меньшую емкость по сравнению с емкостью конденсаторов выходного фильтра, этот выпрямитель оказывается намного более эффективным тогда, когда неэффективен основной выпрямитель, т.е. в начале разрядного цикла, т.е. там, где происходит разряд энергии, содержащейся в индуктивности рассеяния. При этом, как и в схеме, показанной на Рисунке 6а, в конденсаторе С1 оказывается и небольшая часть полезной мощности. Поэтому, если этот конденсатор не разряжать, напряжение на нем через несколько тактов работы конвертера может сравняться с амплитудой выброса на индуктивности рассеяния без ограничения.

Однако если для разряда С1 использовать резистор, то энергия, запасенная в индуктивности рассеяния, будет превращаться в тепло. Кроме этого будет отбираться часть мощности от выходной обмотки. Иными словами, дополнительный выпрямитель станет аналогом схемы, показанной на Рисунке 6а. Поэтому для реализации предлагаемого способа разряд емкости дополнительного выпрямителя необходимо осуществлять непосредственно током заряда первичной обмотки трансформатора в каждом следующем такте преобразования, что позволило бы исключить потери активной энергии. Это возможно обеспечить, если напряжение на конденсаторе С1 дополнительного выпрямителя будет суммироваться с напряжением первичного источника, и эта сумма будет питающей для первичной обмотки трансформатора конвертера, что и реализовано в схеме, представленной на Рисунке 8.

При замыкании ключевого транзистора ток заряда первичной обмотки трансформатора проходит через конденсатор С1. При этом на верхнем по схеме выводе дополнительной обмотки потенциал положителен, диод VD1 заперт и все дополнительные элементы не оказывают никакого влияния на работу конвертера. После размыкания ключа напряжение на первичной обмотке меняется на обратное, при этом верхний по схеме вывод дополнительной обмотки оказывается соединенным через диод VD1 с положительной шиной первичного источника питания, а конденсатор С1 с другого конца этой обмотки заряжается положительным напряжением. Причем из-за сильной связи между первичной и дополнительной обмоткой значительная часть магнитной энергии, не поступающая к выходной обмотке, замыкается в этом конденсаторе. Оставшаяся часть энергии превращается в выброс напряжения на первичной обмотке, мощность которого значительно уменьшена.

После окончания такта разряда индуктивности первичной обмотки напряжение на конденсаторе С1 имеет такую полярность, что суммируется с напряжением первичного источника. При этом в момент замыкания ключа к первичной обмотке приложено напряжение, большее напряжения первичного питания. Из-за протекающего тока заряда первичной обмотки конденсатор С1 разряжается, а запасенная в нем энергия преобразуется в дополнительную энергию магнитного поля. В результате к моменту размыкания ключа конденсатор С1 оказывается разряженным и готовым к следующему циклу преобразования энергии, запасенной в индуктивности рассеяния. В случае, если емкость конденсатора С1 невелика и напряжение на нем за период замкнутого состояния ключа меняется на про-

тивоположное, этот конденсатор следует зашунтировать диодом, подключенным анодом к положительной шине первичного источника.

Следует отметить, что конденсатор С1 поглощает большую часть энергии, содержащуюся в индуктивности рассеяния, а также небольшую часть полезной энергии, и в течение следующего цикла заряда полностью отдает эту энергию индуктивности, что проявляется в ускорении ее заряда. Вследствие этого реактивная мощность, выделяемая на этом

конденсаторе, довольно велика. При испытаниях установлено, что некоторые пленочные конденсаторы, используемые в качестве С1, в рабочем режиме заметно нагревались. Поэтому желательно использовать конденсаторы с хорошими показателями по реактивной мощности, например, полипропиленовые с соответствующими показателями по импульсному току. Кроме этого следует учитывать, что эффективность подавления выброса существенно зависит от номинала и качества используемых конденсаторов. ■

Окончание в следующем номере

Highscreen Alpha GT и GTR: недорогие смартфоны мирового уровня с двумя SIM-картами

Мы давно не говорили на тему Android-смартфонов с поддержкой двух SIM-карт. В принципе, особо и говорить-то было не о чем – ничего интересного не поступало в продажу. А вот две новинки от компании «Вобис Компьютер» (бренд Highscreen) привлекли наше внимание – это Highscreen Alpha GT и GTR. О них мы и побеседуем.



Несмотря на то, что большинство современных сенсорных смартфонов имеют прак-

тический одинаковый дизайн, Highscreen Alpha GT и GTR все же удалось выделиться из общей массы. Задние панели гаджетов имеют металлические вставки, которые неплохо смотрятся и приятны на ощупь. Аппараты выполнены в черном цвете, а толщина корпусов равна 10.5 мм. Смартфоны выглядят монолитно – претензий к качеству сборки нет. Большинство смартфонов под управлением Android 4.0 (а именно такая версия операционной системы используется в Highscreen Alpha GT и GTR) не имеют сенсорных клавиш, их наличие вовсе не обязательно. В рассматриваемых же гаджетах предусмотрено по 4 сенсорных клавиши. В общем, нам это понравилось. Также добавим, что в Highscreen Alpha GT и GTR установлен фирменный интерфейс, кстати, довольно симпатичный.

Highscreen Alpha GT оборудован 4-дюймовым экраном с разрешением 800 на 480 пикселей. Так как Highscreen Alpha GTR – флагман, то и характеристики дисплея у него несколько лучше – это 4.5-дюймовый экран, разрешение которого составляет 1280 на 720 пикселей, а это, между прочим, HD720p. Это первый Android-смартфон с двумя SIM-картами и HD-дисплеем. На этом характеристики экранов не заканчивается, самое «вкусное» мы приберегли напоследок. Highscreen

Alpha GT и GTR оборудованы IPS-матрицами от японской компании Sharp. То есть это первые «двухсимочники» на Android с IPS-экранами. Данная технология обеспечивает хорошее изображение, натуральные цвета и широкие углы обзора.



Перейдем к аппаратной части. Здесь Highscreen Alpha GT и GTR также не подвели, а второй аппарат даже выделился, с него и начнем. Модель оборудована двухъядерным процессором MediaTek MTK6577, который также работает на частоте 1 ГГц и графическим ядром PowerVR SXG531. Таким образом, Highscreen Alpha GTR опять стал первым, на этот раз первым «двухсимочником» на Android с двухъядерным процессором. В Highscreen Alpha GT также используется 1-гигагерцевый процессор, правда одноядерный – MediaTek MTK6575 с графическим ускорителем PowerVR SXG531. Работают новинки достаточно быстро, это касается и визуальных

эффектов меню и запуска приложений. Объем оперативной памяти у Highscreen Alpha GT и GTR одинаковый – 1 Гб. Каждый смартфон имеет по 4 Гб встроенной флеш-памяти с возможностью расширения картами памяти формата microSD. Кстати, первый гаджет поставляется с карточкой на 8 Гб, второй – на 16 Гб. Здесь же добавим, что устройства поддерживают работу Adobe Flash и воспроизведение HD-видео (Highscreen Alpha GT в формате HD720p, а Highscreen Alpha GTR – в Full HD 1080p).

Highscreen Alpha GT и GTR оборудованы 8-мегапиксельными камерами, сделанными на базе BSI-сенсоров (матрицы с «обратной засветкой»). В основном, такие камеры раньше использовались в недешевых смартфонах, скажем, в HTC Sensation XL. То есть качество получаемых снимков примерно сравнимо с упомянутым гаджетом. Также имеются и фронтальные камеры, они 2-мегапиксельные и обеспечивают достаточно неплохое качество изображения при видеозвонке. Здесь же скажем о дополнительных возможностях Highscreen Alpha GT и GTR. Смартфоны имеют GPS-модули, FM-приемники, проигрыватели видеозаписей и аудио и прочее. В принци-



пе, таким набором оснащен любой Android-фон. Добавим, что комплект поставки включает в себя качественные наушники с кабелем типа «лапша», который не запутывается в кармане.

Highscreen Alpha GT и GTR оснащены одним встроенным радиомодулем, как и подавляющее большинство таких гаджетов. Это говорит о том, что две SIM-карты активны только в режиме ожидания. То есть, если вы будете разговаривать по телефону или работать в Интернете – будет активна только одна «симка». Первая карточка поддерживает работу в сотовых сетях 2G (GSM/GPRS/EDGE) и 3G (UMTS/HSDPA), вторая – только в 2G.

Напоследок скажем пару слов о гарантии. На Highscreen Alpha GT и GTR распространяется гарантия сроком в 1 год. Также предусмотрена бесплатная доставка аппарата в сервисный центр и назад при помощи курьерской службы «Почты России».

Highscreen Alpha GT стоит около 9 тысяч рублей – «вкусная» цена за аппарат с такими характеристиками. Что же касается Highscreen Alpha GTR, то его стоимость равна примерно 12 тысячам рублей. Например, односимовый Android-фон с HD-экраном стоит примерно в два раза дороже. ■

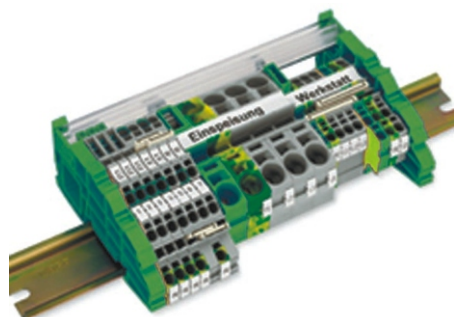
настоящее немецкое качество



контрольно-
измерительное
оборудование



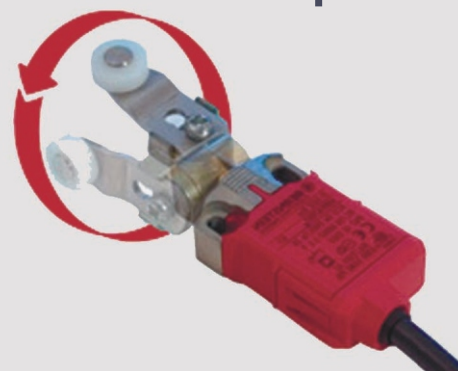
инструмент для
разделки кабеля
и снятия изоляции



клеммы
на DIN рейку
и для печатных плат



промышленные корпуса
выключатели
датчики



ДЕЦИМА

ПОСТАВКА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

WWW.DECIMA.RU

МОСКВА, ЗЕЛЕНОГРАД, +7(495) 988-4858

Внедрение эфирного цифрового телевидения и производство абонентского оборудования в России



Юрий Петропавловский

В настоящее время полным ходом идет процесс внедрения цифрового эфирного телевидения в России, к началу 2012 года возможность принимать эфирные цифровые передачи имели зрители 41 региона России, где проживают 43 миллиона человек [1].

Для обеспечения приема наземного цифрового телевидения российскому телезрителю необходимо за свой счет приобрести цифровой телевизор, либо телевизионную приставку к аналоговому телевизору – каких либо субсидий на приобретение приставок федеральной целевой программой «Развитие телерадиовещания в России в 2009-2015 г.г.» (ФЦП) не предусмотрено (такие субсидии предоставлялись, например, в «бедных» США). Этот фактор свидетельствует, что значительная часть населения России будет смотреть аналоговое ТВ и после 2015 года, на который намечен полный охват территории страны эфирным цифровым телевидением.

Не все просто и с самими приставками, первые регионы России, внедрившие цифро-

вое ТВ (Нижний Новгород, Мордовия), использовали телевизионный стандарт DVB-T с компрессией MPEG-2, для которого был разработан ряд стандартов России (ГОСТ Р 52210-2004, ГОСТ Р 52722-2007, ГОСТ Р 52591-2006 и др.). В последнее время на вновь вводимых сетях преимущественно использовался стандарт DVB-T с компрессией MPEG-4, а 22 сентября 2011 года правительственная комиссия по развитию телерадиовещания под председательством первого вице-премьера И. И. Шувалова приняла решение о внедрении с 2012 года стандарта DVB-T2 [2]. Для телезрителей уже имеющих приставки и телевизоры DVB-T/MPEG-2/MPEG-4 это означает необходимость приобретения новой аппаратуры. Туманные перспективы в связи с внедрением ЦТВ ожидают региональные и, особенно, местные телекомпании в небольших городах, место для которых во внедряемых цифровых мультиплексах практически не предусмотрено.

Пионером реального внедрения сети ЦТВ в России стало ООО «ВолгаТелеком», запус-

тившее в эксплуатацию в декабре 2005 года сеть цифрового эфирного ТВ DVB-T/MPEG-2 в Мордовии (12 ТВ программ в шести районах республики с абонентской платой 100 рублей в месяц). Перед этим событием в 2001 году были проведены натурные испытания цифрового телевизионного передатчика на 50-м канале в Нижнем Новгороде. В апреле 2011 года «ВолгаТелеком» прекратила существование в связи с вхождением в ОАО «Ростелеком» (новое название организации – межрегиональный филиал «Ростелеком-Волга»).

К началу 2012 года в России функционируют несколько зон цифрового телевидения (необязательно бесплатного), наиболее развитые сети развернуты в Екатеринбурге, Свердловской и Курганской областях, Ханты-Мансийском АО, Мордовии, Татарстане. Запущено опытное вещание в Санкт-Петербурге, Ленинградской, Калининградской и Курской областях, ряде регионов дальнего востока. На государственном уровне перевод страны на цифровое эфирное телевидение намечен в 4 этапа. Первый этап завершился в 2010 году после запуска в эксплуатацию сетей ЦТВ в ряде приграничных областей дальнего востока и Сибири. На втором этапе (2011-2012 гг.) запускается цифровое вещание еще в 27-и регионах центральной России, Поволжья, Южного федерального округа, Санкт-Петербурге (1554 пункта вещания). На третьем и четвертом этапах планируется ввести в строй еще 1582 (2012-2013 г.г.) и 1275 (2013-2015 г.г.) пунктов вещания первого цифрового пакета (мультиплекса), в состав которого включены 8 бесплатных для населения ТВ каналов и три радиоканала. Внедрение первого мультиплекса осуществляется единым государственным оператором ФГУП «РТРС». В дальнейшем планируется увеличить число муль-

типлексов и бесплатных каналов до 20-24 [3]. В 2012 году в России началось внедрение DVB-T2, первым был запущен передатчик в Казани, ведется тестовое вещание в новом формате в Псковской области [4].

Существует достаточно устойчивое мнение, что цифровой телевизионный сигнал может быть только высшего качества или (при слабом сигнале) отсутствовать совсем, однако практика преподнесла массу сюрпризов. Измерения большого количества моделей ТВ приставок отечественного и зарубежного производства дали феноменальные результаты, их чувствительность даже при одинаковой элементной базе могла отличаться более чем в 10 раз! Более детальное изучение показало, что основная причина «феномена» заключается в различном исполнении печатных плат, соответствии разводки проводников рекомендациям изготовителей СБИС, а также в качестве программного обеспечения. Упрощение конструкции тюнеров приводит к возникновению взаимных помех между сигнальными цепями, а несовершенный алгоритм цифровых преобразований снижает устойчивость работы при малых уровнях входного сигнала. В основном эти качества выявлялись у дешевых китайских изделий, а более дорогие, но правильно спроектированные продукты (в том числе отечественные) обеспечивают необходимые качественные показатели. Поскольку покупать приставки население будет за свой счет, нетрудно предположить, что количество дешевых моделей будет значительным.

В то же время, при расчете сетей ЦТВ предполагается, что чувствительность приемников будет близка к теоретически достижимой. Поэтому использование низкочувствительной (но дешевой) аппаратуры может сократить зону уверенного приема в разы и поставить под

угрозу выполнению ФЦП, по которой к 2015 году цифровым телевидением должно быть охвачено не менее 95% населения страны.

До последнего времени основными игроками на российском рынке оконечного оборудования для цифрового ТВ были зарубежные производители из юго-восточной Азии и Китая: Digi Raum Electronics (занимала до половины рынка), Humax, Amino, TopField и другие. Однако отечественные разработчики и производители электронной аппаратуры уверенно отвоевывают рынок цифровых приставок и оборудования. Разработкой и производством отечественных цифровых приставок к телевизорам занимаются несколько компаний, предприятий и институтов: «Элекард Девайсез» (разработка ПО, создание чипов в сотрудничестве с «Роснано»), ОАО «Радиозавод» (г. Пенза, производство), завод «Сигнал» (г. Ставрополь, производство), завод «Промсвязь» (г. Уфа, производство), компания «Поляр» (Москва, разработка и производство), «МНИТИ»



Рисунок 1. Стенд российских приставок на выставке «Связь-2009».

совместно с ООО «Инженерный центр «Ролсен» (Москва, разработка и производство), Джeneral Сателайт, предприятия «Технополиса Гусев» и др. На Рисунке 1 стенд цифровых приставок российского производства на выставке «Связь-2009» в Москве.



Рисунок 2. Штаб-квартира компании Джeneral Сателайт.

Компания Джeneral Сателайт (г. Санкт-Петербург, основана в 1991 г, здание штаб-квартиры на Рисунке 2) – российская научно-производственная компания, представляющая на российском и международном рынках высокотехнологичное радиоэлектронное оборудование.

Знаковые достижения компании:

- 1995-1997 г.г. – активное участие в организации первого проекта спутникового вещания «НТВ-плюс»;
- 2002 г. – открытие представительств компании в Германии, Болгарии, Румынии, Сербии, Чехии, и Турции;
- 2004 г. – организация представительства компании в г. Шеньжэне (КНР), осуществляющее выбор комплектующих, размещение заказов на изготовление частей цифровых ресиверов и проведение контроля производства на всех этапах.

- 2005 г. – участие в проекте самого крупного оператора российского спутникового телевидения «Триколор-ТВ»;
- 2007 г. – начато строительство завода цифровых приставок и спутниковых ресиверов в г. Гусев, Калининградской области;
- 2008 г. – начало реализации инвестиционного проекта «Территория научно-технического развития Технополис Гусев».
- 2009 г. – В «Технополисе Гусев» создан комплекс современных высокоавтоматизированных производств, способный обеспечивать потребности в цифровых приставках потребителей в России и других европейских странах.
- 2010 г. – при техническом участии корпорации состоялся запуск первого в России и Восточной Европе цифрового спутникового 3D вещания;
- 2011 г. – в содружестве с НТЦ «Модуль» разработан и произведен первый российский чип для цифрового телевидения. Начато строительство пятого производства на территории «Технополис Гусев» – центра по исследованию и производству микроэлектроники ОАО «ДжиЭс Нанотех», входящего в состав ОАО «Концерн «Инновационные Технологии» (г. Санкт-Петербург). Фрагмент макета проекта, представленный в сентябре 2011 года В. Путину на межрегиональной конференции «Стратегия социально-экономического развития Севера-Запада России до 2020 г. Программа на 2011-2012 годы» в г. Череповце показан на Рисунке 3.



Рисунок 3. Макет социально-экономического развития.

В апреле 2012 года на ОАО «ДжиЭс Нанотех» завершен монтаж чистых комнат для производства микропроцессоров с топологией 45 нм. Специалисты для предстоящего производства закончили обучение и получили сертификаты в компании Nanium (Вилла де Конде, Португалия), одном из крупнейших мировых производителей микропроцессоров. Подробности о компании и процессе обучения специалистов «ДжиЭс Нанотех» приведены в [5].

«Технополис Гусев» – инвестиционно-девелоперский проект «Территория научно-технического развития – Технополис Гусев» реализуется с 2008 года в г. Гусеве (28 тыс. жителей) Калининградской области. Инвестор проекта корпорация «Дженерал Сателайт». В рамках реализации проекта уже создано более 3000 рабочих мест (4 завода), часть продукции Технополиса экспортируется в европейские страны. В состав Технополиса входит предприятие ОАО «НПО ЦТС» (Цифровые телевизионные системы). Это крупнейшее радиоэлектронное производство на территории России и Восточной Европы. В производстве задействованы передовые технологии для перехода на цифровое вещание. Завод способен производить до 5 млн штук цифро-

вых телевизионных приставок в год с возможностью расширения до 10 млн. (за 2010 год произведено 1,700,000 штук), на Рисунке 4 здание завода ЦТС. В 2010 году предприятие было сертифицировано по стандарту качества ISO 9001:2008, введены показатели FPY – выход продукции с первого предъявления, DPMO – количество дефектов на миллион возможных, процент дефектных изделий в готовой продукции.



Рисунок 4. Здание завода «Цифровые телевизионные системы».

На крупнейшей выставке электронных компонентов «ЭкспоЭлектроника-2012» в апреле текущего года был представлен объединенный стенд предприятий Технополиса. На стенде был продемонстрирован ряд перспективных направлений деятельности предприятий Технополиса, в том числе контрактное производство на мощностях «НПО ЦТС», разработка устройств бытовой электроники «под ключ» – от идеи до готового продукта, полная сборка изделий – от монтажа до корпусной сборки и упаковки [6].

Компания «Дженерал Сателайт» разрабатывает и производит современные спутниковые, эфирные и кабельные ресиверы. На лето 2012 года в каталоге фирмы предлагается 5 моделей цифровых эфирных тюнеров: TE-8511, TE-8311, HD-9510, HD-9010, TE-8310 –

все модели предназначены для приема сигналов DVB-T. В настоящее время линейка ресиверов под брендом General Satellite насчитывает более 10 моделей, на заводе «НПО ЦТС» выпускаются эфирные цифровые тюнеры TE-4510, TE-8310, тюнеры высокой четкости HD-9010, HD-9300, спутниковый тюнер GS-7300 и другие модели.

В марте 2012 года была представлена телевизионная приставка формата DVB-T2 TE-8714, изделие производится под маркой General Satellite/PTPC (ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть»). Внешний вид приставки в упаковке показан на Рисунках 5 и 6.



Рисунок 5. ТВ приставка TE-8714 в упаковке.



Рисунок 6. Комплектность ТВ приставки TE-8714.

Основные параметры приставки:

- видеопоток – MPEG-2: MP@ML (ISO/IEC 13818); H.264: MP@L3.0MP (IEC14496-10);
- разрешение декодируемого потока – 720 576, чересстрочная развертка (ПАЛ, СЕКАМ);
- система условного доступа – Роскрипт-ПРО, Роскрипт М 2.0, совместимость с картами CAS;
- выходные разъемы – RCA (композитный видеовыход ПАЛ/СЕКАМ, звук ЛК/ПК), USB (обновление ПО, PVR), S/PDIF (коаксиальный выход цифрового звука).

Как видно из приведенных параметров, приставка рассчитана на массовый сегмент рынка – нет выхода HDMI и даже S-Video, не обеспечивается прием телевидения высокой четкости, нет и других функционалов, характерных для аппаратов высокого класса.

Основными элементами цифровых телевизоров и приставок являются специализированные селекторы каналов – системы на кристалле (SoC), разработкой и выпуском которых занимаются ведущие производители полупроводниковых приборов NXP, STM, Renesas Electronics, Maxim, Sony и другие. Компания NXP производит полупроводниковые селекторы каналов (Silicon Tuners), представляющие собой микросхемы в корпусах HVQFN40.

Полупроводниковые селекторы каналов отличаются от стандартных ТВ тюнеров отсутствием металлического корпуса и внешних элементов частотной селекции (катушек и конденсаторов). В настоящее время компания предлагает следующие микросхемы полупроводниковых селекторов каналов: TDA18212HN, TDA18219 HN, TDA18272HN, TDA18273HN (гибридный селектор для аналоговых и цифровых сигналов). Кроме цифровых сигналов DVB-T, DVB-T2 полупроводниковые селекторы каналов компании способны принимать цифровые сигналы других систем ТВ и кабельных форматов DVB-C, DVB-C2. Специализированные БИС в больших количествах выпускает компания Renesas Electronic. В ассортименте компании декодеры MPEG-2, MPEG-4 серии EMMA следующих типов:

- EMMA3TJ/TS/TH/TL2/TL/SV – для цифровых телевизоров с компрессией MPEG-4 (H264);
- EMMA2TS/TL/TH/H/SL/SV – для цифровых телевизоров с компрессией MPEG-2; EMMA3TS/SL/;
- EMMA3SL/P, SL/L, SL/LP, SL/HD, SL/SD, EMMA3SV – для цифровых приставок с компрессией MPEG-4 (H264);
- EMMA2TS/SE, EMMA2SE/P, EMMA2+, EMMA 2+S, EMMA2SL/S, SL/P, SV, LL, L – для цифровых приставок с компрессией MPEG-2. ■

Литература

1. <http://www.rg.ru/2011/09/16/schegolev.html>
2. http://www.rtrs.ru/basic_documents/background_documents/2573/
3. <http://www.salonav.com/arch/2010/03/008.htm>
4. <http://www.dvbpro.ru/цифровое-телевидение-dvb-t2-псков/>
5. http://www.tehnopolis-gusev.ru/newspaper/2011/16_nomer_small.pdf
6. http://www.tehnopolis-gusev.ru/newspaper/2012/7_nomer_small.pdf

Разработка программного обеспечения – искусство или наука?

George Novacek, Канада

Circuit Cellar

Статья представляет собой серьезный взгляд на процесс разработки программного обеспечения и программирования. Рассматриваются такие вопросы, как генераторы кода, программы-симуляторы и тестирование.

Большинство инженерных дисциплин зародилось как искусство. Одаренные люди совершенствовали какой-либо навык, зачастую без достаточного понимания заложенных в нем базовых принципов, и успешно применяли его на практике. Хорошим примером является производство стали. Ранее лишь немногие высокооплачиваемые мастера знали секрет выплавки этого материала. Но позже, в середине 19 века, изобретение бессемеровского процесса перевело производство стали в область науки. Потребность в высококвалифицированных ремесленниках исчезла, а цена на сталь резко упала.

Разработка программного обеспечения пошла тем же путем. Первоначально представляя собой область, в которой разбирались лишь несколько гуру, сегодня разработка ПО стала научно обоснованной деятельностью, которой, как хотели бы видеть, в конечном счете, руководители, смогут заниматься обученные обезьяны.

Создатели ПО, в целом, делятся на две категории. Первую представляют разработчи-

ки, являющиеся, по сути, творцами, которые находят решения, изобретают новые алгоритмы и, в общем, развивают отрасль. Вторая категория представлена программистами, которые лишь реализуют идеи инженеров, предоставленные им в виде псевдокода, блок-схем или каким-либо другим способом. Они проделывают большую работу по преобразованию этих идей в код. Но это не означает, что инженер и программист не могут быть одним и тем же лицом. В небольших компаниях зачастую так и происходит.

Хотя пока не приходится ожидать, что в ближайшем будущем наука сможет полностью автоматизировать процессы разработки, требующие творческого подхода, (впрочем, уже были попытки) в области разработки ПО она все же достигла значительных результатов, возложив на себя такие монотонные и рутинные задачи, как генерация исходного кода, управление версиями, обнаружение ошибок и тестирование.

Программы автоматической генерации кода

Автоматические генераторы кода, хотя и не такие сложные, как сегодня, появились довольно давно. В середине девяностых я приобрел пакет разработки на основе принци-

пов нечеткой логики. Я так и не воспользовался им, потому что клиенты вздрагивали при слове «нечеткий» и настаивали на применении нашего проверенного временем метода планируемого усиления. Недавно я нашел этот пакет у себя в ящике и решил попробовать его. Я был удивлен тем, что сгенерированный им код был поразительно похож на тот, который мы писали для планируемого усиления, но с одним значительным отличием. С помощью графического интерфейса пакета процесс разработки шел гораздо быстрее.

Со дня своего зарождения автоматические генераторы кода прошли долгий путь. Хорошим примером знакомого мне современного автоматического генератора кода является SCADe (среда разработки приложений для решения критически важных задач приложений безопасности) Suite, разработанный компанией Esterel Technologies. В отличие от боль-

шинства других подобных программ, SCADe Suite был официально признан инструментом для разработки приложений, предъявляющих повышенные требования к безопасности до уровня А, включительно, в соответствии со стандартом DO-178B. SCADe применяют в компаниях, в которых разрабатываются приложения для таких отраслей промышленности, как автомобильная, железнодорожная, аэрокосмическая, телекоммуникационная, медицинская, и военная. К таким компаниям относятся Dassault, Audi, Boeing, Lockheed, Siemens и Airbus.

Чтобы понять, как работает SCADe, рассмотрим процесс разработки системы управления шасси самолета. Инженеры, проектирующие такую систему, в документе, носящем название System Requirements (требования к системе), указывают, что необходимо для управления ими. После декомпозиции этих

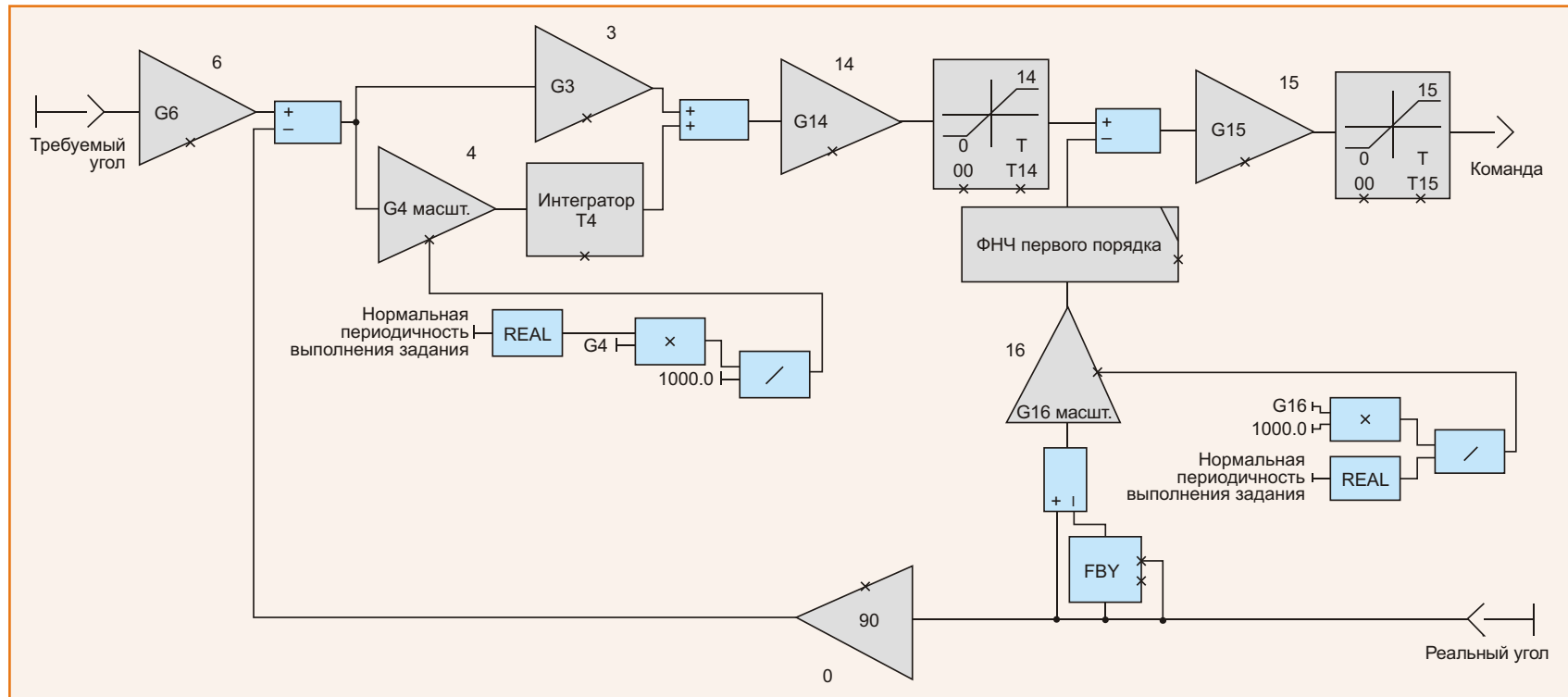


Рисунок 1. Блок-схема системы с обратной связью.

требований, когда для встраиваемого контроллера определены требования к ПО и аппаратной части, инженер-программист получает документ Software Requirements (требования к ПО). Рассмотрим две конкретные функции, описанные в этом документе: регулирование угла колеса передней опоры с использованием принципа обратной связи и последовательность выпуска и убирания шасси.

Из документа System Requirements системный инженер берет основные коэффициенты усиления и ограничения для системы управления колесом передней опоры и включает их в документ Software Requirements. Инженер-программист разрабатывает блок-схему программы, которая затем моделируется и отлаживается, при этом значения коэффициентов изменяются при помощи программы-симулятора Simulink компании MathWorks до тех пор, пока работоспособность системы с обратной связью не будет удовлетворять требованиям технического задания. Полученная блок-схема представлена на Рисунке 1. Графическое представление системы управления с обратной связью, показанной на Рисунке 1, становится частью документа Software Design Description (описание процесса разработки ПО).

Поведение посадочных шасси самолета определяется конечным автоматом. Как и в случае системы управления с обратной связью, инженер проектирует диаграмму состояний для конечного автомата, которая затем обрабатывается в симуляторе до тех пор, пока не будут получены удовлетворительные результаты. Это также представляется графически, и тоже становится частью документа Software Design Description.

Документ Software Design Description передается программисту, который должен напи-

сать исходный код. Когда дело доходит до таких модулей, как система управления с обратной связью или автомат, описывающий поведение шасси, процесс разработки протекает с использованием графического интерфейса пакета SCAD. SCAD, в свою очередь, генерирует исходный код, который затем добавляется в прошивку встраиваемой системы, как правило, в виде вызываемой функции. Во время интеграции аппаратной/программной части некоторые параметры могут нуждаться в корректировке, поскольку в первую очередь они зависят от точности математической модели.

Программы управления конфигурациями

Управление версиями является очень важным моментом в любом процессе разработки. Нет ничего хуже, когда команда программистов работает над разными версиями документов или исходных кодов. Были времена, когда один из моих поставщиков постоянно обновлял ассемблер, не утруждая себя изменением номера версии или, хотя бы, включением информации о модификации файлов. Поскольку каждое изменение версии ассемблера/компилятора влечет за собой повторную проверку критического программного обеспечения, отслеживание версии ассемблера было настоящим кошмаром. Я также был свидетелем того, как один производитель авиационного оборудования из-за своей небрежности потерял управление конфигурациями. Последствия были ужасными. Агентство по выдаче сертификатов вынудило производителя отказаться от результатов работы, проводившейся в течение нескольких месяцев, и вернуться к последней проверенной конфигурации.

Подобных происшествий можно избежать, если разработчик использует программу управления конфигурациями. Среди наиболее известных программ такого рода можно назвать Rational DOORS компании IBM, предназначенную для динамических объектно-ориентированных систем. DOORS представляет собой базу данных, которая отслеживает открытие нескольких документов или файлов с исходным кодом и внесение в них изменений несколькими пользователями и обновляет номер версии в соответствии с изменениями.

Тестирование, верификация и валидация

Другой трудоемкой и рутинной задачей, возложенной на плечи программистов, является процесс тестирования, верификации и валидации. Рассмотрим каждую составляющую этого процесса.

Тестирование – это общий термин, означающий совокупность процедур тестирования модулей, интеграции модулей, интеграции аппаратной и программной части и т.д., в результате которых разработчики убеждаются в том, что код работает, как задумано.

Верификация представляет собой, в значительной степени, бюрократическую задачу. Она дает гарантию, что все требования технического задания были выполнены и могут быть прослежены от документации до исходного кода, при этом каждой строке исходного кода соответствует определенный пункт технического задания. В ходе верификации устанавливаются правила использования стека, оговариваются типы данных, синхронизация при наихудших случаях, предотвращение конфликтов

прерываний и т.д. Верификация может быть выполнена на главном компьютере (например, ПК) или на целевой системе. Использование компьютера зачастую представляет собой более удобный вариант. Верификация может одновременно выполняться несколькими программистами без дополнительных затрат на целевые системы.

Процесс верификации также в значительной степени был автоматизирован. Polyspace компании MathWorks представляет собой одну из нескольких программ, позволяющих сложить с плеч программистов такие рутинные задачи.

Наконец, **валидация** производится на целевой системе, чтобы убедиться в том, что вся система работает как необходимо. Это момент, когда «резина касается дороги», и когда могут быть обнаружены высокоуровневые ошибки технического условия. Как правило, системы, состоящие из механических и электрических частей, не ведут себя в точности так, как модели в симуляторе. Это происходит, главным образом, потому, что в математических моделях невозможно учесть все параметры, особенно те, которые присущи механическим частям. В хорошо спроектированных системах в основном ограничиваются варьированием коэффициентов усиления и границ изменения регулируемых величин. Для встраиваемого ПО хорошей идеей является создание защищенной паролем таблицы, в которой должны храниться все значения, нуждающиеся в возможной корректировке, и к которой можно получить доступ и впоследствии вносить изменения через интерфейс ПК, например USB.

Сегодня разработчикам ПО доступно огромное количество инструментов. В этой статье я упомянул лишь некоторые из них. Я также хочу развеять опасения программистов по поводу потери своих рабочих мест, которые

заняли бы обученные обезьяны. Этого пока еще не предвидится. В тоже время, наука продолжит облегчать нашу жизнь, и в наших продуктах будет намного меньше ошибок, допущенных человеком. ■

Четыре логических пробника на одной КМОП микросхеме

Часть 2

Окончание. Начало в номере 2012-09

Иногда требуется прослушать звуковой сигнал в определенных точках схемы. Высокое входное сопротивление и хорошая нагрузочная способность выхода (примерно 6.8 мА) микросхемы 4069 позволяют напрямую подключать к ней небольшой акустический излучатель, реализовав таким образом простой звуковой пробник (Рисунок 4). Резистор на входе логического элемента (Рисунок 4а) защищает вход, если напряжение в проверяемой схеме превышает напряжение питания микросхемы 4069.

Акустический излучатель, в зависимости от требуемой громкости, можно подключить двумя способами. На Рисунок 4а показано прямое подключение к логическому элементу. Излучатель будет звучать громче, если включить его в соответствии с Рисунок 4б, при этом, возможно, последовательно с излучателем придется включить небольшой резистор. Альтернативный способ

подачи смещения на вход вентиля, позволяющий повысить чувствительность схемы, изображен на Рисунок 4в.

Напряжение смещения устанавливается делителем напряжения на основании следующего выражения:

$$V_B = \frac{R_2 V_S}{R_1 + R_2} - \frac{R_2 V_L (1 - \xi)}{R_1 + R_2} = \frac{R_2 V_H \xi}{R_1 + R_2},$$

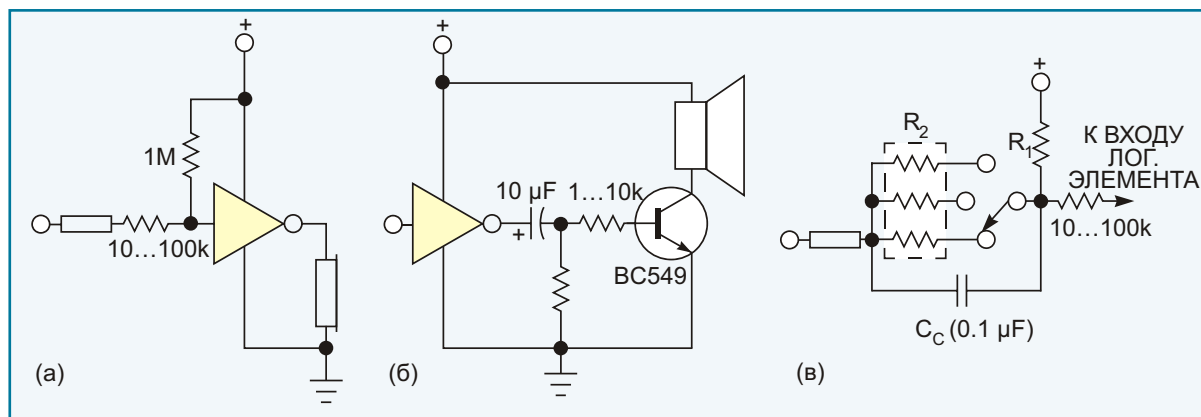


Рисунок 4. Резистор на входе логического элемента защищает вход, если напряжение в проверяемой схеме превышает напряжение питания микросхемы 4069 (а). При таком включении излучатель будет звучать громче, но при этом, возможно, последовательно с излучателем придется включить небольшой резистор (б). Альтернативный способ подачи смещения на вход вентиля с помощью переключаемых резисторов позволяет повысить чувствительность схемы (в).

где

V_S – напряжение питания,

– коэффициент заполнения импульсов ($T_H/(T_H+T_L)$) входного сигнала (предполагается, что импульсы прямоугольные),

V_H – напряжение высокого уровня,

V_L – напряжение низкого уровня.

Рекомендуемая величина R_1 – 1 МОм. Сопротивление R_2 пользователь выбирает в соответствии с выражением для напряжения смещения (рекомендуется 1 МОм). Величину R_2 можно выбирать из нескольких значений с помощью переключателя, как показано на Рисунке 4в. Конденсатор C_C (рекомендуется 0.1 мкФ) смещает уровень исследуемого сигнала. Минимальный размах сигнала ограничен входными порогами, зависящими от типа логического элемента. Например, для прямоугольного сигнала, изменяющегося от нуля до максимального значения, напряжение смещения должно быть ниже окна порогов, а сумма значений напряжений смещения и сигнала должна превосходить верхний порог.

Неприятная ситуация возникает, когда эти два значения лежат вблизи порогов переключения. Поэтому для прямоугольных или ослабленных цифровых сигналов $V_{SIG} = V_T$ – это минимально допустимая интенсивность сигнала. В общем случае логические элементы различаются параметром V_T , – у одних элементов ширина окна больше (CD4069), у других меньше (CD4011). В случае подачи на вход переменного напряжения, например синусоиды, отрицательная фаза сигнала снижает напряжение смещения до величины $V_B - V_{SIG}$. Этого достаточно, чтобы сдвинуть смещение

на половину ширины окна. Таким образом, для сигналов переменного тока минимальный размах сигнала равен

$$V_{SIG} = \frac{V_T}{2}.$$

Наконец, для инвертирующего элемента,

$$V_T = V_{T2} - V_{T1},$$

где

V_{T2} – входное напряжение, при котором на выходе элемента полностью устанавливается «лог. 0»,

V_{T1} – входное напряжение, при котором на выходе элемента полностью устанавливается «лог. 1».

Резисторы R_1 и R_2 позволяют установить размах сигнала на входе логического элемента выше минимального уровня, определяемого порогом. Если R_2 составляет порядка 1 МОм, то постоянная времени $R_2 C_C$ равна 0.1 с, что соответствует частоте 10 Гц и вполне отвечает задаче, для которой предназначен звуковой пробник.

Для простых цифровых сигналов достаточно исключить из схемы R_2 и C_C , иными словами, их номиналы должны равняться нулю. Следует отметить, с этой цепочкой, предназначенной для смещения базы простого транзисторного усилителя, схема не может пропускать низкочастотные сигналы. Для передачи медленных сигналов на выходе логического элемента должен быть включен конденсатор емкостью 10 мкФ (Рисунок 4б).

Тот, кто предпочтет традиционную схему связи по переменному току, когда левый вывод R_2 подключен к «земле», а не к щупу

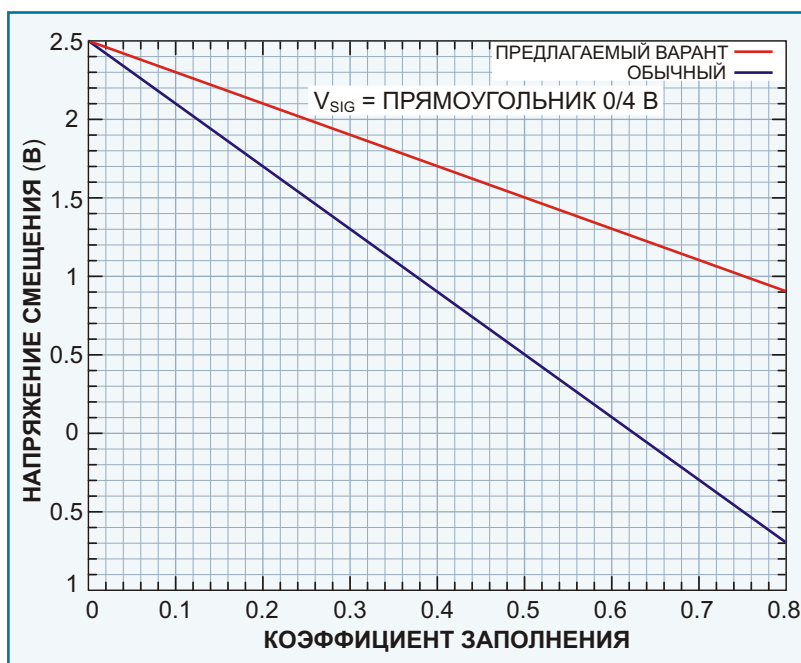


Рисунок 5. Схема на Рисунке 4в менее зависима от коэффициента заполнения импульсов, чем традиционная схема с последовательным развязывающим конденсатором.

пробника, для вычисления V'_B может использовать следующее выражение:

$$V'_B = \frac{V_S R_2}{R_1 + R_2} \approx V_H - V_L - V_L,$$

все члены которого имеют прежний смысл.

Обратите внимание, что напряжение смещения V'_B связано с V_H и V_L единственным числовым коэффициентом, связанным с коэффициентом заполнения, в то время как в предыдущей формуле для V_B зависимость определялась другими множителями,

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} \approx 1,$$

что, как видно из Рисунок 5, делает более пологой зависимость от коэффициента заполнения.

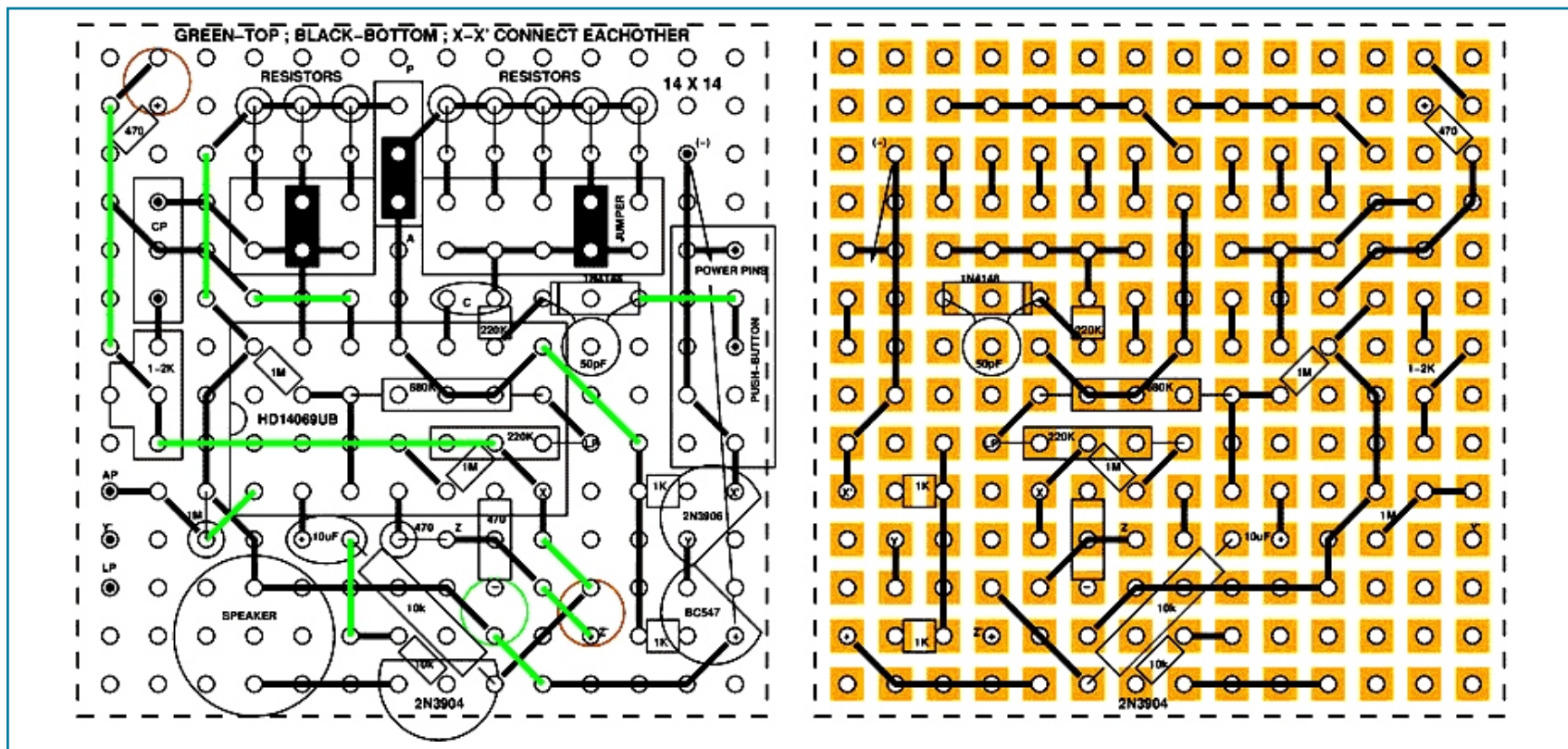


Рисунок 6. Схема соединения элементов.

ния для прямоугольных импульсов с отношением

$$\frac{V_L}{V_H} = \frac{0}{4} \text{ В}$$

и переменным коэффициентом заполнения.

Все описанные выше пробники можно собрать в одном небольшом корпусе, например, в футляре от клеящего карандаша. На Рисунках 6 и 7 изображены, соответственно, схема соединения компонентов на макетной плате и внешний вид собранного пробника. Питать прибор можно от двух литиевых элементов CR2032 с суммарным напряжением 3 В, поскольку ток потребления 4069 очень мал. Помните, что микросхемы различных производителей существенно различаются пороговыми напряжениями, поэтому необходима проверка этого параметра перед выбором микросхемы для сборки пробников, особенно первых трех.

Ключевым свойством КМОП вентиля, используемым в пробнике, является его высокое входное сопротивление. Пробник можно собрать и на других микросхемах, например,

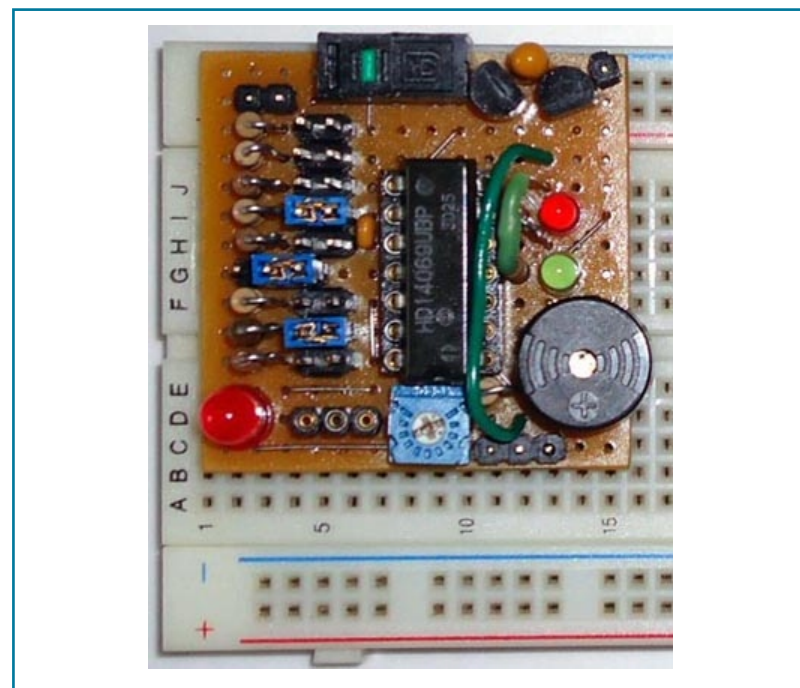


Рисунок 7. Пробник, собранный на макетной плате.

на CD4011/CD4001, поскольку наличие инверсии сигнала не принципиально.

Важное замечание

Во всех рассмотренных в статье схемах «земля» пробника должна подключаться непосредственно к «земле» проверяемой схемы. ■

Дешевый способ получения дополнительных напряжений на выходе мостового выпрямителя

Horst Koelzow, Канада

EDN

Многие одноканальные источники питания состоят из трансформатора, выпрямителя и конденсатора фильтра (Рисунок 1). Такая схема относительно дешева, проста в изготовлении, но имеет ограниченное применение. Схемы, содержащие операционные усилители, преобразователи данных или иные аналого-

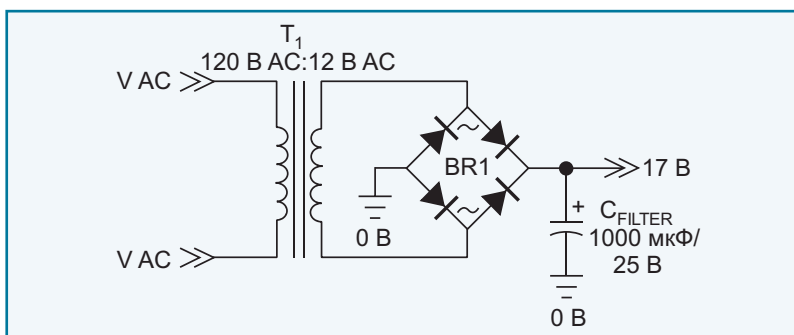


Рисунок 1. Многие одноканальные источники питания состоят из трансформатора, выпрямителя и конденсатора фильтра.

вые цепи часто нуждаются в дополнительных напряжениях питания, которые могут либо превышать напряжение основного источника, либо иметь противоположную полярность. В таких случаях приходится увеличивать количество вторичных обмоток трансформатора и, соответственно, количество выпрямителей. Такой подход оправдан в том случае, когда

мощности, забираемые от каждой обмотки, примерно одинаковы, но, как правило, источники смещения аналоговых цепей потребляют весьма незначительный ток, и тогда затраты на вспомогательные обмотки, выпрямители и фильтры становятся неадекватными выполняемой ими функции. Заметим, что если напряжение дополнительного источника должно быть ниже основного, проще всего воспользоваться последовательным линейным стабилизатором напряжения.

Поскольку вход и выход моста не имеют общей опорной точки, стандартные пиковые детекторы и каскады умножения напряжения

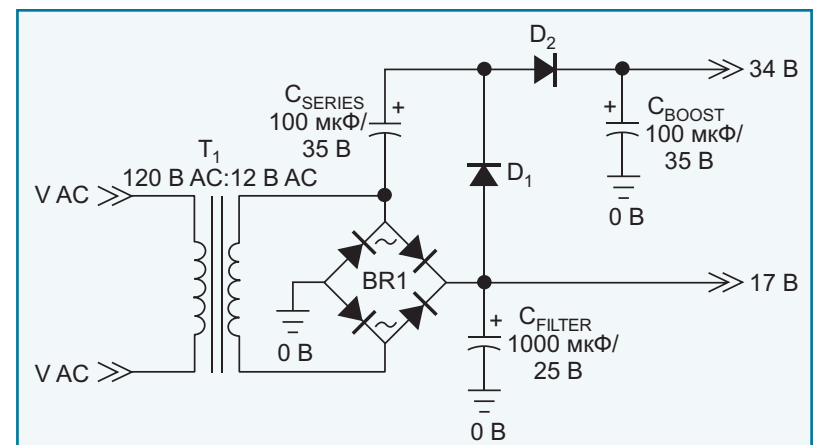


Рисунок 2. Немного изменив схему, можно сделать удвоитель напряжения.

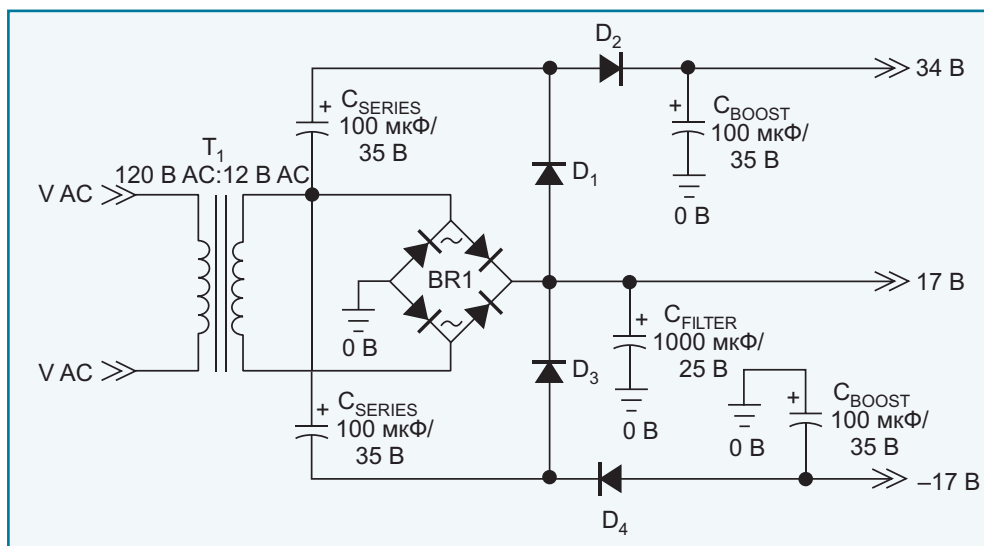


Рисунок 3. С помощью модифицированной схемы можно дополнительно получить как повышенное положительное, так и отрицательное напряжение.

здесь неприменимы. Однако входы переменного напряжения выпрямительного моста способны отдавать и принимать ток относительно своих выходов. Это позволяет, немного модифицировав обычный мост, сделать удвоитель напряжения (Рисунок 2).

На схемах использованы следующие обозначения:

C_{SERIES} – последовательный конденсатор

C_{BOOST} – вольтодобавочный конденсатор

Используя аналогичную структуру, но привязывая ее к шине «0 В», можно получить отрицательное напряжение. На Рисунке 3 показан видоизмененный вариант схемы с дополнительными источниками как умноженного, так и отрицательного напряжения.

Трансформатор с выходным напряжением 12 В был выбран только для примера, а предложенный метод, конечно, применим для любых напряжений. Обратите внимание, что рабочее напряжение последовательных и вольтодобавочных конденсаторов выше, чем у конденсаторов фильтра, которые рассчитываются только на пиковые значения выпрямленного переменного напряжения, в то время как остальные конденсаторы должны выдерживать почти вдвое большее напряжение (за вычетом падения на диодах). Номиналы последовательных и вольтодобавочных конденсаторов

определяются требуемой выходной мощностью и необязательно должны быть одинаковыми.

Теоретически, шины отрицательного и умноженного напряжения способны отдавать мощность, соизмеримую с мощностью основного источника питания. Дополнительные потери обусловлены, в основном, конденсаторами C_{SERIES} . Для снижения потерь емкость этих конденсаторов необходимо увеличивать, не забывая допустимых импульсных токах. Если же от шины умноженного напряжения требуется повышенная мощность, придется рассмотреть вариант с дополнительным трансформатором или с дополнительной вторичной обмоткой. ■

Способы диагностики обрывов и коротких замыканий в жгутах проводов

Don Nisbett

Analog Devices

Важнейшей частью современных автомобилей становятся жгуты проводов, соединяющие тысячи электронных узлов в единую работающую систему, на которую может оказать серьезное влияние неисправность единственного провода. Несмотря на это, насыщенность автомобилей проводами продолжает расти вместе с усложнением автомобильной электроники, делая все более актуальной задачу простого и быстрого поиска закороченных или оборванных проводов. Необходимость диагностики сохраняется на протяжении всего срока жизни автомобиля. Уже на этапе сборки автомобиля диагностика и ремонт поврежденных жгутов могут стать причиной серьезных задержек. Во время эксплуатации транспортного средства неисправности проводов продолжают приносить автопроизводителям убытки за счет увеличения времени диагностики при гарантийном ремонте.

Сейчас особую ценность в глазах потребителей приобретают системы активной безопасности, включая детекторы линий разметки и системы помощи при парковке (видеокамеры переднего и заднего обзора), а также информационно-развлекательные системы (средства навигации и мультимедиа для пас-

сажиров на заднем сидении). Для эффективности этих систем видеоданные должны надежно доставляться водителю и пассажирам из всех углов автомобиля, и состояние кабелей здесь имеет первостепенное значение.

В этой статье предлагается схема, позволяющая надежно и с минимальными затратами средств диагностировать автомобильные линии передачи видео и аудио информации.

Показанная на Рисунке 1 схема может эффективно определять замыкание провода на аккумуляторную батарею, замыкание на массу, обрыв и взаимное замыкание пары проводов. В схеме использована микросхема ADA4433-1 (U1) – полностью законченный фильтр восстановления видеосигнала, – в качестве элемента цепочки передачи видео сигнала, и микросхема быстродействующего дифференциального усилителя ADA4830-1 (U2) в качестве детектора. ADA4433-1 представляет собой фильтр высокого порядка с частотой среза 10 МГц по уровню –3 дБ, подавлением 45 дБ на частоте 27 МГц и фиксированным усилением 2 В/В. Микросхема рассеивает очень незначительную мощность, имеет отличные видео характеристики, снабжена встроенной защитой выходов от перенапря-

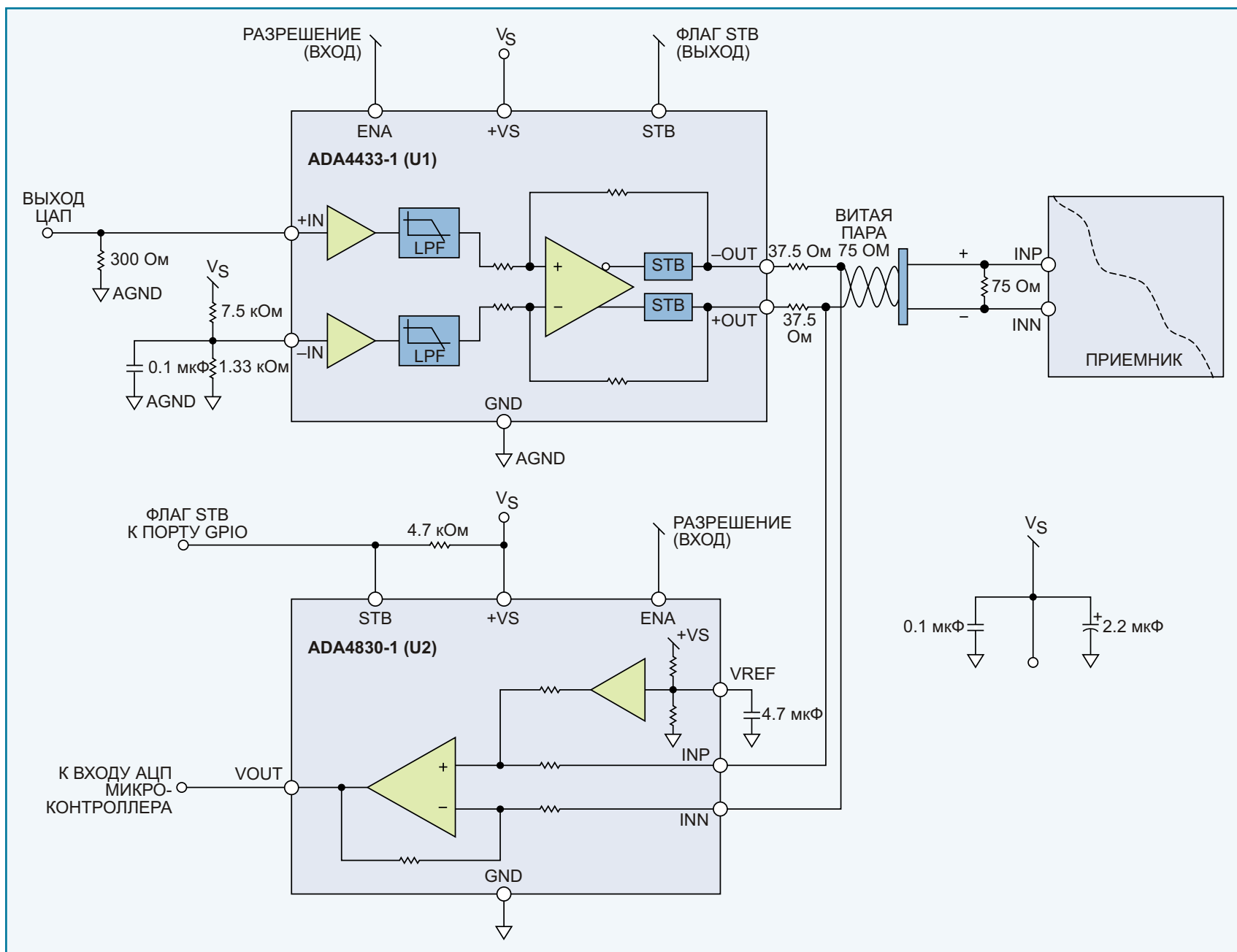


Рисунок 1. Схема диагностики проводов на основе ADA4433-1 (U1) и ADA4830-1 (U2).

жения (STB) и от перегрузки по току (STG). ADA4830-1 имеет коэффициент усиления (аттенюации) 0.5 В/В. Подключенный к внешнему выводу флаг неисправности индицирует наличие перегрузки входов напряжением свыше 18 В. Усилитель рассчитан на широкий диапазон синфазных входных напряжений и име-

ет надежную защиту от электростатических разрядов.

В приведенном на Рисунке 1 примере U1 выполняет функции дифференциального выходного буфера, передающего к приемнику видеосигнал от камеры заднего обзора или от ЭБУ. На вход схемы, в типичном случае, посту-

пают сигналы от КМОП сенсора изображений или от видеокодера. Основная функция U1 состоит в активной фильтрации (восстановлении) видеосигнала и передаче его по кабелю на дисплей. Входы U2 подключены к выходам U1. Все признаки неисправностей, определяемых схемой, перечислены в Таблице 1 и описаны ниже.

Таблица 1. Сводка показаний индикатора			
Вид неисправности	Конфигурация входов U1	Индикаторный выход U2	Напряжение на индикаторе
Замыкание на батарею		Вывод 5	85 мВ
Замыкание на массу (один выход)	INP = INN	Вывод 6	530 мВ
Замыкание на землю (оба выхода)	INP INN	Вывод 6	10 мВ
Обрыв	INP INN	Вывод 6	500 мВ
Замыкание на соседний выход	INP INN	Вывод 6	0 мВ
Без повреждений		Вывод 6	250 мВ

Обнаружение замыкания на аккумуляторную батарею

Обе микросхемы U1 и U2 имеют интегрированный детектор короткого замыкания на аккумуляторную батарею и выходы флага STB. При замыкании на батарею выходной флаг микросхемы U2 принимает значение «лог. 0», которое легко может быть считано микроконтроллерным портом ввода/вывода общего назначения (GPIO).

Обнаружение замыкания на массу (один выход)

Соедините положительный и отрицательный входы микросхемы U1 (INP и INN). Дифференциальное напряжение между выходами +OUT и –OUT должно равняться 0 В. Если хотя бы один из выходов будет закорочен на массу, дифференциальное напряжение на выходе U2 превысит 500 мВ.

Обнаружение замыкания на землю (оба выхода)

Подайте 0 В на положительный вход микросхемы U1 (INP). Дифференциальное напряжение между выходами +OUT и –OUT должно быть порядка 1 В. Если оба выхода закорочены на массу, дифференциальное напряжение на выходе U2 будет равно приблизительно 0 В.

Обрыв

Подайте 0 В на положительный вход микросхемы U1 (INP). Дифференциальное напряжение между выходами +OUT и –OUT должно быть порядка 1 В. При обрыве провода результирующее дифференциальное напряжение на выходе U2 будет равно примерно 500 мВ.

Замыкание на соседний выход

Подайте 0 В на положительный вход микросхемы U1 (INP). Дифференциальное напряжение между выходами +OUT и –OUT должно составлять примерно 1 В. Если выходы закорочены друг на друга, дифференциальное напряжение на выходе U2 будет равно приблизительно 0 В.

Без повреждений

Подайте 0 В на положительный вход микросхемы U1 (INP). Дифференциальное напряжение между выходами +OUT и –OUT должно составлять примерно 1 В. Результирующее дифференциальное напряжение на выходе U2 будет равно примерно 250 мВ. ■

ОКО Архив АВТО GPS/GSM

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

ОКО Мобайл 3G

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

ВИДЕОРЕГИСТРАТОРЫ СЕРИИ "ОКО АРХИВ"

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

ОКО Архив 4NET

подключение по LAN/internet
сменный жесткий диск

ОКО Архив 4NET LE

подключение по LAN/internet
встроенный жесткий диск

ОКО Архив LITE CF

запись на карту Compact Flash

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ



"Децима"

Москва, Зеленоград, проезд 4922, дом 4, строение 1

тел: +7 (495) 988 48 58

<http://www.decima.ru>

Автономный цифровой вольтметр на многоканальном АЦП

Branislav Korenko и Marek Černý, Словакия

EDN

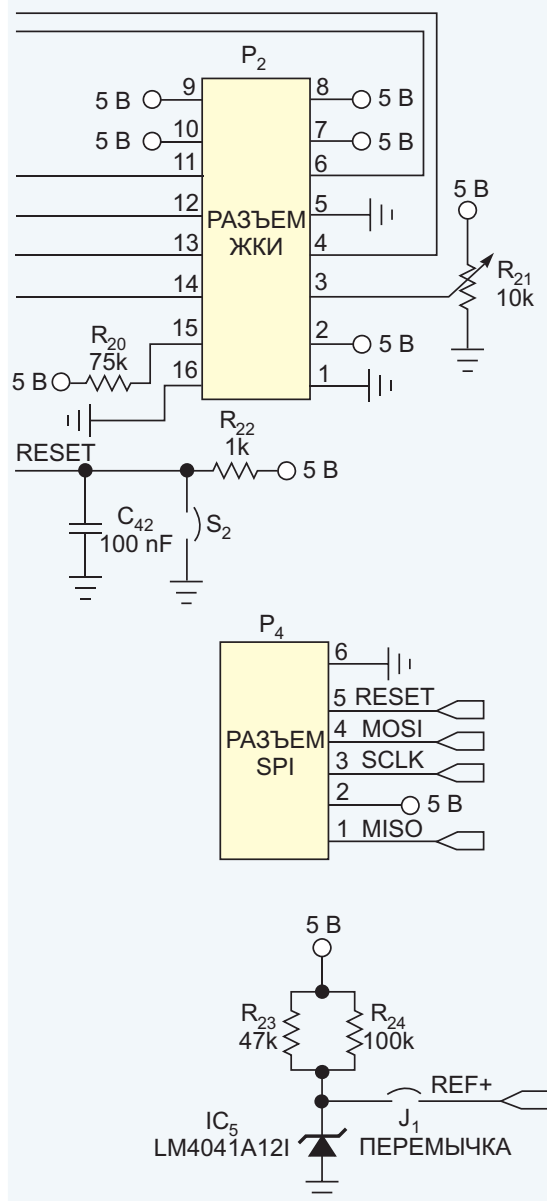
Идея изображенной на Рисунке 1 схемы возникла в связи с необходимостью измерения выходных сигналов в конкретной схеме 4-канального аналогового источника напряжения, однако, без сомнения, ей можно найти применение во множестве других приложений. Конструкция основана на микроконтроллере Atmel ATmega8-16AC и 12-разрядном АЦП Maxim MAX1230 [1, 2]. Хотя в микроконтроллере имеется встроенный 10-разрядный АЦП, гораздо эффективнее использовать внешний многоканальный преобразователь, чем мультиплексировать множество аналоговых каналов на дифференциальные входы АЦПАТmega8-16AC.

Микросхемы IC₁ и IC₂ связаны интерфейсом SPI, в соответствии с рекомендациями, изложенными в [2]. Резисторы R₁₇ и R₁₈ подтягивают к шине питания выход флага завершения преобразования и вход выбора кристалла. Сигналы SPI выходят на разъем P₄ для подключения программатора. Кнопка S₂ предназначена для сброса IC₂, R₂₂ и C₄₂ подавляютдребезг кнопки. Аналогичную функцию выполняют элементы R₁₉ и C₃₉ в отношении кнопки

S₁, подключенной к выводу INT0 микросхемы IC₂, используемой для переключения страниц ПЗУ знакогенератора ЖКИ.

Выводы с 23 по 28 микросхемы IC₂ через разъем P₂ идут к символьному ЖК индикатору Bolymin BC2002CBNHEH\$ формата 20 2 [3]. Подстроечным резистором R₂₁ устанавливается уровень контраста ЖКИ. Выводы RXD и TXD микросхемы IC₂ можно использовать для подключения к интерфейсу USB через дополнительный мост USB-UART FTD232BM (на схеме не показан). Интерфейс потребуется при необходимости накопления результатов измерений.

Аналоговые входы AIN0 ... AIN15 микросхемы IC₁ подключены к восьми делителям напряжения R₁ ... R₁₆. Коэффициент деления выбирается в соответствии с максимальным уровнем измеряемого напряжения. Не забывайте, что уровень полной шкалы АЦП определяется величиной опорного напряжения REF+. Аналоговые входы микросхемы IC₁ снабжены УВХ (устройство выборки и хранения), поэтому выходной импеданс источника



сигнала может влиять на общее время преобразования. Для устранения этого влияния к дифференциальным входам AIN0 и AIN1 микросхемы IC₁, согласно рекомендациям [2], подключены конденсаторы C₁, C₂ и C₃. Такие же группы конденсаторов подключены и к остальным аналоговым входам.

IC₁ может работать с частотой дискретизации до 300 тыс. выборок в секунду, что позволяет оцифровывать низкоскоростные переходные процессы и с помощью субдискретизации измерять периодические сигналы с шириной полосы, превышающей частоту выборки АЦП. Правда, для этого потребуется антиалайзинговая предварительная фильтрация входных сигналов

Прецизионный параллельный стабилизатор IC₅ вырабатывает для микросхемы IC₁ внешнее опорное напряжение REF+, равное 1.25 В. Резисторами R₂₃ и R₂₄, в соответствии с [4], устанавливается рабочий ток стабилизатора. Силовой трансформатор выбирайте в соответствии с напряжением сети в вашей местности. На схеме показан трансформатор 230 В с предохранителем 0.25 А. При сетевом напряжении 120 В необходимо установить предохранитель на вдвое больший ток. Напряжения со вторичных обмоток трансформатора выпрямляются диодными мостами D₁ и D₂ и стабилизируются последовательными стабилизаторами 7805. Один канал 5 В непосредственно питает многоканальный вольтметр, а другой предназначен для общего использования.

Ссылки

1. «ATmega8-16AC: 8-bit with 8K Bytes In-System Programmable Flash», Atmel Corp.
2. «MAX1226, MAX1228, MAX1230:12-Bit 300ksps ADCs with FIFO, Temp Sensor, Internal Reference», Maxim Integrated Products Inc, December 2010.
3. «LCD display, 2x20 characters, 5x7 dot matrix», <http://bit.ly/Sg8AHt> and <http://bit.ly/TQHO5A>.
4. «LM4041 precision micropower shunt voltage reference», Texas Instruments, February 2006.

Загрузки

Исходный код программы микроконтроллера





РАДИОЛОЦМАН

Журнал для тех, кто интересуется электроникой

Скоро новые
тематические номера:

- ▶ аудио
- ▶ интеллектуальные приборы учета
- ▶ аккумуляторы и зарядные устройства

Если Вам небезразличны эти темы
или Вы являетесь носителем
передовых знаний в других областях
электроники и готовы их
популяризировать -

приглашаем к сотрудничеству!

ДЛЯ ЗАМЕТОК

1. www.decima.ru - Системы видеонаблюдения, клеммы WAGO, измерительное оборудование Testboy, ручной инструмент Jokari.

2. www.datasheet.ru - Поиск даташитов от Google (только сайты производителей!)

3. www.rlocman.ru/comp/shop.html - Цены: от транзистора до осциллографа, прайс-листы лучших дистрибьюторов.

4. www.rlocman.ru/pr/ - Описания и сравнение параметров большой базы измерительного оборудования.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Журнал РАДИОЛОЦМАН

Главный редактор:

А. Николаев

Над номером работали:

В. Колесник
С. Муратчаев
А. Николаев
М. Русских
В. Чистяков

Обложка:

А. Кравчук

Директор:

С. Муратчаев

Оформление подписки:

www.rlocman.ru/magazine

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

rlocman@rlocman.ru

+7 (495) 721-72-14

www.rlocman.ru

ноябрь 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

НОВОСТИ

Новые осциллографы Agilent могут отображать информацию на экранах планшетников	5
Silicon Labs выпускает однокристалльный датчик относительной влажности	6
Toshiba выпустила чипсет для мониторинга состояния автомобильных литий-ионных аккумуляторов	8
Analog Devices представила самые миниатюрные в мире изолированные DC/DC преобразователи	10
Быстродействие магниторезистивной памяти компании Everspin в 500 раз превосходит NAND flash	11
Seiko Epson выпускает высокопроизводительные промышленные угломеры и акселерометры	12
Microchip представила высоковольтный быстродействующий ШИМ контроллер понижающего преобразователя напряжения с интегрированным драйвером MOSFET	14
Analog Devices создала первый в отрасли полностью изолированный АЦП для многофазных приборов учета электроэнергии	15
Touchstone Semiconductor предлагает 12-битный АЦП со скоростью 300 kSPS по цене менее \$1	16
Новый датчик изображения OmniVision обеспечит качественную съемку при низкой стоимости	17
LDO регулятор в миниатюрном корпусе SOT753 обеспечивает ток до 300 мА	18
Wolfson выпускает высококачественные МЭМС-микрофоны для HD стереосистем	19

СТАТЬИ

Прямой цифровой синтез	21
Использование анализатора сигналов для измерения уровня шума источников питания, стабилизаторов и источников опорного напряжения	28
ЛЕГКОВЕСЫ ЭЛЕКТРОНИКИ. Анализаторы временных интервалов компании Brilliant Instruments	32
Способы уменьшения тепловыделения в однотактных трансформаторных конвертерах. Часть 3	36
Highscreen Alpha GT и GTR: недорогие смартфоны мирового уровня с двумя SIM-картами	42
Внедрение эфирного цифрового телевидения и производство абонентского оборудования в России	46
Разработка программного обеспечения – искусство или наука?	52

СХЕМЫ

Четыре логических пробника на одной КМОП микросхеме. Часть 2	57
Дешевый способ получения дополнительных напряжений на выходе мостового выпрямителя	61
Способы диагностики обрывов и коротких замыканий в жгутах проводов	63
Автономный цифровой вольтметр на многоканальном АЦП	67