НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

№20 (46), 2007 г.

Информационно-технический журнал.

Учредитель – ЗАО «КОМПЭЛ»

Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-19835

Редактор:
Геннадий Каневский
vesti@compel.ru
Помощник редактора:
Анна Кузьмина

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

Дизайн, графика, верстка:
Елена Георгадзе
Владимир Писанко
Евгений Торочков

Распространение:
Анна Кузьмина

Электронная подписка:
www.compeljournal.ru

Отпечатано:
«Гран При»
г. Рыбинск

Тираж – 1500 экз.
© «Новости электроники»
Подписано в печать:
22 декабря 2007 г.

СОДЕРЖАНИЕ

КОМПОНЕНТЫ

АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Как правильно выбрать напряжение управления затвором МОП-транзистора
Контантин Староверов 3

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Новые DC/DC-преобразователи Mean Well с дистанционным управлением
Сергей Кривандин, Антон Шайагзамов 7

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Антенны для сложных условий приема – размеры меньше, коэффициент усиления больше
Андрей Козин 10

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Миниатюрные модули IGBT MiniSKiiP: пружины вместо пайки
Андрей Колпаков 15

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

Дополнительные беспроводные возможности прибавляют забот проектировщикам систем на кристалле
Рон Уилсон 20

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Современный HiFi-аудиоусилитель на базе блоков МАСТЕР КИТ
Семен Галкин 25

СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРОВ ЖУРНАЛА ЗА 2007 ГОД 29

ОТ РЕДАКТОРА



Уважаемые читатели!

В конце года и начале следующего принято подводить итоги и делиться планами на будущее. Да простят меня читатели, если предпраздничные дни, когда пишется эта редакционная заметка, слегка повлияли на ее стиль, и он напомнит некоторым бодрые рапорты советских времен...

Итог 2007 года для журнала «Новости электроники» — приятный. Мы вышли на уровень двадцать номеров в год и намерены в следующем году этот показатель перекрыть. Хочется, чтобы журнал выходил чаще и был именно новостным. Но самым оперативным поставщиком новостей является, как известно, Интернет, поэтому в конце 2007 года открыт сайт журнала **www.compeljournal.ru.** Обратите внимание, что на разделе «Подписка» этого сайта есть флажок «Получать уведомления о выходе нового номера». Подписываясь на бумажную версию, поставьте этот флажок, и еще до получения журнала сможете прочесть материалы нового номера на сайте.

В следующем году мы вновь будем чередовать сборные номера и номера, посвященные одному бренду. Но, возможно, появится и что-то новое. Пока могу лишь сказать, что обязательно будет номер, посвященный пятнадцатилетию компании КОМПЭЛ. Оно будет отмечаться в апреле 2008 года.

Очень хотелось бы публиковать читательские материалы, посвященные применению электронных компонентов, схемотехническим решениям и новым разработкам. В 2007 году мы печатали несколько таких материалов, но их явно должно быть больше. Присылайте нам свои статьи и заметки для публикации.

И, наконец, еще раз напомню некоторые полезные электронные адреса:

www.compeljournal.ru — сайт журнала «Новости электроники»;

www.compeljournal.ru/subscribe — подписка на журнал;

vesti@compel.ru — электронная почта редактора журнала;

www.compeljournal.ru/staff — добрые лица редакции и редколлегии.

С Новым годом и Рождеством, уважаемые читатели!

Счастья вам и вашим семьям!

Успехов в Новом году российской электронике!



С уважением,
Геннадий Каневский



Константин Староверов

КАК ПРАВИЛЬНО ВЫБРАТЬ НАПРЯЖЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТВОРОМ МОП-ТРАНЗИСТОРА

При проектировании импульсных источников питания остро стоит вопрос повышения КПД преобразования. Помимо тщательного подбора МОП-транзисторов, подбора оптимальной частоты преобразования и компонентов драйверного каскада, эффективность может быть улучшена выбором оптимального напряжения управления затвором. Схемотехнические аспекты осуществления такой идеи улучшения КПД изложены в данной статье.

В основе рассматриваемого способа улучшения КПД импульсного источника питания лежит зависимость основных характеристик МОП-транзистора от напряжения управления затвором. Повышение этого напряжения приводит к снижению сопротивления открытого канала ($R_{DS(on)}$), что очень важно для низковольтных, сильноточных стабилизаторов напряжения, а также для управления синхронными выпрямителями, которые используются во многих изолированных, сильноточных источниках питания. Применительно к понижающим преобразователям с синхронным выпрямлением снижение $R_{DS(on)}$ очень важно, т.к. весомую часть от общих потерь мощности составляют именно потери проводимости в канале МОП-транзистора. Однако повышение напряжения управления затвором приводит к переносу дополнительного заряда в переход затвор-исток МОП-транзистора, что отражается на увеличении потерь во время переключения транзистора, т.к. затягивается процесс открытия и закрытия канала. Этому негативному влиянию подвержен коммутатор преобразователя напряжения. Таким образом, для увеличения эффективности на затворы МОП-транзисторов нужно подавать такие напряжения, чтобы вызванные увеличением заряда затвора потери на коммутацию были меньше сэкономленных вследствие снижения $R_{DS(on)}$ потерь мощности. К примеру, экономия рассеиваемой мощности МОП-транзистора в 1 Вт будет ощутима, если прирост рассеиваемой мощности у коммутатора составит, например, 0,5 Вт.

На рисунке 1 представлена схема типичного импульсного понижающего преобразователя с синхронным выпрямлением. В ней для коммутации используется МОП-транзистор VT1, а для синхронного выпрямления — VT2. Поиск условий достижения максимального КПД преобразования может осуществляться по двум сценариям:

1) для управления затворами МОП-транзисторов используется одно напряжение;

2) для управления затворами МОП-транзисторов используются два разных напряжения.

Использовать второй сценарий рекомендуется только в случае, если расчеты показывают ощутимый прирост КПД преобразования относительно первого сценария, т.к. реализация раздельного питания требует дополнительных затрат времени на поиск компонентов для драйверного каскада, который допускал бы возможность раздельного питания драйверов верхнего и нижнего уровней, и разводку печатной платы.

Оценить эффект от изменения напряжения управления затвора-

Новый медиапроцессор DaVinci для транскодирования HD-видео

Компания **Texas Instruments** выпустила новый медиапроцессор на основе технологии DaVinci для транскодирования видео в медиашлюзах, устройствах для реализации многоточечной видеоконференции, цифровых медиаадаптерах, цифровых системах видеорегистрации и IP-ресиверах.

Новый процессор **TMS320DM6467** представляет собой однокристальную систему на базе DSP, специально приспособленную для транскодирования мультиформатного видео высокой четкости (high-definition, HD) в режиме реального времени. Данное решение объединяет ядро ARM926EJ-S и 600 МГц ядро DSP C64x+ с сопроцессором обработки HD-видео, инструментом преобразования и конфигурируемыми интерфейсами видеопортов. Также оно обеспечивает десятикратное увеличение производительности по сравнению с процессорами предшествующего поколения при выполнении синхронного мультиформатного декодирования и транскодирования HD-видеосигнала, вплоть до типа кодирования H.264 HP@L4 (формат 1080p при 30 кадрах в секунду, 1080i при 60 кадрах в секунду, 720p при 60 кадрах в секунду).

В DM6467 ядра ARM и DSP интегрированы с сопроцессорами обработки видеоданных/статических HD-изображений, подсистемой преобразования видеоданных и конфигурируемыми интерфейсами видеопортов.

Сопроцессоры HD-VICP обеспечивают вычислительную мощность цифровой обработки сигналов более 3 ГГц для транскодирования HD-видео для формата 1080i H.264 High Profile. При этом инструмент преобразования видеоданных управляет задачами обработки видео, включая масштабирование, дискретизацию сигнала цветности и функции наложения меню.

Для нового процессора DM6467 доступны все преимущества испытанной среды разработки DaVinci компании TI, включая полный комплект аппаратного и программного обеспечения, а также инструментов разработки.

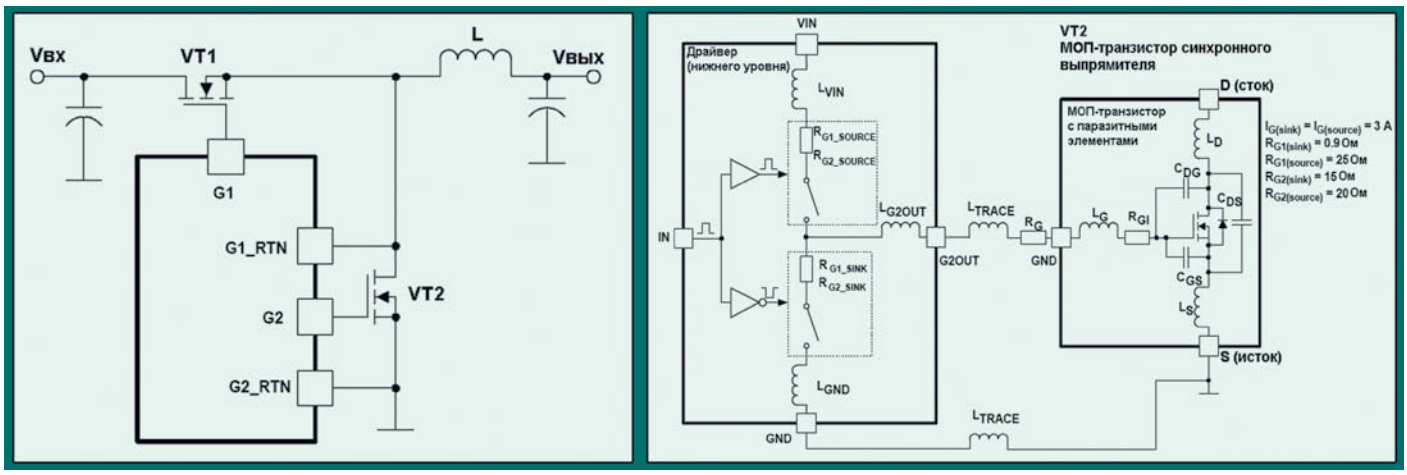


Рис. 1. **Импульсный понижающий преобразователь с синхронным выпрямлением (слева) и схема замещения драйверного каскада и МОП-транзистора (справа)**

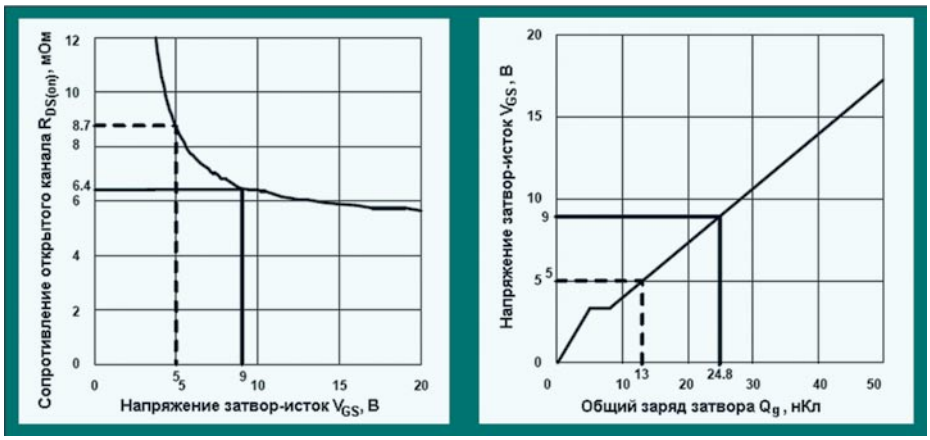


Рис. 2. **Пример зависимостей RDS(on) и QG от VGS МОП-транзистора**

ми можно с помощью методики, представленной в таблице 1. Данная методика полагается на схему замещения драйверного каскада и МОП-транзистора, представленной на рисунке 1. Для простоты на схеме показаны только драйвер нижнего уровня и МОП-транзистор синхронного выпрямителя. Прежде чем вычислить изменение КПД преобразования по п.6 необходимо выполнить расчеты по пп.1-5 для разных напряжений управления затвором (V_{GS}). Кроме того, для каждого из значений V_{GS} с помощью графиков, которые приводятся в документации на МОП-транзистор, необходимо определить значения $R_{DS(on)}$ и Q_G. Пример таких графиков представлен на рисунке 2.

По данным [1] у преобразователя с входным напряжением 5 В, выходным напряжением 1,8 В, частотой преобразования 200 кГц и выходным током 20 А изменение напряжения управления затвором с 5 до 9 В позволяет улучшить КПД на 1,65%.

Представленная методика также может использоваться для оценки влияния частоты преобразования, типа используемого МОП-транзистора и прочих параметров преобразователя на его КПД. Существенно упростить процедуру расчета можно за счет использования таких программ, как Excel или MathCAD.

В схемотехническом плане возможность реализации рассматриваемой идеи улучшения КПД преобразования зависит от доступности у ИС-драйвера МОП-транзисторов или ШИМ-контроллера отдельных выводов питания выходных каскадов драйверов верхнего и нижнего уровней. Из экономических соображений в верхнем уровне общепринято использовать МОП-транзистор той же структуры, что и в нижнем уровне, т.е. n-канальный. Для управления n-канальным транзистором в верхнем уровне потенциал на затворе должен отличаться от потенциала истока на величину, равную требуемому напряжению управления затвором. Для этого драйвер дополняется внешними диодом и конденсатором, выполняющими преобразование исходного напряжения с фиксированным потенциалом в напряжение с плавающим потенциалом. Пример такой схемы показан на рисунке 3, а [2]. Таким образом, для задания напряжения управления затвором верхнего МОП-транзистора необходимо отключить анод диода от выхода встроенного в UCC27222 стабилизатора напряжения 6,5 В (вывод VLO) и подать на освободившийся вывод анода требуемое напряжение. Питание драйвера нижнего уровня поступает через отдельный вывод PVLO (в типовой схеме включения соединен с VLO), поэтому, подача на этот вывод требуемого напряжения управления позволяет достичь искомой цели. Необходимые схемные изменения для случаев питания затвором одним общим напряжением и двумя разными напряжениями отражены на рисунке 3, б и рисунке 3, в, соответственно.

Данные схемные изменения могут быть проделаны и в импульсных преобразователях, выполненных по другим топологиям. Например, у драйверов из нового

Таблица 1. **Методика определения влияния напряжения управления затвором на КПД преобразования**

Исходные данные к расчету

1. Параметры преобразователя
V_{IN} — входное напряжение
V_{OUT} — выходное напряжение
I_{OUT} — выходной ток
D — коэффициент заполнения импульсов ШИМ-сигнала
F_{SW} — частота преобразования
2. Параметры МОП-транзисторов
V_{GS} — напряжение управления МОП-транзистором (напряжение затвор-исток)
V_{TH} — пороговое напряжение МОП-транзистора
R_G — сопротивление затвора
R_{GI} — входное сопротивление МОП-транзистора
$R_{DS(on)}$ — сопротивление открытого канала МОП-транзистора
C_{OSS} — выходная емкость
Q_G — общий заряд затвора
$t_{BDR}+t_{BDF}$ — общее время проводимости встроенного диода при переключении МОП-транзистора
Q_{RR} — необходимый для обратного восстановления встроенного диода заряд
V_F — прямое падение напряжения на встроенном диоде МОП-транзистора
3. Параметры драйвера
I_G —ток управления затвором
$R_{G(SINK)}$ ($R_{G(SOURCE)}$) — эквивалентное сопротивление драйвера в цепи разряда (заряда) затвора
4. Прочее
L_{LUMP} — суммарная паразитная индуктивность между драйвером и затвором МОП-транзистора

1. Расчет потерь в МОП-транзисторе коммутатора

1. Потери проводимости
$$P_C = I_{OUT}^2 \times R_{DS(on)} \times D$$
2. Потери коммутации
$$P_{SW} = \frac{1}{2} \times V_{IN} \times I_{OUT} \times (t_R + t_F) \times F_{SW},$$
где
$$t_R = t_F = \frac{Q_G}{I_G} + \frac{L_{LUMP} \times I_G}{V_{GS} - V_{TH}}$$
3. Потери на выходной емкости
$$P_{OUT} = \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \times C_{OSS} \times V_{IN}^2 \times F_{SW}$$
4. Общие потери
$$P_{DISS1} = P_C + P_{SW} + P_{OUT}$$

2. Расчет потерь в драйвере верхнего уровня

$$P_{G1} = Q_G \times V_{GS} \times F_{SW} \times \left(\frac{R_{G1(SINK)}}{R_{G1(SINK)} + R_G + R_{GI}} + \frac{R_{G1(SOURCE)}}{R_{G1(SOURCE)} + R_G + R_{GI}} \right)$$

3. Расчет потерь в МОП-транзисторе синхронного выпрямителя

1. Потери на встроенном диоде
$$P_{BD} = V_F \times I_{OUT} \times F_{SW} \times (t_{BDR} + t_{BDF})$$
2. Потери проводимости
$$P_C = I_{OUT}^2 \times R_{DS(on)} \times (1 - D)$$
3. Потери на обратное восстановление
$$P_{RR} = Q_{RR} \times V_{IN} \times F_{SW}$$
4. Потери коммутации
$$P_{SW} = 0$$
5. Потери на выходной емкости
$$P_{OUT} = 0$$
6. Общие потери
$$P_{DISS2} = P_{BD} + P_C + P_{RR}$$

4. Расчет потерь в драйвере нижнего уровня

$$P_{G2} = Q_G \times V_{GS} \times F_{SW} \times \left(\frac{R_{G2(SINK)}}{R_{G2(SINK)} + R_G + R_{GI}} + \frac{R_{G2(SOURCE)}}{R_{G2(SOURCE)} + R_G + R_{GI}} \right)$$

5. Общая рассеиваемая мощность

$$P_{DISS} = P_{DISS1} + P_{DISS2} + P_{G1} + P_{G2}$$

6. Влияние изменения напряжения управления затвором на КПД преобразования

$$\Delta\eta = \left[\frac{\pm P_{OUT(max)} \times (P_{DISS(V1)} - P_{DISS(V2)}}{(P_{OUT(max)} + P_{DISS(V1)}) \times (P_{OUT(max)} + P_{DISS(V2)}} \right] \times 100\%$$

семейства UCD7K, ориентированных на применения с цифровым управлением преобразованием, питание драйверов нижнего уровня, также как и в случае UCC27222, осуществляется через отдельный вывод. Например, драйвер UCD7201 [3], предназначенный для построения двухтактных изолированных преобразователей, имеет отдельный вывод PVDD, который в типовом применении

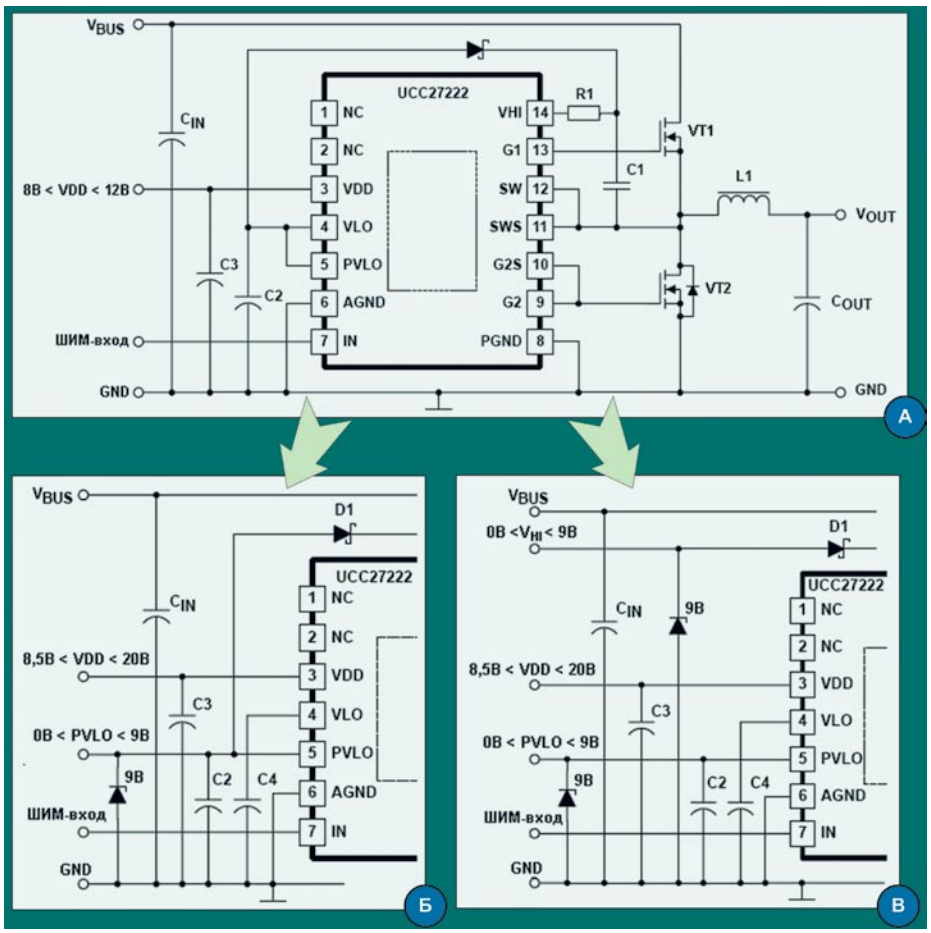


Рис. 3. **Преобразование схемы включения драйвера UCC27222 (а) для управления затворами одним общим напряжением (б) и двумя разными напряжениями (в)**

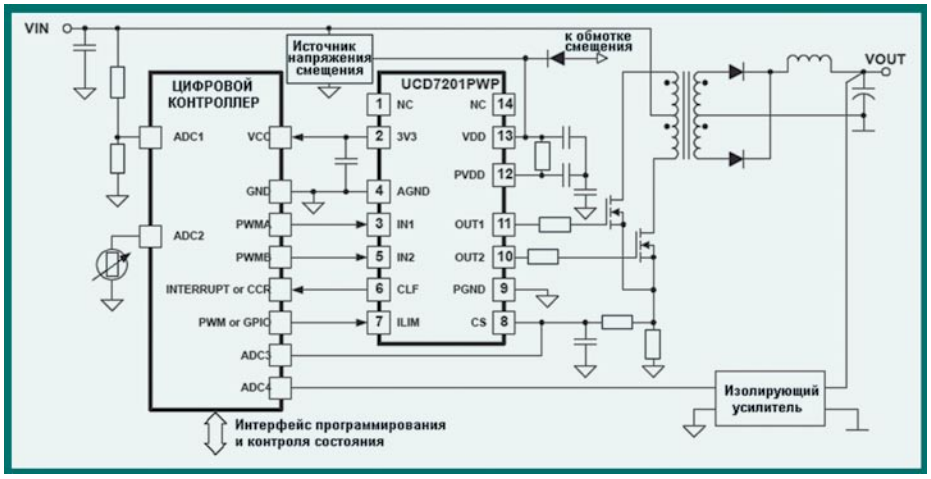


Рис. 4. **Типовая схема включения драйвера UCD7201 в составе двухтактного изолированного преобразователя**

(рис. 4) связан с выводом питания логической части драйвера VDD через фильтр нижних частот (ФНЧ). Таким образом, добиться управления затвором, требуемым напряжением, можно либо путем замены ФНЧ на линейный стабилизатор напряжения, либо путем соответствующего расчета количества витков обмотки смещения. Помимо драйвера UCD7201, в состав семейства UCD7K входят еще два представителя: UCD7100 (предназначен для построения однотактных изолированных преобразователей с цифровым управлением) и UCD7230 (контроллер импульсного понижающего стабилизатора напряжения с синхронным выпрямлением).

Таким образом, одним из способов улучшения КПД преобразования является поиск оптимального для заданных условий напряжения (напряжений) управления затворами МОП-транзисторов. Если вспомнить историю развития преобразователей с синхронными выпрямителями, которые стали более экономичной альтернативной диодам Шоттки и со временем дополнялись интеллектуальной логикой управления, позволявшей свести до минимума потери на фазе выпрямления, то можно с высокой вероятностью предположить, что в скором будущем появятся высокоинтегрированные ИС импульсных стабилизаторов напряжения/драйверов со встроенной логикой адаптивного управления напряжениями на затворах. А сейчас, если вопрос улучшения КПД преобразования стоит очень остро, ничего не остается, кроме как самостоятельно принимать решение о целесообразности изменения напряжения управления затворами и реализовывать, допускающие такие изменения, схемные решения.

Список литературы

1. Mappus, Steve «Optimizing MOSFET Characteristics by Adjusting Gate Drive Amplitude» //Application Report, Texas Instruments, Lit. num. SLUA341, 2005

2. Varying UCC27221 and UCC27222 Gate Drive Voltage by Overriding the VLO Regulator// Application Report, Texas Instruments, Lit. num. SLUA292, 2003

3. UCD7201: Digital Control Compatible Dual Low-Side ±4 Amp MOSFET Drivers with Programmable Common Current Sense//DataSheet, Texas Instruments, Lit. num. SLUS645C, 2007.

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

Сергей Кривандин, Антон Шайгазамов

НОВЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ MEAN WELL С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Mean Well *расширяет линейку монтируемых на плату DC/DC-преобразователей серии NSD с дистанционным включением/выключением, использующихся в системах распределенного питания. Серия NSD приходит на смену ныне снятой с производства серии ASD.*

Преобразователи серии NSD10, NSD15 мощностью 10 или 15 Вт

Новая серия DC/DC-преобразователей NSD для монтажа на печатную плату (рис. 1) имеет увеличенное на порядок среднее время наработки на отказ: не менее 1,67 млн. часов для NSD10, не менее 1,73 млн. часов для NSD15, а также повышенную изоляцию вход-выход до 1500 В переменного тока для всех моделей серии. Новые DC/DC-преобразователи Mean Well серий NSD10 и NSD15 совпадают по размерам и расположению выводов со своими популярными предшественниками ASD10H и ASD15H, однако отличаются повышенной производительностью, экономичностью, и имеют ряд дополнительных функций.

Основные параметры преобразователей серий NSD10 и NSD15:

- широкий вход 4:1;
- большое время наработки на отказ;
- электрическая прочность изоляции вход-выход 1500 В переменного тока;
- дистанционное управление включением/выключением;
- встроенный фильтр электромагнитных помех;
- защита от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения;
- не требует дополнительного охлаждения, есть радиатор;
- низкопрофильная конструкция.

Устройства имеют универсальное применение, но разработаны специально для использования в следующих приложениях:

- системы с распределенным питанием;
- автоэлектроника;
- системы с резервным питанием от аккумуляторных батарей.

Варианты моделей приведены в таблице 1.

Несмотря на то, что преобразователи NSD10, NSD15 имеют встроенный фильтр электромагнитных помех, рекомендуется на входе поставить дополнительный фильтр для повышения помехозащищенности. Схема фильтра и параметры его элементов приведены на рис. 2. Можно использовать, например, катушку индуктивности на 82 мкГн CDRH127/LDNP-820MC фирмы Sumida. Выбрать полярный конденсатор 680 мкФ из разнообразия, представленного на рынке, читателю предлагается самостоятельно.

Преобразователи серии NSD10, NSD15 оснащены встроенной функцией дистанционного включения/выключения, а изделия серии NSD15, кроме того, имеют возможность подстройки выходного напряжения. Подстройку используют либо для получения нестандартного значения питающего напряжения, либо для компенсации падения напряжения в подводящей линии, в случае, когда потребитель значительно удален от источника.

Для осуществления дистанционной подстройки выходного напряжения преобразователя NSD15 к его выводам 7 и 8 надо подключить внешний потенциометр (см. рис. 3). Диапазон подстройки составляет ±5% от номинального значения для моделей с выходным напряжением 5 или 12 В и ±3% для моделей с выходом 15 В.

Для дистанционного включения/выключения преобразователей NSD10, NSD15 применяются сигналы уровней CMOS или TTL



Рис. 1. **Внешний вид преобразователей серий NSD10, NSD15**

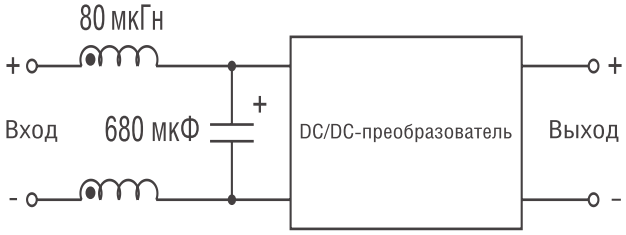


Рис. 2. **Схема подключения дополнительного входного фильтра к NSD10, NSD15**

Таблица 1. **Варианты моделей DC/DC-преобразователей серий NSD05, NSD10, NSD15**

Наименование модели	Рвых, Вт	Uвх, В	Uвых, В	Iвых, А
DC/DC-преобразователи NSD05 мощностью 5 Вт в корпусе 1,6″ x 1″ (40,6x25,4x8,1 мм)				
NSD05-12S3	3,96	9,2…36	3,3	0-1,2
NSD05-12S5	5		5	0-1
NSD05-12S12	5,04		12	0-0,42
NSD05-12S15	4,95		15	0-0,33
NSD05-48S3	3,96	18…72	3,3	0-1,2
NSD05-48S5	5		5	0-1
NSD05-48S12	5,04		12	0-0,42
NSD05-48S15	4,95		15	0-0,33
DC/DC-преобразователи NSD10 в корпусе 2″ x 1″ (50,8x25,4x10 мм)				
10 Вт, одиночный выход				
NSD10-12S3	8,25	9,8…36	3,3	0,12-2,5
NSD10-12S5	10		5	0,1-2
NSD10-12S9	9		9	0,05-1,1
NSD10-12S12	9,96		12	0,04-0,83
NSD10-12S15	10,05		15	0,03-0,67
NSD10-48S3	8,25	22…72	3,3	0,12-2,5
NSD10-48S5	10		5	0,1-2
NSD10-48S9	9		9	0,05-1,1
NSD10-48S12	9,96		12	0,04-0,83
NSD10-48S15	10,05		15	0,03-0,67
10 Вт, двуполярный выход				
NSD10-12D5	10	9,8…36	±5	0,05-1
NSD10-12D12	10		±12	0,02-0,42
NSD10-12D15	10		±15	0,016-0,33
NSD10-48D5	10	22…72	±5	0,05-1
NSD10-48D12	10		±12	0,02-0,42
NSD10-48D15	10		±15	0,016-0,33
DC/DC-преобразователи NSD15 в корпусе 2″ x 1,5″ (50,8x38,1x9,82 мм)				
15 Вт, одиночный выход				
NSD15-12S3	12,37	9,4…36	3,3	0,18-3,75
NSD15-12S5	15		5	0,15-3
NSD15-12S12	15		12	0,06-1,25
NSD15-12S15	15		15	0,05-1
NSD15-48S3	12,37	18…72	3,3	0,18-3,75
NSD15-48S5	15		5	0,15-3
NSD15-48S12	15		12	0,06-1,25
NSD15-48S15	15		15	0,05-1
15 Вт, двуполярный выход				
NSD15-12D5	15	9,4…36	±5	0,07-1,5
NSD15-12D12	15		±12	0,03-0,62
NSD15-12D15	15		±15	0,02-0,5
NSD15-48D5	15	18…72	±5	0,07-1,5
NSD15-48D12	15		±12	0,03-0,62
NSD15-48D15	15		±15	0,02-0,5

(открытый коллектор). Преобразователь включается при подаче на его вывод 4 напряжения не менее +5,5 В или разрыве цепи управления и отключается при подаче напряжения менее +2,5 В или закорачивании этой цепи на землю (см. схему на рис. 3).

Преобразователи серии NSD05 мощностью 5 Вт

Серия NSD05 — это расширение популярной линейки DC/DC-преобразователей NSD10 (ASD10), NSD15 (ASD15) в сторону меньшей мощности для активно развивающихся приложений, использующих распределенное питание: приборов промышленной автоматики, телекоммуникаций, систем безопасности и т.д. Преобразователь NSD05 может работать при температурах от -25 до 70°C без дополнительного охлаждения, таким образом, цена внедрения, по

мнению поставщика, оказывается ниже, чем для любого другого преобразователя мощностью 5 Вт, представленного на рынке. Эти экономичные устройства хорошо подходят для приложений, использующих распределенное питание и преобразующих высокое напряжение питающей шины 24, 48 или 60 В в рабочее напряжение нагрузки 3,3; 5; 12 или 15 В. Преобразователи серии NSD05 имеют те же основные параметры, что и серии NSD10, NSD15: широкий вход 4:1, изоляцию вход-выход 1500 В постоянного тока, дистанционное управление включением/выключением, комплекс защит от короткого замыкания, перегрузки и перенапряжения. Внешний вид NSD05 приведен на рис. 4, а варианты моделей – в таблице 1.

DC/DC-преобразователи NSD05 имеют универсальное применение:

- в приборах промышленной автоматики, телекоммуникаций, систем безопасности, медицинской техники и т.д.,
- в системах распределенного питания,
- в портативных приборах.

Среднее время наработки на отказ изделий NSD05 составляет не менее 900 тыс. часов. Как и вся продукция компании Mean Well, новые преобразователи серий NSD проходят испытания на заводе-изготовителе со стопроцентной нагрузкой. Преобразователи серии NSD имеют международные сертификаты:

- по электробезопасности удовлетворяют UL60950-1, разработаны согласно TUV EN60950-1;
- по электромагнитной совместимости: EN55022 (CISPR22) класс B;
- по устойчивости к воздействию электромагнитных помех: EN61000-4-2,3,4,6,8 и EN55024.

Новые серии NSD05, NSD10, NSD15 DC/DC-преобразователей Mean Well с дистанционным управлением мощностью 5, 10 или 15 Вт позволяют организовать питание аппаратуры оптимальным образом, сэкономить энергию, выключая ненужные в данный момент блоки, и увеличить гибкость управления аппаратурой.

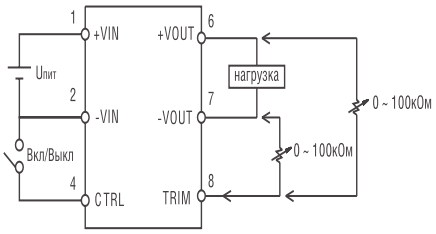


Рис. 3. **Схема дистанционного включения/выключения и подстройки выходного напряжения преобразователя серии NSD15**



Рис. 4. **Внешний вид новых 5 Вт преобразователей NSD-05**

Напомним еще раз, что преобразователи серий NSD10, NSD15 являются новым поколением суперпопулярных изделий ASD10, ASD15. В новых сериях обеспечена полная совместимость по габаритам, расположению и назначению выводов, значительно улучшены электрические и механические параметры. Серия NSD05 является абсолютно новой, расширяет линейку преобразователей в сторону меньшей мощности и предназначена для современных малопотребляющих приборов.

Более подробная информация об этих и других DC/DC-преобразователях представлена на специализированном сайте по источникам питания *http://ps.compel.ru*.

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





Андрей Козин, ЗАО «АКЛ-БЕСТ»

АНТЕННЫ ДЛЯ СЛОЖНЫХ УСЛОВИЙ ПРИЕМА – РАЗМЕРЫ МЕНЬШЕ, КОЭФФИЦИЕНТ УСИЛЕНИЯ БОЛЬШЕ

Уникальная разработка российской компании позволяет не только повысить качество принимаемого сигнала, но и увеличить скорость обмена данными в несколько раз.

Сегодня на рынке оборудования для беспроводных технологий можно найти большое разнообразие антенн, которые позволяют обеспечить надежную и качественную работу абонентского оборудования (мобильный телефон, шлюз, модем, устройство сигнализации и т.п.) в сетях подвижной связи стандарта GSM. Это простые, так называемые «штыревые» антенны с круговой диаграммой направленности и коэффициентом усиления от 0 до 7 дБ, а также направленные антенны типа «Волновой канал» (в иностранной литературе название – «антенна Яги») с коэффициентом усиления до 17 дБ и построенные на их базе антенные решетки.

Однако у всех этих антенн имеется ряд существенных недостатков. В частности неравномерность АЧХ в полосе частот (между каналами «UpLink» и «DownLink») может достигать до 5 дБ. При этом, как правило, усиление в полосе частот канала «UpLink» меньше. А это значит, что у передатчика абонентского оборудования может не хватить мощности для обеспечения нормального сеанса связи. Кроме того, антеннам типа «Волновой канал» для обеспечения нормального функционирования абонентского оборудования требуется условие «прямой видимости» на базовую станцию подвижной связи стандарта GSM, что не всегда возможно выполнить.



Рис. 1. **Применение антенны «LN-900»**

В середине 2007 года на рынке появилось антенное оборудование нового типа. Это оборудование по своему внешнему виду, габаритам и техническим параметрам заметно превосходит все известные типы антенн. Таким антенным оборудованием являются антенные комплексы типа «AKL».

Работы по разработке антенного комплекса типа «AKL» были начаты в 2001 году. Поводом для начала разработки явились наблюдения разработчиков комплекса. Например, когда мобильный телефон, который «видел» сигнал от базовой станции, расстояние до которой не превышало 10-20 км «не работал», то есть исходящий вызов с телефона не мог быть произведен, так как мощности излучаемой передатчиком не было достаточно, для того, чтобы базовая станция могла принять его сигнал.

За основу при создании комплекса, были взяты наработки, проведенные более 25 лет в «закрытых» лабораториях военно-промышленного комплекса СССР. И в течение полугода была разработана конструкция прототипа – антенны «LN-900». Антенна «LN-900» разрабатывалась для использования там, где подвижная связь стандарта GSM в диапазоне частот 900 МГц работает неустойчиво.

Проведенные первые испытания прототипа антенны «LN-900» показали отличные результаты. Мобильный телефон с опытным образцом антенны «LN-900» обеспечивал качественную и устойчивую связь там, где этот же телефон без антенны «не работал». Разработанная конструкция антенны «LN-900» (см. рис. 1) представляла из себя цилиндр, с двумя отверстиями на торцах, которые предназначались для крепления антенны «LN-900» к внешней антенне мобильного телефона стандарта GSM.

Для проведения дальнейших испытаний с целью совершенствования конструкции антенны, оказания технической помощи и консультаций разработчики антенны «LN-900» обратились к специалистам в области подвижной связи стандарта GSM. Привлеченные к работе специалисты провели большой объем исследований и испытаний, результаты которых позволили усовершенствовать основные элементы конструкции антенны «LN-900» и определить ее основные технические параметры, в частности коэффициент усиления в полосе частот стандарта GSM не менее 8 дБ. Антенна «LN-900» запатентована как изобретение и имеет патент РФ № 2205477.

В 2004 году было начато производство антенн «LN-900». Дальнейший процесс эволюции подвижной связи стандарта GSM привел к тому, что практически исчезли телефоны с внешними антеннами. И постепенно, место голосового трафика начал занимать трафик передачи данных. Сегодня это более 10 процентов от общего объема и наблюдается тенденция его роста. Эти процессы подтолкнули разработчиков на создание

новых конструкций на базе антенны «LN-900».

В течение 2006 года были проведены работы, результатом которых стали конструкции трех антенных комплексов типа «AKL», а также универсального антенного адаптера. Само название «антенный комплекс» взято, потому что конструкция объединяет несколько самостоятельных устройств. Это антенна «LN-900» – основа комплекса, специальный излучатель с устройством согласования и разъемом для подключения ВЧ-кабеля и отражатель, только у AKL-900 и AKL-900(B), для формирования диаграммы направленности. Кроме того, в комплект поставки антенных комплексов типа AKL-900 и AKL-900(B) входит специальное устройство для крепления антенных комплексов и настройки в горизонтальной и вертикальной плоскостях, являющееся специальной опцией для антенного комплекса «AKL-900(O)».

Конструкции комплексов отличаются разными техническими параметрами и назначением.

В таблице приведено обозначение антенных комплексов типа «AKL»:

Антенный комплекс «AKL-900(O)» (рис. 2) имеет круговую диаграмму направленности и КУ не менее 11 дБ, неравномерность АЧХ не более 2 дБ (рис. 3), в полосе частот от 880 до 970 МГц. Антенный комплекс «AKL-900(O)» может быть использован в системах охранной сигнализации, так как имеет небольшие габаритные размеры, – высота 140 мм, диаметр (максимальный) 80 мм, или как автомобильная антенна. В данном случае антенный комплекс не надо устанавливать как обычные антенны снаружи автомобиля. Антенный комплекс обеспечивает отличное функционирование абонентского оборудования, если установлен на задней полке автомобиля или под пластиковым бампером. При этом требуется выполнение только одного условия, – расстояние между антенным комплексом и металлическими частями автомобиля должно быть не менее 150 мм.

Антенные комплексы «AKL-900» (рис. 4) и «AKL 900(B)» (рис. 5) имеют узкую диаграмму направленности и КУ не менее 17 дБ в полосе частот от 880 до 970 МГц.

Проведенные лабораторные и полевые испытания антенных комплексов типа «AKL» показали результаты, согласно которым «AKL-900» и «AKL 900(B)», на данный момент, являются серьезным конкурентом широко распространенных антенн типа «Волновой канал». При более широкой диаграмме направленности антенный комплекс «AKL-900» имеет коэффициент усиления больше, чем 11-элементные антенны типа «Волновой канал».

Габаритные размеры антенных комплексов «AKL-900» и «AKL 900(B)», их масса и технические характеристики, а так же простота в установке и настройке, позволяют их использовать вместо антенн типа «Волновой канал».

Габаритные размеры, без устройства для крепления и настройки, не более:

- 140x140x240 мм для AKL-900.
- 140x100x50 мм для AKL-900(B).

Масса, с устройством для крепления и настройки, не более:

- 700 грамм для AKL-900.
- 400 грамм для AKL-900(B).



Рис. 2. **Внешний вид антенного комплекса «AKL-900(O)»**

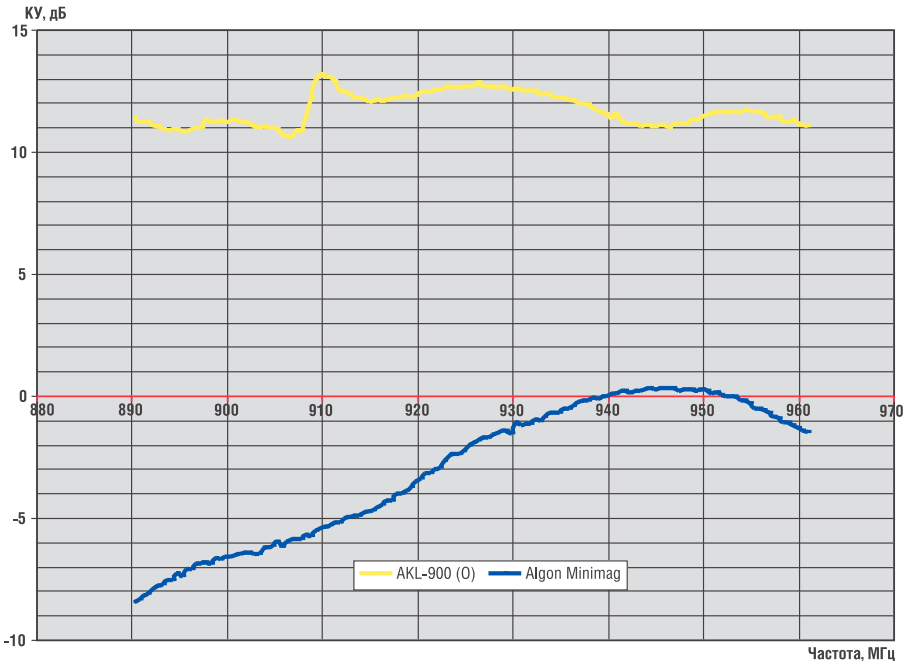


Рис. 3. **АЧХ «AKL-900 (O)» и антенны «Algon Minimag»**



Рис. 4. **Внешний вид антенного комплекса «AKL-900»**

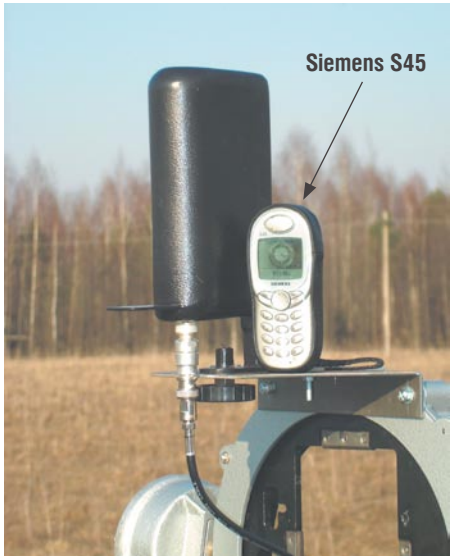


Рис. 5. **Внешний вид антенного комплекса «AKL-900(B)»**





Рис. 6. **Универсальный антенный адаптер**

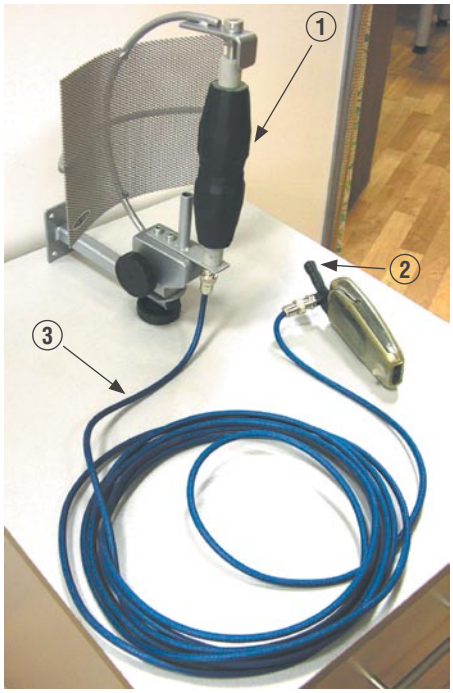


Рис. 7. **Совместное использование «AKL-900» и универсального антенного адаптера, антенный комплекс «AKL-900» (1), универсальный антенный адаптер (2), соединительный ВЧ-кабель (3)**

Ширина ДН в горизонтальной плоскости не более:

- 60° для AKL-900
- 30° для AKL-900(B).

Ширина ДН в вертикальной плоскости для AKL-900 и AKL-900(B) не более 20°.

Коэффициент усиления в полосе частот 870…970 МГц

- не менее 17 дБ для AKL-900
- не менее 18,5 дБ для AKL-900(B).

Неравномерность в полосе частот не более +2 дБ.

Антенна типа «Волновой канал» с таким коэффициентом усиления, как у «AKL 900», будет иметь габаритные размеры и массу в несколько раз больше. Для примера антенна типа «Волновой канал» с КУ не менее 14 дБ, только в длину будет более чем 1,2 метра. А с КУ не менее 17 дБ, будет иметь длину 1,8 метра!!! Для крепления таких антенн необходимы специальные конструкции, которые по своей стоимости в несколько раз дороже, чем сама антенна. Для установки данных антенн может потребоваться привлечение квалифицированных монтажников. Антенные комплексы типа «AKL» не требуют каких-то специальных навыков установки, так как в комплект поставки комплекса входит все необходимое для монтажа. Антенные комплексы типа «AKL» можно устанавливать внутри помещений, на чердаках зданий и даже в подвалах.

Использование антенных комплексов типа «AKL» совместно с мобильными телефонами и модемами сотовой связи стандарта GSM позволяет:

- резко повысить уровень принимаемого и передаваемого сигнала, что обеспечивает надежность функционирования абонентского оборудования в зонах с низким уровнем сигнала от базовой станции.
- увеличить до максимального значения скорость передачи данных при работе в режиме передачи/приема данных (GPRS/E-GPRS).

Особенно себя хорошо зарекомендовали антенные комплексы типа «AKL» в регионах, где зачастую местоположение базовых станций, это крупные районные центры и основные транспортные магистрали. А в стороне сигнал от базовых станций слишком мал для уверенного проведения вызова, не говоря уже о работе абонентского оборудования в помещениях.

Установка антенного комплекса «AKL-900» или «AKL 900(B)» поможет легко решить проблемы со связью и даже обеспечить работу компьютера, через GSM-модем во всемирной компьютерной сети. Незаменимы антенные комплексы

AKL	Антенный комплекс
900	Диапазон частот, в котором антенный комплекс работает Стандарт GSM-900.
(*)	Тип антенного комплекса: Без обозначения: направленная антенна с широкой ДН. **(B):** направленная антенна с узкой ДН и повышенным КУ. **(O):** OMNI круговая ДН.

ДН – диаграмма направленности, КУ – коэффициент усиления

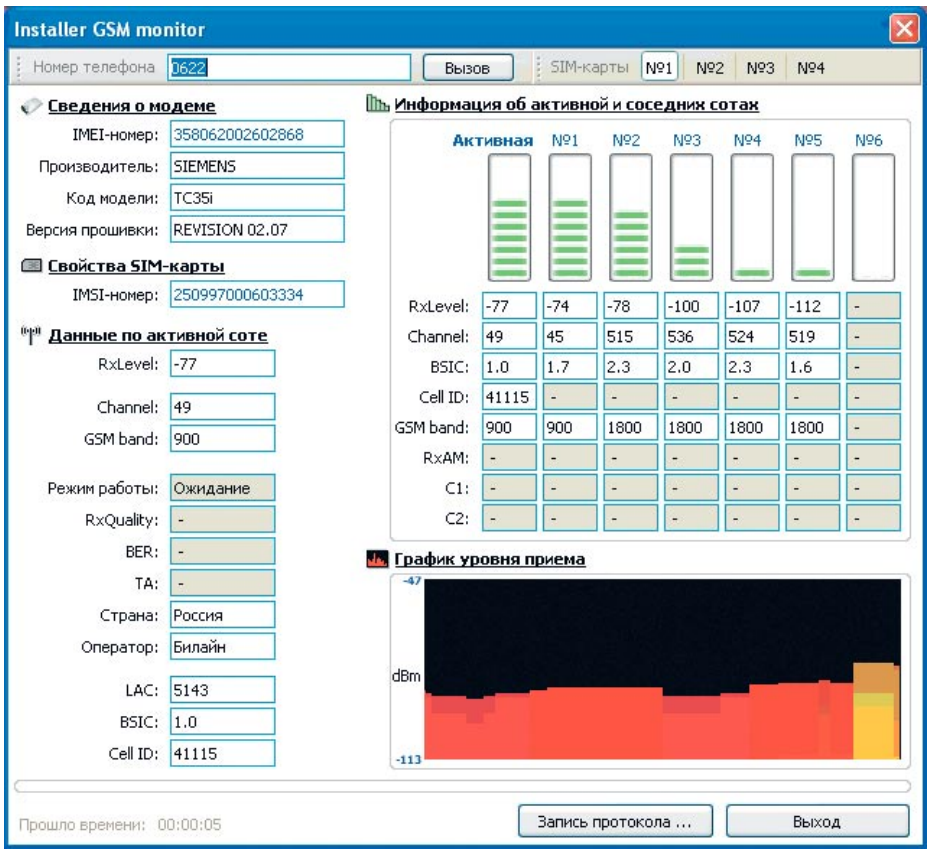


Рис. 8. **Рабочее окно программы «Installer GSM Monitor»**

в домах, которые расположены в лесу или холмистой местности, так как позволяют работать с отраженным сигналом.

Универсальный антенный адаптер предназначен для совместной работы с любым мобильным телефоном стандарта GSM, не имеющим антенного разъема для подключения внешних антенн. При эксплуатации универсальный антенный адаптер можно держать в руке вместе с мобильным телефоном (см. рис. 6). Или его можно приклеить специальным двусторонним скотчем к пластиковому (силиконовому) чехлу, в который вставляется мобильный телефон.

Совместное использование антенного комплекса «AKL-900» или «AKL 900(B)» и универсального антенного адаптера позволяет получить простое и недорогое решение для обеспечения качественной связи в местах с плохим радиопокрытием (см. рис. 7).

Для удобства настройки антенных комплексов и проверки функционирования абонентского оборудования (GSM-модемы, шлюзы и сигнализации), с которыми работают комплексы, была специально разработана «линейка» программного обеспечения (рис. 8). Программное обеспечение представлено в нескольких модификациях, от простого, которое позволяет проверить уровень сигнала от базовой станции на входе устройства (GSM-модема и шлюза) в режиме «IDLE», до профессионального, которое позволяет произвести не только мониторинг функционирования в различных режимах («IDLE» и «DEDICATED»), но и измерения и мониторинг работы сети подвижной связи стандарта GSM.

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



МНЕНИЕ

Елисеев Игорь, руководитель направления «Беспроводные технологии», КОМПЭЛ

Характеристики и возможности антенных комплексов AKL поразительны. Несомненно, это – уникальная разработка, не имеющая аналогов в мире. Трудно себе представить, что вибратор высотой менее половины длины волны может обеспечить коэффициент усиления порядка 12 дБ! На первый взгляд это противоречит законам природы. Тем не менее, это так. Антенны AKL действительно демонстрируют свои удивительные характеристики на практике.

Испытания показывают, что с помощью данных антенных комплексов можно реально обеспечить устойчивую GSM-связь в тех местах, где уровень принимаемого сигнала не превышает -100 дБ. Антенны AKL прекрасно зарекомендовали себя в условиях отсутствия прямой видимости при работе от отраженного сигнала. Таким образом, появляется возможность наладить связь на значительном удалении от базовых станций, в условиях пересеченной местности и в ряде других случаев – даже в подвальных помещениях без применения дополнительного (как правило, дорогостоящего) оборудования, такого, как GSM-репитеры, усилители (бустеры) или антенные мачты.

В некоторых ситуациях применение антенн AKL оказывается единственным возможным способом обеспечить связь при низком уровне сигнала. Характерный пример – связь с подвижными объектами. В процессе движения объекта направление на источник сигнала непрерывно меняется. Применить в этом случае узконаправленную антенну (например, типа «волновой канал») не представляется возможным. Что касается антенн с круговой диаграммой направленности, то стандартно их коэффициент усиления имеет величину порядка 2 дБ, а у так называемых коллинеарных антенн не превышает 5-7 дБ.

Понятно, что идеальным решением в данном случае является применение антенн AKL-900(O) с коэффициентом усиления 12 дБ и круговой диаграммой направленности. Были проведены испытания этих антенн в поездах, курсирующих между Москвой, Санкт-Петербургом и Нижним Новгородом. Антенна была установлена на столе внутри вагона, в качестве терминала использовался модем MC75 компании Siemens. На всех маршрутах движения отмечалась устойчивая работа в режиме GPRS со скоростью передачи данных не менее 20 кбит/сек. В районе г. Владимир в режиме EDGE скорость выросла до 60-100 кбит/сек во время движения, и до 120 кбит/сек во время стоянки.

На стационарных объектах наибольшей эффективности можно добиться с помощью направленных антенн AKL. В качестве примера можно привести результаты испытаний антенны AKL-900, проведенные в сельской местности в зоне неуверенного приема. Условия проведения испытаний – первый этаж кирпичного дома, расположенного в ложбине, прямая видимость отсутствует, расстояние до базовой станции 13 км. По результатам серии измерений с модемом MC75 коэффициент усиления составил 17,6 дБ, скорость передачи данных в режиме GPRS была не ниже 60 кбит/сек. Подобные возможности направленных антенн позволяют использовать их в системах промышленной телеметрии, когда объекты контроля расположены вне зон уверенного приема. Такая ситуация характерна, например, для магистральных газо- и нефтепроводов. В связи с этим, антенны AKL с успехом применяются на предприятиях Газпрома.

Даже в зонах уверенного приема применение антенн AKL может оказаться полезным. Очевидный пример – расположение приемо-передающего оборудования в подвальных и полуподвальных помещениях, где уровень сигнала крайне низок и нет возможности установить наружную антенну. Другой, менее очевидный пример использования – в комплекте с устройствами, имеющими автономное питание. Благодаря высокому коэффициенту усиления появляется возможность снизить мощность излучения передатчика, что, в свою очередь, ведет к снижению энергопотребления. Практика показывает, что уменьшение излучаемой мощности передатчика на 5-6 дБ увеличивает время работы аккумуляторной батареи в 2-3 раза.



wavecom

Терминал слежения на базе Q2686 и микросхемы C-GPS

Компания **Wavecom** сообщила, что на базе ее беспроводной технологии и микросхем C-GPS реализован терминал KENJI KJ 8800 для слежения за судами.

Терминал слежения KENJI KJ-8800 компании Sunlink содержит беспроводной процессор компании Wavecom **«Q2686 Wireless CPU®»,** дополненный программным протокольным стеком C-GPS и GPS-микросхемами, что делают его завершенным GSM/GPRS/GPS-решением. Набор микросхем C-GPS получает данные о местоположении, выполняет предварительную обработку данных и передает их процессору «Wireless CPU®» для передачи по сотовым сетям.

«Q2686 компании Wavecom с опцией C-GPS является настоящим достижением в области технологий слежения. Он прост в применении и высокоэффективен, что делает его идеальным для применения в нашем революционном решении для охраны дорогостоящих передвижных средств наших клиентов», – сказал главный инженер Sunlink Бен Лиу.

Будучи специально разработанным для плавательных судов, терминал KENJI KJ-8800 является надежным, компактным и легко маскируемым блоком, характеристики водонепроницаемости которого делают возможным его применение в жестких морских условиях. Поскольку для выявления хищения судна в терминале используются две технологии, GPS и беспроводная связь, то он может использоваться для слежения, как на суше, так и на воде. После монтажа терминала информация о положении генерируется за несколько секунд и любые дальнейшие передвижения судна будут под контролем. Поскольку суда в море находятся в нестабильных условиях и подвержены качке, терминалом поддерживается специальная функция «Smart Logic», которая улучшает чувствительность и точность системы, позволяя передавать в центр управления или полицейский орган любую информацию по необычным перемещениям судна.

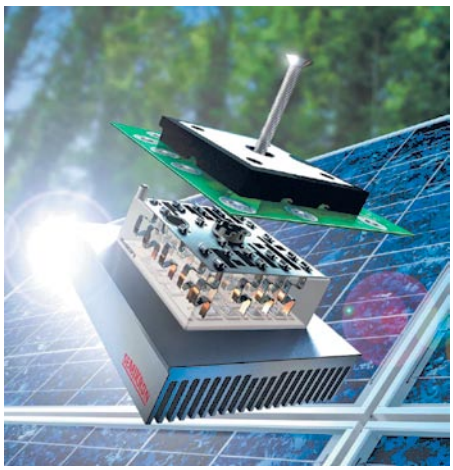


Андрей Колпаков, ООО «СЕМИКРОН»

МИНИАТЮРНЫЕ МОДУЛИ IGBT MINISKIIP: ПРУЖИНЫ ВМЕСТО ПАЙКИ

SEMIKRON
innovation+service

За последние 15 лет спрос на солнечную энергию во всем мире ежегодно возрастает примерно на 25%. Специально для данного применения разрабатываются новые технологии полупроводников и топологии схем, позволяющие повысить как КПД преобразования силовых конверторов, так и эффективность работы энергетических станций в целом. Компания SEMIKRON активно работает в этом направлении, предлагая специализированные силовые модули и сборки на их основе.



Для таких специфических применений, как солнечные энергетические установки, требуется максимальная отдача энергии. Силовые ключи конвертора должны обладать очень низким тепловым сопротивлением, обеспечивающим минимальный нагрев чипов, высокую плотность тока и максимальную эффективность использования солнечного кремния. Этому требованию удовлетворяют миниатюрные модули IGBT прижимной конструкции MiniSKiiP [1] (см. рис. 1), широко используемые для производства преобразователей мощностью до 30 кВт. КПД инвертора для солнечной станции на базе MiniSKiiP, испытания которой были проведены немецкой компанией Stiftung Warentest, достиг рекордного для данного класса изделий показателя 95,6%.

Очевидно, что область применения компонентов серии MiniSKiiP не ограничивается солнечной энергетикой — это лишь один из наглядных примеров, подтверждающих чрезвычайно высокую востребованность компонентов данного типа. Малогабаритные силовые модули MiniSKiiP широко используются в самых различных отраслях промышленности: общепромышленных приводах, вторичных источниках питания, сварочной аппаратуре и т.д. Основными потребителями этих компонентов являются такие всемирно известные компании, как Danaher (робототехника), Miller Electric (сварочное оборудование), Schneider Toshiba Group (привода), SEW Eurodrive (привода), Siemens A&D (привода), Vacon (привода), Silectron (UPS).

Уникальной особенностью конструкции силовых ключей серии MiniSKiiP является использование пружинных выводов для подключения всех цепей: сигнальных, силовых и сенсорных. Диапазон коммутируемых ими токов достаточно широк: от единиц микроампер в сигнальных соединениях до десятков ампер в силовых цепях. В последнем случае для уменьшения нагрева терминалов используется их параллельное соединение.

Прижимной способ подключения цепей управления реализован также в ключах SEMIKRON новейших поколений семейства SEMiX и интеллектуальных силовых модулях SKiiP. Кроме удобства монтажа пружинные контакты обеспечивают высокую стойкость к механическим воздействиям и отсутствие усталостных процессов, свойственных паяным соединениям (см. рис. 3а).

На сегодняшний день более 300 млн. пружин различного типа, успешно работающих в силовых модулях SEMIKRON по всему миру, подтвердили надежность и целесообразность такого способа соединения. Необходимо отметить, что все материалы, используемые для



Рис. 1. **Размеры корпусов MiniSKiiP**

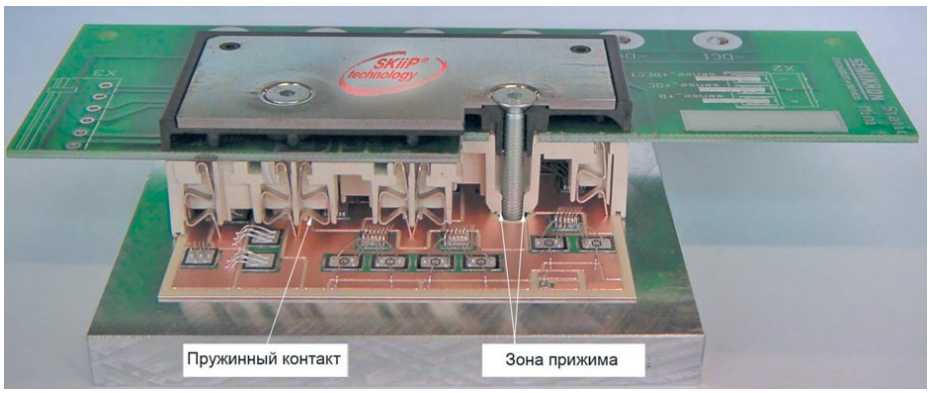


Рис. 2. **Прижимная сборка модуля MiniSKiiP 3**

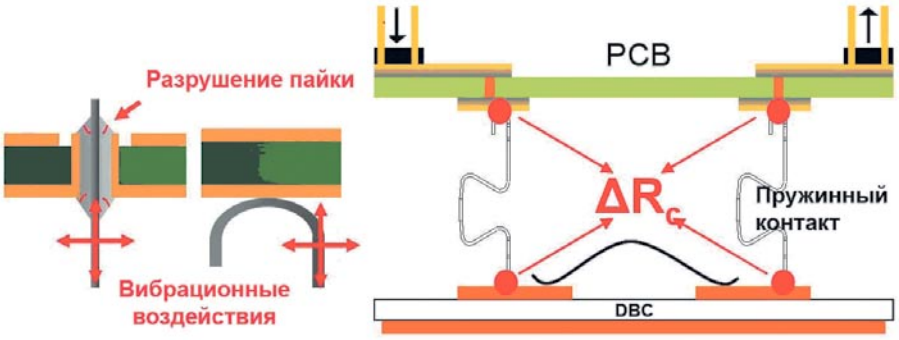


Рис. 3. **Воздействие вибрации на паяное и прижимное соединение (а), проверка контактного сопротивления MiniSKiiP (б)**

их изготовления, удовлетворяют требованиям современных экологических директив.

Высокий КПД и хорошие экологические показатели являются необходимыми, но не единственными требованиями, предъявляемыми к преобразовательному устройству. В условиях современного производства крайне важным свойством электронного элемента является пригодность его конструкции к автоматизированной сборке. При использовании модулей MiniSKiiP их соединение с платой управления и теплоотводом производится в один этап, а сборка идет только в одном направлении.

Простейшая двусторонняя плата управления имеет минимальное количество переходных отверстий (см. рис. 2), кроме того, при прижимном монтаже не требуется точного позиционирования контактов в местах их соединения с печатной платой, что также упрощает и удешевляет сборку. Наличие большого количества резервных посадочных мест для установки пружинных выводов в корпусе модуля обеспечивает высокую гибкость конструкции и возможность оптимального размещения терминалов для каждого типа и конфигурации силового ключа.

Для подтверждения стабильности контактных свойств прижимных соединений и их высокой стойкости к воздействию внешних факторов пружинные контакты подвергаются ряду специальных проверок. Они включают трибометрические тесты (проверка контактного сопротивления на вибростойкость), испытания на воздействие агрессивных сред, а также термоциклирование. При проведении данных тестов используется схема, показанная на рисунке 3б. В процессе испытаний производится измерение падения напряжения на последовательном соединении нескольких контактов при протекании стабилизированного тока. За все время проведения подобных проверок не было выявлено превышения номинального значения сопротивления контактов ΔR более 100 мОм при допуске 400 мОм.

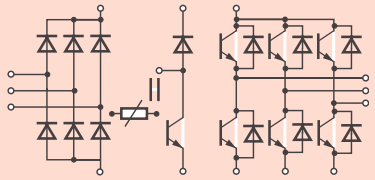
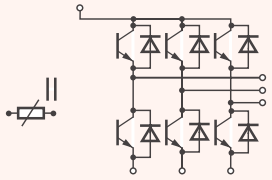
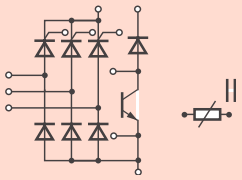
Исключение технологических этапов, связанных с пайкой, позволяет сократить время производства и снизить его стоимость. Основные сравнительные характеристики различных типов соединений приведены в таблице 1. Прижимная конструкция сборки позволяет резко снизить уровень термомеханических напряжений, возникающих при работе инвертора, что способствует увеличению срока службы изделия.

Крепление MiniSKiiP к радиатору производится с помощью одного или двух винтов, стягивающих крышку, корпус модуля и теплоотвод, как показано на рисунке 2. При этом крепежные винты располагаются внутри втулок, которые осуществляют давление на керамическую плату и обеспечивают таким образом равномерную передачу тепла. Существует 2 типа прижимных крышек, выбор зависит от конкретного применения силового ключа: установка плоских элементов прижима позволяет уменьшить высоту сборки, крышки с пустотами дают возможность разместить непосредственно над силовым каскадом smd-компонен-

Таблица 1. **Сравнительные характеристики паяного и прижимного соединения**

Экономическая эффективность	Паяные соединения	Пружинные контакты	Примечание
Использование площади печатной платы	0	+	Отсутствие сквозных отверстий
Время/стоимость монтажа	0	+	Монтаж без использования пайки и паяльного оборудования
Подключение силового модуля	0	+	Низкие монтажные допуска
Долговременная надежность соединения:			
Термоциклирование	0	+	Исключена «холодная пайка»
Удары + вибрация	0	+	Нет усталостных процессов в паяном слое

Таблица 2. **Основные технические характеристики модулей MiniSKiiP**

Тип модуля	V_{CE}, В	I_C, А	Схема
Выпрямительный мост + 3-фазный инвертор IGBT + Тормозной транзистор			
MiniSKiiP II-0	600	10…20	
MiniSKiiP II-1	600 + 1200	10…30	
MiniSKiiP II-2	600 + 1200	30…50	
MiniSKiiP II-3	600 + 1200	50…100	
3-фазный инвертор IGBT			
MiniSKiiP II-0	600	10…30	
MiniSKiiP II-1	600 + 1200	10…40	
MiniSKiiP II-2	600 + 1200	40…100	
MiniSKiiP II-3	600 + 1200	100…175	
Тиристорный мост + Тормозной транзистор			
MiniSKiiP II-2	600 + 1200	150	
MiniSKiiP II-3	600 + 1200	175	

ты схемы управления (см. рис. 4). Прижимной способ подключения MiniSKiiP дает возможность более рационально использовать площадь печатной платы, поскольку переходные отверстия занимают гораздо меньше места, чем отверстия, необходимые для монтажа выводов. Возможность размещения элементов драйвера в непосредственной близости от силовых чипов способствует упрощению топологии соединений и уменьшению паразитных индуктивностей цепей управления.

Благодаря успеху прижимных технологий многие компании, работающие на рынке силовой электроники, пытаются внедрить данный тип соединений в производимые ими модули различного класса мощности. Примером может случить конструктив с прессовой посадкой «press-fit», используемый, в основном, при производстве диодов. Подключение полупроводникового компонента к контактному отверстию в печатной плате при этом осуществляется с помощью прижима. Следует отметить, что в данном случае необходимы пайка или ультразвуковая сварка для соединения выводов чипов с керамической DCB-платой. Пружинные терминалы модулей MiniSKiiP позволяют осуществлять подключение силовых и сигнальных цепей модуля только за счет прижима.

Для дальнейшего упрощения процесса сборки SEMIKRON предлагает в качестве опции новую услугу: поставку модулей MiniSKiiP с предварительно нанесенным слоем теплопроводящей пасты (см. рис. 5). Это позволяет упростить процесс монтажа за счет исключения важного и ответственного технологического этапа, улучшить тепловые характеристики конструкции и обеспечить высокую повторяемость производственного процесса.

Новая опция обеспечивает следующие преимущества:

- быстрая и простая операция установки модулей на теплоотвод, возможность автоматизации производства;
- оптимальная толщина слоя пасты, снижение риска повреждения керамического основания MiniSKiiP;
- равномерное распределение пасты в зазоре, минимальное тепловое сопротивление;
- хорошая временная стабильность тепловых характеристик.

Теплопроводящая паста наносится на поверхность модулей с помощью специального металлического трафарета с ячеистой структурой, обеспечивающей высокую однородность толщины слоя. Равномерное распределение пасты при затяжке крепежных винтов достигается благодаря сотовой структуре покрытия, показанной на рисунке. Компоненты подвергаются ряду специальных тестов, позволяющих оценить стабильность покрытия при транспортировании и хранении.

В модулях семейства MiniSKiiP с рабочим напряжением 600 В используются кристаллы IGBT Trench третьего поколения (Infineon) и диоды серии CAL, разработанные SEMIKRON. В ключах, рассчитанных на 1200 В, устанавливаются новейшие чипы Trench IGBT4 в комбинации с диодами CAL 4. Главным отличием элементов четвертого поколения является расширенный температурный диапазон (максимальная рабочая температура чипов составляет 175°C) и пониженный уровень потерь. Технология T4 позволила раздвинуть рамки безопасных режимов эксплуатации — для кристаллов этой генерации предельный импульсный ток равен утроенному номинальному значению (все выпускаемые

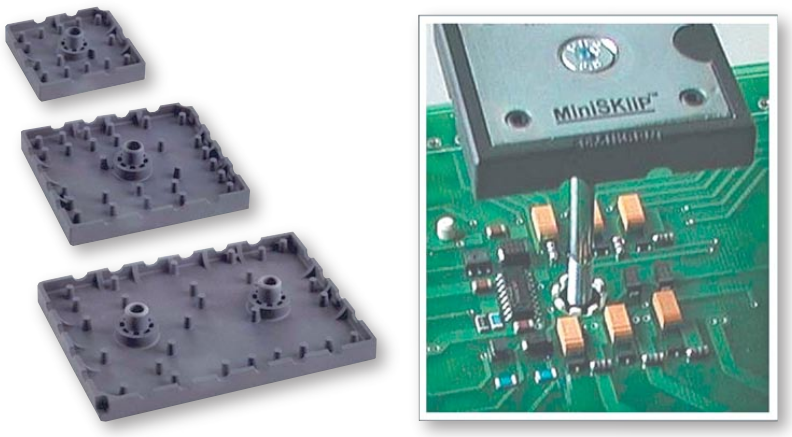


Рис. 4. **Прижимные крышки MiniSKiiP, расположение элементов драйвера**



Рис. 5. **Основание модуля MiniSKiiP с нанесеной теплопроводящей пастой**

в настоящее время IGBT имеют пиковый ток I_{crm} = 2 x I_{nom}). Использование силовых модулей серии T4 позволяет снизить уровень потерь примерно на 20%, повысить эффективность преобразования, запас по перегрузке и надежность инвертора без переделки конструкции и перехода на более мощные ключи.

Модули MiniSKiiP выпускаются в основных приводных конфигурациях: CIB (выпрямитель, инвертор и тормозной каскад), 3-фазный инвертор и выпрямитель (неуправляемый и полууправляемый) с тормозным каскадом. Основные характеристики и состав элементов серии приведены в таблице 2. Для инверторов, предназначенных к применению в солнечных энергетических станциях, выпускаются модули IGBT с мостовой (однофазной) схемой и рабочим напряжением 600 В и 1200 В.

Пружинные контакты MiniSKiiP рассчитаны на токовую нагрузку до 20 А, при этом их перегрев не превышает 20°C. В сильноточных цепях используется параллельное соединение выводов, их количество может достигать восьми для одного силового терминала. Конструктивно терминалы модулей SEMIKRON принципиально отличаются от контактов традиционной конструкции, осуществляющих «сжимающее» контактное усилие. Различие это заключается, прежде всего, в направлении распределении прижимающего и контактного усилия. Прижимные терминалы создают усилие, направленное вдоль оси контакта, они предназначены специально для соединения силового модуля с печатной платой и не рассчитаны на многократное сочленение. Пружинные контакты MiniSKiiP выполнены из сплава К88 (производства Wieland Werke и Olin Brass) с серебряным покрытием толщиной 3…5 мкм. Для защиты контактов от внешних воздействий используется пассивирующий слой толщиной 0,1 мкм, представляющий собой сплав меди (50…55%), олова (30…35%) и цинка (13…17%).

Материал пружин имеет очень высокий предел текучести (550 МПа), он обладает хорошей способностью к формованию и стойкостью к изгибам и при этом сохраняет все свои механические и контактные свойства в широком диапазоне температур вплоть до 200°C. SEMIKRON гарантирует отсутствие усталостных эффектов в материале контакта в течение всего срока службы.

Металлическая пассивация обеспечивает высокую долговременную стабильность контактных свойств и предохраняет поверхность контакта от окисления, нарастания нитевидных кристаллов и электромиграции. Напомним, что электромиграция (диффузионный перенос массы проводника под действием электрического тока высокой плотности) является одной из основных причин разрушения металлических токопроводящих пленок. Для исследования влияния процесса электромиграции на контактные свойства SEMIKRON проводит испытания контактов MiniSKiiP на воздействие коррозионно-активной атмосферы с высоким содержанием сероводорода H_2S. В ходе тестов, проводимых в течение 240 ч в условиях 75% влажности при содер-

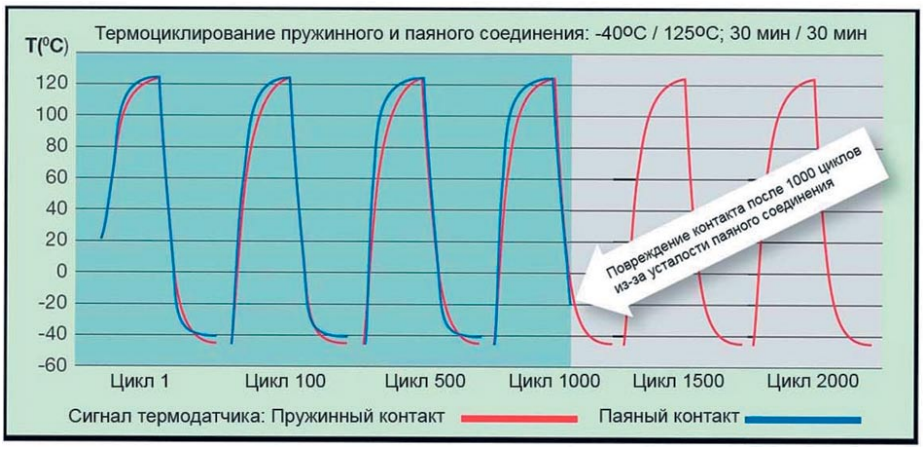


Рис. 6. **Воздействие термоциклирования на паяные и прижимные соединения**

жании сероводорода 100 ppm, не было выявлено ни одного отклонения характеристик выводов от допустимых пределов.

Для проверки устойчивости пружинных выводов к термоциклированию были разработаны специальные тестовые модули, в которых пружинные контакты дублируются традиционными паяными: только так можно обеспечить полную идентичность условий испытаний. Результаты показаны на циклограмме, приведенной на рисунке 6: после 1000 циклов с градиентом 160°C произошло разрушение паяного контакта. Прижимные соединения сохраняли свои свойства в течение более 2000 циклов, после чего тесты были прекращены.

Конструктив MiniSKiiP имеет большое количество резервных посадочных мест для установки кристаллов и пружин, что позволяет выбирать место их размещения, обеспечивающее минимальную индуктивность силовых соединений модуля и цепей управления, а также простоту трассировки платы управления. Указанная особенность способствует снижению потерь и улучшению электромагнитной совместимости. С недавнего времени в некоторых версиях MiniSKiiP в качестве опции вместо CAL диодов устанавливаются антипараллельные диоды из карбида кремния (SiC). Все перечисленные особенности модулей MiniSKiiP позволяют создавать на их основе малогабаритные инверторы, отличающиеся высокой эффективностью преобразования и надежностью.

Заключение

По данным исследований рынка силовых полупроводниковых компонентов «The worldwide market for Power Semiconductors, 2002», проводимых британским исследовательским институтом IMS (British Market Research Institute), в области производства миниатюрных модулей конфигурации CIB (Converter, Inverter, Brake – выпрямительный мост, инвертор, тормозной каскад) доля рынка SEMIKRON составляет 30% в мире и более 46% – в Европе.

Основным применением MiniSKiiP являются схемы приводов мощностью до 30 кВт, именно поэтому они выпускаются в основных приводных конфигурациях: CIB и AC (3-фазный инвертор). Высокой популярности данных компонентов способствует применение пружинных сигнальных выводов, позволяющих исключить паяные соединения, упростить монтаж модулей и их замену в случае необходимости. Специальные испытания данного типа соединения показывают его высокую устойчивость к микровибрациям и фреттингу, а также хорошую долговременную стабильность контактных свойств в условиях достаточно мощных применений.

При эксплуатации модулей в условиях повышенной температуры окружающей среды особый интерес представляют вопросы обеспечения надежности и долговременной стабильности параметров. Высокие показатели надежности при использовании модулей MiniSKiiP достигаются, прежде всего, за счет использования пружинных контактов и отсутствия базовой платы.

Литература

1. А. Колпаков. MiniSKiiP – миниатюрные модули для привода, «Электронные Компоненты» №7, 2004г, «Силовая Электроника» №4, 2005 г.

2. Daniel Seng. «Spring contacts – reliable alternative to critical solder contacts». Bodors Power Systems, August 2007

3. А. Колпаков. Надежность пружинных контактов в условиях индустриальных сред, «Силовая Электроника» №4, 2006 г.

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



Рон Уилсон

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИБАВЛЯЮТ ЗАБОТ ПРОЕКТИРОВЩИКАМ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ

Интеграция беспроводных возможностей в системы на кристалле требует повышенного внимания к вопросам планирования архитектуры устройств, которые порой, не имеют однозначных ответов.

Некоторые из таких вопросов рассматриваются в предлагаемой статье.

Беспроводные технологии получают повсеместное распространение. Для высоких скоростей передачи данных преимущественно используются WiMax и технологии цифровой мобильной связи третьего поколения, тогда как для намного меньших скоростей и уровней энергопотребления – технологии ZigBee и Wibree. Однако во всех случаях выдвигаемые рынком требования экономичности и стремление оправдать ожидания потребителя вынуждают разработчиков системной архитектуры интегрировать в систему на кристалле радиочастотный тракт.

В связи с этим решением возникает несколько важных вопросов. Во-первых, является ли одночипное решение наилучшим, или разумнее поместить РЧ-цепь на отдельный кристалл, чтобы обеспечить оптимальную работу приложения? Во-вторых, какие архитектуры считаются лучшими для приемника и передатчика? В основе этих вопросов лежат другие: имеется ли у разработчиков архитектуры возможность системного подхода, или они должны принимать решение не только в каждом отдельном случае, но и на каждом этапе разработки?

Некоторые поставщики оборудования, особенно те из них, кто работает на рынке мобильных телефонов, похоже, считают, что все устройства, у которых РЧ-цепь не интегрирована в СнК*, устарели, как в свое время ламповые приемники. Ответ на вопрос о том, реализовать РЧ-схему на отдельном кристалле с помощью РЧ-технологии или разместить хотя бы часть этой схемы на СнК по стандартной цифровой КМОП-технологии, далеко не очевиден. Системотехник должен учитывать ожидания рынка, в течение всего жизненного цикла изделия, требования к характеристикам и проектный риск. Компетентное решение можно принять, только оценив все эти факторы.

Первым, о чем следует упомянуть, является скорее эмоциональное, чем объективное суждение. На потребительских рынках мобильных устройств, где цена и форм-фактор являются определяющими, сложилось мнение о том, что приемлемым является только однокорпусное решение. «Рынок вынуждает создавать однокристальные устройства – даже если это трудно, – что означает использование цифровой КМОП-технологии, – говорит Мариам Рофугаран, начальник радиоинженерного отдела, компания Broadcom. – Применение технологии РЧ-КМОП обходится слишком дорого, поэтому мы выбираем цифровые КМОП-технологии».

Другие поставщики мобильных телефонов, по крайней мере, в сегментах рынка с большими объемами поставок, соглашаются: «Для нас однокорпусные решения продиктованы интересами бизнеса. Мы занимаемся только такими устройствами, – поясняет Роберт Айилло, главный администратор технологического отдела, компания Staccato Communications. – Для массового производства нам приходится создавать коллектив разработчиков с опытом интеграции РЧ-цепи».

Компания Texas Instruments, – возможно, наиболее последовательный сторонник такого подхода, – зашла столь далеко, что присвоила бренд своей однокорпусной КМОП-архитектуре со встроенной РЧ-цепью – DRP (digital-RF processor – цифровой РЧ-процессор). «Однокристальный подход имеет явные преимущества, – заявляет Билл Креник, главный администратор технологической группы отдела радиотерминалов, компания TI. – В настоящее время радиочипы для экономичных приложений в подавляющем большинстве случаев изготавливаются по цифровым технологиям. Сложность проектирования и стоимость разработки велики для однокорпусной архитектуры, поэтому такой дизайн требует большого рынка и хорошего удельного веса компании в обороте продукции. Напротив, в небольших сегментах рынка, таких как мобильные телефоны с расширенными возможностями, возможно, не следует использовать решение на одном чипе.

Нельзя пренебрегать не только мнением потребителей, но и мнением сообщества венчурного капитала. «Если вы – начинающая компания, инвесторы вынудят вас изготавливать однокорпусный кристалл по цифровой КМОП-технологии, хотите вы этого или не нет, – говорит Тедди О'Коннелл, менеджер по работе с клиентами, компания IBM. – Имеются весьма непростые вопросы, которые следует учесть, прежде чем принять решение».

* *Система на кристалле.*

Многие из этих проблем связаны со стоимостью проекта. О'Коннелл и другие указывают на то, что многокристальная реализация получила широкое распространение, и это привело к изменению соотношения между ее стоимостью и стоимостью одночипного решения. Бюджетная стоимость двухкристальной сборки может оказаться выше однокристальной, но эта разница — лишь первое слагаемое уравнения. «РЧ-цепь может занимать до 20% площади кристалла, но вероятность изготовления работоспособной радиосхемы существенно ниже, чем процент выхода годной цифровой части системы, — говорит О'Коннелл. — По мере того как геометрические размеры системы становятся все меньше, относительные размеры РЧ-цепи, скорее, увеличиваются, чем сокращаются. Далее, попытка обеспечить требуемую производительность радиоцепи может привести к изготовлению всей схемы по более совершенной цифровой технологии, чем это было бы необходимо в случае раздельного проектирования РЧ-цепи и цифровой части».

Вопрос о стоимости достаточно непрост. Выбор между однокорпусным и многокорпусным решениями может повлиять на выбор архитектуры радиосхемы, который, в свою очередь, имеет существенное влияние на количество и качество внешних пассивных компонентов, необходимых для построения РЧ-цепи. Выбор этих компонентов, учитывая их цену, стоимость аренды помещений, монтаж и тестирование, может сыграть значительную роль в общей стоимости системы.

Требования к характеристикам системы и проектный риск также взаимосвязаны. Теоретически, 65- или даже 90-нм технология КМОП-логики вполне подходят для реализации РЧ-цепи. «Несколько лет назад для обеспечения работы цепи в гигагерцовом диапазоне применялась технология на базе арсенида галлия с дорогостоящими транзисторами, — говорит Дуг Грант, директор по развитию бизнеса, компания Analog Devices. — Уменьшение технологических норм приводит к уменьшению паразитных емкостей, более коротким маршрутам носителей, и к большему числу транзисторов на кристалле. Все эти изменения сыграли на руку разработчикам.

Граничные частоты транзисторов, изготовленных по этим технологиям, могут оказаться выше 40 ГГц на норме 90 нм и существенно выше — на 65 нм. Уменьшение последовательного сопротивления в миниатюрных устройствах означает уменьшение собственных шумов, что отчасти компенсирует снижение рабочих напряжений. Линейность при этом остается неплохой: «Интермодуляционная составляющая третьего порядка в КМОП-устройствах на самом деле ниже, чем в SiGe», — утверждает О'Коннелл. Целесообразно использовать хорошие спиральные катушки индуктивности, до тех пор пока не требуется высокая добротность цепи. Тогда почему обеспечение высокой производительности считается причиной размещения на отдельном кристалле РЧ-цепи, реализованной по особой технологии? Существует множество причин для этого.

Технологии изготовления и производительность

Одной из веских причин является рабочая частота. «Обязательные требования вынуждают использовать сверхширокополосные (СШП) радиоцепи на более высоких полосах частот. В результате одним из наших требований к разработке является обеспечение рабочей частоты 10 ГГц, — говорит Дэвид Шумейкер, вице-президент компании Alereon по разработке и технологическим операциям. — Несомненно, на этой частоте КМОП-устройства достаточно устойчивы к условиям эксплуатации. Они обладают вполне высоким быстродействием. Однако на этих частотах даже при небольших отклонениях возникают большие неприятности. Например, управляемый напряжением генератор может стать нестабильным, и возникают проблемы с неравномерностью усиления». Чтобы их преодолеть, компания Alereon выбрала реализацию РЧ-блока ИС по SiGe-технологии с возможным переходом на КМОП. «У нас есть возможность совершить миграцию ИС», — говорит Шумейкер, — но сейчас мы не много выиграли бы от этого в плане стоимости».

Разработчикам архитектуры, желающим реализовать РЧ-цепь по КМОП-технологии, помимо усиления придется брать в расчет и линейность. Чувствительность радиосхемы к нелинейности зависит от приложения и схемы модуляции. «Стандарты могут оказывать большое влияние на возможность реализации радиосхемы по заданной технологии», — говорит Айилло, компания Staccato. — Например, мы используем манипуляцию QPSK (quadrature-phase-shift keying — квадратурная фазосдвигающая манипуляция), а не модуляцию 64-QAM (quadrature-amplitude modulation — квадратурная амплитудная модуляция), что позволяет существенно снизить требования к линейности РЧ-цепи».

Еще одной серьезной проблемой, связанной с цифровыми КМОП-устройствами, являются математические модели. Несмотря на то, что для всех типов цифровых КМОП-блоков существуют РЧ-модели, обычно они рассчитаны на цифровой режим. Малосигнальных моделей чаще всего немного или вовсе не существует. «Отсутствие моделей становится проблемой для начинающего разработчика РЧ-блока, независимо от того, какая эта технология — КМОП или другая, — говорит Дэйв Райт, ведущий разработчик системной архитектуры, компания Cypress Semiconductor. — Даже БиКМОП-технология, которую мы применяем в беспроводных USB-устройствах, изначально предназначалась для высокоскоростных систем связи, а не для РЧ-цепей. Она хорошо себя зарекомендовала, но в других рабочих режимах, чем используемых нами».

Имеющиеся проблемы связаны не только с моделями транзистора. Модели шумов — особенно хорошие модели распространения шума через источники питания и подложку — играют важную роль в любой разработке РЧ-цепи, в которой из-за низких рабочих напряжений шум становится серьезным препятствием. Эти модели важны и в таких системах как трансиверы

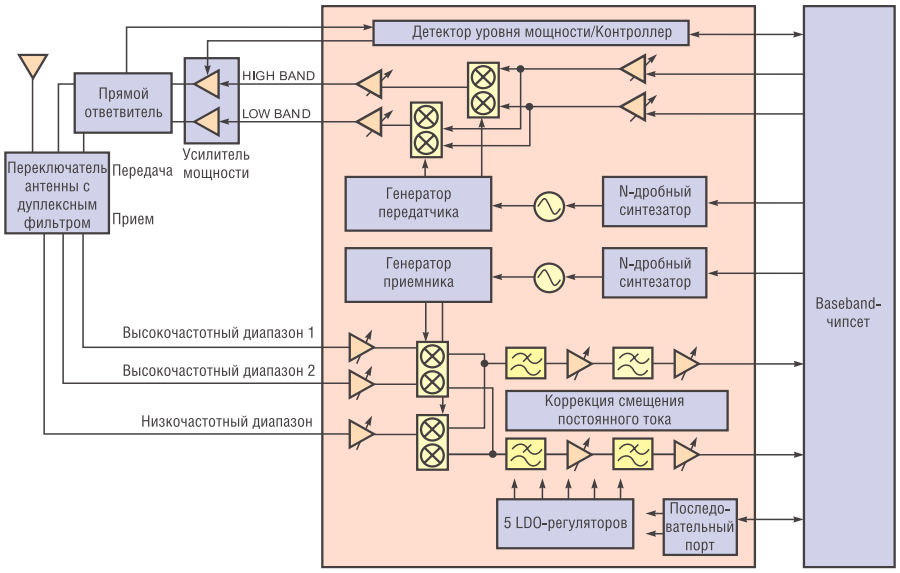


Рис. 1. **У одночипной радиосхемы Analog Devices для широкополосных CDMA-приложений имеется стабилизатор напряжения для стабилизации цепей, чувствительных к изменению напряжения**

со встроенными в кристалл усилителями мощности, и в проектах с несколькими антеннами, в которых присутствует несколько некоррелированных РЧ-сигналов. Даже если модели кажутся вполне пригодными, инженерам-технологам придется хорошо постараться, чтобы обеспечить требуемый выход больших цифровых ИС. Технологи не следят тщательно за параметрами малосигнальной РЧ-модели, подгоняя техпроцессы под реализацию затворов и ячеек SRAM. В результате разработчики, занимающиеся цифровыми КМОП-узлами, должны иметь собственный отдел моделирования и налаженные взаимоотношения с фабрикой для калибровки моделей.

При наличии у моделей неопределенностей степень проектного риска непредсказуемо увеличивается. Несмотря на эту трудность, проектировщики должны учитывать риск в своих решениях. Если он неприемлем, у них есть два варианта поведения. Первый заключается в том, чтобы положиться на проверенный коллектив разработчиков и отлаженный РЧ-процесс. Другой состоит в цифровой калибровке РЧ-цепей для компенсации неопределенностей в моделях или разбросов параметров. «В основном, компенсация проводится в тех случаях, когда мы менее всего уверены в своих моделях», — говорит Грант. Он утверждает, что для разработчиков Analog Devices вполне привычным делом является поставить 20-30 дополнительных транзисторов в схему обычного генератора напряжения смещения, только чтобы стабилизировать тракт КМОП-сигнала в диапазоне рабочих температур. Для того чтобы уменьшить эффект разброса напряжения в КМОП-узле, иногда используется линейный LDO-регулятор, который размещается рядом с чувствительной к изменению напряжения цепью (см. рисунок 1). В качестве альтернативы разработчики могут использовать цифровые методики: применение АЦП для оперативных измерений рабочей точки системы, вычисление параметров компенсации и запись в ЦАП определенного кода для компенсации смещения (см. рисунок 2). Некоторые разработчики шутят по этому поводу, что они переходят на такое проектирование, в котором выход ЦАП соединен со всеми выходами всех РЧ-транзисторов.

«Никто не спорит с тем, что для создания масштабируемой радиосхемы широко используются цифровые узлы, — говорит Креник, компания TI. — Например, линейность является наиболее сложным вопросом. Старая школа разработки настаивала на том, чтобы РЧ-блок был высоковольтным и обладал очень высокой линейностью. Но сегодняшний технологический уровень позволяет пренебречь этим правилом. Мы используем точные цифровые методы для компенсации смещения и управления несколькими другими параметрами, чтобы линеаризовать менее работоспособную систему».

Однако этот контроль сам по себе представляет еще одну проблему выбора между одним или двумя чипами. «Энергопотребление — один из наиболее важных параметров», — говорит Адам Гоулд, старший вице-президент по разработке продукции, компания NextWave Wireless. — Обычно предполагается, что разработанные по старым технологиям устройства потребляют больше. Но в КМОП-схемах повышенное энергопотребление вызвано желанием добиться линейности. В технологии WiMax, например, требование достичь определенной линейности усилителя мощности является одной из самых больших трудностей в статье расхода энергии. На текущий момент оптимизированная РЧ-технология позволяет добиться меньшего расхода энергии».

Таким образом, в выборе между одним и двумя чипами нет однозначного ответа на все случаи жизни. Некоторые рынки предлагают только одночипное решение, продиктованное максимально допустимой стоимостью. На этих рынках типичная реализация — СнК с КМОП цифровой частью для обработки baseband-сигнала и интегрированным радиоузлом. На других рынках многокристальная система позволяет разработчикам пойти другим путем, выбор которого зависит от заданной производительности и энергопотребления, предпочтительной архитектуры радиоцепи, наличия устойчивых моделей и опыта коллектива проектировщиков. «Сегодня в широкополосном доступе CDMA используются как цифровые КМОП-, так и SiGe-технологии реализации РЧ-блоков», — говорит О'Коннел. Для других частот, особенно для 10 ГГц и выше, в действительности пока не существует альтернатив РЧ-технологиям для приемников. «WiMax, 5-ГГц сети и радары по-прежнему являются приложениями, реализованными на базе SiGe-техно-

логии», — добавляет О'Коннел. Однако следует заметить, что частота, на которой становится необходимым применение такой специальной технологии как SiGe или GaAs, может быть существенно ниже для усилителей мощности и антенных переключателей, что приводит к большему энергопотреблению, чем у приемников.

Помимо вопроса о выборе технологии изготовления усилителей мощности, с ними связаны и другие трудности. «По мере того как эффективная длина канала становится меньше, усложняется проблема, связанная с интегрированным усилителем, — утверждает Рофугаран. — Очень маленькие транзисторы не выдерживают больших сигналов по ряду причин, среди которых надежность и локальный перегрев. При определенных условиях работы через усилители мощности протекают слишком большие токи». Несмотря на это обстоятельство, Рофурган говорит, что компания Broadcom интегрирует усилители мощности в некоторые малопотребляющие приложения, например в свои Bluetooth-чипы.

«Технически возможно интегрировать любой усилитель мощности, работающий примерно до 10 мВт. Однако на практике 4 мВт — это предельное значение на сегодняшний день, — говорит Райт. — Выше него отдельные каскады усилителя мощности начинают потреблять большую статическую мощность в экономичных режимах, что сокращает срок службы аккумулятора. Перепады напряжения — еще одна проблема, особенно при использовании наиболее передовых технологий».

Архитектуры радиосхемы

Выбор в пользу одного или двух чипов тесно связан с решением о том, какая архитектура РЧ-части используется. Это решение включает выбор приемной и передающей частей РЧ-схемы. В отношении приемной части все шире распространяется предубеждение о том, что чем скорее будет оцифрован сигнал, тем лучше. Некоторые поставщики экспериментировали с размещением АЦП на выходе малошумящего усилителя и напрямую оцифровывали входящий РЧ-сигнал, ставя только полосовой фильтр между сигналом с антенны и входом преобразователя. Существует и другая крайность: некоторые разработчики продолжают использовать архитектуры с супергетеродинным приемником, как это было в далекие времена лампового радио. Как обычно, наиболее востребованным вариантом оказался промежуточный — архитектура приемника с прямым преобразованием.

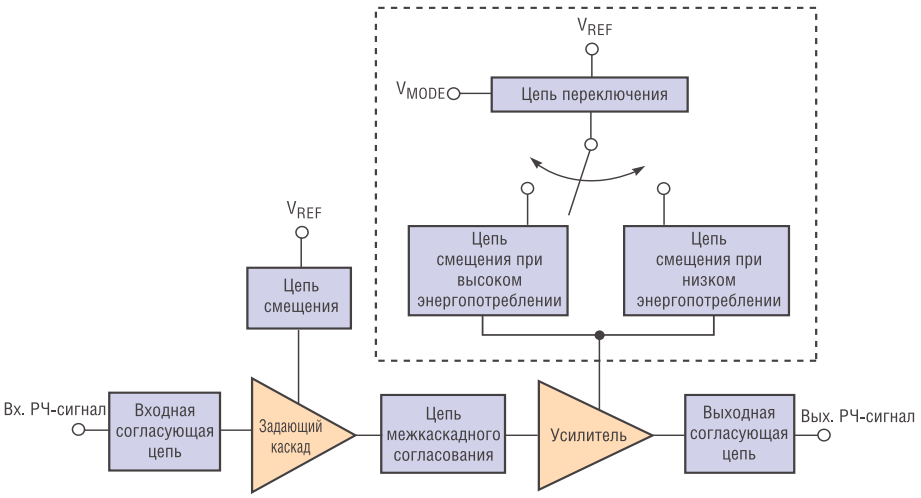


Рис. 2. **Даже в самом простом РЧ-усилителе используется множество цифровых узлов**

Во многих случаях поставить АЦП на выход малошумящего усилителя — или, в данном случае, на антенну, было бы идеальным решением, которое позволяет значительно уменьшить проблемы с проектированием РЧ-цепи и получить новые возможности. Например, базовая станция сотовой связи, на которой оцифровывается весь спектр сигнала, может одновременно разделять полосы и выбирать каналы для многих схем модуляции. В этом случае разработчикам не придется назначать каждой активной сессии РЧ-блок, и качество фильтрации в цифровой области может оказаться выше, чем обеспечиваемое физическим фильтром.

«Однако было бы очень сложно создать преобразователь для такого проекта, к тому же он потреблял бы большой ток», — говорит О'Коннелл. Чтобы получить достаточное количество информации для цифровой обработки, этому преобразователю потребовалась бы чрезвычайно высокая частота выборки, а также большой динамический диапазон, позволяющий DSP отделять малые входные сигналы от мощных сигналов соседних каналов и внеполосного шума. По схожим причинам, ему потребовалась бы и высокая линейность. Несмотря на то что разработка такого преобразователя стала возможной в наши дни, О'Коннелл считает, что его реализация осуществима лишь для проектов высокого класса, например в случае базовых станций или многостандартных телефонов, получивших название world phones.

Лучшим выбором, с точки зрения большинства разработчиков радиоархитектур, является приемник с прямым преобразованием (см. рисунок 3). В этой архитектуре РЧ-сигнал поступает от малошумящего усилителя в каскад смесителя, в котором РЧ-сигнал умножается на сигналы I (синфазный) и Q (квадратурный) от локального генератора. Результирующими являются два сигнала — I и Q, которые уже находятся в полосе частот информационного сигнала. Как правило, цифровой НЧ-сигнал проходит через фильтр для устранения эффектов наложения спектров и поступает на два АЦП.

В этом подходе не все так просто. Архитектура с прямым преобразованием появилась на заре ламповых радиоприемников вскоре после супергетеродина, но разработчики были вынуждены от нее отказаться по ряду причин. Малошумящий усилитель и смеситель должны быть линейными. Локальный генератор должен выдавать чистый и

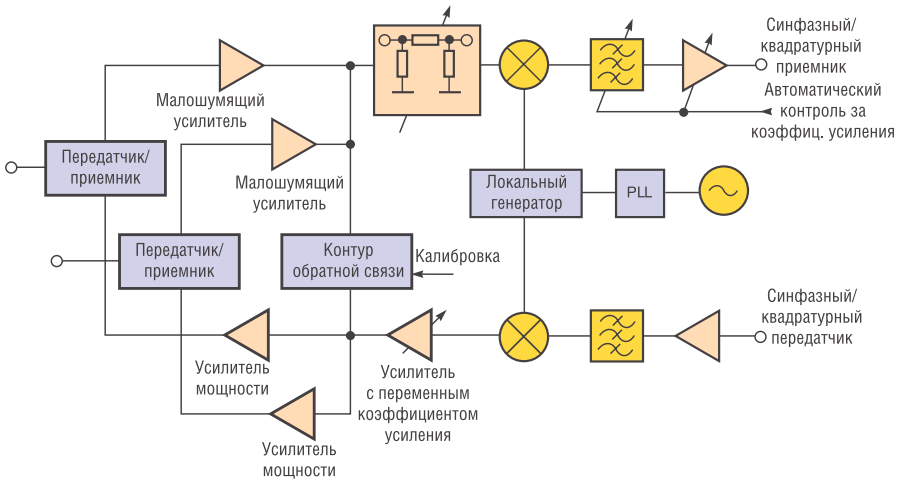


Рис. 3. **10-ГГц СШП-радиочип компании Alereon, в котором реализована наиболее часто используемая архитектуру приемника – приемник с прямой связью**

стабильный сигнал, а пригодность архитектуры с прямым преобразованием зависит в некоторой степени от схемы модуляции. «Она зависит от данных, — утверждает Рофурган. — Bluetooth-чип 2046 нашей компании использует GFSK-манипуляцию (Gaussian-frequency-shift keying — Гауссова частотная манипуляция) с относительно узкой полосой пропускания данных; ее информационный спектр близок к спектру постоянного тока. Использование архитектуры с прямым преобразованием представляется непростым из-за компенсации смещения постоянного тока. По этой причине мы используем супергетеродинный приемник с низкой ПЧ. Напротив, беспроводные локальные сети обычно имеют сигнал с относительно широким спектром и малым уровнем НЧ-составляющих, поэтому в этих сетях мы используем архитектуры с прямым преобразованием».

Компания Cypress выбрала архитектуру супергетеродина с низкой ПЧ для своего беспроводного USB-устройства. «Это решение было оптимальным в нашем случае, — поясняет Райт. — У нас хорошее схемное решение и лучшее подавление паразитных шумов, чем у тех, кто использует архитектуры с прямым преобразованием. Благодаря низкой ПЧ в логических цепях не расходуется много мощности. Мы могли бы перейти на прямое преобразование, но иногда наилучшим решением является повторное использование существующей архитектуры».

Однако при выборе супергетеродинной архитектуры возникает трудность, связанная с системной интеграцией приемника. Шумейкер отмечает, что участки схемы с низкой ПЧ генерируют частотные всплески, которые, не причиняя вреда самому супергетеродинному приемнику, могут наносить его другим приемникам системы. Поскольку в настоящее время многие мобильные устройства имеют несколько РЧ-схем, системотехник должен тщательно продумывать их частотные спектры еще на начальном этапе разработки.

Схожие решения годятся и для передатчика. Похоже, что наиболее распространенной архитектурой для этой части является усилитель мощности с двойной обратной связью. Эта схема, в которой имеются контуры обратной связи и для амплитудного, и для фазного сигналов, обеспечивает хорошую линейность по амплитуде и по фазе, что важно для таких схем модуляции как QAM, использующих оба параметра. Однако разработчики обсуждают и другие решения, порой фантастические: например такие, где мощный ЦАП напрямую управляет антенной.

Итак, на решение вопроса о РЧ-цепи в СнК оказывается все растущее давление со стороны рынка и инвесторов, вынуждающих производителей переходить на однокорпусные схемы, по крайней мере, с малосигнальной РЧ-цепью. Исповедующим такой подход разработчикам приходится при интеграции РЧ-цепи преодолевать весьма значительные трудности, многие из которых связаны с интенсивным использованием цифровой схемы калибровки и контроля, а также с опытом проектирования. Однако отрасли предстоит пройти длинный путь, прежде чем каскады РЧ-приемника уверенно займут место в СнК. Еще более отдаленным представляется тот день, когда в СнК появятся намного более мощные цепи передатчика.

Из-за того, что КМОП-технология не становится более пригодной для РЧ-проектирования, растущая интеграция, скорее всего, приведет — как это было несколько лет назад в TI — к прорывным инновационным схемным решениям и изменениям в архитектуре радиоцепи. Грант рассказывает, как разработчики продвигаются на этом пути: «Проектируя систему несколько лет назад, мы как-то попробовали оценить весь проект в целом и увидели, что разработчики РЧ-части, цифрового блока и ПО не общались друг с другом как следует. Каждый из них действовал исходя из допустимого уровня шума собственного проекта. В результате система не смогла эффективно функционировать. Стало понятно, что необходима оптимизация всей сигнальной цепи. Нельзя разделять ее на отдельные блоки; следует рассматривать весь РЧ-блок, включая фильтры, цифровое управление и рабочие режимы, предусматриваемые ПО. Нельзя оценивать только кристалл».

Выводы

- Рынок побуждает поставщиков устройств интегрировать РЧ-цепи в СнК.
- По-прежнему имеются веские основания для того, чтобы помещать РЧ-цепь на отдельный кристалл.
- Выбор архитектуры радиоцепи — особенно приемника — далеко не однозначен.
- Разработчик архитектуры должен оценивать систему в целом, а не только чип.

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



Семен Галкин

СОВРЕМЕННЫЙ HiFi-АУДИОУСИЛИТЕЛЬ НА БАЗЕ БЛОКОВ МАСТЕР КИТ

Четырех-канальный аудиоусилитель с выходной мощностью 315 Вт в каждом канале и КПД до 96% подходит для применения в различных аудиоприложениях, например, в домашних кинотеатрах.

Снижение стоимости и доступность АЦП высокой разрядности и сигнальных процессоров способствовали появлению высококачественных усилителей мощности D-класса, основанных на широтно-импульсной модуляции. Работа выходных транзисторных каскадов в ключевом режиме таких усилителей позволяет в несколько, а порой и в десятки раз увеличить КПД, тем самым, снижая тепловыделение усилителя, его габариты и стоимость. Среди всех звуковых усилителей устройства класса D являются самыми экономичными, благодаря использованию цифровой обработки сигнала. Она исключает возможность появления искажений и шумов в предварительных трактах усилителя, упрощает и облегчает всевозможные линейные и нелинейные преобразования сигнала без использования механических регулировочных элементов, расширяет функциональность.

Предлагаемый читателям цифровой процессор звука совместно с четырьмя оконечными усилителями мощности звуковой частоты дает возможность собрать 4-канальный Hi-Fi-аудиоусилитель D-класса с максимальной выходной мощностью до 315 Вт в каждом канале. Схемотехника усилителя основана на базе микросхем Texas Instruments **TAS5504** (цифровой звуковой ШИМ-процессор) и **TAS5261** (мостовой цифровой усилитель).

Цифровой процессор звука

Мощность усилителя определяется напряжением питания выходных каскадов. Количество каналов усилителя — до четырех, а КПД достигает 96%. Функциональность устройства делает его доступным для использования в различных областях — от построения высококлассного стационарного усилителя для цифрового домашнего кинотеатра и заканчивая усилителем мощности для автомобильных аудиоприложений.

Цифровой процессор звука предназначен для предварительного аналого-цифрового преобразования звукового сигнала, последующей его цифровой обработки и модуляции в ШИМ-сигнал. Цифровая обработка позволяет избежать появления дополнительного шума, фона, искажений и щелчков при переключениях режимов работы. Кнопочное управление совместно с цифровым индикатором реализуют удобство и комфортность использования основных режимов работы процессора: регулировка громкости, режим «MUTE», управление защитой. Функция запоминания установленного пользователем уровня громкости усилителя позволяет избежать повторной его настройки при возникновении перебоев в питании процессора. Режим контроля и управления защитой от перегрузок, подключенных оконечных модулей, предопределяет высокую надежность и отказоустойчивость усилителя.

Общий вид цифрового процессора звука представлен на рис. 1.

Подаваемый на вход процессора сигнал со звукового источника попадает на 24-разрядные двухканальные АЦП U2, U3, где оцифровывается с частотой дискретизации 96 кГц. Сформированные пакеты данных по последовательной шине передаются в цифровой ШИМ-процессор U4, выполняющий функции регулировки громкости и ШИМ-преобразования оцифрованного сигнала для пос-

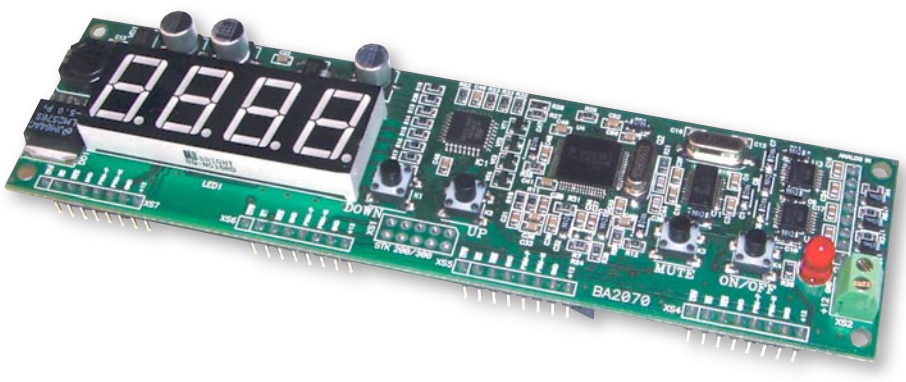


Рис. 1. **Внешний вид цифрового процессора звука**

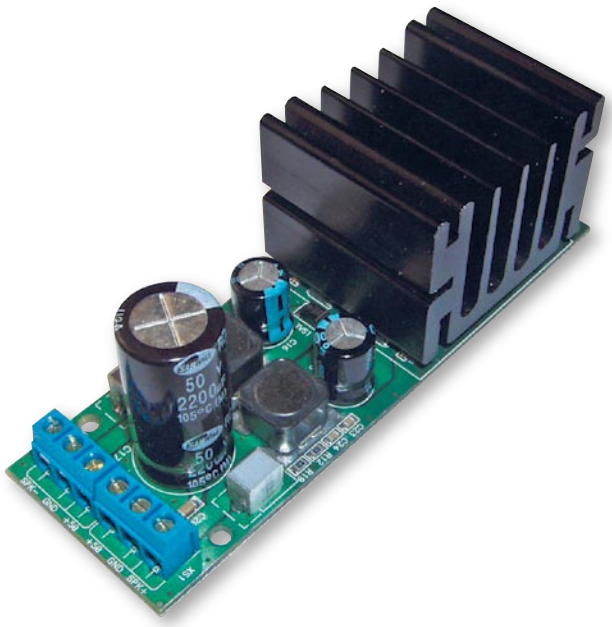


Рис. 2. **Внешний вид одноканального оконечного усилителя D-класса 315 Вт**

ледующего его усиления в оконечных усилителях-демодуляторах, выполненных на основе интегральной микросхемы TAS5261 с металлическим теплоотводом. Мостовая схема включения нагрузки в сочетании с однополярным питанием оконечных каскадов упрощают источник питания усилителя, позволяя питать схему напряжением от +5 до +50 В.

С электрической принципиальной схемой процессора звука BM2070 можно ознакомиться на сайте МастерКит по адресу: *www.masterkit.ru/images/magazines/3_RH_5_07.gif.*

Ядром цифрового процессора звука является универсальный микроконтроллер Texas Instruments TAS5504, осуществляющий цифровое преобразование аналогового звукового сигнала, его предварительную обработку и коррекцию.

Для управления режимами работы усилителя и их индикации использован микроконтроллер фирмы Atmel Atmega8 (IC1). К нему непосредственно подключены кнопки управления усилителем, дисплей с динамической индикацией и ШИМ-процессор.

Основные элементы управления

Дисплей — четырех разрядный цифровой дисплей отображает общий для всех каналов уровень громкости в децибелах. Уровень 0 дБ соответствует номинальной выходной мощности усилителя при номинальном входном напряжении 1 В.

Технические характеристики оконечного усилителя BM2071

Воспроизводимый диапазон частот, Гц	10…40000
Выходная мощность, Вт	235 (Rнаг = 4 Ом, КНИ <0,15%) 315 (Rнаг = 4 Ом, КНИ <10%) 125 (Rнаг = 8 Ом, КНИ <0,09%) 220 (Rнаг = 6 Ом, КНИ <10%)
Сопротивление нагрузки, Ом	4…16
Диапазон регулировки громкости, дБ	-100…+17
Номинальное входное напряжение, В	1
Частота дискретизации входного сигнала, кГц	96
Соотношение сигнал/шум, дБ	-99
Общие гармонические искажения + шум, дБ	-93
Ток потребления в ждущем режиме не более, мА	10
Номинальное входное напряжение, В	1
Напряжение питания цепи «+50 В», В	+(50)
Напряжение питания цепи «+12 В» стабилизированное, В	+12

DOWN — кнопка уменьшения уровня громкости. При удержании кнопки уменьшение громкости ускоряется.

UP — кнопка увеличения уровня громкости. При удержании кнопки увеличение громкости ускоряется.

MUTE — кнопка временного приглушения звука. При повторном нажатии процессор переходит в нормальный режим.

ON/OFF — кнопка выключения/включения усилителя. В выключенном состоянии процессор переходит в режим пониженного энергопотребления, сигналы на выходах отключаются, индикация на дисплее отключается.

Светодиод, зажигающийся в выключенном состоянии процессора (усилителя).

Регулировка громкости осуществляется с помощью кнопок «UP» и «DOWN», соответствующим образом изменяется ее значение на дисплее в диапазоне: -100…+17 дБ.

Цифровой оконечный усилитель D-класса 315 Вт

Оконечные усилители представляют собой ШИМ-усилители-демодуляторы с мостовой схемой включения нагрузки (акустической системы). Широкий диапазон питающего напряжения оконечных каскадов определяет максимальную выходную мощность.

Общий вид выходного усилителя представлен на рис. 2, а принципиальная схема — на рис. 3.

Функционально усилитель мощности разделен на сигнальный процессор и отдельные модули усилителей-демодуляторов. В зависимости от потребностей пользователя к процессору можно подключить от одного до четырех оконечных усилителей, тем самым, определив число каналов усиления.

Конструкция

Конструктивно усилитель выполнен на печатных платах из фольгированного стеклотекстолита. Компактная конструкция предусматривает установку платы процессора сигналов усилите-

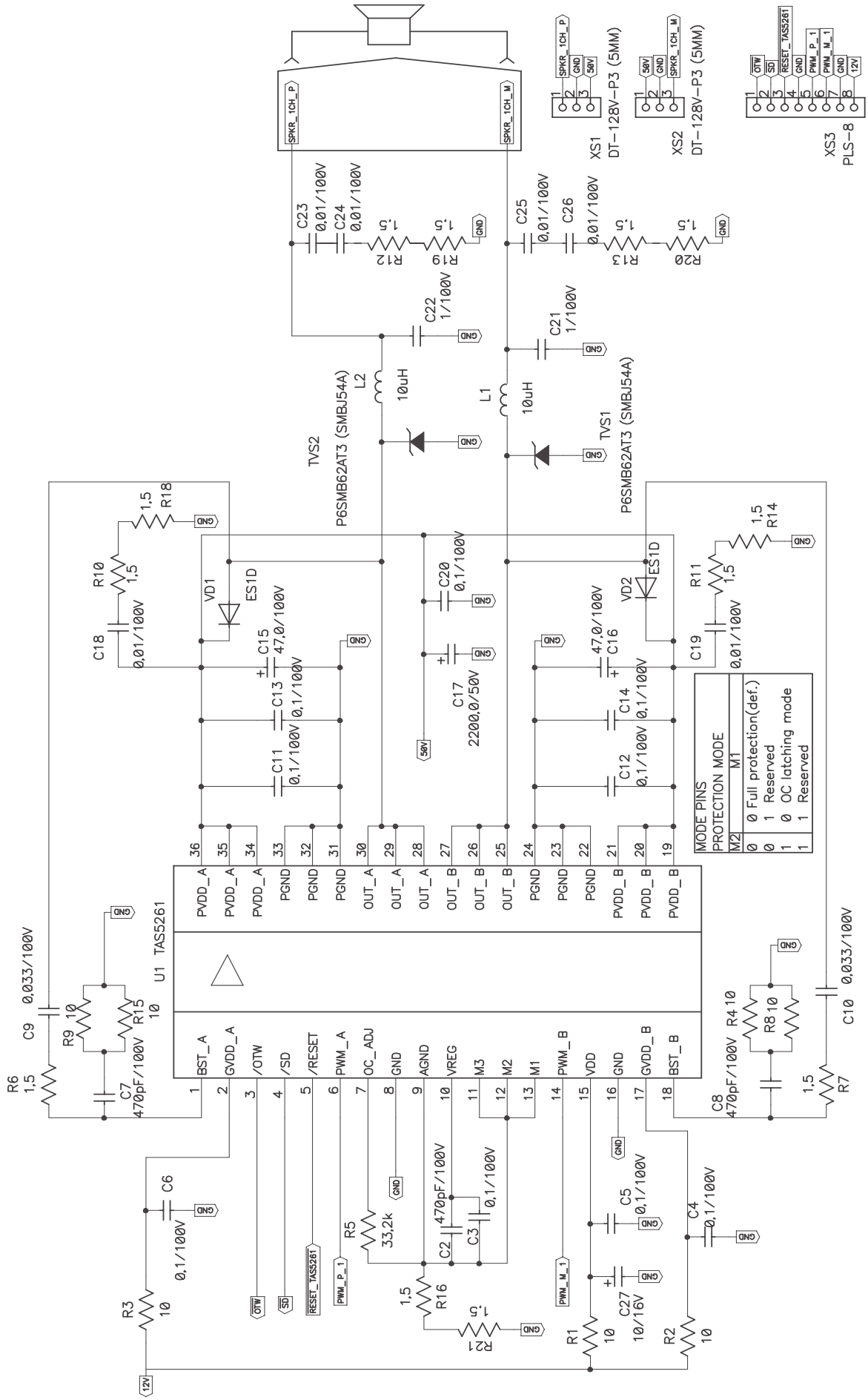


Рис. 3. **Принципиальная электрическая схема одноканального оконечного усилителя D-класса 315 Вт BM2071**

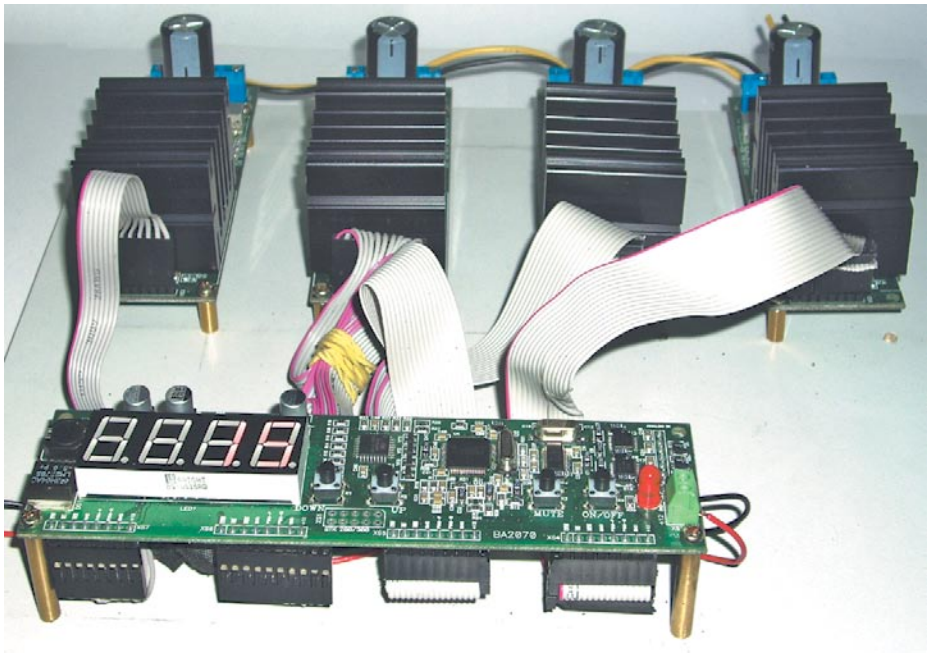


Рис. 4. **Реализация 4-канального цифрового HiFi-усилителя**

ля совместно с платами силовых модулей внутри корпуса размером не менее 15,5x4,5x14 см^3 с вентиляционными отверстиями. Подключение процессора к блоку питания, оконечным модулям производится посредством гибких проводов к соответствующим выводам разъемов XS4…XS7. К источнику звукового сигнала подключение производится экранированными проводами.

Для питания процессора необходим стабилизированный источник питания, подключаемый к разъему XS2 и обеспечивающий ток нагрузки не менее 500 мА и напряжение +12 В.

Источник аналогового звукового сигнала амплитудой не более 1,5 В подключается к разъему XS3. Так как процессор поддерживает работу одновременно от одного до четырех каналов усиления, то в зависимости от числа используемых каналов требуется подключать соответствующие выходным модулям входные сигналы.

В целом, несмотря на высокую надежность и неприхотливость предлагаемого усилителя, в ряде случаев возможно срабатывание защиты от перегрузок. Встроенная система контроля и управления защитой выходных силовых каскадов, подключаемых к разъемам XS4…XS7, основана на анализе получаемых от них информационных сигналов перегрева и срабатывания защиты от электрических перегрузок. При получении сигнала перегрева процессор плавно снижает громкость на выходе усилителя, тем самым, предотвращая его дальнейший нагрев. Одновременно в правом нижнем углу дисплея начинает мигать точка, информирующая пользователя о переходе процессора в режим защиты усилителя от перегрева. После того, как силовой модуль переходит в нормальный режим работы, процессор плавно возвращает уровень громкости к значению, установленному пользователем. Важно отметить, что процессор переводит в режим защиты все подключенные силовые модули усилителя в независимости от того, с какого из них был получен сигнал перегрузки.

Пример практической реализации 4-канального УМЗЧ

На рис. 4 приведен вариант реализации (в демо-версии) 4-канального цифрового HiFi-усилителя для домашнего кинотеатра (процессор звука и четыре оконечных усилителя).

После сборки усилителя какой-либо наладки устройства не требуется. Необходимо лишь убедиться в правильности подключения модулей между собой, полярности сигналов и питающих напряжений.

Заключение

Чтобы избавить Вас от поиска электронных компонентов, изготовления печатных плат и проведения монтажа, МАСТЕР КИТ предлагает готовые блоки BM2072 (комплект «4-канальный процессор сигналов» и «Одноканальный оконечный усилитель D-класса с выходной мощностью 315 Вт») и BM2071 («Одноканальный оконечный усилитель D-класса с выходной мощностью 315 Вт»). В комплект каждого блока входит инструкция по эксплуатации.

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



МАТЕРИАЛЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ «НОВОСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ» В 2007 г.

АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Современные интерфейсные микросхемы компании MAXIM Евгений Звонарев ....№1

Микросхемы для импульсных источников питания (Fairchild Semiconductor) Алексей Арбузов ....№1

Высокоточный усилитель звуковой частоты со встроенным высо-ковольтным драйвером внешних транзисторов (National Semiconductor) Роман Поташов ....№2

Популярные и перспективные микросхемы Texas Instruments Илья Фурман, Евгений Звонарев ....№3

ШИМ-контроллеры Texas Instruments Константин Староверов ....№3

Простые ключевые стабилизаторы продолжают развиваться (National Semiconductor) Фредерик Досталь ....№4

Надежная опора: источники опорного напряжения (Maxim) Анатолий Андрусевич ....№4

VIPer – новое слово в проектировании импульсных источников питания (STMicroelectronics) Роман Поташов ....№5

Интерфейсы RS-485 дальнего радиуса действия (Texas Instruments) Илья Фурман, Евгений Звонарев ....№6

Новый приемопередатчик стандарта Fast Ethernet (National Semiconductor) Роман Поташов, Алексей Пантелейчук....№6

Компараторы National Semiconductor Евгений Звонарев....№8

Супервизоры питания (Microchip) Иван Смирнов ....№8

Уникальные интерфейсные микросхемы (Maxim) Анатолий Андрусевич ....№8

Решения от Texas Instruments для AC/DC- и DC/DC-преобразо-вателей Евгений Звонарев ....№9

Маломощные операционные усилители (Texas Instruments) Владимир Еремеев....№9

Интерфейсные микросхемы Microchip Илья Афанасьев....№10

Получение напряжения ±12 В… ±15 В с помощью импульсного DC/DC-преобразователя (Maxim) ....№12

LVDS-компоненты National Semiconductors для MULTI-DROP-применений Константин Староверов ....№12

Обзор продукции Microchip....№13

Микропотребляющие компоненты Microchip Иван Смирнов, Илья Афанасьев....№13

TPS74x01 – семейство LDO-стабилизаторов с низким падением напряжения (Texas Instruments) Дмитрий Цветков ....№14

Понижающие DC/DC-преобразователи Texas Instruments со встроенным ключом Дмитрий Цветков ....№14

Микросхемы Maxim в системах промышленной автоматики Анатолий Андрусевич ....№15

Прецизионные часы реального времени Maxim Евгений Звонарев ....№15

Обзор высоковольтных DC/DC-преобразователей (Maxim) Илья Бочарников....№15

TPS6108x: повышающий преобразователь с широким спект-ром применения (Texas Instruments) Джефф Фалин ....№16

Обзор новинок компании NXP Александр Башлыков ....№17

DC/DC-преобразователи со встроенным ключом от Texas Instruments Константин Староверов ....№ 18

Микросхемы для изолированных интерфейсов RS-485/RS-422 компании Maxim Евгений Звонарев ....№ 18

Как правильно выбрать напряжение управления затвором МОП-транзистора (Texas Instruments) Контантин Староверов ....№ 20

УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ

Микросхемы для управления двигателями малой мощности (Freescale Semiconductor) Роман Поташов....№1

Модуль питания PTH08T230W для современных СБИС Сергей Кривандин....№3

Высокочастотные импульсные преобразователи напряжения для автомобильной электроники (Maxim) ....№15

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Бестрансформаторный компактный источник питания мощностью 1,2 Вт на модуле BP5041A (ROHM) Сергей Кривандин, Алексей Никитов ....№1

Новые источники питания для промышленной автоматики (Mean Well) Сергей Кривандин....№2

Новые DC/DC-преобразователи в SMD-корпусах (Mean Well) Сергей Кривандин....№4

Новые модули на DIN-рейку: DRT-960P и DR-RDN20 (Mean Well) Сергей Кривандин....№5

Изолированные 0,5…1 Вт источники питания на модулях ROHM и RECOM Сергей Кривандин ....№6

Источник питания Mean Well с функцией UPS для монтажа на DIN-рейку Сергей Кривандин ....№8

Обзор продукции компании Mean Well Сергей Кривандин....№11

DC/DC-преобразователи Mean Well. Год 2007 Евгений Звонарев ....№11

Источники питания Mean Well для промышленной автоматики Сергей Кривандин....№11

Модификация стандартных источников питания на примере адаптера для беспроводных модемов Алексей Никитов....№11

Продукция Mean Well: соответствие международным стандартам и директиве RoHS Евгений Звонарев ....№11

Сетевые адаптеры питания Mean Well Сергей Кривандин....№12

Новые DC/DC-преобразователи универсального применения в SMD-корпусах компании Peak Сергей Кривандин....№14

Организация электропитания в платежном терминале (Mean Well) Валерий Акшаев, Сергей Кривандин ..... №16
Источники резервного питания Chinfa для монтажа на DIN-рейку Сергей Кривандин ..... №18
Новые DC/DC-преобразователи Mean Well с дистанционным управлением
Сергей Кривандин, Антон Шайгазамов ..... №20

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

MSP430 и продукция Chipcon в беспроводных сенсорных приложениях и устройствах обеспечения безопасности
Маркус Пфайфер ..... №3
LPC24xx – новое семейство микроконтроллеров на ядре ARM7 (NXP Semiconductor) Алексей Пантелейчук ..... №5
Микроконтроллеры ARM компании STMicroelectronics
Илья Бочарников ..... №6
Новинки 8-разрядных контроллеров Microchip
Илья Афанасьев ..... №13
Семейство QE – первая точка стыковки 8- и 32-битных микроконтроллеров (Freescale Semiconductor)
Алексей Пантелейчук ..... №16
Микроконтроллеры с ARM-архитектурой компании NXP
Александр Башлыков ..... №17
Обзор ARM-микроконтроллеров семейства LPC23xx компании NXP Дмитрий Цветков ..... №17
Обзор ARM-микроконтроллеров от STMicroelectronics
Алексей Пантелейчук ..... №18

DSP

Цифровые сигнальные контроллеры для управления приводами (Freescale) Алексей Пантелейчук ..... №4
Первые цифровые сигнальные контроллеры с плавающей точкой (Texas Instruments) Алексей Пантелейчук ..... №9
Новые микроконтроллеры dsPIC30 серии SMPS (Microchip)
Дмитрий Цветков ..... №13

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Уникальный GSM-модем Fastrack Supreme (Wavecom)
Олег Пушкарев ..... №4
Беспроводной микропроцессор WMP100. Первое знакомство (Wavecom) Олег Пушкарев ..... №5
Новое GSM/GPRS-решение для систем автомобильной GPS-навигации: TrimTrac Pro (Trimble Navigation)
Алексей Никитов ..... №6
GenLock31E – новый GSM-модем со встроенными средствами GPS-навигации (Erco & Gener) Олег Пушкарев ..... №8
Применение радиомодемов стандарта IEEE802.15.4 (ZigBee) в системах промышленной автоматики (Texas Instruments)
Алексей Николаев, Владимир Чумычкин ..... №9
Bluetooth-модуль LMX9838 от National Semiconductor
Илья Бочарников ..... № 10
Сверхчувствительные GPS-модули Алексей Никитов ..... №12
Стек протоколов MiWi™ для беспроводных сетей
Алексей Сафронов ..... №13
Обзор плат расширения для GSM-модема Fastrack Supreme (Wavecom) Олег Пушкарев ..... №14
ZigBee-модули XBee Series 2 с поддержкой Mesh-топологии (MaxStream) Олег Пушкарев ..... №16
Технология Bluetooth и ее реализация с помощью компонентов NXP Павел Борох ..... №17
NFC – технология, которая объединяет (NXP)
Игорь Бояренко ..... №17
Новинки TI для беспроводных решений в диапазонах 433-2400 МГц Илья Бочарников ..... №18
Обзор обновленной линейки поставок Wavecom
Алексей Никитов ..... №19
Использование C-GPS-решения от компании Wavecom в бортовом мобильном навигационном контроллере
Всеволод Нестеров ..... №19
Программная реализация C-GPS Open AT-приложения
Всеволод Нестеров ..... №19
3G: инвестиции в ближайшее будущее
Наталья Иванен ..... №19
Пример построения пользовательского интерфейса в приложениях Open AT Тимур Ташпулатов ..... №19
Антенны для сложных условий приема – размеры меньше, коэффициент усиления больше Андрей Козин ..... № 20

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Специализированные модули IGBT для автомобильной промышленности (Semikron) ..... №6
G5 HVIC – новое поколение высоковольтных силовых управляющих ИС Евгений Звонарев ..... №7
IRAMxx – интеллектуальные силовые IGBT-модули для электропривода широкого применения
Владимир Башкиров ..... №7
Высоковольтные ИС для промышленного привода
Михаил Румянцев ..... №7
IR1167 – легкий путь к увеличению эффективности AC/DC-преобразователя Сергей Пичугин ..... №7
Транзисторы Trench IGBT шестого поколения
Владимир Башкиров ..... №7
Высоковольтные ИС для промышленного привода (окончание) (International Rectifier) Михаил Румянцев ..... №10
Микросхемы нового поколения для управления энергосберегающими источниками света (International Rectifier)
Владимир Башкиров ..... №16
Миниатюрные модули IGBT MiniSKiiP: пружины вместо пайки (Semikron) Андрей Колпаков ..... №20

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

Средства разработки для программного кода DaVinci (Texas Instruments) Алексей Пантелейчук ..... №1
Практические испытания отладочного комплекта GPS-модуля Copernicus (Trimble Navigation) Олег Пушкарев ..... №1
ZigBee-модули MaxStream – новые возможности
Олег Пушкарев ..... №2

Маленькая игрушка для больших детей (Терраэлектроника) Андрей Панисько ..... №2
Средства разработки для микроконтроллеров MSP430 Дмитрий Цветков ..... №3
Расширяемая модульная система для разработчиков от BiPOM Андрей Панисько ..... №4
Каким должен быть современный программатор (Терраэлектроника) Андрей Панисько, Петр Перевозчиков ... №6
Иногда они питаются яблоками Андрей Панисько ..... №9
Внутрисхемный USB-программатор-отладчик PICkit2 Илья Афанасьев ..... №13
Лабораторные комплексы для разработчиков и учебных заведений (Терраэлектроника) Андрей Панисько ..... №14
Отладочные средства для популярных микроконтроллеров с архитектурой ARM Андрей Панисько, Петр Перевозчиков ..... №16
Средства разработки и отладки для микроконтроллеров серии LPC2000 (NXP) Андрей Панисько ..... №17

СТРАНИЦА ГЕОРГИЯ КЕЛЛА

Avnet: портрет компании ..... №1
Arrow Electronics: портрет компании ..... №2
Texas Instruments: портрет компании ..... №3
Digi-Key: портрет компании ..... №4
Магические числа электроники: **555** ..... №6
International Rectifier: портрет компании ..... №7
Магические числа электроники: **2222** ..... №8
Магические числа электроники: **431, 494, 1524, 1843** ..... №9
SIGNETICS: портрет компании ..... №12
Microchip Technology: портрет компании ..... №13
Магические числа электроники: **702, 709, 741** ..... №14
Maxim Integrated Products: портрет компании ..... №15
Роберт Видлар: путь электронщика ..... №16
NXP Semiconductors: портрет компании ..... №17

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

За пределами Data Sheet (Texas Instruments) Жан Франц, Чау Май, Айван Гарсия ..... №1
Выбор инвертора для подсветки ЖК-дисплея Билл Эббот ..... №2.
Оптимизация потребления при разработке систем на цифровых сигнальных процессорах (Texas Instruments) Джим Паттерсон, Джон Диксон ..... №3
Повышение безопасности Li-Ion батарей (Texas Instruments) Чинрон Сян, Сихуа Вэн ..... №5
Совмещенное управление двумя двигателями облегчает проектирование бытовых электроприборов (International Rectifier) Энгус Мюррей ..... №7
Советы по проектированию понижающих преобразователей (Maxim) Дональд Шелле, Джордж Касторена ..... №8
Компенсация холодного спая в практике применения термоэлектрических преобразователей (Maxim) ..... №15
Влияние частотных свойств коэффициента усиления, сдвига входного напряжения и шумов прецизионного ОУ на точность аналогово-цифрового преобразования (National Semiconductor) Дмитрий Василенко ..... №16
Роль внешних компонентов в оптимизации работы АЦП последовательного приближения (Texas Instruments) Бонни Бейкер, Мирослав Ольяца ..... №18
Дополнительные беспроводные возможности прибавляют забот проектировщикам систем на кристалле Рон Уилсон ..... № 20

ДАТЧИКИ

Новые платиновые датчики температуры (Honeywell) Александр Маргелов ..... №1
Новые серии датчиков влажности Honeywell Евгений Иванов ..... №2
Датчики тока: новинки 2007 года (Honeywell) Александр Маргелов ..... №4
Малогабаритные датчики давления жидкости (Honeywell) Андрей Еманов ..... №4
Инерциальные МЭМС-датчики (Freescale Semiconductor) Александр Маргелов ..... №5
Моторпротекторы Sensata – защита электродвигателей Евгений Иванов ..... №5
Температурные датчики Texas Instruments Михаил Удовиченко ..... №9
Интегральные датчики температуры National Semiconductor Евгений Иванов ..... №10
Варианты размещения интегральных датчиков температуры для повышения точности измерений Евгений Иванов ..... №12
Датчики на эффекте Холла компании Honeywell Андрей Еманов ..... №14
Датчики давления Freescale Semiconductor Андрей Еманов ..... №16
Инерциальные датчики STMicroelectronics Андрей Еманов ..... №18

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Новые усилители класса D на основе технологии UcD (NXP Semiconductors) Роман Поташов, Сергей Кузнецов ..... №2
Применение устройства с датчиком движения для автоматического освещения коридора Юрий Садиков ..... №5
Датчик движения с низким энергопотреблением на основе MSP430F2013 Алексей Пантелейчук ..... №9
Датчик наклона с низким энергопотреблением на основе MSP430F2012 (Texas Instruments) Алексей Пантелейчук ..... №10
Построение систем емкостных датчиков прикосновений на базе MSP430 Алексей Пантелейчук ..... №12
Использование микроконтроллера MSP430F2012 в малопотребляющем датчике дыма (Texas Instruments) Алексей Пантелейчук ..... №14
Четыре в одном, или как максимально упростить развязку аналогового канала Анатолий Андрусевич ..... №15

Современный HiFi-аудиоусилитель на базе блоков МАСТЕР КИТ Семен Галкин ....№20

ПРИМЕНЕНИЕ

Домашние электростанции на основе DC/AC-инверторов Mean Well Дмитрий Цветков....№11
Решения для счетчиков энергии Microchip Иван Смирнов....№13
Разработка системы с беспроводной передачей данных для мониторинга областного газового хозяйства (Wavecom) Евгений Погибелев....№14
Продукция компании NXP для обработки видеоинформации в системах безопасности Евгений Звонарев....№17
NXP Semiconductors в автомобильной электронике Денис Нерсесов....№17

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Texas Instruments и КОМПЭЛ: стратегическое партнерство Борис Рудяк....№3
Ассоциация российских производителей электронной аппаратуры и приборов – мнения участников рынка....№4
International Rectifier и КОМПЭЛ – прошлое и будущее сотрудничества Борис Рудяк....№7
TI - стать лидером в России Андрей Агеноров ....№9
Формула успеха Mean Well Джерри Лин ....№11
КОМПЭЛ и Mean Well во многом схожи Борис Рудяк ....№11
Обзор продукции компании Mean Well Сергей Кривандин ...№11
Обращение учредительного собрания «Ассоциации Российских Производителей Электронной Аппаратуры и Приборов» в органы государственной власти России....№12
Microchip: три интервью об одной компании....№13
Инновации, качество, сервис (Maxim) Уолтер Сангалли ....№15
Стать надежным партнером в бизнесе (NXP) Вадим Васильев ....№17
У российской электроники есть перспективы (NXP) Янош Кудетт ....№17
О прошлом и будущем (NXP) Александр Райхман ....№17
Гибкие решения на рынке M2M – вне конкуренции (Wavecom) Франк Сугир ....№19
Wavecom – решение для ответственных разработок Игорь Елисеев, Олег Пушкарев....№19
Wavecom S.A.: портрет компании Алексей Никитов....№19

СТАНДАРТНАЯ ПРОДУКЦИЯ

Стандартная продукция NXP Semiconductors, STMicroelectronics и особенности ее обозначения Александр Райхман....№12

ПАМЯТЬ

Микросхемы памяти STMicroelectronics Александр Бородулин....№10

ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Кварцевые резонаторы и генераторы Geyer Electronic Евгений Звонарев ....№2
Самовосстанавливающиеся предохранители ROHM Андрей Еманов ....№2
SMD-светодиоды компании ROHM Александра Погорелова....№4
Кварцевые генераторы Geyer Дмитрий Цветков ....№10
Светодиоды Bright LED и Huey Jann Алексей Никитов ....№10

