

№1 (65), 2009 г.

Информационно-технический
журнал.

Учредитель — ЗАО «КОМПЭЛ»



Издается с 2005 г.

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-19835

Редактор:

Геннадий Каневский
vesti@compel.ru

Выпускающий редактор:

Анна Кузьмина

Редакционная коллегия:

Андрей Агеноров
Алексей Гуторов
Евгений Звонарев
Сергей Кривандин
Валерий Куликов
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:
12 января 2009 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОРЫ

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

- Силовая электроника – территория энергосбережения
Андрей Агеноров 3
- Решения IR для построения регулируемых электроприводов
энергосберегающей техники
Константин Староверов 4
- От микрокомпьютера к приводу – интегрированные решения
для приводов двигателей
(ON Semiconductor) *Гвидо Реммери, Питер Кокс* 6
- IRS2158D и IRS2530D – современные микросхемы электронных
балластов
(International Rectifier) *Евгений Звонарев* 9
- Высоковольтные драйверы мощных светодиодов
(International Rectifier) *Евгений Звонарев* 12

НОВИНКИ

АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

- INA333 – инструментальный усилитель с нулевым дрейфом
(Texas Instruments) *Дмитрий Цветков* 15
- Формирование аналоговых интерфейсов в цифровых системах управления
(Maxim Integrated Products) *Анатолий Андрусевич* 18

DSP

- Применение DSP семейства TMS320C64xx в высокопроизводительных
VoIP-приложениях (Texas Instruments) *Алексей Назаров* 20

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ

- Новинки отладочных средств для тракта цифровой обработки
сигналов Texas Instruments
Владимир Бродин 26

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ

БРЕНД НОМЕРА – STMICROELECTRONICS

- Микроконтроллеры ST8
- Инерциальные датчики
- Новинки линейки Viper
- Корректоры мощности
- Драйверы LED

Если вы хотите предложить интересную тему для статьи в следующий номер журнала – пишите на адрес vesti@compel.ru с пометкой «Тема в номер».

ОТ РЕДАКТОРА



Уважаемые читатели!

Есть несколько сухих, на первый взгляд, цифр, над которыми стоит задуматься. Эти цифры взяты мною из отчета организации «Гринпис» по проблеме энергосбережения в России.

«При сжигании 1 кг нефтяного эквивалента в нашей стране производится товаров и услуг на сумму 1,9 доллара, тогда как среднемировой показатель составляет 4,7 доллара.

Ежегодное производство топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в России составляет около 1400 миллионов тонн условного топлива (тут), из которых около 900 млн тут (64%) приходится на внутреннее потребление.

Большая часть вырабатываемой энергии (около 45%) потребляется в структурах топливно-энергетического комплекса (ТЭК). На втором месте стоят промышленность и строительство (около 25%). На долю ЖКХ приходится порядка 20%, на сельское хозяйство и транс-

порт — чуть более 10% потребляемой энергии.

При этом 35-47% всего объема получаемой энергии тратится впустую. Согласно данным, приведенным в энергетической стратегии России до 2020 г., потенциал энергосбережения в нашей стране оценивается в 360-430 млн тут. В нефтяном эквиваленте это составляет 230-250 млн. т, что сравнимо с объемом всей экспортируемой из России нефти и нефтепродуктов».

В той экономической ситуации, в которой мы встретили новый 2009 год, продолжать расточительно относиться к энергии нельзя. Главным потребителем энергии в силовой электронике является электропривод, на втором месте стоит освещение. Именно этим двум точкам приложения усилий по энергосбережению посвящена тематическая часть первого номера нашего журнала за 2009 год.

Как вы заметили, внешний вид журнала изменился. Изменится и содержание: мы также

включились в борьбу за энергосбережение. В нашем случае это сбережение энергии наших читателей — разработчиков электроники — затрачиваемой на поиск рекомендуемых схемотехнических решений на базе новых компонентов. Материалов практической направленности станет больше. Мы также решили усилить обратную связь с читателями: отныне в каждом номере журнала, на первой странице, будут публиковаться темы статей ближайших номеров и адрес электронной почты, по которому можно предложить свою тему публикации.

Как всегда, ждем ваших писем с предложениями и замечаниями.

С уважением,
Геннадий Каневский

Андрей Агеноров (КОМПЭЛ)

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА – ТЕРРИТОРИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ



Энергосбережение, в соответствии с экономической ситуацией, становится во главу угла большинства разработок в электронике. По просьбе редакции журнала директор компании КОМПЭЛ Андрей Агеноров делится своими мыслями о важности этого принципа в силовой электронике.

Управление питанием и силовая электроника — одна из самых инновационных и динамичных областей современного производства электронных компонентов. Причина этого очевидна: стремление производителей найти максимально эффективные решения с точки зрения энергопотребления. Именно энергопотребление в огромном количестве приложений становится ключевым фактором конкуренции. Производители компонентов силовой электроники и управления питанием с каждым годом инвестируют в разработки все больше и больше средств, стремясь максимально эффективно использовать каждый милливатт электроэнергии.

Если посмотреть на долю компонентов силовой электроники в общем объеме производимых в мире полупроводников, она окажется не так уж высока — около 10 процентов. В России это соотношение, кстати, выглядит по-другому: до 25 процентов потребляемых компонентов — силовые. Связано это со структурой рынка — у нас нет или почти нет произ-

водства компьютеров и бытовой электроники, зато самый большой сектор — индустриальный, где «вес» силовой части максимален в сравнении с другими приложениями. Этот факт, в свою очередь, является главной причиной ярко выраженного приоритета силового направления в бизнесе компании КОМПЭЛ.

В компании КОМПЭЛ, как уже было упомянуто, направление компонентов силовой электроники и управления питанием имеет ярко выраженный приоритет. Что это означает? Опыт работы с номенклатурой силовых компонентов практически совпадает с временем работы компании на рынке: буквально с первых дней работы компании мы продаем силовые компоненты. Поэтому наши инженеры и менеджеры лучше всего ориентируются именно в этой номенклатуре. Поэтому самые сильные и опытные инженеры в нашей компании — «силовики», и они от-

По данным аналитиков, более половины электричества — 51% — «утекает» в электропривод, 19% — в освещение, 16% — в обогрев и охлаждение и 14% — во все прочие устройства.

Вернемся, однако, к ключевой миссии силовой электроники — энергосбережению. Эта миссия обретает очень четкие и внушительные черты, если посмотреть на структуру потребления электроэнергии. Куда растекается «великая река» всего производимого в мире электричества?

По данным аналитиков (рис. 1), более половины — 51% — «утекает» в электропривод, 19% — в освещение, 16% — в обогрев и охлаждение и 14% — во все прочие устройства. Вывод о том, какие именно компоненты определяют «правила природопользования» на этой территории, очевиден. Это и есть карта территории, на которой разворачивается борьба за эффективность использования энергоресурсов, за конкурентные преимущества.

ветят на любой или почти на любой вопрос разработчика. Мы проводим большое количество семинаров и тренингов, посвященных разнообразным аспектам силовой электроники, публикуем множество разнообразных технических статей по этой тематике. До 33% (треть!) всей нашей номенклатуры поставок составляют компоненты силовой электроники и управления питанием от признанных всеми производителей: Texas Instruments, International Rectifier, SEMIKRON, Maxim, ST Microelectronics, NXP, OMRON, Hitachi, Sumida. Со всеми перечисленными производителями у нас установлены официальные дистрибьюторские отношения, включающие полный спектр инженерно-технической поддержки. Таким образом, со всеми предприятиями, разрабатывающими и производящими электропривод, сварочные аппараты, частотные преобразователи и источники питания, у нас точно есть территория сотрудничества, где мы сможем минимизировать время разработки и создать важные конкурентные преимущества. 

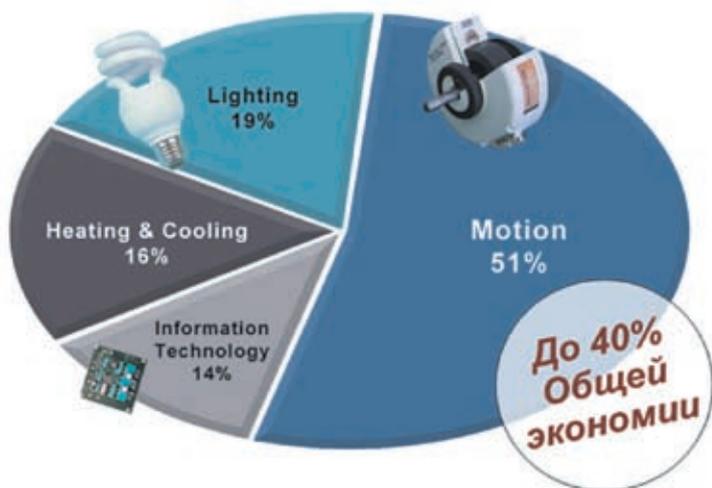


Рис. 1. Мировое распределение энергоресурсов

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

Константин Староверов

РЕШЕНИЯ IR ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ



В статье рассматривается одно из передовых решений для построения регулируемых электроприводов бытовой техники - платформа для проектирования **iMotion** от компании **International Rectifier**.

International
IR Rectifier

В условиях непрерывного удорожания энергоресурсов и, в частности электроэнергии, производители бытовой техники ожидают рост спроса на ту продукцию, которая при несущественном ценовом отличии будет предлагать возможность ощутимой экономии электроэнергии. Только заменой нерегулируемого электропривода на регулируемый в такой домашней технике, как стиральные машины, холодильники и кондиционеры, можно добиться снижения энергопотребления до 30%. Однако, если в результате такой модернизации рост цены окажется существенным, то скорее всего на массовое восприятие рынком энергоэффективной продукции вряд ли можно будет надеяться. Выход — поиск недорогих, но эффективных решений управления электродвигателями (ЭД). За последние годы появилось множество решений, упрощающих разработку цифрового тракта системы управления электродвигателем, однако разработчики нуждаются в элементной базе и инструментальных средствах, упрощающих разработку еще одного не менее важного тракта — силового каскада.

Производители микроконтроллеров немало сделали для удешевления устройств управления ЭД. Яркий пример — появление DSC-микроконтроллеров, кото-

рые сочетают возможности DSP- и RISC-процессоров и, кроме того, интегрируют специальные устройства для управления ЭД, в том числе многоканальные широтно-импульсные модуляторы с возможностями и синхронизированной работы, противофазными выходами, возможностями программирования паузы перекрытия противофазных выходов и др. Однако, несмотря на доступность для таких микроконтроллеров большого числа примеров программ и рекомендаций по применению, процесс их имплементации может оказаться затратным по времени.

Альтернативное решение, которое под силу быстро освоить даже новичкам, разработала компания International Rectifier. Идея этого решения — интеграция в состав микроконтроллера не только каналов ШИМ, но и всей логики управления ЭД на аппаратном уровне. Таким образом, полностью исключается необ-

ходимость разработки кода программы, реализующего алгоритмы управления вращающим моментом и частотой вращения ЭД. Более того, данные микроконтроллеры являются представителями интегрированной платформы для проектирования **iMOTION**, в которую также входят завершённые модули силового каскада (модули **IPM**) и ряд инструментальных средств, позволяющих после ввода параметров системы получить готовый проект.

На рисунке 1 показан пример применения продукции **iMOTION** для построения контроллера стиральной машины [1]. Его основными элементами являются ИС цифрового управления и силовой модуль **IPM**. ИС цифрового управления состоит из трех блоков: 8-битный 8051-совместимый микроконтроллер, 16-битный блок управления движением (блок MCE) и блок аналоговой обработки (блок ASE) для измерения токов, напряжений и температуры. Всего в семейство ИС цифрового управления **IRMCF3xx** входит пять представителей, ориентированных на различные области применения (см. таблицу 1). Тот факт, что многие ИС **IRMCF3xx** имеют возможность управления двумя ЭД и одним каскадом коррекции коэффициента мощности (ККМ) и при этом содержат программируемый микроконтроллер, делает предложение **IR** беспрецедентным.

Важно обратить внимание, что блок MCE ориентирован на совместную работу с конкретным типом двигателя — синхронный ЭД на постоянных магни-

Идея решения **International Rectifier** — интеграция в состав микроконтроллера не только каналов ШИМ, но и всей логики управления электродвигателем на аппаратном уровне. Таким образом, полностью исключается необходимость разработки кода программы, реализующего алгоритмы управления вращающим моментом и частотой вращения электродвигателя.

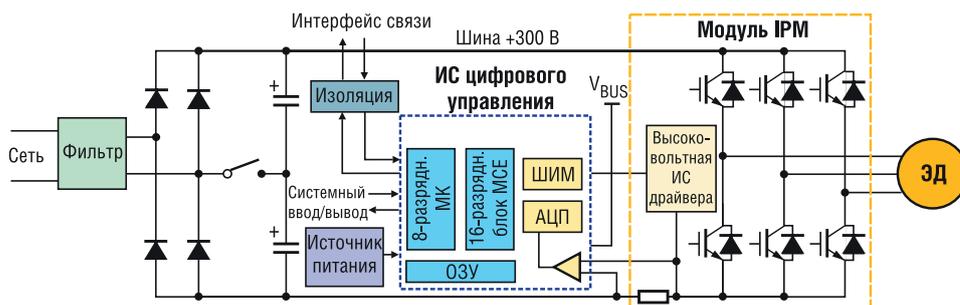


Рис. 1. Модуль IPM и ИС цифрового управления компании IR на примере контроллера стиральной машины

Таблица 1. Микроконтроллеры IR для управления ЭД

Основная область применения	Наименование	Возможности управления	Аналоговые блоки	Ввод/вывод	Последовательные интерфейсы	Корпус
Кондиционеры	IRMCF312* IRMCK312	2 ЭД 1 каскад ККМ	11 каналов x 12-бит, АЦП, оконный компаратор, схемы POR, UVLO**	36 цифровых линий в/в 1 вход захвата, 4 таймера	RS232 x 2 I ² C/SPI	QFP100
Кондиционеры	IRMCF311 IRMCK311	2 ЭД 1 каскад ККМ	6 каналов x 12-бит, АЦП, оконный компаратор, схемы POR, UVLO	14 цифровых линий в/в 1 вход захвата, 4 таймера	RS232 x 2 I ² C/SPI	QFP64
Компрессоры	IRMCF343 IRMCK343	1 ЭД 1 каскад ККМ	5 каналов x 12-бит, АЦП, оконный компаратор, схемы POR, UVLO	23 цифровых линий в/в 1 вход захвата, 4 таймера	RS232 I ² C/SPI	QFP64
Стиральные машины	IRMCF341 IRMCK341	1 ЭД	8 каналов x 12-бит, АЦП, оконный компаратор, схемы POR, UVLO	24 цифровых линий в/в 1 вход захвата, 4 таймера	RS232 I ² C/SPI	QFP64
Вентиляторы и насосы	IRMCF371 IRMCK371	1 ЭД	4 канала x 12-бит, АЦП, оконный компаратор, схемы POR, UVLO	13 цифровых линий в/в 1 вход захвата, 4 таймера	RS232 I ² C/SPI	QFP48

Примечание: *IRMCF содержат ОЗУ программы 48 кбайт и ОЗУ данных 8 кбайт, а IRMCK – 56 кбайт однократно-программируемого ПЗУ и 8 кбайт ОЗУ данных;

**POR – сброс при подаче питания, UVLO – блокировка при снижении напряжения.

тах (PMSM) и реализует достаточно сложный алгоритм управления, который не требует использования датчиков положения и опирается на контроль тока с помощью одного токоизмерительного шунта. Для выполнения данного алгоритма блоку MCE требуется около 11 мкс. Именно благодаря этому, появляется возможность управления тремя системами одновременно (два ЭД и один каскад ККМ), что позволяет существенно снизить стоимость управляющей электроники, например, кондиционера, который оснащается двумя ЭД – вентилятора и компрессора.

Помимо упрощения аппаратной части, применение ИС IRMCF3xx практически избавляет разработчика от необходимости вникать в особенности цифрового управления ЭД и позволяет сосредоточиться на реализации прикладных функций автоматики, управления, индикации и т.п. Взаимодействие встроенного восьмибитного МК с блоком MCE осуществляется через общий блок памяти (двухпортовое ОЗУ), где хранятся конфигурационные параметры и переменные. Для вычисления всех необходимых для конфигурации блока MCE констант IR предлагает специальные инструменты. Первый инструмент – электронная таблица, которая после введения параметров электродвигателя и технических характеристик системы вычисляет конфигурационные данные. Другой – программа MCEDesigner, которая позволяет передать конфигурационные данные из ПК во встроенный микроконтроллер.

Однако, основная часть проблем поджидает разработчика на этапе разработки и интеграции силового каскада, образуемого силовым инвертором (на МОП- или IGBT-транзисторах), высоковольтной ИС драйвера затворов и элементами контроля тока и температуры.

Если вести разработку силового каскада «с чистого листа» на основе дискретных компонентов, то основные проблемы будут связаны с обеспечением требований к электромагнитной совместимости и тепловым режимам, так как данные ха-

рактеристики зависят не только от параметров используемых дискретных компонентов, но и от паразитных элементов, свойственных каждой конкретной реализации. Например, ошибки в трассировке проводников, соединяющих слаботочные и силовоточные общие цепи или подключающих диоды формирователей напряжения управления затворами транзисторов верхнего уровня, могут привести к увеличению генерируемого электромагнитного шума и потере мощности. Кроме того, при разработке силового каскада необходимо позаботиться об эффективном расположении элементов контроля тока и температуры. Наконец, даже если успешно справиться со всеми перечисленными трудностями, прогнозировать поведение такого силового каскада (в частности температуру переходов силовых полупроводников) в различных рабочих условиях (частота и скважность ШИМ-сигнала, рабочие напряжение и ток) можно только экспериментально, что затягивает процесс проектирования. Многие данные проблемы решает еще один представитель платформы iMotion компании IR – модуль **IPM IRAMxx** [2],[3]. IRAMxx – гибридные модули, которые интегрируют все перечислявшиеся ранее компоненты силового каскада и, кроме того, поддерживают функции защиты от токов короткого замыкания и перегрева. Таким образом, инженеру-разработчику достаточно выбрать наиболее подходящий к заданным условиям применения модуль и подобрать для него теплоотвод. Однако и здесь не все так просто. Сложности возникают из-за того, что ключевые параметры модуля (максимальный ток и потери мощности) зависят от частоты коммутации. Кроме того, влияют на тепловые режимы можно также применением более силовоточных модулей, чем требуют реальные условия применения. Таким образом, существует объективная потребность в инструменте, позволяющем сделать обоснованный выбор силового модуля и оценить температуру перехода силовых полупроводников в наихудших режимах работы. Таким инструментом является

IPM WB Design Tool, доступный в онлайн режиме на сайте IR (www.irf.com). Данный инструмент позволяет выполнить три вида анализа:

- влияние частоты коммутации на максимальный ток ЭД;
- влияние частоты коммутации на потери мощности от одного до трех выбранных модулей IRAMxx;
- сравнительный анализ потерь мощности (P) и температуры корпуса (T_c).

Последний вид анализа позволяет сформулировать требование к теплоотводу, а именно – к его тепловому сопротивлению R_{TH}, которое при известных окружающей температуре (T_A) и тепловом сопротивлении «корпус модуля – теплоотвод» (R_{TH(C-S)}) обеспечивает требуемый для надежной работы модуля тепловой режим: $R_{TH} = (T_c - T_A) / P - R_{TH(C-S)}$.

Наконец, последнее, что необходимо отметить: при оценке стоимости силового каскада необходимо учитывать и стоимость теплоотвода, т.к. из приведенного выше выражения следует, что при прочих равных условиях более слаботочный модуль будет требовать более громоздкий теплоотвод. Таким образом, окончательный выбор модуля IPM необходимо осуществлять, исходя из стоимости и размеров конечного решения.

Литература

1. Murray A. Sensorless Motor Control Simplifies Washer Drives// Power Electronics Technology, June 2006. – P.14-21.
2. Башкиров В. IRAMxx – интеллектуальные силовые IGBT-модули для электропривода широкого применения// Новости электроники, №7, 2007 г. – стр. 14-17.
3. Староверов К. Новое поколение модулей IRAM//Новости электроники, №18, 2008 г. – стр.12-16. 

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

Гвидо Реммери, Питер Кокс (ON Semiconductor)

ОТ МИКРОКОМПЬЮТЕРА К ПРИВОДУ – ИНТЕГРИРОВАННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРИВодОВ ДВИГАТЕЛЕЙ



ON Semiconductor®

Компания **ON Semiconductor** предлагает инновационные решения для управления шаговыми электродвигателями: серию **специализированных стандартных микросхем AMIS305xx/306xx**. Принципы и алгоритмы работы этих микросхем описаны в статье инженеров ON Semi.

Шаговые электродвигатели остаются популярными в разработках, где необходимо высокоточное позиционирование, к примеру, в разнообразном оборудовании от дозиметрических насосов до приводов, клапанов и камер систем наблюдения. Они также находят применение в динамических приложениях, таких как регулировка положения фар транспортных средств, управление сценическим освещением. Благодаря улучшенным скоростным характеристикам, они применяются в производстве манипуляторов, швейных и ткацких станков.

Принципы управления

Хотя большинство шаговых двигателей используется в режиме без обратной связи, во многих современных конструкциях применяется технология

обратной связи. Непрерывная связь между реальным и расчетным положением ротора в соответствии с сигналами электропривода позволяет увеличить скорость перемещения при гарантированной точности.

Традиционно в системах с обратной связью применяется обычный или шаговый датчик, предназначенный для передачи в цепь привода информации о положении ротора. Таким образом обеспечивается связь между реальным и расчетным (или «электрическим») положением. Обратная связь не только позволяет обеспечить эффективное управление токами привода для придания необходимого ускорения и крутящего момента, но и дает возможность обнаруживать заклинивание, а также избежать пропуска положений.

Общепринятым подходом к реализации управления на основе показаний

датчиков является применение датчика Холла, хотя встречаются конструкции, в которых используется оптическое кодирование и потенциометры, установленные на валу ротора. В последнее время появились схемы обратной связи без применения датчиков. В них обеспечивается считывание реальных значений токов привода и обратной ЭДС, возбуждаемой вращением ротора, для расчета механического положения ротора.

ASSP помогают в реализации систем

Так как алгоритмы управления и схемы приводов постоянно развиваются, разработчики создают все более сложные интегральные схемы, предназначенные для выполнения большей части рутинных задач, выполняемых схемой двигателя. В состав специализированных стандартных продуктов (*Application-specific standard products – ASSPs*), таких как серия схем ON Semiconductor **AMIS-305xx**, входят интегральные преобразователи, предназначенные для преобразования последовательных перемещений в ток обмотки необходимого значения (при помощи таблицы кодировки или иными средствами). Также в состав схемы привода входят транзисторы, установленные по схеме H-моста, обратноточные диоды, схемы стабилизации тока на основе широтно-импульсной модуляции, а также различные схемы защиты.

В конечном итоге получается устройство, при помощи которого, начиная с высокоуровневых команд «следующего шага», принимаемых через логический интерфейс, например, шину SPI, обеспечивается непосредственный привод шагового электродвигателя. Интегрированная схема микрокоманд перемещений значительно повышает не только разрешающую способность, но и крутящий момент на малых скоростях, снижая уровень шума и предотвращая пропуски положений.

Устройства ASSP (рис. 1) разбиты на две категории с обозначениями **AMIS-305xx** и **AMIS-306xx**. Последняя является более развитой и обеспечивает полностью интегрированное реше-

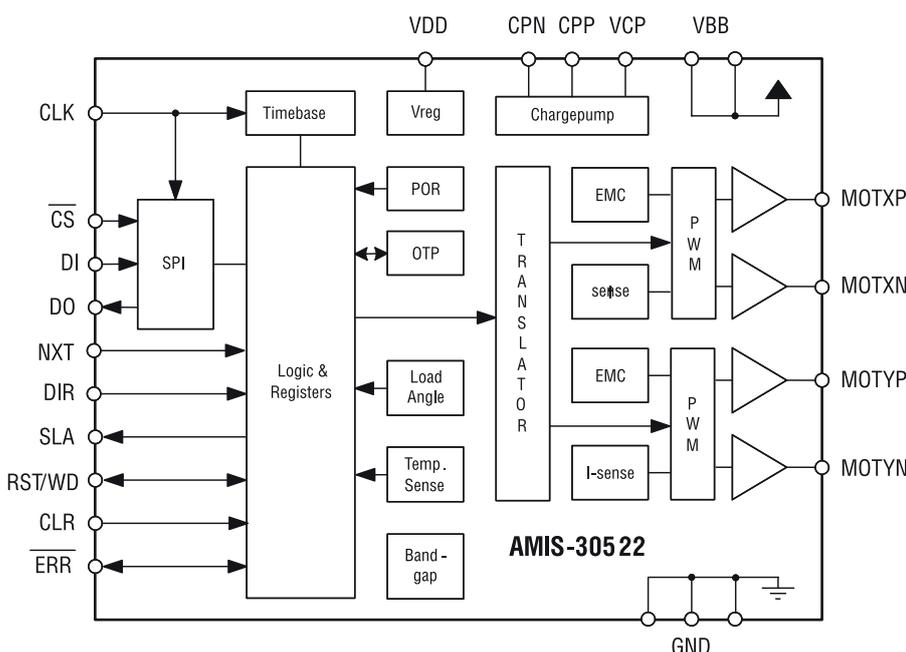


Рис. 1. Структурная схема ASSP AMIS-305xx

ние, совместимое с высокоуровневыми командами, принимаемыми через интерфейс РС или LIN. Алгоритм управления реализован в ИС в форме конечного автомата, и разработчику необходимо просто обеспечить входной сигнал, который «дает команду» схеме AMIS-306xx переместить двигатель в определенное положение с указанным ускорением и максимальной скоростью с определенным размером микрошага.

Такие решения идеально подходят, к примеру, для позиционирования камер наблюдения, когда инженеру необходимо как можно быстрее построить рабочую конструкцию. Разработчику не нужно беспокоиться о динамических характеристиках, реализуемых при помощи алгоритма перемещения, поскольку они уже реализованы в составе ASSP. Достаточно просто задать диапазон перемещений, и микросхемой будут отработаны расширенные функции, например, обнаружение заклинивания без использования датчиков.

Преимущества многокристальной конструкции

Однако такие устройства, как схемы серии AMIS-305xx, не позволяют в полной мере реализовать принцип сдачи системы «под ключ» и дать разработчику возможность более точного управления на протяжении всего динамического цикла работы системы. Разработчики, применяющие интеллектуальные приводы, используют более традиционную

решение AMIS-305xx возможно применение внешнего выхода для измерения скорости и угла приложения нагрузки (SLA). Это дает разработчику возможность непосредственного измерения обратной ЭДС, возбуждаемой обмотками двигателя во время прохождения магнитных полюсов ротора.

Внешний доступ к измерению обратной ЭДС открывает широкий диапазон возможностей совершенствования конструкции двигателей. Поскольку такой подход позволяет точно знать положение и скорость ротора, он, конечно, допускает применение многокристальных модулей для проведения сравнения электрического и расчетного положения ротора. Наиболее простым применением является обнаружение заклинивания. Однако возможен динамический контроль обратной ЭДС, который полезен для проведения сравнения фактического и расчетного положения ротора в режиме реального времени. Возможно использование такого контроля для точного предсказания ситуации пропуска шагов и принятия необходимых мер. Более того, разность между фактическим и расчетным положением показывает значение крутящего момента, прикладываемого двигателем.

Фактически фазовый сдвиг между обратной ЭДС и током обмоток двигателя — так называемый угол приложения нагрузки — возрастает с увеличением механической нагрузки на двигатель. Синхронное измерение обратной ЭДС дает

правило, основной характеристикой двигателей является зависимость между крутящим моментом и скоростью, определяющая максимально допустимую скорость. Однако измерение характеристик функционирования двигателя и отслеживание значения крутящего момента на выходе SLA может показать малозаметные параметры.

Как правило, двигатель предназначен для использования в полношаговом режиме. С повышением скорости достигается точка, в которой крутящий момент резко падает. Это точка выключения двигателя, за пределами которой изготовители не рекомендуют его эксплуатацию. Однако падение крутящего момента может быть менее значительным, если двигатель использовать на одной и той же скорости, но в микрошаговом режиме. При дальнейшем возрастании скорости в полношаговом режиме обычно происходит возврат к значениям, достигнутым на более низких частотах. Кривая зависимости крутящего момента от скорости больше выглядит как «пульсирующая» функция, чем как «низкочастотная» функция. Как правило, эта пульсация обусловлена колебаниями.

Измерение рабочих характеристик двигателя позволяет разработчику изменить алгоритм управления, который соответствует полношаговому режиму в крайних точках во время работы на пониженных или повышенных скоростях, а также переключаться в микрошаговый режим на узком центральном диапазоне значений скорости. Такая схема позволяет изготовителям высокоточных двигателей со встроенной электронной схемой привода значительно расширить рабочий диапазон своих изделий. Специалисты компании ON Semiconductor пришли к выводу, что эти усовершенствования позволяют расширить полезный диапазон скоростей работы двигателей в два-три раза.

Измерение обратной ЭДС на интеллектуальном выходе SLA также можно использовать для определения характеристик функционирования системы, что позволяет разработчику избежать работы оборудования на запрещенных резонансных собственных частотах. Эти частоты являются характеристикой системы «двигатель — привод — нагрузка» в целом, поэтому их невозможно найти в спецификации. Однако их легко определить во время контроля выходного сигнала SLA, поскольку они проявляются в виде вибраций.

Как правило, эта проблема решается ускорением двигателя на частоте собственных колебаний до максимально возможного значения. Установка диагностического оборудования, которое предназначено для выявления проблем диапазона скоростей системы, позволит

В состав специализированных стандартных продуктов, таких как серия схем ON Semiconductor **AMIS-305xx**, входят интегральные преобразователи, предназначенные для преобразования последовательных перемещений в ток обмотки необходимого значения (при помощи таблицы кодировки или иными средствами).

архитектуру цепи управления с микроконтроллером или программным обеспечением цифровой обработки сигнала и генерацией импульсов «следующего микрошага». Возможно использование дополнительного интерфейса SPI для передачи в систему таких параметров, как амплитуда тока, пошаговый режим, частота широтно-импульсной модуляции. В свою очередь, интеллектуальным приводом обычно обеспечивается передача в контроллер информации о флагах состояния, аварийных сигналах разрыва или замыкания цепи.

Чтобы снизить затраты на материалы и упростить решения с применением датчиков, в состав привода также входит обратная связь. В серии AMIS-306xx такая обратная связь ограничивается высокоточным сигналом обнаружения заклинивания, подаваемым во встроенный конечный автомат. Но в се-

последовательно понижающиеся результаты с возрастанием механической нагрузки на ротор. Это дает возможность применения сложных алгоритмов управления крутящим моментом.

Диагностическое окно

Самое важное следствие описанного выше явления — диагностическое «окно» во время работы интегрированной комбинации привода, двигателя и используемой нагрузки. Правильный выбор двигателя, простота реализации системы, а также высокое качество и развитая функциональность возможной реализации имеют большое значение для разработчика.

Первоначально значение обратной ЭДС можно использовать для выбора двигателя, а развитые стратегии управления можно применить для расширения рабочего диапазона двигателя. Как

разработчикам быстро и точно определять проблемные места и, соответственно, сократить время разработки.

Динамическое управление крутящим моментом

Встроенные средства диагностики также позволяют адаптировать систему к крутящему моменту, передаваемому в определенных условиях, например, в ситуации, когда контроллером определяется возможность неизбежного пропуска положения: ответной реакцией системы может быть передача повышенного крутящего момента. Несмотря на повышенную мощность, сохраняется возможность применения функции автоматического регулирования скорости.

В этом случае микроконтроллером выдается запрос интеллектуальной схеме привода на перемещение двигателя в указанное положение «на максимально возможной скорости». Затем применяется механизм измерения обратной ЭДС для определения необходимости и момента выполнения «следующего» шага.

У такого подхода два преимущества. Мощность, необходимая для выполнения указанного перемещения, уменьшается вдвое, как и время, необходимое для выполнения такого перемещения. Эти два результата взаимосвязаны: двигателем осуществляется передача крутящего момента, необходимого в данный

момент времени для максимально быстрого перемещения ротора, этот факт также означает, что системой максимально используется энергия, подаваемая в нее.

Эти преимущества являются очень привлекательными в системах с применением шаговых двигателей, которые, как правило, обладают высокими динамическими характеристиками, но работают в прерывистом режиме. Такое оборудование, как манипуляторы, должно обладать возможностью прекращения движения в строго определенных моменты, как можно быстрее, перед таким же скоростным перемещением в «следующее» положение. И хотя это не типичные применения с высокой потребляемой мощностью, экономия энергии в которых является одним из важнейших показателей, снижение потребления энергии вызывает цепную реакцию: возможна настройка двигателя на потребление питания, значение которого существенно ближе к номинальной характеристике системы, а не к максимальному значению потребления. Как правило, это будет означать необходимость применения двигателя с крутящим моментом, равным 70 Нм, вместо 100 Нм.

Заключение

Шаговые двигатели становятся все более популярной альтернативой для

управления быстрым, точным и динамическим перемещением. По мере развития технологии интеллектуальные приводы/контроллеры ASSP необходимо приводить в соответствие с ней. Современные устройства предлагают разработчику выбирать между готовой ИС, работающей во взаимодействии с шинной архитектурой, или более гибким решением, которое открывает большие возможности для применения прогрессивных функций и помогает находить новые применения данной технологии.

Наряду с предложением архитектур управления, ориентированных на определенные параметры, эти ASSP обеспечивают «диагностическое окно» производительности системы, позволяющее инженерам разрабатывать, реализовывать и диагностировать комплексные электромеханические системы легко и быстро.

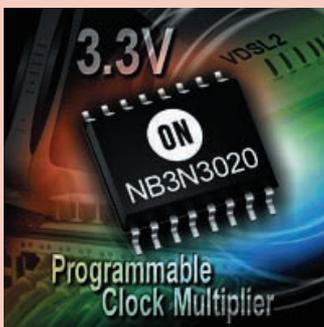
Для обеспечения дальнейшего совершенствования разработчикам потребуется комбинация готовых и многокристалльных решений. Несомненно, диапазон применений шаговых двигателей и сложной мехатроники продолжит увеличиваться. **5**

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

Новый множитель частоты



ON Semiconductor®



Компания **ON Semiconductor** представила **NB3N3020** – программируемый множитель частоты с вы-

сокой точностью, низким фазовым шумом и низкой величиной дрожания фронтов.

Микросхема обеспечивает получение тактовых сигналов LVPECL и LVCMOS от одного устройства, что дает возможность использовать NB3N3020 в широком спектре приложений, включая сетевое оборудование, бытовую электронику и компьютерную технику. Микросхема имеет три вывода выбора частоты с тремя логическими уровнями LVCMOS, которые обеспечивают выбор одной из 26-ти частот, давая возможность разработчикам выполнить требования и заменить множество источников тактирования в различных системах с помощью одной настраиваемой микросхемы.

Программируемый множитель частоты NB3N3020 компании ON Semiconductor имеет широкий диапазон выходных частот от 8 МГц до 210 МГц. Микросхема использует

для работы кварц с параллельным резонансом на первой гармонике с частотой от 5,0...27 МГц или несимметричный источник тактового сигнала LVCMOS частотой 2,0...210 МГц и формирует дифференциальный LVPECL-выход и несимметричный LVCMOS-выходной сигнал выбранной частоты, которая получается умножением входной частоты. При низком уровне LVCMOS-сигнала разрешения выхода (OE), микросхема отключает выходы тактового сигнала, что дает возможность разработчикам контролировать наличие тактирования создаваемых систем. По заявлению компании, микросхема имеет превосходную величину дрожания фронтов – период дрожания 5 пикосекунд, что уменьшает жесткость допусков для разработчиков плат, позволяет увеличить рабочую частоту аппаратуры и повысить ее надежность.

Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

IRS2158D И IRS2530D – СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОСХЕМЫ ЭЛЕКТРОННЫХ БАЛЛАСТОВ



Люминесцентные светильники – удачное и экономичное решение для освещения рабочих и жилых помещений, но полностью раскрыть их потенциал и улучшить рабочие характеристики (ресурс – на 50%, энергосбережение – до 80%) можно с помощью электронных балластов. Компания **International Rectifier** представила две новых микросхемы электронного балласта – **IRS2530D** и **IRS2530D**.



Люминесцентные лампы со старой схемой запуска имеют множество недостатков:

- ненадежный стартер и громоздкий тяжелый дроссель;
- мерцание с частотой 100 Гц, что утомляет наши глаза и портит зрение;
- необходимость крепления мощного дросселя на резиновые амортизаторы для снижения вибраций с частотой сети 50 Гц;
- наличие стартера (биметаллической пластины в корпусе с газом для ионизации), который довольно часто выходит из строя, что сопровождается неприятными вспышками лампы (после таких фальш-стартов лампы дневного света светильник быстро выходит из строя, а края лампы приобретают темные пятна);
- из-за наличия мощного дросселя люминесцентный светильник старой конструкции представляет собой очень неу-

дачную нагрузку для электрической сети, так как коэффициент мощности ламп дневного света гораздо меньше единицы, что создает большие электрические помехи радиоприемным устройствам и прецизионной аппаратуре.

Появление электронных балластов для ламп дневного света позволило существенно улучшить характеристики люминесцентных светильников, но для понимания работы электронных балластов рассмотрим принцип действия старого классического балласта с дросселем и стартером, схема которого показана на рисунке 1. Стартер состоит из биметаллической пластины, находящейся в колбе с газом, и параллельно включенного конденсатора. Холодная

лампа дневного света имеет высокое сопротивление между электродами, поэтому при включении напряжение сети практически целиком падает на биметаллической пластине стартера (ключевом элементе). Ключевой элемент в холодном состоянии разомкнут, а в нагретом – замкнут. При включении все напряжение сети прикладывается к ключевому элементу, что вызывает ионизацию газа в колбе и разогрев биметаллической пластины. Через некоторое время ключ замыкается, в цепи резко возрастает ток, «накачивающий» энергию в дроссель. Кроме того, происходит разогрев накальных нитей лампы дневного света. Между разогретыми электродами газонаполненной лампы за счет эффекта термоэлектронной эмиссии возникает электрический ток и, как следствие, свечение люминофора. На-

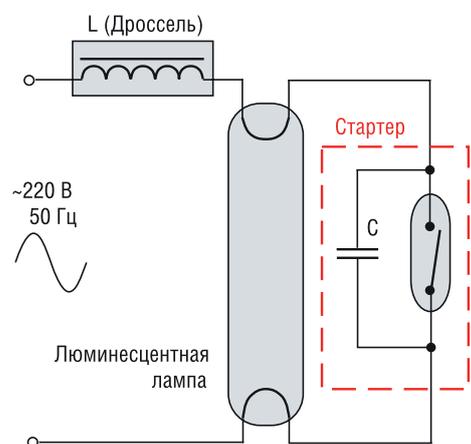


Рис. 1. Классическая схема электромагнитного балласта с дросселем и стартером

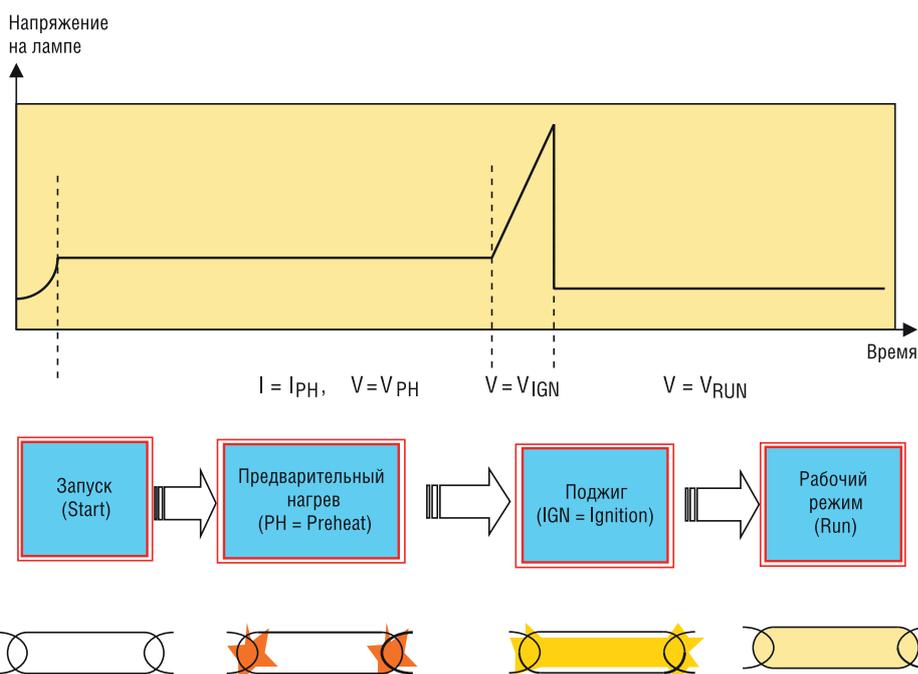


Рис. 2. Временная диаграмма и фазы работы люминесцентной лампы

Таблица 1. Основные параметры и функции микросхем для электронных балластов IRS2530D и IRS2158D

Параметры	IRS2530D	IRS2158D
Возможность регулировки времени предварительного прогрева	+	+
Возможность регулировки частоты предварительного прогрева	—	+
Наличие обратной связи по току зажигания	—	+
Управление рабочей частотой преобразования	+	+
Управление временем паузы между импульсами (deadtime)	—	+
Фиксированное время паузы между импульсами (deadtime)	2,0 мкс	регулируемое
Блокировка поджига	при перегрузке по току	+
Блокировка при обрыве нити накала лампы	при перегрузке по току	+
Наличие вывода для режима Shutdown (отключение)	—	+
Защита микросхемы при окончании срока службы лампы	—	+
Наличие встроенного бутстрепного диода	+	+
Минимальный уровень яркости лампы	10%	<10%
Корпуса	DIP8, SO8	DIP16, SO16

пряжение на стартере резко уменьшается, что вызывает про падание в нем ионизации. Биметаллическая пластина остывает, и ключ размыкается. Главные недостатки старого классического балласта — броски тока через холодную нить накала, механический износ и обгорание контактов ключевого элемента, что резко снижает срок службы стартера и лампы, и приводит к выходу из строя люминесцентного светильника.

На рисунке 2 показана временная диаграмма работы лампы дневного света (на рисунках специально оставлены английские названия и термины, чтобы облегчить читателю в дальнейшем чтение оригинальной документации производителя на английском языке). Схема

ходе от предварительного прогрева к зажиганию лампы необходимо уменьшать рабочую частоту, поэтому на рисунке 3 переход от одного режима к другому показан в направлении справа налево. В момент поджига напряжение на лампе в несколько раз превышает этот параметр по сравнению с установившимся (рабочим) режимом. В рабочем режиме лампа переходит в экономичный режим свечения на резонансной частоте.

IRS2530D — микросхема электронного балласта в компактном 8-выводном корпусе

Микросхема электронного балласта IRS2530D с допустимым напряжением питания до 600 В изготавливается по

новый алгоритм обнаружения возможных сбоев в процессе работы и блокировку схемы при выходе из допустимых режимов микросхемы. Требуя минимального количества внешних компонентов, IRS2530D позволяет существенно упростить схему, уменьшить габариты, снизить цену и улучшить эксплуатационные характеристики лампы дневного света. Основные параметры и функциональные особенности микросхемы IRS2530D приведены в таблице 1. Для сравнения с новой микросхемой электронного балласта IRS2158D, обладающего расширенными функциями, параметры двух микросхем сведены в одну таблицу 1.

IRS2158D — микросхема электронного балласта в 16-выводном корпусе с расширенными функциями

IRS2158D — полностью защищенный контроллер электронного балласта с максимально допустимым напряжением питания до 600 В. 16-выводный корпус позволил обеспечить дополнительные функции, что расширяет возможности разработчика при проектировании.

Отличительные особенности IRS2158D:

- возможность управления частотой в режиме предварительного прогрева;
- управление и контроль тока зажигания с помощью обратной связи по току;
- возможность программирования времени паузы между импульсами (deadtime);
- наличие вывода для управления включением/выключением (вывод Shutdown);
- частичная коррекция яркости лампы при ее старении;
- минимальный уровень яркости составляет менее 10%.

Рекомендуемая схема включения для микросхемы электронного балласта IRS2158D приведена на рисунке 4. Подробные методики расчета, рекомендуемые компоненты и разводка печатных плат приведены в технической документации

Контроль напряжения и тока полумоста, а также защитные функции обеспечиваются с одного высоковольтного входа, что позволило уменьшить количество выводов микросхемы IRS2530D. Постоянный ток источника напряжения регулировки яркости и переменный ток обратной связи лампы объединены вместе, что позволяет управлять яркостью с помощью одного вывода.

высокочастотного электронного балласта, работающая на частотах в десятки кГц, позволяет очень точно сформировать интервал предварительного нагрева, обеспечить оптимальную величину напряжения поджига и корректное изменение частоты в процессе работы лампы. Электронный балласт обеспечивает мягкий запуск лампы дневного света и ее щадящую эксплуатацию. При этом ресурс люминесцентной лампы значительно увеличивается, превосходя эксплуатационный ресурс лампы накаливания.

Электронные балласты работают на высоких частотах: от 15 до 75 кГц. На рисунке 3 показаны рабочие точки для включения и установившегося режима люминесцентной лампы при управлении электронным балластом. При пере-

уникальной запатентованной технологии DIM8TM и относится к последнему поколению высоковольтных интегральных схем для управления электронным балластом в компактном 8-выводном корпусе с возможностью ступенчатой или плавной регулировки яркости лампы. Контроль напряжения и тока полумоста, а также все необходимые защитные функции обеспечиваются измерением параметров только одного высоковольтного входа, что позволило уменьшить количество выводов микросхемы IRS2530D. Постоянный ток источника напряжения регулировки яркости и переменный ток обратной связи лампы объединены вместе, что позволяет управлять яркостью с помощью одного вывода. Эффективная логика управления обеспечивает продуман-

(datasheets) и руководства по применению в описаниях соответствующих демонстрационных плат.

Демонстрационные платы для микросхем электронных балластов IRS2530D и IRS2158D

Демонстрационные платы позволяют в короткий срок освоить и приступить к производству электронных балластов с функцией регулирования яркости лампы.

IRPLDIM5E предназначена для люминесцентных ламп 25...26 Вт. Плата собрана на основе микросхемы электронного балласта IRS2530D с функцией регулирования яркости по запатентованной технологии DIM8TM. Отличительной особенностью этой демонстрационной платы является наличие микроконтроллера с оригинальным алгоритмом управления яркостью без внешних управляющих цепей, кратковременным (менее 1 с) прерыванием. Реализовано 4 уровня яркости люминесцентной лампы. Номинальное рабочее напряжение электронного балласта 220 В. Электронный балласт обеспечивает подогрев катода лампы, поджиг, регулирование частоты при подогреве и поджиге лампы, автостарт при подключении лампы, защиту от пониженного напряжения сети, защиту от ошибки при пробое и отключении лампы.

IRS2158D – полностью защищенный контроллер электронного балласта с максимально допустимым напряжением питания до 600 В.

IRPLDIM4E предназначена для люминесцентных ламп 25...26 Вт. Плата выполнена на основе микросхемы электронного балласта IRS2530D с функцией регулирования яркости по запатентованной технологии DIM8TM. Регулирование яркостью осуществляется переменным резистором, установленным на демонстрационной плате. Номинальное рабочее напряжение электронного балласта 220 В. Электронный балласт обеспечивает подогрев катода лампы, поджиг, регулирование частоты при подогреве и поджиге лампы, автостарт при подключении лампы, защиту от пониженного напряжения сети, защиту от ошибки при пробое и отключении лампы.

IRPLDIM3 предназначена для люминесцентных ламп 28 Вт типа TL5. Плата изготовлена на основе микросхемы электронного балласта IRS2158D с функцией регулировки яркости. Отладочный комплект отличает широкий диапазон рабочего напряжения (90...305 В, 50 Гц), высокий коэффициент мощности, высокая

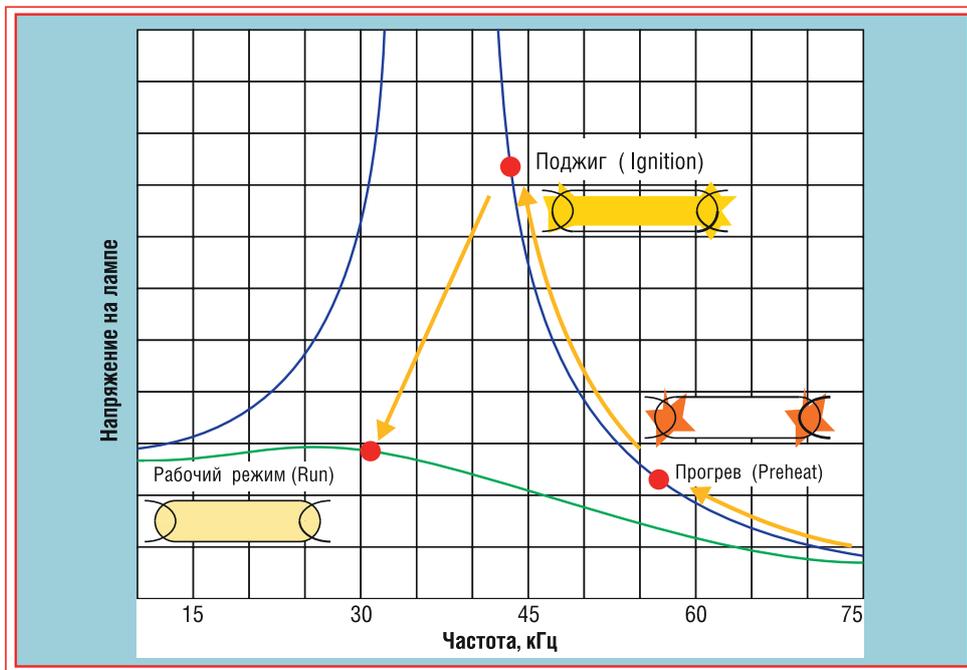


Рис. 3. Рабочие точки для люминесцентной лампы при наличии электронного балласта

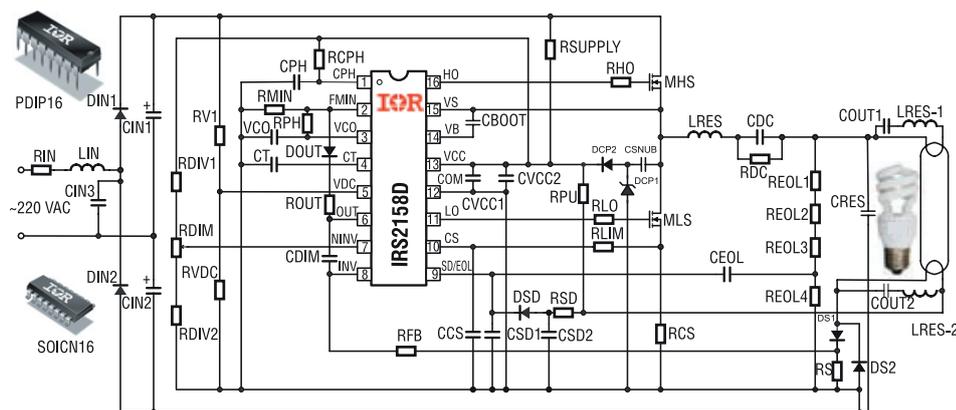


Рис. 4. Рекомендуемая схема включения микросхемы электронного балласта IRS2158D

рабочая частота, функция предварительного подогрева лампы, контроль и управление поджигом, защита при отсутствии лампы, автостарт, защита от низкого напряжения сети, контроль окончания срока эксплуатации лампы.

Основные выводы

Применение новых микросхем электронных балластов IRS2158D и IRS2530D обеспечивает следующие преимущества по сравнению с классическими старыми пускорегулирующими схемами для люминесцентных светильников:

- включение ламп дневного света происходит без акустического шума и мигания;
- обеспечивается равномерное свечение лампы независимо от колебаний напряжения питающей сети;
- отсутствие фальш-стартов и нежелательных вспышек лампы;

- сохранность зрения человека (отсутствует мерцание);
- существенное увеличение срока эксплуатации люминесцентных ламп и, как следствие, уменьшение расходов на обслуживание (не нужно менять стартеры, а сами лампы гораздо реже выходят из строя).

Нет сомнений в том, что в ближайшие годы светильники с электронными балластами практически полностью вытеснят люминесцентные лампы со старыми электромагнитными балластами. Будем надеяться, что ждать осталось недолго.

Все материалы взяты с сайта производителя www.irf.com.

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

Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ДРАЙВЕРЫ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ



Как один из ведущих мировых производителей специализированных модулей и микросхем питания, компания **International Rectifier** не могла остаться в стороне от вопросов питания **сверхъярких мощных светодиодов**. В статье рассматриваются **высоковольтные полумостовые драйверы IRS2541 и IRS2540**, предназначенные для этих целей.

Большинству сверхъярких мощных светодиодов необходим стабилизированный ток управления в диапазоне от 300 до 700 мА (новые серии ультраярких светодиодов имеют максимально допустимый ток до 1000 мА). Для этой цели выпускаются специализированные драйверы питания сверхъярких светодиодов, обеспечивающие стабилизацию выходного тока в узких пределах. Изменение тока в очень малых пределах обеспечивает стабильность свечения светодиодов и гарантирует продолжительный срок их эксплуатации.

Компания International Rectifier предлагает высоковольтные полумостовые драйверы мощных светодиодов IRS2541 и IRS2540 для приложений, где не требуется гальваническая изоляция. Светодиодные драйверы IRS2541 имеют допустимое напряжение питания 600 В (для питания от сети переменного тока 220 В) и представляют наибольший интерес для отечественных разработчиков. Драйверы питания светодиодов IRS2540 допускают максимальное напряжение питания 200 В от источника постоянного тока. Эти микросхемы имеют очень низкий ток при запуске (менее 500 мкА) и работают на частоте преобразования

до 500 кГц. Основные параметры этих микросхем сведены в таблицу 1.

На рисунке 1 показана структурная схема драйверов питания светодиодов

International
IR Rectifier

Производитель рекомендует основную схему включения с двумя полевыми транзисторами, показанную на рисунке 2. В руководстве по применению AN-1131 приведена схема входного каскада для выпрямления питающего сетевого

International Rectifier предлагает высоковольтные полумостовые драйверы мощных светодиодов **IRS2541** и **IRS2540** для приложений, где не требуется гальваническая изоляция. Светодиодные драйверы IRS2541 имеют допустимое напряжение питания 600 В (для питания от сети переменного тока 220 В), драйверы IRS2540 – максимальное напряжение питания 200 В от источника постоянного тока.

IRS2541. Встроенный источник опорного напряжения (ИОН) имеет точность установки уровней 3%. Схема UVLO обеспечивает блокировку при напряжении питания ниже допустимого уровня.

напряжения, подробная методика расчета и рекомендуемые компоненты для конкретных вариантов схем включения.

Схема с двумя полевыми транзисторами на выходе обладает меньшими по-

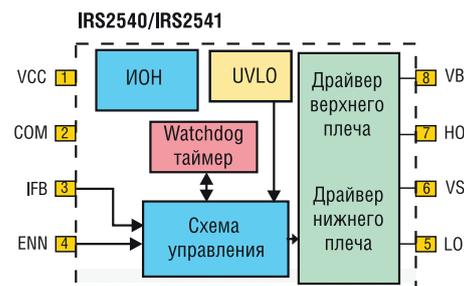


Рис. 1. Структурная схема высоковольтных светодиодных драйверов IRS2540/IRS2541

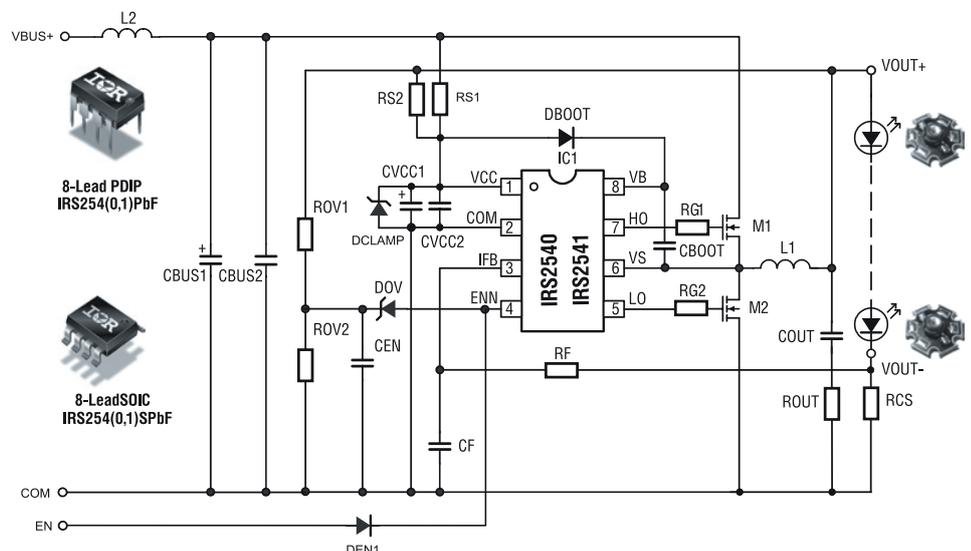


Рис. 2. Рекомендуемая схема включения светодиодных драйверов IRS2541 с двумя MOSFET на выходе

Таблица 1. Основные параметры драйверов светодиодов IRS2540 и IRS2541

Наименование	Корпус	V _{макс.} , В	Точность регулировки тока, %	Ток при запуске, мкА	Deadtime*, нс	Частота преобразования, кГц
IRS2540PBF	DIP8	200	±5	<500	140	<500
IRS2540SPBF	SO8					
IRS2541PBF	DIP8	600				
IRS2541SPBF	SO8					

*Deadtime – время паузы между импульсами

терями, однако в некоторых случаях может оказаться достаточным наличие в выходном каскаде всего одного транзистора MOSFET (рис. 3).

На рисунке 4 показаны типовые зависимости выходного тока I_{вых} от величины индуктивности L1 и номинала конденсатора на выходе C_{вых} (COUT). Хорошо видно, что с ростом номиналов L1 и C_{вых} изменение выходного тока происходит в меньших пределах. Необходимо также обратить внимание на то, что эквивалентной нагрузкой схем, показанных на рисунках 2 и 3, является последовательное включение нескольких светодиодов для достижения суммарного падения напряжения в пределах от 14 до 33 В (см. рисунок 4).

В реальных условиях напряжение в электросети изменяется в небольших пределах. Если это напряжение стабильно, то выходной ток также изменяется в

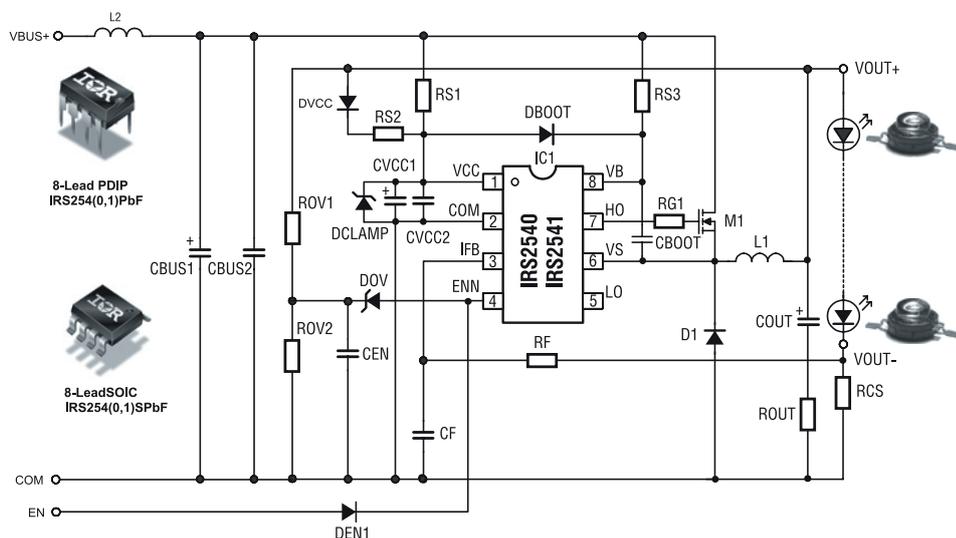
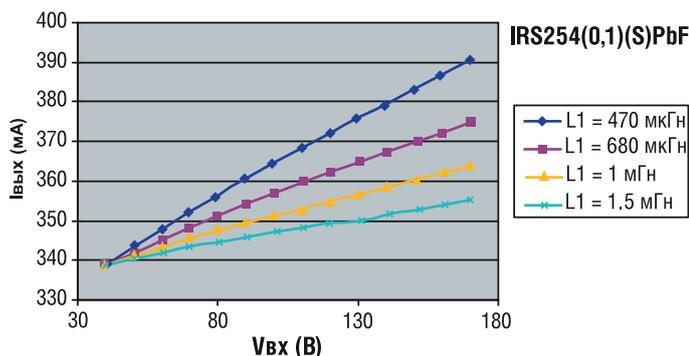
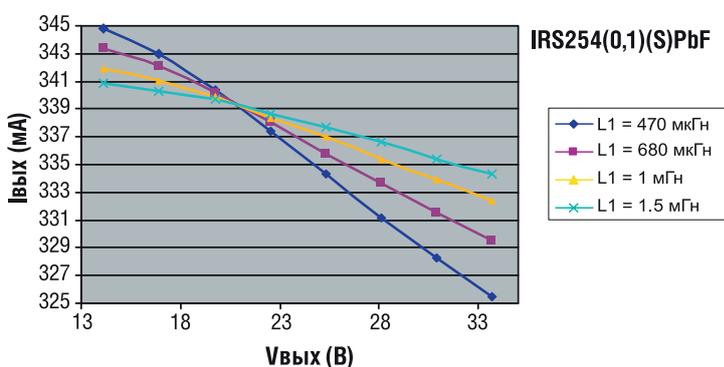


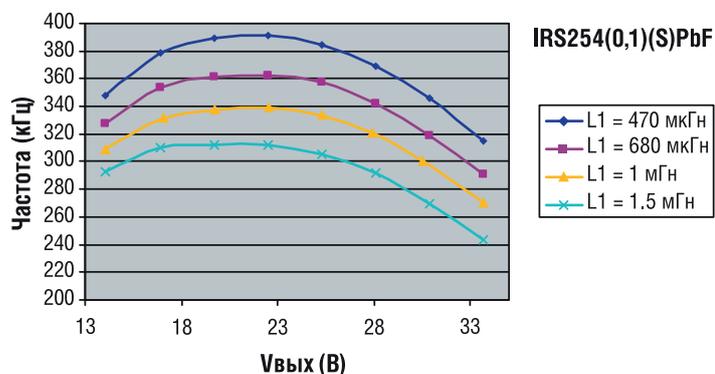
Рис. 3. Рекомендуемая схема включения драйверов светодиодов IRS2541 с одним MOSFET на выходе



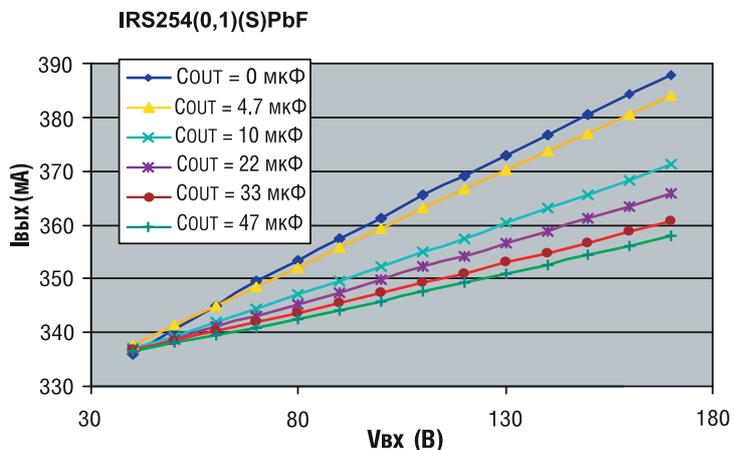
Зависимости выходного тока от номинала индуктивности L1
I_{вых} = 350 мА, V_{вых} = 16.8 В, C_{вых} (COUT) = 0 мкФ



Зависимости выходного тока от номинала индуктивности L1
I_{вых} = 350 мА, V_{вх} = 50 В, C_{вых} (COUT) = 0 мкФ



Зависимости частоты преобразования от индуктивности L1
I_{вых} = 350 мА, V_{вх} = 50 В, C_{вых} (COUT) = 0 мкФ



Зависимости выходного тока от C_{вых} (COUT)
I_{вых} = 350 мА, V_{вых} = 16.8 В, L = 470 мкГн

Рис. 4. Зависимости выходного тока и частоты преобразования от L1 и C_{OUT}

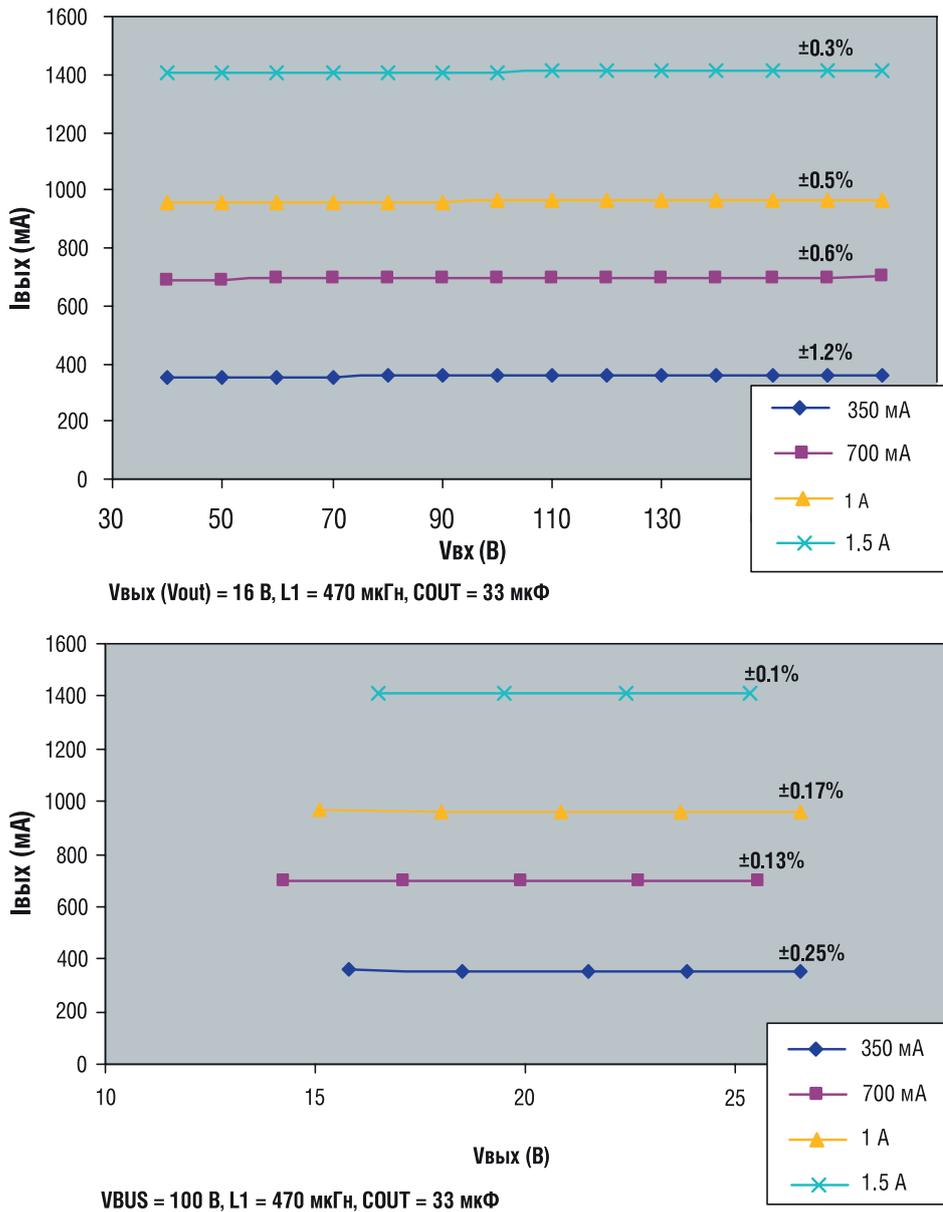


Рис. 5. Зависимости выходного тока для IRS2540/IRS2541 при стабильном выходном напряжении и постоянном напряжении на входной шине

Монитор IR3720 с технологией контроля мощности

International Rectifier

Компания **International Rectifier** анонсировала микросхему монитора выходной мощности **IR3720** с цифровым интерфейсом I²C для использования в низковольтных DC/DC-конверторах, применяемых в ноутбуках, десктопах и серверах. В результате применения запатентованной технологии TruePower™ ИС IR3720 обеспечивает отличную точность установки тока (типичная ошибка 0,2%) во всем диапазоне входных напряжений и нагрузок.

Информация о выходном токе или напряжении поступает в системный контроллер через цифровой интерфейс I²C для достижения максимальной эффективности управления мощностью.

Альтернативные технические решения предполагают отдельный мониторинг напряжения и тока, что может привести к ошибке измерения более 30% в динамических режимах. Напротив, применение инновационной технологии TruePower для динамического измерения мощности на выходе или в нагрузке регулятора напряжения, делает IR3720 простым и эффективным средством достижения максимальной эффективности системы. Новая ИС обеспечивает мониторинг с термокомпенсацией тока дросселя выходного фильтра в понижающих

небольших пределах (не более $\pm 0,25\%$). Это проиллюстрировано на рисунке 5 (нижние графики). Данные приведены для микросхемы IRS2540 и входного напряжения 100 В (для драйвера IRS2541 изменения тока происходят приблизительно в этих же пределах, но при более высоких входных напряжениях). В верхней части рисунка 5 показаны диапазоны изменения тока при постоянном выходном напряжении на эквивалентной нагрузке (светодиодах). При стабильном токе напряжение на светодиодах изменяется незначительно, а максимальное отклонение тока в нагрузке составляет не более $\pm 1,2\%$ при индуктивности $L_1 = 470$ мкГн и конденсаторе на выходе $C_{OUT} = 33$ мкФ. При желании стабильность выходного тока можно улучшить, увеличив номиналы индуктивности L_1 и конденсатора C_{OUT} .

Для микросхем IRS2540 выпускается демонстрационная плата IRPLLED1. Небольшие изменения номиналов позволяют использовать ее для ознакомления с драйвером IRS2541 с максимальным напряжением питания до 600 В.

В списке использованных для статьи материалов можно найти подробные параметры, методику расчета, рекомендуемые компоненты и разводку печатной платы для проектирования высоковольтных драйверов питания светодиодов на основе IRS2541/IRS2540.

Литература

IRS2541, IRS2540 (datasheet);
Application Note AN-1131;
IRPLLED1 (datasheet)
(все материалы взяты с сайта производителя www.irf.com).

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

или многофазных конверторах с выходными напряжениями от 0,5 до 1,8 В, что обеспечивает повышение эффективности преобразования, уменьшение числа компонентов и размеров платы.

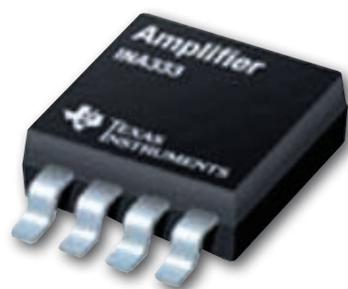


Дмитрий Цветков

INA333 – ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С НУЛЕВЫМ ДРЕЙФОМ



В статье приведен обзор нового **малопотребляющего инструментального усилителя** от компании **Texas Instruments** – **INA333**, обладающего сверхмалыми дрейфом напряжения смещения и нелинейностью. В целях сравнения приведена таблица основных характеристик всех производимых TI инструментальных усилителей.



Инструментальный усилитель (ИУ) предназначен для задач, требующих прецизионного усиления с высокой точностью передачи сигнала, а также для работы с различными датчиками благодаря высокому входному сопротивлению, низкому значению напряжения смещения в широком диапазоне температуры работы, точности передачи сигнала и высокой степени подавления синфазных помех. ИУ относится к классу операционных усилителей с одним принципиальным отличием, связанным с работой исключительно с зам-

Главный недостаток ДУ – зависимость коэффициента усиления от сопротивления источника сигнала. Благодаря наличию двух дополнительных ОУ перед ДУ удалось достигнуть очень высокого входного сопротивления инструментального усилителя (рис. 1). Более того, такая схема построения позволяет управлять коэффициентом усиления с помощью одного единственного резистора R_{Kи}, при этом отсутствует его влияние на входное сопротивление ИУ.

Изначально серия инструментальных усилителей INA была разработана и производилась компанией Burr-Brown, но впоследствии была полностью выкуплена компанией Texas Instruments. На данный момент TI не только продолжает производить ИУ, но и занимается активной разработкой новых изделий, добиваясь улучшения их характеристик и параметров (табл. 1).

Теперь можно вернуться непосредственно к теме статьи – обзору нового инструментального усилителя **INA333**. Согласно рекламным анонсам самого производителя, новый ИУ обладает

Сверхнизкий собственный ток потребления – до 50 мкА – определяет область применения INA333: прецизионные приложения с низким энергопотреблением, например, портативная медицинская аппаратура, системы сбора данных, электронные весы и переносные измерительные приборы.

кнутыми линейными цепями обратных связей (ОС).

Появление схем инструментальных усилителей было обусловлено стремлением устранить недостатки дифференциальных усилителей (ДУ), построенных на основе классических ОУ.

впечатляющим соотношением сигнал-шум, очень низким дрейфом напряжением по входу, способностью работать от источников с низким напряжением (от 1,8 В). Сверхнизкий собственный ток потребления – до 50 мкА – практически определяет область применения



INA333: различные прецизионные приложения с низким энергопотреблением, например, портативная медицинская аппаратура, системы сбора данных, электронные весы и переносные измерительные приборы. Внутренняя структурная схема INA333 (рис. 2) построена на основе классической архитектуры из 3-х ОУ (рис. 1), дополненной рядом новых и очень полезных узлов.

INA333 является в своем роде уникальным инструментальным усилителем, в основном благодаря необычному сочетанию таких «противоречивых» характеристик, как, например, низкий уровень спектрального шума по входу (0,05 мкВ/√Гц в полосе 10...1000 Гц) и сверхмалый собственный ток потребления (максимум до 80 мкА во всем диапазоне температуры работы). А достижение таких параметров, как беспрецедентно низкий ток утечки по входу (200 пА) и практически полностью отсутствующий дрейф напряжения по входу (0,1 мкВ/°С) в очень широком диапазоне температуры работы (-40...125°С) стало возможным благодаря инновационным разработкам инженеров компании Texas Instruments. Например, технология автокоррекции напряжения смещения по входу встроена в каждый из трех внутренних ОУ в виде законченных узлов. Для сохранения стабильности в процессе работы автокалибровка выполняется каждые 8 мкс. Более того, после подачи питания в течение примерно 100 мкс производится автокалибровка цепей обратной связи, что также положительно сказывается на стабильности рабочих характеристик микросхемы.

Узел режекторного фильтра на переключаемых конденсаторах, включенного на входе, позволяет значительно уменьшить шум напряжения по входу до 50 нВ/√Гц, А специальные ВЧ-фильтры, включенные на все четыре

Таблица 1. Краткие параметры и характеристики серии инструментальных усилителей Texas Instruments

Наименование	Коэффициент усиления	Коэффициент подавления синфазных помех, дБ	Дрейф входного напряжения смещения, мкВ/°С	Коэффициент нелинейности в рабочей полосе частот, %	Максимальный ток утечки по входу	Частотный диапазон (при G = 100), кГц	Уровень спектрального шума по входу, нВ/√Гц	Минимальное напряжение питания, В	Максимальное напряжение питания, В	Собственный ток потребления, мА
INA101	1...1000	106	—	0,002	—	25	—	±5	±20	6,7
INA110	1, 10, 100, 1000	106	2	0,01	50 пА	470	10	±6	±18	3,0
INA111	1...1000	106	5	0,005	20 пА	450	10	±6	±18	3,3
INA114	1...10000	110	0,25	0,002	2 нА	10	11	±2,25	±18	2,2
INA115	1...10000	110	0,25	0,002	2 нА	10	11	±2,25	±18	2,2
INA116	1...1000	86	5	0,005	0,025 пА	70	28	±4,5	±18	1,0
INA121	1...10000	96	5	0,005	50 пА	50	20	±2,25	±18	0,450
INA126	5...10000	83	3	0,002	25 нА	9	35	±1,35	±18	0,175
INA128	1...10000	120	0,5	0,012	5 нА	200	8	±2,25	±18	700
INA129	1...10000	120	0,5	0,002	5 нА	200	8	±2,25	±18	700
INA131	100	110	0,25	0,002	2 нА	70	12	±2,25	±18	2,2
INA141	10, 100	117	0,5	0,002	5 нА	200	8	±2,25	±18	0,750
INA103	1...1000	100	—	0,004	8 мкА	—	1	±9	±25	9,0
INA163	1...10000	100	—	0,0006	12 мкА	—	1	±4	±18	10
INA118	1...10000	107	0,5	0,002	5 нА	70	10	±1,35	±18	0,350
INA122	5...10000	83	3	0,002	25 нА	5	60	±1,1	±18	0,060
INA125	1...10000	100	2	0,012	25 нА	4,5	38	±1,35	±18	0,460
INA155	10, 50	78	15	0,05	50 пА	110	38	2,7	5,5	1,7
INA2126	5...10000	83	3	0,012	25 нА	9	35	±1,35	±18	0,175
INA2331	5...1000	90	5	0,1	10 пА	2000	46	2,5	5,5	0,415
INA2332	5...1000	60	—	0,4	10 пА	500	46	2,5	5,5	0,415
INA321	5...1000	90	7	0,01	10 пА	50	100	2,5	5,5	0,040
INA322	5...1000	60	7	0,01	10 пА	50	100	2,5	5,5	0,040
INA326	0,1...10000	100	0,4	0,01	2 нА	1	33	2,7	5,5	2,4
INA327	0,1...10000	100	0,4	0,01	2 нА	1	33	2,7	5,5	2,4
INA331	5...1000	90	5	0,1	10 пА	2000	46	2,5	5,5	0,415
INA332	5...1000	60	5	0,4	10 пА	500	46	2,5	5,5	0,415
INA333	1...1000	100	0,1	0,001	0,2 нА	3,5	50	1,8	5,5	0,050
INA337	0,1...1000	106	0,4	0,01	2 нА	1	33	2,7	5,5	2,4
INA338	0,1...1000	106	0,4	0,01	2 нА	1	33	2,7	5,5	2,4

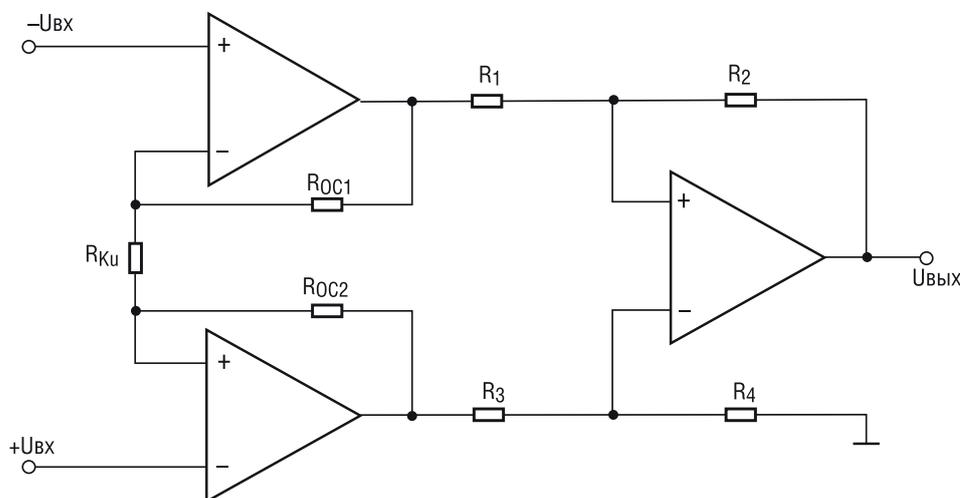


Рис. 1. Структурная схема классического инструментального усилителя

входа INA333, в значительной степени уменьшают влияние внешних радиочастотных помех. Такое решение способно существенно понизить чувствительность к изменениям напряжения смещения, вызванным радиочастотным полем, что может оказаться важным преимуществом в применениях, требующих стабильности постоянного тока, например, в электронных весах.

Расчет внешних цепей INA333, как и всех других ИУ, построенных по схеме 3-х ОУ, сводится лишь к вычислению сопротивления резистора R_G (табл. 2), определяющего коэффициент усиления микросхемы, по очень простой формуле:

$$R_G = \frac{100 \text{ кОм}}{K_U - 1}$$

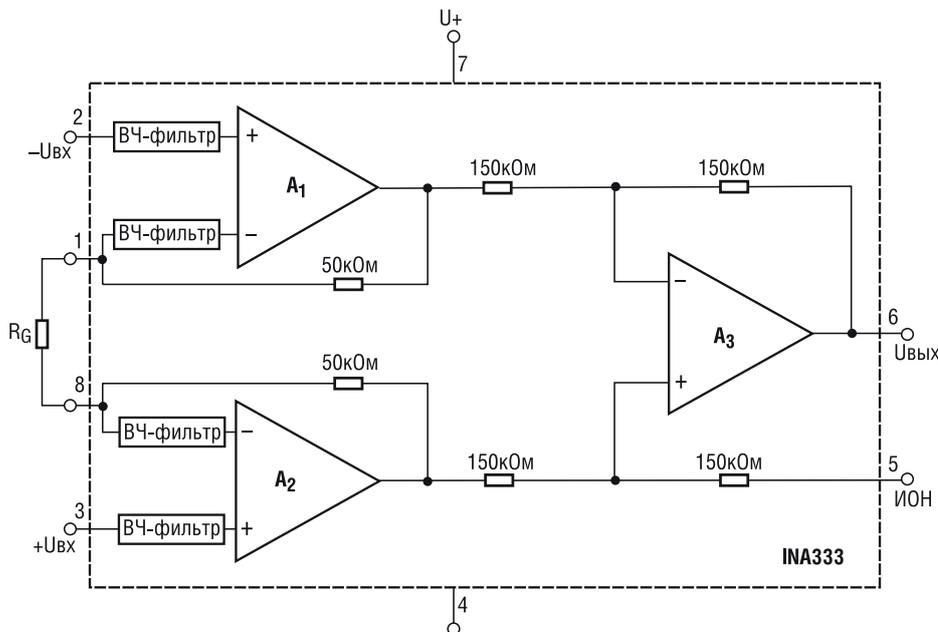


Рис. 2. Структурная схема инструментального усилителя INA333

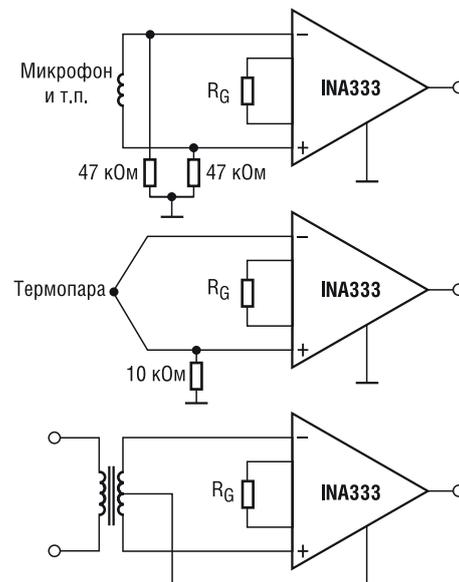


Рис. 3. Типовые схемы подключения INA333 к различным источникам сигнала

где K_u – коэффициент усиления по напряжению (G в англоязычной терминологии).

Стоит отметить, что инструментальный усилитель INA333 подвержен тем же «болезням», что и другие ИУ. Например, ввиду очень высокого входного сопротивления (100 ГОм) микросхемы, при работе с любыми источниками сигнала, не имеющими непосредственной электрической связи с выводом REF (разумеется, кроме естественной емкостной связи), возможна такая ситуация, когда на обоих входах +IN и –IN возникнет постоянная составляющая, равная или превышающая напряжение питания INA333. В результате этого схема теряет работоспособность. Другими словами, необходима «подтяжка» обоих входов +IN и –IN (высокоомный источник сигнала) или любого из этих входов (низкоомный источник) к выводу REF (рис. 3). Кстати, грамотное использование вывода REF позволяет значительно сократить число внешних компонентов схемы. Пример – использование INA333 в качестве буферного усилителя двуполярного сигнала, который в дальнейшем предполагается оцифровывать подходящим АЦП с однополярным питанием. В этом случае необходим «сдвиг» выходного сигнала в диапазон работы АЦП. Т.е. для этого достаточно подать на вход REF половину напряжения опорного источника АЦП (например, недорогой **LT1004-2.5** от TI), предварительно буферизированного любым подходящим ОУ (например, популярный **1/2 ОРА2333** от TI).

Отдельно стоит осветить питание INA333. Как было сказано выше, новый ИУ имеет возможность работы как от однополярных (+1,8...5,5 В) так и

Таблица 2. Зависимость сопротивления внешнего резистора Rg от требуемого коэффициента усиления для INA333

Коэффициент усиления по напряжению	Расчетное сопротивление внешнего резистора Rg	Ближайшее подходящее сопротивление резистора Rg, кОм (1%)
1	∞	–
2	100 кОм	100 кОм
5	25 кОм	24,9 кОм
10	11,1 кОм	11 кОм
20	5,26 кОм	5,23 кОм
50	2,04 кОм	2,05 кОм
100	1,01 кОм	1 кОм
200	502,5 Ом	499 Ом
500	200,4 Ом	200 Ом
1000	100,1 Ом	100 Ом

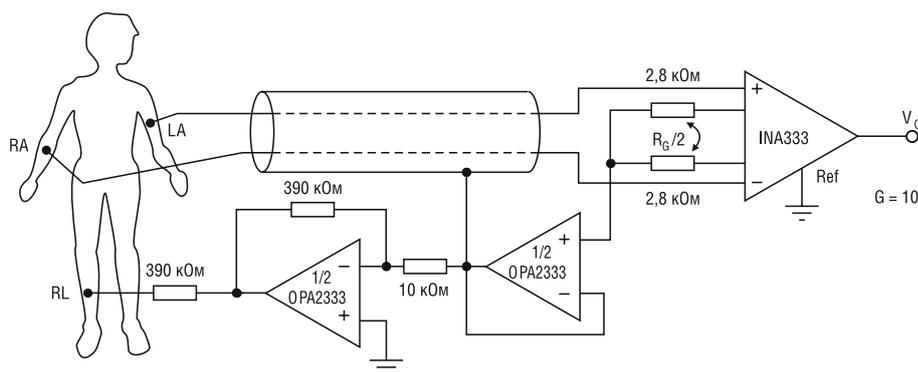


Рис. 4. Использование INA333 в составе электрокардиографа

от двуполярных источников питания ($\pm 0,9... \pm 2,75$ В) с очень малым током потребления 50 мкА (при $U_{пит} = 1,8$ В). Таким образом, основная область применения INA333 – устройства с батарейным питанием. А учитывая малые размеры корпусов, в которых поставляется микросхема (MSOP-8 и DFN-8), область применения распространя-

ется и на малогабаритные устройства. Например, переносные измерительные приборы, умещающиеся на ладони. На рис. 4 изображено одно из применений INA333 – электрокардиограф.

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

Анатолий Андрусевич (Maxim Integrated Products)

ФОРМИРОВАНИЕ АНАЛОГОВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ В ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ



В настоящее время для **передачи информации**, как правило, используются цифровые интерфейсы. Это могут быть различные модификации стандартов RS-232 и RS-485, сети CAN и Ethernet или переживающие на стоящий бум беспроводные интерфейсы (ZigBee, Bluetooth, WiFi). Тем не менее, все еще сохраняется интерес и к традиционным аналоговым каналам. Особенно это касается систем промышленной автоматики, сбора данных, различных датчиков. В статье описана ИС **MAX5661** компании **Maxim Integrated Products**, предназначенная для **формирования сигналов в аналоговых каналах передачи данных**.

Несмотря на широчайшее распространение цифровых сетей, аналоговые каналы передачи данных все еще используются. Этому есть несколько причин.

В системах промышленной автоматики существует большое количество разработанных и изготовленных много лет назад устройств, использующих аналоговые каналы передачи данных. Это могут

требовать очень больших капиталовложений. Кроме того, перевод какого-либо предприятия целиком на цифровые сети означает одномоментную замену практически всего оборудования и информационных кабельных сетей. Такая масштабная реконструкция требует не только огромных средств, но и остановки производственного процесса, что во многих случаях недопустимо. Поэтому при соз-

Учитывая, что в различных случаях могут использоваться как токовые, так и потенциальные аналоговые интерфейсы, желательно выбирать микросхему ЦАП, способную без дополнительных элементов обеспечивать оба типа выходных сигналов. Такова микросхема специализированного шестнадцатиразрядного цифро-аналогового преобразователя **MAX5661**.

быть датчики, исполнительные устройства (клапаны, насосы), а также устройства регистрации (самописцы). Замена этого оборудования идет медленно и

дании или модернизации автоматических систем управления приходится использовать аналоговые каналы передачи данных для получения информации от

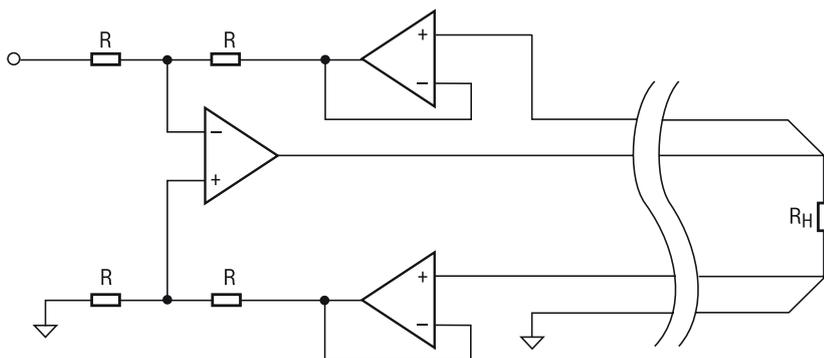


Рис. 1. Четырехпроводная схема компенсации сопротивления кабелей



датчиков и передачи управления на исполнительные механизмы.

Преимущества

Основным преимуществом использования в качестве интерфейса передачи данных от датчиков токовой петли 4...20 мА является использование всего двух проводов для соединения с системой сбора данных. Кроме этого, в отличие от цифровых интерфейсов, не требуется дополнительных аппаратных и программных средств для реализации стандартного протокола обмена данными или дополнительной настройки (например, программирования адреса) при инсталляции.

Ток или напряжение

Существуют аналоговые каналы передачи данных по току или по напряжению. С точки зрения помехозащищенности передача тока более предпочтительна. Однако на стороне измерения, как правило, требуется установка дополнительного прецизионного резистора (для преобразования тока в напряжение), который вносит дополнительную погрешность. Этот низкоомный резистор также может быть легко поврежден при коротком замыкании и/или отсутствии схемы ограничения тока. При передаче напряжения измерительный вход обычно высокоомный и может быть легко защищен от перенапряжения. Он не требует дополнительных элементов, вносящих погрешность, однако погрешность могут вносить соединительные провода, обладающие сопротивлением. Часть напряжения на них, увы, теряется, и напряжение на измерительной части оказывается меньше, чем на передающей. Для того чтобы этого избежать, используется схема подключения, изображенная на рисунке 1. Она содержит два дополнительных провода и позволяет скомпенсировать паразитное падение напряжения.

В то же время использование аналоговых интерфейсов с интеллектуальными датчиками (в которые встраиваются микроконтроллеры для предварительной обработки сигнала) или исполнительными устройствами с аналоговым интерфейсом, управление которыми должен осуществлять цифровой контроллер, требует применения цифро-аналогового преобразователя. Учитывая, что в различных случаях могут использоваться как токовые, так и потенциальные интерфейсы, для упрощения схемы и уменьшения ее стоимости желательно выбирать микросхему ЦАП, способную без дополнительных элементов обеспечивать оба типа выходных сигналов.

Такова микросхема специализированного шестнадцатиразрядного цифро-аналогового преобразователя **MAX5661** (см. рис. 2). Возможности микросхемы резко выделяют ее среди аналогичных устройств. Стоит отметить, что она способна формировать как токовые сигналы в диапазоне $0...20/4...20$ мА, так и потенциальные (в том числе по 4-проводной схеме с компенсацией сопротивления соединительных проводов) с амплитудой до ± 10 В, причем начальное смещение нуля не превышает 0,1%, а полная погрешность составляет не более 0,3% от полной шкалы. Передаточная характеристика ЦАП имеет гарантированную монотонность, что крайне важно для замкнутых регуляторов.

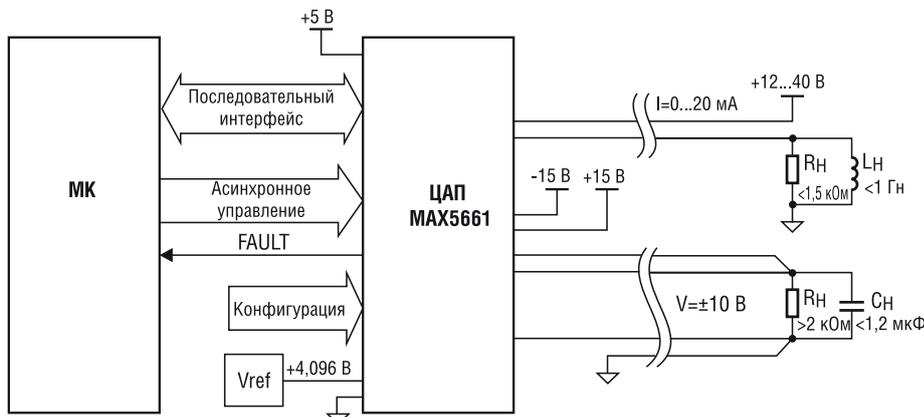


Рис. 2. Блок-схема включения ИС MAX5661

При конструировании микросхемы было принято решение использовать внешний источник опорного напряжения 4,096 В. Это связано с тем, что при работе ЦАП температура кристалла может значительно изменяться, что может оказать существенное влияние на параметры встроенного ИОН и значительно снизить точность системы в целом. Такое изменение температуры особенно сильно проявляется на токовом выходе при высоком напряжении питания (которое может составлять до 40 В) и малом сопротивлении нагрузки, поскольку в микросхему встроен выходной транзистор преобразователя «напряжение-ток». При малой разрядности ЦАП это не имело бы

большого значения, однако для 16-битных систем перенос источника опорного напряжения за пределы основного кристалла может значительно улучшить точностные характеристики.

Еще одним достоинством описываемой ИС можно считать использование для связи с управляющим микроконтроллером высокоскоростного (до 10 МГц) последовательного SPI/QSPI/Microwire-интерфейса, причем возможно последовательное включение нескольких микросхем (Daisy Chaining). Имеется выход FAULT, который становится активным при коротком замыкании выхода напряжения или обрыве токовой петли. Информация об аварийном состоянии выходов также доступна и по последовательному интерфейсу. Конфигурировать выходные каскады микросхемы можно программно или с помощью специальных входов, которые соединяются с «землей» или с напряжением питания (+5 В ном.).

Микросхема MAX5661 также имеет два входа для асинхронного управления. Один из них — CLR — позволяет либо обнулить ЦАП, либо загрузить предустановленное значение (определяется программно). Другой — LDAC — позволяет загрузить значение входного регистра данных. Оба входа могут быть использованы для одновременного асинхронного управления несколькими микросхемами.

Заключение

Аналоговая передача информации еще сохранила популярность в традиционно консервативной индустриальной области применения. Это подтверждается тем, что производители микросхем продолжают предлагать новые интегральные решения для ее реализации.

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

Первый ЦАП с выходами тока и напряжения для индустриальных применений

MAXIM

- Компенсированная 4-проводная схема подключения нагрузки по напряжению
- Вход CLR для сброса выхода до нулевого или программно заданного уровня, а так же перевода выхода в токовое состояние
- Обеспечение гибкости источников аналогового сигнала на выходах
- Детектор пропуска сигнала для определения выбросов на токовом выходе

Алексей Назаров (Компания IntegrIT)

ПРИМЕНЕНИЕ DSP СЕМЕЙСТВА TMS320C64XX В ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ VOIP-ПРИЛОЖЕНИЯХ



Настоящая статья открывает цикл материалов, посвященных применению современных **DSP-процессоров** от компании **Texas Instruments (C64xx и DaVinci)** в разнообразных приложениях. В ней рассматриваются вопросы применения DSP TI в приложениях **VoIP**.



Выбор процессора — не такая очевидная задача, как может показаться на первый взгляд, поскольку в связи с быстрым развитием новых технологий, большей степени интеграции современных периферийных интерфейсов в процессоры происходит расширение и перекрытие областей применимости процессоров разных семейств. Существенное влияние на применимость процессоров оказывает наличие средств разработки и готового программного обеспечения, разработанных сторонними фирмами. Одни, совершенно разные по архитектуре, процессоры могут выполнять одни задачи одинаково хорошо, а другие не умеют выполнять совсем. Поэтому очень легко потеряться и запутаться в выборе. Только интегральный, взвешенный и обдуманный со всех сторон анализ позволяет сделать правильный выбор процессора под конкретную задачу проектировщика.

В последние годы проектировщики оборудования для телефонной связи все большее внимание обращают на **технологии VoIP**, рассматривая ее как гибкое программное решение для замены аппаратных решений на базе микросхем невысокой степени интеграции. Это позволяет улучшить качество оборудования, увеличить надежность, снизить энергопотребление, добавлять в телефонные станции важные современные функции, обеспечивать быстрое развер-

тывание станций, интегрировать станции с сетями передачи данных общего доступа и проч. Опыт применения процессоров семейств **C64** и **DaVinci** показал их преимущества для приложений такого класса. Ниже будут рассмотрены возможные архитектуры для окончательных устройств VoIP.

Варианты построения систем Сравнение с другими процессорами

Перед тем, как рассмотреть построение систем на основе C64, надо понять, в чем их сила и слабость по сравнению с аналогами того же класса и той же ценовой категории. Ориентироваться при этом на маркетинговые документы каждого производителя весьма затруднительно, так как зачастую там производится сравнение на совершенно нереалистичных примерах — например часто делается сравнение на основе производительности по сверткам или FFT. В реальности, ПО для VoIP приложений много сложнее и требуется сравнение на каком-либо комплексном тесте, аналогично тому, как делается сравнение производительности персональных компьютеров на многокомпонентном тесте, например на офисном пакете программ. Однако ситуация усложнена тем, что информация о потреблении ресурсов конкретными алгоритмами часто не является публичной и производителям весьма трудно получить ее

без специального запроса. Более того, данные разных производителей алгоритмов сильно разнятся. Приведенные ниже данные являются выборкой лучших данных из опубликованных от хорошо зарекомендовавших себя поставщиков ПО.

Для сравнения выберем три процессора (табл. 1): **C6424** с частотой 500 МГц (\$26), **C5509A** с частотой 200 МГц (\$18), **BF537** с частотой 500 МГц (\$19) (в скобках указана среднерыночная цена).

В таблице 2 собраны данные по трем типовым вокодерам: потребление процессора (обычно измеряется в MIPS — миллионах инструкций в секунду, необходимых для вокодера) и количество каналов кодирования-декодирования этим вокодером на данном процессоре. Диаграмма (рис. 1) показывает производительность процессора относительно DSP C5509, который является представителем семейства менее производительных процессоров от Texas Instruments.

Из этих данных следует, что несмотря на одинаковую тактовую частоту, процессоры BlackFin существенно проигрывают процессорам семейства C64xx по количеству каналов. Фактически, они лишь ненамного (до 1,5 раз) превосходят C5509 по производительности и существенно отличаются от них лишь набором периферии, привлекательной для построения интегрированных однокристалльных решений. Замечу также, что

Таблица 1. Основные свойства трех DSP

Семейство	Цена, \$	Тактовая частота, МГц	BGA	Линейный размер, мм	Макс. потреб., мВт	Ethernet	PC	UART	Внутр память, кбайт	Тип внешней памяти	Кэш-контроллер
C6424	26	500	376 361	23 16	550	+	+	2	240	DDR	+
C5509	18	200	176	12	120		+		256	SRAM, SDRAM	Только для программы
BF537	19	500	208 182	17 12	200	+	+	2	132	SDRAM	+

Таблица 2. Применение DSP в типовых вокодерах

Вокодер	G729AB		G728		G723.1	
DSP	MIPS	Кол-во каналов	MIPS	Кол-во каналов	MIPS	Кол-во каналов
C6424	6,3	79	18	27	7,7	64
C5509	10,3	19	24	8	12,5	16
BF537	19	26	40	12,5	28	17

независимых поставщиков программного обеспечения VoIP для процессоров C64 намного больше, чем для BlackFin.

Несмотря на то что компания Texas Instruments в свое время позиционировала процессоры серии C55xx для применения в VoIP приложениях, в современных условиях они уже не выдерживают конкуренции с линейкой BlackFin, так как не имеют хорошего набора встроенной периферии для VoIP приложений. Дополнительным ограничением является сильно урезанные возможности кэш-контроллера, который содержит только кэш инструкций, но не данных, поэтому эффективность работы в многоканальных VoIP системах у таких процессоров сильно падает при увеличении числа каналов и объема кода.

Процессоры BlackFin выглядят оптимально для систем с небольшим количеством VoIP каналов (порядка четырех). Для проектировщиков также важно то, что на эти процессоры портирована операционная система Linux и на нее уже портированы готовые open source-протоколы SIP, H.323 и прочие.

Однако процессоры C64xx превосходят по производительности процессоры BlackFin в 3-4 раза, имеют мощный набор периферии, эффективный кэш-контроллер для работы с 32-битной памятью DDR, один из самых лучших компиляторов. Все это делает такие процессоры оптимальными для высокопроизводительных VoIP систем с большим количеством каналов.

Некоторым недостатком является больший размер корпуса и несколько

центрируемся на том, что наиболее важно для проектировщиков VoIP-систем.

Семейство делится на следующие части:

- классические DSP общего назначения C641x;
- специализированные процессоры C642x и одноядерные процессоры DaVinci DM64x, DM643x;
- двухъядерные процессоры DaVinci DM644x, DM646x.

Среди первых на одном полюсе находятся процессоры C6410/6413 как наиболее недорогие и с самым миниатюрным корпусом, а на другом — наиболее мощные процессоры C6416T.

Вторая категория обладает хорошим набором периферии при небольшом корпусе и новым ядром C64+, о котором будет вкратце сказано ниже. Одноядерные процессоры DaVinci включают как старые DM64x, так и новые DM643x процессоры, оптимизированные во многом для видеоприложений. К тому же, это одни из самых дешевых процессоров.

Двухъядерные процессоры — наиболее мощные продукты семейства — включают в себя еще и ядро ARM для управления периферией, запуска операционной системы и прочих сервисных функций.

Процессоры второго семейства (одноядерные процессоры DaVinci и специализированные C642x) наибольшим образом подходят для применения в VoIP-системах, так как обладают хорошим балансом между ценой, производительностью и набором встроенной периферии.

Процессоры C64xx превосходят по производительности процессоры BlackFin в 3-4 раза, имеют мощный набор периферии, эффективный кэш-контроллер, один из самых лучших компиляторов. Все это делает их оптимальными для высокопроизводительных VoIP-систем с большим количеством каналов.

большее потребление (хотя в пересчете на канал VoIP оно даже меньше, чем у BlackFin). Однако в целом это не является критичным для использования процессоров C64xx в ячейках АТС и прочих VoIP изделиях.

Кратко о семействе C64xx

Семейству C64xx (табл. 3) посвящено множество статей, здесь же мы скон-

центрируемся на том, что наиболее важно для проектировщиков VoIP-систем, где цена процессора не является лимитирующим фактором, применимы и наиболее мощные классические процессоры класса C6455.

Ядро C64+ обладает целым рядом преимуществ над старым ядром C64 — это и новые инструкции, и кардинально улучшенный кэш-контроллер, и более мощный контроллер прерываний и

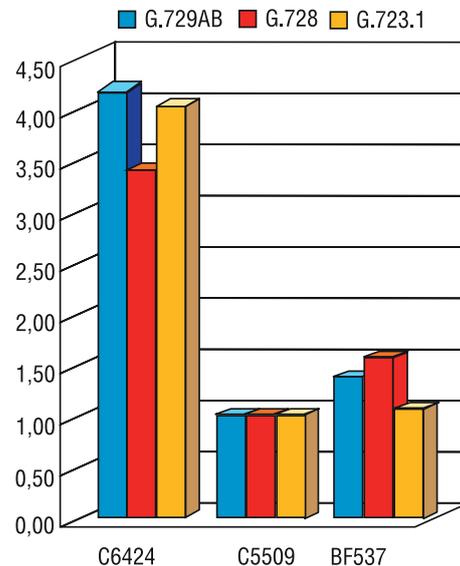


Рис. 1. Относительная производительность процессоров для задач кодирования речи

проч. В целом это дает общесистемный выигрыш в 5...15%.

Классическая двухпроцессорная система

Классической архитектурой является спарка сигнального процессора с контроллером общего назначения, например Atmel AT91RM9200 с ядром ARM9 (рис. 2). При этом сигнальный процессор выполняет все функции обработки голоса (эхоподавление, детектирование сигнализации и проч.), а контроллер несет функции сетевого интерфейса и обслуживает протокол установления соединения (Q.931, SIP, H.323 и проч.). Помимо этого на контроллер обычно возлагаются ряд дополнительных функций — начальная загрузка DSP, самотестирование и прочее.

Каков может быть межпроцессорный интерфейс? При использовании процессоров серии C64xx целесообразным является обеспечение интерфейса между ним и контроллером через высокоскоростную последовательную синхронную шину McBSP (Multichannel Buffered Serial Port), соединенную на контроллере с последовательной шиной SSP в режиме SPI. При этом необходимо иметь достаточный запас пропускной способности, который можно грубо оценить в 100 кбит/сек на один канал VoIP в каждую сторону. Так как последовательный интерфейс является байт-ориентированным, то немаловажным является необходимость применения протокола (HDLC/SDLC-подобного) для автоматической пакетной синхронизации. К сожалению, большинство выпускаемых сейчас контроллеров не имеют таких встроенных средств. Это важно учитывать при проектировании, так как программное выделение пакетной синхронизации при общей скорости потока по-

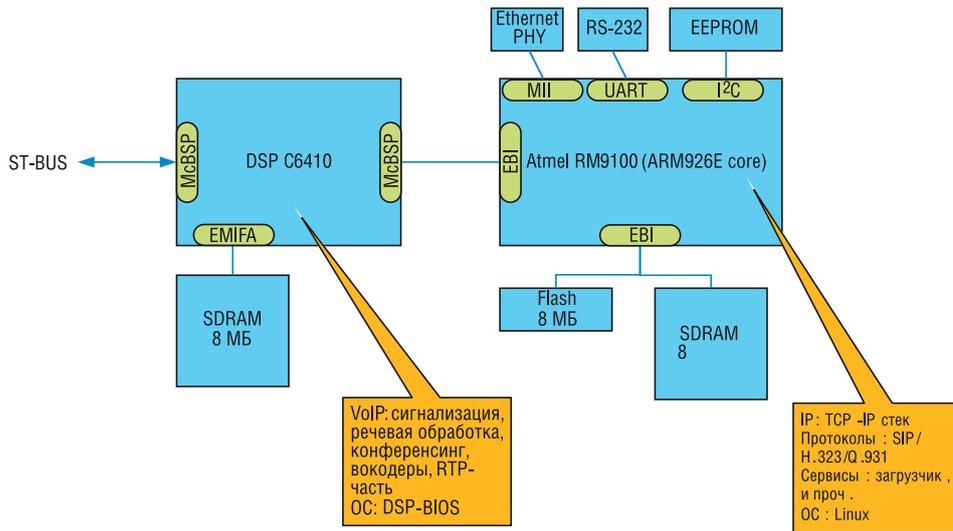


Рис. 2. Типичная двухпроцессорная конфигурация

рядка 3 Мбит/сек для RISC-процессоров с ядром ARM является ресурсоемкой задачей. Для процессоров семейства C64 это не является таковой: накладные расходы на эту задачу составляют существенно менее 1% ресурса процессора.

Другим вариантом может быть использование параллельной 16/32-бит-

ной шины прямого доступа к памяти HPI (Host Peripheral Interface). При этом доступ может быть реализован с шины EBI (External Bus Interface) контроллера и регистры HPI DSP будут отображены в память контроллера. При этом скорость доступа уже не лимитируется столь жестко, но этот вариант име-

ет два важных недостатка: во-первых, прямое подключение без дополнительной логики интерфейсов невозможно, во-вторых, программная организация межпроцессорного обмена становится более сложной (необходимо в контроллере поддерживать очереди пакетов, которые хранятся в памяти DSP).

Чем хороша такая архитектура? Первое и очевидное преимущество заключается в четком разделении задач по разработке. Специфика данных приложений заключается в том, что ПО для сигнальной обработки с достаточно быстрой адаптацией под конкретную платформу и аппаратные интерфейсы может быть приобретено у сторонних производителей. Работа же по ПО для контроллера может вестись практически параллельно, так как в значительно большей степени связана с сервисными и интерфейсными функциями конкретного изделия. Второе преимущество состоит в том, что такую систему проще наращивать, модифицировать и поддерживать, так как единая DSP-платформа может быть сопряжена с разными управляющими процессорами. Третье преимущество, которое не лежит на поверхности, но очень важно для разработчиков —

Таблица 3. Состав семейства C64xx

Процессор	Диапазон цен, \$	Тактовая частота, МГц	Внутренняя память, кбайт	Тип внешней памяти	Ядро	Выводов корпуса	Ethernet	I ² C	UART	McBSP	McASP	PCI, МГц
Классические DSP												
6410/6413	20...34	400...600	156...288	SDRAM	C64	288	—	2	—	2	2	—
6411	46	300	288	SDRAM	C64	532	—	—	—	2	—	33
6412	41...72	500...720	288	SDRAM	C64	548	10/100	1	—	2	—	66
6418	53	500...600	544	SDRAM	C64	288	—	2	—	2	2	—
6414T 6415T 6416T	140...247	500...1000	1056	SDRAM	C64	532	—	—	—	3	—	33
6454/55	123...299	720...1200	1472...2160	DDR2	C64+	697	10/ 100/ 1000	1	—	2	—	66
6452	156...188	720...1200	1472	DDR2	C64+	529	10/ 100/ 1000	1	1	2	1	66
Одноядерные процессоры DaVinci и специализированные C642x												
C6421	11...28	400...700	96	DDR2	C64+	361/376	10/100	1	1	1	1	—
C6424	21...39	400...700	240	DDR2	C64+	361/376	10/100	1	2	2	1	—
DM640/641	26...44	400...600	160	SDRAM	C64	548	10/100	1	—	2	1	—
DM642	40...60	500... 720	288	SDRAM	C64	548	10/100	1	—	2	1	66
DM643	34...46	500...600	288	SDRAM	C64	548	10/100	1	—	1	1	—
DM647/648	52...104	720...900	320...576	DDR2	C64+	529	10/100/1000	1	1	—	1	66
DM6431	13...14	300	128	DDR2	C64+	361/376	10/100	1	1	1	1	—
DM6433	18...26	400...700	240	DDR2	C64+	361/376	10/100	1	1	1	1	33
DM6435	19...27	400...700	240	DDR2	C64+	361/376	10/100	1	2	1	1	—
DM6437	24...38	400...700	240	DDR2	C64+	361/376	10/100	1	2	2	1	33
Двухядерные процессоры DaVinci												
DM6441 DM6443 DM6446	36...46	405...594	208	DDR2	C64+, ARM9	361	10/100	1	3	—	1	—
DM6467	87...105	594...729	248	DDR2	C64+, ARM9	529	10/100/1000	1	3	—	2	33

Таблица 4. DSP для работы с разным числом голосовых каналов

Кол-во голосовых каналов	DSP	Встроенная память, кбайт	Корпус	Тактовая частота, МГц	Контроллер	Тактовая частота, МГц	Кэш, кбайт
6...10	C6410	156	288 BGA	400	ARM9	120	8
	C6421	96	361 BGA	400			
8...16	C6413	288	288 BGA	500	ARM9e	180	16
16...24	C6424	240	361 BGA	600	ARM9e	240	16
	C6418	528	288 BGA	600			
24...32	C6414	1056	532 BGA	720	ARM9e	300	32

это возможность применения операционной системы Linux, портированной практически на все процессоры семейства ARM, что открывает возможность использования большого количества разработанного сервисного ПО и даже таких известных VoIP-проектов, как OpenH323 или Asterisk.

Теперь необходимо остановиться на том, какой производительностью должны обладать компоненты для работы с тем или иным количеством голосовых каналов. Данные указаны в таблице 4.

Заметим сразу, что это приблизительные показатели, зависящие от множества факторов (поддерживаемые кодеки, реализация микширования для конферен-связи и т.д.).

К выбору контроллеров необходимо подойти не менее тщательно. В целом, для большинства приложений можно рекомендовать использовать контроллеры с ядром не хуже ARM9e с тактовой частотой порядка 200 МГц. Особенное внимание необходимо обратить на наличие в контроллере модуля управления памятью MMU, без которого остается использовать более простые операционные системы типа uClinux, которые требуют адаптацию разработанного под Linux программного обеспечения и существенно сужают возможности выбора из готовых компонентов.

Однопроцессорная конфигурация

Другой альтернативой для проектировщиков оборудования могут стать решения на одном кристалле (рис. 3). Опыт разработки подобных устройств показывает целесообразность применения одноядерных процессоров C6424/C6421 для количества каналов до 16 (табл. 5) и двухъядерных процессоров DaVinci в более высокопроизводительных системах.

Исключительно успешные на рынке процессоры C6424 обладают встроенным Ethernet-контроллером, снабженным весьма мощным контроллером доступа в память, содержащем в себе кэш данных, кэш инструкций, DMA-контроллер и другие блоки. Это дает возможность запускать TCP/IP-стек непосредственно на сигнальном процессоре под управлением ядра DSP-BIOS.

При этом развитие средства управления очередями пакетов в контроллере не дают существенной нагрузки на процессор даже при скоростях в десятки Мбит/сек (Texas Instruments выпустила отчет, показывающий, что при скоростях 1 Гбит/сек нагрузка на DSP при приеме трафика в UDP составляет порядка 15%). Следует также отметить, что в процессорах C6424/6421 используется улучшенное ядро C64+, в целом повышающее производительность на 5...15% по сравнению с более старым ядром, использовавшимся в процессорах C641x, и избавляющее от необходимости запрещать прерывания во время выполнения аппаратных циклов, что обычно свойственно DSP-процессорам.

Все это открывает возможности плотной интеграции TCP-IP-части непосредственно с обработкой сигнала в реальном времени. Это, в свою очередь, уменьшает общую задержку, снижает накладные расходы в программном обеспечении, а также существенно упрощает аппаратное обеспечение, так как исчезает необходимость в дополнительном контроллере. Запас ресурсов сигнального процессора в 10-20% общего ресурса, как правило, более чем достаточен для обслуживания протоколов SIP, H.323 и проч., хотя, безусловно, реализация этих частей ПО требует адаптации под ядро DSP-BIOS вместо Linux.

Для обслуживания большого количества каналов целесообразно применять процессоры семейства DaVinci, но мы не сможем уделить им большого внимания в данной статье. Отметим лишь, что наиболее мощными процессорами сейчас являются DM6455 и DM6467, снабженные всеми необходимыми интерфейсами, включая 1 Гбайт/сек Ethernet, и работающие на тактовой частоте до 1,2 ГГц. Применение таких процессоров позволит увеличить плотность до 60 и более каналов на процессор и запускать VoIP-приложения с наиболее сложной программной начинкой. Относительно недавно фирма Texas Instruments начала продвижение двухъядерных (ARM Cortex A8 плюс C64+) процессоров OMAP35xx, которые позиционируются как облегченный аналог процессоров DaVinci без высокоскоростных внешних интерфейсов типа PCI и VLYNQ и с существенно упрощенными видеоин-

терфейсами. Эти процессоры обладают расширенными возможностями по энергосбережению и являются хорошей альтернативой для построения VoIP-систем.

Конфигурация с хост-интерфейсом

В ряде приложений необходима плотная интеграция DSP с хост-компьютером с фактическим использованием его в качестве мощного специализированного акселератора. Самые типичные применения — транскодеры и микшеры телеконференций. В подобных применениях требуется обеспечить много каналов кодирования/декодирования речи (рис. 4).

Необходимо при этом понимать преимущества и недостатки подобной системы по сравнению с просто реализацией всех функций на PC. Очевидно, что главным преимуществом реализацией всех функций на PC является большая простота реализации, и более быстрое внедрение. Но вопрос в том, где находится предел возможностей. В типовом случае 2...3 ГГц PC может обрабатывать 20...30 каналов кодирования речи (G.729), в то время как C64 — 80...150 каналов. При этом потребление отличается кардинально: для PC это порядка 50...80 Вт, для DSP — порядка 2...3 Вт.

Таким образом, если общее количество каналов сравнительно невелико, то

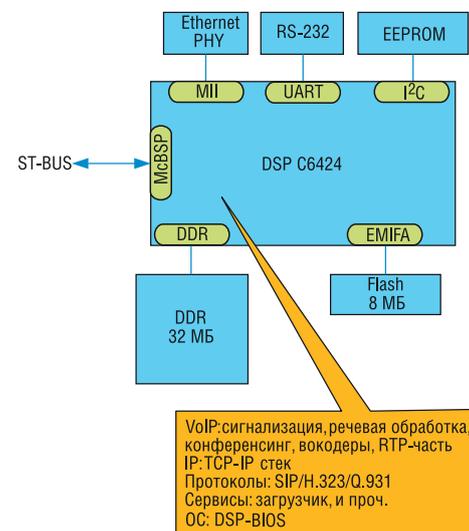


Рис. 3. Однокристальное решение

Таблица 5. Одноядерные процессоры для разного числа каналов

Кол-во голосовых каналов	DSP	Встроенная память, кБайт	Корпус	Тактовая частота, МГц
6...10	C6421	96	361 BGA	400
8...16	C6424	240	361 BGA	500
16...24	C6424	240	361 BGA	600

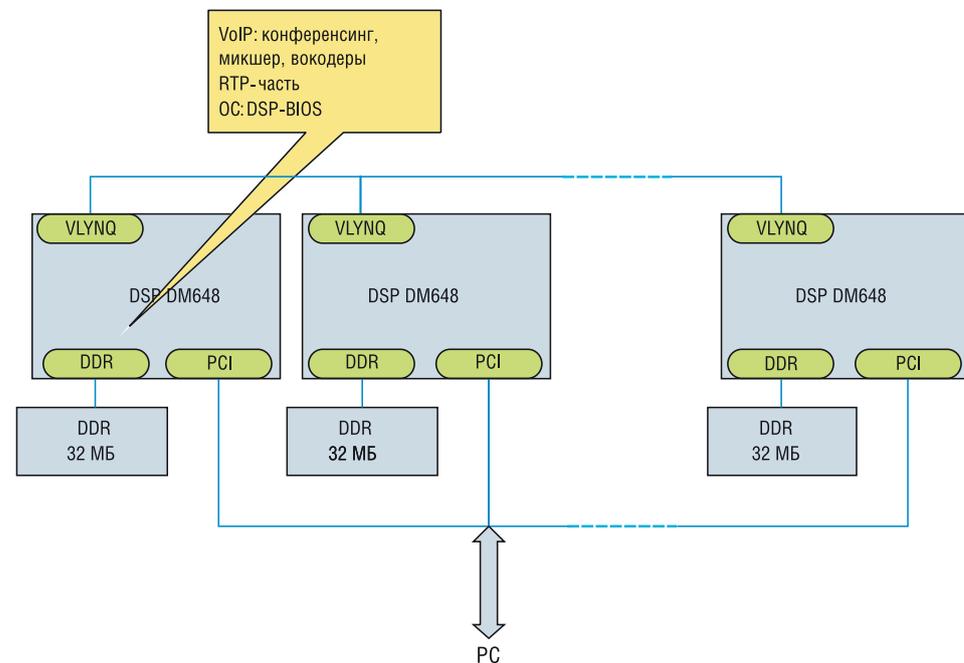


Рис. 4. Многопроцессорное решение для конференс-связи

проще нарастить систему за счет увеличения числа компьютеров, если же общее число каналов измеряется тысячами, то применение DSP становится весьма привлекательным, так как становятся существенными экономия места, потребления и увеличение надежности.

Для решения подобной задачи и может быть полезна архитектура с хост-процессором. При этом несколько DSP могут быть соединены с хост-процессором через PCI. Пропускная способность шины – около 1 Гбит/сек при тактовой частоте 66 МГц, поэтому ее с избытком хватит для нескольких тысяч каналов кодирования речи. Наиболее целесообразно в подобных конфигурациях использовать процессоры DM647, 648 и 6452.

На что следует обратить внимание проектировщикам подобных систем? Во-первых, далеко не все С64х-процессоры имеют шину PCI, а в тех, которые ее имеют, выводы PCI часто мультиплексированы с другими интерфейсами и требуется внимательный анализ, не исключает ли использование PCI применение другой периферии. Например, в процессорах DM6433 выводы PCI мультиплексированы с HPI (хост-интерфейс), EMIFA (интерфейс с асинхронной памятью), VLYNQ (быстрый межпроцессорный интерфейс) и даже с видеопортом.

Во вторых, при использовании PCI, единственный вариант загрузки DSP – это только через PCI. Это несколько усложняет систему, так как DSP не может быть загружен без драйвера на хост-процессоре. Есть особенности использования PCI-интерфейса на двухъядерных DaVinci – в них регистры PCI-контроллера отображены не в памяти DSP, а в памяти ARM-ядра. Это существенно усложняет процедуру программной инициализации PCI-обмена.

В третьих, нельзя недооценивать сложности создания драйверов высокого качества под операционную систему на PC, так как в подобных мультипроцессорных системах необходимо обеспечивать высокую пропускную способность при работе в режиме реального времени.

В целом можно заключить, что подобные сложные системы требуют значительного времени на разработку, связанную в первую очередь со сложностью ПО для мультипроцессорных конфигураций.

Интерфейсы

Какие важные особенности процессоров С64хх следует учитывать и на что следует обращать внимание при проектировании?

Интерфейс I²C поддерживается практически во всех процессорах. Его целе-

сообразно задействовать для подключения последовательной флэш-памяти или EEPROM, где процессор будет хранить как сетевые настройки (MAC-адрес, режим DHCP и проч.), так и начальные установки VoIP-портов (режимы работы эхокомпенсаторов и прочие тонкие параметры VoIP-стека). Как правило, EEPROM объема от 1...2 кбайт достаточно, но в тех случаях, когда требуется хранение телефонной книги, этот объем может быть существенно больше.

Интерфейс UART поддерживается процессорами C6421/C6424 и всеми процессорами DaVinci, что является выгодным для подключения сервисного интерфейса для тестирования, диагностики, обновления ПО. При двухпроцессорной реализации этот интерфейс следует поддержать на ARM-контроллере (как правило, большинство выпускаемых контроллеров им оснащены).

Интерфейс с шиной E1/T1 осуществляется с помощью преобразователей G.703 в ST-BUS, который, в свою очередь, может быть подключен к порту McBSP напрямую. Контроллер McBSP обладает большим числом возможностей, включая автоматическое преобразование данных, закодированных в A-law в линейный код с одновременной блочно-ориентированной пересылкой по шине прямого доступа в память. Таким образом, обслуживание этого аппаратного интерфейса не требует заметной загрузки процессора.

Следует также отметить наличие полезного последовательного интерфейса McASP, который оптимально подходит для подключения аналоговых кодеков. К одному интерфейсу можно подключить до десяти кодеков в режиме TDMA, что позволяет эффективно использовать место на печатной плате и упростить разводку. В сравнении с McBSP, McASP, с одной стороны, менее гибок, так как не позволяет сконфигурировать приемную и передающую часть на разные режимы и частоты синхросигналов. С другой стороны, он позволяет подключать множество кодеков в параллель, в то время как к McBSP можно подключить только один. При совместном использовании McASP с контроллером EDMA 3.0, входящим в ядро С64+, открывается возможность организации многоканального обмена с множеством кодеков без накладных расходов на пересылку и раскладывание данных в требуемом порядке.

Процессоры серий С64хх имеют множество вариантов загрузки. Однако проектировщикам необходимо учитывать тот факт, что размер программного кода может составлять величину порядка 0,5...4 Мбайт в зависимости от конфигурации ПО. Соответственно, загрузка по I²C или через McBSP с микросхем флэш-памяти с последовательным доступом со скоростями 100...250 кбит/

сек будет занимать несколько секунд, что может быть и неприемлемым. Наиболее простым решением является все-таки применение стандартной NOR флэш-памяти, которая подключается через специальную 16-битную шину к DSP. При этом загрузка будет занимать не более десятков миллисекунд.

Загрузка из NAND-флэш-памяти возможна только для процессоров C6424 и DaVinci. В реальности процесс должен быть организован достаточно сложно — вначале грузится первичный загрузчик Linux, который монтирует файловую систему на флэш-памяти, и только после этого контроллер загружает DSP через McBSP или HPI. Безусловно, время загрузки Linux лимитирует общее время выхода на режим всей системы, что в ряде случаев может быть важным фактором.

Энергопотребление

Вопрос энергопотребления не является существенным в VoIP-приложениях, так как сами по себе интерфейсы телефонных окончатий потребляют порядка одного ватта на канал. Тем не менее, приведем типовые цифры по потреблению. Само ядро процессора при полной загрузке потребляет порядка 0,5...1 Вт в зависимости от тактовой частоты, типа процессора и проч. Основной источник дополнительного потребления — память SDRAM (для C641x) или DDR (для 642x и DaVinci). Так как в значительной мере обмен с памятью кэшируется, то в целом память может потреблять также величины порядка 1 Вт. Прочие источники потребления (интерфейс с T1/E1 и проч.) вносят меньший вклад. В целом, можно оценивать максимальное потребление всей DSP-подсистемы в 2...3 Вт, а в пересчете на канал VoIP порядка 50...100 мВт на канал. При таком низком удельном потреблении обычно не возникает проблем с конструктивным исполнением, так как изделия могут работать в без принудительной вентиляции в широком температурном диапазоне и в условиях ограниченного теплоотвода.

Общая площадь, занимаемая процессорной частью, весьма невелика и может составлять порядка 0,2...0,4 дм² в зависимости от выбранного корпуса (23 или 16 мм), выбранного типа внешней памяти и плотности разводки.

Инструментальные средства и ПО

Для проектирования ПО используется среда разработки Code Composer Studio 3.3. Компилятор C64xx является одним из лучших оптимизирующих компиляторов для языка C, что практически избавляет разработчика от использования ассемблера. В состав инструментальных средств входит и ядро ОС реального времени DSP-BIOS с гра-

фическим интерфейсом для настройки. Накладные расходы, вносимые ядром на переключение задач и синхронизацию приложений, малы, однако его возможностей достаточно как для построения приложений жесткого реального времени, так и параллельной работы их с TCP-IP стеком и асинхронно выполняемыми задачами.

Texas Instruments предлагает и свои готовые программные решения для VoIP, однако развивает и рынок так называемых третьих сторон (TI's Third Parties) — независимых компаний, которые поставляют ПО, удовлетворяющее стандарту XDAIS, разработанному TI.

Решающим фактором при разработке аппаратных средств является состав ПО и выбранная конфигурация VoIP. Минимально необходимым является следующий перечень стандартных компонентов VoIP:

- сигнализационная часть: DTMF-детектор, генератор сигнализации (в России сигналы тональной частоты 425 Гц), детектор тональных сигналов 1200/2100, детектор пульсового набора;
- блоки речевой обработки: линейный эхоподавитель, генератор комфортного шума;
- вокодеры: G.711 со блоком коррекции потерянных пакетов (PLC);
- RTP-часть: джиттер-буфер, RTP-упаковщик;
- IP-часть: TCP-IP-стек с минимальным набором сервисов (DHCP, ICMP, UDP, TCP, ARP).

Более продвинутые конфигурации могут включать:

- дополнительные модули обработки: детектор голосовой активности (VAD), речевая АРУ, шумоподавитель, акустический эхоподавитель (вместо линейного), генератор сигналов АОН;
- блоки для конференс-режима: микшер, транскодер;
- разнообразные вокодеры: G.723.1 (5,3/6,3 кбит/сек), G.726 (16/24/32/40 кбит/сек), G.729AB (8/9,6 кбит/сек), G.728 (9,6/12,8/16 кбит/сек), iLBC (13,3/15,4 кбит/сек) и проч.;
- пользовательские сервисы: автоинформатор, автоответчик, голосовая почта, рингтоны;
- протоколы установления соединения SIP, H.323, Q.931;

- драйверы разнообразной периферии, сервисы обновления ПО, удаленного конфигурирования, интерфейсы с СУБД для формирования логов и проч..

Состав компонентов влияет как на объем программного кода, так и на общее количество каналов. К примеру, типовой вокодер занимает 60...100 кбайт программной памяти и требует порядка 10 MIPS (~1,6% ресурса 600 МГц процессора), а, например, автоответчик требует порядка 100 кбайт памяти на канал для записи минуты разговора. Поэтому при проектировании конкретной системы необходимо запрашивать у производителей ПО точные цифры потребления ресурсов для выбранной конфигурации системы.

Так как перечень требуемых компонентов ПО весьма велик, то проектировщикам следует обратить внимание на готовые решения в этой области, которые могут быть адаптированы под конкрет-

Texas Instruments начала продвижение двухъядерных (ARM Cortex A8 плюс C64+) процессоров **OMAP35xx**, которые позиционируются как облегченный аналог процессоров DaVinci. Эти процессоры обладают расширенными возможностями по энергосбережению и являются хорошей альтернативой для построения VoIP-систем.

ное изделие. На российском рынке представлены несколько компаний, предлагающие такие продукты. Некоторые из них также предлагают услуги комплексной разработки VoIP-решения под ключ для аппаратной платформы заказчика. Использование такого подхода сокращает сроки выпуска изделий, обеспечивает лучшее качество и большую гибкость конфигурирования и тестирования.

Выводы

Процессоры семейства C64xx и DaVinci хорошо подходят для реализации VoIP-ячеек и масштабируются от 6 до 60 каналов. Следует выделить процессоры C6424/6421 как оптимальные для построения ячеек, обслуживающих один канал T1/E1 с непосредственным выходом в IP-сеть без использования дополнительных контроллеров. Низкая себестоимость на канал (порядка \$1...2,5), малое удельное энергопотребление и занимаемая площадь печатной платы, хорошие инструментальные средства, широкий спектр готового ПО сторонних производителей делают эти процессоры привлекательными для построения телефонных станций и других устройств для многоканальной передачи голоса. 

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

Владимир Бродин (Терраэлектроника)

НОВИНКИ ОТЛАДОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТРАКТА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ TEXAS INSTRUMENTS



В статье рассматриваются новые **отладочные средства** для систем цифровой обработки сигналов на основе АЦП, микроконтроллеров и цифровых сигнальных процессоров Texas Instruments. Представлен стартовый набор для отладки систем на микроконтроллерах **MSP430F5xx**, отладочная плата на основе 24-разрядного сигма-дельта АЦП **ADS1232**, отладочный комплект на основе 24-разрядного сигма-дельта АЦП **ADS1278** и DSP **TMS320VC5507**.



Архитектура семейства 16-разрядных микроконтроллеров MSP430 включает аналого-цифровой преобразователь и аппаратный умножитель, поэтому компания Texas Instruments называет их аналого-цифровыми процессорами (*mixed signal processor*). Архитектура ориентирована на высокую производительность при предельно низком потреблении энергии как в активном режиме, так и в специальных режимах энергосбережения.

Еще более высокую планку характеристик устанавливает новая линейка этого семейства — MSP430F5xx. Микроконтроллеры нового поколения имеют флэш-память программ до 256 кбайт, ОЗУ объемом до 16 кбайт, работают на частотах до 25 МГц, потребляют 160 мкА/МГц. Набор периферийных устройств включает 12-разрядный

АЦП (200 ksp/s), аппаратный умножитель 32x32 разряда, до четырех модулей универсального последовательного интерфейса USCI (работает в режимах

плату **MSP430PZX100** с ZIF-розеткой. Эти аппаратные средства поставляются в сопровождении интегрированных программных сред — **IAR Kickstart** и **Code Composer Essentials**, каждая из которых включает ассемблер, редактор связей, отладчик уровня исходного кода, низкоуровневый отладчик и ограничен-

Прецизионные 24-разрядные сигма-дельта АЦП, сигнальные микроконтроллеры и DSP компании Texas Instruments позволяют создавать тракты цифровой обработки сигналов с очень высокими параметрами, но при условии хорошего знания возможностей этой элементной базы и умения ими воспользоваться.

UART, I²C, SPI, обслуживает IrDA, LIN).

Начать освоение микроконтроллеров серии MSP430F5xx можно с помощью стартового набора **MSP-FET430U5X100** от Texas Instruments (рис. 1). Стартовый набор включает USB-JTAG адаптер **MSP-FET430UIF** и

новый по размеру кода Си-компилятор.

Набор поддерживает программирование и отладку микроконтроллеров MSP430F5xx в корпусах TQFP100. Напряжение питания может устанавливаться программно в диапазоне 1,8...3,6 В (100 мА). Для защиты кода возможно использование опции JTAG Security Fuse. Отладка может быть выполнена с использованием протоколов JTAG и Spy-Bi-Wire. В комплект поставки входит образец микроконтроллера **MSP430F5438IPZ**, а также компакт-диск с программным обеспечением и документацией.

Если для преобразования аналогового сигнала возможностей встроенного в микроконтроллер АЦП недостаточно, в системе может быть использован внешний АЦП, например один из 24-разрядных сигма-дельта преобразователей от Texas Instruments. Получить корректные результаты преобразования с такого прибора не просто даже для опытного разработчика, поэтому фирма Texas Instruments предлагает начать освоение этих преобразователей с помощью наборов аппаратно-программных средств, например на основе отладоч-



Рис. 1. Стартовый набор MSP-FET430U5X100

ной платы **ADS1232REF**. Эта плата с 24-разрядным сигма-дельта АЦП **ADS1232** представляет собой образец (*reference design*) аналого-цифрового тракта, включающего прецизионный АЦП и сигнальный микроконтроллер семейства **MSP430**. Плата включает АЦП **ADS1232** с источником опорного напряжения и фильтрами, микроконтроллер **MSP430F449** для обработки результатов и управления отображением, символьный ЖК-дисплей для отображения результатов измерений и отладочной информации, конвертер «USB – RS232» и разъем USB для обмена с компьютером. Для отладки резидентного ПО микроконтроллера имеется разъем JTAG. Источником питания может быть батарея +9 В или внешний АС/DC-преобразователь 6...9 В. На компакт-диске доступно программное обеспечение для компьютера, которое расширяет возможности обработки и отображения результатов измерений.

Установленный на плате 24-разрядный сигма-дельта АЦП **ADS1232** является низкошумящим ($RMS = 17 \text{ nV}$ при частоте выборок 10 SPS и коэффициенте усиления $PGA = 128$). Он хорошо подходит для прецизионной обработки медленно изменяющихся сигналов с датчиков, включенных по мостовой схеме. Преобразователь включает мультиплексор входных сигналов с интегрированным температурным сенсором, усилитель с программируемыми коэффициентами усиления ($\times 1$, $\times 2$, $\times 64$, $\times 128$), сигма-дельта АЦП и внутренний синхрогенератор. Частота выборок может быть установлена равной 10 SPS или 80 SPS . Области применения этого преобразователя являются точное измерение веса, калибровка опорных напряжений и другие прецизионные измерения статических величин.

Плата может функционировать в следующих режимах:

- **Scale mode:** режим измерения веса. При этом используются понятия тары, диапазона, калибровочных функций, и могут отображаться единицы измерения. Все параметры устанавливаются предварительно в режиме конфигурации.

- **Analysis mode:** режим анализа результатов измерений. В этом режиме выполняется прямой анализ кода с АЦП, например, определение параметра **RMS**, размаха сигнала и т.п.

- **Configuration mode:** в этом режиме отображаются и могут быть изменены параметры режимов **Scale mode** и **Analysis mode**.

Переключение режимов осуществляется с помощью четырех кнопок управления и переключателя «Scale-Analysis» (рис. 2).

Программное обеспечение для персонального компьютера, устанавливаемое с

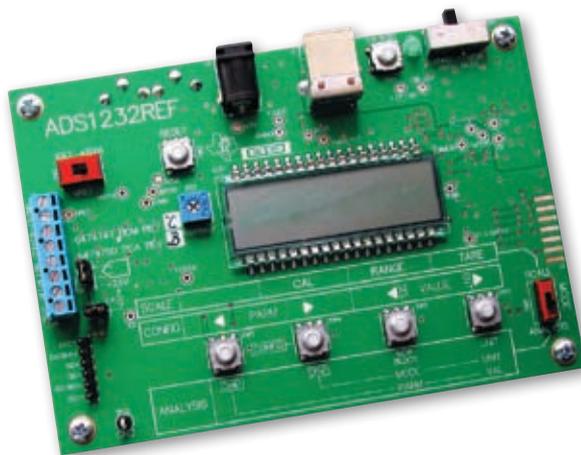


Рис. 2. Отладочная плата ADS1232REF

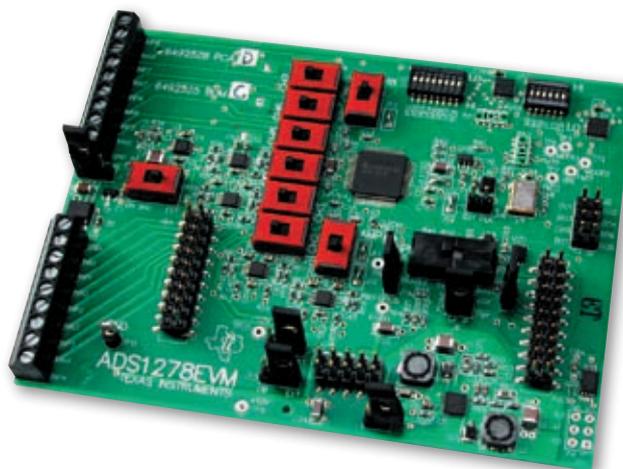


Рис. 3. Отладочная плата ADS1278EVM

компакт диска, расширяет возможности создания журналов измерений, отображения данных и управления платой. В частности, возможно отображение формы сигналов и гистограмм результатов.

Для обработки с высокой точностью более быстрых сигналов может быть использован 24-разрядный сигма-дельта АЦП **ADS1278**. Этот преобразователь способен выполнять одновременные измерения по 4/8 каналам и имеет очень хорошие параметры как статических, так и динамических характеристик: быстроедействие до 128 kSPS , полоса пропускания 62 кГц , дрейф напряжения смещения $0,8 \text{ мкВ/}^\circ\text{C}$ и отношение «сигнал-шум» 111 дБ . АЦП обеспечивает максимальное значение одной из характеристик в следующих режимах: High-Speed (128 kSPS , 106 дБ SNR), High-Resolution (52 kSPS , 111 дБ SNR), Low-Power (52 kSPS , 31 мВт/канал), Low-Speed (10 kSPS , 7 мВт/канал). Обмен с микроконтроллерной системой может выполняться через интерфейсы SPI или Frame-Sync Serial Interface.

Разработка и отладка систем цифровой обработки сигналов на основе АЦП **ADS1278** и DSP **TMS320** может

быть выполнена с использованием отладочного комплекта **ADS1278EVM-PDK**. Комплект включает АЦП-плату **ADS1278EVM** и DSP-плату (на основе **TMS320VC5507**) **MMB0**. На компакт-диске доступна программа **ADCPro™**, которая расширяет возможности сбора данных, обработки и отображения результатов измерений на компьютере.

Конструктивно комплект выполнен в соответствии с принципами модульной системы средств отладки компании Texas Instruments (TI Modular EVM System), которая подразумевает возможность объединения плат при помощи штыревых разъемов в виде этажерки. Основанием этой конструкции является DSP-плата **MMB0**, к которой сверху при помощи двух разъемов подключается АЦП-плата **ADS1278EVM**. На АЦП-плате также имеются два разъема, позволяющие присоединить дополнительную плату сверху.

Особенностью отладочной платы **ADS1278EVM** (рис. 3) является развитая система коммутации входных аналоговых, выходных цифровых сигналов, источников опорного напряжения и синхросигнала, напряжений питания. Это

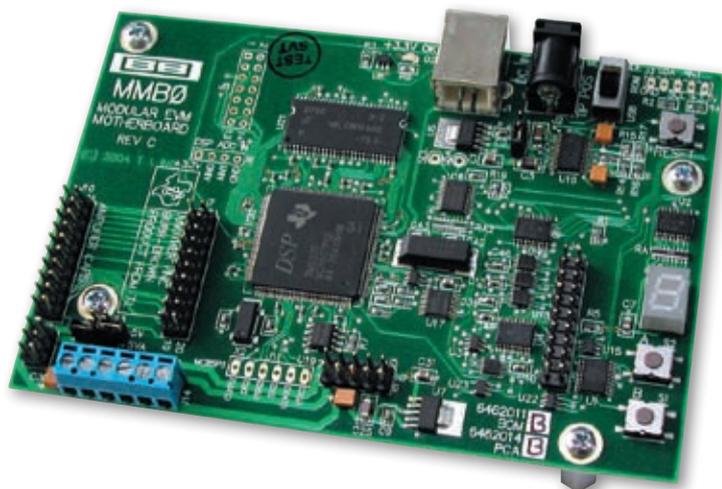


Рис. 4. DSP-плата MMB0

обусловлено принципами фирменной модульной системы. Входные аналоговые цепи могут быть подключены к внешним клеммным разъемам или внутреннему (в этажерке) штыревому разъему. Аналоговые сигналы могут поступать на входы АЦП непосредственно или через буферы типа **OPA1632**. Опорное напряжение может поступать с микросхем **REF3125** или **REF1004** на плате, либо от внешнего источника. Имеется выбор вариантов питания от различных источников.

На DSP-плате **MMB0** (рис. 4) находится процессор **TMS320VC5507PGE**, осуществляющий обработку цифровой

информации с быстрого многоразрядного АЦП. Этот 32-разрядный DSP выполняет АЛУ-операции с фиксированной точкой на частотах до 200 МГц, обеспечивая при этом быстродействие до 400 MIPS. Он имеет два блока АЛУ и два блока умножения, которые обеспечивают быстродействие до 400 MMACS на DSP-операциях. Его память программ имеет объем 64 кбайт, память данных составляет 128 кбайт, имеется интерфейс USB 2.0, 32-разрядный интерфейс внешней памяти (EMIF), 6 каналов DMA, 16-разрядный порт расширения (EHPI).

Кроме DSP на плате **MMB0** находится память SDRAM объемом 16 Мбайт, штыревые разъемы для подключения плат модульной архитектуры TI, разъем интерфейса USB, посадочные места под разъемы JTAG и I²C, разъемы питания, стабилизаторы напряжения, семисегментный индикатор, две пользовательские кнопки, кнопка СБРОС.

Плата **ADS1278EVM** поставляется компанией TI отдельно от комплекта **ADS1278EVM-PDK**, а DSP-плата **MMB0** — только в составе этого комплекта.

Прецизионные 24-разрядные сигма-дельта АЦП, сигнальные микроконтроллеры и DSP компании Texas Instruments позволяют создавать тракты цифровой обработки сигналов с очень высокими параметрами, но при условии хорошего знания возможностей этой элементной базы и умения ими воспользоваться. Рассмотренный в статье инструментарий дает возможность быстро перейти к экспериментам, не сомневаясь в работоспособности аппаратуры, уже отлаженной производителем. **5**

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: info@terraelectronica.ru



Аренда средств разработки и программаторов ЭКОНОМИТ ВАШИ ДЕНЬГИ!

- 1% в день от розничной цены*
- Минимум 14 календарных дней
- Консультация инженера

*Услуга действует для средств разработки от 3000 руб

**Реальная выгода в условиях кризиса!
Приходите к нам в офис**

115114, Москва, ул. Дербеневская, дом 1, корпус 1, подъезд 23
Справка о наличии: (495) 221-78-04. Факс: (495) 221-78-02. Тел: (495) 221-78-03.
E-mail: sale@terraelectronica.ru

