

Брайан С. Нарвессон, Эгриан Харрис (Texas Instruments)

# ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ – СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ

Главные факторы для систем управления питанием – размер, температура, стоимость и электрические характеристики (регулировка, реакция на нагрузку, выходные пульсации). Статья дает базовое представление об эволюции систем питания, установленных на платах, помогает понять, как с новым поколением приборов компании **Texas Instruments** можно получить более высокую производительность за меньшую цену и при меньшей площади корпуса.

Требования к инженерным решениям для телекоммуникационного оборудования продолжают расти. Эти решения теперь должны обеспечивать большее напряжение шин питания для разнообразных цифровых сигнальных процессоров (DSP), программируемых логических матриц (FPGA), специализированных ИС (ASIC) и микропроцессоров. Иными словами, от инженеров требуется создавать большее напряжение при более высоких токах, с повышенным КПД, меньшими шумами при меньших занимаемых площадях. Кроме того, решение это должно быть более выгодное по цене.

## Размер/Производительность/Стоимость

Необходимость учитывать одновременно размер, производи-

тельность и стоимость оборудования возродила интерес инженеров к проектированию систем питания. В первом поколении таких систем на плате использовали распределенную структуру схемы питания (см. рис. 1). Эта схема построена на изолированном блоке питания для каждого напряжения питания. Это было приемлемо до критического увеличения количества шин питания, при котором также увеличивалась стоимость и занимаемая площадь на печатной плате. Контроль напряжений питания на всех шинах также был усложнен и требовал дополнительных внешних цепей, которые в свою очередь увеличивали стоимость и размеры устройств на плате.

Чтобы избавиться от ограничений по размеру и стоимости в распределенной структуре питания, во втором поколении схем начали использовать архитектуру с одной шиной с фиксированным напряжением (1ВА) (см. рис. 2). Такая схема использовала единственный изолированный источник питания и много неизолированных DC/DC-преобразователей (POL – Point of Load). Эти преобразователи POL могут быть как в виде модулей, таких как модули серии **PTH** от Texas Instruments (TI), так и в виде дискретных понижающих конверторов. Изолированный преобразователь работает при таком же входном напряжении, как и преобразователь первого поколения, в диапазонах от 36 до 75 В или от 18 до 36 В. Данная

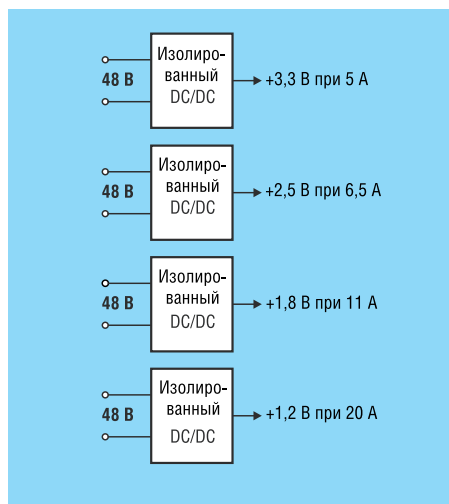


Рис. 1. Типовая схема распределенной структуры питания



## Драйвер одноктактных изолированных преобразователей

Компания **Texas Instruments** анонсировала **UCD7100** – устройство цифрового управления из семейства **Fusion Digital Power™**. Драйвер предназначен для построения одноктактных изолированных преобразователей с цифровым управлением.

Основные применения нового драйвера – приложения с полным цифровым регулированием и улучшение аналогового управления электропотреблением путем цифрового регулирования, источники питания, использующие технологию одиночного переключения (т.е. прямая и обратная топология).

### Особенности:

- Одиночный выход  $\pm 4$  А
- Быстродействующая, (25 нс) защита от перегрузки по току с программируемым порогом
- Регулятор 3,3 В @ 10 мА, упрощающий питание DSP или микроконтроллеров
- Промышленный диапазон рабочих температур (-40...105°C)
- Широкий (4,5...15 В) диапазон напряжения питания
- Корпус без использования свинца (Pb-free/lead-free), соответствующий директиве RoHS
- Миниатюрный 14-выводной корпус HTTSOP14 или 16-выводной корпус QFN16

В семейство **UCD7K** также входят драйвер **UCD7201**, предназначенный для построения двухтактных изолированных преобразователей, и контроллер импульсного понижающего стабилизатора напряжения с синхронным выпрямлением **UCD7230**.

архитектура требует создания стабилизируемых напряжений на 3,3, 5 или 12 В. Конечный выбор напряжений определяется разработчиком. Такая топология позволяет уменьшить место на плате и стоимостью, упрощает управление последовательностью включения разных

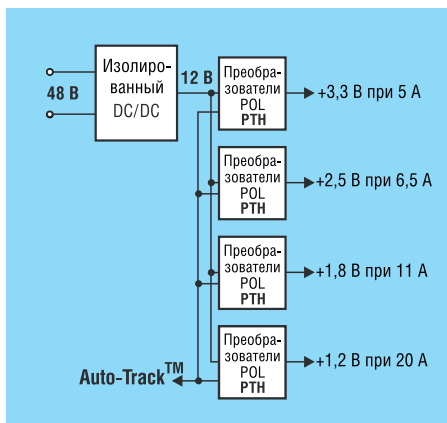


Рис. 2. Архитектура IBA с одной шиной питания

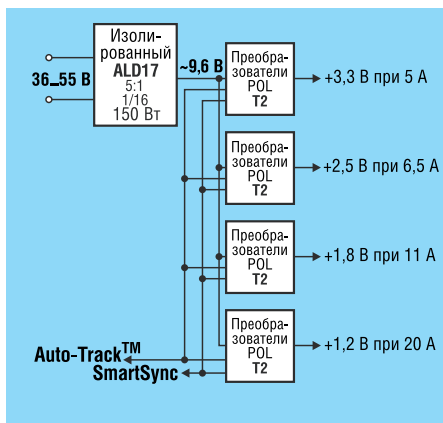


Рис. 3. Нерегулируемая IBA

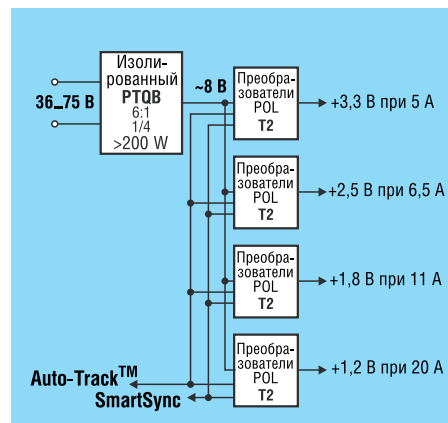


Рис. 4. Псевдорегулируемая IBA



Рис. 5. Сравнение архитектур.  
 (а) сравнение стоимости  
 (б) сравнение занимаемого на плате места  
 (в) сравнение КПД систем

напряжений благодаря наличию функции **Auto-Track™** в DC/DC-модулях TI. Единственным недостатком этой системы является снижение эффективности из-за

двойного преобразования, требуемого для каждого напряжения.

В данном примере преобразователь тока **ALD17 5:1** создает напряжение на выходе в 5 раз меньше, чем на входе. Такая технология позволяет спроектировать систему/плату мощностью в 150 Вт с размером 1/16 brick, при которой достигалась бы 96-процентная эффективность системы в первичном каскаде преобразования.

Появление на рынке силовых модулей, таких, как продукты **T2** производителя Texas Instruments, и использование ШИМ-модуляции при широком диапазоне входных напряжений от 4,5 до 14 В, дало возможность использовать нерегулируемое напряжение на основной шине питания. Максимальный диапазон входного напряжения преобразователя шины должен быть в пределах от 36 до 55 В, чтобы входное напряжение на вторичных POL-преобразователях не превышало 12 В. Максимальное напряжение в 12 В необходимо из-за того, что POL-преобразователи понижают напряжение до 1 В или ниже, при этом входное напряжение не может быть в 10-12 раз больше, чем выходное. Все больше производителей (ОЕМ) коммуникационного оборудования переходят к использованию систем с ограниченным диапазоном входных напряжений для значительного снижения себестоимости и габаритов схемы и повышения ее производительности.

Некоторые же из производителей коммуникационного оборудования являются приверженца-

ми использования традиционной топологии преобразования с более широким диапазоном входных напряжений – от 36 до 75 В, с входными импульсными помехами до 100 В. Чтобы удовлетворить требования всех потребителей, специалисты в области силовой электроники разработали псевдорегулируемую архитектуру IBA (см. рис. 4).

Главное отличие этой IBA от нерегулируемой IBA в том, что, если напряжение входного сигнала превышает 55...60 В, псевдорегулируемая IBA снижает выходное напряжение до 10 В. Недостатки этого метода в том, что изолированный источник питания должен быть больше по размеру, для того чтобы разместить схему регулирования, и производительность схемы снижается при повышении напряжении входного сигнала более чем на 55 В. Примером такой типологии приборов является продукт Texas Instruments серии **PTQB**, создающий вспомогательное линейное напряжение при максимальном моменте.

### Сравнение архитектур

Для более точного сравнения в каждом примере на рис. 2, 3 и 4 используются одинаковое напряжение и ток на выходе. Данные примеры основаны на теоретической базовой станции, используемой многофункциональные цифровые сигнальные процессоры (DSP) с соответствующими аналоговыми и цифровыми цепями. Напряжения на выходе составляют 3,3 В при 5 А, 2,5 В при 6,5 А, 1,8 В при 11 А, 1,2 В при 20 А.

1,8 В при 11 А, и 1,2 В при 20 А. Сравнение архитектур, описанных ранее, показано на рис. 5. Данные схемы показывают, что самая смелая мечта вполне осуществима. Псевдорегулируемая и нерегулируемая системы электропитания способствуют более высокой производительности схемы при меньших габаритах устройств и более низкой их себестоимости.

Наиболее значительное отличие в псевдо- и нерегулируемой ИВА по сравнению с ИВА второго поколения с фиксированным напряжением — более высокий КПД. Как показано на рис. 5, КПД регулятора мощности возрос почти на 7%. Это ведет к снижению тепловой нагрузки до 14 Вт для системы мощностью в 200 Вт.

В данных примерах были использованы силовые модули, так как они дают наивысшую плотность мощности и используются многими изготовителями телекоммуникационного оборудования. Для снижения себестоимости во всех системах могут быть использованы POL DC/DC-преобразователи на дискретных элементах, но их применение ведет к увеличению занимаемого на плате места практически в 2 раза.

**Электрические характеристики**

Оставшаяся задача для разработчиков — удовлетворение требованиям приложения с высокопроизводительными цифровыми сигнальными процессорами, повышающими электрическую мощность в центре каждой системы. Первостепенное значение в характеристиках такого оборудования имеют регулирование напряжения, реакция на изменение нагрузки и уровень производимых помех.

Регулировка напряжения и реакция на изменение нагрузки тесно связаны друг с другом. Для достижения высокого КПД с малой мощностью в меньших габаритах изготавливаются цифровые полупроводники с меньшими по размеру транзисторами, требующие постоянно уменьшающегося напряжения питания. Становятся стандартными требования к напряжению в сердечнике Sub-

1-V. Вместе с таким низким напряжением имеет место ужесточающийся допуск отклонения в узких пределах. Обычной практикой становится задавать допустимое отклонение напряжения 3%, что включает вариации во входном напряжении, нагрузке (малые отклонения по току в нагрузке), время, температуру и переходные токи. Таким образом, разработчику остается лишь свободных 30 мВ для размещения всего, что требует цифровая система. Около половины допусков (15 мВ) обычно расходуется параметрами линии постоянного тока, нагрузкой, временем и температурой. Оставшиеся 15 мВ можно использовать для регулирования внезапных изменений в нагрузке по току (от 1 до 3 тактовых циклов), из-за передачи цифровых данных от блока к блоку.

Такой малый запас допустимого отклонения заставляет разработчика систем электропитания минимизировать отклонения напряжения при этих переходных токах. Если напряжение на цифровом ядре превышает указанные лимиты допусков, цифровая схема может инициировать перегрузку или выдавать логические ошибки. Для предотвращения подобных ситуаций разработчикам следует обратить пристальное внимание на характеристику устойчивости к переходным процессам используемых модулей POL.

Цифровые нагрузки типа современных гигагерцовых сигнальных процессоров DSP требуют чрезвычайно быстрых переходных режимов с очень низким отклонением напряжения. Для этого к преобразователю DC/DC обычно добавляют много дополнительных выходных конденсаторов, чтобы продлить время задержки сигнала до появления сигнала обратной связи. Силовой модуль с этим дополнительным конденсаторами, удовлетворяющий требованиям системы по допускам напряжения переходных процессов, представляет комплексное решение по энергоснабжению системы.

Удельная мощность конденсаторов с каждым годом увеличивается. Но даже при большей

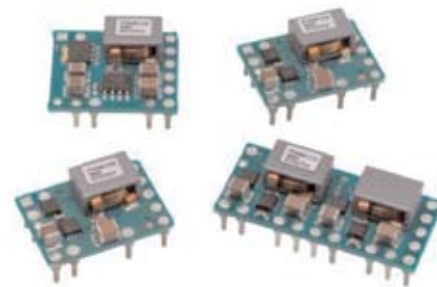


Рис. 6. Силовые модули серии T2 с функцией TurboTrans™

удельной мощности размеры дискретной системы могут более чем в два раза превышать размеры силового модуля. Таким образом, необходимо много дополнительного места на печатной плате, что нереально в современных малогабаритных системах. Более того, стоимость конденсаторов и материалов, из которых изготовлены источники питания, могут в два раза превышать стоимость готового силового модуля.


Инновации в технологии силовых модулей постоянного тока позволили системным разработчикам достигать быстрой реакции на переходные процессы и меньшего отклонения напряжения при меньшей емкости на выходе. Примером таких устройств являются модули нового поколения PTH компании Texas Instruments из серии T2, изготовленные в корпусах для монтажа в отверстия (рис. 6). Данные устройства используют новую запатентованную технологию, которая называется «TurboTrans™». Технология позволяет пользователю настроить модуль так, чтобы он отвечал специфическим требованиям импульсной нагрузки. Настройка осуществляется одним внешним резистором.

Функция «TurboTrans™» позволяет уменьшить емкость выходных конденсаторов в 8 раз, что экономит затраты на элементы и уменьшает площадь печатной платы. Технология выгодна еще тем, что использование конденсатора с ультранизким эквивалентным последовательным сопротивлением (ESR) повышает стабильность системы. Эти новейшие выходные конденсаторы Oscon, полимер-танталовые и керамические, имеют еще одно достоинство — они спо-

способны выдерживать высокие температуры и процесс высокотемпературной бессвинцовой пайки.

Еще одна характеристика изолированных и POL-модулей — это шум (помехи). Когда POL-модули запущены на разных частотах на одной общей входной шине, результирующие суммарные или разностные частоты могут создавать частоту биения, что может потребовать значительного усложнения фильтра ЭМИ. Как пример, если система имеет два POL-модуля работающих на частотах 300 и 301 кГц, то частота биения будет 1 кГц. Для этого могут понадобиться более сложные системные фильтры. Силовые модули серии T2 компании TI имеют функцию **SmartSync**, позволяющую разработчикам синхронизировать частоты нескольких модулей серии T2 и настроить их на специфическую частоту, тем самым способствуя снижению электромагнитных помех. Функция SmartSync может быть использо-

вана для установки частоты таким образом, чтобы свести к минимуму шум включения/выключения на определенной частоте передачи. «TurboTrans» и SmartSync — это стандартные функции силовых модулей серии T2, которые не добавляют стоимости к системам, описанным ранее.

Системы телекоммуникации, построенные на ультрасовременных силовых модулях, позволяют системным разработчикам сократить размеры систем, уменьшить рассеиваемую мощность, удовлетворять требования по электропитанию высокоэффективных цифровых схем и снизить стоимость энергии по сравнению с системами на архитектуре IBA с регулируемым напряжением. 

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



### Первые 32-разрядные контроллеры ZigBee

По утверждению компании **Jennic**, она первой среди разработчиков реализовала стек **ZigBee PRO** для своего однокристалльного 32-разрядного беспроводного контроллера **JN5139**. Решение предусматривает два варианта применения: в качестве самостоятельного встраиваемого процессора и в качестве сопроцессора. Предполагается, что это обеспечит проектировщикам дополнительную гибкость в выборе средств. Дополнительно сократить время проектирования можно за счет использования готовых радиочастотных модулей Jennic, имеющих сертификацию FCC и ETSI.

Работая как самостоятельный процессор, **JN5139** обеспечивает поддержку **ZigBee PRO** и выполнение пользовательского приложения. В качестве сопроцессора, JN5139 позволяет добавить функциональность ZigBee PRO в существующие проекты.

К особенностям JN5139, помимо поддержки ZigBee PRO, относится большой объем внутренней памяти и развитые средства управления питанием, позволяющие минимизировать энергопотребление. В конфигурацию микроконтроллера входит 192 кБ ROM для IEEE802.15.4 MAC и 96 кБ RAM для приложений. Кроме того, она включает интерфейсы UART, SPI и I<sup>2</sup>C, линии ввода-вывода общего назначения (GPIO), таймеры, 12-разрядный аналогово-цифровой и цифроаналоговый преобразователь, компараторы. Завершает картину встроенный 2,4 ГГц, соответствующий спецификации IEEE802.15.4 приемопередатчик, обеспечивающий дальность связи 30...50 м, и средство шифрования по алгоритму AES (128 бит). Примечательно, что совокупный потребляемый ток в спящем режиме не превышает 5 мкА. Поставки ознакомительных образцов должны начаться в июле, а поставки набора разработчика компания обещает начать в октябре.



## МОДУЛИ ПИТАНИЯ TurboTrans™

для питания нагрузок, чувствительных к переходным процессам

Наименование	U <sub>вх</sub> , В	U <sub>вых</sub> , В	I <sub>вых</sub> , А	Размеры, мм
PTH08T230Wxx	4.5-14	0.7-5.5	6	19x16x8
PTH08T240Wxx	4.5-14		10	22x16x9
PTH08T220Wxx	4.5-14		16	22x19x9
PTH05T210Wxx	4.5-5.5	0.7-3.6	30	35x16x9
PTH08T210Wxx	5.5-14		30	35x16x9
PTV08T250Wxx	8-14	0.8-5.5	50	59x24x10

#### ПРИМЕНЕНИЕ:

- Системы передачи данных
- Телекоммуникационные системы
- Беспроводные решения
- Сетевое оборудование
- Серверы
- Рабочие станции
- Системы хранения данных

 Образцы доступны со склада в Москве



**Компэл**  
www.compel.ru