

## Модульные DC/DC-преобразователи — основа более эффективных конструктивных решений

Концепция распределенной организации системы электропитания, в которой централизованные импульсные источники питания объединены с большим количеством локальных отдельно расположенных модулей, представленных в виде законченных DC/DC-преобразователей или стабилизаторов напряжения, позволяет разработчикам создавать более эффективные проекты. Используя модули источников напряжения постоянного тока в виде уже завершенных импульсных DC/DC-преобразователей или импульсных стабилизаторов для формирования напряжения питания, требуемого конкретной нагрузкой, можно значительно упростить структуру отдельных сборочных единиц. Сегодня такие готовые модули «со склада» (off-the-shelf) доступны практически для любого приложения, причем их цены заметно снизились, так что заказные и самостоятельно разработанные решения, как правило, больше не являются сколько-нибудь жизнеспособным и целесообразным вариантом для применения.

Авторский перевод:  
Владимир РЕНТЮК

Посетителям 27-й Международной выставки электронных систем, компонентов и применения электроники — Electronica-2016, проходящей в Мюнхене (Германия), еще раз напомнили, что наш мир постепенно становится все более «цифровым». Микроконтроллеры, программное обеспечение, сенсорные технологии и сетевые системы, в том числе уже знаменитый «Интернет вещей», устанавливают новые стандарты в отношении возможностей электронных систем. Единственная область, где аналоговые технологии еще не отодвинуты в сторону и от них пока не отказались, — сфера электропитания.

Импульсные блоки питания, принимая во внимание их непростую специфику, всегда были достоянием небольшого числа специализированных производителей. Однако, с другой стороны, разработка DC/DC-преобразователей, учитывая их применение для формирования низких номинальных рабочих напряжений, традиционно считалась частью процесса создания конечного продукта. Поэтому данные преобразователи обычно разрабатывались проектировщиками конечных продуктов самостоятельно, на основе дискретных компонентов. Проблема здесь усугубляется тем, что молодое поколение разработчиков больше не разбирается,

да и не хочет вникать в тонкости аналоговых технологий, а кроме того, не имеет ни специальных знаний в областях, связанных с использованием ферритовых сердечников, дросселей и транзисторов, ни понимания особенностей создания источников питания. Так что единственный правильный выход, который напрашивается в столь непростой ситуации, — отдать все эти ферриты, дроссели, транзисторы, словом, всю разработку источников питания, включая крошечные DC/DC-преобразователи, в руки соответствующих специалистов. Такой подход позволит сэкономить время при разработке прототипов конечных изделий и поможет оптимально распределить обязанности и интеллектуальные ресурсы в команде инженеров, предоставляя каждому возможность сосредоточиться на решении главных вопросов в проектировании законченных систем.

### Архитектура распределенной мощности

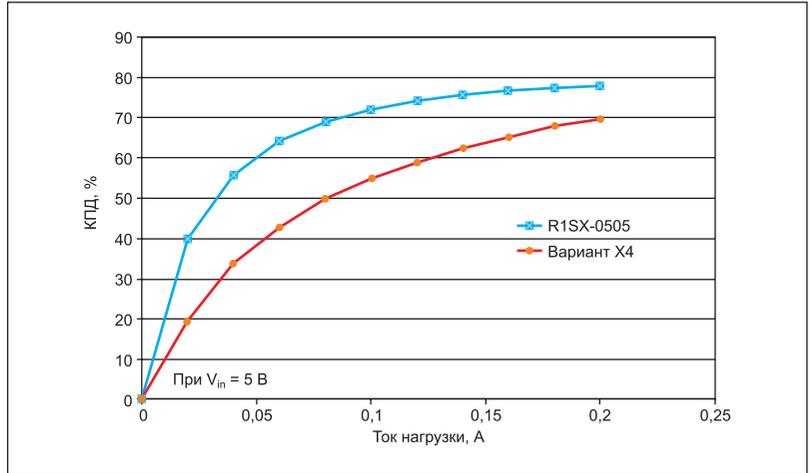
Поскольку ответственность за разработку конкретных сборочных единиц, как правило, делегируется соответствующим специалистам в рамках проектной группы, занятой созданием продукта, имеет смысл оставить для соответствующих специалистов и разработку решения в части источников питания. В рамках архитектуры распределенного питания (рис. 1) централизованный источник по-



Рис. 1. Распределенная архитектура организации питания, реализованная на базе компонентов компании Recom



**Рис. 2.** DC/DC-преобразователь R1SX мощностью 1 Вт, произведенный на полностью автоматизированной технологической линии, имеет КПД 78% при полной нагрузке



**Рис. 3.** Сравнительные тесты первых образцов нового модуля R1SX от компании RECOM (синяя кривая) с заказным DC/DC-преобразователем (красная кривая) показывают, что модуль R1SX является более эффективным, особенно в части такого важного для разработчиков параметра, как КПД

крывает потребности в электроэнергии всей системы, а локально требуемые напряжения постоянного тока могут генерироваться внутри конкретных сборочных единиц, обычно печатных плат, в непосредственной близости к нагрузке (технология PoL — Point of Load). Принимая такую архитектуру, отдельные команды разработчиков по-прежнему сосредоточены на текущих задачах проектирования и могут действовать более свободно. Здесь имеется еще одно преимущество — если по мере работы над проектом компонент в распределенной системе питания нуждается в модификации для генерации большей мощности или другого уровня рабочего напряжения, то необходимо адаптировать только преобразователь напряжения этого отдельного компонента системы. В таком случае централизованное питание и другие части системы, в том числе нередки и сама печатная плата, остаются без изменений.

В рассматриваемой архитектуре DC/DC-преобразователи содержат тороидальные или планарные трансформаторы, изолирующие в той или иной степени вход преобразователя от его выхода, так что благодаря его использованию каскады внутри общей сборки могут быть легко разделены. Подобный подход применяется для предотвращения образования паразитных контуров заземления и сводит к минимуму уровни шумов и помех по цепям питания, вызывающих проблемы, связанные с генерацией электромагнитных помех (ЭМП) и выполнением требований по общей электромагнитной совместимости (ЭМС). Кроме того, DC/DC-преобразователи могут использоваться и как средство для эффективной электрической изоляции каналов усилителя и поддержания интерфейсных портов или измерительных датчиков отдельно от других электронных компонентов непосредственно внутри конечного устройства. Это особенно важно при проектировании медицинского электронного оборудования, для кото-

рого соответствующие стандарты и регламентирующие документы, в том числе четвертая редакция международного UL/EN60601-1, предписывают наличие дополнительной изоляции, направленной на более полную защиту пациентов. В РФ действует стандарт ГОСТ Р МЭК 60601-1-2-2014 «Изделия медицинские электрические. Часть 1–2. Общие требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик. Параллельный стандарт. Электромагнитная совместимость. Требования и испытания», соответствующий третьей редакции стандарта IEC 60601-1-2:2007. Дополнительная информация по этому вопросу доступна в [8, 9].

### Почему модульная архитектура электропитания более эффективна?

Как известно, любой источник питания потребляет некоторую энергию, чтобы обеспечить свое должное функционирование. Это потребление, в общем-то, невелико, а значит, при высоких номинальных мощностях не особо заметно. Вот почему обычный 150-Вт блок питания имеет КПД около 90%, в то время как эффективность небольших изолированных источников питания номинальной мощностью 1 или 2 Вт едва достигает отметки 70%. Эффективность хорошего DC/DC-преобразователя составляет 85–92%, в зависимости от уровня мощности и топологии. Тем не менее импульсные стабилизаторы могут иметь КПД до 96,5%!

Словом, с точки зрения эффективности предпочтительно оснащать систему одним крупным централизованным источником питания и генерировать различные небольшие мощности постоянного тока локально через DC/DC-преобразователи и импульсные стабилизаторы.

Само собой разумеется, что уже полностью завершенные DC/DC-преобразователи, кото-

рые были опробованы и испытаны в тысячах вариантов применения, имеют более высокие рейтинги эффективности, чем созданные на заказ или самостоятельно спроектированные устройства, зачастую разработанные и производимые в спешке из-за предельно сжатых сроков выполнения проекта в целом. Тесты, в которых новый 1-Вт преобразователь R1SX-0505 [4] (рис. 2), размером не больше ногтя, сравнивался с заказным преобразователем эквивалентной номинальной мощности, выявили значительные различия в части КПД. При полной нагрузке заказной преобразователь достигает 70%, что является довольно-таки неплохим показателем. Однако при половинной нагрузке, как можно видеть на рис. 3, его КПД падает до 55%, что на 17% хуже, чем у фирменного модуля R1SX. Потери мощности в специализированном устройстве (условно назовем его «Вариант X4») составляли 409 мВт и, таким образом, более чем вдвое превышали потери мощности модуля R1SX, равные лишь 195 мВт на полной выходной мощности. В этом случае переход на «готовый» модуль позволит не только экономить энергию, но и уменьшить нагрузку в виде непроизводительных потерь мощности на печатную плату.

### Оценка эффективности

Говоря об эффективности, инженеры часто имеют в виду не только такой параметр, как КПД. Поскольку схемотехнические решения модулей становятся все более сложными, важным преимуществом нередко становится небольшая площадь размещения модуля на печатной плате. Таким образом, сегодня определяющим фактором эффективности считается удельная плотность мощности. Модульные преобразователи обычно могут быть упакованы намного более плотно и, следовательно, являются более компактными, чем устройства, выпол-

ненные на основе дискретных компонентов. То есть уже готовые модули изолированных DC/DC-преобразователей и импульсных стабилизаторов напряжения, что называется «со склада», обычно занимают только половину места на печатной плате по сравнению с дискретными аналогами. Это существенное преимущество, ведь пространство на печатных платах крайне дефицитно. Тут лишнего просто не бывает.

Опыт показывает, что вопросы, связанные с решениями в части питания, обычно остаются открытыми до самого конца проекта. Выбирая модульную конструкцию с распределенной архитектурой питания, данную задачу можно решить на гораздо более ранней стадии, в момент определения основного централизованного источника питания. Еще больше времени и денег можно сэкономить, если использовать полностью собранные и уже сертифицированные преобразователи, так как они делают более вероятным то, что с первой же попытки конечный продукт пройдет сложные испытания для подтверждения выполнения требований по EMC и саму процедуру сертификации. Чтобы помочь клиентам добиться этого, в настоящее время компания RECOM предлагает специальную услугу предварительного тестирования их прототипов в собственной лаборатории на предмет соответствия требованиям в части EMC, кстати, по очень конкурентоспособной цене.

Учитывая вышесказанное, очевидно, что децентрализованная, распределенная архитектура питания, как правило, является самым лучшим решением. Ну а как же насчет расходов? Насколько модульные DC/DC-преобразователи и готовые импульсные стабилизаторы напряжения дороже дискретных и самодельных? При сравнении издержек производства устройств, выполненных самостоятельно, и цен на приобретенные модули надо отметить, что преобразователи с дискретным решением обычно дешевле. Иная картина возникает, когда принимаются во внимание все затраты на разработку, тестирование и сертификацию. В необычном сценарии, при котором внутренний модуль выходит из строя в результате испытания на требования по EMC или не одобрен и не сертифицирован при первом представлении, начальная экономия затрат может быстро раствориться в воздухе. Финансовые убытки будут еще выше, если эта корректировка или переработка приводит к задержке выхода на рынок, в то время как конкуренты забирают свои доли рынка. Поэтому руководителям проектов рекомендуется тщательно оценивать, хотят ли они взять на себя риск, связанный с собственной разработкой элементов системы питания.

И последнее, но не менее важное, — рациональное управление ресурсами требует, чтобы количество компонентов и поставщиков было сведено к минимуму, что, конечно, всегда происходит в случае приобретения модулей. В конце концов, такие детали, как

тороидальные трансформаторы, ферритовые сердечники, дроссели, катушки индуктивности и транзисторы, являются узкоспециализированными компонентами, которые не так легко найти в перечнях деталей, уже имеющихся на складе компании.

## Продукция компании Recom

Сегодня из широкого спектра стандартных источников питания, DC/DC-преобразователей и импульсных стабилизаторов напряжения разработчики могут выбирать подходящий для их проектов вариант решения. Тем не менее компания RECOM предлагает ряд устройств, выгодно отличающихся от конкурентов, поскольку они поставляются с расширенными функциями и уникальными свойствами.

Например, новый импульсный источник питания RAC150-G [1] характеризуется плотностью мощности, которая просто предельна на физическом уровне. Имея габариты 4×2 дюйма, он доступен в виде открытого варианта исполнения или в металлическом корпусе. При внешнем охлаждении он обеспечивает мощность 150 Вт в диапазоне температур -20...+70 °C. Модуль предлагается с выходным напряжением 12, 24 или 48 В.

Если говорить о DC/DC-преобразователях, то компания RECOM буквально поразила представителей индустрии на выставке Electronica-2016, представив серию REM1 [2] изолированных нестабилизированных DC/DC-преобразователей, предназначенных для использования в электронике медицинского сектора рынка. Эти модули будут доступны в корпусе SIP7 с усиленной изоляцией до 4,2 кВ/мин и с рейтингом защиты пациента 2 MOPP/250 В напряжения переменного тока (MOPP согласно UL/EN60601-1 и ГОСТ Р МЭК 60601-1-2-2014 понимается как единица «средства защиты пациента»).

Преобразователи серии RxxP22005D [3] были специально разработаны для питания драйверов SiC MOSFET (МОП-транзисторов, выполненных на базе карбида кремния). Они поставляются с электрической прочностью изоляции до 6,4 кВ напряжения постоянного тока и обеспечивают выходные напряжения +20 и -5 В, которые необходимы для быстрого и безопасного переключения приборов технологии SiC MOSFET.

Описанные выше преобразователи R1SX мощностью 1 Вт [4] вскоре получат своего более мощного собрата, а именно серию RTC2 [5]. Этот модуль со стабилизацией напряжения в открытом исполнении представляет собой преобразователь мощностью 2 Вт и доступен с входным напряжением 4,5–9 В или 18–36 В, а также с фиксированным выходным напряжением 5 В.

Новый модуль R420-1.8/PL [6] представляет собой весьма специфическое устройство, которое для обеспечения выходных напряжений в диапазоне 1,8–5 В забирает неиспользуемый

ток (не более 3,5 мА) из стандартизованной токовой петли 4–20 мА. Этот уникальный модуль поддерживает питание микроконтроллеров, модемов цифрового промышленного протокола передачи данных HART (англ. Highway Addressable Remote Transducer Protocol) и интеллектуальных датчиков непосредственно от напряжения токовой петли.

Доступны также интересные дополнения к популярному ассортименту импульсных стабилизаторов напряжения компании. Новая серия R-78B [7] от Recom обеспечивает выходное напряжение 3,3, 5, 12 и 15 В и токи нагрузки до 2 А, то есть мощность модуля до 30 Вт, и это в корпусах SIP3! Благодаря высокому КПД, который достигает 96,5%, здесь практически нет потерь в виде теплового излучения, а следовательно, нет и необходимости в организации охлаждения, обычно требуемого от отвода излишнего тепла от таких преобразователей.

Все вышеуказанные продукты поставляются с 3-летней гарантией, и большинство из них уже соответствует новой редакции стандарта UL/EN62368-1, которая вступает в силу летом 2019 года (в РФ действует предыдущая редакция этого стандарта в виде ГОСТ IEC 62368-1-2014 «Аудио-, видеопаратура, оборудование информационных технологий и техники связи. Часть 1. Требования безопасности»). Используя распределенную архитектуру организации питания на базе высокотехнологичных продуктов, вы не просто сэкономите средства и выиграете время — вы опередите его.

## Литература

1. RAC150-G Series // Recom. 2017. № 3. [www.recom-power.com/pdf/Powerline-AC-DC/RAC150-G.pdf](http://www.recom-power.com/pdf/Powerline-AC-DC/RAC150-G.pdf)
2. REM10 Series // Recom. 2016. № 6. [www.recom-power.com/pdf/Medline-DC-DC/REM10-S\\_D\\_W.pdf](http://www.recom-power.com/pdf/Medline-DC-DC/REM10-S_D_W.pdf)
3. RxxP22005D Series // Recom. 2016. № 1. [www.recom-power.com/pdf/Econoline/RxxP22005D.pdf](http://www.recom-power.com/pdf/Econoline/RxxP22005D.pdf)
4. R1SX Series // Recom. 2017. № 1. [www.recom-power.com/pdf/Econoline/R1SX.pdf](http://www.recom-power.com/pdf/Econoline/R1SX.pdf)
5. RTC2 Series // Recom. 2017. № 2. [www.recom-power.com/pdf/Econoline/RTC2-RW.pdf](http://www.recom-power.com/pdf/Econoline/RTC2-RW.pdf)
6. R420-1.8/PL Series // Recom. 2017. № 1. [www.recom-power.com/pdf/Innoline/R420-xx\\_PL.pdf](http://www.recom-power.com/pdf/Innoline/R420-xx_PL.pdf)
7. R-78B-2.0 Series // Recom. 2017. № 1. [www.recom-power.com/pdf/Innoline/R-78Bxx-2.0.pdf](http://www.recom-power.com/pdf/Innoline/R-78Bxx-2.0.pdf)
8. Ле Февр П., Рентюк В. Электропитание и проблемы электромагнитной совместимости оборудования при работе в медицинских средах // Компоненты и технологии. 2016. № 5.
9. Бейлис А.-М. Безопасное использование DC/DC-преобразователей: требования третьей редакции стандарта IEC 60601-1 // Компоненты и технологии. 2015. № 11.