

# Готовые модули DC/DC-преобразователей — замена дискретным решениям

Пол ЛИ (Paul LEE)  
Перевод: Владимир РЕНТЮК

**Дилемма «сделать или купить» по отношению к DC/DC-преобразователям всегда имела непростое решение со многими определяющими факторами. Однако в настоящее время большинство приложений для преобразователей малой мощности может быть успешно реализовано с новыми поколениями недорогих модулей этой группы.**

Давайте представим, что ваш проект по разработке нового изделия требует применения процессора. Вы что, действительно начнете его (процессор) проектировать, а затем выделите место на печатной плате для двух миллиардов транзисторов? Или, может, вам в голову придет мысль приобрести резистор с допустимой рассеиваемой мощностью 100 мВт в корпусе SOIC-8? Конечно, нет. Это утрированные примеры, но они иллюстрируют крайности, когда решение о покупке готового модуля или изготовлении устройства вполне очевидно. Тем не менее в отношении DC/DC-преобразователей принять подобное решение зачастую весьма непросто, поскольку всегда приходится учитывать такие разноплановые требования, как габаритные размеры, рассеиваемая мощность, регламенты по устойчивости изоляции к электрическому пробую, электромагнитная совместимость (EMC) и собственно электрические характеристики, в том числе КПД.

Аргумент в пользу покупки легче воспринимается, если преобразователь обладает высоким уровнем мощности. Современные требования к преобразователям для приложений с распределенными шинами питания могут предусматривать обеспечение выходной мощности 600 Вт. Такой преобразователь в стандартной конфигурации формата 1/4 brick обычно выполнен на печатной плате из 14 слоев с использованием толстых медных проводников. Безусловно, подобный вариант очень трудно реализовать дискретно на материнской плате при сохранении тех же характеристик. Для более низких мощностей, в частности 1 Вт, существует весьма обширный рынок простых изолированных преобразователей, которые, как правило, используются для питания изолированных интерфейсов или обеспечивают локальные напряжения малой мощности для местного питания аналоговых схем — например, формирование -5 В для питания операционных усилителей.

Обратите внимание на рис. 1. В настоящее время такие преобразователи могут быть куплены в корпусе для поверхностного монтажа или в варианте для монтажа в отверстия печатной платы. Если приобретать устройство у производителей с хорошей репутацией, оптовая цена изделий составит около \$2. Впрочем, среди пользователей бытует мнение, что, применяя базовые теоретические знания и справочные материалы типа “Application Note”, можно самостоятельно разработать собственный преобразователь с более низкой общей стоимостью.

Конечно, сравнение по стоимости должно осуществляться не только между готовым модулем и ценой полной спецификации аналогичной дискретной конструкции. Если взять как пример одноаттный изолированный преобразователь, который может быть реализован с использованием десяти дискретных компонентов, то, кроме затрат на спецификацию, следует предусмотреть и другие расходы. В частности, прямые затраты будут включать издержки на сборку и последующую проверку изготовленного преобразователя из десяти компонентов (против одного готового модуля). Кроме того, следует учесть расходы на эти десять компонентов, которые обычно приходится приобретать у пяти разных производителей, в том числе предусмотреть закупку специальных магнетиков и затраты на обработку заказа, проверку, хранение, сборку. И все это, повторимся, в сравнении с одним модулем с возможными восемью различными типами компонентов, включая и специальные магнетики.

В общие затраты должны быть внесены и расходы на проверку работоспособности и качество изоляции (устойчивость к напряжению пробоя, сопротивление, токи утечки). Затем нужно будет рассмотреть и косвенные дополнительные издержки — на выделение необходимой для этого области общей печатной платы (дискретная конструкция

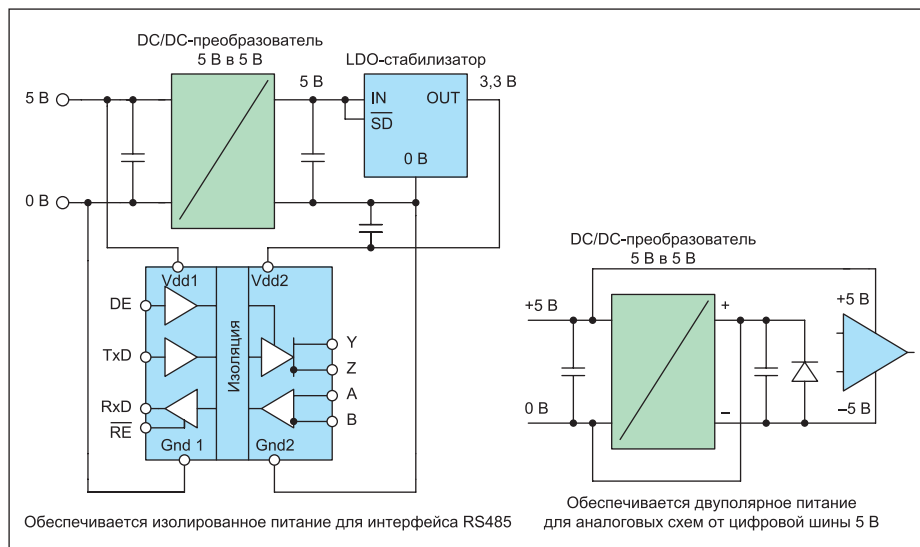


Рис. 1. Типичный пример применения изолированных DC/DC-преобразователей малой мощности

вряд ли будет меньшей). В конечной себестоимости необходимо учесть, что модуль для поверхностного монтажа со встроенным трансформатором имеет низкий профиль, а его конструкция отвечает всем специфическим требованиям к силовым компонентам — назначению продукта и нагреву. Есть еще ряд косвенных расходов, таких как затраты на разводку и разработку общей конструкции печатной платы для устранения ее нагрева, на проектирование, сертификацию и постоянный контроль имеющихся денежных средств, если бюджет на закупку комплектующих был утвержден и зафиксирован. Это связано с постоянным мониторингом цен нескольких поставщиков, контролем качества получаемых элементов и управленческими затратами.

Если трансформатор и другие компоненты из магнетиков также разработаны и изготовлены «дома», то все приведенные выше соображения будут относиться и к ним. Кроме того, необходимо будет учитывать и провода, причем несколько типов и сортов, изоляцию, элементы крепежа и сами сердечники. В приведенном выше примере трансформатор, как правило, имеет минимум шесть обмоток с проводом диаметром до 0,07 мм на сердечнике диаметром 4 мм, что требует специального персонала и оборудования для его намотки. Конечно, если имеется возможность, то такой трансформатор можно и купить, но его цена часто соизмерима с ценой готового DC/DC-модуля.

Несмотря на то, что может быть, и в связи с минимальным количеством входящих компонентов, разработка электрической схемы и конструкции трансформаторов не является чем-то тривиальным. Пример, приведенный в виде одноаттного преобразователя, — это автоколебательная двухтактная схема, которая основана на тщательном подборе транзисторного коэффициента усиления и величины смещения. И все это наряду с точно рассчитанным циклическим насыщением ферритового сердечника трансформатора, которое должно вписываться в пределы, заданные его спецификацией. Чтобы быть работоспособным, завершённый проект должен иметь высокий коэффициент полезного действия (КПД), обладать низким уровнем собственных шумов как по входам, так и по выходам, сохраняя при этом надежную изоляцию, точный уровень выходного напряжения во всем диапазоне токов нагрузки, а кроме того, обеспечивать защиту от перегрузки. Как видим, задача достаточно сложная, чтобы должным образом решить ее всего с десятью дискретными компонентами!

Следует оценивать и затраты времени, необходимого, чтобы разработать даже самый простой преобразователь. Для реализации этого процесса может понадобиться много недель на проектирование, создание документации, испытания на соответствие всем рабочим характеристикам и регламен-

там по защите окружающей среды. А если преобразователь предназначен еще и для формирования какого-либо защитного барьера, то затраты для достижения заданных требований измеряются уже в тысячах долларов, а время внедрения растягивается на месяцы плюс сопутствующие расходы для проведения проверок и повторяющихся сертификационных испытаний.

Все эти прямые расходы, как и связанные с ними затраты времени и денег, необходимо сравнивать с простотой приобретения уже проверенного и надежного модуля при сохранении заданной стоимости. Это позволит вам экономить затраты на «альтернативные издержки» и сэкономит ваше время. Экономленные время и средства ваша компания может с большим успехом использовать в других сферах деятельности, например ускорить время выхода изделия на рынок и начать более ранние продажи конечного продукта.

Конечно, не исключено, что для вашей компании целесообразно изготовить определенную партию собственных преобразователей, выполнив своими силами разработку и списав затраты на ее реализацию. Однако новые конструкции преобразователя в виде одноаттного модуля могут поставить вас перед выбором: делать или покупать.

При значительно более низких затратах и преимуществах в техническом плане, в настоящее время разница между «делать» или «купить» может составить лишь несколько центов, хотя вполне вероятно, что дальнейшее развитие в этом направлении покажет выгоду в пять раз или даже более.

Для того чтобы сопоставить некоторые цифры, возьмем для примера восемь человеко-недель — это общее время, необходимое для реализации проекта по разработке дискретного преобразователя. Оно будет включать деятельность инженера-разработчика,

вспомогательного технического персонала, конструкторского бюро, занятого созданием документации, инженера-технолога, инженера по комплектующим, инженера-испытателя, инженера по вопросам электромагнитной совместимости и персонала управления. Но, вероятно, данный перечень учитывает далеко не все, что надо для осуществления проекта. Если средняя стоимость рабочего часа этих сотрудников составляет \$50, то лишь разовые затраты на проект достигнут примерно \$15 500.

Добавьте материалы, нужные для моделирования и создания прототипа, инструменты, издержки на услуги сторонних организаций, одноразовые расходы, и эта цифра может легко дойти до \$20 000. Если прямые затраты при разработке дискретного преобразователя составляют \$1 на одно изделие, включая весь перечень элементов и материалов, компоновку, подбор компонентов, сборку, испытания и постоянную техническую поддержку конструкции, то эффективность решения по отношению к приобретению преобразователя по цене \$2 окупит расходы на проектирование только после выпуска примерно 20 000 преобразователей. Если бы мы купили преобразователь за \$1,3, то количество единиц продукции, обеспечивающее окупаемость разработки, приблизилось бы к 70 000. Однако дальнейшее уменьшение стоимости готового модуля всего на 15 центов снова удваивает количество необходимых для достижения окупаемости преобразователей, выполненных вами на дискретных компонентах. И учтите, это все без учета стоимости альтернативных издержек, то есть без учета возможности более быстрого выхода на рынок и без таких преимуществ (которые предоставляет вам модуль благодаря гарантийным обязательствам его поставщика), как «установил и забыл». Подробнее смотрите рис. 2.

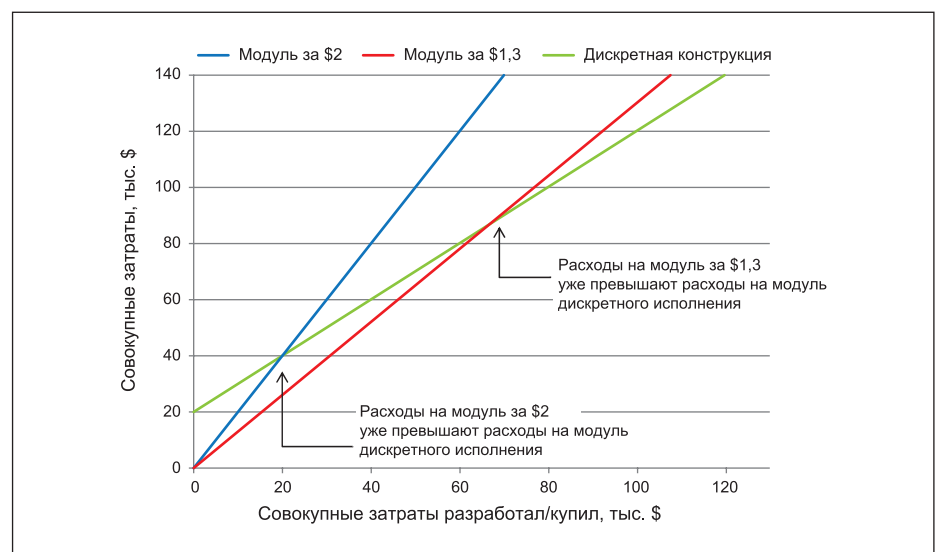


Рис. 2. Пример точек пересечения, или «перекрестка», в принятии решения «сделать или купить» для DC/DC-преобразователей

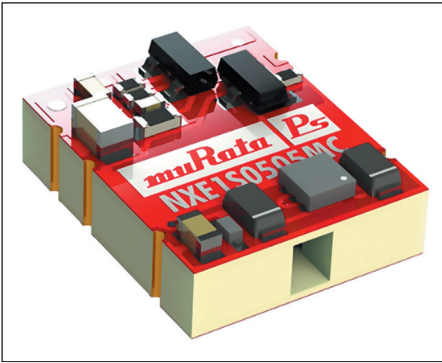


Рис. 3. Одноваттный DC/DC-преобразователь серии NXE компании Murata Power Solutions

Самые новые преобразователи, представленные на рынке, по сравнению с изделиями предыдущих поколений имеют не только низкую стоимость, но и значительно улучшенные технические характеристики. В частности, преобразователи серии NXE компании Murata Power Solutions обладают дополнительным преимуществом благодаря запатентованному встроенным в них магнетикам, предоставляющим полностью повторяемые идентичные характеристики и более низкий профиль, чем обычные дискретные элементы или изделия конкурентов. Устройства серии NXE в фирменных контролепригодных корпусах LGA (англ. iLGA — Inspectable Land Grid Array), которые также

совместимы по выводам с одноваттными преобразователями индустриального стандарта, весьма удобны для прямой замены на печатных платах существующих модулей DC/DC-преобразователей при модернизации изделий и получении дополнительных преимуществ (рис. 3).

Возможно, что и при низких мощностях решить проблему «сделать или купить» теперь станет немного легче, и все ближе тот день, когда разработчикам конечного изделия больше не придется разрабатывать дискретные DC/DC-преобразователи аналогично тому, как они уже не занимаются созданием логических элементов или операционных усилителей. ■