

КАК СДЕЛАТЬ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ САМЫМИ ЭФФЕКТИВНЫМИ

СТИВ РОБЕРТС (Steve Roberts), менеджер по инновациям, Recom
АКСЕЛЬ СТАНГЛ (AXEL STANGL), менеджер по сбыту продукции, Rutronik

Правильный выбор DC/DC-преобразователя является залогом долгой и стабильной работы конечного изделия. Современная электроника развивается стремительными шагами, растет качество компонентов, приходят новые технологии. Меняются технологии производства и элементов питания. Источники питания становятся более долговечными, могут дольше работать при повышенных температурах. Производитель Recom всегда отличался высоким качеством продукции при доступных ценах. Преобразователи Recom широко применяются в железнодорожном транспорте, электротранспорте и в промышленности. В статье подробно рассматриваются современные тенденции развития в области DC/DC-преобразователей.

МОДУЛЬНЫЕ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ МОЩНОСТИ

Небольшие изолированные DC/DC-преобразователи применялись многие десятилетия, в высокой мере отвечая требованиям нагрузки к напряжению шины питания и обеспечивая при этом дополнительные меньшие уровни напряжения для питания аналогового интерфейса, безопасной гальванической изоляции или для разрыва земляных контуров для особо чувствительных участков схемы. Наиболее распространены были модули в корпусах SIP с однорядно расположенными выводами для монтажа в отверстия. Выходная мощность первых нестабилизированных преобразователей в компактных корпусах SIP-7 составляла около 1 Вт, чего было вполне достаточно в то время для многих перечисленных приложений. К настоящему времени плотность мощности нестабилизированных преобразователей в еще более компактных корпусах SIP-4 достигла 3 Вт (см. рис. 1).

Вскоре появились полностью стабилизированные компоненты, в которых поначалу применялась обратноточковая топология с самовозбуждением, обеспечившая минимальное число компонентов. Самые новые модели с фиксированной частотой, как правило, выполнены на основе ИС, благодаря чему достигается оптимальный КПД в широком диапазоне нагрузок, высокая плотность мощности, а широкий диапазон изменения входного напряжения составляет 4:1. Кроме того, обеспечивается тонкая регулировка выходного

напряжения и контроль над включением и выключением. Поначалу эталонными считались преобразователи мощностью 2 Вт в корпусах DIP-24, но вскоре появились модели в корпусах SIP-7 и SIP-8 мощностью 2, 3 и 6 Вт. К настоящему времени эталонным считается мощность величиной 12 Вт (см. рис. 1).

По мере повышения уровня мощности модули стали все чаще использоваться для питания целых подсистем и даже законченных изделий, а не в качестве вспомогательных источников питания. Соответственно, увеличилась значимость не только силового каскада, но и способность преобразователя создать гальваническое разделение питаемых цепей. Поскольку длина пути утечки и воздушные зазоры между

входными и выходными выводами корпусов SIP-7 и SIP-8 достаточно велики, предпочтение было отдано решению увеличивать мощность преобразователей в этих корпусах, а не сокращать размеры модулей при той же величине мощности.

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОТНОСТИ МОЩНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Некоторые из производителей, выпускавших DC/DC-модули в корпусах SIP-8, заявляли о возможности работы изделий на полную номинальную мощность 9 Вт, умалчивая, что это достигалось, только если температура корпуса поддерживалась на низком уровне. Такая возможность была доступной при невы-

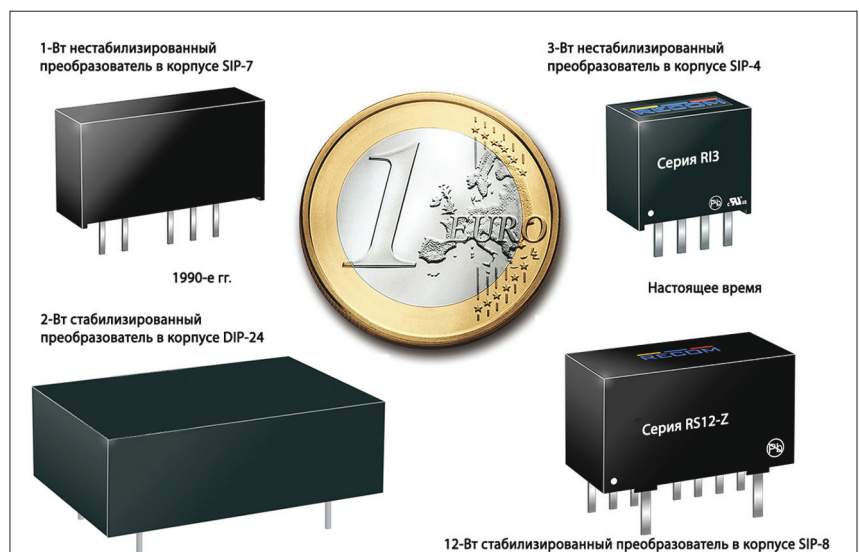


Рис. 1. К настоящему времени выросла плотность мощности нестабилизированных и стабилизированных DC/DC-преобразователей

соком коэффициенте заполнения или благодаря эффективному воздушному охлаждению; при этом полезная мощность становилась существенно меньше. Например, полезная мощность 6-Вт компонентов от компании Resom при температуре окружающей среды 75°C и конвекционном охлаждении выше, чем у 9-Вт компонентов конкурирующей компании.

Такие случаи, когда на практике полезная мощность компонентов с меньшей номинальной мощностью выше, чем у компонентов большей номинальной мощности, свидетельствуют о том, что возможности существующей топологии достигли своего предела. И хотя плотность мощности можно повышать за счет использования более дорогих компонентов, для перехода на новый уровень мощности следует в корне изменить конструкцию преобразователей. Например, можно отказаться от неэффективной конструкции моточного трансформатора и воспользоваться полностью планарным изделием. Такое решение реализовано в новой серии DC/DC-преобразователей RS12-Z от компании Resom [1].

Техническая реализация планарных трансформаторов, которые используют дорожки многослойной печатной платы в качестве обмоток, является достаточно сложным делом из-за слепых и скрытых переходных отверстий. Кроме того, для обеспечения надежной гальванической развязки (3 кВ DC в случае преобразователя RS12-Z) требуется очень тщательное проектирование многослойной печатной платы. Поскольку, наконец, для каждой комбинации выводов с входным/выходным напряжением необходима другая топология печатной платы с иным отношением витков, процесс производства усложняется.

Как бы то ни было, изготовление планарных трансформаторов не является трудоемким во всем процессе сборки. Их рабочие характеристики очень хорошо воспроизводятся по сравнению с традиционными моточными трансформаторами. Таким образом, улучшается не только эффективность – тепловой режим обеспечивает эксплуатацию при полной выходной мощности величиной 12 Вт и температуре окружающей среды 75°C в диапазоне изменения входного напряжения 4:1. Тепло, генерируемое в этом преобразователе, эффективно передается в металлический корпус при малом тепловом сопротивлении. Покрытые оловом выводы корпуса увеличивают теплоотвод от печатной платы.

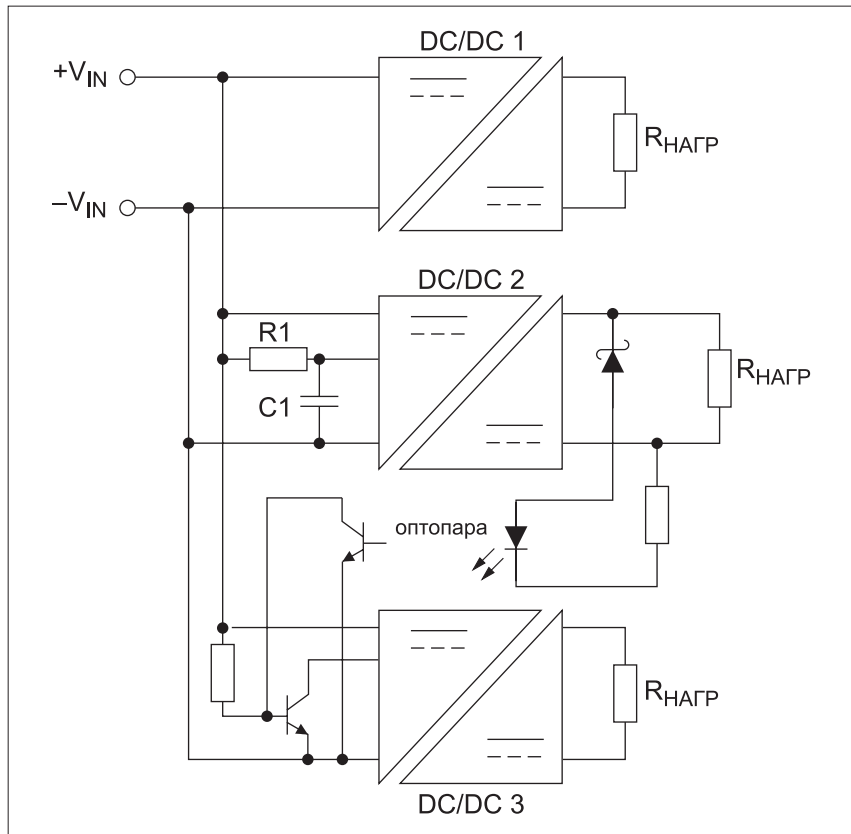


Рис. 2. Пример работы схемы последовательной подачи напряжения на DC/DC-преобразователи

БОЛЕЕ ВЫСОКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ ПОСЛЕДНИХ РАЗРАБОТОК

Еще одним преимуществом использования современных преобразователей на базе ИС является повышение функционала, что позволяет решить некоторые серьезные проблемы. Например, как основная подсистема или источник питания изделия преобразователь должен работать стабильно при снижении входного напряжения,

поступающего, как правило, с разряжающейся батареи. Стабилизированные импульсные преобразователи преобразуют постоянную входную мощность для питания постоянной нагрузки. При снижении входного напряжения ток возрастает. Если преобразователь продолжает работать при напряжении ниже минимального номинального входного напряжения, большой ток может повредить устройство. Чтобы этого не произошло, применяется блокировка питания

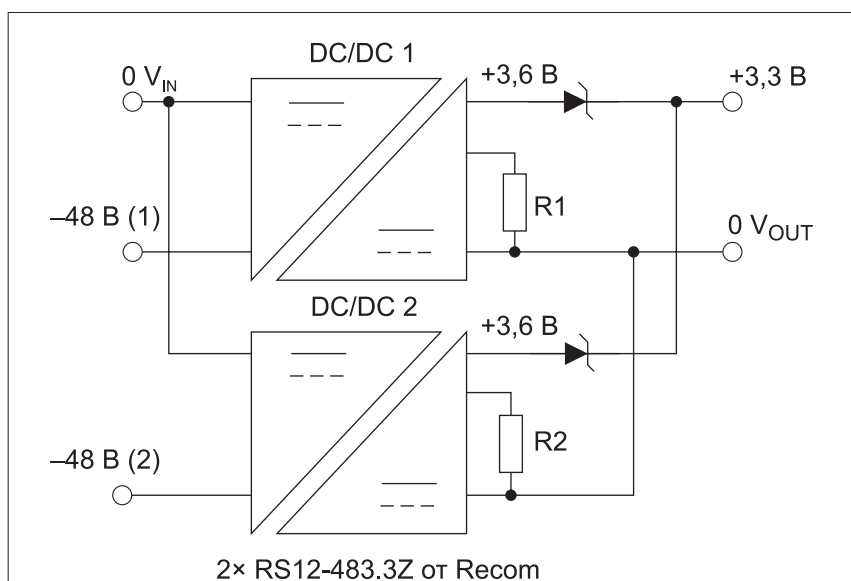


Рис. 3. Выходы DC/DC-преобразователей регулируются так, чтобы компенсировать снижение напряжения на диодах в схеме с резервированием

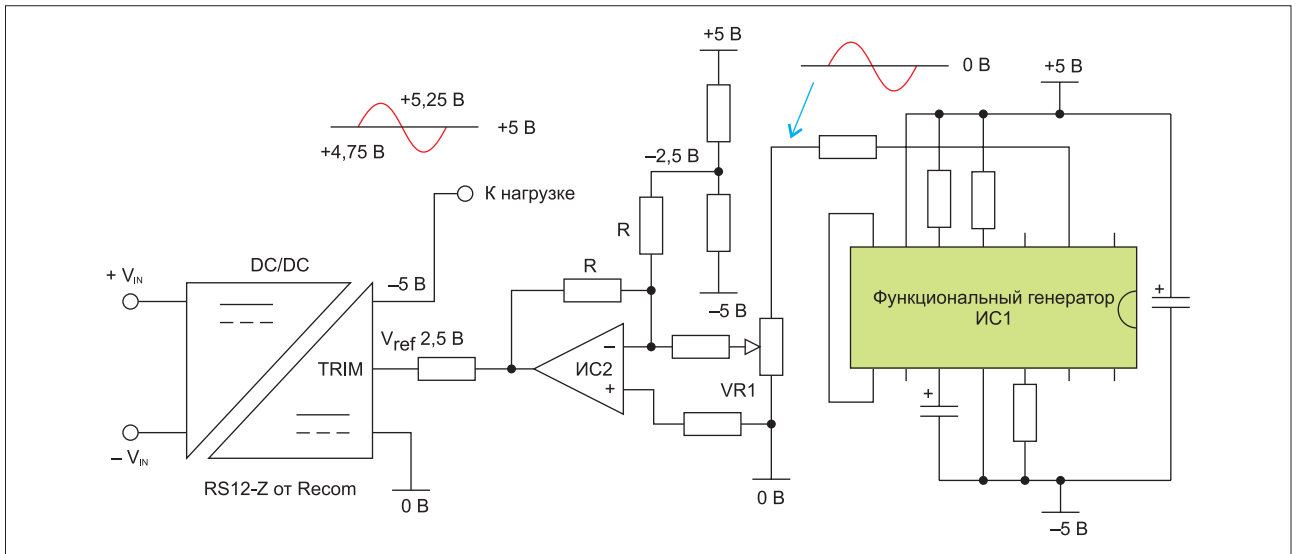


Рис. 4. Вывод тонкой регулировки для циклического изменения напряжения на шине

при пониженном напряжении – защитная функция, которой оснащены многие управляющие ИС. Эта функция также отключает подачу выходного напряжения при провалах входного напряжения, когда его величина становится ниже заданного порогового значения.

Преобразователь RS12-Z также оснащен «управляющим» выводом, или функцией включения/выключения, которая используется для перехода устройства в спящий режим с минимальным энергопотреблением. Благодаря ей можно увеличить срок службы батареи, с которой подается входное напряжение питания. Эта функция также применяется для задержки или формирования последовательности подачи выходного напряжения преобразователя при использовании нескольких шин питания. Управление может осуществляться целиком на первичной стороне или с помощью изолированных выводов через оптопары. На рисунке 2 приведен пример расположения преобразователей, в котором DC/DC-преобразователь 2 запускается вслед за тем, как на преобразователь 1 подается питание после определенной задержки, заданной отношением $R1/C1$, а DC/DC-преобразователь 3 включается, только если выходное напряжение 2-го преобразователя находится в допустимых пределах.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВЫВОДЫ ДЛЯ ТОНКОЙ РЕГУЛИРОВКИ

Для настройки выходов DC/DC-преобразователей используется тонкая регулировка, позволяющая компенсировать снижение внешнего напряжения. В типовой схеме резервирования используются параллельно установ-

ленные преобразователи, а выходные последовательные диоды Шоттки предотвращают влияние одного отказавшего DC/DC-преобразователя на другой (см. рис. 3). В рассматриваемом случае каждое выходное напряжение можно отрегулировать в пределах 0,3 В с помощью резисторов R1 и R2 так, чтобы напряжение питания составило требуемую номинальную величину 3,3 В. Поскольку в спецификациях указана, как правило, максимальная номинальная выходная мощность преобразователей, при тонкой регулировке выходов необходимо уменьшить выходной ток.

Вывод для тонкой регулировки, как правило, управляется внешним

напряжением для обеспечения других функций. Например, при производстве автоматического испытательного оборудования требуется шина питания, которая циклически изменяет напряжение между допустимыми значениями для испытания отказоустойчивости системы при изменении напряжения питания. Схема на рисунке 4, которая позволяет реализовать функцию увеличения допустимых значений, состоит из генератора гармонических колебаний ИС1, который соединяется с выводом тонкой регулировки DC/DC-преобразователя RS12-Z от Recom при заданном смещении по постоянному току для соответствия номинальному напряжению на этом

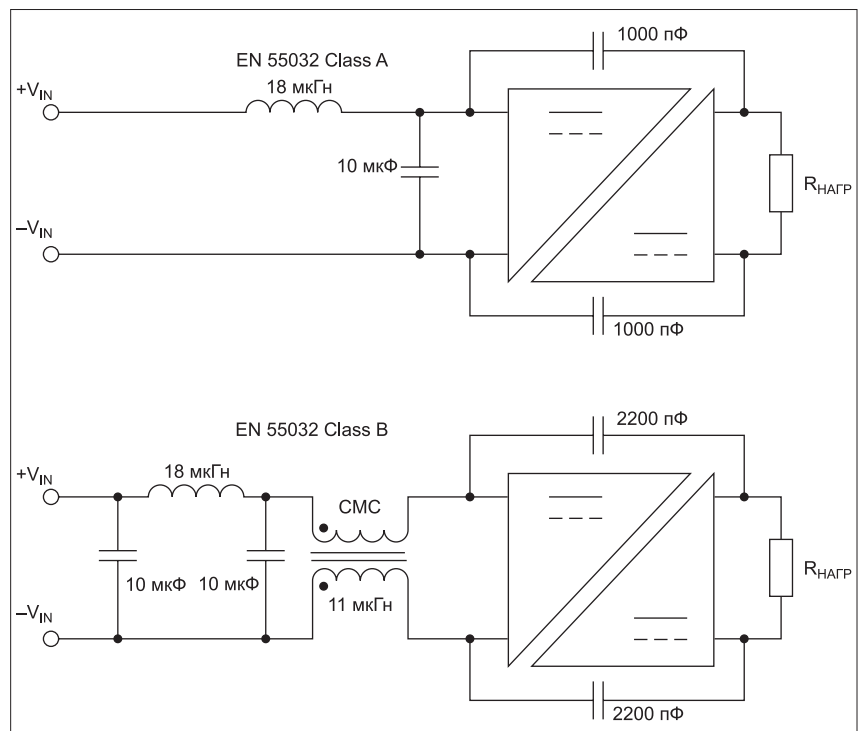


Рис. 5. Типовые ЭМП-фильтры DC/DC-преобразователей в соответствии с требованиями стандартов EN 55032 Class A и B

выводе. Напряжение V_{R1} управляет амплитудой колебаний, а ИС2 суммирует ее с отрицательным фиксированным смещением, генерируя положительное смещение на выводе точной регулировки с наложенным синусоидальным сигналом.


Рассматриваемый вывод можно также использовать в другой внешней схеме для реализации удаленной функции измерения или для управления совместным электропитанием, если величина тока измеряется во внешней цепи преобразователей.

КОМПАКТНЫЕ ЭМП-ФИЛЬТРЫ ДЛЯ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

При использовании в качестве главного источника питания для маломощного оборудования напряжение питания подается на DC/DC-преобразователь с внешнего источника согласно особым требованиям стандартов по ЭМС EN 55032 Class A или B. Для обеспечения такого соответствия в схемах с шумящими преобразователями или преобразователями с переменной частотой применяются дополнительные фильтрующие компоненты, которые занимают больше места на плате, чем сами преобразователи. Типовая схема фильтрации, представ-

ленная на рисунке 5, обеспечивает соответствие преобразователей RS12-Z требованиям указанных стандартов с помощью комбинации небольших электролитических и керамических конденсаторов, а также дросселей с малой индуктивностью.

ВЫВОДЫ

Модульные DC/DC-преобразователи стали значительно более совершенными с момента их появления. Их плотность мощности существенно возросла, но именно широкий функционал преобразователей позволяет использовать их в качестве прецизионных источников питания для современных электронных систем. Серия RS12-Z от компании Recom представляет собой отличный пример DC/DC-преобразователей в инновационном исполнении с номинальным входным напряжением 12, 24 и 48 В постоянного тока и полной выходной мощностью 12 Вт при 75°C. 

ЛИТЕРАТУРА

1. *Link to RECOM RS12-Z data sheet//www.recom-power.com/pdf/Econoline/RS12.pdf.*