

# Новые DC/DC-преобразователи от TDK-Lambda:

## японская надежность для сибирских широт

Рынок транспортного и военного приборостроения — особый сектор промышленности, который всегда отличался повышенными требованиями к выпускаемой продукции. Поэтому именно в данной сфере возникает необходимость в создании комплектующих соответствующего качества. Надежностью и безотказностью должны обладать буквально все элементы проектируемой системы, и, безусловно, одной из главных составляющих является система электропитания. А вследствие специфики архитектуры распределения питания и, как правило, наличия источников накопления энергии значительный спрос возникает на преобразователи постоянного тока. Поскольку основных изготовителей таких устройств немного, перед специалистами-разработчиками часто стоит нелегкая задача подбора необходимой базы комплектующих. Мировой лидер в производстве промышленных источников питания поставил перед собой цель облегчить эту задачу и расширить ассортимент высоконадежных DC/DC-преобразователей вышедшей в 2016 году линейкой HQA, о которой и пойдет речь в статье.

Евгений РАБИНОВИЧ  
Evgeny.R@tdk-lambda.ru

Представленный на рис. 1 внешний вид конвертеров в полной мере типичен для модулей формата quarter brick, ориентированных на применения типа MIL-COTS.

Как показано на рисунке, существует два варианта корпусов, которые отличаются профилем основания. Это предоставляет возможность разработчикам найти оптимальный способ крепления теплоотводящего основания к корпусу или радиатору и тем самым обеспечить хороший термоконттакт. Опция с фланцевой подложкой характеризуется габаритами 60,6×55,9×12,7 мм, модели без фланцев соответствуют стандартному формату quarter brick с размерами 60,6×39×12,7 мм.

В корпусе прибора предусмотрена герметичная комбинированная двухкомпонентная заливка: большая часть пространства заполняет-

ся силиконосодержащим компаундом с высокими изоляционными и вибростойкими свойствами. В пространство между компонентами, подверженными повышенному нагреву, и алюминиевой платформой добавляется материал, имеющий почти в 10 раз более низкое тепловое сопротивление. Эта трудоемкая и недешевая производственная операция — вынужденная мера для обеспечения более сбалансированного и равномерного теплообмена и дополнительной защиты от перегрева.

На данный момент линейка HQA представлена модулями с выходными напряжениями 12, 24, 28 и 48 В и обеспечивающими выходную мощность 120 Вт. Рабочий диапазон входного напряжения 10–40 В, для 48-В моделей он составляет 18–40 В. При этом модули выдерживают кратковременное перенапряжение до 50 В (в течение 1 с). В набор стандартных функций входят дистанционное включение/выключение, подстройка выходного напряжения с помощью внешнего резистора и функция удаленной обратной связи для моделей на 12 и 24 В. Дистанционное включение имеет логику отрицательного типа: при сигнале низкого уровня (на выводе On/Off относительно вывода –V) или при закороченных выводах модуль находится во включенном состоянии, а при высоком уровне сигнала или открытых выводах соответственно выключается. Подстройка напряжения осуществляется внешним резистором или потенциометром, которые подключаются между выводами Trim и –Sense.

Конвертеры также располагают набором функций защиты: отключение выхода при превышении максимального напряжения, ограничение выходного тока в условиях перенагрузки или короткого замыкания, отключение при превышении допустимой температуры на критических силовых компонентах. При этом все виды защиты обладают логикой самовосстановления, то есть устройство возвращается к нормальной работе при устранении источника нештатного состояния.

Блок-схема устройства представлена на рис. 2. В качестве топологии для модулей выбрана изолированная прямоходовая схема, хорошо известная под именем Forward Converter, но в данном случае раз-



Рис. 1. Внешний вид DC/DC-преобразователей серии HQA

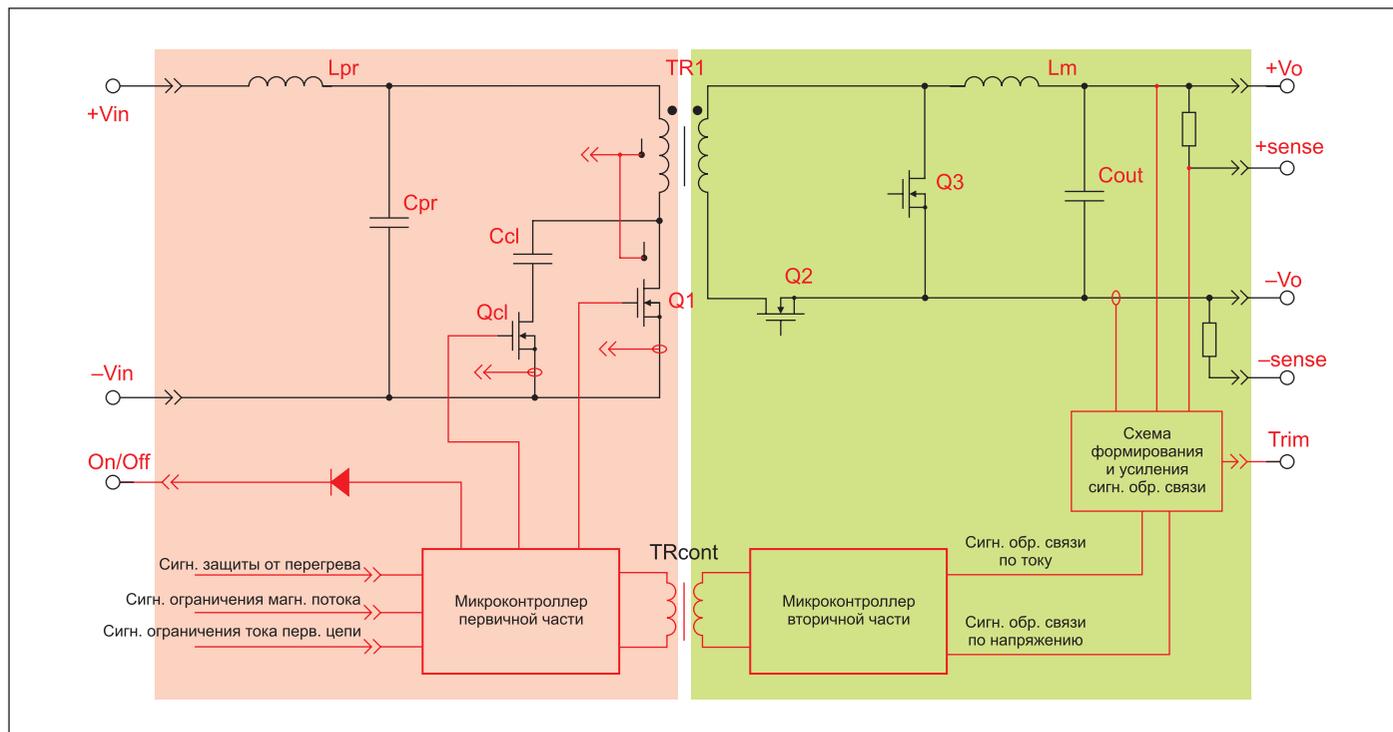


Рис. 2. Блок-схема преобразователя серии HQA

работчиками добавлена активная схема перезаряда трансформатора (active clamp transformer reset). Это позволяет значительно (почти в 2 раза) уменьшить максимальное напряжение на главном транзисторе (Q1) в момент его закрытия и, таким образом, сделать переключение более «мягким». Основные элементы данной схемы — конденсатор Ccl и дополнительный транзистор Qcl, который коммутирует цепь, позволяя сбрасывать накопленную энергию намагничивания трансформатора и создавая обратное направление магнитного потока. Как результат минимизируется вероятность работы трансформатора TR1 в режиме насыщения, уменьшается стресс на главном ключе Q1, а главное, увеличивается общий КПД преобразователя.

Для повышения надежности в подобных решениях иногда используется ограничение максимальной скважности импульсов для того, чтобы главный трансформатор действовал в своей рабочей зоне, не входя в упомянутый режим насыщения. В схеме HQA такая защита обеспечивается с помощью измерения непосредственно тока намагничивания в цепи Qcl. Такое решение позволяет избежать нежелательных последствий в обеспечении стабильности обратной связи, которые возникают при ограничении регулирования ШИМ-сигнала. Еще одной мерой увеличения надежности становится сигнал о нагреве сердечника и транзистора Q1, поступающий от отдельного термодатчика и сравниваемый микроконтроллером с его допустимыми значениями.

Обратная связь и формирование сигнала ШИМ (PWM), в отличие от подавляющего большинства импульсных преобразователей, происходит с помощью аналогового микроконтроллера во вторичной части схемы. В первичную часть сигнал проходит через миниатюрный разделительный трансформатор TRcont, который позволяет уйти, опять же, от conventionally используемых оптронных диодов. Это повышает надежность и стабильность устройства, особенно при различных температурных и радиационных условиях.

Эффективность схемы увеличена и за счет замены выпрямительных силовых элементов с пассивного на активный тип, причем все активные переключатели управляются аналоговыми микроконтроллерами, расположенными в первичной и вторичной частях схемы, без применения относительно сложных внешних схем-драйверов, что экономит внутреннее пространство, упрощает архитектуру и ми-

Таблица. Модельный ряд серии HQA

Модель	Диапазон входного напряжения, В	Выходное напряжение, В	Выходной ток, А	Наличие фланца	Программа испытаний
HQA2W120W120V-007-S	9–40	12	10	Да	Стандартная
HQA2W120W120V-007-M	9–40	12	10	Да	Расширенная
HQA2W120W120V-N07-S	9–40	12	10	Нет	Стандартная
HQA2W120W240V-007-M	9–40	24	5	Да	Расширенная
HQA2W120W240V-007-S	9–40	24	5	Да	Стандартная
HQA2W120W240V-N07-S	9–40	24	5	Нет	Стандартная
HQA2W120W280V-007-S	9–40	28	4,2	Да	Стандартная
HQA2W120W280V-007-M	9–40	28	4,2	Да	Расширенная
HQA2W120W280V-N07-S	9–40	28	4,2	Нет	Стандартная
HQA24120W480V-007-S	18–40	48	2,5	Да	Стандартная

нимизирует временные задержки. Кроме того, для повышения надежности монтажа и эксплуатации модулей использованы микросхемы поверхностного монтажа стандарта TSSOP (Thin Shrink Small Outline Package) вместо популярного на сегодня и широко распространенного корпуса QFN (Quad-Flat No-Leads).

Процесс производственных испытаний изделий HQA направлен на выявление преждевременных отказов и качества сборки и предусматривает два стандарта: стандартная программа (категория S) и тестирование повышенной жесткости (программа категории M).

При стандартной программе после визуальной инспекции каждый модуль проходит высоковольтный тест на прочность изоляции, при котором на его выводы со стороны входа и выхода подается 2250 В постоянного тока.

Затем во время функционального теста при выходной мощности 50 Вт и входном напряжении 40 В в температурной камере создаются перепады 18–60 °C со скоростью 15–30 °C/мин и 18-минутной паузой в крайних точках.

Тренировочный цикл проводится при заданной температуре основания +100 °C в течение 24 ч. Нагрузка и интенсивность охлаждения при этом могут меняться и используются как факторы управляющего воздействия.

Проверка рабочего температурного диапазона ставит своей задачей протестировать надежность запуска преобразователей

в крайних точках диапазона. С помощью термопары, закрепленной на теплоотводящей подложке в точке измерения температуры, устанавливают значение  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , затем  $+115\text{ }^{\circ}\text{C}$  и подают входное питание в нескольких точках диапазона напряжений.

Программа категории М отличается тем, что тренировочный цикл продолжается 96 ч вместо 24, функциональный тест включает перепады температур начиная от  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  вместо  $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а запуск при температурных испытаниях происходит при  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  вместо  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Также программа предусматривает дополнительный температурный тест в выключенном состоянии: каждый модуль помещается в камеру и проходит 10 циклов с изменением температуры  $-65\dots+100\text{ }^{\circ}\text{C}$  со скоростью  $30\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  и 30-минутной паузой в крайних точках.

В соответствии с испытаниями модули HQA120 можно заказать в двух опциональных исполнениях: S-Grade и M-Grade (соответственно литеры М и S в обозначении модели), как показано в таблице.

Отличие данных исполнений состоит не только в программе заводских испытаний, но и в использовании компонентов, чувствительных к запуску при низких температурах. В версиях М применяются только микросхемы, одобренные производителем для запуска при температуре  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Серия прошла испытания по влажности и вибростойкости согласно требованиям MIL-STD-202G (метод 201A и 213B), сертифицирована по стандартам RoHS2, IEC/EN/UL/CSA 60950-1 и имеет маркировку CE в соответствии с директивами ЕС по низковольтному оборудованию. КПД каждой модели зависит от выходного тока и значения входного напряжения и имеет среднюю величину 90%.

Благодаря своим характеристикам и проверенной испытанием надежности, модули HQA могут легко и успешно встраиваться в серийно выпускаемое промышленное оборудование, транспортные системы, устройства связи, а также в комплексы оборонного назначения. Конечно, для соответствия таких систем международным или национальным стандартам безопасности при трассировке плат необходимо основываться на требованиях к минимальным расстояниям утечки (creepage) и минимальным изоляционным воздушным промежуткам (clearance). Следует добавить, что благодаря постоянной частоте коммутации модули имеют предсказуемый частотный спектр входных шумов и не требуют большого количества внешних компонентов. С рекомендуемой схемой подключения можно ознакомиться из файла полной спецификации, доступной на странице <https://tdk-lambda.ru> в разделе продукции DC/DC. ■