

Модульные источники питания GAIA Converter — сочетание максимальной надежности и широких функциональных возможностей

Константин ВЕРХУЛЕВСКИЙ
info@icquest.ru

Статья посвящена новым представителям линейки модулей компании GAIA Converter, позволяющих просто и надежно организовать системы электропитания требуемой конфигурации с заданными рабочими характеристиками. Дополнительно рассматриваются предлагаемые GAIA Converter принципы построения модульных источников питания.

Введение

Современные тенденции развития систем электрооборудования требуют поддержания чрезвычайно высокой долговременной надежности и максимально возможного значения среднего времени наработки на отказ. Эти показатели в значительной степени зависят от качества стабилизированного напряжения, формируемого неотъемлемой частью любого изделия — источником питания. Основным компонентом системы вторичного электропитания, во многом определяющим ее эффективность, в том числе в части управления и резервирования, являются AC/DC- и DC/DC-преобразователи напряжения.

В настоящее время в связи с прогрессом в области построения импульсных источников питания зарубежные и отечественные производители предлагают разработчикам оборудования широкий выбор преобразователей в модульном исполнении. Модульная архитектура питания представляет собой способ проектирования сложных источников питания на основе блочной технологии построения структурной схемы. Подход, в основе которого лежат так называемые «строительные блоки», сами по себе представляющие завершённые устройства, помогает упростить проектирование и ускорить процесс реализации готового продукта. Каждый из этих блоков с гарантированными входными, выходными и внутренними параметрами выполняет одну или несколько функций: защиту внешнего интерфейса, фильтрацию электромагнитных помех, преобразования напряжения и т. д. и предназначен для применения в аппаратуре различного назначения. Модульная архитектура источников питания позволяет реализовать самые сложные зада-

чи, используя широкую номенклатуру стандартных DC/DC- и AC/DC-преобразователей и других вспомогательных модулей.

Рынок модульных компонентов представлен известными компаниями-производителями, в числе которых стоит отметить International Rectifier, Vicor, Power One, XP Power. Основоположителем же известной концепции модульной архитектуры источников питания является французская компания GAIA Converter, которая по сей день остается признанным лидером в разработке и производстве высоконадежных DC/DC-преобразователей для авиационных, военных и других применений, предъявляющих повышенные требования к надежности аппаратуры. Компания добилась значительных успехов на рынке модульных источников питания, предоставляя потребителям одну из самых широких линеек продукции. Сейчас номенклатура продукции компании GAIA Converter содержит более 3500 наименований DC/DC-, AC/DC-преобразователей и дополнительных входных модулей, способных удовлетворить различные требования заказчиков. Все изделия подразделяются на две категории (преобразователи для промышленных применений и высоконадежные преобразователи), имеют широкий диапазон входных напряжений (от 5 до 480 В) и один, два или три выходных канала. Они обладают встроенными функциями защиты от переходных процессов, электромагнитных помех, а также могут включать функции защиты от провалов входного напряжения.

Согласно предлагаемой GAIA Converter концепции, структурную схему модульного источника питания можно разбить на три функциональных узла, обеспечивающих выполнение отдельных задач [1]:

- Адаптация шины питания. Применяется для выполнения требований по электромагнитной совместимости. Обеспечивает защиту от импульсных помех, шумов и нестационарных процессов, возникающих во входной шине питания, коррекцию коэффициента мощности по входной шине переменного тока. В настоящее время доступны:
 - серия FGDS (входные ЕМI-фильтры, соответствующие требованиям стандартов MIL-STD-461 и DO-160);
 - серии PGDS и LGDS (вспомогательные модули для восстановления при спаде напряжения, защиты от скачков и переходных процессов в соответствии со стандартами MIL-STD-704, MIL-STD-1275 и DO-160);
 - серия HGMM (AC/DC-преобразователи с функцией коррекции коэффициента мощности для получения 28 В DC из напряжения 115 В AC бортовой сети).
- Удержание и контроль напряжения. Вспомогательная функция контроля напряжения на заданном уровне, выдачи аварийных и информационных сигналов и резервирования в случае неисправности входной шины. Осуществляется за счет использования модулей серии HUGD.
- Блок питания. Основа системы — DC/DC-преобразователи. Серии MGDM (высоконадежные) и MGDI (индустриальные) — низкопрофильные высококачественные модульные импульсные источники питания, объединяющие в себе множество комбинаций входных/выходных напряжений, уровней мощности и опций.

На рис. 1 и 2 представлены типовые структурные схемы источников питания, использующих постоянное и переменное входные напряжения.

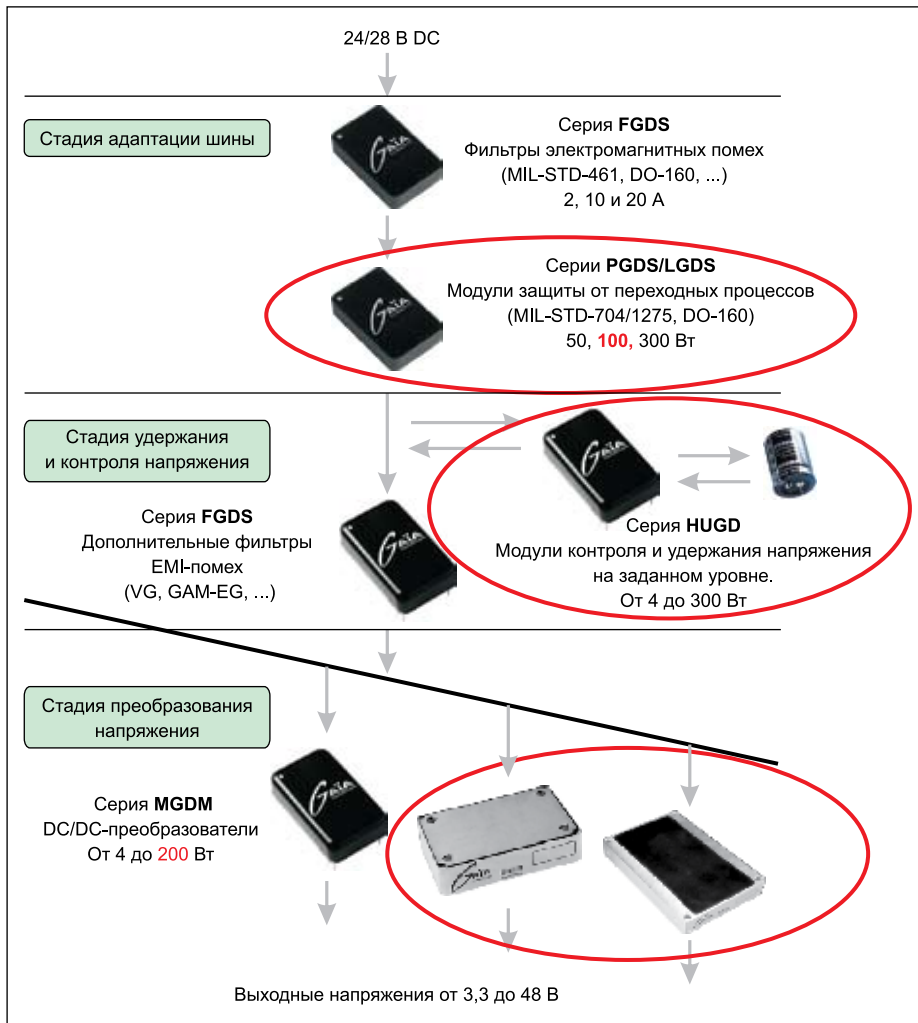


Рис. 1. Структурная схема модульного источника питания GAIA Converter с постоянным входным напряжением

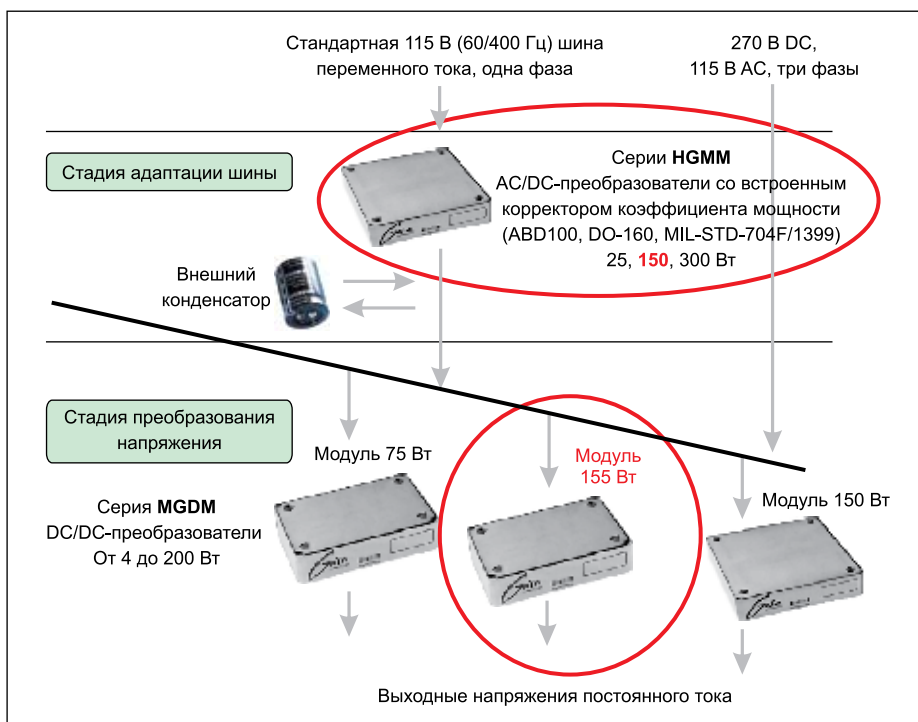


Рис. 2. Структурная схема модульного источника питания GAIA Converter с переменным входным напряжением

Новинки линейки модулей для преобразования напряжения постоянного и переменного тока

Обзору параметров и рабочих характеристик модулей вышеописанных серий посвящено несколько справочных материалов [2, 3]. Далее же внимание в основном будет уделено новым малогабаритным изделиям компании GAIA Converter, которые только появились на рынке электронных компонентов либо появятся в течение первого полугодия текущего года.

Серия LGDS-100

LGDS-100 представляет собой малогабаритный входной модуль с функцией подавления переходных процессов и импульсных помех [4]. Устройство разработано для создания высоконадежных источников питания для военных, авиационных и ответственных промышленных применений. Размеры корпуса 100-Вт модуля — всего 25×38 мм, он не требует применения радиатора и оптимизирован для получения КПД до 98%. Допустимые входные напряжения лежат в диапазоне от 9 до 42 В, а максимальный выходной ток — 10 А. С целью обеспечения максимального качества и надежности модули размещаются в металлическом корпусе, залитом с нижней стороны эпоксидным компаундом. Металлический корпус обеспечивает дополнительное экранирование и защищает цепи от высокочастотных импульсных помех. Каждое изделие подвергается выходным испытаниям на автоматическом тестовом оборудовании компании.

LGDS-100 имеет три режима работы (рис. 3 и 4):

- Обычный режим. Используется при допустимом входном напряжении.
- Аварийный режим. Срабатывает при напряжении на входе менее 9 В, превышении максимального выходного тока и температуры корпуса. При этом модуль блокируется до устранения причин отключения.
- Режим подавления переходных процессов. Модуль рассчитан на подавление импульсов напряжений до 101 В/400 мс и 202 В/350 мс и соответствует требованиям стандартов DEF-STAN-61-5, часть 6; MIL-STD-1275A/B/C/D; MIL-STD-704A/D/E/F; АЕСМА EN2282; GAM-EG13B/AIR2021E и DO160E (категории А, В, Z). Дополнительно в этом режиме включается защита от сверхтоков (OCP).

Серия HGMM-150

Серия HGMM-150 — входные модули неизолированных AC/DC активных корректоров коэффициента мощности, рассчитанные на 150 Вт и предназначенные для построения систем электропитания устройств авиационной радиоэлектроники и военных встраиваемых систем [5]. HGMM-150 совместимы с шинами 115 В/400 Гц и стабильно работают

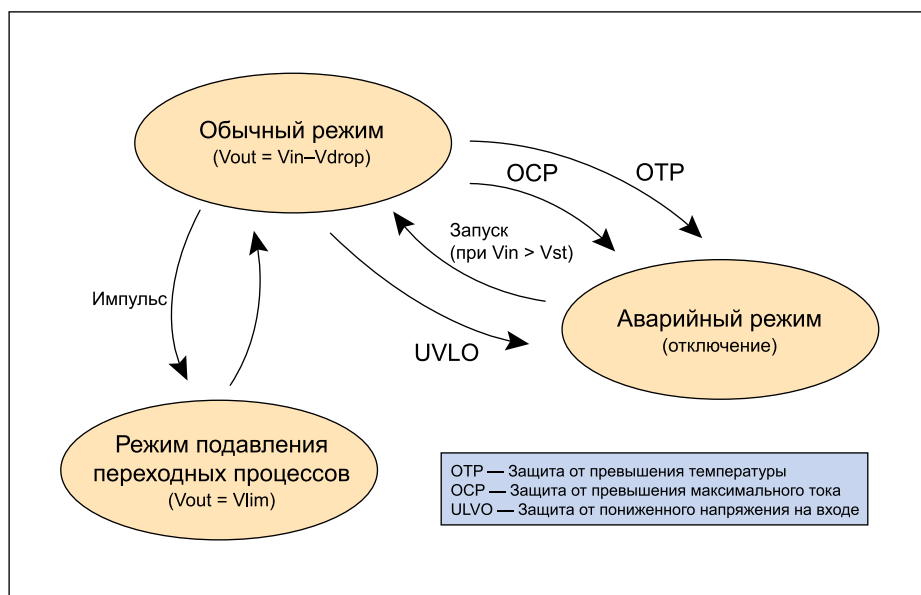


Рис. 3. Алгоритм работы модуля LGDS-100

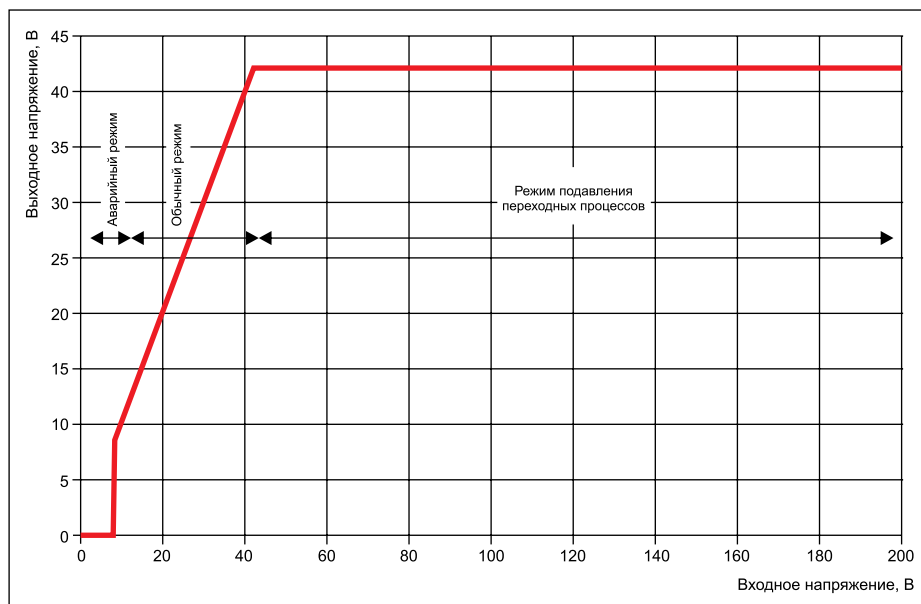


Рис. 4. Режимы работы LGDS-100

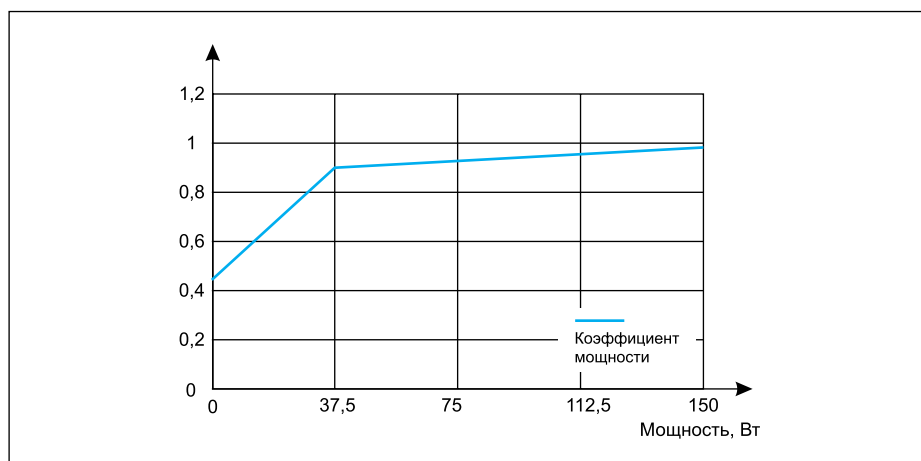


Рис. 5. Зависимость коэффициента мощности от нагрузки

в диапазоне частот 360–800 Гц питающего напряжения. Диапазон входного напряжения — от 71 до 180 В АС. Значение коэффициента мощности меняется от 0,9 при четверти нагрузки до 0,99 при максимальной (рис. 5).

Модули полностью соответствуют требованиям стандартов DO-160E, ABD100, AMD-24 и MIL-STD-704F. Все преобразователи выполнены в стандартном корпусе half-brick (60,95×57,9×12,7 мм) и обеспечивают на выходе неизолированное постоянное напряжение 375 В, необходимое для работы изолированных DC/DC-преобразователей GAIA Converter с номиналом входного напряжения 375 В.

Корректоры серии HGMM-150 имеют активную схему ограничения пускового тока, функцию включения/выключения, защиту от перегрузки при превышении номинальной мощности, а также защиту от короткого замыкания. Из дополнительных особенностей стоит отметить возможность использования низковольтного выхода 7,5 В DC в качестве источника питания слаботочных схем (может применяться для устройств мониторинга, перезапуска системы или схем обнаружения неисправностей напряжения питания), а также вывода PFCSH, необходимого для параллельного включения модулей.

Основные параметры модулей серии HGMM-150:

- Оптимальны для применения в сетях с напряжением 115 В АС.
- Активная коррекция коэффициента мощности, соответствие требованиям стандартов DO-160E, ABD100, AMD-24 и MIL-STD-704F.
- Номинальная мощность: 150 Вт (без падения).
- Широкий диапазон входных напряжений: от 71 до 180 В АС.
- Малый уровень искажений тока на входе (менее 10%).
- Встроенный LC-фильтр для защиты от электромагнитных помех.
- Дополнительная опция: отбор на возможность эксплуатации при температуре –55 °С.
- Отсутствие гальванической изоляции.

Серия LHUG-300

Выпуск серии вспомогательных модулей LHUG-300 планируется начать в середине 2013 года. Эта линейка предназначена для защиты входного напряжения от провалов и рассчитана, как видно по обозначению, на мощность 300 Вт. Согласно типовой схеме, модули подключаются между шиной питания и DC/DC-преобразователями. Помимо основного назначения модули обеспечивают устранение влияния переходных процессов.

Серия MGDM

Серии мощных высоконадежных DC/DC-преобразователей MGDM-155 и MGDM-200 с выходной мощностью 155 и 200 Вт соот-

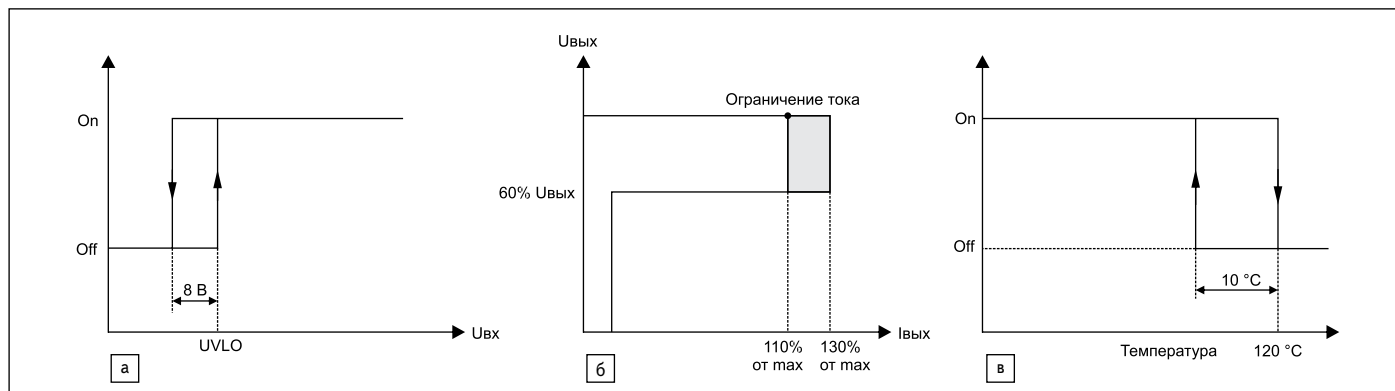


Рис. 6. Защитные функции DC/DC-преобразователей: а) от пониженного напряжения; б) от превышения допустимого тока; в) от повышенной температуры

ветственно предназначены для авиационных и оборонных применений [6]. Эти преобразователи отличаются высокой эффективностью и широким набором сервисных функций, что позволяет легко интегрировать их в системы электропитания. Первая серия с высоким входным напряжением оптимальна для работы с 270-В шиной питания и специально разработана как для применений, соответствующих стандарту MIL-STD-704E/F, так и для использования с модулями корректоров коэффициента мощности HGMM-150, работающих от бортовой сети 115 В AC.

Семейство преобразователей состоит из пяти одноканальных моделей с выходным напряжением 3,3; 5; 12; 15 или 26 В (табл. 1). Каждый модуль выполнен в корпусе промышленного стандарта 1/4 brick размерами 57,9×36,8×12,7 мм. Преобразователи серии MGDM-155 обладают высоким КПД (до 92%) и стандартным диапазоном рабочих температур корпуса: от –40 до +105 °С (опционально доступно от –55 °С).

Разработанные для применения в устройствах высокой надежности, модули этой серии не имеют оптической развязки в цепях обратной связи и работают на фиксированной частоте преобразования 500 кГц. Преобразователи могут функционировать при отсутствии нагрузки и имеют схему «мягкого» запуска, которая ограничивает входной ток и устраняет пусковой ток во время включения устройства. Также модули могут быть синхронизированы между собой для работы на одной общей частоте или же могут быть подключены к внешнему источнику частоты синхронизации. Для уменьшения уровня электромагнитных помех на входе устройств предусмотрен LC-фильтр. Топология устройств допускает регулирование выходного напряжения в пределах ±10%. Например, изделие, для которого необходимо напряжение питания 28 В, может быть запитано от DC/DC-преобразователя с выходным номинальным напряжением 26 В.

Уникальной особенностью преобразователей напряжения серии MGDM-200 является технология отвода тепла с боковых стенок, что переопределяет принципы рассеивания тепла. Большинство DC/DC-преобразователей напряжения, представленных сегодня на рынке, рассеивают тепло с помощью радиатора, соединенного с верхней крышкой корпуса. Новое семейство 200-ваттных DC/DC преобразователей напряжения оптимизировано таким образом, что тепло отво-

дится со стенок корпуса. Это позволяет перенести точки охлаждения ближе к платам, устраняя необходимость использования радиаторов, что в свою очередь снижает общий вес системы, уменьшает габаритные размеры и облегчает механическую сборку.

Семейство MGDM-200 с КПД до 91% специально разработано для использования в высоконадежных применениях для систем питания в диапазоне мощностей от 200 Вт до 1 кВт. Предлагаются стандартные DC/DC-преобразователи с одиночным выходом с уровнем выходного напряжения 3,3; 5; 12; 15 или 24 В, при этом возможна регулировка в пределах от –90% до +10%. Это позволяет заказчикам использовать эти компоненты в применениях с нестандартными значениями питающих напряжений, например для устройств зарядки аккумуляторов и систем подсветки на светодиодах. Преобразователи напряжения семейства MGDM-200 выпускаются в компактных металлических корпусах размерами всего 73,7×48,3×12,7 мм и весят не более 85 г.

Высокая надежность готовых изделий подразумевает обеспечение стойкости к воздействию таких факторов внешней среды, как предельные температуры, механический удар, вибрации, пониженное давление, соляной туман и т. д. В таблице 2 представлены состав и последовательность испытаний, которые проводят для контроля

Таблица 2. Выходные климатические и механические испытания DC/DC-преобразователей GAIA Converter

Наименование	Стандарт	Условия испытаний модулей GAIA
Воздействие высоких температур	MIL-STD-202G Метод 108A	Длительность: 1000 ч при +125 °С корпуса. Модули в выключенном состоянии
Высотные испытания	MIL-STD-810G Метод 500.5	Высота: 12 200 м, длительность: 30 мин. Набор высоты до 21 300 м со скоростью 305 м/мин., длительность — 30 мин. Модули во включенном состоянии
Влагостойкость, циклические испытания	MIL-STD-810G Метод 507.5	Число циклов: 10. Один цикл длится 24 ч. Относительная влажность: 60–88%. Температура: +31...–41 °С. Модули в выключенном состоянии
Установившаяся влажность	MIL-STD-202G Метод 103B	Относительная влажность: 93%. Температура: +40 °С. Продолжительность: 56 дней. Модули во включенном состоянии
Воздействие соленой среды	MIL-STD-810G Метод 509.5	Температура: +35 °С. Концентрация NaCl: 5%. Продолжительность: 48 ч. Модули в выключенном состоянии
Термоциклирование	MIL-STD-202A Метод 102A	Число циклов: 200. Изменение температур: –55...+85 °С. Продолжительность испытания: 40 мин. Перерыв между испытаниями: 20 мин. Модули во включенном состоянии
Тепловое воздействие	MIL-STD-202G Метод 107G	Число воздействий: 100. Изменение температур: –55...+105 °С. Продолжительность испытания: 10 с. Перерыв между испытаниями: 20 мин. Модули в выключенном состоянии
Вибрация	MIL-STD-810G Метод 514.6	10 циклов по каждой оси. Частота: от 10 до 60 Гц; от 60 Гц до 2 кГц. Амплитуда/ускорение: 0,7 мм/10g
Удар	MIL-STD-810G Метод 516.6	Три удара по каждой оси. Максимальное ускорение: 100g. Продолжительность: 6 мс.
Ударостойкость	MIL-STD-810G Метод 516.6	2000 ударов по каждому направлению. Продолжительность: 6 мс. Максимальное ускорение: 40g

Таблица 1. Основные рабочие характеристики новых серий DC/DC-преобразователей

Серия	Входное напряжение, В	Выходное напряжение, В	Ток выхода, А	КПД, %	Рабочая частота, кГц
MGDM-155	155–480	3,3	20	92	500
		5	20		
		12	12,5		
		15	10		
MGDM-200	9–45 16–80	26	5,8	91	270
		3,3	35		
		5	35		
		12	16,7		
		15	13,4		
		24	8,4		

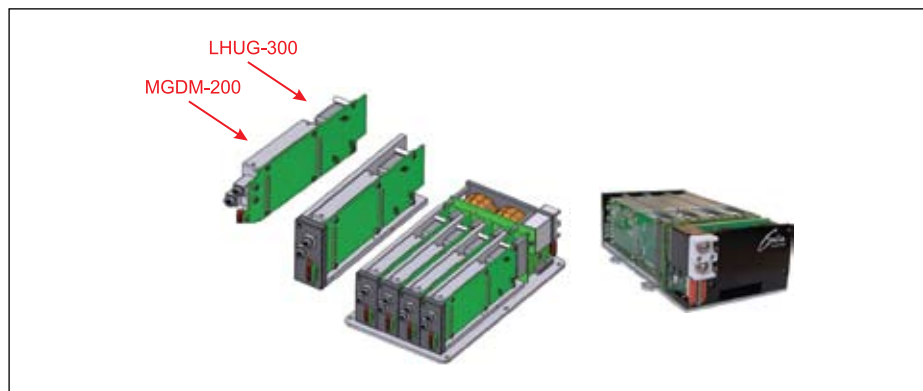


Рис. 7. Источники питания Grack-800

качества модулей GAIA Converter, предназначенных для применения в военной технике и авиационных системах.

Модули содержат полный набор защитных схем: защиту от пониженного входного и повышенного выходного напряжения, от превышения температуры и ограничения тока (рис. 6). Все преобразователи допускают продолжительную работу в режиме короткого замыкания. Защита от пониженного входного напряжения (UVLO) выключает модуль при напряжении меньше заданного порога, определяющего область безопасной работы преобразователя. Схема ограничения тока (OCP) срабатывает при увеличении выходного тока на 20% от максимально допустимого. Защита от превышения выходного напряжения (OVP) также включается при значении 120% ($\pm 5\%$). Порог максимальной рабочей температуры установлен на 120 °C с гистерезисом 10 °C.

Модульные источники питания Grack-800

Напоследок стоит упомянуть еще об одной новинке, которая появится в свободном доступе в течение ближайших месяцев. Grack-800 — это семейство конфигурируемых блоков питания с максимальной выходной мощностью 800 Вт и КПД до 85%. Эти блоки питания предназначены для использования в устройствах, критичных к весу и габаритам, например в авиационном, военном и корабельном оборудовании. Решение с за-

даанными рабочими характеристиками и требуемыми функциями защиты, полностью готовое к эксплуатации и соответствующее требованиям стандартов DO-160, MIL-STD-740 и MIL-STD-1275, представляет собой комбинацию силовых и вспомогательных модулей GAIA Converter в одном компактном, не требующем охлаждения корпусе с размерами 200×100×60 мм и массой не более 2,2 кг. Структура и внешний вид ИП Grack-800 представлены на рис. 7.

Четыре DC/DC-преобразователя с выходной мощностью 200 Вт, образующие силовую часть источника питания, можно использовать независимо друг от друга, а также подключать параллельно и/или последовательно для получения требуемых конфигураций выхода без применения дополнительных схемотехнических решений. Дистанционное включение/отключение доступно как для всего блока питания, так и для отдельных модулей. Источники питания имеют два широких диапазона входных напряжений: от 9 до 45 и от 16 до 80 В. Максимальное количество выходов — четыре (из стандартного ряда 3,3; 5; 12; 15; 24 В) с возможностью регулировки в пределах $\pm 10\%$.

Помимо прочего, серия Grack-800 отличается наличием широкого спектра защитных цепей: блокировки при пониженном входном напряжении, схемы защиты от перенапряжения на выходе, короткого замыкания и превышения предельной рабочей температуры, а также ограничения импульсного тока.

Дополнительные особенности:

- Интегрированные EMI-фильтры согласно требованиям MIL-STD-461C/D/E/F.
- Фиксированная рабочая частота: 270 кГц.
- Наличие функции плавного запуска.
- Защита от переплюсовки.
- Устранение влияния переходных процессов в соответствии со стандартами MIL-STD-740 и MIL-STD-1275.
- Диапазон рабочих температур: от -40 до +85 °C (опционально от -55 °C).
- Напряжение изоляции вход/выход: 1500 В DC.

Заключение

Модульный подход при построении высокоэффективных источников питания гарантирует гибкость и простоту проектирования. Изменения в системе питания различного оборудования (регулировка диапазона питающих напряжений, необходимость защиты и т. д.), возникающие как на этапе разработки, так и при опытной эксплуатации, могут быть внесены в конструкцию без значительных временных и материальных затрат. Использование «кирпичиков» с гарантированными входными и выходными характеристиками позволяет инженерам сосредоточиться на выполнении основной задачи, а питание организовать при помощи широкого спектра модулей. При этом, исходя из требований надежности, следует обратить внимание на продукцию фирм-производителей, имеющих многолетний опыт и зарекомендовавших себя с лучшей стороны.

В настоящее время благодаря высочайшему качеству модули GAIA Converter применяются в системах электропитания устройств военного, авиационного и промышленного назначения. AC/DC- и DC/DC-преобразователи, а также вспомогательные модули компании GAIA Converter активно используются в проектах таких всемирно известных компаний, как Airbus, Lockheed Martin, Mercedes, Rockwell, Siemens, Honeywell, Saab, ABB и многих других.

Литература

1. www.gaia-russia.ru
2. Некрасов М. Модули преобразователей DC/DC и AC/DC компании GAIA Converter для высоконадежных и промышленных применений // Силовая электроника. 2011. № 2.
3. Верхулевский К. Организация питания авиационной аппаратуры при помощи преобразователей компании GAIA Converter // Силовая электроника. 2012. № 2.
4. Hi-Rel limiter module LGDS-100: up to 100W power. Datasheet. Feb. 2012. www.gaia-converter.com
5. Hi-Rel AC/DC PFC module HGMM-150: 150W power. Datasheet. Dec. 2011. www.gaia-converter.com
6. Hi-Rel DC/DC converter MGD-155: 155W power. Datasheet. March 2013. www.gaia-converter.com