

Новинки компании Gaia Converter

ДЛЯ МОДУЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Компания Gaia Converter, продвигающая принцип модульного построения источников питания и выпускающая широкую номенклатуру AC/DC- и DC/DC-преобразователей напряжения, постоянно расширяет ассортимент собственных изделий. В статье рассматриваются основные технические характеристики и ключевые особенности модулей, недавно появившихся в линейке компании. Преобразователи напряжения постоянного тока, рассчитанные на выходную мощность до 250 Вт, входные фильтры защиты от электромагнитных помех и неизолированные PoL-регуляторы дополняют перечень ранее предлагаемой продукции и помогают в максимально короткие сроки реализовать надежное решение по организации электропитания оборудования различного назначения.

Константин Верхулевский

info@icquest.ru

Введение

Для получения требуемого напряжения питания электронных схем инженер-разработчик в общем случае может воспользоваться двумя подходами: выполнить собственную разработку источника на основе дискретных компонентов или воспользоваться готовыми модульными преобразователями. Если брать во внимание только стоимость электронных компонентов и материалов, то дискретное решение в большинстве случаев оказывается дешевле модульного источника питания [1]. Но при этом проектирование качественных источников питания требует наличия достаточно специфического инженерного опыта у разработчиков. Особенно это заметно при создании импульсных DC/DC-преобразователей, которые имеют более сложную конструкцию, чем линейные, и должны, помимо прочего, удовлетворять требованиям по электромагнитной совместимости. Также при проектировании собственного устройства можно столкнуться с необходимостью доработок изделия, возникающей в процессе отладки, что приводит к увеличению длительности процесса.

Использование модульного подхода повышает надежность и эффективность изделия, а также сокращает время вывода конечного продукта на рынок за счет упрощения процесса разработки и уменьшения количества используемых элементов. Сертификация, если таковая требуется, в этом случае тоже является проблемой производителя. Благодаря постоянному уменьшению габаритов и улучшению рабочих характеристик преобразователи в модульном исполнении все чаще заменяют решения на дискретных компонентах. Многие известные изготовители электронных компонентов, такие как VPT, International Rectifier, Vicor, Power One, XP Power и другие, включают в номенклатуру предлагаемых

решений устройства данного типа. Широкий спектр доступных модулей позволяет выбрать покупное изделие с оптимальными параметрами, а не заниматься проектированием источника питания с нуля.

Одну из самых больших линеек продукции данного класса имеет компания Gaia Converter, предлагающая более 3500 модулей для аэрокосмических, военных и других применений, предъявляющих повышенные требования к надежности аппаратуры [2, 3]. Основу линейки составляют изолированные DC/DC-преобразователи мощностью 4–250 Вт и AC/DC-преобразователи с ККМ, рассчитанные на мощность 35–350 Вт. Для обеспечения соответствия требованиям регламентирующих отраслевых стандартов выпускаются вспомогательные модули. К ним относятся устройства серии FGDS, представляющие собой входные ЭМИ-фильтры с рабочими токами 2–20 А и напряжениями до 100 В, модули поддержания напряжения семейства HUGD с выходной мощностью 50–300 Вт и модули защиты от переходных процессов в соответствии со стандартами MIL-STD-704, MIL-STD-1275 и DO-160, представленные сериями PGDS и LGDS.

Все устройства компании подразделяются на две категории: для промышленных (Industrial) и высоконадежных (Hi-Rel) применений. Первые обеспечивают компромисс между стоимостью и техническими характеристиками, допустимые температуры эксплуатации находятся в пределах $-40 \dots +95$ °С, на принадлежность к этой группе указывает наличие дополнительной буквы I в наименовании. Для преобразователей напряжения базовая гальваническая изоляция вход/выход составляет 1500 В постоянного тока, также существует возможность заказа модулей с увеличенным до 3000 В значением этого параметра (опция /Y). Вторые предназначены для работы в жестких условиях окружающей среды. Они

изготовлены в герметичных металлических корпусах, обладающих высокой теплопроводностью, диапазон рабочих температур расширен до $-40...+105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Также доступны специализированные варианты высоконадежных модулей, которые подвергаются дополнительным температурным испытаниям при $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ (опция /Т) и ряду расширенных отбраковочных тестов по методам, изложенным в стандарте MIL-STD-883С (опция /S). Выходные тесты включают термоэлектротренировку в течение 96 ч при $T = +105\text{ }^{\circ}\text{C}$, 30 циклов термоциклирования ($-40...+105\text{ }^{\circ}\text{C}$ с шагом $3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$), испытания на принудительный отказ в течение 160 ч при $T = +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ и полной нагрузке, а также проверку теплостойкости при воздействии температуры $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4].

Далее будут рассмотрены новинки компании, появившиеся на рынке электронных компонентов в прошлом году.

Изолированные DC/DC-преобразователи

Изолированные DC/DC-преобразователи производства Gaia Converter находят применение в промышленном оборудовании (энергетических комплексах, робототехнике, системах автоматизации), в авиационной наземной и бортовой аппаратуре. Эксплуатационные характеристики делают предлагаемые модули незаменимыми при проектировании источников питания оборудования железнодорожного подвижного состава, городского транспорта (трамваев, троллейбусов и метро) и т. д. В таблице 1 представлены основные параметры новых серий DC/DC-модулей компании Gaia Converter.

Серии высококачественных промышленных DC/DC-модулей MGDSI-124, MGDSI-164, MGDSI-204 и MGDSI-254 состоят из одноканальных преобразователей с номинальным напряжением входа 24 В и входным диапазо-

Таблица 1. Основные параметры новых DC/DC-преобразователей компании Gaia Converter

Параметр	MGDSI-124	MGDSI-164	MGDSI-204	MGDSI-205	MGDSI-254
Применение	Промышленное			Высоконадежное	Промышленное
Выходная мощность, Вт	120	160	200	200	250
Количество выходных каналов	1				
Входное напряжение, В	24 (9–36)			28 (9–45)	24 (9–36)
Доступные выходные напряжения, В	5, 12, 15, 24		5, 12	5, 12	12, 15
Начальная погрешность выходного напряжения, %	±2				
Общая нестабильность выхода по сети, по нагрузке и по изменению температуры, %	±1			±3	±1
КПД, %	85–88		91	92	91
Регулировка выхода, % $U_{\text{ном}}$	80–110				
Прочность изоляции, В	1500				
Сопротивление изоляции, МОм	100 (при 500 В)				
Частота преобразования, кГц	330				
Встроенный входной LC-фильтр	+				
Блокировка при пониженном входном напряжении (UVLO), В	8,5			10,5	8,5
Защита от короткого замыкания (длительная)	+				
Защита от перегрузки по току (OCP), % $I_{\text{ном}}$	120			130	120
Защита от перенапряжения на выходе (OVP), % $U_{\text{ном}}$	120			130	120
Защита от перегрева (OTP), $^{\circ}\text{C}$	110			120	110
Возможность внешней синхронизации	–			+	–
Дистанционное вкл./выкл.	+				
Компенсация падения выходного напряжения (функция Sense)	+				
Плавный запуск	+				
Наработка на отказ, ч (при $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$)	765 000			НД	
Размер корпуса, мм	61×39×12,9			57,9×36,9×12,9	61×39×12,9

ном 4:1. Рассчитанные на максимальную мощность 120–250 Вт, они обеспечивают выходные напряжения из стандартного ряда: 5, 12, 15 или 24 В с начальной точностью установки $\pm 2\%$ и величиной выходного шума, не превышающей 300 мВ (п-п) для самой старшей модели. Преобразователи отличаются достаточно хорошими точностными показателями: общая нестабильность выхода по сети, по нагрузке и по изменению рабочей темпе-

ратуры не превышает $\pm 1\%$ для всех моделей. Высоконадежные преобразователи серии MGDS-205 с выходной мощностью 200 Вт обладают входным диапазоном 9–45 В, в зависимости от модели на выходе доступны 5 или 12 В постоянного тока. Внутренняя структура представителей серии показана на рис. 1.

Встроенный помехоподавляющий LC-фильтр на входе обеспечивает снижение уровня кондуктивных помех со стороны питающей

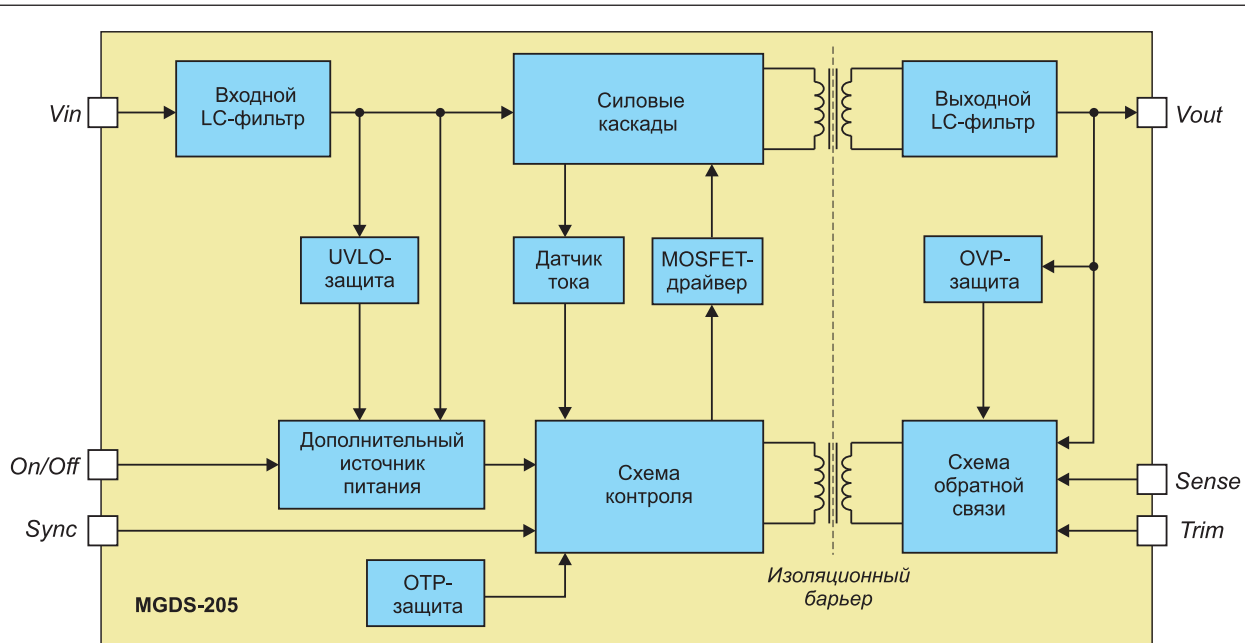


Рис. 1. Упрощенная структурная схема DC/DC-преобразователя серии MGDS-205



Рис. 2. Внешний вид корпуса форм-фактора 1/4 brick

сети. Схема плавного запуска ограничивает пусковой ток во время включения и способствует увеличению срока службы устройства. Высокая частота преобразования (330 кГц) минимизирует уровень выходного шума, а оригинальные алгоритмы работы схемы коммутации позволяют получить эффективность преобразования энергии до 92%. Модули данных серий не имеют оптической развязки в цепях обратной связи, гальваническая изоляция между входом и выходом составляет не менее 1500 В постоянного тока. Для устройств промышленного назначения типовые значения среднего времени наработки на отказ (MTBF) составляют 765 тыс. ч при температуре +40 °C и 250 тыс. ч при температуре +70 °C при условии использования в стационарном наземном оборудовании. Конструктивно каждый преобразователь данных серий доступен в низкопрофильном металлическом анодированном корпусе промышленного форм-фактора 1/4 brick, предназначенном для установки в отверстия печатной платы. Выводы никелевые, с золотым покрытием. Для оптимального рассеивания мощности осуществляется герметизация при помощи двухкомпонентного теплопроводящего состава. Габаритные размеры корпуса не превышают 61×39×12,9 мм, его внешний вид показан на рис. 2.

Все модули серий обязательно содержат полный набор сервисных и защитных функций, необходимых для безопасной эксплуатации и расширения возможностей их практического использования.

Интегрированная схема блокировки при пониженном (UVLO, Input Undervoltage Lock-out) напряжении на входе гарантирует, что низкое напряжение входной шины не приведет к внештатной работе модуля (рис. 3а). При работе схемы напряжение питания постоянно измеряется и сравнивается с заданным предельным уровнем, определяющим область безопасной работы устройства. Пороговые значения цепи UVLO заданы при изготовлении и составляют 8,5 и 10,5 В для промышленных и высоконадежных преобразователей соответственно. Обратный запуск происходит автоматически, при увеличении V_{in} на величину гистерезиса модуль возвращается в обычный режим работы. Гистерезис предохраняет преобразователь от включения и выключения в случае, когда напряжение источника изменяется скачкообразно.

Встроенная схема защиты от перегрузки по току (OCP, Over Current Protection) срабатывает, если сопротивление нагрузки оказывается слишком малым (например, имеет место короткое замыкание), а ток превышает определенное пороговое значение, что может привести к выходу модуля из строя. Для промышленных преобразователей величина порога устанавливается на уровне 20% выше номинального выходного тока. При запуске цепи OCP преобразователь переходит в пульсирующий (hiccup mode) режим работы, в котором он периодически включается на время T_d , чтобы определить наличие перегрузки, и выключается, если это подтверждается (рис. 3б). Длительности T_d и T_h зависят от входного напряжения и температуры эксплуатации. После уменьшения выходного тока ниже заданного порога модуль автоматически перезапускается в режиме плавного старта.

Защита от перегрева (OTP, Over Temperature Protection) повышает живучесть преобразователей в условиях предельных температур. Повышение температуры преобразователя (независимо от причины) сверх предельно допустимых значений вызывает срабатывание защитного механизма — снижение тока в нагрузке или ее полное отключение. Это предотвращает дальнейшее повышение температуры и повреждение устройства. При автоматиче-

ском перезапуске повторное включение модуля произойдет только после остывания. Порог температурной защиты для различных серий установлен на +110 °C (±5%) с гистерезисом 10 °C (рис. 3в).

Встроенная схема защиты от превышения выходного напряжения (OVP, Output Overvoltage Protection) срабатывает, если напряжение на выходных контактах преобразователя достигает 120% от номинального значения. Причиной этого может быть, в частности, подстройка выходного напряжения, а также процесс проверки пользователем работоспособности своей аппаратуры при повышенных напряжениях питания.

Сервисная функция точной подстройки полезна при необходимости установки нестандартных значений выходных напряжений. Она допускает корректировку на величину -20...+10% от номинального значения выхода простым подключением подстроечного резистора между выводом Trim и шиной питания или «землей» в зависимости от направления регулировки (рис. 4а, б). При этом попытка увеличить выходное напряжение выше 110% $V_{ном}$ будет безуспешной, так как сработает защита от перенапряжения. Для быстрой подборки требуемого сопротивления рекомендуется использовать многооборотные потенциометры. Номиналы сопротивлений R_U и R_d рассчитываются из следующих соотношений:

$$R_U = \frac{R1(V_0 - V_{REF})V_{0nom} - R1 - R2}{V_0 - V_{0nom}}$$

$$R_d = \frac{(R1 + R2)V_0 - R2 \times V_{0nom}}{V_{0nom} - V_0}$$

где $R1 = 3,9$ кОм и $R2 = 13$ кОм — внутренние резисторы, а $V_{ref} = 2,5$ В — напряжение встроенного прецизионного источника опорного напряжения. Третий способ регулировки выполняется путем изменения управляющего напряжения (рис. 4в). При этом величина выходного напряжения определяется из формулы:

$$V_0 = 1 + \frac{R1}{(R1 + R2)} \frac{(V_{TRIM} - 1)}{V_{REF}}$$

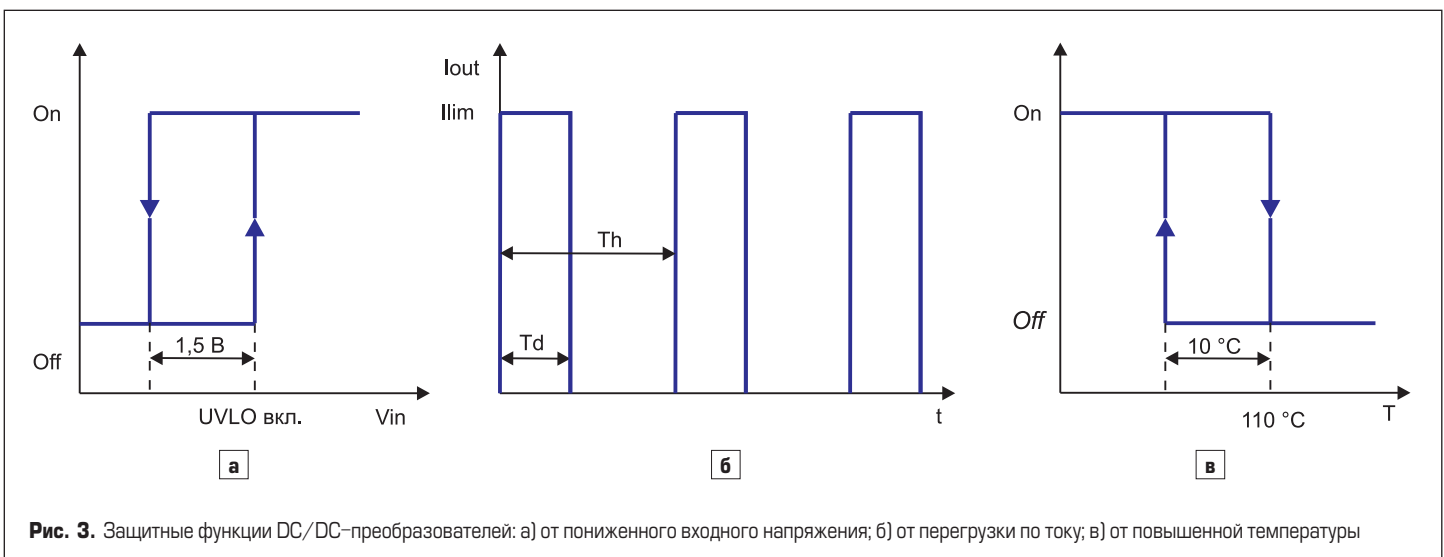


Рис. 3. Защитные функции DC/DC-преобразователей: а) от пониженного входного напряжения; б) от перегрузки по току; в) от повышенной температуры

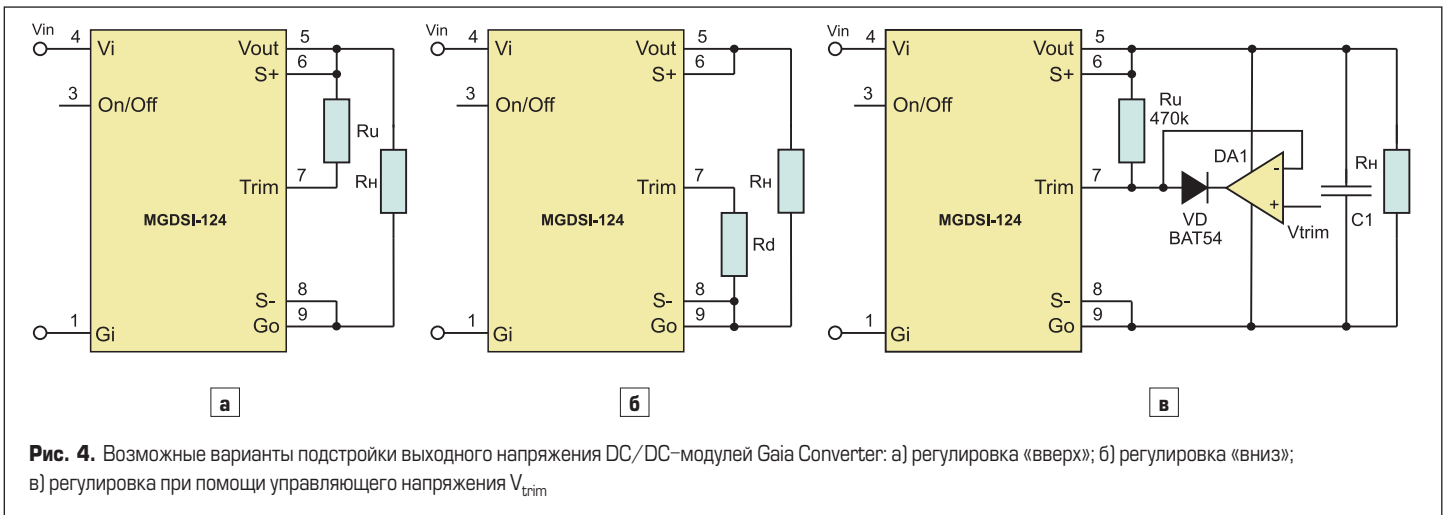


Рис. 4. Возможные варианты подстройки выходного напряжения DC/DC-модулей Gaia Converter: а) регулировка «вверх»; б) регулировка «вниз»; в) регулировка при помощи управляющего напряжения V_{trim}

Функция дистанционного включения/выключения существенно повышает гибкость применения преобразователей в современных системах электропитания РЭА, требующих определенного алгоритма подачи питания к отдельным узлам. Она также полезна в случае возникновения аварийных ситуаций, когда необходимо выполнить оперативное отключение нагрузки. Выключение модуля, равнозначное отключению выходного каскада от нагрузки, выполняется подачей низкого логического уровня (0–0,5 В) относительно общего провода на вывод On/Off при помощи внешнего коммутирующего устройства: механического переключателя, дискретного биполярного или полевого транзистора, оптопары, маломощного реле и т. д. Допускается объединение модулей и использование одного сигнала управления для запуска нескольких преобразователей. Преобразователь находится во включенном состоянии, когда вход On/Off остается свободным или когда на него подается сигнал высокого уровня (5 В). Задержка включения/отключения модулей не превышает 30 мс/100 мкс соответственно.

Функция Sense предназначена для компенсации падения напряжения на проводах, связывающих выход конвертера с нагрузкой, расположенной на значительном удалении. Величина падения напряжения зависит от протекающего тока, длины и ширины проводников или трасс на печатной плате. Использование измерительных входов обратной связи S+ и S-, соединенных с нагрузкой по четырехпроводной схеме, позволяет добиться требуемого напряжения непосредственно на контактах нагрузки путем регулировки выхода на величину падения. Максимальное значение напряжения, которое может быть скомпенсировано, составляет 10% от номинального выходного напряжения преобразователя.

Опциональная функция Sync, доступная у высоконадежных модулей, обеспечивает возможность синхронизации внутреннего генератора внешним сигналом. Несколько преобразователей могут быть объединены между собой для работы на одной общей частоте или же подключены к внешнему источнику тактового сигнала. Частота внешнего синхросигна-

ла должна находиться в допустимых пределах 330–370 кГц. Для обеспечения надежной работы рекомендуется использовать генераторы прямоугольных импульсов с временами фронта и спада не более 20 нс.

PoL-преобразователи

Импульсные преобразователи постоянного тока типа PoL (Point-of-Load) являются оконечным каскадом архитектуры распределенного электропитания и размещаются в непосредственной близости с нагрузкой. Они обеспечивают стабилизированное напряжение для питания высокопроизводительного серверного, телекоммуникационного и промышленного оборудования, имеющего множество низковольтных (менее 3,3 В) и при этом силовоточных (единицы/десятки ампер) нагрузок. Примерами таких нагрузок служат микропроцессоры, сетевые и графические процессоры, ПЛИС и т. д.

Неизолированные одноканальные PoL-преобразователи MPGS-14A, имеющие номинальную мощность 260 Вт, могут выдавать выходной ток до 14 А. Допустимые входные напряжения находятся в диапазоне 4,75–36 В (с учетом переходных процессов до 42 В посто-

янного тока). Номинальное выходное напряжение составляет 3,3 В, при этом оно может регулироваться в широких пределах 1,2–24 В при помощи внешнего подстроечного резистора. Начальная погрешность установки выходного напряжения составляет $\pm 2\%$, его суммарная нестабильность при изменении нагрузки, входного напряжения и температуры также не превышает $\pm 2\%$, в том числе при работе на нагрузку большой емкости (до 50 000 мкФ). Высокое значение КПД (97%) говорит о малых потерях при преобразовании, что позволяет разработчику решить проблему отвода тепла без применения радиатора (рис. 5).

Модули MPGS-14A выпускаются компанией Gaia Converter в полностью герметизированных металлических корпусах для сквозного монтажа с размерами 27,4×19,2×8 мм, вес устройства не превышает 10 г. Диапазон рабочих температур лежит в пределах $-40...+115\text{ }^{\circ}\text{C}$, хранение допускается при температурах до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Так же как и изолированные DC/DC-преобразователи, модули MPGS-14A характеризуются наличием схем блокировки при пониженном входном напряжении, защиты от перегрева и ограничения выходного тока. Блок UVLO является настраиваемым,

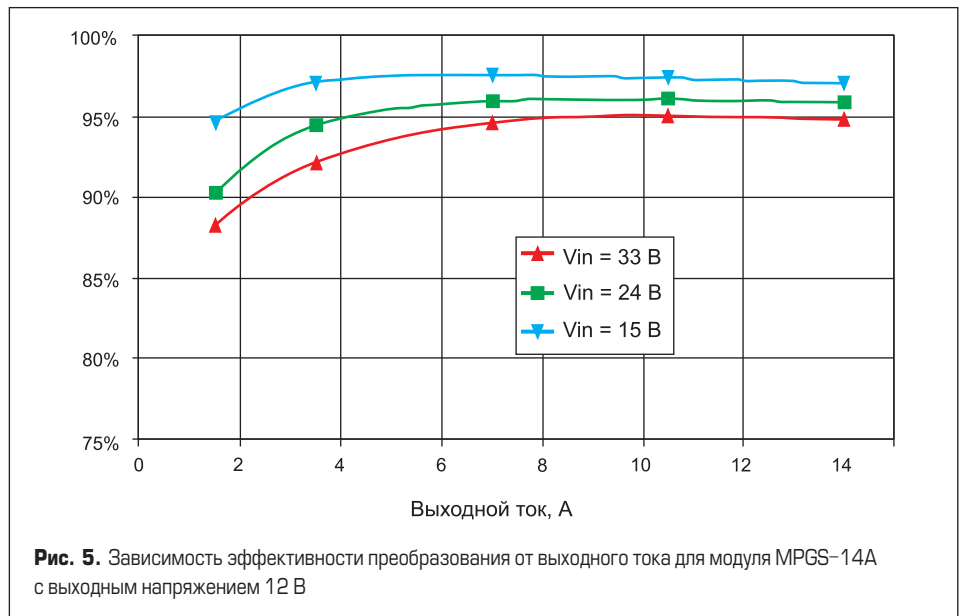


Рис. 5. Зависимость эффективности преобразования от выходного тока для модуля MPGS-14A с выходным напряжением 12 В

пороговое значение задается путем подключения резистора между общим проводом и выводом SD_ULVO, гистерезис схемы составляет 0,8 В. Схема защиты от перегрузки по току (OCP) работает в качестве источника тока при выходном напряжении $V_{out} < V_{lim}$, установленном на уровне 20 В, или в пульсирующем режиме при $V_{out} > V_{lim}$.

Порог срабатывания для обоих режимов задан по умолчанию при изготовлении (16 и 5,25 А соответственно), при необходимости возможна его регулировка подключением резистора к выводу CTRM. Для мониторинга выходного тока используется вывод CM_SHARE, напряжение на котором прямо пропорционально величине I_{our} . Для защиты преобразователей от перегрева в них интегрирована схема OTP, которая срабатывает при температуре кристалла более +125 °С, блокируя работу модуля. Разблокировка происходит автоматически при снижении температуры ниже +115 °С.

Принцип функционирования вспомогательных схем компенсации падения выходного напряжения, дистанционного управления включением/выключением и синхронизации несколь-

ких модулей аналогичен ранее рассмотренным DC/DC-преобразователям. Динамическая регулировка выходного напряжения (функция Tracking) может потребоваться для следящего управления выходом. Источником управляющего напряжения V_{track} подаваемого на вывод TRK, может быть, например, операционный усилитель или ЦАП. Активное выравнивание выходных токов нескольких модулей при параллельной работе на общую нагрузку обеспечивает наращивание выходной мощности системы или повышение ее надежности за счет резервирования. Для этого преобразователи соединяются между собой при помощи специальных выводов CM_SHARE.

Дополнительно доступна возможность формирования очередности подачи определенных напряжений питания, а также контроля скорости нарастания выходного напряжения. Эта функция полезна при организации питания современных микропроцессоров и ПЛИС. От последовательности включения источников питания зависит вероятность возникновения опасных переходных процессов. В самом простом случае задержка включения отдельных модулей

осуществляется при помощи конденсаторов определенной емкости, соединенных с выводом SD_ULVO. На рис. 6а представлены три модуля, выходные напряжения которых заданы при помощи резисторов R1 и R2, а длительность задержки — подключением конденсаторов C1 и C2. Итоговая величина рассчитывается по формуле:

$$t_D(\text{мкс}) = 0,013(10 + C) \ln\left(\frac{V_{IN}}{V_{IN} - 4,5}\right),$$

осциллограмма процесса показана на рис. 7а.

Второй способ основан на регулировке скорости нарастания выходного напряжения (рис. 6б). Модули запускаются одновременно, но в зависимости от емкости конденсатора, подключенного на этот раз к выводу TRK, достигают заданного уровня за различное время (рис. 7б). Для зарядки внешнего конденсатора до напряжения порядка 0,8 В используется встроенный источник тока 10 мкА. Длительность запуска модуля и величина емкости связаны между собой формулой:

$$t_s(\text{мкс}) = 0,08(22 + C).$$

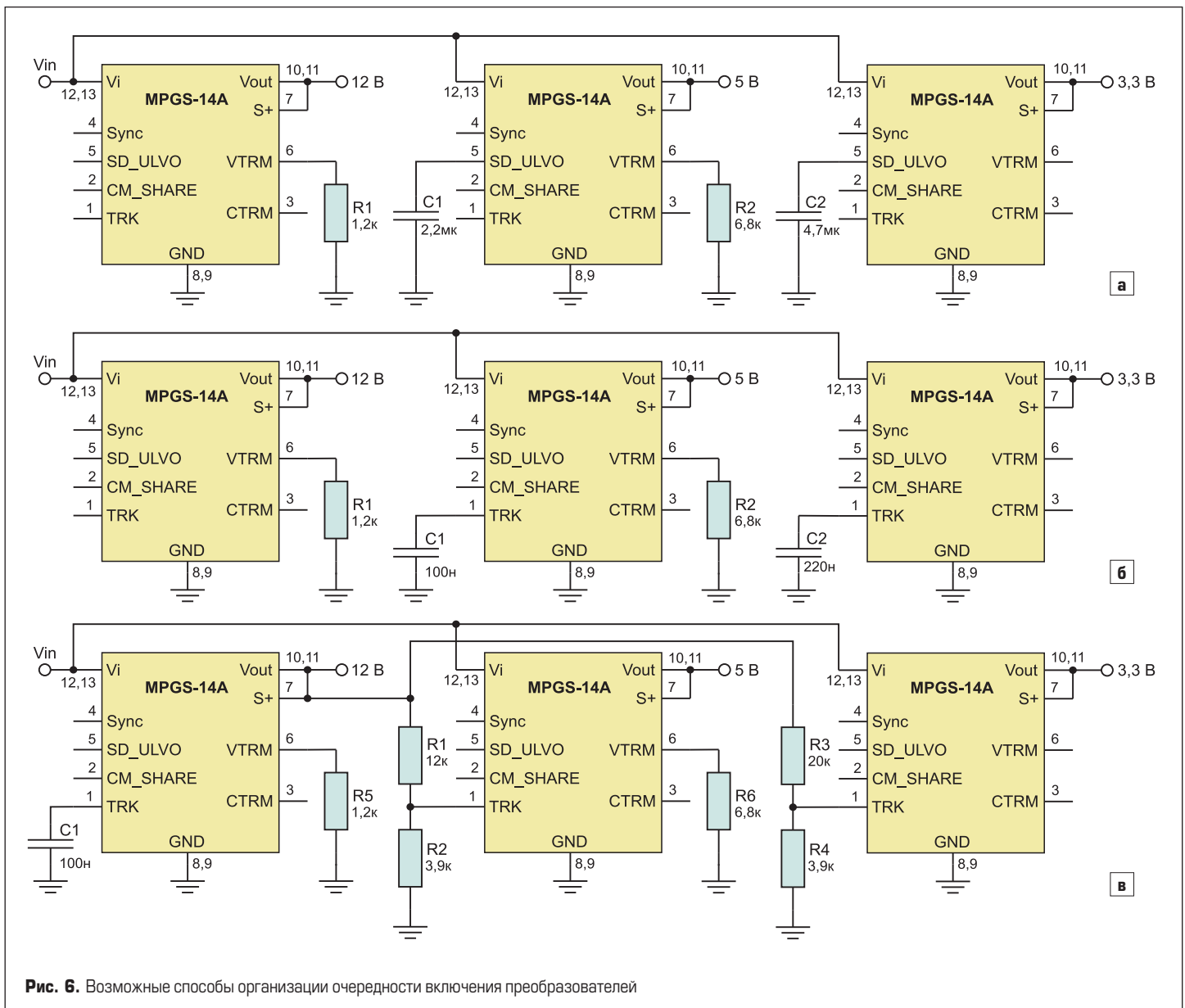


Рис. 6. Возможные способы организации очередности включения преобразователей

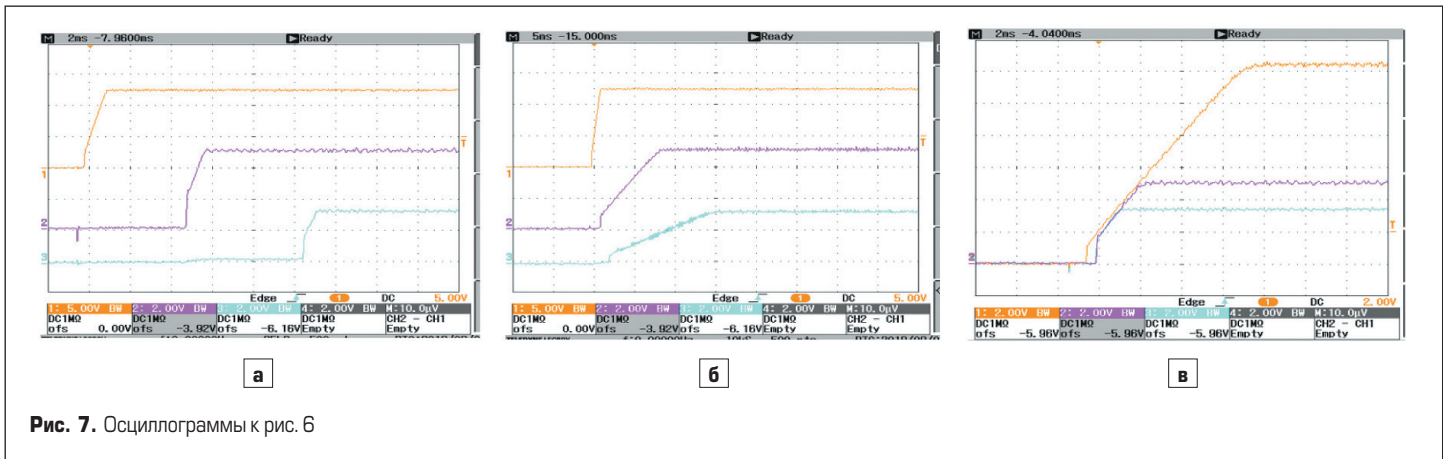


Рис. 7. Осциллограммы к рис. 6

При использовании последнего способа преобразователь с наибольшим выходным напряжением является ведущим и управляет остальными модулями (рис. 6в). Его выход соединяется с выводами TRK ведомых устройств через специально подобранные делители напряжения. Номиналы резисторов делителей связаны выражением:

$$R_h = \left(\frac{V_{0slave}}{0,8} - 1 \right) R1,$$

где V_{0slave} — номинальное выходное напряжение ведомого преобразователя. Как видно на рис. 7в, увеличение выходного напряжения ведущего модуля до номинального значения ведомого приводит к активации последнего. Стоит отметить, что в этом случае преобразователи с меньшим рабочим напряжением имеют более высокий приоритет, то есть включаются в первую очередь.

ЭМИ-фильтры

Компоненты данного типа служат для подавления электромагнитных помех во входных цепях импульсных источников питания постоянного тока. Использование модульного подхода позволяет подобрать экономически целесообразное для конкретного устройства решение исходя из области применения и руководящих документов, регламентирующих допустимые типы и уровни паразитных воздействий. Линейка ЭМИ-фильтров Gaia Converter была расширена за счет модулей серий FGDS-6A-100V и FGDS-12A-100V, предназначенных для применений с максимальным выходным током 6 и 12 А соответственно. Они рекомендованы производителем для обеспечения требований по электромагнитной совместимости авиационных и военных стандартов DO-160 (версии C, D, E, F, G) и MIL-STD-461 (D, E, F, G). Помимо защиты от наведенных и излучаемых кондуктивных помех, создаваемых в цепях коммутации постоянного тока, они выполняют очень важную роль в ослаблении возникающих на входной шине питания импульсных выбросов напряжения. Данные фильтры способны выдерживать скачки напряжений до 80 В/100 мс (по стандарту MIL-STD-704A/D/E/F) и до 100 В/50 мс

Таблица 2. Перечень регламентирующих стандартов для ЭМИ-фильтров Gaia Converter

Стандарт	Методы испытаний	Описание
MIL-STD-461D/E/F/G	CE102	Эмиссия кондуктивных помех в диапазоне 10 кГц — 10 МГц
	CS101	Восприимчивость к кондуктивным помехам в диапазоне 30 Гц — 150 кГц
	CS114	Восприимчивость к кондуктивным помехам в диапазоне 10 кГц — 400 МГц
	CS115	Устойчивость к кратковременным импульсам напряжения
	CS116	Устойчивость к затухающим синусоидальным переходным процессам
DO-160C/D/E/F/G	—	Эмиссия кондуктивных помех в диапазоне 15 кГц — 152 МГц
	—	Устойчивость к воздействию кондуктивных помех в диапазоне 10 кГц — 400 МГц
MIL-STD-704A/D/E/F	—	Устойчивость к воздействию бросков напряжения 80 В/100 мс
MIL-STD-1275A/B/C/D	—	Устойчивость к воздействию бросков напряжения 100 В/50 мс

Таблица 3. Основные характеристики ЭМИ-фильтров Gaia Converter

Параметр	FGDS-6A-100V	FGDS-12A-100V
Входное напряжение (ном.), В	28	
Диапазон входных напряжений, В	4,5–100	
Ток выхода (макс.), А	6	12
Выходная мощность (макс.), Вт	160	300
Рассеиваемая мощность (макс.), Вт	1,26	5,6
Тепловое сопротивление, °C/Вт	20	17
Напряжение изоляции корпус-вывод (мин.), В	500	
MTBF (наземное оборудование при +40 °C), тыс. ч	1740	1720
MTBF (наземное оборудование при +70 °C), тыс. ч	950	940
MTBF (бортовое оборудование при +40 °C), тыс. ч	960	950
MTBF (бортовое оборудование при +85 °C), тыс. ч	390	380

(MIL-STD-1275A/B/C/D). Полный перечень и описание требований регламентирующих стандартов, которым соответствуют ЭМИ-фильтры Gaia Converter, представлены в таблице 2.

В таблицу 3 занесены основные технические характеристики фильтров. Модули обладают широким диапазоном постоянных рабочих напряжений (4,5–100 В) и выходной мощно-

стью до 300 Вт. Стандартные изделия могут эксплуатироваться при рабочих температурах –40...+105 °C. Кроме того, доступны модификации с допустимой нижней температурой эксплуатации от –55 °C (суффикс /Т в наименовании), а также прошедшие выходные испытания по методам, изложенным в стандарте MIL-STD-883C (суффикс /S).

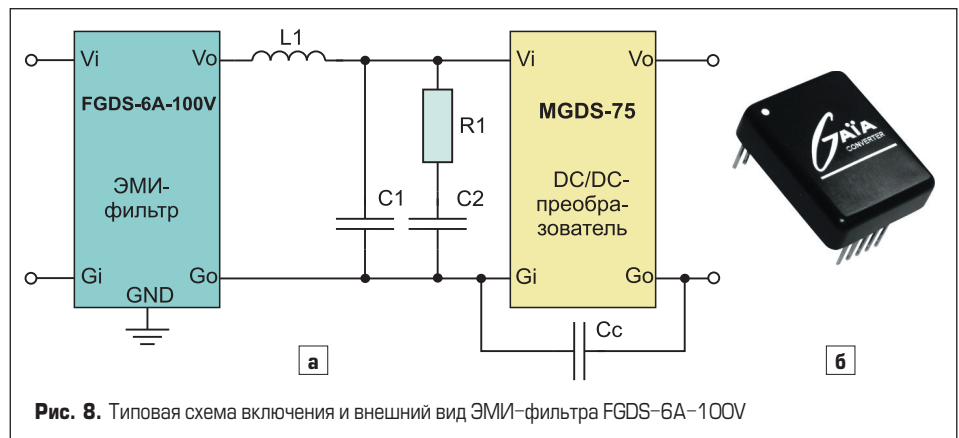


Рис. 8. Типовая схема включения и внешний вид ЭМИ-фильтра FGDS-6A-100V

ЭМИ-фильтры позиционируются для совместной работы с DC/DC-преобразователями напряжения производства Gaia Converter. Согласно типовым схемам включения, они устанавливаются непосредственно перед конвертерами (рис. 8а). Все функциональные узлы модулей размещаются в металлических анодированных корпусах размерами 28×19,8×8,2 мм (FGDS-6A-100V) и 32,7×26,2×8,2 мм (FGDS-12A-100V), предназначенных для монтажа в отверстия (рис. 8б). Корпуса, заполненные специальным компаундом, обеспечивают защиту элементов от механических повреждений, а также эффективный отвод тепла во внешнюю среду, их тепловое сопротивление не превышает 20 °C/Вт. Значение среднего времени наработки на отказ (MTBF), вычисленное для различных условий эксплуатации по стандарту MIL-HDBK-217F, может достигать 1740 тыс. ч. Оценка эффективности

ЭМИ-фильтров Gaia Converter проводится с применением эквивалента сети (LISN, Line Impedance Stabilization Network).

Заключение

Использование модульного подхода при построении высокоэффективных источников питания обеспечивает гибкость и простоту проектирования. Продукция компании Gaia Converter, включающая преобразователи постоянного и переменного тока, а также вспомогательные модули, обеспечивающие защиту от воздействия ЭМИ-излучения, переходных процессов и пониженного напряжения шины питания, подходит для большинства высоконадежных применений. Устройства, обладающие широкими функциональными возможностями, хорошей технической поддержкой и соответствующие требованиям международных от-

раслевых стандартов, изготавливаются с учетом жестких требований к параметрам и качеству изделий и позволяют создавать системы питания с большим запасом прочности.

Литература

1. Всегда ли выгодна схема DC/DC-преобразователя на дискретных компонентах? // Новости электроники. 2019. № 6.
2. Верхулевский К. Организация питания авиационной аппаратуры при помощи преобразователей компании Gaia Converter // Силовая электроника. 2012. № 2.
3. Верхулевский К. Модульные DC/DC-преобразователи Gaia Converter для железнодорожного транспорта // Силовая электроника. 2017. № 2.
4. Официальный сайт компании Gaia Converter. www.gaia-converter.com