

Мощные DC/DC-преобразователи напряжения

компании Calex

Высокопроизводительное оборудование различного назначения, отличающееся повышенным собственным энергопотреблением, требует применения источников питания с увеличенным значением выходного тока. Компания Calex предлагает линейку мощных DC/DC-преобразователей в модульном исполнении, представленную несколькими семействами с максимальной мощностью 75–1000 Вт. Обладающие широкими функциональными возможностями, стандартными значениями входных и выходных напряжений, а также долговременной надежностью в жестких условиях эксплуатации, преобразователи данного типа можно применять в высококачественных источниках питания промышленной, телекоммуникационной, медицинской и военной аппаратуры.

Константин Верхулевский

info@icquest.ru

Введение

На протяжении своей более чем 50-летней истории компания Calex занимается разработкой и изготовлением высокоэффективных устройств преобразования энергии. Производственные мощности компании позволяют ежемесячно выпускать примерно 40 тыс. изделий для продажи по всему миру. Потребителями ее продукции являются такие известные компании, как IBM, Hewlett Packard, AT&T, Chrysler, Schlumberger, General Electric, Siemens и многие другие. Все выпускаемые изделия подвергаются 100%-му выходному тестированию на соответствие заявленным характеристикам, также они имеют пятилетнюю гарантию качества.

Наряду с выпуском стандартных устройств компания выполняет проектирование приборов на заказ с учетом специфических требований потребителей, которые задают основные характеристики: уровень выходного шума, параметры входа-выхода, условия эксплуатации, габаритные размеры и т. д. Конструкторский отдел компании либо реализует заданную модификацию типовых изделий, либо разрабатывает всю систему питания с необходимыми параметрами под ключ, а также тестирует на соответствие определенным отраслевым стандартам. При этом гарантируется, что первые образцы будут готовы спустя четыре недели после утверждения технических условий, а процесс производства партии изделий будет отлажен не более чем через восемь недель.

Широкий ассортимент продукции компании включает AC/DC-преобразователи, вспомогательные фильтрующие модули и дополнительные ак-

сесуары (радиаторы, комплекты монтажных адаптеров и креплений), а также серийно выпускаемые источники питания постоянного и переменного тока с выходной мощностью до 1,2 кВт. Такие источники предназначены для использования в бортовых устройствах зарядки свинцово-кислотных, литий-ионных, литий-полимерных и других типов аккумуляторных батарей. Кроме того, они будут полезны при организации светодиодного освещения. Основу же каталога, включающего в себя около 1000 стандартных компонентов, составляют DC/DC-преобразователи [1].

В зависимости от максимальной выходной мощности и конструктивных требований выпускаются конвертеры для сквозного и поверхностного монтажа на плату, а также для крепления на шасси и DIN-рейку. Чтобы соответствовать требованиям электрической безопасности для различных областей применения (промышленные установки, медицинское оборудование, оборудование транспортных средств и т. д.), все стандартные DC/DC-преобразователи Calex, за исключением серии MBH, выполнены изолированными. Их входные и выходные каскады развязаны между собой посредством трансформатора, а в схеме обратной связи применены оптопары.

Компактные маломощные (до 10 Вт) DC/DC-преобразователи в пластиковых корпусах для сквозного (SIP или DIP) или поверхностного (SMT) монтажа относятся к компонентам бюджетного типа. Ими оснащают оборудование, в котором точность и стабильность выходного напряжения не являются ключевыми факторами. Максимальный КПД данных устройств достигает 86%, погрешность установки выходного напряжения не превышает $\pm 2\%$, а типо-

Таблица 1. Основные характеристики мощных DC/DC-преобразователей Calnex

Серия	Выходная мощность, Вт	Входные напряжения, В	Входной диапазон	Число каналов	Выходные напряжения, В	КПД, %	Напряжение изоляции вход/выход (макс.), В	Рабочая частота, кГц	Дополнительные функции	Диапазон рабочих температур, °С	Габариты корпуса, см	
WDE	75	24; 48	4:1	1	5; 12; 15; 24; 48	До 90	1544	275	On/Off, Trim, Sense	-55...+100	6,4×2,8	
QH					3,3; 5; 12; 15; 24	До 90	1544	360		-40...+100		5,8×3,7 (1/4 Brick)
HD		24	2:1	2	5/3,3; 3,3/2,5	До 81	700	360	On/Off, Trim	-40...+100	5,8×6,1 (1/2 Brick)	
HE		24; 48			5 (±12, ±15 или ±17)	До 89	1544	325			5,8×6,1 (1/2 Brick)	
LT		24			2,5; 3,3 и на выбор: 1,5; 1,8 или 5	До 81	700	360			5,8×6,1 (1/2 Brick)	
HEW		100			24; 48	4:1	1	3,3; 5; 12; 15; 24				До 89
QSW	150	24	12	До 94	2250			275	On/Off			
GX	200	28	2:1	1	15; 24	До 85	1544	255	On/Off, Trim, Sense, Sync	-40...+100	5,8×6,1 (1/2 Brick)	
QMW	250	24	4:1		12	До 93	2250	275	On/Off			
MTW	360	24			12; 24; 28	До 95,7		200	On/Off, Trim			-55...+105
MXW	500	24			12; 24; 28	До 95,7						
FXW	1000	24; 48			24; 28	До 96,5		On/Off, Trim, Sense	12×6,4 (Brick)			

вое значение величины пульсаций составляет 125 мВ (п-п). Температурный коэффициент, характеризующий качество выходного напряжения при изменении рабочей температуры, для большинства преобразователей равен ±0,02%. Нестабильность выхода по нагрузке для одноканальных преобразователей — 0,5%, для двухканальных — 0,8%, а нестабильность выхода по сети — ±0,2%. Надежность таких преобразователей позволяет рассчитывать на 1000 тыс. ч безотказной работы — это гарантируемый производителем показатель MTBF.

DC/DC-конвертеры средней мощности (15–75 Вт) выпускаются в стандартных металлических корпусах с дюймовым обозначением: 1×1", 2×1", 2×1,6" или 2×2". Они относятся к преобразователям общего назначения, основные области их применения — источники питания телекоммуникационного, измерительного и промышленного оборудования. Преобразователи данного типа отличаются обязательным наличием вспомогательных функций дистанционного управления и/или регулировки выходного напряжения (у одноканальных устройств). Наиболее распространенные диапазоны входных напряжений составляют 9–36 В для 24-В моделей и 18–72 В — для 48-В устройств. Эффективность преобразования достигает 92%, точностные характеристики также улучшены по сравнению с маломощными устройствами. Например, у серии ХС нестабильность выхода по нагрузке составляет 0,1%, нестабильность выхода по сети — ±0,05%, а максимальная величина шума выходного напряжения не превышает 50 мВ.

В условиях постоянно растущего потребления наибольший интерес представляют мощные DC/DC-преобразователи с высокими уровнями значений выходного напряжения и тока. Рассмотрим их основные технические характеристики и функциональные особенности на примере отдельных семейств.

Мощные DC/DC-преобразователи Calnex

Мощные преобразователи (мощностью от 75 Вт) изготавливаются в металлических корпусах формата brick для монтажа в отверстия на печатной плате. Их применяют

для построения источников питания повышенной надежности и функциональности. Приоритетная сфера применения таких устройств — разработки военного и авиационного назначения с жесткими условиями эксплуатации, работающие в условиях механических воздействий (ударов, вибрации) и высокой влажности.

Полупроводниковые и пассивные компоненты, из которых собраны высоконадежные конвертеры, смонтированы на печатной плате, установленной на теплоотводящем основании. Все свободное пространство металлического корпуса заполнено специальным компаундом, защищающим компоненты от воздействия окружающей среды и создающим равномерное распределение тепла внутри модуля. Такая конструкция модуля обеспечивает низкое тепловое сопротивление между его компонентами и окружающей средой, а также позволяет получить высокую плотность конвертируемой мощности. Металлический корпус способствует снижению уровня излучаемых помех и обеспечивает соответствие требованиям стандарта безопасности CSA/UL 60950. Диапазон рабочих температур составляет -40...+100 °С (у старших моделей — -55...+105 °С). Возможно его расширение благодаря применению радиаторов, закрепляемых в отверстиях, специально предусмотренных на корпусе.

Всего в настоящее время к мощным можно отнести 12 семейств DC/DC-преобразователей со значениями входных напряжений, лежащими в диапазоне 9–75 В, и выходными напряжениями постоянного тока из стандартного ряда в пределах 1,5–48 В (табл. 1). Количество выходных каналов в модулях варьируется в зависимости от конкретного семейства, наиболее популярный вариант — одноканальные источники положительного напряжения. Наряду с высокой мощностью и эффективностью преобразования выше 90% их отличают превосходные точностные характеристики, в частности малый температурный дрейф и высокая стабильность выхода при изменении тока нагрузки и питающего напряжения.

Серия QH, включающая в себя 6 моделей с входными номинальными напряжениями 24 или 48 В, рассчитана на мощность до 75 Вт

и использует постоянную частоту преобразования 360 кГц. Параметры выхода: напряжение 3,3; 5; 12; 15 или 24 В с погрешностью установки не более ±1% и уровнем шума от 50 до 150 мВ в зависимости от модели, максимальный ток нагрузки — 20 А. Компоненты данной серии доступны для заказа в герметичных корпусах промышленного стандарта «1/4 brick», обладающих повышенной стойкостью к воздействию механических воздействий и вибраций (рис. 1).

Для обеспечения заданной наработки на отказ серия QH снабжена встроенными схемами защиты от перенапряжения (OVP), от перегрузки по току и превышения максимальной температуры эксплуатации (OTP). Стандартный для преобразователей Calnex набор дополнительных функций — а именно, дистанционного включения/выключения (On/Off), измерения (Sense) и аналоговой регулировки выходного напряжения (Trim) с помощью внешних подстроечных резисторов, позволяет повысить гибкость применения. Собственный ток потребления в холостом режиме составляет всего 6 мА [2].

Серия HD, представляющая собой двухканальные преобразователи постоянного напряжения с номинальными значениями выхода 5/3,3 или 3,3/2,5 В, предназначена для телекоммуникационного и промышленного применения. Наличие двух независимых низковольтных каналов в одном малогабаритном корпусе позволяет сэкономить занимаемое



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

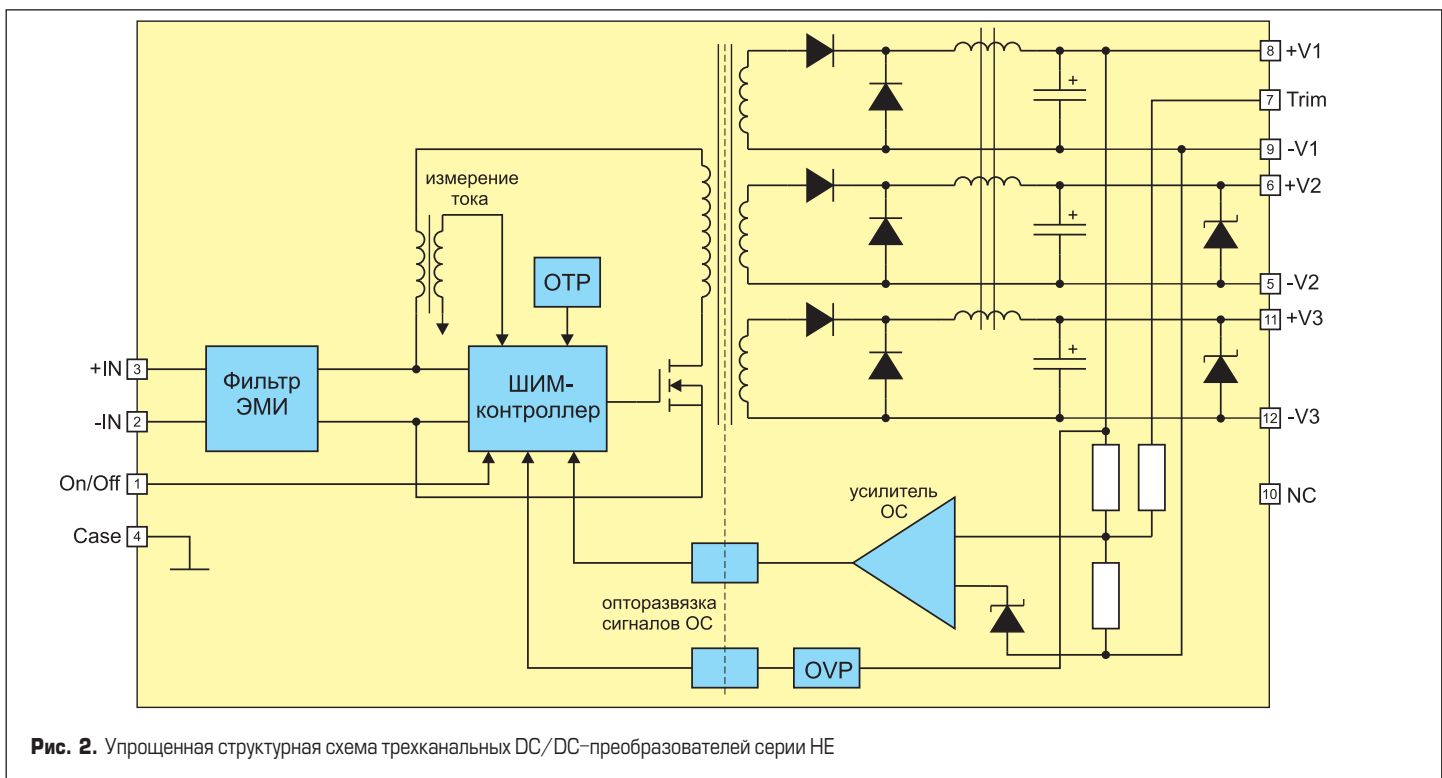


Рис. 2. Упрощенная структурная схема трехканальных DC/DC-преобразователей серии HE

на печатной плате место и уменьшить стоимость разрабатываемого изделия. Входной диапазон модулей составляет 18–36 В с номинальным значением 24 В (выдерживают до 50 В в течение 100 мс), максимальный выходной ток — 10 А для каждого канала (в сумме выходная мощность не более 75 Вт). Подстройкой выхода можно компенсировать падение напряжения между конвертером и потребителем при больших токах нагрузки, защита от включения в обратной полярности и блокировка при пониженном входном напряжении помогают повысить надежность эксплуатации.

Трехканальными преобразователями являются компоненты 75-Вт серий HE и LT. Серия HE состоит из пяти моделей изолированных трехканальных конвертеров, каждый из которых включает в себя по два комплементарных канала с номинальным выходом (± 12 , ± 15 или ± 17 В) и один отдельный +5 В канал, охваченный цепью обратной связи (рис. 2). Преобразователи данной серии представляют собой оптимальное по стоимости и эффективности решение для одновременного питания логических схем и аналоговых измерительных цепей, их максимальный КПД достигает 89% [3]. Они выпускаются в герметичных корпусах типа «1/2 brick», предназначенных для эксплуатации в диапазоне температур $-40 \dots +100$ °С, для повышения верхней границы производитель предлагает ряд радиаторов. Средняя наработка на отказ — более 1 млн часов. Из дополнительных особенностей можно отметить наличие функций Trim и On/Off (ток потребления в холостом режиме не превышает 2 мА), схем защиты от переплюсовки на входе, короткого замыкания на выходе, ограничения тока и превышения температуры. Два входных диапазона 18–36 и 36–75 В позволяют выбрать подходящую

модель при работе со стандартными 24- и 48-В шинами, начальная погрешность установки выходного напряжения не превышает $\pm 1\%$, нестабильность по сети и нагрузке — 0,01 и 0,05% соответственно.

Серия LT характеризуется низким выходным напряжением, ее можно использовать для преобразования значения 24-В шины в три напряжения из ряда 1,5; 1,8; 2,5; 3,3 или 5 В. Также существует возможность адаптации изделия под входное напряжение 48 В — для этого необходимо обратиться к производителю. Три независимых канала с максимальным током нагрузки 10 А и уровнем выходного шума от 15 до 33 мВ (п-п) идеально подходят для организации питания микросхем логики и цифровой обработки сигналов в телекоммуникационной и промышленной аппаратуре. Стабильность выходного напряжения мало зависит от температуры, температурный коэффициент преобразователей серии LT не превышает 0,003 %/°С.

Одноканальные изолированные DC/DC-преобразователи серии WDE с входным диапазоном 4:1 (9–36 или 18–75 В) и максимальной мощностью 75 Вт наряду с аналоговой регулировкой (вывод Trim) обладают функциями прецизионной цифровой настройки выходного напряжения с погрешностью не более $\pm 0,2\%$ и контроля ключевых характеристик в режиме реального времени. Динамическая коррекция выхода, непрерывный мониторинг величин V_{in} , V_{out} и I_{out} , а также настройка пороговых значений схем защиты от превышения рабочей температуры, перегрузки по току, пониженного и повышенного напряжения на входе выполняются с помощью интерфейса связи PMBus [4]. Управляющий контроллер, используемый в связке с устройствами серии WDE, обеспечивает гибкость применения, позволяет регистрировать и со-

хранять в энергонезависимой памяти случаи выхода параметров за допустимые пределы. Преобразователи данной серии предназначены для типовых входных напряжений 12, 24, 28 и 48 В, используемых в автомобильных устройствах, промышленном оборудовании, военных, телекоммуникационных и других применениях. Выходные напряжения выбираются из стандартного ряда 5, 12, 24, 28 и 48 В, эффективность преобразования достигает 90%, а максимальный ток выхода — 15 А. Конструктивно они изготавливаются в 12-выводных прямоугольных металлических корпусах с размерами 6,35×2,8×1,27 см, обеспечивающих надежное функционирование в расширенном диапазоне рабочих температур ($-55 \dots +100$ °С), гарантируемая наработка на отказ — 10,9 млн часов.

Для быстрой оценки возможностей преобразователей пользователям предлагаются на выбор три демонстрационные платы WDE24-1, WDE24-2 и WDE48-2, внешний вид одной из них показан на рис. 3, а отдельные характеристики представлены в таблице 2.

Аналоговая часть каждой платы включает в себя входной CLC-фильтр низких частот с номиналами компонентов, отличающимися



Рис. 3. Внешний вид демонстрационной платы WDE24-2

Таблица 2. Основные технические характеристики демонстрационных плат с преобразователями серии WDE

Выходная мощность, Вт	Входное напряжение, В	Входной диапазон, В	Выходное напряжение, В	Ток выхода, А (макс.)	Габариты корпуса, см	Наименование модуля	Наименование оценочной платы
75	24	9–36	5	15	6,4×2,8×1,4	24S5.15WDE	WDE24-1
			12	6		24S12.6WDE	WDE24-2
			24	3		24S24.4WDE	
			28	2,5		24S28.3WDE	
			48	1,5		24S48.1WDE	
			48	18–75		24	3
28	2,5	48S28.3WDE					
48	1,5	48S48.1WDE					

ся для входных диапазонов 9–36 и 18–75 В, супрессоры для защиты от случайных перенапряжений и переполосовки, рекомендованные производителем выходные конденсаторы с емкостью, зависящей от типа подключаемого модуля и значения выходного напряжения [5]. Цифровая часть предназначена, прежде всего, для отладки различных режимов работы преобразователей. Связь между компьютером с установленным на нем графическим интерфейсом пользователя и оценочной платой осуществляется с помощью модуля конвертера на базе микросхемы FT2232H, преобразующего сигналы USB в PMBus. Для индикации процесса обмена данными по протоколу PMBus используются вспомогательные светодиоды, отображающие состояние линий SCL и SDA. Отсутствие их мигания при передаче команды свидетельствует об аппаратной или программной ошибке связи. Графический интерфейс пользователя, основное окно которого представлено на рис. 4, требует инсталляции программы Microsoft Excel 2007 года или более новой.

Серия HEW, состоящая из 10 модулей, обладает широкими входными диапазонами (9–36 и 18–75 В). Она является аналогом серии QH с увеличенной до 100 Вт выходной мощностью. Преобразователи HEW, соответствующие требованиям стандартов IEC 60950-1 и EN60950-1, позиционируются для применения в источниках питания оборудования передачи данных и АСУ ТП. Набор дополнительных функций стандартный: Sense, Trim и On/Off, причем включение/выключение может выполняться как высоким, так и низким логическим уровнем, во втором случае необходимо заказывать модули с символом -N в конце наименования.

Серии QSW и QMW, относящиеся к новинкам 2016 г., представлены пока одной моделью каждая — 24S12.12QSW и 24S12.20QMW соответственно. Созданные специально для военных применений 150-Вт и 250-Вт модули имеют повышенную до 8,6 млн часов наработку на отказ и полностью соответствуют стандарту MIL-STD-810G. Высокие показатели КПД (94% при входном напряжении 12 В и 50%-ной нагрузке) и плотности мощности преобразователей достигаются благодаря использованию высокоэффективной технологии синхронного выпрямления, усовершенствованных интегральных схем, особенностям корпусирования и отвода тепла (рис. 5).

Максимальный выходной ток составляет 12 и 20 А соответственно при номинальном значении выхода 12 В, изоляция вход/вы-

ход — не менее 2250 В. Интегрированные схемы блокировки при пониженном напряжении на входе (менее 8,5 В), а также защиты от перегрузки по току, короткого замыкания и превышения предельной температуры (более 112 °С) позволяют повысить надежность эксплуатации, а использование вывода On/Off дает возможность снизить собственное потре-

бление. Корпус габаритами 5,8×3,7×1,3 см изготовлен из высокотемпературного пластика, его основание — алюминиевое, выводы — из латуни, покрытой никелем.

Отличительной особенностью DC/DC-преобразователей серии GX является наличие функции внешней синхронизации (Sync), позволяющей с помощью двух дополнительных

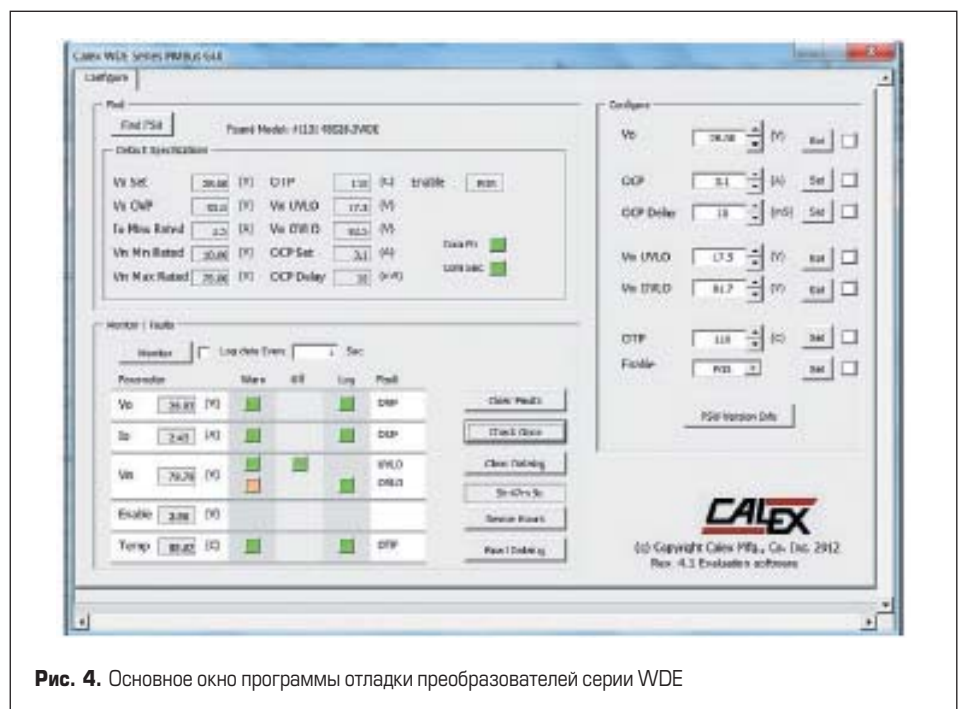


Рис. 4. Основное окно программы отладки преобразователей серии WDE

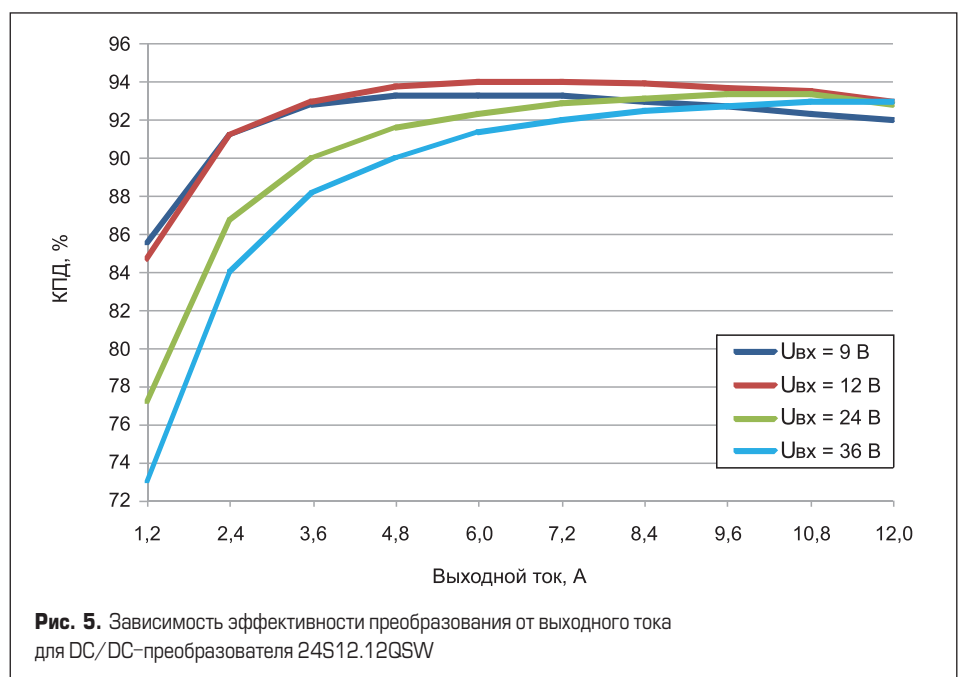


Рис. 5. Зависимость эффективности преобразования от выходного тока для DC/DC-преобразователя 24S12.12QSW



Рис. 6. Внешний вид DC/DC-преобразователя 24S12.41MXW

выводов и без применения внешних задающих компонентов организовать распределение выходных токов нескольких совместно работающих преобразователей [6]. Следует отметить, что 200-Вт серия GX содержит два модуля с входным диапазоном 16–40 В и выходными напряжениями 15 и 24 В постоянного тока, конструктивно выполненные в малогабаритных корпусах форм-фактора «1/2 brick» для сквозного монтажа на печатную плату. Начальная точность установки выхода составляет $\pm 2\%$, а его температурный дрейф не превышает $0,003\%/^{\circ}\text{C}$.

Одинаковые ключевые технические характеристики (диапазон входных напряжений, номиналы выхода и т. д.), конструктивное исполнение, а также набор защитных и вспомогательных функций имеют преобразователи серий MTW и MXW, рассчитанные на максимальную мощность 360 и 500 Вт соответственно. Каждое семейство представлено тремя одноканальными модулями с выходными напряжениями 12, 24 и 28 В, ток выхода достигает 41 А. Компоненты данных серий, функционирующие на постоянной частоте преобразования (200 кГц), выгодно отличаются высоким значением КПД (до 95,7%). Широкий входной диапазон (9–36 В) подходит для большинства автомобильных (12 В), промышленных (24 В) и военных (28 В) применений. Существует возможность заказа компонентов, предназначенных для эксплуатации в расширенном диа-

пазоне рабочих температур ($-55\dots+105^{\circ}\text{C}$), на принадлежность к ним указывает литера «-Т» в наименовании изделия. Внешний вид преобразователя серии MXW показан на рис. 6 [7].

На старших представителях линейки остановимся подробнее. Одноканальные модули серий FXW и FXR позиционируются для разработок в оборонной и других отраслях промышленности, а также в области телекоммуникаций. Они обеспечивают выходную мощность 1 кВт в полном диапазоне величин нагрузок, вплоть до работы на холостом ходу, при входных напряжениях 9–36 и 18–75 В. В зависимости от модели выходные напряжения имеют значение 24 или 28 В, уровень шума составляет 240 мВ (п-п) для 24-В модулей и 280 мВ для 28-В модулей, температурный коэффициент равен $0,005\%/^{\circ}\text{C}$ [8]. Обладающие КПД до 96,5%, они работают на фиксированной частоте преобразования и обеспечивают напряжение изоляции между входом и выходом, составляющее 2250 В. Ток собственного потребления в ждущем режиме не превышает 3 мА.

Их выпускают в корпусах промышленного стандарта размерами $12\times 6,4\times 1,3$ см, стандартные рабочие температуры лежат в диапазоне $-40\dots+100^{\circ}\text{C}$. Также доступны варианты с опцией «-Т», предназначенные для работы при температурах в диапазоне $-55\dots+105^{\circ}\text{C}$. Существенная особенность преобразователей серии FXR — возможность параллельного подключения до трех модулей, что позволяет без применения внешних компонентов получить выходную мощность до 2,8 кВт. Разделение тока между устройствами достигается путем использования метода рассогласования, не требующего отдельного вывода для обеспечения работы в параллельном режиме.

Встроенные схемы защиты от перегрева, повышенного тока, короткого замыкания, пониженного входного и повышенного выходного напряжений гарантируют высокую надежность и обеспечивают безопасную работу. На все модули данных серий распространяется пятилетняя гарантия, средняя наработка на отказ составляет 5400 тыс. часов.

Интегрированная схема блокировки при пониженном входном напряжении гарантирует, что напряжение к нагрузке прикладывается только тогда, когда напряжение

входной шины превысит определенный порог. В преобразователях серии FXW она срабатывает при уменьшении входа до порогового значения в 8 В, при котором модуль переходит в специальный тестовый режим. В этом режиме каждые две секунды производится измерение величины напряжения на входе, запуск преобразователя и переход в нормальный режим осуществляется только при достижении порога включения, составляющего 8,5 В.

Схема ограничения тока и защиты от короткого замыкания работает следующим образом. При обнаружении токов перегрузки конвертор переключается в режим постоянного тока, постепенно уменьшая уровень выходного напряжения. Когда будет достигнуто 50%-ное значение от номинала, преобразователь отключается и пытается повторно стартовать каждые 2 с, одновременно детектируя наличие состояния перегрузки. При ее отсутствии модуль переходит в нормальный режим через промежуток времени, равный 500 мс. Предельные значения выходных напряжений являются предустановленными на заводе величинами. Защита от перенапряжения на выходе включается при достижении пороговых значений: 27,4 В для выходного номинала 24 и 31,9 В для напряжения 28 В. Схема защиты от превышения верхней границы температурного диапазона срабатывает при достижении 115°C и отключает преобразователь до тех пор, пока он не остынет примерно на 20°C . Встроенный датчик температуры расположен на алюминиевом основании корпуса.

Все модели данных семейств имеют вывод дистанционного включения/выключения, а также выводы обратной связи и подстройки уровня выходного напряжения.

Функция дистанционного включения/выключения (On/Off), применяемая с целью энергосбережения, позволяет отключить выходной каскад от нагрузки, что значительно снижает ток потребления. Вход On/Off также можно использовать для организации определенной последовательности включения/выключения источников, входящих в сложную систему электропитания, или при аварийном отключении нагрузки при возникновении внештатных ситуаций. Вход дистанционного управления, оставшийся неподключенным, эквивалентен режиму включения, но тем не менее желательно соединить его с «плюсом» или «минусом» входной цепи в соответствии с требованиями для конкретной модели. Логической единице соответствуют уровни напряжения, лежащие в диапазоне 2–12 В, нулю — значения менее 0,81 В. Входной импеданс и другие характеристики цепи управления указаны в технической документации. На рис. 7 приведен типовой вариант линии управления, выполненный на основе оптопары, подтягивающий резистор уже интегрирован в модуль, RC-фильтр служит для устранения возможных шумов на входе On/Off.

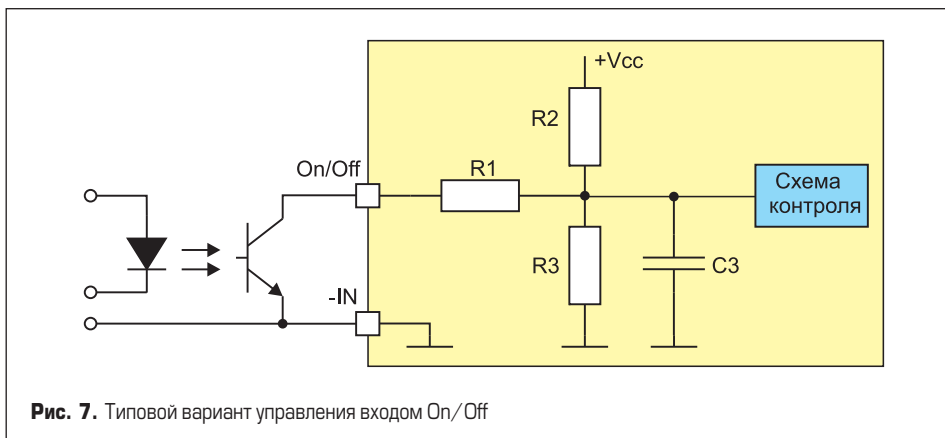


Рис. 7. Типовой вариант управления входом On/Off

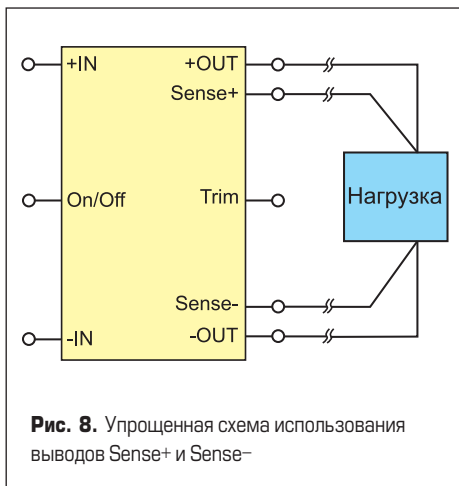


Рис. 8. Упрощенная схема использования выводов Sense+ и Sense-

Измерительные входы обратной связи Sense+ и Sense- предназначены для компенсации падения напряжения на проводах, связывающих выход конвертора с нагрузкой, расположенной на значительном удалении. Для того чтобы исключить влияние соединительных проводов, нагрузку следует подсоединить к выходу источника питания с помощью четырехпроводной линии связи, как показано на рис. 8. Встроенные высокоточные резисторы с номиналами 100 и 10 Ом, включенные между линиями (Sense+ и +Out) и (Sense- и -Out) соответственно, позволяют устранить необходимость использования внешних компонентов. При таком подключении конвертор обеспечивает точную стабилизацию выходного напряжения непосредственно на контактах нагрузки при условии, что суммарное падение напряжения на соединительных проводах соответствует условиям: $V(\text{Sense+}) - V(+\text{Out}) \leq 1\text{В}$ и $V(-\text{Out}) - V(\text{Sense-}) \leq 1\text{В}$. При использовании выводов Sense+ и Sense- следует учитывать их высокую чувствительность к помехам и отсутствие защиты от перенапряжения и напряжения обратной полярности, что может привести к нестабильной работе и срабатыванию защиты. Поэтому рекомендуется применять дополнительные

защитные элементы и шунтирующие конденсаторы между выводами Sense+, Sense- и выходами модуля. При значительной длине проводников, которые идут к измерительным входам, их следует выполнять витой парой.

Преобразователи данных серий допускают регулировку выходного напряжения в пределах $-40...+10\%$ относительно номинального значения. Для этих целей служит дополнительный вход настройки (Trim), к которому при необходимости подключается потенциометр, изменение сопротивления которого пропорционально изменению напряжения выхода. В обычном случае, при известной величине регулировки, можно использовать постоянный резистор, устанавливаемый между выводами Trim и +Out или -Out в зависимости от необходимости уменьшения или увеличения значения соответственно. Вывод Trim, имеющий высокий импеданс (до 100 кОм), очень чувствителен (изменение на нем потенциала на 1 В вызывает изменение напряжения на выходе, равное 2%). Если в преобразователях используются выводы Sense+ и Sense-, то резистор аналогичным образом соединяется с ними (рис. 9а, б). Внутренний резистор, используемый в цепи Trim, является прецизионным с погрешностью сопротивления 0,1% и температурным коэффициентом 25 ppm/°C, поэтому точность регулировки зависит в основном от внешнего подстроечного резистора.

Регулировка «вниз» выполняется подключением резистора между выводами Trim и Sense-, значение сопротивления R_{td} рассчитывается из соотношений:

$$R_{td} = \left(\frac{499}{\Delta} - 9,98 \right); \Delta = \frac{V_{o(req)} - V_{o(nom)}}{V_{o(nom)}}$$

где $V_{o(req)}$ — требуемое значение выхода, а $V_{o(nom)}$ — номинальное. К примеру, при необходимости уменьшения выходного напряжения на 10% ($\Delta = 10$) необходим резистор с сопротивлением

$$R_{td} = (499/10 - 9,98) = 39,92 \text{ кОм.}$$

Регулировка «вверх» выполняется подключением резистора между выводами Trim и Sense+. Значение сопротивления R_{tu} рассчитывается следующим образом:

$$R_{tu} = 4,99 \times \left(\frac{V_{o(nom)} \times (100 + \Delta)}{1,25 \times \Delta} - \frac{100 + 2 \times \Delta}{\Delta} \right).$$

Тогда для увеличения выходного напряжения, например, с 24 до 26,4 В ($\Delta = 10$) получим

$$R_{tu} = 4,99 \times \left(\frac{24 \times (100 + 10)}{1,25 \times 10} - \frac{100 + 2 \times 10}{10} \right) = 1015 \text{ кОм.}$$

Заключение

Мощные изолированные DC/DC-преобразователи компании Calex, предназначенные для сквозного монтажа на печатную плату, обладают широкими входными диапазонами, стандартным рядом выходных напряжений и высокой надежностью в расширенном диапазоне рабочих температур. Линейка выпускаемых изделий включает в себя достаточно разнообразные модели. В рамках одного семейства, как правило, перебираются все возможные варианты входных и выходных номиналов. Также при необходимости специалисты Calex предлагают заказные модификации типовых устройств и разработку с нуля в соответствии с требованиями потребителей.

Литература

1. <http://calex.com/pdf/calexcatalog.pdf>
2. <http://calex.com/pdf/75wsqh.pdf>
3. <http://calex.com/pdf/75wthe.pdf>
4. <http://calex.com/pdf/wde1.pdf>
5. <http://calex.com/pdf/wdeappnote.pdf>
6. <http://calex.com/pdf/GX.pdf>
7. <http://calex.com/pdf/mtw.pdf>
8. <http://calex.com/pdf/fxw.pdf>

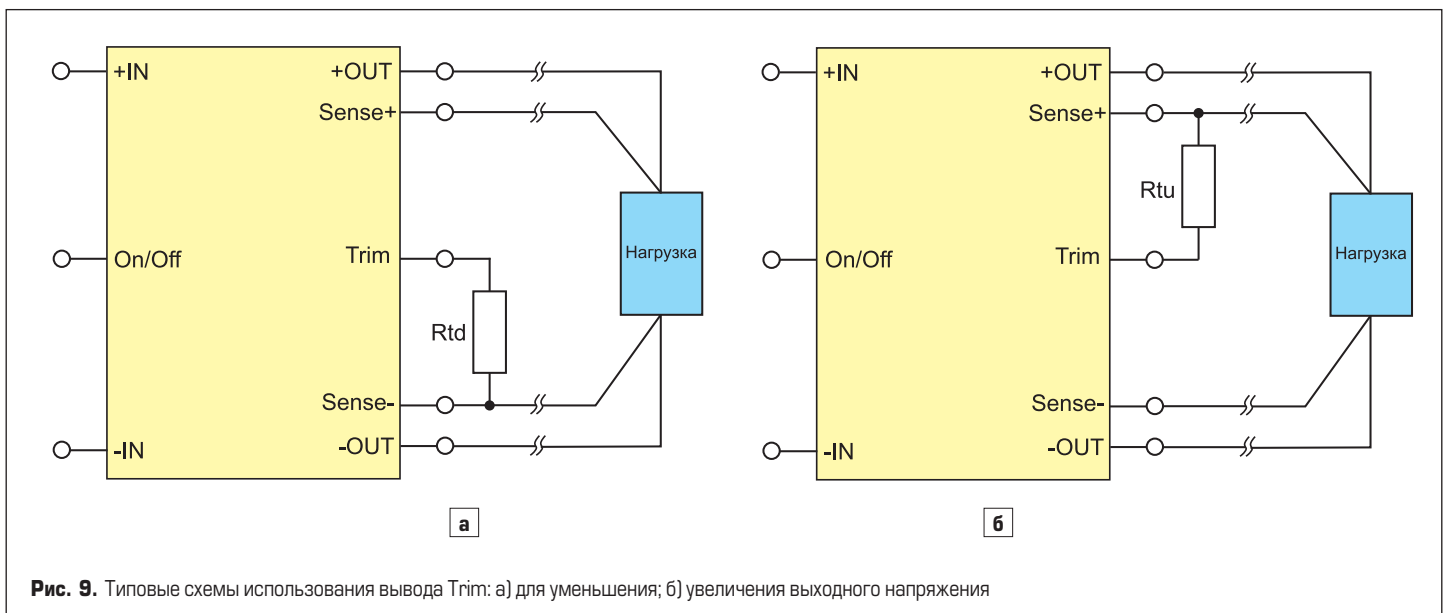


Рис. 9. Типовые схемы использования вывода Trim: а) для уменьшения; б) увеличения выходного напряжения