



Виктор Жданкин

Преобразователи напряжения для современных высокопроизводительных цифровых систем

Новым этапом в эволюции ИВЭП стало недавнее появление преобразователей типа POL (point-of-load), которым посвящён данный обзор. Необходимость в подобных изделиях была продиктована всё возрастающей потребностью иметь доступ к источникам питающих напряжений разных номиналов в пределах одной печатной платы. Преобразователи POL по сравнению с традиционными DC/DC-преобразователями дают возможность разработчикам электронных систем создавать более дешёвые, более гибкие и более надёжные системы электропитания.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует настоятельная потребность в повышении КПД импульсных источников питания (ИП) с низкими выходными напряжениями и высокой нагрузочной способностью, а также в улучшении их точностных характеристик, массо-габаритных и энергетических показателей, электромагнитной совместимости. Это связано не только с ростом числа портативных, блокнотных и карманных ПК, компактных измерительных приборов, спутниковых навигационных систем и мобильных средств связи: снижение энергопотребления, например, актуально и для настольных рабочих станций, персональных компьютеров, коммерческих и промышленных систем автоматизации.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТИПА POL

Фирма Artesyn Technologies® производит широкий ряд преобразователей напряжения без гальванической развязки между первичной и вторичной цепями, предназначенных для уста-

новки непосредственно рядом с нагрузкой (point-of-load — POL). Новейшие модели таких преобразователей могут обеспечить в нагрузке ток до 60 А при номинальных значениях выходного напряжения ниже 1,1 В. Преобразователи типа POL предоставляют разработчикам силовых электронных систем возможность преодолеть целый ряд проблем, традиционно возникающих при проектировании высокоскоростных цифровых систем, посредством установки индивидуальных DC/DC-преобразователей без гальванической развязки в непосредственной близости от нагрузки. Это позволяет минимизировать падение напряжения на проводниках связи с нагрузкой и ограничить распространение радиопомех, а также обеспечивает стабильность тока при импульсном потреблении. Все изделия POL характеризуются отличными энергетическими показателями и точностными характеристиками.

Нарастающая тенденция применения преобразования электроэнергии непосредственно на плате стимулируется,

главным образом, стремлением разработчиков приспособиться к различным номиналам питающих напряжений современных ИМС и отказаться от сложных распределённых систем электропитания, включающих преобразователи постоянного напряжения как с гальванической развязкой выходных цепей питания от шин источника, так и без такой развязки. Появление неизолированных преобразователей POL в полной мере соответствует данной тенденции.

На функциональных схемах (рис. 1-5) представлено несколько вариантов применения преобразователей POL в системах электропитания.

Основные характеристики DC/DC-конверторов типа POL представлены в табл. 1.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ SIP20C

Изделия серии SIP20C (рис. 6) позволяют реализовывать экономически эффективное решение по преобразованию напряжения промежуточной шины 5 В в номинальное напряжение 3,3 В и более низкие значения напряжений. Функция

регулирования выходного напряжения в широком диапазоне обеспечивает максимальную гибкость и открывает путь для дальнейших усовершенствований изделий, использующих данные преобразователи. Например, значение номинального выходного напряжения 1,5 В может быть понижено до 1 В. Локальное преобразование напряжения устраняет необходимость в переконфигурации (переработке) существующих систем электропитания в тех случаях, когда изменяются требования к значениям питающих напряжений отдельных компонентов схемы. Преобразователи серии SIP20C разработаны для применений в распределённых системах электропитания, а также для формирования питающих напряжений рабочих станций, компьютеров, коммуникационных процессоров. Использование режима синхронного выпрямления и современной технологии поверхностного монтажа обеспечивает изделиям серии SIP20C компактную конструкцию и значение КПД до 90%.

С целью обеспечения соответствия специальным требованиям при работе изделий SIP20C в составе комплексов аппаратуры предусмотрены следующие сервисные функции:

- защита по току (при нагрузке менее 100 мОм устройство отключается);
- защита от перенапряжений по входу;
- защита от пониженного напряжения питающей сети;
- защита от перегрева;
- выносная обратная связь (для моделей с вариантом исполнения -R);
- регулирование выходного напряжения:
 - для модели S3V3 — 60...115% от номинального напряжения,
 - для модели S2V5 — 60...110% от номинального напряжения,
 - для модели S1V5 — 87...130% от номинального напряжения.

Основные эксплуатационные характеристики:

- диапазон рабочих температур определяется для требуемых номиналов тока по графику зависимости выходного тока от температуры окружающей среды (рис. 7);
- диапазон температур хранения от -55 до +100°C;
- допустимая вибрация до 2,4g (среднеквадратическое значение) в диапазоне частот 5...500 Гц;
- среднее значение времени безотказной работы (по MIL-HDBK-217F) более 1000000 ч.

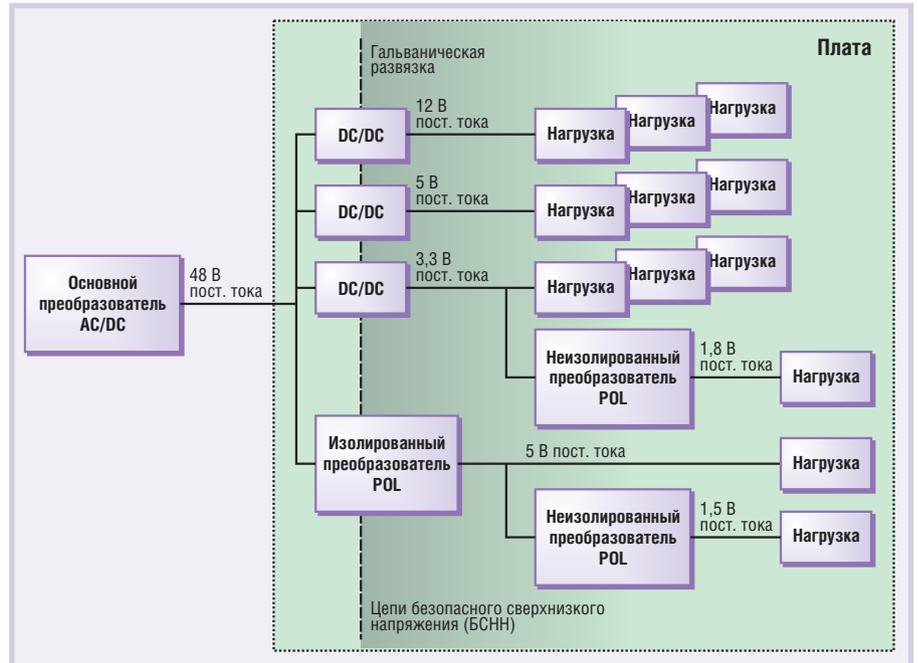


Рис. 1. Распределённая система электропитания с однократным преобразованием

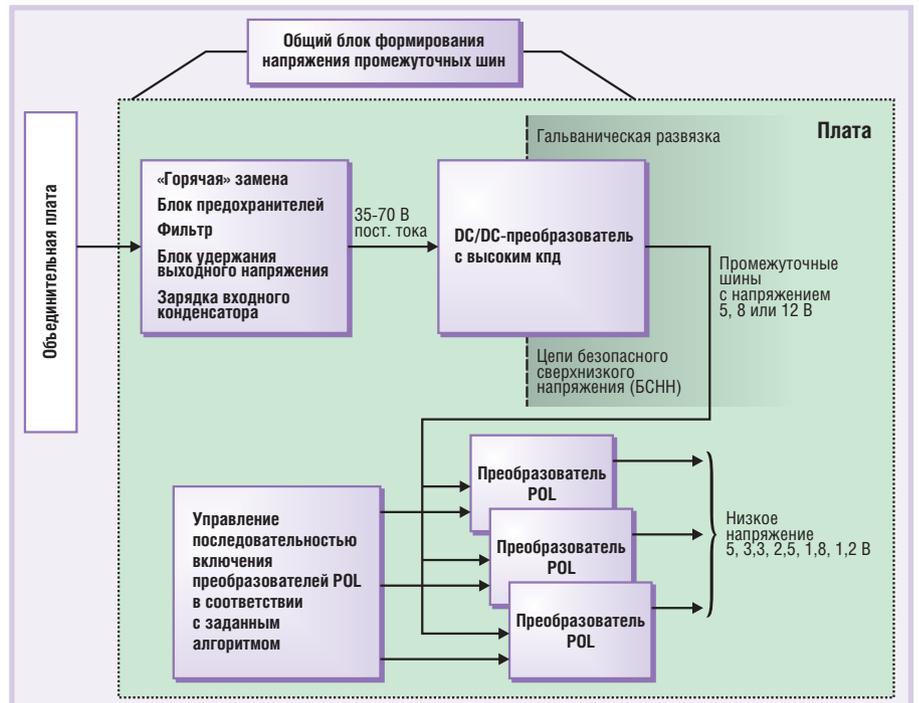


Рис. 2. Распределённая система электропитания с двойным преобразованием

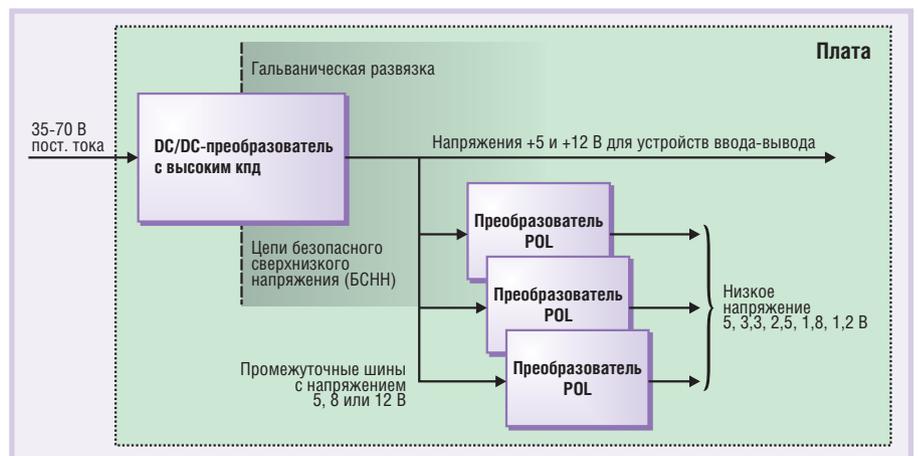


Рис. 3. Распределённая система электропитания для современных средств связи

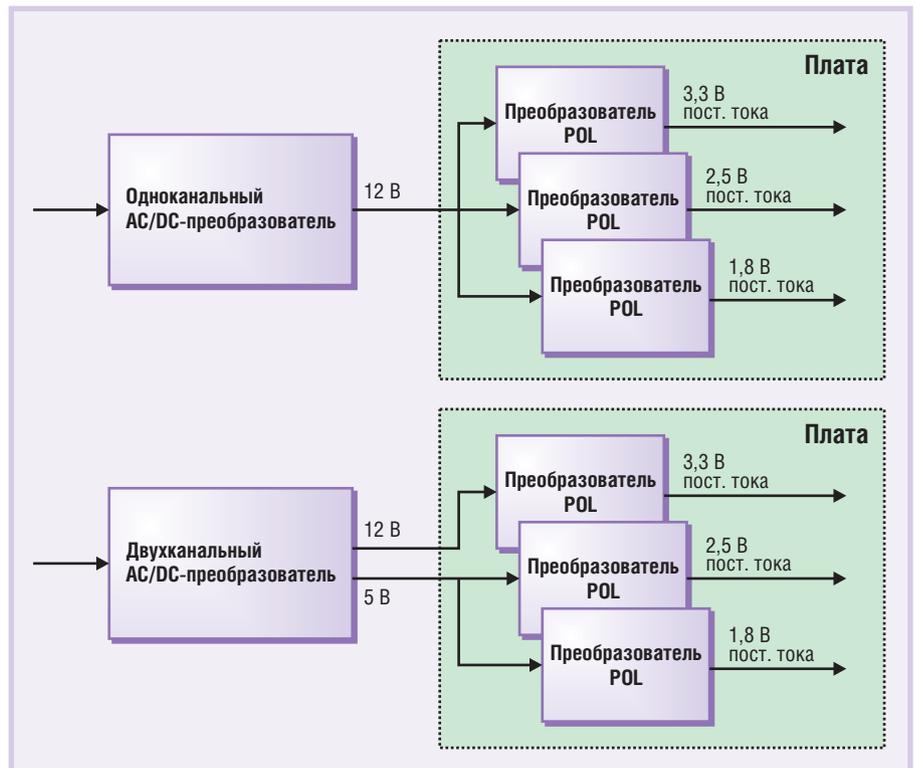


Рис. 4. Система электропитания с формированием напряжений промежуточной шины AC/DC-преобразователем

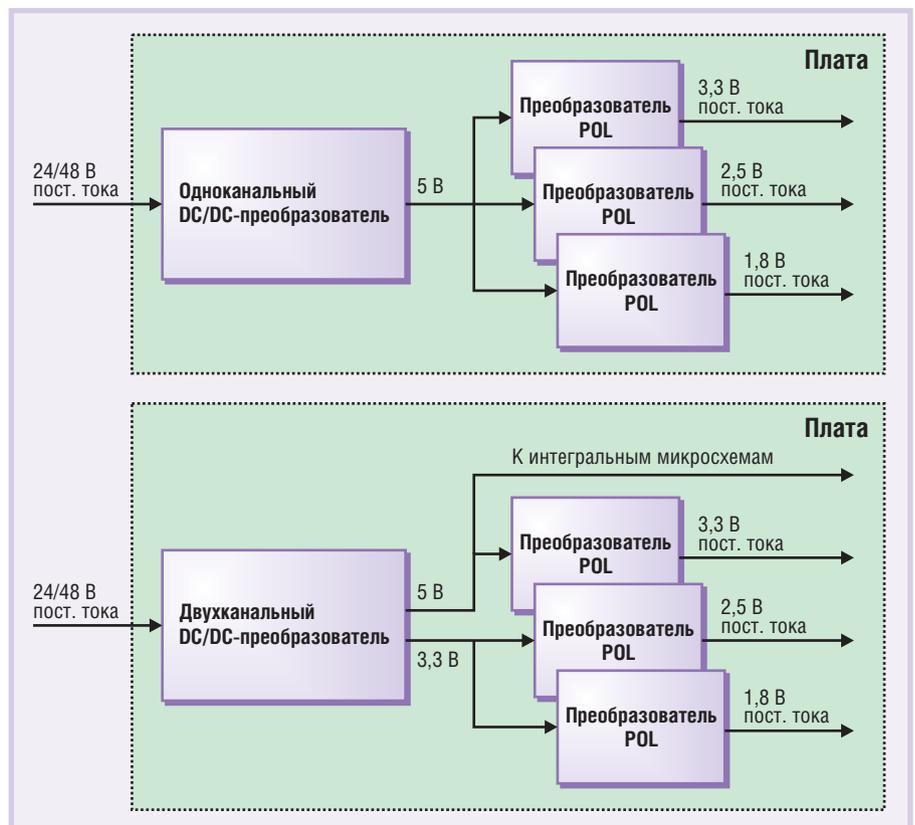


Рис. 5. Система электропитания с формированием напряжений промежуточной шины DC/DC-преобразователем

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИЙ SIL06/SIL15

DC/DC-преобразователи серий SIL06/SIL15 (рис. 8) имеют конструкцию открытого типа и предназначены для применения в качестве регулято-

ров напряжения в условиях ограниченного монтажного пространства.

Основными особенностями преобразователей данных серий являются:

- широкий диапазон регулирования выходного напряжения 0,9...3,3/5 В;

Таблица 1. Основные характеристики DC/DC-преобразователей типа POL

Выходная мощность, Вт	Номинальное выходное напряжение, В	Ток нагрузки, А	Диапазон значений напряжения питающей сети, В	КПД, %	Габаритные размеры, мм	Модель	Вариант исполнения*
9	1,5 (диапазон регулирования 87...130% от номинала)	6	4,5...5,5	75	63,5×13,97×5,84	SIP20C-05S1V5	-R
15	2,5 (диапазон регулирования 60...110% от номинала)	6	4,5...5,5	82	63,5×13,97×5,84	SIP20C-05S2V5	-R
20	3,3 (диапазон регулирования 60...115% от номинала)	6	4,5...5,5	90	63,5×13,97×5,84	SIP20C-05S3V3	-R
20	0,9 (диапазон регулирования 0,9...3,3 В)	6	4,5...5,5	89	Модель для горизонтального монтажа: 30,48×15,49×13,38 Модель для вертикального монтажа: 30,48×15,49×9,78	SIL06-05SADJ	-V -H
30	0,9 (диапазон регулирования 0,9...5 В)	6	10,2...13,8	91	Модель для горизонтального монтажа: 30,48×15,49×13,38 Модель для вертикального монтажа: 30,48×15,49×9,78	SIL06-12SADJ	-V -H
50	0,9 (диапазон регулирования 0,9...3,3 В)	15	4,5...5,5	89	Модель для горизонтального монтажа: 30,48×27,94×12,08 Модель для вертикального монтажа: 30,48×31,50×10,186	SIL15-05SADJ	-V -H
75	0,9 (диапазон регулирования 0,9...5 В)	15	10,2...13,8	91	Модель для горизонтального монтажа: 30,48×27,94×12,08 Модель для вертикального монтажа: 30,48×31,50×10,186	SIL15-12SADJ	-V -H
66	3,3/2,5	20	10,8...13,2	86/82	69,85×34,93×14,92	NXA66-12P3V3	
110	1,85...1,1	60	11...13,2	88/80	96,52×66,421×14,3	NXI110-12P1V8C	
150	2,5 (диапазон регулирования 2,5...5 В)	30	10,2...13,8	91	Модель для горизонтального монтажа: 60,96×31,75×11,94 Модель для вертикального монтажа: 60,96×35,31×12,8	SIL30-12SADJ	-V -H
8-33	Модели с фиксированным номиналом 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,5; 3,3 В Модель с возможностью регулирования выходного напряжения в диапазоне 0,8...3,6 В	10	3,0...5,5 4,5...5,5	84...96	Модель для горизонтального монтажа: 50,8×12,70×8,03 Модель для вертикального монтажа: 50,80×7,80×12,7	SIL10-05S0V8 SIL10-05S1V0 SIL10-05S1V2 SIL10-05S1V5 SIL10-05S1V8 SIL10-05S2V0 SIL10-05S2V5 SIL10-05S3V3 SIL10-05W3V3	-V -H

*Варианты исполнения: -R — с отдельным входом дистанционного включения-выключения;
-V — для вертикального монтажа на печатной плате; -H — для горизонтального монтажа на печатной плате.



Рис. 6. Внешний вид преобразователей серии SIP20C

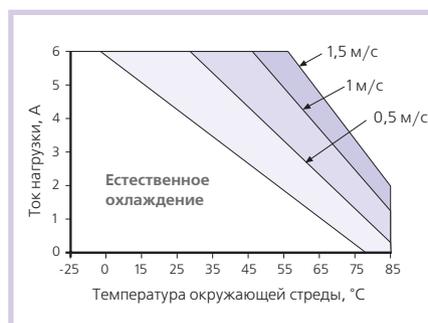


Рис. 7. Зависимость допустимого значения тока нагрузки от температуры окружающего воздуха и скорости воздушного потока принудительного обдува для преобразователей серии SIP20C

- защита от перегрузки по току и короткого замыкания;
- возможность работы в режиме холостого хода;
- дистанционное включение/выключение;



Рис. 8. Внешний вид преобразователей серий SIL06/SIL15

- формирование сигнала статуса выходного напряжения;
- защита от пониженного напряжения питающей сети;
- компактная конструкция для вертикального и горизонтального монтажа.

Упрощённая функциональная схема преобразователя представлена на рис. 9.

Преобразователи серий SIL06/SIL15 представляют собой импульсные регуляторы с параллельным дросселем и

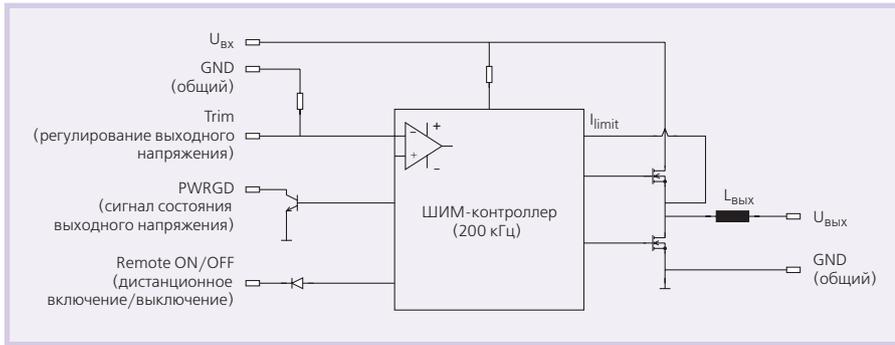


Рис. 9. Упрощённая функциональная схема преобразователей серий SIL06/SIL15

последовательным ключевым элементом (buck/boost topology).

Устройство включается/выключается логическим сигналом, поступающим на вход Remote ON/OFF; регулирование выходного напряжения обеспечивается подключением внешнего резистора между входом Trim и GND («земля/общий»). Низкий уровень сигнала состояния выходного напряжения PWRGD (power good) формируется ШИМ-контроллером и выдаётся через схему с открытым коллектором в тех случаях, когда значение выходного напряжения выходит за пределы допуска. Высокий уровень сигнала PWRGD формируется в случае, когда напряжение на выходе преобразователя находится в пределах допуска.

Конструктивно преобразователи открытого типа выполнены с применением компонентов для поверхностного монтажа (SMT), причём силовые компоненты размещены на одной стороне печатной платы, а все маломощные управляющие компоненты — на другой. Рассеивание мощности силовыми компонентами организовано таким образом, чтобы обеспечить нормальный тепловой режим для управляющих компонентов.

Максимальная выходная мощность, которую модуль может выдать в нагрузку, зависит от ряда параметров, главными из которых являются следующие:

- диапазон входных напряжений;

- ток нагрузки;
- скорость воздушного потока (принудительный обдув или естественная конвекция);
- особенности размещения, то есть вертикальная/горизонтальная установка или механическое объединение модулей в общую конструкцию (особенно важно при естественной конвекции);
- конструкция печатной платы изделия, особенно слоев заземления, которые могут обеспечить эффективный теплоотвод.

Способность описываемых преобразователей работать в широком диапазоне температур является следствием высокого значения КПД, низкой мощности рассеивания, а также превосходных температурных характеристик подложки печатной платы. Диапазон рабочих температур составляет от 0 до +50°C и может быть расширен до +80°C, если использовать соответствующий запас (ограничение) мощности и/или принудительный обдув. Графики зависимостей тока нагрузки от температуры окружающего воздуха для всех моделей серии SIL05/SIL15 при различных условиях охлаждения приведены в справочной литературе

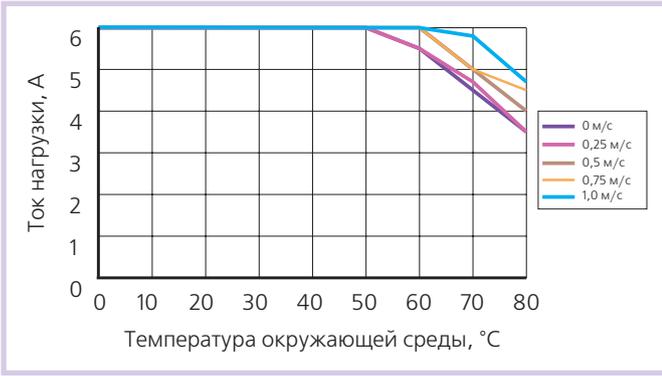


Рис. 10. Зависимости тока нагрузки от температуры окружающей среды и скорости воздушного потока принудительного обдува для SIL06-12SADJ при значении выходного напряжения 5 В

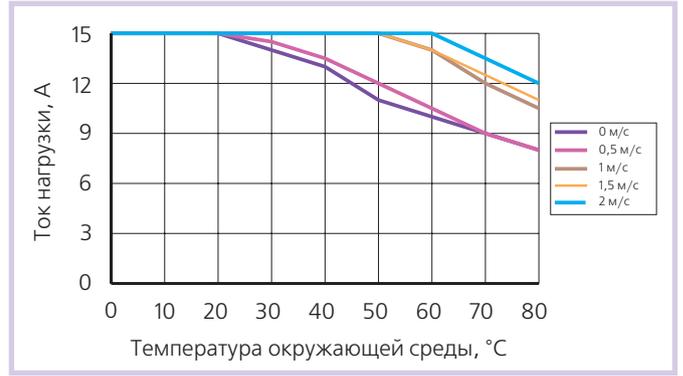


Рис. 11. Зависимости тока нагрузки от температуры окружающей среды и скорости воздушного потока принудительного обдува для SIL15-12SADJ при значении выходного напряжения 5 В

[1], [2], два из них в качестве примеров показаны на рис. 10 и 11. Тепловой режим сильно зависит от условий эксплуатации устройства в целом: как правило, тепло неравномерно распределяется по модулю, и в разных его точках наблюдаются различные значения температуры. В связи с этим вводится понятие опорных точек преобразователя (рис. 12 и 13), для которых разработчик электронной системы должен обеспечить температуру в пределах рекомендованных диапазонов [3]. Для контроля температуры в опорных точках рекомендуется использо-

вать термопары или инфракрасную камеру.

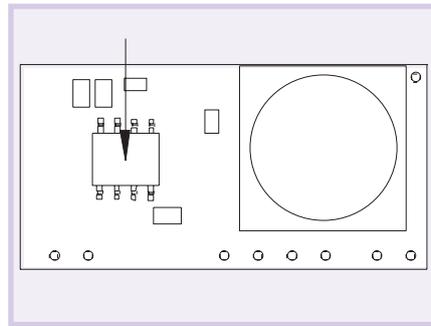


Рис. 12. Расположение опорной точки для измерения температуры модуля серии SIL06

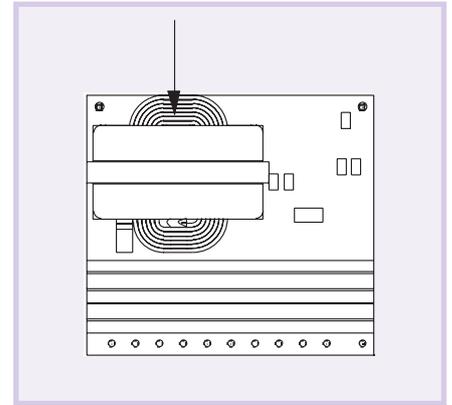


Рис. 13. Расположение опорной точки для измерения температуры модуля серии SIL15

Защита от пониженного напряжения питающей сети

Встроенная схема блокировки выключает преобразователь в случае, когда входное напряжение становится ниже минимального предела. Модели с диапазоном входных напряжений 4,5...5,5 В (5 В) блокируются при значениях входного напряжения между 4,2 и 4,4 В. Для моделей с диапазоном входных напряжений 10,2...13,8 В (12 В) блокировка происходит при значениях входного напряжения между 7,3 и 7,7 В.

Защита от перегрузки по току и короткого замыкания

Преобразователи серий SIL06/SIL15 имеют встроенные устройства защиты от перегрузки по току и короткого замыкания в нагрузку. Модуль непрерывно контролирует ток, протекающий через верхний транзистор выходного каскада (рис. 9). При увеличении тока преобразователь сохраняет работоспособность, но переходит в пульсирующий режим выключения и запуска (hiccup mode): он периодически включается, чтобы определить наличие перегрузки, и выключается, если это подтверждается.

Срабатывание защиты в состоянии перегрузки по току зависит от значения сопротивления сток-исток в открытом состоянии верхнего транзистора выходного каскада, так как именно величина падения напряжения на этом транзисторе определяет точку выключения преобразователя.

Кроме того, если модуль работает в условиях повышенных температур окружающего воздуха, сопротивление сток-исток увеличивается, что вызывает срабатывание защиты от перегрузки по току и выключение преобразователей SIL06/SIL15. Это действует как встроенная защита от перегрева, предотвращая возможное повреждение модуля при высокой температуре окружающей среды.

Необходимо отметить, что значение ни одного из параметров преобразователя не гарантируется в случае работы модуля в условиях перегрузки по току.

Дистанционное включение/выключение

Сервисная функция дистанционного включения/выключения предоставляет возможность внешним схемам устанавливать преобразователи SIL в режим низкого рассеивания мощности. Модуль включается, если вывод

Remote ON/OFF не задействован или находится под напряжением, соответствующим высокому уровню логического сигнала. Подача на вход Remote ON/OFF напряжения, соответствующего низкому уровню логического сигнала, переводит модуль в дежурный режим. Для надёжного включения модуля сигнал разблокирования выхода должен быть выше 2,4 В, а для блокирования выходного напряжения уровень сигнала должен быть ниже 0,8 В. На рис. 14, 15, 16 приведены различные схемы для управления модулями SIL.

Электромагнитная совместимость

Преобразователи серий SIL06/SIL15 разработаны в соответствии с требованиями стандарта ETS 300 386-1.

Электромагнитные помехи (ЭМП), создаваемые конвертором в процессе его эксплуатации, проявляются в виде электрического, магнитного и электромагнитного полей в окружающем устройстве пространстве. Документом, регламентирующим допустимые уровни параметров излучаемых помех является стандарт EN 55022 Class B (FCC Part 15). Измерение параметров ЭМП от DC/DC-конверторов как конструктивно-независимых компонентов в соответствии с требованиями EN 55022 является очень сложной задачей, потому что стандарт предусматривает использование проводников длиной 1 м, подключённых к входным и выходным контактам изделия и сориентированных таким образом, чтобы обеспечить максимум помех. При описанной схеме подключения можно сформировать такую совершенную дипольную антенну, что очень немногие DC/DC-конвертеры смогут пройти тестирование на соответствие требованиям EN 55022. Однако этот же стандарт констатирует, что «...эксперимент должен быть проведён таким образом, чтобы довести до максимума помехи, соответствующие типовым применениям, посредством изменения конфигурации испытываемого образца». В соответствии с данным положением европейский стандарт по телекоммуникациям ETS 300 386-1 требует проведения испытаний при условии размещения изделия в оболочке и длине сигнальных линий до 3 м. Такие «конфигурационные изменения» соответствуют типовым условиям эксплуатации телекоммуникационной и многих других видов аппаратуры, обычно устанавливаемой в приборных шкафах или стойках.

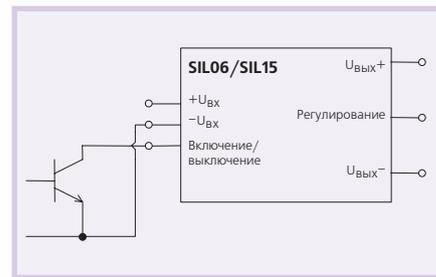


Рис. 14. Схема включения/выключения модуля SIL посредством внешнего биполярного транзистора

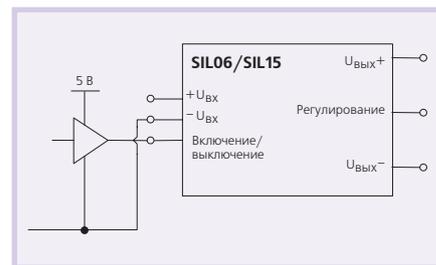


Рис. 15. Схема дистанционного включения/выключения модуля SIL посредством логического вентиля (выходной каскад логического вентиля может быть схемой с открытым коллектором или стоком)

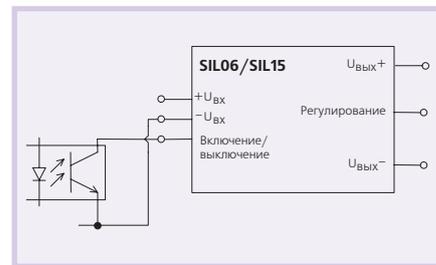


Рис. 16. Схема дистанционного включения/выключения модуля SIL с применением оптопары для изоляции цепей управления

Преобразователи серий SIL 06/SIL15 прошли тестирование с целью определения уровня излучаемых ими помех и показали соответствие требованиям стандарта ETS 300 386-1.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ SIL10

Преобразователи серии SIL10 являются первыми в новом поколении изделий класса POL, разработанными для применения в телекоммуникационной отрасли. Эти конвертеры устанавливаются на печатные платы со стандартными промежуточными шинами питания 3,3 и 5 В. Оптимизированный рабочий цикл силового каскада обеспечивает высокое значение КПД, а применение топологии импульсного понижающего стабилизатора с режимом синхронного выпрямления и постоянным временем выключенного состояния основного

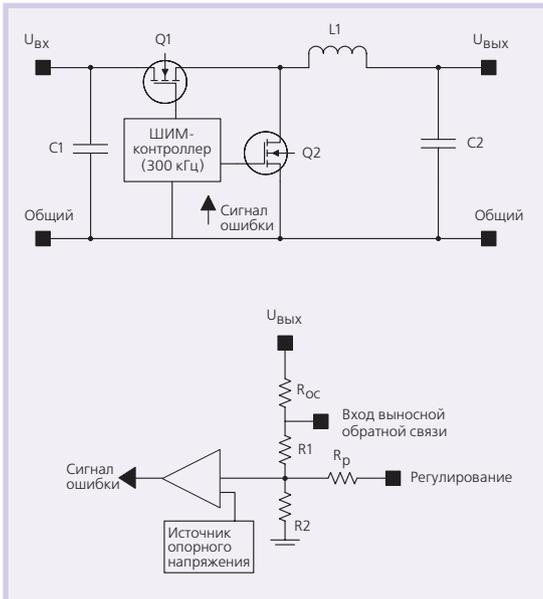


Рис. 17. Функциональная схема преобразователя серии SIL10



Рис. 18. Внешний вид преобразователя серии SIL10

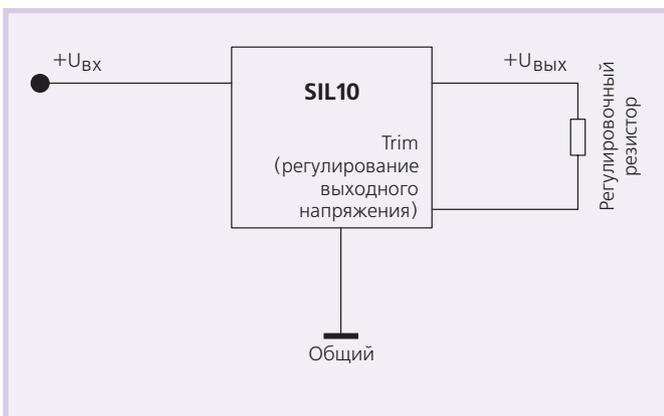


Рис. 19. Схема подключения внешнего регулировочного резистора для увеличения выходного напряжения относительно номинального значения

ключа (полевой транзистор с низким сопротивлением стока в открытом состоянии) минимизирует омические потери. Функциональная схема преобразователей серии SIL10 показана на рис. 17, а их внешний вид представлен на рис. 18.

Основными сферами применения преобразователей новой серии SIL10 являются устройства и системы сетей волоконно-оптической связи или инфраструктуры беспроводной связи, где существуют ограничения по размеру компонентов на печатной плате и где требуется надёжное функционирование изделий в широком диапазоне температур.

Серия SIL10 включает в себя 8 моделей с фиксированными значениями выходных напряжений постоянного тока и одну модель с возможностью регулирования выходного напряжения в широком диапазоне значений (табл. 1). Модель с возможностью регулирования выходного напряжения требует питания от сети 4,5...5,5 В; значение выходного напряжения изменяется посредством регулировочного резистора (рис. 19) в диапазоне 0,8...3,6 В. Функция регулирования выходного напряжения обеспечивает разработчикам электронной аппаратуры возможность начать применять новейшую технологию POL, даже если требования к напряжению питания отдельных компонентов создаваемых схем могут измениться. Такая гибкость применения преобразователей удобна как на этапе разработки устройства, так и при дальнейшей его модернизации.

Модули преобразователей данной серии предназначены для монтажа в от-

верстия печатной платы, имеют стандартное расположение выводов и полностью совместимы с технологией пайки оплавлением (pin-in-hole reflow — PTHR). Всё это делает их привлекательными для фирм-изготовителей, которые стремятся упростить своё производство, исключая процесс пайки волной припоя.

Для оптимизации применения в конкретных условиях конверторы серии SIL10 выпускаются в виде модулей с вертикальной или горизонтальной ориентацией. Модификации для горизонтальной установки на печатной плате имеют размер 50,8×12,7 мм и высоту над поверхностью платы только 8,1 мм; вертикально устанавливаемые модули характеризуются однорядным расположением выводов, имеют минимальный размер посадочного места 50,8×7,8 мм и высоту над поверхностью платы 12,7 мм. Высокое значение КПД и компактность конструкции приводят к тому, что преобразователи серии SIL10 имеют наибольшее значение удельной мощности по сравнению с любыми подобными POL-изделиями (107 Вт/дюйм³, или 6530 Вт/дм³).

Преобразователи серии SIL10 характеризуются широким диапазоном рабочих температур -40...+100°C (рис. 20) и высокой надёжностью (среднее время безотказной работы по Telecordia 332 составляет 7042000 часов).

Преобразователи способны функционировать в режиме холостого хода, имеют выход для организации выносной обратной связи и обладают следующими сервисными функциями:

- дистанционное включение/выключение;
- защита от перегрева;
- защита от короткого замыкания в нагрузке;

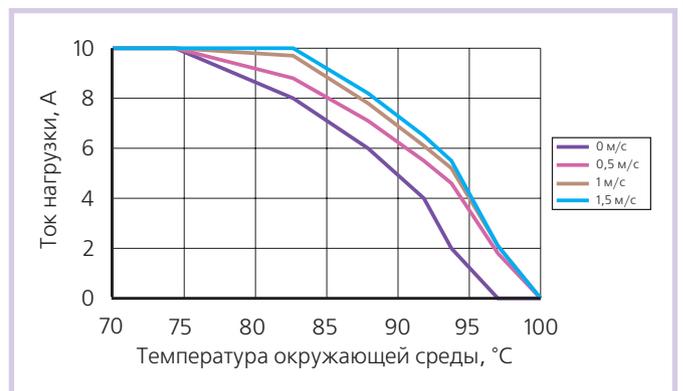


Рис. 20. Зависимость тока нагрузки от температуры окружающей среды и скорости воздушного потока принудительного обдува для SIL10-05W3V при входном напряжении 5 В без регулирования выходного напряжения

- защита от пониженного напряжения питающей сети.

Преобразователи соответствуют требованиям международных стандартов по безопасности, включая EN 60950, UL/cUL 60950, ГОСТ Р 50377-92. Уровень помех излучения (распространение ЭМП в окружающем пространстве) соответствует требованиям EN 55022 level A.

С характеристиками преобразователей серии SIL10 и особенностями их применения более подробно можно ознакомиться в [4], [5].

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ NXA66

Модули серии NXA66 предназначены для применения в вычислительном оборудовании, которое требует преобразования напряжения непосредственно вблизи нагрузки. Эти конвертеры характеризуются высокими энергетическими, точностными, динамическими показателями, отвечающими требованиям таких современных высокопроизводительных применений, как рабочие станции, файловые серверы, настольные компьютеры, телекоммуникационное оборудование, платы сопряжения устройств, цифровые сигнальные процессоры и устройства обработки данных. Использование режима синхронного выпрямления и равномерного распределения тока нагрузки позволяет не только применять преобразователи автономно, но и включать их параллельно для достижения более высоких значений токов в нагрузке или для резервирования. Необходимость распределения тока нагрузки возникает и в статических режимах работы преобразователя, и во время импульсного потребления тока. Передовая технология токового распределения, используемая в NXA66, делает ненужным применение сложных конфигураций типа ведущий/ведомый. Для подключения модуля применяются позолоченные краевые печатные контакты.

На рис. 21 показан внешний вид преобразователя NXA66-12P3V3C.

Основные достоинства преобразователя NXA66-12P3V3C:

- допускается скачкообразное (до 30 А/мкс) изменение тока нагрузки от нулевого уровня до максимального значения, время восстановления значения выходного напряжения в пределах 250 мкс;
- программируемое значение выходного напряжения в пределах от 2,5 до 3,3 В;

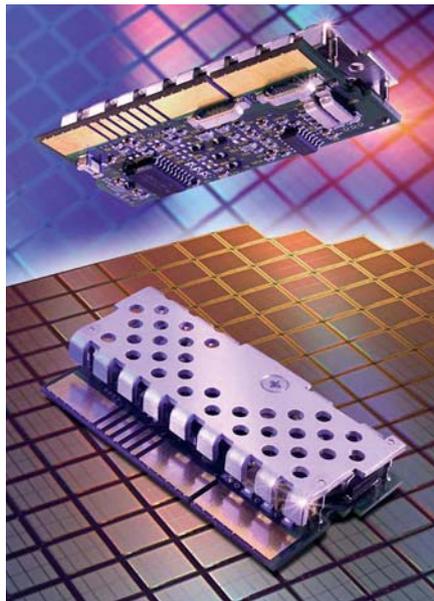


Рис. 21. Внешний вид преобразователя NXA66-12P3V3C

- дистанционное включение/выключение;
 - сигнал состояния выходного напряжения;
 - дублированные выходы дифференциальной выносной обратной связи.
- Основные эксплуатационные характеристики:
- диапазон рабочих температур в условиях естественной конвекции и принудительного охлаждения определяется для требуемых номиналов тока по графику зависимости тока в нагрузке от температуры окружающей среды и скорости воздушного потока (рис. 22);
 - максимально допустимый температурный удар до 5°C/10 мин;
 - допустимый температурный удар до 10°C/ч;

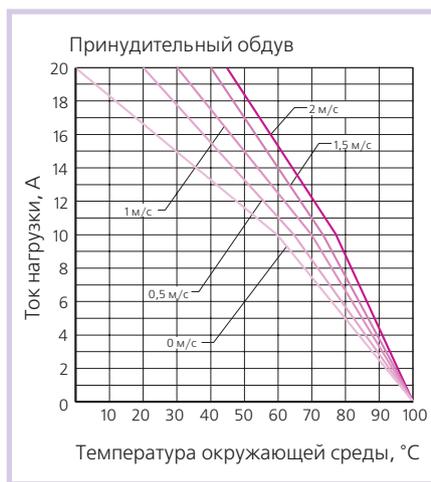


Рис. 22. Зависимость тока нагрузки от температуры окружающей среды и скорости воздушного потока принудительного обдува для преобразователей серии NXA66

- относительная влажность до 85%;
- ударные воздействия до 50g (11 мс, полусинусоида);
- вибрация до 0,02g²/Гц (энергетическая плотность) в диапазоне частот 20...500 Гц;
- среднее время безотказной работы (по Bellcore TR-332) более 3500000 ч.

Более подробно с техническими характеристиками изделий серии NXA66 можно ознакомиться в [6].

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ NXI110-12P1V8C

Преобразователь напряжения NXI110-12P1V8C (рис. 23) разработан для применения в современных микропроцессорных системах и быстродействующих логических устройствах, где предъявляются особые требования к динамическим свойствам источников питания. Передовые схемотехнические решения, отбор компонентов и оптимизация их размещения, рациональная компоновка в соответствии с тепловыми режимами обеспечивают данному преобразователю высокие энергетические показатели, высокую надёжность и отличные точностные характеристики, необходимые для применения в современных микропроцессорных системах. Реализованный в NXI110-12P1V8C способ многофазового преобразования энергии обеспечивает высокую эффективность применения этого конвертора даже без дополнительных сложных схемотехнических решений. Соответствие спецификации VRM9.0 обеспечивается без применения дорогостоящих до-



Рис. 23. Внешний вид преобразователя NXI110-12P1V8C

полнительных внешних компонентов. Встроенная активная схема обеспечивает токовое распределение как в статическом режиме, так и в режиме импульсного потребления тока в нагрузке.

Основные достоинства преобразователя NX1110:

- соответствие спецификации VRM9.0, регламентирующей совместное функционирование модулей регуляторов напряжения (VRM) различных производителей;
- кпд 84% (типичное значение при входном напряжении 12 В, выходном напряжении 1,7 В и токе нагрузки 60 А);
- многофазовое преобразование энергии;
- вход для идентификации напряжения микропроцессором (Voltage Identification Input — VID):
 - 5 разрядов,
 - установка в пределах от 1,1 до 1,85 В с шагом 25 мВ;
- вход дистанционного включения/выключения;
- сигнал состояния выходного напряжения;
- дифференциальная схема выносной обратной связи;
- схема токового распределения, не требующая применения конфигурации ведущий/ведомый;
- устойчивость к скачкообразному (до 50 А/мкс) изменению тока потребления от нулевого уровня до максимального значения;
- защита от перегрузки по току и короткого замыкания;
- защита от перенапряжения;
- среднее время безотказной работы (по Bellcore TR-332) более 2000000 ч.

Технология токового распределения для нового поколения микропроцессоров фирмы Intel впервые была предложена в 2000 году фирмой Intersil Corporation, специализирующейся в области электропитания для настольных ПК, файловых серверов и рабочих станций. Эта технология доступна без ограничений для любого производителя модулей VRM.

Несмотря на то что высокопроизводительные системы на двоянных центральных процессорных элементах (ЦПЭ) требуют уровней выходного напряжения с весьма высокими показателями суммарной стабильности, в них, как правило, не решается задача формирования сбалансированного тока нагрузки, так как каждый ЦПЭ ис-

пользует независимо управляемый модуль регулятора напряжения. Независимая работа каждого из модулей VRM может вызвать дисбаланс тока, что приводит к повышению температуры компонентов, снижению надёжности системы и увеличению времени простоя оборудования. Схемотехника токового распределения, предложенная Intersil™, решает данную проблему посредством такого конфигурирования модулей VRM, при котором они делят суммарный ток, требуемый обоим ЦПЭ, приблизительно поровну.

Более подробно с технологией токового распределения фирмы Intersil™ можно ознакомиться в [7].

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ SIL30

Преобразователи POL серии SIL30 (рис. 24) характеризуются предельными значениями отклонения напряжения питающей сети постоянного тока 10,2 В и 13,8 В. Основные сервисные функции и технические характеристики этих преобразователей:

- широкий диапазон регулирования выходного напряжения от 2,5 до 5 В;
- высокий показатель удельной мощности;

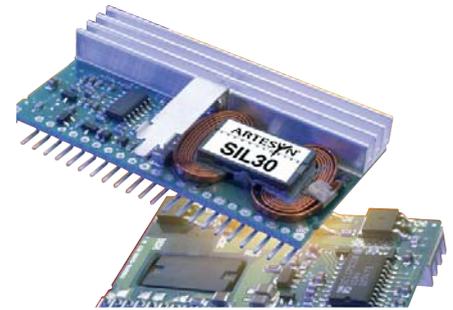


Рис. 24. Внешний вид преобразователей серии SIL30

- выносная обратная связь;
- сигнал состояния выходного напряжения (открытый коллектор);
- дистанционное включение/выключение (активный уровень — высокий);
- защита от пониженного напряжения питающей сети (преобразователь выключается при значении входного напряжения в диапазоне 8...8,6 В);
- защита от перегрева;
- защита от перегрузки по току и короткого замыкания в нагрузке;
- прямоугольная форма характеристики токового ограничения в режиме параллельной работы;
- диапазон рабочих температур от 0 до +80°C с применением принудитель-

ного обдува и с учётом запаса выходной мощности;

- нестабильность по току не более 1%;
- нестабильность по напряжению не более 0,2%;
- среднее время безотказной работы более 129 390 ч (по MIL-HDBK-217F, 40°C, нагрузка 100%, в стационарных условиях) или 3 994 753 ч (по Bellcore TR-332).

Преобразователи SIL30 выполнены с применением двухфазной топологии с параллельным дросселем и последовательным ключевым элементом (two phase buck/boost topology). Упрощённая функциональная схема преобразователя серии SIL30 представлена на рис. 25.

Набор сервисных функций у изделий SIL30 аналогичен набору сервисных функций преобразователей серий SIL06/SIL15: дистанционное включение/выключение, регулирование выходного напряжения, формирование сигнала состояния выходного напряжения. Посредством выносной обратной связи исключается падение напряжения (до 400 мВ) на соединительных линиях питания.

Параллельная работа модулей обеспечивается функцией токового распределения; конвертор распределяет ток в пределах $\pm 10\%$ от максимального значения тока нагрузки. Так как преобразователи типа SIL не имеют выходных конденсаторов, то для исключения негативного влияния индуктивного сопротивления питающей шины необходимо устанавливать в нагрузку фильтрующие конденсаторы. Максимальное значение выходной ёмкости 2×680 мкФ, максимальное значение эквивалентного последовательного сопротивления 10 мОм. Для подавления влияния высокочастотных гармонических составляющих помех необходимо применять керамические высокочастотные конденсаторы; для уменьшения влияния среднечастотных помех применяются электролитические конденсаторы с низким значением эквивалентного последовательного сопротивления. Более подробные сведения о применении преобразователей POL серии SIL30, а также об их технических характеристиках приведены в [8], [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для снижения энергопотребления в портативных системах, настольных рабочих станциях, персональных компьютерах, коммерческих и промышленных системах автоматизации широ-

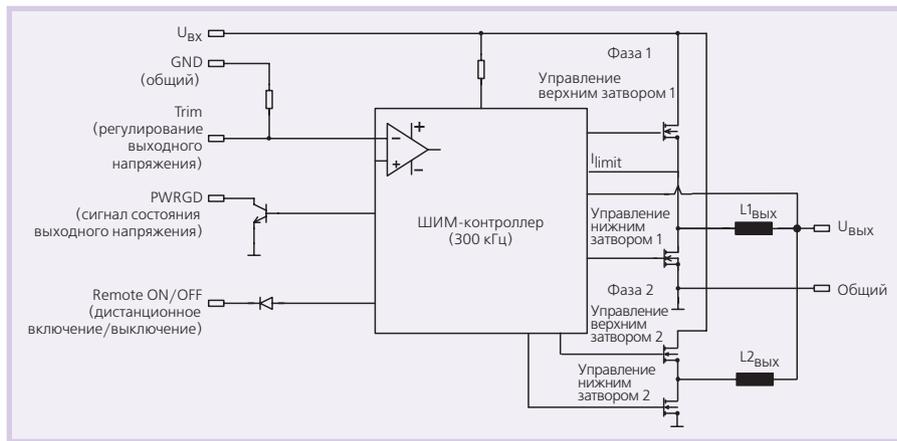


Рис. 25. Упрощённая функциональная схема преобразователя серии SIL30

ко применяются низковольтные компоненты с номинальным напряжением питания от 3,3 до 0,9 В и повышенными требованиями к показателям качества питающего напряжения.

Применение в системах электропитания преобразователей напряжения, не имеющих гальванической развязки своих выходных цепей от шин источника входной электроэнергии и устанавливаемых рядом с потребителем (POL), позволяет решить многие проблемы, связанные с особенностью функционирования современных высокоскоростных цифровых интегральных микросхем.

Основные преимущества применения модулей POL:

- размещение рядом с нагрузкой позволяет обеспечить значение напряжения питания в нагрузке с большей точностью и снизить уровень электромагнитных помех;
- низковольтная техника может подключаться к источнику питания в соответствии с задаваемым алгоритмом;
- достигается высокий показатель КПД (более 90%);
- рассеивание мощности происходит в пределах платы с установленными модулями POL, исключены дополнительные потери мощности на соединителях и проводах;
- позволяют улучшить ЭМС на уровне платы;
- обеспечивается компактность конструкции; доступны изделия для поверхностного монтажа;
- позволяют компенсировать неточности в оценке потребляемой мощности на этапе разработки (особенно важно при использовании компонентов ASIC/FPGA);
- обеспечивают изделию определённую гибкость на случай изменения набора компонентов в ходе последу-

ющей доработки или модернизации;

- защищают первичный преобразователь напряжения от воздействий, связанных с максимально допустимыми изменениями потребляемой мощности в запитываемой нагрузке;
- минимизируется падение напряжения на проводниках, соединяющих с нагрузкой;
- экономят время при разработке. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. SIL06 Series Non-Isolated DC/DC Converters. Long Form Data Sheet. — USA: Artesyn Technologies®, 2002.
2. SIL15 Series Non-Isolated DC/DC Converters. Long Form Data Sheet. — USA: Artesyn Technologies®, 2002.
3. SIL06/SIL15 Single. Application Note 131 Rev. 01. — USA: Artesyn Technologies®, 2002.
4. SIL10 Series Non-Isolated DC/DC Converters. Long Form Data Sheet. — USA: Artesyn Technologies®, 2002.
5. SIL10 Single. Application Note 134 Rev. 01/01. — USA: Artesyn Technologies®, 2002.
6. NXA66 Series, 66 Watt Non-Isolated DC/DC converters. Data Sheet (DS_NXA66_20010731.PDF). — USA: Artesyn Technologies®, 2000.
7. Walters Mike. Current Sharing Technique for VRMs//Technical Brief TB385, Intersil™. — 2000. — May.
8. SIL30 Series Non-Isolated DC/DC Converters. Long Form Data Sheet. — USA: Artesyn Technologies®, 2002.
9. SIL30 Single. Application Note 132 Rev. 01. — USA: Artesyn Technologies®, 2002.

**В.К. Жданкин — сотрудник фирмы ПРОСОФТ
119313 Москва, а/я 81
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: victor@prosoft.ru**