

# Малогабаритные источники питания АС/DC,

## УСТОЙЧИВЫЕ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

**Обеспечение надежной эксплуатации источников питания АС/DC со встроенными корректорами коэффициента мощности при повышенных и пониженных температурах окружающей среды является непростой задачей, особенно в тех случаях, когда они применяются в аппаратуре, установленной внутри помещений, и в наружном электронном оборудовании, имеющем ограничения по массогабаритным показателям.**

**Виктор Жданкин**

victor@prosoft.ru

**М**алогабаритные DC/DC-преобразователи применяются в миллионах электронных изделий и систем, причем подавляющее большинство из них зависит от входного (front-end) источника питания, который преобразует напряжение первичной сети в выпрямленное и отфильтрованное напряжение, поступающее на DC/DC-преобразователи. Предельные уровни эмиссии гармонических составляющих тока приводятся в ГОСТ Р 51317.3.2-99 (МЭК 61000.3.2). Для улучшения гармонического состава тока, потребляемого от питающей сети, применяются корректоры коэффициента мощности (ККМ). Обеспечение устойчивой работы в жестких условиях окружающей среды, в ограниченном пространстве, при предельно высоких и низких температурах для разработчиков аппаратуры является сложной задачей.

### Традиционные решения в распределенных системах электропитания

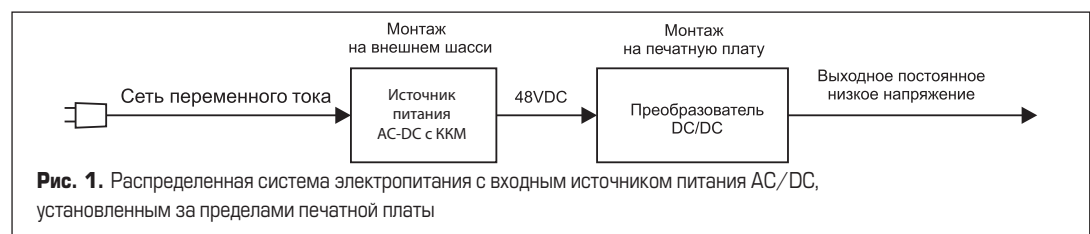
В традиционных системах, построенных по распределенному принципу, на печатной плате для ускорения переходных процессов и повышения эффективности размещаются DC/DC-преобразователи без гальванической развязки между входом и выходом, в непосредственной близости от точки приложения нагрузки (point-of-load — POL) [1]. Преобразователи

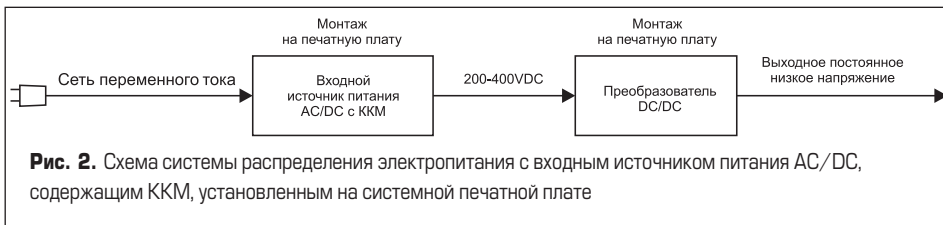
POL обеспечиваются электропитанием от DC/DC-преобразователей большой мощности с гальванической развязкой, которые также установлены на печатной плате. Эти преобразователи обычно снабжаются напряжениями 48 или 24 В от крупногабаритного источника питания АС/DC со встроенным ККМ и принудительным воздушным охлаждением, установленного в системном корпусе, находящемся за пределами печатной платы (рис. 1).

Этот метод является вполне рациональным для большинства применений. Однако в тех случаях, когда система электропитания должна обеспечивать питание аппаратуры, размещаемую в корпусе вне помещения и занимающую минимальный объем, наиболее распространенным является решение на основе одного модуля в формате brick.

### Усовершенствованные методы распределения электропитания

Крупные производители DC/DC-преобразователей, такие как TDK-Lambda, поставляют формирующие высокое выходное напряжение (типичное значение 360 В) модули входных преобразователей переменного напряжения в постоянное со встроенным ККМ, предназначенные для установки на печатную плату. Эти модули снабжают электропитанием DC/DC-преобразователи повышенной мощности (400–700 Вт), выполненные в корпусах форматов





**Рис. 2.** Схема системы распределения электропитания с входным источником питания AC/DC, содержащим ККМ, установленным на системной печатной плате

half-brick и full-brick, которые способны работать с высокими входными напряжениями (от 200 до 400 В). Преимущество данного метода заключается в размещении всех силовых компонентов на одной и той же печатной плате, за счет чего уменьшаются размеры конечного изделия и становятся ненужными межкомпонентные соединительные силовые проводники (рис. 2).

Входные модули AC/DC с встроенным ККМ требуют применения некоторых внешних пассивных компонентов (накопительные и фильтрующие конденсаторы и т. д.), но площадь, необходимая для этих компонентов, меньше по сравнению с внешними источниками питания AC/DC в металлических корпусах. Эти внешние компоненты могут быть установлены автоматически при производстве печатной платы. Дополнительным преимуществом использования модулей является то, что отвод тепла осуществляется через металлическое основание корпуса, поэтому можно обойтись без вентиляторов благодаря охлаждению, осуществляемому посредством внешних теплоотводов (рис. 3) или через металлический корпус системы.

**Новые модули AC/DC в формате brick, созданные по принципу «два в одном»**

Прогресс в компонентах и технологиях конструирования модулей питания способствовал минимизации размеров решения на основе двух корпусов в формате brick и появлению силовых модулей формата brick, вмещающих два модуля в одном корпусе и предназначенных для установки на печатную плату.

Увеличение удельной мощности достигнуто за счет применения специального пермаллоя в качестве материала магнитопровода трансформатора и дросселей. Новые подложки печатной платы и оригинальная технология намотки трансформатора способствуют уменьшению высоты компонентов и улучшению теплового режима. И, конечно, достижения в области интегральных микросхем внесли значительный вклад в оптимизацию параметров модулей преобразования напряжения нового поколения.

Серия PFE преобразователей AC/DC, объединяющих в одном корпусе формата brick два устройства (корректор КМ и DC/DC-преобразователь), представляет новый тип передовых с технологической точки зрения изделий на рынке источников питания. Модули могут размещаться в помещениях и аппаратуре наружной установки и уже заложены в ряд промышленных проектов, в оборудование для передачи данных и телекоммуникационное оборудование, особенно там, где аппаратура должна функционировать при повышенных температурах окружающей среды. На рис. 4 представлена структурная схема источника питания серии PFE500-1000F. Корректор КМ, выпрямитель и фильтр размещены в одном корпусе с преобразователем DC/DC. Активная высокочастотная схема коррекции работает с частотой переключения 100 кГц, значительно превышающей частоту сети, что позволяет основательно уменьшить размеры и стоимость фильтрующих компонентов. Схема осуществляет импульсное регулирование процесса протекания входного тока, фильтрацию последовательности высокочастотных импульсов, управление по контуру об-



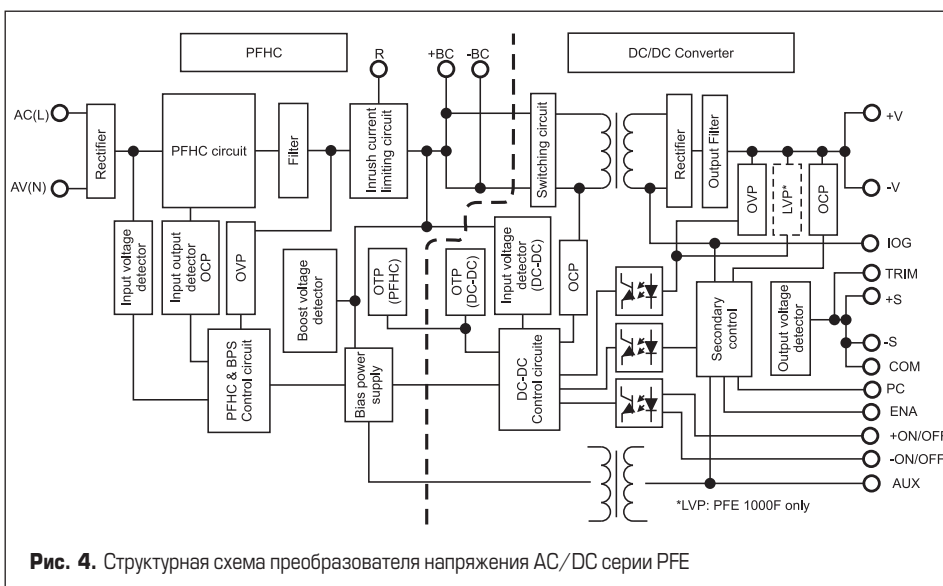
**Рис. 3.** Конструкция платы источника питания на основе модуля PFE500S с установленным внешним теплоотводом

ратной связи током от питающей сети (для придания ему требуемой формы) и стабилизацию посредством контура обратной связи уровня выходного напряжения [2].

Все модели серии PFE способны работать от однофазной сети переменного тока в диапазоне напряжения от 85 до 265 В (пределы изменения частоты сети от 47 до 63 Гц, модели серии PFE-S способны работать при частоте сети 440 Гц), схема активного ККМ включена как стандартная. В таблице представлены модели серии PFE и их основные выходные параметры. На рис. 5 показан внешний вид модулей питания AC/DC серии PFE500F.

Модули выполнены в стандартном корпусе с габаритами full-brick, что обеспечивает 50% экономии площади платы по сравнению с традиционными решениями.

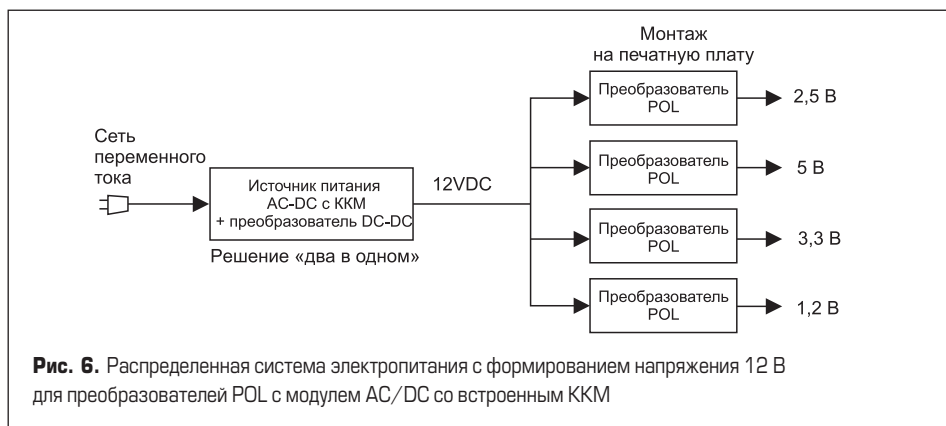
Модели PFE300S и PFE500S обеспечивают на выходе стабилизированные напряжения с номинальными значениями 12, 28 и 48 В, которые регулируются в диапазоне  $\pm 20\%$  от номинального напряжения. Модели с выходным напряжением 12 В обеспечивают в нагрузке 396 Вт при максимальной температуре основания корпуса  $+85^\circ\text{C}$ , тогда как модели с выходными напряжениями 28 и 48 В обеспечивают 504 Вт при температуре основания корпуса  $+100^\circ\text{C}$  (PFE500S). Нестабильность по напряжению и току составляет 0,4%. Идеальными для применения в распределенных системах электропитания являются модули с выходным напряжением 12 В, так как они непосредственно могут обеспечивать питанием преобразователи POL. Применение комбинированного модуля AC/DC без необходимо-



**Рис. 4.** Структурная схема преобразователя напряжения AC/DC серии PFE



**Рис. 5.** Внешний вид модулей преобразователей AC/DC серии PFE500F



**Рис. 7.** Модули питания серии PFE1000F: больше функциональных возможностей в одном корпусе формата brick

**Рис. 6.** Распределенная система электропитания с формированием напряжения 12 В для преобразователей POL с модулем AC/DC со встроенным ККМ

сти использования промежуточной шины для многочисленных недорогих преобразователей POL обеспечивает значительное снижение себестоимости и высокий КПД (рис. 6).

Модуль PFE700S с нестабилизированным выходным напряжением способен обеспечить 714 Вт при выходном напряжении 51 В и может применяться в качестве формирователя напряжения промежуточной шины для снабжения напряжением DC/DC-преобразователей со стабилизированным выходом в применениях, требующих различных значений выходных напряжений. Максимальная температура основания корпуса равна +100 °С, выходная мощность снижается линейно до 85% от максимальной при температурах выше +85 °С. Нестабильность модуля PFE700S по напряжению и току составляет 4 В.

Новые модели PFE500F, выполненные в несколько больших по размеру корпусах (70×122×12,7 мм), сочетают хорошо зарекомендовавшее себя функционально законченное решение существующих модулей серии PFE с дополнительными функциональными возможностями. Симметрирование выходного тока обеспечивает параллельную работу до шести модулей PFE500F; это свойство позволяет увеличить выходную мощность системы. Дополнительно сервисная функция дистанционного включения/выключения и сигнализация о статусе преобразователя (Inverter Operation Good — IOG) обеспечивают значительную гибкость при формировании программного включения или отключения отдельных модулей системы электропитания и при диагностике отказов системы питания. Предусмотрен также

дополнительный выходной канал 12 В (20 мА) для питания внешних схем.

Дополнительным преимуществом является то обстоятельство, что с таким рядом модулей для монтажа на печатную плату существенно расширяется состав и количество специальных заказных комплектов, которые может предложить компания TDK-Lambda.

Модели PFE500F обеспечивают стабилизированные выходные напряжения с номинальными значениями 12, 28 и 48 В с регулировкой в диапазоне ±20% от номинального напряжения. Модуль PFE500F-12 с 12-В выходом обеспечивает в нагрузке до 504 Вт при максимальной температуре основания корпуса +85 °С, тогда как в моделях с выходными напряжениями 28 и 48 В такое значение мощности можно достичь при температуре +100 °С. Нестабильность по напряжению и току составляет 0,4%, а значение КПД превышает 83% для всех моделей (при входном напряжении 230 В).

Во многих отраслях увеличился спрос на источники питания с выходной мощностью 1000 Вт. Идя навстречу требованиям рынка, компания TDK-Lambda начала выпуск источников питания AC/DC с такой выходной мощностью для различных применений.

Одноканальные модули питания серии PFE1000F обеспечивают стабилизированное выходное напряжение с номинальными значениями 12, 28 или 48 В с возможностью регулировки в диапазоне ±20% от этих значений. Модули серии PFE1000F способны работать при температурах основания корпуса от -40 до +100 °С. Значения КПД составляют

от 82 до 86% в зависимости от выходного напряжения.

Гальваническая развязка первичных цепей от вторичных цепей 3 кВ (действующее значение переменного тока), гальваническая развязка первичная цепь-корпус 2,5 кВ. Модули обладают комплексом защит от перенапряжения, перегрузки по току и перегрева. Габаритные размеры компактного корпуса модуля PFE1000F 100×13,5×160 мм, отвод тепла осуществляется с помощью внешних теплоотводов.

Эти уникальные модули обеспечивают удобное решение для монтажа AC/DC-преобразователя на печатную плату с выходной мощностью до 1008 Вт для применений в промышленности, роботах, оборудовании COTS, передачи данных, высокочастотного вещания, в телекоммуникационной аппаратуре, локальных цифровых видеосетях. На рис. 7 показан внешний вид модулей питания серии PFE1000F с выходными напряжениями 12, 28 и 48 В.

### Литература

1. Жданкин В. К. Преобразователи напряжения для современных высокопроизводительных цифровых систем // Современные технологии автоматизации. 2002. № 4.
2. Хантер П. Улучшение характеристик импульсных источников питания путем коррекции коэффициента мощности // Электроника. 1992. № 11-12.

**Таблица.** Преобразователи серии PFE300-1000

Модель	Выходное напряжение, В	Диапазон регулировки, В	Максимальный ток нагрузки, А	Максимальная мощность, Вт	Нестабильность по току, мВ	Нестабильность по напряжению, мВ	КПД, %
PFE300S-12	12	9,6-14,4	25	300	48	48	83
PFE500S-12	12	9,6-14,4	33	396	48	48	83
PFE500F-12	12	9,6-14,4	42	504	48	48	83
PFE1000F-12	12	9,6-14,4	60	720	48	48	82
PFE300S-28	28	22,4-33,6	10,8	302	56	56	85
PFE500S-28	28	22,4-33,6	18	504	56	56	86
PFE500F-28	28	22,4-33,6	18	504	56	56	86
PFE1000F-28	28	22,4-33,6	36	1008	56	56	86
PFE300S-48	48	38,4-57,6	6,3	302	96	96	86
PFE500S-48	48	38,4-57,6	10,5	504	96	96	86
PFE500F-48	48	38,4-57,6	10,5	504	96	96	86
PFE1000F-48	48	38,4-57,6	21	1008	96	96	86
PFE700S-48	51	—	14	714	50-57 В	50-57 В	89