

Новые AC/DC-конвертеры Vicor с коррекцией коэффициента мощности

Дмитрий ИВАНОВ,
к. т. н.
di@efo.ru
Игорь КРИВЧЕНКО,
к. т. н.
ik@efo.ru

В статье, посвященной разработке систем вторичного электропитания на базе модулей американской компании Vicor, рассмотрены новые модули семейства VI Brick AC Front End, серийное производство которых началось в конце декабря 2012 года.

Введение

В своих публикациях на страницах журнала «Компоненты и технологии» мы неоднократно обращались к теме разработки источников вторичного электропитания на базе модулей американской компании Vicor. В прошлых выпусках журнала мы уже рассказали о DC/DC-конвертерах Vicor первого [1] и второго [2] поколений, а также о модулях семейства VI-HAM (Harmonic Attenuator Module) [3], которые предназначены для сопряжения DC/DC-конвертеров Vicor с сетью переменного тока.

Для того чтобы с помощью модулей Vicor построить AC/DC-конвертер с максимальной выходной мощностью до 600 Вт и коэффициентом мощности, близким к 1, достаточно соединить последовательно три модуля, а именно: входной фильтр (Vicor Part Number 30205), модуль VI-HAM серии L и DC/DC-конвертер Vicor серии V375 (рис. 1). Кроме трех модулей Vicor, в состав устройства входят плавкие предохранители F1 и F2, металлооксидный варистор MOV и hold-up конденсатор C [3], а также пять пассивных компонентов, которые не показаны на функциональной схеме. К последним относятся четыре помехоподавляющих конденсатора Y-типа, которые являются стандартной «обвязкой» оконечного DC/DC-конвертера [1, 2], и резистор, который следует подключить параллельно конденсатору C для разряда этого конденсатора при отключении конвертера от питающей сети.

Построенный по такой схеме AC/DC-конвертер может работать от сети переменного тока с действующим значением напряжения от 85 до 264 В и частотой от 47 до 63 Гц. Он соответствует требованиям международного стандарта EN 61000-3-2, который устанавливает допустимые пределы интенсивности высших гармоник входного тока для источников вторичного электропитания, а также других потребителей с номинальной мощностью выше 75 Вт, подключаемых к общей сети переменного тока. Благодаря активной коррекции коэффициента мощности, которая используется в модуле VI-HAM, коэффициент мощности AC/DC-конвертера превышает 0,99 при изменении нагрузки в пределах от 50 до 100% от номинальной и напряжении в сети 115 или 230 В AC.

Заявленные технические характеристики достижимы только при соблюдении всех рекомендаций производителя по применению модулей VI-HAM. Одной из таких рекомендаций является обязательное использование входного фильтра (НАМ-фильтра), принципиальная схема которого изображена на рис. 2. НАМ-фильтр предназначен для подавления кондуктивных помех, создаваемых модулем VI-HAM, и защиты модуля от переходных перенапряжений в питающей сети. Кроме того, он нужен для корректной работы самого модуля VI-HAM, так как входящий в состав НАМ-фильтра дифференциальный дроссель LD (рис. 2) является необходимым внешним компонентом модуля VI-HAM, о чем не следует забывать разработчикам источников питания.

Параметры всех компонентов НАМ-фильтра 30205 приведены на сайте производителя [4]. Если по каким-то причинам разработчику источника питания неудобно использовать фильтр, рекомендуемый компанией Vicor, он может самостоятельно создать аналогичное устройство из дискретных компонентов. Таких причин, по которым у разработчика может возникнуть нежелание использовать фильтр 30205, по нашему мнению, может быть несколько.

Во-первых, корпус этого фильтра имеет габаритные размеры 116,8×61×25,4 мм, то есть длина и ширина корпуса примерно равны соответствующим размерам модулей Brick, а высота — в два раза больше, чем у модулей Brick. (У них этот параметр равен 12,7 мм.) По этой причине при размещении всех модулей на одной печатной плате максимальная высота компонентов будет определяться высотой корпуса фильтра, что для конструктора источника питания может оказаться неприемлемым.

Во-вторых, минимальная температура эксплуатации фильтра 30205 равна -40°C , в то время как модули VI-HAM и DC/DC-конвертеры Vicor температурного класса M могут работать при температуре от -55°C .

В-третьих, корпус фильтра 30205 негерметичен, а значит, возникают особые требования к технологии монтажа фильтра на печатную плату. Самое же большое неудобство заключается в том, что для рассмотренного выше варианта построения AC/DC-конвертера с коррекцией коэффициента мощности необходимо использовать

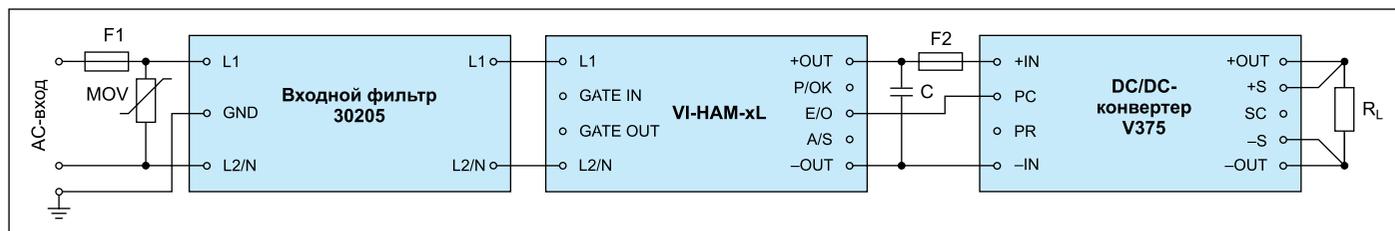


Рис. 1. Функциональная схема AC/DC-конвертера на базе модуля VI-HAM

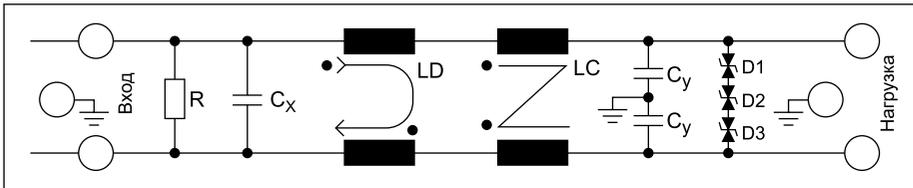


Рис. 2. Принципиальная схема НАМ-фильтра (Vicor Part Number 30205)

три различных модуля (рис. 1), число которых может быть еще больше, если, например, источник питания содержит более одного оконечного DC/DC-конвертера [3].

Вот почему мы с большим нетерпением ждали выхода в свет новой разработки компании Vicor, в которой все три главных функциональных узла AC/DC-конвертера были бы конструктивно выполнены в виде единого модуля.

Презентация нового семейства модулей Vicor, о котором пойдет речь в этой статье, состоялась в ноябре прошлого года на проходившей в Мюнхене выставке Electronica-2012.

Модули семейства VI Brick AC Front End

Новые модули Vicor, которые получили название VI Brick AC Front End, являются функционально законченными устройствами, предназначенными для импульсного преобразования напряжения переменного тока с действующим значением от 85 до 264 В и частотой от 47 до 63 Гц в стабилизированное напряжение постоянного тока с номинальным значением 48 В. В составе модуля есть выпрямитель, фильтр электромагнитных помех, активный корректор коэффициента мощности и устройство защиты от импульсных перенапряжений при переходных процессах в питающей сети. Входные и выходные выводы модуля изолированы друг от друга и от металлического основания корпуса (рис. 3). Максимальная выходная мощность равна 330 Вт.

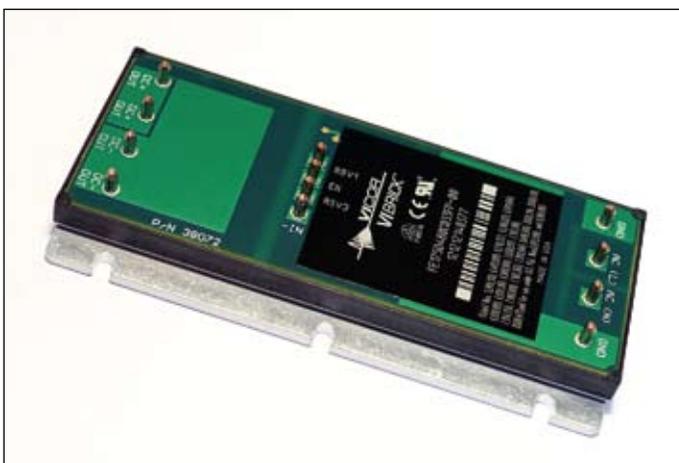


Рис. 3. Модуль VI Brick AC Front End

Модули VI Brick AC Front End могут работать автономно, а также совместно с одним или несколькими DC/DC-преобразователями с общей выходной мощностью до 300 Вт (рис. 4). В качестве выходных преобразователей можно, например, использовать DC/DC-конвертеры Vicor семейств Maxi, Mini и Micro с номинальным входным напряжением 48 В [2], стабилизаторы напряжения семейства PRM совместно с умножителями тока семейства VTM [4] или неизолированные стабилизаторы напряжения класса POL (Point Of Load).

Среди технических характеристик модулей VI Brick AC Front End, приведенных в таблице, следует обратить внимание на достаточно высокий коэффициент полезного действия (КПД), значение которого при номинальной нагрузке превышает 90% во всем диапазоне входных напряжений (рис. 5),

Таблица. Электрические параметры и эксплуатационные характеристики модулей VI Brick AC Front End

Параметр	Значение
Номинальное входное напряжение U _{ax} , В (RMS)	85–264
Частота входного напряжения, Гц	47–63
Максимально допустимое входное напряжение, В (RMS)	275
Максимально допустимое импульсное входное напряжение (при длительности импульса 1 мс), В	600
Выходное напряжение в режиме холостого хода, В	46–55
Выходное напряжение (при входном напряжении 230 В и нагрузке, равной 10% от номинальной), В	47,5–50,5
Максимальная выходная мощность, Вт	330
Коэффициент полезного действия (при входном напряжении 230 В и номинальной нагрузке), %	91–94
Коэффициент мощности (при потребляемой мощности более 100 Вт)	0,9
Емкость Hold-up конденсатора, мкФ	6000–12 000
Максимальный размах напряжения пульсаций на выходе модуля, В	5
Коэффициент стабилизации при номинальной нагрузке, %	1
Коэффициент стабилизации при изменении нагрузки в пределах от 10 до 100% от номинальной, %	1
Электрическая прочность изоляции между входными и выходными выводами (RMS), В	3000
Электрическая прочность изоляции входных и выходных выводов от основания модуля (RMS), В	1500
Рабочая температура основания корпуса, °C:	
• класс С	–20...+100
• класс Т	–40...+100
• класс М	–55...+100
Температура хранения, °C:	
• класс С	–40...+125
• класс Т	–40...+125
• класс М	–65...+125
Габаритные размеры, мм	95,3×48,6×9,55
Плотность конвертируемой мощности, Вт/см ³	7,5

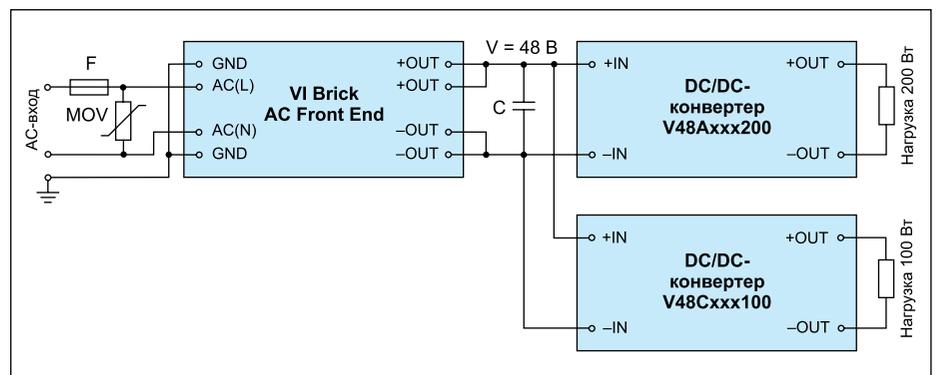


Рис. 4. Функциональная схема AC/DC-конвертера на базе модуля VI Brick AC Front End: F — плавкий предохранитель, MOV — металлооксидный варистор, C — Hold-up конденсатор

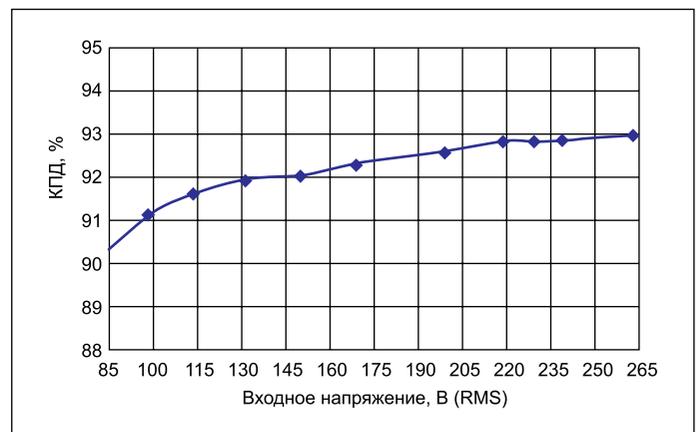


Рис. 5. Зависимость КПД модуля VI Brick AC Front End от действующего значения входного напряжения при температуре корпуса +25 °C

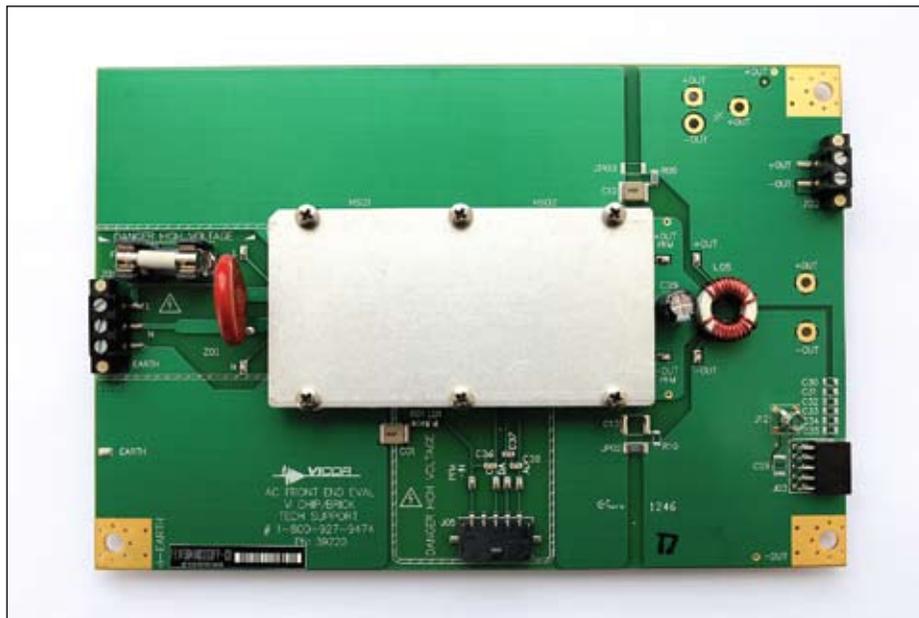


Рис. 6. Оценочная плата FE175D480C033FP-CB

а максимальное значение достигает 94%. Кроме того, модули имеют высокий (0,9) коэффициент мощности, широкий (от -55°C) рабочий температурный диапазон и высокую плотность конвертируемой мощности — $7,5\text{ Вт/см}^3$.

Модуль VI Brick AC Front End имеет низкопрофильный корпус (рис. 3) с металлическим основанием, изолированным от всех электрических цепей. Основание придает корпусу необходимую механическую прочность, а также играет роль тепловода, максимальная температура которого в процессе эксплуатации не должна превышать $+100^{\circ}\text{C}$. При естественном конвективном охлаждении тепловое сопротивление между основанием модуля и окружающей средой приблизительно равно $4,3^{\circ}\text{C/Вт}$. При использовании принудительного обдува воздухом

со скоростью 1 м/с тепловое сопротивление снижается до 3°C/Вт , при скорости обдува 2 м/с — до 2°C/Вт , а при скорости обдува 5 м/с — до $1,2^{\circ}\text{C/Вт}$. Простейший тепловой расчет, выполненный на основе этих данных, показывает, что для того, чтобы получить от модуля максимальную выходную мощность 330 Вт , конвективного охлаждения недостаточно. При такой выходной мощности перегрев основания модуля по отношению к температуре окружающей среды достигнет приблизительно $+106^{\circ}\text{C}$. Для снижения перегрева нужно увеличивать площадь тепловода или использовать принудительное охлаждение либо комбинацию обоих способов. Увеличение площади тепловода легко достигается с помощью дополнительных радиаторов, которые входят в число аксессуаров, поставляемых компанией Vicor [4].

Заключение

В этом кратком обзоре мы лишь хотели обратить внимание разработчиков источников питания на новые AC/DC-преобразователи компании Vicor, которые по совокупности технических характеристик являются лучшими в своей группе электронных компонентов. Детальное техническое описание модулей можно найти на сайте производителя [4].

Целевые области применения новых модулей — телекоммуникационная аппаратура, устройства промышленной автоматики, офисная техника, серверы, светодиодные светильники и информационные экраны.

Для того чтобы сократить затраты времени на изучение новых компонентов, компания Vicor разработала три оценочные платы — для каждого из модулей семейства VI Brick AC Front End. Одна из таких плат, на которой установлен модуль FE175D480C033FP-00, изображена на рис. 6. Две другие платы отличаются от нее только рабочими температурными диапазонами. И сами модули, серийное производство которых началось в конце прошлого года, и оценочные платы доступны для заказа у официальных дистрибьюторов компании Vicor. ■

Литература

1. Белотуров В., Иванов Д., Кривченко И. Построение источников питания на базе модулей компании Vicor // Компоненты и технологии. 2011. № 12.
2. Белотуров В., Иванов Д., Кривченко И. DC/DC-конвертеры Vicor второго поколения // Компоненты и технологии. 2012. № 1.
3. Белотуров В., Иванов Д., Кривченко И. AC/DC-конвертеры Vicor с коррекцией коэффициента мощности // Компоненты и технологии. 2012. № 6.
4. www.vicorpower.com