

Высоконадежные источники питания с малым выходным напряжением производства компании АО «ПКК Миландр»

Юрий МЯКОЧИН
myakochin.yuri@ic-design.ru
Дмитрий ШЕДЯКОВ
shedyakov.d@milandr.ru

В статье рассказывается о модулях вторичного электропитания DC/DC, разработанных компанией АО «ПКК Миландр». Данные преобразователи предназначены для организации системы питания высокопроизводительных сигнальных процессоров, микросхем и ПЛИС, а также микросборок на их основе. Изделия представляют собой высоконадежные модули питания с выходным напряжением 0,9–3,3 В и мощностью до 12 Вт.

Сегодня вычислительным и управляющим системам радиоэлектронной аппаратуры необходима сложная микроконтроллерная и микропроцессорная техника для обработки большого объема цифровых и аналоговых данных в реальном времени. Это приводит к значительному увеличению эффективности и объема памяти вычислительных подсистем современных изделий РЭА. Рост производительности процессорных элементов происходит за счет повышения рабочих тактовых частот, разрядности параллельно обрабатываемых данных и перехода на новые техпроцессы. Все это приводит к ужесточению требований при проектировании подсистем питания как одного из ключевых узлов, определяющих работоспособность и надеж-

ность конечного изделия. В связи с этим появился целый класс преобразователей, которые в иностранной номенклатуре называются PoL-преобразователями (Point of Load) [1]. Такие устройства размещаются в непосредственной близости к микросхемам и микросборкам, обладают низкими выходными напряжениями, поскольку напрямую используются для питания периферии, ядер процессоров, микросхем и ПЛИС, и обеспечивают работу при повышенных токах нагрузки.

Еще недавно в отечественной номенклатуре источников вторичного электропитания подобный класс преобразователей практически отсутствовал. Компанией АО «ПКК Миландр» было разработано 13 типомодулей вторичного электропитания

с выходным напряжением 1–3,3 В и током нагрузки до 12 А. Модули условно разделены на четыре серии по выходной мощности, наличию гальванической развязки и конструктивному исполнению.

Изделия серий ММ и СМ построены по принципу понижающего импульсного преобразователя постоянного тока без гальванической развязки. Структурная схема данных модулей изображена на рис. 1.

Ключевым элементом в преобразователе является ШИМ-контроллер, который управляет силовыми транзисторами, следит за выходным напряжением по обратной связи и контролирует токи, которые проходят через силовые элементы. В качестве ШИМ-контроллера в серии СМ предусмотрена микросхема

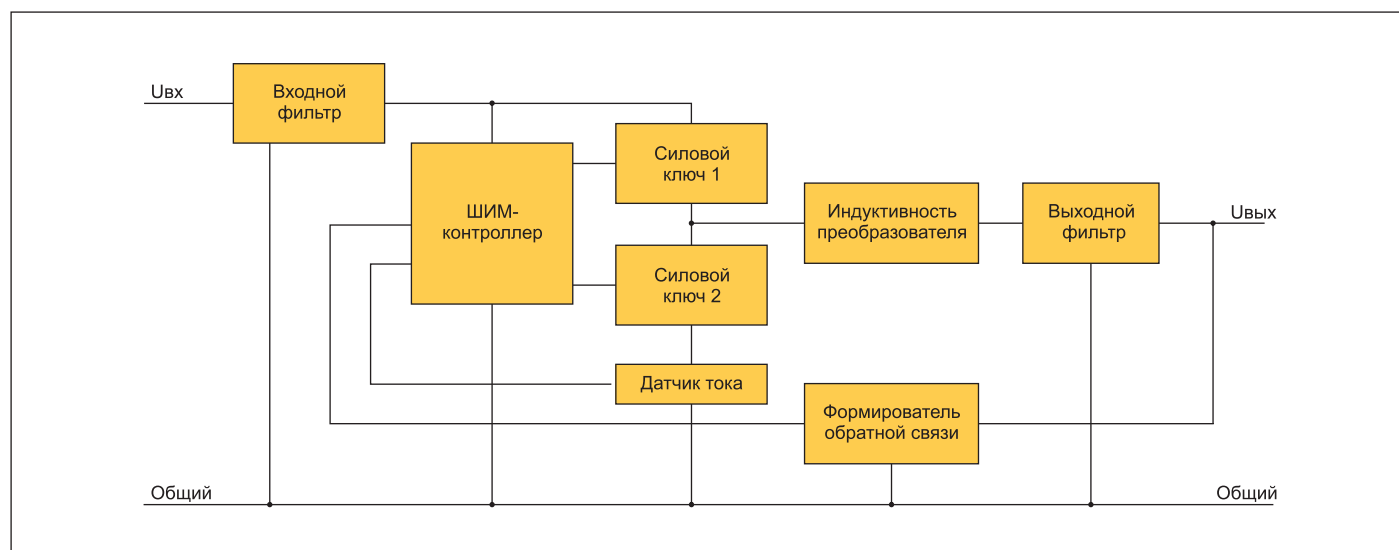


Рис. 1. Структурная схема модулей серий ММ и СМ



Рис. 2. Внешний вид модулей серии MM



Рис. 3. Внешний вид модулей питания серии CM

Таблица 1. Номенклатура модулей серии MM

Наименование модуля	$U_{вх}$, В	$U_{вых}$, В	$I_{н}$, А	$P_{вых}$, Вт
ВИП 5-1/1	5 (4,5–5,5)	1	1	1
ВИП 5-1/3		1	3	3
ВИП 5-1,8/2		1,8	2	3,6
ВИП 5-2,5/1		2,5	1	2,5
ВИП 12-1,2/1	12 (10,8–13,2)	1,2	1	1,2
ВИП 12-1,2/3		1,2	3	3,6
ВИП 12-1,8/2		1,8	2	3,6
ВИП 12-2,5/2		2,5	2	5

Таблица 2. Параметры изделий серии MM

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Технологическое отклонение выходного напряжения от номинального значения, не более, %	± 3
Суммарная нестабильность выходного напряжения, не более, %	± 3
Пульсация выходного напряжения (от пика до пика), не более, %	6
Сопротивление изоляции между корпусом и остальными выводами, не менее, МОм	20
Диапазон рабочих температур, °С	–60...+85
Габаритные размеры, мм	21×22×10
Масса, не более, г	15

1310EY015 собственной разработки, аналогичная микросхеме LM25117 и предназначенная для использования с внешними тран-

Таблица 3. Номенклатура модулей серии CM

Наименование модуля	$U_{вх}$, В	$U_{вых}$, В	$I_{н}$, А	$P_{вых}$, Вт
ВИП 5-1/12	5 (4,5–5,5)	1	12	12
ВИП 12-1,2/1	12 (10,8–13,2)	0,9	12	10,8

Таблица 4. Параметры изделий серии CM

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Технологическое отклонение выходного напряжения от номинального значения, не более, %	± 3
Суммарная нестабильность выходного напряжения, не более, %	± 5
Пульсация выходного напряжения (от пика до пика), не более, %	7
Сопротивление изоляции между корпусом и остальными выводами, не менее, МОм	20
Диапазон рабочих температур, °С	–60...+85
Габаритные размеры, мм	52×30×12
Масса, не более, г	45

зисторами. Данная микросхема позволяет проектировать синхронные источники вторичного электропитания DC/DC. Также она функционирует в модулях с токами нагрузки до 18 А и с входным напряжением 4,5–27 В. Частота преобразования настраивается в диапазоне 230–370 кГц.

В рамках серии MM разработано восемь номиналов модулей, которые выпускаются в 9-выводном металлокерамическом корпусе, их внешний вид изображен на рис. 2.

Номенклатура модулей серии MM приведена в таблице 1.

Основные параметры модулей серии MM приведены в таблице 2.

Модули серии MM предназначены для питания периферии микроконтроллеров, микропроцессоров, банков ПЛИС и интерфейсных микросхем.

Номенклатура модулей серии CM представлена двумя модулями питания (табл. 3).

Модули изготавливаются в 11-выводном металлокерамическом корпусе, внешний вид модулей показан на рис. 3.

Основные параметры модулей серии CM приведены в таблице 4.

Модули питания серии CM позволяют обеспечивать питание ядер цифровых процессоров обработки сигналов, ПЛИС и микросборок, построенных на их основе.

Конструктивно модули серий MM и CM выполнены в виде герметичных модулей на многослойном металлокерамическом основании с печатными проводниками и элементами, установленными по технологии бескорпусного монтажа. В качестве керамики используется основание из Al_2O_3 с проводящими слоями из молибден-вольфрама. Выбор данного материала обусловлен:

- высокой прочностью в широком диапазоне температур;
- высокой теплопроводностью по сравнению со стеклотекстолитом;
- низким коэффициентом теплового расширения, что позволяет широко использовать бескорпусные варианты компонентов;
- высоким коэффициентом упругости;
- высокой для керамики вязкостью разрушения.

Такое сочетание свойств позволяет изделиям выдерживать высокие нагрузки при высоких температурах, сохраняя превосходную износостойкость. Керамические кор-

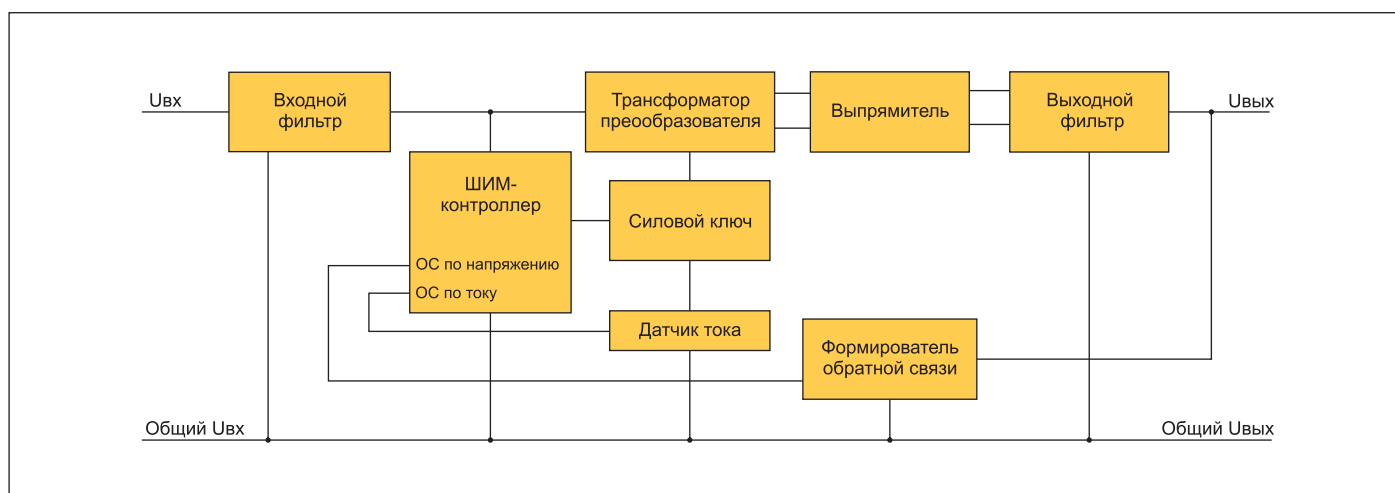


Рис. 4. Структурная схема модулей серий MMP и CMP



Рис. 5. Внешний вид модулей серии MMP



Рис. 6. Внешний вид модулей серии СМР

Таблица 5. Модули серий MMP и СМР

Наименование модуля	Серия	U _{вх} , В	U _{вых} , В	I _н , А	P _{вых} , Вт
ВИП 24-3,3/1Р	ММ	24 (16–40)	3,3	1	3,3
ВИП 24-3,3/1,3Р				1,3	4,3
ВИП 24-3,3/3Р	СМ	24 (16–40)	3,3	3	10

пуса предназначены для герметизации роликовой шовной сваркой в инертной среде с исключением возможности образования влаги внутри изделия. Модули запаиваются в печатные платы, с нижней стороны корпуса присутствует теплоотводящий контакт, предназначенный для обеспечения возможности оптимального отвода выделяемого модулями тепла. Такой выбор конструкторского решения и применение специализированной компонентной базы предусматривает эксплуатацию модулей как в наземной, так и в авиационной технике.

Устройства серий MMP и СМР — это модули с гальванической развязкой, построенные по принципу обратного преобразователя. Структурная схема модулей изображена на рис. 4.

В структурной схеме микросхема преобразователя осуществляет управление силовым ключом, плавный пуск преобразования, огра-

Таблица 6. Параметры изделий серий MMP и СМР

Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра для серии	
	MMP	СМР
Технологическое отклонение выходного напряжения от номинального значения, не более, %	±3	
Суммарная нестабильность выходного напряжения, не более, %	±3	
Пульсация выходного напряжения (от пика до пика), не более, %	5	
Сопротивление изоляции между корпусом и остальными выводами, не менее, МОм	20	
Прочность изоляции между входом и выходом, не менее, В	500	
Диапазон рабочих температур, °С	–60...+85	
Габаритные размеры, мм	32×20×14	40×30×11
Масса, не более, г	27	30

ничение тока ключа, регулирование выходного напряжения и защиту модуля питания от короткого замыкания в нагрузке. Силовой ключ накапливает энергию в трансформаторе преобразователя. Микросхема контролирует нарастание тока через силовой ключ и первичную обмотку трансформатора. В зависимости от величины напряжений формирователя обратной связи и датчика тока микросхема преобразователя определяет момент выключения силового ключа. После выключения силового ключа энергия, запасенная в трансформаторе током вторичной обмотки, формирует через выпрямитель выходное напряжение на конденсаторах выходного фильтра.

Модули серий MMP и СМР унифицированы по расположению контактов и отличаются только габаритами корпуса. Внешний вид модулей показан на рис. 5, 6.

Номенклатура модулей питания серий MMP и СМР указана в таблице 5.

Основные параметры модулей для обеих серий приведены в таблице 6.

С точки зрения конструкции преобразователи серий MMP и СМР представляют собой модули на основе многослойной печатной платы из стеклотекстолита с двусторонним монтажом элементов в корпусном и бескорпусном исполнении. Плата с элементами помещена в металлический корпус, который в свою очередь герметизируется силиконовым теплопроводящим компаундом.

Модули серий MMP и СМР позволяют обеспечить гальванически изолированное питание блоков и частей аппаратуры и могут использоваться в автомобильной и авиационной технике.

Основные показатели надежности выпускаемых преобразователей: гамма-процентная наработка модулей до отказа при $\gamma = 95\%$ при температуре окружающей среды не более +65 °С не менее 50 000 ч в пределах срока службы, что позволяет применять модули в специализированных изделиях с повышенными требованиями к надежности.

Источники вторичного электропитания, разработанные компанией АО «ПКК Миландр», предназначены для широкого ряда устройств, изготавливаемых только на основе отечественной элементной базы, представляют собой радиационно стойкие изделия и работают в большом диапазоне температур и механических воздействий. Эксплуатация данных преобразователей в аппаратуре позволит обеспечить питанием большинство высокопроизводительных цифровых компонентов современных вычислительных систем. ■

Литература

1. Reddy C. Design and development of hybridized point of load converters for FPGA applications. Proceedings of the 2016 IEEE Annual India Conference (INDICON) 2016.