

Современные неизолированные DC/DC источники питания Murata

Юрий Петропавловский (petropavlovski@inbox.ru)

В статье рассмотрены особенности и приведены параметры современных неизолированных источников питания промышленного назначения компании Murata Power Solutions, предназначенных для систем распределённого питания.

После приобретения в 2007 году подразделения силовой электроники C&D Technologies, Inc. компания Murata Manufacturing вошла в число ведущих мировых производителей DC/DC источников питания. Однако ещё до этого приобретения подразделения C&D Technologies Power Electronics

Division (PED) уже являлось одним из мировых лидеров в производстве AC/DC и DC/DC источников питания, выпрямителей и зарядных устройств для различных отраслей промышленности. Основатели корпорации C&D Technologies Фрэнк Карлайл и Леон Даути ещё в начале 1900-х годов нача-

ли работы по замене газового освещения на электрическое.

В 2006 году PED (г. Мэнсфилд, штат Массачусетс, США) располагала восемью разрабатывающими лабораториями и шестью производственными участками в США, Великобритании и Китае, а число сотрудников превышало 1200 человек. Технологическими партнёрами PED были такие известные производители источников питания, как Vicor, Potentia, Cincon, Power-One. Интересна и история приобретения PED, в числе которых International Power System (1994), Power Convertibles Corporation (1996), Continuum Power, Inc. (1997), Celab Limited (2004), Datel, Inc (2004), в результате этих приобретений, по данным Micro-Tech Consultants, PED стала вторым в мире поставщиком DC/DC-преобразователей.

DC/DC-преобразователи C&D Technologies (см. рис. 1) отличались высокой надёжностью и большим сроком службы, что позволяло использовать их в таких ответственных сферах, как медицинская и военная промышленность. В каталогах C&D Technologies предлагались десятки серий и тысячи типов DC/DC-преобразователей, многие из которых после 2007 года перешли в каталоги Murata Power Solutions, а ряд приборов присутствуют в каталогах Murata до настоящего времени, например, DC/DC-преобразователи серий NKE, NTE, NME и многие другие.

В Европе корпорация Murata представлена несколькими компаниями, в том числе Murata Power Solutions Ltd (MPS) с головным офисом в Милтон-Кейнс (Великобритания). Продукцию MPS представляют глобальные и региональные дистрибуторы электронных компонентов. В России интересы Murata представляет группа компаний «Симметрон».

В каталогах Murata 2019 года представлена широкая номенклатура DC/DC в двух категориях – неизолированные DC/DC-преобразователи для встраиваемых приложений и системы POL (Point of Load), и изолированные DC/DC-преобразователи различного назначения [1]. Ряд продуктов компании выполнен в соответствии с требова-



Рис. 1. DC/DC-преобразователи компании C&D Technologies



Рис. 2. Неизолированные DC/DC-преобразователи Murata Power Solutions

ниями стандартов DOSA (Distributed power Open Standards Alliance) [2]. Кроме Murata Power Solutions, в DOSA входят такие компании, как General Electric Critical Power, Delta Electronics, Emerson Network Power, Ericsson Power Modules, NetPower Technologies, Power-One, TDK-Lambda и другие компании. Альянс выпустил более двух десятков стандартов и спецификаций, в том числе спецификации для неизолированных преобразователей напряжения.

Системы распределённого питания POE состоят из нескольких относительно маломощных DC/DC-преобразователей, расположенных рядом с их основными потребителями, в качестве которых обычно выступают цифровые сигнальные процессоры (DSP), программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) различных типов (CPLD, FPGA и др.), специализированные заказные большие интегральные схемы (ASIC), микропроцессоры и микроконтроллеры. Перечисленные типы потребителей отличаются импульсным характером потребления, а современные приборы ещё и низким напряжением питания (от 0,7 В) при больших значениях тока потребления. Для обеспечения надёжной работы устройств с такими потребителями источники питания для них должны обладать высокой эффективностью, стабильностью выходного напряжения при значительных колебаниях тока потребления и малыми пульсациями.

Компания Murata предлагает широкую номенклатуру неизолированных DC/DC-преобразователей (более 140 типов приборов) с фиксированным и регулируемым выходным напряжением. Большинство предлагаемых приборов обеспечивают эффективность более 90%. Классификационные параметры ряда неизолированных DC/DC-преобразователей приведены в таблице, приборы расположены в порядке убывания эффективности (КПД). Рассмотрим особенности некоторых преобразователей с максимальной эффективностью 95–98% более подробно. Внешний вид рассматриваемых приборов показан на рисунке 2.

MYSGK02506BRSR – понижающий DC/DC-преобразователь напряжения в исполнении MonoBlock POL с выходным током до 6 А. Прибор обеспечивает преобразование напряжения 12,5...42 В в высокостабильное

Классификационные параметры неизолированных DC/DC-преобразователей Murata

Наименование	Форм-фактор	$P_{\text{вых}}, \text{Вт}$	$U_{\text{вх}}, \text{В}$	$U_{\text{вых}}, \text{В}$	$I_{\text{вых}}, \text{А}$	КПД, %
MYSGK02506BRSR	SMD	150	13,5...42,0	5...25	6	98
MYMGK00504ERSR	SMD	20	8...14	0,7...5,0	4	96
OKY-T/5-W5P-C	SMD	16,5	2,4...5,5	0,75...3,6	5	96
OKR-T/6-W12-C	SIP	30	4,5...14,0	0,59...6,0	6	95
MYMGK00506ERSR	SMD	30	8...14	0,7...5,0	6	95,4
OKI-78SR-12/1.0-W36HE-C	SIP	12	15...36	12	1	95
OKL-T/3-W5P-C	LGA	9,9	2,4...6,0	0,6...3,3	3	95
78SRH-5.2/2-C	SIP	10,5	8...32	5,25	2	95
OKR-T/30-W12-C	SIP	180	5,5...13,8	0,59...6,0	30	95
OKL2-T/12-W12P2-C	LGA	60	4,5...14,0	0,69...5,5	12	95
MYGTM0242EBZF	SIP	60	30...40	24	2,5	95
OKX-T/5-W5N-C	SIP	16,5	2,4...5,5	0,75...5,5	5	95
OKI-T/36W-W40N-C	SMT	36	19...40	5,02...15,5	3	95
785RH-5/2-C	SIP	10	8...32	5	2	95
78125RH-C	SIP	4,8	15...36	12	0,4	95
OKY-T/10-W5P-C	SMT	33	2,4...5,5	0,75...3,6	10	95
OKY-T/16-W5P-C	SMT	52,8	2,4...5,5	0,75...3,63	16	95
OKY2-T/10-W5N-C	SMT	33	2,4...5,5	0,75...3,63	10	95
OKY2-T/16-W5N-C	SMT	52,8	2,4...5,5	0,75...3,63	16	95
OKY-T/10-D12N-C	SMT	50	8,3...14,0	0,57...5,5	10	94,5
OKY-T/10-D12P-C	SMT	50	8,3...14,0	0,75...5,5	10	94,5
MYMGA5R04RELA5RA	SMT	20	8...16	3,3...5,0	4	94
OKR-T/20-W12-C	SIP	100	6,0...13,8	0,591...5,0	20	94
OKL-T/12-W5P-C	LGA	39,6	2,4...5,5	0,6...3,6	12	94
OKL2-T/20-W12P2-C	LGA	100	4,5...14,0	0,69...5,5	20	94
MYDUS3R32GFZPA	SIP	8,25	3,0...5,5	0,8...3,3	2,5	94
OKY-T/16-D12N-C	SMT	80	8,3...14,0	0,75...5,5	16	94
OKY-T/3-W5P-C	SMT	9,9	2,4...5,5	0,75...3,63	3	94
OKL2-T6-W5P-C	LGA	19,8	2,4...6,0	0,6...3,3	6	93,5
OKL-T20-W5P-C	LGA	66	2,4...5,5	0,6...3,63	29	93,1
MYMGK1R804FRSR	SMD	7,2	4,5...5,5	0,5...1,8	4	93
OKX-T/5-D12N-C	SIP	25	8,3...12,0	0,75...5,5	5	93
OKX-T/3-D12N-C	SIP	15	8,3...13,8	0,75...5,5	3	93
OKL2-T/6-W12P-C	LGA	30	4,5...14,0	0,591...5,5	6	93
OKX-T/10-D12N-C	SIP	50	8,3...14,0	0,75...5,5	10	93
OKR-T/3-W12-C	SIP	15	4,5...14,0	0,59...6,0	3	93
OKX-T/16-D12N-C	SIP	80	8,3...14,0	0,75...5,5	16	92,5
MYMGK1R812FRSR	SMD	21,6	4,5...5,5	1,8	12	92
OKR-T/10-W12-C	SIP	50	4,5...14,0	0,59...6,0	10	92
MYMGC3R32EFP2R	SMD	15,15	4,3...5,5	1,2	2,5	91
OKI-785R-5/1.5-W36HE-C	SIP	7,5	7...36	5	1,5	90,5
MYSDM3R306FENL	SMD	20,7	10,8...16,5	3,3	3	90
MPDRX3035	SMD	94,4	6,2...13,2	1,6...3,63	26	90
MYSGK1R830FRSR	SMD	54	4,5...14,0	0,7...1,8	30	89,6
OKR-T/50-W12-C	SIP	125	6,5...13,8	0,6...2,5	50	88,5
7805SRH-C	SIP	2,5	7,5...36,0	5	0,5	87
MPDRX312S	SMD	28,8	3,0...5,5	0,5...1,8	16	86
78035R-C	SIP	1,65	7,5...36,0	3,3	0,5	83
MPDRX308S	SMD	10,7	6,2...13,2	0,8...1,65	6,5	82
MYMGC0R88RFLF2RV	SMD	6,8	3,3...5,5	0,85	8	80

постоянное напряжение, устанавливаемое в диапазоне 5...25 В. Данный преобразователь обеспечивает высшую эффективность (98%) среди всех приборов категории неизолированных преобразователей. Этот миниатюрный прибор размерами 14,7×16,2×7,5 мм предназначен для встраиваемых приложений, регулировка выходного напряжения осуществ-

ляется одним резистором. Преобразователь оснащён встроенными схемами защиты от коротких замыканий и пониженного напряжения.

Основные параметры прибора:

- входное напряжение должно превышать выходное напряжение в 1,17 раза ($U_{\text{вх}} > 1,17 U_{\text{вых}}$);
- эффективность при $U_{\text{вх}} = 36 \text{ В}$, $U_{\text{вых}} = 24 \text{ В}$, $I_{\text{вых}} = 6 \text{ А}$ – 98%;

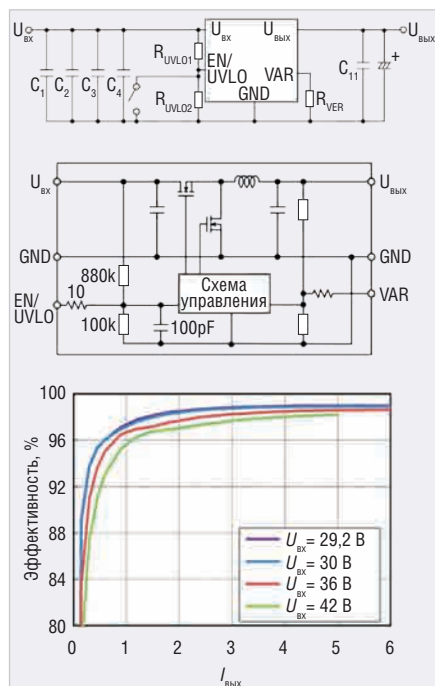


Рис. 3. Схемы включения и характеристики прибора MYSGK02506BRSR

- фиксированная частота переключения 380 кГц;
- время включения 24 мс;
- уровень пульсаций выходного напряжения не более 50 мВ (от пика до пика);
- диапазон рабочих температур окружающей среды $-40...+85^{\circ}\text{C}$.

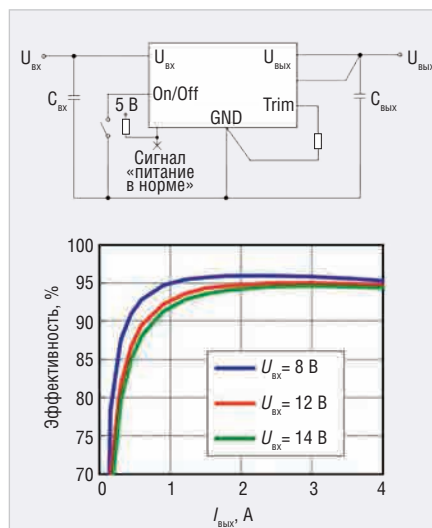


Рис. 4. Схема включения и характеристики приборов MYMGK1R804RSRS и MYMGK00504ERSR

На рисунке 3 приведены типовая схема включения, структура прибора MYSGK02506BRSR и зависимости эффективности преобразователя от выходного тока при $U_{\text{вх}} = 25 \text{ В}$. Значение выходного напряжения преобразователя устанавливается резистором RVER. При отсутствии этого резистора выходное напряжение находится в пределах 4,82...5,18 В, при соединении вывода VAR с корпусом (GND) выходное напряжение составляет 24,12...25,88 В.

MYMGK00504ERSR, MYMGK1R804FRSR – понижающие неизолированные преобразователи DC/DC в исполнении MonoBlack POL в миниатюрных корпусах размерами $9 \times 7,5 \times 5 \text{ мм}$ с выходным током до 4 А. Приборы могут быть использованы для питания ПЛИС, микропроцессоров и микроконтроллеров, DSP и других потребителей с высоким токопотреблением при низких напряжениях питания.

Основные параметры приборов:

- входное напряжение 4,5...5,5 В (MYMGK1R804FRSR), 8...14 В (MYMGK00504ERSR);
- выходное напряжение 0,7...1,8 В (MYMGK1R804FRSR), 0,7...5 В (MYMGK00504ERSR);
- эффективность до 96%;
- фиксированная частота переключения 250 кГц;
- время включения/выключения 2,4 мс.

Типовое включение преобразователей и зависимости эффективности от выходного тока при $U_{\text{вх}} = 3,3 \text{ В}$ приведены на рисунке 4. Установка выходного напряжения приборов осуществляется внешним резистором, подключаемым между выводами Trim и GND. Значения R_{trim} для некоторых стандартных значений выходного напряжения: 1,2 В – $R_{\text{trim}} = 10 \text{ кОм}$; 1,5 В – 6,7 кОм; 1,8 В – 5 кОм; 2,5 В – 3,16 кОм (MYMGK00504ERSR).

Серия OKY-T/3, T/5-W5 включает в себя 4 типа неизолированных DC/DC-преобразователей для систем распределённого питания, выполненных в виде модулей на печатных платах размерами $11,9 \times 20,8 \times 7 \text{ мм}$. Приборы разработаны в соответствии с требованиями стандартов DOSA. Преобразователи обеспечивают выходной ток до 3 А (OKY-T/3-W5N-C, OKY-T/3-W5P-C) и 5 А (OKY-T/5-W5N-C, OKY-T/5-W5P-C) и различную полярностью выходного напряжения (xxxW5N-C, xxxW5P-C).

Основные параметры модулей:

- входное напряжение 2,4...5,5 В (номинальное 5 В), входной ток от 45 мА (без нагрузки) до 2,1 А и 3,5 А;
- выходное напряжение 0,75...3,63 В (устанавливается резистором на выводе Trim);
- отклонения выходного напряжения при изменениях входного напряжения $\pm 0,2\%$, при изменениях нагрузки $\pm 1,5\%$ (T/3) и $\pm 1\%$ (T/5), уровень пульсаций и шумов не более 20 мВ;

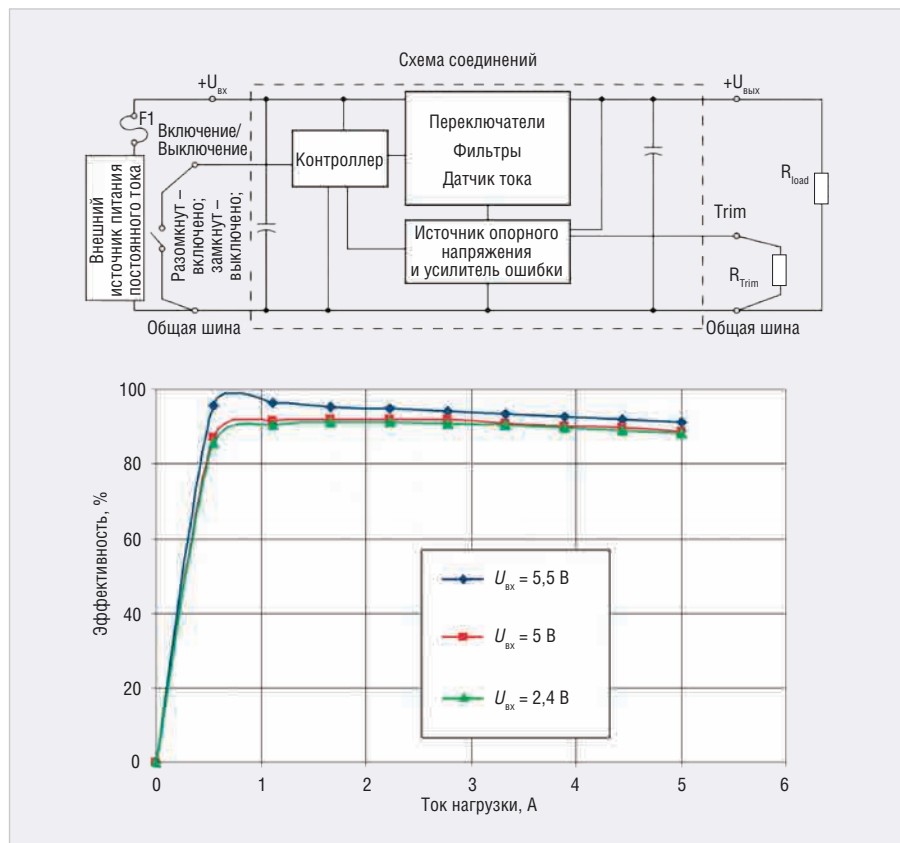


Рис. 5. Включение и характеристики прибора OKY-T/5-W5

- эффективность в зависимости от параметров входного и выходного напряжения 92–96%.

Типовое включение и зависимости эффективности модулей ОКУ-Т/5-У5 от выходного тока при $U_{\text{вых}} = 1,8$ В приведены на рисунке 5. Значения сопротивлений R_{trim} для стандартных выходных напряжений: 1,2 В – 41,973 кОм; 1,5 В – 23,077 кОм, 1,8 В – 15,004 кОм; 2,5 В – 6,947 кОм.

POI-преобразователь ОКР-Т/6-У12-С с выходным током до 6 А выполнен в виде вертикально ориентированного модуля размерами 16,5×10,4×7,62 мм для установки в отверстия печатных плат.

Основные параметры модуля:

- входное напряжение 4,5...14,0 В, входной ток от 80 мА (без нагрузки) до 2,69 А (при $I_{\text{вых}} = 6$ А);
- выходное напряжение устанавливается внешним резистором R_{trim} (см. рис. 5) в пределах 0,59...6,0 В;
- отклонения выходного напряжения при изменениях нагрузки и входного напряжения не более $\pm 0,5\%$;
- уровень пульсаций и шума не более 30 мВ;
- эффективность в зависимости от режима работы 91–95%.

В серию OKI-78SR-E входят 3 типа неизолированных DC/DC-преобразователей, выполненных в виде капсул размерами 11,9×10×17,6 мм с фиксированными выходными напряжениями 3,3 В (OKI-78SR-3.3/1.5-У36Е-С), 5 В (OKI-78SR-5/1.5-У36Е-С) и 12 В (OKI-78SR-12/1.0-У36Е).

Серия 78SR – неизолированные DC/DC-преобразователи с выходным током 2 А с фиксированными выходными напряжениями: 3,3 В – 78SR-3.3/2-С (вертикальная ориентация 3 выводов), 78SRH-3.3/2-С (горизонтальная ориентация); 5 В – 78SR-5/2-С (вертикальная ориентация), 78SRH-5/2-С (горизонтальная ориентация); 5,2 В – 78SR-5.2/2-С (вертикальная ориентация), 78SRH-5.2/2-С (горизонтальная ориентация). Диапазон входных напряжений всех приборов серии составляет 8...32 В, размеры корпусов – 20,3×21,6×5,7 мм. Преобразователи при невысокой стоимости отличаются большой эффективностью (до 95%) и не требуют внешних фильтрующих конденсаторов. Рассматриваемые приборы специально рассчитаны для замены линейных стабилизаторов серии LM78xxx в 3-выводных корпусах TO-220. При такой замене не нужны радиаторы

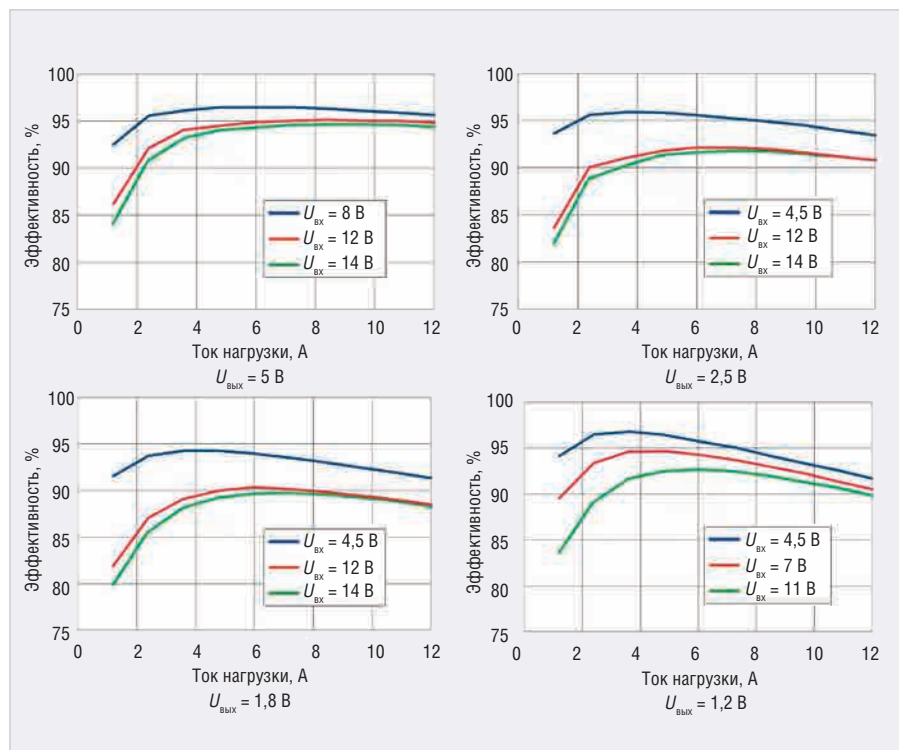


Рис. 6. Характеристики приборов серии OKL2-T/12-W12

охлаждения, без которых микросхемы LM78xxx не могут работать при больших токах.

ОКР-Т/30-У12-С – мощный неизолированный DC/DC-преобразователь с выходным током до 30 А и регулируемым выходным напряжением 0,59...6,0 В для систем распределённого питания. Преобразователь имеет габариты 30,5×18,1×15,5 мм и обеспечивает работу в диапазоне входных напряжений 5,5...13,8 В.

Основные параметры и особенности прибора:

- частота переключения внутреннего генератора 700 кГц;
- высокая эффективность преобразования до 95%;
- встроенные схемы защиты от перегрузки по току, пониженного напряжения и от перегрева;
- отклонения выходного напряжения при изменениях нагрузки и входного напряжения не более $\pm 0,15\%$;
- уровень пульсаций не более 25 мВ (от пика до пика);
- диапазон температур окружающей среды 0...+70°C.

Установка значения выходного напряжения прибора осуществляется внешним резистором R_{trim} (см. рис. 5), сопротивление которого для стандартных напряжений: 1,2 В – 1940 Ом; 1,5 В – 1300 Ом; 1,8 В – 978 Ом; 2,5 В – 619 Ом; 3,3 В – 436 Ом.

В состав серии OKL2-T/12-W12 входят 2 типа DC/DC-преобразователей для систем распределённого питания с выходным током 12 А и различной полярностью выходного напряжения (OKL2-T/12-W12P2-С и OKL2-T/12-W12N2-С). Преобразователи выполнены в форм-факторе LGA с габаритами 20,32×11,44×8,55 мм. Приборы оснащены схемой защиты от коротких замыканий, пониженного напряжения, перегрева и от превышения тока нагрузки.

Основные параметры преобразователей:

- диапазон входных напряжений 4,5...14,0 В, входной ток от 30 мА (без нагрузки) до 5,2 А при полной нагрузке ($I_{\text{вых}} = 12$ А);
- регулируемое выходное напряжение 0,69...5,5 В;
- частота переключения внутреннего генератора 400 кГц;
- изменения выходного напряжения при колебаниях нагрузки и входного напряжения не более $\pm 0,4\%$;
- уровень пульсаций и шума не более 40...60 мВ (в зависимости от величины выходного напряжения).

Эффективность преобразователей зависит от величин входного и выходного напряжения, тока нагрузки. Зависимости эффективности приборов от тока нагрузки при различных входных и выходных напряжениях приведены на рисунке 6.

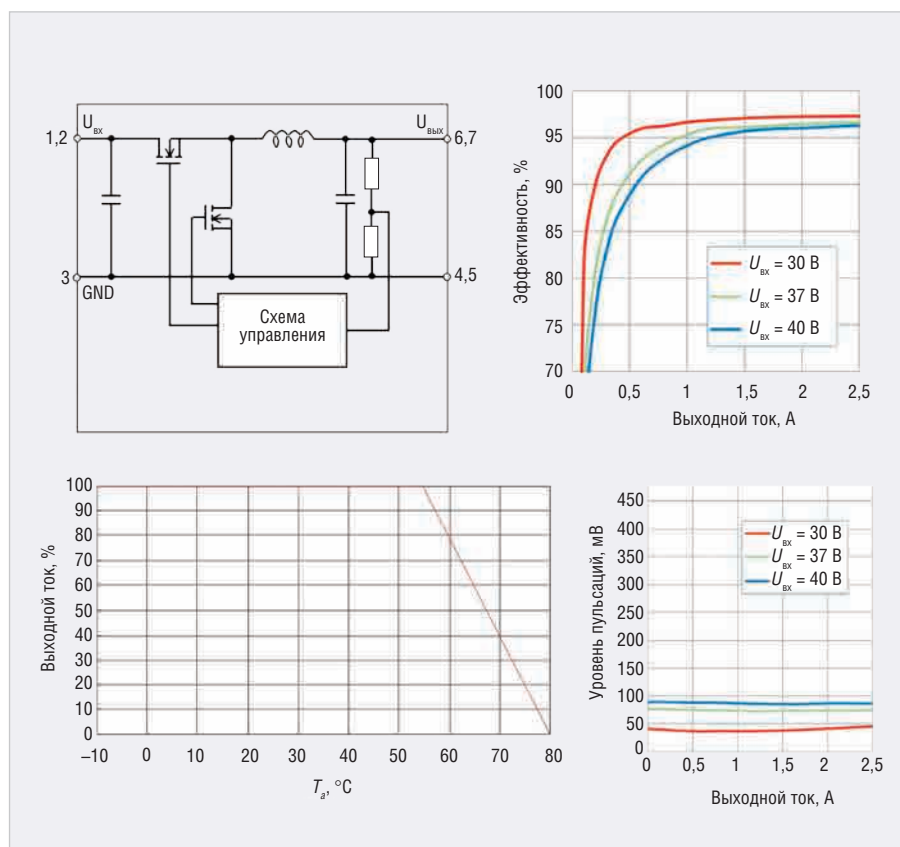


Рис. 7. Схема включения и характеристики прибора MYMT0242EBZF

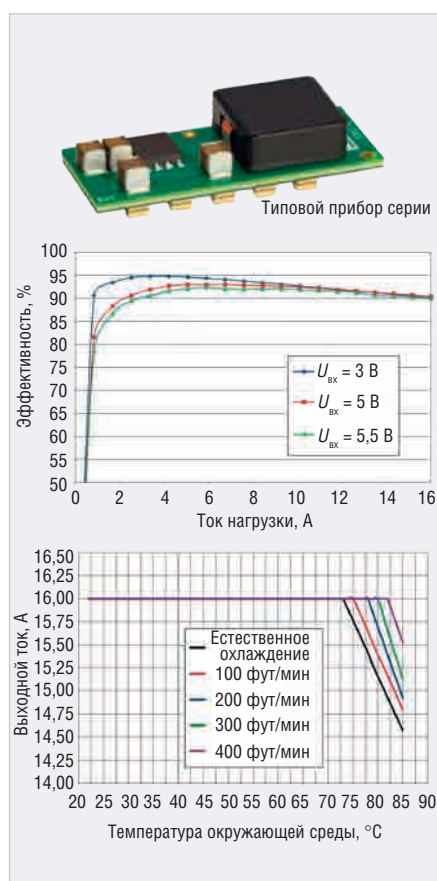


Рис. 8. Внешний вид и характеристики приборов OKY/OKY2-T/16-W5P-C

MYGTM0242EBZF – неизолированный понижающий DC/DC-преобразователь

с фиксированным выходным напряжением 24 В и током до 2,5 А. Структура прибора приведена на рисунке 7. На данном рисунке также приведены зависимости эффективности преобразования от тока нагрузки, допустимого тока нагрузки от температуры окружающей среды и уровня пульсаций выходного напряжения от тока нагрузки преобразователя.

Основные параметры прибора:

- диапазон входных напряжений 30...40 В;
- выходное напряжение 23,8...24,72 В, максимальный постоянный выходной ток 2,5 А, импульсный ток нагрузки 4 А при $t_{имп} = 600$ мс;
- уровень пульсаций в полосе 20 МГц при $U_{вх} = 37$ В и токе нагрузки 2,5 А составляет 80 мВ (от пика до пика).

OKX-T/5-W5-C – неизолированный POL понижающий DC/DC-преобразователь с выходным током до 5 А и регулируемым выходным напряжением 0,7525...3,366 В, разработанный в соответствии с требованиями стандартов DOSA. Прибор выполнен в форм-факторе SIP с размерами 10,16×22,86×7,16 мм. Входное напряжение 2,4...5 В, входной ток от 20 мА (без нагрузки) до 3,474 А, эффективность 92–95%.

В серию OKI-T/36W-W40 входят 2 прибора с одинаковыми параметрами,

но с различной полярностью выходного напряжения (OKI-T/36W-W40P-C и OKI-T/36W-W40N-C). Приборы разработаны в соответствии с требованиями стандартов DOSA. Преобразователи обеспечивают выходное напряжение, регулируемое в пределах 5,02...15,5 В при входном напряжении 19...40 В, выходной ток до 3 А. Эффективность преобразования составляет 93–95%, уровень пульсаций не превышает 50 мВ, нестабильность выходного напряжения не более $\pm 0,3\%$ во всём диапазоне токов нагрузки и входных напряжений. Габариты приборов в форм-факторе SMT 11,9×20,8×8,5 мм.

Серии OKY-T/10 и T/16-W5 – неизолированные POL DC/DC-преобразователи для встраиваемых приложений, разработанные в соответствии с требованиями стандартов DOSA. В состав рассматриваемой серии преобразователей входят 8 типов модулей с выходным током 10 А (OKY/OKY2-T/10-W5P/N-C) и 16 А (OKY/OKY2-T/16-W5P/N-C) и различной полярностью выходного напряжения. Все модули обеспечивают регулируемое выходное напряжение в пределах 0,7525...3,63 В, диапазон входных напряжений 2,4...5,5 В.

Основные параметры приборов:

- входной ток от 80 мА (без нагрузки) до 7,58 А (T/10) и 11,12 А (T/16);
- эффективность 92–95%;
- нестабильность выходного напряжения не более $\pm 0,2\%$ при изменениях входного напряжения и $\pm 1\%$ при изменениях тока нагрузки;
- уровень пульсаций и шума не более 20 мВ (T/10) и 50 мВ (T/16).

Внешний вид преобразователей, а также зависимости эффективности от тока нагрузки и выходного тока приборов OKY/OKY2-T/16-W5P-C от температуры при $U_{вых} = 1,8$ В приведены на рисунке 8.

Кроме DC/DC-преобразователей, приведённых в таблице, Murata Power Solutions выпускает целый ряд неизолированных приборов для систем распределённого питания промышленного назначения с выходной мощностью от 1,65 до 180 Вт с регулируемым и фиксированным выходным напряжением.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://power.murata.com/products/DC/DC-converters/single-output-non-isolated.html>
2. <http://www.dosapower.com>



Расширение линейки PoL DC/DC:
трехконтактные неизолированные
преобразователи постоянного тока

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

OKI-78SR-E

Экономичная и высокоэффективная альтернатива линейному стабилизатору

Эффективны в промышленных средах
с ограниченным воздушным потоком
без применения радиаторов



Техподдержка: MurataPS@symmetron.ru



Symmetron

МОСКВА
Ленинградское шоссе, д. 69, к. 1
Тел.: +7 495 961-20-20
moscow@symmetron.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ул. Таллинская, д. 7
Тел.: +7 812 449-40-00
spb@symmetron.ru

НОВОСИБИРСК
ул. Блюхера, д. 716
Тел.: +7 383 361-34-24
sibir@symmetron.ru

МИНСК
ул. В. Хоружей, д. 1а, оф. 403
Тел.: +375 17 336-06-06
minsk@symmetron.ru

www.symmetron.ru

Реклама