



Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

HI-REL DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И СЕТЕВЫЕ ФИЛЬТРЫ INTERNATIONAL RECTIFIER

International
IR Rectifier

Компания International Rectifier (IR) ежегодно выпускает более 30000 Hi-Rel DC/DC-преобразователей для жестких условий эксплуатации, например, в буровых установках, в специальном промышленном оборудовании, в ответственных системах связи, медицинской технике и транспорте.

Hi-Rel DC/DC-преобразователи IR подразделяются на несколько типов:

- стандартные герметичные Hi-Rel DC/DC для военных, аэрокосмических и промышленных приложений с жесткими условиями эксплуатации;

- высокотемпературные герметичные Hi-Rel DC/DC для эксплуатации при очень высоких температурах окружающей среды (до 185°C);

- радиационноустойчивые Hi-Rel DC/DC (Radiation Tolerant или Rad-Tolerant DC/DC) для работы при низких и средних уровнях радиации до 25...30 крад (krads);

- радиационностойкие Hi-Rel DC/DC (Radiation Hardened или Rad-Hard DC/DC) для использования при высоких уровнях радиации до 0,1...1 Мрад (Mrads);

- заказные Hi-Rel DC/DC по требованиям заказчика;

- сетевые фильтры Hi-Rel.

Многие Hi-Rel DC/DC-преобразователи International Rectifier имеют встроенные сетевые фильтры, но они выпускаются и отдельными приборами для конвертеров, не имеющих встроенных элементов защиты для подавления помех на входе.

Навигатор по сериям Hi-Rel DC/DC International Rectifier с основными параметрами и свойствами представлен в виде таблицы 1. Выпускаются DC/DC с выходной мощностью от 5 до 120 Вт. Готовятся к выпуску преобразователи на более высокие выходные

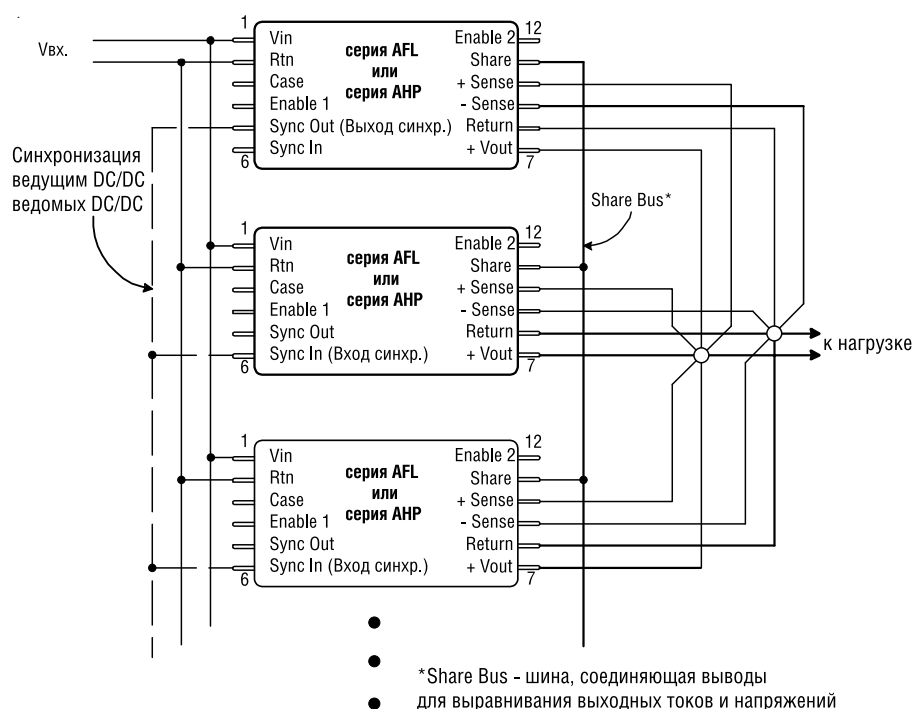
мощности до 350 Вт. Выходные напряжения находятся в диапазоне от 1,5 до 28 В для однополярного выхода и до +/-15 В — для двухполярных DC/DC. Увеличить выходную мощность можно с помощью параллельного включения двух или более DC/DC-конвертеров. Вариант такого включения показан на рисунке 1 для серий AFL или AHP, специально предназначенных для параллельного соединения и синхронизации ведущим источником одного или нескольких ведомых

DC/DC-преобразователей. Синхронизированная работа DC/DC при параллельном включении резко уменьшает суммарный уровень высокочастотных помех и ширину их спектра, что значительно облегчает фильтрацию нежелательных спектральных составляющих.

Преобразователи DC/DC IR имеют несколько типов защит:

- защиту от короткого замыкания;
- блокировку при пониженном входном напряжении;
- защиту от перегрузки по выходному току и перенапряжению по выходу.

Некоторые конвертеры обеспечивают возможность регулировки выходного напряжения. Рабочий диапазон температур большинства



(Другие DC/DC-преобразователи серий AFL или AHP)

Рис. 1. Параллельное включение DC/DC-преобразователей серий AFL или AHP для увеличения выходной мощности

Таблица 1. Hi-Rel DC/DC-преобразователи International Rectifier

Выходная мощность, Вт	Герметичные Hi-Rel DC/DC (High Reliability Hermetic)						Радиационноустойчивые Hi-Rel DC/DC (Rad-Tolerant, 25...30 krad/s, 37...60 MeV)			Радиационноустойчивые Hi-Rel DC/DC (Rad-Hard, 0,1...1 Mrads, 37...82 MeV)		
	1 выход		2 выхода		3 выхода		1 выход	2 выхода	3 выхода	1 выход	2 выхода	3 выхода
5	ASA	—	ASA	—	—	—	AMA	AMA	—	ARA	ARA	MA
6	ASAP	—	ASAP	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	AHF	—	—	—	—	—	—	—
12	AHF	—	AHF	—	—	—	AMF	AMF	—	—	—	—
15	AHV	—	AHV	—	AHV	ATO	—	—	—	SBA	—	MB
15	AHE	—	AHE	—	—	—	—	—	—	SBA	—	—
20	HTA	—	HTA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	AHFP	—	AHFP	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	ATS	—	ATS	—	—	—	M3L	M3L	—	—	—	—
30	ATR	—	ATR	—	ATR	—	AMR	AMR	—	LS	LS	ART
30	ATW	—	ATW	—	—	—	—	—	—	ARH	—	ARM
40	HM	ATRP	HM	ATRP	—	HM	M3H	M3H	M3H	M3G	M3G	M3G
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	GH	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ZA	—	EA
66	AFL	AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	AFL	AHP	AFL	AHP	—	—	—	—	—	—	—	—
90	AFL	AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
96	—	—	AFL	AHP	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	AFL	AHP	—	—	—	—	—	ZA	—	—
108	AFL	AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
112	AFL	AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	AFL	AHP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	EB
200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ZB	—	—
235	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	EPC
350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	EC

— новые DC/DC-преобразователи

— серии DC/DC-преобразователей, планирующие к выпуску

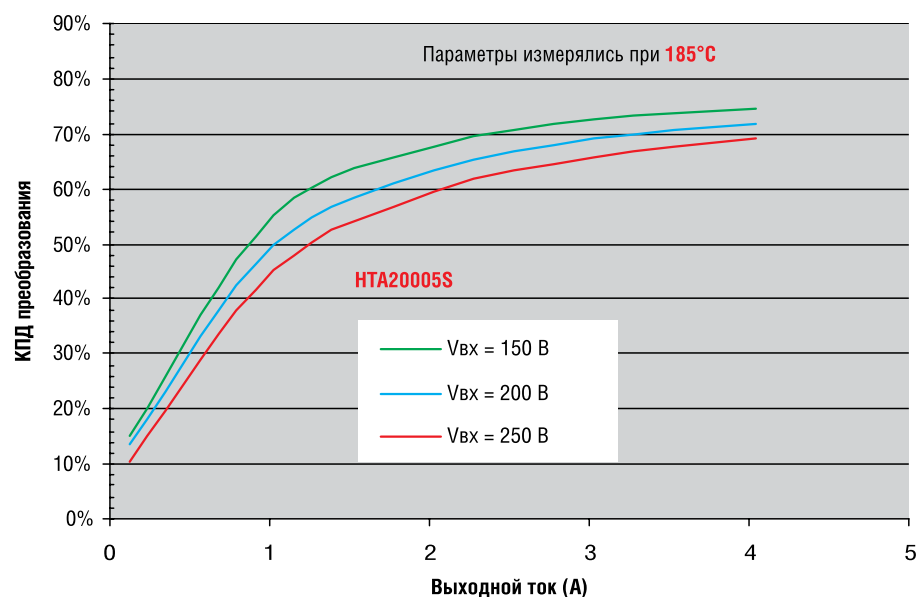


Рис. 2. Зависимость КПД для HTA20005S от выходного тока и входного напряжения при рабочей температуре 185°C

преобразователей определяется диапазоном $-55...125^{\circ}\text{C}$ (для высоко-температурной серии HTA верхняя граница диапазона рабочих температур составляет 185°C). Однако в документации для многих серий конвертеров указываются разные диапазоны рабочих температур (эта информация кодируется в окончании наименования конвертера), на что всегда нужно обращать внимание при выборе конкретного источника питания. Градации источников питания по рабочему диапазону температур позволяют выбрать оптимальный DC/DC с точки зрения соотношения цена/качество. Более подробно основные параметры Hi-Rel DC/DC-преобразователей IR с одним выходом представлены в таблице 2.

Таблица 2. Hi-Rel DC/DC-преобразователи International Rectifier с одним выходом

Наименование	V _{вх} , В (DC)	P _{вых} , Вт	V _{вых} , В (DC)												
			1,5	2,5	3,3	5,0	5,2	6,0	7,0	8,0	9,0	12,0	15,0	28,0	
			I _{вых} (макс.), А												
Стандартные Hi-Rel DC/DC-преобразователи с одним выходом															
ASA28xxS	16...40	5	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	0,417	0,333	—
AHF28xxS	16...40	12	—	—	3	2,4	—	—	—	—	—	—	1,0	0,8	—
AHV28xxS	16...40	15	—	—	—	3,0	—	—	—	—	—	—	1,25	1,0	—
AHE28xxS	17...40	15...20	—	—	—	3,0	—	—	—	—	—	—	1,667	1,333	—
HTA200xxS	150...250	20	—	—	6,1	4,0	—	—	—	—	—	—	1,67	1,333	—
ATS28xxS	16...50	20...25	—	—	6,06	5,0	—	—	—	—	—	—	2,08	1,333	—
ATR28xxS	16...40	25...30	—	—	7,5	6,0	—	—	—	—	—	—	2,5	2,0	—
ATW28xxS	17, 18, 19...40	30	—	—	—	6,0	—	—	—	—	—	—	2,5	2,0	—
AFL28xxS	16...40	66...120	—	—	20,0	16,0	—	—	—	10,0	—	—	9,0	8,0	4,0
AFL50xxS	30...80	66...120	—	—	20,0	16,0	—	—	—	10,0	10,0	—	9,0	8,0	4,0
AFL120xxS	80...160	66...120	—	—	20,0	16,0	—	—	—	10,0	10,0	—	9,0	8,0	4,0
AFL270xxS	160...400	66...120	—	—	20,0	16,0	—	—	13,5	—	—	—	10,0	9,0	4,0
AHP270xxS	160...400	66...120	—	—	20,0	16,0	—	—	13,5	—	—	—	10,0	9,0	4,0
Радиационноустойчивые (Rad-Tolerant) Hi-Rel DC/DC-преобразователи (допустимая доза радиации 25...30 крад)															
AMA28xxS	18...40	3,3...5	—	—	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	0,416	0,333	—
AMF28xxS	16...40	12	—	—	3,0	2,4	—	—	—	—	—	—	1,0	0,8	—
M3L28xxS	16...50	20...25	—	—	6,06	5,0	4,8	—	—	—	—	—	2,08	1,67	—
AMR28xxS	16...40	25...30	—	—	7,5	6,0	—	—	—	—	—	—	2,5	2,0	—
M3H28xxS	18...50	30...40	—	—	9,1	8,0	7,69	—	—	—	—	—	3,34	2,67	—
Радиационностойкие (Rad-Hard) Hi-Rel DC/DC-преобразователи (допустимая доза радиации 100...1000 крад)															
S28xxS	18...40	10	—	—	3,03	2,0	—	—	1,43	—	—	—	0,83	0,67	—
LS28xxS	18...40	12...30	8,0	8,0	7,57	6,0	—	—	—	—	—	—	2,5	2,0	—
ARH28xxS	19...50	30	—	—	9,0	6,0	5,7	—	—	—	—	—	2,5	2,0	—
ARH50xxS	48...56	30	—	—	9,0	6,0	5,7	—	—	—	—	—	—	2,0	—
ARH70xxS	60...100	30	—	—	9,0	—	5,7	—	—	—	—	—	—	—	—
M3G28xxS	18...60	30...40	—	—	9,1	8,0	7,69	—	—	—	—	—	3,34	2,67	—
M3G50xxS	38...60	30...40	—	—	9,1	8,0	—	—	—	—	—	—	3,34	2,67	—
M3G70xxS	60...120	—	—	—	9,1	8,0	—	—	—	—	—	—	3,34	2,67	—

В таблице 3 показано соответствие стандартов бортовых сетей входным диапазонам напряжений Hi-Rel DC/DC-преобразователей IR. Внутри каждой серии границы диапазонов напряжений могут иметь небольшие отличия, поэтому всегда необходимо обращать на это внимание и руководствоваться данными из документации производителя. Например, для серии ATW28xxS нижняя граница входного диапазона напряжений может быть 17, 18 или 19 Вольт.

Уникальной продукцией Hi-Rel DC/DC-преобразователей с однополярным и двуполярным выходными напряжениями являются высокотемпературные DC/DC серий HTA200xxS и HTA200xxD с диапазоном рабочих температур от -35 до 185°C и выходной мощностью 20 Вт при входном диапазоне напряжений 150...250 В. Номинальная частота преобразования у DC/

Таблица 3. Hi-Rel DC/DC-преобразователи International Rectifier с одним выходом

Стандартные напряжения бортовой сети, В	Входной диапазон напряжений Hi-Rel DC/DC-преобразователей International Rectifier, В
28	16 (17; 18; 19)...40 (50; 60); 22...40
50	30...70 (80); 38...60; 48...56
70	60...100 (120)
120	80...160
270	160...400

DC этой серии составляет 550 кГц. Наличие встроенного входного фильтра электромагнитных помех, высокая устойчивость к вибрации и диапазон рабочих температур до 185°C обеспечивают этим источникам питания оптимальное применение в буровых установках и других приложениях, работающих при очень высокой температуре окружающей среды.

На рисунках 2, 3 и 4 показаны зависимости эффективности преобразования высокотемпературных DC/DC-преобразователей HTA20005S с выходным напряже-

нием 5 В. Рисунок 2 иллюстрирует зависимости КПД преобразования от выходного тока при 185°C. Наибольшее значение КПД достигается при максимальных токах нагрузки 3-4 А. На рисунке 3 приведены зависимости эффективности преобразования для этого же DC/DC, но при 25°C. Сравнивая рисунки 2 и 3, можно отметить, что КПД при 185°C и 25°C отличаются незначительно (разница находится в пределах 10%). На рисунке 4 можно проследить изменения КПД в зависимости от температуры окружающей среды

Таблица 4. Hi-Rel DC/DC-преобразователи International Rectifier с двумя выходами

Наименование	V _{вх} , В (DC)	P _{вых} , Вт	V _{вых} , В (DC)			
			+/-5	+/-7	+/-12	+/-15
			I _{вых} (макс.), А			
Стандартные Hi-Rel DC/DC-преобразователи						
ASA28xxD	16...40	5	+0,2/-0,8	—	+/-0,208	+/-0,167
AHF28xxD	16...40	12	+/-1,2	—	+/-0,5	+/-0,4
AHV28xxD	16...40	15	+/-1,5	—	+/-0,625	+/-0,5
AHE28xxD	17...40	15	—	—	+/-0,625	+/-0,5
HTA200xxD	150...250	20	+/-3,2	—	+/-1,34	+/-1,06
ATS28xxD	16...50	25	+/-4	—	+/-1,67	+/-1,33
ATR28xxD	16...40	30	—	—	+/-1,25	+/-1
ATW28xxD	18...40	30	—	—	+/-1,25	+/-1
AFL28xxD	16...40	80...110	+/-8	—	+/-4,5	+/-3,3
AFL50xxD	30...80	80...110	+/-8	—	+/-4,5	+/-3,3
AFL120xxD	80...160	80...110	+/-8	—	+/-4,5	+/-3,3
AFL270xxD	160...400	80...110	+/-8	—	+/-4,5	+/-3,3
AHP270xxD	160...400	130...160	+/-12,8	—	+/-6,4	+/-5,3
Радиационноустойчивые (Rad-Tolerant) Hi-Rel DC/DC-преобразователи (допустимая доза радиации 25...30 крад)						
AMA28xxD	16...40	5	+/-0,5	—	+/-0,208	+/-0,166
AMF28xxD	16...40	12	+/-1,2	—	+/-0,5	+/-0,4
M3L28xxD	16...50	25	+/-4	—	+/-1,67	+/-1,33
AMR28xxD	16...40	30	+/-3	—	+/-1,25	+/-1
M3H28xxD	18...50	40	+/-6,4	—	+/-2,67	+/-2,14
Радиационностойкие (Rad-Hard) Hi-Rel DC/DC-преобразователи (допустимая доза радиации 100...1000 крад)						
LS28xxD	18...40	30	+/-4,8	—	+/-2,3	+/-1,6
M3G28xxD	18...60	40	+/-6,4	+/-4,57	+/-2,67	+/-2,14
M3G50xxD	38...60	40	+/-6,4	—	+/-2,67	+/-2,14
M3G70xxD	60...120	40	+/-6,4	—	+/-2,67	+/-2,14

Таблица 5. Hi-Rel DC/DC-преобразователи International Rectifier с тремя выходами

Наименование	V _{вх} , В (DC)	P _{вых} , Вт	V _{вых} , В (DC)			
			3,3 и +/-12	5 и +/-5	5 и +/-12	5 и +/-15
			I _{вых} (макс.), А			
Стандартные Hi-Rel DC/DC-преобразователи						
AHF2815T	16...40	8	—	—	—	1 и +/-0,1
AHV28xxT	16...40	15	—	—	2 и +/-0,208	2 и +/-0,167
ATO28xxT	16...40	15	—	—	2 и +/-0,208	2 и +/-0,167
ATR28xxT	16...40	30	—	—	3 и +/-0,625	3 и +/-0,5
Радиационноустойчивые (Rad-Tolerant) Hi-Rel DC/DC-преобразователи (допустимая доза радиации 25...30 крад)						
M3H28xxT	18...50	40	—	4 и +/-2	4 и +/-0,833	4 и +/-0,667
Радиационностойкие (Rad-Hard) Hi-Rel DC/DC-преобразователи (допустимая доза радиации 100...1000 крад)						
ART28xxT	19...50	30	—	—	3 и +/-0,625	3 и +/-0,5
ARM28xxT	19...50	30	—	—	3 и +/-0,5	3 и +/-0,5
M3G28xxT	18...60	40	4 и +/-0,833	4 и +/-2	4 и +/-0,833	4 и +/-0,667
M3G50xxT	38...60	40	—	4 и +/-2	4 и +/-0,833	4 и +/-0,667
M3G70xxT	60...120	40	—	4 и +/-2	4 и +/-0,833	4 и +/-0,667

Таблица 6. Hi-Rel сетевые фильтры International Rectifier

Наименование	Корпус	V _{вх} . (макс.), В	I _{вх} . (макс.), А	Совместимость с сериями Hi-Rel DC/DC-преобразователей	Габариты корпуса, мм
ASF461	ASF	50	0,42	ASA, AHF, AMA, AMF	27,3x27,3x8,9
AFV461	AFV	80	4,0	AHV, ATW, AHF, ATR, ATO, AHE, AMF, AMR	53,9x28,5x9,7
AFC461	AFC	40	4,0	ATW, AHF, AHV, ATR, ATO, AHE, AMF, AMR	53,9x28,5x9,7
AME270461	AME	400	1,5	AFL270xx, AFL120xx	63,5x38,1x9,7
ARF461	ARF	80	3,0	ART, ARH	44,0x42,4x12,7
AME50461	AME	100	7,0	AFL50xx	63,5x38,1x9,7
AME28461	AME	50	15,0	AFL28xx	76,2x38,1x9,7
AFH461	AFH	80	2,0	AMF	36,9x28,5x8,4
AMH461	AMH	40	2,5	AHF, ASA, AMA, AMF	36,8x28,5x8,4
AFM704A	AFM	40	4,0	Все DC/DC-преобразователи кроме серии AFL	53,9x28,5x9,7

и уровня входного напряжения (следует отметить, что параметры гарантированы только до температуры 185°C). При более низком входном напряжении 150 В эффективность преобразования HTA20005S выше, чем при верхней границе входного напряжения 250 В.

В таблицу 4 сведены основные параметры Hi-Rel DC/DC-преобразователей IR с двумя выходами. Самые популярные выходные напряжения +/-12 и +/-15 В, но достаточен выбор и с выходными напряжениями +/-5 В. Преобразователь M3G2807D имеет выходные напряжения +/-7 В, что позволяет поставить на выходе высоконадежные Hi-Rel LDO-стабилизаторы с выходными напряжениями +5 и -5 В для дополнительной фильтрации и стабилизации выходных уровней с +/-7 до +/-5 В. Диапазон выходных мощностей DC/DC с двумя выходами находится в пределах от 5 до 160 Вт.

В таблицу 5 сведены основные параметры Hi-Rel DC/DC-преобразователей IR с тремя выходными напряжениями. Диапазон выходных мощностей этих конвертеров находится в пределах от 8 до 40 Вт. Наиболее широко DC/DC этого типа представлены выходными напряжениями (5 и +/-15 В) и (5 и +/-12 В). Учитывая популярность современных микросхем с напряжением питания 3,3 В, есть один преобразователь M3G2803R312T с основным напряжением 3,3 В и дополнительным двуполярным выходом +/-12 В.

Hi-Rel сетевые фильтры International Rectifier

Не все Hi-Rel DC/DC-преобразователи IR имеют встроенные сетевые фильтры для подавления электромагнитных помех (EMI). В некоторых случаях для дополнительного ослабления помех можно установить внешний сетевой фильтр для одного или нескольких DC/DC. Вариант подключения нескольких конвертеров к одному сетевому фильтру серии АМЕ показан на рисунке 5. В нижней части этого

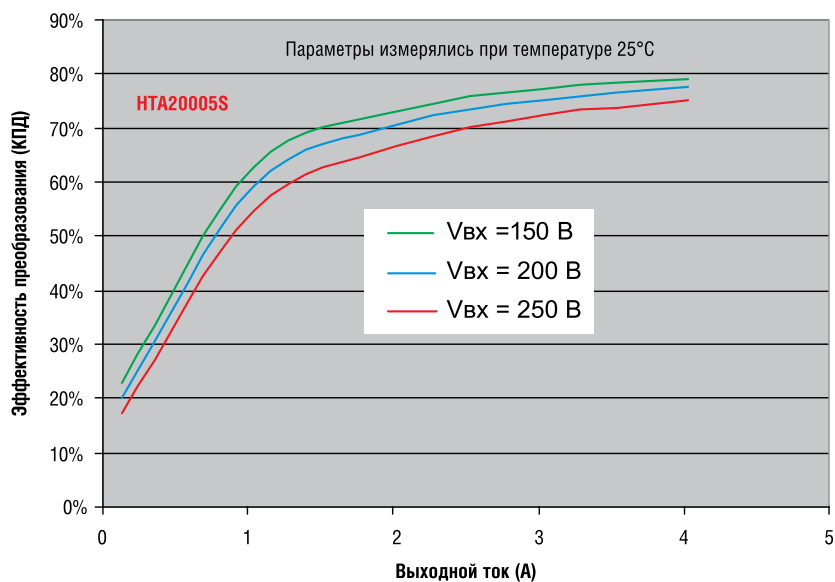


Рис. 3. Зависимость КПД для HTA20005S от выходного тока и входного напряжения при температуре 25°C

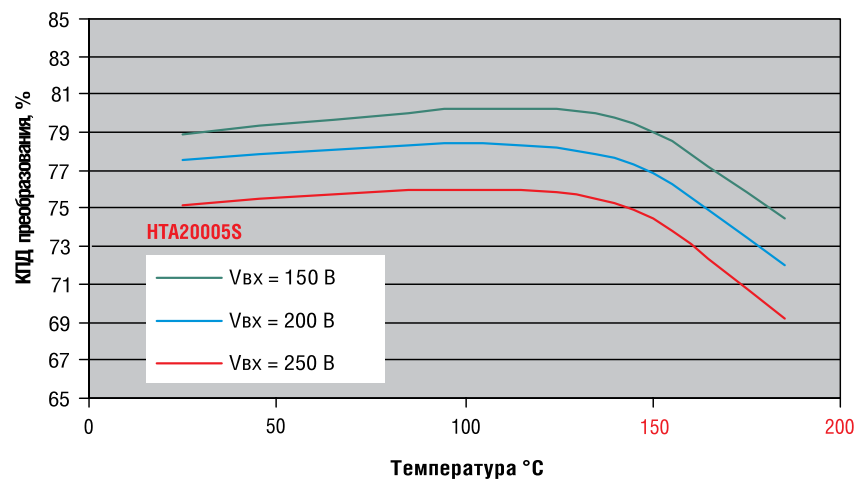


Рис. 4. Зависимость КПД для HTA20005S от температуры и входного напряжения

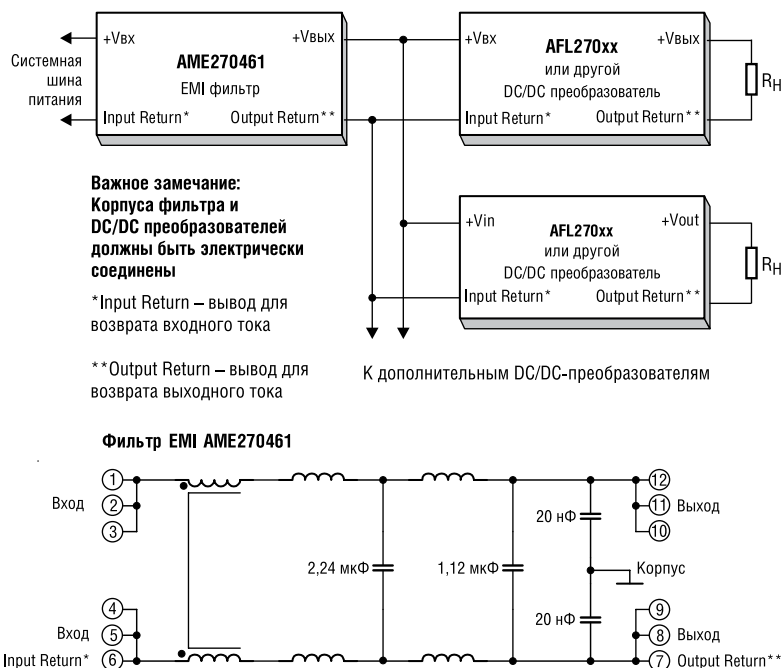


Рис. 5. Подключение сетевого фильтра АМЕ270461 к нескольким DC/DC



Рис. 6. Виды корпусов сетевых фильтров International Rectifier

рисунок приведена принципиальная схема высоковольтного фильтра AME270461. Основные параметры Hi-Rel сетевых фильтров сведены в таблицу 6, а типы корпусов этих фильтров показаны на рисунке 6. В таблице 6 указаны максимально допустимые токи и напряжения, а также рекомендуемые серии для оптимальной работы с соответствующими сериями фильтров. Сетевые фильтры выпускаются для входных напряжений питания от 40 до 400 В при выходных токах от 0,42 до 15 А.

В линейке продукции IR есть Hi-Rel сетевой фильтр AFM704A с дополнительными цепями защиты на входе, включающие в себя снабберную цепь, защиту в последовательной входной цепи, ограничение броска входного тока,

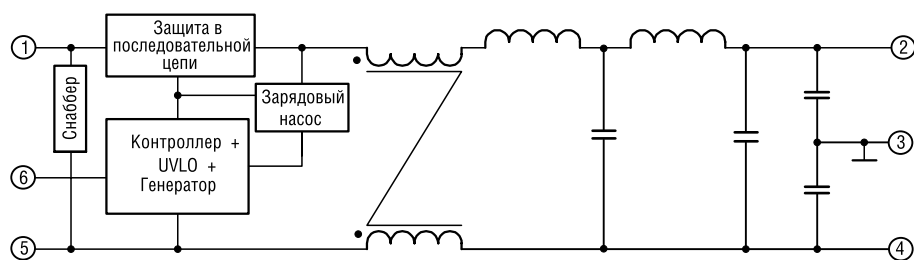


Рис. 7. Структурная схема Hi-Rel сетевого фильтра AFM704A с дополнительной защитой на входе

контроллер с генератором для обеспечения работы зарядного насоса со схемой UVLO (Under-Voltage Lock-Out – блокировка при напряжении ниже допустимого уровня). Структурная схема AFM704A показана на рисунке 7.

International Rectifier постоянно совершенствует параметры Hi-Rel DC/DC, выпуская новые серии с улучшенными характеристиками. В статье кратко рассмотрены только те серии продукции, для которых производитель предоставляет на своем сайте техническую документацию (datasheets). В таблице 1 зеленым цветом по-

казаны серии, которые готовятся к производству в будущем. Будем надеяться, что это время не за горами, а у разработчиков в скором времени будет еще более широкий выбор высоконадежной Hi-Rel продукции International Rectifier. Вся информация для статьи взята с сайта производителя www.irf.com из раздела для высоконадежной продукции www.irf.com/product-info/hi-rel.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: power.vesti@compel.ru

International
IR Rectifier

DC/DC-модули
для ответственных применений

Свойства:

- Диапазоны рабочих температур:
-55...125°C;
-35...185°C
(для высокотемпературной серии)
- 3 типа:
герметичные
радиационноустойчивые
радиационностойкие
- С одним, двумя
и тремя выходами



Компэл
www.compel.ru