

# Некоторые особенности выбора DC/DC конверторов

## характеристики DC/DC конверторов

### компании C&D Technologies

**Роб Хилл**

(C&D Technologies),

**Станислав Дидилев**

sd@may.ru

#### Как правильно выбрать DC/DC конвертор?

При выборе конвертора DC/DC для конкретного приложения разработчикам бывает порой трудно выбрать подходящий прибор, в особенности сопоставить характеристики похожих приборов от различных производителей. Количество и полнота информации, приводимой в технической документации, иногда оставляет желать лучшего. Рассмотрим области, в которых особенно трудно провести сравнение.

#### Температурные характеристики и эффективность работы

Поскольку конверторы DC/DC являются устройствами с повышенным тепловыделением, их температурные характеристики очень важны при разработке устройств с распределенной архитектурой питания (Distributed Power Architecture), широко используемой при построении телекоммуникационных систем. Однако в некоторых случаях определение температурных характеристик становится не совсем очевидным. Основное затруднение состоит в различии между такими понятиями, как «рабочий диапазон температур» (operating range) и «специфицируемый диапазон температур» (specification range).

Специфицируемый диапазон температур определяет минимальную и максимальную температуру, при которой конвертор будет соответствовать основным заявленным характеристикам (например, выходной мощности и коэффициенту шума на выходе). Более широкий температурный диапазон, приводимый некоторыми производителями, на самом деле является полным температурным диапазоном, в котором конвертор остается работоспособным, ухудшая при этом свои характеристики.

Подобное различие может привести к весьма неприятным последствиям. Так, на некоторые конверторы заявлен температурный диапазон от  $-40$  до  $85$  °C. На самом деле эти конверторы соответствуют спецификации только в температурном диапазоне от  $0$  до  $70$  °C. Спецификации не приводят данных, как будут себя вести конверторы в промежутках от  $-40$  до  $0$  °C и от  $70$  до  $85$  °C. Коэффициент шума в этих областях может достигать значений, в два раза превышающих оговоренные в спецификации. Даже там, где информация предоставлена, уменьшение эффективности работы конвертора

при увеличении температуры может серьезно повлиять на работу разрабатываемого устройства. Например, если в технической документации указано, что конвертор с рабочим диапазоном температур от  $-25$  до  $75$  °C теряет 3% КПД на градус при температуре больше  $60$  °C, то при максимальной температуре в  $75$  °C он сможет отдать в нагрузку всего половину указанной в документации мощности.

Внимательный анализ сносок и примечаний также очень важен. Можно с удивлением узнать, что конвертор обеспечивает заявленные максимальные характеристики только при наличии внешнего радиатора или иной теплоотводящей системы. Или, измерения коэффициента пульсаций либо коэффициента шума необходимо проводить при наличии дополнительных внешних компонентов.

#### Характеристики пайки конверторов для поверхностного монтажа

В случае с конверторами DC/DC для поверхностного монтажа особое внимание следует обратить на температуру пайки, указанную в технической документации. Обычная микросхема, предназначенная для поверхностного монтажа, должна выдерживать температуру выводов порядка  $280$  °C в соответствии со стандартом CECC00802 (пайка оплавлением). При подобных условиях пайки температура подложки с компонентами может достигать  $300$  °C. Между тем температура пайки большинства гибридных конверторов DC/DC для поверхностного монтажа, выполненных в корпусах из термопластика, значительно ниже. В результате разработчикам приходится значительно усложнять процесс сборки изделия, предусматривая отдельные технологические стадии установки и пайки отдельно для стандартных SMD-компонентов, и отдельно — для гибридных конверторов DC/DC. Подобный двухступенчатый процесс приводит к значительному увеличению времени сборки и увеличивает расходы производителей, тем самым сводя на нет все положительные факторы от использования «настоящих» SMD-компонентов.

#### Ошибки в указании соответствия стандартам безопасности

Стандарт безопасности UL1950 — один из важных стандартов, определяющий «технические требования по обеспечению безопасности использования телекоммуникационных и иных устройств, включающих в себя цепи питания с опасным для жизни на-

пряжением». В случае с конверторами DC/DC, устанавливаемыми на печатную плату, требования этого стандарта чаще всего связывают с изоляцией между входом и выходом.

К сожалению, порой заявление соответствия устройства требованиям стандарта UL1950 не означает, что это соответствие правильно выполняется. Дело в том, что стандарт UL1950 оговаривает соответствие одному из четырех уровней изоляции: эксплуатационному (operational), основному (basic), дополнительному (supplementary) и усиленному (reinforced). Всего лишь несколько производителей указывают это в своих спецификациях. В результате только некоторые инженеры-разработчики могут верно указать нужный UL. Подобные указания особенно важны в телекоммуникационной аппаратуре, обеспечивающей дополнительный или усиленный уровень изоляции.

Еще одна особенность стандарта UL1950 заключается в том, что все тестируемые образцы проверяются на соответствие требованиям стандарта в тех условиях, которые производитель заявил как рабочие (operating conditions). Это и естественно: устройство тестируется в тех условиях, в которых ему придется функционировать. Однако всегда полезно удостовериться в этом, потребовав копию соответствующего отчета об испытаниях у производителя (испытательные и сертификационные лаборатории не предоставляют подобные отчеты). Если производитель не может представить подобный отчет, это должно настораживать.

### CE Маркировка «CE» — так ли она необходима?

Некоторые затруднения у разработчиков продуктов, поставляемых на европейский рынок, вызывает маркировка «CE» (европейская маркировка, означающая соответствие изделия требованиям стандарта EN50081-1 — европейского стандарта по электромагнитной совместимости). Поскольку конверторы DC/DC являются переключающими устройствами, они могут служить потенциальным источником электромагнитных помех и, следовательно, должны проходить тестирование на электромагнитную совместимость и возможность маркировки «CE». Однако это утверждение, подчас поддерживаемое самими производителями, ошибочно. Дело в том, что как элементы схемы, не несущие самостоятельной функции в рамках устройства, конверторы DC/DC не рассматриваются соответствующими положениями по электромагнитной совместимости (EMC). Следовательно, такие устройства не подпадают под действие директивы 89/36/ЕЕС, в соответствии с которой продукты должны иметь маркировку «CE». То есть неправильно маркировать конверторы DC/DC знаком «CE».

### Вводящая в заблуждение терминология

Особенно осторожно нужно относиться к расплывчатой терминологии. Например, наиболее часто используемым выражением является «Разработано в соответствии с требованиями стандарта XXX (Designed to meet XXX standard)». Это всего лишь означает, что разработчик не провел официального те-

стирования прибора, и, следовательно, не может гарантировать соответствие требованиям стандарта. Внимательно следует относиться и к обобщенным терминам типа «длительный» (long-term), «мгновенный» (momentary) или «типовой» (typical).

### Так какой же конвертор DC/DC выбрать?

Теперь, когда нам известны некоторые тонкости при выборе конверторов DC/DC, осталось всего лишь остановить свой выбор на конкретной модели.

Спектр предлагаемых на рынке конверторов DC/DC очень широк. Их выпускают такие производители, как Acute Power Inc., Astek, C&D Technologies, Cosel, ETA-USA, EOS, Franmar, Martek Power, Power One, Peak Electronics и TRACO Power. В данной статье мы ограничимся рассмотрением линейки продуктов от компании C&D Technologies.

Компания C&D Technologies является одним из мировых лидеров по производству и продаже систем для преобразования и хранения электрической энергии, включая промышленные аккумуляторы, системы резервного электропитания, электронные источники питания (преобразователи AC-DC и DC/DC) и компоненты для создания источников питания. В декабре 2000 года C&D Technologies приобрела компанию Newport Components Division (члена Newport Technology Group Limited), которая специализировалась на разработке и изготовлении конверторов DC/DC. Новое подразделение сохранило тематику Newport Components Division и получило название C&D Technologies (NCL) ([ht tp:// w ww. cdnc. com](http://www.cdnc.com)).

В настоящее время C&D Technologies (NCL) выпускает широкую линейку конверторов DC/DC, параметры которых представлены в таблице 1.

Всю гамму конверторов DC/DC от C&D Technologies можно разделить на несколько категорий.

### Конверторы DC/DC очень низкой мощности (до 1 Вт)

Подобные конверторы представлены в основном семействами LME, HPR1XX, HPR4XX,



Рис. 1. Серия NKE

NKA, NKE, NMA, NMD, NME, NMF, NMJ, NMR, NMV, NTA, NTE, NTV.

Ключевой особенностью этой серии является сочетание одного из самых низких в промышленности уровня шумов (40–60 мВ в полосе шириной 20 МГц) и промышленного температурного диапазона (–40 ... +85 °С). Все изделия выполнены в хорошо знакомом для российских разработчиков конструктиве, используемом Traco. Компания Newport Components была первой, кто выпустил конвертор в таком конструктиве (серия NTA) в 1984 году.

### Конверторы DC/DC малой мощности (от 1,5 до 6 Вт)

Данные конверторы представлены семействами PWR11XX, PWR13XX, HL02R, NDL, NMH, NML, NMS, NMT, NDY, PWR12XX, HB04U, WP06R. Эти конверторы имеют расположение выводов по общепромышленному стандарту, а также работают в широком диапазоне температур. Кроме того, конверторы снабжены постоянной защитой от перенапряжения и короткого замыкания, а также защитой от перегрева. Некоторые модели обладают опцией удаленного включения-выключения.



Рис. 2. Серия WP06R

### Конверторы DC/DC средней мощности (от 10 до 150 Вт)

Эти конверторы представлены следующими семействами: NPH105, WPC10R, NPH15S, WPN20R, NPH25S, VSX40, VKA50, VKA60, VKP60, VSX60, VKA75, VKA100, VKP100, VKA150. Особенностями данных серий являются высокая эффективность (до 89 %), наличие дополнительных опций регулировки частоты и выходного напряжения, опция внешнего отключения. Все конверторы имеют стандартную разводку и большинство из них сертифицировано по стандарту UL1950.



Рис. 3. Серия WPN20R

Таблица 1. DC-DC конвертеры, выпускаемые компанией C&amp;D Technologies

Серия	Мощность (Вт)	Изоляция (кВ пост.)	Выход Однополярный (S) Двуполярный (D) Два независимых (Т)	Входное напряжение (В пост. тока)	Диапазон входных напряжений	Выходное напряжение (В пост. тока)	Корпус
LME	0.25	1	S	3,3, 5, 12	1:1	3,3, 5, 9, 12, 15	SIP4, DIP8
PWR59XX	0.5	0.75	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 9, 12, 15, 5±, 12±, 15±	DIP24
HB01U	0.65	2,5	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	DIP24, SOIC24
HPR1XX	0.75	1	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	SIP7, DIP14, SOIC14
HPR4XX	0.75	1	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	SIP7
NKA	1	3	D	3,3, 5, 12	1:1	5, 9, 12, 15	SIP7, DIP14
NKE	1	3	S	3,3, 5, 12	1:1	3, 3,3, 5, 9, 12, 15	SIP4, DIP8
NMA 24V 48V	1	1	D	24, 48	1:1	5, 9, 12, 15	SIP7, DIP14
NMA 5V 12V	1	1	D	3,3, 5, 12	1:1	5, 9, 12, 15	SIP7, DIP14
NMD	1	1	T	5, 12	1:1	3,3, 5, 9, 12, 15	SIP7, DIP14
NME 24V 48V	1	1	S	24, 48	1:1	3,3, 5, 9, 12, 15	SIP4, DIP8
NME 5V 12V	1	1	S	3,3, 5, 12	1:1	3,3, 5, 9, 12, 15	SIP4, DIP8
NMF	1	1	S	5, 12, 24, 48	1:1	5, 9, 12, 13, 15	SIP7, DIP14
NMJ	1	5,2	D	5, 12	1:1	5, 9, 12, 15	SIP7
NMR	1	1	S	5, 12	1:1	5, 12, 15	SIP7
NMV 24V 48V	1	3	D, S	24, 48	1:1	5, 9, 12, 15	SIP7, DIP14
NMV 5V 12V	1	3	D, S	5, 12	1:1	5, 9, 12, 15	SIP7, DIP14
NTA	1	1	D	3,3, 5, 12	1:1	5, 9, 12, 15	SOIC18
NTE	1	1	S	3,3, 5, 12	1:1	3,3, 5, 9, 12, 15	SOIC14
NTV	1	3	D	5, 12	1:1	5, 9, 12, 15	SOIC22
HL01R	1	0,5	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	DIP24, SOIC24
HL01U	1	0,5	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	DIP24, SOIC24
HPR10XX	1	1	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	SIP7
PWR13XX	1.5	4	D, S	5, 12, 15	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	DIP24
PWR1726A/PWR1726A1	1.5	5	D, S	15	2:1	15±	DIP 32
PWR11XX	1.5	0.5	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 9, 12, 15, 12±, 15±	DIP24
PWR60XX	1.8	1	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 12±, 15±	2x1
NDL	2	1	S	5, 12, 24, 48	2:1	5, 9, 12, 15	SIP8
NMH	2	1	D	5, 12, 24, 48	1:1	5, 9, 12, 15	SIP7, DIP14
NML	2	1	S	5, 12	1:1	5, 9, 12, 15	SIP4
NMS	2	6	D	5, 12	1:1	5, 9, 12, 15	DIP24
HL02R	2	0,5	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 12, 12±, 15, 15±	DIP24, SOIC24
HL02U	2	0,5	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	DIP24, SOIC24
WFC02R	2	1.5	D, S	12, 24, 48	2:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	1,27x0,805
LP02U	2,25	0,5	S	5, 12	1:1	9	DIP24
PWR12XX	3	0.5	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 9, 12, 15, 12±, 15±	DIP24
PWR70	3	2	D	15	2:1	15±	1,125x1,125
NDY	3	1	S	5, 12, 24, 48	2:1	5, 9, 12, 15	DIP24
NDY низковольтные	3	1	S	24, 48	2:1	3,3	DIP24
NMT	3	1	Трехполярный	5, 12	1:1	-24 & -48 & -72	SIP8
HPR2XX	3	0,75	D (4 канала)	5, 12, 15, 24	1:1	5±, 5±, 12±, 15±	SIP20
WPC03R	3	1	D, S	12, 24, 48	2:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	1,27x0,805
HB04U	4	3	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	2x1
PWR40XX	4	1	D, S	5, 12, 15, 24	1:1	7, 15±, 18±	1,125x1,125
HPR7XX	5	0,5	D, S	5, 12, 15	1:1	5, 5±, 12±, 15±	SIP20
WPO5R	5	0,5	D, S	24, 48	2:1	3,3, 3,3±, 5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	2x1
PWR1546A	5	0.75	D	5		15±	2x2
WPO6R	6	1.5	D, S	12, 24, 48	2:1	5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	1,2x0,78
PWR51XX	9	0.75	D	5		12±, 15±	2x2
NPH10S	10	1.5	S	24, 48	2:1	3,3, 5, 12, 15	1,25x1
WPC10R	10	1.5	D, S	24, 48	2:1	3,3, 5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	2x1
NPH15S	15	1.5	S	24, 48	2:1	3,3, 5, 12, 15	2x1
6-ПАК (неизолированный каскадируемый конвертор)	20	n/a	S	5	1:1	1,8, 2,5, 3,3, 3,6	SIP20
SS26	20	n/a	S	5	1:1	1,8, 2,5, 3,3	SIP20
WPN20R	20	1.5	D, S	12, 24, 48	2:1	3,3, 5, 5±, 12, 12±, 15, 15±	1,99x1,59
NPH25S	25	1.5	S	24, 48	2:1	3,3, 5, 12, 15	2x1,4
MM-34	33	n/a	S	5	1:1	2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3, 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5	2x1,5
VSX40	40	1.5	D	48	2:1	2,5, 3,3	2,3x1,5
VSX50	50	1.5	2 независимых	48	2:1	2,5, 3,3	2,3x1,5
VKA50	50	1.5	S	24, 48	2:1	3,3, 5, 12, 15, 24	2,4x2,28
IHB60S	60	1.5	S	24, 48	2:1	3,3, 5	2,3x2,4
IHB60T	60	1.5	3 независимых	24, 48	2:1	3,3, 5, 12±, 15±	2,3x2,4
VKA60	60	1.5	S	24, 48	2:1	3,3, 5, 12, 15, 24	2,3x2,4
VKP60XT	60	1.5	D, 3 независимых	24, 48	2:1	3,5, 12, 12±, 15, 15±	2,3x2,4
VSX60	60	1.5	D	24, 48	2:1	3,3, 5	2,3x1,5
VKA75	75	1.5	S	24, 48	2:1	2, 3,3, 5, 12, 15, 24	2,3x2,4
VSX75	75	1.5	2 независимых	36, 72	2:1	3,3, 5	2,3x1,5
IHB100S	100	1.5	S	48	2:1	3,3, 5	2,32x2,42
IHB100T	100	1.5	3 независимых	48	2:1	3,3, 5, 12±, 15±	2,32x2,42
VKA100	100	1.5	S	24, 48	2:1	2, 2,5, 3,3, 5, 12, 15, 24	2,3x2,4
VKP100xT	100	1.5	3 независимых	24, 48	2:1	3,5, 12, 12±, 15, 15±	2,32x2,42
VKA150MS	150	1.5	S	48	2:1	5, 12	2,3x2,4
DNX301	300	n/a	4 независимых	48	2:1	5, 12, 15, 24	9x4,85x2
cPCI350DC	350	n/a	4 независимых	36, 72	2:1	3,3, 5, 12	6Ux8HP (Compact PCI)
DNX350	350	n/a	1-4 независимых	36, 72	2:1	5, 12, 15, 24	9x4,85x2
cPCI500DC	500	n/a	4 независимых	36, 48, 72	2:1	3,3, 5, 12, 12±	6Ux4HP (Compact PCI)
PCI500-4D	500	n/a	3 независимых	36, 72	2:1	3, 5, 12	4,48x5,08x12,27 (PCI)



**Преобразователи DC/DC большой мощности (от 300 до 500 Вт)**

Подобные приборы используются в основном в качестве источников вторичного электропитания. Они представлены следующими сериями: DNX301, DNX350, CPIC350DC, PCI500-4X. Две последние серии предназначены для работы в системах Compact PCI и обеспечивают все необходимые для работы этих систем напряжения.



Рис. 4. Серия PCI500-4A

Среди вышеупомянутых конвертеров особо следует отметить такие подгруппы, как конвертеры с высокой изоляцией между входом и выходом (до 8 кВ) — серий NMJ, NMS, HB04U, а также конвертеры для поверхностного монтажа (серии HPR1XX, NTA, NTE, NTV, HL02R), выполненные по технологии производства микросхем (монтаж на рамке), что обеспечивает компланарность выводов ± 0,1 мм.



Рис. 5. Серия HB04U

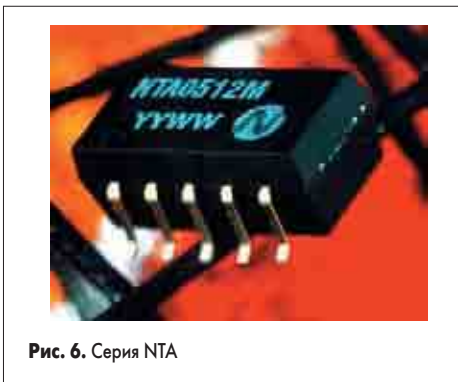


Рис. 6. Серия NTA

Помимо конвертеров DC/DC компания C&D Technologies выпускает широкий спектр источников питания от сети переменного тока мощностью до 2 кВт (серии NX301, NX350, PX400, PX401, PX402, SX400, SX500, PX500, PCI500-4A, KX750, TX1000, TXD2000) а также импульсных выпрямителей (серии RM4875, RM4830, RM4850, RM24150). Параметры данных устройств приведены в таблице 2.

Таблица 2. Источники питания и импульсные выпрямители, выпускаемые C&D Technologies

Название	Тип	Мощность (Вт)	Входное напряжение (В)	Выходное напряжение (В)	Корпус
KT750	AC/DC	525, 550, 575, 600, 625, 650, 675, 700, 725, 750	90 – 264 VAC	3.3	12"×5"×2"
KX500	AC/DC	425, 450, 475, 500	120 VAC, 240 VAC	5, 12, 15, 24	10"×5"×2"
KX750	AC/DC	525, 550, 575, 600, 625, 650, 675, 700, 725, 750	120 VAC, 240 VAC	5, 12	12"×5"×2"
NT301	AC/DC	225, 250, 275, 300	90 – 264 VAC	3.3, 5, 12, 15, 24	9"×4.85"×2.00"
NT350	AC/DC	250, 275, 300, 325, 350	90 – 264 VAC	3.3, 5, 12, 15, 24	9"×4.85"×2.00"
NX301	AC/DC	225, 250, 275, 300	120 VAC, 240 VAC	5, 12, 15, 24	9"×4.85"×2.00"
NX350	AC/DC	250, 275, 300, 325, 350	120 VAC, 240 VAC	5, 12, 15, 24	9"×4.85"×2.00"
PCI500-4A	AC/DC	425, 450, 475, 500	90 – 264 VAC	3, 5, 12	5.08"×12.27"×4.48" (Compact PCI)
PT400/402	AC/DC	375, 400	90 – 264 VAC	3, 5, 5.2, 12, 15, 24	10"×4.85"×2.19"
PT401/403	AC/DC	375, 400	90 – 264 VAC	3, 5, 5.2, 12, 15, 24	10"×4.85"×2.19"
PT500	AC/DC	425, 450, 475, 500	90 – 264 VAC	3.3, 5, 5.2, 12, 15, 24	10"×4.85"×2.19" + дополнит. вентилятор
PX400/402	AC/DC	375, 400	120 VAC, 240 VAC	5, 12, 15, 17	10"×4.85"×2.19"
PX401/403	AC/DC	375, 400	120 VAC, 240 VAC	3.3, 5, 5.2, 12, 15, 17, 24	10"×4.85"×2.19"
PX500	AC/DC	425, 450, 475, 500	120 VAC, 240 VAC	5, 5.2, 12, 15, 24	10"×4.85"×2.19"
SX400	AC/DC	325, 350, 375, 400	120 VAC, 240 VAC	24, 28, 36, 48	10"×4.85"×2.19" + дополнит. вентилятор
SX500	AC/DC	425, 450, 475, 500	120 VAC, 240 VAC	24, 28, 36, 48	10"×4.85"×2.19" + дополнит. вентилятор
TX1000	AC/DC	775, 800, 825, 850, 875, 900, 925, 950, 975, 1000	90 – 264 VAC	5, 12, 15, 18, 20, 24, 28, 36, 48	5"×4.88"×12"
TXD2000	AC/DC	1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000	90 – 264 VAC	2.5, 3.3, 5, 12, 15, 18, 20, 24, 28, 36, 48	5"×8"×12"

**Выпрямители**

Название	Тип	Мощность (Вт)	Входное напряжение (В)	Выходное напряжение (В)	Корпус
RM24150	Выпрямитель	4500	183 – 264 VAC	24	12.25"×23"×15.25" возможен монтаж в стойку
RM487.5	Выпрямитель	450	106 – 264 VAC	48	2.4"×4.75"×11" возможен монтаж в стойку
RM4830	Выпрямитель	1800	106 – 264 VAC	48	8.75"×3.35"×15.55" возможен монтаж в стойку
RM4850	Выпрямитель	3000	176 – 264 VAC	48	12.25"×5"×15.25" возможен монтаж в стойку



Рис. 8. Серия RM



Рис. 7. Серия TX1000

Дополнительную информацию по продукции C&D Technologies вы можете получить на сайтах [www.cdnc.com](http://www.cdnc.com), [www.cdpowerelectronics.com](http://www.cdpowerelectronics.com) и [www.semiconductor.ru](http://www.semiconductor.ru).

При написании этого материала использовалась статья Роба Хилла (Rob Hill) «Cutting through the bullsh\*\*. How to play the spec game when specifying DC/DC converters.» Newport Article. November 1999. Ref. NPA/033/A.