

ТЕМАТИЧЕСКОЕ
ПРИЛОЖЕНИЕ
К ЖУРНАЛУ
КОМПОНЕНТЫ
И ТЕХНОЛОГИИ

№ 4'2015
АВГУСТ

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

ISSN 2079-9322



SiC силовые модули



Низкие потери на переключение

Высокая плотность мощности

Высокая тепловая проводимость

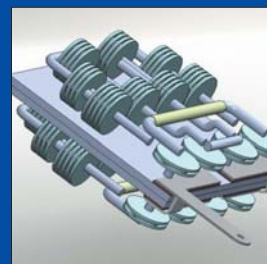
Снижение требований к теплоотводу

Работа при высоких температурах

Уменьшение габаритных размеров и стоимости всей системы



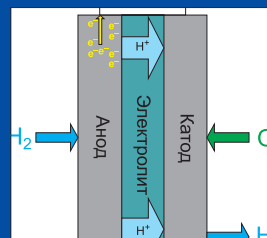
Планарные трансформаторы
Rayton Planar Magnetics
для малогабаритных
высоконадежных применений



Некоторые особенности
конструирования
мощных выпрямительно-
ограничительных диодов
для сетевых защитных
устройств



Как выбирать
и применять датчики тока
для высокопроизводительных
и экономичных систем
контроля мощности



Силовая электроника
в гибридном приводе
с топливными элементами

Компания КВЕСТ

Тел./факс (81378) 33780, 32755
E-mail: info@icquest.ru
www.icquest.ru

Официальный дистрибьютор
Microsemi Corporation

quest
СОВЕРШЕНСТВО
ТЕХНОЛОГИЙ

Выбирай лучшее



GE Energy



Питание в стойки
AC-DC и DC-DC
от 400 до 6000 Вт
КПД 95%
1U; 0,5U



Изолированное
питание DC-DC
от 50 до 810 Вт
КПД 97%
DOSA: 1/16 Brick



Неизолированное
питание DC-DC
от 2А до 80А
КПД 96%
DOSA: Pico, Micro

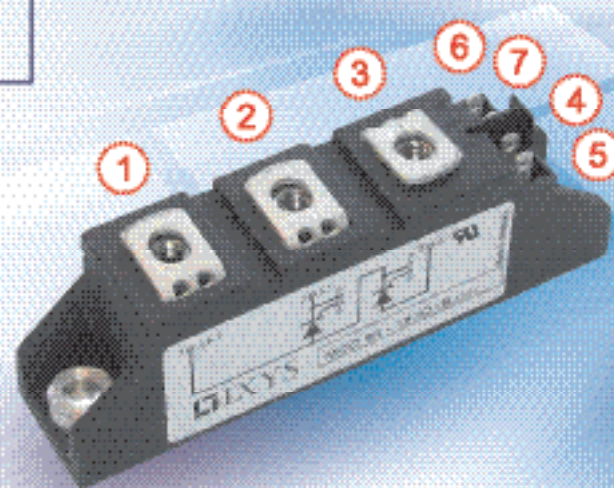
Бесплатные образцы,
отладочное оборудование и ПО

Наличие на складе
неизолированных DC-DC



Тиристорный модуль MCC95-16io1B на 1600 В и 2×180 А

Популярная позиция



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- V_{RSM}, V_{DSM} : 1700 В
- V_{RRM}, V_{DRM} : 1600 В
- I_{TRMS}, I_{FRMS} : 180 А
- I_{TAVM}, I_{FAVM} : 116 А
- T_{vj} : -40...125 °C

Есть
на складе
ЭЛТЕХ

http://www.eltech.spb.ru/item/mcc95_16io1b



Главный редактор
Павел Правосудов pavel@fsmedia.ru

Зам. главного редактора
Анна Соснина a.sosnina@mtu-net.ru

Выпускающий редактор
Елена Якименко elena.yakimenko@fsmedia.ru

Технический консультант
Андрей Колпаков

Новостной редактор
Наталья Новикова natalia.novikova@fsmedia.ru

Литературный редактор
Екатерина Трофимова

Дизайн и верстка
Дмитрий Никаноров dmitry.nikanorov@fsmedia.ru

Отдел рекламы
Ольга Зайцева olga_z@fsmedia.ru
Ирина Миленина irina@fsmedia.ru

Отдел подписки
Наталья Виноградова podpiska@fsmedia.ru

Москва
105120, Москва,
Нижняя Сыромятническая ул., 10, стр. 4, офис 218
Тел./факс: (495) 987-3720

Санкт-Петербург
197101, Санкт-Петербург,
Петроградская наб., 34, лит. Б
Тел. (812) 438-1538
Факс (812) 346-0665
E-mail: compitech@fsmedia.ru
www.power-e.ru

Республика Беларусь
«ПремьерЭлектрик»
Минск, ул. Маяковского, 115, 7-й этаж
Тел./факс: (10-37517) 297-3350, 297-3362
E-mail: murom@premier-electric.com

Подписной индекс
Каталог агентства «Роспечать» 20370
Агентство KSS 27039
Тел. в Киеве: (044) 270-6220, 270-6222

Подписано в печать 06.08.15
Тираж 4000 экз.
Свободная цена

Журнал «Силовая электроника» зарегистрирован
Федеральной службой по надзору в сфере связи
и массовых коммуникаций. Свидетельство
о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-34160 от 26 ноября 2008 года.

Учредитель: ЗАО «Медиа Группа Файнстрит»
Издатель, редакция: ООО «Медиа КиТ»
197101, г. Санкт-Петербург,
Петроградская наб., 34Б
Отпечатано в типографии ООО «Акцент Групп»,
194044, Санкт-Петербург,
Б. Сампсониевский пр., д. 60 лит. И

Редакция не несет ответственности за информацию,
приведенную в рекламных материалах.
Полное или частичное воспроизведение
материалов допускается с разрешения
ООО «Медиа КиТ».

Журнал включен в Российский индекс научного
цитирования (РИНЦ).
На сайте Научной электронной библиотеки
eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru) доступны полные
тексты статей. Статьи из номеров журнала
текущего года предоставляются на платной основе.

В номере:

Обучение

Рустам Хусаинов, Андрей Качалов, Николай Барбашин
Радиотехника: нелинейные и импульсные системы.6

Силовая элементная база

Константин Верхулевский
Планарные трансформаторы Payton Planar Magnetics
для малогабаритных высоконадежных применений9

**Анна Синица, Александр Глухов, Станислав Скорняков,
Абдулазиз Каримов, Ахмад Рахматов**
Некоторые особенности конструирования
мощных выпрямительно-ограничительных диодов
для сетевых защитных устройств14

Бертран Клайбер (Bertrand Klaiber), Пьер Турпин (Pierre Turpin)
Как выбирать и применять датчики тока
для высокопроизводительных и экономичных
систем контроля мощности18

Электро магнитная совместимость

Александр Ивко
Экранирование радиоэлектронной аппаратуры
как метод обеспечения электромагнитной совместимости24

Источники питания

Владимир Рентюк
Снижение синфазных помех импульсных преобразователей
на уровне их базовой схемотехники28

Александр Оробенко, Петр Топольский, Виктор Писарев
Пути уменьшения пульсаций в импульсном источнике тока34

Том Рибарич (Tom Ribarich)
Перевод: Артем Вахитов
Улучшение характеристик импульсных источников питания
путем измерения тока по $R_{DS(on)}$ 38

Анатолий Коршунов
Исследование стабилизации напряжения переменного тока
с помощью понижающего импульсного преобразователя.42

Николай Шаварин, Виктор Яров, Надежда Лазарева
Динамический расчет двухфазного
повышающего преобразователя48

Сергей Хухтиков, Валерий Мелешин, Александр Точенов
Новый вспомогательный преобразователь
для железнодорожного транспорта57



www.elvpr.ru

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКТРОВЫПРЯМИТЕЛЬ



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ТИРИСТОРЫ ТАБЛЕТЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Основные особенности:

- ток от 175 А до 6900 А
- напряжения от 200 В до 7400 В
- оптимальное сочетание по статическим и динамическим потерям
- минимальные разбросы $Q_{\text{гт}}$ и V_{TV} для групповых соединений
- регенеративный усилительный каскад цепи управления
- прижимная конструкция
- высокая надежность



Тип	$V_{\text{ном}}$ $V_{\text{нм}}$	$I_{\text{T(KV)}}$	I_{TSM}	$V_{\text{T(TO)}}$	r_T	$(di_T/dt)_{\text{г}}$	$(dv_T/dt)_{\text{г}}$	$R_{\text{отг-с}}$	$T_{\text{гном}}$	F_n
		$T_C = 70^{\circ}\text{C}$	$t_p=10\text{ms}$	$T_{\text{гном}}$	$T_{\text{гном}}$	$T_{\text{гном}}$	$T_{\text{гном}}$			
	В	А	кА	В	МОм	А/мкс	В/мкс	$^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	$^{\circ}\text{C}$	кГц
T163-1000	3400-4400	1343	18	1.14	0.428	200	2000	0.016	125	33
T373-1250	4000-4800	1937	32	1.10	0.310	200	2000	0.011	125	45
T183-2500	3600-4200	3094	50	1.00	0.160	200	2000	0.008	125	70
T393-2500	3400-4200	4079	68	1.12	0.112	200	2000	0.006	125	80
T263-800	4400-5200	1127	15	1.20	0.600	200	2000	0.017	125	33
T183-2000	4400-5200	2620	40	1.07	0.240	200	2000	0.0080	125	70
T293-2500	4400-5200	3258	60	1.07	0.190	200	2000	0.0085	125	80
T353-500	6000-7200	808	10	1.35	0.900	200	2000	0.019	125	24
T163-800	6000-7000	1072	12	1.30	0.650	200	2000	0.017	125	33
T173-1000	6000-7000	1529	24	1.30	0.450	200	2000	0.012	125	45
T183-1600	6000-7000	2080	40	1.25	0.400	200	2000	0.008	125	70
T383-2000	6800-7400	2100	35	1.20	0.390	200	2000	0.008	125	70
T193-2000	6000-7000	3068	54	1.32	0.190	200	2000	0.0085	125	80

Области применения:

- промышленный AC и DC привод
- тяговый электропривод для транспорта
- статические компенсаторы реактивной мощности
- устройство плавного пуска
- ветроэнергетика
- индукционный нагрев и плавка



Наши специалисты готовы разработать и поставить силовые полупроводниковые приборы по Вашим техническим требованиям, в том числе - полные аналоги приборов зарубежных фирм.

Техническая поддержка: тел./факс: +7 (8342) 48-07-33, 27-02-83, e-mail: nicpp@elvpr.ru

Editor-in-chief

Pavel Pravosudov pavel@fsmedia.ru

Managing editor

Elena Yakimenko elena.yakimenko@fsmedia.ru

Technical editor

Andrey Kolpakov

News Editor

Natalia Novikova natalia.novikova@fsmedia.ru

Literary editor

Ekaterina Trofimova

Design and layout

Dmitry Nikanorov dmitry.nikanorov@fsmedia.ru

Advertising department

Olga Zaytseva olga_z@fsmedia.ru
Irina Milenina irina@fsmedia.ru

Subscription department

Natalia Vinogradova podpiska@fsmedia.ru

Editorial office

105120, Russia, Moscow,
Nizhnaya Syromatnicheskaya str., 10, str 4, of. 218
Tel./Fax: (495) 775-1676

197101, Russia, St. Petersburg,
Petrogradskaya Emb., b. 34 "B"
Tel. (812) 438-1538
Fax (812) 346-0665
E-mail: compitech@fsmedia.ru
www.power-e.ru/eng.php

Representative office in Belarus

Minsk, Premier Electric
Tel.: (10-37517) 297-3350, 297-3362
E-mail: murom@premier-electric.com

KSS agency

Tel. in Kiev: (044) 270-6220, 270-6222
Subscription index 27039

Приводы

Олег Соколов

Моделирование систем импульсно-временного управления тиристорными электроприводами в среде Micro-Cap 9 demo64

Боб Золло (Bob Zollo)

Измерение частоты вращения двигателя постоянного тока с помощью источника питания.68

Транспорт

Саму Кукконен (Samu Kukkonen)

Перевод: Евгений Карташев

Силовая электроника в гибридном приводе с топливными элементами. Часть 170

Технологии

Андрей Колпаков

И никакой пайки! О надежности сигнальных соединений силовых модулей76

Аркадий Турцевич, Владимир Ланин, Анатолий Керенцев

Особенности корпусирования герметичных интегральных схем. . . .84

Список рекламы

Microchip Limited	37
PT Electronics	2-я обл., вклейка
Диал Компонент, ООО	23
Диполь Технологии, ООО	вклейка
Компания Квест, ООО	1-я обл.
ЛЕМ Россия, ООО	22
ЛИГРА, ООО	22
Макро групп, ООО	17
Платан Компонентс, ЗАО	83
ПРОСОФТ ТРЕЙДИНГ, ООО	47
Протон-Электротекс ТД, АО	83
СЕМИКРОН, ООО	4-я обл.
Силовая Электроника, ООО	75
Симметрон, ЗАО	41
Тестприбор, ЗАО	5
Учтех-Профи НПП, ООО	33
Элеконд, ОАО	36
Электровыпрямитель, ОАО	3
Элтех, ООО	1
Выставка CWIEME Istanbul	40
Выставка «IDES Siberia»	82
Выставка «Промышленный салон»	13
Выставка «Aerospace testing & Industrial Control»	56
Выставка «Силовая Электроника»	3-я обл.