

# КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Components & Technologies

www.kit-e.ru

№ 11 '2015 (ноябрь)

ISSN 2079-6811



## Радиационно-стойкие DC/DC нового поколения для 100 В шины



Серии SA50-120/SB30-100

- Стойкость по накопленной дозе 100 Крад
- ТЗЧ 82 МэВ\*см<sup>2</sup>/мг

БЕЗ ЛИЦЕНЗИИ

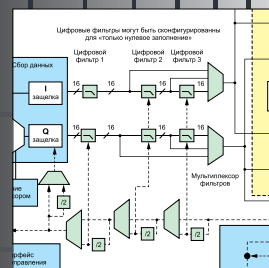
www.ptelectronics.ru



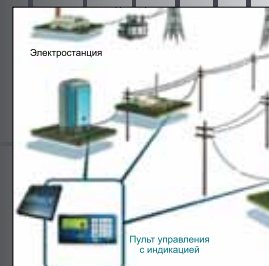
8-800-333-63-50



Проблемы микроминиатюризации  
корпусов кварцевых резонаторов



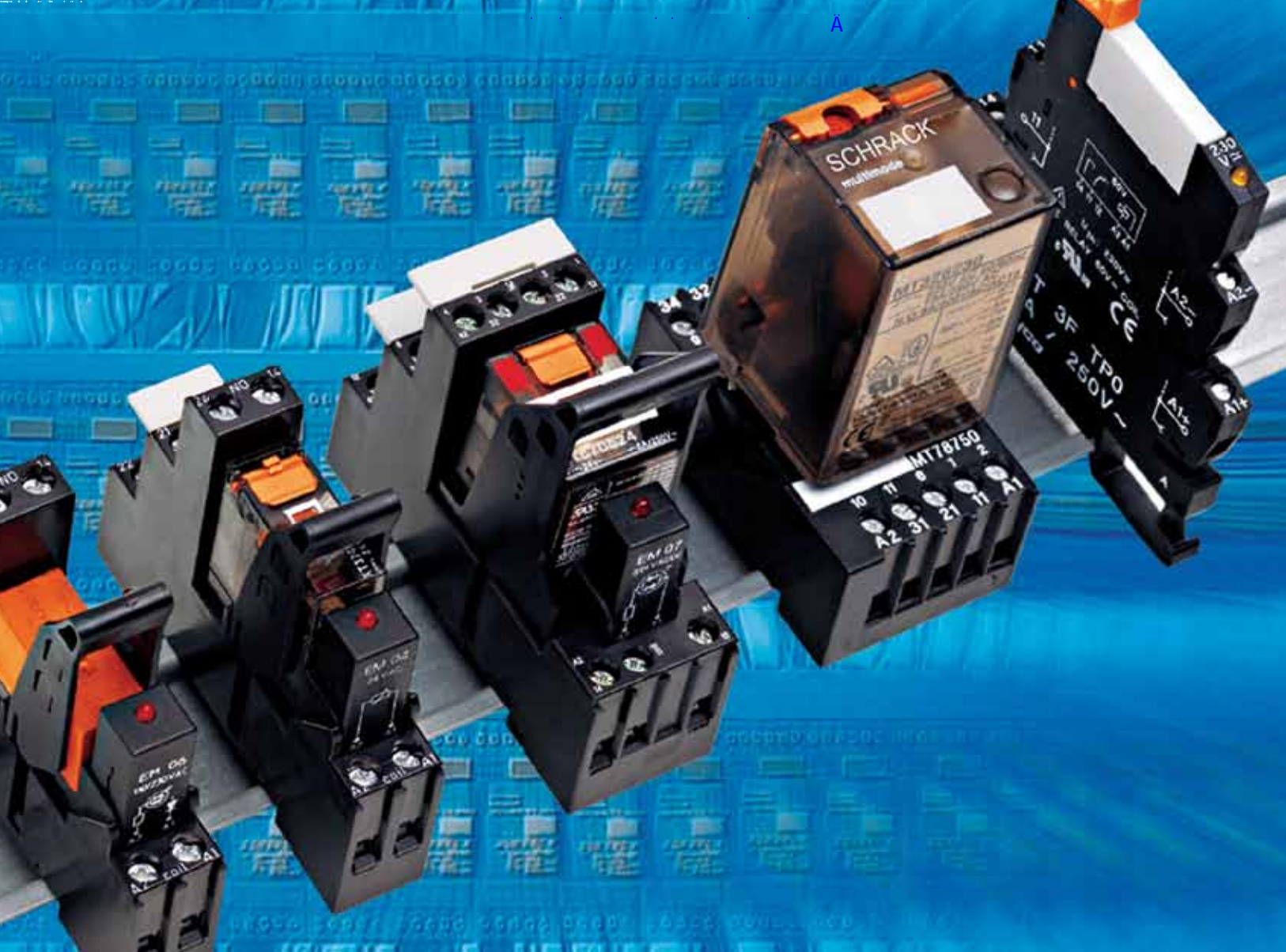
Быстродействующий двухканальный  
16-разрядный ЦАП серии 1273ПА10Т



Передача информации по сетям  
электропитания с помощью ИС Semtech



Использование оценочной платы  
Xplained Mini компании Atmel в Arduino IDE



TE Connectivity и графическое изображение логотипа являются торговой маркой. Другие указанные ТМ не имеют отношения к TE Connectivity.

# Силовые реле для шкафов релейной автоматики



Authorized Distributor

Реле TE Connectivity широко применяются в шкафной автоматике для автоматизации и контроля технологических процессов, сигнализации состоянии оборудования, дистанционного управления и визуализации процессов.

Реле коммутируют токи до 16А, имеют усиленную изоляцию до 5 кВ и высокий срок службы - более 50,000 срабатываний.

- **Серия SNR** (V23092) для плотного печатного монтажа
- **Серия PT** на панель с кнопкой механической блокировки контактов
- **Серия RT** с моно- и бистабильными катушками
- **Серия RY** с чувствительной катушкой



Москва  
м. Молодежная  
(495) 97 000 99  
info@platan.ru

Москва  
м. Электроводская  
(495) 744 70 70  
platan@platan.ru

Санкт-Петербург  
м. Горьковская  
(812) 232 88 36  
baltika@platan.spb.ru

Реклама

Honeywell

SICK

VISHAY®

BOURNS®  
Reliable Electronic Solutions

IQR

TE  
connectivity  
Authorized Distributor

Panasonic

MITSUBISHI  
ELECTRIC

muRata  
Innovator in Electronics





# AD7177-2

## 32 разрядный АЦП



# ВЫСОКАЯ ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- эффективное разрешение 27,3 бита при скорости преобразования 5 SPS
- скорость преобразования от 5 SPS до 10 kSPS
- 4 канальный настраиваемый мультиплексор на входе
- опорный источник напряжения 2,5 В ( $\pm 2$  ppm/°C)
- рабочий температурный диапазон -40 ... + 105 °C



**Главный редактор**

Павел Правосудов | pavel@fsmidia.ru

**Заместитель главного редактора**

Ольга Зайцева | olga\_z@fsmidia.ru

**Выпускающий редактор**

Марина Короткова | marina.korotkova@fsmidia.ru

**Редактор**Елена Якименко | elena.yakimenko@fsmidia.ru  
Наталья Новикова | Natalia.Novikova@fsmidia.ru**Редакционная коллегия**Александр Фрунзе, Иосиф Каршенбойм  
Светлана Муромцева, Виктор Лиференко**Дизайн и верстка**

Ольга Ворченко | olga@fsmidia.ru

**Отдел рекламы**

Ирина Миленина | irina@fsmidia.ru

**Отдел подписки**

Наталья Виноградова | podpiska@fsmidia.ru

**Москва**105 120, Нижняя Сыромятническая ул.,  
д. 10, стр. 4, офис 218  
Тел./факс: (495) 987-3720**Санкт-Петербург**197 101, Петроградская наб., д. 34, лит. Б  
Тел. (812) 438-1538  
Факс (812) 346-0665  
e-mail: compitech@fsmidia.ru, web: www.kit-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**Отдел распространения**Санкт-Петербург:  
Виктор Золотарев | victor.zolotarev@fsmidia.ru**Подписные индексы**

Каталог агентства «Роспечать»	80743
Каталог «Почта России»	
полугодие	60194
год	60195
Агентство KSS	10358
(тел. в Киеве (044) 270-6220, 270-6222)	

Подписано в печать 16.10.15  
Тираж 6000 экз.  
Свободная ценаЖурнал «Компоненты и технологии» зарегистрирован  
Министерством Российской Федерации по делам печати,  
телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации ПИ № ТУ 78-00653  
от 22 июля 2010 года.**Учредитель**  
ООО «Издательство Файнстрит»**Адрес редакции**  
121351, Москва, ул. Ивана Франко, д. 40, к. 1, стр. 2  
**Издатель** ООО «Издательство Файнстрит»  
197101, СПб, Петроградская наб., д. 34, лит. Б**Отпечатано**  
ООО «Акцент Групп»  
194044, Россия, 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.

## Содержание

### Компоненты

**Виктор АЛЕКСЕЕВ**Новые многофункциональные  
МЭМС-датчики движения  
производства STMicroelectronics 7**Перевод: Святослав ЮРЬЕВ**Самый маленький  
в мире оптический гироскоп:  
перспектива нового витка  
в оборудовании для навигации 16**Олег ИВАНОВ,****Елена ЛАМБЕРТ**Проблемы микроминиатюризации  
корпусов кварцевых резонаторов 20**Денис КУЗЬМИЧЕВ**Соединительные решения  
с гиперболюидными контактами  
фирмы IEN 26**Анна-Мария БЕЙЛИС****(Ann-Marie BAYLISS)****Перевод: Владимир РЕНТЮК**  
Безопасное использование  
DC/DC-преобразователей:  
требования третьей редакции  
стандарта IEC 60601-1 30**Шамиль ЯХИН**Использование  
DC/DC-преобразователей VPT  
при работе на большую  
емкостную нагрузку 34**Вячеслав ГАВРИКОВ**Интегрированные  
модули питания Sumida  
высокой эффективности 38**Виктор МИТРОФАНОВ**Быстродействующий  
двухканальный  
16-разрядный ЦАП  
серии 1273ПА10Т 44ИМС параллельно-последовательного  
преобразователя с передатчиком  
стандарта LVDS  
категории качества «ВП» 5560ИНЗУ 48**Константин ВЕРХУЛЕВСКИЙ**Передача информации  
по сетям электропитания  
с помощью ИС  
компании Semtech 50**Игорь КРИВЧЕНКО**Аппаратно защищенные микросхемы  
семейства CryptoAuthentication:  
потенциальные применения  
ATECCx08A 57**Валерий ЗОТОВ**Разработка  
программного обеспечения  
встраиваемых  
микропроцессорных систем,  
проектируемых на базе расширяемых  
вычислительных платформ семейства  
Zynq-7000 AP SoC фирмы Xilinx.  
Часть 10 67**Александр РЫЖАКОВ,****Игорь КРИВЧЕНКО**От простого к сложному.  
Использование оценочной платы  
Xplained Mini компании Atmel  
в программной среде Arduino IDE 80



ООО «ЭФО» –  
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР  
GOLLEDGE, ABRACON,  
SILICON LABS

# РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТАКТИРОВАНИЯ



Golledge	Abrakon	Silicon Labs
Кварцевые резонаторы		
Кварцевые генераторы		
Температурно-компенсированные генераторы (TCXO)		
Генераторы, управляемые напряжением (VCXO)		
Термостатированные генераторы (OCXO)		
Часы реального времени (RTC)		
ПАВ-резонаторы		
ПАВ-фильтры		
Кварцевые фильтры		
Керамические фильтры		
Программируемые генераторы		
Генераторы MEMS		
Микросхемы преобразования тактовых сигналов		
<a href="http://www.golledge.com">www.golledge.com</a>	<a href="http://www.abracon.com">www.abracon.com</a>	<a href="http://www.silabs.com">www.silabs.com</a>

Компания Golledge (Великобритания) работает в России с 2001 года. Широкий диапазон различных компонентов представлен на портале [www.golledge.ru](http://www.golledge.ru) с удобным параметрическим поиском.

Компания Abracon (США) присутствует в линейке поставок «ЭФО» с 2013 года. Широкий спектр продукции компании Abracon удачно расширяет линейку поставляемых решений для тактирования.

Продукция компании Silicon Labs (США) представлена в линейке поставок «ЭФО» с 2004 года, дополняя гамму решений для тактирования микросхемами с уникальными характеристиками.

## ЛЮБОЕ РЕШЕНИЕ ПОД ВАШУ ЗАДАЧУ!



### ПОСТАВКА ПРОДУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ:	МОСКВА:	КАЗАНЬ:	ЕКАТЕРИНБУРГ:	РОСТОВ-НА-ДОНУ:	ПЕРМЬ:	НИЖНИЙ НОВГОРОД:	НОВОСИБИРСК:
(812) 327-8654 ZAV@EFO.RU	(495) 933-0743 MOSCOW@EFO.RU	(843) 518-7920 KAZAN@EFO.RU	(343) 278-7136 URAL@EFO.RU	(863) 220-3679 ROSTOV@EFO.RU	(342) 220-1944 PERM@EFO.RU	(831) 434-1784 NNOV@EFO.RU	(383) 240-8758 NSIB@EFO.RU

WWW.EFO.RU

KORPUSA.RU ■ MYMCU.RU ■ ALTERA.RU ■ POWEL.RU ■ WLESS.RU ■ INFIBER.RU ■ EFO-POWER.RU ■ EFO-ELECTRO.RU ■ GOLLEDGE.RU ■ EFOMETRY.RU ■ SOUND-POWER.RU

**Editor-in-chief**

Pavel Pravosudov | pavel@fsmedia.ru

**Deputy of editor-in-chief**

Olga Zaytseva | olga\_z@fsmedia.ru

**Managing editor**

Marina Korotkova | marina.korotkova@fsmedia.ru

**Editor**

Elena Yakimenko | elena.yakimenko@fsmedia.ru

Natalia Novikova | Natalia.Novikova@fsmedia.ru

**Editorial staff**

Alexander Frunze

Svetlana Muromtseva

Victor Liferenko

Joseph Karshenbojm

**Design and layout**

Olga Vorchenko | olga@fsmedia.ru

**Advertising department**

Irina Milenina | irina@fsmedia.ru

**Subscription department**

Natalia Vinogradova | podpiska@fsmedia.ru

**Moscow**

10, b. 4, of. 218,  
Nijnaya Syromyatnicheskaya str.,  
Moscow,  
105120, Russia  
Tel. +7 (495) 987-3720

**St. Petersburg**

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

**Belarus Republic**

Minsk, Premier Electric  
Tel./fax: (10\*37517) 297-3350,  
297-3362  
e-mail: murom@premier-electric.com

**Circulation department**

St. Petersburg:  
Victor Zolotarev | victor.zolotarev@fsmedia.ru

**Subscription index  
for Components & Technologies**

Rospetchat Agency catalogue  
subscription index 80743

**KSS agency**

Tel. in Kiev: 044-270-6220, 270-6222  
subscription index 10358

# Содержание

## Проектирование

**Александр АРЕДОВ,  
Евгений МАРКОСЯН**  
Особенности проектирования  
широкополосных синтезаторов частот  
на основе ФАПЧ  
с интегрированным ГУН 84

**Андрей СТРОГОНОВ,  
Сергей ЦЫБИН,  
Павел ГОРОДКОВ**  
Проектирование  
последовательных КИХ-фильтров  
в системе визуально-имитационного  
моделирования Matlab/Simulink  
с использованием Altera DSP Builder 89

**Иэн БИВЕРС (Ian BEAVERS),  
Мэтт ФЕЛМЛИ (Matt FELMLEE),  
Перевод: Александр СОТНИКОВ**  
Тактовая синхронизация  
широкополосных  
быстродействующих АЦП  
с интерфейсом JESD204B 98

**Александр ДЫМОВ**  
Профессиональная работа  
в системе DesignSpark PCB.  
Часть 4.  
Проектирование печатной платы  
на примере светодиодного модуля:  
трассировка и выходные файлы 104

**Максим ФИЛАТОВ**  
Работа с микроконтроллерами AVR  
в программной среде Proteus 8.1 113

## Новые технологии

**Сергей КУРАПОВ,  
Максим ДАВИДОВСКИЙ**  
Топологический подход  
к проведению соединений  
в плоских конструктивах 127

## Технологии

**Владимир МАХОВ**  
Использование непрерывного  
вейвлет-преобразования  
в интерферометрии 132

**Дэн ДАНН (Dan DUNN)**  
Оборудование  
для эффективного  
обслуживания  
и диагностики  
наземных станций  
Ка-диапазона и выше 138

**Владимир ДЬЯКОНОВ,  
Павел СТРУНИН**  
Расширенный  
спектральный анализ  
в осциллографах  
высокой четкости R&S RTO 143

**Владимир ДЬЯКОНОВ**  
Осциллографы Keysight  
серии S — стандарт  
широкополосных  
осциллографов  
высокой четкости 152