

# содержание ЭК

# №03/2019

## ТОПОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

6 Фади Дик  
**Концепции целостности электропитания в печатных платах с высокоскоростными сигналами. Часть 2**

## СЕТИ И ИНТЕРФЕЙСЫ

13 Михаил Карцев  
**Стандарты для интернета вещей**

18 Константин Усов  
**Выбор между стандартным и собственным беспроводным протоколом**

22 Виктор Моргунов  
**Новый стандарт передачи мощности 802.3bt PoE++**

26 Даниэль Лейх  
**Некоторые особенности использования USB Type-C**

## ИСТОЧНИКИ И МОДУЛИ ПИТАНИЯ

29 Мэтью Джейкоб  
**Расширение возможностей понижающих контроллеров однофазных DC/DC-преобразователей**

34 К. Шварц  
**Высокоэффективный понижающий ZVS-преобразователь напряжения для PoL-приложений**

42 Инго Скурас  
**Платформа iMOTION – готовые решения по управлению приводом**

## АНАЛОГОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

46 Виктор Рыбкин  
**Широкополосные усилители**

[www.elcp.ru](http://www.elcp.ru)

Руководитель направления «Разработка электроники» и главный редактор **Леонид Чанов**  
 редакторы: **Владимир Фомичёв; Леонид Чанов;**

редакционная коллегия: **Владимир Фомичёв; Леонид Чанов;** реклама: **Антон Денисов; Елена Живова;**

распространение и подписка: **Марина Панова, Василий Рябишников;** директор издательства: **Михаил Симаков**

**Адрес издательства:** Москва, 115114, ул. Дербеневская, д. 1, п/я 35, **тел.:** (495) 741-7701; **факс:** (495) 741-7702; **эл. почта:** info@elcp.ru, www.elcp.ru

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА:** **Мир электроники (Самара):** 443080, г. Самара, ул. Революционная, 70, литер 1; **тел./факс:** (846) 267-3139, 267-3140; **e-mail:** info@eworld.ru, www.eworld.ru. **Радиоэлектроника:** 620107, г. Екатеринбург, ул. Гражданская, д. 2, **тел./факс:** (343) 370-33-84, 370-21-69, 370-19-99; **e-mail:** info@radioel.ru, www.radioel.ru. **ЭЛКОМ (Ижевск):** г. Ижевск, ул. Ленина, 38, офис 16, **тел./факс:** (3412) 78-27-52, **e-mail:** office@elcom.udmlink.ru, www.elcompany.ru. **ЭЛКОТЕЛ (Новосибирск):** г. Новосибирск, м/р-н Горский, 61; **тел./факс:** (3832) 51-56-99, 59-93-31; **e-mail:** info@elcotel.ru, www.elcotel.ru. **Издательство «Электроника инфо»:** 220015, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Пушкина 29Б. **Тел./факс:** +375 (17) 204-40-00. **E-mail:** electronica@nsys.by, www.electronica.by.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВНИТИ. Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory». Использование материалов возможно только с согласия редакции. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Электронные компоненты» обязательна. Ответственность за достоверность информации в рекламных объявлениях несут рекламодатели.

*Индекс для России и стран СНГ по каталогу агентства «Роспечать» — 47298, индекс для России и стран СНГ по объединенному каталогу «Пресса России. Российские и зарубежные газеты и журналы» — 39459. Свободная цена. Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати. ПИ №77-17143. Издание зарегистрировано на Украине, свидетельство о государственной регистрации КВН№17602-6452 ПР.*

Подписано в печать 05.03.2019 г.

Учредитель: ООО «ИД Электроника». Тираж 6000 экз.

Отпечатано в типографии «Принт24»  
 192102, Санкт-Петербург, ул. Самойловой, д. 5, литер В

www.jtagtechnologies.ru

**JTAG**  
TECHNOLOGIES

## JTAG ProVision – самая совершенная программа для периферийного сканирования на сегодняшний день

Автоматическая генерация тестов



Русскоязычный интерфейс

Что вы хотите сделать?



Скрипты для создания продвинутых тестов



Десятки тысяч готовых моделей ЭКБ



Последовательности для производства



Проверена работа с отечественной ЭКБ, поддерживающей периферийное сканирование!

Представительство JTAG Technologies в России  
Телефон: (812) 602-0915  
E-mail: russia@jtag.com

Эксклюзивный дистрибьютор: ООО «Остек-Электрон»  
Телефон: (495) 788-4444  
E-mail: info@ostec-group.ru

РЕКЛАМА

### ГЕНЕРАТОРЫ, ТАЙМЕРЫ И СИНТЕЗАТОРЫ СИГНАЛОВ

54 Марк Гурарий, Михаил Жаров, Леонид Ионов, Игорь Мухин, Сергей Русаков, Сергей Ульянов  
**Электрические макромодели для анализа синтезатора частот с дробным коэффициентом деления**

### МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

60 Сергей Надеждин  
**Микроконтроллеры R7FS1JA платформы Renesas Synergy**

### ПЛИС И СБИС

66 Илья Тарасов  
**Обзор архитектуры ПЛИС Xilinx Zynq UltraScale+ и методов проектирования**

70 Евгений Ливенцев, Александр Силантьев, Антон Павлов  
**Открытая платформа на основе процессорного ядра RISC-V для встраиваемых информационно-управляющих систем на основе ПЛИС**

### ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

74 Капила Варнакуласурья, Андреа Полти  
**Эволюция магии, или новые магнитные компоненты для силовой электроники**

### СВЧ

77 Андрей Калинин  
**Генератор на ПАВ с низким уровнем фазовых шумов**

79 Александр Тюменцев  
**Многоканальное частотно-разделительное устройство СВЧ-диапазона**

### ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

82 Аарон Ярнелл  
**Как правильно выбрать радиатор**

### СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

86 Новинки месяца. Редакционный обзор

90 Леонид Авгуль, Виктор Кряжев, Сергей Курносенко  
**Микросхема энергонезависимого статического ОЗУ (nvSRAM) 5861PP2T**

94 **НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ**

# contents #03/2019

## ELECTRONIC COMPONENTS #03 / 2019

### PCB LAYOUT

6 Fadi Deek  
**Concepts of Power Integrity: Controlling Impedance across a Bare Cavity. Part 2**

### NETWORKS AND INTERFACES

13 Mikhail Kartsev  
**IoT Standards**

18 Konstantin Usov  
**Selection between Standard and Proprietary Wireless Protocol**

22 Victor Morgunov  
**802.3bt PoE++ As a New Standard for Power Transfer**

26 Daniel Leih  
**Evaluating Options for USB Type-C Connections**

### POWER SUPPLIES

29 Mathew Jacob  
**Stretching a Single-phase Design with a Buck Controller to Support High Currents**

34 C.R. Swartz  
**High-Performance ZVS Buck Regulator Removes Barriers to Increased Power Throughput in Wide Input-Range Point-of-Load Applications**

42 Ingo Skuras  
**Ready-to-Use Motor Control with Application Flexibility**

### ANALOG

46 Victor Rybkin  
**Advancements in Broadband Amplifiers**

### OSCILLATORS, TIMERS AND WAVEFORM SYNTHESIZERS

54 Mark Gourary, Mikhail Zharov, Leonid Ionov, Igor Mukhin, Sergey Rusakov and Sergey Ulyanov  
**PLL Simulation Using Phase Macromodels in the Form of Equivalent Electrical Circuit**

### MCU AND MPU

60 Sergey Nadezhdin  
**R7FS1JA MCU of Renesas Synergy Platform**

### FPGA AND VLSIC

66 Ilya Tarasov  
**Review of Xilinx Zynq UltraScale+ FPGA and Development Methods**

70 Yevgeny Liventsev, Alexander Silantiev and Anton Pavlov  
**Open Platform Based on Processor Core with RISC-V Architecture for Embedded FPGA-Based Control Systems**

### PASSIVE

74 Kapila Warnakulasuriya and Andrea Polti  
**The Evolution of Magic – Magnetics in Power Electronics**

### MICROWAVE

77 Andrey Kalinin  
**SAW Generator with Low Phase Noise**

79 Alexander Tumentsev  
**Microwave Multichannel Frequency Divider**

### THEORY AND PRACTICE

82 Aaron Yarnell  
**How to Select a Heat Sink**

### REFERENCE PAGES

86 **Newly-Designed Products. Monthly Editorial Review**

90 Leonid Avgul, Victor Kryazhev and Sergey Kurnosenko  
**Non-volatile Static RAM IC (nvSRAM) 5861PP2T**

94 **NEW COMPONENTS IN THE RUSSIAN MARKET**