

содержание ЭК

№5/2017

ТОПОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

6 Борис Юрьев

Джамп-кабели для передачи высокоскоростных сигналов на печатных платах

ИСПЫТАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ

10 Джаник Су

Проблемы разработки и тестирования беспилотных автомобилей

12 Мэтью ван ден Берг

Рекомендации по проверке испытательных систем на электромагнитную совместимость

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

18 Александр Поликарпов

Как уменьшить излучение с помощью полностью интегрированной развязки по шинам данных и питания

24 Алексей Иванов

Инновационная топология управления пьезоэлектрическими приводами

СЕТИ И ИНТЕРФЕЙСЫ

28 Сергей Нефедов

Изоляторы RS-485 для проектирования шинных узлов

32 Александр Мишин

Повышение степени защиты USB Type-C и USB PD

36 Максим Писковацков

Разница во времени

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

38 Андрей Пересадин

802.11ax – не только более высокая скорость передачи данных

журнал для разработчиков

ЭК

Электронные компоненты

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 295. **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 04.05.2017 г.

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

Отпечатано в типографии ООО «МЕДИАКОЛОР»

105187, г. Москва, ул. Вольная, 28

Honeywell

TDK

SICK

VISHAY

BOURNS
Reliable Electronic Solutions

TE

Panasonic

JAMICON

MASTECH

MITSUBISHI
ELECTRIC

UNIT

Murata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

SOLOMON

DC-DC преобразователи

Murata Power Solutions



- Неизолированные POL
- 1/2/3/4-канальные изолированные
- Биполярные 2-канальные

www.platan.ru
ПЛАТАН

Офисы в Москве: м. Молодежная, ул. Ивана Франко, 40, стр. 2, (495) 97 000 99, info@platan.ru;
м. Электрозаводская, ул. Б. Семеновская, 40, стр. 26, БЦ Агат, (495) 744 70 70, platan@platan.ru
Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44, (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

РЕКЛАМА

ИСТОЧНИКИ И МОДУЛИ ПИТАНИЯ

42 Борис Воронов

Цифровое управление питанием для силовых приложений

46 Слободан Цук, Сэм Дэвис

Новые понижающие DC/DC-преобразователи без ферритовых сердечников с коммутационной частотой 50 кГц

52 Владимир Солодкин

Трехуровневые инверторы. Топология H6.5 от Vincotech

АНАЛОГОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

56 Валерий Степаненко

Выбор инструментального усилителя для приложений спутниковой связи

ДИСКРЕТНЫЕ СИЛОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

60 Мунаф Рахимо, Кьяра Корваче, Макси Андена, Харалампос Пападопулос, Арност Копта

Следующее поколение IGBT-транзисторов на основе технологии Enhanced Trench

64 Игорь Куликов

Особенности выбора современных MOSFET

69 Никита Кириллин

Анализ потерь в ключах SiC MOSFET и Si IGBT

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

72 Андрей Чистохвалов

Микроконтроллер ADUCM4050 с очень низким энергопотреблением от Analog Devices

76 Александр Макаров, Виталий Казьмин

Применение микроконтроллера PIC16F161X для построения систем управления электроприводом

78 Свати Шридхар, Намрата Далви

Смещение цветов светодиодного излучения с использованием Bluetooth-связи

ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

82 Рэй Ридли

Расчет потерь в обмотках трансформатора

СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

86 Новинки месяца. Редакционный обзор

91 Ферритовые бусины и катушки индуктивности с мягкими контактными выводами

95 **НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ**

contents #5/2017

ELECTRONIC COMPONENTS #5 2017

PCB LAYOUT

6 Boris Yurev
High-speed Signals Jump over PCB Traces

TESTING

10 Jungik Suh
Developing and Testing Unmanned Vehicles

12 Mathieu van den Bergh
Meet Powerline Emissions and Immunity Standards or Else: A Guide to Verifying Test Systems

DESIGN AND DEVELOPMENT

18 Alexander Polikarpov
How to Achieve Low Radiated Emissions with Fully Integrated Data and Power Isolation

24 Alexey Ivanov
Innovative Topology to Control Piezoelectric Actuators

NETWORKS AND INTERFACES

28 Sergey Nefyodov
RS-485 Isolator Raises the Bar for Bus Node Designs

32 Alexander Mishin
Raising the Protection Bar for USB Type-C and USB PD

36 Maxim Piskovatskov
Time Lag

WIRELESS

38 Andrey Peresadin
802.11ax: Not just Another Higher Data Rate

POWER SUPPLIES

42 Boris Voronov
Digital Power Management for High-current Apps

46 Slobodan Ćuk and Sam Davis
Step-Down DC-DC Converter Eliminates Ferrite Cores at 50kHz Enabling Power Supply on Chip with One-Cycle Transient

52 Vladimir Solodkin
Three-level Topology for Single-Phase Solar Applications

ANALOG

56 Valery Stepanenko
Selecting Instrumentation Amplifier for Satellite Communications

DISCRETE POWER

60 Munaf Rahimo, Chiara Corvasce, Maxi Andenna, Charalampos Papadopoulos and Arnost Kopta
The Next Generation Bimode Insulated Gate Transistors Based on Enhanced Trench Technology

64 Igor Kulikov
Selecting Modern MOSFET

69 Nikita Kirillin
Loss Analysis for SiC MOSFET and Si IGBT

MCU AND MPU

72 Andrey Chistokhvalov
MCU ADUCM4050 with Ultra-low Power Consumption from Analog Devices

76 Alexander Makarov and Vitaly Kazmin
Using PIC16F161X for Motor Control Systems

78 Swathi Sridhar and Namrata Dalvi
Mix and Math

PASSIVE

82 Ray Ridley
Modern Magnetics Design

REFERENCE PAGES

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

91 **Ferrite Beads and Inductors with Soft Terminal Leads**

95 **NEW COMPONENTS
IN THE RUSSIAN MARKET**