

содержание ЭК №08/2019

РЫНОК

6 Дмитрий Боднарь
Кто тащит альтернативную энергетику в пещеры?

РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

11 Владимир Бутузов, Алексей Назаренко,
Никита Дмитриев, Алексей Трофимов и др.
Цифровой изолятор на основе интегрального трансформатора

ЭМС

16 Грегори Янг
Уменьшение ЭМП с помощью разъема для работы с графическим дисплеем 4K2K

ТОПОЛОГИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

22 Чан Фей Йи
Влияние индуктивности на импеданс развязывающих конденсаторов

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

26 Павел Реуцкий
Цифровые антенны для систем mmWave

АНАЛОГОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

30 Станислав Аникин
Новое поколение встраиваемых полосовых фильтров с быстрой перестройкой частоты

ГЕНЕРАТОРЫ, ТАЙМЕРЫ И СИНТЕЗАТОРЫ СИГНАЛОВ

36 Валентин Истратов
Два подхода к реализации ФАПЧ

ДАТЧИКИ

42 Аллен Стас, Маттиас Боссер
Быстрая и простая разработка цифрового термометра

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 06.08.2019 г.

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

Отпечатано в типографии «Принт24»

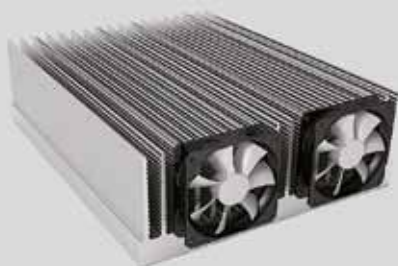
192102, Санкт-Петербург, ул. Самойловой, д. 5, литер В



Производство



198095, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Швецова, д.23,
Тел./Факс: (812) 600-18-55
www.ligra.ru E-mail: ligra-spb@mail.ru



Охлаждения силовых модулей, ключей, реле
и других электронных компонентов

Оказываем услуги по фрезерованию, нарезке резьбы,
сверловке радиаторных профилей по чертежам заказчика.

Все операции выполняются на станках ЧПУ
с максимальной точностью и в сжатые сроки.



РЕКЛАМА

ДИСКРЕТНЫЕ СИЛОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

46 Евгений Крайнев
Драйверы затвора

52 Амари Гендрон-Хансен, Авинаш Кашьяп,
Думитрий Сдрулла
Испытания на устойчивость в жестких условиях
эксплуатации SiC диодов Шоттки и MOSFET

54 Вольфганг Франк
Простой метод управления скоростью нарастания
напряжения для повышения энергоэффективности

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

58 Андрей Чистохвалов
Микроконтроллеры семейства STM32L562xx
с ядром ARM Cortex-M33 от STMicroelectronics

ПЛИС И СБИС

63 Ярослав Антимиров, Юлия Иванова, Дмитрий
Кукушкин, Андрей Овчинников, Елисей Чемоданов
Особенности разработки СФ-блока интерфейса
Wi-Fi 802.11ah

ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

69 Алексей Чистяков
Конденсаторы для силовой электроники.
Сравнение пленочных конденсаторов
с электролитическими

72 Андрей Измestьев

Возможность замены многослойных керамических
конденсаторов танталовыми электролитическими

78 Алексей Чистяков

Электролитические конденсаторы компании Yageo

80 Александр Кораблев

Высоковольтные керамические конденсаторы
компании Murata

82 Владимир Романов

Преимущества применения наборов резисторов
над дискретными резисторами
в микропроцессорной технике

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

86 Виктор Бубнов

Основы смещения сигналов

СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

90 Новинки месяца. Редакционный обзор

95 **НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ
НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ**

contents #08/2019

ELECTRONIC COMPONENTS # 08 / 2019

MARKET

6 Dmitry Bodnar
Who Brings Alternative Energy into Caves?

DESIGN AND DEVELOPMENT

11 Vladimir Butuzov, Alexey Nazarenko, Nikita Dmitriev,
Alexey Trofimov etc.
Digital Isolator Based on Integrated Transformer

EMC

16 Gregory Young
4K2K Display Graphics Connector – Mitigating EMI

PCB LAYOUT

22 Chang Fei Yee
**The Impact of Inductance on Impedance
of Decoupling Capacitors**

WIRELESS

26 Pavel Reutsky
All-Digital Antennas for mmWave Systems

ANALOG

30 Stanislav Anikin
**A New Generation of Integrated Frequency Agile
Bandpass Filters**

OSCILLATORS, TIMERS AND SIGNAL SYNTHESIZERS

36 Valentin Istratov
Two Approaches to PLL Implementation

SENSORS

42 Alain Stas and Matthias Bossert
Developing a Digital Thermometer Faster and Easier

DISCRETE POWER

46 Yevgeny Krainev
Gate Drivers

52 Amaury Gendron-Hansen, Avinash Kashyap
and Dumitru Sdrulla
**Improving the Avalanche Ruggedness of 4H-SiC
Schottky Diodes and MOSFETs**

54 Wolfgang Frank
**Simple Slew-Rate Control Technique Cuts
Turn-on Energy**

MICROCONTROLLERS AND MICROPROCESSORS

58 Andrey Chistokhvalov
**STM32L562xx MCUs Based on ARM Cortex-M33 Core
from STMicroelectronics**

FPGA AND VLSIC

63 Yaroslav Antimirov, Julia Ivanova, Dmitry Kukushkin,
Andrey Ovchinnikov and Elisey Chemodanov
Development of IP-core for Wi-Fi 802.11ah Interface

PASSIVE

69 Alexey Chistyakov
**Capacitors for Power Electronics.
Film Capacitors vs. Electrolytic**

72 Andrey Izmetiev
**Evaluating Tantalum Electrolytics as Replacements
for MLCCs in High-Capacitance Applications**

78 Alexey Chistyakov
Yageo's Electrolytic Capacitors

80 Alexander Korablev
High-Voltage Ceramic Capacitors from Murata

82 Vladimir Romanov
**Advantages of Resistor Sets over Discrete Resistors
in Microprocessor Technology**

THEORY AND PRACTICE

86 Victor Bubnov
RF Mixing Theory: RF Multiplication Mathematics

REFERENCE PAGES

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

95 **NEW COMPONENTS
IN THE RUSSIAN MARKET**