

# ЭК

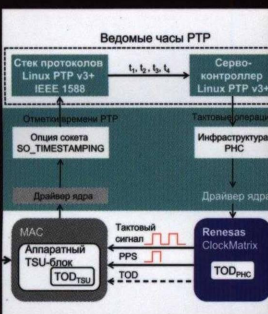
## Электронные компоненты

МЕДИАГРУППА «ЭЛЕКТРОНИКА»

# 6/2021

(с. 10) >>>

Как использовать стандартизованные API, чтобы исключить необходимость в разработке собственных API



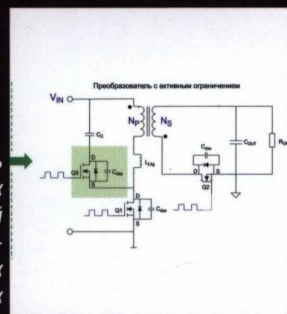
(с. 56) >>>

Цифровые мультиметры – это очень просто, надо только научиться использовать их основные функции



(с. 82) >>>

Еще раз очень кратко о «рабочих лошадках» силовой электроники – об обратноходовых преобразователях



Источники и модули питания

с. 28

Схема импульсного блока питания

Источник питания

Сетевой фильтр и выпрямитель

УПИ

Генератор ЭПИ

Управление

Ключевой транзистор

Цепи управления

Оптопара

Горячая 8°C

YuroBot 5-B043

100kΩ

100kΩ

1μF

1μF

D4 1N4148

R6 39Ω

R9 2.7kΩ

2.2Ω

TR1

Alka Kasyan 09/2017

100V

10nF 1kV

R2 300k

1.5k

R3

C3 100μF

LED

D10 F5406-E3/54

Q4 MJE13007

C8 470μF

C9 470μF

R13 0.1Ω

1- 200 turns Ø 0,08-0,1mm

2- 5 turns Ø 0,1mm

3- 12 turns Ø 0,4mm

R1 0,5-1W

C11 1μF

D11 1N4148

C12 10Ω

C13

-B +B

# содержание ЭК №6/2021

## РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

6 Николай Фесенко  
**Защита электрических цепей  
в автомобильной электронике  
и промышленных приложениях**

## СЕТИ И ИНТЕРФЕЙСЫ

10 Виктор Артюнов  
**Поддержка ядром Linux аппаратных  
отметок точного времени RTP**

## БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

14 Иван Давыдцев  
**Надежность передачи данных  
по Bluetooth**

20 Алексей Тепикин  
**Проектирование программно определяемых  
радиосистем с высокой пропускной способностью**

## ИСТОЧНИКИ И МОДУЛИ ПИТАНИЯ

24 Тимур Улудаг  
**Преимущества использования микромодулей  
с ЧИМ в приложениях с ограниченными размерами**

28 Сергей Гладышев  
**Обратноходовые преобразователи  
с принудительным резонансом**

30 Андрей Рожков  
**Топология зарядных устройств большой  
и малой мощности**

36 Василий Колесниченко  
**Преобразователи напряжения на переключаемых  
конденсаторах**

40 Филипп Лехнер  
**Питание процессоров и ПЛИС с помощью новых  
μPoL-преобразователей от TDK**

44 Владимир Деревятников  
**Возможности безмостового двухтактного ККМ  
с недорогим управлением и изолированным  
драйвером**

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

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

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](mailto:info@elcp.ru), [www.elcp.ru](http://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](mailto:info@eworld.ru), [www.eworld.ru](http://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](mailto:info@radioel.ru), [www.radioel.ru](http://www.radioel.ru). ЭЛКОМ (Ижевск): г. Ижевск, ул. Ленина, 38, офис 16, тел./факс: (3412) 78-27-52, e-mail: [office@elcom.udmlink.ru](mailto:office@elcom.udmlink.ru), [www.elcompany.ru](http://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](mailto:info@elcotel.ru), [www.elcotel.ru](http://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](mailto:electronica@nsys.by), [www.electronica.by](http://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.

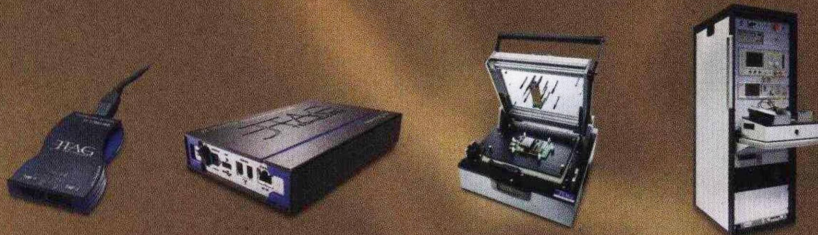
Индекс для России и стран СНГ по каталогу агентства «Роспечать» — 47298, индекс для России и стран СНГ по объединенному каталогу «Пресса России. Российские и зарубежные газеты и журналы» — 39459. Свободная цена. Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати, ПИ №77-17143. Издание зарегистрировано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

Дата выхода номера 07.06.2021 г.

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

Отпечатано в типографии ООО «Гран-При»  
152900, г. Рыбинск, ул. Орджоникидзе, д. 57

# Тестирование электроники в эпоху миниатюризации



Хотите узнать больше о наших технологиях и продукции?  
Свяжитесь с нами по электронной почте [russia@jtag.com](mailto:russia@jtag.com)  
или посетите наш сайт [www.jtag.com](http://www.jtag.com).

**JTAG**  
TECHNOLOGIES



Более 25 лет в самом сердце электроники



Клиенты в более чем 50 странах



По всему миру продано более 10 000 систем



Более 2500 клиентов



Поддержка по всему миру

Как разрабатывать, производить и тестировать высококачественные электронные изделия с меньшими затратами и в короткие сроки?



Загрузите нашу брошюру

## ДИСКРЕТНЫЕ СИЛОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ

48 Гай Мокси

**Моделирование стандартных топологий с SiC MOSFET**

52 Борис Воронов

**SiC FET. Тепловые характеристики, моделирование и новинки**

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА И ПРИБОРЫ

56 Андреа Винчи

**Пять функций, которыми должен быть оснащен современный цифровой мультиметр**

## АЦП И ЦАП

60 Абхилаша Кол, Смирта Чудхари

**Особенности архитектуры CTSD прецизионных АЦП: собственная функция подавления внеполосных помех**

## ГЕНЕРАТОРЫ, ТАЙМЕРЫ И СИНТЕЗАТОРЫ СИГНАЛОВ

66 Кирилл Дорогомиллов

**Факторы, влияющие на стабильность термокомпенсированных кварцевых генераторов**

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ И МИКРОПРОЦЕССОРЫ

68 Андрей Чистохвалов

**Микроконтроллеры семейства i.MX RT500 от компании NXP Semiconductors**

## ПЛИС И СБИС

72 Кен О'Нил

**Сокращение стоимости космических приложений за счет неспециализированных компонентов**

## ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

76 Павел Конышев

**Основные сведения о коаксиальных адаптерах**

## СВЧ

80 Владимир Заруцкий

**Схемотехнические способы повышения выходной мощности твердотельных приборов**

## ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

82 Василий Караваяев

**Улучшение характеристик обратноходовых преобразователей**

## СПРАВОЧНЫЕ СТРАНИЦЫ

85 Новинки компании Vishay. Редакционный обзор

88 Новинки месяца. Редакционный обзор

93 **НОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ**

## ELECTRONIC COMPONENTS # 6 / 2021

### DESIGN AND DEVELOPMENT

6 Nickolay Fesenko  
**Protection of Electrical Circuits in Automotive Electronics and Industrial Applications**

### NETWORKS AND INTERFACES

10 Victor Artunov  
**Linux Kernel Support for Hardware PTP Timestamps**

### WIRELESS

14 Ivan Davydtsev  
**Reliable Bluetooth Data Transmission**

20 Alexey Tepikin  
**Design Considerations for High-Throughput SDR Systems**

### POWER SUPPLIES

24 Timur Uludag  
**Taking Advantage of PFM with MicroModules for Space Constrained Applications**

28 Sergey Gladyshev  
**Forced Frequency Resonant Flyback Converters**

30 Andrey Rozhkov  
**High- and Low-Power Charger Topology**

36 Vasily Kolesnichenko  
**Switched Capacitor Voltage Converters**

40 Philip Lechner  
**Powering Processors and FPGAs with the New TDK  $\mu$ PoL**

44 Vladimir Derevyatnikov  
**Unlock Potential of Totem-pole Bridgeless PFC by Low-cost Control and Isolated Drive**

### DISCRETE POWER

48 Guy Moxey  
**Modeling Common Topologies with Silicon Carbide MOSFET**

52 Boris Voronov  
**SiC FET: Thermal Performance, Modeling and Novelties**

### INSTRUMENTATION

56 Andrea Vinci  
**Five Things You Definitely Want Your DMM to Support in 2021**

### ADC AND DAC

60 Abhilasha Kawle and Smita Choudhary  
**CTSD Precision ADCs – Part 3: Inherent Alias Rejection Made Possible**

### OSCILLATORS, TIMERS AND WAVEFORM SYNTHESIZERS

66 Kirill Dorogomilov  
**TCXO Stability is More than Just a Number**

### MICROCONTROLLERS AND MICROPROCESSORS

68 Andrey Chistokhvalov  
**I.MX RT500 Microcontrollers from NXP Semiconductors**

### FPGA AND VLSI

72 Ken O'Neill  
**Saving Power and System Cost with Commercial Parts Qualified for Space Applications**

### PASSIVE

76 Pavel Konyshv  
**Understand the Fundamentals of Coaxial Adapters to Make Better Use of These Very Useful Components**

### MICROWAVE

80 Vladimir Zarutsky  
**Circuitry Methods for Increasing the Output Power of Solid-State Devices**

### THEORY AND PRACTICE

82 Vasily Karavaev  
**Improving the Characteristics of Flyback Converters**

### REFERENCE PAGES

85 Vishay Novelties. Editorial Review

88 Newly-Designed Products. Monthly Editorial Review

93 **NEW COMPONENTS IN THE RUSSIAN MARKET**