Кашкаров А. П., Колдунов А. С.

# Оригинальные конструкции источников питания

Москва, 2010

**УДК 004.438**
**ББК 32.973.26-018.2**
**К31**

К31 **Кашкаров А. П., Колдунов А. С.**
Оригинальные конструкции источников питания. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 160 с.

**ISBN** 978-5-94074-634-8

Написанное простым и доступным языком о сложном мире импульсных источников питания, это издание позволит радиолюбителям легко разобраться в схемотехнике и самим стать конструкторами источников питания для собственных задач. В книге рассматривается принцип действия импульсных источников питания, сравниваются функциональные возможности различных промышленных и самодельных ИИП, подробно обсуждается оптимизация уже готовых устройств и узлов, дающая основную экономию бесценного времени! Вы научитесь правильно конструировать «импульсники» для самых разных ситуаций, а практические примеры и рекомендации дадут возможность использовать их в своей практической деятельности для питания электронных устройств – от маломощных адаптеров для сотовых телефонов и источников питания энергосберегающих ламп до ИИП с током потребления более 25 А.

В приложениях даны справочные данные и другая полезная информация.

Книга предназначена для широкого круга читателей.

**УДК 004.438**
**ББК 32.973.26-018.2**

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-634-8

© Кашкаров А. П., Колдунов А. С., 2010
© Оформление, ДМК Пресс, 2010

# СОДЕРЖАНИЕ

**К читателю** ..... 6
**Меры безопасности при производстве ремонтных, наладочных и электромонтажных работ** ..... 7
**Предисловие. Будущее – за импульсными источниками питания** ..... 9

**1 Импульсные источники питания** ..... 11

1.1. Импульсный стабилизатор: что ЭТО такое и «с чем его “едят”» ..... 12
1.1.1. Switching regulator – импульсный стабилизатор ..... 12
1.1.2. Недостатки импульсников ..... 13
1.1.3. Почему в ИИП применяют полевые транзисторы ..... 15
1.1.4. Схема повышающего преобразователя напряжения ..... 17
1.1.5. Инверторы напряжения ..... 19
1.1.6. Понижающий преобразователь напряжения ..... 20
1.1.7. О паразитном возбуждении ..... 22
1.1.8. Электромагнитные помехи устранимы? ..... 23
1.2. Маломощный преобразователь для питания нагрузки (9 В) от Li-ion аккумулятора (3,7 В) ..... 25
1.2.1. Выбор элементной базы ..... 26
1.2.2. Принцип работы устройства ..... 27
1.2.3. О деталях ..... 27
1.2.4. Особенности устройства ..... 28
1.2.5. Выявленные недостатки ..... 28
1.2.6. Второй вариант преобразователя ..... 28
1.3. Мощный преобразователь напряжения 12 – 5 В по простой схеме ..... 32
1.3.1. Принцип работы устройства ..... 34
1.3.2. Налаживание ..... 35
1.4. Мощный преобразователь напряжения 24 В – 12 В с высоким КПД ..... 37
1.4.1. О деталях ..... 42
1.4.2. Особенности налаживания ..... 43
1.5. Переделка стабилизатора в регулируемый блок питания ..... 45
1.6. Микросхемы низковольтных импульсных преобразователей ..... 46

1.7. Основные схемы импульсных сетевых адаптеров для зарядки телефонов ... 51
1.7.1. Принцип работы устройства ... 52
1.7.2. Альтернативный вариант устройства ... 53
1.7.3. Рекомендации по деталям ... 55
1.8. Диагностика неисправностей и ремонт сетевых адаптеров ... 55
1.9. Импульсные преобразователи на микросхемах со встроенным высоковольтным транзистором ... 56
1.9.1. POWER Integrations ... 58
1.9.2. ST Microelectronics ... 58
1.9.3. Philips Semiconductor ... 58
1.9.4. Fairchild Semiconductor ... 58
1.9.5. ON Semiconductor ... 59
1.10. Микросхемы маломощного высоковольтного ШИМ-преобразователя TEA152x ... 59
1.11. Микросхемы мощного высоковольтного импульсного преобразователя серии TOP2xx ... 63
1.11.1. Особенности семейства микросхем TOPSwitch ... 66
1.11.2. Семейство TOPSwitch-FX ... 66
1.11.3. Микросхемы семейства TOPSwitch-HX ... 67
1.11.4. Особенности включения ... 67
1.11.5. Включение микросхем серии TOP242 ... 70
1.12. Микросхемы маломощного высоковольтного импульсного преобразователя серии TNY2xx ... 73
1.12.1. Особенности микросхем семейства TinySwitch ... 74
1.12.2. Особенности включения микросхем семейства TinySwitch ... 77
1.13. Параллельное соединение источников питания ... 78
1.13.1. Защита источников без распределения тока ... 79
1.13.2. Защита источников с распределением тока ... 80
1.13.3. Принцип работы устройства с активным распределением тока ... 81
1.13.4. Особенности электрической цепи ... 81
1.13.5. Соединение для получения большей мощности ... 82
1.14. Импульсный стабилизатор ... 83

**2 Устройства на основе импульсных источников питания** ... 86

2.1. Простой регулируемый преобразователь на дискретных элементах ... 87

2.2. Преобразователь напряжения на микросхемах ..... 89
2.3. Актуальная защита электронных схем ..... 91
2.3.1. Принцип работы устройства ..... 92
2.3.2. О деталях ..... 93
2.4. Импульсные источники питания для энергосберегающих ламп ..... 94
2.4.1. Принцип работы ЭЛ ..... 96
2.4.2. Особенности источников питания ЭЛ ..... 98
2.4.3. Простой ремонт ИИП портативного светильника ..... 99
2.5. Импульсный повышающий преобразователь для ЭЛ ..... 103
2.5.1. Принцип работы ..... 104
2.5.2. О деталях ..... 104
2.5.3. Налаживание ..... 105

**3 Микросхемы и микросборки для источников питания** ..... 106
3.1. 1N5817...1N5822 – мощные выпрямительные диоды с барьером Шоттки ..... 107
3.1.1. Особенности электрических характеристик ..... 107
3.1.2. Недостатки, достоинства и практика применения ..... 108
3.2. TL431 – прецизионный регулируемый стабилитрон ..... 109
3.3. Управляемый низковольтный стабилитрон 1,2–3 В ..... 112
3.4. Микросхемы – стабилизаторы и преобразователи напряжения ..... 113
3.5. Линейные стабилизаторы напряжения широкого применения ..... 120
3.5.1. Положительные относительно общего провода ..... 120
3.5.2. Отрицательные относительно общего провода ..... 124
3.6. Стабилизирующие элементы ..... 125
3.7. Предельные значения эксплуатации популярных стабилитронов и стабисторов ..... 129

**Приложения** ..... 145
1. Новые полезные и актуальные интернет-ссылки для радиолюбителей и профессионалов ..... 145
2. Взаимозамена и маркировка радиокомпонентов в SMD-корпусах для поверхностного монтажа ..... 148

**Заключение** ..... 157
**Литература** ..... 159

# К ЧИТАТЕЛЮ

В этой книге вы найдете радиолюбительские, электро- и радиотехнические схемы, позволяющие быстро повторить понравившееся устройство.

Все права на материалы, находящиеся в книге, охраняются в соответствии с законодательством РФ, в том числе Законом РФ «Об авторском праве и смежных правах». При любом использовании материалов книги и сателлитных проектов ссылка на данную книгу обязательна.

# МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНЫХ, НАЛАДОЧНЫХ И ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Радиолюбитель, выполняя работы по конструированию или ремонту электронной техники, должен всегда помнить несложные правила безопасности на рабочем месте.

Знание основных правил позволяет организовать свою работу так, чтобы исключить либо свести к минимуму воздействие неблагоприятных факторов на себя и окружающих.

Работа с электричеством опасна тем, что оно не действует на органы чувств до момента соприкосновения с токоведущими проводниками и контактами. Это затрудняет дистанционное обнаружение опасности.

Прежде всего нужно соблюдать особую осторожность при работе с электричеством, горючими и легковоспламеняющимися жидкостями, кислотами и щелочами, иными токсичными веществами. Эти правила, по сути, знает любой школьник и конечно же специалист радиодела. Но, поскольку время от времени происходят трагедии из-за пренебрежения ими, считаю нелишним напомнить основные требования техники безопасности.

Электрическое напряжение свыше 40 В опасно для жизни. Степень поражения зависит от пути прохождения электрического тока через тело человека и от силы тока, особенно той его части, которая проходит через сердце. Наиболее опасны пути тока «рука – нога» и «рука – рука». Поэтому при настройке радиоаппаратуры и поиске неисправностей старайтесь работать одной рукой во избежание прикосновения к токоведущим частям обеими руками. Особую осторожность необходимо соблюдать, когда устройство питается от осветительной сети 220 В по бестрансформаторной схеме, с помощью импульсного преобразователя или через автотрансформатор. В этом случае выход даже низковольтного источника вторичного питания может оказаться под напряжением сети относительно «земли». Важно изолировать себя от «земли», чтобы исключить поражение электрическим током при случайном прикосновении к элементам устройства или его общей шине (общему проводу).

Монтажные работы следует производить вдали от заземляющих конструкций (водопроводных труб, радиаторов отопления) или принять необходимые меры, чтобы исключить случайное прикосновение к ним.

Заменять вышедшие из строя или «подозрительные» детали следует только после отключения устройства от сети.

Нельзя проверять исправность предохранителей в устройстве, включенном в сеть, путем их замыкания.

Следует помнить, что переутомление, опьянение, повышенная потливость, сердечные и нервные заболевания при прочих равных условиях создают повышенную опасность тяжелого поражения электрическим током. Поэтому занимайтесь любимым делом, отдохнув, с воодушевлением (на то оно и любимое), в хорошем настроении.

И все у вас получится.

# ПРЕДИСЛОВИЕ. БУДУЩЕЕ – ЗА ИМПУЛЬСНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ПИТАНИЯ

Источник питания – это промежуточная схема, которая подает питание с требуемыми параметрами от основного источника электроэнергии на нагрузку, требования которой не соответствуют характеристикам основного источника. Таким образом, источник питания (ИП) согласует нагрузку с основным источником электроэнергии.

Например, первичный ИП может быть однофазной сетью с переменным напряжением 220 В, частотой 50 Гц, как в России (или, к примеру, в Великобритании). Нагрузка может быть логической схемой в персональном компьютере (ПК), которая требует для питания стабилизированного питания 5 В постоянного тока. Между этими двумя устройствами необходим преобразователь.

Источник питания иногда называют преобразователем, а процесс – преобразованием электроэнергии. Иногда его называют также стабилизатором, а процесс – стабилизацией питания. Типичная область применения источников питания – преобразование исходного питания в управляемое, или стабилизированное по напряжению и (или) по току, питание для работы электронной аппаратуры.

Источники питания относятся к силовой электронике – приборам, где электронные схемы используются для управления и преобразования электроэнергии.

Особое значение в части ИП занимают импульсные (ИИП). В них питание нагрузки осуществляется через компоненты с малыми потерями (конденсаторы, индуктивности и трансформаторы), в которых используются переключатели с двумя состояниями – «включено» и «выключено». Преимущество ИИП состоит в том, что преобразование может происходить с минимальными потерями, то есть с высокой эффективностью.

Ранее для обозначения импульсных источников питания широко применялся термин «коммутационный» (*switchmode*). Так было до тех пор, пока компания Motorola, Inc., выпустившая на рынок импульсные источники питания под торговой маркой SWITCHMODE™, не стала защищать свою торговую марку. Тогда пришлось искать другие термины и определения, чтобы избежать нарушения авторских прав.

Так начали использовать термины *switching-mode* и *switching*, последний из которых приобрел большую популярность. Термин

*switching regulator* означает «импульсный стабилизатор». Импульсный стабилизатор – коммутационная схема, работающая в замкнутом контуре и регулирующая выходные параметры ИП.

Тема разработки мощных импульсных источников питания до сих пор является актуальной. В настоящей книге авторы предлагают свои рекомендации и делятся практическим опытом с читателями.

Полезные сведения, предложенные в книге, помогут выбрать необходимый материал, изучить и применить его в домашних условиях, с минимумом приборов настройки, затратив на повторение конструкции всего несколько часов своего бесценного времени.

Желаем вам удачи!

Авторы