

УДК 621.38
ББК 32.85
П44

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Мультисервисных сетей и информационной безопасности» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики *В. Г. Карташевский*, кандидат техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Сетей связи и систем коммуникации» ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва» *В. В. Никулин*.

Подгорный В. В., Семенов Е. С.

П44 Источники вторичного электропитания. Практикум. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия–Телеком, 2013. – 150 с., ил.

ISBN 978-5-9912-0308-1.

Систематически изложен лабораторный курс «Источники вторичного электропитания», который охватывает основные типы линейных и импульсных однотактных источников питания. Приведено описание девяти лабораторных работ. Для каждой работы даны: теоретическое введение с изложением физического принципа работы изучаемой схемы; краткий вывод и строгое обоснование основных рабочих формул с указанием границ их применимости; описание экспериментальной установки; программа работы и методические рекомендации по обработке результатов; список контрольных вопросов и рекомендованной для самостоятельного изучения литературы. Каждая работа сопровождается подробным теоретическим материалом в форме конспективного изложения основных разделов лекций, поэтому данное пособие может быть полезно студентам при подготовке к экзамену по теоретическому курсу.

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 210400 – «Телекоммуникации»; 210700 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», и может также служить справочным пособием при изучении курсов специализаций, а также при выполнении курсовых и дипломных работ.

ББК 32.85

Адрес издательства в Интернет www.techbook.ru

Учебное издание

Подгорный Владимир Викторович, Семенов Евгений Сергеевич

Источники вторичного электропитания

Учебное пособие для вузов

Подписано к печати 15.07.2013. Формат 60×88 1/16. Усл. печ. л. 9,5. Изд. № 130308. Тираж 500 экз. (1-й завод 100 экз.)

ISBN 978-5-9912-0308-1

© В. В. Подгорный, Е. С. Семенов, 2013

© Издательство «Горячая линия–Телеком», 2013

Оглавление

Введение. Общие сведения об источниках вторичного электропитания	3
1. Базовые элементы и схемы источников вторичного электропитания	7
1.1. Преобразование параметров мощности первичной электрической сети: трансформатор	7
1.2. Мостовой выпрямитель с емкостным фильтром	9
1.3. Параметрический стабилизатор на полупроводниковом стабилизаторе	11
1.4. Конденсатор как накопитель энергии и его эффективность	14
1.5. Индуктивная катушка: эффективность накопления энергии	16
2. Ферромагнитные материалы и изделия в источниках питания	19
2.1. Описание намагничивания вещества	20
2.2. Магнитное поле в веществе и вектор H	21
2.3. Основные характеристики ферромагнетиков	23
2.3.1. Кривая намагничивания	23
2.3.2. Магнитная проницаемость	25
2.3.3. Магнитный гистерезис	26
2.3.4. Потери энергии при перемагничивании ферромагнетика	27
2.4. Работа индуктивных элементов с ферромагнитным сердечником в условиях однополярных токов	30
2.5. Магнитные материалы для импульсных источников питания	34
2.5.1. Ферриты	34
2.5.2. Магнитодиэлектрики	35
2.6. Измерение параметров динамических петель гистерезиса с помощью осциллографа (лабораторная работа № 1) ...	36
2.6.1. Метод	36
2.6.2. Программа измерений	41
2.6.3. Обработка результатов	44
2.6.4. Контрольные вопросы и задания	45

3. Линейные стабилизаторы напряжения и тока	46
3.1. Общие сведения	46
3.2. Параметрический стабилизатор напряжения с усилителем тока (лабораторная работа № 2)	48
3.2.1. Лабораторная установка	51
3.2.2. Программа работы	52
3.2.3. Обработка полученных результатов	53
3.2.4. Контрольные вопросы и задания	53
3.3. Компенсационный стабилизатор с параллельным регулятором	54
3.3.1. Компенсационный стабилизатор напряжения с параллельным регулятором (лабораторная работа № 3)	54
3.3.2. Расчет параметров электрической схемы	57
3.3.3. Программа работы	60
3.3.4. Обработка результатов измерений	62
3.3.5. Контрольные вопросы и задания	63
3.3.6. Компенсационный стабилизатор тока с параллельным регулятором (лабораторная работа № 4)	64
3.3.7. Расчет параметров электрической схемы стабилизатора тока	66
3.3.8. Эффективность стабилизатора тока	68
3.3.9. Программа работы	70
3.3.10. Обработка результатов измерений	72
3.3.11. Контрольные вопросы и задания	73
3.4. Компенсационный стабилизатор напряжения с последовательным регулятором (лабораторная работа № 5)	73
3.4.1. Принцип работы и описание схемы	73
3.4.2. Коэффициент стабилизации напряжения	76
3.4.3. Энергетическая эффективность схемы стабилизатора напряжения	77
3.4.4. Предельные характеристики стабилизатора напряжения	78
3.4.5. Нахождение предельной ВАХ стабилизатора напряжения	79
3.4.6. Описание лабораторной установки	80
3.4.7. Программа работы	81
3.4.8. Обработка полученных результатов	83
3.4.9. Контрольные вопросы и задания	83
4. Однотактные импульсные источники питания	85
4.1. Чопперная схема и её расчет (лабораторная работа № 6)	88
4.1.1. Сглаживание пульсаций тока нагрузки	92
4.1.2. Экспериментальная установка	94

4.1.3. Программа измерений	94
4.1.4. Обработка полученных результатов	96
4.1.5. Контрольные вопросы и задания	96
4.2. Бустерная схема и её расчет (лабораторная работа № 7) ..	97
4.2.1. Экспериментальная установка	105
4.2.2. Программа работы	105
4.2.3. Обработка полученных результатов	107
4.2.4. Контрольные вопросы и задания	107
4.3. Обратноходовой (Flyback) преобразователь и его расчет (лабораторная работа № 8)	108
4.3.1. Экспериментальная установка	113
4.3.2. Программа работы	114
4.3.3. Обработка полученных результатов	115
4.3.4. Контрольные вопросы и задания	116
5. Генераторы мощных импульсов тока и напряжения ..	117
5.1. Генератор импульсного тока	119
5.2. Генератор импульсного напряжения	121
5.2.1. Исследование модели ГИН (лабораторная работа № 9)	121
5.2.2. Моделирование разряда индуктивного накопителя ...	121
5.2.2.1. Алгоритм определения неизвестных параметров R и C	122
5.2.2.2. Передача энергии ИНЭ в активную нагрузку	124
5.2.2.3. Максимальная мощность, передаваемая в нагрузку	127
5.2.2.4. Эффективность передачи энергии в активную на- грузку	129
5.2.3. Экспериментальная установка	130
5.2.4. Вольт-амперная характеристика ключа	132
5.2.5. Измерение параметров импульсов с помощью осцилло- графа	133
5.2.6. Емкостной делитель напряжения	134
5.2.7. Исследование экспериментальной модели ГИН	135
5.2.7.1. Программа измерений	135
5.2.7.2. Обработка результатов	137
5.2.7.3. Контрольные вопросы и задания	138
Приложение. Реализация основных одноконтурных схем DC-DC преобразователей	139
Литература	146