

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Розанов Ю. К. Основы силовой электроники.

УДК 621.382.001.5

Рецензент доктор техн. наук Ф. И. Ковалев

Розанов Ю. К.

Р64 Основы силовой электроники.— М.: Энергоатомиздат, 1992.— 296 с.: ил.

ISBN 5-283-00681-6

Излагаются принципы преобразования электрической энергии: выпрямления, инвертирования, преобразования частоты и др. Описаны основные схемы преобразовательных устройств, способы управления ими и регулирования основных параметров, показаны области рационального использования различных типов преобразователей. Рассмотрены особенности конструирования и эксплуатации.

Для инженеров и техников по разработке и эксплуатации электрических систем, содержащих преобразовательные устройства, а также занятых испытанием и обслуживанием преобразовательной техники.

Содержание книги Основы силовой электроники

Предисловие

Введение

Глава первая. **Основные элементы силовой электроники**

1.1. Силовые полупроводниковые приборы

1.1.1. Силовые диоды

1.1.2. Силовые транзисторы

1.1.3. Тиристоры

1.1.4. Применение силовых полупроводниковых приборов

1.2. Трансформаторы и реакторы

1.3. Конденсаторы

Глава вторая. **Выпрямители**

2.1. Общие сведения

2.2. Основные схемы выпрямления

2.2.1. Однофазная двухполупериодная схема со средней точкой

2.2.2. Однофазная мостовая схема

2.2.3. Трехфазная схема со средней точкой

2.2.4. Трехфазная мостовая схема

2.2.5. Многомостовые схемы

2.2.6. Гармонический состав выпрямленного напряжения и первичных токов в схемах выпрямления

2.3. Коммутация и режимы работы выпрямителей

2.3.1. Коммутация токов в схемах выпрямления

2.3.2. Внешние характеристики выпрямителей

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- 2.4. Энергетические характеристики выпрямителей и способы их улучшения
- 2.4.1. Коэффициент мощности и КПД выпрямителей
- 2.4.2. Улучшение коэффициента мощности управляемых выпрямителей
- 2.5. Особенности работы выпрямителей на емкостную нагрузку и противо-ЭДС
- 2.6. Сглаживающие фильтры
- 2.7. Работа выпрямителя от источника соизмеримой мощности

Глава третья. **Инверторы и преобразователи частоты**

- 3.1. Инверторы, ведомые сетью
 - 3.1.1. Однофазный инвертор со средней точкой
 - 3.1.2. Трехфазный мостовой инвертор
 - 3.1.3. Баланс мощностей в инверторе, ведомом сетью
 - 3.1.4. Основные характеристики и режимы работы инверторов, ведомых сетью
- 3.2. Автономные инверторы
 - 3.2.1. Инверторы тока
 - 3.2.2. Инверторы напряжения
 - 3.2.3. Инверторы напряжения на тиристорах
 - 3.2.4. Резонансные инверторы
- 3.3. Преобразователи частоты
 - 3.3.1. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока
 - 3.3.2. Преобразователи частоты с непосредственной связью
- 3.4. Регулирование выходного напряжения автономных инверторов
 - 3.4.1. Общие принципы регулирования
 - 3.4.2. Регулирующие устройства инверторов тока
 - 3.4.3. Регулирование выходного напряжения посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ)
 - 3.4.4. Геометрическое сложение напряжений
- 3.5. Способы улучшения формы выходного напряжения инверторов и преобразователей частоты
 - 3.5.1. Влияние несинусоидальности напряжения на потребителей электроэнергии
 - 3.5.2. Выходные фильтры инверторов
 - 3.5.3. Уменьшение высших гармоник в выходном напряжении без применения фильтров

Глава четвертая. **Регуляторы-стабилизаторы и статические контакторы**

- 4.1. Регуляторы-стабилизаторы переменного напряжения
- 4.2. Регуляторы-стабилизаторы постоянного тока
 - 4.2.1. Параметрические стабилизаторы
 - 4.2.2. Стабилизаторы непрерывного действия
 - 4.2.3. Импульсные регуляторы
 - 4.2.4. Развитие структур импульсных регуляторов
 - 4.2.5. Тиристорно-конденсаторные регуляторы постоянного тока с дозированной передачей энергии в нагрузку
 - 4.2.6. Комбинированные преобразователи-регуляторы
- 4.3. Статические контакторы
 - 4.3.1. Тиристорные контакторы переменного тока
 - 4.3.2. Тиристорные контакторы постоянного тока

Глава пятая. **Системы управления преобразовательными устройствами**

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- 5.1. Общие сведения
- 5.2. Структурные схемы систем управления преобразовательных устройств
 - 5.2.1. Системы управления выпрямителей и зависимых инверторов
 - 5.2.2. Системы управления преобразователей частоты с непосредственной связью
 - 5.2.3. Системы управления автономных инверторов
 - 5.2.4. Системы управления регуляторов-стабилизаторов
- 5.3. Микропроцессорные системы в преобразовательной технике
 - 5.3.1. Типовые обобщенные структуры микропроцессора
 - 5.3.2. Примеры использования микропроцессорных систем управления

Глава шестая. Применение силовых электронных устройств

- 6.1. Области рационального применения
- 6.2. Общие технические требования
- 6.3. Защита в аварийных режимах
- 6.4. Эксплуатационный контроль и диагностика технического состояния
- 6.5. Обеспечение параллельной работы преобразователей
- 6.6. Электромагнитные помехи

Список литературы

Список литературы

1. ГОСТ 20859.1—89 (СТ СЭВ 1135—88). Приборы полупроводниковые силовые единой унифицированной серии. Общие технические условия. 2. Чебовский О. Г., Моисеев Л. Г., Недошивин Р. П. Силовые полупроводниковые приборы: Справочник. —2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 3 Irvais B. Discrete power semiconductors //EDN. 1984. Vol. 29, N 18. P. 106—127.
4. Nakagawa A.e.a. 1800V bipolar—mode MOSFET (IGBT) /A. Nakagawa, K. Imamura, K. Furukawa //Toshiba Review. 1987. N 161. P. 34—37.
- 5 Chen D. Semiconductors: fast, tough and compact // IEEE Spectrum. 1987. Vol. 24, N 9. P. 30—35.
6. Силовые полупроводниковые модули за рубежом / В. Б. Зильберштейн, С. В. Машин, В. А. Потапчук и др. // Электротехническая промышленность. Сер. 05. Силовая преобразовательная техника. 1988. Вып. 18. С. 1—44.
7. Rischmiiller K. Smatrics intelligente Ihtstungshalbeitereine neue Halblieter-generation // Elektronikpraxis. 1987. N6. S. 118—122.
8. Русин Ю. С, Горский А. Н., Розанов Ю. К. Исследование зависимости объемов электромагнитных элементов от частоты // Электротехническая промышленность. Преобразовательная техника. 1983. № 10. С. 3—6.
9. Электрические конденсаторы и конденсаторные установки: Справочник / В. П. Берзан, Б. Ю. Геликман, М. Н. Гураевский и др. Под ред. Г. С. Кучинского. М.: Энергоатомиздат, 1987.
10. Полупроводниковые выпрямители / Под ред. Ф.И.Ковалева и Г. П. Мостковой. М.: Энергия, 1978.
11. Circuit configuration of the GTO converter for superconducting magnetic energy storage / Toshifumi JSE, James J. Skiles, Kohert L., K. V. Stom, J. Wang//IEEE 19th Power Electronics Specialists Conference (PESC'88), Kyoto, Japan, April 11 — 14, 1988. P. 108—115.
12. Розанов Ю. К. Основы силовой преобразовательной техники. М.: Энергия, 1979.
13. Чиженко И. М., Руденко В. С, Сеийко В. И. Основы преобразовательной техники. М.: Высшая школа, 1974.
14. Иванов В. А. Динамика автономных инверторов с прямой коммутацией. М.: Энергия,

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1979.

15. Ковалев Ф. И., Мустафа Г. М., Барегемян Г. В. Управление по вычисляемому прогнозу импульсным преобразователем с синусоидальным выходным напряжением // Электротехническая промышленность. Преобразовательная техника. 1981. №6(34). С. 10—14.
16. Middelbrook R. D. Isolation and multiple output extensions of a new optimum topology switching DC — tV — DC converter//IEEE Power Electronics Specialists Conference (PESC'78), 1978. P. 256—264.
17. Булатов О. Г., Царенко А. И. Тиристорно-конденсаторные преобразователи. М. Энергоиздат, 1982.
18. Розинов Ю. К. Полупроводниковые преобразователи со звеном повышенной частоты. М.: Энергоатомиздат, 1987.
19. Калабеков А. А. Микропроцессоры и их применение в системах передачи и обработки сигналов. М.: Радио и связь, 1988.
20. Строганов Р. П. Управляющие машины и их применение. М.: Высшая школа, 1986.
21. Обухов С.Т., Рамизевич Т. В. Применение микро-ЭВМ для управления вентильными преобразователями // Электротехническая промышленность. Преобразовательная техника. 1983. Вып. 3(151). С. 9.
22. Управление вентильными преобразователями на базе микропроцессоров / Ю. М. Быков, И. Т. Пар, Л. Я. Раскин, Л. П. Деткин// Электротехническая промышленность. Преобразовательная техника. 1985. Вып. 10. С. 117.
23. Matsui N., Takeshk* T., Vura M. One—Chip Micro — Computer — Based controller for the MC Hurray Junerter // IEEE Transactions on industrial electronics, 1984. Vol. JE—31, N 3. P. 249—254.
24. Булатов О. Г., Иванов В. С, Панфилов Д. И. Полупроводниковые зарядные устройства емкостных накопителей энергии. М.: Радио и связь, 1986.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Силовая электроника является постоянно развивающейся и перспективной областью электротехники. Достижения современной силовой электроники оказывают большое влияние на темпы технического прогресса во всех развитых индустриальных обществах. В этой связи возникает необходимость для широкого круга научно-технических работников в более ясном понимании основ современной силовой электроники.

Силовая электроника имеет в настоящее время достаточноглубоко разработанные теоретические основы, однако автор не ставил перед собой задачи даже частичного их изложения, поскольку этим вопросам посвящены многочисленные монографии и учебники. Содержание настоящей книги и методика его изложения рассчитаны в первую очередь на инженерно-технических работников, не являющихся специалистами в области силовой электроники, но связанных с применением и эксплуатацией электронных устройств и аппаратов и желающих получить представление об основных принципах работы электронных устройств, их схемотехнике и общих положениях по разработке и эксплуатации. Кроме того, большинство разделов книги может быть также использовано учащимися различных технических учебных заведений при изучении дисциплины, в программу которых входят вопросы силовой электроники.

ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Автор благодарен всем товарищам, оказавшим помощь при подготовке рукописи к печати, а также доктору техн. наук Ф. И. Ковалеву за ценные замечания, сделанные им при рецензировании рукописи.

Автор с благодарностью примет все замечания, которые просит направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10, Энергоатомиздат.

Автор

[Скачать книгу](#) Розанов Ю. К. Основы силовой электроники. Москва, Энергоатомиздат, 1992