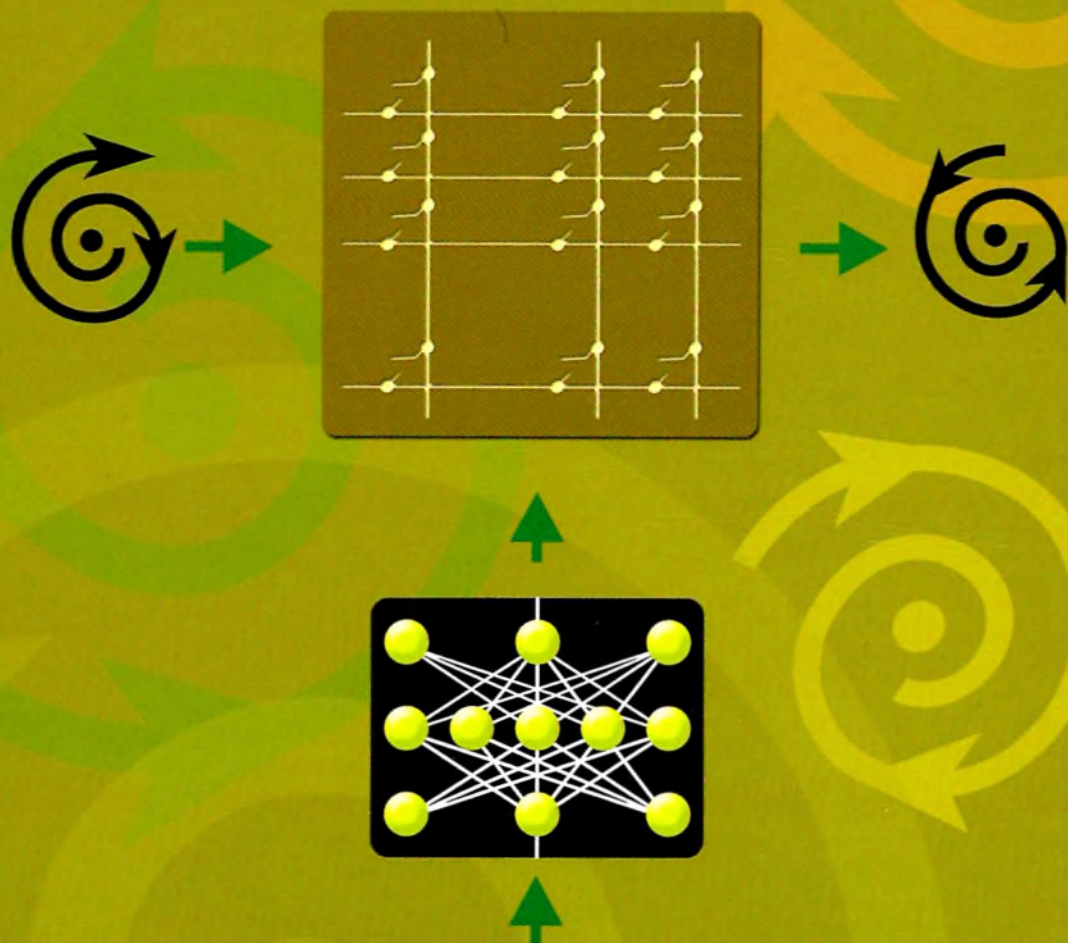


Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк

СИПОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА



ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Введение	8
<i>Литература к введению</i>	14
Глава первая. СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КЛЮЧИ	15
1.1. Определения и классификация	15
1.2. Основные виды силовых электронных приборов	29
1.2.1. Диоды и транзисторы	29
1.2.2. Тиристоры	39
1.2.3. Типовые схемы модулей электронных ключей	44
1.2.4. Сравнение и области применения силовых электронных ключей	49
1.2.5. Тенденции развития силовых полупроводниковых приборов	51
<i>Контрольные вопросы к гл. 1</i>	53
<i>Литература к гл. 1</i>	53
Глава вторая. ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ	55
2.1. Основные принципы управления	55
2.1.1. Общие сведения	55
2.1.2. Фазовое управление	56
2.1.3. Импульсное управление	62
2.2. Система управления, ее типовые функциональные узлы	71
2.2.1. Общие сведения о системе управления	71
2.2.2. Формирователи импульсов управления	73
2.2.3. Датчики тока и напряжения	77
2.3. Основная элементная база систем управления	80
2.3.1. Интегральные микросхемы	80
2.3.2. Общие сведения о микропроцессорных устройствах	81
<i>Контрольные вопросы к гл. 2</i>	85
<i>Литература к гл. 2</i>	85
Глава третья. ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ОХЛАДИТЕЛИ СИЛОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ	87
3.1. Электромагнитные компоненты	87
3.1.1. Общие сведения о ферромагнитных материалах	87
3.1.2. Влияние повышенной частоты и несинусоидальности напряжения на работу трансформаторно-реакторного оборудования	92
3.2. Конденсаторы	99
3.2.1. Общие сведения	99
3.2.2. Влияние формы и частоты напряжения на работу конденсаторов	102
3.3. Теплоотвод в силовых электронных приборах	106
3.3.1. Тепловые режимы работы силовых электронных ключей	106
3.3.2. Охлаждение силовых электронных ключей	109
<i>Контрольные вопросы к гл. 3</i>	113
<i>Литература к гл. 3</i>	114
Глава четвертая. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ	115
4.1. Основные методы анализа	115
4.1.1. Общие сведения	115
4.1.2. Анализ СЭУ методом «припасовывания» по интервалам постоянства структур	116
4.1.3. Методы анализа на основе дискретных преобразований	119
4.1.4. Метод переключающих функций	122
4.1.5. Метод основной составляющей	125
4.2. Аналитическое описание СЭУ. Повышение качества управления импульсными СЭУ	126
4.2.1. Модель СЭУ на основе осреднения переменных состояния	126
4.2.2. Метод управления импульсным преобразователем в «скользящем» режиме	132

4.3. Применение нечеткой логики и нейросетей для управления СЭУ	139
4.3.1. Нечеткая логика в управлении СЭУ	139
4.3.2. Нейронные сети в системах управления	148
4.4. Компьютерное моделирование СЭУ	152
Контрольные вопросы к гл. 4	159
Литература к гл. 4	160
Глава пятая. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С СЕТЕВОЙ КОММУТАЦИЕЙ	162
5.1. Общие сведения	162
5.2. Выпрямители	169
5.2.1. Принципы выпрямления	169
5.2.2. Основные схемы выпрямления	172
5.2.3. Характеристики выпрямителей	194
5.3. Инверторы, ведомые сетью	212
5.3.1. Принцип действия инвертора, ведомого сетью	212
5.3.2. Работа основных схем в инверторном режиме	218
5.3.3. Мощность инвертора, ведомого сетью	224
5.3.4. Основные характеристики инверторов, ведомых сетью	226
5.4. Прямые преобразователи частоты с естественной коммутацией тиристоров	228
5.4.1. Принцип прямого преобразования частоты тиристорными преобразователями ..	228
5.4.2. Уменьшение искажений выходного напряжения преобразователя частоты	232
5.5. Тиристорные регуляторы напряжения переменного тока с естественной коммутацией	235
5.5.1. Общие сведения	235
5.5.2. Основные характеристики регуляторов	238
Контрольные вопросы к гл. 5	245
Литература к гл. 5	245
Глава шестая. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА В ПОСТОЯННЫЙ	247
6.1. Общие сведения	247
6.2. Базовые схемы регуляторов постоянного тока	249
6.2.1. Регуляторы-стабилизаторы непрерывного действия	249
6.2.2. Типовые структурные схемы управления импульсными регуляторами	253
6.2.3. Импульсный регулятор с последовательным ключом	257
6.2.4. Импульсный регулятор с параллельным ключом	265
6.2.5. Импульсный регулятор с параллельным индуктивным накопителем	269
6.3. Модификации базовых схем	271
6.3.1. Импульсные регуляторы постоянного тока с изменяемыми полярностью напряжения и направлением тока	271
6.3.2. Преобразователи с гальванической развязкой входных и выходных цепей	274
6.4. Варианты базовых схем	279
6.4.1. Однотактные структурные схемы импульсных регуляторов	279
6.4.2. Преобразователи постоянного тока в постоянный с бестрансформаторным многократным повышением напряжения	282
6.5. Структурные и схемотехнические разновидности регуляторов постоянного тока	287
6.5.1. Комбинированные регуляторы	287
6.5.2. Магнитно-полупроводниковые регуляторы	288
6.5.3. Тиристорно-конденсаторные регуляторы с дозированной передачей энергии в нагрузку	292
Контрольные вопросы к гл. 6	295
Литература к гл. 6	295
Глава седьмая. ИНВЕРТОРЫ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ И РЕГУЛЯТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ПОЛНОСТЬЮ УПРАВЛЯЕМЫХ КЛЮЧАХ	297
7.1. Общие сведения	297
7.2. Инверторы напряжения	300
7.2.1. Однофазные инверторы напряжения	300
7.2.2. Трехфазные инверторы напряжения	308
7.2.3. Управление выходным напряжением и его фильтрация	315

7.3. Инверторы тока	320
7.3.1. Однофазный инвертор тока на полностью управляемых ключах	320
7.3.2. Автономный инвертор тока на обычных тиристорах	324
7.3.3. Трехфазный инвертор тока	329
7.3.4. Управление выходным напряжением и его фильтрация в инверторе тока	331
7.4. Матричные преобразователи частоты	333
7.5. Регуляторы напряжения переменного тока	337
Контрольные вопросы к гл. 7	341
Литература к гл. 7	341
Глава восьмая. ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	343
8.1. Основные принципы организации широтно-импульсной модуляции	343
8.2. Традиционные методы широтно-импульсной модуляции в автономных инверторах	348
8.2.1. Инверторы напряжения	348
8.2.2. Инверторы тока	358
8.2.3. Модуляция пространственного вектора	362
8.3. Управление качеством электроэнергии на основе преобразователей постоянного/переменного тока с широтно-импульсной модуляцией	368
8.3.1. Функциональные возможности преобразователей с широтно-импульсной модуляцией	368
8.3.2. Режимы работы преобразователей переменного/постоянного тока с ШИМ	369
8.3.3. Активные силовые фильтры	378
8.3.4. Гибридные фильтры	387
8.3.5. Симметрирование токов нагрузки в трехфазной системе	393
8.4. Типовые структурные схемы систем управления преобразователей переменного/постоянного тока с широтно-импульсной модуляцией	394
Контрольные вопросы к гл. 8	403
Литература к гл. 8	404
Глава девятая. РЕЗОНАНСНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	405
9.1. Общие сведения	405
9.2. Преобразователи с резонансным контуром и нагрузкой	406
9.2.1. Преобразователи с последовательным соединением элементов резонансного контура и нагрузки	406
9.2.2. Преобразователи с параллельным соединением нагрузки с контуром или его элементами	415
9.2.3. Инверторы с параллельно-последовательным резонансным контуром	418
9.2.4. Преобразователь класса E	419
9.3. Преобразователи с квазирезонансной коммутацией ключей	424
9.3.1. Основные типы схем ключей с квазирезонансной коммутацией	424
9.3.2. Принцип действия квазирезонансных преобразователей постоянного тока в постоянный	427
9.3.3. Преобразователи с КНН и ограничением максимального значения напряжения на ключах на уровне входного напряжения	433
9.3.4. Инверторы с КНН, создаваемой колебательным звеном на входе	436
Контрольные вопросы к гл. 9	439
Литература к гл. 9	440
Глава десятая. МОДУЛЬНЫЕ, МНОГОУРОВНЕВЫЕ И ЯЧЕЙКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	441
10.1. Общие сведения	441
10.2. Параллельное соединение выпрямителей и преобразователей постоянного тока в постоянный	442
10.3. Параллельное соединение автономных инверторов	446
10.4. Умножители и делители выпрямленного напряжения на основе конденсаторно-диодных ячеек	451

ОГЛАВЛЕНИЕ

10.5. Многоуровневые преобразователи	453
<i>Контрольные вопросы к гл. 10</i>	457
<i>Литература к гл. 10</i>	458
Глава одиннадцатая. ПРИМЕНЕНИЕ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ	459
11.1. Повышение эффективности электроснабжения	459
11.1.1. Управление передачей электроэнергии.	459
11.1.2. Источники бесперебойного питания	465
11.1.3. Обеспечение взаимодействия возобновляемых источников и накопителей электроэнергии с сетью.	470
11.2. Электропривод	474
11.2.1. Управление машиной постоянного тока	474
11.2.2. Управление асинхронным двигателем	476
11.2.3. Управление синхронной машиной	479
11.3. Применение силовой электроники в различных областях техники	484
11.3.1. Светотехника.	484
11.3.2. Электротехнологии.	485
11.3.3. Электротехнические системы транспорта	489
11.3.4. Общие технические требования	495
<i>Литература к гл. 11</i>	503
Приложение	504