

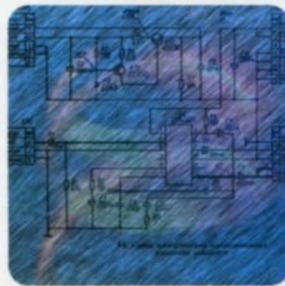
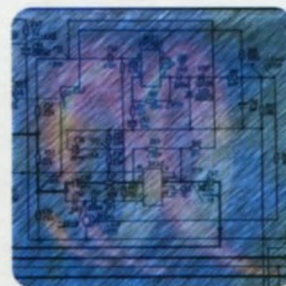
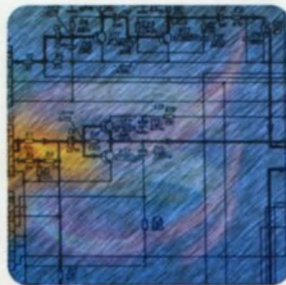
621.3
Н74

Министерство образования
и науки РФ рекомендует

Учебник

Электротехника и электроника

О. П. Новожилов



О. П. Новожилов

Электротехника и электроника

УЧЕБНИК ДЛЯ БАКАЛАВРОВ

*Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям подготовки 230100 (654600)
«Информатика и вычислительная техника»*

МОСКВА • ЮРАЙТ • 2012

УДК 621.3(075.8)+621.38(075.8)
ББК 31.2я73+32.85я73
Н74

Автор:

Новожилов Олег Петрович — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры радиоэлектроники Московского государственного института электроники и математики и кафедры информационной безопасности Московского государственного индустриального университета.

Рецензенты:

Немцов М. В. — доктор технических наук, профессор Московского инженерно-физического института (ГУ);

Нефедов В. И. — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой радиоприборов Московского государственного института радиотехники, электроники и автоматики.

Новожилов, О. П.

Н74 Электротехника и электроника: учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. — М.: Издательство Юрайт, 2012. — 653 с. — Серия: Бакалавр.

ISBN 978-5-9916-1450-4

Излагаются базовые вопросы теории линейных и нелинейных цепей, основы полупроводниковой электроники и общие принципы построения различных функциональных узлов аналоговой, импульсной и цифровой электроники. Представленный материал в равной мере отражает обе части дисциплины «Электротехника и электроника» с учетом современных тенденций развития технических средств и широкого использования вычислительной техники при их проектировании и разработке. В учебник включены новые научные результаты, полученные автором и опубликованные в журналах «Электротехника», «Радиотехника и электроника», «Радиотехника» и др. К ним относится материал, касающийся вопросов теории нелинейных цепей (методы идентификации, реактивные многополюсники, принцип обратимости), а также по предложенным автором синтезированным нелинейным реактивным элементам и их применению. Обсуждаются возможности и приведены примеры использования пакетов программ схемотехнического моделирования при изучении дисциплины.

Для студентов, аспирантов и преподавателей высших учебных заведений.

УДК 621.3(075.8)+621.38(075.8)
ББК 31.2я73+32.85я73

ISBN 978-5-9916-1450-4

© Новожилов О. П., 2012
© ООО «Издательство Юрайт», 2012

Содержание

Предисловие.....	5
Аббревиатура	8
РАЗДЕЛ 1. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ.....	11
1. Колебания, элементы, цепи.....	11
1.1. Электрические колебания и их представление.....	11
1.2. Элементный базис теории электрических цепей.....	20
1.3. Электрические цепи и их описание.....	30
2. Цепи постоянного тока.....	40
2.1. Преобразование цепей.....	40
2.2. Основные топологические методы анализа цепей.....	48
2.3. Принципы, методы, теоремы.....	53
3. Цепи при гармоническом воздействии.....	60
3.1. Метод комплексных амплитуд.....	60
3.2. Четырехполюсники.....	68
3.3. Индуктивно связанные цепи.....	78
3.4. Магнитные цепи.....	82
3.5. Трансформаторы.....	85
3.6. Трехфазные цепи.....	88
4. Цепи при воздействии колебаний сложной формы.....	95
4.1. Классический метод анализа линейных цепей.....	95
4.2. Метод переменных состояния.....	102
4.3. Спектральный метод анализа.....	107
4.4. Операторные методы анализа.....	108
4.5. Временные методы анализа.....	114
4.6. Графы и их использование для описания цепей.....	118
РАЗДЕЛ 2. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ЦЕПИ.....	131
5. Полупроводниковые приборы.....	131
5.1. Электропроводность полупроводников.....	131
5.2. Электронно-дырочный переход.....	138
5.3. Полупроводниковые диоды.....	144
5.4. Биполярные транзисторы.....	150

5.5. Полевые транзисторы с управляющим переходом.....	154
5.6. МОП-транзисторы.....	157
5.7. Тиристоры.....	164
6. Нелинейные реактивные элементы.....	170
6.1. Общие сведения.....	170
6.2. Соотношения Мэнли — Роу.....	177
6.3. Принцип обратимости кратного преобразования частоты на НРД.....	179
6.4. Синтезированные нелинейные реактивные элементы.....	183
6.5. Нелинейные реактивные многополюсники и их свойства.....	197
7. Моделирование нелинейных элементов и цепей.....	202
7.1. Общие сведения.....	202
7.2. Способы математического моделирования нелинейных элементов.....	207
7.3. Идентификация нелинейных двухполюсников.....	211
7.4. Идентификация нелинейных четырехполюсников.....	215
7.5. Моделирование транзисторов.....	228
7.6. Универсальные нелинейные модели.....	234
8. Методы исследования нелинейных цепей.....	242
8.1. Общие сведения.....	242
8.2. Численные методы решения алгебраических уравнений.....	247
8.3. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений.....	253
8.4. Методы анализа стационарных режимов.....	265
8.5. Синтез кратных преобразователей частоты по энергетическим критериям.....	269
8.6. Методы теории колебаний.....	274
8.7. Анализ цепей с использованием функциональных рядов.....	280
8.8. Введение в теорию устойчивости.....	286
РАЗДЕЛ 3. АНАЛОГОВЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	295
9. Усилительные устройства.....	295
9.1. Общие сведения об усилителях.....	295
9.2. Базовые усилительные каскады и их свойства.....	301
9.3. Обратные связи.....	307

9.4. Принципы построения усилительных схем.....	321
9.5. Дифференциальные усилительные каскады.....	327
9.6. Выходные усилительные каскады.....	337
9.7. Избирательные усилители.....	349
9.8. Операционные усилители.....	351
10. Автогенераторы и преобразователи спектра.....	358
10.1. Автогенераторы гармонических колебаний.....	358
10.2. Перемножители аналоговых сигналов.....	370
10.3. Модуляторы.....	381
10.4. Детекторы.....	388
10.5. Устройства на СНРЭ.....	402
11. Импульсные устройства.....	406
11.1. Введение в импульсную технику.....	406
11.2. Пассивные линейные цепи при импульсном воздействии.....	414
11.3. Импульсные устройства на полупроводниковых диодах.....	423
11.4. Импульсные устройства на транзисторах.....	428
11.5. Селекторы импульсов.....	438
12. Вторичные источники питания.....	442
12.1. Общие сведения.....	442
12.2. Выпрямители.....	444
12.3. Сглаживающие фильтры.....	455
12.4. Стабилизаторы.....	457
12.5. Конверторы и инверторы.....	462
РАЗДЕЛ 4. ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА.....	465
Введение.....	465
13. Комбинационные устройства.....	469
13.1. Общие сведения о комбинационных устройствах.....	469
13.2. Основные логические операции и их реализация.....	473
13.3. Структурные формулы.....	477
13.4. Минимизация логических функций.....	479
13.5. Логические и элементные базисы.....	488
13.6. Интегральные логические элементы.....	490
13.7. Структурный синтез комбинационных устройств.....	496
13.8. Дешифраторы.....	497
13.9. Шифраторы.....	501
13.10. Демультимплексоры.....	504

13.11. Мультиплексоры.....	507
13.12. Сумматоры.....	510
13.13. Арифметическо-логические устройства.....	520
14. Последовательностные устройства.....	528
14.1. Триггеры.....	528
14.2. Регистры.....	544
14.3. Счетчики.....	550
РАЗДЕЛ 5. ВВЕДЕНИЕ В АВТОМАТИЗАЦИЮ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	561
15. Автоматизация проектирования электронных устройств.....	561
15.1. Общие сведения.....	561
15.2. Графический редактор Schematics.....	563
15.3. Программа PSpice.....	569
15.4. Графический постпроцессор Probe.....	573
15.5. Другие программы схемотехнического моделирования.....	578
15.6. Редактор печатных плат PCBboards.....	580
15.7. Программа SPECCTRA.....	584
15.8. Другие программы подсистемы разработки печатных плат.....	593
15.9. Взаимодействие программ подсистем моделирования и разработки печатных плат.....	594
15.10. Подсистема синтеза PLSyn.....	597
16. Схемотехническое моделирование.....	601
16.1. Введение в автоматизацию схемотехнического моделирования.....	601
16.2. Модели, методы и алгоритмы.....	610
16.3. Использование программ схемотехнического моделирования в учебном процессе.....	621
Библиографический список.....	632
Предметный указатель.....	636
Об авторе.....	649