

УДК 621.373(075)

ББК 32.88

О75

Рецензенты: заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, доктор техн. наук, профессор *В. В. Губарев*; заслуженный деятель науки РФ, доктор техн. наук, профессор *В. Ф. Дмитриков*

Авторы: В. П. Бакалов, П. П. Воробиенко, Б. И. Крук, Е. А. Субботин

О75 Основы синтеза цепей: Учебное пособие для вузов / В. П. Бакалов, П. П. Воробиенко, Б. И. Крук и др.; Под редакцией В. П. Бакалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 358 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0498-9.

В пособии, предназначенном для самостоятельного изучения основных разделов теории электрических цепей, изложены основы синтеза двухполюсных и четырехполюсных линейных и нелинейных электрических цепей, аналоговых фильтров, амплитудных, фазовых и гармонических корректоров, дискретных и цифровых фильтров и оптимизация электрических цепей. Изложенная теория проиллюстрирована многочисленными примерами, позволяющими лучше усвоить теоретический материал при самостоятельном изучении этой дисциплины. В конце каждой главы приведены основные результаты и выводы, вопросы для самоконтроля и задачи для самостоятельного решения, ответы на которые представлены в конце книги. Пособие может быть использовано как при традиционных, так и дистанционных технологиях обучения.

Для студентов вузов и колледжей, обучающихся по специальностям связи и информатики.

ББК 32.88

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

ISBN 978-5-9912-0498-9

© В. П. Бакалов, П. П. Воробиенко,
Б. И. Крук, Е. А. Субботин, 2015

© Издательство «Горячая линия – Телеком», 2015

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Общие характеристики двухполюсных цепей	4
1.1. Двухполюсники. Классификация двухполюсников	4
1.2. Параметры и функции двухполюсных цепей	5
1.3. Реактивные двухполюсники и их свойства	8
1.4. Основные результаты и выводы	12
1.5. Вопросы и задания для самоконтроля	13
1.6. Задачи для самостоятельного решения	13
Глава 2. Общие характеристики четырехполюсных цепей	16
2.1. Четырехполюсники и их классификация	16
2.2. Уравнения передачи четырехполюсников	18
2.3. Типовые схемы четырехполюсников	28
2.4. Характеристические параметры четырехполюсников	34
2.5. Внешние характеристики четырехполюсников	42
2.6. Основные результаты и выводы	48
2.7. Вопросы и задания для самоконтроля	49
2.8. Задачи для самостоятельного решения	50
Глава 3. Постановка задачи синтеза электрических цепей	52
3.1. Основные задачи и этапы синтеза	52
3.2. Условия физической реализуемости	53
3.3. Нормирование переменных и параметров элементов	58
3.4. Чувствительной характеристик электрической цепи	59
3.5. Методы аппроксимации в задачах синтеза	63
3.6. Основные результаты и выводы	68
3.7. Вопросы и задания для самоконтроля	68
3.8. Задачи для самостоятельного решения	69
Глава 4. Синтез двухполюсных цепей	71
4.1. Реализация реактивных двухполюсников по методу Фостера	71
4.2. Реализация реактивных двухполюсников по методу Кауэра.....	75
4.3. Реализация RC , RL -двухполюсников	78
4.4. Реализация RLC -двухполюсников (метод Бруне)	85
4.5. Основные результаты и выводы	89
4.6. Вопросы и задания для самоконтроля	90
4.7. Задачи для самостоятельного решения	90
Глава 5. Синтез четырехполюсных цепей	92
5.1. Нахождение операторной передаточной функции по квадрату модуля комплексной передаточной функции	92
5.2. Синтез мостовых схем с постоянным входным сопротивлением ...	94
5.3. Синтез симметричных Т-перекрытых схем с постоянным характеристическим сопротивлением.....	96
5.4. Синтез реактивных лестничных четырехполюсников, нагруженных резистивными сопротивлениями	98

5.5. Синтез ARC-цепей	100
5.6. Основные результаты и выводы	106
5.7. Вопросы и задания для самоконтроля	106
5.8. Задачи для самостоятельного решения	107
Глава 6. Синтез нелинейных электрических цепей	109
6.1. Нелинейные цепи и их характеристики	109
6.2. Задача аппроксимации в синтезе нелинейных цепей	113
6.3. Реализация резистивных двухполюсников с заданными ВАХ	124
6.4. Реализация нелинейных формирующих цепей	127
6.5. Синтез автогенераторов	131
6.6. Основные результаты и выводы	140
6.7. Вопросы и задания для самоконтроля	141
6.8. Задачи для самостоятельного решения	142
Глава 7. Синтез аналоговых фильтров	144
7.1. Классификация фильтров	144
7.2. Аппроксимация характеристик фильтров нижних частот	147
7.3. Реализация фильтров нижних частот	160
7.4. Переход от фильтров нижних частот к другим типам фильтров	169
7.5. Основные результаты и выводы	178
7.6. Вопросы и задания для самоконтроля	179
7.7. Задачи для самостоятельного решения	179
Глава 8. Синтез корректирующих цепей	181
8.1. Принцип корректирования искажений	181
8.2. Синтез амплитудных корректоров	186
8.3. Синтез фазовых корректоров	202
8.4. Синтез гармонических корректоров	212
8.5. Основные результаты и выводы	219
8.6. Вопросы и задания для самоконтроля	220
8.7. Задачи для самостоятельного решения	221
Глава 9. Синтез дискретных цепей и цифровых фильтров	224
9.1. Дискретные сигналы	224
9.2. Дискретные цепи	233
9.3. Типовые звенья дискретных цепей	251
9.4. Цифровые фильтры	255
9.5. Синтез КИХ фильтров	264
9.5.1. Постановка задачи и этапы синтеза	264
9.5.2. Основные типы фильтров с КИХ	267
9.5.3. Методы аппроксимации характеристик КИХ-фильтров	268
9.5.4. Методы реализации КИХ-фильтров	281
9.6. Синтез БИХ-фильтров	284
9.6.1. Задача аппроксимации БИХ-фильтров	284
9.6.2. Задача реализации БИХ-фильтров	296
9.7. Основные результаты и выводы	298
9.8. Вопросы и задания для самоконтроля	299
9.9. Задачи для самостоятельного решения	300

Глава 10. Оптимизация электрических цепей	303
10.1. Постановка задачи оптимизации	303
10.2. Критерии оптимальности	306
10.3. Методы оптимизации	308
10.4. Оптимизация электрических цепей по сложности	326
10.5. Основные результаты и выводы	330
10.6. Вопросы и задания для самоконтроля	331
10.7. Задачи для самостоятельного решения	331
Ответы	334
Предметный указатель	347
Литература	349
Приложение 1	351
Приложение 2	352
Приложение 3	353
Приложение 4	354