

УДК 621.375(075.8)+621.382(075.8)

ББК 32.846.+3285

К771

Печатается по решению кафедры радиоприемных устройств и телевидения Института радиотехнических систем и управления Южного федерального университета (протокол №8 от 10.03.2016 г.)

Рецензенты:

кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехнических систем
Института радиотехнических систем и управления ЮФУ *В. Т. Лобач*

кандидат технических наук, начальник отдела 14 НКБ «МИУС»
И. М. Криворучко

Кравец, А. В.

К771 Учебное пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств» / А. В. Кравец ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. – 184 с.

ISBN 978-5-9275-2741-0

В данной работе изложен теоретический материал, соответствующий курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств». Соответствует программе курса «Схемотехника аналоговых электронных устройств» для студентов всех форм обучения по направлению «Радиотехника».

УДК 621.375(075.8)+621.382(075.8)

ББК 32.846.+3285

ISBN 978-5-9275-2741-0

© Южный федеральный университет, 2018

© Кравец А. В., 2018

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ УСИЛИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ	7
2. ПРОСТЕЙШИЕ УСИЛИТЕЛЬНЫЕ КАСКАДЫ, ЗАДАНИЕ РАБОЧЕЙ ТОЧКИ	16
3. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ УСИЛИТЕЛЬНЫХ КАСКАДОВ НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ	22
3.1. Схема с общим эмиттером	22
3.1.1. Схема с общим эмиттером в области средних частот	22
3.1.2. Схема с общим эмиттером в области низких частот.....	26
3.1.3. Схема с общим эмиттером в области высоких частот	28
3.2. Схема с общей базой	33
3.2.1. Схема с общей базой в области средних частот.....	33
3.2.2. Схема с общей базой в области низких частот.....	35
3.2.3. Схема с общей базой в области высоких частот	36
3.3. Схема с общим коллектором (эмиттерный повторитель)	37
3.3.1. Схема с общим коллектором в области средних частот	37
3.3.2. Схема с общим коллектором в области низких частот	41
3.3.3. Схема с общим коллектором в области высоких частот	41
4. ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ (ОС)	42
4.1. Основные параметры и определения	42
4.2. Параллельная обратная связь по напряжению (Y-типа)	44
4.3. Последовательная обратная связь по напряжению (H-типа)	45
4.4. Последовательная обратная связь по току (Z-типа)	46
4.5. Параллельная обратная связь по току (G-типа)	48
4.6. Влияние обратной связи на нелинейные искажения и помехи	49
4.7. Влияние последовательной ООС по напряжению на стабильность коэффициента усиления усилителя	50
4.8. Расширение полосы рабочих частот в малосигнальном режиме с помощью обратной связи	51
4.9. Устойчивость усилителей с отрицательной обратной связью	52
5. ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ УСИЛИТЕЛЬНЫХ КАСКАДОВ	55
5.1. Общие сведения о динамических нагрузках	55
5.2. Каскад с динамической нагрузкой	55

5.3. Токовое зеркало	57
6. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ КАСКАД (ДК)	60
6.1. Общие сведения	60
6.2. Малосигнальные усилительные параметры ДУ	63
7. ШИРОКОПОЛОСНЫЕ УСИЛИТЕЛИ	68
7.1. Общие сведения	68
7.2. Расширение полосы пропускания в области низких частот	68
7.3. Расширение полосы пропускания в области высоких частот	68
8. УСИЛИТЕЛИ НА ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ	75
8.1. Основные сведения об операционных усилителях	75
8.2. Основные параметры операционных усилителей	77
8.3. Основные схемы включения операционных усилителей	81
8.3.1. Инвертирующий усилитель	81
8.3.2. Неинвертирующий усилитель	84
8.3.3. Повторитель	85
8.3.4. Разностный усилитель	85
8.4. Сумматоры	87
8.4.1. Инвертирующий сумматор	87
8.4.2. Неинвертирующий сумматор	88
8.5. Логарифмические преобразователи на операционном усилителе	90
8.6. Прецизионные выпрямители на операционных усилителях	92
8.6.1. Однополупериодные выпрямители	93
8.6.2. Двухполупериодные выпрямители	94
9. ОДНОПОЛЯРНОЕ ПИТАНИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ	102
9.1. Основные сведения	102
9.2. Смещение операционных усилителей с однополярным питанием	104
9.3. Схема включения операционного усилителя для усиления сигналов переменного тока	110
9.4. Введение искусственной нулевой точки	110
10. ПОЛНОСТЬЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ	115
10.1. Основные сведения	115
10.2. Преобразование несимметричных сигналов в дифференциальные	116
10.3. Новые функции	118

10.4. Инструментальные усилители	119
10.5. Фильтры на полностью дифференциальных усилителях	120
11. МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ	128
11.1. Общие сведения о моделях электронных компонентов	128
11.2. Модели пассивных электронных компонентов (Passive components)	130
11.2.1. Модель резистора (Resistor)	130
11.2.2. Модель конденсатора (Capacitor)	131
11.2.3. Модель индуктивности (Inductor)	133
11.2.4. Модель взаимной индуктивности и магнитный сердечник (K)	134
11.2.5. Модель линии передачи (Transmission line)	135
11.2.6. Модель Диода (Diode) и стабилитрона (Zener)	136
11.3. Модели активных электронных компонентов	151
11.3.1. Модель биполярного транзистора	151
11.3.2. Модель полевого транзистора с управляющим p–n-переходом	165
11.3.3. Модели полевых транзисторов с изолированным затвором ...	172
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	182
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	183