



СХЕМОТЕХНИКА АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ



УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 1

Основные понятия и определения	3
1.1. Определения	3
1.2. Усилитель как четырехполюсник	3

ГЛАВА 2

Показатели усилителя	8
2.1. Коэффициент усиления	8
2.2. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики (АЧХ и ФЧХ), линейные частотные искажения	9
2.3. Амплитудно-фазовая характеристика (АФХ) — годограф	12
2.4. Переходная характеристика (ПХ)	13
2.5. Амплитудная характеристика (АХ) и нелинейные искажения	16
2.6. Собственные шумы и помехи	17
2.7. Чувствительность	18

ГЛАВА 3

Классификация усилителей	20
Контрольные вопросы и упражнения к гл. 1, 2, 3	21

ГЛАВА 4

Графоаналитический анализ работы усилительного каскада с использованием вольт-амперной характеристики (ВАХ) активного элемента	22
4.1. Активные элементы	22
4.2. Схемы включения биполярного транзистора	24
4.3. Определение низкочастотных параметров транзистора в схеме с ОЭ по вольт-амперным характеристикам	25
4.4. Физическая эквивалентная схема биполярного транзистора (схема Джиаклетто)	26
4.5. Связь параметров схемы Джиаклетто со справочными данными на транзистор	29
4.6. Режимы работы усилительного каскада	30
4.6.1. Режим А	33
4.6.2. Режим В	34
Контрольные вопросы и упражнения	35

ГЛАВА 5

Обратная связь в усилительных устройствах	36
5.1. Виды ОС	36
5.2. Структурная схема усилителя с ОС и его передаточная функция	37
5.3. Классификация типов ОС	38

5.4. Анализ работы усилителя с ООС	39
5.4.1. Последовательно-параллельная ООС (H-типа)	39
5.4.2. Параллельно-параллельная ООС (Y-типа)	45
5.4.3. Последовательно-последовательная ООС (Z-типа)	48
5.4.4. Параллельно-последовательная ООС (G-типа)	52
5.5. Сводная таблица показателей усилителя с различными типами ООС	53
5.6. Влияние ООС на внутренние помехи	54
5.7. Влияние ООС на амплитудную характеристику (АХ) и нелинейные искажения усилителя	54
5.8. Влияние ООС на частотные свойства усилителя	56
5.9. Устойчивость усилителя	57
5.9.1. Критерий устойчивости ОРОВ и его алгебраическое представление	57
5.9.2. Геометрический критерий устойчивости — критерий Найквиста	58
5.9.3. Исследование устойчивости по диаграмме Боде. Определение запаса устойчивости по амплитуде и фазе	59
5.9.4. Определение запаса устойчивости по годографу	60
Контрольные вопросы и упражнения	60
ГЛАВА 6	
Свойства усилительных каскадов с резистивной нагрузкой при различных схемах включения транзистора	62
6.1. Анализ работы усилительного каскада ОЭ	62
6.1.1. Определение сквозного коэффициента передачи $K_E(j\omega)$	64
6.2. Анализ работы усилительного каскада ОБ	66
6.3. Анализ работы усилительного каскада ОК	69
6.4. Сравнение частотных свойств каскадов ОЭ, ОБ, ОК	73
6.5. Составные транзисторы	75
6.5.1. Схема Дарлингтона (составной эмиттерный повторитель)	75
Контрольные вопросы и упражнения	76
ГЛАВА 7	
Дифференциальный усилительный каскад (ДУ)	77
7.1. Анализ работы ДУ в противофазном и синфазном включениях	78
7.2. Передаточная характеристика ДУ	81
ГЛАВА 8	
Цепи питания и стабилизации режима работы по постоянному току усилительного каскада	82
8.1. Три способа задания режима по постоянному току	82
8.2. Схема «зеркало тока»	84
8.3. Смещение дифференциального усилительного каскада	85
ГЛАВА 9	
Каскады предварительного усиления (КПУ)	87
9.1. Анализ работы КПУ	89
Контрольные вопросы и упражнения	97

ГЛАВА 10

Широкополосные усилительные каскады..... 98

10.1. Каскодные схемы.....	100
10.2. Анализ влияния последовательной по току ООС (Z-типа) на инерционные свойства каскада ОЭ в области ВЧ.....	101
10.2.1. Анализ влияния частотно-независимой ООС.....	101
10.2.2. Анализ влияния частотно-зависимой ООС (схема эмиттерной ВЧ-коррекции).....	102
10.3. Анализ работы каскада в области НЧ с частотно-зависимой нагрузкой (схема НЧ-коррекции).....	106
Контрольные вопросы и упражнения.....	108

ГЛАВА 11

Выходные каскады апериодического усилителя 110

11.1. Классификация выходных каскадов.....	111
11.2. Режимы работы выходных каскадов.....	111
11.3. Анализ работы выходных каскадов.....	111
11.3.1. Анализ работы резисторного одноконтурного усилителя мощности (напряжения) в режиме А.....	112
11.3.2. Анализ работы двухконтурного бестрансформаторного усилителя мощности на комплементарных транзисторах (транзисторах разной проводимости, но с одинаковыми параметрами) в режиме В.....	114
11.3.3. Энергетические показатели двухконтурного ВК.....	117
11.3.4. Нелинейные искажения (НИ) сигнала в ВК.....	119
Контрольные вопросы и упражнения.....	120

ГЛАВА 12

Усилители постоянного тока (УПТ)..... 121

12.1. Каскады сдвига уровня.....	121
12.2. Компенсация дрейфа нуля.....	123
12.3. Схемотехника УПТ.....	123

ГЛАВА 13

Операционные усилители 127

13.1. Определение ОУ ОСН и его графическое представление.....	128
13.2. Параметры и показатели ОУ ОСН.....	128
13.3. Анализ схем решающих усилителей на ОУ ОСН.....	132
13.4. Схемотехника и показатели ОУ ОСТ.....	146
Контрольные вопросы и упражнения к гл. 12, 13.....	149

ГЛАВА 14

Аналоговые перемножители сигналов (АПС) 150

14.1. Основные понятия, определения и параметры АПС.....	150
14.2. Анализ работы управляемого ДУ — дифференциального делителя тока.....	152
14.3. АПС — ячейка Гильберта.....	153

ГЛАВА 15

Устройства функциональной обработки аналогового сигнала

на основе перемножителя 155

15.1. Преобразователи спектра (модуляторы и демодуляторы)	155
15.1.1. Балансный модулятор (БМ).....	156
15.1.2. Демодулятор БМ-колебания или синхронный детектор (СД).....	157
15.1.3. Квадратурный модулятор (смеситель).....	158
15.1.4. Амплитудный модулятор (АМ)	159
15.2. Демодулятор АМ-колебания (амплитудный детектор (АД)).....	159
15.3. Демодулятор ЧМ-колебания (частотный детектор (ЧД))	160
Контрольные вопросы	160

ГЛАВА 16

Активные RC-фильтры (ARC-фильтры)..... 161

16.1. Реализация электрических фильтров на ОУ	164
16.1.1. Способ каскадной реализации	164
16.2. Фильтры на переключаемых конденсаторах	164
Контрольные вопросы	166

ГЛАВА 17

Компаратор напряжения 167

17.1. Характеристики компаратора.....	168
17.2. Компаратор с положительной обратной связью	168
Контрольные вопросы	170

Библиографический список 171