

# Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Глава 1. Архитектура программно-конфигурируемого радио</b> ....	5
1.1. Основные параметры радиостанции.....	9
1.1.1. Коэффициент шума приемника.....	10
1.1.2. Коэффициент усиления и динамический диапазон.....	16
1.1.3. Чувствительность приемника.....	18
1.1.4. Избирательность по соканальной помехе.....	24
1.1.5. Избирательность по соседнему каналу.....	25
1.1.6. Избирательность по ложным каналам приема.....	26
1.1.7. Интермодуляционная избирательность.....	29
1.1.8. Параметры передатчика.....	31
1.2. Радиостанция программно-конфигурируемого радио.....	33
1.2.1. Нормативные требования к параметрам радиостанции.....	34
1.2.2. Концепция радиостанции.....	37
1.2.3. Функциональная схема радиостанции.....	39
1.3. Приемник программно-конфигурируемого радио.....	44
1.3.1. Приемник с векторным смесителем и низкой промежуточной частотой.....	45
1.3.2. Приемник с векторным смесителем и высокой промежуточной частотой.....	52
1.3.3. Приемник с квадратурным смесителем и ненулевой промежуточной частотой.....	55
1.3.4. Приемник с квадратурным смесителем и низкой промежуточной частотой.....	59
1.3.5. Приемник с квадратурным демодулятором и нулевой промежуточной частотой.....	61
1.4. Передатчик программно-конфигурируемого радио.....	65
1.4.1. Передатчик с модуляцией на несущей частоте.....	66
1.4.2. Передатчик с модуляцией на ненулевой промежуточной частоте.....	69
1.4.3. Передатчик с модуляцией на нулевой промежуточной частоте.....	76
Литература к главе 1.....	79

<b>Глава 2. Линеаризованный усилитель</b> .....	80
2.1. Искажения в нелинейном усилителе.....	81
2.1.1. Линейное и нелинейное устройство.....	81
2.1.2. Общее представление нелинейных искажений.....	85
2.1.3. Стационарная полиномиальная модель нелинейных искажений.....	89
2.2. Функциональная модель нелинейного усилителя.....	94
2.2.1. Модель усилителя в высокочастотной области.....	95
2.2.2. Параметры модели высокочастотного усилителя.....	99
2.2.3. Модель усилителя в baseband-диапазоне.....	106
2.2.4. Модель усилителя в среде SystemVue.....	111
2.3. Линеаризация транзисторов и усилителей.....	113
2.3.1. Линеаризованные режимы работы транзистора.....	114
2.3.2. Местная обратная связь в транзисторе.....	117
2.3.3. Линеаризация усилительного каскада.....	120
2.4. Системная линеаризация усилителя.....	127
2.4.1. Линеаризация усилителя векторным суммированием.....	129
2.4.2. Линеаризация усилителя предыскажениями.....	133
2.4.3. Линеаризация усилителя по огибающей амплитуды модулированного сигнала.....	140
2.4.4. Линеаризованный передатчик в картезианской петле обратной связи.....	143
2.4.5. Линеаризованный усилитель со связью вперед.....	152
Литература к главе 2.....	154
<b>Глава 3. Преобразователи частоты</b> .....	155
3.1. Высокочастотный смеситель.....	155
3.1.1. Полиномиальная модель смесителя.....	155
3.1.2. Ключевая модель смесителя.....	159
3.1.3. Пассивный векторный смеситель.....	165
3.1.4. Активный векторный смеситель.....	171
3.1.5. Векторный смеситель на гармонике опорного сигнала.....	177
3.1.6. Квадратурный смеситель с подавлением зеркальной частоты.....	178
3.2. Квадратурный модулятор.....	187
3.2.1. Формирование модулированного сигнала.....	188
3.2.2. Полиномиальная модель квадратурного модулятора.....	189
3.2.3. Искажения в квадратурном модуляторе.....	191
3.2.4. Оптимизация квадратурного модулятора.....	194
3.3. Квадратурный демодулятор.....	196
Литература к главе 3.....	201

<b>Глава 4. Высокочастотный генератор монохроматического сигнала</b> .....	202
4.1. Общее представление генератора.....	202
4.1.1. Генератор с обратной связью .....	204
4.1.2. Приближенный аналитический расчет генератора .....	209
4.1.3. Генератор с отрицательным внутренним сопротивлением .....	212
4.1.4. Высокостабильный кварцевый генератор .....	216
4.2. Управление частотой генератора .....	219
4.2.1. Аналоговое управление .....	220
4.2.2. Цифровое управление .....	223
4.3. Шумы генератора .....	225
4.3.1. Источники шума .....	225
4.3.2. Распределение шумов в спектре генератора .....	227
4.3.3. Шумы микросхемы управляемого генератора .....	232
Литература к главе 4.....	235
<b>Глава 5. Цифроаналоговый и аналого-цифровой преобразователь</b> .....	236
5.1. Аналого-цифровой преобразователь .....	236
5.1.1. Дискретизация по времени непрерывного сигнала .....	237
5.1.2. Квантование амплитуды непрерывного сигнала .....	245
5.1.3. Шумы и искажения в АЦП .....	252
5.1.4. Преобразование аналогового сигнала с ограниченной амплитудой .....	255
5.2. Базовая архитектура аналого-цифрового преобразователя.....	258
5.2.1. АЦП последовательного приближения .....	258
5.2.2. Сигма-дельта АЦП .....	264
5.2.3. Высокоскоростные АЦП.....	271
5.3. Цифроаналоговый преобразователь .....	273
5.3.1. Общее представление ЦАП.....	273
5.3.2. Параметры и архитектура ЦАП .....	276
Литература к главе 5 .....	279
<b>Глава 6. Синтезатор частоты</b> .....	280
6.1. Синтезатор с аналоговой петлей ФАПЧ .....	281
6.1.1. Функциональная схема .....	281
6.1.2. Фазовый детектор и фильтр нижних частот .....	283
6.1.3. Дробный делитель частоты .....	289
6.2. Основное уравнение и характеристики синтезатора .....	291
6.2.1. Основное уравнение .....	291
6.2.2. Передаточная характеристика в частотной области.....	293

6.2.3. Передаточная характеристика во временной области ..	297
6.2.4. Распределение шума и комбинационных частот .....	302
6.3. Режимы работы синтезатора.....	309
6.3.1. Узкополосный и широкополосный синтезатор.....	309
6.3.2. Модуляция в синтезаторе .....	312
6.3.3. Преобразование спектра и частоты в петле ФАПЧ .....	317
6.4. Дробный делитель частоты .....	319
6.4.1. Функциональная схема и алгоритм работы .....	320
6.4.2. Прямое управление дробным делителем.....	323
6.4.3. Дробный делитель на основе $\Sigma\Delta$ -модулятора .....	325
6.4.4. Шумы и комбинационные частоты в синтезаторе с дробным делителем.....	330
6.5. Синтезатор с цифровой петлей ФАПЧ.....	331
6.5.1. Функциональная схема синтезатора .....	333
6.5.2. Основное уравнение и характеристики синтезатора .....	340
Литература к главе 6 .....	344
<b>Глава 7. Управление параметрами приемопередатчика .....</b>	<b>346</b>
7.1. Управление параметрами приемника .....	346
7.1.1. Параллельный логарифмический усилитель .....	347
7.1.2. Детектирующий логарифмический усилитель.....	352
7.1.3. Автоматическая регулировка в приемнике .....	355
7.2. Управление параметрами передатчика .....	360
7.2.1. Логарифмический детектор мощности.....	361
7.2.2. Микросхема логарифмического детектора мощности ..	363
7.2.3. Микросхема линейного детектора мощности .....	367
7.2.4. Автоматическая регулировка в передатчике .....	368
Литература к главе 7 .....	370
<b>Глава 8. Основы когнитивного радио .....</b>	<b>371</b>
8.1. Распределение и использование частот .....	371
8.1.1. Эффективность использования спектра.....	372
8.1.2. Методы доступа к спектру .....	373
8.1.3. Интерференция в сетях радиосвязи.....	377
8.2. Концепция когнитивного радио .....	380
8.3. Обнаружитель сигналов в эфире .....	384
8.3.1. Последовательный анализ каналов .....	387
8.3.2. Параллельный анализ каналов .....	390
8.4. Параметрический детектор энергии .....	392
8.4.1. Распределение энергии случайного сигнала .....	395
8.4.2. Обнаружение сигналов в однолучевом канале .....	400
8.4.3. Обнаружение сигналов в многолучевом канале .....	402

8.4.4. Обнаружение сигналов в теневых/освещенных зонах...	410
8.4.5. Измерение энергии шумов эфира .....	414
8.4.6. Предельные параметры обнаружения .....	419
8.4.7. Гистограмма энергии случайного сигнала.....	424
8.4.8. Обнаружение сигналов по гистограмме энергии .....	430
8.5. Непараметрический детектор энергии.....	433
8.5.1. Знаковый алгоритм .....	435
8.5.2. Ранговый алгоритм .....	439
8.5.3. Многомерный алгоритм.....	445
Литература к главе 8.....	451
<b>Приложение 1. Спектр сигналов и преобразование несущей частоты.....</b>	<b>452</b>
П.1.1. Спектр детерминированных сигналов .....	452
П.1.2. Преобразование несущей частоты сигнала .....	456
<b>Приложение 2. Система автоматического управления .....</b>	<b>465</b>
П.2.1. Аналоговая САУ .....	465
П.2.2. Дискретная САУ .....	470
<b>Приложение 3. Шумы в электронных устройствах.....</b>	<b>472</b>
П.3.1. Белый шум .....	472
П.3.2. Фазовый шум .....	477
П.3.2. Шум управления.....	479
<b>Список сокращений .....</b>	<b>483</b>
<b>Список условных обозначений.....</b>	<b>485</b>
<b>Предметный указатель.....</b>	<b>491</b>