

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Предисловие | 3 |
| 1. Частотный синтез | 7 |
| 1.1. Определение синтезатора частот | 7 |
| 1.2. Ключевые характеристики синтезаторов частот .. | 8 |
| 1.2.1. Частотно-временные характеристики | 8 |
| 1.2.2. Спектральные характеристики | 9 |
| 1.2.3. Амплитудные характеристики | 16 |
| 1.2.4. Дополнительные требования к синтезаторам частот | 16 |
| 1.3. Основные схемы построения | 17 |
| 1.3.1. Прямой аналоговый синтез | 18 |
| 1.3.2. Прямой цифровой синтез | 23 |
| 1.3.3. Косвенный синтез | 30 |
| Литература к главе 1 | 35 |
| 2. Компоненты синтезаторов частот | 39 |
| 2.1. Автогенераторы | 39 |
| 2.1.1. Критерии возникновения и установления коле- баний | 39 |
| 2.1.2. Формирование спектра колебаний | 40 |
| 2.1.3. Методы снижения фазовых шумов | 46 |
| 2.1.4. Резонаторы СВЧ | 56 |
| 2.2. Умножители частот | 70 |
| 2.2.1. Диодные умножители | 70 |
| 2.2.2. Балансный удвоитель | 75 |
| 2.2.3. Утроитель на антипараллельной диодной паре | 78 |
| 2.2.4. Другие способы генерации гармоник | 79 |
| 2.3. Делители частот | 82 |
| 2.3.1. Цифровые делители | 82 |
| 2.3.2. Аналоговые делители | 86 |
| 2.4. Смесители | 88 |
| 2.4.1. Принцип работы и параметры смесителей | 88 |
| 2.4.2. Балансные смесители | 92 |
| 2.4.3. Смесители на гармониках гетеродина | 95 |
| 2.4.4. Смесители с подавлением зеркального канала | 96 |

| | |
|---|------------|
| 2.5. Фазовые детекторы | 99 |
| 2.5.1. Аналоговые фазовые детекторы | 99 |
| 2.5.2. Импульсно-фазовый детектор типа «выборка-хранение» | 102 |
| 2.5.3. Цифровые фазовые детекторы | 103 |
| 2.5.4. Частотно-фазовые детекторы | 105 |
| 2.5.5. Интегральные микросхемы ФАПЧ | 111 |
| Литература к главе 2 | 114 |
| 3. Практические примеры построения автогенераторов | 121 |
| 3.1. Кварцевые генераторы | 121 |
| 3.2. Умножение частоты термостатированных АГ | 125 |
| 3.3. Генератор на ПАВ-резонаторе | 128 |
| 3.4. Генератор на коаксиальном керамическом резонаторе | 130 |
| 3.5. Генератор на диэлектрическом резонаторе | 132 |
| 3.6. Генератор с комбинированной стабилизацией частоты | 134 |
| 3.7. Широкополосные ГУН | 137 |
| 3.8. Генератор на ЖИГ-резонаторе | 139 |
| Литература к главе 3 | 141 |
| 4. Архитектурные решения | 143 |
| 4.1. ФАПЧ с целочисленным коэффициентом деления | 144 |
| 4.2. ФАПЧ с дробным коэффициентом деления | 145 |
| 4.3. Переменная опорная частота | 151 |
| 4.4. Использование цифрового вычислительного синтезатора | 153 |
| 4.5. Смеситель в кольце ФАПЧ | 155 |
| 4.6. Многокольцевые схемы | 161 |
| 4.7. Многократное преобразование частоты в кольце ФАПЧ | 163 |
| 4.8. Умножитель в кольце ФАПЧ | 167 |
| 4.9. Выбор перестраиваемого генератора | 168 |
| 4.10. Индикация захвата частоты | 172 |
| Литература к главе 4 | 173 |
| 5. Проектирование синтезаторов частот | 177 |
| 5.1. Анализ технического задания | 178 |
| 5.2. Выбор структурной схемы и элементной базы | 179 |

| | |
|---|------------|
| 5.3. Программное моделирование устройства | 185 |
| 5.4. Разработка принципиальной электрической схемы | 188 |
| 5.5. Разработка печатной платы и корпуса | 197 |
| 5.6. Управление синтезатором | 205 |
| 5.7. Сборка и отладка устройства | 205 |
| 5.8. Тестирование и анализ полученных результатов | 210 |
| Литература к главе 5 | 211 |
| 6. Примеры построения различных синтезаторов частот | 213 |
| 6.1. Синтезатор высокочастотного опорного сигнала | 213 |
| 6.2. Однокольцевой перестраиваемый СЧ с преобразованием частоты и ЦВС | 217 |
| 6.3. Широкополосный синтезатор частот с многократным преобразованием | 221 |
| 6.4. Синтезатор высокочастотных опорных сигналов | 226 |
| Литература к главе 6 | 229 |
| 7. Расширение функциональных возможностей синтезаторов частот | 231 |
| 7.1. Синхронизация опорного сигнала | 231 |
| 7.2. Сканирование по частоте | 236 |
| 7.3. Регулировка и стабилизация мощности | 239 |
| 7.4. Модуляция | 241 |
| 7.4.1. Амплитудная модуляция | 241 |
| 7.4.2. Импульсная модуляция | 242 |
| 7.4.3. Угловая модуляция | 244 |
| 7.4.4. Векторная модуляция | 246 |
| 7.5. Расширение рабочего диапазона частот | 249 |
| 7.6. Фильтрация гармоник | 253 |
| Литература к главе 7 | 255 |
| 8. Методы измерения характеристик синтезаторов частот | 257 |
| 8.1. Измерение частоты | 257 |
| 8.2. Измерение мощности | 259 |
| 8.3. Измерение параметров переходных процессов | 263 |
| 8.4. Измерение спектральных характеристик | 265 |
| 8.5. Характеризация амплитудной, фазовой и частотной стабильности | 267 |
| Литература к главе 8 | 276 |