

Предисловие

Синтезатор частот является ключевым элементом практически любой системы связи, измерения и контроля. Техника синтеза частот постоянно совершенствуется. В данной книге приводится обзор как многократно испытанных, так и новых идей и решений. Авторы старались по возможности минимизировать использование математических выкладок, применяя их там, где это необходимо для строгого изложения материала. При этом использованы элементы теории цепей и сигналов, радиоавтоматики, статистической радиотехники, что требует от читателя соответствующего уровня подготовки. Для более глубокого понимания предмета обсуждения рекомендуется обращаться к источникам, список которых приведен в конце каждой главы. Кроме того, приведенный материал можно использовать выборочно. Книга проиллюстрирована многочисленными примерами, направленными на интуитивное понимание природы эффектов генерации и синтеза СВЧ и их использование на практике.

Книга содержит восемь глав. В первой главе дано определение синтезатора частот, а также его основных параметров и характеристик. Отмечается, что функциональные возможности радиоэлектронных систем СВЧ-диапазона в большой степени зависят от характеристик используемых синтезаторов, которые в свою очередь определяются их архитектурой. Рассмотрены основные методы синтеза частоты: прямой аналоговый, прямой цифровой и косвенный, включая их достоинства и недостатки.

Во второй главе подробно рассмотрены основные блоки синтезаторов частот, в том числе автогенераторы и их резонансные системы, умножители и делители частоты, смесители, фазовые и частотно-фазовые детекторы. Особое внимание уделено механизму формирования и способам снижения спектра фазовых шумов автогенератора.

В третьей главе приведены примеры рабочих конструкций автогенераторов, включая схемы и фотографии. В ней рассмотрены основные типы автогенераторов: на кварцевых, ПАВ, керамических, диэлектрических, ЖИГ-резонаторах, а также генераторы с комбинированной стабилизацией частоты.

В четвертой главе на многочисленных примерах проиллюстрированы особенности и недостатки основного в настоящее время метода синтеза — косвенного с фазовой автоподстройкой частоты. Приведен ряд решений, позволяющих улучшить характеристики синтезатора частот, включая «дробный» синтез, многокольцевые схемы, однократное и многократное преобразование и умножение в кольце ФАПЧ.

В пятой главе на примере простейшего однокольцевого синтезатора частот дана пошаговая инструкция по его разработке. Построена и уточнена блок-схема, разработаны электрическая принципиальная схема и печатная плата устройства, проведен расчет основных характеристик. Рассмотрены варианты конструкции и подходы к отладке собранного устройства. Приведены результаты тестирования.

В шестой главе приведены детальные блок-схемы ряда синтезаторов частот различного назначения, часть из которых может быть объединена в высококачественную систему широкополосного синтеза частот. Описаны принципы их функционирования и приведены результаты тестирования.

В седьмой главе рассмотрены вопросы расширения функциональных возможностей синтезаторов частот в виде внедрения различных видов модуляции, расширения диапазона рабочих частот, фильтрации гармоник, регулировки выходной мощности, сканирования по частоте. Уделено внимание особенностям синхронизации с внешним опорным сигналом.

В восьмой главе кратко описаны методы измерения основных характеристик синтезаторов частот, принципы и особенности их реализации. В числе прочих рассмотрены принципы измерения частоты и мощности сигнала, а также спектральных характеристик, включая кросскорреляционный метод измерения фазовых шумов.

Книга может быть полезна для инженеров любого уровня подготовки в качестве руководства по разработке и измерению

ям в области генерации сигналов и синтеза частот, а также для исследователей, технических консультантов и студентов соответствующих радиотехнических специальностей в качестве пособия, освещающего основные особенности, принципы работы и методы характеристики генераторов сигналов и синтезаторов частот СВЧ-диапазона.

Авторы выражают искреннюю признательность В.Н. Кочемасову (ООО «Радиокомп»), В.Ю. Парамоновой (АО «НПФ «Микран»), А.С. Загороднему (АО «НПФ «Микран»), Н.Н. Удалову (НИУ МЭИ), Н.Д. Малытину (ТУСУР), А.Р. Сафину (НИУ МЭИ), В.И. Козлову за полезные замечания, рецензирование и помощь в подготовке книги к изданию.