

Математическое моделирование фильтрующих и согласующих цепей

В ходе данной работы были исследованы и проанализированы фильтры и согласующие цепи методами математического моделирования. Рассмотрели подробную классификацию фильтров по виду, назначению и типу. Объяснили, зачем необходимо согласование электро- и радиотехнических цепей, где оно наиболее важно, с помощью чего оно осуществляется, а также как оценить его качество и добиться наилучшего результата.

Далее в работе изучили непосредственно алгоритм синтеза фильтров. А именно два этапа аппроксимацию и реализацию, исходя из заданных полос пропускания и заграждения и потерь в них. Рассмотрели, как применение компьютера позволило изменить традиционный подход к синтезу фильтров, имеющий ряд ограничений, и повысить точность расчетов за счет возможности учета ряда факторов. Привели ряд преимуществ компьютерного подхода, а также раскрыли его суть и алгоритм синтеза.

При помощи программы Mathcad провели математическое моделирование параметрического синтеза СВЧ полосового фильтра на связанных микрополосковых линиях по изложенному алгоритму. Исследование включило в себя четыре раздела.

В первом разделе ввели исходные данные и рассчитали коэффициенты затухания и отражения. Во втором разделе была найдена оптимальная функция цели при помощи поиска оптимальных значения коэффициентов связи, т.е. была рассчитана реальная характеристика фильтра, максимально приближенная к идеальной. В третьем разделе произвели расчет геометрических размеров проектируемого фильтра: ширины и длины микрополосковых линий и зазора между ними. В четвертом разделе привели результаты расчета размеров, построили характеристики затухания: во всей рассматриваемой полосе частот и только в полосе пропускания, а так же характеристику отражения. В итоге получили затухание в полосе пропускания 0,9... 1,1 ГГц не более 0,5 дБ, в полосе заграждения – до 40 дБ. При необходимости характеристику затухания фильтра можно улучшить, не изменяя программу, увеличением числа звеньев.

Далее в работе была изучена функция согласования, были рассмотрены условия идеального согласования, а так же несколько примеров простых схем. Затем подробно рассмотрели проблемы, возникающие при согласовании в полосе частот, особенно при комплексном сопротивлении, когда в некоторых случаях физически невозможно получить идеального согласования. Поэтому был рассмотрен алгоритм поиска оптимального согласования с помощью компьютерного подхода.

Аналогичным образом в программе Mathcad провели параметрический синтез СВЧ согласующей цепи на микрополосковых линиях. Был проведен расчет в три этапа. На первом этапе рассчитали комплексное сопротивление на входе каждого звена. На втором этапе нашли оптимальную функцию цепи, при помощи поиска оптимального значения параметров согласующей цепи, из которых составлено согласующие устройство, т.е. определили геометрические размеры трех отрезков микрополосковых линий, при которых согласующая цепь имеет наименьшие потери в заданной полосе частот. И на третьем этапе рассчитали и построили графики функции затухания и коэффициента отражения в требуемой полосе согласования и за ее пределами. В итоге значение функции цели понизили с 9,18 до 0,407, а первоначальное затухание в диапазоне частот 1...2 ГГц в пределах 3...10 дБ удалось снизить до 0.1...0.3 дБ.

Данное моделирование позволяет значительно упростить и повысить точность синтеза фильтра, при этом появляется возможность учета ряда дополнительных факторов, а также дает возможность облегчить поиск наилучшего согласования электро- и радиотехнических цепей.