

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЕ ФИЛЬТРЫ СВЧ НА ОСНОВЕ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ

Дегтярёв А.В.

Научный руководитель – К. Ф. – М. Н. Цехмистро Р.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(г. Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ТАПР, тел.: (057) 702-14-86)

The frequency tuning method for microstrip resonators is proposed. The method realizes electromechanical tuning by MEMS or piezoelectric actuators. The stop-band and pass-band tunable filters based on the proposed approach were designed.

Управляющие устройства являются неотъемлемой частью многих радиотехнических систем. Особую актуальность приобрела разработка таких элементов в связи с современными тенденциями построения приемно-передающих трактов коммуникационных систем по многоканальным схемам. Регулировка фазы и амплитуды радиочастотного сигнала в каждом канале позволяет внедрить более совершенные методы обработки сигналов и за счет этого существенно повысить чувствительность приемников и уменьшить мощность передатчиков.

Резонансная частота f_0 резонатора на основе отрезка микрополосковой линии определяется по формуле:

$$f_0 = \frac{nc}{2\ell\sqrt{\varepsilon_{эф}}}$$

где c – скорость распространения электромагнитной волны в вакууме, $\varepsilon_{эф}$ – эффективная диэлектрическая проницаемость микрополосковой линии, ℓ – длина резонатора, $n = 1, 2, \dots$ – число полуволн, укладываемых на длине резонатора.

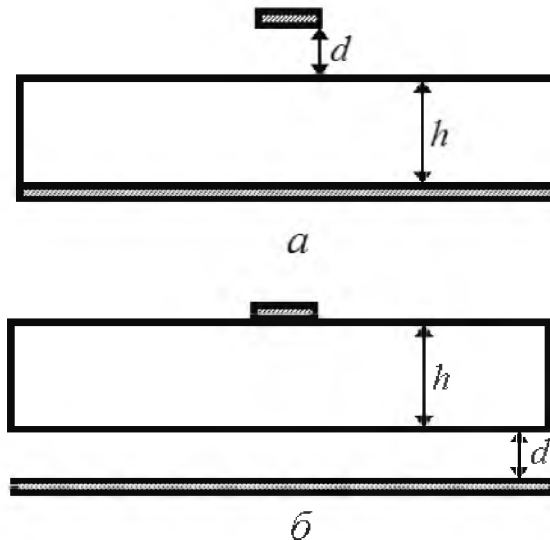


Рис. 1. Конструкции микрополосковых линий с изменяемой эффективной диэлектрической проницаемостью: а) с подвижным сигнальным электродом; б) с подвижным заземляющим электродом

Расчет эффективной диэлектрической проницаемости микрополосковой линии был проведен с помощью метода конечных элементов.

В качестве прототипа был выбран четвертьволновой шлейфовый резонатор. Эта конструкция обладает свойствами режекторного фильтра благодаря наложению в линии проходящей и отраженной от конца шлейфа волн, находящихся на резонансной частоте в противофазе. Перестройка резонансной частоты осуществлялась за счет подъема шлейфа над подложкой.

Моделирование фильтра проводилось методом конечных разностей во временной области. При моделировании длина шлейфа взята 23 мм, ширина сигнального электрода $W = 1,12$ мм, толщина подложки $h = 1$ мм, толщина полоска $t = 10$ мкм, диэлектрическая проницаемость подложки $\varepsilon_r = 10$. Волновое сопротивление микрополосковой линии выбрано около 50 Ом, начальная частота режекции 2,5 ГГц.

Выводы

Предложен метод построения перестраиваемых фильтров СВЧ на основе микрополосковой линии, суть которого: перестройка частоты производится путем изменения эффективной диэлектрической проницаемости микрополосковой линии за счет перемещения одного из электродов. С помощью метода конечных элементов получены зависимости эффективной диэлектрической проницаемости микрополосковой линии от расстояния между подложкой и управляемым электродом. Результаты расчета свидетельствуют о том, что при умеренной толщине подложки этот метод управления может обеспечить десятки процентов перестройки частоты относительно малыми перемещениями, которые доступны современным МЭМС. Промоделированы перестраиваемые режекторный и полосно-пропускающий фильтры с предложенным типом управления. Режекторный фильтр обладает подавлением свыше 40 дБ на резонансной частоте. Полосно-пропускающий фильтр на частоте пропускания демонстрирует затухание сигнала 1–2 дБ.