

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе МТУСИ,
доктор технических наук, профессор


« 20 » 2024 г.
Леохин Ю. Л.


ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Чинь То Тхань «Модели и конструкции неотражающих фильтров СВЧ на основе связанных полосковых линий и сосредоточенных RLC-элементов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук, по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Актуальность темы диссертационной работы

Фильтры являются важными узлами почти каждой современной радиочастотной или микроволновой системы. Обычные микроволновые фильтры отражают нежелательные сигналы в полосе запираания, создавая реактивный импеданс, т.е. являются отражающими в полосе запираания. На практике отражающая природа этих фильтров может представлять проблему системного уровня при подключении к нелинейным цепям, таким как усилители мощности и смесители. Во многих случаях характеристики нелинейных схем чувствительны к внеполосным импедансам, особенно на гармониках. Таким образом, использование отражающих фильтров может привести к непредсказуемому ухудшению параметров системы. Поэтому разработка фильтров, поглощающих внеполосные колебания, актуальна и представляет интерес для разных применений. В таких фильтрах часть частотного спектра, попадающего в полосу непропускания, поглощается фильтром, а не отражается обратно к источнику, как в обычных фильтрах. Это обеспечивает хорошее согласование с другими компонентами системы, что является полезным свойством при разработке широкополосных устройств с несколькими каналами, работающими на разных частотах.

Автор диссертационной работы предлагает новые решения для разработки моделей и конструкций неотражающих полосно-пропускающих фильтров СВЧ, направленные на упрощение конструкции, уменьшение габаритов и расширение диапазона рабочих частот, в котором обеспечиваются минимальные возвратные потери.

Анализ содержания работы

В первой главе представлен обзор неотражающих фильтров. Рассматриваются направленные фильтры, которые стали прототипами неотражающих фильтров, неотражающие фильтры на сосредоточенных элементах, фильтры с нагруженными отрезками линий передачи, а также фильтры на связанных линиях. Кроме того, дан краткий обзор 3D-конструкций связанных полосковых линий (СПЛ), которые являются основным компонентом неотражающих фильтров.

Вторая глава посвящена вопросам моделирования неотражающих полосковых фильтров на основе распределенных и сосредоточенных цепей.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований, касающихся неотражающих фильтров на связанных полосковых линиях. Рассмотрены частотные характеристики однокаскадных и двухкаскадных неотражающих фильтров (НПФ), фильтров нечетных гармоник, малогабаритных НПФ и перестраиваемых НПФ. Аналитически и экспериментально подтверждена возможность разработки различных типов НПФ.

Четвёртая глава посвящена алгоритмам проектирования неотражающих полосковых фильтров.

Достоверность положений и выводов работы

Достоверность полученных результатов подтверждается согласованностью ряда полученных экспериментальных результатов с результатами компьютерного моделирования, не противоречащих теории связанных линий и теории сосредоточенных цепей. Экспериментальные исследования проведены на современном векторном анализаторе цепей

производства АО «НПФ «Микран», а разработанные модели и программы верифицированы посредством расчета с помощью известных САПР.

Новизна, полученных результатов

В работе получены следующие наиболее значимые новые научные результаты, подтверждаемые публикациями в рецензируемых журналах, патентами:

1. Построены аналитические модели неотражающих фильтров как результат решения обратной задачи отыскания частотной зависимости импеданса RLC-цепей, входящих в состав НПФ при известных параметрах СПЛ, позволяющие решать задачу синтеза схемы и параметров элементов RLC-цепи и фильтров.

2. Определена зависимость частотных свойств базового варианта неотражающего полосно-пропускающего фильтра от первичных и модальных параметров связанных линий, а также от согласованности характеристического импеданса RLC-цепи и среднего геометрического характеристических сопротивлений синфазного и противофазного возбуждения СПЛ.

3. Разработан и запатентован способ определения отношения фазовых скоростей синфазных и противофазных волн в связанных полосковых линиях.

4. Предложен и реализован способ уменьшения габаритов неотражающих фильтров путем изменения топологии проводников СПЛ в форме меандра.

Значимость результатов работы для науки и практики

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

1. Полученные аналитические соотношения для анализа неотражающих фильтров и решение обратной задачи отыскания частотной зависимости импеданса RLC-цепей, необходимых для получения задаваемых параметров НПФ, представляют теоретически значимый результат для решения задач

моделирования частотно-селективных неотражающих цепей распределенно-сосредоточенного типа.

2. Обобщенная эквивалентная схема неотражающих частотно-селективных устройств инвариантна к методам ее анализа, что позволяет использовать подходы, основанные на анализе квази-Т-волн в связанных полосковых линиях и методы расчета сосредоточенных цепей, и на этой основе разрабатывать программы моделирования в среде математического моделирования Mathcad, а также применять схему для электродинамического анализа устройств САПР CST Studio Suite 2017, AWR.

Практическая ценность результатов работы и рекомендации по их использованию

1. Предложены и разработаны макеты полосковых неотражающих полосно-пропускающих фильтров, обладающих новизной. Разработаны программы анализа неотражающих фильтров и программа для расчета частотных характеристик RLC-цепей по задаваемым параметрам фильтра как четырехполюсника.

2. Разработан алгоритм и программа синтеза связанных полосковых линий с гетерогенным диэлектрическим заполнением, которые позволяют решить задачу выбора подложек по критерию относительных диэлектрических проницаемостей для проектирования конструкции связанных полосковых линий, базового элемента НПФ.

3. Получены результаты экспериментальных исследований частотных характеристик полосковых неотражающих фильтров, которые позволят оценить достижимые параметры НПФ.

Апробация результатов работы и публикации

По результатам исследований опубликованы 23 работы (3 без соавторов): 8 статей в журналах из перечня ВАК, 4 доклада в трудах конференций, индексируемых в WoS и Scopus, 2 патента на изобретение, 3

свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, 5 докладов в трудах международных конференций, 1 монография.

В автореферате достаточно полно отражено основное содержание диссертации.

Замечания по работе

В ходе обсуждения работы выявлены следующие недостатки:

1. Не предложены способы расширения полосы пропускания и улучшения крутизны неотражающих полосно-пропускающих фильтров.

2. Недостаточное количество экспериментов на разных частотах. Большинство экспериментов проведено на частотах 1 ГГц и 3 ГГц. Для практического применения было бы полезно исследование на других частотах, чтобы установить верхние граничные частоты, достижимые в предложенной технологии.

3. Отсутствуют эксперименты с перестраиваемыми неотражающими полосковыми полосно-пропускающими фильтрами.

Перечисленные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.


Заключение

Диссертационная работа Чинь То Тхань «Модели и конструкции неотражающих фильтров СВЧ на основе связанных полосковых линий и сосредоточенных RLC-элементов» соответствует требованиям п. 9 «Положения» о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации, так как является завершённой научно-квалифицированной работой, в которой комплексно решена актуальная задача научного обоснования и создания неотражающих фильтров СВЧ диапазона.

Учитывая вышеизложенное, считаем, что Чинь То Тхань заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Отзыв на диссертационную работу обсуждён на научном семинаре кафедры «Электроника» Московского технического университета связи и информатики


«19» 06 2024 г., протокол № 13

Наименование организации	Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)
Почтовый адрес	111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8А
E-mail	mtuci@mtuci.ru
Телефон	+7 (495) 957-77-31
Должность, степень	Заведующий кафедры электроника, кандидат технических наук, доцент
Ф И О	Каравашкина Валентина Николаевна 

Подпись Каравашкиной Валентины Николаевны заверяю

Ученый секретарь Ученого совета МТУСИ



 Т.В. Зотова
20.06.2024