

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук
Щетинина Никиты Николаевича на автореферат и диссертацию
Летавина Дениса Александровича на тему «Методика структурного синтеза
шлейфных мостов УВЧ диапазона с уменьшенными габаритными размерами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Актуальность темы диссертации

Шлейфные квадратурные мосты (ШКМ) – это разновидность радиочастотных устройств, предназначенных для распределения входной мощности между выходами устройства в заданном соотношении. Как правило, обеспечивается равное деление мощности. Такие устройства активно используются и как самостоятельная единица техники, и в составе более сложных систем, например в диаграммообразующих схемах, балансных усилителях, блоках фазовращателей и т. д. Требования, предъявляемые к шлейфным мостам, как правило, определяются областью их применения.

В последнее время возрос интерес к уменьшению массогабаритных показателей радиоэлектронных устройств, особенно это заметно в дециметровом диапазоне длин волн, в котором устройства обладают значительными габаритными размерами.

По этой причине является актуальным проведение исследований, направленных на поиск новых методов и подходов проектирования топологий миниатюрных (занимающих в разы меньшие площади) шлейфных мостов по заданным техническим характеристикам с доступной технологичностью, а также с расширенными функциональными возможностями.

Таким образом, сформулированная в диссертационной работе цель заключается в разработке и исследовании методики расчета шлейфных мостов с уменьшенными габаритными размерами, направлена на решение актуальной технической задачи – по заданным исходным данным синтезировать то-

пологии компактных шлейфных мостов для дальнейшего электродинамического анализа.

Научная новизна

Новизна результатов диссертационной работы заключается в том, что:

1. Разработана методика структурного синтеза шлейфных мостов с уменьшенными габаритными размерами относительно традиционных конструкций, основанная на применении Т-образных звеньев эквивалентных фильтров. Она отличается от существующих методик построения компактных мостов наличием компромиссного решения между уменьшением габаритных размеров устройства и ухудшением его частотных характеристик при условии замены лишь двух идентичных отрезков микрополосковой линии на Т-образные звенья.

2. Впервые исследованы допустимые пределы миниатюризации ШКМ. Показано, что Т-образные звенья с индуктивными элементами в виде высокоомных отрезков и емкостными элементами в виде низкоомных отрезков позволяют уменьшить площадь микрополосковых устройств на 80–90 % с уменьшением полосы развязки и согласования не более чем на 30–40 %. Показано, что наибольшую степень миниатюризации удастся достичь при использовании тонких подложек с небольшой диэлектрической проницаемостью.

3. Разработано новое схемно-конструктивное решение по реализации шлейфного квадратурного моста с коммутируемым типом направленности, которое отличается от известных тем, что вместо исключительно фильтров нижних частот в состав моста добавлен фильтр верхних частот.

4. Разработаны компактные мосты, отличающиеся от существующих аналогов тем, что для изменения волновых сопротивлений подводящих линий устройства вместо традиционных четвертьволновых отрезков использу-

ются Т-образные звенья фильтров с разными сопротивлениями входов / выходов.

Достоверность результатов

Достоверность и адекватность полученных в работе научно-технических результатов обусловлена:

- корректным выбором ограничений, допущений и исходных данных из практики разработки микрополосковых шлейфных квадратурных мостов;
- применением математического аппарата теории электрических цепей, использованием классического матричного подхода к декомпозиции УВЧ- и СВЧ-устройств;
- электродинамическим моделированием в специализированных системах автоматизированного проектирования (САПР);
- использованием сертифицированных средств для проведения вычислительных и натурных исследовательских экспериментов.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Диссертация Летавина Дениса Александровича представляет собой самостоятельную законченную работу, в которой рассмотрены вопросы проектирования компактных шлейфных мостов.

Теоретическая значимость результатов работы состоит в том, что заявляемая работа способствует обобщению имеющихся наработок автора в области миниатюризации ШКМ на основе применения Т-образных фильтров СВЧ.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в том, что на основе предложенной методики разработаны оригинальные устройства, обладающие приемлемыми частотными свойствами и расширенными

функциональными возможностями относительно традиционной конструкции.

Апробация результатов работы

Результаты, полученные в диссертации, включая положения, выносимые на защиту, достаточно полно отражены в работах, опубликованных соискателем. Основные теоретические и практические результаты научной работы опубликованы в 23 статьях и тезисах, в том числе 5 статей в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ, и 2 статьи в международных журналах, индексируемых в базах научного цитирования WoS и Scopus. Получено 13 патентов РФ на полезную модель. Диссертация Летавина Д. А. выполнена на достаточно высоком научном уровне, написана технически грамотным языком.

Замечания по диссертации и автореферату

В процессе рецензирования сложилось общее положительное впечатление о проведенной работе. Однако имеется ряд замечаний, которые требуют дополнительного уточнения:

1. Каким образом осуществлялась эквивалентная компенсация длин высокоомных отрезков микрополосковых линий представленных топологий квадратурных мостов (рис. 63, б и 63, в)?

2. Как подстроить конечные характеристики компактных шлейфных квадратурных мостов до желаемых, в случае если после изготовления прототипов они не были получены?

3. Какой вариант реализации LC -элементов в планарном исполнении выгоднее всего использовать при реализации шлейфных мостов с уменьшенными габаритными размерами?

4. Как на этапе проектирования миниатюрного шлейфного квадратурного моста можно оценить степень его миниатюризации?

5. За счет чего можно дополнительно повысить степень миниатюризации ШКМ при реализации всех элементов в одном проводящем слое?

6. Насколько сильно будут влиять допуски при изготовлении предлагаемых устройств?

7. Как изменятся амплитудно-частотные характеристики шлейфных мостов, представленных на рис. 91, 92 и 96, в случае подачи сигнала на второй, третий и четвертый порты соответственно?

8. На стр. 57 диссертационной работы указаны четыре критерия оптимизации шлейфного квадратурного моста, представленного на рис. 51. На наш взгляд, такое количество критериев избыточно и приводит к увеличению времени оптимизации.

Отмеченные выше замечания не являются принципиальными и не снижают общей положительной оценки работы, ее научной значимости и практической ценности. Текст автореферата в целом соответствует тексту диссертации. Диссертация и автореферат раскрывают поставленную цель, задачи исследования и основные результаты работы. Полученные результаты вполне соответствуют уровню кандидатской диссертации по специальности 05.12.07 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Заключение

В целом диссертационная работа представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, сформулированные защищаемые положения и выводы представляются достоверными и обладают достаточной полнотой освещения в опубликованных работах. Полученные результаты в диссертационной работе будут, несомненно, полезны всем разработчикам, занимающимся проблемами миниатюризации СВЧ-устройств. Диссертационная работа «Методика структурного синтеза шлейфных мостов УВЧ диапазона с

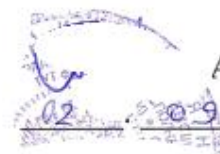
уменьшенными габаритными размерами» отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертации Летавин Денис Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Старший преподаватель
кафедры основ радиотехники и электроники
федерального казенного образовательного учреждения
высшего образования
«Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний»
кандидат технических наук

Щетинин Никита Николаевич

02 . 09 . 2021 г.

Подпись Н. Н. Щетинина заверяю:
начальник отдела кадров, воспитательной
и социальной работы с личным составом



А. И. Котов

02 . 09 . 2021 г.

394072, Россия, г. Воронеж, ул. Иркутская, 1а
раб. тел.: (473) 260-68-24
e-mail: vifsin@mail.ru