

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Дмитренко Анатолия Григорьевича на диссертационную работу Черниковой Евгении Борисовны «Зеркально-симметричные модальные фильтры и меандровые линии» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Работа Черниковой Е.Б. «Зеркально-симметричные модальные фильтры и меандровые линии» посвящена исследованию возможностей использования этих структур для защиты радиоэлектронных средств (РЭС) от сверхкоротких импульсов (СКИ).

Работа включает в себя введение, 3 раздела, заключение, список сокращений и условных обозначений, список литературы из 159 источников и приложение (копии актов внедрения, патентов и свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ).

Актуальность темы диссертации

Должный уровень функционирования технических средств (ТС) является важным требованием в жизнедеятельности современного общества, так как его нарушение может нанести непоправимый ущерб. Для обеспечения этого требования применяется ряд различных мероприятий, в том числе и по электромагнитной совместимости (ЭМС). Одной из задач ЭМС является защита ТС от различного вида помех. Одним из основных технических методов достижения должного уровня помехозащиты является фильтрация. Однако существуют кондуктивные помехи наносекундного и пикосекундного диапазонов, которые способны обойти существующие защитные устройства. В настоящее время помехозащитные устройства должны обладать высокими защитными характеристиками и, вместе с тем, простотой реализации, малой массой и доступностью. Под эти требования подходят устройства защиты, работа которых основана на технологии модальной фильтрации – модальные фильтры (МФ) и защитные меандровые линии (МЛ). Естественно возникает необходимость в работе по совершенствованию и улучшению характеристик МФ и МЛ. В настоящей работе рассматривается подход к совершенствованию модальной фильтрации за счет зеркально-симметричного расположения проводников в МФ и МЛ. Ранее в своих работах освещал эту тему А.М. Заболоцкий. Однако многие вопросы использования зеркально-симметричных структур для защиты от сверхкороткого импульса остались открытыми. Данная диссертационная работа и посвящена детальному исследованию возможностей использования зеркально симметричных МФ и МЛ для защиты РЭС от импульсов пикосекундной и наносекундной длительности. Такие исследования позволят повысить эффективность рассматриваемых структур. Таким образом, тема диссертационной работы представляется современной и актуальной.

Содержание работы

Во введении дана характеристика работы, обоснована ее актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, представлена научная новизна, положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе представлен обзор литературы по теме исследования как российских, так и зарубежных авторов.

Во второй главе представлены результаты оптимизации параметров различных типов зеркально-симметричных модальных фильтров, анализа их временных и частотных характеристик, дано описание макета одного из зеркально-симметричных фильтров, представлены результаты экспериментальных измерений его параметров и их сравнение с результатами теоретических исследований.

В третьей главе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований возможности разложения сверхкоротких импульсов в зеркально-симметричных меандровых линиях.

В заключении подведены итоги работы, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Научная новизна работы

С использованием комплексного подхода, включающего многокритериальную оптимизацию, учет влияния влагозащитного покрытия и корпуса, использования дополнительной симметрии и модального резервирования, а также аналитических условий выравнивания разностей соседних погонных задержек мод, получены временные и частотные характеристики широкого класса новых конструкций зеркально-симметричных МФ.

Предложены зеркально-симметричные структуры, отличающиеся использованием перемычек на концах вместо резисторов.

Выявлена возможность появления дополнительных импульсов в выходном сигнале зеркально-симметричных МЛ.

Разработана методика выявления дополнительных импульсов во временном отклике структур с модальным разложением на воздействие сверхкороткого импульса.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость:

- Изучены особенности влияния параметров зеркально-симметричных структур на временные и частотные характеристики.

- Выведены аналитические условия выравнивания разностей соседних погонных задержек мод зеркально-симметричного модального фильтра.

- Приведено качественное сравнение двух видов модальных фильтров: микрополоскового и зеркально-симметричного.

- Показано влияние экрана на выходное напряжение зеркально-симметричного модального фильтра.

- Показано, что улучшение характеристик после перехода от 4-проводных к 8-проводным зеркально-симметричным модальным фильтрам затруднено резким увеличением числа мод, каждая из которых имеет свою специфику.

- Выявлены закономерности появления дополнительных импульсов разложения в асимметричных структурах с модальной фильтрацией.

- Сформулирована методика выявления дополнительных импульсов во временном отклике асимметричных структур на примере зеркально-симметричных меандровых линий.

Практическая значимость:

- Разработаны макеты зеркально-симметричных модальных фильтров и меандровых линий для экспериментальных исследований модального разложения сверхкороткого импульса.

- Внедрены результаты исследования зеркально-симметричного модального фильтра в качестве варианта устройства помехозащиты бортовой радиоэлектронной аппаратуры в АО «ИСС», г. Железногорск. (Акт внедрения).

- Внедрены результаты вывода аналитических условий выравнивания разностей погонных задержек мод в зеркально-симметричном модальном фильтре и моделирования зеркально-симметричных модальных фильтров в учебный процесс радиотехнического факультета ТУСУР, г. Томск. (Акт внедрения).

- Получены параметры поперечного сечения 4-х структур зеркально-симметричного модального фильтра, позволяющие минимизировать амплитуду выходного напряжения и получить попарно выравненные напряжения выходных импульсов.

- Представлены предложения по модификации зеркально-симметричного модального фильтра за счет соединения проводников на концах линии перемычкой.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации подтверждается корректным использованием теории линий передачи, проведенным сравнительным анализом результатов с помощью квазистатического и электродинамического подходов, а также их согласованностью с результатами, полученными экспериментально.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Автореферат диссертации правильно отражает её основные положения и результаты.

Соответствие темы и результатов диссертации заявленной научной специальности

Тема и результаты диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения по пункту 9 (разработка научных и технических основ проектирования, конструирования, технологии производства, испытания и сертификации радиотехнических устройств).

Общая оценка работы

В работе выполнен детальный теоретический анализ различных типов зеркально-симметричных МФ и МЛ. Анализ проведён с использованием квазистатического и электродинамического подходов. Осуществлено сравнение результатов, полученных с помощью этих подходов. Некоторые из рассмотренных в работе МФ и МЛ реализованы в виде макетов. Выполнены экспериментальные исследования временных и частотных характеристик этих макетов. Осуществлено сравнение экспериментальных и теоретических результатов. В целом, полученные в работе результаты позволяют оценить возможности зеркально-симметричных модальных фильтров и меандровых линий в плане их использования для защиты РЭС от импульсов пикосекундного и наносекундного диапазонов.

Замечания

1. В подразделе 2.1.1 на стр. 47 говорится, что «исследуются 4 структуры зеркально-симметричного МФ, несколько отличающиеся друг от друга расположением проводников в диэлектрике» (рис.2.1). Учитывая, что толщина проводников обычно равна 18 мкм, можно было сразу предположить, что никаких существенных отличий во временных и частотных характеристиках этих структур не будет, что молчаливо признаёт и сам автор, анализируя только одну из структур.

2. В работе не объяснено наличие мелких осцилляций в частотных характеристиках, приведённых на рис. 2.27 (стр. 74), в таблице 2.26 (стр. 78), на рис. 2.29 (стр. 79), на рис. 2.38 (стр. 95), на рис. 2.47 (стр. 109) и на некоторых других рисунках.

3. Возможность появления дополнительных импульсов при переходе от зеркально симметричных модальных фильтров к зеркально симметричным меандровым линиям в работе рассматривается как принципиальный результат. В связи с этим хотелось бы видеть более подробное объяснение физической природы этих дополнительных импульсов.

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. В целом, диссертационная работа Черниковой Е.Б. «Зеркально-симметричные модальные фильтры и меандровые линии» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи использования зеркально-симметричных модальных фильтров и

меандровых линий для защиты радиоэлектронных средств от импульсов пикосекундной и наносекундной длительности, имеющей существенное значение для радиотехники. Диссертационная работа удовлетворяет п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор, Черникова Е.Б., заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук, профессор,
профессор Национального исследовательского
Томского государственного университета
А.Г. Дмитренко



ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский государственный
университет»
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
Тел. 3822 52-94-85
e-mail: agdmitr.202@mail.ru



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ЮЩИЙ ДОКУМЕНТОВЕД
УПРАВЛЕНИЯ ДЕЛАМИ



М. В. АНРИЕНКО