

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Дмитренко Анатолия Григорьевича на диссертацию Кенжегуловой Зарины Муратбековны «Аналитические модели защитных полосковых устройств на основе метода модального разложения во временной области», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Актуальность темы диссертационной работы

Защита радиоэлектронных средств (РЭС) от электромагнитных помех (ЭМП) является актуальной задачей при их проектировании. На её решение направлено большое количество методов, в основе одного из которых лежит модальное разложение сигнала в полосковых устройствах защиты на печатной плате из-за модальных искажений. При проектировании устройств защиты, основанных на явлении модального разложения, одним из основных этапов является моделирование временного отклика численными методами. Часто это ведет к существенным затратам вычислительных ресурсов, в особенности при оптимизации в широком диапазоне параметров. Однако, в ряде случаев для анализа полосковых устройств применимы и относительно простые аналитические модели, разработке и верификации которых и посвящена данная работа. Эти модели существенно упрощают и ускоряют анализ помеховых воздействий в полосковых структурах, поэтому тема диссертации представляется актуальной и перспективной.

Анализ содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Кенжегуловой З.М. состоит из введения, 3 глав и заключения, содержит список источников из 163 наименований, приложения на 8 с. Объем диссертации с приложениями – 166 с., в т.ч. 62 рисунка и 20 таблиц.

Во введении соискателем приведена общая характеристика работы, обоснована ее актуальность, сформулированы цель и задачи исследования.

В первой главе соискателем обоснована актуальность работы со ссылками на большое количество исследований. Представлен обзор методов защиты РЭС от помех, среди которых выделены полосковые устройства на основе модального разложения. Наконец, представлены методы анализа полосковых устройств, среди которых выделен подход для анализа перекрестных помех в многопроводных линиях передачи, а для оценки характеристик помеховых воздействий на выходе полосковых устройств предложен метод, основанный на расчёте N -норм.

Во второй главе представлены разработанные аналитические модели временного отклика на концах 2- и 3-проводных модальных фильтров (МФ) и витков меандровой линии (МЛ) из одного и двух отрезков. Получены модели нормированных амплитуд составляющих отклика и условия их равенства на выходе: 2-проводного МФ (для общего и ряда частных случаев), для 3-проводного МФ на основе микрополосковой линии (МПЛ) с заземленными на концах проводниками, а также на выходе витка МЛ с асимметричным поперечным сечением. Выполнена верификация разработанных моделей и условий.

В третьей главе изложены результаты исследования распространения различных помеховых воздействий в полосковых устройствах с модальным разложением. Получены результаты анализа разложения различных типовых форм кондуктивных помеховых воздействий в асимметричных полосковых устройствах. Предложена методика синтеза пассивных устройств защиты на основе витка меандровой линии с асимметричным поперечным сечением, в основе которой лежит аналитическое вычисление временного отклика для предварительных оценок. Наконец, представлены результаты измерений макетов устройств с модальным разложением.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные соискателем, а также представлены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

В приложении приведены копии актов внедрения и индивидуальных достижений соискателя.

Научная новизна результатов диссертационной работы

– разработан комплекс аналитических моделей временного отклика двух- и трехпроводного МФ и витка МЛ на воздействие произвольной формы с возможностью учёта асимметрии поперечного сечения и сопротивлений на концах этих устройств;

– в замкнутом виде получены аналитические модели нормированных амплитуд составляющих отклика, а также условия их равенства на выходе двухпроводного МФ для общего и ряда частных случаев выбора окончаний его пассивного проводника и трехпроводного МФ на основе модифицированной микрополосковой линии с двумя заземленными пассивными проводниками;

– разными методами (аналитически, численно и экспериментально) исследован отклик полосковых устройств с модальными явлениями на типовые формы помеховых воздействий.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы

Теоретическая значимость:

– получены выражения для нормированной амплитуды составляющих сигнала на выходе полосковых устройств на основе модальных явлений;

– сформулированы условия равенства составляющих отклика на выходе двух- и трехпроводного МФ;

– изучено распространение синфазной и дифференциальной мод в витке МЛ с помощью диаграмм координата-время;

– для доказательства применимости аналитических моделей применены математическое моделирование методами моментов и конечных разностей во временной области, эвристический поиск оптимальных параметров и натуральный эксперимент.

Практическая значимость:

– доказана применимость аналитических моделей временного отклика для предварительного вычисления формы напряжения на выходе полосковых устройств с модальными явлениями;

– предложена методика синтеза пассивных полосковых устройств защиты от импульсных воздействий на основе витка МЛ с асимметричным поперечным сечением;

– результаты работы внедрены в АО «РЕШЕТНЁВ», НИР по грантам различных фондов и учебном процессе ТУСУРа (три акта внедрения).

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность результатов работы подтверждаются совпадением результатов аналитического и квазистатического моделирования, их согласованностью с результатами электродинамического моделирования и измерений, использованием для проведения измерений сертифицированных аппаратно-программных комплексов.

Полнота опубликования результатов работы

По теме диссертации опубликованы 12 работ, в том числе 1 научная монография, 2 статьи в журналах из перечня ВАК, 1 статья в журнале, индексируемом в Scopus, 3 доклада в трудах конференций, индексируемых в WoS/Scopus; 5 докладов в трудах других конференций. Материалы диссертации достаточно полно изложены в опубликованных работах.

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат диссертации правильно отражает её содержание, основные положения и полученные результаты.

Общая характеристика работы

В работе разработан комплекс аналитических моделей временного отклика двух- и трехпроводного МФ и витка МЛ на воздействие произвольной формы с возможностью учёта асимметрии поперечного сечения и сопротивлений на концах этих устройств. Выполнена верификация разработанных моделей путём сравнения результатов, получаемых с помощью этих моделей, с результатами квазистатического и электродинамического моделирования, а также с экспериментальными результатами. Для некоторых типов двухпроводных и трёхпроводных МФ получены аналитические модели нормированных амплитуд составляющих отклика, а также условия их равенства. Разными методами (аналитически, численно и экспериментально) исследован отклик полосковых устройств с модальными явлениями на типовые формы помеховых воздействий.

Замечания

1. Не приведены примеры оценок ускорения процесса проектирования полосковых устройств за счёт применения аналитических моделей для вычисления отклика.

2. Не выполнена детальная апробация условий равенства нормированных амплитуд на выходе исследуемых полосковых устройств.

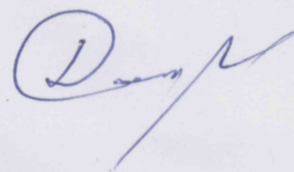
3. Недостатком разработанных моделей временного отклика является то, что они не учитывают потери, которые оказывают существенное влияние на распространение сигналов в полосковых линиях.

4. Рисунок 1.4а на стр. 22 оказался пустым (на нём отсутствуют какие-либо графики).

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Как следует из вышеизложенного, диссертационная работа Кенжегуловой Зарины Муратбековны «Аналитические модели защитных полосковых устройств на основе метода модального разложения во временной области» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи предварительного анализа полосковых устройств аналитическими методами, 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, Кенжегулова Зарина Муратбековна, заслуживает присуждения 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
Дмитренко А.Г.



ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский государственный университет»

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Тел.: 3822 52-94-85

E-mail: dmitr.tsu.202@mail.ru



Подпись удостоверяю
ведущий документовед
А.Г.ДМИТРЕНКО И.В.

