

же многовариантному анализу. Выполнена верификация программного калькулятора, показывающая корректность его работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России по проекту FEWM-2022-0001.

ЛИТЕРАТУРА

1. AWR Tx-LINE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cadence.com/en_US/home/tools/system-analysis/rf-microwave-design/awr-tx-line.html, свободный (дата обращения: 13.11.2021).
2. AppCAD Design Assistant [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.broadcom.com/appcad>, свободный (дата обращения: 14.11.2021).
3. Qt | Cross-platform software development [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qt.io/>, свободный (дата обращения: 15.11.2021).
4. Joines W.T. Microwave transmission line circuits. – Artech House, 2013. – 320 p.
5. Фуско В. СВЧ-цепи. Анализ и автоматизированное проектирование / пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.

УДК 621.391.31

АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВРЕМЕННОГО ОТКЛИКА В СИСТЕМЕ КВАЗИСТАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ TALGAT НА ОСНОВЕ S-ПАРАМЕТРОВ

*Н.С. Павлов, студент; Е.С. Жечев, ассистент
г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, pavlov.n@tu.tusur.ru*

Предлагается алгоритм вычисления временного отклика в системе TALGAT. На основе рассчитанных или экспериментально полученных S -параметров и дальнейшего их преобразования производится вычисление временных характеристик устройства.

Ключевые слова: S -параметры, временные характеристики, обратное преобразование Фурье, Y -параметры.

На сегодняшний день радиоэлектронная аппаратура (РЭА) занимает важное место в различных сферах деятельности и обычной повседневной жизни человека. РЭА может быть разной степени сложности, начиная от бытовой и заканчивая космической. Большое количество различной РЭА может неблагоприятно влиять друг на друга, создавая нежелательные помехи, что может сказаться на корректной работе РЭА. Именно поэтому вопрос обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) сегодня актуален. Одной из программ для моделирования задач ЭМС является система TALGAT [1].

Большинство исследований ЭМС проводилось в частотной области, тогда как временной уделено меньше внимания [2]. Между тем

подробное изучение процессов во временной области позволит усовершенствовать защиту устройств. Для расширения функционала проводимых исследований необходимо разработать новый алгоритм вычисления временных характеристик в системе TALGAT. Следовательно, целью работы является разработка альтернативного алгоритма вычисления временного отклика.

Первоначальный алгоритм вычисления временных откликов требовал построения поперечного сечения исследуемой структуры, нахождения первичных параметров и на их основе – вторичных. Далее вычислялись Y -параметры и выполнялось построение временного отклика. На рис. 1, *а* представлена блок-схема исходного алгоритма вычисления временного отклика. Новый алгоритм основывается на вычисленных S -параметрах или полученных при помощи моделирования в другом программном обеспечении (ПО). После импорта S -параметров происходит преобразование их в Y -параметры. После преобразования матрицы Y -параметров должны быть одного размера с изначальными матрицами S -параметров. Преобразованные матрицы Y -параметров заменяются на первичные матрицы Y -параметров из изначального алгоритма и на их основе производится вычисление временных характеристик. На рис. 1, *б* представлена блок-схема предлагаемого алгоритма.

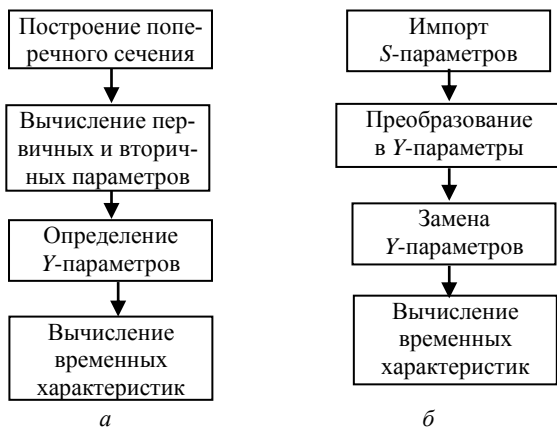


Рис. 1. Изначальный (*а*) и предлагаемый (*б*) алгоритмы нахождения временного отклика

Вычисленные или экспериментально определенные S -параметры должны быть представлены в формате SnP. Y -параметры являются комплексными величинами и имеют размерность проводимостей.

К достоинству предложенного алгоритма можно отнести более простой и быстрый способ вычисления временного отклика. Построение временных зависимостей легче реализовать при помощи импорта данных, чем осуществление построения поперечного сечения и вычисления первичных и вторичных параметров. Предлагаемый алгоритм открывает дополнительные возможности в изучении временных характеристик в системе TALGAT с помощью использования рассчитанных или экспериментально полученных данных.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект FEWM-2022-0001).

ЛИТЕРАТУРА

1. Новые возможности системы моделирования электромагнитной совместимости TALGAT / С.П. Куксенко, А.М. Заболоцкий, А.О. Мелкозеров, Т.Р. Газизов // Доклады ТУСУР. – 2015. – № 2(36). – С. 45–50.

2. Исследование распространения сверхкороткого импульса в микрополосковой С-секции при изменении зазора между связанными проводниками / Р.Р. Газизов, А.М. Заболоцкий, Т.Т. Газизов // Доклады ТУСУР. – 2016. – № 1(19). – С. 79–82.

УДК 621.3712.001.24

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ С ЗАЗЕМЛЕННЫМ ПРОВОДНИКОМ СВЕРХУ

Б.Е. Нурхан, магистрант;

И.Е. Сагеева, ассистент, м.н.с. НИЛ «ФИЭМС»

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, nurkhan.bakhtiyar@mail.ru

Выполнено моделирование микрополосковой линии с заземленным проводником сверху. Вычислены зависимости погонной задержки (τ) и волнового сопротивления (Z) при температуре $T = -50, 25$ и 150 °С. Оценено влияние T на характеристики τ и Z . Приведены относительные модули их отклонений. Наибольшее отклонение для τ достигло 3,23%, а для $Z - 2,92\%$.

Ключевые слова: микрополосковая линия, радиоэлектронная аппаратура, погонная задержка, волновое сопротивление, температура.

В настоящее время с ростом требований к характеристикам радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) возникает необходимость воспроизведения линий передачи (ЛП) со стабильными значениями погонной задержки (τ) и волнового сопротивления (Z), и в целом актуально уменьшение чувствительности электрических характеристик линий к