

ПОДСЕКЦИЯ 2.6

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

*Председатель – Заболоцкий А.М., доцент каф. ТУ, к.т.н.
зам. председателя – Куксенко С.П., доцент каф. ТУ, к.т.н.*

ВЫБОР ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПАССИВНОГО ПРОВОДНИКА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В КАЧЕСТВЕ ДАТЧИКА КОНДУКТИВНЫХ ЭМИССИЙ

*А.С. Архипенко, магистрант; П.Е. Орлов, доцент, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, andrey_arhipenko_93@mail.ru,
blink_281@mail.ru*

С развитием и широким распространением электронных устройств различного применения все больше необходимо обеспечение их электромагнитной совместимости (ЭМС). В настоящее время, существует растущая угроза преднамеренного электромагнитного воздействия на электронику которое может привести к неисправности или выходу из строя электронного оборудования. Один из методов борьбы с электромагнитным воздействием основан на модальной фильтрации – использовании *модальных искажений* (изменений сигнала за счет разности задержек мод многопроводной линии передачи) за счет последовательного *модального разложения* импульса в отрезках связанных линий. Но данный метод имеет недостаток – это избыточность пассивного проводника, которая заставляет искать пути его использования. В [1] предлагается использование пассивного проводника как датчика кондуктивных эмиссий. Целью данной работы является выбор граничных условий пассивного проводника для использования его в качестве датчика кондуктивных эмиссий. Для этого было проведено квазистатическое моделирование структуры микрополосковой линии в системе TALGAT [2]. Моделирование проводилось без учета потерь в проводниках и диэлектриках.

На рис. 1, *a* изображено поперечное сечение структуры, геометрические параметры проводников $w = 1$ мм, $t = 105$ мкм, расстояние между проводниками $s = 0,5$ мм. Толщина подложки между проводниками и землей $h = 0,25$ мм, длинна диэлектрика $d = 6$ мм, диэлектрическая проницаемость подложки $\epsilon_r^* = 5$. Вокруг структуры ди-

электриком является воздух $\epsilon_r = 1$. На рис. 1, б показана принципиальная схема моделируемой структуры.

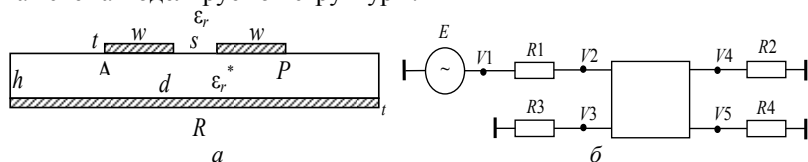


Рис. 1. Поперечное сечение структуры (а), принципиальная схема моделируемой структуры (б)

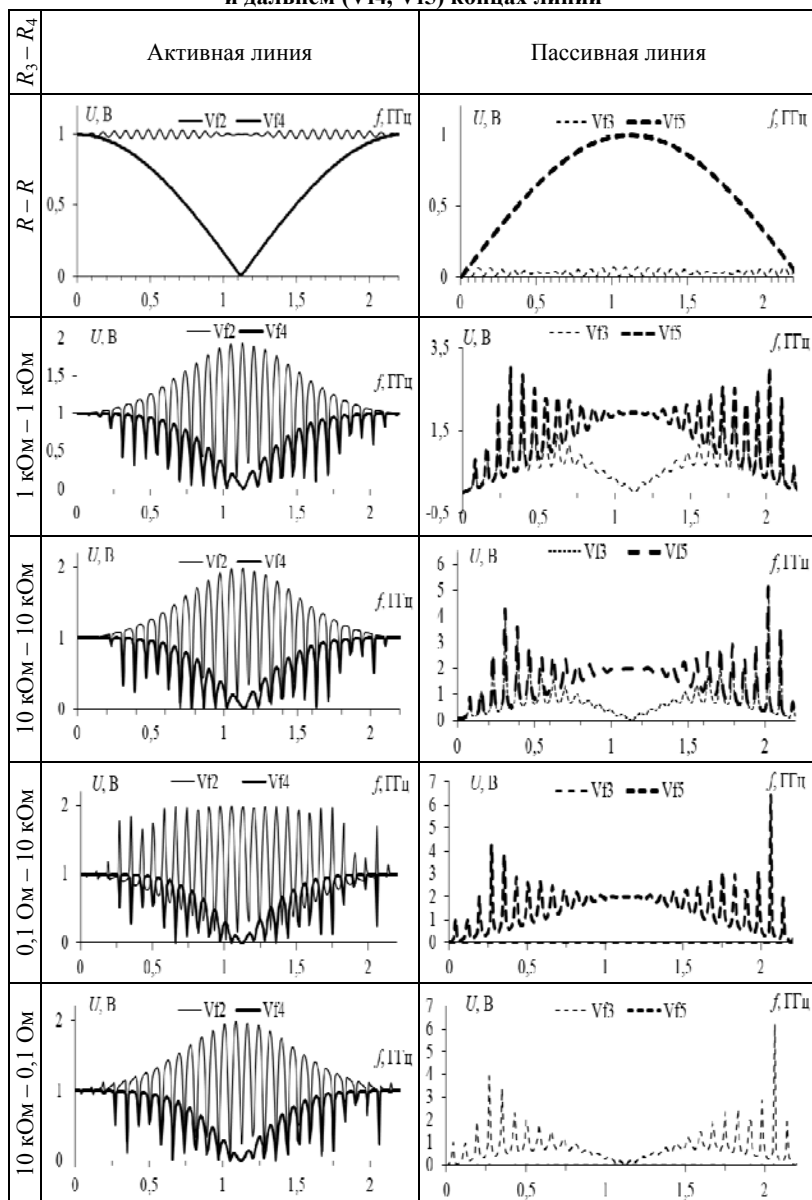
В таблице представлены частотные отклики на ближнем и дальнем концах активной и пассивной линий при разных граничных условиях, при условии, что активная линия находится в условии согласования и нагрузки на концах равны R .

В [3] был выполнен расчет резонансной частоты f_0 и сопротивления для согласования линии R , где $f_0 = 1,111$ ГГц, а $R = 27,7$ Ом. Примечательно то, что с изменением граничных условий на пассивном проводнике амплитуда сигнала увеличивается когда значения резисторов на концах равны 1 и 10 кОм, а при значениях резисторов равных 0,1 Ом амплитуда сигнала принимает значение равное 0. Из графиков в таблице видно что на резонансной частоте f_0 сигналы на ближнем и дальнем концах структуры находятся в противофазе. В откликах активной и пассивной линий наблюдается осцилляция сигнала с пиковыми значениями на частотах кратных $(2 \cdot \tau_0)^1$, это обусловлено тем что в данной структуре нечетная мода является доминирующей. Так же стоит отметить то что изменения граничных условий в пассивной линии влияют на АЧХ в активной линии и вносят искажения, что является фактором ухудшения модальной фильтрации на частотах кратных $(2 \cdot \tau_0)^1$, такое наблюдается во всех случаях кроме случая согласования структуры.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод что осуществление детектирования с обоих концов активной линии возможно, когда на ближнем и дальнем концах пассивной линии стоят нагрузки 1 и 10 кОм, а в случае, когда детектирование требуется на ближнем или на дальнем конце линии то осуществляя короткое замыкание на одном из противоположных концов линии можно снимать сигнал в нужной точке.

Данное исследование, направленное на возможность реализации датчиков кондуктивных эмиссий необходимо провести при изменении не только граничных условий, но и изменяя геометрические параметры исследуемой структуры.

**Частотные отклики на ближнем (Vf2, Vf3)
и дальнем (Vf4, Vf5) концах линии**



ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов П.Е., Газизов Т.Р., Заболоцкий А.М. Новая концепция создания интегрированных датчиков для контроля электромагнитной обстановки в бортовой аппаратуре космического аппарата // Авиакосмическое приборостроение. – 2012. – № 5. – С. 20–23.
2. <http://talgat.org>
3. Архипенко А.С. Квазистатическое и электродинамическое моделирование структур связанных линий для исследования возможностей реализации датчиков кондуктивных эмиссий: выпускная квалификационная работа бакалавра. – ТУСУР, 2016.

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ КАРДИОСТИМУЛЯТОРОВ

А.В. Бусыгина, аспирант каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, bav-tusur@mail.ru

Кардиостимулятор представляет собой небольшое электронное устройство, которое имплантируется под кожу для регулирования сердцебиения [1]. Он состоит из генератора импульсов и одного или двух проводов с электродами, которые воздействуют на сердечную мышцу электрическими сигналами. Генератор представляет собой контроллер с батареей в герметичном титановом корпусе. В публикациях встречаются упоминания о сбоях в работе кардиостимулятора при воздействии на него электромагнитных излучений (ЭМИ). Кардиостимулятор является жизненно важным устройством, поэтому важно обеспечить его бесперебойную работу. Цель работы – представить обзор современных исследований в области электромагнитной совместимости и безопасности кардиостимуляторов.

Для кардиостимуляторов актуален вопрос влияния помех, создаваемых мобильными телефонами, на работу кардиостимулятора. В Японии под руководством Министерства внутренних дел проводились исследования по определению минимального безопасного расстояния между кардиостимулятором и устройствами беспроводной связи. Так, безопасным считается расстояние 22 см, но в некоторых случаях оно может быть увеличено до 75 см [2].

Диапазон рабочих частот кардиостимуляторов обычно составляет от 10 Гц до нескольких кГц, диапазон частот внешних устройств составляет от 125 кГц до 2,45 ГГц. Посторонние сигналы, обнаруженные в полосе пропускания чувствительного фильтра кардиостимулятора, могут привести к возникновению неисправностей или помех в его работе. В работе [2] описан метод смягчения электромагнитных