

УДК 621.396.6

АНАЛИЗ ВОЛНОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ ПРИ ПРОТЕКАНИИ ЦИФРОВОГО СИГНАЛА

Воскресенский А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Экспериментально исследовано влияние геометрических параметров проводника печатной платы на волновое сопротивление. Установлено, что наибольшее влияние оказывает расстояние до опорного слоя.

Ключевые слова: линия передачи, волновое сопротивление

Введение. При проектировании печатной платы для высокочастотной передачи сигнала разработчику необходимо обеспечить ряд параметров проводника для обеспечения эффективной работы устройства, одним из которых является волновое сопротивление линии передачи. В работе показано, как осуществляется влияние параметров печатного проводника на волновое сопротивление.

Основная часть. Волновое сопротивление линии передачи – отношение напряжения к силе тока в любой точке линии, по которой распространяются электромагнитные волны [1].

Волновое сопротивление определяется по формуле (1) [1]:

$$Z = \sqrt{L/C}, \quad (1)$$

где L – погонная индуктивность линии;

C – погонная емкость.

Если линия подключена к нагрузке с комплексным сопротивлением, то часть энергии отражается от нее и коэффициент отражения по мощности определяется по формуле (2) [1]:

$$|\Gamma|^2 = \left| \frac{Z_H - Z}{Z_H + Z} \right|^2, \quad (2)$$

где Z_H – комплексное сопротивление нагрузки.

В случае, когда коэффициент отражения равен 0, отражения в линии передачи отсутствует. Таким образом, соблюдение волнового сопротивления, равному комплексному сопротивлению нагрузки, необходимо для передачи сигнала без потерь, это особенно важно с повышением частоты передающего сигнала.

Различают два вида проводника в печатной плате: микрополосковая линия и полосковая линия (рисунок 1).

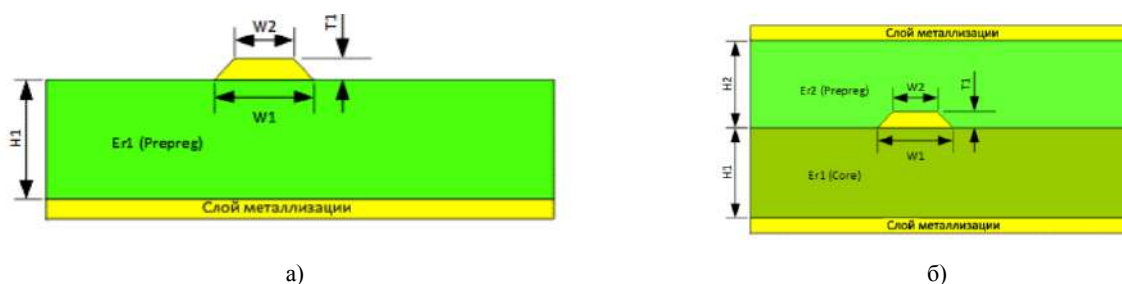


Рисунок 1 – Микрополосковая (а) и полосковая (б) линии передачи

Волновое сопротивление микрополосковой линии передачи можно рассчитать по упрощенной формуле (3) [1]:

$$Z = \frac{87}{\sqrt{E_r + 1.41}} \ln \left(\frac{5.98h}{0.8w+t} \right), \quad (3)$$

где E_r – относительная диэлектрическая проницаемость подложки;

h – высота подъема печатной платы над слоем земли;

w – ширина печатной дорожки;

t – толщина печатной дорожки.

Волновое сопротивление полосковой линии передачи рассчитывается по формуле (4) [1]:

$$Z = \frac{60}{\sqrt{E_r}} \ln \left(\frac{1.9b}{0.8w+t} \right), \quad (3)$$

где E_r – относительная диэлектрическая проницаемость подложки;

b – расстояние между слоями земли;

w – ширина печатной дорожки;

t – толщина печатной дорожки.

Геометрическими параметрами, влияющими на волновое сопротивление, являются: толщина меди, ширина проводника, угол трапеции проводника, расстояние до опорного слоя, диэлектрическая проницаемость диэлектрика, частота.

Таблица 1 – Влияние геометрических параметров

Параметр	Действие	Результат
Толщина меди	Уменьшение	Увеличение значения
Ширина проводника	Уменьшение	Увеличение значения
Расстояние до опорного слоя	Увеличение	Увеличение значения
Диэлектрическая проницаемость	Увеличение	Уменьшение значения
Частота	Увеличение	Уменьшение значения

Заключение. Выполнен анализ влияния геометрических параметров печатного проводника на волновое сопротивление в линии передачи. Установлено, что наиболее влияющим параметром является отношение ширины дорожки к высоте ее подъема над слоем земли.

Список литературы

1. Джонсон, Г.В. *Конструирование высокоскоростных цифровых устройств: начальный курс черной магии: справ. пособие* / Джонсон Г.В., Грэхем М. - Издательский дом «Вильямс» – 2006. – 624с.
2. *Исследование влияния дополнительного экранирования кварцевого генератора СВЧ устройств на снижение уровня побочных спектральных составляющих* / Г. А. Пискун, В. Ф. Алексеев, П. С. Романовский // Доклады БГУИР. – 2019. – № 5 (123). – С. 12-17.

UDC 621.396.6

ANALYSIS OF IMPEDANCE IN THE TRANSMISSION LINE OF A PRINTED BOARD WITH A SIGNAL FLOW

Voskresenski A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The influence of the geometrical parameters of the printed circuit board conductor on the wave impedance has been experimentally studied. It has been established that the distance to the reference layer has the greatest influence

Keywords: transmission line, impedance