

О. М. КУЗНЕЦОВА-ТАДЖИБАЕВА, канд. техн. наук,
вед. инженер-конструктор, АО «НПЦ «ПОЛЮС», Томск
И. Е. САГИЕВА, канд. техн. наук, мл. науч. сотр.,
ассистент каф. ТУ, ТУСУР, Томск

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ПЕЧАТНОГО ПРОВОДНИКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

На изготовленном макете исследована структура слоев печатной платы, состоящей из диэлектрической подложки и печатных проводников. Рассмотрены профили поперечных сечений печатных проводников. Показано, что для ребра проводника более корректна аппроксимация не прямым углом, а дугой. При этом максимальный радиус скругления можно приближенно оценить толщиной проводника.

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) состоит из печатных плат (ПП), которые объединяют отдельные элементы в единое устройство, обеспечивая электрическое соединение между ними. Детали крепятся к подложке (основанию) с нанесённым на неё рисунком (электронной схемой) из печатных проводников в виде тонких линий, а выводы элементов припаиваются.

С ростом быстродействия элементной базы и увеличением плотности монтажа электрические сигналы, распространяющиеся в печатных проводниках (межсоединениях) на платах, искажаются из-за различных паразитных эффектов. Виды искажений и их проявление существенно зависят от конструкции ПП, а также от геометрических и электрических параметров её проводников и диэлектриков.

В [1] рассмотрены различные модификации микрополосковых линий, где печатные проводники полагались прямоугольной формы. Для них выполнен большой объем моделирования матриц первичных погонных параметров в широком диапазоне изменения различных геометрических параметров поперечного сечения линий передачи (ЛП). При этом выявлено противоречие между повышением точности вычислений и ростом затрат на

них, которые препятствуют быстрому получению точных результатов, а часто делает это и вовсе невозможным.

Между тем широкое использование ЛП (например, в силовых шинах электропитания или различных полосковых устройствах), в т.ч. в ряде новых критичных приложений, требующих стабильной работы в условиях жестких температурных и электромагнитных воздействий, невозможно без их автоматизированного проектирования на основе тщательного моделирования и оптимизации.

Указанные проблемы делают актуальным создание и исследование новых вычислительных алгоритмов для моделирования, корректно учитывающего особенности реальных конструкций ЛП при минимальных затратах на вычисления с заданной точностью. Это достижимо за счет задания ребер проводников и диэлектриков (в поперечном сечении) не идеальными прямыми углами (с хорошо известным нереально большим ростом плотности заряда вблизи острия ребра при вычислении электрической емкости), а дугами, аппроксимированными полилиниями (что гораздо ближе к реальности, а главное, не создает нефизичного роста плотности заряда). При этом требуется оценка радиуса скругления ребра проводника в реальных ЛП.

Цель работы – выполнить экспериментальную оценку радиуса скругления ребра проводника двусторонней печатной платы.

Радиус дуги связан с толщиной фольги t , которая может варьироваться. Например, для отечественного стеклотекстолита $t = 18, 35, 70, 105$ мкм. Кроме того, для обеспечения пайки электрорадиоизделий на внешний слой печатной платы наносят защитное покрытие ПОС 61 [2] толщиной 9–15 мкм.

С целью определения формы печатного проводника реальной печатной платы в АО «НПЦ «Полус» изготовлен макет и выполнен его разрез таким образом, чтобы в сечении оказались печатные проводники разной ширины (рисунок 1). Объектом исследования послужила двусторонняя печатная плата, изготовленная на основе двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм с толщиной медной фольги 35 мкм (СТФ-2-35, 1 мм).

Анализ фотографии поперечного сечения печатной платы выявил неплоскостности наружных поверхностей печатных проводников, профили поперечных сечений которых имеют форму

трапеции со скруглениями ребер. Радиусы скруглений проводников не одинаковы. У нижних оснований они малы – около 5–10 мкм. У верхних оснований они гораздо больше и составляют 40–50 мкм.



Рисунок 1 – Поперечное сечение печатной платы

Таким образом, для ребра проводника более корректна аппроксимация не прямым углом, а дугой. При этом максимальный радиус скругления можно приблизительно оценить толщиной проводника.

*Исследование выполнено в ТУСУРе за счет гранта
Российского научного фонда № 22-79-00101,
<https://rscf.ru/project/22-79-00101>*

ЛИТЕРАТУРА

1. Сагиева И. Е. Стабильность характеристик модифицированных микрополосковых линий: дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2021.
2. Медведев А. М. Печатные платы. Конструкции и материалы. М.: Техносфера, 2005. 304 с.

О.М. Kuznetsova-Tadzhibaeva, I.Y. Sagiyeva

Investigation of the cross sectional form of the printed circuit board conductor

The structure of printed circuit board layers consisting of a dielectric substrate and printed conductors is investigated on manufactured prototype. The cross-sectional profiles of PCB conductors have been considered. It is shown that for conductor edge, not right angle, but arc

approximation is more correct. In this respect, maximum radius of rounding can be estimated as conductor thickness.

e-mail: ktom75@mail.ru (Кузнецова-Таджибаева О.М.)

e-mail: indira_sagieva@mail.ru (Сагиева И.Е.)