

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ МЕЖСОЕДИНЕНИЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ

Стещенко П. П., Журавлев В. И.
Кафедра теоретические основы электротехники,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: sppmailbox@mail.ru, vadzh@bsuir.by

Проведен анализ линий передачи сигналов, предложены конструкция и расчет электрофизических параметров системы межсоединений печатной платы.

ВВЕДЕНИЕ

Печатные платы являются составной частью современной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Они выполняют важную роль в интегрированном исполнении конструкций РЭА. Полупроводниковые устройства, смонтированные на печатной плате, представляют сложные функциональные устройства для обработки большого массива информации.

1. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ

Для обеспечения быстродействия полупроводниковые элементы формируются с малыми субмикронными размерами ($\sim 10^{-8}$ м) и с малыми уровнями сигналов ($\sim 10^{-3}$ А, В). Печатные платы, на которых устанавливаются полупроводниковые устройства служат для обработки сигналов более высокого уровня ($10^{-3} \div 10^3$ А, В) необходимые для управления исполнительными элементами (электромагнитные реле, полупроводниковые ключи, электродвигатели и т.д.).

Указанные параметры предопределяют увеличение геометрических размеров элементов межсоединений печатной платы (длина, толщина линий соединений и расстояния между ними), необходимых для обеспечения допустимой плотности тока в них и диэлектрической изоляции между ними. В результате увеличиваются емкости межсоединений (снижение быстродействия) и тепловая нагрузка на печатную плату (необходимость охлаждения).

Поэтому при разработке конструкции печатной платы с заданными параметрами необходимо решить ряд важных проблем:

- определить наиболее важные функциональные элементы и их размещение на печатной плате;
- оптимизировать размеры элементов межсоединений для получения заданных электрофизических параметров;
- рассчитать их тепловое воздействие на окружающие элементы;
- моделировать оптимальную компоновку (топологию) для интегрированной конструкции;
- уменьшить влияние окружающей среды на надежность конструкции.

При решении указанных проблем необходимо применять (или разрабатывать) математические и физические модели элементов интегрированных в единой конструкции радиоэлектронных элементов. Такие модели должны учитывать схемотехнические решения устройства, свойства применяемых материалов, климатические зоны их эксплуатации, прогнозировать заданные параметры надежности. Сложность комплексного решения указанных проблем связана с различием физических, математических и технических моделей элементов печатной платы. Поэтому в настоящее время разработка печатной платы проводится методом отдельной оптимизации параметров по каждому виду модели, что затрудняет создание единой конструкции РЭА с заданными параметрами.

Нами рассмотрена одна из проблем: оптимизация размеров элементов межсоединений для обеспечения заданных их электрофизических параметров.

Межэлементные соединения печатной платы представляет собой линии передачи сигналов, которые рассчитываются с учетом степени интеграции схемы и частотных параметров. В качестве соединений используются в основном конструкции с симметричными, несимметричными и компланарными линиями [1].

В несимметричной линии передачи часть электромагнитной энергии находится в пространстве над проводником. Этот воздушный зазор определяет ограничения по частоте и мощности, так как возникают трудности согласования сопротивлений открытого пространства и линии передачи. Наиболее близкой к конструкции печатной платы, по нашему мнению, подходит симметричная линия передачи с «подвешенной» подложкой показанной на рис. 1.

Важными параметрами линий передачи являются:

- рабочая частота,
- волновое сопротивление
- и затухание.

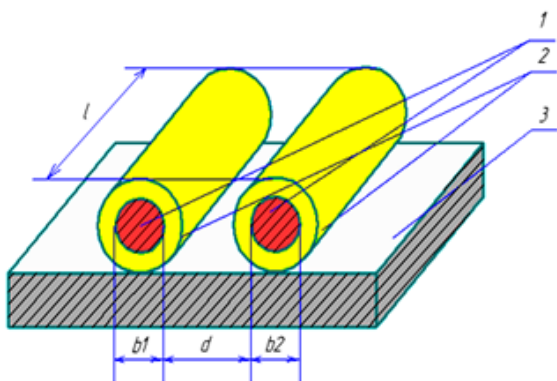


Рис. 1 – Симметричная линия передачи с «подвешенной» подложкой

Рабочая частота f_c должна быть ниже критической частоты, определяемой по формуле:

$$f_c = \frac{75}{h \cdot (\varepsilon - 1)^{\frac{1}{2}}},$$

где h – толщина изоляции (поз.2, рис. 1), ε – диэлектрическая проницаемость изоляции.

Волновое сопротивление линии Z_b определяется из соотношения:

$$Z_b = \frac{120}{\sqrt{\varepsilon}} \ln \frac{a - r}{r},$$

где a – половина расстояния между проводниками.

С увеличением диэлектрической проницаемости [25В?] и радиуса r (площади поперечного сечения) проводника волновое сопротивление уменьшается.

В линиях передачи сигнала затухание складывается из трех частей: затухание, определяемое

потерями в проводнике, обусловленное потерями в диэлектрике, затухание вследствие излучения. В линиях передачи затуханием вследствие излучения ввиду его малости можно пренебречь. При использовании подложки с высокой диэлектрической проницаемостью (керамика) потери в диэлектрике можно также не учитывать.

При выборе материала проводников в первую очередь принимают во внимание их сопротивление на высокой частоте, коэффициент термического расширения. Наиболее широко используются следующие материалы: медь, серебро, золото, алюминий, хром, тантал, титан. Электрофизические свойства материалов представлены в справочной литературе [2]. Выбор материала межсоединений проводится согласно требований к конструкции печатной платы и условий ее эксплуатации.

Приведенный анализ конструкции, параметров системы межсоединений печатной платы может использоваться студентами по специальности «Промышленная электроника» при выполнении дипломного проектирования для разработки конструкции печатной платы РЭА [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гроднев И.И. Линии связи. Учебник для вузов. /И. И. Гроднев. С..М. Верник.//Москва. Радио и связь.1988.
2. Кошкин Н.И. Справочник по элементарной физике./ Н.И. Кошкин,М.Г. Ширкевич.//Москва. Государственное издательство физико-математической литературы.1962.
3. Стешенко П.П. Применение адаптивных методов в изучении технических дисциплин. П.П. Стешенко, В.И. Журавлев. //Международная научно-практическая конференция «Качество образовательного процесса: проблемы и пути развития» Минск. БГУИР 26 апреля 2022г с.71-72