**Практическое занятие № 6**

**Тема: Исследование методов помехозащищенности узлов и блоков ЭС.**

Теоретическое моделирование паразитных параметров в конструкциях ЭС. Оценка уровня допустимых помех. Согласование линий связи с параметрами элементной базы. Экранирование.

*Задание*

По индивидуальному заданию выполнить расчеты:

- сопротивления проводника;

- допустимый ток в печатном проводнике;

- емкости между двумя выбранными проводящими элементами;

- собственной индуктивности печатного проводника;

- индуктивности печатного проводника.

*Теоретические сведения*

В электронных изделиях печатные проводники, электрически объединяющие те или иные элементы схемы, проходят на достаточно близком расстоянии друг от друга и имеют относительно малые размеры сечения. При большом времени переключения и малых тактовых частотах параметры печатных проводников, соединяющие вводы одних элементов со входами других, не оказывают существенного воздействия на быстродействие всей схемы в целом и на помехоустойчивость элементов.

С уменьшением времени переключения (в микроэлектронных изделиях оно составляет единицы наносекунд) большое значение имеют степени влияния линий связи (сопротивления, емкости, индуктивности и т.д.) друг на друга (паразитная емкость, взаимоиндуктивность и т.д.).

Постоянный ток в печатных проводниках распределяется равномерно по его сечению при условии, что материал проводника однороден и не имеет локальных посторонних включений других веществ.

Сопротивление проводника рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| *R = r*\* *ln / (b \* tn)* |  |

где *r* - удельное объемное электрическое сопротивление проводника,

*r* = 0, 0175 мкОм/м – для медных проводников;

*ln* – длинна проводника, мм; (*ln* = 63 мм).

*b* – ширина проводника, мм (*b* = 0,2 мм).

*tn* – толщина проводника, мм (*tn* = 35 мкм).

Допустимый ток в печатном проводнике рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| *Imax = 10-3 \* gдоп \*b \* tn* |  |

где *g*доп – допустимая плотность тока, *g*доп=78 А/мм2для проводников, полученных комбинированным позитивным методом.

Для расчета паразитной ёмкости выбирается участок, где она наибольшая

Ёмкость между двумя выбранными проводящими элементами определяем по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где – диэлектрическая проницаемость среды между проводниками, расположенных на наружных поверхностях платы, покрытой лаком.

|  |  |
| --- | --- |
| = 0,5 \* ( ξп + ξл ), |  |

где ξп и ξл - диэлектрические проницаемости материала платы и лака (для стеклотекстолита ξП = 6, для лака ξЛ =4).

*ln* – длина участка, на котором проводники параллельны друг другу, мм;

*b* – ширина проводника, мм;

*tn* – толщина проводника, мм;

*а* – толщина диэлектрика, мм.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Рассчитывается паразитная индуктивность проводников печатной платы. Собственная индуктивность печатного проводника, определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где *ln* – длина участка проводника, мм;

*b* – ширина проводника, мм;

*tn* – толщина проводника, мм.

Индуктивность двух параллельных печатных проводников расположенных с одной стороны печатной платы с зазором

и с противоположным направлением тока в них рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

где *ln* – длина участка, на котором проводники параллельны друг другу, мм;

*b* – ширина проводника, мм;

*tn* – толщина проводника, мм;

*а* – толщина диэлектрика, мм.

Если полученные значение паразитной емкости и индуктивности малы, то ими можно пренебречь и дополнительных мер по ее устранению принимать не следует.

|  |  |
| --- | --- |
| Отчет по практическому занятию выполняется в виде электронного документа и помещается в личную папку студента.  *Список рекомендуемых литературных источников*   1. Кечиев, Л.Н. Защита электронных средств от воздействия статического электричества: учебное пособие для вузов /Л.Н. Кечиев, Е.Д. Пожидаев. – М.: Издательский Дом "Технологии", 2005. – 328 с. 2. Кечиев, Л.Н. Электромагнитная совместимость и информационная   безопасность в системах телекоммуникаций / Л.Н. Кечиев, П.В. Степанов. – М.: Издательский Дом "Технологии", 2005. – 320 с.   1. Г. В. Мылов. Печатные платы. Выбор базовых материалов   2015, 176 с.   1. Джон Ардизонни. Практическое руководство по разработке многослойных печатных плат / Джон Ардизонни // Научный аспект. – 2012. – №1. с. 133 – 136. 2. А.Н. Гормаков, Н.А. Воронина. Конструирование и технология электронных устройств приборов. Печатные платы. 2006 г.,164 с. 3. А. Медведев.  Технология производства печатных плат.   2005 г., 360 с.   1. Л.А. Брусницына, Е.И. Степановских.  Технология изготовления печатных плат. Учебное пособие. 2015 г. 200 с. 2. Остек. Материалы для пайки и ремонт печатных плат. 2013 г., 96 с. 3. ГОСТ 29137−91 Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. 4. ГОСТ Р 53432-2009 Платы печатные. Общие технические требования к производству. |  |