**Министерство образования РФ**

**Тамбовский государственный Технический университет**

##### Кафедра КРЭМС

###### Лабораторно-конструкторский практикум

по дисциплине «Конструирование РЭС»

на тему: Конструирование печатного узла

Тамбов 2006 г.

**Содержание**

Описание и принцип работы схемы

Выбор типа ЭРЭ

Обоснование выбора метода изготовления печатной платы

Расчет параметров электрических соединений

Расчет печатной платы на механические воздействия согласно условиям эксплуатации

Литература

Приложения

Принцип работы и описание цифрового измерителя емкости оксидных конденсаторов

Емкость оксидного конденсатора, как известно по времени может изменяться, и даже весьма значительно. Поэтому еще до установки таких конденсаторов в конструкцию желательно измерить их действительную емкость и сделать вывод о целесообразности использования того или иного конденсатора в соответствующей цепи.

Для этих целей и предназначен измеритель емкости конденсаторов с цифровой индикацией. Уже более десяти лет прибор используется для проверки конденсаторов емкостью от 10 до 9999 мкФ.

Принцип действия прибора основан на изменении продолжительности разрядки проверяемого конденсатора при строго фиксированных уровнях зарядки и разрядки.

Прибор состоит из генератора тактовых импульсов, устройства сравнения, электронного ключа, счетчика импульсов с дешифратором, цифрового индикатора и источника питания.

В исходном состоянии, когда проверяемый конденсатор Сх подключен к входу прибора и оказывается заряженным до напряжения источника питания Uo. Измерение емкости конденсатора начинается при напряжении кнопки переключателя SB1. В этом случае конденсатор подключается к одному из входов устройства сравнения и начинается его разрядка по экспоненциальному закону. Через некоторый интервал времени, пропорциональный постоянной времени разрядки, напряжение на конденсаторе упадет до Uоп=0,368\*Uo. Такое напряжение называется опорным и подается на второй вход устройства сравнения.

В течение всего времени разрядки на выходе устройства сравнения будет такой сигнал, при котором электронный ключ открыт, и все это время через ключ будут проходить импульсы тактового генератора. За время разрядки конденсатора через ключ пройдет пачка импульсов. Их число в пачке подсчитывает счетчик дешифратор, а цифровой индикатор высвечивает результат подсчета.

**Выбор типа ЭРЭ**

На основании параметров ЭРЭ, указанных на принципиальной электрической схеме, а также по мощности рассеивания резисторов, которые указаны на схеме в виде условных обозначений, проводим выбор типа ЭРЭ.

В данной электрической схеме будем использовать резисторы ОМЛТ – 0,125, конденсаторы К50-3, К50-35.

Типы остальных элементов, используемые в аппаратуре, указаны в приложении.

**Обоснование выбора метода изготовления печатной платы**

Для данного случая изготовления двухсторонней печатной платы, применяем комбинированный позитивный метод. Он имеет ряд преимуществ перед другими методами. Перед комбинированным негативным:

* более высокое качество металлизации;
* возможность механизации технологического процесса;
* получение соответствующего класса;
* точность изготовления печатных плат;
* более выгоден экономически.

Но с другой стороны мы проигрываем в качестве краев проводника.

В комбинированных методах используют фоторезисты – светочувствительные материалы.

При позитивном фоторезисте происходит следующий процесс: экспонированные участки фоторезиста претерпевают разрушение органических молекул. Поэтому при проявлении облученных участков и фоторезиста вместе с фольгой удаляются.

**Расчет параметров электрических соединений**

Для нахождения наибольших токов в схеме рассмотрим блок питания и выделим следующие контуры.

Е

+

-

I1

I2

I3

RD1

RKЭ

RC3

R17

RD3

RD1=1000 Ом

RD3=800 Ом

RC3=200 Ом

RKЭ=1000 Ом

R17=10000 Ом

Е=5В

I1, I2, I3 – ?

Для первого контура

I1RD1+RC3(I1-I2)=0

Для второго контура

RC3(I2-I1)+R17(I2-I3)+RD3(I2-I3)=0

Для третьего контура

R17(I3-I2)+RD3(I3-I2)+RKЭ=5

Из полученных уравнений составим систему уравнений; предварительно перемножив члены уравнения:



Данную систему уравнений приведем к следующему виду:



Подставим численные значения вместо сопротивлений



Составим матрицу











;

;

.

Для нашей схемы составим еще один контур, в котором находятся параллельно соединенные микросхемы.

Е

R13

R1

R2

R3

R4

R(DD1;DD5)=800 Ом=0,8 кОм Е=5 В.

R(DD2 – DD4)=1 кОм

R(DD6 – DD9)=1,2 кОм

R(DD10 – DD13)=1 кОм











Из всех найденных токов выбираем максимальный, т.е. Последний I=64,1мА.

**Расчет параметров электрических соединений [1]**

Проведем расчет параметров печатного монтажа платы измерителя емкости конденсаторов. Двухсторонняя печатная плата изготавливается комбинированным позитивным методом и имеет 3-й класс точности. Исходными данными являются толщина фольги 20 мкм(см. табл. 4.5 [1]), максимальный ток через проводник (см. расчет токов в контуре) 64,1 мА, максимальная длина проводника 0,07 м, допустимое падение напряжения в проводнике 0,25 В, размер платы 70x160 мм.

1. Определение минимальной ширины, мм, печатного проводника по постоянному току для цепей питания и заземления:



где Imax – максимальный постоянный ток, протекающий в проводнике; jдоп – допустимая плотность тока, выбирается в зависимости от метода изготовления из табл. 4.5 [1]; t – толщина проводника в мм (см. табл. 4.5 [1])

;

; 



1. Определяем минимальную ширину проводника, мм, из допустимого падения напряжения на нем:

; [1]

где  - удельное объемное сопротивление (табл. 4.5); l – длина проводника, м, Uдоп – допустимое падение напряжения, определяется из анализа электрической схемы. Допустимое напряжение не должно превышать 5% от питающего напряжения для микросхем и не более запаса помехоустойчивости микросхем.





Принимаем ширину проводника bmin=0,157 мм.

1. Определяем номинальное значение диаметров монтажных отверстий d:

, [1]

где dэ – максимальный диаметр вывода устанавливаемого ЭРЭ;  - нижнее предельное отклонение от номинального диаметра монтажного отверстия (см. табл. 4.6 [1]); r – разница между минимальным диаметром отверстия и максимальным диаметром вывода ЭРЭ, ее выбирают в пределах 0,1…0,4 мм. Рассчитанные значения d сводят к предпочитаемому ряду отверстий: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5 мм.

d17=0,5 мм; Δdн.о.=-0,1мм; r=0,2 мм; d1=0,5+0,1+0,2=0,8 мм

d27=1 мм; Δdн.о.=-0,1 мм; r=0,4 мм; d2=1+0,1+0,4=1,5 мм

d37=0,8 мм; Δdн.о.=-0,1 мм; r=0,3 мм; d3=0,8+0,1+0,3=1,3 мм

1. Рассчитываем диаметр контактных площадок. Минимальный диаметр контактных площадок, мм, для ДПП, изготовленных комбинированным позитивным методом [1]:

Dmin=D1min+1,5hф+0,03;

где hф – толщина фольги; D1min – минимальный эффективный диаметр площадки.

,[1]: bм=0,35

где bм – расстояние от края просверленного отверстия до края контактной площадки; и - допуски на расположение отверстий и контактных площадок (см. табл. 4.6 [1]); dmax – максимальный диаметр просверленного отверстия, мм:

,

где Δd – допуск на отверстие (см. табл. 4.6 [1]).

;

;

;

;

;

;

;

;

;

Максимальный диаметр контактной площадки: ; ;

; .

1. Определяем ширину проводников.

Минимальная ширина проводника, мм, для ДПП изготавливаемых комбинированным позитивным методом при фотохимическом получении рисунка:

; [1].

где b1min – минимальная эффективная ширина проводника; b1min=0,18 мм для плат 3-его класса точности:

;

Максимальная ширина проводников:

 [1], мм

.

1. Определяем минимальное расстояние между элементами проводящего рисунка.

Минимальное расстояние между проводником и контактной площадкой

, [1]

где L0 – расстояние между центрами рассматриваемых элементов;  - допуск на расположение проводников (см. табл. 4.6 [1]).





, 

Минимальное расстояние между двумя контактными площадками:

,[1]

;

;

;

Минимальное расстояние между двумя проводниками:

,[1]

;

;

;

Рассчитанные геометрические параметры соответствуют третьему классу точности печатной платы.

**Расчет печатной платы на механические воздействия**

1. Определяем частоту собственных колебаний отдельных конструкционных элементов РЭА [1]

,

где f0 – собственная частота колебаний печатной платы, закрепленной в 4-х точках; а – длина пластины; b – ширина пластины; М – масса пластины; D – цилиндрическая жесткость.

 [1],

где Е – модуль упругости; h – толщина пластины; ν - коэффициент Пуассона.

а=160 мм; b=70 мм; Е=3,3\*1010 Па; ν=0,22;

h=1,5 см; М=150 г=0,15 кг: М=Мпл+Мэл+Мпр

(см. табл. 4.16 [1]): Мпл=60 г, Мэл=70 г, Мпр=20 г.





По таблице 3.1 [1] возмущающая частота f=2000 Гц.

; .

Определением виброустойчивости печатной платы и максимальное виброускорение.

nв – коэффициент виброперегрузки

 [1].

где f – возмущающая частота; а0 – виброускорение; ξ0 – амплитуда виброперемещения.

По табл. 3.1 [1] для самолетной РЭА, работающей в штатных условиях а0=196 м/с2; f=2000 Гц;



;

  [1].

где  - декремент затухания;  - коэффициент расстройки; Е – показатель затухания.

По табл. 4.16 [1] определяем .

  

Для силового возбуждения пластины:

 - коэффициент динамичности;

 [1]



; [1].

где - виброускорение пластины; k(x) и k(y) – коэффициенты формы, зависящие от точки, для которой рассчитывается возбуждение.

x=0,5bx

y=0,5by

По графику 4.31 [1] определяем k(x) и k(y)

k(x) = k(y) =1,3



 - амплитуда вынужденных колебаний



 - максимальный прогиб пластины относительно ее краев 

Для кинематического возбуждения пластины:

 - коэффициент динамичности



, где j – коэффициент передачи ускорения

 [1]









 и  - меньше допустимых значений адоп ЭРЭ. адоп для самого ненадежного элемента условия вибропрочности для конденсатора

К503= 257,9 м/с2 [3]



Для ПП с радиоэлементами должно выполняться условие , где b – размер стороны пластины, параллельно которой установлены ЭРЭ.





Расчет на действие удара

1. Определяем условную частоту ударного импульса: , где  - длительность ударного импульса.

 (табл. 3.1 [1])

 c-1

1. Определяем коэффициент передачи при ударе:

Для прямоугольного импульса:

 [1];

где  - коэффициент расстройки; ;

f0 – частота собственных колебаний механической системы

;

;

;

1. Рассчитаем ударное ускорение импульса

, где

 - амплитуда ускорения ударного импульса

По таблице 3.1 [1] определяем :









1. Определяем максимальное отношение перемещение:
2. Для прямоугольного импульса:



1. Для получения полусинусоидального импульса:



Должно выполняться условие:



;

;

Частным случаем ударного воздействия является удар при падении прибора.

1. Определяем относительную скорость соударения:

, где

 - скорость прибора в момент соударения; Н – высота падения прибора; Voт – скорость отскока;

,

где  - коэффициент восстановления скорости.

По табл. 4.18 [1] определяем :

; 







1. Вычислим действие на прибор ускорения:

[1] (см. табл. 3.1)





Конструкция ПП удовлетворяет условиям удара и виброустойчивости.

**Список используемой литературы**

1. Парфенов Е.М. Проектирование конструкций РЭА. – М.,1999 г
2. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Под ред. Романычевой Э.Г. – М.: Радио и связь, 2005. – 448 с.
3. Краткий справочник конструктора радиоэлектронной аппаратуры. Под ред. Варлимова Р.Г. – М.: - Сов. радио, 2002 г. –856 с.