# Разработка конструкции и технологии изготовления печатного узла

      БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

#### Кафедра Н2

# Курсовая работа

на тему: Разработка конструкции и технологии печатного узла

                                                                     Студент:

                                                           Группа:

                                                                              Преподаватель:   Акимов Г.А.

       Санкт-Петербург

       200 год

###### Содержание

1. Исходные данные.

1.1. Условия эксплуатации.

1.2. Годовая программа выпуска.

2. Конструкторско-технологический расчет платы.

2.1. Расчет параметров проводящего рисунка с учетом технологических

       погрешностей получения защитного рисунка.

2.2. Расчет параметров проводящего рисунка с учетом технологических

      погрешностей получения защитного рисунка.

2.3. Расчет проводников по постоянному току.

2.4. Расчет проводников по переменному току.

3. Анализ технического задания и выбор конструкции узла с учетом

    параметров печатной платы и вида соединителя.

3.1. Расчет механической прочности.

3.2. Расчет теплового режима.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1.     Условия эксплуатации.

Цифровой октан-корректор применяется в автомобильной РЭА (возимая РЭА на транспорте).

Данная РЭА обладает следующими основными характеристиками:

1) Окружающая температура, К: ТMIN = 233К;

                                                        ТMAX = 333К;

2) Относительная влажность при 298К, %: 93%;

3) Удары:

а) длительность, мс:  = 5 … 10мс;

б) ускорение, м/с2: аН 147м/с2;

в) частота, мин-1:  = 40 … 80мин-1;

4) Вибрации:

а) диапазон частот, Гц: fH … fB = 4 … 80Гц;

б) виброускорение, м/с2: а = 78,5м/с2;

5) Линейные ускорения, м/с2: 3,12м/с2;

6) Пониженное атмосферное давление, кПа: Н = 61кПа;

7) Дополнительные условия:

    Возникновение инея и росы, дождя, воздушного потока,

    ГОСТ 16019 – 78.

1.2. Годовая программа выпуска.

Технология сборки и монтажа печатного узла разрабатывается для массового и крупносерийного производства.

1.3. Анализ электрической принципиальной схемы.

Описываемый ниже электронный цифровой октан-корректор позволяет оперативно, с рабочего места водителя, менять ОЗ от 0 до 16,80 относительно начального угла, определяемого механическим октан корректором; шаг регулирования – 1,40. Технические характеристики электронного октан-корректора практически не зависят от температуры окружающей среды. Возможные колебания установленного угла не превышает ±0,10. Устройство предназначено для работы совместно с любой системой электронного зажигания. Угол ОЗ регулируют малогабаритным галетным переключателем на 12 положений.

Устройство состоит из узла, устраняющего влияние дребезга контактов прерывателя (VT1, DD3.1, DD3.4), генератора прямоугольных импульсов (DD1.1, DD1.4), счетчика DD4 с переменным коэффициентом счета, реверсивного счетчика (DD5 – DD7), триггера (DD2.1, DD2.2), одновибратора (DD3.3, DD1.2) и усилителя, формирующего выходной импульс (VT3, VT4).

После включения питания триггер DD2.1, DD2.2 может установиться в любое положение. Предположим, что на выходе элемента DD2.2 будет высокий уровень. Тогда импульсы частотой около 640кГц с выхода генератора DD1.1, DD1.4, пройдя через счетчик DD4, делитель частоты на счетчике DD8, элемент DD2.3, попадут на вход +1 реверсивного счетчика DD5 – DD7. При появлении на выходах 4,8 счетчика DD7 сигнала высокого уровня элемент DD1.3 запретит работу счетчика DD4 и заполнение счетчика DD5 – DD7 прекратится.

После первого размыкания контактов прерывателя на выходе одновибратора DD3.1, DD3.4 сформируется импульс длительностью около 500мкс, необходимый для устранения влияния дребезга контактов при их размыкании. После дифференцирования цепью C5R13R14 этот импульс переключит триггер DD2.1, DD2.2 и обнулит счетчик DD8, триггер своими выходными сигналами обнулит счетчик DD4, запретит прохождение импульсов с генератора на вход +1 реверсивного счетчика и разрешит прохождение импульсов через делитель частоты DD8 и элемент DD2.4 на вход –1 счетчика DD5 – DD7. В момент обнуления реверсивного счетчика на катодах диодов VD6 – VD17 появится сигнал низкого уровня. Выходной импульс эмиттерного повторителя на транзисторе VT2 запускает одновибратор DD3.3, DD1.2.

В корректоре использованы резисторы: R6 – МЛТ-2, остальные МЛТ-0,125; конденсаторы: С15 – К52-1, остальные – КМ6-Б или КМ5. Переключатель SA1 – ПГ2-8-12П4НВ, SA2 – МТ-3. Вместо КД522А (VD1 – VD4) можно применить любые кремниевые маломощные диоды, рассчитанные на прямой ток не менее 100мА (например, КД102А, КД509А). Остальные диоды можно заменить на КД503А, КД509А.

Транзистор КТ817Б можно заменить на КТ801А, Кт815А.

1.4. Выбор типа и технологии печатной платы, класса точности, габаритных размеров, материала, толщины и шага координатной сетки.

|  |  |
| --- | --- |
| Наименованиевоздействующего фактора | Значение воздействующего фактора по группе жесткости |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Температураокружающей среды | ПовышеннаяПониженнаяВремя выдержки | 85 | -60 | 100 | 120 |
| Повышенная влажность | Относ. влажностьТемператураВремя выдержки | 2 суток | 93404 суток | 10 суток | 21 суток |
| Циклическоевоздействиетемператур | Верхнее значениеНижнее значениеЧисло циклов | 55-402 | 854 |  | 1209 |
| Давление, кПа/мм рт ст |  | 53,6/400 |  | 0,67/5 |

Приведенная таблица – группы жесткости по ОСТ 4.077.000. Нашей схеме соответствует 3 группа жесткости по значениям воздействующих факторов.

Выбираем двухстороннюю печатную плату (ДПП) с металлизированными монтажными и переходными отверстиями, так как она обеспечивает достаточно высокую плотность монтажа (больше, чем при односторонней) и низкую себестоимость) меньше, чем у многослойных). Также обеспечивается повышенная ремонтопригодность и прочность.

Выбираем полуаддитивный метод формирования проводящего слоя, так как он обеспечивает достаточную точность при наименьшей из всех методов себестоимости при массовом и крупносерийном производстве.

Выбираем сеткографический метод нанесения защитного покрытия, как обеспечивающий высокую производительность и экономичность в массовом производстве, а также имеющем высокую точность.

Выбираем 3 класс точности:

а) ширина проводника – 0,25мм;

б) расстояние между элементами – 0,25мм;

в) гарантированный поясок – 0,1мм;

г) отношение диаметра отверстия к толщине – 0,33.

Габаритные размеры платы 100x60мм. Материал основания печатной платы – стеклотекстолит, так как он обеспечивает необходимый запас по прочности без применения специальных методов увеличения прочности.

Шаг координатной сетки 2,5мм.

2. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЛАТЫ

2.1. Расчет параметров проводящего рисунка с учетом технологических погрешностей его получения.

Номинальное значение диаметра монтажного отверстия (для установки навесного элемента):

dЭ = 1мм – максимальное значение диаметра вывода навесного элемента;

r = 0,25мм – разность между минимальным значением диаметра отверстия и

                         максимальным диаметром вывода устанавливаемого элемента;

dHO = - 0,15мм – нижнее предельное отклонение номинального значения

                                    диаметра отверстия;

d = 1,4мм – диаметр монтажного отверстия.

Номинальное значение ширины проводника:

tМД =0,25мм – минимально допустимая ширина проводника;

tHO = - 0,08мм – нижнее предельное отклонение ширины проводника;

t = 0,33мм – номинальное значение ширины проводника.

Номинальное значение расстояния между элементами проводящего рисунка:

SМД = 2,35мм – минимально допустимое расстояние между элементами

                               проводящего рисунка;

tВО = 0,1мм – верхнее предельное отклонение ширины проводника;

Диаметральное значение позиционного допуска расположения центров отверстий относительно номинального положения узла координатной сетки:

Диаметральное значение позиционного допуска расположения контактных площадок относительно их номинального положения:

Минимальный диаметр контактной площадки:

dВО = 0,05мм – предельное отклонение;

bП = 0,1мм – ширина гарантированного пояска;

dТР = 0 – глубина подтравливания диэлектрика;

Номинальное значение диаметра монтажного отверстия (для установки навесного элемента):

dЭ = 0,5мм – максимальное значение диаметра вывода навесного элемента;

r = 0,2мм – разность между минимальным значением диаметра отверстия и

                         максимальным диаметром вывода устанавливаемого элемента;

dHO = - 0,15мм – нижнее предельное отклонение номинального значения

                                    диаметра отверстия;

d = 0,85мм – диаметр монтажного отверстия.

Минимальный диаметр контактной площадки:

dВО = 0,05мм – предельное отклонение;

bП = 0,1мм – ширина гарантированного пояска;

dТР = 0 – глубина подтравливания диэлектрика;

2.2. Расчет конструктивных параметров печатных плат с учетом погрешностей получения защитного рисунка.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Технологические коэффициенты и погрешности, мм | Обозначение | Величина |
| 1 | 2 | 3 |
| Толщина предварительно осажденной меди | hПМ | 0,006 |
| Толщина наращенной гальванической меди | hГ | 0,05 |
| Толщина металлического резиста | hР | 0,02 |
| Погрешность расположения отверстия относительно координатной сетки, обусловленная точностью сверлильного станка | о | 0,05 |
| Погрешность базирования плат на сверлильном станке | б | 0,03 |
| Погрешность расположения оси контактной площадки относительно оси координатной сетки на фотошаблоне | Ш | 0,04 |
| Погрешность расположения проводника на фотошаблоне относительно координатной сетки | ШТ | 0,04 |
| Погрешность расположения элементов при экспонировании на слое | Э | 0,03 |
| Погрешность расположения контактной площадки на слое из-за нестабильности его линейных размеров, % от толщины | М | 0,1 |
| Погрешность расположения базовых отверстий на заготовке | Б | 0,03 |
| Погрешность расположения базовых отверстий на фотошаблоне | П | 0,03 |
| Погрешность расположения контактной площадки на слое, обусловленная точностью пробивки базовых отверстий | ПР | 0,03 |
| Погрешность расположения контактной площадки, обусловленная точностью изготовления базовых штырей пресс-форм | ПФ | 0,04 |
| Погрешность диаметра отверстия после сверления | d | 0.03 |
| Погрешность изготовления окна фотошаблона | DШ | 0,03 |
| Погрешность изготовления линии фотошаблона | tШ | 0,04 |
| Погрешность диаметра контактной площадки фотокопии при экспонировании рисунка | Э | 0,03 |

Минимальный диаметр металлизированного отверстия:

HП = 2мм – толщина платы;

       = 0,4мм – отношение диаметра металлизированного отверстия к толщине

                               платы;

Минимальный диаметр просверленного отверстия:

dМОТВ = 1мм – диаметр металлизированного отверстия;

dСВ = 1,1мм – диаметр сверла;

dMAX = 1,3мм

Погрешность расположения отверстия:

Минимальный диаметр контактных площадок:

Минимальный диаметр окна фотошаблона для контактной площадки:

DШMIN = DMIN – (hГ + hP) = 1,869мм

Максимальный диаметр окна фотошаблона для контактной площадки:

DШMАX = DШMIN + DШ = 1,899мм

Максимальный диаметр контактной площадки:

DMАХ = DШMAX + Э + hP + hГ  = 1,999мм

Минимальная ширина проводников:

tП1MIN = 0,18мм – эффективная минимальная ширина проводника;

Минимальная ширина линии на фотошаблоне:

 =  – (hГ + hP) = 0,189мм

Максимальная ширина линии на фотошаблоне:

tШMАX = tШMIN + tШ = 0,229мм

Максимальная ширина проводников:

tПМАХ = tШMAX + Э + hP  = 1,999мм

Минимальное расстояние между проводником и контактной площадкой:

L0 = 2,5мм – расстояние между рассматриваемыми элементами;

Минимальное расстояние между контактными площадками:

Минимальное расстояние между двумя проводниками:

Минимальное расстояние между проводником и контактной площадки:

Минимальное расстояние между двумя контактными площадками на фотошаблоне:

Минимальное расстояние между двумя проводниками на фотошаблоне:

Минимальный диаметр просверленного отверстия:

dМОТВ = 0,5мм – диаметр металлизированного отверстия;

dСВ = 0,6мм – диаметр сверла;

dMAX = 0,8мм

Минимальный диаметр контактных площадок:

Минимальный диаметр окна фотошаблона для контактной площадки:

DШMIN = DMIN – (hГ + hP) = 1,369мм

Максимальный диаметр окна фотошаблона для контактной площадки:

DШMАX = DШMIN + DШ = 1,399мм

Максимальный диаметр контактной площадки:

DMАХ = DШMAX + Э + hP + hГ  = 1,499мм

Минимальное расстояние между проводником и контактной площадкой:

L0 = 2,5мм – расстояние между рассматриваемыми элементами;

Минимальное расстояние между контактными площадками:

Минимальное расстояние между двумя проводниками:

Минимальное расстояние между проводником и контактной площадки:

Минимальное расстояние между двумя контактными площадками на фотошаблоне:

Минимальное расстояние между двумя проводниками на фотошаблоне:

2.3. Расчет проводников по постоянному току.

а) падение напряжения на проводнике:

- удельное сопротивление проводника;

hФ = 0,05мм – толщина фольги;

bФ = 0,259мм – ширина проводника;

I = 0,4мм – ток;

*l* = 115мм –  длина проводника;

Условие UП < UЗПУ  =  60,39мВ < 0,4В.

б) Для шин питания и земли:

ЕП = 12В – номинальное значение напряжения питания;

*l* = 103мм;

SПЗ = 0,29мм2 – сечение проводника шины питания и земли.

в) Определение сопротивления изоляции:

    Поверхностное сопротивление изоляции параллельных печатных

    проводников:

               = 5\*1010 Ом – удельное поверхностное сопротивление

                                                   диэлектрика из стеклотекстолита;

*l*  = 22,5мм;

               = 2,5мм – зазор между проводниками;

Объемное сопротивление изоляции между проводниками

противоположных слоев ДПП:

= 5\*109 Ом\*м – объемное удельное сопротивление диэлектрика из

                                стеклотекстолита;

hПП = 2мм – толщина печатной платы;

SП = 8,84мм2 – площадь проекции одного проводника на другой;

Сопротивление изоляции параллельных проводников:

bПР = 0,259мм – ширина проводника;

               = 2,5мм – зазор между проводниками;

*l* = 5мм – длина совместного прохождения;

2.4. Расчет проводников по переменному току.

Падение импульсного напряжения на проводнике в 1 см.

LПО = 1,73А – погонная индуктивность одиночного проводника;

I = 8\*10-3мкГн/см – изменение выходного тока переключения;

tИ = 100нс – длительность импульса;

Максимальная длина проводника:

Задержка сигналов в линии связи:

- задержка по проводнику в вакууме;

           = 5 – относительная диэлектрическая проницаемость платы;

           = 1 - относительная магнитная проницаемость платы;

*l* = 0,25м;

Рассчитываем значение емкости печатных проводников ( С ) и коэффициент взаимоиндукции ( М ):

 - ширина проводника;

 - зазор между проводниками;

 - толщина фольги;

;

3. Анализ технического задания и выбор конструкции узла с учетом

    параметров печатной платы и вида соединителя.

3.1. Расчет механической прочности.

Исходные данные для расчета ПУ на вибропрочность:

-     длина платы, м:

-     ширина, м:

-     толщина, м:

-     материал печатной платы:

-     плотность, кг/м3:

-     модуль упругости, Н/м2:

-     коэффициент Пуассона:

-     предел прочности, Н/м2:

-     масса всех ЭРЭ на ПП, кг:

-     виброускорение, м/с2:

-     виброперегрузка: .

1)   Низшие собственные частоты печатных узлов:

 - главный центральный момент инерции;

 = 484,45

556,74кГц

2) Напряжение в пластине:

- масса ПУ;

РН =120Н – дополнительное усиление стягивания винтами;

- нагрузка на пластину;

Запас прочности: .

Список литературы

1. Е.М.Парфенов, Э.Н.Камышная, В.П.Усачев.

    “Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры”

    М.: Радио и связь, 1989г. - 272с.

2. В.А.Егоров, К.М.Лебедев, Ю.Г.Мурашев, Ю.Ф.Шеханов

    “Конструкторско-технологическое проектирование печатных

    узлов” Под редакцией Ю.Г.Мурашева. БГТУ СПб, 1995г. – 92с.

3. http://www.sitednl.narod.ru/1.zip - база сотовых по Петербургу