Оглавление

Введение

1. Постановка задачи

1.1 Анализ задания на проектирование

1.2 Получение недостающих данных

1.3 Формулировка решаемой задачи

2. Расчет показателей безотказности

2.1 Краткое пояснение метода расчета показателей безотказности

2.2 Расчет эксплуатационной безотказности элементов

3. Расчет показателей безотказности ЭУ

3.1 Уточнение исходных данных, используемых для расчета эксплуатационной безотказности элементов

3.2 Выбор и обоснование элементов ЭУ

3.3 Определение коэффициентов электрической нагрузки элементов

3.4 Результаты расчета эксплуатационной безотказности устройства

3.5 Определение показателей безотказности ЭУ

4. Анализ результатов решения

Заключение

Литература

Введение

Проектирование ─ разработка описаний нового или модернизированного технического объекта в объеме и составе достаточном для реализации этого объекта в заданных условиях. Такие описания называются окончательными и представляют собой полный комплект документации на проектируемое изделие.

Процесс проектирования делят на этапы, состав и содержание которых в значительной мере определяются природой, типом, характеристиками объекта проектирования.

Традиционно выделяют следующие этапы проектирования:

* Этап предварительного проектирования или этап научно-исследовательских работ (НИР). Любое проектируемое изделие должно либо отличаться от аналогов какими-либо характеристиками, либо аналогов не иметь. В любом случае анализ выполняемости требований заказчика требует проведения работ НИ или расчетного характера. Результатом этапа НИР является техническое задание (ТЗ) на проектирование.
* Этап эскизного проектирования или этап опытно-конструкторских работ (ОКР).
* Этап технического проектирования, который состоит в выпуске полного комплекта документации на разработанное изделие.

Конструкторско-технологическое проектирование является важнейшей составной частью создания радиоэлектронных устройств (РЭУ). От успешного выполнения этого этапа во многом зависят качественные показатели РЭУ.

При разработке конструкций и технологий РЭУ радиоинженеру конструктору-технологу приходится прибегать к помощи математических методов при выборе решений и оценке их качества. При этом широко используются аналитические методы анализа. Во многих случаях оценить качественные показатели чисто аналитическими приемами весьма затруднительно, либо вообще не представляется возможным. В этих случаях прибегают к экспериментальным методам. Поэтому, для радиоинженера конструктора-технолога важны как аналитические, так и экспериментальные математические методы, используемые при выборе конструкторско-технологических решений и оценке их качества.

Улучшение качества РЭУ представляет собой процесс непрерывного повышения технического уровня продукции, качества ее изготовления, а также совершенствование элементов производства и системы качества в целом.

Цель данной курсовой работы является оценка показателей безотказности узла РЭУ резервирования замещением. По условию необходимо использовать расчетный способ оценки. Для осуществления данного проекта была выдана схема электрическая принципиальная и исходные данные к ней, которые подлежат в дальнейшем уточнению.

Безотказность – это свойство изделия непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение определённого времени или наработки. Безотказность работы РЭА напрямую связана с надёжностью.

Надёжность является одной из главнейших проблем конструирования, и понимают под ней свойство изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции, в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения изделия и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств. Для описания различных сторон этого свойства на практике пользуются показателями надежности, представляющими собой количественные характеристики одного или нескольких свойств определяющих надежность изделия. Используют единичные и комплексные показатели надежности. Под единичным понимают такой показатель, который характеризует одно из свойств, составляющих надежность изделия. Комплексный показатель характеризует несколько свойств, составляющих надежность изделия.

Условие проекта – наличие резервирования замещением и постоянное резервирование. Резервирование – это введение в структуру устройства дополнительного числа элементов, цепей. Существует три вида резервирования:

1. постоянное;
2. замещением;
3. скользящее.

При постоянном резервировании резервные элементы постоянно подключены к основным и находятся с ними в одном электрическом режиме.

Основными достоинствами постоянного резервирования являются:

* простота технической реализации;
* отсутствие даже кратковременного прерывания в работе в случае отказа элементов резервируемого узла.

При резервировании замещением основной элемент отключают, в случае отказа, и вместо него подключают резервный.

Скользящее резервирование выполняется замещением резервируемого элемента на резервный, в данном случае резервный элемент должен быть однотипный основному.

В данном курсовом проекте мы в первую очередь рассчитаем случайное время до отказа, определим показатели безотказности и оценим влияние способа соединения на выбор метода резервирования.

1. Постановка задачи

# Анализ задания на проектирование

При работе над курсовой работой будем использовать следующие исходные данные:

а) Схема электрическая принципиальная (Приложение 1);

б) Информация о параметрах элементов согласно перечня элементов (Приложение 2);

в) Вид электрического монтажа – двусторонний печатный;

г) Количество сквозных металлизированных отверстий на плате – 10% от общего числа отверстий;

д) Для цепей питания входных и выходных сигналов предусмотреть соединители.

е) Условия эксплуатации по ГОСТ 15150-69 для категории исполнения УХЛ4.1;

ж) Вид приемки элементов – приемка ОТК ("1");

з) Перегрев в нагретой зоне ЭУ ; средний перегрев воздуха в ЭУ ;



и) Заданное время работы, указанное заказчиком - ;



к) Интересующая гамма-процентная наработка на отказ - ;



Кроме того при расчете показателей безотказности, необходимы будут такие данные, как коэффициенты электрической нагрузки элементов, которые можно получить из карт электрических режимов, для соответствующих элементов. Так же для определения нагрузочных коэффициентов, необходимы будут параметры некоторых радиоэлементов, которые можно получить из справочной литературы.

# Получение недостающих данных

Определяем коэффициенты электрической нагрузки элементов из литературного источника [1]:

Для резистора:

KR = 0,7 (Таблица 7.20, с.157)

KM = 0,7 (Таблица 7.21, с.158)

KЭ = 2,5 (Таблица 7.5, с.143)

λОГ(λ6)х10-6 = 0,132 (Таблица 7.9, с.151)

КР – определяется по формуле:



где t – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки резистора по мощности;

A, B, NT, G, NS, J, H – постоянные коэффициенты.

Значения постоянных коэффициентов подбираем по таблице 7.19 вышеуказанного источника, c157:

A=0,26; B=0,5078; NT=343; G=9,278; NS=0,878; J=1; H=0,886.

Для расчета коэффициента электрической нагрузки резистора по мощности, понадобится его номинальная мощность. Так как используемые резисторы рассчитаны на мощность 0,125Вт, эту мощность и примем за номинальную. Для конденсаторов электролитических:

KC=0,2С0,23 (Таблица 7.18, с.157);

KЭ = 2,5 (Таблица 7.5, с.143);

λОГ(λ6)х10-6 = 0,52 (Таблица 7.9, с.151);

КР – определяется по формуле:



где tокр – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки конденсатора по напряжению;

Для расчета коэффициента электрической нагрузки конденсатора по напряжению, понадобится его максимально допустимое напряжение. Так как используемые конденсаторы рассчитаны на напряжение до 25В, это напряжение и примем за номинальное.

A, B, NT, G, NS, H – постоянные коэффициенты.

Значения постоянных коэффициентов подбираем по таблице 7.17 вышеуказанного источника, c156:

A=0,59\*10-2; B=4,09; NT=358; G=5,9; NS=0,55; H=3.

Для конденсаторов керамических:

KC=0,4С0,14 (Таблица 7.18, с.157);

KЭ = 2,5 (Таблица 7.5, с.143);

λОГ(λ6)х10-6 = 0,52 (Таблица 7.9, с.151);

КР – определяется по формуле:



где tокр – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки конденсатора по напряжению;

Для расчета коэффициента электрической нагрузки конденсатора по напряжению, понадобится его максимально допустимое напряжение. Так как используемые конденсаторы рассчитаны на напряжение до 50В, это напряжение и примем за номинальное.

A, B, NT, G, NS, H – постоянные коэффициенты.

Значения постоянных коэффициентов подбираем по таблице 7.17 вышеуказанного источника, c156:

A=5,909\*10-7; B=14,3; NT=398; G=1; NS=0,3; H=3.

Для диодов:

KД=0,6 (Таблица 7.15, с.155);

KU=0,7 (Таблица 7.16, с.155);

KФ=1,5 (Таблица 7.17, с.154);

KЭ = 2,5 (Таблица 7.5, с.143);

λОГ(λ6)х10-6 = 0,728 (Таблица 7.9, с.150);

КР – определяется по формуле:



где tокр – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки;

Для расчета коэффициента электрической нагрузки диодов, понадобится средний прямой ток. Для получения данного параметра воспользуемся интернет-справочником [4]. В соответствии с ним прямой ток диода сборки КД133А равен 0,5А.

A, NT, ТМ, L, – постоянные коэффициенты.



Значения постоянных коэффициентов подбираем по таблице 7.13 вышеуказанного источника, c154:

A=44,1025; NT=-2138; ТМ=448; L=17,7; .



Для транзисторов КТ646Б:

KД=0,5 (Таблица 7.15, с.155);

KU=0,5 (Таблица 7.16, с.155);

KФ=0,7 (Таблица 7.17, с.154);

KЭ = 2,5 (Таблица 7.5, с.143);

λОГ(λ6)х10-6 = 0,728 (Таблица 7.9, с.150);

КР – определяется по формуле:



где tокр – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки;

Для расчета коэффициента электрической нагрузки диодов, понадобится средний прямой ток. Для получения данного параметра воспользуемся интернет-справочником [4]. В соответствии с ним прямой ток диода сборки КД133А равен 0,5А.

A, NT, ТМ, L, – постоянные коэффициенты.



Значения постоянных коэффициентов подбираем по таблице 7.13 вышеуказанного источника, c154:

A=5,2; NT=-1162; ТМ=448; L=13,8; .



Для платы печатной:

KЭ = 2,5 (Таблица 7.5, с.143).

Для соединений пайкой волной:

KЭ = 2,5 (Таблица 7.5, с.143);

λОГ(λ6)х10-6 = 0,00034(Таблица 7.9, с.151).

# 1.3 Формулировка решаемой задачи

Для оценки безотказности работы устройства будем использовать в первую очередь экспоненциальную характеристику надежности. Она определяется экспоненциальным законом надежности. В этом случае время до отказа распределяется по экспоненциальной модели. Проводя анализ вероятности выхода из строя каждого элемента схемы, получаем ряд значений, случайной величины, характеризующей вероятность отказа того или иного элемента в зависимости от его величины и параметров влияющей на него среды. Затем проводим анализ всех вероятностей отказов, и находим общую суммарную вероятность отказа. В соответствии с полученным результатом находим расчетные значения таких параметров безотказности, как:

а) наработка на отказ;

б) вероятность безотказной работы за определенное время;

в) гамма-процентная наработка на отказ.

График экспоненциальной зависимости надежности устройства от времени приведен на рисунке 1.1

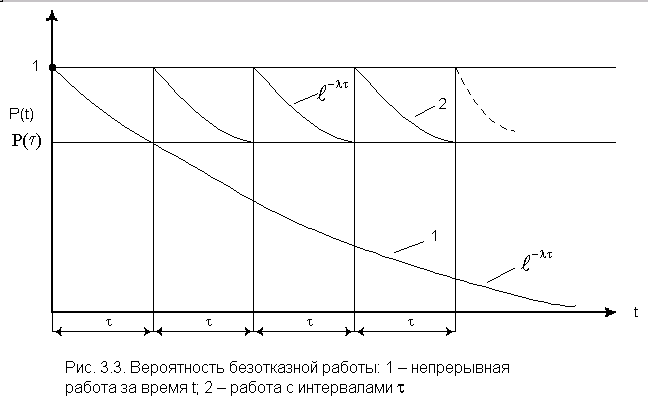


Рисунок 1.1 – график экспоненциальной характеристики надежности

В соответствии с графиком видно, что надежность устройства уменьшается с увеличением времени его работы. Модель экспоненциального распределения часто используется для априорного анализа, так как позволяет не очень сложными расчетами получить простые соотношения для различных вариантов создаваемой системы. На стадии апостериорного анализа (опытных данных) должна проводиться проверка соответствия экспоненциальной модели результатам испытаний.

2. Расчет показателей безотказности

# 

# 2.1 Краткое пояснение метода расчета показателей безотказности

Расчет безотказности изделия будем вести следующим образом:

1. Определим модели вероятностей отказов для каждого из элементов схемы.
2. Из таблиц подберем коэффициенты нагруженности элементов.
3. В соответствии с справочными параметрами рассчитываем коэффициент режима работы.
4. Для режима эксплуатации устройства подбираем коэффициент эксплуатации.
5. По модели вероятности отказов определяем вероятность отказа каждого элемента.
6. Рассчитываем суммарное значение вероятности отказа для всего изделия в целом.
7. В соответствии с полученными результатами рассчитываем значения параметров безотказности.

# 2.2 Расчет эксплуатационной безотказности элементов

Основными элементами устройства являются резисторы, конденсаторы, диодные сборки, выпрямительные, печатная плата, соединения пайкой волной, соединители двухкантактные модели, в соответствии с которыми будут вестись расчеты вероятностей отказов элементов схемы приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Модели вероятности отказов элементов схемы

|  |  |
| --- | --- |
| Позиционное обозначение | Вид математической модели расчета |
| Резисторы |  |
| Конденсаторы |  |
| Диоды |  |
| Транзисторы |  |
| Печатая плата |  |
| Соединения пайкой волной |  |

Для расчета вероятности отказов резисторов будут использоваться такие коэффициенты, как:

KR - коэффициент, зависящий от номинального значения сопротивления, и уменьшающийся с ростом номинального сопротивления элемента.

KM – коэффициент, зависящий от значения номинальной мощности элемента, и возрастающий с ростом максимальной рассеиваемой на элементе мощности.

KЭ – коэффициент, зависящий от жесткости условий эксплуатации.

КР – коэффициент режима работы, зависящий от электрической нагрузки и температуры корпуса элемента.

Для расчета вероятности отказов конденсаторов будут использоваться такие коэффициенты, как:

KС – коэффициент, зависящий от значения номинальной емкости элемента, и возрастающий с ростом значение емкости.

KЭ – коэффициент, зависящий от жесткости условий эксплуатации.

КР – коэффициент режима работы, зависящий от электрической нагрузки и температуры корпуса элемента.

Для расчета вероятности отказов диодов и транзисторов сборок будут использоваться такие коэффициенты, как:

KФ - коэффициент, учитывающий функциональный режим работы прибора.

KД – коэффициент, зависящий от значения максимально-допустимой нагрузки по мощности.

KU – коэффициент, зависящий от отношения рабочего напряжения к максимально-допустимому.

KЭ – коэффициент, зависящий от жесткости условий эксплуатации.

КР – коэффициент режима работы, зависящий от электрической нагрузки и температуры корпуса элемента.

Для расчета вероятности отказов соединений пайкой волной будет использоваться коэффициент:

KЭ – коэффициент, зависящий от жесткости условий эксплуатации.

3. Расчет показателей безотказности ЭУ

# 

# 3.1 Уточнение исходных данных, используемых для расчета эксплуатационной безотказности элементов

Численные значения коэффициентов, необходимых для расчета безотказности работы устройства приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1– Коэффициенты нагруженности элементов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позиционное обозначение | Количество nj | λОГ(λ6)х10-6 1/ч | Значение поправочного коэффициента | | | | | | | | | |
| KP | КФ | КД | KU | KC | КМ | КR | KK | Кn | КЭ |
| R1-R5 | 5 | 0,132 |  |  |  |  |  | 0,7 | 0,7 |  |  | 2,5 |
| C1-C2 | 2 | 0,52 |  |  |  |  | 0,2С0,23 |  |  |  |  | 2,5 |
| C3 | 1 | 0,065 |  |  |  |  | 0,4С0,12 |  |  |  |  | 2,5 |
| VD1-VD2 | 2 | 0,728 |  | 1 | 0,6 | 0,7 |  |  |  |  |  | 2,5 |
| VT1-VT2 | 1 | 0,352 |  | 0,7 | 0,5 | 0,5 |  |  |  |  |  |  |
| Печатая плата | 1 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,5 |
| Соединения пайкой волной | 26 | 0,00034 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,5 |

# 3.2 Выбор и обоснование элементов ЭУ

При расчете эксплуатационной безотказности РЭУ будем считать, что схемотехническое исполнение устройства "Источник питания" таково, что все элементы работают в типовых электрических режимах.

Приведем характеристики основных элементов схемы:

а) Резисторы

Таблица 3.2 – габаритные размеры резисторов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Размеры, мм | | | | Мах рабочее напряжение |
| Н | D | L | d |
| С2-34-0,125 Вт | 6.0 | 2 3 | 28 | 0.60 | 250 |

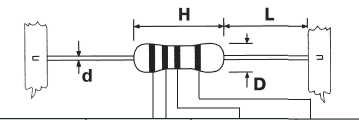


Рисунок 3.1 – Цветовая маркировка резисторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Цвет | 1, 2 знач. номинала | Степень | Точность |
| ЧЕРНЫЙ | 0,0 | 1 |  |
| КОРИЧНЕВЫЙ | 1,1 | 10 | +1(F) |
| КРАСНЫЙ | 2,2 | 100 | +2(G) |
| ОРАНЖЕВЫЙ | 3,3 | 1К |  |
| ЖЕЛТЫЙ | 4,4 | 10К |  |
| ЗЕЛЕНЫЙ | 5,5 | 100К | +0,5(D) |
| СИНИЙ | 6,6 | 1М | +0,25(С) |
| ФИОЛЕТОВЫЙ | 7,7 | 10М | +0,10(В) |
| СЕРЫЙ | 8,8 |  | +0,05(А) |
| БЕЛЫЙ | 9,9 |  |  |
| ЗОЛОТОЙ |  | 0,1 | +5(J) |
| СЕРЕБРЯНЫЙ |  | 0,01 | + 10(К) |

б) Конденсаторы

Конденсатор К10-73. Технические параметры:

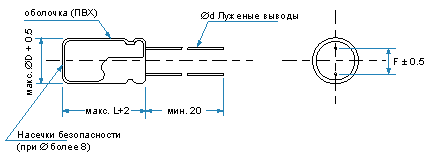


Рисунок 3.2 – Габаритные размеры конденсаторов

Таблица 3.3 – технические параметры конденсаторов

|  |  |
| --- | --- |
| Тип | К10-73 |
| Рабочее напряжение,В | 50 |
| Номинальная емкость, мкФ | 10 |
| Допуск номинальной емкости,% | 20 |
| Рабочая температура,С | -40...85 |
| Выводы/корпус | радиал. пров. |
| Диаметр корпуса D, мм | 5 |
| Длина корпуса L, мм | 11 |

Таблица 3.4 - Габаритные размеры конденсаторов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| WV(SV), В | 6.3(8) | | 10(13) | | 16(20) | | 25(32) | | 35(44) | | 50(62) | | 63(79) | |
| С, мкФ | D x L | mA | D x L | mA | D x L | mA | D x L | mA | D x L | mA | D x L | mA | D x L | mA |
| 0.47 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4x7 | 4 | 4x7 | 5 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4x7 | 9 | 4x7 | 11 |
| 2.2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4x7 | 19 | 4x7 | 21 |
| 3.3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4x7 | 24 | 4x7 | 26 |
| 4.7 |  |  |  |  |  |  |  |  | 4x7 | 24 | 5x7 | 29 | 5x7 | 33 |
| 10 |  |  |  |  | 4x7 | 29 | 5x7 | 32 | 5x7 | 36 | 6x7 | 44 |  |  |
| 22 | 4x7 | 34 | 5x7 | 38 | 5x7 | 45 | 6x7 | 51 | 6x7 | 60 | 8x7 | 65 |  |  |
| 33 | 5x7 | 42 | 5x7 | 47 | 6x7 | 60 | 6x7 | 65 | 8x7 | 72 |  |  |  |  |
| 47 | 5x7 | 50 | 6x7 | 65 | 6x7 | 70 | 8x7 | 78 |  |  |  |  |  |  |
| 100 | 6x7 | 77 | 6x7 | 87 | 6x7 | 90 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 220 | 8x7 | 130 | 8x7 | 140 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Конденсатор КМ-50

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип конденсатора | Группа по температурной стабильности | Диапазон номинальных емкостей, пФ | ном raquo; | Интервал рабочих температур. | Минимальная наработка, тыс. ч |
| КМ-6 (А) |  | 120..-2700 |  | -60... 4-85 | 10,0 |
| КМ-6(А) |  | 22 000-.. 10\* |  | -60. .+85 |  |
| КМ-6 (Б) |  | 120..-5100 |  | -60.. .+85 |  |
| КМ-6 (Б) |  | 22000... | 35 (25) | -60...+85 |  |
|  | 2,2 . 10 laquo; |  |  |  |

Информация об элементах (компонентах) схемы соответствует таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Элементы и компоненты, входящие в устройство

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элемент, компонент | Позиционное обозначение | Тип | Функциональ-ное назначение | Количество | Примечание | Типоразмер элементов |
| Резистор | R1-R5 | C2-34 | Нагрузка | 5 | R=20Ом±5%  P=0,125Вт | 8х3х3 |
| Конденсатор | С1-С2 | К10-73 | - | 2 | 25В | 5х5х7 |
| Конденсатор | С3 | КМ | Сглаживаю-щий | 1 | 25В | 7х2х6 |
| Диоды | VD1-VD2 | КЦ407 | Двухполупе-риодный выпрямитель | 2 | - | 4х8х4 |
| Транзисторы | VT1-VT2 | КТ646Б | Ключевой | 2 | - | 9х9х6 |
| Металлизированные отверстия, пропаянные волной | - | - | - | 260 | - | - |

# 3.3 Определение коэффициентов электрической нагрузки элементов

Определяем коэффициенты электрической нагрузки элементов из литературного источника [1]:

Для резистора КР – определяется по формуле:



где t – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки резистора по мощности

;



A, B, NT, G, NS, J, H – постоянные коэффициенты.



Для конденсаторов КР – определяется по формуле:



где tокр – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки конденсатора по напряжению

;



;



A, B, NT, G, NS, H – постоянные коэффициенты.



Для диода КР – определяется по формуле:



где tокр – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки

;



A, NT, ТМ, L, – постоянные коэффициенты.



Для транзистора КР – определяется по формуле:



где tокр – температура окружающей среды (корпуса элемента), 0С;

КН – коэффициент электрической нагрузки

;



A, NT, ТМ, L, – постоянные коэффициенты.



# 3.4 Результаты расчета эксплуатационной безотказности устройства

Пользуясь картами электрических режимов, находим коэффициенты электрической нагрузки элементов. Считаем, что полученные данные соответствуют значения, указанным в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчет эксплуатационной безотказности элементов устройства

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Позиционное обозначение | Количество nj | KH | λОГ(λ6)х10-6 1/ч | Вид математической модели расчета | Значение поправочного коэффициента | | | | | | | | | | | | | |  | njλЭj,x10-6 1/ч |
| КИС | KP | Кt | Ккорп | Кλ | КФ | КД | KU | KC | КМ | КR | KK | Кn | КЭ |
| R1-R5 | 5 | 0,4 | 0,132 |  |  | 0,479 |  |  |  |  |  |  |  | 0,7 | 0,7 |  |  | 2,5 | 4,379 | 2,89 |
| C1-C2 | 2 | 0,4 | 0,52 |  |  | 0,453 |  |  |  |  |  |  | 0,2С0,23 |  |  |  |  | 2,5 | 10,4 | 10,825 |
| C3 | 1 | 0,4 | 0,065 |  |  | 0,108 |  |  |  |  |  |  | 0,4С0,12 |  |  |  |  | 2,5 | 3,24 | 0,21 |
| VD1-VD2 | 2 | 0,4 | 0,728 |  |  | 0,081 |  |  |  | 1 | 0,6 | 0,7 |  |  |  |  |  | 2,5 | 4,881 | 7,106 |
| VT1-VT2 | 2 | 0,4 | 0,352 |  |  | 0,086 |  |  |  | 0,7 | 0,5 | 0,5 |  |  |  |  |  | 2,5 | 4,286 | 4,526 |
| Печатая плата | 1 | - | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,5 | 2,5 | 3,52\*10-3 |
| Соединения пайкой волной | 26 | - | 0,00034 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,5 | 2,5 | 0,0221 |

Определяем для каждого элемента или группы элементов находим произведение поправочных коэффициентов и значение, суммарное эксплуатационной интенсивности отказов :



где - эксплуатационная интенсивность отказов j-й группы;



nj – количество элементов в j-й группе;

Определяем эксплуатационную интенсивность отказов печатной платы с металлизированными отверстиями.



Определяем общую эксплуатационную интенсивность отказов соединений пайкой волной для отверстий, где нет металлизации:



где - базовая интенсивность отказов соединения;



КЭ – коэффициент, зависящий от жесткости условий эксплуатации;



Определяем общую эксплуатационную интенсивность отказов соединений пайкой:



Определяем эксплуатационную интенсивность отказов:



# 3.5 Определение показателей безотказности ЭУ

Находим расчетные значение показателей безотказности:

а) наработка на отказ:



б) вероятность безотказной работы за время :



в) гамма процентная наработка на отказ при



# 4. Анализ результатов решения

Результаты расчетов показателей безотказности приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Показатели безотказности работы устройства

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | , ч |  | , ч |
|  |  |  |  |

- параметр, определяющий вероятность выхода из строй устройства, которое может быть вызвано в результате выхода из строя любого из элементов схемы.



- время, через которое устройство должно выйти из строя, ввиду износа элементов. По истечении данного времени наступит процесс старения и вероятность выхода из строя устройства резко возрастет.



- процентная вероятность того, что устройство проработает безотказно в течении заданного промежутка времени.



- время, в течении которого устройство будет работать безотказно с вероятностью γ.



Заключение

Целью данной курсовой работы являлась оценка показателей безотказности функционального узла РЭУ при наличии постоянного резервирования и резервирования замещением. По условию было необходимо использовать расчетный способ оценки. Для осуществления данного проекта была выдана схема электрическая принципиальная и исходные данные к ней, которые подлежали уточнению.

Рассчитав показатели надёжности, я выяснил, что они соответствуют желаемым, и устройство способно проработать более 3000 часов.

Итак, в данном курсовом проекте, согласно заданию, я произвел оценку показателей безотказности схемы функционального узла РЭУ при заданных условиях расчетным способом, выполнил все необходимые вычисления и составила необходимые схемы.

# Литература

1. Боровиков С.М. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности. - Мн.: Дизайн ПРО, 1998. 335 с.
2. А.П. Ястребов. Проектирование и производство радиоэлектронных средств. - С-П.:Учеб. Пособие, 1998. –279 с.
3. Cпpaвoчник "Haдeжнocть издeлий элeктpoннoй тexники для уcтройств нapoднoxoзяйcтвeннoгo нaзнaчeния". M, 1989 г.
4. http://www.izme.ru/dsheets/diodes/405.html