# СОДЕРЖАНИЕ

*Введение 2*

*1. Обзор и анализ источников питания 3*

*2. Выбор и анализ структурной схемы 4*

*3. Разработка принципиальной электрической схемы 6*

*4. Расчет схемы электрической принципиальной 7*

*4.1 Исходные данные для расчета 7*

*4.2 Расчет схемы компенсационного стабилизатора 7*

*4.3 Расчет схемы защиты КСН от перегрузок 15*

*4.4 Разработка схемы КСН на базе ИМС 17*

*5. Анализ и оценка ошибок 20*

*6. Вывод 22*

*7. Список литературы 23*

*Приложение 1. Схема электрическая принципиальная*

*на базе дискретных элементов 24*

*Приложение 2. Схема электрическая принципиальная*

*на базе ИМС 26*

*Приложение 3. ВАХ транзистора КТ827 28*

*Приложение 4. ВАХ транзистора КТ603 29*

*Приложение 5. ВАХ транзистора КТ312 30*

*Приложение 6. Влияние разброса параметров*

*электронных компонентов 31*

###### ВВЕДЕНИЕ

*На сегодняшний день появляются все более сложные электронные системы, использующие в качестве элементной базы новейшие полупроводниковые приборы и интегральные микросхемы с высокой степенью интеграции.*

 *Успешное развитие науки и техники в рамках жестокой конкуренции во многом обусловлено успехами электроники. Трудно себе представить какую-либо отрасль производства, в которой бы в той или иной степени не использовались электронные приборы или электронные устройства автоматики.*

 *Неотъемлемой частью многих радиоэлектронных и электронных устройств являются стабилизаторы постоянного напряжения. В одних устройствах они используются как высокостабильные источники питания, обеспечивающие необходимую надежность работы, в других - не только как источники питания, но и как источники эталонного (образцового) напряжения. Образцовое напряжение необходимо во многих системах авторегулирования и телеметрии, измерительных схемах, схемах преобразования непрерывных величин в дискретную форму, в схемах электрического моделирования.*

 *Развитие полупроводниковой техники дало возможность получить простые высокостабильные источники образцового напряжения практически любой мощности.*

 *Полупроводниковые стабилизаторы могут также использоваться в замен аккумуляторных и сухих батарей в измерительных и поверочных лабораториях.*

 *Наиболее характерной чертой дальнейшего научно-технического прогресса в нашей стране является переход к полностью автоматизированному производству на базе использования электронной техники.*

*1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ*

 *Основным источником питания электронных устройств в настоящее время являются выпрямительные устройства, преобразующие переменный ток в ток одного направления, называемый выпрямленным. Постоянное напряжение или ток, получаемые от выпрямителей, по различным причинам могут изменяться, что может нарушить нормальную работу различных устройств, питание которых осуществляется от выпрямительных устройств. Основным причинами нестабильности является изменение напряжения сети и изменение тока нагрузки. Для обеспечения постоянного напряжения на сопротивлении нагрузки применяют стабилизаторы напряжения.*

 *Стабилизатором напряжения называется устройство, поддерживающие автоматически и с требуемой точностью напряжение на нагрузке при изменении дестабилизирующих факторов в обусловленных пределах.*

 *Не смотря на применение сглаживающих фильтров, напряжение на сопротивлении (сглаживающих фильтров) нагрузки выпрямителя может изменяться. Это объясняется тем, что сглаживание пульсаций фильтром уменьшается только переменная составляющая выпрямленного напряжения, а величина постоянной составляющей может изменяться и при колебаниях напряжения сети, и при изменении тока нагрузки.*

 *Существует два принципиально разных метода стабилизации напряжения: параметрический и компенсационный.*

 *Сущность компенсационного метода стабилизации сводится к автоматическому регулированию выходного напряжения.*

 *В компенсационных стабилизаторах производится сравнение фактической величины входного напряжения с его заданной величиной и в зависимости от величины и знака рассогласования между ними автоматически осуществляется корректирующее воздействие на элементы стабилизатора, направленное на уменьшение этого рассогласования.*

*2. ВЫБОР И АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ*

Схемы компенсационных стабилизаторов постоянного напряжения бывают последовательного и параллельного типов [1].

# P

# СУ

# Э

# Rн

# Uвых

# Uвх

# Iвх

# Iн = Iвх

## Рис. 2.1

# P

# СУ

# Э

# Rн

# Uвых

# Uвх

# Iвх

# Iн = Iвх

Rб

# IР

*Рис.2.2.*

 *Различие приведенных схем состоит в следующем. В последовательных стабилизаторах напряжение на регулирующем элементе возрастает при увеличении напряжения на нагрузке, а ток приблизительно равен току нагрузки. В параллельных стабилизаторах напряжение на регулирующем элементе не зависит от входного напряжения, а ток находится в прямой зависимости от напряжения на нагрузке.*

 *Стабилизаторы параллельного типа имеют невысокий КПД и применяются сравнительно редко. Для стабилизации повышенных напряжений и токов, а также при переменных нагрузках обычно применяются стабилизаторы напряжения последовательного типа. Их недостатком является то, что при коротком замыкании на выходе к регулирующему элементу будет приложено все входное напряжение. Это обстоятельство необходимо учитывать при эксплуатации стабилизатора.*

 *Основными параметрами, характеризирующими стабилизатор, являются:*

*1. Коэффициент стабилизации, представляющий собой отношение относительного изменения напряжения на входе к относительному изменению напряжения на выходе стабилизатора.*

 *Kсти = ΔUвх / Uвх : ΔUвых / Uвых ,*

*где: Uвх и Uвых - номинальное напряжение на входе и выходе стабилизатора.*

*ΔUвх и ΔUвых  - изменение напряжений на входе и выходе стабилизатора.*

*Коэффициенты стабилизации служат основными критериями для выбора рациональной схемы стабилизации и оценки ее параметров.*

*2. Выходное сопротивление, характеризующее изменение выходного напряжения при изменении тока нагрузки и неизменном входном напряжении.*

*Rвых = ΔUвых / ΔIвых , при Uвх = const.*

1. *Коэффициент полезного действия, равный отношению мощности в нагрузке к номинальной входной мощности.*

*η = Uвых × Iвых / Uвх × Iвх .*

*4. Дрейф (допустимая нестабильность) выходного напряжения. Временной и температурный дрейф характеризуется величиной относительного и абсолютного изменения выходного напряжения за определенный промежуток времени или в определенном интервале температур.*

1. *РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ*

### ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

 В соответствии с выбранной структурной схемой (рис. 2.1) составляем приблизительную схему компенсационного стабилизатора напряжения. После проведения расчета, данная схема будет доработана. Только после полного расчета режимов работы и выбора элементов можно составить окончательный вариант схемы электрической принципиальной компенсационного стабилизатора напряжения.

# VD1

# R2

# VT1

# R1

# VT2

# VT3

# R4

# VD2

# VT4

# R5

# R6

# R7

# R3

 *Рис. 3.1.*

 *Данная схема состоит из регулирующего элемента, источника опорного напряжения и усилителя обратной связи. Роль регулирующего элемента играет комплиментарный транзистор (состоит из 2х транзисторов VT2 и VT3). Источник опорного напряжения –VD1R1,R2VT1. Усилитель обратной связи – R4VD2VT4,R5R6R7.*

1. *РАСЧЕТ СХЕМЫ ЕЛЕКТРИЧЕСКОЙ*

*ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ*

* 1. Исходные данные для расчета

|  |  |
| --- | --- |
| *Номинальное выходное напряжение Uн , В* | *15* |
| *Номинальный ток нагрузки Ін , А* | *5* |
| *Коэффициент пульсаций Кп , %* | *0,01* |
| *Коэффициент стабилизации Кст*  | *100* |
| *Температура окружающей среды tср , °С* | *+20* |
| *Климатические условия* | *норм.* |

* 1. *Расчет схемы компенсационного стабилизатора*

*Порядок расчетов приводится в соответствии с методикой приведенной в [2].*

*Согласно схеме (рис 3.1) находим наименьшее напряжение на выходе стабилизатора:*

*U вх min = Uн + Uкз min = 15 + 3 = 18 B, (4.1)*

*где Uкз min – минимальное напряжение на регулирующем транзисторе VT3.*

 *Исходя из того, что VT3 предположительно кремневый, то Uкз min выбираем в пределе 3..5 В.*

 *Учитывая нестабильность входного напряжения на входе стабилизатора ±10%, находим среднее и максимальное напряжение на входе стабилизатора:*

 *U вх сер*  = *U вх min  / 0.9 = 18 / 0.9 = 20 В , (4.2)*

*U вх max* = *1.1 × U вх сер = 1.1 × 20 = 22 В . (4.3)*

*Определяем максимальное значение на регулирующем транзисторе*

*U к3 max = U вх max - Uн = 22 – 15 = 7 В . (4.4)*

*Мощность, которая рассеивается на коллекторе транзистора VT3, равняется*

*Р3 = Uк3 max × Iн = 7 × 5 = 35 Вт. (4.5)*

*По полученным значениям Uк3 max , Iн , Р3 выбираем тип регулирующего транзистора и выписываем его параметры:*

|  |  |
| --- | --- |
| *Марка транзистора* | *2Т827В* |
| *Тип транзистора* | *NPN* |
| *Допустимый ток коллектора, Iк доп* | *20 А* |
| *Доп. напряжение коллектор-эмиттер, Uк доп*  | *100 В* |
| *Рассеиваемая мощность коллектора, Pпред*  | *125 Вт* |
| *Минимальный коэф. передачи тока базы, h21Э3 min*  | *750* |

*По статическим ВАХ выбранного транзистора находим:*

*h11Э3 = 33.0 Ом ,*

*μ3 = 1 / h12Э3 = 1 / 0.23 = 4.20 ,*

*где h11Э3 – входное сопротивление транзистора, Ом; μ3 – коэффициент передачи напряжения; h12Э3 – коэффициент обратной связи.*

 *Находим ток базы транзистора VT3*

 *IБ3 = Iн / h21Э3 min = 5 / 750 = 6.67×10-3 А . (4.6)*

 *Определяем начальные данные для выбора транзистора VT2. Рассчитываем напряжение коллектор-эмиттер VT2*

 *Uк2 max = Uк3 max - Uбэ3 = 7 – 0.7 = 6.3 В , (4.7)*

*где Uбэ3 – падение напряжения на эмиттерном переходе транзистора VT3 (0.7 В).*

*Ток коллектора VT2 состоит из тока базы VT3 и тока потерь, который протекает через резистор R3,*

*Iк2 = Iб3 + IR3 = 5×10-4 + 6.7×10-3 = 7.2×10-3 А. (4.8)*

*Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора VT2, равняется*

*Р2 = Iк2 × Uк2 max = 7.2×10-3 × 6.3 = 45.2×10-3 Вт. (4.9)*

*По полученным значениям Uк2 max , Iк2 , Р2 выбираем тип транзистора и выписываем его параметры:*

|  |  |
| --- | --- |
| *Марка транзистора* | *2Т603Б* |
| *Тип транзистора* | *NPN* |
| *Допустимый ток коллектора, Iк доп* | *300 мА* |
| *Доп. напряжение коллектор-эмиттер, Uк доп*  | *30 В* |
| *Рассеиваемая мощность коллектора, Pпред*  | *0.5 Вт* |
| *Минимальный коэф. передачи тока базы, h21Э2 min*  | *60* |

*По статическим ВАХ выбранного транзистора находим:*

*h11Э2 = 36.36 Ом ,*

*μ3 = 1 / h12Э2 = 1 / 0.022 = 45.45 .*

 *Рассчитываем ток базы VT2*

 *IБ2 = Iк2 / h21Э2 min = 7.2×10-3 / 60 = 1.2×10-4 А. (4.10)*

 *Находим сопротивление резистора R3*

 *R3 = (Uн + Uбэ3) / IR3 = (15 + 0.7) / 5×10-4 =31400 Ом. (4.11)*

*Выбираем ближайший по стандарту номинал с учетом рассеиваемой на резисторе мощности*

*РR3 = (Uн + Uбэ3) × IR3 = (15 + 0.7) × 5×10-4 = 7.85×10-3 Вт. (4.12)*

*В соответствии с рядом Е24 выбираем резистор типа МЛТ- 0.125 33 кОм ±5%.*

*Источником эталонного напряжения берем параметрический стабилизатор напряжения на кремневом стабилитроне VD2 из расчета*

*UVD2 = 0.7 Uн = 0.7 × 15 = 13.5 В. (4.13)*

 *Выбираем тип стабилитрона и выписываем его основные параметры:*

 *стабилитрон 2С213Б;*

 *I VD2 = 5×10-3 А – средний ток стабилизации;*

 *r VD2 = 25 Ом – дифференциальное сопротивление стабилитрона.*

*Вычисляем сопротивление резистора R4, задавши средний ток стабилитрона (I R4 = I VD2)*

 *R4 = 0.3 Uн / I R4 = 0.3 × 15 / 5×10-3 = 900 Ом. (4.14)*

*Мощность, рассеиваемая на резисторе R4, равняется*

 *РR4 =0.3Uн × I R4 = 0.3×15× 5×10-3= 22.5×10-3 Вт. (4.15)*

*В соответствии с рядом Е24 выбираем резистор типа МЛТ- 0.125 910 Ом ±5%.*

 *Определяем начальные данные для выбора транзистора VT4. Рассчитываем напряжение коллектор-эмиттер транзистора*

 *Uк4max = Uн + Uбэ3 + Uбэ2 - UVD2 = 2.90 В (4.16)*

*Задаем ток коллектора VT4 меньшим нежили средний стабилитронаVD2*

 *I К4 = 4×10-3А .*

*Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора VT4*

*Р2 = Iк4 × Uк4 max = 4×10-3 × 2.90 = 11.6×10-3 Вт (4.17)*

*По полученным значениям Uк4 max , Iк4 , Р4 выбираем тип транзистора и выписываем его параметры:*

|  |  |
| --- | --- |
| *Марка транзистора* | *КТ312В* |
| *Тип транзистора* | *NPN* |
| *Допустимый ток коллектора, Iк доп* | *30 мА* |
| *Доп. напряжение коллектор-эмиттер, Uк доп*  | *15 В* |
| *Рассеиваемая мощность коллектора, Pпред*  | *0.22 Вт* |
| *Минимальный коэф. передачи тока базы, h21Э4 min*  | *50* |

*По статическим ВАХ выбранного транзистора находим:*

*h11Э4 = 208,3 Ом ,*

*μ3 = 1 / h12Э4 = 1 / 0.034 = 29.41*

 *Рассчитываем ток базы VT4*

 *IБ4 = Iк4 / h21Э4 min = 4×10-3 / 50 = 8×10-5 А. (4.18)*

 *Ток последовательно соединенных резисторов R5, R6, R7 берем равным 5Iб4 и определяем суммарное сопротивление делителя*

 *Rдел = Uн / Iдел­ = 15 / (5 × 8×10-5) = 37500 Ом. (4.19)*

*Находим сопротивления резисторов:*

 *R5 = 0.3 Rдел = 0.3 × 37500 = 11250 Ом;*

 *R6 = 0.1 Rдел = 0.1 × 37500 = 3750 Ом;*

 *R7 = 0.6 Rдел = 0.6 × 37500 = 22500 Ом. (4.20)*

*В соответствии с рядом Е24 выбираем резистор R5 типа МЛТ- 0.125 11 кОм ±5%, резистор R7 типа МЛТ- 0.125 22кОм ±5% . Резистор R6 выбираем СП3-44 0.25Вт 3.3кОм.*

 *Рабочее напряжение стабилитрона VD1 определяем из соотношения*

 *UVD1 = 0.1 Uвх max = 0.1 × 22 = 2.2 В. (4.21)*

*Выбираем тип стабилитрона и выписываем его основные параметры:*

 *стабилитрон 2С119А;*

 *I VD1 = 5×10-3 А – средний ток стабилизации;*

 *r VD1 = 15 Ом – дифференциальное сопротивление стабилитрона.*

*Вычисляем сопротивление резистора R1, задавши средний ток стабилитрона (I R1 = I VD1)*

 *R1 = 0.9 Uвх max / I R1 = 0.9 × 22 / 5×10-3 = 3960 Ом. (4.22)*

*Мощность, рассеиваемая на резисторе R1, равняется*

 *R1 = 0.9Uвх max × I R1 = 0.9× 22× 5×10-3 = 99×10-3Вт (4.23)*

*В соответствии с рядом Е24 выбираем резистор типа МЛТ- 0.125 3.9 кОм ±5%.*

 *Определяем начальные данные для выбора транзистора VT1. Рассчитываем ток коллектора транзистора VT1*

 *Iк1 = Iк4 + Iб2 = 4×10-3 + 12×10-5 =412×10-5 (4.24)*

*Находим напряжение коллектор-эмиттер VT1*

 *Uк1max = Uвх max - UR2 + Uк4max - UVD2 = 4.1 В, (4.25)*

*где UR2 = UVD1 - Uбэ1 – падение напряжения на резисторе R2.*

 *Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзисторa VT1*

 *Р1 = Uк1max × Iк1* = *4.1 × 412×10-5 = 16×10-3 Вт. (4.26)*

*По полученным значениям Uк1 max , Iк1 , Р1 выбираем тип транзистора и выписываем его параметры:*

|  |  |
| --- | --- |
| *Марка транзистора* | *КТ313Б* |
| *Тип транзистора* | *РNP* |
| *Допустимый ток коллектора, Iк доп* | *350 мА* |
| *Доп. напряжение коллектор-эмиттер, Uк доп*  | *30 В* |
| *Рассеиваемая мощность коллектора, Pпред*  | *0.30 Вт* |
| *Минимальный коэф. передачи тока базы, h21Э1 min*  | *50* |

 *Рассчитываем сопротивление резистора R2*

 *R2 = UR2 / IК1* = *1.5 / 412×10-5 = 364 Ом, (4.27)*

 *РR2 = UR2 × IК1* = *1.5 × 412×10-5 = 618×10-5 Вт. (4.28)*

*В соответствии с рядом Е24 выбираем резистор типа МЛТ- 0.125 360 Ом ±5%.*

 *Рассчитываем основные параметры составного транзистора:*

*входное сопротивление транзистора*

 *h11Э ск =h11Э2+h11Э3h21Э2min= 36.36 + 33×60 =2016 Ом; (4.29)*

*коэффициент передачи напряжения транзистора*

 *μск* = *μ2μ3 / (μ2 + μ3) = 45.4×4.2 / (45.4 + 4.2)=3.84 ; (4.30)*

*выходное сопротивление транзистора*

 *rск = μск h11Э ск / h21Э2min h21Э3min = 0.1723 Ом. (4.31)*

*Рассчитываем входное сопротивление источника стабильного тока*

*RTD­ = R1 × R2 / r VD1 = 3900×360 / 15 = 57024 Ом. (4.32)*

*Рассчитываем параметры усилителя обратной связи:*

*сопротивление нагрузки усилителя*

*RК = h11Э ск RTD / (h11Э ск + RTD) = 1947.49 Ом; (4.33)*

*коэффициент усиления напряжения усилителя*

 *Кu = 0.7 h21Э4min RК / (h11Э4 + h21Э4min r VD2) = 71.13 . (4.34)*

*Рассчитываем коэффициент стабилизации рассчитанного стабилизатора напряжения, а также величину пульсаций на выходе*

 *Кст = μскКuUн / Uвх = 3.845 × 71.13 × 15 / 22 = 186.4, (4.35)*

 *ΔUвих = ΔUвх / μскКu = 4 / 3.845 × 71.13 = 12×10-4, (4.36)*

*Рассчитываем коэффициент пульсаций*

 *Кп = ΔUвих × 100 / Uвх = 12×10-4× 100 / 15 = 8×10-3%.(4.37)*

 *Выходное сопротивление компенсационного стабилизатора будет*

 *Rвых = rск / μскКu = 0.17 / 3.845 × 71.13 = 63×10-5Ом. (4.38)*

*Проверяем соответствие рассчитанных параметров заданным условиям:*

*Кст = 186.4 > Кст.зад = 100;*

*Кп = 8×10-3% < Кп.зад = 10×10-3%.*

*Найденные параметры удовлетворяют заданным условиям.*

4.3 Расчет схемы защиты компенсационного стабилизатора от перегрузки.

 *Устройства защиты стабилизаторов напряжения от перегрузок можно разделить на встроенные, воздействующие на регулирующий элемент стабилизатора, и автономные, содержащие отдельный ключевой элемент. Обычно к стабилизаторам с защитой от короткого замыкания выходной цепи предъявляется требование автоматического возврата в рабочий режим после устранения перегрузки.*

*Разрабатываем схему защиты компенсационного стабилизатора напряжения от перегрузки (рис 4.1).*

# VT5

# R8

 *Рис. 4.1*

*Схема защиты компенсационного стабилизатора от перегрузки реализована на элементах VT5 и R8.*

*Для расчета принимаем ток срабатывания защиты равный 110% от Iн .*

*Iн max = 1.1 Iн = 1.1 × 5 = 5.5 А.*

*Рассчитываем сопротивление R8 в соответствии с методикой изложенной в [3]:*

*R8 = Uбе5 / Iн max = 0.7 / 5.5 = 0.127 Ом. (4.39)*

*Рассчитываем мощность проволочного резистора*

*РR8 = Uбе5 × Iн max = 0.7 × 5.5 = 3.85 Вт. (4.40)*

*Выбираем транзистор VT5 из условия Iк5 = Iб3 ;*

*Uк5 max =Uбэ3 + R8×Iн max = 0.7 + 0.127 × 5.5 =1.4 B; (4.41)*

*P5 = Uк5 max × Iб3 = 1.4 × 6.7×10-3= 9.38 ×10-3Вт. (4.42)*

*По полученным значениям Uк5 max , Iк5 , Р5 выбираем тип транзистора и выписываем его параметры:*

|  |  |
| --- | --- |
| *Марка транзистора* | *КТ315А* |
| *Тип транзистора* | *NPN* |
| *Допустимый ток коллектора, Iк доп* | *100 мА* |
| *Доп. напряжение коллектор-эмиттер, Uк доп*  | *20 В* |
| *Рассеиваемая мощность коллектора, Pпред*  | *0.15 Вт* |
| *Минимальный коэф. передачи тока базы, h21Э5 min*  | *20.* |

* 1. *Разработка схемы компенсационного стабилизатора напряжения на базе ИМС.*

#### Разработка схемы компенсационного стабилизатора напряжения на базе ИМС сводится к выбору стандартной серийно выпускаемой ИМС и расчета (если необходимо) навесных элементов.

#### Таблица 4.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка ИМС | Максимальное выходное напряжение, В | Максимальное входное напряжение, В | Минимальное входное напряжение, В | Максимальный выходной ток, А | Максимальная рассеиваемая мощность, Вт | Предельно допустимая температура, °С | Нестабильность по току, % |
| К142ЕН1А | 12 | 20 | 9 | 0.15 | 0.8 |  | 0.5 |
| К142ЕН1Б | 12 | 20 | 9 | 0.15 | 0.8 |  | 0.2 |
| К142ЕН1В | 12 | 20 | 9 | 0.15 | 0.8 |  | 2 |
| К142ЕН2А | 30 | 40 | 20 | 0.15 | 0.8 |  | 0.5 |
| К142ЕН2Б | 30 | 40 | 20 | 0.15 | 0.8 |  | 0.2 |
| К142ЕН2Б | 30 | 40 | 20 | 0.15 | 0.8 |  | 2 |
| К403ЕН1А | 5 |  |  | 2 | 10 |  | 1 |
| К403ЕН1Б | 5 |  |  | 2 | 10 |  | 5 |
| К403ЕН2А | 6 |  |  | 2 | 10 |  | 1 |
| К403ЕН2Б | 6 |  |  | 2 | 10 |  | 5 |
| К403ЕН3А | 9 |  |  | 2 | 10 |  | 1 |
| К403ЕН3Б | 9 |  |  | 2 | 10 |  | 5 |
| К403ЕН4А | 12 |  |  | 2 | 10 |  | 1 |
| К403ЕН5А | 15 |  |  | 1.5 | 8.5 |  | 1 |
| К403ЕН5Б | 15 |  |  | 1.5 | 8.5 |  | 5 |
| К403ЕН7А | 27 |  |  | 1 | 6 |  | 1 |
| SD1083 | 12 | 40 |  | 7.5 | 50 | 170 | 0.7 |
| SD1084 | 15 | 40 |  | 5 | 25 | 170 | 0.7 |
| SD1085 | 20 | 40 |  | 3 | 15 | 170 | 0.7 |
| LAS1520 | 20 | 40 |  | 1.5 | 6 | 150 | 0.6 |

####

 *В качестве интегрального стабилизатора напряжения выбираем ИМС серии SD 1084. Составляем схему стабилизатора (рис. 4.2).*

# R1

# R2

# VD1

# C2

# DA1

# 2

# 3

# 1

# C1

# R3

##### Рис. 4.2

 *Выбираем навесные элементы в соответствии и с методикой изложенной в [4].*

*Рабочее напряжение стабилитрона VD1 определяем из соотношения*

 *UVD1 = 0.9 Uвых  = 0.9 × 15 = 13.5 В. (4.43)*

*Выбираем тип стабилитрона и выписываем его основные параметры:*

 *стабилитрон 2С515А;*

 *I VD1 = 45×10-3 А – средний ток стабилизации;*

 *r VD1 = 25 Ом – дифференциальное сопротивление стабилитрона.*

*Рассчитываем сопротивление резистора R1*

 *R1 = 0.9Uвых / I VD1= 0.9×15 / 45×10-3 = 300 Ом. (4.44)*

*РR1 = 0.9Uвых×I VD1= 0.9×15×45×10-3 = 608×10-3 Вт. (4.45)*

*В соответствии с рядом Е24 выбираем резистор типа МТ-1,0 300 Ом ±5%.*

 *Рассчитываем сопротивление делителя R2R3*

 *R23 = UVD1 / ( 3× Iп) = 13.5 / ( 3 × 5×10-3) = 900 Ом, (4.46)*

*где Iп – ток потерь микросхемы, А (5×10-3 А).*

 *Рассчитываем сопротивление резисторов R2 и R3:*

 *R2 = 2 × R23 / 3 = 2× 900 / 3 = 600 Ом, (4.47)*

*R3 = R23 / 3 = 900 / 3 = 300 Ом, (4.48)*

*РR2 = (3× Iп)2 × R2 = 600×225×10-6 = 135×10-3 Вт, (4.49)*

*РR3 = (3× Iп)2 × R3 = 300×225×10-6 = 67.5×10-3 Вт. (4.50)*

В соответствии с рядом Е24 выбираем резисторы типа МТ-0,25 600 Ом ±5% и СП5-16Т 300 Ом ±5% соответственно.

 Конденсаторы С1 и С2 имеют емкости 100мкФ и 5мкФ соответственно. Более точный расчет емкости конденсаторов и их выбор производится в соответствии с данными про сопряженные со стабилизатором устройства.

 *5. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ОШИБОК*

 Качество работы компенсационного стабилизатора напряжения во многом зависит от разброса параметров электронных компонентов, входящих в его состав. Во многом это связано с невозможностью изготовления компонентов с одинаковыми параметрами. Сильное влияние на разброс параметров оказывает колебания температуры окружающей среды и температуры мощности рассеивания этих элементов. С целью уменьшения колебаний параметров от температуры мощности рассеивания для элементов высокой мощности устанавливаются радиаторы.

 Для примера влияния разброса параметров элементов на работу компенсационного стабилизатора напряжения приведем расчет основных параметров схемы для критических случаев с помощью ЭВМ (Приложение 6).

 *Физические явления в компонентах устройств, вызывающие переход в подмножество неисправных состояний, называется дефектами. В зависимости от структуры системы дефект может порождать или не порождать ошибку. Ошибка не всегда следствие дефекта. Одна и та же ошибка может быть следствием разных дефектов [5].*

 *Приводим расчет работы схемы на отказ.*

##### Таблица 5.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Элементы схемы.* | *Кол-во, шт* | Интенсивность отказов,*×10-6 1/год* |
| *Стабилитроны* | *2* | *0.12* |
| *Транзисторы* | *1* | *0.1* |
|  *------ // ------* | *4* | *0.28* |
| *Резисторы*  | *7* | *0.07* |
| *Резистор перм.* | *1* | *0.2* |
| *Места паек* | *40* | *0.04* |
| *Всего:* | *0.81* |

 *Рассчитываем наработку на отказ*

 *Т0 = 1 / λ = 1 / 0.81×10-6 = 123456.79 час, (5.1)*

*где λ - интенсивность отказов.*

 *Рассчитываем вероятность отказов*

**

 *, (5.2)*

**

 *. (5.3)*

 *Строим график вероятности отказов.*

***Pc(t)***

***T, часов***

***123456,79***

***0,2***

***0***

***0,4***

***0,6***

***0,8***

***1,0***

***1,2***

##### Рис. 5.1

1. *ВЫВОД*

Курсовой проект выполнен в соответствии с заданием на проектирование, и полученные результаты удовлетворяют требованиям действующих ГОСТов на радиоаппаратуру. По результатам проверки и анализа работы схемы видно, что данная схема отличается высокой работоспособностью и наработкой на отказ. В данный момент наиболее перспективно использование компенсационных стабилизаторов напряжения на базе ИМС, так как это снижает затраты на монтаж, уменьшает энергоемкость стабилизатора, уменьшает его габаритные размеры, что сказывается на стоимости устройства.

В данной схеме возможно установить элементы индикации о состоянии регулирующего элемента, о перегрузке компенсационного стабилизатора, о наличии питающего напряжения. Кроме вышеперечисленного возможно установить в схеме тепловую защиту регулирующего элемента.

При выборе элементной базы производился сравнительный анализ отечественного и импортного ассортимента радиоэлементов. Анализ проводился по качественным, технологическим и экономическим показателям. В большинстве случаев предпочтение было отдано в пользу отечественных компонентов.

1. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.
2. Гершунский Б.С. Справочник по расчету электронных схем. - К: Вища школа, 1983. - 240с.
3. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Аналоговая и цифровая электроника» для студентов специальности 7.091.002. / Составитель И.П.Пашкин. – Житомир: ЖИТИ, 1998,- 35с.
4. Терещук З.М., Терещук К.М., Седов С.А. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства. Справочник радиолюбителя. – К: Наукова думка, 1989. – 820с.
5. Овсянников Н. ИМС серии К403. «РАДИО» №12, 1992г. стр.61.
6. Электронные промышленные устройства. / Ю.М. Гусин, В.И. Васильев, и др. – М.: Высш. шк., 1988. – 303с.
7. Перельман Б.Л. Полупроводниковые приборы. Справочник. – М: СОЛОН, МИКРОТЕХ, 1996. – 176с.