# 1. Расчет схемы управляемого выпрямителя

##

## 1.1 Выбор схемы и расчет основных параметров выпрямителя

Рис.1.1 — Двенадцатипульсный составной управляемый выпрямитель с параллельным включением

,

где выпрямленное напряжение на нагрузке при нормальном напряжении сети;

 выпрямленное напряжение при повышенном напряжении сети.

Из прил.2 определяем:

— максимальное обратное напряжение на тиристорах;

— среднее значение тока тиристора.

Определяем активное сопротивление фазы трансформатора:

,

где

Определяем индуктивность рассеяния обмоток трансформатора:

,

где .

Определяем напряжение холостого хода с учетом сопротивления фазы трансформатора и падения напряжения на дросселе :

где — число пульсаций в кривой выпрямленного напряжения за период сети.

— падение напряжения на тиристорах;

— падение напряжения на дросселях;

.

Напряжение на вторичных обмотках трансформатора

.

коэффициент трансформации для обмоток "треугольник-звезда" тогда действительный ток первичной обмотки трансформатора

Определяем угол коммутации:

.

Определяем минимально допустимую индуктивность дросселя фильтра:

.

.

КПД выпрямителя:


# 1.2 Основные параметры выпрямителя в управляемом режиме

Определяем максимальный и минимальный углы регулирования:

Минимальный и максимальный углы проводимости тиристоров:

Минимальное напряжение на нагрузке

Ток в тиристоре

Максимальное обратное напряжение


## 1.3 Выбор элементов управляемого выпрямителя

Тиристоры выбираем по : тиристор Т222-20-12 и типовой охладитель М-6А.


#

# 1.4 Расчет регулировочной характеристики управляемого выпрямителя

Общая расчетная формула для всего семейства нагрузочных характеристик:

Рис.1.2 — Регулировочная характеристика выпрямителя

##

## 1.5 Выбор защиты тиристоров от перегрузок по току и напряжению

Ток плавкой вставки:

Выбираем плавкую вставку ПНБ-5-380/100.

Для ослабления перенапряжений используем -цепочки, которые включаются параллельно тиристору. Конденсатор ограничивает перенапряжения, а резистор — ток разряда этого кондесатора при отпирании и предотвращает колебания в последовательном контуре

Величина напряжения на конденсаторе ток разряда контура

По справочнику выбираем конденсаторы C2 — КСЛ-310 пкФ, резисторы R2 — ПЭВ-100-620±10%.

Рис.1.3 — Схема управляемого выпрямителя с защитой

# 2. Проектирование СИФУ

## 2.1 Расчет параметров пусковых импульсов


## 2.2 Расчет цепи управления тиристорами

Для тиристоров Т222-20-12 определяем токи и напряжения управления:

Цепи управления тиристорами питаются от импульсного усилителя через оптрон и ограничивающие сопротивление и шунтирующий диод:

Рис.2.1 — Цепь управления тиристором

По значению выбираем оптрон ТО125-12,5 с параметрами:

Определяем параметры элементов, входящих в цепь управления:

По току выбираем шунтирующий диод типа КД202А.

По значениям и выбираем резистор типа ПЭВ-20-15.


##

## 2.3 Расчет цепи импульсного усилителя

Рис.2.2 — Импульсный усилитель

Импульсный усилитель работает в режиме переключения. Его расчет проводим графоаналитическим способом.

Допустимое напряжение на коллекторе транзистора VT8 должно удовлетворять условию:

Коэффициент трансформации трансформатора TV4 найдем как

Откуда

Импульсная мощность коллекторной цепи транзистора VT8 По полученным значениям выбираем транзистор VT8 типа КТ203А с

Рис.2.3 — Входные и выходные характеристики транзистора КТ203А

Сопротивление нагрузки цепи управления тиристором:

Сопротивление цепи коллектора VT8

Из уравнения динамического режима получим:

— ток короткого замыкания по постоянному току.

После чего строим линию нагрузки по переменному току, откуда находим

Сопротивление переменному току

Из графических построений находим:

Коэффициент усиления каскада

Определим параметры импульсного трансформатора на ферритовом кольце из феррита марки 1500НМ.

Параметры ферритового кольца:

начальная магнитная проницаемость:

средняя длина магнитных линий:

площадь поперечного сечения:

индуктивность намагничивания сердечника трансформатора:

Количество витков первичной обмотки

 — количество витков вторичной обмотки.

Шунтирующий диод VD2 выбираем по току — КД102Б.

Транзистор VT7 выбираем как КТ203А.

##

## 2.4 Расчет элементов триггера Шмидта

Рис.2.4 — Триггер Шмидта

Примем тогда амплитуда выходных импульсов Период следования импульсов запуска Минимальная длительность запускающих импульсов Максимальная длительность выходного импульса порогового устройства

Выбираем транзисторы VT4 и VT5 из условия которому удовлетворяют транзисторы типа КТ104А с параметрами:

Ток насыщения

Резистор мощность рассеяния на резисторе R16

Резистор мощность рассеяния на резисторе R14

Резистор мощность рассеяния на резисторе R17

Емкость ускоряющего конденсатора:

Величину резистора R15 определим из соотношения:

мощность рассеяния на резисторе R15

Величину резистора R15’ определим из соотношения:

Резистор R13:

Резистор R12:

Примем R13=27(кОм) и R12=13(кОм).

Величину разделительного конденсатора C3 определим из условия


##

## 2.5 Расчет дифференцирующей цепи

амплитуда входных импульсов

паразитная емкость генератора импульсов

Внутреннее сопротивление генератора импульсов:

Емкость дифференцирующей цепи выбирается из условия

Тогда сопротивление дифференцирующей цепи определится как:

Амплитуда выходных импульсов с дифференцирующей цепочки:

Импульсный диод VD1 выбираем по типа Д103.


##

## 2.6 Расчет элементов генератора пилообразного напряжения

Рис.2.5 — Генератор пилообразного напряжения

длительность прямого хода

период повторения

коэффициент нелинейности

Задавшись находим величину пилообразного напряжения

Выбираем транзисторы VT2 и VT3 типа МП115 с параметрами:

Ток коллектора транзистора VT3 определим по заданному коэффициенту нелинейности:

Примем при этом

Конденсатор

Находим величину сопротивления R9 в цепи эмиттера VT3:

Принимаем

Принимаем

Принимаем

Приняв, что найдем R10 и R11: выберем ток делителя

 тогда


## 2.7 Расчет элементов блока синхронизации

Расчет блока синхронизации производим с учетом следующих данных:

Ток эмиттера

Тогда сопротивление

Рассчитываем элементы цепи базы транзистора VT2:

Коэффициент трансформации трансформатора

3. Расчет параметров элементов источника питания для СИФУ

##

## 3.1 Выбор схемы и расчет основных параметров источника питания

В соответствии с заданием принимаем следующую схему источника питания:

Рис.3.1 — Источник питания СИФУ

Определим минимально допустимое входное напряжение стабилизатора:

Номинальное и максимальное значения напряжения на входе стабилизатора при колебании сети на +10%:

максимальное падение на регулирующем транзисторе:

Максимальная мощность рассеяния на транзисторе VT2:

Выбираем регулирующий транзистор П214 с параметрами:

Коллекторный ток согласующего транзистора:

Максимальная мощность рассеяния на транзисторе VT1:

Выбираем согласующий транзистор ГТ403А с параметрами:

Базовый ток согласующего транзистора

Сопротивление R4, задающее ток

Мощность, рассеиваимая R4

Напряжение на коллекторе усилительного транзистора VT3:

Выбираем стабилитрон Д811 с

Задаемся максимальным коллекторным током усилительного транзистора тогда мощность, рассеиваемая на транзисторе VT3,

Выбираем усилительный транзистор МП39 с параметрами:

Сопротивление

Задаемся током делителя Коэффициенты передачи делителя:

Суммарное сопротивление делителя

Определим минимальный и номинальный КПД стабилизатора:


## 3.2 Расчет параметров сглаживающего фильтра

Коэффициент пульсаций на выходе выпрямителя , фильтра , ток нагрузки ,

Находим коэффициент сглаживания фильтра

Сопротивление Мощность рассеяния на этом сопротивлении

Коэффициент передачи постоянного напряжения со входа на выход

Тогда коэффициент фильтрации фильтра

Определяем произведение

Тогда


## 3.3 Расчет однофазного мостового выпрямителя

Величина выпрямленного напряжения

Определяем анодный ток и обратное напряжение для диодов VD1..VD4:

Определяем параметры силового трансформатора:

Находим коэффициент трансформации трансформатора:

Ток первичной обмотки трансформатора


# 4. Моделирование схемы блока питания СИФУ

Рис.4.1 — Модель блока питания СИФУ

1 и 2 — соответствующие каналы осцилографа.

Из-за особенностей Electronics Workbench вместо трансформатора был использован источник переменного напряжения с необходимыми выходными характеристиками (расчетными выходными характеристиками трансформатора). Были добавлены сопротивления Rtv (2 Ом) — сопротивление обмоток трансформатора; Ro (1 Ом) — согласующее сопротивление; Rn (0.1 кОм) — сопротивление блока СИФУ (Uвых/Iвых).

Рис.4.2 — Осциллограммы участков 1 и 2

# Выводы

Большим преимуществом двенадцатипульсного выпрямителя является маленький коэффициент пульсации и получение большой выходной мощности. Таким образом, применение такого выпрямителя дает практически выпрямленный ток на выходе.

Подобные выпрямители получили широкое распространение в различных отраслях промышленности, например, в электролизных установках, на железнодорожном транспорте для питания двигателей постоянного тока, заряда аккумуляторных батарей, в сварочных аппаратах и дуговых печах, электрофильтрах, источниках вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры и др.

# Приложение А

Список литературы

1. Приборы и устройства промышленной электроники / В.С.Руденко, В.И. Сенько, В.В. Трифонюк (Б-ка инженера). — К.: Технiка, 1990. — 368 с.
2. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: Справочник радиолюбителя / Терещук Р.М., Терещук К.М. — К.: Наукова думка, 1981. — 670 с.
3. Тиристоры: справочник / Григорьев О.П., Замятин В.Я. — М.:Радио и связь, 1982. —272 с.
4. Транзисторы для аппаратуры широкого применения: справочник / Перельман В.П. — М.:Радио и связь, 1982 — 520 с.