**Фазоимпульсный модулятор на тиристорах**

Курсовая работа по курсу: “Электроника”

Московский Авиационный Институт имени Серго Орджоникидзе

Кафедра 301

Москва 2000 год.

**Схема устройства:**

R1

Uп

Uвх -

- VT1 R2 RH C2 R4 R7

VT2 VT3

T1 T2

C1 R3 R6 C3

Технические данные:

Напряжение питания схемы: Eп = ± 27В

Условия эксплуатации: температура, °С (-50 ÷ +60)

Частота работы схемы: f =  Гц

Временные диаграммы.

**Введение.**

Данное устройство предназначено для фазоимпульсной модуляции.

Генератор пилообразного напряжения выполнен на транзисторе VT1 и двухбазовом диоде (или однопереходном транзисторе) VT2, конденсаторе С1 и резисторе R3.

Угол отсечки регулируется с помощью второго однопереходного транзистора VT3, на котором также построен генератор импульсов.

Схема довольно проста, легко настраивается и перестраивается, обладает высокой надежностью.

Применяется для регулирования тока (напряжения) накала в печах.

Краткое описание работы.

Схему можно разбить на три основных функциональных блока.

# R

нагрузка

**2.1.Описание работы устройства.**

Импульсный генератор

Генератор модулирующего сигнала

Генератор пилообразного напряжения

Генератор пилообразного напряжения, построенный на транзисторе VT1, конденсаторе С1 и резисторе R1, вырабатывает импульсы, подаваемые на однопереходный транзистор ОПТ, который в свою очередь открывает на время транзистор VT4, обеспечивающий подачу импульсов продолжительности τ на нагрузку RH. Для фазовой модуляции импульсов используется схема на ОПТ VT3.

**2.2.Описание работы генератора пилообразного напряжения.**

При подключении напряжения UBX на транзистор VT1 конденсатор С1 начинает заряжаться через транзистор и резистор R1 до напряжения U(t1),определяемого величиной напряжения включения ОПТ.

Зарядившись до указанной величины конденсатор С1 начнет разряжаться через ОПТ VT2 и резистор R3.

**2.3.Описание работы генератора импульсов.**

При подаче напряжения на транзистор VT1 тиристор VT4 и двухбазовый диод (ОПТ) VT2 остаются запертыми, а конденсатор С1 начнет заряжаться через открытый транзистор VT1 и резистор R1. При достижении величины напряжение UЭ ВКЛ , при котором эммиттер - база 1 ОПТ VT2 окажется открытым. В этот момент включается VT2 и конденсатор С1 разряжается через цепь эмиттер-база1 VT2 и резистор R3.

Импульс, снимаемый с этого резистора, отопрет тиристор VT4 и напряжение источника питания окажется приложенным к нагрузке. Пока ток нагрузки IH>IУД тиристор остается открытым. Длительность задержки:

.

Когда открыт VT4, ток через нагрузку RH заряжает конденсатор С2 по цепи R4-C2-VT4. После заряда конденсатора С2 и отпирания VT5 от генератора модулирующего сигнала, конденсаторС2 подключается параллельно тиристору. Продолжительность заряда.При этом положительная обкладка конденсатора С2 окажется подключенной к катоду, а отрицательная – к аноду. Т.о. к прибору прикладывается обратное напряжение . В цепи, образованной конденсатором VT5 и тиристором VT4 возникает обратный ток, который проходит через прибор в обратном направлении. Когда результирующий ток прибора становится меньше IУД, последний запирается.

Должно быть 

Емкость

,

где IПР А - прямой ток нагрузки τВЫКЛ, мкс.

При этом заряд одного импульса тока, где Е=UП

tТС мин для VT4, мкс 0,707С2R4

Если варьировать моментом отпирания тиристора, то ток через прибор и нагрузку будет протекать только в течение какой-то определенной части импульса. Так при небольшой задержке тиристор может быть отперт в начале импульса, при больших задержках – в любой точке импульса, либо в его конце. Тем самым можно регулировать средний за период ток, проходящий в нагрузке, от максимального почти до нуля. Такой способ управления называется фазовым регулированием или фазовым управлением, фазовым модулированием поскольку при этом изменяется сдвиг фаз между импульсом и началом протекания прямого тока.

**Математическая модель устройства.**

Генератор первообразного напряжения.

Рассмотрим процесс заряда – разряда емкости С1 в импульсном режиме.

 (1)

 (2)

Уравнение заряда конденсатора С1

 (3)

Уравнение разряда конденсатора С1

 (4)

Решая дифференциальные уравнения, получим:



, где время заряда емкости С1

- время разряда емкости С1

Решая эту систему получим выражение для амплитуды длительности импульса и периода через параметры схемы.

Выражение для амплитуды примет вид



Длительность импульса.



В таком случае период



**Математическое описание блока формирующего импульсное напряжение на нагрузке.**

Уравнение заряда емкости С2

 (5)

Уравнение разряда емкости С2

 (6)

Экспоненту заряда емкости С2 запишем в виде

, где  (7)

Экспонента разряда

, где  (8)

Время заряда емкости С2



Время разряда



Период

 (9)

 (9)

**Математическая модель всего устройства.**



 (1)

 (2)

 (3)

 (4)

 (5)

 (6)

 (7)

где 

 (8)

где 

 (9)

 (9)

**4. Синтез схемы.**

**4.1.Последовательный расчет фазоимпульсного модулятора.**

Выбираем транзистор VT1, исходя из его способностей пропустить ток заряда конденсатора С1 за время θ2 и выбираем двухбазовый диод Uc1 и пропускаем ток падение напряжения которого на резисторе R3 открывает тиристор VT4. Выбираем тиристор VT4, напряжение VБ12 которого меньше 30B и время отпертого состояния которого соответствует времени θ1.



Рассчитаем величину емкости С1

Задаемся временем заряда 

Из формулы (3) время заряда

, откуда



Выбираем транзистор задаваясь временем заряда и током ,

Где t3-время заряда емкости С1,tnVT1-время переключения транзистора VT1 можно не учитывать в виду его малости по сравнению c tЗ (tnVT≈)

Задаемся θ2=tp – временем разряда емкости С1.

Из уравнения (3) получаем



Из уравнения (4) находим R4

 (9а)

Решая совместно уравнение (1) и (2) получим

 (10)

 (11)

Таким образом, получили все номиналы элементов, образующих требуемый модулируемый импульс.

Численный расчет схемы.

Выбираем транзистор МП42Б служащий для устройств переключения и с небольшим сопротивлением RКЭ, которые в основном определяется сопротивлением коллектора rk



Выбираем тиристор К4104Б со следующими характеристиками:

Постоянный ток в закрытом состояние Iзс = 0,5мВ

Отпирающий постоянный ток управления IY от=20мА

Отпирающее постоянное напряжение управления UУ от=2В

Напряжение в открытом состояние UОС=2В

Неотпирающее постоянное напряжение управления UУНОТ=0,1В

Время включения tвкл=0,29мkс

Время выключения tвыкл=2,5мkс

Предельно допустимые параметры:

Постоянное напряжение в закрытом состояние UЗ с max=30B

Постоянное обратное напряжение UОБР max=6B

Постоянный ток в открытом состоянии IОС min=0,1A

Постоянный прямой ток управления IУ min0=0,03B

Средняя рассеиваемая мощность PСР РАС=0,2В

Выбираем двухбазовый или управляемый диод, или однопереходной транзистор ОПТ: К117А со следующими предельно допустимыми параметрами:

Ток эмиттера IЭ max=50мА

Ток эмиттер-база IЭБО max=1мкА

Ток включения IВКЛ max=20мкА

Ток выключения IВЫКЛ min=1мА

Напряжение на базах UБ12 max=30B

Напряжения насыщения эмиттер-база Umax ЭБ нас=5В при IЭ=50мА

Коэффициент К К=0,6

Сопротивление между базами RБ12=6кОм UЭК=0,6·27=16,2

Резистор



берем 1,1Ом.

Напряжение питания схемы берем UП=27В

Емкость конденсатора



берем 0,016мкФ.

Время разряда



Подставляем значения в формулу (10) и определяем R3



Подставляя значения в формулу 11, определяем R2.



По формуле (9а) считаем:



берем 62Ом.

Совершенно аналогично для тех же времен заряда и разряда, то есть для аналогичной модуляции фазой определим:

R6=51Ом, R5=20Oм, , С3=0,016мкФ

**ПЭС**

R1

VT1 R2 RH C2 R4 R7

VT2 VT3

T1 T2

C1 R3 R6 C3

X1

5

+Еп

-Еп

-Uвх

2

1

**Выводы по работе.**

Разработано устройство – фазоимпульсный модулятор. Данное устройство соответствует заданным требованиям. Рассчитаны параметры, позволяющие получить заданные выходные сигналы. Устройство имеет высокую степень надёжности.

**Список литературы**

С.П. Миклашевский., Промышленная электроника. Вш.,1986.

Л.А. Бессонов., ТОЭ. Вш.,1996.

К.Я. Стародуб., Н.Н. Михайлов., Промышленная электроника. «Машиностроение».,1971.

Расчёт импульсных устройств на полупроводниковых приборах. Под ред. Т.М. Агаханяна., «Советское радио».

Справочное пособие по электротехнике и основам электроники. Под ред. А.В. Нетушина. Вш. 1986.