Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт машиностроения, материалов и транспорта

Высшая школа автоматизации и робототехники

**Курсовая работа**

**Проектирование и расчет электронного устройства**

по дисциплине «Электроника»

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнил |  |
| студент гр. з3331504/………… | /ФИО |
| Руководитель | /Колесникова А. Ю. |
|  |  |

«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_2025 г.

**1 Задание на курсовой проект**

Спроектировать электронное устройство, в состав которого входит измерительный усилитель напряжения, выходной сигнал которого подключается к одному из двух выходов устройства; устройство измерения частоты сигнала, усиливаемого усилителем; а также вторичный источник напряжения их питания. Коммутация выхода осуществляется электронным переключателем, управляемым от логического блока. Если выполняется заданное логическое уравнение, то выход усилителя подключается к выходу 1. если оно не выполняется, то к выходу 2. сигналы, управляющие логическим блоком, имеют значения a, b, c, d. электронное устройство питается от промышленной сети U=220В±10%, 50 Гц.

**2 Технические условия**

1. Коэффициент усиления напряжения КU=300
2. Диапазон выходных напряжений усилителя (-5…+5) В
3. Диапазон рабочих частот (100-104) Гц
4. Максимальная погрешность коэффициента усиления в рабочем диапазоне частот не более 0,5%
5. Минимальное допустимое входное сопротивление усилителя 1 МОм
6. Максимальное допустимое выходное сопротивление усилителя 0,5 Ом
7. Разрядность цифрового индикатора частоты 5
8. Время индикации 4 с
9. Уровни напряжений a, b, c, d 0; 10 В

3 **Блок-схема прибора**

Прибор состоит из 5 основных блоков:

1. Электронный усилитель электрического напряжения
2. Частотомер
3. Вторичный источник напряжения электропитания
4. электронный аналоговый ключ
5. Логический блок
6. Блок-схема прибора приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Блок-схема прибора

На вход прибора подается аналоговый сигнал синусоидального вида от внешнего источника. Усилитель напряжения усиливает этот сигнал в КU раз и далее этот сигнал поступает на вход электронного ключа. Электронный аналоговый ключ коммутирует сигнал на выход 1 или выход 2, в зависимости от состояния выхода логического блока: если сигнал выхода логического блока равен 1, то электронный ключ переключает выходной сигнал на выход 1, если равен 0 – на выход 2. На вход логического блока подается 4 сигнала a, b, c, d, в зависимости от которых решается логическое уравнение и на выходе логического блока формирует сигнал 0 или 1. Частотомер, подключенный на выход усилителя напряжения, измеряет частоту усиливаемого сигнала, преобразуя синусоидальный сигнал в прямоугольные импульсы. Блок питания обеспечивает схему прибора напряжениями: ±15 В – для питания усилителя напряжения, электронного ключа, компаратора; +9 В – для питания частотомера и логического блока.

4 **Расчет логического блока**

Логический блок данного прибора решает логическое уравнение вида:



Минимизируем данную функцию



По правилу де Моргана



Составим схему логического блока, который будет решать это уравнение.

Вход c остается свободным, т.к. от уровня сигнала на нем не зависит решение уравнения.

Составляем таблицу истинности данного логического блока. Таблица истинности приведена в приложении А.

По справочнику [5] стр.206 подбираем микросхему К176ЛА9. Микросхема представляет собой три логических элемента ИЛИ-НЕ. Схема логического блока представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. Схема логического блока

5 **Проектирование усилителя напряжения**

Чтобы усилитель обеспечивал характеристики, требуемые техническим заданием, его необходимо разделить на три составные части: входной каскад, который будет обеспечивать требуемые входные характеристики, промежуточный каскад, обеспечивающий необходимый коэффициент усиления с допустимой погрешностью, и выходной каскад, который будет задавать требуемые выходные характеристики (допустимое значение выходного напряжения, выходное сопротивление).

**5.1 Расчет входной части усилителя**



Рисунок 3. Входной каскад усилителя напряжения

Выберем схему рисунок 3. Данная схема используется в тех случаях, когда достаточным является входное сопротивление в несколько мегаом или когда требуется получить значение входного сопротивления с погрешностью не больше данной.

В схеме применен операционный усилитель КР140УД26. Характеристики ОУ КР140УД26 приведены в приложении Б

Зададим для входной части коэффициент усиления равный 1, тогда: R2=R1=1МОм. Для расчета схемы построим амплитудно-частотную характеристику по известной частоте единичного усиления и наклону асимптоты (20 дб/дек) руководствуясь [4] стр.33.

По ЛАЧХ, приведенного в приложении Б «ЛАЧХ ОУ КР140УД26», определим коэффициент усиления в верхней и нижней границе частотного диапазона (100-104)Гц

f=100Гц: Кн=82Дб=4



f=104Гц: Кв=40Дб=



Найдем глубину обратной связи (ОС) по формуле 3.1 из [4] стр. 21

(5.1)



Подставляем численные значения:

.



Резистор R3 служит для уменьшения дрейфа нуля, вызванного колебаниями входных токов. Oн введен для того, чтобы уменьшить дифференциальный постоянный сигнал, появляющийся на входе микросхемы при температурных изменениях входных токов. Поэтому его значение следует выбирать из следующего условия: R3=R2||R1 из [4] стр.21

R3=Ом (5.2)



Найдем коэффициенты усиления на верхней и нижней частотах из [4] стр. 34:

(5.3)



(5.4)



Коэффициент частотных искажений Мв.вх. из [4] стр.31:

(5.5)



5.2. **Расчет промежуточной части усилителя**

По техническому заданию коэффициент усиления по напряжению у проектируемого усилителя должен быть 300. Так как коэффициенты входной и выходной частей равны 1, то все усиление падает на промежуточную часть. Чтобы обеспечить требуемый коэффициент усиления возьмем 2 каскада на ОУ КР140УД26 с коэффициентами усиления: Кк1=10, Кк2=30. Разбиение промежуточной части на каскады целесообразно для уменьшения погрешности усиления и коэффициента частотных искажений. Схема промежуточной части усилителя представлена на рисунке 5.



Рисунок 5. Промежуточная часть усилителя

Усилительные каскады выполняют так, чтобы входное сопротивление предыдущего каскада было во много раз больше предыдущего, таким образом, последующий каскад оказывает минимальное влияние на параметры предыдущего. Для ОУ КР140УД26 минимальное сопротивление нагрузки 2 кОм. Исходя из этого условия, а также опираясь на номинальный ряд сопротивлений и учитывая нужные усиления для каждого каскада, будем подбирать резисторы.

Первый каскад:

R4=10 кОм

R5= R4\* Кк1=10 кОм\*10=Ом (5.6)



R6=R5||R4=9091 Ом (5.7)

Коэффициент частотных искажений первого каскада:

(5.8)



(5.9)   
 (5.10)



(5.11)



Второй каскад:

R7=10 кОм

R8= R7\* Кк1=10 кОм\*30=3\*Ом (3.12)



R9=R7||R8=0,96774 Ом (3.13)

Коэффициент частотных искажений второго каскада:

 (5.14)

(5.15)



(5.16)



(5.17)



(5.18)



Формулы 5.6 - 5.18 были использованы из [4] стр.31.

5.3 **Расчет выходной части усилительного каскада**

По техническому заданию усилитель имеет очень маленькое выходное сопротивление, порядка 0,5 Ом. Поэтому выходной усилительный каскад будет иметь следующий вид



Рисунок 6. Выходная часть усилителя

На рисунке 6 представлен повторитель на основе операционного усилителя и эмиттерного повторителя на транзисторах VT1, VT2. Коэффициент усиления равен 1, т.к. R1=∞, а R2=0. В качестве ОУ выбрана микросхема КР140УД26. Эмиттерный повторитель собран на транзисторах VT1-KT3102A, VT2-KT3107A. Технические характеристики приведены в приложении В из [2] стр. 216, 295

Найдем выходное сопротивление эмиттерного повторителя по формуле 3.19 из [4] стр. 37

 (5.19)

где Rвых – выходное сопротивление микросхемы DA3

rб – омическое сопротивление базы

h21Э1, h21Э2 – коэффициент передачи базовых токов транзисторов VT1, VT2

Rвых=6,2 кОм

rб=(50-100)Ом

h21Э1= h21Э2=250

Найдем выходное сопротивление микросхемы DA3 из [4] стр. 65:

(5.20)



Так как у нас стопроцентная обратная связь, то

Ом



Ом



0,0016 << 0,5, что удовлетворяет техническому требованию.

Глубина обратной связи γвых:

, (5.21)



Рассчитаем коэффициенты усиления ОУ на нижней и верхней частотах и по формулам:



, (5.22)



. (5.23)



Подставляем численные значения:

,



,



Найдем коэффициент частотных искажений Мв.вых по формуле:

, (5.24)



Подставляем численные значения:

Мв.вых==1,0001.



Рассчитаем результирующий коэффициент частотных искажений Мв по формуле:

, (5.25)



Подставляем численные значения:



Рассчитаем погрешность коэффициента преобразования в рабочем диапазоне частот по формуле:

ξ=(Мв – 1)·100%, (5.26)

Подставляем численные значения:

ξ=(1,0016 – 1)·100%=0,16% ,

Полученное значение не превышает значения максимальной погрешности коэффициента преобразования , равного 0,5 %, приведенного в задании на курсовой проект.

**6 Расчет RC-фильтра**

Чтобы постоянная составляющая не усиливалась в выходном каскаде, на выходе промежуточного каскада мы ставим RC-фильтр.

Так как у нас на нижней граничной частоте погрешность составляла 1,1%, то его срез будет зависеть от конденсатора, RC-фильтра.



Рисунок 7. RC-фильтр

Так как минимальное сопротивление нагрузки ОУ КР140УД26 равно 2 кОм, то возьмем из номинального ряда сопротивление R10=20 кОм

(6.1)



Погрешность составляет 1,1%, т.е.

, где



Uвых реал – выходное напряжения промежуточного каскада

Uвых реал=%=13,2 В



Т.е. у нас вместо 12 В Uвых=13,2 В

Ucр=13,2-12=1,2 В

Найдем значение конденсатора при f=100 Гц

мкФ



**7 Электронный аналоговый ключ**

Электронные аналоговые ключи широко используются в электронике для осуществления передачи аналоговой информации от одного блока к другим.

Основными параметрами ключа являются

Iком- коммутирующий ток, т.е. ток, протекающий по открытому каналу ключа;

Uком – коммутируемое напряжение, т.е. максимально допустимое напряжение, прикладываемое между входом и выходом аналогового ключа;

Rотк – сопротивление ключа в открытом состоянии;

tвкл – время переключения ключа.

Исходя из параметров разрабатываемого прибора, применим микросхему аналогового ключа КР590КН9. Характеристики аналогового ключа КР590КН9 приведены в приложении Г

Данные приведены из [3] стр. 448



Рисунок 8. Физическая модель

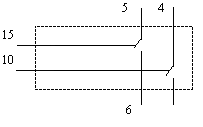


Рисунок 9. Условное обозначение



Рисунок 10. Структурная схема

На рисунке 8 представлена упрощенная физическая модель микросхемы КР590КН9. Пока на вход Uупр подается сигнал низкого уровня КМОП-транзистор находится в закрытом состоянии, сопротивление канала высокое. Если подать на вход Uупр высокий уровень напряжения, то транзистор открывается, сопротивление Rотк понизится и ток утечки потечет через него.

**8 Проектирование частотомера**

Цифровой частотомер для проектируемого прибора должен измерять частоту сигнал на выходе измерительного преобразователя в диапазоне частот 10 –1000 Гц и отображать ее на четырехразрядном индикаторе. Структурная схема построения частотомера представлена на рисунке 11.

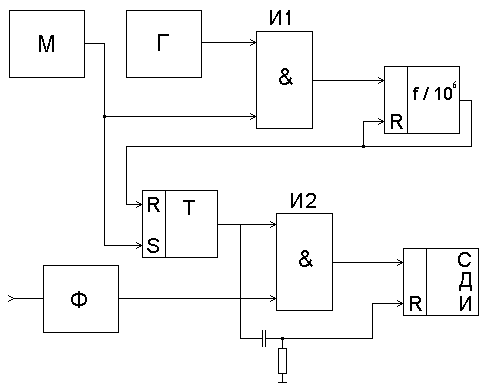


Рис.11 Структурная схема частотомера

1)М – мультивибратор (генератор напряжения прямоугольной формы), построен на интегральном таймере К1006ВИ1 [3].

****

Рис. 12 Функциональная схема интегрального таймера К1006ВИ1

В состав таймера входят два прецизионных компаратора высокого (DA1) и низкого (DA2) уровней, асинхронный RS-триггер DD1, мощный выходной каскад на транзисторах VT1 и VT2, разрядный транзистор VT3, прецизионный делитель напряжения R1R2R3. Сопротивления резисторов R1-R3 равны между собой.

Таймер содержит два основных входа: вход запуска (вывод 2) и пороговый вход (вывод 6). На этих входах происходит сравнение внешних напряжений с эталонными значениями, составляющими для указанных входов соответственно l/3Uпит и 2/3Uпит. Если на входе Unop действует напряжение меньше 2/3Uпит, то уменьшение напряжения на входе Uзап до значения, меньшего 1/3Uпит, приведет к установке таймера в состояние, когда на выходе (вывод 3) имеется напряжение высокого уровня. При этом последующее повышение напряжения на входе Uзап до значения 1/3Uпит и выше не изменит состояния таймера. Если затем повысить напряжение на выходе Uпop до значения больше 2/3 Uпит, то сработает триггер DD1 и на выходе таймера установится напряжение низкого уровня, которое будет сохраняться при любых последующих изменениях напряжения на входе Uпop. Этот режим работы таймера обычно используют при построении реле времени, мультивибратора . При этом вход Unop подключают к одной из обкладок конденсатора времязадающей цепи, а по входу Uзап производят запуск таймера подачей короткого импульса отрицательной полярности. Если необходимо создать автоколебательный мультивибратор, то оба входа объединяют. Транзистор VT3 служит для разрядки времязадающего конденсатора. При появлении напряжения высокого уровня на выводе 3 таймера этот транзистор открывается и соединяет обкладку конденсатора с общим проводом.

Мультивибратор приведен на рисунке 13.



Рис 13. Схема мультивибратора

В этой схеме включения конденсатор С2 заряжается через резисторы R12 и R13 до напряжения U2 = 2Uп/3, а разряжается через резистор R11 до напряжения U2 = Uп/3.

Длительность зарядки конденсатора (время счета tсч=1с) [6],длительность разряда конденсатора (время индикации tинд=4-tсч=4 c) [6], т.к.время индикации больше времени счета, то за Т1 примем время индикации, а за Т2 время счета, а на выходе мультивибратора поставим инвертор.



Возьмем С2 = 6 мкФ, R12 = 722 кОм, R13 = 240 кОм, тогда Т1 = 3,899с, Т2 = 0,998с.

2)Г–генератор высокочастотных импульсов (1МГц) с высокой стабильностью частоты. Выполнен на кварцевом резонаторе. Генератор высокочастотных импульсов представлен на рисунке 14 [3].



Рис.14 Генератор высокочастотных импульсов

3)Т – RS-триггер К561ТМ2.Счетчик импульсов построен на базе D- триггеров К561ТМ2. Счетчик обеспечивает коэффициент пересчета, равный 10.



Рис. 15 Графическое изображение делителя частоты на базе микросхемы К176ТМ2

4)f/106 – шесть каскадов делителей частоты на 10 (микросхема К176ИЕ2).

МикросхемаК176ИЕ2 - пятиразрядный счетчик, который может работать как двоичный в коде 1-2-4-8-16 при подаче лог. 1 на управляющий вход А, или как декада с подключенным к выходу декады триггером при лог. 0 на входе А. Во втором случае код работы счетчика 1-2-4-8-10, общий коэффициент деления - 20. Вход R служит для установки триггеров счетчика в 0 подачей на этот вход лог. 1. Первые четыре триггера счетчика могут быть установлены в единичное состояние подачей лог. 1 на входы SI - S8. Входы S1 - S8 являются преобладающими над входом R. Счетчик на базе микросхемы К176ИЕ2 представлен на рисунке 16 [3].

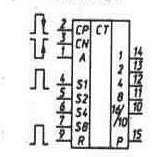


Рис. 16 Счетчик на базе микросхемы К176ИЕ2

5)Ф – формирователь образцовых интервалов времени.

Предназначен для преобразования аналогового сигнала в цифровой. Построен на триггере Шмидта, ОУ 140УД26, стабилитроне Д808 и диоде КД522А. Представлен на рисунке 17.



Рис. 17 Формирователь образцовых интервалов времени

6)СДИ – микросхема К490ИП1 – счетчик, дешифратор, индикатор. В частотомере используется 5 таких микросхем. Графическое изображение десятичного счетчика на базе микросхемы К490ИП1 представлено на рисунке 18.



Рис. 18 Графическое изображение десятичного счетчика на базе микросхемы К490ИП1

7)RC – цепочка. Предназначена для подачи на вход R СДИ кратковременных импульсов для обнуления счетчика и сброса индикатора. Время разряда конденсатора  должно быть гораздо меньше по сравнению с величиной 1/fв = 0,0001666с. Зададим  = 0,00001с, так как =R15C4 (R15 возьмем 10 кОм), то С4=1 нФ.

Временные диаграммы приведены в приложении Р.

**9 Расчет блока питания**

Определим структуру источника питания. Он должен содержать силовой стандартный трансформатор,рассчитанный на работу от промышленной сети переменного тока напряжением, равным 220В±10%, частотой 50 Гц, выпрямители для получения постоянных напряжений, необходимых для работы интегральных стабилизаторов, которые выдают необходимый набор питающих напряжений:

±15 В – для преобразователя ток-напряжение и электронного аналогового ключа;

+5 В и +9В – для частотомера;

+15 В – для логического блока.

Графическое изображение блока питания приведено на рисунке 19.



Рисунок 19. Графическое изображение блока питания

Для выбора трансформатора определим токи, потребляемые микросхемами, питающимися напряжением:

+15 В:

Ток потребления преобразователя ток-напряжение рассчитываем путем суммирования токов потребления всех входящих в преобразователь микросхем, учитывая выбор аналогичных микросхем для всех каскадов, получаем:

Iпотр1= IпотрDA1·4; (9.1);

Iпотр1= 4,7·4=18,8 мА;

Ток потребления логического блока:

Iпотр2= IпотрDD1; (9.2);

Iпотр2= 0,1;

Ток потребления электронного аналогового ключа:

Iпотр3= IпотрDA5; (9.3);

Iпотр3= 1 мА;

Суммарный ток потребления микросхем, питающихся напряжением +15В:

Iпотр1-3 = Iпотр1 + Iпотр2 + Iпотр3 , (9.4)

Подставляем численные начения:

Iпотр1-3 = 18,8 + 0,1 + 1 =24,9 мА.

+5 В:

Ток потребления индикации рассчитываем путем суммирования токов потребления индикаторов, учитывая выбор аналогичных микросхем, получаем:

Iпотр5= Iпотр инд·5+IVT; (6.10);

Iпотр5= 35·5+100=275 мА;

+9 В:

Ток потребления генератора образцовой частоты:

Iпотр6= IпотрDD2; (9.5);

Iпотр6= 0,25 мА;

Ток потребления пяти десятичных счетчиков:

Iпотр7= IпотрDD7·5; (9.6)

Iпотр7= 2·5=10 мА;

Ток потребления счетчик на базе К561ИЕ8:

Iпотр8= 0,25 мА;

Подставляем численные значения:

Iпотр9 ==0,176 мА;



Суммарный ток потребления микросхем, питающихся напряжением +9В:

Iпотр6-9 = Iпотр6 + Iпотр7 + Iпотр8 + Iпотр9, (9.8)

Подставляем численные значения:

Iпотр6-9 = 0,25 + 10 + 0,25 + 0,176 = 10,676 мА

Найдем примерную габаритную мощность трансформатора S2.

S2=(Iпотр1+Iпотр2+Iпотр3+Iпотр4)·15+(Iпотр1’+Iпотр2’+Iпотр3’)·|-15|+Iпотр5·5+(Iпотр6+ Iпотр7+Iпотр8+Iпотр9 **)**·9; (9.9)

Подставляем численные значения:

S2=[(18,8+0,1+1+5)·15+(18,8+1+5)·|-15|+275·5+(0,25+10+0,25+0,176) 9]×

×10-3 = 0.373 В·А;

Выберем трансформатор, удовлетворяющий требованиям по габаритной мощности, содержащий необходимое количество вторичных обмоток с напряжениями, достаточными для питания через выпрямители стабилизаторов напряжений +5 В, ±15 В ( 10 В и 20 В соответственно) и достаточным номинальным током вторичных обмоток ( не менее 140 мА по напряжению +5 В источника питания) Данным требованиям удовлетворяет трансформатор ТПП247-127/220-50 с параметрами:

– номинальная мощность 14,5 В·А;

– ток первичной обмотки не более 0,1 А;

– номинальный ток вторичных обмоток равен 0,22 А;

– напряжение вторичной обмотки II равно 10 В,напряжение вторичных обмоток III и III’ равно 20 В.

Структурная схема трансформатора ТПП247-127/220-50 приведена на рисунке 20.



Рисунок 20. Структурная схема трансформатора ТПП247-127/220-50

Выберем для создания источника напряжения +5 В обмотку II трансформатора с номинальным напряжением 10 В;обмотки III и III’ с номинальным напряжением 20 В–для создания источника напряжения ±15 В.

В качестве источника питания напряжением +9В выберем параметрический стабилизатор на стабилитроне Д818Д, который питается от источника +15 В.

Расчет источника питания +9 В

Графическое изображение стабилизатора на базе стабилитрона Д818Д приведено на рисунке 21.



Рисунок 21. Графическое изображение параметрического стабилизатора

Параметры стабилитрона Д818Д:

Uст= 9 В;

Iст min= 3 мА;

I ст max=33 мА;

Для расчета номинала резистора R24 определим суммарный ток IR24:

IR16= Iст·ном+ IRн ; (9.10)

Задаем номинальный ток стабилизации 5 мА.

IR16= 5+8,176=13,676 мА;

, (9.11)



Подставляем численные значения:

Ом



Из ряда Е24 выбираем номинал резистора R16 = 430 Ом.

В качестве выпрямителя выбираем мостовую схему, обладающую относительно небольшим обратным напряжением , хорошим использованием трансформатора.

Применим блок выпрямительный КЦ407А с параметрами:

Uобр max=400 В;

I пр =500 мА;

Uпр ≤ 2В.

Выбор выпрямительного блока осуществляется по среднему выпрямительному току и амплитуде обратного напряжения для мостовой схемы:

I пр.ср =, (9.12)



где I0i - ток потребления нагрузки источника питания +5В.

Uобр max=1,5 U0i , (9.13)

где U0i – выпрямленное напряжение.

Максимальный ток потребления в данной схеме равен 140мА для источника +5В; максимальное выпрямленное напряжение равно 20В для источников питания ±15В.

Подставляя численные значения в формулы 9.18 и 9.19, получаем:

I пр.ср = мА,



Uобр max=1,5 20=30 В.

Следовательно, диодная сборка КЦ407А выбрана правильно, и ее предельные параметры обеспечивают надежную работу источника питания.

Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения на выходе моста устанавливают конденсаторы.

Рассчитаем значения емкостей для трех выпрямителей и уточним напряжения на выходе выпрямителей.

1. Выпрямитель источника питания +5 В. Рассчитаем сопротивление нагрузки выпрямителя Rн1:

Rн1=, (9.14)



Подставляем численные значения:

Rн1==71,43 Ом.



Поскольку выпрямитель нагружен на емкость, то его реактивное сопротивление Хсi принимают равным:

Хсi = (0,1…0,25) Rнi, (9.15)

Подставляем численные значения:

Хс6 = 0,1·71,43,

Принимаем Хс6 ≈ 7 Ом.

Исходя из рекомендаций определим параметр А, который позволит рассчитать значения емкости и уточнить напряжение на выходе выпрямителя.

Для мостовой схемы параметр А рассчитывается по формуле:

Аi=, (9.16)



где U0i – выпрямленное напряжение.

Рассчитаем парметр А1 для выпрямителя напряжения источника питания +5 В.

А1==0,153.



B1=0,97;

D1=2,2;

F1=7,3;

Н1=300.

Напряжение вторичной обмотки трансформатора U2i  и выпрямленное напряжение U0i связаны следующим соотношением:

U2i= Bi·U0i, (9.17)

Из соотношения 9.16 уточняем значение U01:

U01=,



U01==10,3 В.



Это входное напряжение допустимо для интегрального стабилизатора 142ЕН5А со следующими параметрами:

Uвых= 5 В;

δUвых= 0,1 В;

I вых max= 1,5 А;

Ксг=30 дБ;

КнU =0,05 %;

Ток во вторичной обмотке I2i рассчитывается по формуле:

I2i=0,71·Di·I0i, (9.18)

Где I0i – ток на выходе выпрямителя напряжения обмотки источника питания.

Рассчитаем ток I2  во вторичной обмотке II:

I21=0,71·2,2·0,14=0,218 А.

Рассчитанный ток во вторичной обмотке трансформатора не превышает его паспортных значений данных для номинального режима (0,22А).

Рассчитаем величину Сi по формуле:

Сi=, (9.19)



где Кп0i – коэффициент пульсации.

Рекомендуемое значение Кп0i= (0,1 … 0,15)

Подставим численные значения:

С5= мкФ.



Согласно ряду Е6 выбираем конденсатор номиналом 470 мкФ.

Выберем электролитический конденсатор К52-1Б-16В-470 мкФ±20%.

Аналогично проведем расчет для выпрямителей источников +15 В и -15 В.

Суммарный ток потребления от источника +15 В складывается из потребителей напряжения +15 В и параметрического стабилизатора +9 В.

Iпотр =29,7 +13,176=42,876 мА=0,0429А

Для питания мостов источников ±15 В выбираем обмотки с напряжением 20 В.

Считаем напряжение на выходе выпрямителя U22≈20 В.

Рассчитаем сопротивление нагрузки выпрямителя Rн2:по формуле (9.14)

Rн2==466,6 Ом.



Выберем ХС6=46,6 Ом.

Рассчитаем параметр А2 по формуле (9.16) :

А2==0,156.



Из графиков определим параметры B2, D2, F2 и H2.

B2=0,95;

D2=2,1;

F2=7,1;

Н2=290.

Из соотношения 9.17 уточняем значение U02:

U02=,



U02==21,05 В.



Это входное напряжение допустимо для интегрального стабилизатора 142ЕН8А.

Ток во вторичной обмотке III I22 рассчитывается по формуле (9.18):

Подставляем численные значения:

I22=0,71·2,1·0,0429=0,067А.

Рассчитаем величину С7 по формуле (9.20):

Подставим численные значение

С6= мкФ.



Согласно ряду, Е6 выбираем конденсатор номиналом 68 мкФ.

Выберем электролитический конденсатор К52-1Б-50В-68 мкФ±20%.

Рассчитаем параметры для выпрямительного моста -15 В.

Считаем напряжение на выходе выпрямителя U23≈20 В.

Рассчитаем сопротивление нагрузки выпрямителя Rн3:по формуле (9.14)

Rн3==677,9 Ом.



Выберем ХС8 =67,8 Ом

Рассчитаем параметр А3 по формуле (9.17) :

А3==0,157.



Из графиков, приведенных в приложении 3, определим параметры B3, D3, F3 и H3.

B3=0,99;

D3=2,15;

F3=7,2;

Н3=295.

Из соотношения 9.18 уточняем значение U03:

U03=,



U03==20,83 В.



Это входное напряжение допустимо для интегрального стабилизатора 142ЕН8В с параметрами:

Uвх= (17,5…35) В;

Uвых= 15 В;

I н max=1,5 А;

Ксг=30 дБ;

КнU =0,05 %;

Ток во вторичной обмотке III’ I23 рассчитывается по формуле (9.18):

Подставляем численные значения:

I23=0,71·2,2·0,0295=0,046А.

Рассчитанный ток во вторичной обмотке трансформатора не превышает его паспортных значений данных для номинального режима (0,22А).

Рассчитаем величину С8 по формуле (9.19):

Подставим численные значения:

С7= мкФ.



Согласно ряду Е6 выбираем конденсатор номиналом 47 мкФ.

Выберем электролитический конденсатор К52-1Б-50В-47 мкФ±20%.

Для подавления импульсных помех параллельно электролитическим конденсаторам подключаем конденсаторы К10-17-1б-0,1мкФ±5%.

После выходов стабилизаторов устанавливаются аналогичные конденсаторы соответственно.

**10 Заключение**

В представленной курсовой работе спроектировали электронное устройство, содержащее усилитель напряжения, логический блок, управляющий электронным ключом, который коммутирует выход преобразователя на два выхода (выход 1 и выход 2). Устройство содержит измеритель частоты преобразованного сигнала и источник питания от промышленной сети переменного тока напряжением, равным 220В±10%, частотой 50 Гц.

В схеме усилителя напряжения использованы быстродействующие прецизионные операционные усилители К140 УД26 с низким уровнем шумов и малым смещением нуля, что обеспечивает низкую погрешность.

Логический блок и элементы частотомера реализованы на цифровых микросхемах КМОП типов. Микросхемы этих типов отличает малая потребляемая мощность. Микросхемы 561 серии обеспечивают заданный уровень входных логических сигналов 0В и 10В за счет широкого диапозона их питания от 5В до 15В.

В частотомере использованы микросхемы высокой степени интеграции: генератор, совмещенный с делителем частоты (176 ИЕ5), и декадный счетчик, совмещенный с дешифратором и семисегментовым индикатором (К490 ИП1).

В источнике питания использован стандартный трансформатор ТПП 247-127/220-50, мостовой диодный блок КЦ407А и интегральные стабилизаторы серии 142, что позволило использовать минимальное количество радиоэлементов.

**11 Список использованных источников**

1. В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов – М.: Высшая школа, 2004.
2. ……….