Министерство образования и науки Российской Федерации
Пензенский государственный университет
Кафедра «Вычислительная техника»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе по дисциплине
«Электротехника, электроника и схемотехника»
на тему «Устройство измерения и управления»

Выполнил:
студент группы 22ВВП1
Горбатов К.В.

Принял:
доцент, к.т.н. Бычков А.С.

13.06.24

Пенза 2024

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет: Вычислительная техника
Кафедра: Вычислительная техника

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____ М.А. Митрохин

«____» _____ 20___ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовое проектирование по курсу
Электротехника, электроника и схемотехника

Студенту Горбачеву К.В. Группа: 22.ВВП.1

Тема проекта: Устройство измерения и управления – 23

Исходные данные (технические требования) на проектирование

Устройство предназначено для контроля температуры окружающей среды и использует датчик HIH-700. Диапазон измеряемых температур простирается от -30 °C до 150 °C.
Устройство преобразует сигнал с датчика в выходное напряжение, меняющееся в диапазоне (0…+3) В. Для устройства задаются верхний порог 130°C и нижний порог 0°C. При преодолении установленных порогов устройство выполняет определённые действия, управляя двумя светодиодами, двумя реле и одним динамиком с активным сопротивлением 100 Ом. В устройстве должны использоваться реле типа TRC-1.-3

Если температура окажется выше верхнего порога, то первый светодиод должен мигать с периодом 4 сек четыре раза, первое реле должно включиться при преодолении данного порога на 10 сек, динамик должен гудеть с частотой 256Гц.

Если температура окажется ниже нижнего порога, то второй светодиод должен включиться на 6 сек, второе реле должно включиться спустя 4 сек с момента преодоления порога, если превышение сохраняется и выключиться по окончании времени преодоления, динамик должен гудеть с частотой 512Гц пять раз с периодом 2 сек.
При проектировании принципиальной схемы устройства следует ориентироваться на применение цифровых элементов серии ТТЛ. Разрешается применять для питания устройства напряжения ±5В, ±15В. Датчик подключается пайкой, питание и контакты реле подключаются с помощью разъёмов.

Объём работы по курсу

1. Расчётная часть

Разработать структурную, функциональную и принципиальную схемы устройства, максимально используя интегральные микросхемы, привести краткие технические параметры используемых микросхем, рассчитать все навесные компоненты, описать работу устройства по функциональной и принципиальной схемам с привлечением временных диаграмм, выполнить электронное моделирование устройства (входной усилитель, компараторы уровней, часть выходных цепей по согласованию с руководителем) и привести результаты, определив при этом параметры смоделированной части.

2. Графическая часть

Схема электрическая структурная – 1 лист формата А3 (297х420 мм²)
Схема электрическая функциональная – 1 лист формата А3 (297х420 мм²)
Схема электрическая принципиальная – (1-2) формата А2 (420х594 мм²)

3. Экспериментальная часть

Электронное моделирование блока

Срок выполнения проекта по разделам

Согласно графику выполнения проекта, представленного в методических указаниях к курсовому проекту

Дата выдачи задания 20.02.2024

Дата защиты проекта.....

Руководитель 20.02.2024

Задание получил 20.02.2024

Студент

Содержание

Введение 3
1 Разработка структурной схемы устройства 4
1.1 Постановка задачи 4
1.2 Описание структурной схемы устройства 5
2 Разработка функциональной схемы устройства 6
2.1 Описание работы устройства 6
2.2 Разработка функциональных схем блоков управления 7
2.2.1 Блок управления светодиодами 7
2.2.2 Блок управления реле 9
2.2.3 Блок управления динамиком 11
2.3 Описание работы устройства по функциональной схеме 12
3 Разработка принципиальной схемы устройства 13
3.1 Расчёт усилителя 13
3.2 Расчёт схем формирования порогов 14
3.3 Расчёт генераторов импульсов 15
3.4 Расчёт одновибраторов 16
3.5 Расчёт схем управления светодиодами 16
3.5.1 Расчёт схемы управления первым светодиодом 17
3.5.2 Расчёт схемы управления вторым светодиодом 17
3.6 Расчёт схем управления реле 18
3.7 Расчёт блоков управления динамиком 18
3.8 Описание работы устройства по принципиальной схеме 20

					ПГУ2.09.03.01.23.001 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Горбатов К.В.			Устройство измерения и управления Пластотемпературой	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Бачков А.С.					1	14
Реценз.						гр. 228ВП1		
Н. контр.								
Утверд.								

Содержание

Введение....3

1 Разработка структурной схемы устройства....4

1.1 Постановка задачи....4

1.2 Описание структурной схемы устройства....5

2 Разработка функциональной схемы устройства....6

2.1 Описание работы устройства....6

2.2 Разработка функциональных схем блоков управления....7

2.2.1 Блок управления светодиодами....7

2.2.2 Блок управления реле....9

2.2.3 Блок управления динамиком....11

2.3 Описание работы устройства по функциональной схеме....12

3 Разработка принципиальной схемы устройства....13

3.1 Расчёт усилителя....13

3.2 Расчёт схем формирования порогов....14

3.3 Расчёт генераторов импульсов....15

3.4 Расчёт одновибраторов....16

3.5 Расчёт схем управления светодиодами....16

3.5.1 Расчёт схемы управления первым светодиодом....17

3.5.2 Расчёт схемы управления вторым светодиодом....17

3.6 Расчёт схем управления реле....18

3.7 Расчёт блоков управления динамиком....18

3.8 Описание работы устройства по принципиальной схеме....20

					ПГУ2 09.03.01.23 001 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Горбатов К.В.			Устройство измерения и управления Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Бычков А.С.					1	34
Реценз.						гр. 22ВВП1		
Н. Контр.								
Утверд.								

4 Результаты электронного моделирования устройства 20
Заключение 23
Список используемой литературы 24
Приложение А. Схема электрическая структурная 25
Приложение Б. Схема электрическая функциональная 27
Приложение В. Схема электрическая принципиальная 29
Приложение Г. Перечень элементов 31

Введение

В данной курсовой работе необходимо разработать структурную, функциональную и принципиальную схемы устройства предварительной обработки аналогового сигнала с заданными функциональными возможностями. Устройство должно строится с максимальным использованием микросхем. В задании требуется самостоятельно разработать устройство предварительной обработки аналогового сигнала с датчика, которое обладает рядом функциональных возможностей и требует знания при проектировании принципов функционирования и схемных решений таких узлов, как усилители переменного и постоянного тока, стабилизаторы напряжения, генераторы, одновибраторы, компараторы, логические элементы и транзисторы, а также требуется умение самостоятельно работать со справочной и учебной литературой.

1 Разработка структурной схемы устройства

1.1 Постановка задачи

Устройство предназначено для контроля температуры окружающей среды и использует датчик HEL-700. Диапазон измеряемых температур простирается от -30 ºС до 150 ºС.

Устройство преобразует сигнал с датчика в выходное напряжение, меняющееся в диапазоне (0…+3) В.

Для устройства задаются верхний порог 130ºС и нижний порог 0ºС.

При преодолении установленных порогов устройство выполняет определённые действия, управляя двумя светодиодами, двумя реле и одним динамиком с активным сопротивлением 100 Ом.

Если температура окажется выше верхнего порога, то:

- первый светодиод должен мигать с периодом 4 сек четыре раза;

- первое реле должно включиться при преодолении данного порога на 10 сек;

- динамик должен гудеть с частотой 256Гц.

Если температура окажется ниже нижнего порога, то:

-второй светодиод должен включиться на 6 сек;

-второе реле должно включиться спустя 4 сек с момента преодоления порога;

-динамик должен гудеть с частотой 512Гц пять раз с периодом 2 сек.

В устройстве используется реле типа TRC-L-3.

При проектировании принципиальной схемы устройства следует ориентироваться на применение цифровых элементов серии ТТЛ.

1.2 Описание структурной схемы программы

Устройство содержит:

- датчик;
- усилитель;
- фильтр;
- первый и второй компараторы;
- блоки управления первым и вторым светодиодами, первым и вторым реле, динамиком;
- реле;
- светодиоды;
- динамик.

Согласно схеме, при превышении верхнего или нижнего порога срабатывает соответствующий компаратор, далее блоки управления, согласно заданию, включают светодиод, динамик и реле.

Структурная схема представлена в Приложении А.

2 Разработка функциональной схемы устройства

2.1 Описание работы устройства

Временная диаграмма представлена на рисунке 1.

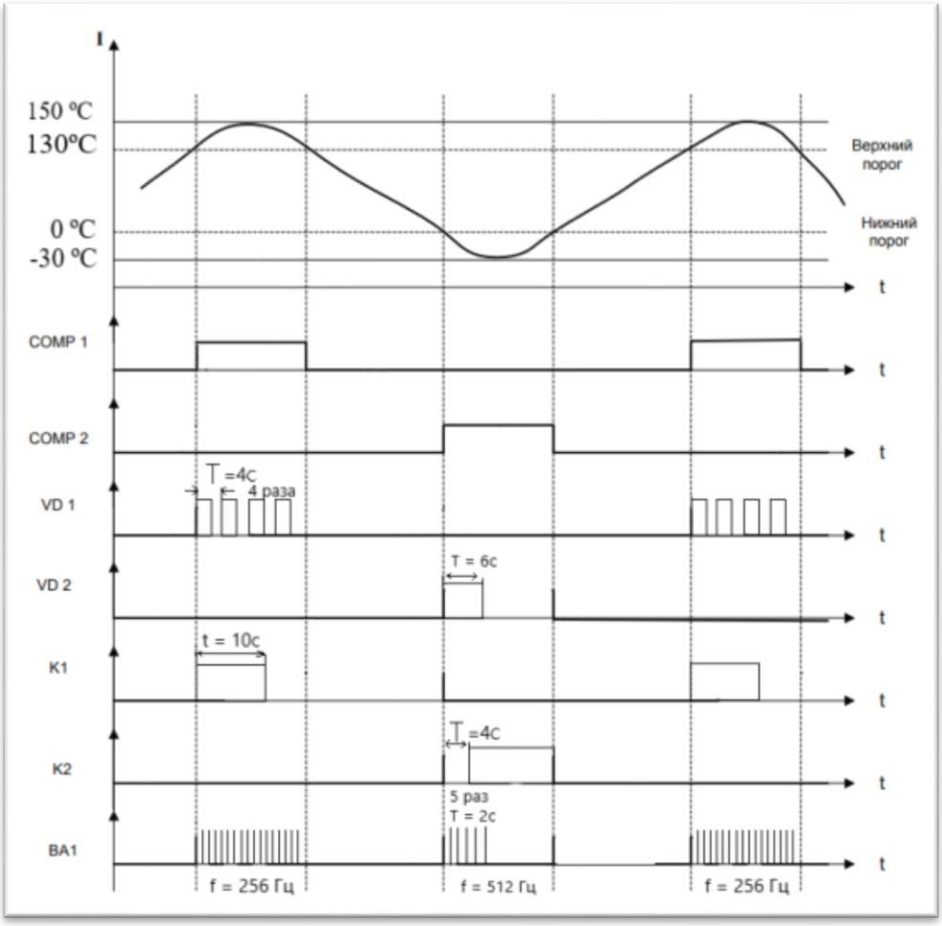


Рисунок 1 – временная диаграмма устройства.

При преодолении верхнего порога в 130°С срабатывает первый компаратор, первый светодиод мигает 4 раза с периодом 4 секунды, первое реле включается на 10 секунд, динамик непрерывно гудит с частотой 256 Гц пока превышен порог.

При преодолении нижнего порога в 0°С срабатывает второй компаратор, второй светодиод включается на 6 секунд, второе реле включается спустя 4 секунды после преодоления порога и работает до тех

пор, пока превышен порог. Динамик гудит с частотой 512 Гц, 5 раз с периодом 2 секунды.

2.2 Разработка функциональных схем блоков управления

2.2.1 Блоки управления светодиодами

Первый светодиод должен мигать с периодом 4 сек 4 раза с момента превышения порога. Для этого происходит занесение в триггер единицы. Это приводит к началу работы генератора импульсов. Генератор импульсов начинает вырабатывать импульсы с заданным периодом 4 секунды, а счётчик осуществляет подсчёт количества сформированных генератором 4 импульсов. Как только закончится действие 4 импульса, появится единица, которая будет действовать на вход сброса триггера. Триггер сбросится в ноль и запретит генератору формирование следующего импульса. Одновременно с инверсного выхода триггер сбросит счётчик в нулевое состояние, что приведёт к формированию нуля на выходах счётчика. Далее сигнал подаётся на усилитель, который управляет первым светодиодом VD1. Схема управления первым светодиодом представлена на рисунке 2.

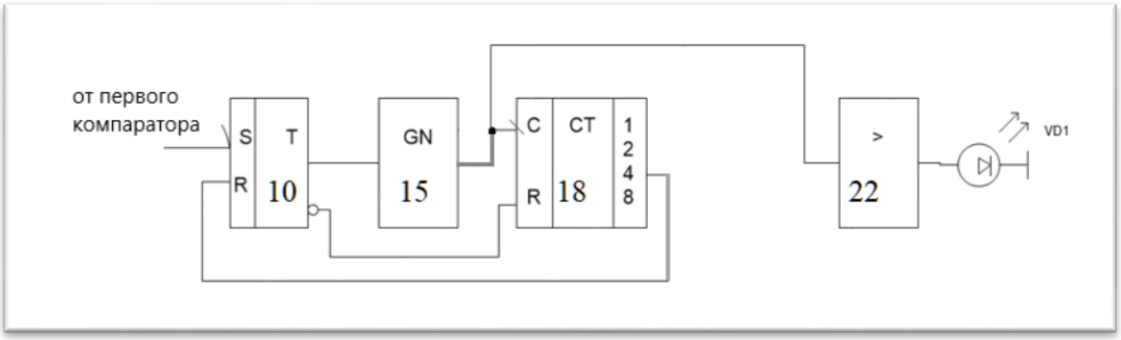


Рисунок 2 – схема управления первым светодиодом.

Второй светодиод должен включиться на 6 секунд. Для этого последовательно соединяется одновибратор, который задаёт импульс, далее усилитель усиливает сигнал одновибратора и управляет светодиодом VD2. Полученную схему управления можно увидеть на рисунке 3.

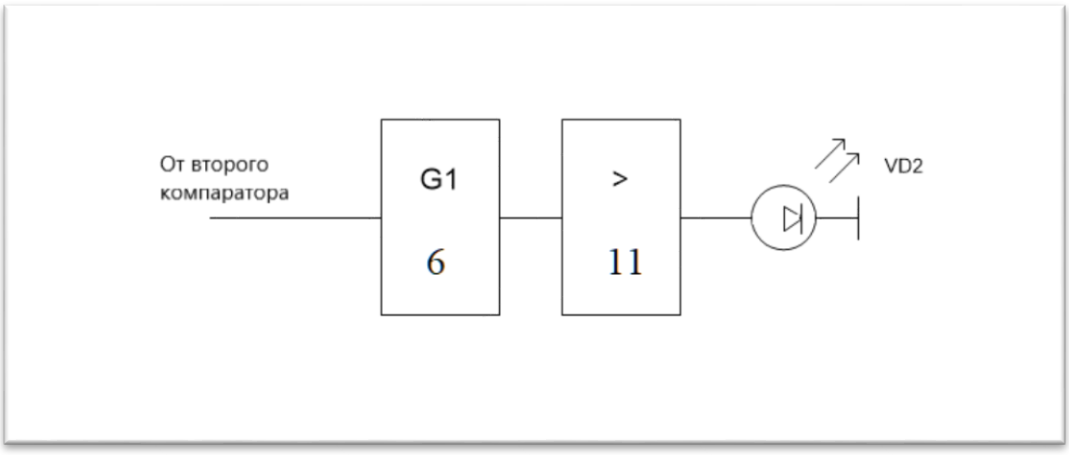


Рисунок 3 – схема управления вторым светодиодом

2.2.2 Блоки управления реле

Первое реле должно включиться на 10 секунд. На входе усилителя первого реле разместим одновибратор, на который подадим сигнал со второго компаратора. Конденсатор одновибратора разрядится за нужное нам время t=10с, и пока он разряжается на выходе одновибратора формируется уровень логической единицы, следовательно, первое реле включено. Схемное решение представлено ниже, на рисунке 4.

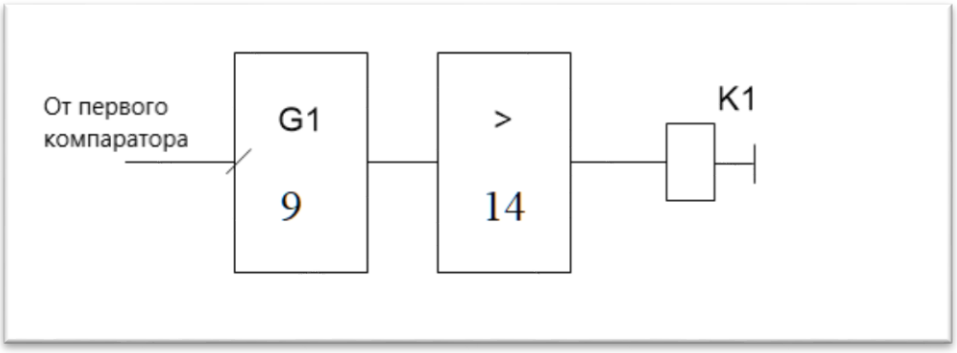


Рисунок 4 – схема управления первым реле.

Согласно заданию, второе реле включается спустя 4 секунды с момента преодоления порога до его исчезновения. С выхода первого компаратора на одновибратор на конъюнктуры подаётся 1, одновременно по нарастающему фронту с выхода компаратора срабатывает одновибратор, который на инверсном выходе формирует уровень логического нуля. В результате на выходе конъюнктура формируется кратковременная единица, поскольку на его входах одновременно наблюдается совпадение единиц. Далее операционный усилитель усиливает сигнал одновибратора и управляет вторым реле K2. Схемное решение представлено на рисунке 5.

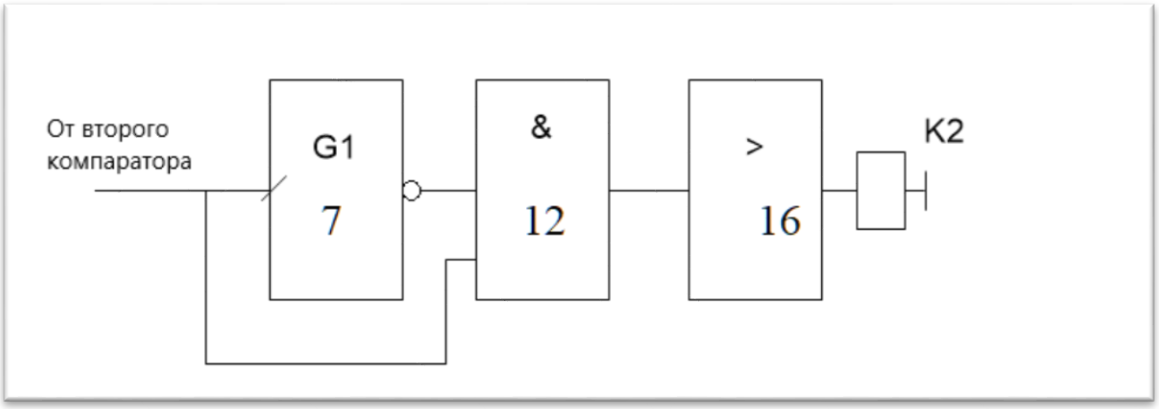


Рисунок 5 - схема управления вторым реле.

2.2.3 блоки управления динамиком

При преодолении нижнего порога, динамик должен гудеть с частотой - 512Гц периодически с периодом 2 секунды 5 раза. При превышении порога происходит занесение в триггер единицы. Это приводит к началу работы генератора импульсов. Генератор импульсов начинает вырабатывать импульсы с заданным периодом 2 секунды, а счётчик осуществляет подсчёт количества сформированных генератором 5 импульсов. Как только закончится действие пятого импульса, на выходе конъюнктура появится единица, которая будет действовать на вход сброса триггера. Триггер сбросится в ноль и запретит генератору формирование следующего импульса. Одновременно с инверсного выхода триггер сбросит счётчик в нулевое состояние, что приведёт к формированию нуля на выходах счётчика. Далее сигнал подаётся на генератор импульсов для задания частоты, равной 512Гц.

При преодолении верхнего порога динамик гудит с частотой 256Гц. Сигнал подается на генератор импульсов для задания необходимой частоты. Сигнал обеих частей схемы подается на дизъюнктур, и с нее на усилитель динамика.

Схема представлена ниже, на рисунке 6.

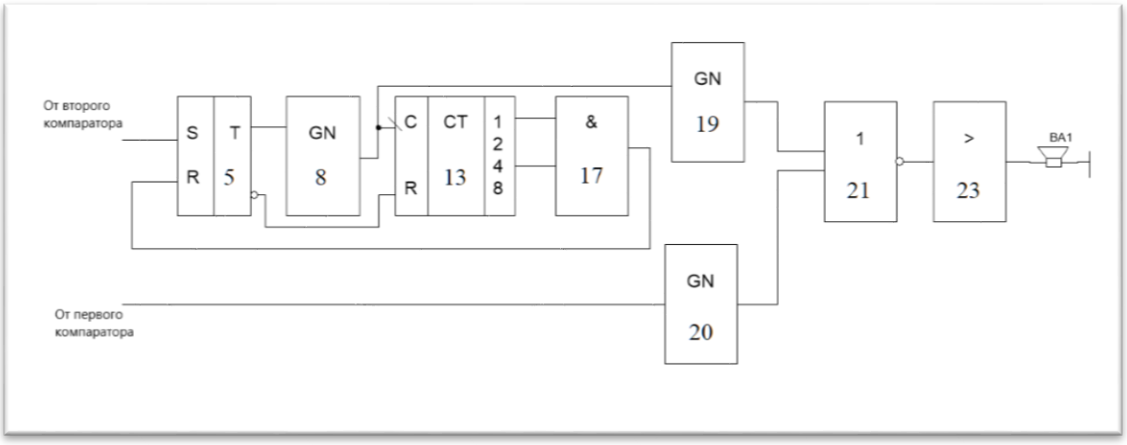


Рисунок 6 - схема управления динамиком.

2.3 Описание работы устройства по функциональной схеме

Была разработана функциональная схема, представленная в приложении Б. Условные обозначение приведены в таблице 1.

Таблица 1 – элементы функциональной схемы.

Элемент	Номер
Датчик HEL-700	1
Операционные усилители	2,11,14,16,22,23
Компараторы	3,4
Одновибраторы	6,7,9
Конъюнктур	12,17
Дизъюнктур	21
Генераторы импульсов	8,15,19,20
RS-Триггеры	5,10
Двоичный счётчик	13,18

Если компаратор 4 формирует уровень логической единицы при превышении верхнего порога, то светодиод VD1 начинает мигать с периодом 4с, полученным с генератора импульсов 15, диод мигает 4 раза с помощью триггера и счетчика 10, 18; реле K1 включается на 10с с момента превышения порога, получив на вход импульс с одновибратора 9. Генератор 20 разрешает работу динамика BA1 - подаёт на вход дизъюнктура 21 импульсы частотой 256Гц.

Если компаратор 3 формирует уровень логической единицы при превышении нижнего порога, то светодиод VD2 включается на 6с с помощью одновибратора 6. Включается реле K2 спустя 4 секунды, на которое приходит импульс с одновибратора 7. Генераторы 8 и разрешают работу динамика BA1, подают на вход дизъюнктура 17 импульсы частотой 512Гц и периодом 2 с 5 раз с помощью счетчика 13.

3 Разработка принципиальной схемы устройства

3.1 Расчёт усилителя

Согласно заданию, проектируемое устройство использует датчик - HEL-700 с чувствительность 3,7 Ом/ºС. Которое имеет начальное сопротивление $R_{нач}$ = 1000 Ом при температуре t^o = 0, напряжение питания $U_{пит}$ = 5В; Диапазон температур: -30ºС … +150ºС.

Рассчитываем значение сопротивления датчика при максимальной и минимальной температуре

Диапазон R:

$R = R_{min}^o = 1000 + (-30*3,7) = 1000 – 111 = 889$ Ом (Сопр. Д при нижней гр.);

$R_{max}^o = 1000+(150*3,7) = 1000 + 555 = 1555$ Ом (Сопр. Д при верхней гр.).

Ближайший стандартный номинал резистора – 900 Ом±5%.

Ближайший стандартный номинал резистора – 1600 Ом±5%.

E_1=5В, E_2=-5В.

Ток через R_1 при верхней границе: $I_в= E/R_{max}=5/1600 =0,003125$А.

Ток через R_1 при нижней границе: $I_н= E/R_{min}=5/900 =0,005555$А.

Подставим полученные значения в формулу: $E_1/R_1+E_2/R_2=-U_{вых}/R_3$.

Нижний предел R_1: -5/R2 + 5/900 = 0/R3 => R_2 = 900.

Верхний предел R_1: -5/R2 + 5/1600 = -3/R3.

R_3 = 1235 Ом Ближайший стандартный номинал резистора - 1200Ом±5%.

Динамика

$\Delta I = I_{н} - I_{в} = 0{,}005555 - 0{,}003125 = 0{,}00243$ А.

$A_{sin} = \Delta I/2 = 0{,}00243 / 2 = 0{,}001215$ А.

A_{sin} действ. = 0,001215*0,707 = 0,000859 А.

Этот sin ток подается на фоне смещения, задаваемого с помощью источника постоянного тока, величиной $I = I_{max}(I_{н}) - A_{sin} = 0{,}005555 - 0{,}001215 = 0{,}00434$А.

0,005555 А -> 0 В.

0,003125 А -> 3 В.

3.2 Расчёт схем формирования порогов

Согласно заданию, при преодолении верхнего и нижнего порогов, устройство должно выполнять определённые функции, поэтому целесообразно использование компараторов на выходе усилителя.

Пороговые уровни высчитываются по формуле:

E2/R2+E1/R1= -Uвых/R3;

Верхний порог +130ºС;

Нижний порог 0ºС;

Напряжение, питающее усилитель - 5В;

Зададим ток через делитель, равный I=0,002А;

$R_0 = R_{нач} + (t_{н} * S) = 1000 + (0*3{,}7) = 1000$ Ом (Нижний предел);

$I_{в} = 5/1000 = 0{,}005$А.

Напряжение, которое будет формироваться на выходе усилителя:

$$-U_{вых} = R_3 * \left(\frac{E_2}{R_2} + \frac{E_1}{R_1}\right);$$

-Uвых н = 1235*(-5/889 + 5/945) => Uвых н = 0,4 В;

-Uвых в = 1235*(-5/889 + 5/1520) => Uвых н = 2,88 В.

3.3 Расчёт генераторов импульсов

Согласно заданию, при преодолении верхнего порога, первый светодиод должен мигать с периодом T=4с 4 раза, а динамик гудеть на протяжении всего времени преодоления порога с частотой f=256Гц.

При преодолении нижнего порога, динамик должен гудеть с частотой 512Гц 5 раз с T=2с.

Период и частота задаются с генераторов сигналов. Генераторы управляются дифференцируемой RC - цепью.

Для T=4с:

C = $1*10^{-6}$ мкФ±1%;

T = 1,4RC => R = T/1,4C = $4/1,4*1*10^{-6}$= $2,857142*10^{6}$Ом;

Ближайший стандартный номинал резистора - 3МОм±1%.

Для T=2с:

C = $1*10^{-6}$ мкФ±1%;

T = 1,4RC => R = T/1,4C = $2/1,4*1*10^{-6}$= $1,428571*10^{6}$Ом;

Ближайший стандартный номинал резистора - 1,5МОм±1%.

Для f=256Гц:

C = $1*10^{-6}$ мкФ±1%;

f = 0,7/RC => R = 0,7/Cf = $0,7/256*1*10^{-6}$ = $0,002734*10^{6}$Ом;

Ближайший стандартный номинал резистора - 2,7КОм±5%.

Для f=512Гц:

C = $1*10^{-6}$ мкФ±1%;

f = 0,7/RC => R = 0,7/Cf = $0,7/512*1*10^{-6}$ = $0,00136710^{6}$Ом;

Ближайший стандартный номинал резистора - 1,5КОм±1%.

3.4 Расчёт одновибраторов

Согласно заданию, при преодолении верхнего порога, первое реле должно включиться на 10 секунд.

При преодолении нижнего порога, второе реле должно включиться спустя 4 секунды.

Уровень импульса задаётся с одновибратора. Одновибратор управляется дифференцирующей RC - цепью.

Для реле, включающегося на 10с:

$C = 1*10^{-6}$ мкФ±1%;

$T = 1,1RC \Rightarrow R = T/1,1C = 10/1,1*1*10^{-6} = 9,090909*10^{-6}$Ом;

Ближайший стандартный номинал резистора – 9 МОм±1%.

Для реле, включающегося спустя 4с:

$C = 1*10^{-6}$ мкФ±1%;

$T = 1,1RC \Rightarrow R = T/1,1C = 4/1,1*1*10^{-6} = 3,636363*10^{-6}$Ом;

Ближайший стандартный номинал резистора - 3,9МОм±1%.

3.5 Расчёт схем управления светодиодами

Уровень логической единицы на выходе микросхем серии 555 ф-3,675В, падение напряжения на светодиоде 2В, значит на резисторе будет падать 1,675В.

Падение на переходе коллектор - эмиттер на биполярном транзисторе - до 0,1В, база - эмиттер - 0,6В.

В схеме был использован биполярный транзистор с коэффициентом усиления по току b=231 и током коллектора I_{DV}=0,01А.

3.5.1 Расчёт схемы управления первым светодиодом

Светодиод управляется ключом на биполярном транзисторе.

Падение напряжения на резисторе: $\Delta U_{Rк} = 1,675В$.

Сопротивление резистора, ограничивающего $I_к$: $R_к=\Delta U_{Rк} /I_д = 1,675/0,001 = 1675Ом$.

Ближайший стандартный номинал резистора - 1800Ом±5%.

Ток, протекающий через светодиод: $I_к=\Delta U_{Rк}/R_к=1,675/1800=0,0009306А$.

Напряжение на резисторе: $\Delta U_{Rб} = U_{комп}-0,6 = 5-0,6В= 4,4В$.

Ток базы: $I_б=I_к/b=0,0009306/231=0,000004028А$.

Сопротивление резистора цепи базы: $R_б=\Delta U_{Rб}/I_б = 4,4/0,000004028 = 1Мом$.

Ближайший стандартный номинал резистора - 1МОм±5%.

3.5.2 Расчёт схемы управления вторым светодиодом

Падение напряжения на резисторе: $\Delta U_{Rк} = 1,675В$.

Сопротивление резистора, ограничивающего $I_к$: $R_к=\Delta U_{Rк} /I_д = 1,675/0,001 = 1675Ом$.

Ближайший стандартный номинал резистора - 1800Ом±5%.

$I_к=\Delta U_{Rк}/R_к=1,675/1800=0,0009306А$.

Напряжение на резисторе: $\Delta U_{Rб} = U_{комп}-0,6 = 5-0,6В= 4,4В$.

$I_б=I_к/b=0,0009306/231=0,000004028А$.

Сопротивление резистора цепи базы: $R_б=\Delta U_{Rб}/I_б = 4,4/0,000004028 = 1Мом$.

Ближайший стандартный номинал резистора - 1МОм±5%.

3.6 Расчёт схем управления реле

В устройстве должны использоваться реле типа TRC-L3 с сопротивлением обмотки R_p =400Ом и током срабатывания $I_{ср}$ = 22,5мА.

$U_{ср}=R*I_{ср}$ = 400Ом* 22,5мА = 9 В.

Таким образом рассчитано первое реле. Оно будет работать при поступлении на него единичного уровня с компаратора. Второе реле согласуем с помощью добавления инвертора для включения во время преодоления нижнего порога.

Реле управляется транзисторным ключом на биполярных транзисторах.

Уровень логической единицы на выходе микросхем серии 555 - 3,675В, падение напряжения на светодиоде 2В, значит на резисторе будет падать 1,675В.

Падение на переходе коллектор - эмиттер на биполярном транзисторе - до 0,1В, база - эмиттер - 0,6В.

В схеме был использован биполярный транзистор с коэффициентом усиления по току b=231 и током коллектора I_{DV}=0,01А.

3.7 Расчет блок управления динамиком

Для управления динамиком потребуются управляемые генераторы импульсов.

Согласно заданию, при превышении верхнего порога динамик должен гудеть с частотой 256Гц, а при превышении нижнего порога – гудеть с частотой 512Гц с периодом 2 секунды 5 раз.

При преодолении нижнего порога потребуется применение двух генераторов. Низкочастотный генератор с частотой $1/T_2$ должен управлять высокочастотным генератором с частотой F_2, на выходе которого имеется усилитель, заставляющий динамик гудеть. Усилитель для управления динамиком рассчитывается так же, как усилитель для управления реле. Формально динамик, используемый в проекте, обладает некоторым

индуктивным сопротивлением и при коммутации на его обмотке может наводиться электродвижущая сила, которая может повредить коммутирующий транзистор. Поэтому целесообразно параллельно динамику поставить защитный диод, предусмотренный в схеме коммутации реле.

При преодолении верхнего порога динамик должен гудеть с частотой - F_2 периодически с периодом T_2 в течении всего времени преодоления порога. В этом случае, независимо от поведения сигнала со второго компаратора после преодоления верхнего порога динамик должен гудеть. То есть в этом случае надо считать импульсы частотой $1/T_2$ и вовремя прекратить работу первого генератора. В качестве триггера можно использовать D-триггер, срабатывающий по фронту К555ТМ2. Постоянно подавая на вход D уровень логической единицы, можно по фронту записывать в триггер единицу, что и требуется в упомянутой схеме. среди ТТЛ элементов можно использовать К555ИЕ19.

В устройстве используется динамик с активным сопротивлением 1600 Ом. Подключим его к цепи питания +15В. Ток через динамик.

$$I = \frac{15\ \text{В}}{1200\ \text{Ом}} = 11{,}5\text{мА}$$

Частота определяется по формуле: $f = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{C}$, где ёмкость задаётся в Фарадах. Для генератора DD4.1 f = 256 Гц , $C20 = 1{,}95\text{мкФ}$.

Для генератора DD3.1 f = 512 Гц, $C18 = 0{,}98\text{мкФ}$.

Для генератора DD4.2 f = $\frac{1}{2}$, $C22 = 1000$ мкФ.

Логическая единица, сформировавшаяся в дизъюнктуре, через транзисторный ключ заставляет динамик гудеть.

3.8 Описание работы устройства по принципиальной схеме

Принципиальная схема устройства предложена в Приложение В.

4 Результаты электронного моделирования устройства

На ЭВМ при помощи программы Electronic Workbench версии 5.12 была смоделирована аналоговая часть устройства (рисунок 7, рисунок 8, рисунок 9).

Компараторы с открытым коллектором в схеме заменены операционными усилителями.

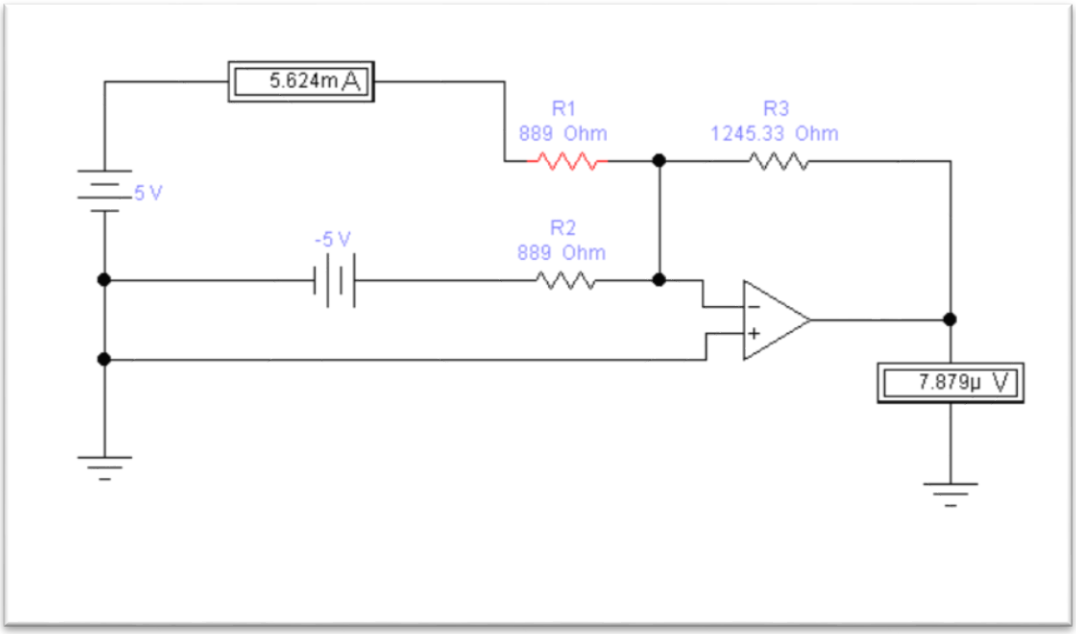


Рисунок 7 - Моделирование усилителя датчика при нижнем пределе измеряемого диапазона.

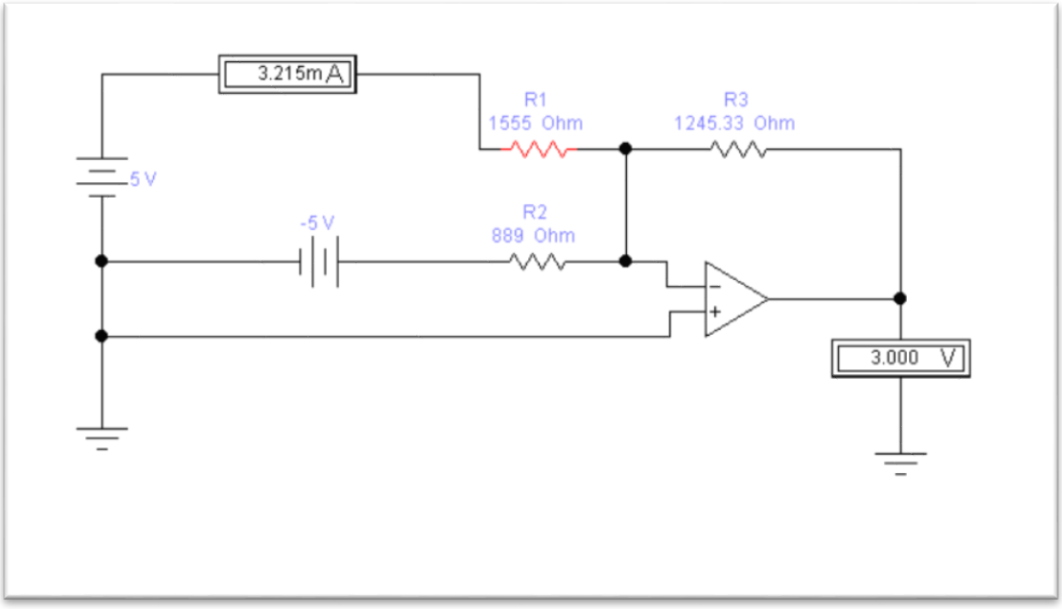
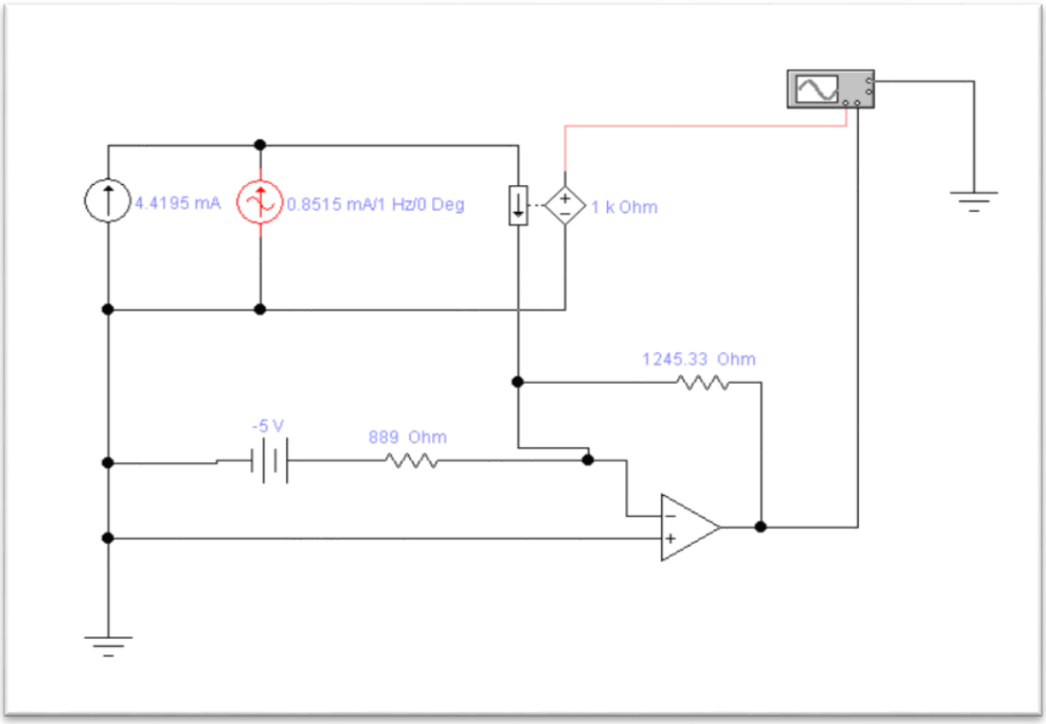


Рисунок 8 - Моделирование усилителя датчика при верхнем пределе измеряемого диапазона.



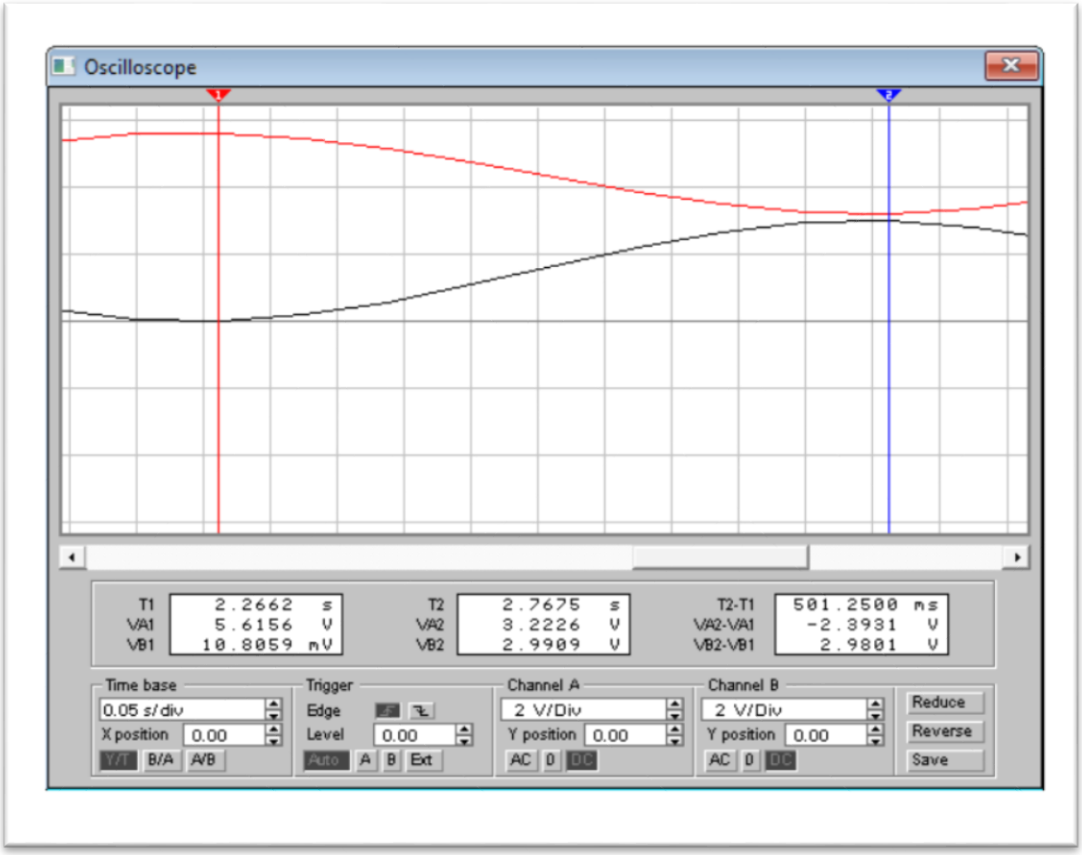
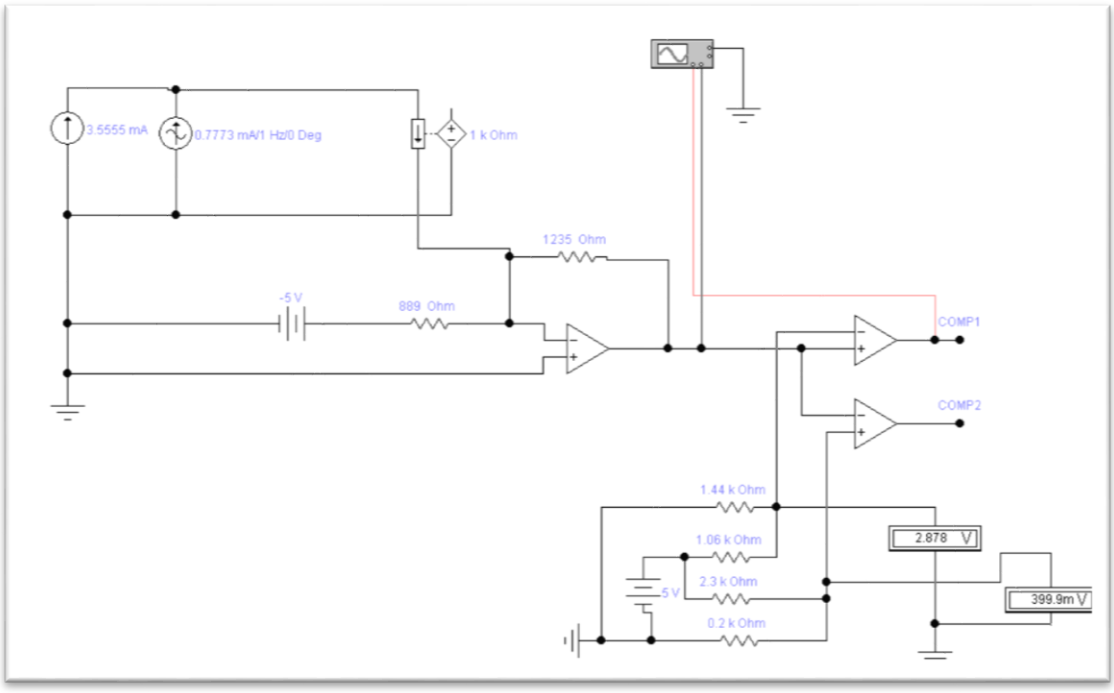


Рисунок 9 - Моделирование усилителя датчика в динамике.

Далее к рассмотренной модели добавляются компараторы. На рисунке 10 приведена итоговая модель и результаты моделирования входного и выходного сигналов усилителя.



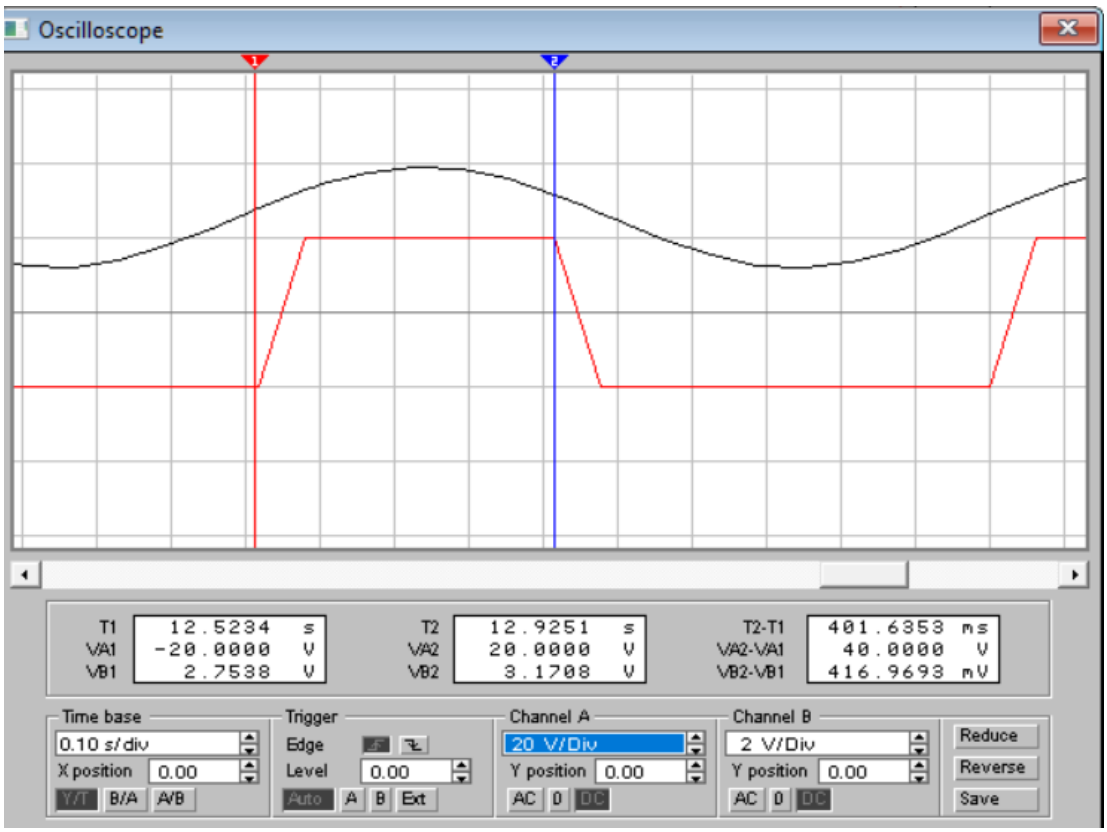


Рисунок 10 – схема модели измерительной части устройства.

Заключение

В выполненной мной курсовой работе была разработано, спроектировано и смоделировано устройство измерения и управления на основе датчика HEL-700. Оно является работоспособным и может быть использовано для контроля температуры и выполнения каких-либо действий, зависящих от ее значения. Схема была смоделирована на ЭВМ. Полученные результаты моделирования показали правильность расчетов.

К пояснительной записке прилагаются структурная (Приложение А), функциональная (Приложение Б) и принципиальная (Приложение В) схема устройства, перечень использованных элементов (Приложение Г).

Список используемой литературы

1 Л.А. Брякин. Электротехника и электроника. Конспект лекций. Пенза, ПГУ, 2004.

2 В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. Электроника: Учеб. Пособие для приборостроит. спец. Вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк. 1991

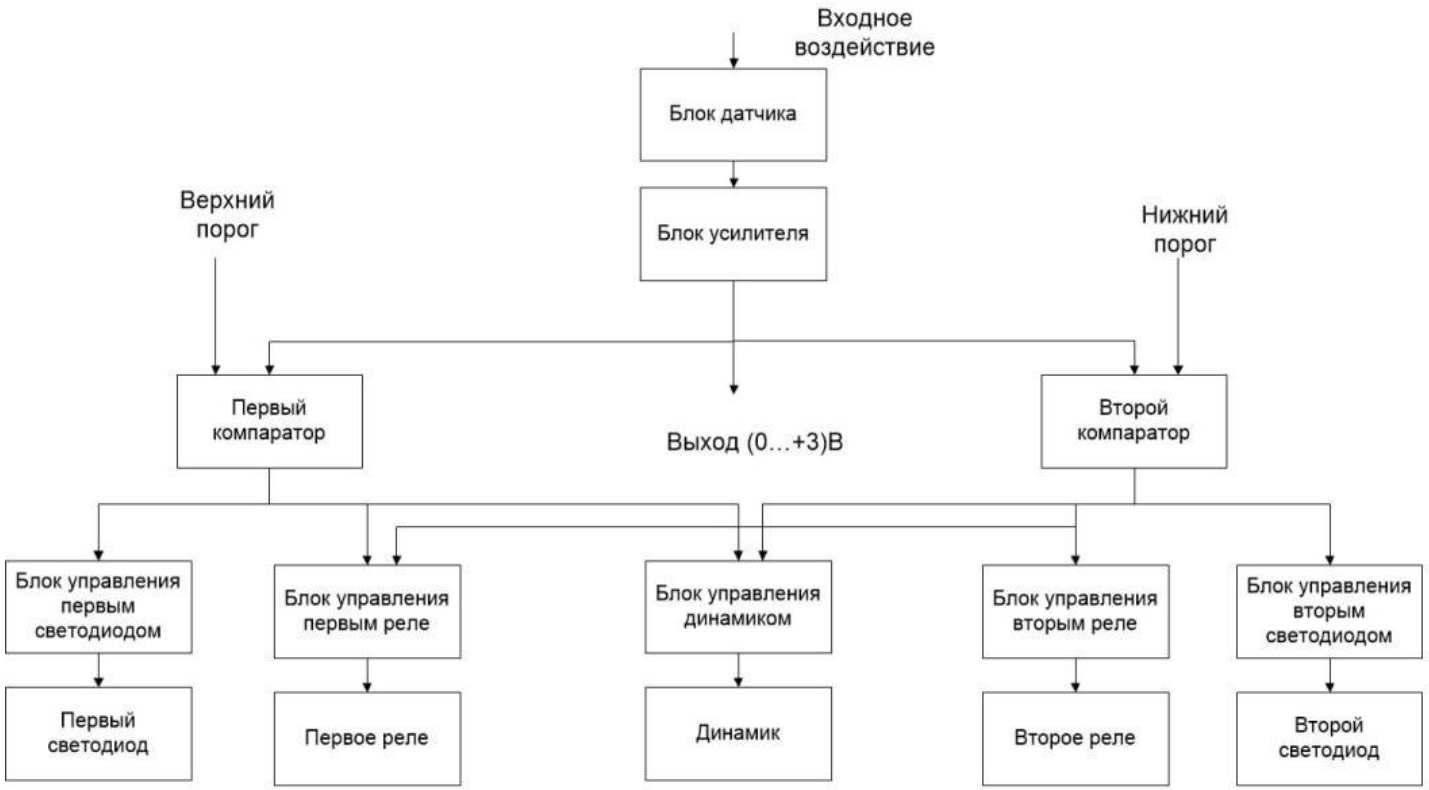
3 Справочник по микросхемам серии 555 https://okbexiton.ru/doc555.php

4 Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника : учебник / Ю.А. Комиссаров, Г.И. Бабокин ; под ред. П.Д. Саркисова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 479 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/13474. - ISBN 978-5-16-102391-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1093351

5 Резисторы: Справочник. В.В.Дубровский и др.. Под общей редакцией И.И.Четверткова и В.М.Терехова. – М.: Радио и связь, 1987.

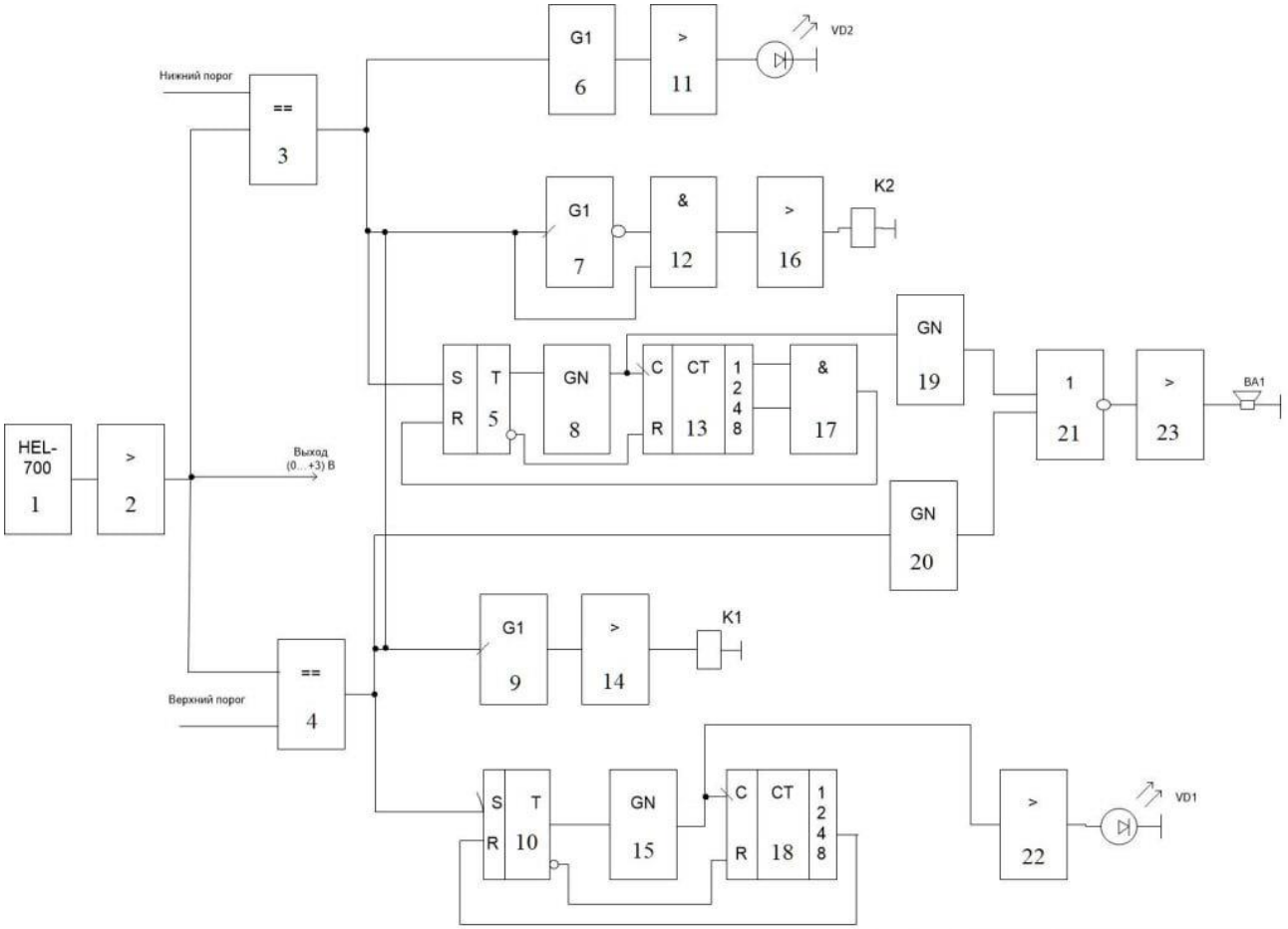
6 А.В. Нефёдов. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Справочник. – М.: РадиоСофт,2001.

Приложение А. Схема электрическая структурная



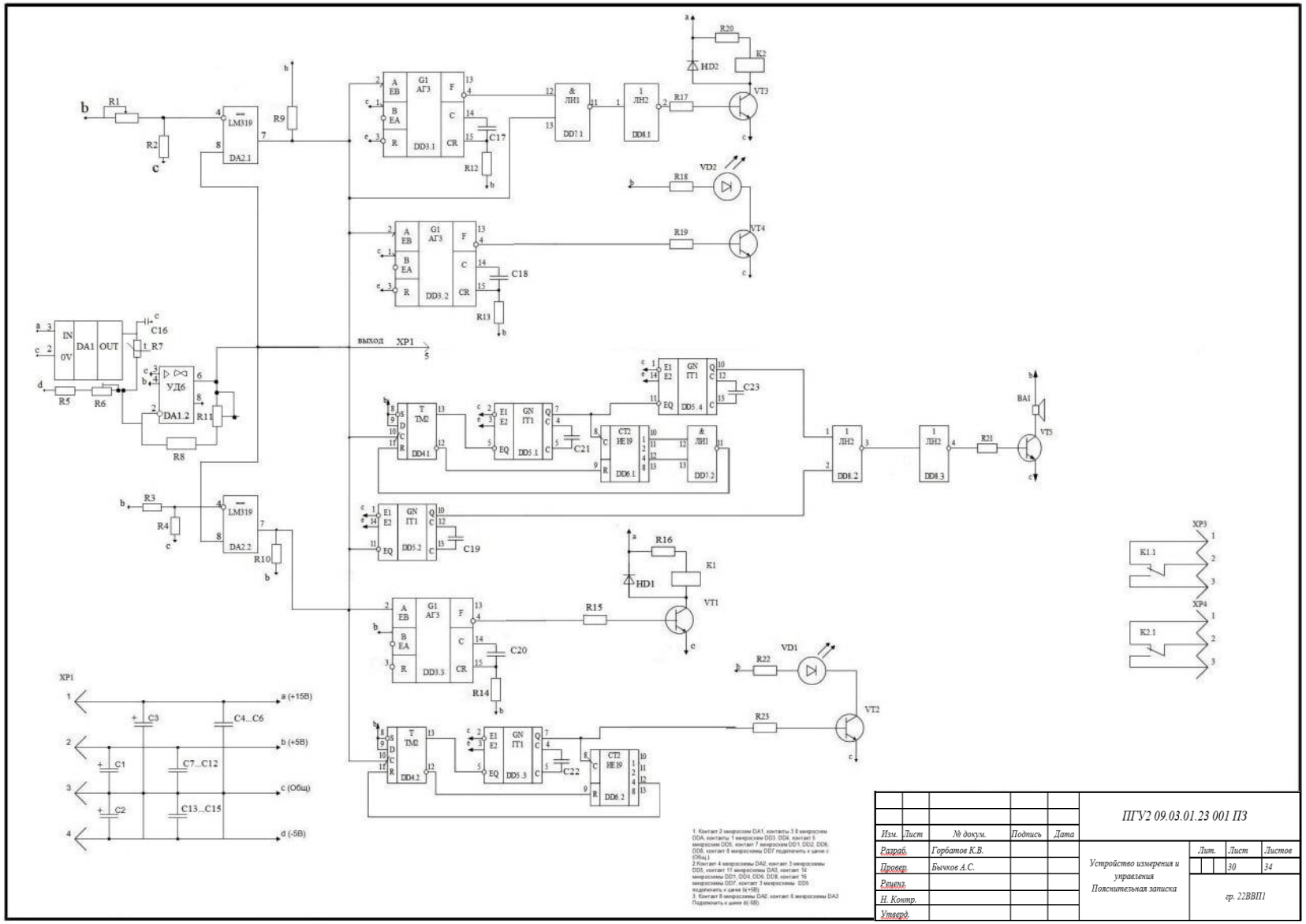
					ПГУ2 09.03.01.23 001 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Горбатов К.В.			Устройство измерения и управления Пояснительная записка	Лит.	Лист 26 / Листов 34
Провер.		Бычков А.С.					
Реценз.						гр. 22ВВП1	
Н. Контр.							
Утверд.							

Приложение Б. Схема электрическая функциональная



					ПГУ2 09.03.01.23 001 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Горбатов К.В.			Устройство измерения и управления Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Бычков А.С.					28	34
Реценз.						гр. 22ВВП1		
Н. Контр.								
Утверд.								

Приложение В. Схема электрическая принципиальная.


ПГУ2 09.03.01.23 001 ПЗ
Устройство измерения и управления
Пояснительная записка
Горбатов К.В.
Бычков А.С.
гр. 22ВВП1
Лит.
Лист
Листов
30
34
выход XP1
XP1
XP3
XP4
a (+15В)
b (+5В)
c (Общ)
d (-5В)
C3
C4...C6
C1
C7...C12
C2
C13...C15
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
R19
R20
R21
R22
R23
C16
C17
C18
C19
C20
C21
C22
C23
K1
K2
K1.1
K2.1
HD1
HD2
VD1
VD2
VT1
VT2
VT3
VT4
VT5
BA1
DA2.1
DA2.2
DA1.2
DD3.1
DD3.2
DD3.3
DD4.2
DD5.1
DD5.2
DD5.3
DD5.4
DD6.1
DD6.2
DD7.1
DD7.2
DD8.1
DD8.2
DD8.3
DD1.1
LM319
IN
0V
DA1
OUT
УД6
A
B
R
C
F
G1
AГ3
E1
E2
EQ
GN
IT1
Q
T
TM2
D
CT2
HE19
&
ЛИ1
1
ЛН2

Приложение Г. Перечень элементов

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Динамик		
BA1	R = 1600 Ом	1	
	Конденсаторы		
C1…C3	К50-16-16В-20мкФ	3	
C4…C15	К10-17б-Н90-0,15мкФ	12	
C16	К10-17б-Н90-0,1 мкФ	1	
C17..C18	К50-16-16В-500мкФ	2	
C20	К50-16-16В-500мкФ	1	
C19	К50-16-16В-1500мкФ	1	
C21..C23	К50-16-16В-1000мкФ	3	
	Микросхемы		
DA1.1	78L10	1	Импорт
DA1.2	К140УД6	1	Импорт
DA2	LM319	2	
DD3	555АГ3	3	
DD4	555ТМ2	2	
DD5	555ГГ1	4	
DD6	СТ2ИЕ19	2	
DD7	1555ЛИ1	2	
DD8	555ЛН2	3	
	Транзисторы		
VT1..VT3	2N6901	3	Импорт
VT4, VT5	КТ315Е	2	Импорт

					ПГУ2 09.03.01.23 001 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Горбатов К.В.			Устройство измерения и управления Пояснительная записка	Лит.	Лист 32 / Листов 34
Провер.		Бычков А.С.					
Реценз.						гр. 22ВВП1	
Н. Контр.							
Утверд.							

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Резисторы		
R1	С2-29в-0,5- 900 Ом ± 5 %	1	
R2	С2-29в-0,5-1,6 кОм ± 1 %	1	
R3	С2-29в-0,5-165 Ом ± 1 %	1	
R4	С2-29в-0,5-2,3 кОм ± 5 %	1	
R5	С2-29в-0,5-1кОм ±1%	1	
R6	СП5-2ВА-0,5-300 Ом ± 5 %	1	
R7	С2-29в-0,5-1,2 К ± 1 %	1	
R8	С2-29в-0,5-1,5кОм ± 1 %	1	
R9	С2-29в-0,5-510 Ом ± 1 %	1	
R10	С2-29в-0,5-510 Ом ± 1 %	1	
R11	СП5-2ВА-0,5-300 Ом ± 5	1	
R12		1	
R13	С2-29в-0,5-510 Ом ± 1 %	1	
R14	С2-29в-0,5-10,7 кОм ± 1 %	1	
R15	С2-29в-0,5-510 Ом ± 1 %	1	
R16	С2-29в-0,5-510 Ом ± 1 %	1	
R17	С2-29в-0,5-200 Ом ± 1 %	1	
R18	С2-29в-0,5-135 Ом ± 1 %	1	
R19	С2-29в-0,5-10,7 кОм ± 1 %	1	
R20	С2-29в-0,5-16 кОм ± 1 %	1	
R21	С2-29в-0,5-200 Ом ± 1 %	1	
R22	С2-29в-0,5-135 Ом ± 1 %	1	
R23		1	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Реле		
K1,K2	TRC-L-3	2	Импорт
	Диод		
VD1,VD2	AL310 red	2	
HD1,HD2	1N4007	2	Импорт
	Разъем		
XP1	WF-R-8	1	Импорт
XP2,XP3	WF-R-3	2	Импорт