

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Югорский государственный университет»**  
**НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)**  
**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего профессионального образования**  
**«Югорский государственный университет»**



## **ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА**

**Методические указания**  
**к выполнению лабораторных работ и практических занятий**  
**для студентов всех форм обучения образовательных учреждений**  
**среднего профессионального образования**  
**специальности 220703.51**  
**Автоматизация технологических процессов**  
**и производств (по отраслям)**

**Нижневартовск 2014**

## ББК 31.2

Э-45

### РАССМОТРЕНО

На заседании кафедры АЭ и ТО

Протокол № 1 от 20.01.2014г.

Зав. кафедрой

 М.Б.Тен

### УТВЕРЖДАЮ

Председатель методического совета  
ННТ (филиал) ФГБОУ ВПО «ЮГУ»

 Т. А. Дмитриева

« 27 » февраля 2014г.

Соответствует:

1. Федеральному государственному образовательному стандарту по специальности 220703.51 Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазодобывающей отрасли, утв. 18.11.2009г.

2. Рабочей программе учебной дисциплины «Электронная техника», утв. 12.09.2013г.

Разработчик:

Мельников Юрий Фёдорович, преподаватель высшей квалификационной категории Нижневартковского нефтяного техникума (филиал) ФГБОУ ВПО «ЮГУ».

Рецензенты:

1. Тен М.Б., преподаватель высшей квалификационной категории Нижневартковского нефтяного техникума (филиала) ФГБОУ ВПО «ЮГУ».

2. Мальгин Г.В., заведующий кафедрой энергетики, кандидат технических наук, Нижневартковский государственный университет.

Замечания, предложения и пожелания направлять в Нижневартковский нефтяной техникум (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Югорский государственный университет» по адресу: 628615, Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ, г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.

## ВВЕДЕНИЕ

Комплекс лабораторных работ и практических занятий по дисциплине «Электронная техника» разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) среднего (полного) общего образования (профильное обучение) в пределах основных профессиональных образовательных программ среднего профессионального образования (п.2 ст. 2 Закона «Об образовании» в ред. от 01.12.2007 № 309-ФЗ), в соответствии с федеральными базисными учебными планами для образовательных учреждений Российской Федерации реализующих программы общего образования (приказ Минобрнауки России от 09.03.2004 г № 1312 в редакции приказов Минобрнауки России от 20.08.2008 г. № 241 и от 30.08.2010 № 889) для специальности «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазодобывающей отрасли» 220703.51.

Цель методической разработки: закрепление теоретических знаний по дисциплине; развитие умения использовать приобретенные знания в профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно – коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения задания.

ОК8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ОК 10. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний

Профессиональными компетенциями:

ПК 2.1 Выполнять работы по монтажу систем автоматического управления с учётом технологического процесса.

ПК 2.2 Проводить ремонт технических средств и систем автоматического управления.

ПК 2.3 Выполнять работы по наладке систем автоматического управления.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся **должен уметь:**

- У1. Определять и анализировать основные параметры электронных схем и устанавливать по ним работоспособность устройств электронной техники.

- У2. Производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам.

**знать:**

- З 1. Сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах.

- З 2. Принципы включения электронных приборов и построения электронных схем.

- З 3. Типовые узлы и устройства электронной техники.

## **ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Подготовку к каждому лабораторному и практическому занятию студенты проводят по учебнику, записям в рабочих тетрадях и комплексу лабораторных работ и практических занятий.

При выполнении лабораторной работы они должны вести записи в специальной тетради для лабораторных работ. В ней отмечается дата, номер и название лабораторной работы, ее цель, изложение хода работы, результаты измерений и необходимые расчеты. Правильно сделанные выводы говорят об усвоении теоретического материала по данной теме. После выполнения лабораторной работы студенты отвечают на контрольные вопросы.

Все лабораторные и практические работы должны быть выполнены всеми студентами.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Номер и наименование работы	Количество аудиторных часов
1. Исследование полупроводникового диода и стабилитрона	2
2. Исследование биполярных транзисторов	4
3. Исследование полевого транзистора	2
4. Каскад усиления на транзисторе с общим эмиттером	2
5. Дифференциальный усилитель постоянного тока	2
6. Операционный усилитель	2
7. Избирательный усилитель	2
8. Устройства отображения цифровой информации	2
9. L-С генератор	2
10. R-С генератор	2
11. Исследование выпрямителей и сглаживающих фильтров	2
12. Компенсационный стабилизатор	2
13. Мультивибраторы	2
14. Генератор линейно-изменяющегося напряжения	2

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА И СТАБИЛИТРОНА

**Цель работы:** Снятие прямых и обратных ветвей вольтамперной характеристики полупроводникового германиевого диода Д9 и кремниевого стабилитрона КС168А.

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, установив пределы измерения и полярности включения приборов, указанные на чертеже лабораторного стенда.

2. Снять прямые ветви вольтамперной характеристики диода и стабилитрона. Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 1.1 – Прямая ветвь диода и стабилитрона

	Ипр,мА	0	0,5	1	2	4	6	8	10	12
Д9	Uпр,В									
КС168А	Uпр,В									

3. Снять обратную ветвь диода, переключив измерительные приборы на вторую схему, и установив пределы измерения и полярности включения

приборов, указанные на чертеже лабораторного стенда. Данные занести в таблицу:

Таблица 1.2 – Обратная ветвь диода

Uобр,В	0	5	10	15	20	25	30	35
Iобр,мкА								

4. Переключить измерительные приборы на третью схему, и установить пределы измерения и полярности включения приборов, указанные на чертеже лабораторного стенда

5. Снять обратную ветвь вольтамперной характеристики стабилитрона, данные занести в таблицу:

Таблица 1.3 – Обратная ветвь стабилитрона

Iобр,мА	0	1	2	4	8	12	16	20
Uобр,В								

6. Построить совмещённые (прямую и обратную ветви характеристики на одном графике) вольтамперные характеристики диода на одной странице и стабилитрона на другой странице.

7. Рассчитать динамическое сопротивление стабилитрона по формуле

$$R_{дин} = (U_{макс} - U_{мин}) / (I_{макс} - I_{мин})$$

Принять  $I_{макс} = 20 \text{ мА}$ ,  $I_{мин} = 0,5 \text{ мА}$ , а  $U_{макс}$  и  $U_{мин}$  напряжения, соответствующие этим токам, определяются по характеристике.

### Содержание отчёта:

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Построенные графики и расчёты
- Схема лабораторного стенда.

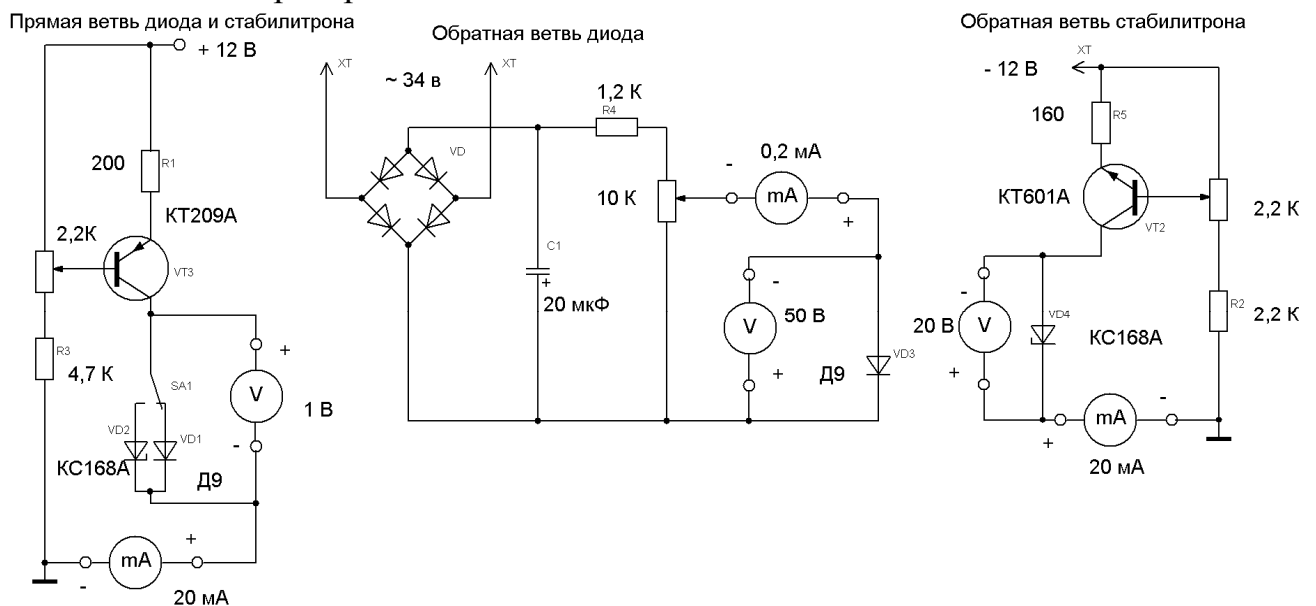


Рисунок 1 - Схема лабораторного стенда

### Контрольные вопросы:

1. Что такое полупроводниковый диод?
2. Какие типы диодов известны?
3. Чем отличается стабилитрон от стабистора?
4. В чём отличие вольтамперной характеристики германиевого и кремниевого диодов?
5. Почему стабилитрон включается в цепь обратно?
6. Каковы свойства фотодиода.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА

**Цель работы:** Снятие входных и выходных характеристик биполярного транзистора КТ815В, включённого по схеме с общим эмиттером, расчёт его  $h$ - параметров.

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

#### Порядок выполнения:

1. Собрать схему лабораторной установки, установив следующие пределы измерения приборов:

- Миллиамперметр измерения базового тока  $I_b$  – 1 – 2 мА
- Вольтметр измерения базового напряжения  $U_b$  1 – 2 В
- Миллиамперметр измерения коллекторного тока  $I_k$  100 – 200 мА
- Вольтметр измерения коллекторного напряжения  $U_k$  10 – 20 В

2. Снять семейство статических входных характеристик  $I_b = f(U_b)$  при фиксированных напряжениях на коллекторе  $U_k$ . Сначала устанавливают значение коллекторного напряжения  $U_k$ , а затем, изменяя напряжение переменным резистором на базе  $U_b$  снимают показания тока базы  $I_b$ . Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 2.1 – Входная характеристика транзистора

Напряжение базы, $U_b$ , В	Значения $U_k$ , В		
	0	5	10
Ток базы $I_b$ , мА			
0,4			
0,5			
0,55			
0,6			
0,65			
0,7			

3. Снять семейство статических выходных характеристик  $I_k = f(U_k)$  при фиксированном токе базы  $I_b$ . Сначала устанавливают значение тока

базы  $I_b$ , а затем, изменяя напряжение переменным резистором на коллекторе  $U_k$  снимают показания тока коллектора  $I_k$  и заносят в таблицу:

Таблица 2.2 – Выходная характеристика транзистора

Напряжение на коллект. $U_k$ , В	Значения тока базы $I_b$ , мА			
	0,4	0,5	0,6	0,7
2,5				
5				
7,5				
10				

4. Построить семейства входных и выходных характеристик транзистора, приняв такие масштабы, чтобы каждая характеристика поместилась на отдельной странице.

5. Рассчитать  $h$  – параметры транзистора в окрестностях рабочей точки А, которая определяется  $I_b = 0,5$  мА,  $U_k = 5$  В.

### Содержание отчёта:

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Построенные графики и расчёты  $h$  – параметров.
- Схема лабораторного стенда.

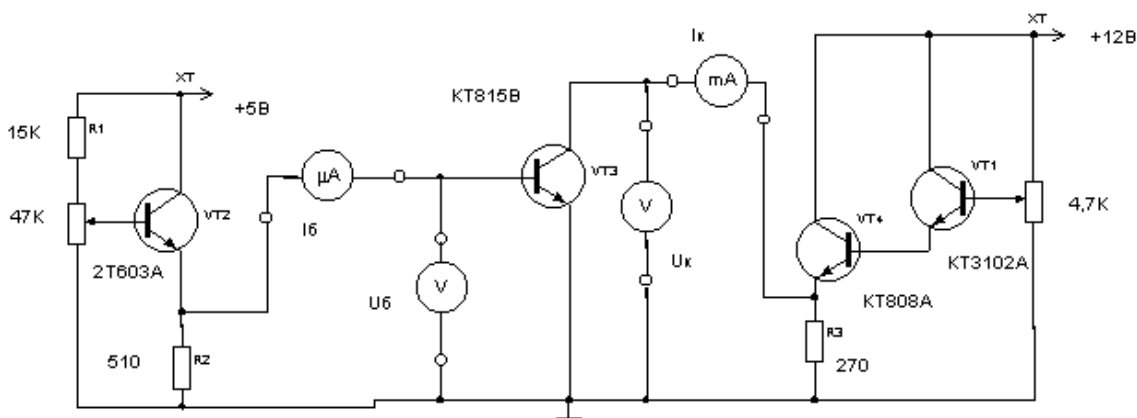


Рисунок 2 - Схема лабораторного стенда

### Контрольные вопросы:

1. Что такое биполярный транзистор?
2. Почему биполярный транзистор называется биполярным?
3. Каково соотношение токов в транзисторе?
4. Какой физический смысл имеют четыре  $h$  – параметра транзистора
5. Какие схемы включения допускает биполярный транзистор
6. Каковы свойства схем включения транзистора



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА

**Цель работы:** Снятие характеристик полевого транзистора КП303И, включённого по схеме с общим стоком.

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, установив следующие пределы измерения приборов:

- Вольтметр измерения напряжения на затворе  $U_z$  1 – 2 В
- Миллиамперметр измерения коллекторного тока  $I_c$  2 мА
- Вольтметр измерения коллекторного напряжения  $U_k$  10 – 20 В

2. Снять семейство стоко-затворных характеристик  $I_c = f(U_z)$  при фиксированных напряжениях на стоке  $U_c$ . Сначала устанавливают значение стокового напряжения  $U_c$ , а затем, изменяя напряжение переменным резистором на затворе  $U_z$  снимают показания тока стока  $I_c$ . Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 3.1 – Стоковая характеристика

Напряжение затвора $U_z$ , В	Значения $U_c$ , В	
	5	10
	Ток стока $I_c$ , мА	
0		
0,1		
0,3		
0,5		
0,6		
0,7		
0,8		
0,9		

3. Снять семейство стоковых характеристик  $I_c = f(U_c)$  при фиксированном напряжении на затворе  $U_z$ . Сначала устанавливают напряжение на затворе  $U_z$ , а затем, изменяя напряжение переменным резистором на стоке  $U_c$  снимают показания тока стока  $I_c$  и заносят в таблицу:

Таблица 3.2 – Стоко-затворная характеристика

Напряжение на стоке $U_c$ , В	Значения напряжения на затворе $U_z$ , В			
	0	0,2	0,4	0,6
	Ток стока $I_c$ , мА			
1				
3				
6				
8				
10				

4. Построить стоко-затворные и стоковые характеристики транзистора, приняв такие масштабы, чтобы каждая характеристика поместилась на отдельной странице.

5. Рассчитать крутизну  $S$  стоко-затворной характеристики, измеряемой в мА/В для двух значений напряжения на затворе 0,3 и 0,6 В.

#### Содержание отчёта:

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Построенные графики и расчёты крутизны.
- Схема лабораторного стенда.

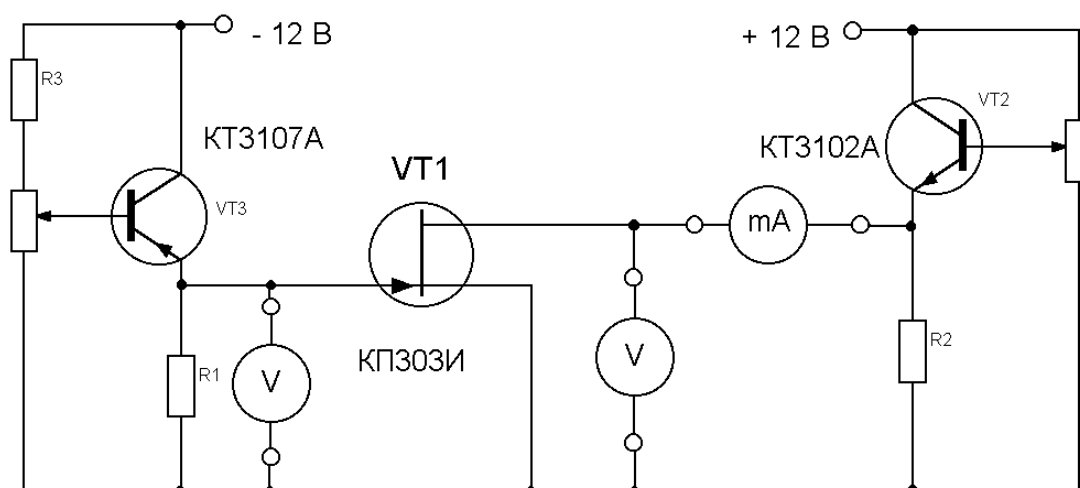


Рисунок 3 - Схема лабораторного стенда

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое полевой транзистор?
2. Какие бывают типы полевых транзисторов?
3. Какова конструкция полевого транзистора?
4. Что такое МОП-транзистор?
5. Какие схемы включения допускает полевой транзистор?
6. Каковы преимущества полевого транзистора?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### КАСКАД УСИЛЕНИЯ НА ТРАНЗИСТОРЕ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ

**Цель работы:** Практическое ознакомление с методами снятия характеристик усилительных каскадов, построение АЧХ и ФЧХ.

**Оборудование:** компьютер, программа Ampl

**Порядок выполнения работы:**

1. Запустить программу Ampl
2. Раскрыть окно программы на весь экран

3. Установить, используя меню в соответствии со своим вариантом тип транзистора, величины разделительных конденсаторов  $C_p$ , блокировочного конденсатора  $C_s$

Таблица 4.1 – Таблица вариантов заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
Тип тр.	КТ3102А	КТ315Г	КТ316ВМ	КТ603А	КТ602А	КТ630А	КТ608А	КТ315Г
$C_p$ , мкФ	0,5	0,5	1	1	10	10	1	0,5
$C_s$ , мкФ	200	500	1000	200	500	1000	500	1000

Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
Тип тр.	КТ602А	КТ603А	КТ630А	КТ3102А	КТ608А	КТ603А	КТ316ВМ	КТ315Г
$C_p$ , мкФ	10	10	0,5	10	0,5	1	10	1
$C_s$ , мкФ	200	500	200	1000	200	500	1000	200

4. Нажав левой клавишей мыши кнопку «Частота», ввести в появившемся окне частоту входного сигнала совместно с единицей измерения, взяв её из списка рекомендуемых частот

5. Выходной измерительный прибор измерит выходное напряжение  $U_{вых}$  в вольтах и фазовый сдвиг между входным и выходным сигналами в радианах.

6. Повторяя пункты 4 и 5 провести измерения для всех рекомендуемых частот и результаты свести в таблицу:

Таблица 4.2 – Полученные данные для АЧХ и ФЧХ

Частота									
$U_{вых}$ , В									
$\varphi$ , рад.									
K									
K, дБ									

7. Рассчитать коэффициент усиления K в относительных единицах и в децибелах для каждой частоты

8. Построить АЧХ [ $K = F(f)$ ] и ФЧХ [ $\varphi = F(f)$ ], причём на оси частот масштаб должен быть логарифмический. K для АЧХ брать в относительных единицах. Следует измерить линейкой расстояния между делениями и перенести их на ось частот своих графиков. Если нижняя частота меньше 100 Гц, то ось нужно начинать с 10 Гц, а если верхняя частота не превышает 100 МГц, то ось частот можно оканчивать делением 100 МГц. Каждый график должен располагаться на отдельной странице и занимать всю её площадь.

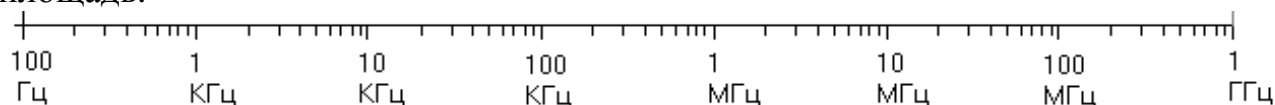


Рисунок 4.1 – Логарифмическая шкала

9. По построенной АЧХ определить полосу пропускания усилителя.
10. Ответить на контрольные вопросы.

**Содержание отчёта:**

1. Лабораторная работа №.
2. Тема работы.
3. Цель работы.
4. Оборудование.
5. Порядок выполнения работы.
6. Заполненная таблица результатов.
7. Графики АЧХ и ФЧХ, определение полосы пропускания.
8. Схема исследуемого усилителя с обозначенными типом транзистора, величинами  $C_p$  и  $C_э$ .

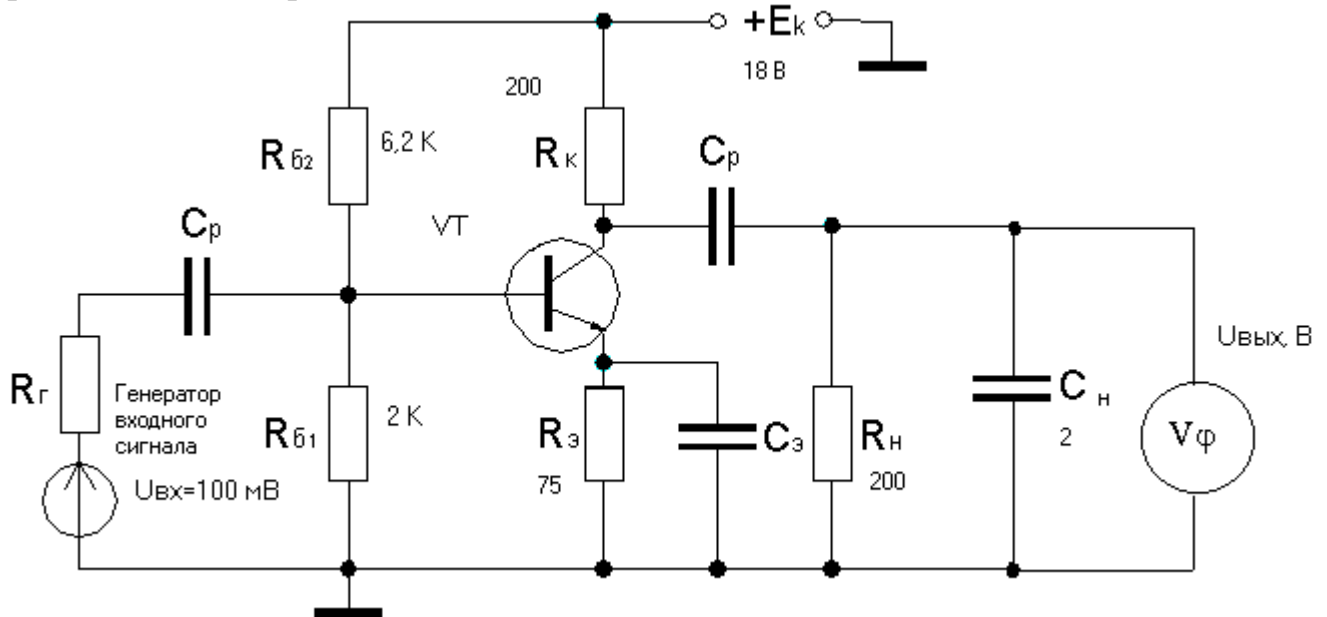


Рисунок 4.2 - Схема исследуемого усилителя

**Контрольные вопросы:**

1. Каковы основные параметры схемы включения транзистора с общим эмиттером?
2. Какую роль выполняет резистор  $R_э$  ?
3. Зачем подключён конденсатор  $C_э$  и что будет, если его убрать?
4. Для чего служат резисторы  $R_{б1}$ ,  $R_{б2}$  ?
5. Что такое полоса пропускания усилителя и как она определяется?
6. Какова структура транзистора в исследуемом усилителе?
7. Расшифруйте маркировку применённого типа транзистора
8. Зачем служат разделительные конденсаторы?
9. Какие бывают искажения в усилителе?
10. Каковы условия выбора величин резисторов  $R_{б1}$ ,  $R_{б2}$  ?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

**Цель работы:** Снятие амплитудной характеристики дифференциального усилителя постоянного тока

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, подключив вольтметр с пределом измерений 5В к выходу усилителя, и милливольтметр с пределом измерений 300 мВ ко входу усилителя.

2. Снять амплитудную характеристику усилителя  $U_{\text{вых}} = f ( U_{\text{вх}} )$  для двух значений эмиттерных токов, то есть для двух значений эмиттерных сопротивлений  $R_{\text{э1}}$  и  $R_{\text{э2}}$ , переключаемым переключателем. При достижении  $U_{\text{вх}} = 0$  нужно поменять местами провода, идущие к обоим вольтметрам, чтобы они измеряли отрицательные напряжения. Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 5.1 – Данные для амплитудной характеристики

$U_{\text{вх}}, \text{ мВ}$		120	90	60	30	0	-30	-60	-90	-120
$U_{\text{вых}}, \text{ В}$	$R_{\text{э1}}$									
	$R_{\text{э2}}$									

3. Построить амплитудные характеристики на одном графике.

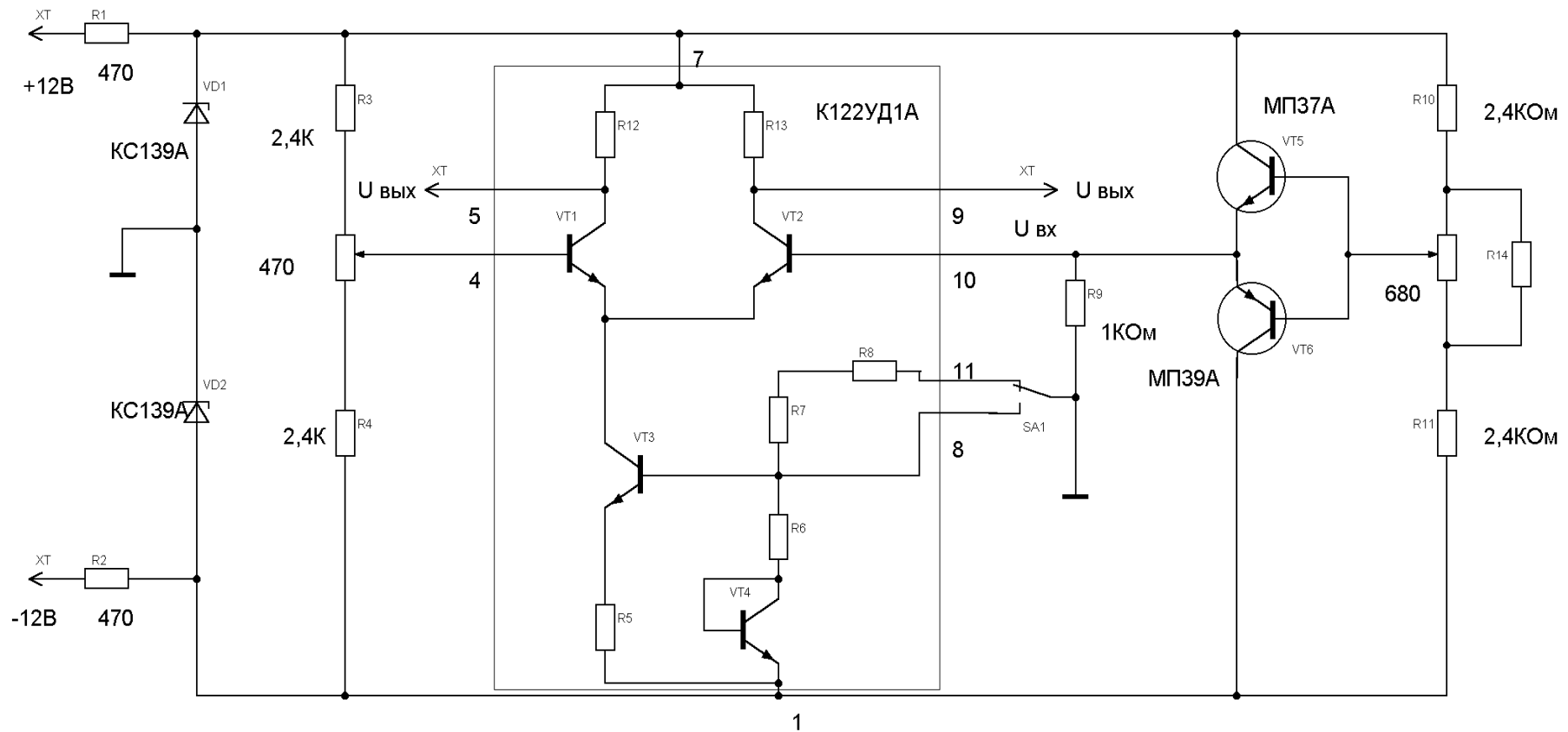
4. По характеристикам определить коэффициенты усиления по напряжению для входного напряжения  $U_{\text{вх}} = 30 \text{ мВ}$ .

**Содержание отчёта:**

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Таблица измерений и расчёты, графики.
- Схема лабораторного стенда.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое усилитель постоянного тока?
2. Какие бывают усилители постоянного тока?
3. В чём положительные качества дифференциального усилителя?
4. Что такое дрейф нуля?
5. Каковы пути уменьшения дрейфа нуля?



Дифференциальный усилитель постоянного тока

Рисунок 5 – Схема лабораторного стенда

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

**Цель работы:** Исследование работы схем на основе операционного усилителя – усилителей постоянного тока и компаратора

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, подключив вольтметр с пределом измерений 20В к выходу усилителя постоянного тока.

2. Измерить выходные напряжения для каждой пары входного резистора и резистора отрицательной обратной связи, переключаемых переключателем SA1. Измерения провести для инвертирующего и неинвертирующего усилителей, вид которых переключается переключателем SA2. Для инвертирующего усилителя выходное напряжение будет отрицательным, а для неинвертирующего усилителя – положительным. Измеренные выходные напряжения  $U_{вых}$  внести в следующую таблицу:

Таблица 6.1 – Измеренные и расчётные данные для УПТ

Положение переключ. SA1	Усилитель неинвертирующ. $U_{вых}, В$	Усилитель инвертирующий $U_{вых}, В$	Коэф. усиления измер. К изм.		Коэф. усиления расчёт. К расч.	
			Неинв.	Инверт.	Неинв.	Инверт.
1						
2						
3						
4						
5						

3. Определить  $K_{изм.}$  как отношение  $U_{вых}$  к  $U_{вх} = 0,6В$ , а затем рассчитать  $K_{расч.}$  по значениям резисторов, данным на схеме.

4. Подключить к выходу компаратора вольтметр с пределом измерения на 20 В, а ко входу - на 5 В и снять зависимость  $U_{вых} = f(U_{вх})$ . Одну зависимость снять при увеличении  $U_{вх}$  от 0 до 1,8 В., а другую – при уменьшении  $U_{вх}$  от 1,8 до 0 В. Занести полученные данные в таблицу:

Таблица 6.2 – Измеренные данные для компаратора

$U_{вх}, В$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
$U_{вых}, В \uparrow$										
$U_{вых}, В \downarrow$										

5. Построить снятую зависимость  $U_{вых} = f(U_{вх})$  и по графику определить ширину петли гистерезиса  $\Delta U_{гис.}$

**Содержание отчёта:**

- Лабораторная работа №, её название и цель.

- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Таблицы измерений и расчёты, графики.
- Схема лабораторного стенда.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое усилитель операционный усилитель?
2. Как подключается к операционному усилителю цепь положительной обратной связи?
3. В чём положительные качества операционного усилителя?
4. Как подключается к операционному усилителю цепь отрицательной обратной связи?
5. В чём состоит различие неинвертирующего и инвертирующего входов?



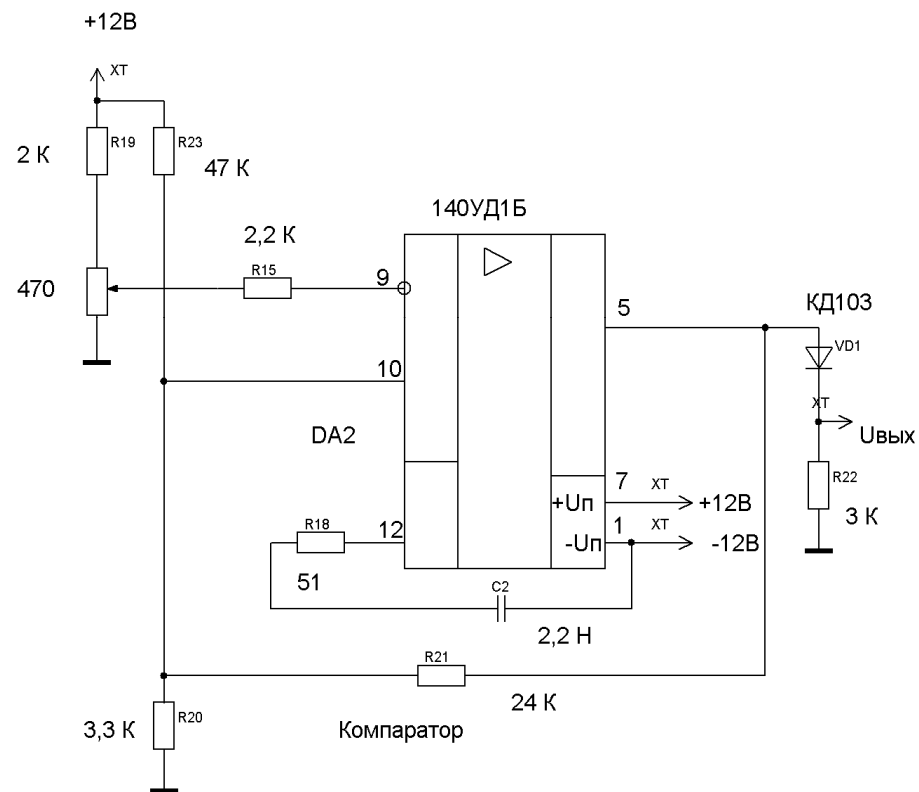
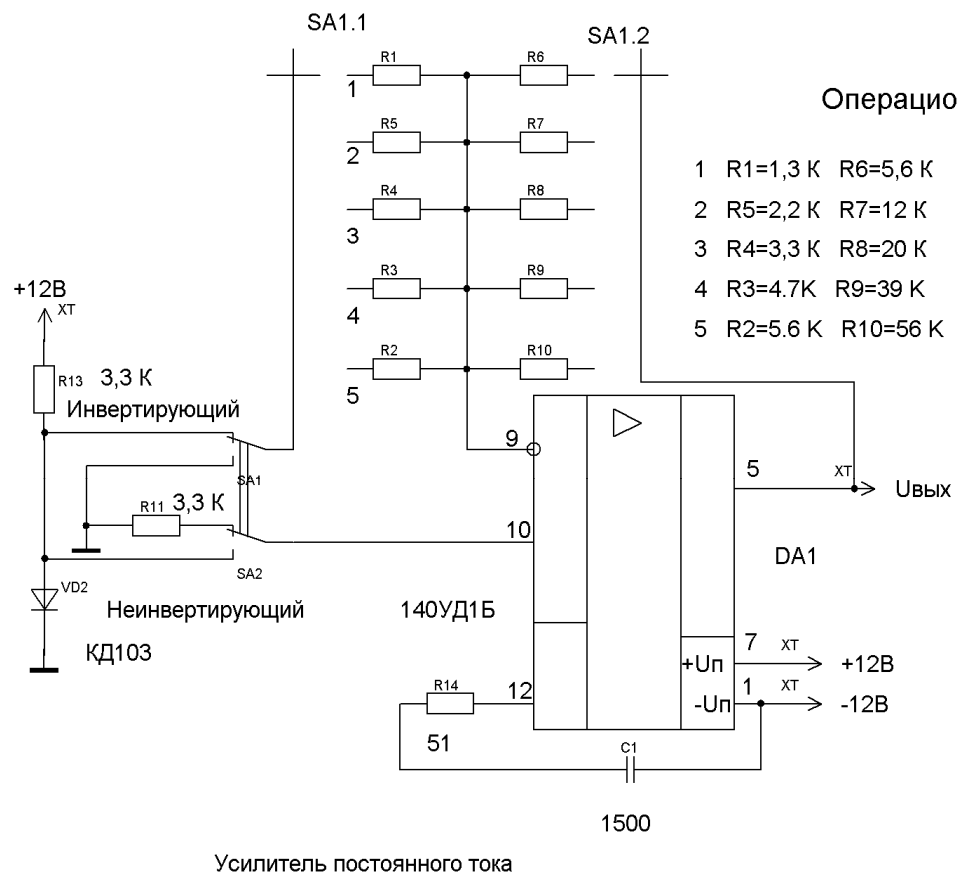


Рисунок 6 - Схема лабораторного стенда

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

## ИЗБИРАТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

**Цель работы:** Построение амплитудно-частотной характеристики избирательного усилителя, расчёт добротности и полосы пропускания

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, подключив осциллограф к выходу избирательного усилителя.

2. Переключая переключателем значения частоты генератора, по осциллограммам определить амплитуды выходных напряжений избирательного усилителя для двух случаев: подключённого резистора параллельно колебательному контуру (выкл. замкнут) и отключённого (выкл. разомкнут). Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 7 – Амплитудно-частотная характеристика

№ полож. переключателя	Частота входного сигнала, кГц	Амплитуда $U_{м\text{ вых, В}}$ (выкл. замкнут)	Амплитуда $U_{м\text{ вых, В}}$ (выкл. разомкнут)
1	9,4		
2	7,4		
3	6,5		
4	6		
5	4,5		
6	3,6		

3. Построить амплитудно-частотные характеристики избирательного усилителя

$U_{м\text{ вых}} = F(f)$  для обоих случаев.

4. По характеристикам п.3 определить полосы пропускания для двух положений переключателя.

5. Рассчитать для обоих случаев добротность по формуле:

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

где  $f_0$  – резонансная частота, где амплитуда выходного сигнала максимальна;  
 $\Delta f$  – полоса пропускания усилителя.

**Содержание отчёта:**

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Таблица измерений и расчёты полосы пропускания и добротности.
- Схема лабораторного стенда.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое избирательный усилитель?
2. Какие бывают типы избирательных усилителей?
3. Каковы области применения избирательных усилителей?
4. Как перестроить резонансную частоту избирательного усилителя?
5. Как увеличить полосу пропускания резонансного усилителя?
6. Как рассчитать резонансную частоту колебательного контура?

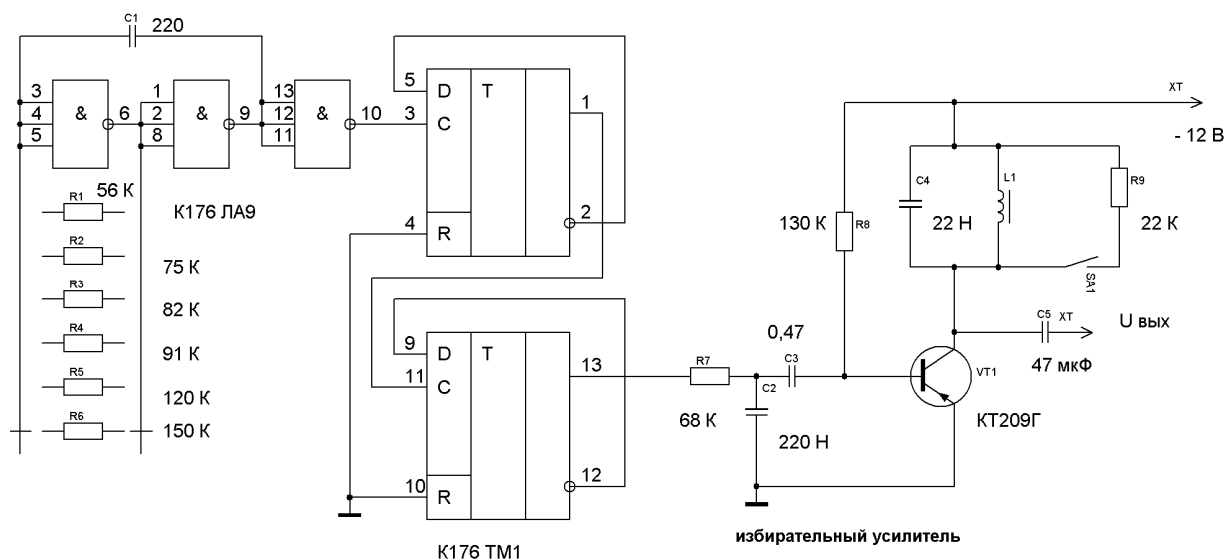


Рисунок 7 - Схема лабораторного стенда

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### УСТРОЙСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

**Цель работы:** Практическое изучение принципов работы полупроводникового индикатора

**Оборудование:** Стенд, лабораторный стол.

**Порядок выполнения работы:**

1. Включить лабораторный стол переключателем, расположенным в правом нижнем углу передней панели лабораторного стола.

2. Нажав кнопку R и начиная с кода счётчика 0000 ( это 0 нажатие ) нажимая кнопку С занести в таблицу появляющиеся коды счётчика и выходные сигналы дешифратора, преобразующего двоичный код в код семи-сегментного индикатора. При этом принять, что светящийся светодиод для кода счётчика индицирует логическую единицу, а потушенный – логический ноль, а для индикатора светящийся сегмент – это логический ноль, а потушенный – логическую единицу. Сначала заносится в коде счётчика старший разряд, затем все младшие. Соответствие сегментов индикатора выходам дешифратора указано на рисунке, приведённом ниже.

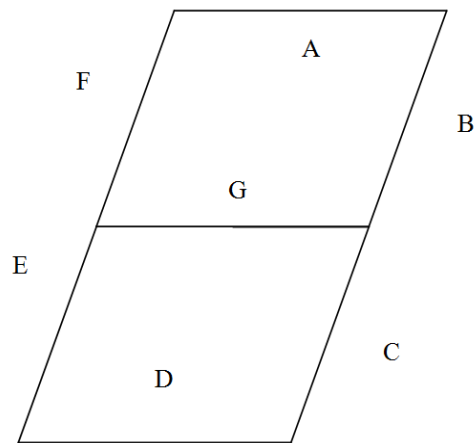


Рисунок 8.1 – Сегменты цифрового индикатора

Таблица 8.1 – Коды счётчика и индикатора

№ нажатия	Выходы счётчика				Индикатор							
	8	4	2	1	A	B	C	D	E	F	G	
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
A												
B												
C												
D												
E												
F												

3. По таблице п. 2 построить диаграммы работы счётчика и дешифратора, расположенные друг под другом, но самой верхней диаграммой должны быть импульсы кнопки

4. Определить коэффициент пересчёта счётчика.

**Содержание отчёта:**

1. Лабораторная работа №.
2. Название работы и её цель.
3. Оборудование.
4. Порядок выполнения работы, схема лабораторной установки.
5. Таблица, графики.

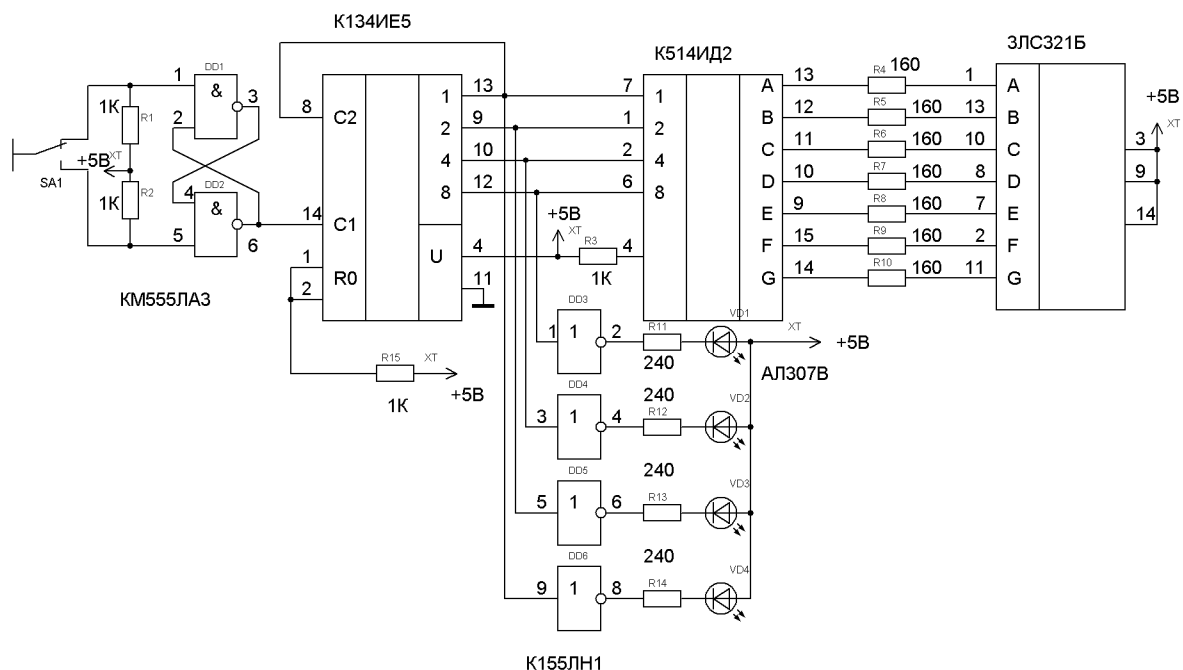


Рисунок 8.2 - Схема лабораторной установки

### Контрольные вопросы:

1. Что такое дешифратор для преобразования двоичного кода в код семисегментного индикатора.
2. Виды индикаторов.
3. Где применяется индикаторы.
4. Выпускаемые микросхемы дешифраторов для индикаторов.
5. Пояснить работу полупроводниковых индикаторов.
6. Изобразить логическую схему дешифратора.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

### Л-С ГЕНЕРАТОР

**Цель работы:** Снятие осциллограмм выходного напряжения ЛС-генератора, расчёт частоты его колебаний

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы.

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, подключив осциллограф к выходу генератора.

2. Переключая переключателем значения величин ёмкостей конденсаторов колебательного контура, по осциллограммам определить периоды и амплитуды выходных напряжений генератора. Рассчитать по полученным периодам частоты выходного сигнала генератора. Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 9.1 – Данные для амплитудно-частотной характеристики

Ёмкость конденсатора, С, нФ	Амплитуда U <sub>м</sub> , В	Период Т, мкс	Частота f, КГц
220			
100			
47			
33			
22			
10			
6,8			
4,7			
3,3			

3. Рассчитать частоты выходного сигнала генератора для двух ёмкостей своего варианта:

Таблица 9.2 – Таблица вариантов

Вариант	1		2		3		4	
С, пФ	220000	3000	100000	4000	47000	5000	33000	6000

Вариант	5		6		7		8	
С, мкФ	0,022	0,1	0,01	0,0033	0,0047	0,033	0,0033	0,22

Вариант	9		10		11		12	
С, пФ	1000	3300	1500	2200	4700	22000	1200	5600

Вариант	13		14		15		16	
С, нФ	68	1,8	6,8	3,3	8,2	150	220	6,8

Для расчёта частоты генератора воспользоваться формулой:

$$f = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

L = 177,5 мкГн

**Содержание отчёта:**

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Таблица измерений и расчёты частоты.
- Схема лабораторного стенда.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое генератор синусоидальных колебаний?
2. Какие бывают типы генераторов?
3. Каковы составные части генератора?
4. Что такое баланс фаз?
5. Каковы условия возникновения колебаний в генераторе?
6. Что такое баланс амплитуд?

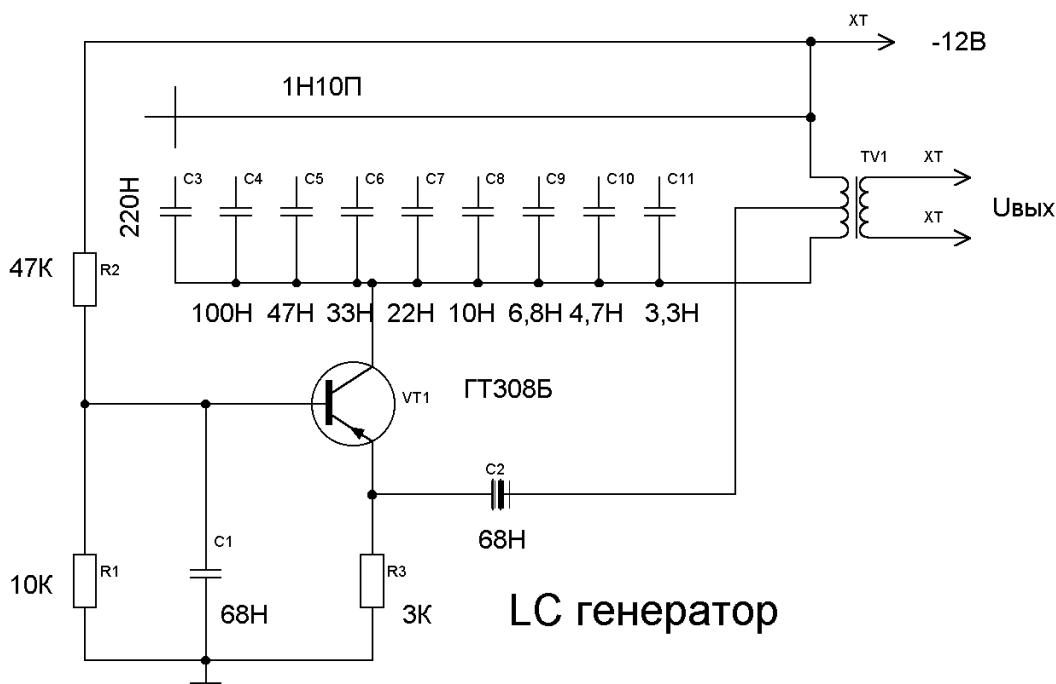


Рисунок 9 - Схема лабораторного стенда

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

### R-C ГЕНЕРАТОР

**Цель работы:** Снятие осциллограмм выходного напряжения RC-генератора, расчёт частоты его колебаний

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, подключив осциллограф к выходу генератора.

2. Переключая переключателем значения величин ёмкостей конденсаторов фазосдвигающей RC цепи, по осциллограммам определить периоды и амплитуды выходных напряжений генератора. Рассчитать по полученным периодам частоты выходного сигнала генератора. Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 10 – Данные измерений

№ полож. переключателя	Ёмкость конденсатора, С, нФ	Амплитуда $U_m$ , В	Период Т, мС	Частота f, КГц
1	100			
2	68			
3	47			
4	33			
5	22			

### 3. Зарисовать одну из осциллограмм

#### Содержание отчёта:

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Таблица измерений и расчёты частоты.
- Схема лабораторного стенда.

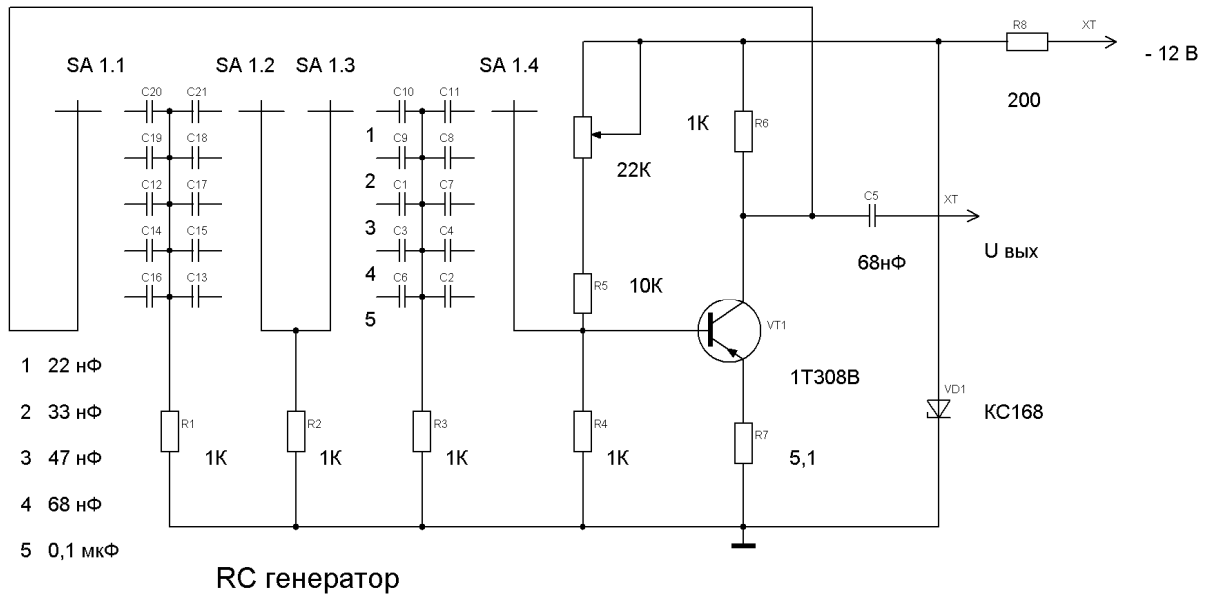


Рисунок 10 - Схема лабораторного стенда

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое генератор синусоидальных колебаний?
2. Какие бывают типы генераторов?
3. Каковы составные части генератора?
4. Что такое баланс фаз?
5. Каковы условия возникновения колебаний в генераторе?
6. Что такое баланс амплитуд?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ И СГЛАЖИВАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ

**Цель работы:** Практическое изучение принципов работы выпрямителей и сглаживающих фильтров

**Оборудование:** Стенд, лабораторный стол.

**Порядок выполнения работы:**

1. Включить лабораторный стол переключателем, расположенным в правом нижнем углу передней панели лабораторного стола.



2. Изменяя значение сопротивления нагрузки  $R_{н1} = 820 \text{ Ом}$  или  $R_{н2} = 2 \text{ КОм}$  переключателем  $S4$ , переключателями  $S2$  и  $S3$  подключая конденсаторы фильтров  $Cф1 = 5 \text{ мкФ}$  или  $Cф2 = 47 \text{ мкФ}$ , а также переключателем  $S1$  преобразуя выпрямитель как однополупериодный или двухполупериодный, снять показания приборов и занести в таблицу.

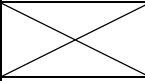
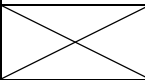
3. Переключатель  $S1$  – влево – двухполупериодный, вправо – однополупериодный выпрямитель, переключатели  $S2$  и  $S3$  влево подключают конденсаторы, вправо – отключают, переключатель  $S4$  – влево  $R_{н1}$ , вправо –  $R_{н2}$

4. В таблице  $U_{н\text{ ср}}$  и  $I_{н\text{ ср}}$  – средние значения, снимают с вольтметра и миллиамперметра,  $U_{п}$  – размах пульсаций от минимума до максимума – измеряют осциллографом,  $K_{п}$  и  $K_{с}$  – коэффициенты пульсаций и сглаживания – расчётные показатели.

$$K_{п} = \frac{U_{1m}}{U_{н\text{ ср}}}$$

где  $U_{1m}$  – амплитуда первой гармоники, приближённо  $U_{1m} = 0,5 U_{п}$   
 $K_{с}$  – равен отношению  $K_{п}$  без фильтра к  $K_{п}$  с фильтром.

Таблица 11 – Таблица измерений

Выпрям.	$R_{н}$	Фильтр	$U_{н\text{ ср}}$	$I_{н\text{ ср}}$	$U_{п}$	$K_{п}$	$K_{с}$
Однополу- периодный	R1	C1					
		C2					
		Без фильтра				1,57	
	R2	C1					
		C2					
Двухполу- периодный	R1	C1					
		C2					
		Без фильтра				0,67	
	R2	C1					
		C2					

5. Снять осциллограммы и зарисовать их в отчете для всех 10 случаев, указанных в таблице

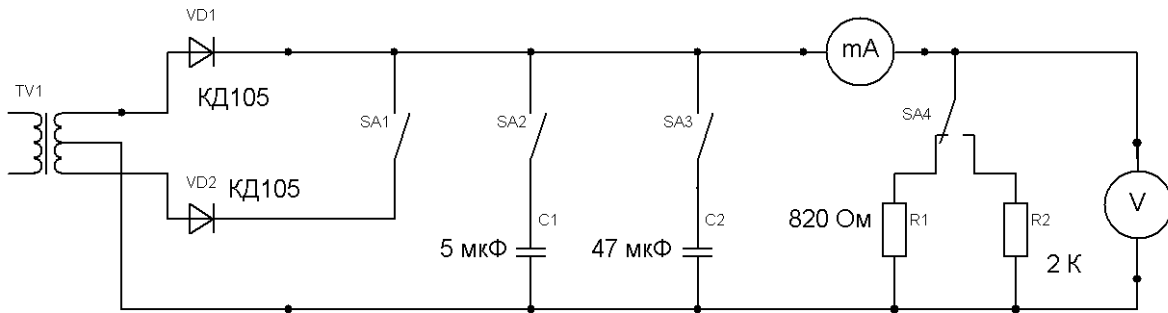
#### Содержание отчёта:

1. Лабораторная работа №.
2. Название работы и её цель.
3. Оборудование.
4. Порядок выполнения работы.
5. Таблицы, осциллограммы и вычисления, схема лабораторной установки.

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое выпрямитель.

2. Виды выпрямителей и сглаживающих фильтров.
3. Где применяется выпрямители.
4. Пояснить работу применяемых сглаживающих фильтров.
5. Пояснить работу выпрямителя.



### Выпрямители и сглаживающие фильтры

Рисунок 11 - Схема лабораторного стенда

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

### КОМПЕНСАЦИОННЫЙ СТАБИЛИЗАТОР

**Цель работы:** Практическое исследование работы компенсационного стабилизатора, расчёт его характеристик.

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы.

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, установив пределы изменения и полярности включения приборов, указанные на чертеже лабораторного стенда.

2. Для различных сопротивлений нагрузки  $R_H$  и входных напряжений  $U_{вх1}$  и  $U_{вх2}$  снять показания приборов – входного напряжения  $U_{вх}$ , тока  $I_H$  и напряжения  $U_H$  нагрузки. Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 13 – Таблица измерений

	$U_{вх}, В$	$R_H = R5 = 100 \text{ Ом}$				
		$I_H, \text{ мА}$	$U_H, В$	$P_{VT2}, \text{ мВт}$	$P_H, \text{ мВт}$	Кст
$U_{вх1}$						
$U_{вх2}$						

	$U_{вх}, В$	$R_H = R6 = 68 \text{ Ом}$				
		$I_H, \text{ мА}$	$U_H, В$	$P_{VT2}, \text{ мВт}$	$P_H, \text{ мВт}$	Кст
$U_{вх1}$						
$U_{вх2}$						

3. Рассчитать мощность  $P_{VT2}$ , выделяемую регулирующим транзистором VT2, а также мощность  $P_H$ , выделяющуюся на нагрузке:

$$P_{VT2} = I_H * (U_{ex} - U_H)$$

$$P_H = I_H * U_H$$

4. Рассчитать коэффициент стабилизации, используя формулу:

$$K_{cm} = \frac{\frac{\Delta U_{ex}}{U_{ex.cp}}}{\frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых.cp}}}$$

где  $\Delta U_{вх} = |U_{вх1} - U_{вх2}|$

$$U_{вх.ср} = 0,5 * (U_{вх1} + U_{вх2})$$

$$\Delta U_{вых} = |U_{н1} - U_{н2}|$$

$$U_{вых.ср} = 0,5 * (U_{н1} + U_{н2})$$

$U_{н1}$  и  $U_{н2}$  – напряжение нагрузки при  $U_{вх1}$  и  $U_{вх2}$  соответственно.

### Содержание отчёта:

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Таблицы измерений и расчёты.
- Схема лабораторного стенда.

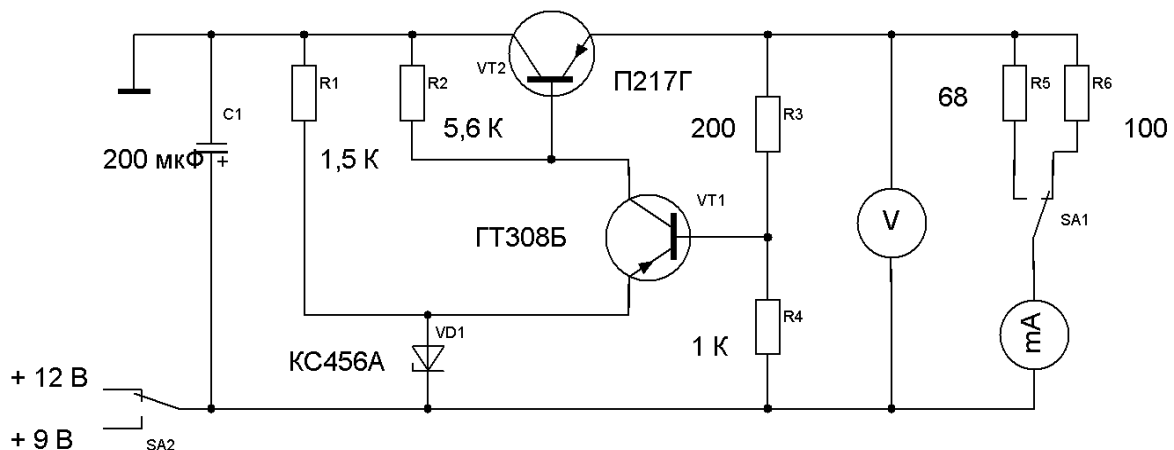


Рисунок 13 - Схема лабораторного стенда

### Контрольные вопросы:

1. Что такое стабилизатор?
2. Какие типы стабилизаторов известны?
3. Какие основные характеристики имеет стабилизатор?
4. В чём отличие параметрического и компенсационного стабилизаторов?
5. Какие элементы содержит компенсационный стабилизатор как система автоматического регулирования?
6. Какие элементы входят в источник опорного напряжения?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

## МУЛЬТИВИБРАТОРЫ

**Цель работы:** Снятие осциллограмм выходного напряжения мульти-вибраторов, определение параметров импульсов

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, подключив осциллограф к выходу транзисторного мультивибратора.

2. Замерить параметры импульсов с выходов 1 и 2, зарисовать их, результаты замеров занести в таблицу:

Таблица 14.1 – Таблица измерений

	U вых1	Uвых2
Период T, мС		
Длительность импульса, τ, мС		
Частота импульсов F, Гц		
Амплитуда U, В		

3. Рассчитать длительность импульса

$$\tau = 0.7 * R2 * C2$$

4. Перенести вход осциллографа на мультивибратор на основе операционного усилителя. Измерить параметры выдаваемых импульсов при трёх положениях переключателя: среднем, левом и правом. Переключатель переключает значения величин ёмкостей конденсаторов времязадающей RC цепи, по осциллограммам определить параметры выходных напряжений генератора. Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 14.2 – Таблица измерений

Полож. переключателя	Подключаемый конденсатор, С, нФ	Амплитуда Um, В	Период T, мС	Частота f, КГц
Среднее	3,3			
Левое	3,3+3,3			
Правое	3,3+2,2			

5. Зарисовать осциллограммы

**Содержание отчёта:**

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Таблица измерений и расчёты частоты.
- Схема лабораторного стенда.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое мультивибратор?

2. Какие бывают типы мультивибраторов?
3. Поясните работу транзисторного мультивибратора?
4. Как изменится частота транзисторного мультивибратора, если уменьшит коллекторные резисторы в 2 раза?
5. Объяснить работу мультивибратора на операционном усилителе.
6. Как изменить частоту мультивибратора на операционном усилителе?

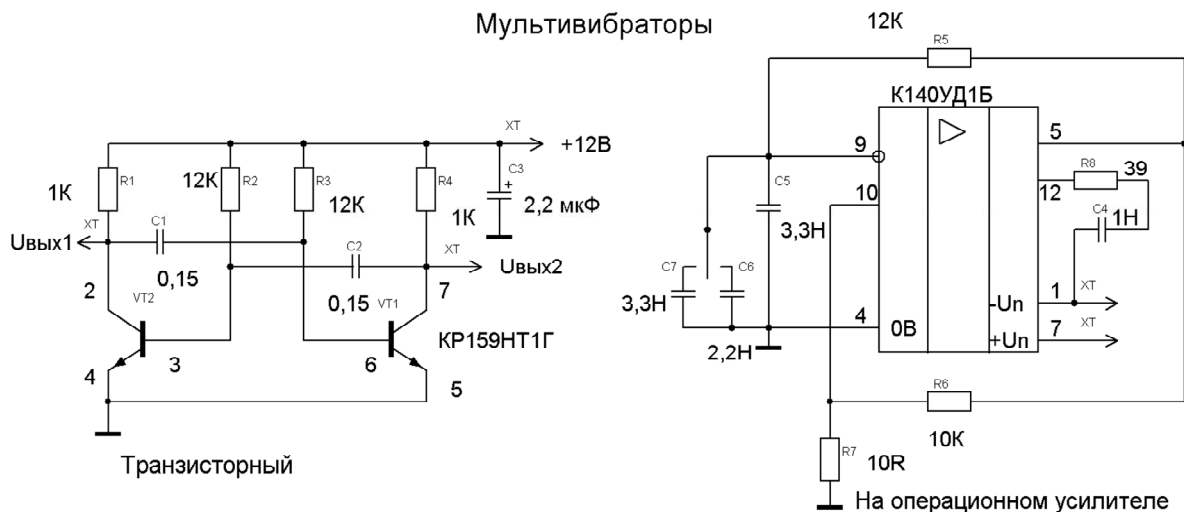


Рисунок 14 - Схема лабораторного стенда

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

### ГЕНЕРАТОР ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ (ГЛИН)

**Цель работы:** Снятие осциллограмм выходного напряжения ГЛИН, определение параметров импульсов

**Оборудование:** Лабораторный стенд, стол, измерительные приборы

**Порядок выполнения:**

1. Собрать схему лабораторной установки, подключив осциллограф к выходу транзисторного ГЛИНа.
2. Замерить параметры импульсов с выхода, зарисовать их, результаты замеров занести в таблицу (частоту рассчитать):

Таблица 15.1 – Таблица измерений

	U <sub>ВЫХ</sub>
Период T, мС	
Частота импульсов F, Гц	
Амплитуда U, В	

3. Перенести вход осциллографа на ГЛИН на операционных усилителях. Измерить параметры выдаваемых импульсов при трёх положениях

переменного резистора: среднем, левом и правом. По осциллограммам определить параметры выходных напряжений генератора, частоту рассчитать. Получившиеся данные внести в следующую таблицу:

Таблица 15.2 – Таблица измерений

Полож. перемен. резистора	Выход	Амплитуда $U_m$ , В	Период $T$ , мС	Частота $f$ , КГц
Левое	Вых1			
Среднее				
Правое				
Левое	Вых2			
Среднее				
Правое				

### 3. Зарисовать осциллограммы

#### Содержание отчёта:

- Лабораторная работа №, её название и цель.
- Оборудование и порядок выполнения работы.
- Таблица измерений и расчёты частоты.
- Схема лабораторного стенда.

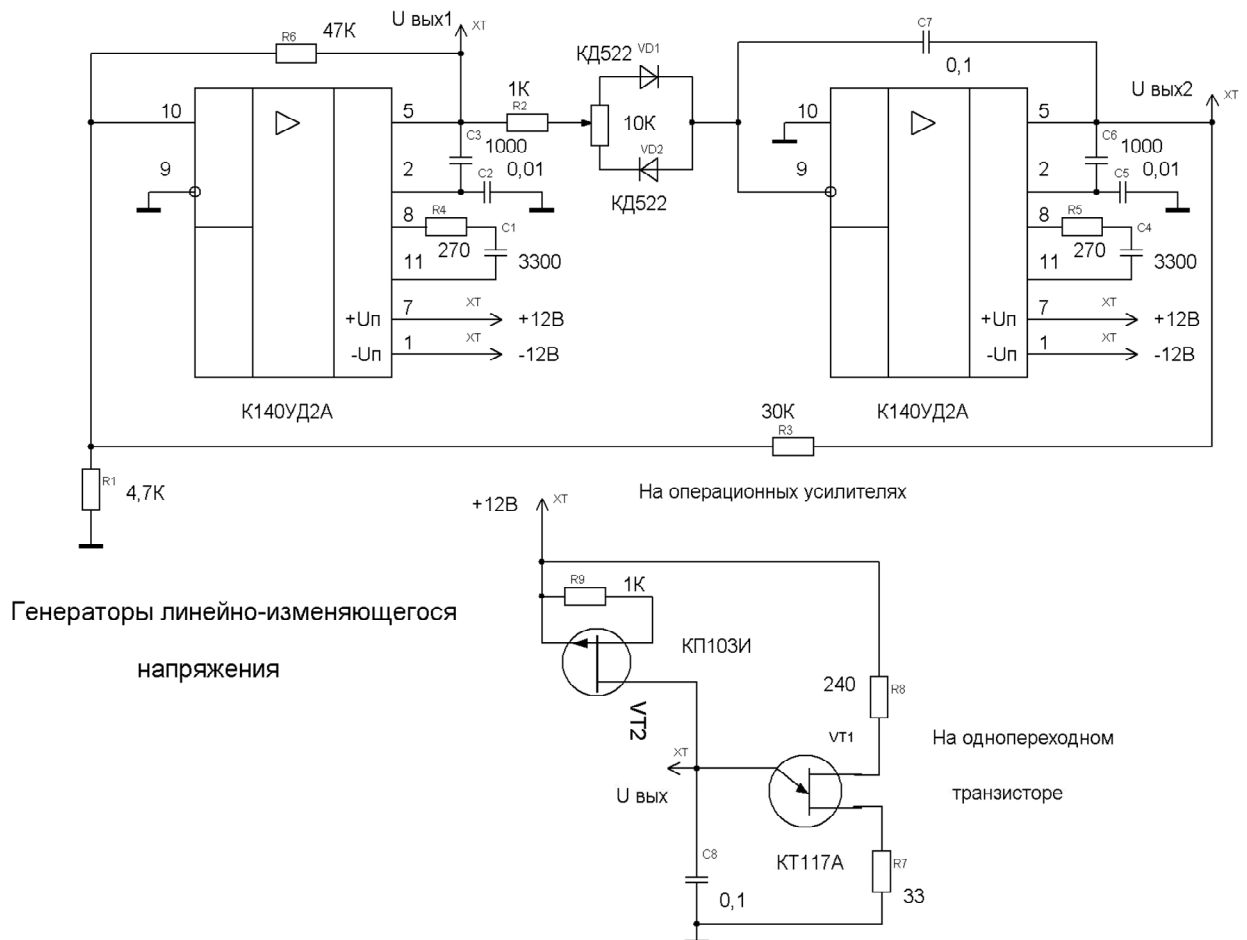


Рисунок 15 - Схема лабораторного стенда

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое ГЛИН?
2. Где применяются ГЛИН?
3. Поясните работу транзисторного ГЛИН?
4. Как изменится частота транзисторного ГЛИН, если уменьшить ёмкость конденсатора  $C_8$  в 2 раза?
5. Объяснить работу ГЛИН на операционном усилителе.

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Лаврентьев Б.Ф. Схемотехника электронных устройств, Издательский центр "Академия", 2010.
2. Гальперин М.В. Электронная техника, Москва, ФОРУМ-ИНФРА-М, 2008.
3. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления, Москва, Издательский центр "Академия", 2011.
4. «Электроника и микропроцессорная техника», под ред. В.И.Лачина, Ростов-на Дону, Феникс, 2009.
5. <http://www.cqham.ru/>
6. [http://lib.prometey.org/?cat\\_id=8](http://lib.prometey.org/?cat_id=8)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ</b> .....	4
<b>ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ</b> .....	5
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1</b> .....	5
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2</b> .....	7
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3</b> .....	9
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4</b> .....	10
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5</b> .....	13
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6</b> .....	15
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7</b> .....	18
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8</b> .....	19
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9</b> .....	21
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10</b> .....	23
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11</b> .....	24
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12</b> .....	26
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13</b> .....	28
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14</b> .....	29
<b>ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	31

# **ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА**

**Методические указания  
к выполнению лабораторных работ и практических занятий  
для студентов всех форм обучения образовательных учреждений  
среднего профессионального образования  
специальности 220703.51  
Автоматизация технологических процессов  
и производств (по отраслям)**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
и практических занятий разработал:  
преподаватель Мельников Юрий Фёдорович

**Подписано к печати 27.02.2014 г.**  
Формат 60x84/16  
Тираж

Объем 2 п.л.  
Заказ  
25 экз.

---

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Югорский государственный университет»  
**НИЖНЕВАРТОВСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Югорский государственный университет»  
Редакционно-издательский отдел  
628615 Тюменская обл., Ханты-Мансийский автономный округ,  
г. Нижневартовск, ул. Мира, 37.