

ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИКИ**

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА РЭА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
для бакалавров, обучающихся по направлениям
110800 - агроинженерия,
220700 – автоматизация технологических процессов и производств,
140400 – электроэнергетика и электротехника

ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
по дисциплине

**«ЭЛЕКТРОНИКА,
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА
И ТЕХНИКА СВЯЗИ»**

БРЯНСК 2014

УДК 621.38
ББК 32.85
Б.39

Безик Д. А. Элементная база РЭА: учебно-методическое пособие/ Д. А. Безик. - Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2014 г.- 23 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения цикла лабораторных работ по изучению основных компонентов аналоговой электроники. Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 110800 - агроинженерия, 220700 – автоматизация технологических процессов и производств, 140400 – электроэнергетика и электротехника.

Рецензенты:

к. т. н., доцент кафедры электротехнологий БГСХА, В. А. Башлыков;

к. т. н., доцент кафедры высшей математики и физики БГСХА, Е. А. Панкова.

Рекомендовано к изданию учебно – методической комиссией факультета энергетика и природопользования от 28.06.2014 г., протокол № 5.

© Брянская ГСХА, 2014
© Безик Д. А., 2014

Содержание

Лабораторная работа №1 «Идентификация элементов электронных схем и составление принципиальной схемы прибора»	4
Порядок выполнения работы.....	4
Лабораторная работа №2 «Изучение полупроводниковых диодов и выпрямителей»	4
Порядок выполнения работы.....	5
Лабораторная работа №3 «Изучение биполярных транзисторов».....	7
Порядок выполнения работы.....	7
Лабораторная работа №4 «Изучение усилителя на биполярном транзисторе» ...	8
Порядок выполнения работы.....	8
Лабораторная работа №5 «Изучение полевых транзисторов»	10
Порядок выполнения работы.....	10
Лабораторная работа №6 «Изучение усилителя на полевом транзисторе»	12
Порядок выполнения работы.....	12
Лабораторная работа №7 «Изучение тиристор»	14
Порядок выполнения работы.....	14
Лабораторная работа №8 «Изучение операционных усилителей»	16
Описание лабораторной установки.	16
Порядок выполнения работы.....	16
Лабораторная работа №9 «Изучение генераторов».....	19
Порядок выполнения работы.....	19
Литература.	21

Лабораторная работа №1

Идентификация элементов электронных схем и составление принципиальной схемы прибора

Цель работы: научиться идентифицировать элементы электронных схем и воссоздавать принципиальные схемы.

Приборы и принадлежности: печатная плата для идентификации, справочные материалы (печатные или в электронном виде).

Порядок выполнения работы

1. Идентификация элементов электронных схем.

а. На данной преподавателем печатной плате найдите все электронные компоненты. Найдите их в справочных материалах, определите тип электронных приборов, их марку, номинал, исполнение и т. п.

б. В отчёте изобразите каждый электронный компонент (для одинаковых повторяться не нужно). Приведите его тип, марку, номинал, исполнение и основные технические характеристики (номинальное напряжение, ток, и т. п.).

2. Составление принципиальной схемы прибора.

а. Ознакомьтесь с условным графическим обозначением электронных приборов по справочным материалам.

б. По данной преподавателем печатной плате составьте её принципиальную схему. Изобразите её в отчёте.

Оценка по лабораторной работе: выполнен пункт 1 - +3 балла
выполнен пункт 2 - +2 балла

Лабораторная работа №2

Изучение полупроводниковых диодов и выпрямителей

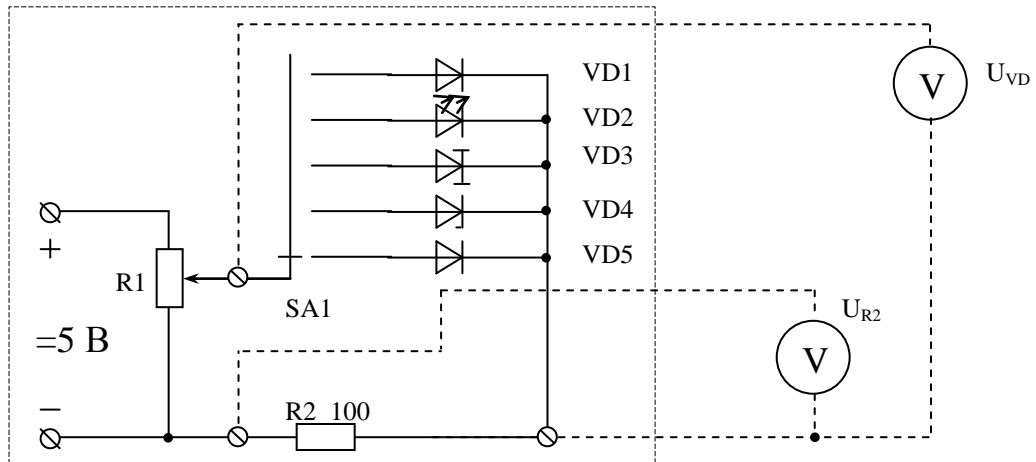
Цель работы: знакомство с основными параметрами диодов и характеристиками простейших выпрямителей переменного напряжения.

Приборы и принадлежности: Регулируемый источник напряжения, макетная плата с исследуемыми диодами (универсальный, туннельный и светоизлучающий диоды), лабораторный стенд с мостовым выпрямителем и емкостным фильтром.

Порядок выполнения работы

1. Снятие вольтамперных характеристик диодов.

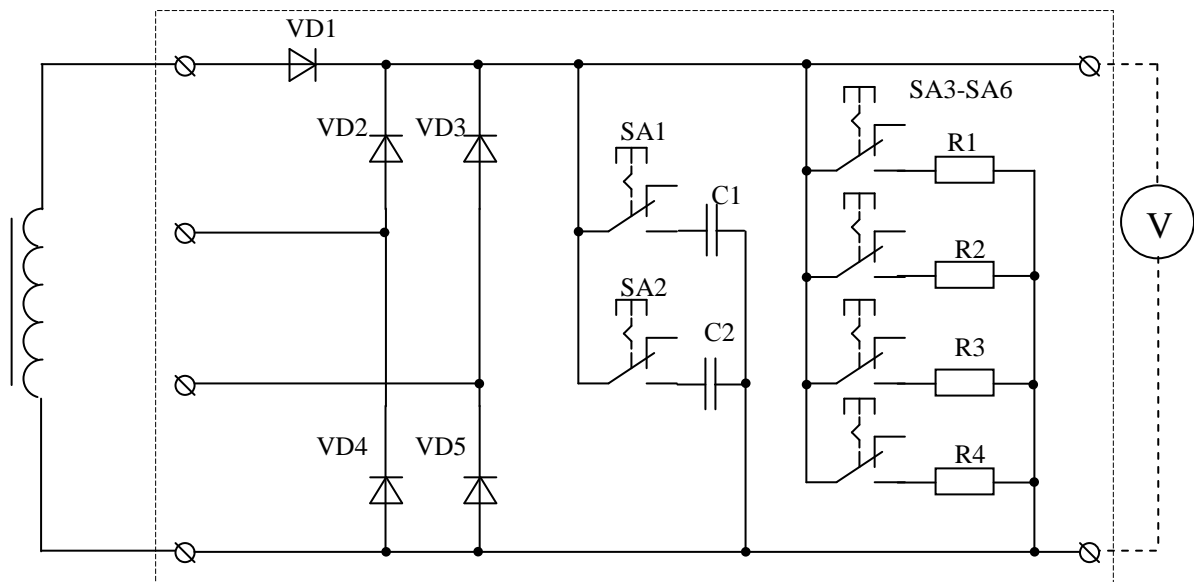
- а. Подключите к источнику питания 5 В учебный стенд. С помощью переключателя SA1 подключите первый исследуемый диод. Резистор R2 служит датчиком тока. Резистор R1 выведите в нижнее по схеме положение. Включите питание.



- б. Измерьте напряжение на диоде U_{VD} и на резисторе U_{R2} . Занесите данные в таблицу.
- с. Увеличьте напряжение источника питания (примерно на 0.1 В) и повторите пункт б). Сделайте это для ряда напряжений, достаточных для построения ВАХ.
- д. Повторите пункты б) и с) для обратного включения диодов.
- е. Постройте ВАХ для данного диода.
- ф. Постройте ВАХ для остальных диодов. При этом используется напряжение питания 5 В и только для стабилитрона 12 В.

2. Изучение выпрямителей.

- а. Соберите схему однополупериодного выпрямителя (без емкостного фильтра – SA1 и SA2 - разомкнуты). Подключите к нему нагрузку с помощью какого-либо переключателя SA3-SA6.

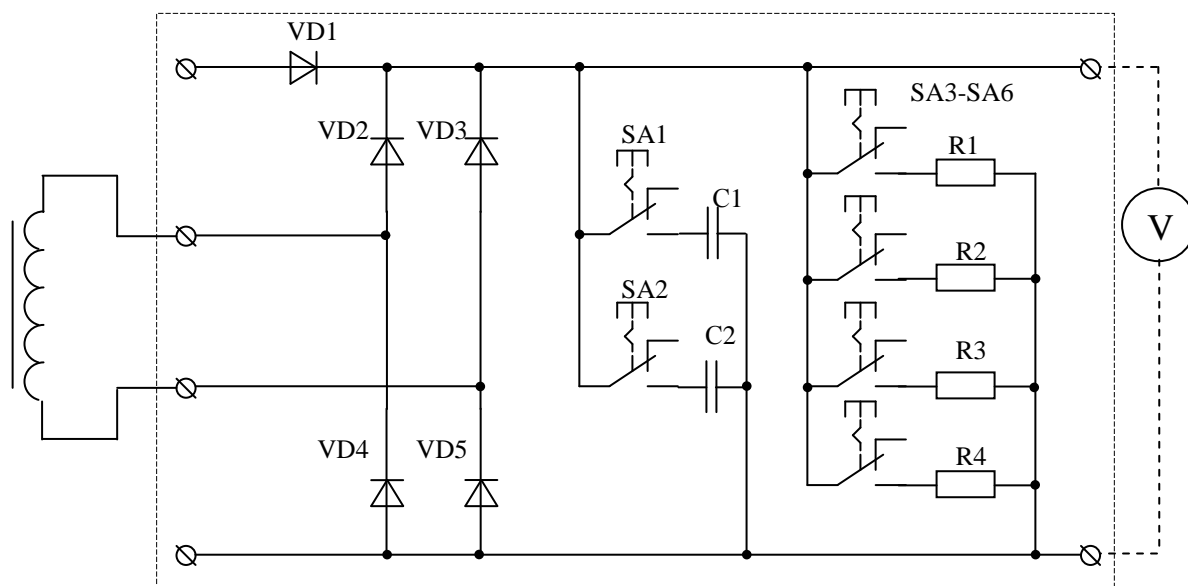


б. Подключите к нагрузке (выходу выпрямителя) осциллограф. Добейтесь неподвижного изображения на экране осциллографа. Зарисуйте в отчёт полученную картину (с указанием масштаба). Измерьте напряжение на выходе трансформатора (переменное) и на нагрузке (постоянное), запишите их.

с. Подключите с помощью какого-либо переключателя SA1 или SA2 параллельно нагрузке ёмкостный фильтр (конденсатор). Измерьте напряжение на выходе трансформатора (переменное) и на нагрузке (постоянное), запишите их.

д. Подключите к нагрузке осциллограф. Добейтесь неподвижного изображения на экране осциллографа. Зарисуйте в отчёт полученную картину (с указанием масштаба).

е. Соберите схему мостового выпрямителя (без ёмкостного фильтра). Подключите к нему нагрузку с помощью какого-либо переключателя SA3-SA6. Измерьте напряжение на выходе трансформатора (переменное) и на нагрузке (постоянное), запишите их.



ф. Подключите к нагрузке осциллограф. Добейтесь неподвижного изображения на экране осциллографа. Зарисуйте в отчёт полученную картину (с указанием масштаба).

г. Подключите с помощью какого-либо переключателя SA1 или SA2 параллельно нагрузке ёмкостный фильтр (конденсатор). Измерьте напряжение на выходе трансформатора (переменное) и на нагрузке (постоянное), запишите их.

х. Подключите к нагрузке осциллограф. Добейтесь неподвижного изображения на экране осциллографа. Зарисуйте в отчёт полученную картину (с указанием масштаба).

і. Уменьшите сопротивление нагрузки вдвое. Повторите предыдущий пункт.

Оценка по лабораторной работе:

должно быть 5 ВАХ диодов, за каждый верный график - 1 балл.

выполнен пункт 2.а – 2.д +2 балла

выполнен пункт 2.е – 2.і +2 балла

Лабораторная работа №3

Изучение биполярных транзисторов

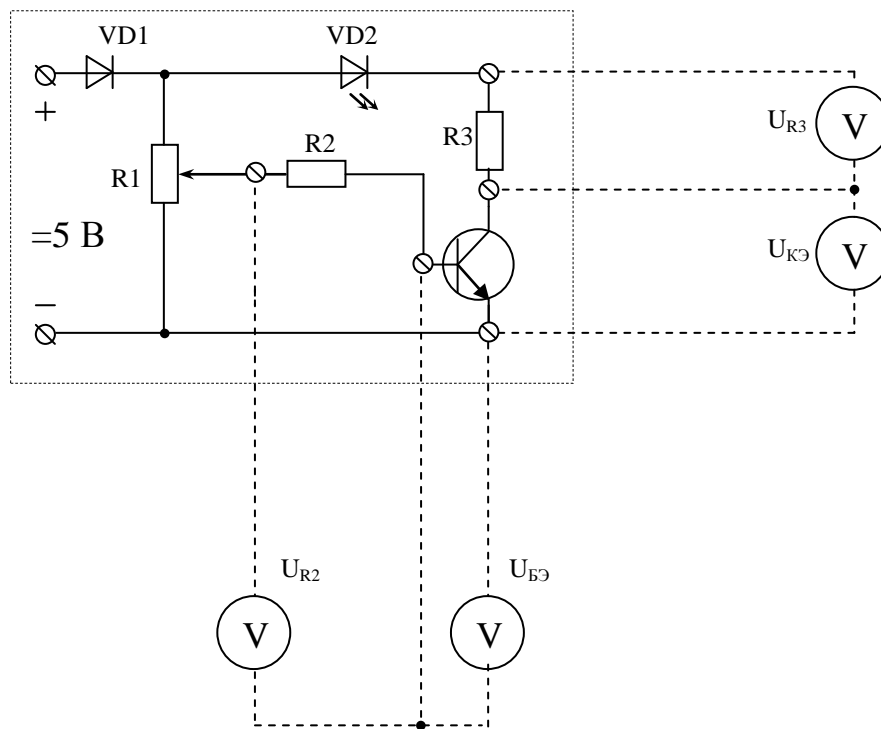
Цель работы: изучение работы биполярного транзистора.

Приборы и принадлежности: Источник питания, макетная плата с исследуемым транзистором, мультиметр.

Порядок выполнения работы.

1. Снятие данных.

а. Подключите питание 5 В к учебному стенду согласно рисунка.



б. Установите движок переменного резистора в нижнее по схеме положение.

с. Измерьте напряжение на резисторах R3, R2, на переходах транзистора база-эмиттер, эмиттер-коллектор. Подключение вольтметра показано на рисунке. Занесите данные в таблицу ($U_{БЭ}$ – напряжение база-эмиттер, $U_{КЭ}$ – напряжение коллектор-эмиттер, U_{R3} и U_{R2} – напряжение на соответствующих резисторах).

д. Увеличьте напряжение на резисторе R1 (угол поворота R1 около 10°). Повторите измерения как в предыдущем пункте. Сделайте это около 14 раз.

2. Обработка результатов измерений.

а. Рассчитайте входное напряжение транзисторного ключа $U_{вх} = U_{БЭ} + U_{R1}$.

б. Рассчитайте ток коллектора $I_k = U_{R3} / R3$.

с. Рассчитайте ток базы $I_б = U_{R2} / R2$.

д. Рассчитайте ток эмиттера $I_э = I_б + I_k$.

е. Рассчитайте коэффициент усиления транзистора по току $h_{21э} = (I_k - I_{к,пред}) / (I_б - I_{б,пред})$.

$I_{б,пред}$), где индексом «пред» помечены значения, относящиеся к предыдущей строке (для первой строки вычисления не производить)

- f. Постройте график зависимости тока коллектора от тока базы.
- g. Постройте график зависимости напряжения база-эмиттер от тока базы.
- h. Постройте график зависимости напряжения коллектор-эмиттер от входного напряжения ключа.
- i. Постройте график зависимости коэффициента усиления по току от тока эмиттера.

Оценка по лабораторной работе:
за каждый построенный график - 1 балл.

№	$U_{бэ}$	U_{R2}	U_{R3}	$U_{кэ}$	$U_{вх}$	$I_{к}$	$I_{б}$	$I_{э}$	$h_{21э}$
1									
...									
14									

Лабораторная работа №4

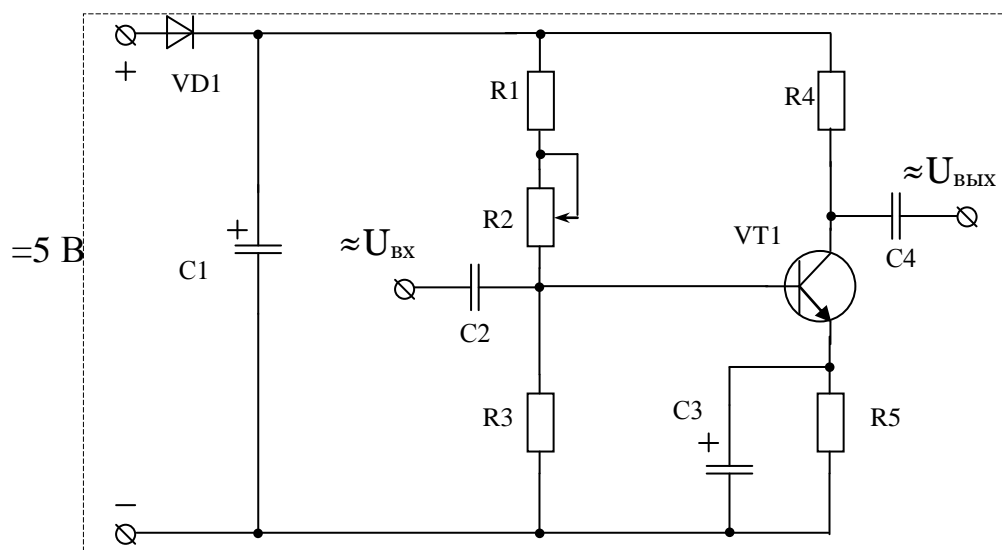
Изучение усилителя на биполярном транзисторе

Цель работы: изучение усилителя на биполярном транзисторе.

Приборы и принадлежности: источник питания; регулируемый источник переменного напряжения; макетная плата с исследуемым усилителем на биполярном транзисторе; мультиметр; осциллограф.

Порядок выполнения работы

В лабораторной работе рассматривается работа усилителя по схеме приведённого ниже рисунка. Это усилитель на биполярном транзисторе с общим эмиттером и стабилизацией рабочей точки. Напряжения питания 5 В подаётся на усилитель через диод VD1 для предотвращения ошибки полярности питания и шунтируется конденсатором C1 для устранения пульсаций. С помощью резистора R2 можно менять напряжение на базе транзистора и тем самым менять режим его работы.



1. Снятие данных.

а. Подключите к лабораторному стенду напряжение питания.

б. Передвиньте движок резистора R2 в нижнее по схеме положение. В отчёте изобразите принципиальную схему усилителя. С помощью мультиметра измерьте напряжение на электродах транзистора. Нанесите полученные значения на схему возле соответствующих электродов.

с. Рассчитайте токи, текущие через все резисторы, и укажите их на схеме.

д. На вход усилителя подайте входное переменное напряжение около 0,1 В.

е. На выход усилителя (к коллектору транзистора) подключите осциллограф. Добейтесь неподвижной картины на его экране. Она должна представлять собой синусоиду, ограниченную снизу. Если это не так, то регулировкой входного переменного напряжения добейтесь этого. Изобразите осциллограмму в отчёте (с соблюдением масштаба).

ф. Подключите осциллограф к базе транзистора. Добейтесь неподвижной картины на его экране. Изобразите осциллограмму в отчёте.

г. Передвиньте движок резистора R2 в среднее по схеме положение. Снимите осциллограмму напряжения на коллекторе транзистора. Она должна представлять собой правильную синусоиду. Если это не так, то регулировкой R2 и входного переменного напряжения добейтесь этого. Изобразите осциллограмму в отчёте.

х. С помощью осциллографа измерьте входное и выходное переменное напряжение. Рассчитайте коэффициент усиления и запишите в отчёт.

и. Передвиньте движок резистора R2 в верхнее по схеме положение. Снимите осциллограмму напряжения на коллекторе транзистора. Она должна представлять собой синусоиду, ограниченную сверху. Если это не так, то регулировкой R2 и входного переменного напряжения добейтесь этого. Изобразите осциллограмму в отчёте.

2. Снятие амплитудно-частотной характеристики усилителя.

а. Переместите движок переменного резистора R2 в среднее положение. Подайте на вход усилителя переменное напряжение от генератора амплитудой около 0,1 В. Подключите к выходу усилителя осциллограф. Убедитесь, что

на выходе усилителя - неискажённая синусоида. Если это не так, то регулировкой R2 и входного переменного напряжения добейтесь этого.

в. Включите питание стенда и генератор с осциллографом. Генератор должен выдавать сигнал с частотой 20 Гц. Добейтесь на экране осциллографа неподвижной картины выходного синусоидального сигнала и измерьте двойной размах выходного напряжения $U_{\text{ВЫХ}}$. Запишите полученное значение в таблицу.

с. Подключите осциллограф к входу усилителя и измерьте двойной размах напряжения $U_{\text{ВХ}}$. Запишите полученное значение в таблицу.

д. Увеличьте частоту до следующего значения из приведённой ниже таблицы. Повторите измерение $U_{\text{ВЫХ}}$.

е. Проведите измерения $U_{\text{ВЫХ}}$ и для остальных значений частоты.

ф. Рассчитайте коэффициент усиления усилителя по формуле $k=U_{\text{ВЫХ}}/U_{\text{ВХ}}$. Запишите его в таблицу и постройте АЧХ (зависимость коэффициента усиления от частоты).

f, Гц	20	200	2000	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$
$U_{\text{ВХ}}$						
$U_{\text{ВЫХ}}$						
k						

Оценка по лабораторной работе:

За каждую схему (всего должно быть 3 схемы) с расчётными токами и измеренными напряжениями - 1 балл.

За каждую осциллограмму (всего 6 осциллограмм) - 1 балл.

За АЧХ - 1 балл.

Лабораторная работа №5

Изучение полевых транзисторов

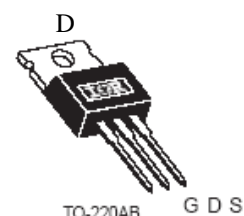
Цель работы: изучение работы полевого транзистора.

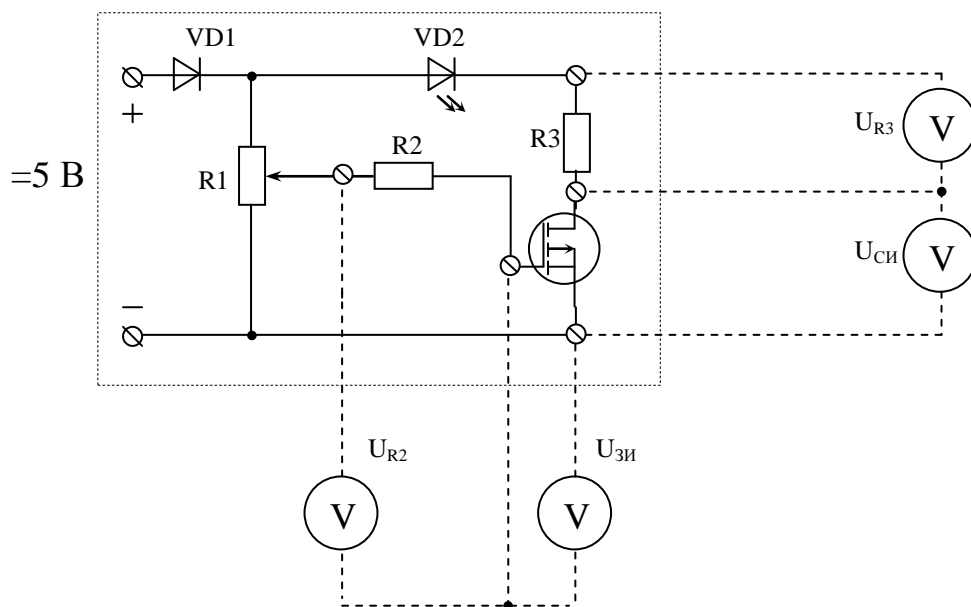
Приборы и принадлежности: Источник напряжения, переменный резистор, макетная плата с исследуемым транзистором, мультиметр.

Порядок выполнения работы

1. Снятие данных.

а. Соберите схему согласно рисунку (справа изображён полевой транзистор: G – затвор, D – сток, S – исток).





б. Установите движок переменного резистора R1 в нижнее по схеме положение.

с. Измерьте напряжение U_{R2} и U_{R3} на резисторах R3, R2 и на транзисторе - сток-исток, затвор-исток ($U_{си}$, $U_{зи}$). Занесите данные в таблицу ($U_{си}$ – напряжение сток-исток, $U_{зи}$ – напряжение затвор-исток, U_{R3} и U_{R2} – напряжение на соответствующих резисторах)

д. Увеличьте напряжение на резисторе R1 (угол поворота R1 около 10°). Повторите измерения как в предыдущем пункте. Сделайте это около 14 раз.

2. Обработка результатов измерений.

а. Рассчитайте ток стока $I_c = U_{R3}/R3$.

б. Рассчитайте ток затвора $I_з = U_{R2}/R2$.

с. Рассчитайте крутизну $s = (I_c - I_{c,пред}) / (U_з - U_{з,пред})$, где индексом «пред» помечены значения, относящиеся к предыдущей строке (для первой строки вычисления не производить)

д. Рассчитайте входное напряжение ключа $U_{вх} = U_{зи} + U_{R2}$.

№	$U_{зи}$	U_{R2}	U_{R3}	$U_{си}$	I_c	$I_з$	$R_{си}$	s	$U_{вх}$
1									
...									
14									

е. Постройте график зависимости тока стока от напряжения затвора.

ф. Постройте график зависимости крутизны от напряжения затвора.

г. Постройте график зависимости напряжения сток-исток от входного напряжения транзисторного ключа.

х. Постройте график зависимости сопротивления сток-исток от напряжения затвор-исток.

Оценка по лабораторной работе:

за каждый правильно построенный график - 1 балл.

Лабораторная работа №6

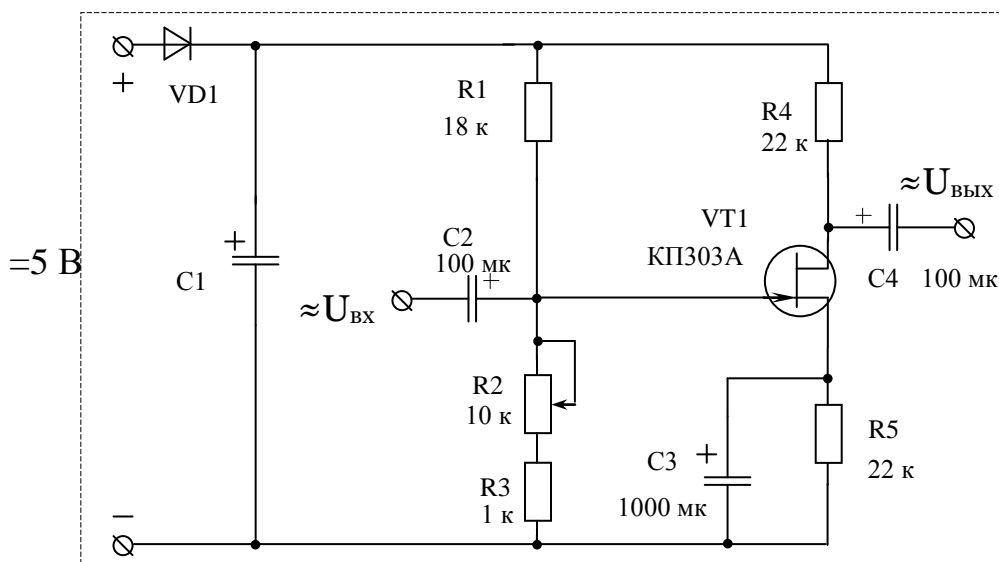
Изучение усилителя на полевом транзисторе

Цель работы: изучение усилителя на полевом транзисторе.

Приборы и принадлежности: источник питания; регулируемый источник переменного напряжения; макетная плата с исследуемым усилителем на полевом транзисторе; мультиметр; осциллограф.

Порядок выполнения работы

В лабораторной работе рассматривается работа усилителя по схеме приведенного ниже рисунка. Это усилитель на полевом транзисторе с управляющим р-п переходом и общим истоком со стабилизацией рабочей точки. Напряжения питания 5 В подаётся на усилитель через диод VD1 для предотвращения ошибки полярности питания и шунтируется конденсатором C1 для устранения пульсаций. С помощью резистора R2 можно менять напряжение на затворе транзистора и тем самым менять режим его работы.



1. Определение рабочего режима транзистора.
 - а. Подключите к лабораторному стенду напряжение питания.
 - б. Передвиньте движок резистора R2 в нижнее по схеме положение. В отчёте изобразите принципиальную схему усилителя. С помощью мультиметра измерьте потенциал на электродах транзистора относительно минусового провода. Нанесите полученные значения на схему возле соответствующих электродов.
 - с. Рассчитайте токи, текущие через все резисторы, и укажите их на схеме.
2. Снятие осциллограмм.

- a. От генератора звуковой частоты на вход усилителя подайте входное переменное напряжение около 0,1 В.
- b. На выход усилителя (к стоку транзистора) подключите осциллограф. Добейтесь неподвижной картины на его экране. Она должна представлять собой синусоиду, ограниченную сверху. Если это не так, то регулировкой входного напряжения добейтесь этого. Изобразите осциллограмму в отчёте (с соблюдением масштаба).
- c. Подключите осциллограф к затвору транзистора. Добейтесь неподвижной картины на его экране. Изобразите осциллограмму в отчёте.
- d. Передвиньте движок резистора R2 в среднее по схеме положение. Снимите осциллограмму напряжения на стоке транзистора. Она должна представлять собой правильную синусоиду. Если это не так, то регулировкой R2 и входного напряжения добейтесь этого. Изобразите осциллограмму в отчёте.
- e. Передвиньте движок резистора R2 в верхнее по схеме положение. Снимите осциллограмму напряжения на стоке транзистора. Она должна представлять собой синусоиду, ограниченную снизу. Если это не так, то регулировкой входного напряжения добейтесь этого. Изобразите осциллограмму в отчёте.

3. Снятие амплитудно-частотной характеристики усилителя.

- a. Переместите движок переменного резистора R2 в среднее положение. Подайте на вход усилителя переменное напряжение от генератора амплитудой около 0.1 В. Подключите к выходу усилителя осциллограф. Убедитесь, что на выходе усилителя - неискажённая синусоида. Если это не так, то регулировкой R2 и входного переменного напряжения добейтесь этого.
- b. Включите питание стенда и генератор с осциллографом. Генератор должен выдавать сигнал с частотой 20 Гц. Добейтесь на экране осциллографа неподвижной картины выходного синусоидального сигнала и измерьте двойной размах выходного напряжения $U_{\text{вых}}$. Запишите полученное значение в таблицу.
- c. Подключите осциллограф к входу усилителя и измерьте двойной размах напряжения $U_{\text{вх}}$. Запишите полученное значение в таблицу.
- d. Увеличьте частоту до следующего значения из приведённой ниже таблицы. Повторите измерение $U_{\text{вых}}$.
- e. Проведите измерения $U_{\text{вых}}$ и для остальных значений частоты.
- f. Рассчитайте коэффициент усиления усилителя по формуле $k=U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$. Запишите его в таблицу и постройте АЧХ (зависимость коэффициента передачи от частоты).

f, Гц	20	200	2000	$2 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$
$U_{\text{вх}}$						
$U_{\text{вых}}$						
k						

Оценка по лабораторной работе:

За каждую схему с расчётными токами и измеренными напряжениями - 1 балл.
За каждую осциллограмму - 1 балл.

Лабораторная работа №7

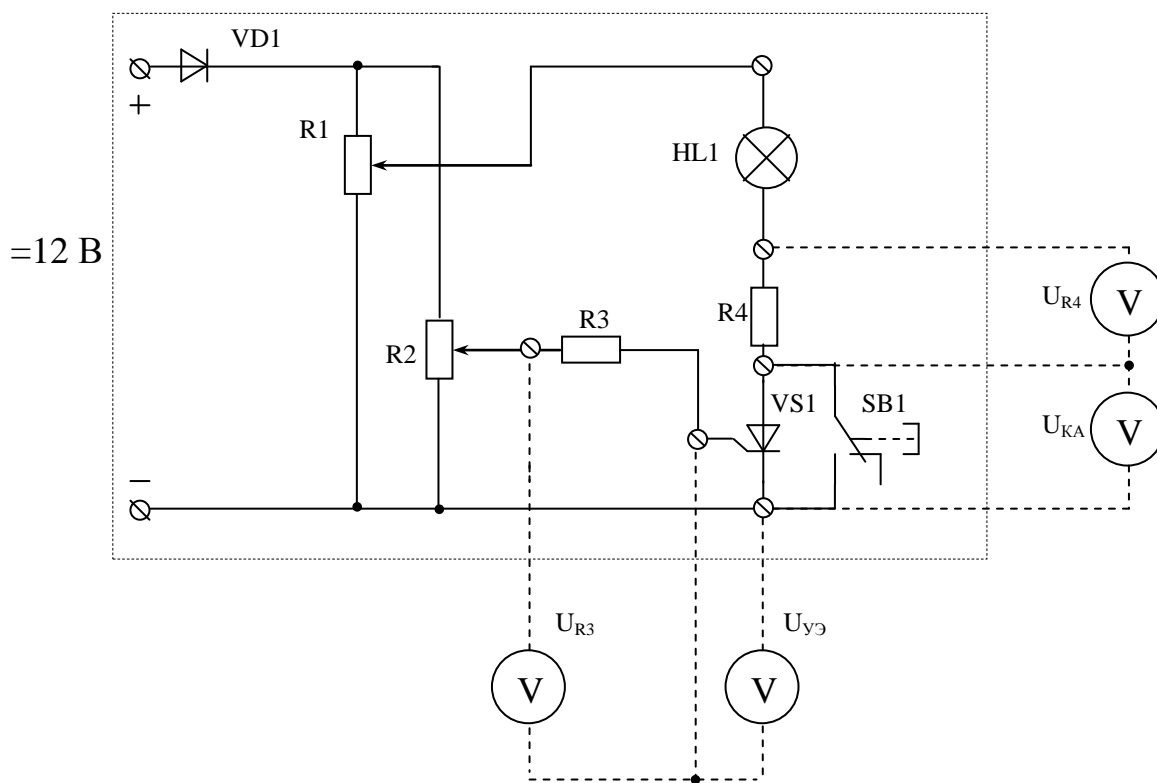
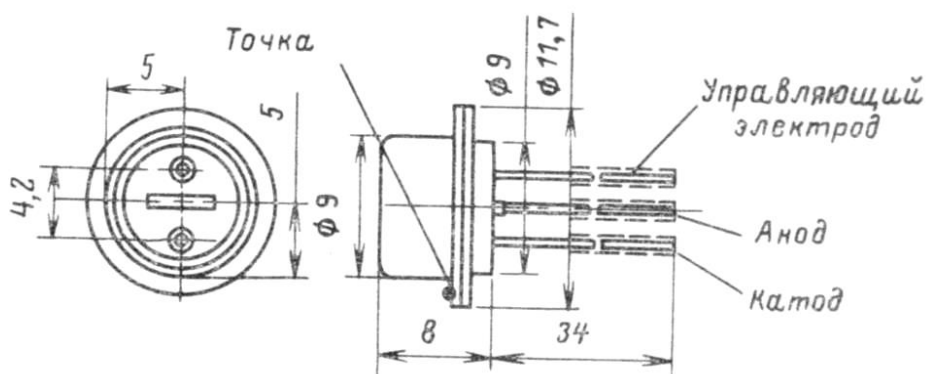
Изучение тиристоров

Цель работы: изучение работы тиристора.

Приборы и принадлежности: Источник напряжения, переменный резистор, макетная плата с исследуемым тиристором, мультиметр.

Порядок выполнения работы

1. Снятие данных.
 - а. Соберите схему согласно рисунка.



б. Установите движок переменного резистора R2 в нижнее по схеме положение, а R1 - в верхнее по схеме положение.

с. Измерьте напряжение на резисторах R4, R3, на тиристоре $U_{ка}$ (между катодом и анодом), на управляющем электроде $U_{уэ}$ (между управляющим электродом и катодом). Занесите данные в таблицу.

д. Увеличьте напряжение на резисторе R2 (угол поворота R2 около 10°). Повторите измерения как в предыдущем пункте. Сделайте это около 14 раз. Лампа HL1 должна загореться примерно в середине измерений.

е. Попробуйте уменьшать напряжение на аноде с помощью резистора R1. Наблюдайте за свечением лампы. Сделайте вывод.

ф. При горячей лампе соедините кратковременно анод и катод с помощью кнопки SB1. Наблюдайте за свечением лампы. Сделайте вывод.

2. Определение тока удержания.

а. Установите движок переменного резистора R1 в верхнее по схеме положение, а R2 (при включенном питании) - сначала в верхнее, а затем в нижнее по схеме положение (чтобы открыть тиристор).

б. Плавно вращая ручку резистора R1 уменьшайте напряжение на последовательно соединённых резисторе R4, лампе и тиристоре (уменьшая тем самым ток через них). Вольтметр должен быть подключён параллельно резистору R4.

с. Занесите в таблицу показание вольтметра $U_{R4уд}$, которое было последнее перед обращением в ноль.

д. Рассчитайте ток удержания $I_{уд}$: $I_{уд} = U_{R4уд} / R4$.

3. Обработка результатов измерений.

е. Рассчитайте ток управляющего электрода $I_{уэ} = U_{R3} / R3$.

ф. Рассчитайте ток анода $I_a = U_{R4} / R4$.

г. Постройте график зависимости тока анода от тока управляющего электрода (входную характеристику).

д. Постройте график зависимости тока управляющего электрода $I_{уэ}$ от напряжения управляющего электрода $U_{уэ}$.

е. Проанализируйте характер изменения тока анода и напряжения катод-анод в зависимости от тока управляющего электрода. Сделайте вывод.

Оценка по лабораторной работе:

за каждый правильно построенный график - 1 балл.

за правильно сделанный вывод - 1 балл.

за определение тока удержания - 1 балл.

№	$U_{уэ}$	U_{R3}	U_{R4}	$U_{ка}$	I_a	$I_{уэ}$	$U_{4уд}$	$I_{уд}$
1								
...								
14								

Лабораторная работа №8

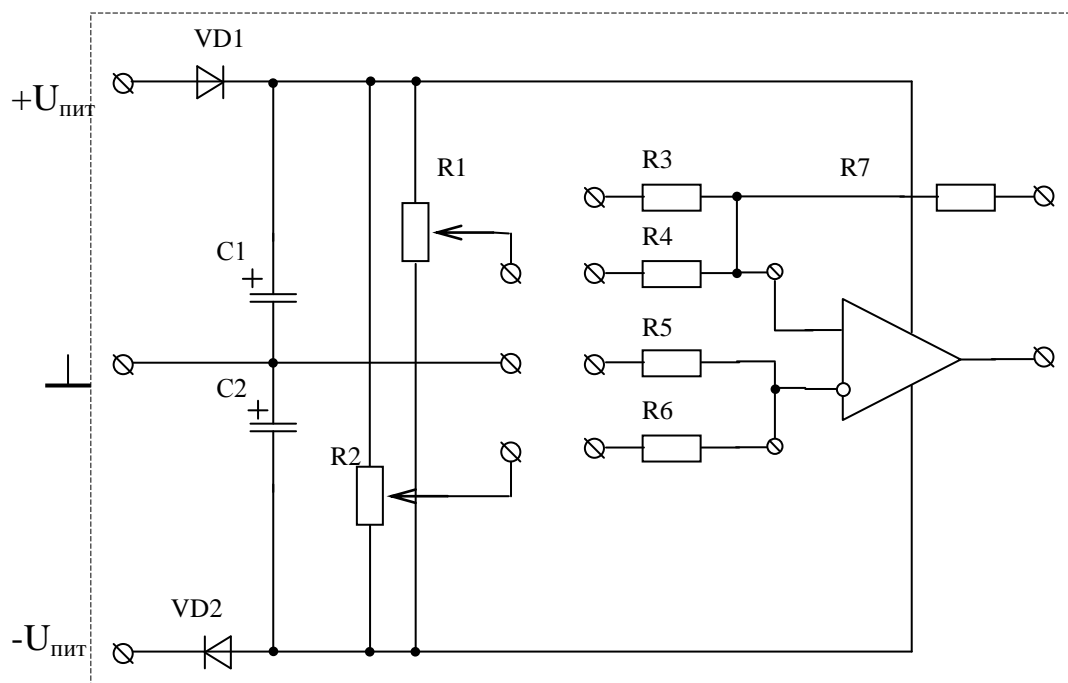
Изучение операционных усилителей

Цель работы: изучение работы операционных усилителей (ОУ).

Приборы и принадлежности: Учебный стенд: ОУ с резисторами, источник питания, мультиметр.

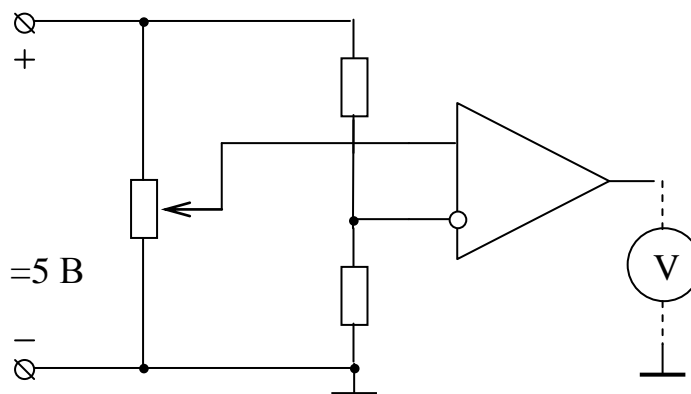
Описание лабораторной установки.

Основой лабораторного стенда является операционный усилитель К140УД20Б, выводы которого подключены к клеммам. Также он имеет несколько постоянных резисторов и два переменных резистора, с помощью которых можно задавать различное входное напряжение. Схема представлена на рисунке 1. Соединяя различные клеммы между собой можно собрать различные функциональные устройства на операционном усилителе. Для измерения напряжения на входах ОУ предусмотрены соответствующие клеммы. Далее в порядке выполнения работы не указывается, какие резисторы использовать, так как использовать можно любые, удобные для подключения.



Порядок выполнения работы

1. Снятие входной характеристики.
 - а. Соберите схему согласно приведённому ниже рисунку.
 - б. Изменяя напряжение на неинвертирующем входе, измеряйте напряжение на выходе ОУ. Сделайте около 10 измерений. Данные занесите в таблицу



№	Напряжение на неинвертирующем входе, $U_{вх.н}$, В	Напряжение на выходе, $U_{вых}$, В
1		
...		
10		
Напряжение на инвертирующем входе, $U_{вх.и}$, В		

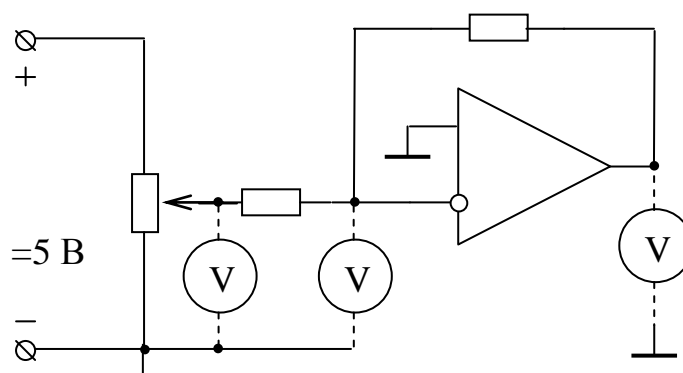
с. Измерьте напряжение на инвертирующем входе ОУ. Данные занесите в таблицу.

д. Постройте входную характеристику ОУ – зависимость выходного напряжения от входного.

2. Изучение инвертирующего усилителя.

а. Соберите схему согласно приведённому ниже рисунку.

б. Изменяя напряжение на входе инвертирующего усилителя (среднем выводе переменного резистора) измеряйте напряжение на выходе ОУ и на инвертирующем входе ОУ. Сделайте около 10 измерений. Данные занесите в таблицу

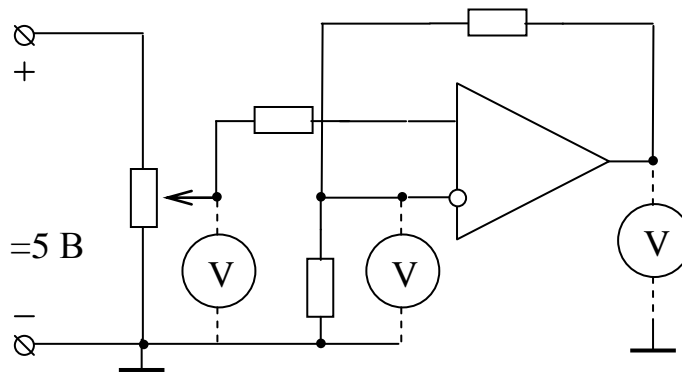


№	Напряжение на входе инвертирующего усилителя, $U_{вх}$, В	Напряжение на инвертирующем входе, $U_{вх.инв}$, В	Напряжение на выходе ОУ, $U_{вых}$, В
1			
...			
10			

с. Постройте входную характеристику инвертирующего усилителя – зависимость выходного напряжения от входного $U_{вых}(U_{вх})$.

3. Изучение неинвертирующего усилителя.

а. Соберите схему согласно рисунку.



б. Изменяя напряжение на входе неинвертирующего усилителя (среднем выводе переменного резистора) измеряйте напряжение на выходе ОУ и на инвертирующем входе ОУ. Сделайте около 10 измерений. Данные занесите в таблицу

№	Напряжение на входе инвертирующего усилителя, $U_{вх}$, В	Напряжение на инвертирующем входе, $U_{вх.инв}$, В	Напряжение на выходе ОУ, $U_{вых}$, В
1			
...			
10			

с. Постройте входную характеристику инвертирующего усилителя – зависимость выходного напряжения от входного $U_{вых}(U_{вх})$.

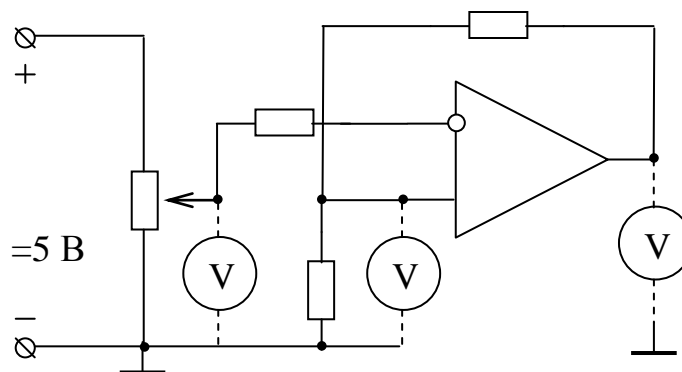
4. Изучение триггера Шмидта.

а. Соберите схему согласно рисунку.

б. Изменяя напряжение на входе триггера (среднем выводе переменного резистора) измеряйте напряжение на выходе ОУ и на инвертирующем входе ОУ. Сделайте около 10 измерений. Данные занесите в таблицу

№	Напряжение на входе триггера, $U_{вх}$, В	Напряжение на неинвертирующем входе, $U_{вх-}$, В	Напряжение на выходе ОУ, $U_{вых}$, В
1			
...			
10			

с. Постройте входную характеристику триггера шмидта – зависимость выходного напряжения от входного $U_{вых}(U_{вх})$.



Оценка по лабораторной работе:

За каждый пункт выполненной работы - 1 балл (итого 4 б).

Лабораторная работа №9

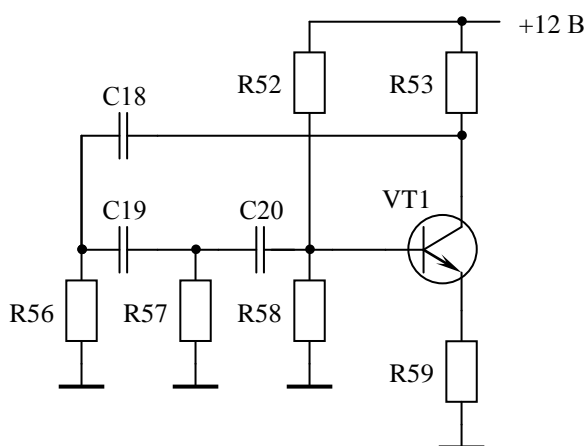
Изучение генераторов

Цель работы: изучение работы генераторов гармонических и прямоугольных сигналов.

Приборы и принадлежности: Учебный стенд: ОУ с внешними резисторами, регулируемый источник постоянного напряжения, мультиметр.

Порядок выполнения работы

1. Изучение работы генераторов гармонических сигналов на транзисторе.
 - a. Соберите схему согласно рисунку.



- b. Подключите к выходу генератора (коллектору транзистора) осциллограф. Включите стенд, изменяя сопротивление R53, добейтесь работы генератора.

- c. Добейтесь чёткой картины колебаний на осциллографе. Зарисуйте картину колебаний.

- d. Рассчитайте частоту генерируемых колебаний по формуле $f = 1/(2\sqrt{6}\pi RC)$ и сравните её с измеренной. Определите погрешность расчёта.

2. Изучение работы генераторов гармонических сигналов на ОУ.

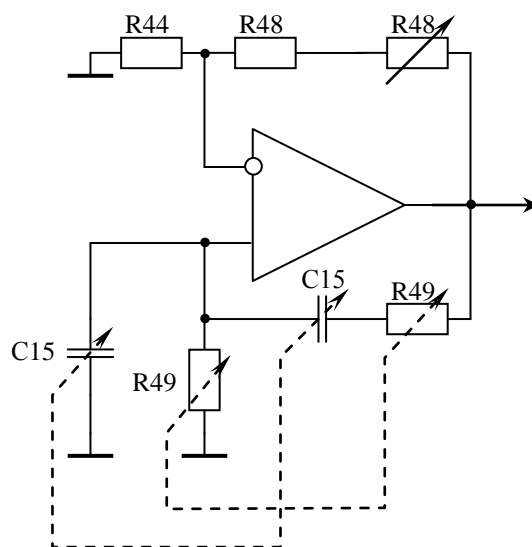
- a. Соберите схему согласно рисунку.

- b. Подключите к выходу генератора осциллограф. Включите стенд, изменяя сопротивление R48 добейтесь работы генератора.

- c. Добейтесь чёткой картины колебаний на осциллографе. Зарисуйте картину колебаний.

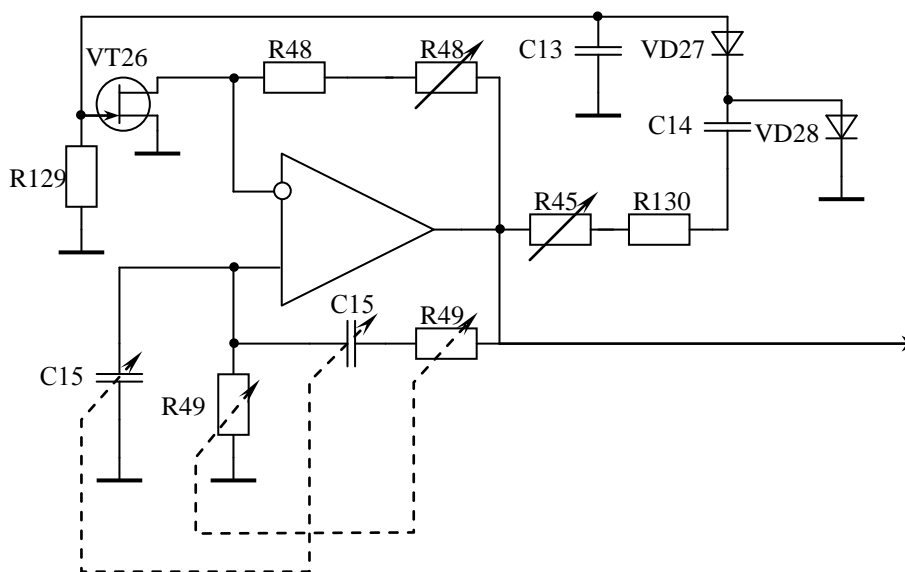
- d. Рассчитайте частоту генерируемых колебаний для трёх значений сопротивления R49 и ёмкости C15 по формуле $f = 1/(2\pi RC)$ и сравните её с измеренной. Занесите данные в таблицу и рассчитайте погрешность.

Ёмкость C15	Сопротивление R49	Расчётная частота	Измеренная частота	Погрешность расчёта



3. Изучение работы генераторов гармонических сигналов на ОУ.

а. Соберите схему согласно рисунку.



б. Подключите к выходу генератора осциллограф. Включите стенд, изменяя сопротивление резисторов R48 и R45 добейтесь работы генератора.

с. Добейтесь чёткой картины колебаний на осциллографе. Зарисуйте картину колебаний. Сделайте вывод, в чём отличие работы генераторов в пункте 2 и 3.

д. Рассчитайте частоту генерируемых колебаний для трёх значений сопротивления R49 и ёмкости C15 по формуле $f = 1/(2\pi RC)$ и сравните её с измеренной. Занесите данные в таблицу и рассчитайте погрешность.

Ёмкость C15	Сопротивление R49	Расчётная частота	Измеренная частота	Погрешность расчёта

Оценка по лабораторной работе:

За каждый пункт выполненной работы - 2 балл (итого 6 б).

Литература

1. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 528 с.
2. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. - 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отд-ние, 1988. – 304 с.
3. Игловский И. Г., Владимиров Г. В. Справочник по слаботочным электрическим реле. – 3-е изд. перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отд-ние, 1990. – 560 с.
4. Игумнов Д. В. , Костюнина Г. П. Основы полупроводниковой электроники. Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 3392 с.
5. Коломбет Е. А. Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов. – М.: Радио и связь, 1991. – 376 с.
6. Лавриненко В. Ю. Справочник по полупроводниковым приборам. 10-е изд., перераб. и доп. – К.: Техніка, 1984. – 424 с.
7. Лачин В. И. , Савёлов Н. С. Электроника: учебное пособие. 3-е изд.- Ростов на Дону : изд-во «Феникс», 202. – 576 с.
8. Нефёдов В. И. Основы радиоэлектроники и связи. М.: «Издательство «Высшая школа», 2002. – 510 с.
9. Опадчий Ю. Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 768 с.
10. Прянишников В. А. Электроника: Полный курс лекций . – 3- изд. – СПб.: Учитель и ученик: КОРОНА принт, 2003. – 416 с.

Для заметок

Учебное издание

Безик Дмитрий Александрович

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА РЭА

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 05.08.2014 г. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,33. Тираж 50 экз. Изд. 2791.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА