



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

---

**Политехнический колледж (ПК БГТУ)**

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО БГТУ

\_\_\_\_\_/ О.Н. Федонин  
«20» апреля 2023 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
учебной дисциплины  
**ОП.05 Электротехника и основы электроники**

Специальность:	<b>15.02.12 Монтаж , техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Программа подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ):	базовая
Присваиваемая квалификация:	Техник-механик
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	3 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование

Брянск 2023

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ОП.05 Электротехника и основы электроники (далее — МУ)**  
**для специальности 15.02.12 Монтаж , техническое обслуживание и ремонт**  
**промышленного оборудования (по отраслям)**

Разработал(и):  
преподаватель ПК БГТУ

В.В. Антропова

МУ рассмотрена и одобрена на заседании  
предметно-цикловой комиссии «Монтаж и  
техническая эксплуатация промышленного  
оборудования» ПК БГТУ (далее — ПЦК)  
от «20» апреля 2023г., протокол № 9

Председатель ПЦК

П.П. Антропов

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе,

Т.Е. Балашова

© *В.В. Антропова*

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

## Лабораторная работа №1

**Тема работы: Опытная проверка свойств последовательного, параллельного и смешанного соединения резисторов**

**Цель работы:**

Опытным путём проверить законы Ома и Кирхгофа и закономерности соединения резисторов.

Материальное обеспечение:

1. Лабораторный стенд 17Д-01
2. Панель №2 к стенду 17Д-01

Схема соединения: указана на панели №2 к стенду 17Д-01.

**Содержание работы:**

1. На участке цепи ток пропорционален напряжению и обратно пропорционален сопротивлению участка (Закон Ома для участка цепи).

$$I = \frac{U}{R} \quad (1)$$

2. Резисторы в цепях могут быть соединены последовательно, параллельно и смешанно. На панели №2 резисторы 2 и 3 соединены последовательно. Резисторы 5,6 и 7 соединены параллельно. Резисторы 2,3,4,5,6,7 соединены смешанно.

При соединении резисторов 2 и 3 токи во всех резисторах одинаковы:  $I_1 = I_2 = I_3$  (2), напряжение на участке, содержащем последовательное соединение резисторов 2 и 3 равно сумме напряжений  $U_{2,3} = U_2 + U_3$  (3)

Эквивалентное сопротивление  $R_2$  и  $R_3$  равно сумме сопротивлений, т. е.  $R_{2,3} = R_2 + R_3$  (4)

Напряжение на резисторах  $R_2$  и  $R_3$  пропорционально их сопротивлениям, т. е.

$$\frac{U_2}{U_3} = \frac{R_2}{R_3} \quad (5)$$

В ходе работы необходимо проверить выполнение закономерностей указанных в формулах (1, 2, 3, 4, 5).

При параллельном соединении резисторов  $R_5, R_6, R_7$  действуют следующие закономерности: напряжение на параллельной группе резисторов равно напряжению на каждой ветви, т. е.  $U_{5,6,7} = U_5 = U_6 = U_7$  (6)

Для тока до разветвления и токов в ветвях действует

1-й закон Кирхгофа: «Сумма токов входящих в узел равна сумме токов выходящих из узла».

$$I_2 = I_3 + I_4 + I_5 \quad (7)$$

(8)

Проводимость параллельного соединения резисторов  $R_5, R_6, R_7$  равна сумме проводимости ветвей, т. е.  $\frac{1}{R_{5,6,7}} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7}$  (9)

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с материальным обеспечением работы, техническими данными приборов, начертить электрическую схему соединений по панели №2.
2. Собрать схему, руководствуясь указаниями по сборке схемы.
3. Включить участок с последовательным соединением резисторов  $R_2$  и  $R_3$  при этом разомкнуть цепь участка с параллельным соединением на резисторе  $R_4$  путем его изъятия из гнезда.  $R_1$  замкнуть перемычкой.
4. Установить  $R_2 = 150 \text{ Ом}$  ,  $R_3 = 150 \text{ Ом}$  и установить входное напряжение  $U_3 = 10 \text{ В}$  по прибору Изм. В. (измеритель выхода) с помощью рукоятки «ГРУБО», «ТОЧНО» на ГН<sub>2</sub> на блоке БП<sub>3</sub>. Включить сеть. Измерить  $I_1, U_2, U_3, U_{2.3}$ . Выключить сеть.
5. Установить  $R_2 = 620 \text{ Ом}$  ,  $R_3 = 620 \text{ Ом}$ . Включить сеть. Измерить  $I_1, U_2, U_3, U_{2.3}$ , при  $U_3 = 10 \text{ В}$ .
6. Напряжение уменьшить до  $U_3 = 5 \text{ В}$  и измерить  $I_1, U_2, U_3, U_{2.3}$ . Напряжение уменьшать рукояткой ГН<sub>2</sub>, наблюдая за показаниями прибора Изм. В.
7. Выключить сеть. Данные измерений занести в таблицу №1

Таблица 1

[illegible]

8. Снять перемычку с  $R_1$  и установить её на  $R_4$ . Установить резисторы  $R_5 = 620 \text{ Ом}$ ,  $R_6 = 620 \text{ Ом}$ ,  $R_7 = 620 \text{ Ом}$ . Включить сеть. Установить входное напряжение  $U_3 = 10 \text{ В}$ . Измерить  $I_2, U_3$ . Выключить сеть.
9. Перемычку переставить в гнезда X9 и X10, а амперметр АВ<sub>3</sub> переставить в гнезда X11 и X12, соблюдая полярность. Включить сеть. Измерить  $I_3$ . Выключить сеть.
10. Амперметр АВ<sub>3</sub> переставить в гнезда X13 и X14, а перемычку в гнезда X11 и X12. Включить сеть. Измерить  $I_4$ . Выключить сеть.
11. Амперметр АВ<sub>3</sub> переставить в гнезда X15 и X16, а перемычку в гнезда X13 и X14. Включить сеть. Измерить  $I_5$ . Выключить сеть.
12. Повторить пункты 8-11 для входного напряжения  $U_3 = 5 \text{ В}$  и  $U_3 = 8 \text{ В}$ . Данные измерений занести в таблицу №2

Таблица 2

№ опыта	Измерить					Даны			Вычислить				
	$U_3$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$I_2$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$1/R_{5,6,7}$
	В	А	А	А	А	Ом	Ом	Ом	А	Ом	Ом	Ом	Ом
1													
2													
3													

13. Используя данные таблицы №1 проверить:

а) закон Ома для участка цепи  $I = \frac{U}{R}$ ;

б) что  $U_{2,3} = U_2 + U_3$ ;

с) что  $R_{2,3} = R_2 + R_3$ .

14. Используя данные таблицы №2 проверить:

а) выполнение 1-го закона Кирхгофа  $I_2 = I_3 + I_4 + I_5$ ;

б) обратно пропорциональную зависимость между токами и сопротивлениями  
 $\frac{I_5}{I_6} = \frac{R_6}{R_5}$ ;

с) проверить выполнение равенства  $\frac{1}{R_{5,6,7}} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7}$ .

15. Написать заключение о проделанной работе.

16. Составить отчет и предъявить его преподавателю на следующем занятии.

Отчет должен содержать:

- 1) тему работы;
- 2) цель работы;
- 3) перечень материального обеспечения;

- 4) электрическую схему соединения;
- 5) таблицы с результатами измерений;
- 6) расчетные формулы и вычисления;
- 7) выводы и заключения о проделанной работе.

## Лабораторная работа №2

### Тема работы: Исследование R,L,C-цепей переменного тока

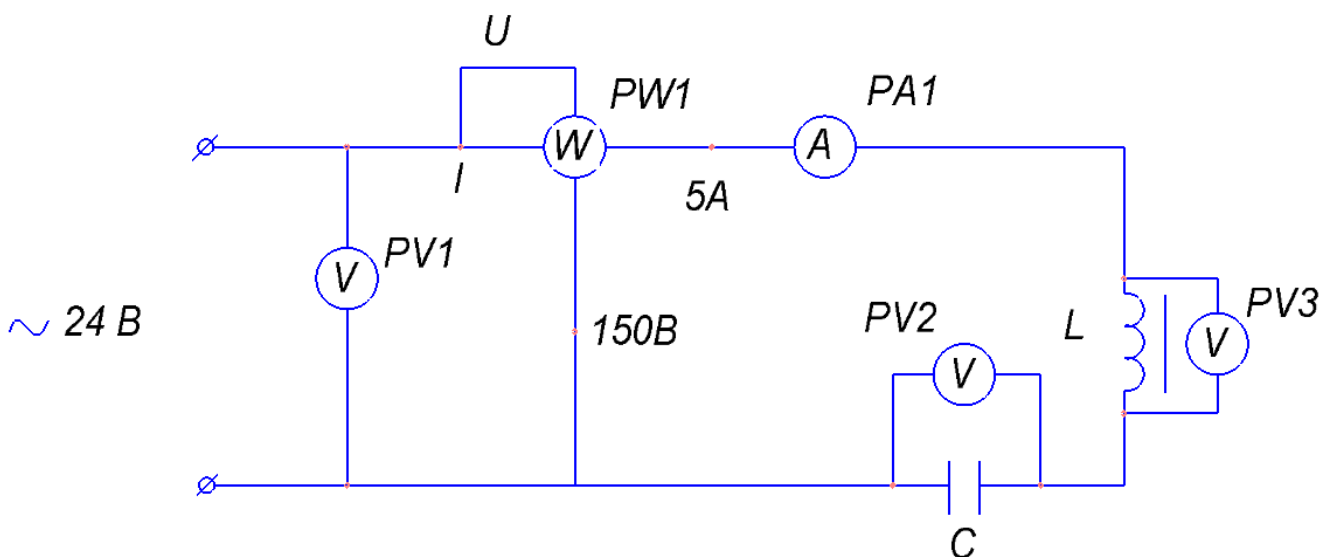
#### Цель работы:

Изучить явления, происходящие в последовательной цепи переменного тока при изменении соотношений величин индуктивности и ёмкости; ознакомиться с резонансом напряжений.

Материальное обеспечение:

3. Катушка переменной индуктивности.
4. Конденсатор ёмкостью 80мкФ.
5. Амперметр переменного тока 5А.
6. Вольтметр переменного тока 50 В.
7. Вольтметр переменного тока 150 В.
8. Ваттметр однофазный 150В, 5А.

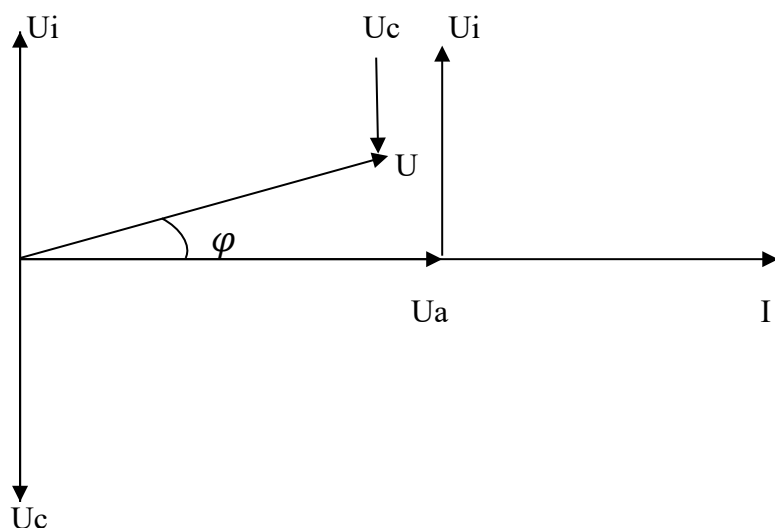
Схема соединения:



#### Содержание работы:

При последовательном соединении катушки и конденсатора по цепи проходит один тот же ток, а общее напряжение  $U$  представляет собой геометрическую сумму активного  $U_a$  и реактивного  $U_p$  падений напряжения, которые образуют треугольник напряжений. Из этого треугольника имеем:





$$U = \sqrt{U_a^2 + U_p^2}$$

$$\text{где } U_p = U_i - U_c.$$

Ваттметр, подключаемый к катушке, измеряет активную мощность катушки  $P_k$ . Вольтметр на 150В, подключенный к зажимам катушки и конденсатора, измеряет на них падения напряжений  $U_k$  и  $U_c$ . По этим данным можно определить активное сопротивление катушки:  $R_k = \frac{P_k}{I^2}$

$$\text{Полное сопротивление катушки: } Z_k = \frac{U_k}{I}$$

$$\text{Индуктивное сопротивление катушки: } X_L = \sqrt{Z_k^2 + R_k^2}$$

$$\text{Емкостное сопротивление конденсатора: } X_C = \frac{U_c}{I}$$

$$\text{Активное падения напряжения: } U_a = I \cdot R$$

$$\text{Индуктивное падение напряжения: } U_L = I \cdot X_L$$

$$\text{Коэффициент мощности цепи: } \cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{U \cdot I}$$

$$\text{где } P = P_k, \text{ т. к. } P_c = 0$$

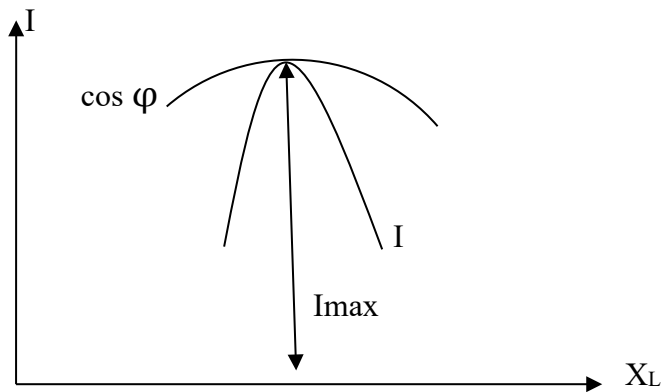
Как видно из векторной диаграммы, при уменьшении связи с уменьшением  $X_L$  (при выведении сердечника), вектор общего напряжения  $U$  будет поворачиваться по ходу часовой стрелки, в какой-то момент совпадает по фазе с вектором  $I$ , затем начнет отставать от него на угол  $\varphi$ .

Величина тока при этом будет увеличиваться, достигнет максимума, затем станет уменьшаться. Максимум тока будет при условии  $U = U_c$  или  $X_L = X_C$ . При



этом  $U=U_a$ ,  $\cos \varphi = 1$ ,  $\varphi = 0$ . Такой режим цепи называется резонансом напряжений.

При резонансе напряжений напряжения на катушке и конденсаторе возрастают в несколько раз по сравнению с общим напряжением, что создает опасность пробоя изоляции установок.



#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, необходимыми для выполнения работы, и записать их технические данные.
2. Собрать схему и показать ее руководителю. Установить  $X_L=X_c$ , введя полностью сердечник в катушку.
3. Включить ток и замерить общее напряжение  $U$ , общий ток  $I$ , падения напряжения на катушке  $U_k$  и на конденсаторе  $U_c$ , активную мощность катушки  $P_k$  для двух положений сердечника.
4. Установить  $X_L=X_c$  (по наибольшему току в цепи) и повторить все изменения.
5. Установить  $X_L < X_c$ , Выводя сердечник из катушки и произвести измерения для двух положений сердечника.
6. Вычислить для каждого опыта  $R_k$ ,  $Z_k$ ,  $X_L$ ,  $X_c$ ,  $U_a$ ,  $U_L$ ,  $\cos \varphi$ ,  $\varphi$  результаты измерений и вычислений занести в таблицу 1. Выключить ток.
7. Построить графики зависимости величины тока на одном координатном поле.
8. Построить векторные диаграммы для трех случаев  $X_L > X_c$ ,  $X_L = X_c$ ,  $X_L < X_c$ .
9. Сделать практический вывод о явлении резонанса напряжений.

Таблица 1

Изм. при соотношении	Измеряются					Вычисляются							
	U В	I А	R <sub>к</sub> Вт	U <sub>к</sub> В	U <sub>с</sub> В	R <sub>к</sub> Ом	Z <sub>к</sub> Ом	X <sub>L</sub> Ом	X <sub>с</sub> Ом	U <sub>с</sub> В	U <sub>L</sub> В	cos φ	φ
X <sub>L</sub> >X <sub>с</sub>													
X <sub>L</sub> >X <sub>с</sub>													
X <sub>L</sub> =X <sub>с</sub>													
X <sub>L</sub> <X <sub>с</sub>													
X <sub>L</sub> <X <sub>с</sub>													

10. Составить отчет и предъявить его преподавателю на следующем занятии.

Отчет должен содержать:

- 8) тему работы;
- 9) цель работы;
- 10) перечень материального обеспечения;
- 11) электрическую схему соединения;
- 12) таблицу с результатами измерений;
- 13) расчетные формулы и вычисления;
- 14) векторные диаграммы и графики в масштабе;
- 15) выводы и заключения о проделанной работе.

### Лабораторная работа №3

**Тема работы: Исследование входных и выходных характеристик биполярного транзистора**

**Цель работы:**

**: научиться снимать опытным путем входные и выходные характеристики транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, и определять его параметры.**

Приборы и оборудование:

1. Макет для снятия характеристик транзистора, в котором смонтированы:
  - А) источник питания;
  - Б) транзистор типа П13;
  - В) вольтметр постоянного тока 0,5В;
  - Г) вольтметр постоянного тока 12В;

- Д) миллиамперметр постоянного тока 1мА;  
 Е) миллиамперметр постоянного тока 50мА.

### Содержание работы:

Полупроводниковым триодом (транзистором) называется полупроводниковый прибор с двумя р-п-переходами, разделяющими полупроводники с разным характером примесной проводимости: “п” или “р”, где п-область с электронной проводимостью, р-область с дырочной проводимостью.

Смежные области, отделенные друг от друга р-п-переходами, называются эмиттер Э, база В и коллектор К.

Наиболее распространенным является транзистор типа р-п-р, у которого база (средняя область) обладает электронной проводимостью. Возможны три основные схемы включения транзистора: с общей базой ОБ, с общим эмиттером ОЭ и общим коллектором ОК.

Наибольшее распространение имеет схема с общим эмиттером ОЭ, как наиболее выгодная.

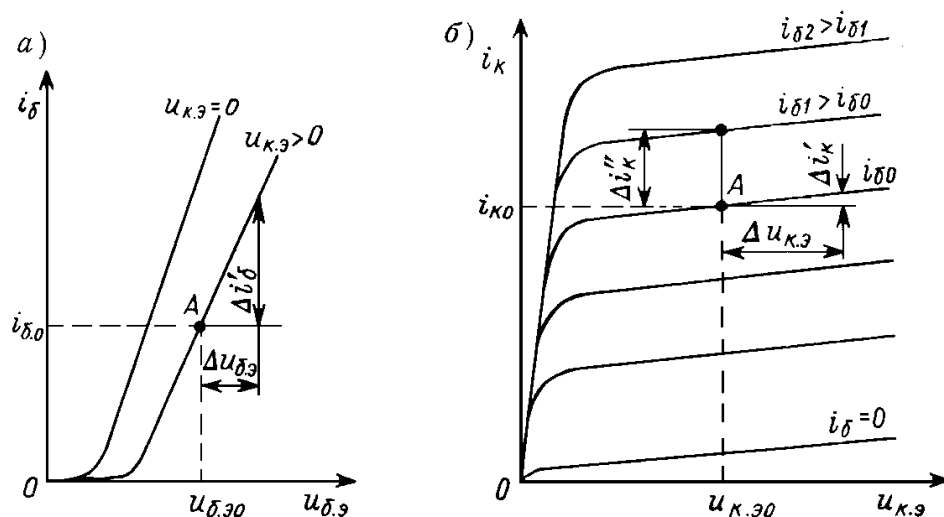
В схеме с ОЭ входным током является ток базы  $J_b$ , а выходным – ток коллектора  $J_k$ . Ток эмиттера равен сумме токов  $J_b$  и  $J_k$ :  $J_э = J_b + J_k$ .

Зависимость между током и напряжением во входной и выходной цепях транзистора определяется его входными и выходными статическими характеристиками.

Входная характеристика представляет собой зависимость тока базы  $J_b$  от напряжения между базой и эмиттером  $U_{бэ}$  при напряжении  $U_{кэ} = \text{const}$ :  $J_b = f(U_{бэ})$  при  $U_{кэ} = \text{const}$ .

Выходная характеристика представляет собой зависимость тока коллектора  $J_k$  от напряжения между коллектором и эмиттером  $U_{кэ}$  при токе базы  $J_b = \text{const}$ :  $J_k = f(U_{кэ})$  при  $J_b = \text{const}$ .

Входные(а) и выходные (б) статические характеристики транзистора в схеме с ОЭ имеют вид:



По характеристикам транзистора определяются его параметры:

А) входное сопротивление транзистора  $R_{вх}$ :

$$R_{вх} = \frac{\Delta U_{бэ}}{\Delta J_b} = \frac{U_{бэ2} - U_{бэ1}}{J_{б2} - J_{б1}} \text{ при } U_{кэ2} = \text{const};$$

Б) коэффициент усиления по току  $\beta$ :

$$\beta = \frac{\Delta J_k}{\Delta J_b} = \frac{J_{к2} - J_{к1}}{J_{б3} - J_{б2}} \text{ при } U_{кэ1} = \text{const};$$

$$\beta = h_{21}.$$

Коэффициент усиления по току  $\alpha$  этого транзистора, включенного по схеме с ОБ, определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с макетом и приборами, необходимыми для выполнения работы, и записать их технические данные.
2. Включить макет в сеть переменного тока с напряжением 220 В.
3. Включить ток и снять три входные характеристики транзистора, изменяя напряжение  $U_{бэ}$  от 0 до 0,3 В через 0,05В с помощью потенциометра R1 при неизменных  $U_{кэ1}=0$ ,  $U_{кэ}=-5$ ,  $U_{кэ}=-7В$ .
4. Полученные значения тока базы  $I_b$  и напряжения  $U_{бэ}$  занести в таблицу:
- 5.

№ изм.	$U_{кэ1}=0$		$U_{кэ}=5В$		$U_{кэ}=7В$	
	$U_{бэ}$ , В	$I_b$ , мА	$U_{бэ}$ , В	$I_b$ , мА	$U_{бэ}$ , В	$I_b$ , мА
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

6. Снять три выходные характеристики транзистора, изменяя напряжение  $U_{кэ}$  от 0 до -8В через 1В с помощью потенциометра R2 при неизменных значениях тока базы  $I_{б1}=0,2мА$ ,  $I_{б2}=0,4мА$ ,  $I_{б3}=0,6мА$ .

Выключить ток

- 7.Полученные значения тока коллектора  $I_k$  и напряжения  $U_{кэ}$  занести в таблицу:

№ изм.	$I_{б1}=0,2мА$		$I_{б2}=0,4мА$		$I_{б3}=0,6мА$	
	$U_{кэ}$ , В	$I_k$ , мА	$U_{кэ}$ , В	$I_k$ , мА	$U_{кэ}$ , В	$I_k$ , мА
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

8.Построить на одном координатном поле семейство входных характеристик транзистора  $I_b=f(U_{бэ})$  при  $U_{кэ}=const$  определить по ним входное сопротивление транзистора  $R_{вх}$ .

8.Построить на одном координатном поле семейства выходных характеристик транзистора  $I_k=f(U_{кэ})$  усиления по току  $\beta$ , а затем коэффициент усиления  $\alpha$ .

### **Лабораторная работа №4**

**Тема работы: Исследование одно- и двухполупериодных выпрямителей.  
Графики выпрямления переменного тока**

**Цель работы:**

– изучение схем, основных свойств и режимов

работы полупроводниковых неуправляемых и управляемых выпрямителей. Экспериментальное определение внешних и регулировочных характеристик, а также

коэффициентов пульсаций выпрямленного напряжения.

Изучите описание лабораторного стенда (методические указания «Стенд и приборы для исследования электрических цепей») и цифрового осциллографа. Полупроводниковым диодом называется контактное соединение двух полупроводников с электронной или n-проводимостью и дырочной или p-проводимостью.

Тонкий слой, разделяющий полупроводники диода и обладающий большим сопротивлением, называется запирающим слоем или p- n- переходом. Сопротивление p- n- перехода зависит от величины и направления приложенного к диоду напряжения.

Под действием прямого напряжения  $U_{пр}$ , приложенного в направлении от p- к n- области, через диод проходит значительный прямой ток  $I_{пр}$ .

Под действием обратного напряжения  $U_{обр}$ , приложенного в направлении от n- к p- области, через диод проходит незначительный обратный ток  $I_{обр}$ .

Таким образом, полупроводниковый диод обладает односторонней проводимостью.

В макет вмонтированы два диода:

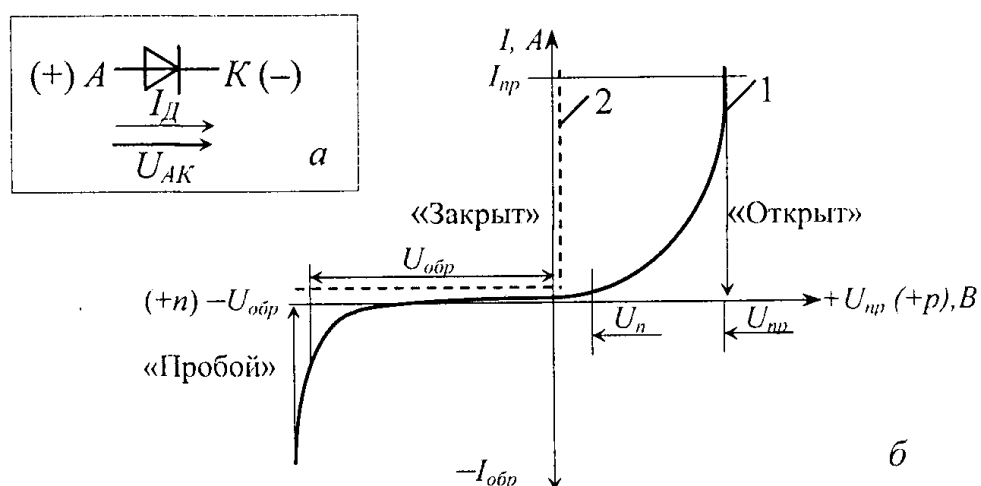
Д7Б, Д7Е, из которых испытываются два по заданию преподавателя.

Вольт-амперная характеристика полупроводникового диода состоит из двух частей:

1) прямой, представляющей собой зависимость прямого тока от прямого напряжения, т.е.  $I_{пр} = f(U_{пр})$

2) обратной, представляющей собой зависимость обратного тока от обратного напряжения т.е.  $I_{обр} = f(U_{обр})$

Типовая вольт-амперная характеристика германиевого плоскостного диода имеет вид:





- $$J_{\text{пр}} = \varphi ( U_{\text{пр.}} )$$

3. Первое включение тока производить только в присутствии руководителя

4. Включить макет в сеть с напряжением  $\sim 220\text{В}$ , включить ток.
5. С помощью ручки «прямая» изменять напряжение  $U_{\text{пр}}$  от 0 до 0,8В через 0,1В и записать соответствующие значения тока  $I_{\text{пр}}$ .
6. Полученные данные занести в таблицу:

7. Снять обратные характеристики заданных диодов. Для этого переключатель «характеристики» поставить в положение «обратная» переключатель «пределы напряжения» поставить: А) в положение «В» для диода ДВ09.

8. С помощью ручки «обратнаяR» изменять напряжение. От 0 до 2,0В через 0,2В. и записать соответствующие значения тока  $I_{обр}$ . Выключить ток.

9. Полученные данные занести в таблицу:

Диоды	Д
-------	---

Уобр. В												
Jobp мкА												

10. По данным опытов построить вольт-амперные характеристики диодов.

### **Лабораторная работа №5**

**Тема работы: Исследование формы выходного сигнала электронных генераторов**

**Цель работы:**

-изучить работу электронных генераторов, рассмотрение параметров синусоидального сигнала, параметров импульсного сигнала, определение частоты и скважности импульсов .

Генераторы синусоидальных колебаний-это генераторы, которые генерируют напряжение синусоидальной формы. Они классифицируются согласно их часто то задающим компонентам. Тремя основными типами генераторов синусоидальных колебаний являются LC -генераторы, кварцевые генераторы и RC-генераторы.

LC -генераторы используют колебательный контур из конденсатора и катушки индуктивности, соединенных либо параллельно, либо последовательно, параметры которых определяют частоту колебаний.

Кварцевые генераторы подобны LC -генераторам, но обеспечивают более высокую стабильность колебаний.

LC -генераторы и кварцевые генераторы используются в диапазоне радиочастот. Они не подходят для применения на низких частотах. На низких частотах используются RC -генераторы, в которых для задания частоты колебаний используется резистивно-емкостная цепь.

Автогенераторы типа LC применяют в основном на частотах выше 20 кГц, так как для более низких частот конструкция таких колебательных контуров громоздка.

Основными типами LC -генераторов являются генератор Хартли и генератор Колпитца. На рис. 3, а изображен генератор Хартли.

Величина обратной связи в этой схеме зависит от положения отвода катушки L1. Выходной сигнал снимается с катушки связи L2. На рис. 3, б изображен генератор Колпитца. Величина обратной связи в схеме Колпитца определяется отношением емкостей конденсаторов C 1 и C 2 . Генератор Колпитца более стабилен, чем генератор Хартли, и более часто используется.

RC -генераторы применяют для задания синусоидальных колебаний на низких частотах. Простейшим RC -генератором синусоидальных колебаний является генератор с фазосдвигающей цепью.

Генератор с фазосдвигающей цепью — это обычный усилитель с фазосдвигающей RC -цепью обратной связи.

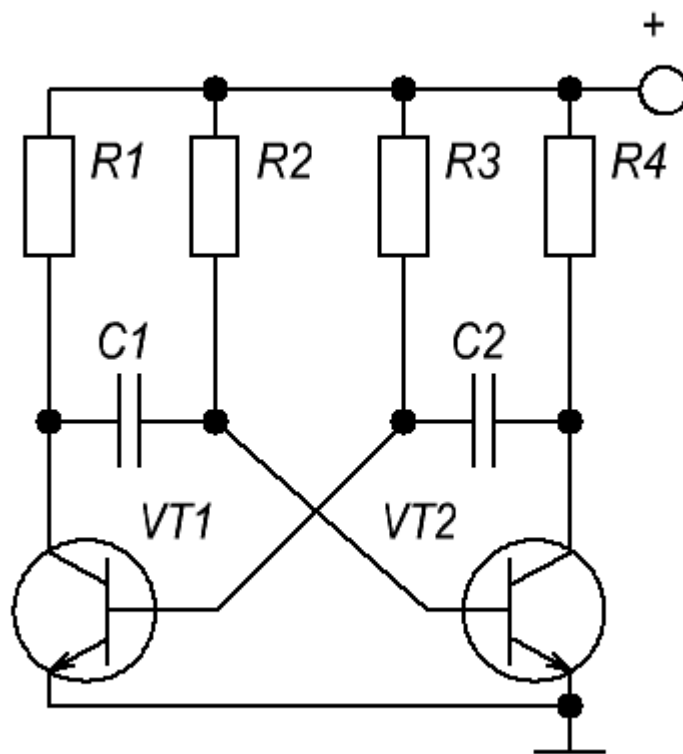
Переходные процессы в RC -цепях. Вместо колебательного контура в схеме включен резистор  $R_K$ , а положительная обратная связь осуществляется через фазовращательную цепь, состоящую из трех звеньев RC. Если выход данной схемы соединить непосредственно с входом, обеспечив при этом условия самовозбуждения, то генерируемые колебания не будут синусоидальными. Для того чтобы схема вырабатывала именно синусоидальные колебания, положительная обратная связь должна обеспечиваться только для одной определенной гармоники несинусоидальных колебаний. Эту функцию и выполняет фазовращательная цепь RC.

Оборудование: Стенд 87Л-01, набор элементов схемы ДУ, осциллограф С1-73.

Схема соединения: указана на панели к стенду 87Л-01.

### Порядок выполнения работы

1. Начертить электрическую схему исследуемого мультивибратора с лицевой панели лабораторного стенда 87Л-01.



2. Начертить таблицу 1 и 2 для записи результатов измерений, расчетов и режимов по постоянному току.

Таблица 1.



Емкость конденсаторов		0.02 мкФ		0,1 мкФ	
Сопротивления резисторов, R2=R3		51 кОм	33 кОм	51 кОм	33 кОм
Периодичность следования импульсов, T (ms, us)	Изм.	15 м/с	1 м/с	6 м/с	4 м/с
	Расч.				
Частота следования импульсов, f (кГц, МГц)	Изм.				
	Расч.				

Таблица 2.

Гнездо	X1	X3	X4	X5	-Ес
Напряжение					

3. Определить период и частоту следования импульсов опытным путем по осциллограмме:

$T(s) = n * ms(us)$ , где n – число делений по горизонтальной оси сетки экрана осциллографа;

$f(Гц) = 1/T$

Ms или us метки длительности импульса.

4. Измерить временные диаграммы выходного сигнала мультивибратора для приведенных в таблице номер 1 номиналов элементов схемы и занести результаты измерений в таблицу.

5. Рассчитать эти же параметры схемы, используя формулы

$$T(s) = 0.7 * (R3C4 + R2C2)$$

$$F(Гц) = 1/[0.7 * (R3C4 + R2C2)].$$

Занести результаты расчетов в таблицу 1 и сравнить их с измеренными.

6. Измерить постоянные составляющие напряжений на выходах транзисторов мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме, и занести их в таблицу 2.

7. Зарисовать в масштабе полученные на экране осциллографа импульсы.

## Практическое занятие №1

**Тема: Расчет электрических цепей постоянного тока**

**Цель:** научиться рассчитывать параметры цепей постоянного тока.

1. Заполните таблицу.

0,15 А	25 мкА	140 мкА	52 мА	1,7 А	0,42 мА
... мА	... мА	... А	... А	... мкА	... мкА

2. Через проводник в течение 0,5 часа проходит заряд  $Q = 2700$  Кл. Определить ток в электрической цепи.

3. Через поперечное сечение проводника  $S = 2,5 \text{ мм}^2$  за время  $t = 0,04 \text{ с}$  прошёл заряд  $Q = 20 \cdot 10^{-3}$  Кл. определить плотность тока в проводнике.

4. Заполните таблицу.

10 МОм	680 Ом	0,33 МОм	47 кОм	1500 Ом	1,9 кОм
... Ом	... кОм	... кОм	... МОм	... МОм	... Ом

5. Определить сопротивление провода, имеющего длину  $l = 150 \text{ м}$  и диаметр  $d = 0,2 \text{ мм}$ , выполненного из константана.

6. Определить материал проводника, если его сопротивление при  $20^\circ \text{ С}$  составляет 400 Ом, а при  $75^\circ \text{ С}$  равно 503,2 Ом.

7. Заполните таблицу.

R	100 Ом	2 кОм	0,6 МОм	0,5 Ом	0,25 кОм
G, См					

8. Определить сопротивление резистора и напряжение, подведённое к нему, если потребляемый ток  $I = 3,5 \text{ А}$ , а количество теплоты, выделившейся на резисторе в течение 1 часа,  $Q = 81,65 \text{ ккал}$ .

9. Заполните таблицу.

0,2 В	15 кВ	300 мВ	25 мВ	1200 мкВ	220 В
... мВ	... В	... кВ	... мкВ	... В	... кВ

10. Напишите формулы закона Ома для участка цепи и полной цепи.

11. Сформулируйте определение ветви, контура и узла электрической цепи:

*Узел* –

*Ветвь* –

*Контур* –

12. К источнику постоянного тока с ЭДС  $E = 1,5 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $R_0 = 2,5 \text{ Ом}$  подключен резистор сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$ . Определить ток в цепи и падение напряжения на источнике.

## Практическое занятие №2

## Тема: Расчет трехфазных электрических цепей

**Цель:** научиться рассчитывать параметры трехфазных электрических цепей.

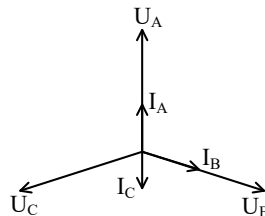
1. Три резистора по **125 Ом** каждый соединены по схеме «звезда» и включены в трёхфазную четырёхпроводную сеть. Ток каждой фазы  **$I_\phi = 880 \text{ mA}$** .

Определить действующие значения фазного и линейного напряжений. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

2. Потребитель, соединённый по схеме «звезда» (нагрузка равномерная) включен в трёхфазную сеть переменного тока с действующим значением линейного напряжения  **$U_L = 380 \text{ В}$** . Коэффициент нагрузки  **$\cos \varphi = 0,5$** . Ток в фазе  **$I_\phi = 22 \text{ A}$** .

Определить полное, активное и реактивное сопротивления потребителя в фазе. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

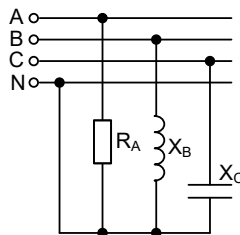
3. Для векторной диаграммы, представленной на рисунке, определить характер нагрузки в каждой фазе. Приёмники соединены по схеме «звезда».



4. Цепь трёхфазного тока включена на номинальное напряжение  **$U_n = 1038 \text{ В}$** .

Параметры цепи:  **$R_A = 40 \text{ Ом}$** ;  **$X_B = 30 \text{ Ом}$** ;  **$X_C = 6 \text{ Ом}$** .

Определить токи фаз; активные и реактивные мощности фаз; полную мощность цепи; ток в нулевом проводе. Построить векторную диаграмму токов и напряжений



5. Три группы ламп накаливания, соединённые по схеме «треугольник», подключены к источнику трёхфазного тока с действующим значением линейного напряжения  **$U_L = 127 \text{ В}$** . Ток потребления каждой группы  **$I_\phi = 16 \text{ A}$** .

Определить действующие значения линейного тока, полную мощность и сопротивление в фазе. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

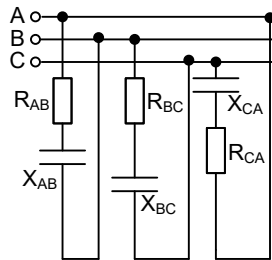
6. Приёмник электрической энергии, соединённый по схеме «треугольник», подключен к трёхфазной сети с действующим значением линейного напряжения  **$U_L = 220 \text{ В}$**  при частоте  **$f = 50 \text{ Гц}$** . В фазу АВ включен

конденсатор ёмкостью  $C = 116 \text{ мкФ}$ , в фазу ВС – резистор сопротивлением  $R = 27,5 \text{ Ом}$ , в фазу СА – катушка с индуктивностью  $L = 87,5 \text{ мГн}$ .

Определить действующие значения фазных и линейных токов, полную мощность нагрузки. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

7. В трёхфазную сеть включен потребитель на номинальное напряжение  $U_{\text{л}} = 500 \text{ В}$ . Параметры цепи:  $R_{AB} = 60 \text{ Ом}$ ;  $X_{AB} = 80 \text{ Ом}$ ;  $R_{BC} = 15 \text{ Ом}$ ;  $X_{BC} = 20 \text{ Ом}$ ;  $R_{CA} = 30 \text{ Ом}$ ;  $X_{CA} = 40 \text{ Ом}$ .

Определить: токи фаз; линейные токи; полную мощность цепи. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.



### Практическое занятие №3

**Тема: Расчет мощности и выбор двигателя при различных режимах работы.**

**Цель:** освоить методику уточненного расчета механической характеристики трехфазного асинхронного электродвигателя и упрощенного расчета его электромеханической характеристики и научиться строить графики механической и электромеханической характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя.

**Задача.** По данным, приведенным в таблице 19, построить графики механической и электромеханической характеристик электродвигателя.

**План занятия:**

1. Рассчитать механическую характеристику асинхронного электродвигателя при номинальном напряжении и построить ее график.
2. Рассчитать электромеханическую характеристику асинхронного электродвигателя при номинальном напряжении и построить ее график.

### Практическое занятие №4

**Тема: Измерение тока, напряжения, сопротивления, мощности и энергии в электрических цепях.**

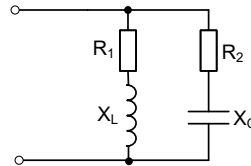
**Цель:** научиться производить расчет разветвлённой цепи переменного тока.

1. Полное сопротивление катушки индуктивности  $L = 26 \text{ мГн}$  составляет  $Z = 100 \text{ Ом}$ . Катушка подключена к источнику переменного тока с частотой  $f = 2500 \text{ Гц}$  и действующим напряжением  $U = 150 \text{ В}$ .

Определить ёмкость конденсатора, подключаемого параллельно катушке, для получения в цепи резонанса токов, действующие значения токов в ветвях.

2. Для цепи представленной на рисунке известны параметры:  $U_{BX} = 200\text{ В}$ ,  $R_1 = 40\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 120\text{ Ом}$ ,  $L = 0,02\text{ Гн}$ ,  $Z_2 = 210\text{ Ом}$ ,  $\omega = 3140\text{ рад/с}$ .

Определить ёмкость конденсатора, действующие значения токов ветвей; полную, активную и реактивную мощность.



### Практическое занятие №5

**Тема:** Расчет сечения проводов и кабелей по допустимой нагрузке и потере напряжений

**Цель:** изучить различные методы расчета сечения проводов и кабелей по допустимой нагрузке и потере напряжений.