

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)  
Петрозаводский филиал ПГУПС

ОДОБРЕНО

на заседании цикловой комиссии

протокол № 10 от 20.06.2017

Председатель цикловой комиссии:

[Подпись] (Иванов И.И.)

УТВЕРЖДАЮ

Начальник УМО

[Подпись]

А.В. Калько

2017 г.

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

**ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
(I и II семестр)**

**ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**09.02.02 КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ**

Выполнил: \_\_\_\_\_

Группа: \_\_\_\_\_

Проверил преподаватель: Беданов А.В.

Петрозаводск

2017

## Лабораторная работа №1

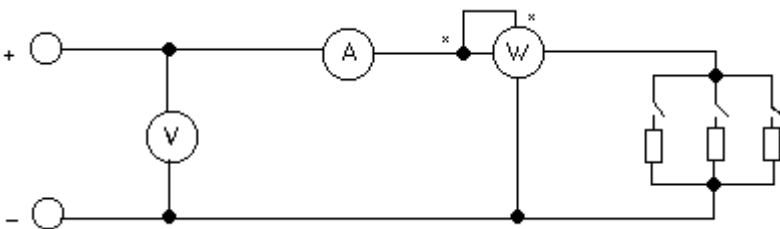
**Тема:** Ознакомление с правилами эксплуатации амперметра, вольтметра, ваттметра и простейшей электротехнической аппаратурой, Моделирование и исследование основных соотношений в цепи постоянного тока с последовательным и параллельным соединением приемников.

- **Цель работы:** Приобрести практические навыки в сборке электрических цепей и ознакомиться с включением в цепь амперметра, вольтметра и ваттметра, Убедится в справедливости закона Ома, первого закона Кирхгофа.
- Проанализировать основные соотношения в цепи постоянного тока.

**Технические данные используемых приборов Таблица 1**

Обозначение приборов	Наименование прибора	Заводской номер	Система прибора	Номинальное значение	Цена деления	Класс точности
РА	амперметр	2747	Электромагнитная	1	0.01	0.5
PV	вольтметр	2935	Электродинамическая	150	1	0.5
PW	ваттметр	5038	Электромагнитная	75	0.5	0.5

Электрическая схема:



**Результаты измерений и вычислений: Таблица №2**

№	Измерено						Вычислено				
	U		I		P		R	R'	P'	ΔP	γP
	Дел	В	Дел	А	Дел	Вт	Ом	Ом	Вт	Вт	%
1											
2											
3											
4											
5											

Расчётные формулы:

$$R' = \frac{P}{I^2} \qquad R = \frac{U}{I}$$

$$P' = U I \qquad \Delta P = P' - P$$

$$\gamma P = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100\%$$

**Графики:**

1.  $I = f(U)$

2.  $P = f(I)$

**Вывод:**

1. Как определить цену деления амперметра, вольтметра, ваттметра?

---

---

---

2. Сформулируйте закон Ома для участка цепи

---

---

---

3. Какая погрешность называется абсолютной?

---

---

---

4. Назовите систему приборов, используемых в лабораторной работе

---

---

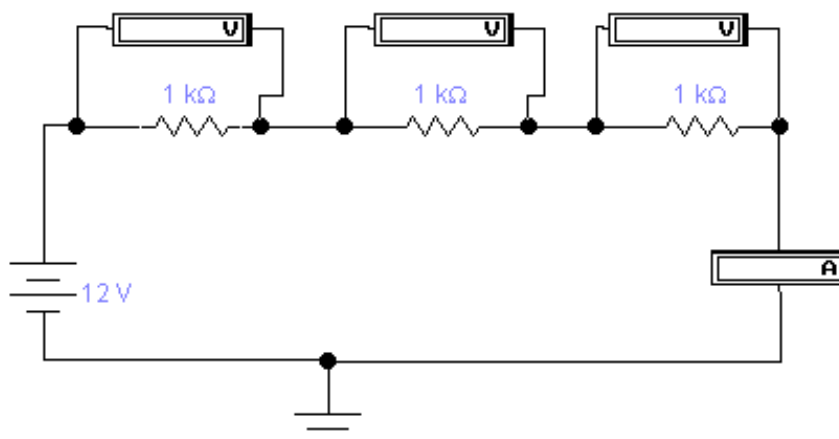
---

---

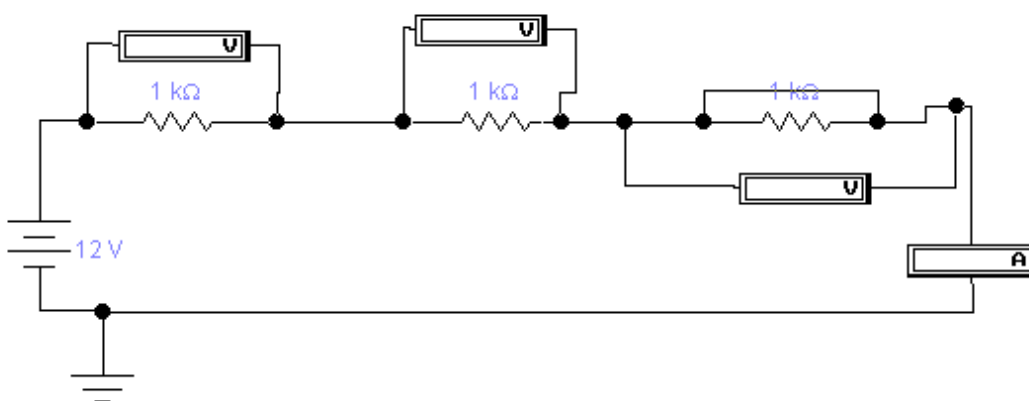
**Порядок выполнения работы:**

**I. Исследование основных соотношений в цепи с последовательным соединением приемников.**

1. Собрать схему, указанную на рис.



2. Установить значения параметров указанные преподавателем.
  3. Записать показания приборов в таблицу 1.
  4. Изменить номинал второго резистора (в соответствии с заданием преподавателя)
  5. Записать показания приборов в таблицу 1.
  6. Закоротить резистор  $R_2$ , записать получившиеся значения приборов.(см. рис.)
- ◆ Ответить на вопросы:
- Как изменяется эквивалентное сопротивление цепи при увеличении одного из сопротивлений?



---

- Как при этом изменяется сила тока?

---

- Как изменятся падения напряжений на каждом резистор?

---

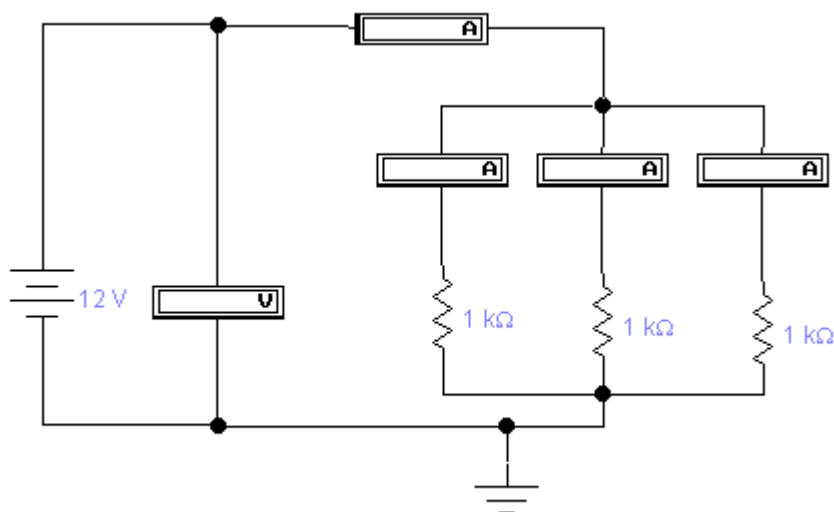
- Ответьте на те же вопросы, если сопротивление одного из резисторов уменьшили.

Таблица 1

				ИЗМЕРЕНО				
U, В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	I, А	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	U <sub>3</sub> , В	R <sub>общ</sub> , Ом

## II. Исследование основных соотношений в цепи с параллельным соединением приемников.

1. Собрать схему, указанную на рис.



2. Установить значения параметров указанные преподавателем.
  3. Записать показания приборов в таблицу 2.
  4. Изменить номинал одного из резисторов (в соответствии с заданием преподавателя)
  5. Записать показания приборов в таблицу 2.
  6. Отключить один из резисторов.
  7. Показания приборов записать в таблицу 2.
- ◆ Ответить на вопросы:
- Как изменится общее сопротивление, если в схему добавить еще один резистор?

---

- Как при этом меняется сила тока?

---



---

- Как изменятся токи на каждом участке?

---

- Составить уравнение по первому закону Кирхгофа.

Таблица 2

U, В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	ИЗМЕРЕНО				R <sub>общ</sub> Ом
				I А	I <sub>1</sub> А	I <sub>2</sub> А	I <sub>3</sub> А	

### КАРТОЧКА-ЗАДАНИЕ

**I. Исследование основных соотношений в цепи с последовательным соединением приемников.**

№ варианта	U В	R <sub>1</sub> Ом	R <sub>2</sub> Ом	R <sub>3</sub> Ом	R' <sub>2</sub> Ом
1	50	25	12	13	87
2	60	20	10	30	70
3	60	10	10	10	80
4	80	40	20	20	100
5	80	5	20	15	80

**II. Исследование основных соотношений в цепи с параллельным соединением приемников.**

№ варианта	U В	R <sub>1</sub> Ом	R <sub>2</sub> Ом	R <sub>3</sub> Ом	R' <sub>2</sub> Ом
1	50	25	5	10	20
2	60	20	10	30	12
3	60	10	10	10	15
4	80	40	20	20	100
5	80	5	20	15	80

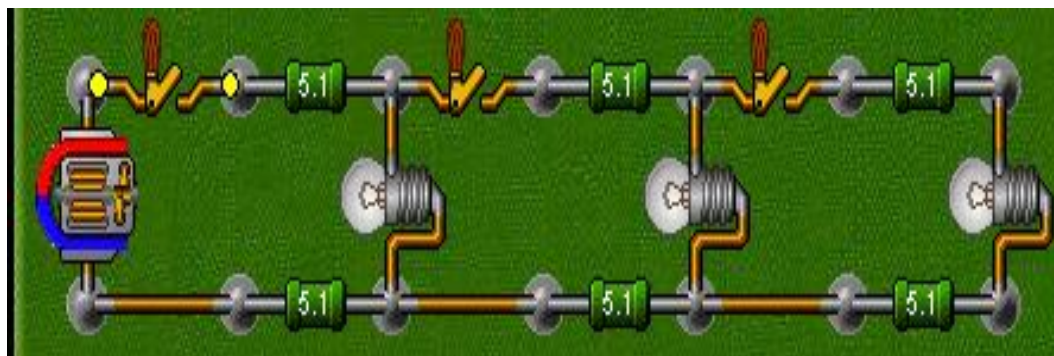
### **Лабораторная работа №4**

**Тема:** Определение потери напряжения в линии электропередачи, определение КПД линии.

**Цель работы:** Исследовать потери напряжения и мощности в двухпроводной линии с распределенной нагрузкой.

## Электрическая схема:

РИС.1



## Порядок выполнения работы:

На рис. 1 изображена линия электропередачи, с распределенными параметрами. Мощность каждой лампы 100 Вт, длины и материал проводов заданы в таблице 1. Напряжение в начале линии 100 В. Мощность каждого резистора 0,5 кВт

- Соберите схему, указанную на рис. 1
- Для своего варианта рассчитайте сопротивление проводов для каждого участка

$$R = \frac{2l}{\gamma S}$$

1. Из панели инструментов извлеките мультиметр. Выставьте предел: 200 В переменного напряжения.
2. При отключенных второй и третьей лампочках (замкнут ключ 1) мультиметром измерить значение напряжения в начале линии и напряжение на первом потребителе. Данные занести в таблицу 2.
3. Для определения тока в линии измерьте падение напряжения на первом резисторе, затем по закону Ома рассчитайте ток  $I_1 = \frac{U_1}{R_{np1}}$
4. Включить ключ 2, измерить напряжение в начале линии, на первом и втором потребителях. Данные занести в таблицу 2.
5. Аналогично определите токи  $I_1 = \frac{U_1}{R_{np1}}$ ;  $I_2 = \frac{U_2}{R_{np2}}$
6. Аналогично определите токи  $I_1 = \frac{U_1}{R_{np1}}$ ;  $I_2 = \frac{U_2}{R_{np2}}$
7. Включить ключ 3, измерить напряжение в начале линии, на первом, втором и третьем потребителях. Данные занести в таблицу 2.
8.  $I_1 = \frac{U_1}{R_{np1}}$ ;  $I_2 = \frac{U_2}{R_{np2}}$ ;  $I_3 = \frac{U_3}{R_{np3}}$

*ТАБЛИЦА 1*

Обозначения величин, ед измерения.	№ варианта				
	1	2	3	4	5
$l_{1,м}$	500	905,625	1296	358,8	1068,75

$l_{2,м}$	456	603,75	1496,25	414	926,25
$l_{3,м}$	550	1207,5	997,5	276	1140
Материал проводов	Cu	Al	Cu	Al	Cu
$\gamma, \frac{м}{Ом * мм^2}$	57	34,5	57	34,5	57
$S_{ст}, мм^2$	16	35	35	16	25

Запишите значения сопротивлений:

$$R_{пр1} = \quad Ом; R_{пр2} = \quad Ом; R_{пр3} = \quad Ом$$

ТАБЛИЦА 2

№ п/п	Измерено															
	$U_{00}$ В	$U_{11}$ В	$U_{22}$ В	$U_{33}$ В	$I_1$ А	$I_2$ А	$I_3$ А	$\Delta U_{01}$ В	$\Delta U_{12}$ В	$\Delta U_{23}$ В	$\Delta U$ В	$P_1$ Вт	$P_2$ Вт	$P_3$ Вт	$\Delta P$ Вт	$\eta$ %
1.			-	-		-	-		-	-			-	-		
2.				-			-			-				-		
3.																

- По нижеприведенным соотношениям дополнить таблицу 2 расчетными данными
  - ✓ Падение напряжения на отдельных участках линии:

$$\Delta U_{01} = U_{00} - U_{11}; \Delta U_{12} = U_{11} - U_{22}; \Delta U_{23} = U_{22} - U_{33}$$

- ✓ Падение напряжения во всей линии:

$$\Delta U = \Delta U_{01} + \Delta U_{12} + \Delta U_{23}$$

- ✓ Мощность потребителей:

$$P_1 = U_{11} * I_1; P_2 = U_{22} * I_2; P_3 = U_{33} * I_3$$

- ✓ Мощность, отдаваемая генератором:

$$P_{00} = U_{00}(I_1 + I_2 + I_3)$$

- ✓ Мощность потерь в линии:

$$\Delta P = P_{00} - (P_1 + P_2 + P_3)$$

- ✓ КПД линии:

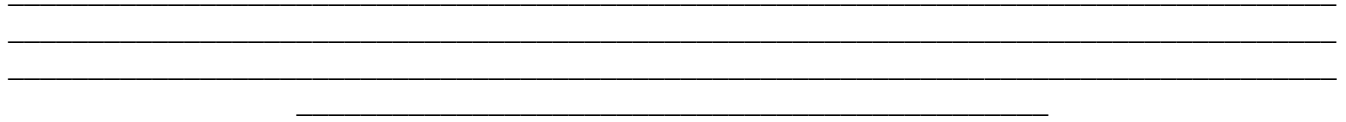
$$\eta = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{P_{00}} \cdot 100 \%$$

Сделать вывод и ответить на вопросы:

- Чем обусловлены потери напряжения и мощности в линиях электропередачи?
- 
- 

- От чего зависит КПД линии и что следует предпринять для его увеличения?





### *Лабораторная работа №6*

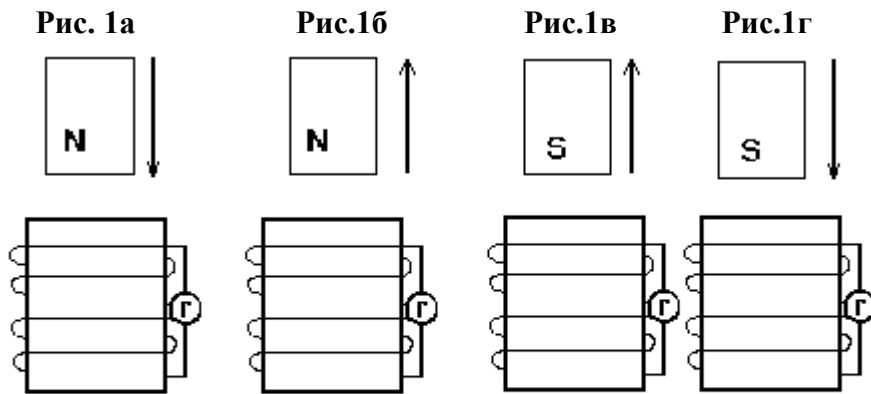
**Тема:** Исследование опытным путем законов электромагнитной индукции.

**Цель работы:** Опытным путём проверить основные законы электромагнитной индукции.

**Оборудование:**

1. Аккумуляторная батарея
2. Гальванометр
3. Реостат
4. Полосовой постоянный магнит

5. Индукционная катушка с сердечником
6. Индукционная катушка с сердечником
7. Выключатель



I. Электромагнитная индукция.

1.

- Рис.1а:

---

---

---

---

- Рис. 1б:

---

---

---

---

- Рис.1в:

---

---

---

---

- Рис.1г :

---

---

---

---

2.

---

---

---

---

II Явление самоиндукции

1.

- рис.2а.

---

---

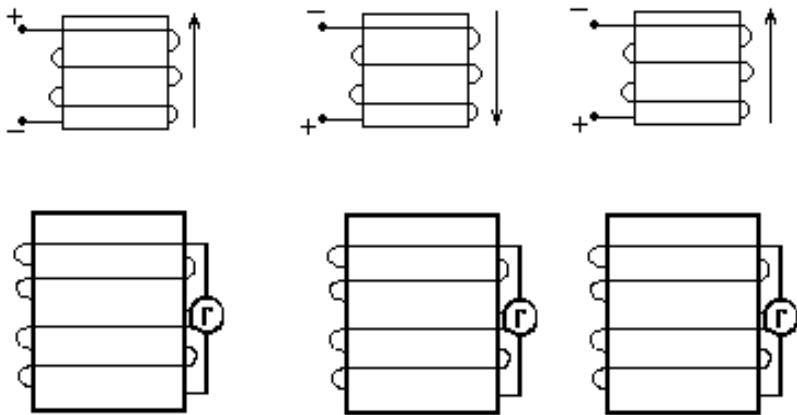
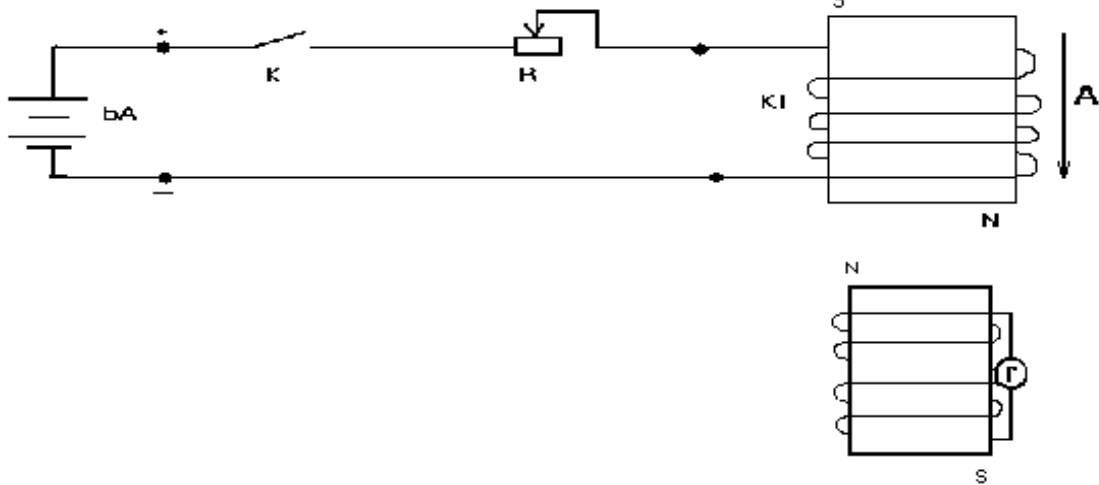
---

---

- рис. 2б

Рис.2а

Изменим



направление токов в  $KI_1$ .

- Рис.2в

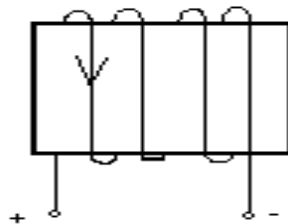
---

- Рис. 2г

---

Вывод:

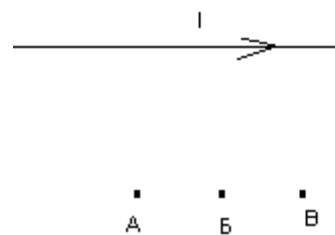
1. По какому правилу определяется направление магнитного поля катушки с током?  
Укажите направление магнитного поля катушки.




---

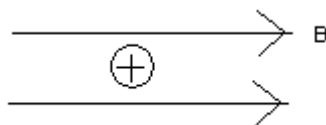
---

2. В какой точке А,Б или В напряженность магнитного поля максимальна? По какому правилу определяется направление магнитного поля прямолинейного проводника с током?



---

3. По какому правилу определяется направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле. Укажите направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле.



### *Лабораторная работа № 7*

**Тема:** Исследование основных соотношений в цепи переменного тока с последовательным соединением активного сопротивления и индуктивности и исследование цепи переменного тока с последовательным соединением резисторами конденсатора.

### Цель работы:

- ◆ Опытным путем убедиться в справедливости закона Ома
- ◆ Установить зависимость индуктивного сопротивления от частоты
- ◆ Установить зависимость полного сопротивления от частоты.
- ◆ Опытным путем убедиться в справедливости закона Ома
- ◆ Установить зависимость емкостного сопротивления от частоты
- ◆ Установить зависимость полного сопротивления от частоты.

### Часть I

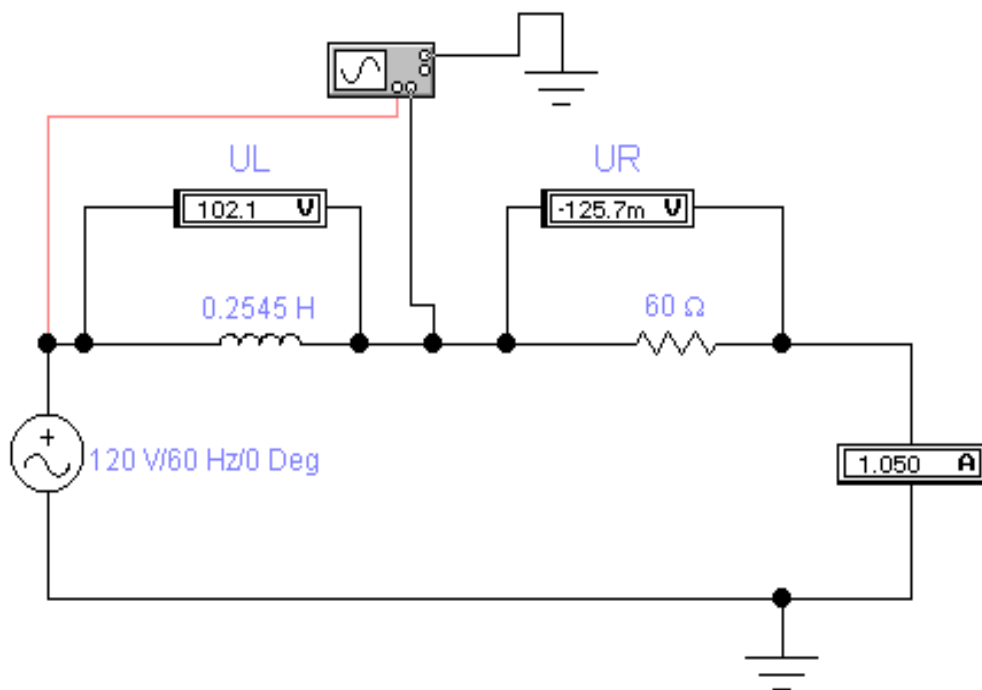
### Связь между величинами:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad f = \frac{1}{T} \quad \omega = 2\pi f$$

$$X_L = \omega L \quad X_C = \frac{1}{\omega C}$$

### Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему, указанную на рис.



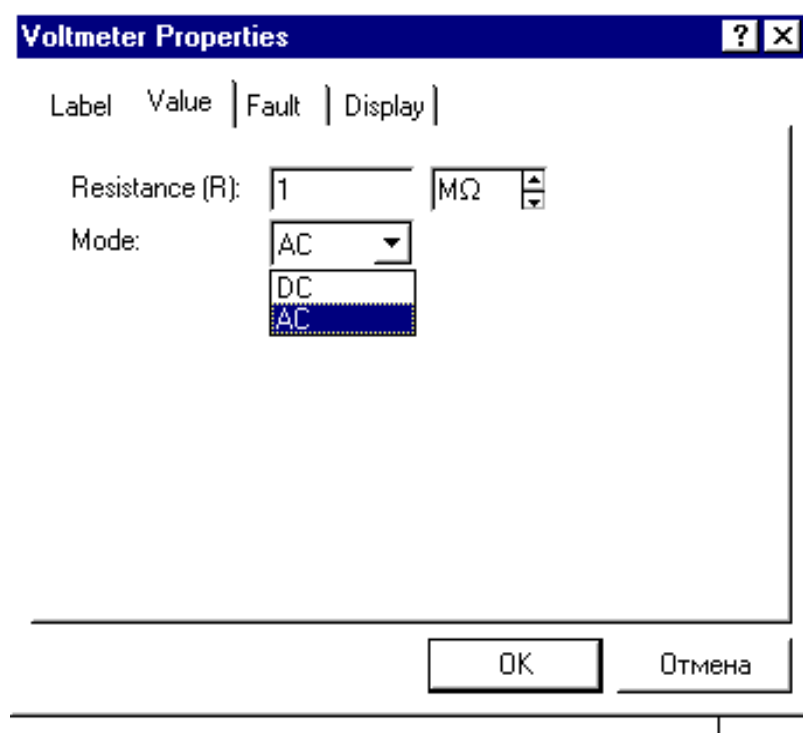


Рис.1

- ♦ **Вольтметры и амперметры перевести в режим AC (двойной щелчок мышью, открывает окно рис.1)**

Задание 1

1. Установить значение параметров согласно заданию преподавателя.
2. Занести показания приборов в таблицу 1
3. Увеличить приложенное напряжение в два раза, снять показания приборов и

№	Измерено										
	U В	f Гц	L Гн	R Ом	U <sub>R</sub> В	U <sub>L</sub> В	I А	X <sub>L</sub> Ом	Z Ом	P Вт	Q ВАр
1											
2											

занести их в таблицу 1

Таблица1

Задание 2

- ♦ Изменяя частоту подводимого к контуру напряжения, проследите за изменением X<sub>L</sub>, I, Z, данные занести в таблицу2.

Установить значения частоты:

$$f_1=500 \text{ Гц}$$

$$f_2=1 \text{ кГц}$$

№	Измерено										
	U В	f Гц	L Гн	R Ом	U <sub>R</sub> В	U <sub>L</sub> В	I А	X <sub>L</sub> Ом	Z Ом	P Вт	Q ВАр
1		500									
2		1000			14						

Задание 3

- ◆ Измените величину индуктивности, проследите за изменением  $X_L$ ,  $I$ ,  $Z$  данные занести в таблицу 3.

№					Измерено						
	U В	f Гц	L Гн	R Ом	U <sub>R</sub> В	U <sub>L</sub> В	I А	X <sub>L</sub> Ом	Z Ом	P Вт	Q ВАр
1											
2											

Таблица3

- ◆ По результатам работы построить график зависимости  $X_L=f(f)$ ;  $Z=f(f)$
- ◆ Включите осциллограф (рис2), в отчет начертите временную диаграмму.
- ◆ На осциллографе необходимо установить следующие значения: *timebase 0.02 s/div; channelA 100 V/div; channelB 200 V/div*
- ◆ Постройте векторную диаграмму токов и напряжений в масштабе.  

*Временная диаграмма*
*Векторная диаграмма*

Вывод:

- Какие параметры цепи изменились при увеличении приложенного напряжения?
- 

- Какова зависимость индуктивного сопротивления от частоты?
- 

- Поясните построение векторной диаграммы
- 

- Закон Ома для цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление и индуктивность.

---

---

- Каким сопротивлением обладает катушка индуктивности в цепи постоянного тока?

---

---

---

- Каким сопротивлением обладает катушка индуктивности в цепи переменного тока?

---

---

### Карточка - задание

#### Задание 1

№ варианта	U, В	f, Гц	L, мГн	R, Ом
1.	20	50	25,4	3
2.	56	50	19,1	4
3.	112	50	31,85	5
4.	50	50	38,1	6
5.	100	50	25,4	7

#### Задание 3

- Увеличить индуктивность в два раза, при  $f=50$  Гц.
- Увеличить номинал активного сопротивления в 2 раза, при  $f=50$  Гц.

$X_L = f(f)$	$Z = f(f)$

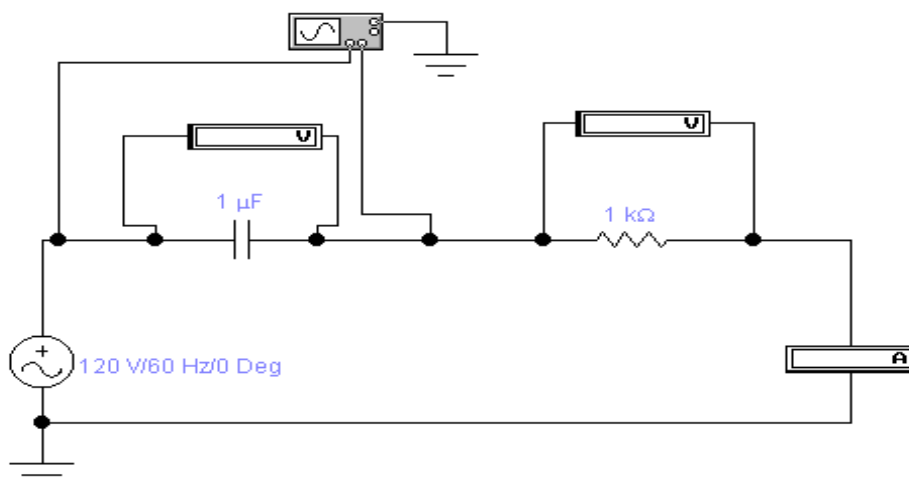


## Часть II

### Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему, указанную на рис.
2. Вольтметры и амперметры перевести в режим АС (двойной щелчок мышью по измерительному прибору)

### Задание 1



3. Установить значение параметров согласно заданию преподавателя.
4. Занести показания приборов в таблицу 1

№					Измерено						
	U В	f Гц	C мкФ	R Ом	U <sub>R</sub> В	U <sub>C</sub> В	I А	X <sub>C</sub> Ом	Z Ом	P Вт	Q ВАр
1											
2											

Таблица 1

### Задание 2

- ♦ Изменяя частоту подводимого к контуру напряжения, проследите за изменением X<sub>C</sub>, I, Z, данные занести в таблицу 2.

Установить значения частоты:

$$f_1 = 100 \text{ Гц}$$

$$f_2 = 200 \text{ Гц}$$

Таблица 2

№					Измерено						
	U В	f Гц	C мкФ	R Ом	U <sub>R</sub> В	U <sub>C</sub> В	I А	X <sub>C</sub> Ом	Z Ом	P Вт	Q ВАр
1		100									
2		200									

### Задание 3

- ◆ Измените номинал емкости, проследите за изменением  $X_C$ ,  $I$ ,  $Z$  данные занести в таблицу 3.
- ◆ Измените номинал активного сопротивления, проследите за изменением  $I$ ,  $Z$

№					Измерено						
	U В	f Гц	C мкФ	R Ом	U <sub>R</sub> В	U <sub>C</sub> В	I А	X <sub>C</sub> Ом	Z Ом	P Вт	Q ВАр
1											
2											

Таблица 3

- ◆ По результатам работы построить график зависимости  $X_C = f(f)$ ;  $Z = f(f)$
- ◆ Включите осциллограф (рис2), в отчет начертите временную диаграмму.
- ◆ На осциллографе необходимо установить следующие значения: *timebase 0.02 s/div; channelA 100 V/div; channelB 200 V/div*
- ◆ Постройте векторную диаграмму токов и напряжений в масштабе.

*Временная диаграмма*

*Векторная диаграмма*

- ◆ Сделайте вывод и ответьте на вопросы:

- Какое сопротивление называется активным?

\_\_\_\_\_

- Какое сопротивление называется реактивным?

\_\_\_\_\_

- Закон Ома для цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление и емкость.

\_\_\_\_\_

- Как емкостное сопротивление зависит от частоты?

\_\_\_\_\_

### Карточка - задание

#### Задание 1

№ варианта	U, В	f, Гц	C, мкФ	R, Ом
1.	20	50	398	3

2.	56	50	531	4
3.	112	50	318,5	5
4.	50	50	265,5	6
5.	100	50	398	7

**Задание 3**

- Уменьшить емкость в два раза, при  $f=50$  Гц.
- Увеличить номинал активного сопротивления в 2 раза, при  $f=50$  Гц.
- ◆ По результатам работы построить график зависимости  $X_c=f(f)$ ;  $Z=f(f)$

$X_c=f(f)$	$Z=f(f)$

## Лабораторная работа № 8

**Тема:** Последовательное соединение резистора, катушки индуктивности, конденсатора. Резонанс напряжений.

**Цель работы:** Проверить практически и уяснить какие физические явления происходят в цепи переменного тока. Рассчитать параметры отдельных участков элемента электрической цепи.

### Приборы и оборудование:

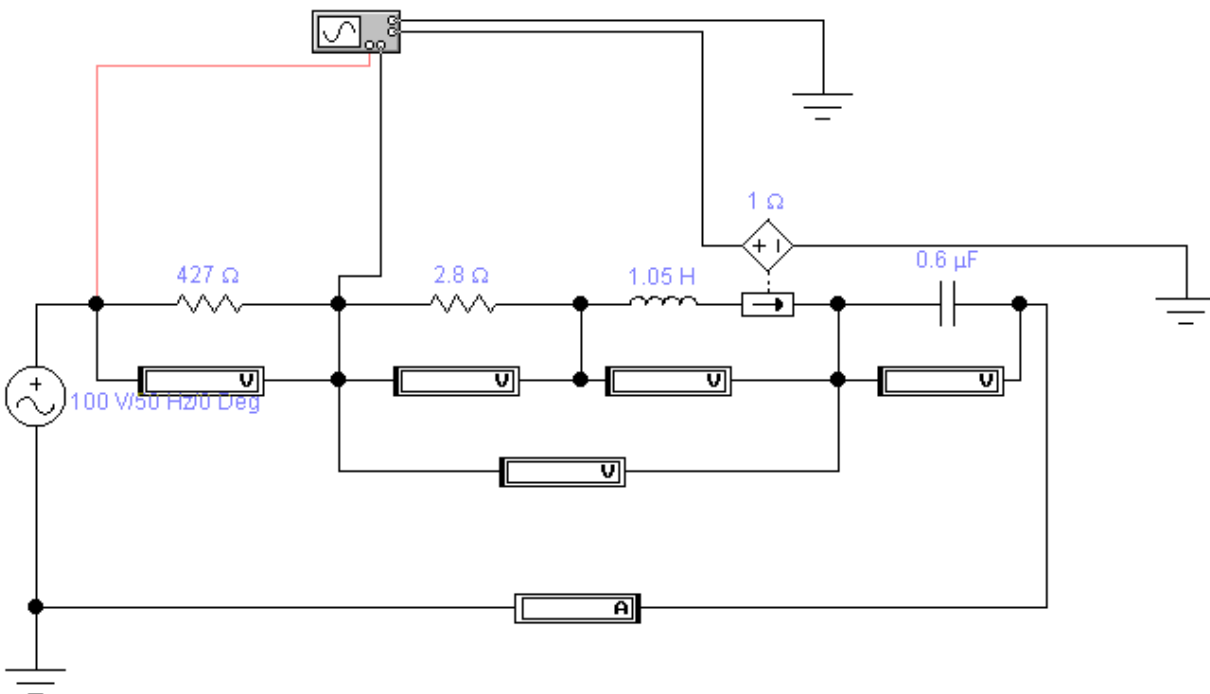
Тип	Наименование	Класс точности	Номинальное значение	Цена Деления
Э545	Вольтметр	0,5	150В	1В
Э547	Амперметр	0,5	1А	0,01А
Д5065	Ваттметр	0,5	150В	1
Д578	Фазометр	0,5	90°/1	2°/0,01

### Формулы:

$$R = P/I^2; z_k = U_k/I; R_k = R - R'; R' = U_k/I; X_L = \sqrt{x_k^2 - R_k^2}; U_{як} = I_k * R_k U_I = IX_L$$

$$L = x_L/2\Pi f; \cos\phi = R/z = U_{я}/U; x_c = U_c/I; C = f/2\Pi f X_c$$

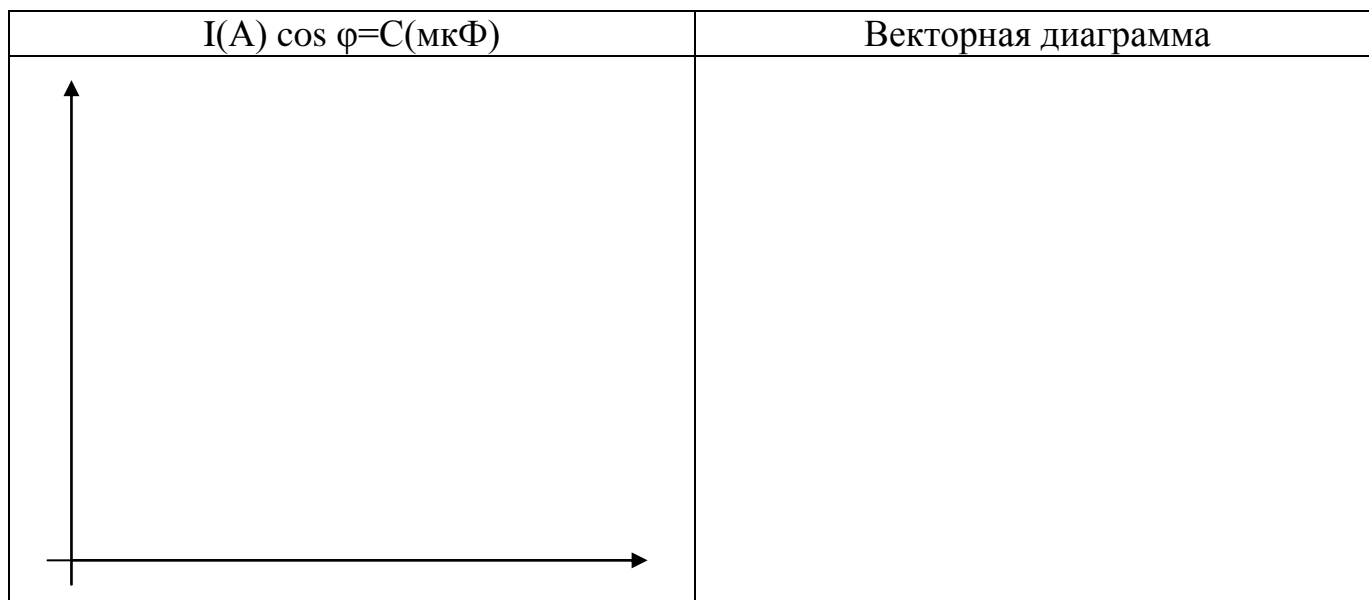
### Электрическая схема:



**Таблица измерений и вычислений:**

№	Измерено						Вычислено											
	U	I	P	U <sub>r</sub>	U <sub>k</sub>	U <sub>c</sub>	R	Z <sub>k</sub>	R <sub>k</sub>	U <sub>як</sub>	X <sub>L</sub>	U <sub>L</sub>	L	X <sub>c</sub>	C	cosφ	cos φ <sub>k</sub>	
	В	А	Вт	В	В	В	Ом	Ом	Ом	В	Ом	В	Гн	Ом	мк			
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		

**Графики:**



**Сделайте вывод и ответьте на вопросы:**

1. Последовательно соединены R, L и C. L=0,1 Гн, X<sub>C</sub>=31,4 Ом, f=50 Гц. Проверьте выполняются ли условия резонанса?

---



---



---

2. При частоте 50 Гц X<sub>L</sub> в четыре раза меньше X<sub>C</sub>. Как надо изменить частоту напряжения питания, чтобы в цепи был резонанс?

---



---



---

3. U=100 В, R=10 Ом, X<sub>L</sub>=20 Ом. Определите напряжение на конденсаторе при резонансе.

---



---

---

---

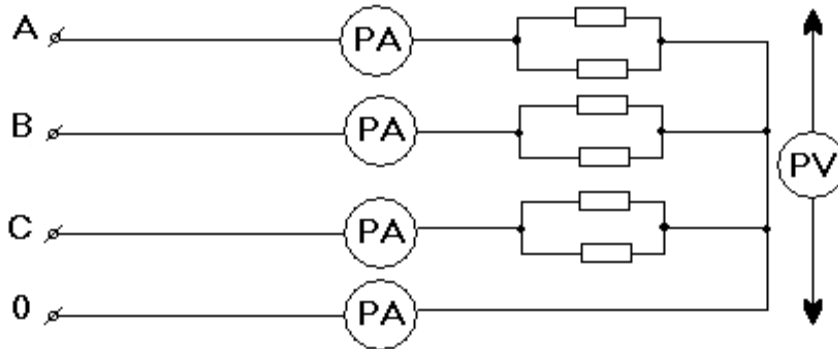
## Лабораторная работа № 9

**Тема:** Исследование работы 3х-фазной цепи при соединении потребителей энергии в "звезду".

**Цель:**

- Ознакомиться с работой 3х-фазной системы переменного тока
- методами измерения фазных и линейных токов и напряжений.
- Проверить соотношения между током и напряжением при соединении потребителей энергии в "звезду".
- Выяснить роль нулевого провода в 4х проводной системе 3х-фазного тока.

**Электрическая схема:**



**Порядок выполнения работы:**

- Собрать схему, указанную на рисунке.
- Установить значения, согласно карточке-заданию.
- При равномерной нагрузке снимите показания приборов с нулевым проводом Результаты занесите в таблицу 1

*Результаты измерений и вычислений:*

*Таблица 1*

Виды соединений		Измерено									Вычислено						
		I <sub>0</sub>	I <sub>A</sub>	I <sub>B</sub>	I <sub>C</sub>	U <sub>A</sub>	U <sub>B</sub>	U <sub>C</sub>	U <sub>A</sub> B	U <sub>B</sub> C	U <sub>A</sub> C	P <sub>A</sub>	P <sub>B</sub>	P <sub>C</sub>	P		
		A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	Вт	Вт	Вт	Вт		
Равно мер.	Без нулевого провода																
	Неравно мер.																
Неравно мер.	С нулевым проводом																
	Обрыв линии																
	Короткое замыкание фазы А																

- При неравномерной нагрузке снимите показания приборов с нулевым проводом и без него. (для отключения нулевого провода разомкните ключ 2)
- Разомкните ключ 1 (ключ 2 – разомкнут), снимите показания приборов при обрыве линии А.
- Значения приборов занести в таблицу 1
- Замкните накоротко резистор в фазе А (ключ 1 – замкнут, ключ 2 – разомкнут), значения приборов занести в таблицу.
- Рассчитать значение активных мощностей в цепи
- Постройте в масштабе векторную диаграмму и найдите ток в нулевом проводе.
- Ответьте на вопросы:
  - Какая нагрузка трехфазной цепи называется симметричной?

---



---

- Назначение нулевого провода?

---



---

- Проверьте основные соотношения для линейных и фазных токов и напряжений.

---



---

- Какие аварийные режимы работы трехфазной цепи Вы знаете?

---



---

**Вывод:**

- Проверьте, выполняется ли равенство  $U_{л} = \sqrt{3} U_{ф}$  для Ваших измерений?

**При симметричной нагрузке**

**При несимметричной нагрузке**

*С нулевым проводом*

*Без нулевого провода*

- Как изменились значения напряжений при обрыве линии?

---

- Как изменились значения фазных напряжений при коротком замыкании фазы?

---

- Почему в нейтральный провод четырехпроводной осветительной магистрали запрещена установка предохранителей и выключателей?

---



---



## **Векторная диаграмма:**

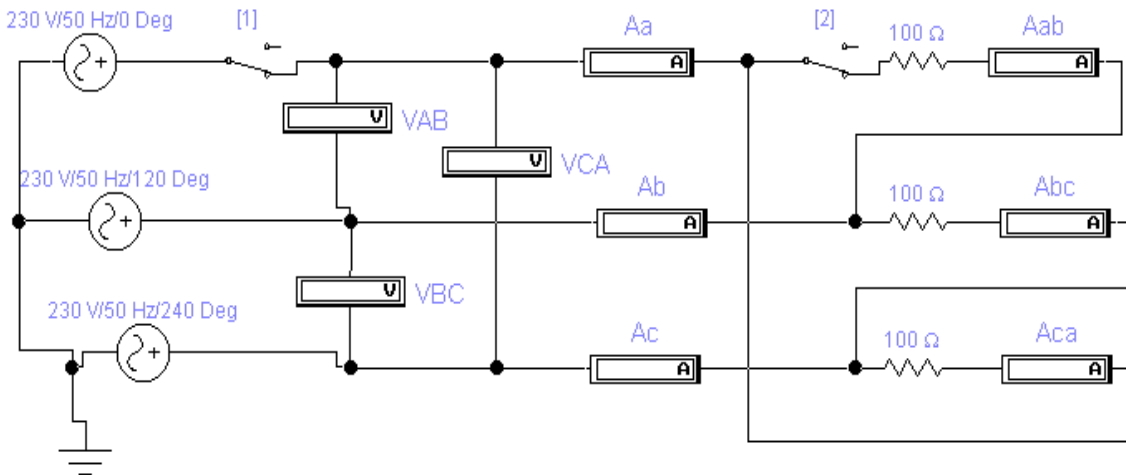
## Лабораторная работа №10

**Тема:** Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей треугольником.  
Аварийные режимы работы трехфазной цепи.

**Цель работы:** Исследование основных соотношений в цепи трехфазного тока при соединении потребителей треугольником.

**Схема цепи:**

Порядок



выполнения работы:

1. Соберите схему, указанную на рисунке.
2. Переведите амперметры и вольтметры в режим **АС**, сопротивление амперметров выставьте **1nОм**
3. Снимите показания приборов при равномерной нагрузке  $R_1=R_2=R_3=100$  Ом, запишите данные в таблицу. (Ключи 1 и 2 замкнуты)
4. Снимите показания приборов при неравномерной нагрузке  $R_1=100$  Ом  $R_2=200$  Ом  $R_3=300$  Ом, запишите данные в таблицу. (Ключи 1 и 2 замкнуты)
5. Обрыв линии: разомкните ключ 1, снимите показания приборов при равномерной и неравномерной нагрузке, данные запишите в таблицу.
6. Обрыв фазы: разомкните ключ 2 (ключ 1 замкнут), снимите показания приборов при равномерной и неравномерной нагрузке, данные запишите в таблицу.

Таблица 1

Виды соединений		<u>Измерено</u>									<u>Вычислено</u>			
		U <sub>AB</sub>	U <sub>BC</sub>	U <sub>AC</sub>	I <sub>A</sub>	I <sub>B</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>AB</sub>	I <sub>BC</sub>	I <sub>AC</sub>	P <sub>A</sub>	P <sub>B</sub>	P <sub>C</sub>	P
		В	В	В	А	А	А	А	А	А	Вт	Вт	Вт	Вт
	Равномерная													
	Неравномерная													
Обрыв линии	Равномерная													

	Неравномерная													
Обрыв фазы	Равномерная													
	Неравномерная													

7. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений для неравномерной нагрузки.

8. Сделайте вывод и ответьте на вопросы:

- Какая нагрузка трехфазной цепи называется симметричной?

---

- Каково соотношение между фазными и линейными токами и напряжениями для соединения приемников треугольником.

---

- Как изменятся фазные токи при обрыве линии?

---

- Как изменятся фазные токи при обрыве линии?

---



---

## Лабораторная работа №11

Тема: Ознакомление с устройством электроизмерительных приборов.

Цель: Практически изучить конструкции наиболее распространенных электроизмерительных приборов магнитоэлектрической и электромагнитной и приборов электродинамической и ферродинамической системы. Научиться распределять технические характеристики по условным обозначениям на шкалах приборов и выяснить для каких измерений могут быть использованы эти приборы.

### Характеристика электроизмерительных приборов

Таблица 1.

№	Система прибора	Наименование прибора	Тип	Год и характер измеряемой величины	Границы измерений	Цена деления	Категория защищенности	Группа эксплуатации	Заводской номер	Год выпуска; номер ГОСТа
1	Магнито-электрическая									
2	Электромагнитная									
3	Ферродинамическая									

### Данные электроизмерительных приборов

Таблица 2

№	Защитный кожух		Тип шкалы	Указательная стрелка	Система успокоения	Крепление подвижной части	Приспособление создающее противодействующий момент	Наличие корректора	Положение приборов при измерениях
	конструкция	материал							
1									
2									
3									

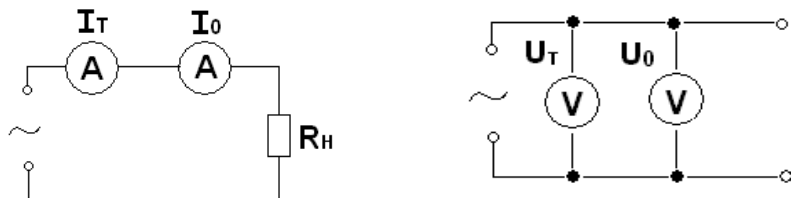
**Вывод:**

## Лабораторная работа № 12

Тема: Поверка технических амперметра и вольтметра.

Цель работы: Практически ознакомиться с проверкой технических амперметра и вольтметра методом сравнения с образцовыми приборами.

Электрическая схема:



Технические данные используемых приборов:

Таблица 1

Обозначение прибора	Наименование прибора	Заводской номер	Система прибора	Номинальное значение	Цена деления	Класс точности
$V_o$	Вольтметр образцовый					
$V_n$	Вольтметр поверяемый					
$A_o$	Амперметр образцовый					
$A_n$	Амперметр поверяемый					

Результаты наблюдений и вычислений:

Таблица 2

№ п/п	Показания амперметра						Погрешность		Среднее значение поправки
	Технического		Образцового		Среднее значение	Абсолютная	Относительная		
	дел	A	дел	A				A	$\Delta I, A$
1									
2									
3									
4									
5									

Таблица 3

№ п/п	Показания вольтметра					Погрешность		Среднее значение поправки
	Технического	Образцового		Среднее значение	Абсолютная	Относительная		
		дел	В	дел	В	В	$\Delta U, В$	$\gamma_{п}, \%$
1								
2								
3								
4								
5								

Расчетные формулы:

Абсолютная погрешность:  $\Delta I = I_{п} - I_0$

Относительная  $\gamma_n = \frac{\Delta I}{I_n}$  погрешность:

Поправка:  $\delta I = -\Delta I$

Сделать вывод и ответить на вопросы:

- Какая погрешность называется абсолютной?

---



---

- Какая погрешность называется относительной?

---



---

- Перечислите методы измерений электрических величин.

---



---

- Как определить цену деления амперметра и вольтметра?

---



---

- Соответствуют ли поверяемые приборы указанному классу точности?

---



---

**Вывод:**



## Лабораторная работа №13

Тема: Измерение электрических сопротивлений

Цель: Изучить устройство и работу омметра, одинарного измерительного моста и мегаомметра.

Научиться производить измерения сопротивлений различными методами.

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с приборами и другим оборудованием, предназначенными для выполнения лабораторной работы, записать их технические характеристики.
2. Определить сопротивление трёх резисторов методом вольтметра и амперметра. В зависимости от порядка измеряемой величины выбрать схему. Повторить опыт при других значениях напряжения и тока. Вычислить среднее сопротивление для каждого резистора. Данные наблюдений и результаты вычислений занести в таблицу.
3. По заводской инструкции ознакомиться со схемой и правилами эксплуатации омметра. Измерить сопротивление тех же резисторов омметром, результаты занести в таблицу.
4. Ознакомиться с устройством измерительного моста и правилами его пользования. Произвести измерение сопротивлений резисторов с помощью моста, результаты полученных измерений занести в таблицу.
5. Познакомиться с правилами выполнения измерений с помощью мегаомметра.
6. Пользуясь мегаомметром, измерить сопротивление изоляции обмоток трёхфазного электродвигателя относительно его корпуса
7. Составить отчёт по результатам выполнения работы.

### Таблица результатов измерений:

№ опыта	Измеряемое сопротивление	Измеренное сопротивление (метод вольтметра и амперметра)				Измеренное сопротивление			
		U, В	I, А	R <sub>x</sub> , Ом	R <sub>xcp</sub> , Ом	Метод омметра	Метод моста		
1	R1								
2									
3	R2								
4									
5	R3								
6									

### Рабочие формулы:

$$R_{xcp} = \frac{R' + R''}{2}$$

$$\rho_k = \frac{X_k - X_M}{X_M} \cdot 100\%$$

$$\rho_k = \frac{X_\Omega - X_M}{X_M} \cdot 100\%$$

**Контрольные вопросы:**

1. В чём сущность метода измерения сопротивления с помощью амперметра и вольтметра?

---

---

2. Какие существуют схемы включения амперметра и вольтметра для измерения, и когда какая схема применяется?

---

---

3. Какой закон электротехники лежит в основе метода измерения сопротивления с помощью амперметра и вольтметра?

---

---

4. Почему шкалу омметра градуируют справа налево?

---

---

5. Объясните принцип действия и условия равновесия измерительного моста?

---

---

**Рабочие схемы:**

Схема измерения сопротивлений  $R_x \ll R_v$

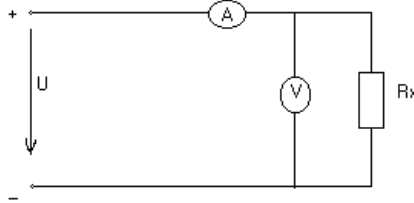
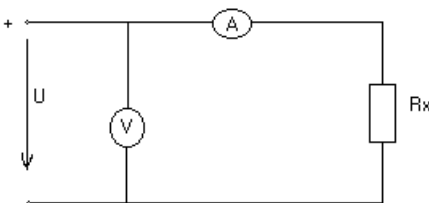
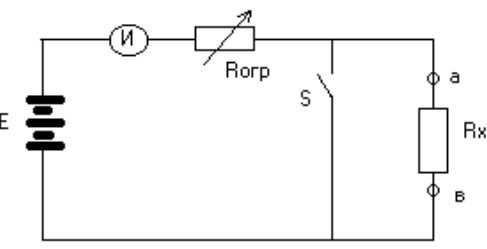


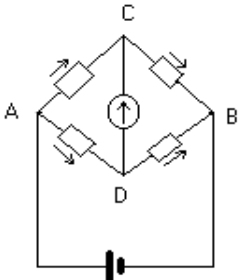
Схема измерения сопротивлений  $R_x \gg R_v$



Принципиальная схема омметра



Измерение сопротивлений мостовым прибором



**Вывод:**

## Лабораторная работа № 14

**Тема:** Измерение электрических величин авометром (мультиметром, тестером).

**Цель:** Научиться измерять напряжение, ток, сопротивление и емкость мультиметром типа M890 C<sup>+</sup> и соблюдать при этом правила ТБ.

**Приборы и оборудование:**

- 1.Лабораторный стенд
- 2.Мультиметр
- 3.Руководство по эксплуатации мультиметром.

**Общие характеристики мультиметра:**

Максимальное идентифицируемое значение	1999 (3,5 цифр) с автоматической индикацией померности
Метод индикации	ЖК-дисплей
Метод измерения	АЦПС 2-ИМ интегрирован
Индикация перегрузки	Знак "1"
Максимальное напряжение общего вывода относительно земли	500В пост/перем тока
Скорость измерения	2-3 измерения в секунду
Температура, при которой гарантируется точность	23С +/- 5градусов
Температурный диапазон хранения и работы	работа: от 0 до 40; хранение: -10 до 50
Питание	Одна батарея 9 вольт
Индикация разряда батареи	символ слева на дисплее
Размер	88*170*38мм
Вес	340гр, включая батарею
Принадлежность	инструкция, комплект щупов
Дополнительные принадлежности	термопара (Н-типа, 400С), доп предохранитель 200мА/290В, карбонциловая батарея 9В, коробка

**Постоянное напряжение:**

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
200мВ		
2В		
20В		
200В		
1000В		

**Переменное напряжение:**

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
200мВ		
2В		
20В		
200В		
700В		

**Постоянный ток:**

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
2мА		
20мА		
200мА		
20А		

**Переменный ток:**

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
20мА		
200мА		
20А		

**Сопротивление:**

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
200 Ом		
2 кОм		
20 кОм		
200 кОм		
2 МОм		
20 МОм		
200 МОм		

**Емкость конденсаторов:**

Диапазон измерения	Погрешность измерения	Разрешающая способность
2000 пФ		
20 мФ		
200 мФ		
2 мкФ		
20 мкФ		

*Вывод:*

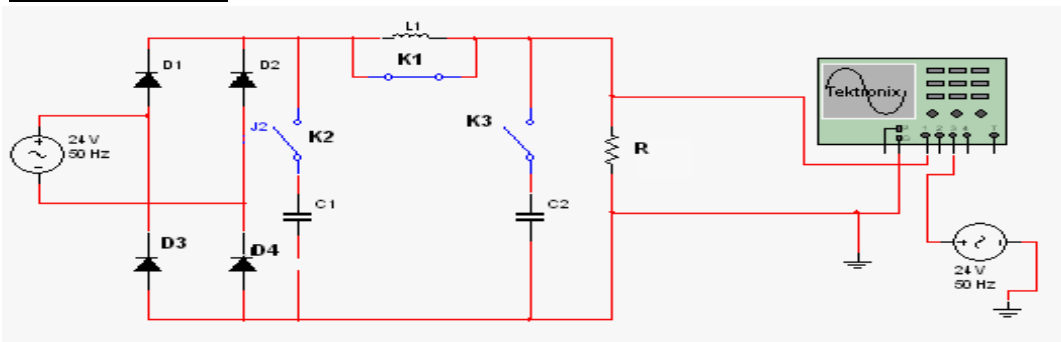
## Лабораторная работа №15

**Тема:** Исследование мостовой схемы выпрямителя.

**Цель:** Изучить процесс преобразование переменного тока, по полученным осциллограммам определить параметры различных фильтров сглаживания пульсаций.

**Оборудование:** 1) Персональный компьютер  
2) Мультимедийная программ “Electronic Workbench”

**Рабочая схема:**



Параметры виртуального оборудования:

Источник Переменного тока	Диоды	Резистор нагрузки	Ёмкость C1	Индуктивность L	Ёмкость C2	Осциллограф Измерит. приборы
U=24В F=50Гц	Diode virtual	100Ом	100мкФ	500 мГн	100мкФ	4-х лучевой

**Порядок выполнения работы:**

- 1) Собрать схему выпрямителя с фильтрами.
- 2) Установить требуемые параметры элементов.
- 3) Включить схему выпрямителя без фильтра для чего установить ключи в положение: K1-вкл. K2-Выкл. K3-выкл.
- 4) Включить осциллограф и настроив его, получить осциллограмму выпрямителя, зарисовать ее в отчёте и определить по ней коэффициент сглаживания по формуле  $K_c = (1/2) * ((h_{max} + h_{min}) / (h_{max} - h_{min}))$
- 5) Включить индуктивный фильтр, для чего ключи установить в положение K1-выкл. K2-выкл. K-3-Выкл. и, зарисовав полученную осциллограмму, определить по ней Kсl.
- 6) Включить емкостный фильтр, для чего ключи установить в положение K1-вкл. K2- вкл. K-3- вкл. и, зарисовав полученную осциллограмму, определить по ней Kсс.
- 7) Включить Г-образный фильтр, для чего ключи установить в положение K1-вкл. K2- выкл. K-3- выкл. и, зарисовав полученную осциллограмму, определить по ней Kсг.
- 8) Включить П-образный фильтр, для чего ключи установить в положение K1-вкл. K2- выкл. K-3- вкл. и, зарисовав полученную осциллограмму, определить по ней Kсп.

**Вывод:**

## Лабораторная работа № 16

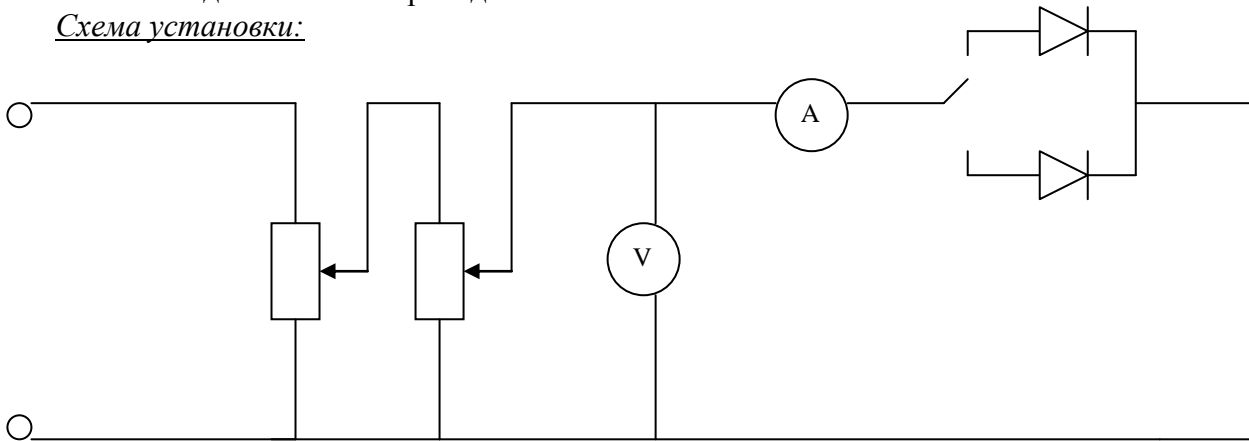
Тема: Исследование работы полупроводниковых диодов.

Цель работы: Изучение ВАХ и параметров полупроводниковых диодов.

Приборы и оборудование:

- Макет для исследования диодов.
- Ламповый вольтметр.
- Источник питания.
- Миллиамперметр
- Соединительные провода.

Схема установки:



1 Снятие ВАХ выпрямительного диода в прямом направлении:

Таблица 1

$U_{пр}, В$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
$I_{пр}, мА$						
$R_{пр}, Ом$						

2 Снятие ВАХ выпрямительного диода в обратном направлении:

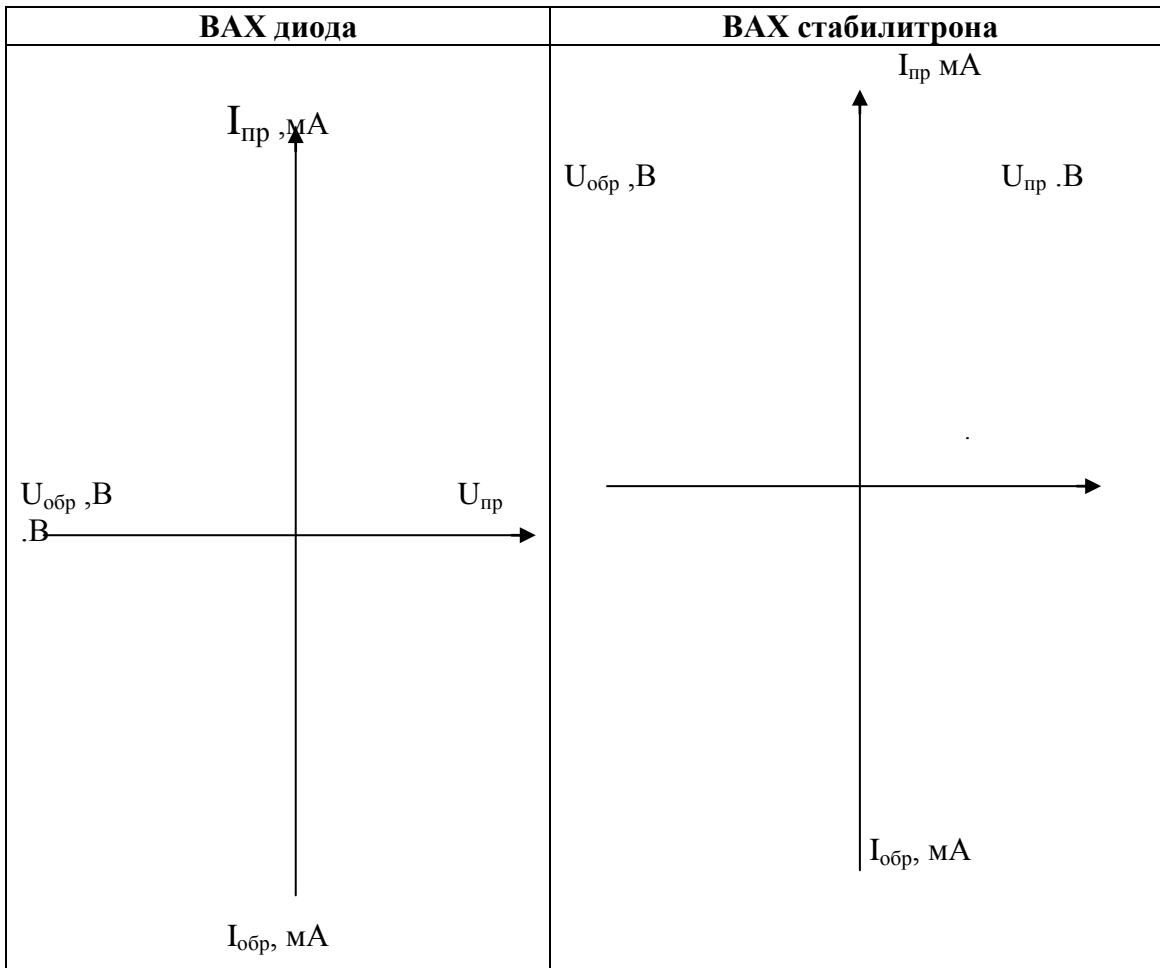
Таблица 2

$U_{обр}, В$	0	5	10	15	20	25
$I_{обр}, мА$						
$R_{побр}, Ом$						

3 Снятие обратной ветви характеристики стабилитрона:

$U_{обр}, В$							
$I_{обр}, мА$							
$R_{побр}, Ом$							

Построить ВАХ диода:  $U_{пр} = f(I_{пр})$ ;  $U_{обр} = f(I_{обр})$ ; и ВАХ стабилитрона  $U_{обр} = f(I_{обр})$



Вывод:

- Дайте определение полупроводникового диода  
\_\_\_\_\_
- Какое включение p-n-перехода называется прямым?  
\_\_\_\_\_
- Какое включение p-n-перехода называется обратным?  
\_\_\_\_\_
- Сравните сопротивление прямого включения и обратного  
\_\_\_\_\_
- Что такое пробой p-n-перехода?  
\_\_\_\_\_
- Проанализируйте ВАХ выпрямительного диода и стабилитрона  
\_\_\_\_\_



## Лабораторная работа №17

**Тема:** Исследование работы биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером

### Цель работы:

Ознакомиться с основными характеристиками и параметрами транзистора, включённого по схеме с ОЭ.

### Содержание работы:

1. ознакомление с устройством и номинальными параметрами транзистора.
2. снятие семейства входных и выходных характеристик транзистора.
3. графическое определение параметров транзистора.

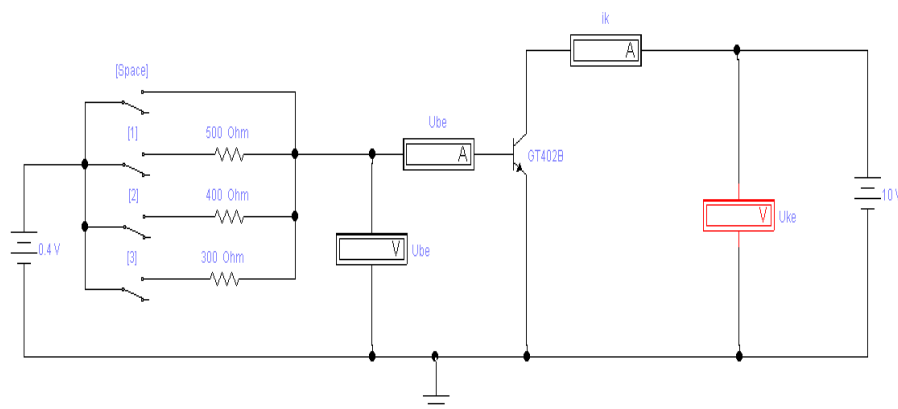
Приборы и оборудование:

1. Макет для исследования транзистора.
2. Ламповый вольтметр.
3. Источник питания и соединительные провода.
4. Микроамперметр.
5. Миллиамперметр.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится со схемой, приборами и оборудованием.
2. Собрать схему для исследования транзистора и представить её на проверку.
3. Записать паспортные параметры исследуемого транзистора и зарисовать схему расположения его выводов.

### Схема установки



4. снять семейство входных статистических характеристик транзистора.

Транзистора  $I(\beta) = f(U(\beta))$  при  $U(k) = \text{const}/$

При снятии данных характеристик движки потенциометров Д1 и Д2 должны находиться в положениях при которых напряжения на базе и коллекторе равны нулю.

Устанавливают потенциометром Д2 напряжение на коллекторе  $U(k)$ , согласно карточке задания и сменяя ток базы  $I(\beta)$  от нуля до значения указанного в карточке задания определяют напряжения на базе транзистора  $U(\beta)$ . результаты измерений записывают в таблицу 1.

Таблица 1

U <sub>k</sub> =0		U <sub>k</sub> =-5В		U <sub>k</sub> =-10В	
I <sub>б</sub>	U <sub>б</sub>	I <sub>б</sub>	U <sub>б</sub>	I <sub>б</sub>	U <sub>б</sub>
мкА	В	мкА	В	мкА	В
0	0	0	0	0	0
	0,1		0,1		0,1
	0,2		0,2		0,2
	0,3		0,3		0,3
	0,4		0,4		0,4

## 5. Снятие семейства выходных статистических характеристик

Транзистора  $I(k)=f(U(k))$  при  $I(b)=const/$ 

Для снятия выходных характеристик, устанавливают потенциометром Д1 ток базы  $I(b)$ , согласно карточке задания и изменяя потенциометром Д2 напряжение на коллекторе  $U(k)$  согласно карточке задания, определяют ток коллектора  $I(k)$ . Результаты измерений записывают в таблицу 2.

Таблица 2

К1		К2		К3	
I <sub>б</sub> =		I <sub>б</sub> =		I <sub>б</sub> =	
U <sub>k</sub>	I <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	I <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	I <sub>k</sub>
В	мА	В	мА	В	мА
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	
6		6		6	
7		7		7	
8		8		8	
9		9		9	
10		10		10	

## 6. Рабочие формулы:

$$h_{11}=\Delta U_b/\Delta I_b \quad \text{при } U_k=const$$

$$h_{12}=\Delta U_b/\Delta U_k \quad \text{при } I_b=const$$

$$h_{13}=\Delta I_k/\Delta I_b \quad \text{при } U_k=const$$

$$h_{14}=\Delta I_k/\Delta U_k \quad \text{при } I_b=const$$

## 7. Контрольные вопросы:

1. назначение транзистора.
2. принцип работы транзистора.
3. особенности биполярного транзистора.

## Рекомендации:

1. при снятии входных характеристик ключ SPASE должен быть замкнут, а остальные разомкнуты. При снятии семейства входных характеристик необходимо поступить следующим образом: установить напряжение  $U_{кэ}=0$  и изменяя напряжение базы эмиттера  $U_{бэ}=0,1В, 0,2В, 0,3В, 0,4В$ ; записать соответствующие значения тока базы. Затем аналогично измерения снимаются при  $U_{кэ}=5В$  и  $U_{кэ}=10В$ .
2. Для снятия выходных характеристик ключ SPASE отключается, а включается поочередно ключи 1,2 и 3, при этом напряжение  $U_{бэ}=0,4В$ : первая характеристика снимается при

замкнутом ключе 1. Путём изменения напряжения коллектора от 1 до 10 В. Аналогично снимаются 2 другие характеристики.

8. Вывод по работе.

В выводе указать влияние температуры на работу транзистора, преимущества и недостатки данной схемы включения.

Фильтр	Без фильтра	$L_{\phi}$	$C_{\phi}$	Г-обр.	П-обр.
U					
$h_{max}$					
$h_{min}$					
$K_c$					

Фильтр	Без фильтра	$L_{\phi}$	$C_{\phi}$	Г - обр.	П - обр.
U					
$h_{max}$					
$h_{min}$					
$K_c$					

## Лабораторная работа №18

Тема: Исследование однофазных схем выпрямителей

Цель работы: Исследование работы однополупериодных, двухполупериодных и мостовых выпрямителей.

### Однополупериодные и двухполупериодные выпрямители.

#### Краткие сведения из теории

Среднее значение выходного напряжения  $U_d$  (постоянная составляющая) однополупериодного выпрямителя (рис. 1) вычисляется по формуле:

$$U_d = U_m/\pi.$$

Значение  $U_d$  двухполупериодного выпрямителя (рис. 2) вдвое больше:

$$U_d = 2U_m/\pi.$$

$U_m$ - амплитудное значение напряжения.

Частота выходного сигнала  $f$  для схемы с однополупериодным или двухполупериодным выпрямителем вычисляется как величина, обратная периоду выходного сигнала:

$$f = 1/T.$$

При этом период сигнала на выходе однополупериодного выпрямителя в два раза больше, чем у двухполупериодного.

Максимальное обратное напряжение  $U_{max}$  на диоде однополупериодного выпрямителя равно максимуму входного напряжения.

Максимальное обратное напряжение  $U_{max}$  на каждом диоде двухполупериодного выпрямителя с отводом от средней точки трансформатора равно разности удвоенного максимального значения напряжения на вторичной обмотке трансформатора  $U_{2m}$  и прямого падения напряжения на диоде  $U_{пр}$ :

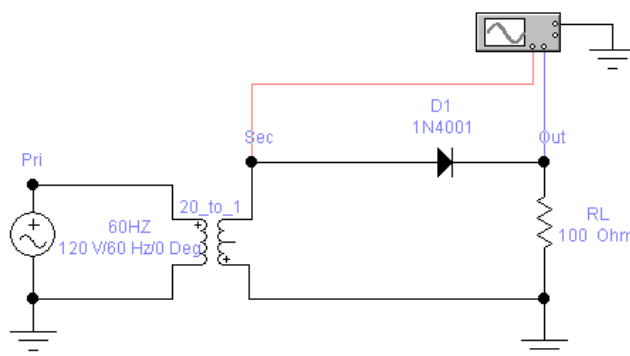
$$U_{max} = U_{2m} - U_{пр}.$$

#### Порядок проведения работы:

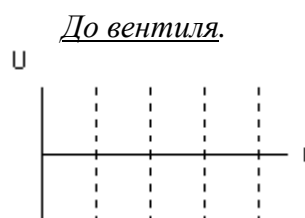
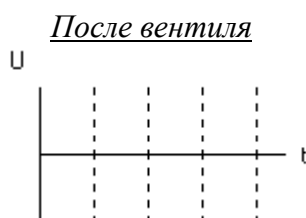
**Примечание:** все измерения напряжений выполнять с помощью осциллографа, а не мультиметра.

**Эксперимент 1.** Исследование входного и выходного напряжения однополупериодного выпрямителя.

а). Соберите схему, указанную на рис. 1. Включите схему. На вход А осциллографа подается выходной сигнал, а на вход В - входной. Зарисуйте осциллограммы в отчет. Измерьте и запишите максимальные входные и выходные напряжения.



Начертите вид графиков до и после вентилля:



б). Измерьте период  $T$  выходного напряжения по осциллограмме и запишите результат в отчет. Вычислите частоту выходного сигнала.

$$T = \quad \quad \quad f =$$

в). Определите максимальное обратное напряжение  $U_{\max}$  на диоде и запишите в отчет.

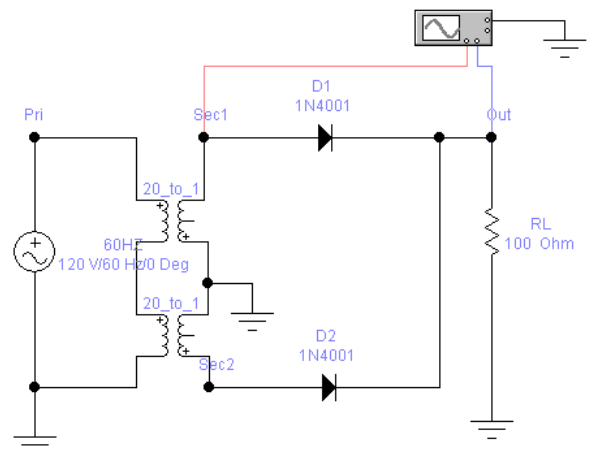
$$U_{\max} =$$

г). Вычислите коэффициент трансформации как отношение амплитуд напряжений на первичной и вторичной обмотке трансформатора в режиме, близком к холостому ходу. Для этого установить сопротивление нагрузки  $R_L$  равным 100 кОм. Запишите результат в отчет.

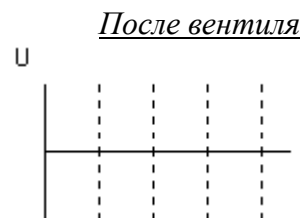
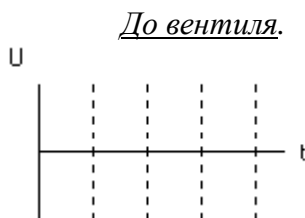
д). Вычислите среднее значение выходного напряжения  $U_d$  (постоянная составляющая). Результат запишите в отчет.

**Эксперимент 2. Исследование входного и выходного напряжений двухполупериодного выпрямителя с отводом от средней точки трансформатора.**

а). Соберите схему, указанную на рис. 2. На вход А осциллографа подается входной сигнал, а на вход В - выходной. Зарисуйте полученные осциллограммы в отчет. Измерьте и запишите максимальные входные и выходные напряжения.



Начертите вид графиков до и после вентиля:



б). Измерьте период  $T$  по осциллограмме выходного напряжения и запишите результат в отчет. Вычислите частоту выходного сигнала.

$$T = \quad \quad \quad f =$$

в). По осциллограмме выходного напряжения, определите максимальное обратное напряжение  $U_{\max}$  на диоде. Запишите результат в отчет.

$$U_{\max} =$$

г). Вычислите среднее значение  $U_d$  выходного напряжения (постоянная составляющая) Запишите результат в отчет.

Ответьте на Вопросы:

1. Каковы различия между входным и выходным сигналами однополупериодного выпрямителя?

2. Одинаковы ли вычисленное и измеренное мультиметром среднее значение выходного напряжения  $U_d$ ? \_\_\_\_\_

3. Одинаковы ли частоты входного и выходного сигналов в схемах одно- и двухполупериодного выпрямителей? \_\_\_\_\_

4. Как влияет падение напряжения на диоде на выходное напряжение выпрямителя?

---

5. Зачем необходимы трансформаторы в схемах выпрямителей?

---

6. Чем отличается выходное напряжение в схемах однополупериодного и двухполупериодных выпрямителей?

---

7. Сравните максимальное обратное напряжение на диодах в однополупериодном и двухполупериодном выпрямителях.

---

### Мостовой выпрямитель.

#### Краткие сведения из теории

Коэффициент трансформации определяется отношением числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной обмотки трансформатора. В схеме рис. 3 он равен 20:1.

**Среднее значение выходного напряжения**  $U_d$  (постоянная составляющая) мостового выпрямителя вычисляется по формуле:

$$U_d = 2 U_{2m} / \pi,$$

где максимум вторичного напряжения на полной обмотке трансформатора  $U_{2m}$  вычисляется по формуле:

$$U_{2m} = U_{1m} (n_2 / n_1) = U_{1m} / 20,$$

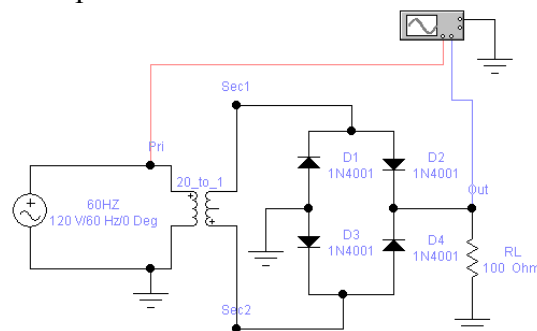
$U_{1m}$  – амплитуда напряжения на первичной обмотке трансформатора.

**Максимальное обратное напряжение**  $U_{max}$  на каждом диоде для схемы с выпрямительным мостом равно напряжению на вторичной обмотке  $U_{2m}$ .

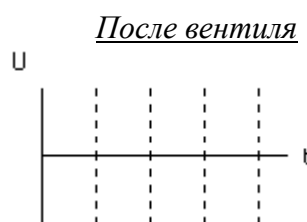
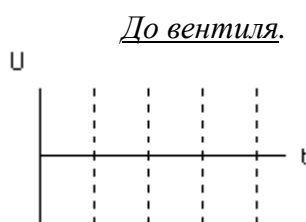
#### Порядок выполнения экспериментов

**Эксперимент 1.** Исследование входного и выходного напряжений мостового выпрямителя.

*a).* Соберите схему, указанную на рис. 3. На вход А осциллографа подается входной сигнал, а на вход В - выходной. Измерьте максимальные входное и выходное напряжения.



Начертите вид графиков до и после вентиля:



*б).* Определите максимальное обратное напряжение  $U_{max}$  на диоде.

$$U_{max} =$$

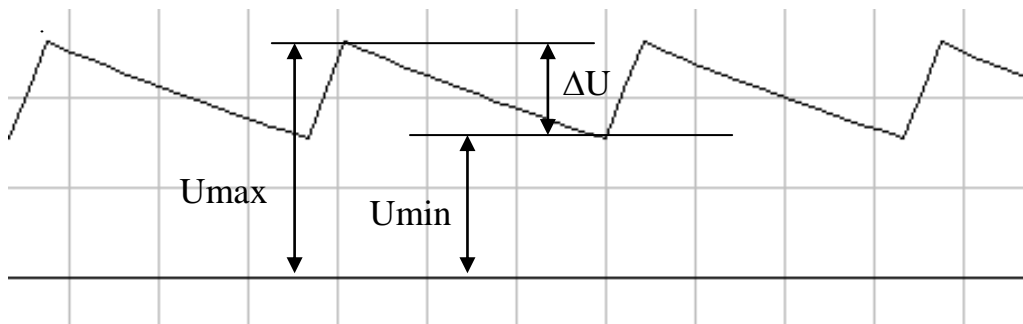
*в).* Вычислите среднее значение выходного напряжения  $U_d$  (постоянная составляющая)

$$U_d =$$

#### Емкостной фильтр на выходе выпрямителя

##### Краткие сведения из теории

Если включить на выход любого из выпрямителей конденсатор, то переменная составляющая выходного напряжения будет ослаблена.



Среднее значение выходного напряжения  $U_d$  выпрямителя с емкостным фильтром может быть приближенно оценено из соотношения:

$$U_d = (U_{\max} + U_{\min})/2 = U_{\max} - \Delta U/2,$$

где  $U_{\max}$  и  $U_{\min}$  - максимум и минимум выходного напряжения,

$$\Delta U = U_{\max} - U_{\min}.$$

Для оценки качества фильтра обычно используют коэффициент пульсаций  $q$  выходного напряжения, который вычисляется из соотношения:

$$q = (\Delta U/U_d) \cdot 100\%.$$

На рисунках 4 и 5 показаны соответственно однополупериодный и двухполупериодный выпрямители с емкостным фильтром на выходе.

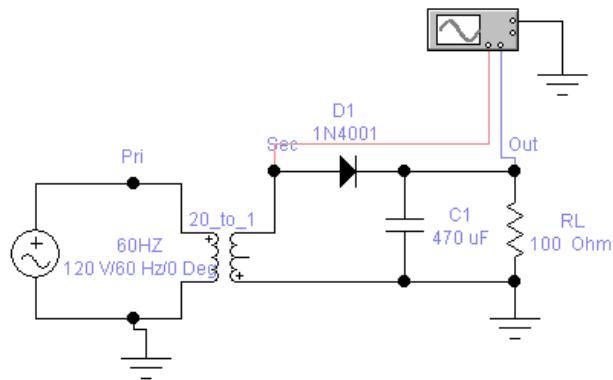


Рис. 4.

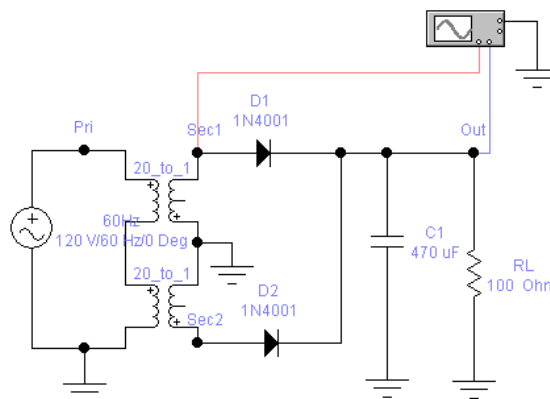


Рис. 5.

## Порядок проведения экспериментов

**Эксперимент 1.** Определение коэффициента пульсаций однополупериодного выпрямителя.

*a).* Соберите схему, представленную на рис. 4. На вход А осциллографа подается входное напряжение, а на вход В - выходное. Измерьте максимум выходного напряжения  $U_{\max}$  и разность между максимумом и минимумом выходного напряжения  $\Delta U$ . Зарисуйте осциллограммы в отчет.

$$U_{\max} =$$

$$\Delta U =$$

Начертите вид графиков



**б). Вычислите среднее значение выходного напряжения  $U_d$  по результатам измерений.**

$$U_d =$$

**в). Вычислите коэффициент пульсаций выходного сигнала по формуле и результат запишите в отчет.**

$$q = (\Delta U / U_d) \cdot 100\%.$$

**Эксперимент 2.** Определение коэффициента пульсаций однополупериодного выпрямителя при изменении емкости фильтра.

**а).** Установите емкость конденсатора равной 100 мкФ. Включите схему. Измерьте максимум выходного напряжения и разность между максимумом и минимумом напряжений на выходе выпрямителя по показаниям осциллографа. Результат запишите в отчет.

**б). Вычислите среднее значение напряжения  $U_d$ .**

**в). Вычислите коэффициент пульсаций выходного напряжения.**

**Эксперимент 3.** Определение коэффициента пульсаций однополупериодного выпрямителя при изменении тока нагрузки.

**а).** Установите емкость конденсатора в схеме равной 470 мкФ. Измените сопротивление резистора нагрузки до 200 Ом. Включите схему. Измерьте максимум выходного напряжения и разность между максимумом и минимумом напряжений на выходе выпрямителя по показаниям осциллографа. Результат запишите в отчет.

**б). Вычислите среднее значение напряжения  $U_d$ .** Вычислите коэффициент пульсаций выходного напряжения.

**Эксперимент 4.** Определение коэффициента пульсаций двухполупериодного выпрямителя.

**а)** Соберите схему, представленную на рис. 5. На вход А осциллографа подается входное напряжение, а на вход В - выходное. Измерьте максимум выходного напряжения  $U_{\max}$  и разность между максимумом и минимумом выходного напряжения  $\Delta U$ . Зарисуйте осциллограммы.

**б). Вычислите среднее значение напряжения  $U_d$ .**

**в). Вычислите коэффициент пульсаций выходного напряжения.**



## Лабораторная работа №19

Тема: Исследование работы предварительного каскада усилителя.

Цель работы: Изучение работы схемы и определение показателей работы усилителя низкой частоты.

Содержание работы:

1. Ознакомление со схемой каскада У.Н.Ч.
2. Снятие амплитудной характеристики усилителя.
3. Снятие частотной характеристики усилителя.
4. Определение влияния параметров схемы на работу усилителя.

Приборы и оборудование:

1. Макет усилителя.
2. Генератор звуковой частоты.
3. источник питания.
4. Вольтметр ламповый.
5. Осциллограф
6. Проводники.

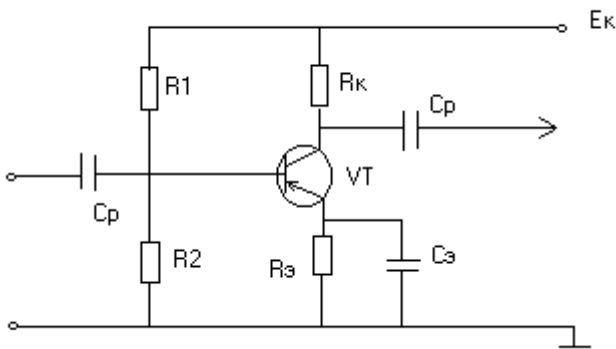


ТАБЛИЦА 1

U(вх) мВ	0	0.02	0.04	0.06	0.1	0.2	0.4	0.6
U(вых) мВ								

Таблица 2

Входное напряжение U=10 мВ	Без ООС							
f Гц								
U(вых) мВ								
K								

На основании полученных результатов таблицы 1 и 2 построить амплитудные и частотные характеристики.

4. Сделать выводы по работе.

В выводе указать влияние сопротивления нагрузки на выходной сигнал, на причины возникновения нелинейных и частотных искажений, на влияние ООС на работу усилителя.

**Контрольные вопросы:**

1. Каково назначение предварительных и выходных каскадов усилителя?

-----  
-----

2. Объясните назначение всех элементов схемы.

-----  
-----

3. От чего зависит величина выходного сигнала в усилителе?

-----

4. Чем обусловлены частотные и нелинейные искажения в усилителе?

-----

5. Что даёт введение ООС в схемах усилителя?

-----  
-----

6. Какие показатели работы усилителя оценивают его качество?

-----  
-----

## Лабораторная работа №20

**Тема:** Исследование работы генератора гармонических колебаний.

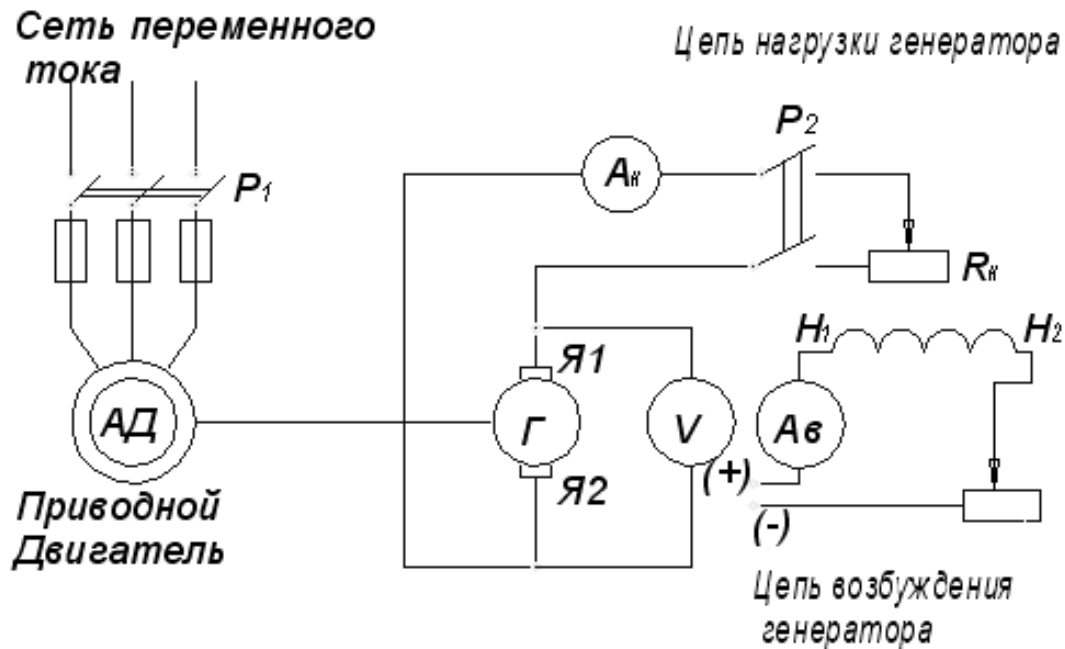
**Цель:** Опытным путем снять основные характеристики генератора, изучить основные свойства генератора постоянного тока и выявить факторы, влияющие на работу генератора.

### Необходимое оборудование и приборы:

**Таблица 1**

Наименование	Тип	Заводской номер	Технические данные
Генератор постоянного тока с независимым возбуждением			
Приводной двигатель переменного тока			
Амперметр цепи нагрузки			
Амперметр цепи возбуждения			
Вольтметр			
Реостат регулировочный			
Реостат нагрузочный			
Источник постоянного тока			
Соединительные провода			

### Электрическая схема установки:



**Характеристика холостого хода:**

**Таблица 2**

№ опыта	+Iвозб (A)	+Eвосх (B)	+Енисх (B)	№ опыта	-Iвозб (A)	-Eвосх (B)	-Енисх (B)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

**Внешняя характеристика:**

**Таблица 3**

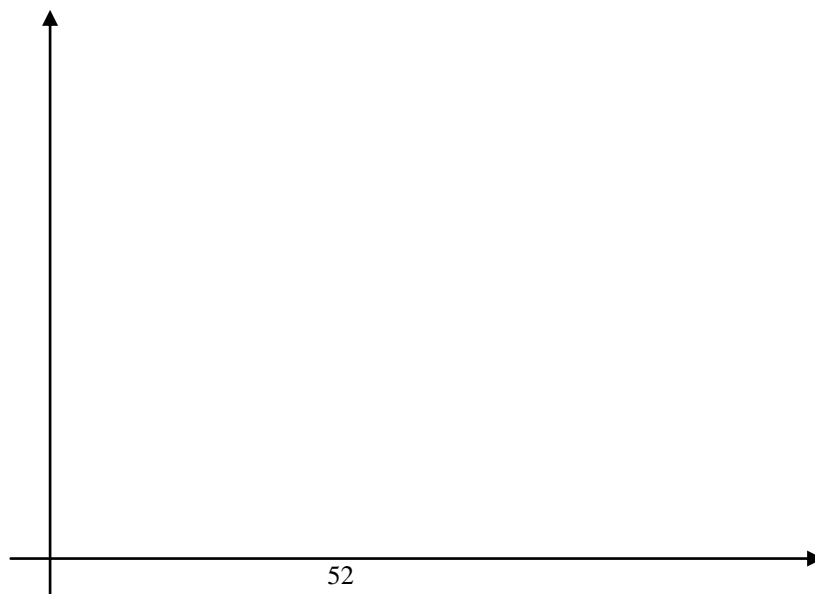
№ Опыта	U (B)	Ia (A)	Iвозб (A)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**Регулировочная характеристика:**

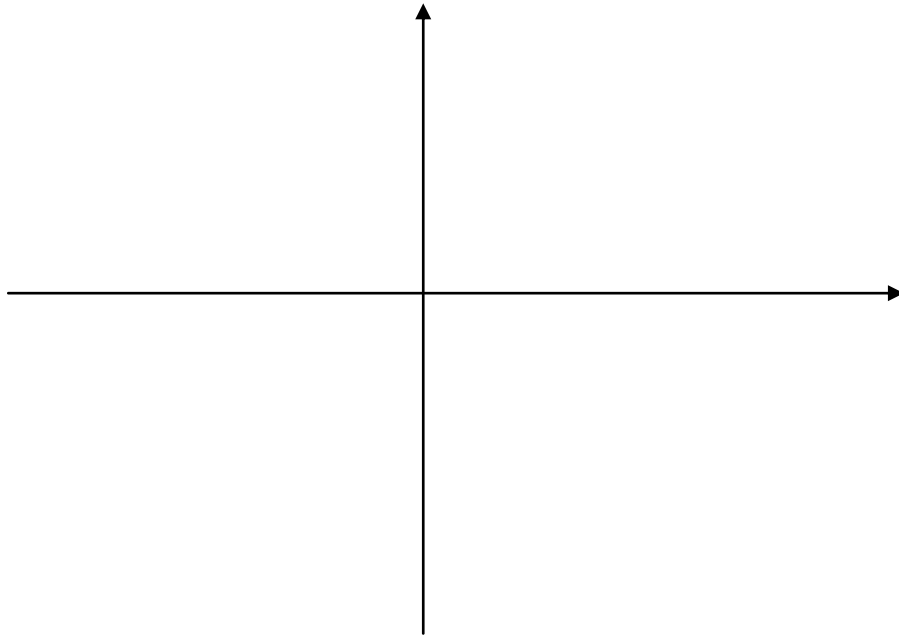
**Таблица 4**

№ Опыта	U=const=60 (B)	Ia (A)	Iвозб (A)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**Графики зависимости  $I_{\text{возб}}=f(I_a)$ ;  $U_{\text{ген}} = \text{const}$**



**График зависимости  $E=f(I_{\text{возб}})$ ;  $I_A = 0$**



**Граф зависимости  $U=f(I_a)$ ;  $R_{\text{пер}} = \text{const}$**



**Вывод:**

## Лабораторная работа №21

**Тема:** Исследование генератора с параллельным возбуждением.

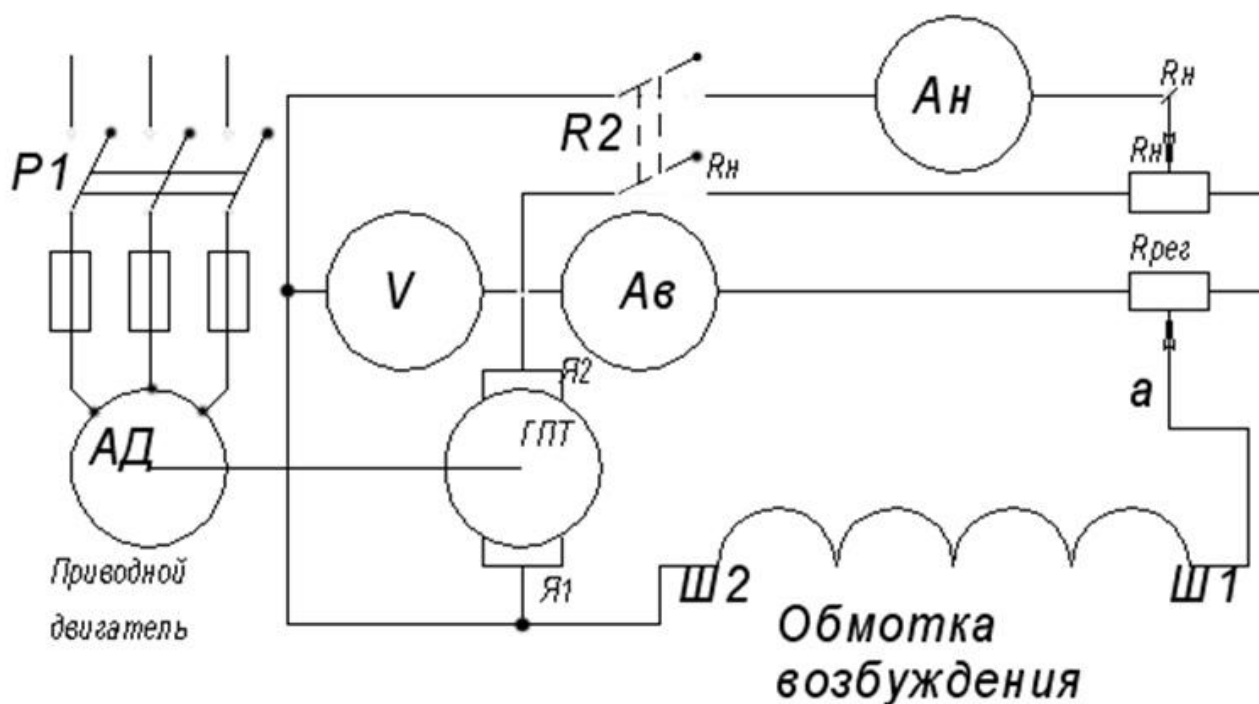
**Цель:** Ознакомиться с методикой снятия характеристик холостого хода, внешней и регулировочной, изучить их. Научиться управлять работой генератора постоянного тока.

**Необходимое оборудование и приборы:**

**Таблица 1**

Необходимое оборудование и приборы	Тип	Заводской номер	Технические данные
Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением			
Приводной двигатель			
Вольтметр			
Амперметр цепи возбуждения			
Амперметр цепи нагрузки			
Реостат регулировочный			
Реостат нагрузочный			
Пусковая аппаратура			
Соединительные провода			

**Электрическая схема:**



**Снятие характеристики холостого хода:**

**Таблица 2**

№ п/п	I <sub>возб</sub> (А)	E <sub>восх</sub> (В)	E <sub>нисх</sub> (В)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**Характеристика холостого хода:  $E(B)=f(I_{\text{возб}})$ ;  $I_A = 0$**

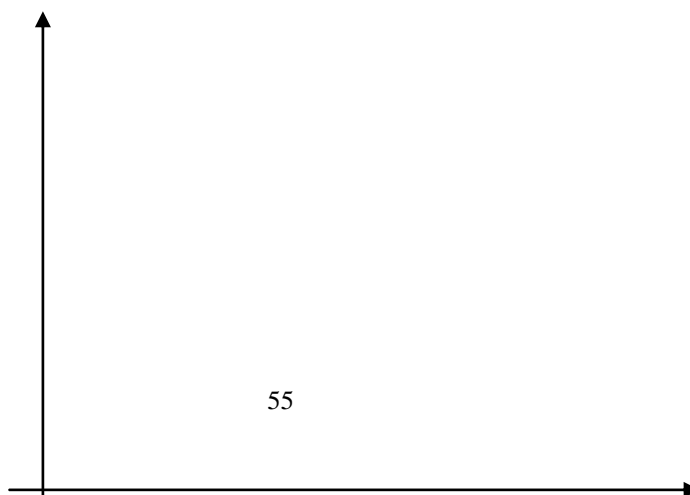


**Снятие внешней характеристики:**

**Таблица 3**

№ п/п	U (В)	I <sub>нагр</sub> (А)	I <sub>возб</sub> (А)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**График зависимости:  $U=f(I_{\text{нагр}})$ ;  $R_{\text{пер}} = \text{const}$**



**Снятие регулировочной характеристики:**

**Таблица 4**

№ п/п	U=const	Iнагрузки (А)	Iвозб (А)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**График зависимости:  $I_{\text{возб}} = f(I_{\text{нагр}})$ ; U = const**



**Вывод:**



## Лабораторная работа №22

**Тема:** Исследование 3-х фазного АД с КЗ ротором

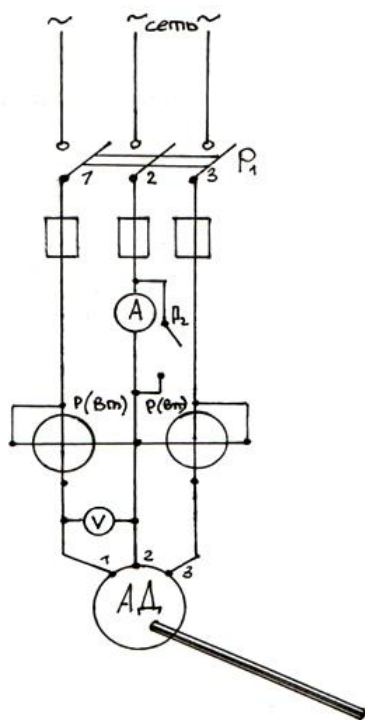
**Цель:** Изучить основные свойства асинхронного двигателя, опытным путем снять и графически построить рабочие характеристики. Приобрести навыки управления им.

**Необходимое оборудование и приборы:**

**Таблица 1**

Наименование	Тип	Заводской номер	Технические данные
Асинхронный эл. двигатель			
Ваттметр			
Электромагнитный тормоз			
Амперметр			
Ваттметр			
Тахометр			
Тумблер (рубильник однополюсной)			
Рубильник (автомат трехполюсной)			
Устройство для питания кат. эл. магнитного тормоза			

**Электрическая схема 1:**



К электромагнитному тормозу системы инженера Панасенкова.

**Снятие рабочих характеристик:**

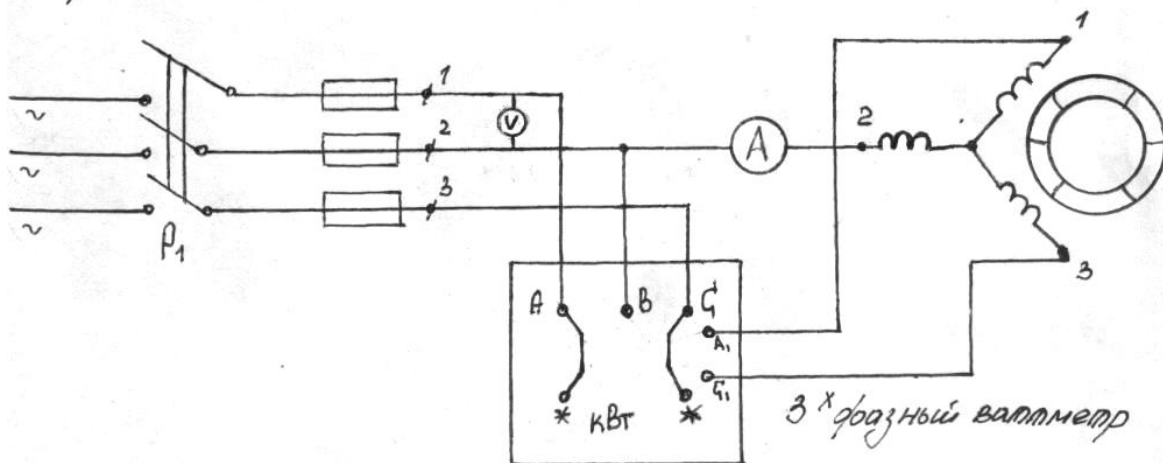
**Таблица 2**

№ опытов	Измерено					Вычислено			
	U В	I А	P1 Вт	n2 об/мин	Mн КРМ	P2 Вт	S %	Cosφ —	η %
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

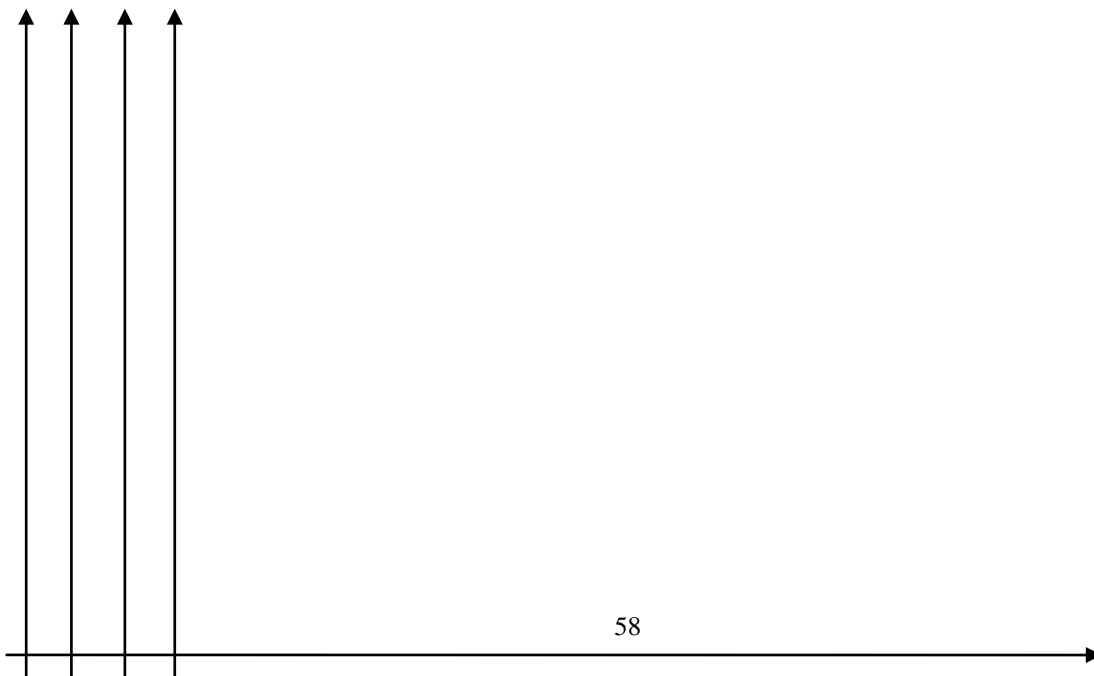
**Расчетные формулы:**

$$P_2 = \frac{M_n \cdot n_2}{0.975} \text{ Вт}; \quad \text{Cos}\varphi = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}; \quad \eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%; \quad S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\%, \text{ где } n_1 = 1500 \text{ об/мин.}$$

**Электрическая схема 2:**



**График зависимости:  $\eta=f(P_2)$ ;  $\text{Cos}\varphi=f(P_2)$ ;  $n_2=f(P_2)$ ;  $S=f(P_2)$ .**



**График зависимости:  $M_n=f(P_2)$**



**Вывод:**

## Лабораторная работа № 23

**Тема:** Исследование режимов однофазного трансформатора

**Цель:** Изучить работу однофазного трансформатора. Научиться производить его испытания в режимах холостого хода, короткого замыкания и рабочем режиме.

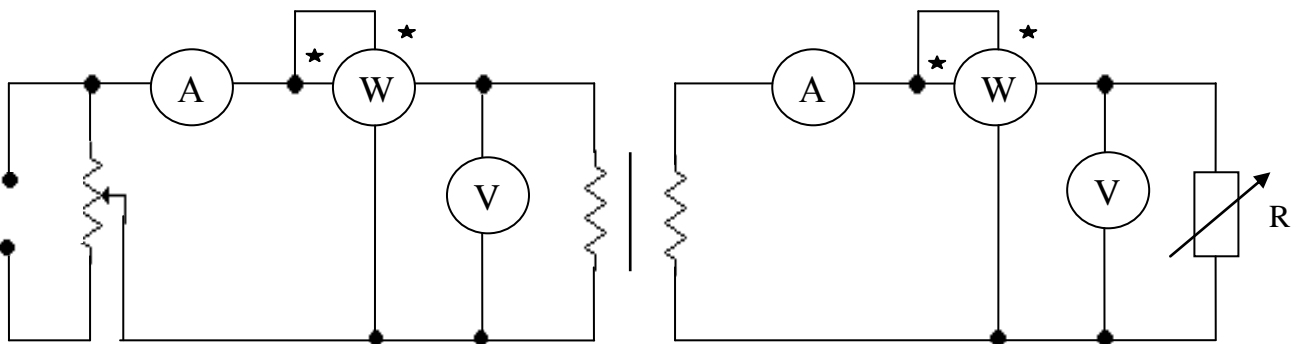
**Приборы и оборудование:**

№	Тип	Наименование	Класс точности	Номинальное значение	Цена деления
1	Э537	Амперметр	0,5	1А	0,01А/дел
2	Э538	Амперметр	0,5	2,5А	0,025А/дел
3	Э544	Вольтметр	0,5	30В	0,2В/дел
4	Э545	Вольтметр	0,5	300В	2В/дел
5	Д5065	Ваттметр	0,5	300В*2,5А	5Вт/дел
6	Д5065	Ваттметр	0,5	150В*2,5А	2,5Вт/дел
7	Э365-1	Вольтметр	1,5	250В	10В/дел

**Технические характеристики трансформатора:**

Тип трансформатора	S	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	I <sub>n1</sub>	I <sub>n2</sub>
	кВА	В	В	А	А
ОСМ-1-0,16	0,16	220	110	0,72	1,45

**Рабочая схема:**



**Порядок выполнения работы:**

1. Провести опыт холостого хода, для чего не подключая к трансформатору нагрузки, подать на его первичную обмотку номинальное напряжение  $U_1=220\text{В}$ ; данные замера занести в таблицу.
2. Провести рабочий режим для 6 значений нагрузки, данные замеров занести в таблицу.
3. Провести опыт короткого замыкания, подав на первичную обмотку трансформатора  $U_1=U_{к.з.} < U_{1\text{ном.}}$ ; данные опыта занести в таблицу.
4. Ввести данные замеров в компьютер для получения результатов вычислений.
5. Построить в масштабе внешнюю характеристику  $U_2=f(I_2)$  и зависимость К.П.Д. трансформатора от коэффициента загрузки  $\text{К.П.Д.}=f(\beta)$
6. Ответить на контрольные вопросы и сдать отчет преподавателю.

**Примечание:** При проведении опыта короткого замыкания, на первичную обмотку трансформатора необходимо подать такое пониженное напряжение  $U_{к.з.}$ , при котором ток  $I_1$  достигнет своего номинального значения  $I_1=0,72A$ .

**Таблица измерений и вычислений:**

№	Режим работы трансформатора	Измерено						Вычислено	
		$U_1$	$I_1$	$P_1$	$U_2$	$I_2$	$P_2$	$\beta$	К.П. Д.
		$B$	$A$	$Bт$	$B$	$A$	$Bт$	-	%
1	Холостой ход								
2	Под нагрузкой								
3									
4									
5									
6									
7									
8	Короткое замыкание								

**Примечание:**  $\beta$  – коэффициент загрузки трансформатора

**Рабочие формулы:**

$B = I_1 / I_2$  ном.;  $\eta = P_2 / P_1 = P_2 / (P_2 + P_{ст} + P_{м})$

**Контрольные вопросы:**

1. Как устроен однофазный трансформатор?
2. От чего зависят Э.Д.С. обмоток трансформатора?
3. Что называется коэффициентом трансформации?
4. Что называется внешней характеристикой трансформатора и как ее получить?
5. Какие потери энергии имеются в трансформаторе и как их определить?
6. Как определить К.П.Д. трансформатора?

