

Государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»



Методические рекомендации

**по выполнению лабораторных и практических работ
по учебной дисциплине ОП.05 Электротехника и электроника**

**по специальности
35.02.03 Технология деревообработки**

Базовой подготовки

2023 г.

Рассмотрено и одобрено на
заседании методической комиссии
технических дисциплин
Протокол №1
От «_31_»_08_2023 г.

Председатель МК
 Н.В.Склюева

Утверждаю
Зам. директора

 Л.И.Петрова

Содержание

1. Пояснительная записка	4
2. Общие указания к выполнению лабораторных и практических работ	5
3. Лабораторные и практические работы	5
3.1. Лабораторное занятие №1. Измерение мультиметрами различных марок напряжения и сопротивления в цепях постоянного тока	5
3.2. Лабораторное занятие №2. Последовательное соединение элементов электрической цепи.	6
3.3 Лабораторное занятие № 3. Параллельное соединение элементов электрической цепи	7
3.4 Практическое занятие №1. Определение эквивалентного сопротивления разветвленной цепи	9
3.5 Практическое занятие №2. Расчет разветвленной цепи постоянного тока по закону Ома..	13
3.6. Практическое занятие №3. Расчет разветвленной цепи постоянного тока с одним источником ЭДС.....	15
3.7. Практическое занятие №4 Последовательное и параллельное соединение конденсаторов и катушек индуктивности.....	18
3.8. Практическое занятие 5 Построение векторных диаграмм.....	19
3.9. Практическое занятие №6. Расчет неразветвленной цепи переменного тока	19
3.10. Практическое занятие № 7. Расчет разветвленной цепи переменного тока	22
3.11. Лабораторное занятие № 4. Исследование трехфазной цепи при соединении источников и потребителей звездой.	25
3.12. Практическое занятие № 8. Расчет трехфазной цепи. Соединение фаз источника энергии и приемника звездой.	27
3.13. Практическое занятие № 9. Расчет параметров однофазного трансформатора.....	29
3.14. Практическое занятие 10 Расчет трехфазных трансформаторов.....	31
3.15. . Практическое занятие 11. Схема пуска нереверсивного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	32
3.16.. Практическое занятие 12. Схема пуска реверсивного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	33
3.17. ПР 13. Практическое занятие по схемам	34
3.18. Лабораторное занятие 5. Сборка схемы управления двигателем постоянного тока	35
3.19. Практическое занятие 14. Схемы стабилизаторов	35
3.20. Лабораторная работа 6. Исследование выпрямителей.....	38
3.21. Практическое занятие 15. Транзисторные усилители.....	40
3.22. Практическое занятие 16. Логические элементы.....	41
4. Критерии оценивания выполнения практических и лабораторных работ	35
5. Правила техники безопасности при выполнении лабораторных и практических работ	35
6. Список источников для обучающихся	36

1. Пояснительная записка.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине **ОП.04 Электротехника и электроника** составлены на основе рабочей программы дисциплины, федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 35.02.03 Технология деревообработки, утвержденного Приказом Минпросвещения России от 7 мая 2014 г. N 452, и учебного плана по специальности.

Цель методических указаний - оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных и практических работ по учебной дисциплине ОП.04. Электротехника и электроника. Настоящие методические указания позволят обучающимся самостоятельно овладеть знаниями и профессиональными умениями, и направлены на формирование общих и профессиональных компетенций:

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

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

ОК 3 Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

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

ОК5 Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

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

ОК 7. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

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

ПК 1.1. Разрабатывать технологические процессы деревообрабатывающих производств, процессов технологической подготовки производства, конструкций изделий с использованием САПР.

ПК 1.2. Составлять карты технологического процесса по всем этапам изготовления продукции деревообрабатывающих производств.

ПК 1.3. Организовывать ведение технологического процесса изготовления продукции деревообработки.

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 1-9; ПК 1.1 – 1.3.	Рассчитывать параметры различных электрических цепей.	Основные законы электротехники и электроники. Основные методы измерения электрических величин.

2. Общие указания к выполнению лабораторных и практических работ.

По каждой работе представлены краткие методические указания к ее выполнению. Перед выполнением каждого задания обучающийся должен ознакомиться с изучаемым материалом по учебному пособию, практикуму и другой литературе. Лабораторные работы выполняются в лаборатории электротехники в соответствии с графиком учебного процесса. По каждой работе обучающийся в отдельной тетради чертит схемы, таблицы, отвечает на вопросы, помещенные в методических указаниях для отчета по выполняемой работе. При проведении лабораторной работы преподаватель показывает оборудование, на котором проводится лабораторная работа, поясняет тему, разъясняет последовательность сборки схем, а затем обучающиеся работают самостоятельно и в конце занятий защищают отчет по лабораторной или практической работе. О степени своей подготовленности студент может судить по знанию вопросов для самопроверки, которые приведены в каждой работе.

Описание каждой лабораторной и практической работы содержит: тему, цели работы, задания, порядок выполнения работы, оснащение рабочего места, формы контроля, требования к выполнению.

3. Лабораторные и практические работы

3.1. Лабораторное занятие №1

Тема: Измерение мультиметрами различных марок напряжения и сопротивления в цепях постоянного тока

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У4. Пользоваться электроизмерительными приборами.

Оборудование: Стенд для сборки схем.

Ход работы:

1. Подключить к источнику постоянного напряжения переменный резистор.
2. Измерить напряжение на источнике питания и резисторе стрелочным вольтметром. Определить цену деления шкалы вольтметра.
3. Измерить напряжение на источнике питания и резисторе разными мультиметрами, установив переключатель режимов мультиметра в соответствующее положение.
4. Сравнить показания приборов, сделать выводы.
5. Изменяя сопротивление резистора, произвести измерение напряжения, (п.2 и п.3).
6. Выключить источник питания, разобрать схему. Измерить сопротивление резистора разными приборами.

Вопросы для контроля индивидуальных заданий :

1. Характеристика вольтметра, схемы включения.
2. Характеристика омметра, схемы включения.

Вывод:

Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения лабораторного занятия позволяет оценить усвоенное умение У1.

3.2. Лабораторное занятие №2

Тема: Последовательное соединение элементов электрической цепи.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

З1. Основные законы электротехники и электроники.

З2. Основные методы измерения электрических величин.

Оборудование: Стенд для сборки схем.

Ход работы:

1. Собрать на стенде схему Рис.1
2. Записать показания амперметров в таблицу 1.
3. Измерить напряжение на выходе источника питания и на каждом резисторе, данные занести в таблицу 1
4. При выключенном источнике питания измерить мультиметром сопротивление резисторов, данные занести в таблицу 1.

Рассчитать:

- общее напряжение ;
- общее сопротивление по закону Ома;
- эквивалентное сопротивление цепи;
- сопротивление и мощность каждого резистора по закону Ома;
- общую потребляемую мощность всех резисторов;
- мощность источника питания;
- составить баланс мощностей.
- Рассчитанные данные занести в таблицу 2

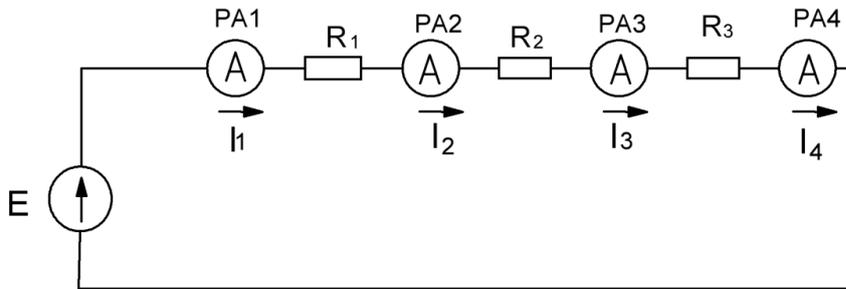


Рис.1

Измеренные данные

Таблица 1.

I_1 А	I_2 А	I_3 А	I_4 А	U В	U_1 В	U_2 В	U_3 В	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	$R_{общ}$ Ом

Расчетные данные

Таблица 2.

U В	$R_{общ}$ Ом	$R_э$ Ом	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	P_1 Вт	P_2 Вт	P_3 Вт	$P_{потр}$ Вт	$P_{ист}$ Вт

Формулы для расчета:

- $U = U_1 + U_2 + U_3$
- $R_{\text{общ}} = U / I$; $R_3 = R_1 + R_2 + R_2$
- $R_1 = U_1 / I_1$; $R_2 = U_2 / I_2$; $R_3 = U_3 / I_3$
- $P_1 = U_1 * I_1 = I_1^2 * R_1$; $P_2 = U_2 * I_2$; $P_3 = U_3 * I_3$
- $P_{\text{потр}} = P_1 + P_2 + P_3$; $P_{\text{ист}} = U * I$

Вопросы для контроля индивидуальных заданий :

- Определение эквивалентного сопротивления при последовательном соединении элементов электрической цепи.
- Определение мощности рассеивания на резисторе.
- Определение общей потребляемой мощности при последовательном соединении элементов цепи.
- Что такое баланс мощностей.

Вывод:

Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения лабораторного занятия позволяет оценить усвоенные умения и знания У1, 3 1,32.

3.3. Лабораторное занятие № 3

Тема: Параллельное соединение элементов электрической цепи.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

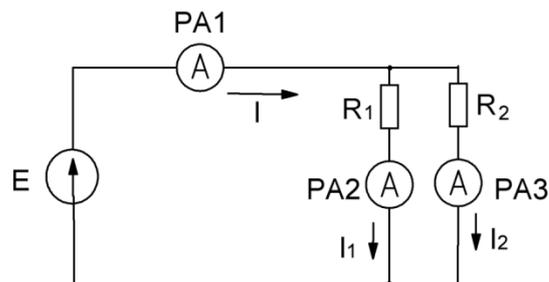
- У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.
- 31. Основные законы электротехники и электроники.
- 32. Основные методы измерения электрических величин.

Оборудование: Стенд для сборки схем.

Ход работы:

1. Собрать на стенде схему Рисунок 1

Рисунок 1



2. Записать показания амперметров в таблицу 1.
3. Измерить напряжение на выходе источника питания и на каждом резисторе, данные занести в таблицу 1
4. При выключенном источнике питания измерить мультиметром сопротивление резисторов, данные занести в таблицу 1.

Рассчитать:

- Общий ток I_1 ;
- общее сопротивление по закону Ома;
- эквивалентное сопротивление цепи;
- сопротивление каждого резистора по закону Ома;
- мощность каждого резистора ;

- общую потребляемую мощность всех резисторов;
- мощность источника питания;
- составить баланс мощностей.
- Рассчитанные данные занести в таблицу 2

Измеренные данные

Таблица 1.

I	I ₁	I ₂	U	U ₁	U ₂	R ₁	R ₂	R _{общ}
А	А	А	В	В	В	Ом	Ом	Ом

Расчетные данные

Таблица 2.

I	R _{общ}	R _э	R ₁	R ₂	P ₁	P ₂	P _{потр}	P _{ист}
В	Ом	Ом	Ом	Ом	Вт	Вт	Вт	Вт

Формулы для расчета:

- $I = I_1 + I_2$
- $R_{общ} = U / I$; $R_э = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2)$
- $R_1 = U_1 / I_1$; $R_2 = U_2 / I_2$
- $P_1 = U_1 * I_1 = I_1^2 * R_1$; $P_2 = U_2 * I_2 = I_2^2 * R_2$
- $P_{потр} = P_1 + P_2$; $P_{ист} = U * I$

Вопросы для контроля индивидуальных заданий :

- Чему равен общий ток при параллельном соединении элементов.
- Какое напряжение на каждом элементе при параллельном их соединении.
- Определение эквивалентного сопротивления при параллельном соединении элементов электрической цепи.
- Определение мощности рассеивания на резисторе.
- Определение общей потребляемой мощности при параллельном соединении элементов цепи.

Вывод:

Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения лабораторного занятия позволяет оценить усвоенные умения и знания У1, 31,32,

3.5. Практическое занятие №1

Тема: Определение эквивалентного сопротивления разветвленной цепи

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

З1. Основные законы электротехники и электроники.

З2. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

1. Определить эквивалентное сопротивление электрической цепи. Вариант задания выбрать из таблицы 1 исходя из порядкового номера списка обучающихся в журнале. Схему выбрать в соответствии со своим вариантом (Рис.1, Рис.2).

2. Определить ток, проходящий через источник питания.

3. Ответить на вопросы.

Параметры резисторов электрической схемы

Таблица 1

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
R1, Ом	200	250	420	60	300	120	30	900	60	50	72	30	70
R2, кОм	0,5	1,5	0,5	0,3	0,42	0,45	0,5	0,6	0,08	0,1	100	0,3	0,25
R3, Ом	100	300	200	200	400	200	60	400	80	50	490	300	30
R4, Ом	200	300	100	50	100	400	600	200	160	36	200	150	250
R5, кОм	0,2	0,8	0,4	0,15	0,4	1,2	0,8	0,2	0,16	0,05	30	0,15	0,25
R6, Ом	1000	150	200	400	900	400	600	1000	40	14	900	20	500
E, В	75	150	200	50	25	70	80	90	10	20	30	40	50
r, Ом	50	20	30	5	2	8	10	10	2	6	15	10	25
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
R1, Ом	200	40	100	300	70	400	900	200	110	60	150	130	180
R2, кОм	2	3,3	0,2	0,6	0,23	0,18	0,8	0,5	0,3	0,25	1	0,1	0,13
R3, Ом	500	300	100	1000	200	300	900	200	250	40	500	200	200
R4, Ом	250	500	500	180	600	100	80	120	40	200	400	200	300
R5, кОм	0,46	0,2	1,1	0,1	0,2	0,2	0,12	0,3	0,1	0,3	0,33	0,2	0,17
R6, Ом	40	200	600	180	500	400	450	80	80	500	170	80	400
E, В	100	150	200	50	25	70	80	90	10	20	30	40	50
r, Ом	10	20	30	5	2	8	10	10	2	6	15	10	25

Вопросы для контроля индивидуальных заданий:

- Определение эквивалентного сопротивления цепи при последовательном соединении элементов цепи.
- Определение эквивалентного сопротивления при параллельном соединении элементов электрической цепи.
- Последовательность определения эквивалентного сопротивления цепи.

Практическая работа

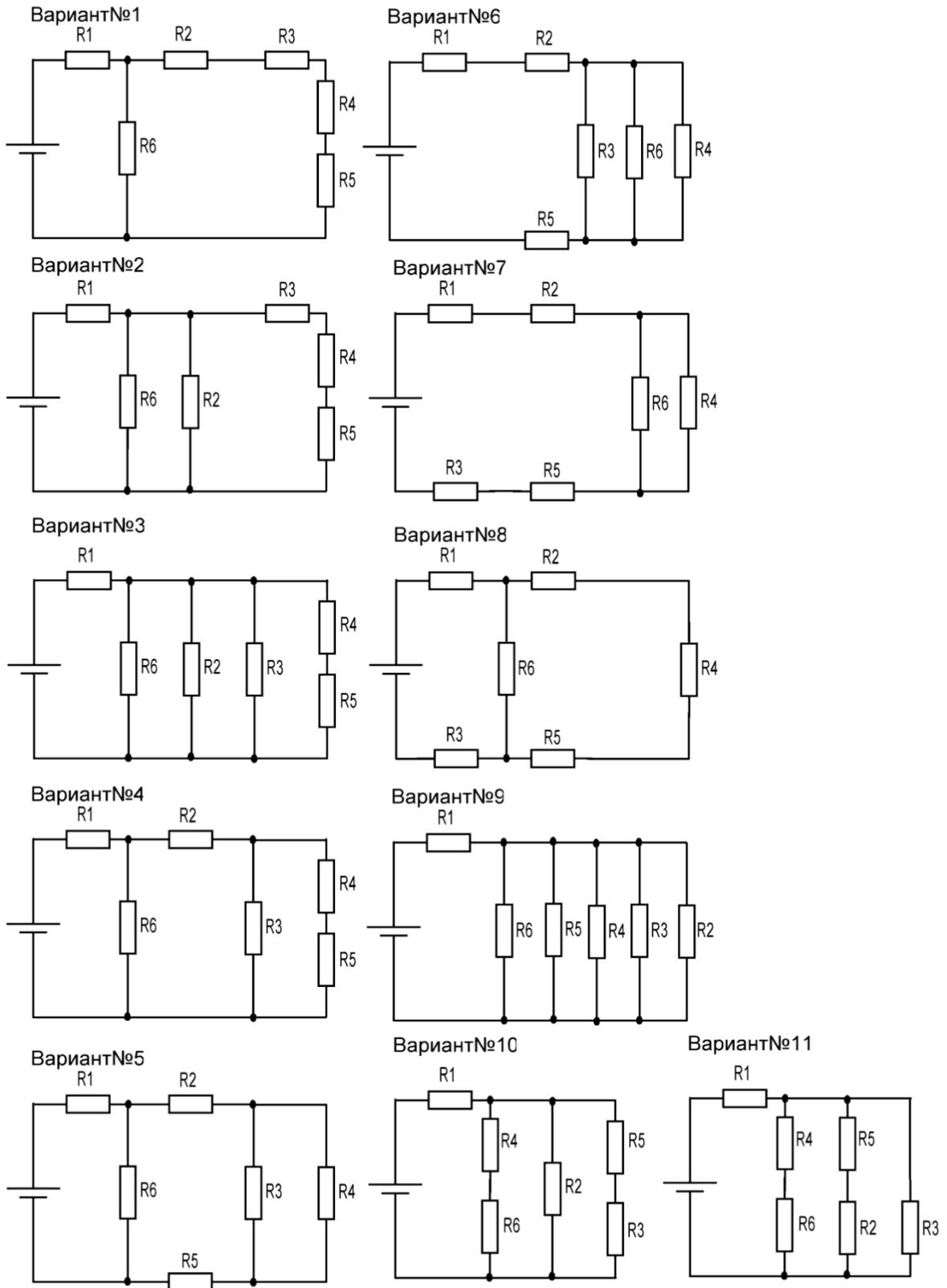
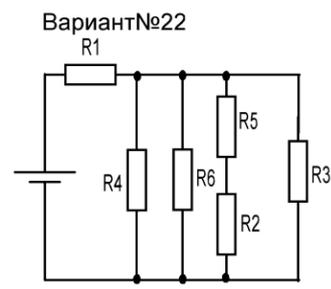
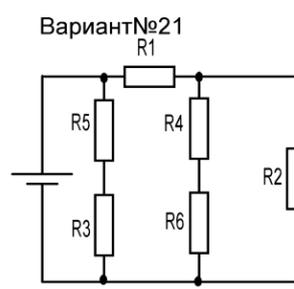
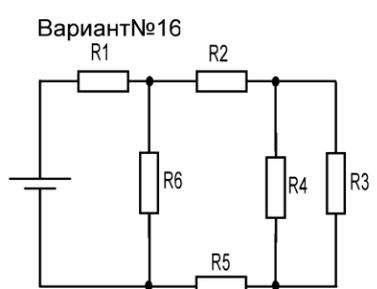
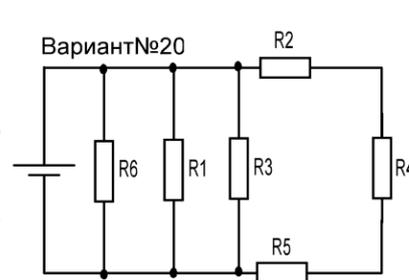
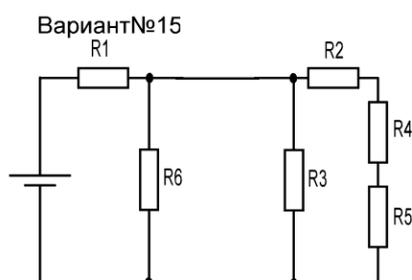
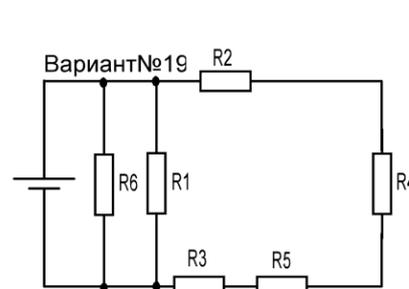
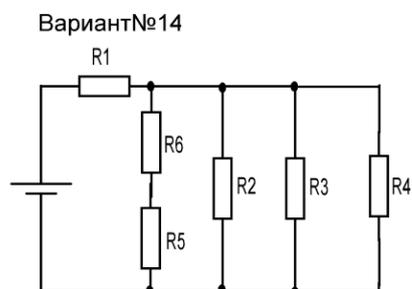
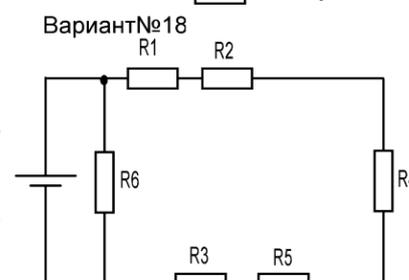
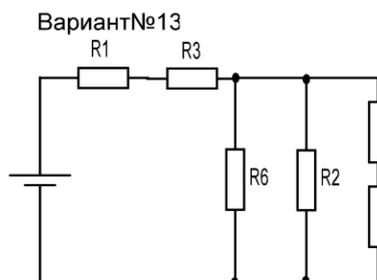
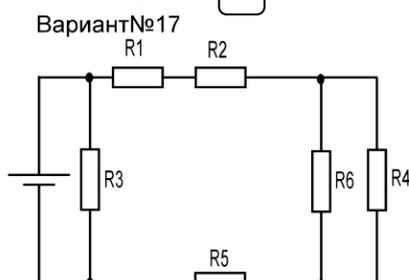
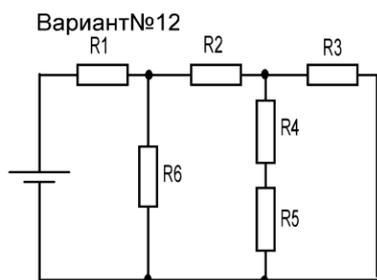


Рис.1

Практическая работа



Вывод:

Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения практического занятия позволяет оценить усвоенные умения и знания У3, 32,34.

3.6. Практическое занятие №2.

Тема: Расчет разветвленной цепи постоянного тока по закону Ома.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.
- З1. Основные законы электротехники и электроники.
- З2. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

1. Определить для заданной схемы количество узлов и ветвей.
2. Найти токи в ветвях, Составить баланс мощности.

Вариант задания выбрать из таблицы №1 исходя из порядкового номера списка обучающихся в журнале. Схему выбрать в соответствии со своим вариантом (Рис.1).

Таблица №1

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
E, В	600	90	120	50	60	180	80	90	600	250	325	180	150
r Ом	20	40	60	10	50	100	120	50	48	25	230	10	50
R1, Ом	30	60	40	60	100	100	80	100	60	50	70	30	75
R2, кОм	0,6	0,6	0,5	0,1	0,654	0,15	0,8	0,9	0,04	0,1	0,15	0,2	0,25
R3, Ом	1000	300	200	150	500	200	800	400	20	50	50	300	80
R4, Ом	300	500	200	150	100	200	600	200	160	100	200	150	125
R5, кОм	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,05	0,2	0,3	0,1	0,05	0,3	0,1	0,12
R6, Ом	200	100	1000	200	900	400	800	900	40	100	700	150	125
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
E В	70	150	60	90	90	130	150	150	300	450	140	450	180
r Ом	80	50	80	10	20	50	50	50	25	50	70	50	80
R1, Ом	20	800	20	270	30	400	100	40	50	75	30	400	20
R2, кОм	0,15	0,1	0,4	0,1	1	0,3	0,45	0,5	0,3	0,25	0,15	0,1	0,4
R3 Ом	500	800	600	40	1000	300	20	900	300	90	600	400	600
R4, Ом	500	500	100	30	1000	100	80	120	150	100	600	100	100
R5, кОм	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,35	0,3	0,15	0,11	0,05	0,2	0,1
R6, Ом	500	800	600	270	800	100	450	120	450	150	500	400	600

Примечание: Схемы для вариантов 23, 24, 25, 26 взять соответственно из вариантов 13, 14, 15, 16

Вывод:

Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения практического занятия позволяет оценить усвоенные умения и знания У1, З1, З2.

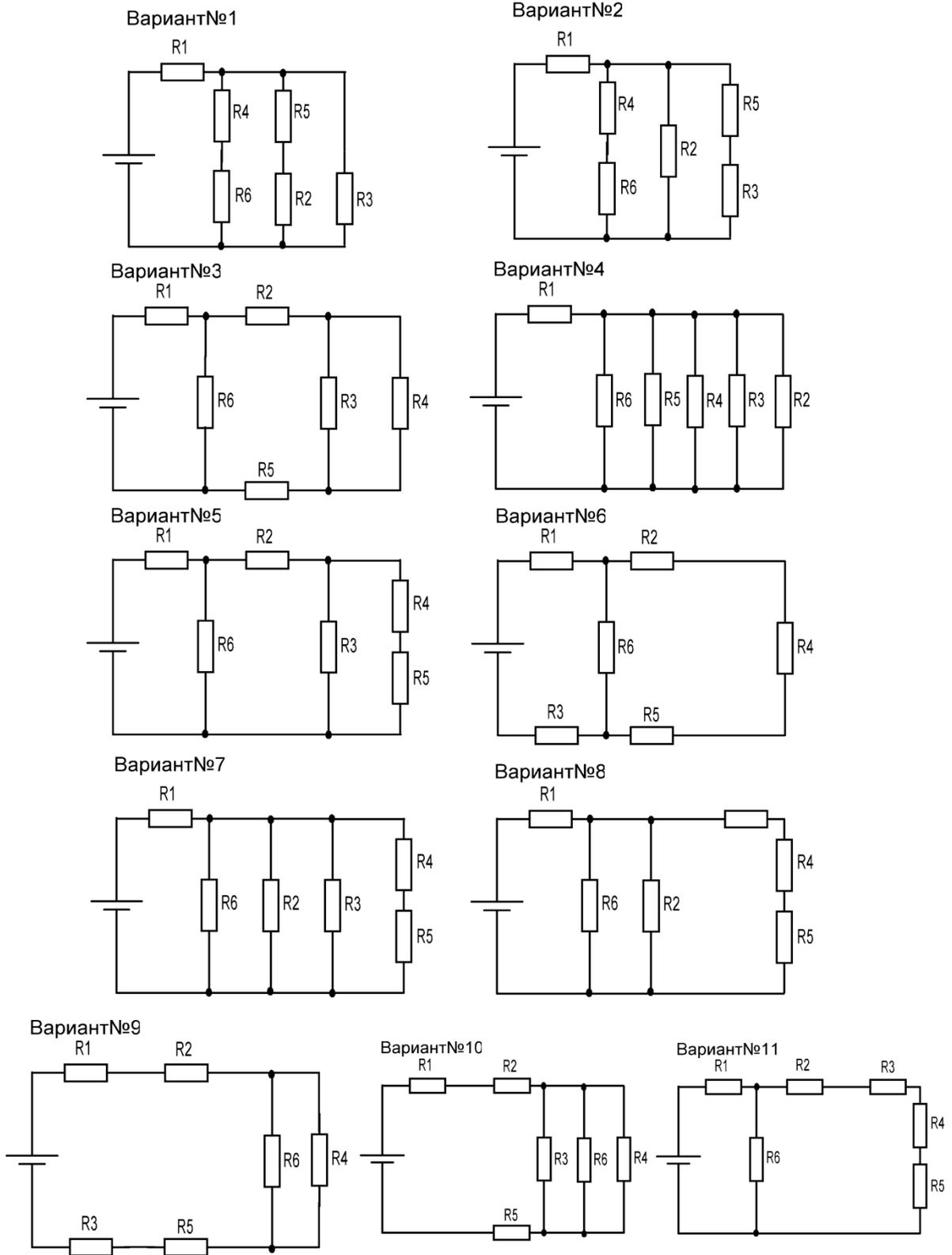


Рис.1

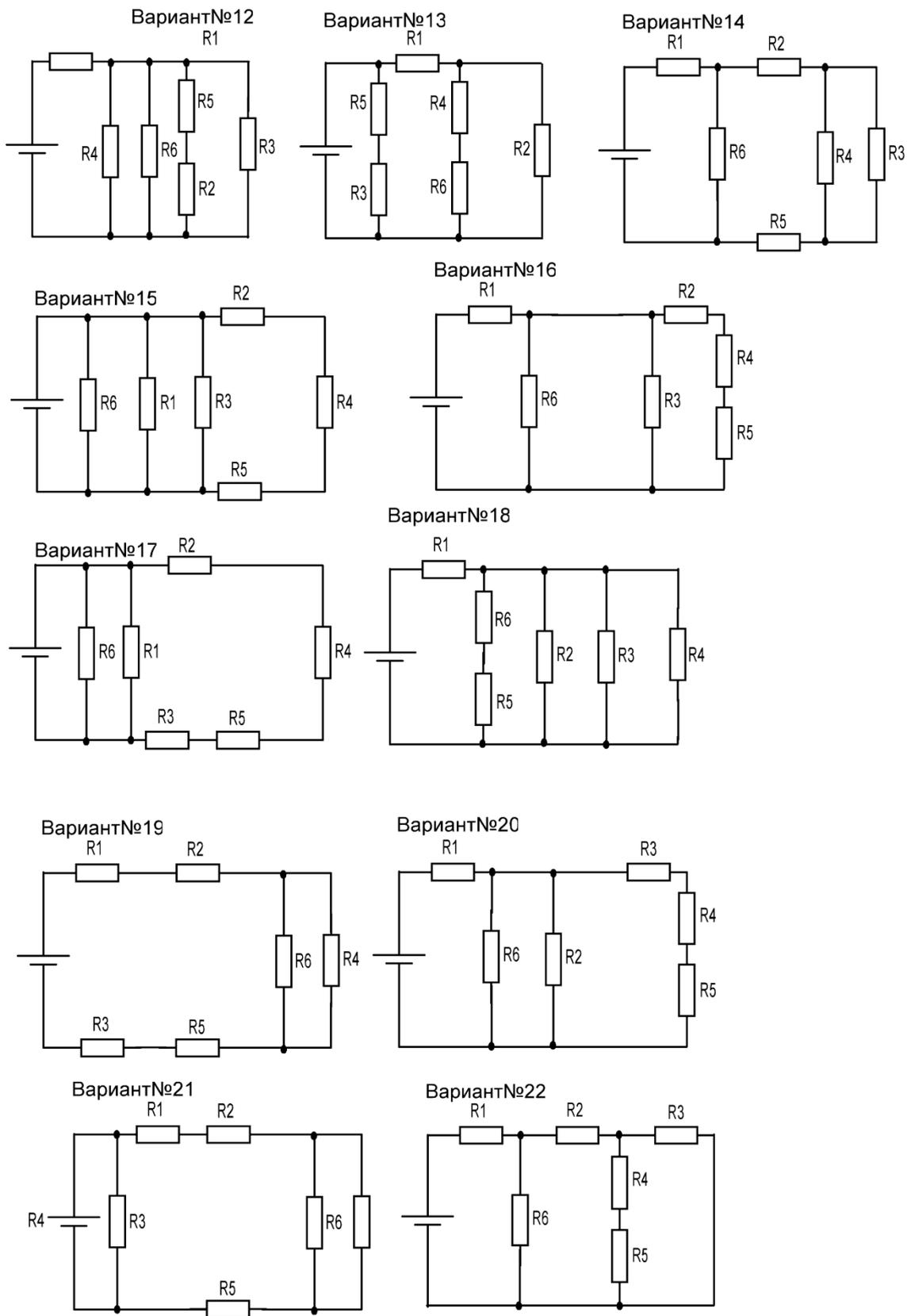


Рис.2

3.6. Практическое занятие №3

Тема: Расчет разветвленной цепи постоянного тока по закону Ома тока с одним источником ЭДС.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.
- З1. Основные законы электротехники и электроники.
- З2. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

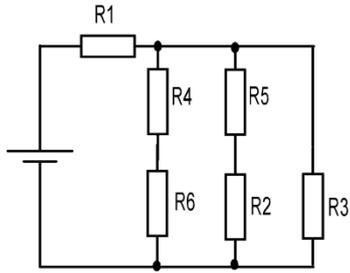
ЗАДАНИЕ. Определить для заданной схемы количество узлов и ветвей, Найти значение ЭДС и токи в ветвях, Составить баланс мощности.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ток в последней ветви, А	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	2	1	0,1	0,2
R ₀ , Ом	20	40	60	10	50	100	120	50	48	25	230	10	50
R ₁ , Ом	30	60	40	60	100	100	80	100	60	50	70	30	75
R ₂ , кОм	0,6	0,6	0,5	0,1	0,65	0,15	0,8	0,9	0,04	0,1	0,15	0,2	0,25
R ₃ , Ом	1000	300	200	150	500	200	800	400	20	50	50	300	80
R ₄ , Ом	300	500	200	150	100	200	600	200	160	100	200	150	125
R ₅ , кОм	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,05	0,2	0,3	0,1	0,05	0,3	0,1	0,12
R ₆ , Ом	200	100	1000	200	900	400	800	900	40	100	700	150	125

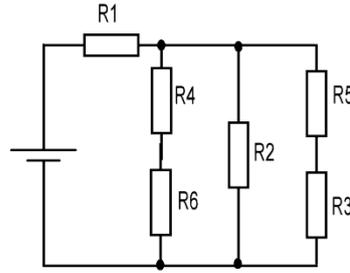
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Ток в последней ветви, А	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	2	1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
R ₀ , Ом	80	50	80	10	20	50	50	50	25	50	70	50	80
R ₁ , Ом	20	800	20	270	30	400	100	40	50	75	30	400	20
R ₂ , кОм	0,15	0,1	0,4	0,1	1	0,3	0,45	0,5	0,3	0,25	0,15	0,1	0,4
R ₃ , Ом	500	800	600	40	1000	300	20	900	300	90	600	400	600
R ₄ , Ом	500	500	100	30	1000	100	80	120	150	100	600	100	100
R ₅ , кОм	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,35	0,3	0,15	0,11	0,05	0,2	0,1
R ₆ , Ом	500	800	600	270	800	100	450	120	450	150	500	400	600

Примечание: Схемы для вариантов 23, 24, 25, 26 взять соответственно из вариантов 13, 14, 15, 16

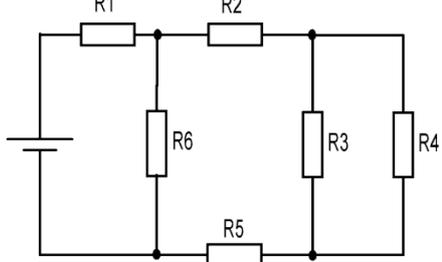
Вариант№1



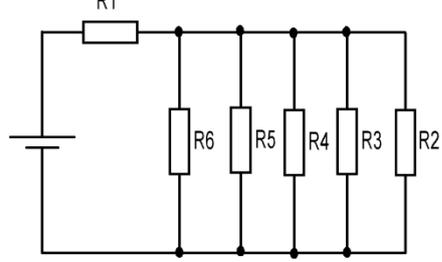
Вариант№2



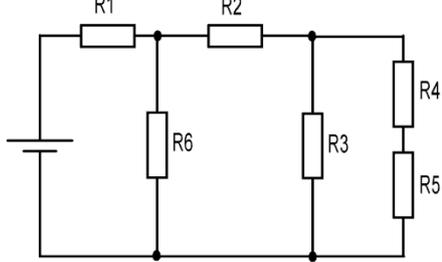
Вариант№3



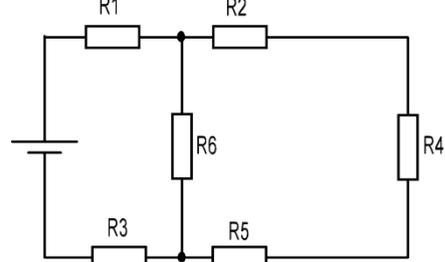
Вариант№4



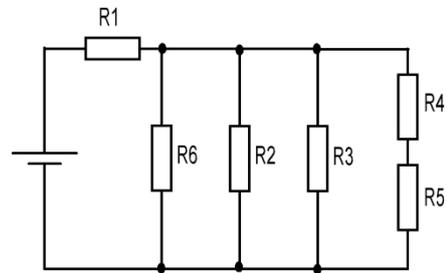
Вариант№5



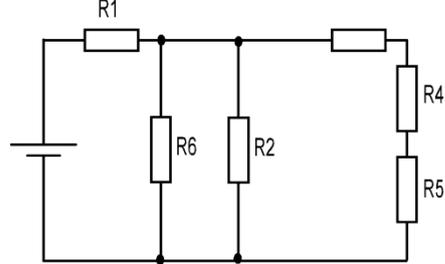
Вариант№6



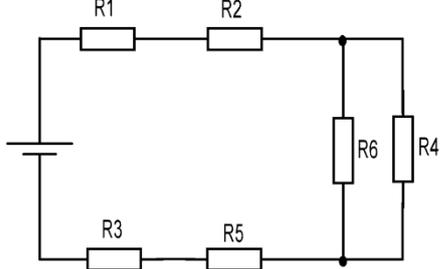
Вариант№7



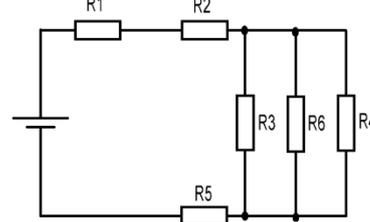
Вариант№8



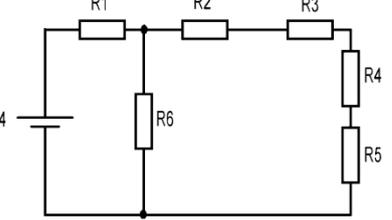
Вариант№9



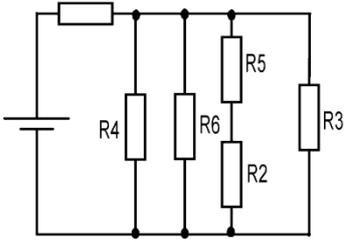
Вариант№10



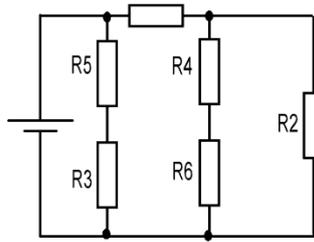
Вариант№11



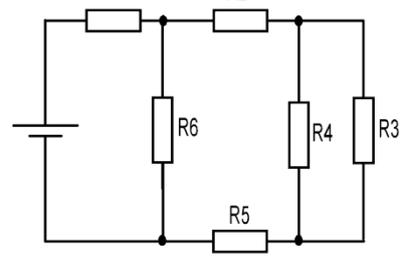
Вариант №12
R1



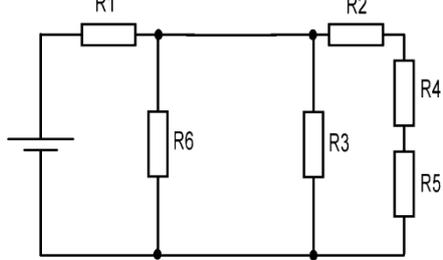
Вариант №13
R1



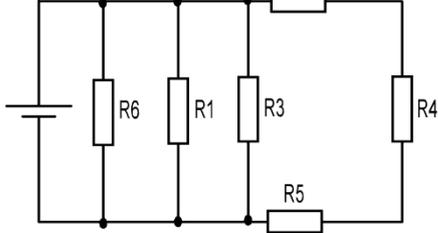
Вариант №14
R1 R2



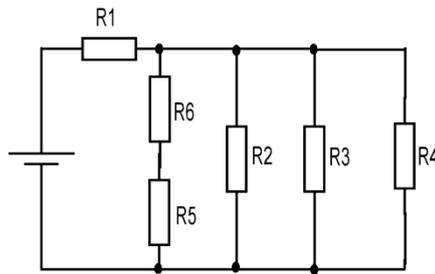
Вариант №16
R1 R2



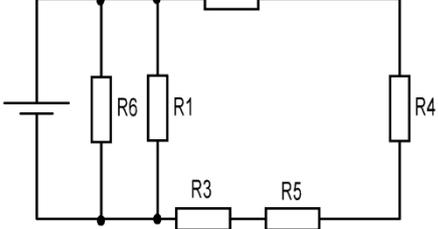
Вариант №15
R2



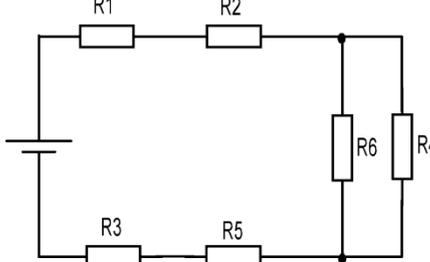
Вариант №18
R1



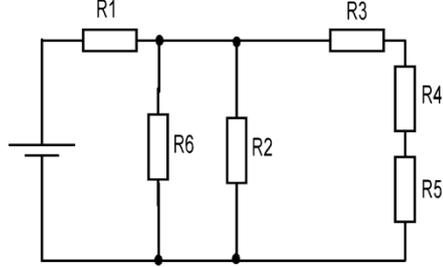
Вариант №17
R2



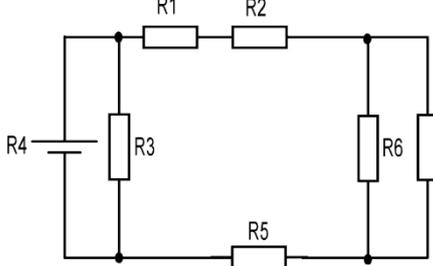
Вариант №19
R1 R2



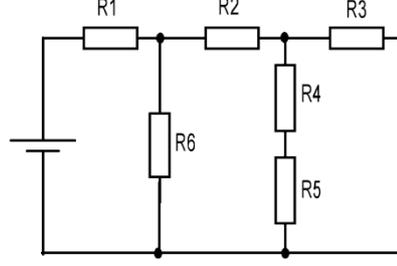
Вариант №20
R1 R3



Вариант №21
R1 R2



Вариант №22
R1 R2 R3



3.7.Практическое занятие №4

Последовательное и параллельное соединение конденсаторов и катушек индуктивности

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

З1. Основные законы электротехники и электроники.

З2. Основные методы измерения электрических величин.

Задание1.

а) Определить общую емкость двух последовательно соединенных конденсаторов, начертить схему.

б) Определить общее емкостное сопротивление этих конденсаторов. Частоту сети взять промышленную, которая применяется в России.

Задание2.

Определить общую индуктивность и общее индуктивное сопротивление трех катушек индуктивностей:

а) соединенных последовательно;

б) соединенных параллельно;

в) соединенных смешанно.

Начертить схемы включения

№ Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
С 1 мкФ	600	318	900	150	100	1000	400	250	159	190	1600	500
С2 мкФ	600	318	900	150	100	1000	400	250	159	190	1600	500
L ₁ мГн	25	30	50	70	80	90	100	150	125	200	250	300
L ₂ мГн	50	60	100	140	160	180	200	300	250	400	500	600
L ₃ мГн	50	60	100	140	160	180	200	300	250	400	500	600

№ Вар.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
С 1 мкФ	1500	300	800	450	860	150	1400	820	460	530	860	1200
С2 мкФ	1500	300	800	450	860	150	1400	820	460	530	860	1200
L ₁ мГн	350	400	450	500	600	700	650	800	900	850	950	1000
L ₂ мГн	700	800	900	1000	1200	1400	1300	1600	1800	1700	1900	2000
L ₃ мГн	700	800	900	1000	1200	1400	1300	1600	1800	1700	1900	2000

3.8. Практическое занятие 5

Построение векторных диаграмм

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

31. Основные законы электротехники и электроники.
32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

1. Начертить схему неразветвленной цепи переменного тока с тремя резисторами. Рассчитать ток и напряжение на каждом резисторе. Построить векторную диаграмму.
2. Начертить схему неразветвленной цепи переменного тока с конденсатором. Рассчитать ток и напряжение на элементе. Построить векторную диаграмму.
3. Начертить схему неразветвленной цепи переменного тока с резистором и катушкой индуктивности. Рассчитать ток и напряжение на каждом элементе. Построить векторную диаграмму.
4. Начертить схему неразветвленной цепи переменного тока с конденсатором и катушкой индуктивности. Рассчитать ток и напряжение на каждом элементе. Построить векторную диаграмму.
5. Начертить схему неразветвленной цепи переменного тока с резистором и конденсатором. Рассчитать ток и напряжение на каждом элементе. Построить векторную диаграмму.

3.9. Практическое занятие № 6

Тема: Расчет неразветвленной цепи переменного тока.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.
31. Основные законы электротехники и электроники.
 32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

Неразветвленная цепь переменного тока, показанная на соответствующем рисунке, содержит активные и реактивные сопротивления, величины которых заданы в таблице 1. Определить:

- Полное сопротивление цепи;
- Силу тока в цепи;
- Угол сдвига фаз между током и напряжением в цепи;
- Активную, реактивную и полную мощности, потребляемые цепью;
- Составить баланс мощности;
- Начертить в масштабе векторную диаграмму.

Вариант задания выбрать из таблицы 1 исходя из порядкового номера списка обучающихся в журнале. Схему выбрать в соответствии со своим вариантом (Рис.1).

Таблица 1.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ рис.	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
R_1 Ом	8	10	6	16	4	80	6	3	12	32
R_2 Ом	4	20	нет	нет	нет	нет	2	1	нет	нет
L_1 Гн	0,0573	0,1592	0,0064	0,0478	0,0191	0,3185	0,0319	0,0159	0,0319	0,0796
L_2 Гн	нет	нет	0,0319	0,0159	нет	нет	нет	нет	0,0127	0,0478
C мкФ	1592	318	796	398	796	127	3185	531	159	398
ЭДС E, В	200	100	40	67	25	200	50	47	40	125

Вар.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
№ рис.	1	1	2	2	3	3	6	7	8	9	10	10
R_1 Ом	6	12	8	12	6	60	100	15	40	50	80	70
R_2 Ом	6	18	нет	нет	нет	нет	нет	нет	30	20	нет	нет
L_1 Гн	0,06	0,2	0,0064	0,05	0,03	0,4	0,3	0,6	0,08	0,07	0,01	0,045
L_2 Гн	нет	Нет	0,0319	0,0159	нет	нет	0,045	нет	нет	нет	0,0851	0,12
C мкФ	1500	300	800	450	860	150	1400	820	460	530	860	1200
ЭДС E, В	210	180	60	100	120	140	380	200	220	220	240	180

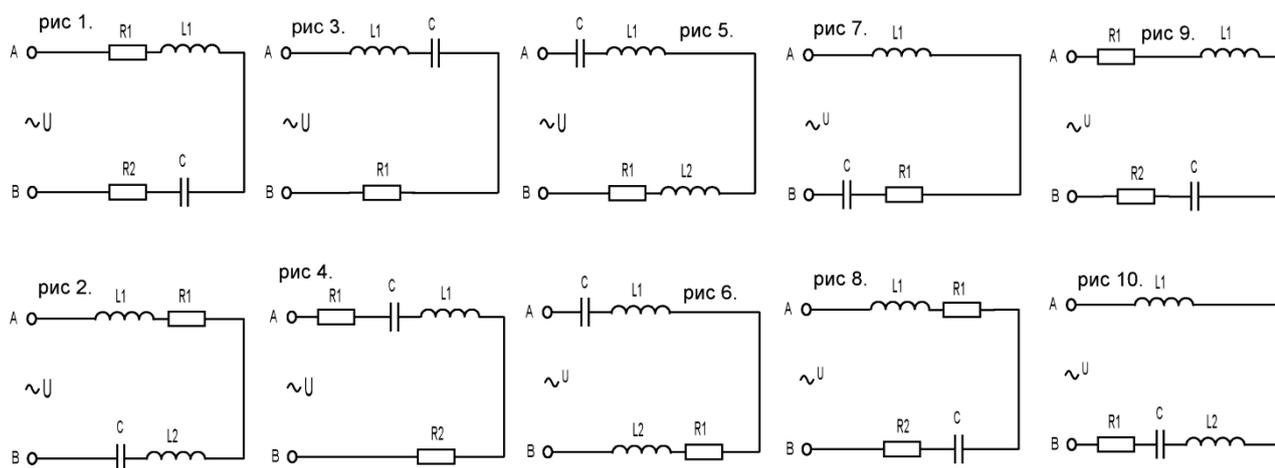


Рис. 1

Методические указания по выполнению Практического занятия № 3

Пример расчета неразветвленной цепи переменного тока.

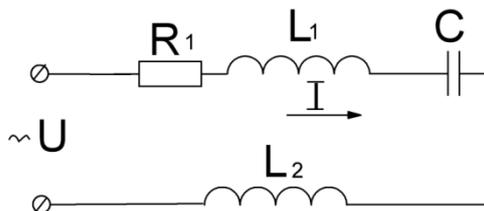
Неразветвленная цепь переменного тока, показанная на соответствующем рисунке, содержит активные и реактивные сопротивления, величины которых заданы в таблице. Определить:

- Полное сопротивление цепи;
- Силу тока в цепи;
- Угол сдвига фаз между током и напряжением в цепи;
- Активную, реактивную и полную мощности, потребляемые цепью;

- Составить баланс мощностей ;
- Начертить в масштабе векторную диаграмму тока и напряжений на участках цепи.

Дано:

$R_1 = 12 \text{ Ом};$
 $L_1 = 0,15 \text{ Гн};$
 $L_2 = 0,04 \text{ Гн};$
 $C = 0,0005 \text{ Ф};$
 $U = 100 \text{ В}.$



Решение.

1. Находим общее сопротивление цепи.

$$Z = \sqrt{R^2 + (XL - XC)^2} = \sqrt{12^2 + (59,7 - 6,36)^2} = 54,6 \text{ Ом}$$

$$R_1 = R = 12 \text{ Ом}$$

$$XL = XL_1 + XL_2 = 47,1 + 12,6 = 59,7 \text{ Ом}$$

$$XL_1 = 2 * \pi * f * L_1 = 2 * 3,14 * 50 * 0,15 = 47,1 \text{ Ом}$$

$$XL_2 = 2 * \pi * f * L_2 = 2 * 3,14 * 50 * 0,04 = 12,6 \text{ Ом}$$

$$XC = 1 / (2 * \pi * f * C) = 1 / (2 * 3,14 * 50 * 0,0005) = 6,36 \text{ Ом}$$

2. Находим ток в цепи. $I = U/Z = 100/54,6 = 1,83 \text{ А}$

3. Находим угол сдвига фаз между током и напряжением в цепи.

$$\cos \psi = R/Z = 12/54,6 = 0,2197 \quad \psi = 77^\circ$$

4. Находим активную, реактивную и полную мощности, потребляемые цепью.

$$P = I^2 * R = 1,83^2 * 12 = 40 \text{ Вт}$$

$$Q = Q_L - Q_C = 200 - 21 = 179 \text{ Вар}$$

$$Q_L = I^2 * XL = 1,83^2 * 59,7 = 200 \text{ Вар}$$

$$Q_C = I^2 * XC = 1,83^2 * 6,36 = 21 \text{ Вар}$$

$$S = \sqrt{P^2 + (QL - QC)^2} = \sqrt{40^2 + 179^2} = 183 \text{ ВА}$$

5. Баланс мощностей.

$$S_{\text{пот}} = \sqrt{P^2 + (QL - QC)^2} = 183 \text{ ВА}$$

$$S_{\text{ист}} = I * U = 1,83 * 100 = 183 \text{ ВА}$$

$$S_{\text{пот}} = S_{\text{ист}}$$

$$183 \text{ ВА} = 183 \text{ ВА}$$

6. Находим напряжения на сопротивлениях цепи.

$$U_R = I * R = 1,83 * 12 = 22 \text{ В}$$

$$U_L = I * X_L = 1,83 * 59,7 = 109 \text{ В}$$

$$U_C = I * X_C = 1,83 * 6,36 = 11,6 \text{ В}$$

7. Строим векторную диаграмму.

Выбираем масштаб по току. $M_I = 0,5 \text{ A/cm}$

Чертим вектор тока длиной $L_I = I / M_I = 1,83 / 0,5 = 3,66 \text{ см}$ горизонтально.

Выбираем масштаб по напряжению $M_U = 10 \text{ В/см}$.

Находим длины векторов напряжений.

$$L_{UR} = U_R / M_U = 22 / 10 = 2,2 \text{ см}$$

$$L_{UL} = U_L / M_U = 109 / 10 = 10,9 \text{ см}$$

$$L_{UC} = U_C / M_U = 11,6 / 10 = 1,16 \text{ см}$$

Вдоль вектора тока откладываем вектор активного напряжения длиной 2,2 см.

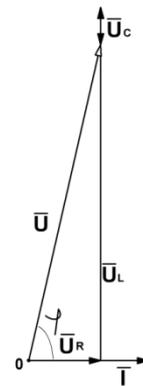
Под углом 90° относительно вектора тока с конца вектора активного напряжения вверх откладываем вектор индуктивного напряжения длиной 10,9 см.

От конца вектора индуктивного напряжения откладываем вектор емкостного напряжения длиной 1,16 см.

Соединив начало векторной диаграммы с полученной точкой получим вектор напряжения приложенной ко всей цепи длиной $L_U = 10 \text{ см}$

Вычисляем величину напряжения, приложенного к цепи.

$$U = L_U * M_U = 10 * 10 = 100 \text{ В.}$$



3.10. Практическое занятие № 7

Тема: Расчет разветвленной цепи переменного тока.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

31. Основные законы электротехники и электроники.

32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

В цепь переменного тока с напряжением U включена цепь, состоящая из двух параллельных ветвей с активными R_1 , R_2 и реактивными X_L , X_C сопротивлениями, величины которых заданы в таблице.

Определить:

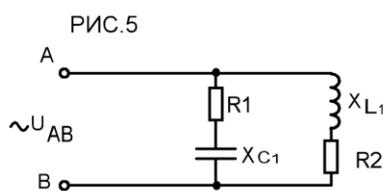
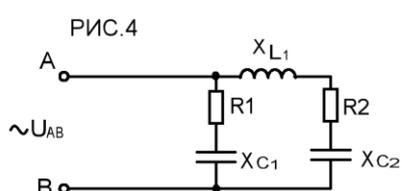
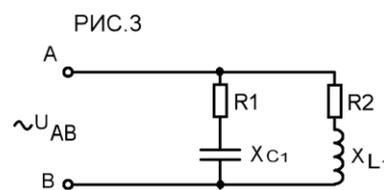
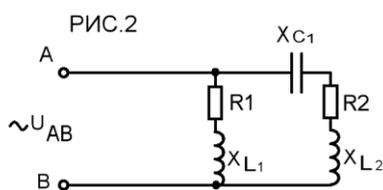
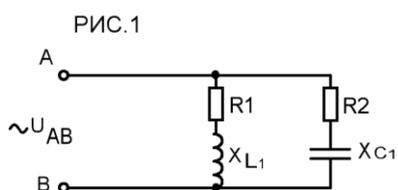
- Общее сопротивление каждой ветви;
- Силу тока каждой ветви;
- Угол сдвига фаз между током и напряжением в каждой ветви;
- Определить общий ток аналитическим методом
- Построить векторную диаграмму, из векторной диаграммы определить общий ток.
- Сравнить величины токов, полученные разными методами.

Вариант задания выбрать из таблицы 1 исходя из порядкового номера списка обучающихся в журнале. Схему выбрать в соответствии со своим вариантом (Рис.1-5).

Таблица 1

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ рис.	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
U, В	127	220	380	100	150	200	250	100	150	200	240
R1, Ом	5	10	15	10	25	20	25	9	12	15	14
R2, Ом	3	6	8	13	12	11	10	3,8	5,2	6,6	7
L1, Гн	0,0398	0,0274	0,0199	0,0127	0,0159	0,0191	0,0223	0,0153	0,0229	0,0306	0,0318
L2, Гн	нет	нет	нет	нет	нет	0,0255	0,0318	0,0350	0,0382	0,0127	нет
C1, Ф	0,0008	0,0004	0,0004	0,0003	0,0004	0,0008	0,0005	0,0003	0,0004	0,0191	0,0159

Вариант	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
№ рис.	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
U, В	110	120	280	180	250	200	170	190	160	230	290
R1, Ом	4	8	12	4	20	8	25	24	18	19	16
R2, Ом	2	8	6	15	5	14	10	4,8	9,2	8,6	8,5
L1, Гн	0,0191	0,0318	0,0191	0,0191	0,0318	0,0198	0,0185	0,0217	0,0102	0,0242	0,0127
C1, Ф	0,0011	0,0003	0,0004	0,0003	0,0004	0,0008	0,0005	0,0005	0,0003	0,0016	0,0003
C2, Ф	нет	нет	нет	0,0004	0,0191	0,0016	0,0008	нет	нет	нет	нет



Вывод:

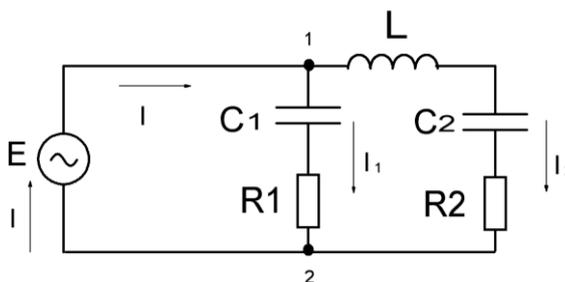
Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения практического занятия позволяет оценить усвоенные умения и знания У1, 31, 32.

Указания к практической работе №4

Пример расчета разветвленной цепи переменного тока.

Дано:

- E = 100 В;
- R₁ = 80 Ом;
- C₁ = 31,8 мкФ;
- C₂ = 159 мкФ;
- L₂ = 96 мГн;
- R₂ = 50 Гц.



Определить:

- Токи I₁, I₂;
- Начертить векторную диаграмму, из диаграммы геометрически определить ток I,

- Составить баланс мощности.
-

Решение.

1. Определяем емкостные сопротивления конденсаторов C_1 и C_2 :

$$X_{C1} = 1 / 2\pi f C_1 = 1 / (2 * 3,14 * 50 * 31,8 * 10^{-6}) = 100 \text{ Ом};$$

$$X_{C2} = 1 / 2\pi f C_2 = 1 / (2 * 3,14 * 50 * 159 * 10^{-6}) = 20 \text{ Ом}.$$

2. Определяем индуктивное сопротивление катушки индуктивности L :

$$X_{L2} = 2\pi f L = 2 * 3,14 * 50 * 0,096 = 30 \text{ Ом}$$

3. Определяем полные сопротивления первой и второй ветвей:

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_{C1}^2} = \sqrt{80^2 + 20^2} = 128 \text{ Ом};$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + (X_{L2} - X_{C2})^2} = \sqrt{50^2 + (30 - 20)^2} = 51 \text{ Ом}.$$

4. Находим токи в ветвях:

$$I_1 = E / Z_1 = 100 / 128 = \mathbf{0,78 \text{ А}}$$
 - ток в первой ветви

$$I_2 = E / Z_2 = 100 / 51 = \mathbf{1,96 \text{ А}}$$
 - ток во второй ветви.

5. Строим векторную диаграмму:

Выбираем масштаб по напряжению: $M_U = \mathbf{20 \text{ В/см}}$

Длина вектора ЭДС: $I_E = 100 \text{ В} / 20 \text{ (В/см)} = \mathbf{5 \text{ см}}$;

Выбираем масштаб по току: $M_I = \mathbf{0,2 \text{ А/см}}$

Длина вектора первого тока: $I_{I1} = 0,78 \text{ А} / 0,2 \text{ (А/см)} = \mathbf{3,9 \text{ см}}$

Длина вектора второго тока: $I_{I2} = 1,96 \text{ А} / 0,2 \text{ (А/см)} = \mathbf{9,8 \text{ см}}$

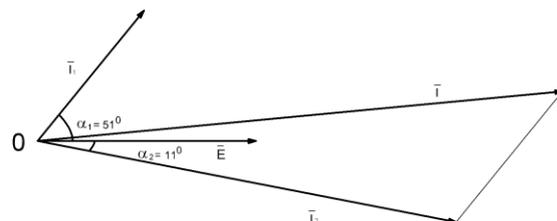
Угол сдвига фаз между ЭДС и током I_1 : $\text{Cos}\varphi_1 = R_1 / Z_1 = 80 / 128 = 0,625$

$$\varphi_1 = \mathbf{51^\circ}$$

Угол сдвига фаз между ЭДС и током I_2 : $\text{Cos}\varphi_2 = R_2 / Z_2 = 50 / 51 = 0,98$

$$\varphi_2 = \mathbf{11^\circ}$$

- По горизонтали откладываем вектор \vec{E} , равный 5 см;
- Под углом 51° от вектора ЭДС откладываем вектор $\vec{I}_1 = 3,9 \text{ см}$. Так как первая ветвь имеет емкостной характер, то вектор тока \vec{I}_1 опережает вектор \vec{E} , т.е. вектор \vec{I}_1 откладываем вверх;
- Под углом 11° от вектора ЭДС откладываем вектор $\vec{I}_2 = 9,8 \text{ см}$. Так как вторая ветвь имеет индуктивный характер ($X_{L2} > X_{C2}$), то ток \vec{I}_2 отстает от \vec{E} , т.е. вектор \vec{I}_2 откладываем вниз;
- Складываем вектора \vec{I}_1 и \vec{I}_2 , т.е. $\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$;
- Измеряем длину вектора общего тока: $I = 12,1 \text{ см}$.
- Находим величину тока I : $I = M_I * L_I = 0,2 \text{ А/см} * 12,1 \text{ см} = \mathbf{2,42 \text{ А}}$



Проверяем общий ток по теореме косинусов:

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + 2 * I_1 * I_2 * \text{Cos}(\varphi_1 + \varphi_2)} = \sqrt{0,78^2 + 1,96^2 + 2 * 0,78 * 1,96 * 0,4695} = \sqrt{0,6084 + 3,8416 + 1,405} = \sqrt{5,9756} =$$

$$= 2,44 \text{ A}$$

6. Составляем баланс мощности:

$$S_{\text{ист.}} = E \cdot I = 100 \cdot 2,42 = 242 \text{ ВА}$$

$$S_{\text{потр.}} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$P = P_1 + P_2 = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 = 0,78^2 \cdot 89 + 1,96^2 \cdot 50 = 48,672 + 192,08 = 240,75 \text{ Вт};$$

$$Q = Q_L - Q_C;$$

$$Q_L = I_2^2 \cdot X_{L2} = 1,96^2 \cdot 30 = 115,25 \text{ ВАр};$$

$$Q_C = Q_{C1} + Q_{C2} = I_1^2 \cdot X_{C1} + I_2^2 \cdot X_{C2} = 0,78^2 \cdot 100 + 1,96^2 \cdot 20 = 137,67 \text{ ВАр};$$

$$Q = Q_L - Q_C = 115,25 - 137,67 = -22,42 \text{ Вар, т. е. мощность емкостная};$$

$$S_{\text{потр.}} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{240,75^2 + 22,42^2} = \sqrt{57960,56 + 502,66} = \sqrt{58463,22} =$$

$$241,79 \approx 242 \text{ ВА.}$$

Таким образом, $S_{\text{ист.}} = S_{\text{потр.}} \approx 242 \text{ ВА.}$

3.11. Лабораторное занятие № 4.

Тема: Исследование трехфазной цепи при соединении источников и потребителей звездой.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

31. Основные законы электротехники и электроники.

32. Основные методы измерения электрических величин.

Оборудование: Стенд для сборки схем.

Ход работы:

1. Собрать на стенде схему Рис.1

2. Измерить токи в фазах, фазные и линейные напряжения и ток в нулевом проводе при разных режимах работы, данные занести в таблицу 1 :

Режимы работы:

- Симметричная нагрузка, нормальный режим работы.
- Обрыв нулевого провода при симметричной нагрузке..
- Несимметричная нагрузка, нормальный режим работы.
- Обрыв нулевого провода при несимметричной нагрузке.
- Обрыв фазного провода при несимметричной нагрузке и нулевом проводе (без его обрыва).

3. При выключенном источнике питания измерить мультиметром сопротивление резисторов, данные занести в таблицу 1.

4.

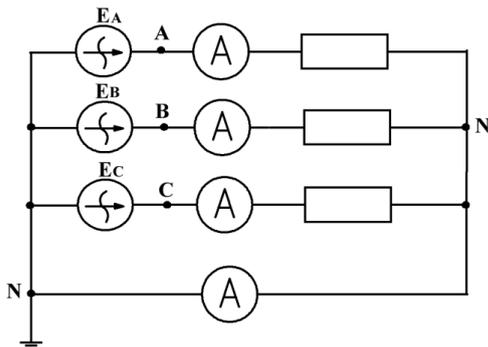


Рис.1

Таблица 1. Измеренные данные

№ опыта	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A	I_B	I_C	I_N	R_A	R_B	R_C
1. Симметричная. нагрузка.													
2. Обрыв нулевого провода при симметр. нагрузке.													
3. Несимметричная нагрузка													
4. Обрыв нулевого провода при несимметр. нагрузке													
5. Обрыв фазного провода при несимметричной нагрузке. (нулевой провод восстановить)													

Таблица 2 Расчетные данные

	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	R_A	R_B	R_C	P_A	P_B	P_C	$P_{цепи}$
Симметричная. нагрузка.										
Несимметричная нагрузка с нулевым проводом										

$$R_A = U_A / I_A; \quad R_B = U_B / I_B \quad R_C = U_C / I_C$$

$$P_A = U_A * I_A \quad P_B = U_B * I_B \quad P_C = U_C * I_C \quad P_{цепи} = P_A + P_B + P_C$$

Вопросы для контроля индивидуальных заданий:

1. Чему равен ток в нулевом проводе при симметричной нагрузке.
2. Как изменяются фазные и линейные напряжения при симметричной и несимметричной нагрузке при обрыве нулевого провода.

Вывод: Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения лабораторного занятия позволяет оценить усвоенные умения и знания У1, 31, 32

3.12. Практическое занятие №8

Расчет трехфазной цепи. Соединение фаз источника энергии и приемника звездой.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

31. Основные законы электротехники и электроники.

32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

В трехфазную четырехпроводную сеть с напряжением $U_{ном}$ включили «звездой» разные по характеру нагрузки.

Определить:

- Фазные токи;
- Угол сдвига между током и напряжением в каждой фазе;
- Начертить векторную диаграмму, из которой графически найти ток в нулевом проводе ;
- Активную, реактивную и полную мощность всей цепи.
- Вариант задания выбрать из таблицы 1 исходя из порядкового номера списка обучающихся в журнале. Схему выбрать в соответствии со своим вариантом (Рис.1-10).

Таблица 1

№вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№рис.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
R_A Ом	16	6	12	6	38	10	нет	8	11	10	12
X_A Ом	12	8	нет	8	нет	10	22	6	22	нет	10
R_B Ом	12	16	4	10	12	нет	16	нет	44	10	8
X_B Ом	16	12	3	10	16	12	12	6	нет	8	6
R_C Ом	нет	нет	нет	12	нет	нет	нет	12	11	10	нет
X_C Ом	20	10	10	16	16	19	20	16	22	8	12
U_L В	660	220	220	220	660	660	380	380	380	380	220
№ вар.	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
№рис.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2
R_A Ом	12	18	12	20	12	нет	12	12	20	8	16
X_A Ом	16	нет	16	нет	16	12	16	16	нет	6	12
R_B Ом	16	6	6	6	нет	12	нет	20	16	10	8
X_B Ом	10	8	8	8	10	16	10	нет	12	6	6
R_C Ом	нет	нет	6	нет	нет	нет	6	8	8	нет	нет
X_C Ом	12	12	8	12	16	16	8	6	6	14	8
U_L В	380	380	380	220	380	220	220	220	220	380	660

Вывод:

Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения практического занятия позволяет оценить усвоенные умения и знания У1, 31, 32.

Рис. №1.

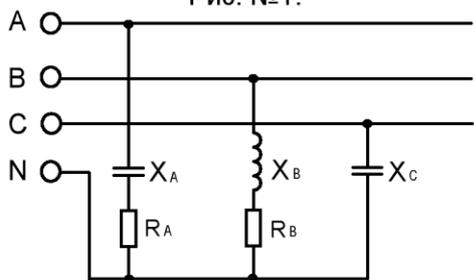


Рис. №6.

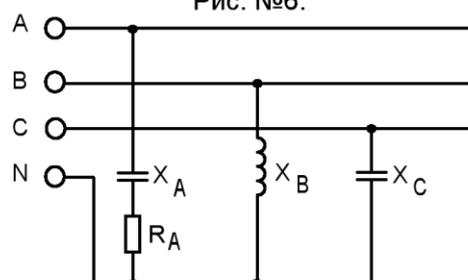


Рис. №2.

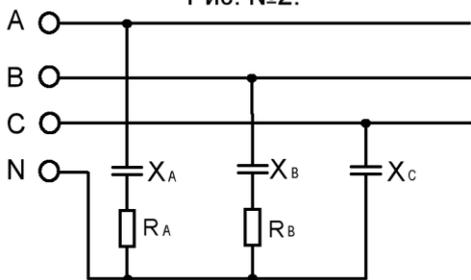


Рис. №7.

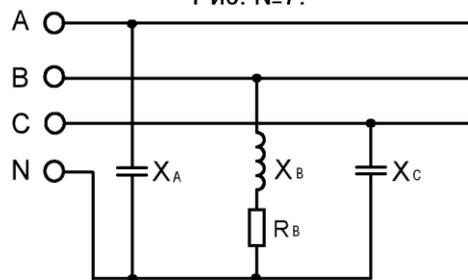


Рис. №3.

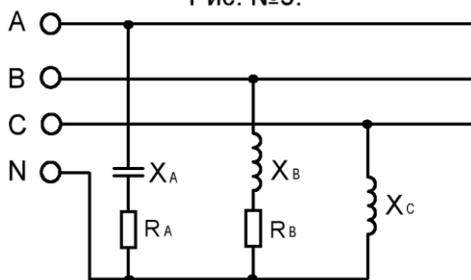


Рис. №8.

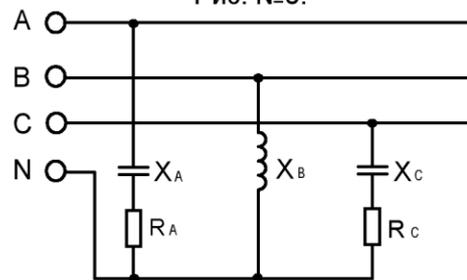


Рис. №4.

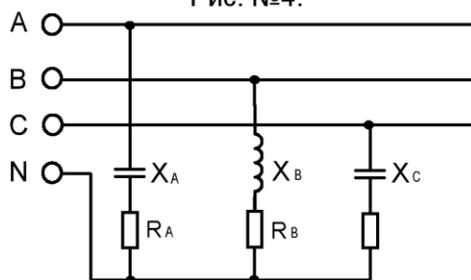


Рис. №9.

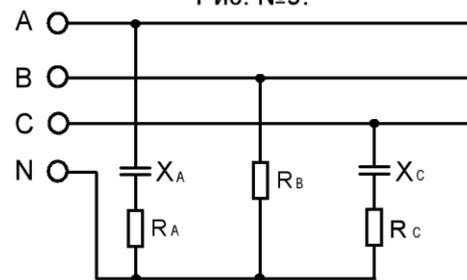


Рис. №5.

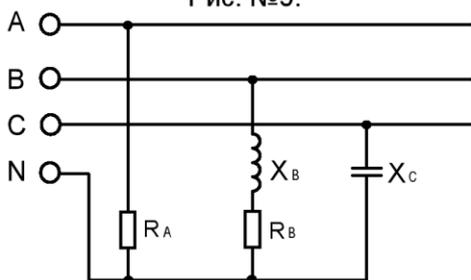
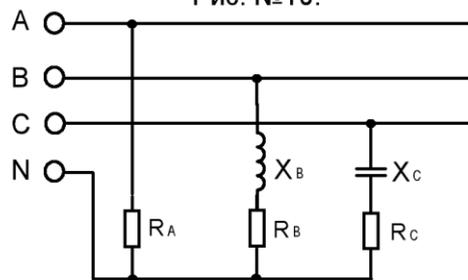


Рис. №10.



3.13. Практическое занятие № 9

Расчет параметров однофазного трансформатора.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

31. Основные законы электротехники и электроники.

32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

Однофазный трансформатор (Рис.1) имеет следующие данные:

- Полную мощность S_N ;
- Напряжение в первичной обмотке $U_1 = 220 \text{ В}$;
- Напряжение во вторичной обмотке U_2 ;
- Активная мощность во вторичной обмотке P_2 ;
- Число витков на первичной обмотке W_1 .
- Потери в стали P_C составляют 3% от потребляемой мощности P_2 , потери в меди P_M - 2% от P_2 .
- Ток холостого хода $I_{1ХХ} = 2,5\%$;
- Напряжение короткого замыкания $u_k = 5\%$

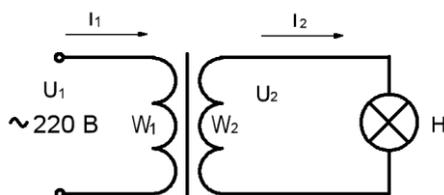


Рис.1

Определить:

1. Коэффициент трансформации $K_{Тр}$;
2. Номинальный ток $I_{1Н}$ в первичной и $I_{2Н}$ во вторичной обмотках трансформатора;
3. Ток холостого хода $I_{ХХ}$;
4. Ток I_2 во вторичной и I_1 в первичной обмотках трансформатора;
5. Коэффициент загрузки трансформатора β ;
6. КПД трансформатора η ;
7. Количество витков во вторичной обмотке трансформатора W_2 ,
8. Правильно ли выбран трансформатор для данной нагрузки (обосновать)? К какому типу относится данный трансформатор?
9. Определить напряжение короткого замыкания U_k . Объяснить опыт короткого замыкания
10. Описать режимы работы трансформатора.
11. Записать паспортные данные трансформатора.

Вариант задания выбрать из таблицы 1 исходя из порядкового номера списка обучающихся в журнале

Таблица 1

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S _H ВА	400	100	300	200	250	350	450	150	180	220	360	400	100
P ₂ ВТ	250	150	200	120	110	60	100	80	260	450	120	250	150
U ₂ В	24	36	12	9	6	42	127	110	22	14	18	24	36
W ₁ ВИТ.	2500	2700	3600	2700	3200	3400	2800	2900	3500	3000	3700	3250	3450

№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
S _H ВА	300	200	250	350	450	150	180	220	360	500	500	200	300
P ₂ ВТ	200	120	110	60	100	80	260	450	120	100	600	200	150
U ₂ В	12	9	6	42	127	110	22	14	18	220	110	24	110
W ₁ ВИТ	2750	3650	2950	3050	2850	3550	2750	2550	2850	2700	2700	3000	3000

Вывод:

Текущий контроль при выполнении индивидуальных заданий в рамках выполнения практического занятия позволяет оценить усвоенные умения и знания У12, 31, 32.

3.14. Практическое занятие 10

Расчет трехфазного трансформатора

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

З1. Основные законы электротехники и электроники.

З2. Основные методы измерения электрических величин.

К трехфазному трансформатору с номинальной мощностью $S_{\text{ном}}$ и номинальными напряжениями первичной $U_{\text{ном.1}}$ и вторичной $U_{\text{ном.2}}$ обмоток присоединены активная нагрузка P_2 при коэффициенте мощности $\cos \varphi_2$.

Расчет трехфазного трансформатора

№ вар	Тип трансформатора	$S_{\text{ном}}$ кВ·А	$U_{1 \text{ н}}$ кВ	$U_{2 \text{ н}}$ кВ	$u_{\text{к}}$ %	$P_{\text{к}}$ % от P_2	P_0 % от P_2	i_0 %	$\cos \varphi_2$	P_2 кВт
1	ТМ-25/10	25	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	20
2	ТМ-25/6	25	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	20
3	ТМ- 40/6	40	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	30
4	ТМ- 40/10	40	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	30
5	ТМ- 63/6	63	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	50
6	ТМ- 63/10	63	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	50
7	ТМ- 100/6	100	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	80
8	ТМ- 100/10	100	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	80
9	ТМ- 160/6	160	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	120
10	ТМ- 160/10	160	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	120
11	ТМ- 250/6	250	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	200
12	ТМ- 250/10	250	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	200
13	ТМ- 50/6	50	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	40
14	ТМ- 50/10	50	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	40
15	ТМ- 180/6	180	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	150
16	ТМ- 180/10	180	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	150
17	ТМ- 320/6	320	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	280
18	ТМ- 320/10	320	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	280
19	ТМ- 560/6	560	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	500
20	ТМ- 560/10	560	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	500
21	ТМ- 1000/6	1000	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	900
22	ТМ- 1000/10	1000	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	900
23	ТМ- 10/6	10	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	8
24	ТМ- 10/10	10	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	8
25	ТМ- 750/6	750	6	0,4	5,5	5	2	5	0,9	650
26	ТМ- 750/10	750	10	0,4	5,5	5	2	5	0,9	650

Определить:

1. номинальные токи в обмотках $I_{\text{ном.1}}$ и $I_{\text{ном.2}}$;
2. коэффициент нагрузки трансформатора ;
3. токи в обмотках I_1 и I_2 при фактической нагрузке;

4. суммарные потери мощности ΣP при номинальной нагрузке;
5. коэффициент полезного действия трансформатора при фактической нагрузке.
6. Ток холостого хода.
7. Напряжение короткого замыкания

Начертить схему соединений обмоток трансформатора «звезда» -«звезда» с выведенной нулевой точкой вторичной обмотки.

3.15. . Практическое занятие 11.

Схема пуска нереверсивного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.
31. Основные законы электротехники и электроники.
32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

Рассказать схему включения и назначение элементов нереверсивного трехфазного асинхронного двигателя (рисунок 1)

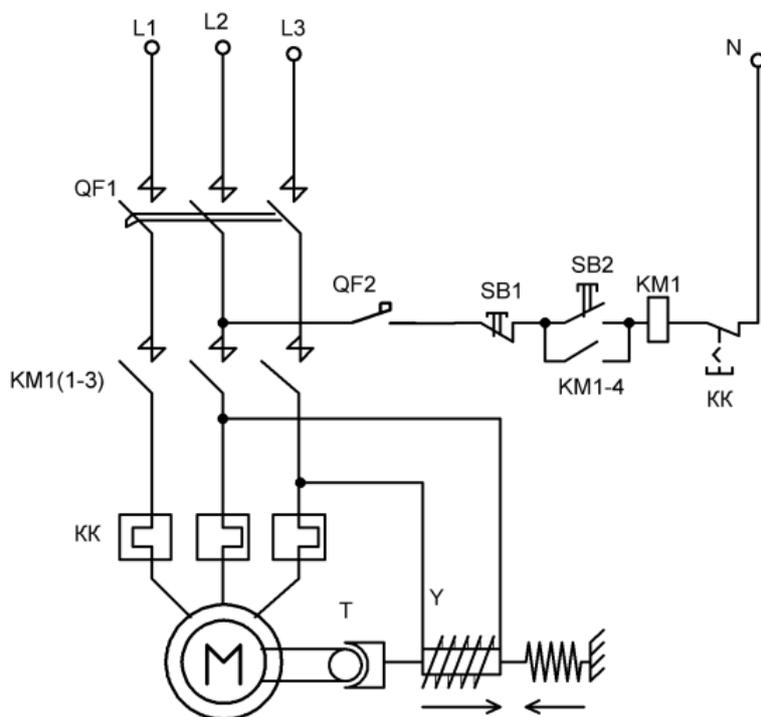


Рисунок 1

3.16..Практическое занятие 12.

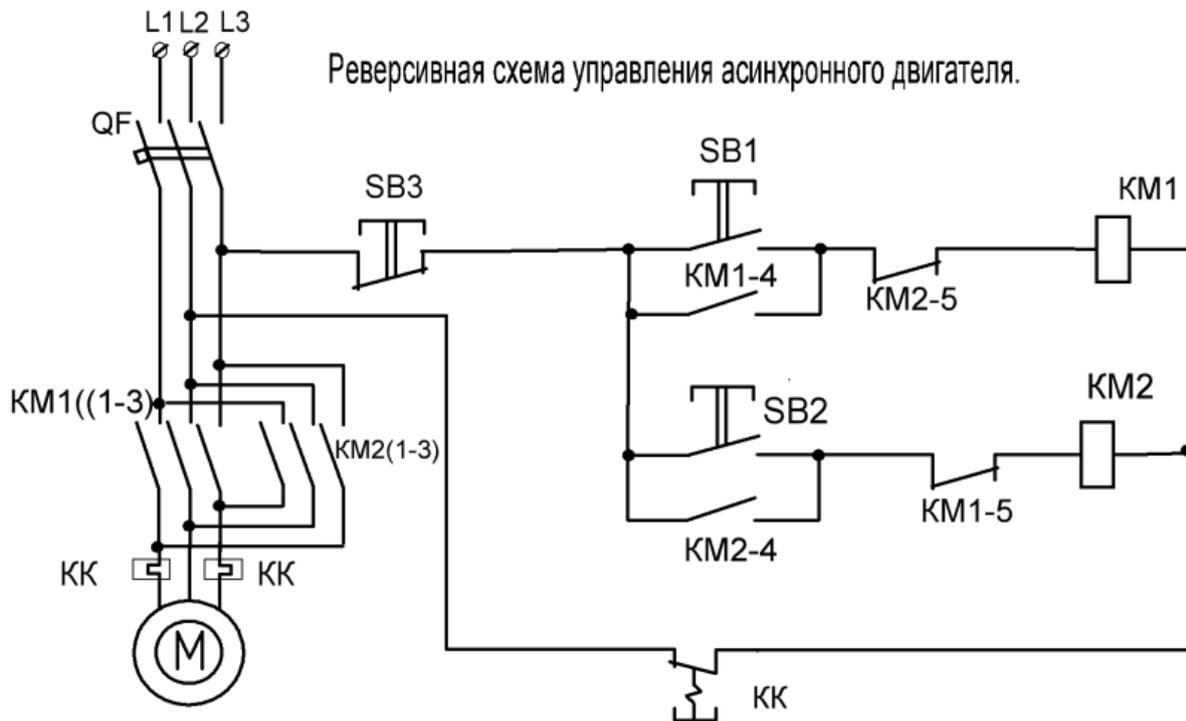
Схема пуска реверсивного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.
- 31. Основные законы электротехники и электроники.
- 32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

Рассказать схему включения и назначение элементов реверсивного трехфазного асинхронного двигателя (рисунок 1)



3.17. ПР 13. Практическое занятие по схемам.

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

З1. Основные законы электротехники и электроники.

З2. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

На стенде собрать схему включения нереверсивного трехфазного асинхронного двигателя (рисунок 1)

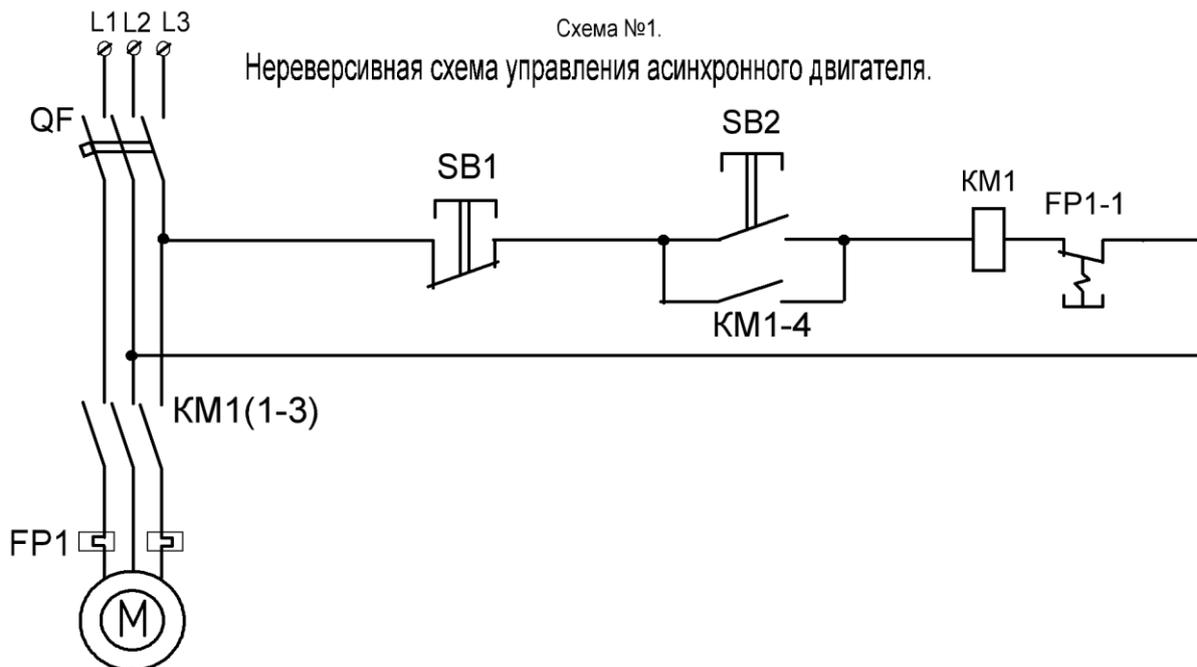


Рисунок 1

3.18. Лабораторное занятие 5

Сборка схемы управления двигателем постоянного тока

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

31. Основные законы электротехники и электроники.

32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

Собрать на стенде схему управления двигателем постоянного тока (Рисунок 1)

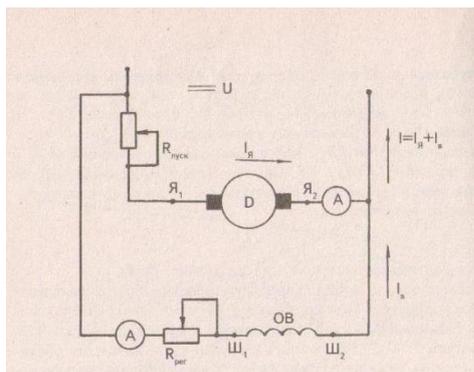


Рисунок 1

3.19 Практическое занятие 14.

Схемы стабилизаторов

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У1. Рассчитывать параметры различных электрических цепей.

31. Основные законы электротехники и электроники.

32. Основные методы измерения электрических величин.

Ход работы:

Открыть компьютерную программу «Electronics Workbench EDA».

Задание 1.

1. Собрать на рабочем столе схему рис.1.
2. Установить стабилитрон VD1 согласно варианта Табл. №1.:

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Тип стабилитрона	GLL4735	GLL4736	GLL4737	GLL4738	GLL4739	GLL4740	GLL4741	GLL4742	GLL4743	GLL4744	GLL4745	GLL4746

№ вар.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Тип стабилитрона	GLL4747	GLL4748	GLL4749	GLL4750	GLL4751	GLL4752	GLL4753	GLL4754	GLL4755	GLL4756	GLL4757	GLL4758

Табл. №1

1. Изменяя напряжение питания от 0 В до 39 В с шагом 3 В, записать показания приборов. Данные занести в Табл. №2
2. Построить график зависимости напряжения на стабилитроне от тока стабилитрона.
3. Построить график зависимости выходного напряжения стабилизатора от входного напряжения стабилизатора.
4. Из второго графика определить среднее (номинальное) значение выходного напряжения стабилизатора на участке стабилизации (напряжение стабилизации).
5. Из второго графика определить коэффициент стабилизации стабилизатора.
 $K_{ст} = (\Delta U_{вх} / U_{вх}) : (\Delta U_{вых} / U_{вых. ном.})$, где $U_{вых. ном.}$ - номинальное значение выходного напряжения при соответствующем значении входного напряжения $U_{вх}$.

Задание 2.

1. Собрать на рабочем столе схему рис.2, установив стабилитрон VD1 согласно варианта. Изменяя напряжение питания от 0 В до 39 В с шагом 3 В, записать показания входного и выходного напряжения. Данные занести в Табл. №3

2. Построить график зависимости выходного напряжения стабилизатора от входного напряжения.
3. Из графика определить среднее (номинальное) значение выходного напряжения стабилизатора на участке стабилизации.
4. Из графика определить коэффициент стабилизации стабилизатора.

Задание 3.

1. Изменить положение движка переменного сопротивления R4 на 20 – 25%.
2. Повторить п.п. 2, 3, 4, 5 задания 2.

• **Сделать выводы:**

1. Определить типы стабилизаторов (рис 1 и рис.2).
2. Как можно изменять напряжение стабилизации в схемах стабилизаторов на рис.1 и рис. 2.

$U_{вх}$ В	0	3	6	9	11	13	16	19	21	24	27	30	33	36	39
$U_{вых}$ В															
$I_{сг}$ мА															
$U_{сг}$ В															

Табл.№2

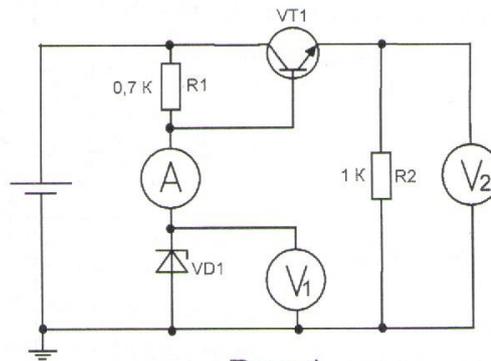


Рис 1.

$U_{вх}$ В	0	3	6	9	11	13	16	19	21	24	27	30	33	36	39
$U_{вых}$ В															

Табл.№3

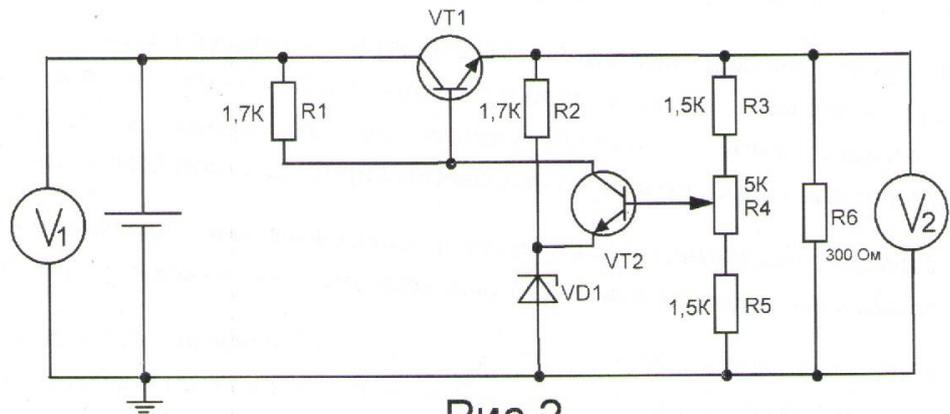


Рис 2.

3.20. Лабораторная работа 6.

Тема: Исследование выпрямителей переменного тока.

Цель работы: Изучить свойства различных видов выпрямителей.

Оборудование: Компьютер - программа «Electronics Workbench EDA».

Ход работы.

- Изучить схему Рис.1:
- Включить схему с помощью переключателя «». ($C=0$ мкФ).
- Измерить напряжение на входе и выходе трансформатора.
- Измерить переменную составляющую напряжения « U_{\sim} » и среднее значение выпрямленного напряжения « U_{-} » на нагрузке с помощью мультиметра.
- Включить осциллографы, зарисовать кривые напряжения на входе и выходе выпрямителей. (Во всех схемах с емкостью и без емкости).
- Установить номинал емкости C согласно варианта в таблице № 1.

Таблица №1.

№ Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$C, \mu F$	100	150	200	250	300	170	350	375	400	180	220

№ Вар.	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
$C, \mu F$	10	40	50	70	90	120	20	80	15	30	75

- Измерить мультиметром переменную составляющую « U_{\sim} » и выпрямленное напряжение « U_{-} » на нагрузке с емкостью.
- Найти коэффициент трансформации этого трансформатора.
- Данные занести в таблицу № 2.
- Аналогично произвести измерения на схемах Рис 2.
- Измерить напряжение на входе и выходе трансформатора.
- Измерить переменную составляющую напряжения « U_{\sim} » и среднее значение выпрямленного напряжения « U_{-} » на нагрузке с помощью мультиметра.
- Такие же замеры произвести с емкостью по вашему варианту.
- Произвести измерения на схеме рис3.

Табл. 2

N п.п	Наименование	$U_{\text{вход трансф.}}$	$U_{\text{вход выпр.}}$	$U_{\text{выход выпрямителя перем. (U~)}}$	($U_{\text{среднее выпрямленное (U-)}$)	$K_{\text{трансфор}}$	$K_{\text{п.}}$
1	Однополупериодный выпрямитель без фильтра ($C=0$ мкФ).						
2	Однополупериодный выпрямитель с фильтром($C=$)						
3	Двухполупериодный выпрямитель без фильтра ($C=0$ мкФ).						
4	Двухполупериодный выпрямитель с фильтром($C=$)						
5	Трехфазный двухполупериодный	-	-			-	

выпрямитель						
-------------	--	--	--	--	--	--

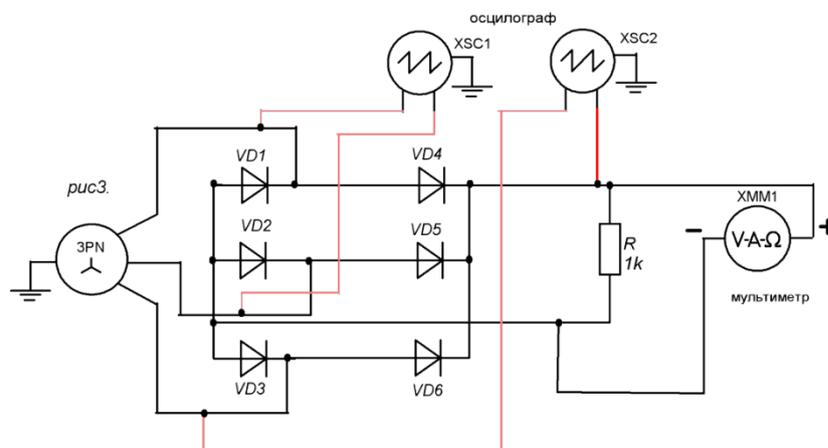
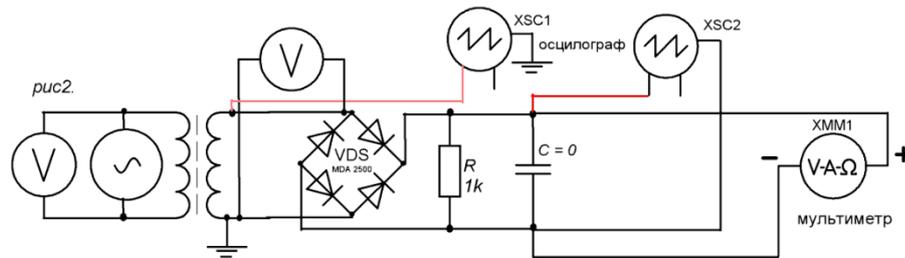
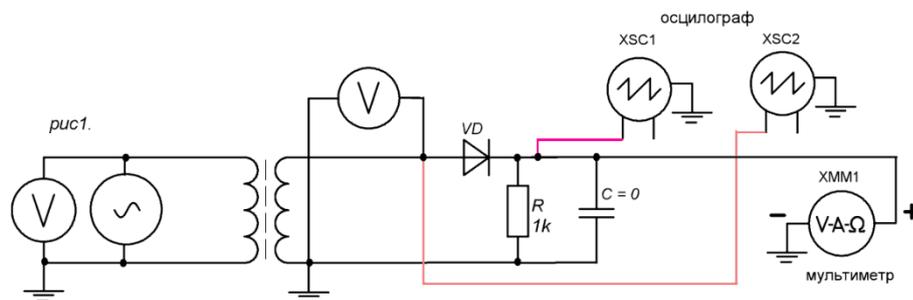
- Рассчитать коэффициент пульсации (**Кп1**) при $C=0$ мкФ и (**Кп2**) при C согласно варианта в таблице № 1. $K_p = U_{\sim} / U_{\text{ср.вып.}}$. Данные занести в таблицу 2 и 3.
- Рассчитать коэффициент сглаживания фильтра **Кс** = $K_{п1} / K_{п2}$.

Таблица 3

Вид выпрямителя	Кп1 (с=0)	Кп2 (C= мкФ)	Кс
1			
2			
3		-	-

Вопросы для защиты

1. Назначение и виды выпрямителей. Основные параметры выпрямителей.
2. Назначение и виды фильтров.
3. От чего зависит коэффициент пульсаций (**Кп**) и коэффициент сглаживания **Кс** емкостного фильтра.



3.21. Практическое занятие 15.

Транзисторные усилители

Цель работы: Исследование работы однокаскадного транзисторного усилителя.

Оборудование: Компьютер - программа «Electronics Workbench EDA».

Ход работы.

Открыть программу «Electronics Workbench EDA».

1. На рабочем столе программы собрать схему транзисторного усилителя.
2. Установить во входной цепи усилителями входное напряжение $U_{вх}$. (согласно схеме), а в выходной цепи напряжение $U_{вых}$. согласно варианта (см. табл.).

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$U_{вых}$ В	20	24	26	12	28	14	28	36	18	30	16	18	19	22	32	34	36

3. Исследовать работу схемы усилителя на транзисторе:

Включить схему переключателем «0 -1» в верхнем правом углу экрана. Устанавливая R_1 от 2 кОм до 0,05 кОм,

занести в таблицу данные тока в первичной (I_B) и во вторичной (I_K) цепи усилителя и напряжения коллектор - эмиттер $U_{кэ}$.

Заданные	Измеренные величины			Расчетные
	R_1	I_B	I_K	
2 кОм				
1,8 кОм				
1,6 кОм				
1 кОм				
0,8 кОм				
0,6 кОм				
0,4 кОм				
0,2 кОм				
0,1 кОм				
0.05 кОм				

4. Рассчитать коэффициент усиления по току данного усилителя в режиме усиления.
5. Рассчитать сопротивление коллектор – эмиттерного перехода $R_{кэ}$.
6. Построить график зависимости выходного тока от входного (тока I_E от тока I_K).
7. На графике отметить режимы работы усилителя.
8. Сделать вывод об изменении сопротивления $R_{кэ}$ в зависимости от состояния транзистора.

Ответить на вопросы:

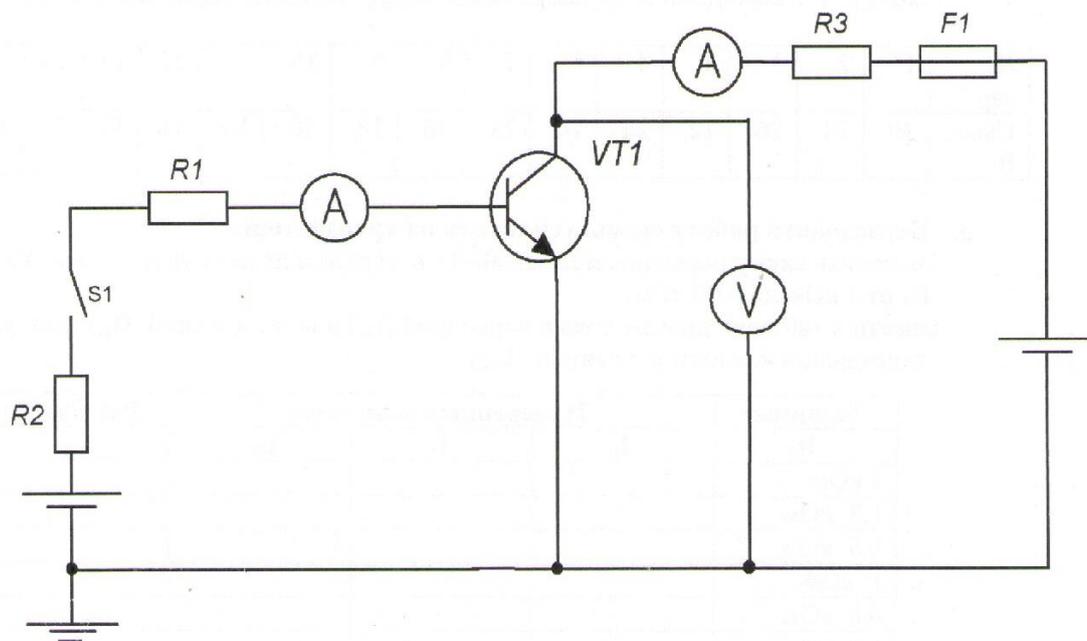
1. Определение, принцип действия, обозначение на схеме и применение транзистора.
2. По какой схеме включен транзистор.
3. Определить проводимость транзистора (n-p-n или p-n-p).
4. Применение усилителей.
5. Сколько каскадов усилителей собрано на схеме.
6. Определить коэффициент усиления трехкаскадного усилителя, если $K_1=5$, $k_2=15$, $K_3=20$.

Схема транзисторного усилителя постоянного тока.

$R_1 = 2 \text{ кОм}$; $R_2 = 10 \text{ Ом}$; $R_3 = 30 \text{ Ом}$.

Напряжение питания в первичной цепи усилителя – 5В;

Напряжение питания во вторичной цепи усилителя – по вариантам.



3.22. Практическое занятие 16.

Тема: Логические элементы

Ход работы:

В компьютерной программе OWEN Logic исследовать логические функции И, ИЛИ, НЕ, исключающее ИЛИ.

Составить таблицы истинности.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Оценки	Критерии оценок
«5»	- обучающийся подбирает необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний (литература, материалы, инструменты), показывает необходимые для проведения практической работы теоретические знания. Правильно оформлена практическая часть работы, соблюдена технологическая последовательность выполнения данного вида работ. Работа оформлена аккуратно.
«4»	- практическая работа выполняется обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Обучающийся использует указанные преподавателем источники информации. Могут быть неточности и небрежность в оформлении работы. Работа показывает знания обучающимися основного теоретического материала, но имеются незначительные ошибки при оформлении практической части работы.
«3»	- обучающийся выполняет и оформляет практическую работу полностью с помощью преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу других обучающихся.
«2»	- практическая работа не выполнена полностью за отведенное время по неуважительной причине.

5. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания преподавателя.
2. Не приступайте к выполнению задания без разрешения преподавателя.
3. Размещайте оборудование, приборы на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.
4. Перед выполнением работы необходимо внимательно изучить ее содержание и ход выполнения.
5. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок электроизмерительных приборов.

6. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность.
7. Следите за исправностью всех креплений приборов и приспособлений. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь к вращающимся частям машины.
8. При сборке экспериментальных установок используйте провода с наконечниками, предохранительными чехлами с прочной изоляцией без видимых повреждений.
9. При сборке электрической цепи избегайте пересечения проводов. Запрещается пользоваться проводниками с изношенной изоляцией и выключателями открытого типа.
10. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь.
11. Не допускайте попадания на электрооборудование сырости, грязи и посторонних предметов.
12. Собранную цепь включайте только после проверки и с разрешения преподавателя. Наличие напряжения в цепи можно проверять только приборами или указателями напряжения.
13. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенных изоляции.
14. Не производите пересоединений в электрических цепях машин до полной остановки ротора машины.
15. Не прикасайтесь к корпусам стационарного оборудования, к зажимам отключенных конденсаторов.
16. Пользуйтесь инструментами с изолирующими ручками.
17. По окончании работы отключите источник электропитания, после чего разберите электрическую цепь.
18. Не оставляйте рабочее место без разрешения преподавателя.
19. Обнаружив неисправность в электрических устройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник электропитания и сообщите об этом преподавателю.
20. Для присоединения потребителей к сети пользуйтесь штепсельными соединениями.
21. При ремонте и работе электроприборов пользуйтесь розетками, гнездами, зажимами, выключателями с невыступающими контактными поверхностями.

6. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Основы электротехники: учебник для среднего профессионального образования / Г. И. Кольниченко Я. В. Тарлаков А. В. Сиротов, И. Н. Кравченко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-8050-0.

2. Аполлонский, С. М. Основы электротехники. Практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / С. М. Аполлонский. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-6707-5

3. Потапов, Л. А. Основы электротехники: учебное пособие для среднего профессионального образования Л. А. Потапов. — Санкт-Петербург Лань, 2021. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-6716-7

4. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники учебник для среднего профессионального образования / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — Санкт-Петербург Лань, 2021. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-6756-3

5. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника: учебник для среднего профессионального образования / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-6758-7

Основные электронные издания

1. Тимофеев, И. А. Основы электротехники, электроники и автоматики. Лабораторный практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / И. А. Тимофеев. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-6827-0. — Текст электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153638>

2. Терехов, В. А. Задачник по электронным приборам: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. А. Терехов. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-6891-1. — Текст электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153659>

3. Тимофеев, И. А. Электротехнические материалы и изделия учебное пособие для среднего профессионального образования / И. А. Тимофеев. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-6836-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153639>

4. Блохин, А. В. Электротехника учебное пособие для СПО / А. В. Блохин; под редакцией Ф. Н. Сарапулова. — 3-е изд. — Саратов, Екатеринбург Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 184 с. — ISBN 978-5-4488-0410-6, 978-5-7996-2898-7. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/87912>

Дополнительные источники:

1. Немцов М.В., Немцова М.Л. «Электротехника и электроника»: учебник для студентов учреждений сред. проф. образования по техническим специальностям. - М.: «Академия», 2012. - 480 с.
2. Бондарь И.М. Электротехника и электроника: учебное пособие для средних специальных учебных заведений, 2-е изд. – Ростов н/Д: изд. центр «МарТ»; Феникс, 2010, – 340 с.
3. Полешук В.И. Задачник по электротехнике и электронике: - Учебное пособие для СПО. – М: Издательский центр «Академия», 2012, - 256 с.
4. Журнал «Радиоэлектроника и электротехника»
5. Журнал «Электрик»
6. Электронный журнал «Я - электрик»