



государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение Самарской области
«Самарский колледж сервиса производственного
оборудования имени Героя Российской Федерации
Е.В. Золотухина»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО–ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ**
по учебной дисциплине ОП.В.08 Основы электротехники

по специальности
08.02.14 Эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома

Самара, 2023 г.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по специальности 08.02.14 Эксплуатация и обслуживание многоквартирного дома

В методических рекомендациях изложены требования к оборудованию и изложен ход работы к проведению лабораторно – практических занятий по дисциплине ОП.В.08 Основы электротехники.

Методические рекомендации составлены с учетом рабочей программы по дисциплине. Методические рекомендации адресованы студентам очной формы обучения.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка.....	4
2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ..	5
3. Правила оформления отчета.....	35
4. Правила внутреннего распорядка и техники безопасности при выполнении лабораторных работ.....	36
Список литературы.....	37
Приложение. Инструкции.	38

Пояснительная записка

В настоящее время продуктивные методы обучения достаточно широко применяются при подготовке специалистов практически во всех учебных заведениях России. Значение электротехники для всех областей знаний все более возрастает. Студенты неэлектрических специальностей должны иметь понятие об электрических процессах, протекающих в электрических цепях, а также об электрических приборах и установках.

Выполнение лабораторных и практических работ преследует следующие цели:

- 1) закрепление теоретических знаний, полученных студентами в лекционной части курса;
- 2) ознакомление со схемами включения;
- 3) получение студентами практических навыков проведения эксперимента и обработки его результатов.

Описания лабораторных и практических работ содержат теоретическую часть, что облегчает самостоятельную работу студентов в части подготовки их к выполнению работ, а также содержат список литературы, рекомендуемой для более глубокого изучения курса электротехники. Использование учебно-методической литературы в обучении студентов (учащихся) позволяет повысить познавательный интерес к изучаемым дисциплинам, улучшить понимание информации, способствует развитию исследовательских, коммуникативных и творческих навыков принятия решений. Одной из важнейших задач в процессе преподавания любой дисциплины является не только глубокое знание преподавателями дисциплин, но и грамотное методическое обеспечение занятий, что особенно актуально сейчас, когда большое значение уделяется самостоятельной работе обучающихся.

2. Тематический план лабораторно-практических занятий

№ п/п	Наименование занятия	Количество часов
1	Практическое занятие №1 Работа с мультиметром	2
2	Лабораторное занятие №1 Исследование законов Кирхгофа	4
3	Лабораторное занятие №2 Исследование трехфазной цепи при соединении потребителей звездой.	4
4	Практическое занятие №2 Сведения со шкалы приборов.	2
5	Лабораторное занятие №3 Исследование однофазного трансформатора	2
6	Лабораторное занятие №4. Управление трехфазным асинхронным двигателем	2
7	Практическое занятие №3 Расчет и выбор аппаратов защиты для этажного электроцита.	2
8	Лабораторное занятие № 5 Исследование аппаратов защиты	4
9	Лабораторное занятие №6 Исследование пускорегулирующей аппаратуры	2
	Итого:	24

Практическое занятие №1

Работа с мультиметром

Краткие теоретические сведения

Как пользоваться мультиметром: подробная инструкция по применению

Электромонтажные работы невозможны без измерения напряжения, сопротивления и иных характеристик электрического тока. Сделать это можно при помощи разных устройств, но удобнее и надежнее всего мультиметр. Этот компактный прибор подойдет как для дома, так и для профессионального применения.

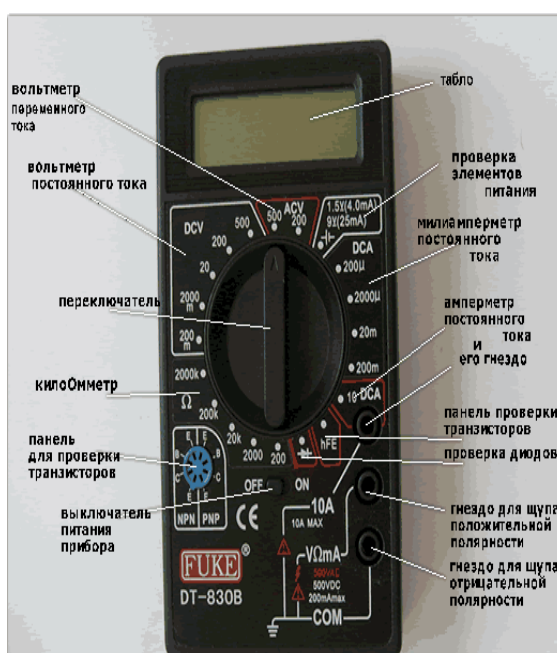
Что измеряют мультиметром (тестером)

Мультиметры настолько разнообразны по набору функций, что можно подобрать прибор конкретно под запланированные задачи. Тестер незаменим при ремонте электроники и бытовой техники, с его помощью можно прозвонить провода и определить место разрыва. Использование мультиметра значительно ускоряет проведение работ и позволяет избежать электротравм от тока.

С помощью мультиметра можно измерить:

- силу электрического тока и его напряжение;
- сопротивление на определенном участке цепи или отдельных ее элементов;
- «прозвонка» цепи на обрыв.

Задание №1. Ознакомиться с устройством мультиметра.

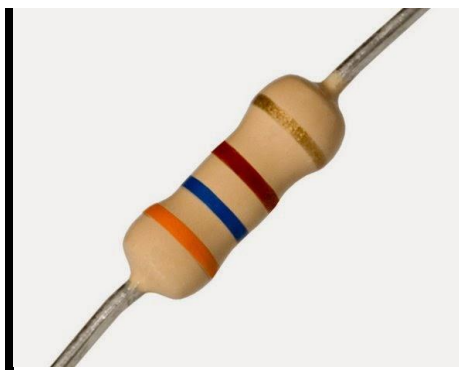


Изображение на интерактивной доске: студенты, используя раздаточный материал, определяют пределы измерения электрических величин.

Задание №2 Работа в парах.

Каждый студент получает набор сопротивлений разного номинала и таблицу цветовой маркировки резисторов.

По очереди: один определяет номинал по цветовой маркировке, второй проверяет сопротивление мультиметром



$R=3,62 \text{ Ом}$

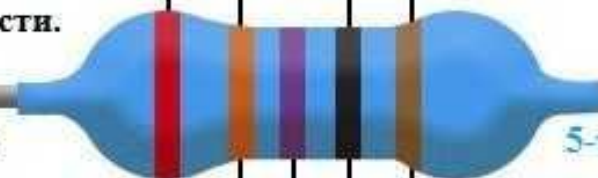
Четырехполосые резисторы имеют две полосы сопротивления, одну полосу множителя и одну полосу погрешности.



4-х полосый резистор (с большой погрешностью)

560k Ω $\pm 10\%$

Пятиполосые резисторы имеют три полосы сопротивления, одну полосу множителя и одну полосу погрешности.



5-ти полосый резистор (с низкой погрешностью)

237 Ω $\pm 1\%$

Цвет	Цифра 1	Цифра 2	Цифра 3	Множитель	Погрешность
Черный	-	0	-	X 1 Ω	
Коричневый	1	1	1	X 10 Ω	$\pm 1\%$
Красный	2	2	2	X 100 Ω	$\pm 2\%$
Оранжевый	3	3	3	X 1к Ω	
Желтый	4	4	4	X 10к Ω	
Зеленый	5	5	5	X 100к Ω	$\pm 0.5\%$
Синий	6	6	6	X 1M Ω	$\pm 0.25\%$
Фиолетовый	7	7	7	X 10M Ω	$\pm 0.1\%$
Серый	8	8	8		$\pm 0.05\%$
Белый	9	9	9		
Золотой	-	-	-	X 0.1 Ω	$\pm 5\%$
Серебряный	-	-	-	X 0.01 Ω	$\pm 10\%$

Задание №3. Ознакомиться с инструкцией по работе с мегаомметром Е-31.

Просмотр фрагмента учебного фильма. Работа с цифровым мегаомметром



ЦИФРОВОЙ МЕГАОММЕТР Е6-31

Предназначен для измерения электрического сопротивления элементов изоляции цепей (испытательные напряжения 500, 1000, 2500 В), не находящихся под напряжением. В случае его наличия на объекте, позволяет произвести измерение напряжения переменного тока до 700 В.

При проведении измерения в течении 1 минуты, автоматически производит расчёт коэффициента абсорбции. Благодаря светодиодному экрану, позволяет производить измерения при температуре до -35 градусов.

Мегаомметр Е6-31 предназначен для измерения сопротивления изоляции электрических цепей, не находящихся под напряжением, и измерения переменного напряжения до 700 В.

- Измерение напряжения
- Измерение сопротивления изоляции испытательным напряжением 500, 1000, 2500 В
- Автоматический расчет коэффициента абсорбции



Рисунок

Последовательно нажимая кнопку , установите необходимое испытательное напряжение: 500, 1000 или 2500 В. Выбранному значению соответствует свечение индикатора испытательного напряжения. Для начала измерений дважды нажмите кнопку . Далее в течении заданного времени производится измерение, измеренное сопротивление отображается на индикаторе. Если появляется прерывистая индикация «999 G» (для Е6-31) или «10,0 G» , то сопротивление превышает допустимый диапазон показания.

Для досрочного прекращения измерения нажмите кнопку . По окончании измерения автоматически начинается снятие остаточного напряжения с объекта, текущее значение которого отображается прерывистым свечением до достижения 40 В или нажатия любой из кнопок. После этого мегаомметр перейдёт в режим вольтметра. Для кратковременных измерений сопротивления изоляции нажмите и удерживайте кнопку. При отпускании кнопки , измерение прекращается.

Внимание!

Измерения мегаомметром в процессе эксплуатации разрешается выполнять обученным работникам из числа электротехнического персонала. В электроустановках напряжением выше 1000 В измерения производятся по наряду, в электроустановках напряжением до 1000 В и во вторичных цепях - по распоряжению или по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

. Измерение сопротивления изоляции мегаомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью изолирующих держателей

При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

Лабораторная занятие № 1 Изучение принципов законов Кирхгофа

1.Цель работы

Проверка на опыте законов Кирхгофа и сопоставить опытные результаты с расчетными.

2. Оборудование.

2.1. Источник электроэнергии – 2 шт.

2.2 Амперметр (0-0,5)А – 3 шт.

2.3 Вольтметр (0-100/25)В – 1 шт.

3.Порядок выполнения работы

Таблица показаний и расчетов.

Таблица 3.1.

№ п/п	Замеры								Расчеты						Прим.
	E ₁	E ₂	I ₁	I ₂	I ₃	U ₁	U ₂	U ₃	R ₈	R ₉₋₁₀	R ₁₃	P ₁	P ₂	P ₃	
	В	В	А	А	А	В	В	В	Ом	Ом	Ом	Вт	Вт	Вт	
1															Опыт
2															Расч.

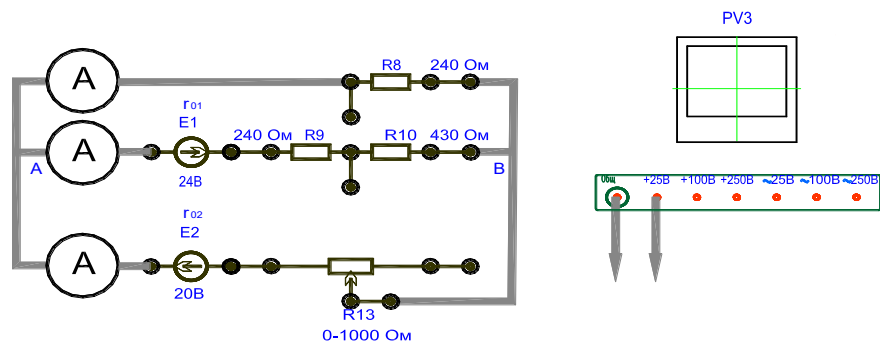


Рис. 2.1.

4. Расчет разветвленной цепи.

4.1. По первому закону Кирхгофа проверить сумму токов в узлах А и В.

4.2. По второму закону Кирхгофа проверить баланс напряжений и э.д.с. для всех контуров цепи.

4.3 Расчетные формулы. $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$; $P_1 = I_1^2 R_1$; $\Sigma I = 0$; $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$; $P_2 = I_2^2 R_2$;

$\Sigma E = \Sigma IR + \Sigma I r_0$; $R_3 = \frac{U_3}{I_3}$; $P_3 = I_3^2 R_3$;

5. Сделать заключение по данной лабораторной работе.

Лабораторная работа № 2

Исследование трехфазной цепи при соединении потребителей звездой

1. Цель работы.

1.1 Установить соотношение между линейными и фазными токами и напряжениями при различной нагрузке фаз.

1.2 Выявить роль нейтрального провода.

2. Оборудование.

2.1. Амперметр (0-1)А – 4 шт.

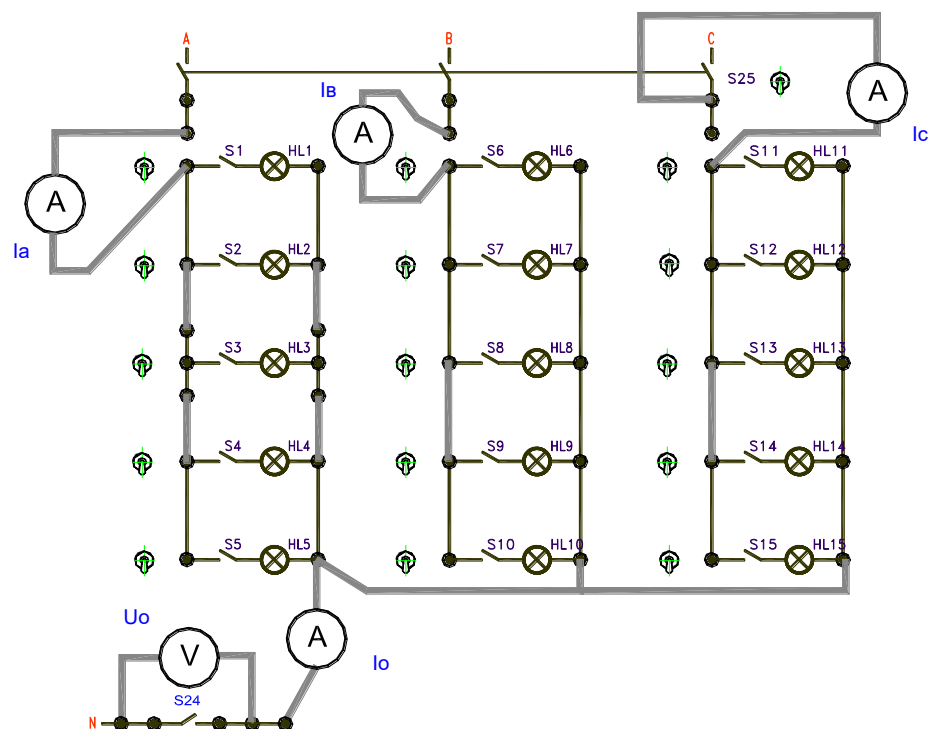
2.2. Вольтметр (0-250)В – 1 шт.

2.3. Вольтметр (0-100)В – 1 шт.

2.4. Ламповый реостат – 1 шт.

3. Порядок выполнения работы.

3.1 Собрать и изучить схему электрической цепи (рис. 2.1.).



Р и с. 2.1.

3.2. Получив разрешение преподавателя, включить стенд тумблером «ABC».

3.3 При замкнутом тумблере «S1» (нейтраль замкнута), установить симметричную нагрузку фаз. Вольтметром V2 измерить линейные и фазные напряжения. Показания приборов записать в таблицу 2. 1.

3.4 Для двух случаев несимметричной нагрузки, при включенном тумблере «S1» и отключенном тумблере «S1». Показания приборов записать в таблицу 1. Для измерения фазных напряжений (U_A , U_B , U_C) вольтметр V2 включить параллельно нагрузочным сопротивлениям, а для измерения линейных напряжений (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA}) вольтметр V3 включить между клеммами (A,B); (B,C); (C,A).

Таблица показаний и расчетов.

Таблица 2.1.

Нагрузка	Нейтраль	Из опыта									Из расчета						
		I_A	I_B	I_C	I_0	U_0	U_A	U_B	U_C	U_L	U_L/U_A	I_0'	U_0'	P_A	P_B	P_C	P
		А			В						-	А	В	Вт			
Симметричная	вкл																
	раз																
Несимметричная	вкл																
	раз																

4. Расчетные формулы..

$$\dot{I}' = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C;$$

$$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A; \quad P_B = U_B I_B \cos \varphi_B; \quad P_C = U_C I_C \cos \varphi_C; \quad P = P_A + P_B + P_C;$$

$$\cos \varphi_A = \cos \varphi_B = \cos \varphi_C = 1;$$

5. Сделать заключение по данной лабораторной работе.

5.1 Соотношения между линейными и фазными напряжениями при симметричной и несимметричной нагрузками.

5.2 Соотношения между линейными и фазными токами.

5.3 Целесообразность нулевого провода при симметричной и несимметричной нагрузками.

5.4. Распределение напряжений на фазах при симметричной и несимметричной нагрузках при разомкнутом нулевом проводе.

5.5. Определение мощности трехфазного потребителя.

Практическое занятие №2 Сведения со шкалы приборов.

Общие сведения об электроизмерительных приборах



Электроизмерительные приборы предназначены для преобразования различных электрических величин (силы тока, напряжения, активных и реактивных мощностей и энергий, коэффициента мощности, сопротивления, индуктивности, ёмкости) в визуальную форму, удобную для восприятия.

Электроизмерительный прибор состоит из измерительного механизма, помещённого в корпус, и вспомогательных частей (зажимы для подключения, переключатели пределов измерений, блок питания, корректор). Измерительный механизм состоит из подвижной и неподвижной частей, снабжён шкалой с определённым количеством делений.

Принцип действия измерительного механизма может быть основан на явлении электромагнетизма, электромагнитной силы или теплового действия тока. В результате этих явлений возникает вращающий момент, поворачивающий подвижную часть измерительного механизма вместе с указателем (стрелкой). Стрелка отклоняется на угол, прямо пропорциональный значению измеряемой физической величины. В противодействие вращающему моменту (электромагнитным или механическим путём) создаётся равный и противодействующий момент, так как иначе стрелка будет отклоняться до конца шкалы при любом значении измеряемой величины (отличной от нуля).

Электроизмерительные приборы характеризуются следующими величинами:

1. *Предел измерения* – наибольшее значение физической величины, которое можно измерить прибором.
2. *Цена деления* – количество единиц измеряемой физической величины в одном делении шкалы прибора:

$$C_d = \frac{A_{\max}}{n_{\max}}, (1)$$

где C_d – цена деления прибора;

$A_{\max}$ – предел измерения прибора;

$n_{\max}$ – количество делений на шкале прибора.

3. *Чувствительность* – количество делений шкалы, на которое отклоняется стрелка прибора при изменении измеряемой физической величины на одну единицу:

$$C = \frac{n_{\max}}{A_{\max}} = \frac{1}{C_d}. (2)$$

4. *Показание прибора* – значение физической величины, измеренное прибором (определяется как произведение цены деления прибора на количество делений, на которое отклонилась стрелка прибора при измерении):

$$A = C_d n, (3)$$

где A – показание прибора;

n – количество делений,

на которое отклонилась стрелка прибора при измерении.

5. *Абсолютная погрешность* – разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой физической величины:

$$D = A - A_d, (4)$$

где D – абсолютная погрешность;

A – показание прибора;

A_d – действительное значение измеряемой физической величины.

6. *Относительная погрешность* – отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой физической величины (выраженное в процентах):

$$\delta = \frac{D}{A_d} \cdot 100. (5)$$

7. *Приведенная погрешность* – отношение абсолютной погрешности к пределу измерения прибора (выраженное в процентах):

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_{\text{MAX}}} \cdot 100 \quad . (6)$$

8. *Класс точности* – отношение максимальной абсолютной погрешности (устанавливаемой при проектировании прибора) к пределу измерения прибора (выраженное в процентах):

$$\varepsilon = \frac{\Delta_{\text{MAX}}}{A_{\text{MAX}}} \cdot 100 \quad . (7)$$

Для уменьшения погрешности измерения необходимо выбирать предел измерения прибора так, чтобы его показание находилось на последней трети шкалы прибора:

$$\frac{2}{3} A_{\text{MAX}} \leq A \leq A_{\text{MAX}} \quad . (8)$$

При работе электроизмерительный прибор должен потреблять минимально возможную мощность, чтобы не изменять режим работы контролируемого объекта.

Вопросы для самоконтроля Каждый студент получает электроизмерительный прибор; отвечает на вопросы.

1. Для чего предназначены электроизмерительные приборы?
2. Опишите устройство и принцип действия стрелочного электроизмерительного прибора?
3. Перечислите основные величины, которыми характеризуется электроизмерительный прибор.
4. Что понимается под пределом измерения прибора?
5. Как определить цену деления прибора?
6. Как определить чувствительность прибора?
7. Что понимается под показанием прибора?
8. Как определить абсолютную погрешность прибора?
9. Как определить относительную погрешность прибора?
10. Что понимается под приведенной погрешностью прибора?
11. Что понимается под классом точности прибора?

Лабораторное занятие №3

Исследование однофазного трансформатора

1. Цель работы.

- 1.1. Испытание однофазного трансформатора в различных режимах работы.
- 1.2. Построение внешней характеристики трансформатора.
- 1.3. Изучить устройство однофазного трансформатора.

2. Оборудование

3. План работы.

3.1. Исследование трансформатора в режиме холостого хода. Соберите цепь согласно схеме. Заполнить таблицу

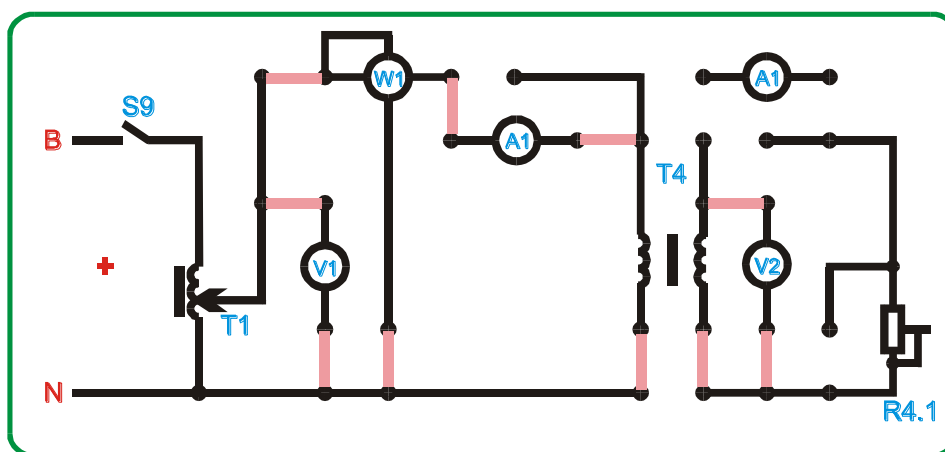


Рис.3.1

Экспериментальные данные			
$U_1, \text{В}$	$I_0, \text{А}$	$P_{\text{х.х.}}$ Вт	$U_2, \text{В}$

3.1.1. Найти коэффициент трансформации

$$K = U_1 / U_2$$

3.1.2. Найти потери в стали по показаниям ваттметра

$$\Delta P_{\text{сталь}} = P_{\text{х.х.}} = \dots$$

3.1.3.. Найти ток холостого хода I_0 ,

3.2 Исследование трансформатора в опыте короткого замыкания. Соберите цепь согласно схеме. Заполнить таблицу.

Выведите пакетный переключатель $T1$, $V\phi$ в положение "О".

Включите стенд тумблером "Сеть". Установить первичное напряжение переключателем $T1$, $V\phi$ 20В (ручку галетника ЛАТРа $T1$ устанавливать **только в пределах 0-20В, во избежание выхода из строя элементов схемы!!!**). Выключите питание схемы тумблером $S9$.

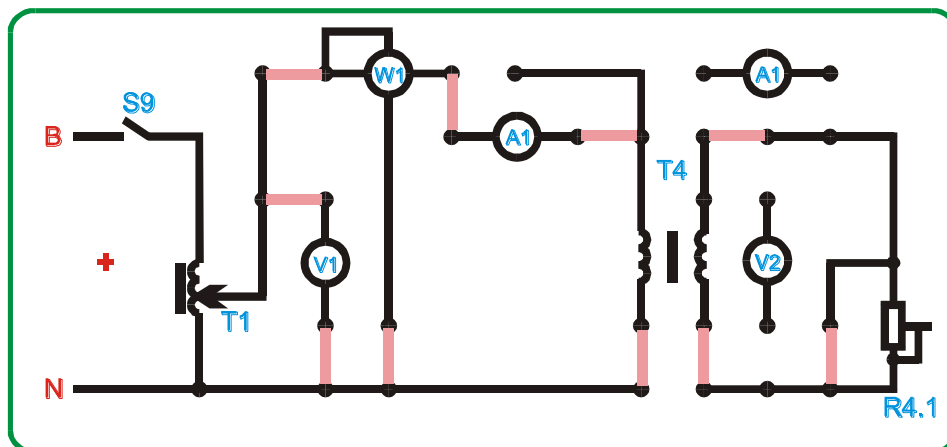


Рис. 3.2.

Снимите показания приборов $A1$, $V1$, $W1$.

Экспериментальные данные			
U_1 , В	I_1 , А	Р _{к.з.} Вт	I_2 , А

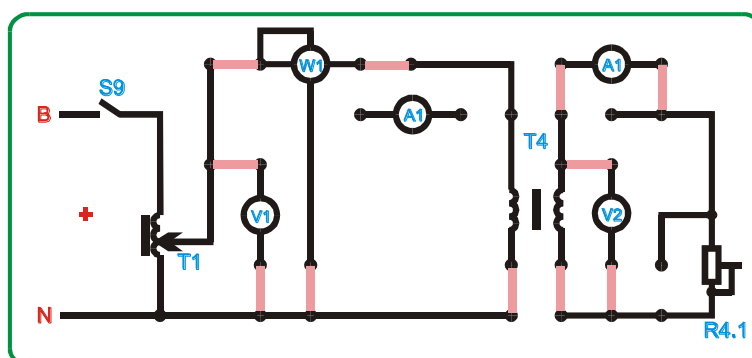
3.2.1. Найти потери в меди по формуле

$$\Delta P_{\text{медь}} = P_{\text{к.з.}} - P_{\text{х.х.}} = \dots\dots$$

3.2.2. Найти напряжение короткого замыкания

$$U_{\text{к.з.}} =$$

1.3.3. Исследование трансформатора в режиме нагрузки. Соберите схему согласно рис.3.3



Включите стенд тумблером "Сеть". Включите схему тумблером $S9$. Установите напряжение на первичной обмотке переключателем $T1$, $V\phi = 220В$. Изменяя величину сопротивления нагрузки переключателем $R4$ (положения 1-6), снимите показания приборов $V1$, $V2$, $A1$, $A2$, $W1$. Постройте внешнюю характеристику $U_2 = f(I_2)$.

Лабораторное занятие №4.

Управление трехфазным асинхронным двигателем

1. Цель работы.

- 1.1. Ознакомиться с устройством асинхронного двигателя с к.з. ротором.
- 1.2. Снять и построить рабочие и механическую характеристики двигателя.

2. Основные теоретические положения.

Трехфазный асинхронный двигатель состоит из двух основных частей: статора и ротора. Статор - неподвижная часть двигателя, служит для создания вращающегося магнитного поля. Схема соединения трехфазной статорной обмотки - звезда или треугольник. Магнитное поле статора пересекает проводники обмотки ротора и наводит в них переменную э.д.с. Поскольку обмотка ротора замкнута, эта э.д.с. вызывает в ней ток того же направления, что и э.д.с. В результате взаимодействия тока ротора с вращающимся магнитным полем возникает электромагнитная сила, действующая на проводники ротора. Сила создает вращающий момент, действующий в ту же сторону, что и сила.

Под действием момента вращения ротор приходит в движение и после разбега вращается в том же направлении, что и магнитное поле с несколько меньшей частотой вращения, чем поле:

$$n_2 = (0,92...0,98)n_1,$$

где n_1 - частота вращения магнитного поля статора, или синхронная частота вращения;

n_2 - частота вращения ротора.

Синхронная частота вращения определяется частотой тока (f_1) источника питания двигателя и числом пар полюсов статора (P):

$$n_1 = \frac{60f_1}{P}.$$

Частота вращения ротора определяется скольжением:

$$n_2 = n_1(1 - S),$$

где S - скольжение:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1};$$

Величина э.д.с. в обмотке статора и ротора равна:

$$E_1 = 4,44K_{об1} f_1 W_1 \Phi m,$$

$$E_2 = 4,44K_{об2} f_2 W_2 \Phi m.$$

Величина э.д.с. в обмотке неподвижного ротора равна:

$$E_{2к} = 4,44K_{об2} f_1 W_2 \Phi m,$$

где $Kоб_1$ и $Kоб_2$ - обмоточные коэффициенты статора и ротора:

$Kоб = (0,92...0,96)$; f_2 - частота тока ротора; f_1 - частота тока статора; Φ_m - магнитный поток статора; W_1, W_2 - число витков обмотки статора и ротора.

Величина скольжения определяет величину э.д.с. ротора и частоту тока ротора:

$$\begin{aligned} f_2 &= f_1 S, \\ E_2 &= E_{2к} S \end{aligned}$$

при подвижном роторе.

Ток фазы обмотки ротора определяется по закону Ома:

$$I_2 = \frac{E_2}{R_2 + (X_2 * S)} = \frac{E_{2к} S}{(R_2 / S) + X_2},$$

где - $E_{2к}$, X_2 - э.д.с. и индуктивное сопротивление обмотки неподвижного ротора, т.е., когда $f_2 = f_1$.

Из данного выражения следует, что в момент пуска, когда $S = 1$, ток в обмотке ротора и статора (пусковой) наибольший. Большой пусковой ток, вызывая падение напряжения $U = I_n * Z$, приводит к снижению напряжения питания двигателя и к уменьшению вращающего момента, а также к дополнительному нагреву машины.

Вращающий момент асинхронного двигателя может быть выражен в виде:

$$M = \frac{4,44m * f_1 * W_2 * \Phi_m * Kоб_2 * I_2 * \cos f_2}{\omega} = C * \Phi_m * I_2 * \cos f_2,$$

где C - конструктивный коэффициент двигателя; m - число фаз.

Для получения уравнения механической характеристики необходимо воспользоваться схемой замещения асинхронного двигателя .

Подставив значение приведенного тока из схемы (Рис.15. 1.а) в уравнение электромагнитного момента:

$$M_{эм} = \frac{m * I'^2 * R}{*S}$$

получим:

$$M = \frac{p * m * (U_1 \phi)^2 * R'_2}{2\pi * f_1 * S [(R_1 + R'_2 / S)^2 + (X_1 + X'_2)^2]},$$

где R'_2 и X'_2 - приведенные к обмотке статора активное и реактивное сопротивления фазы обмотки ротора.

Данное уравнение представляет собой уравнение механической характеристики $M = f(S)$.

Упрощенное выражение механической характеристики имеет вид:

$$M = \frac{2M_k}{S/S_k + S_k/S},$$

где S_k - критическое скольжение; M_k - критический момент.

Рабочие характеристики двигателя снимаются при неизменном напряжении питания и частоте питающей сети.

Рассмотрим эти характеристики:

1) зависимость $S = f(P_2)$. Увеличение мощности на валу двигателя P_2 соответствует изменению тормозного момента, а следовательно увеличению скольжения;

2) зависимость $n = f(P_2)$ - внешняя характеристика. Из определения скольжения следует, что $n = n(1 - S)$, а так как с увеличением мощности P_2 скольжение растет, следовательно, частота вращения n с увеличением мощности P_2 падает незначительно;

3) зависимость $M = f(P_2)$. С увеличением мощности P_2 до P_n вращающий момент также растет, т.к. частота вращения при этом изменяется незначительно.

4) зависимость $\cos\phi_1 = f(P_2)$. Поскольку главный магнитный поток и реактивная мощность, потребляемая из сети, мало зависят от нагрузки, следовательно, $\cos\phi_1$ существенно изменяется:

$$\cos\phi_1 = \frac{P_1}{P_1 + Q_1}$$

при изменении нагрузки, т.к. изменяется при этом активная мощность. Из рис. 15.2. видно, что при малых нагрузках, $\cos\phi_1$ является довольно низким, поэтому асинхронные двигатели должны работать при номинальной нагрузке.

5) зависимость $\eta = f(P_2)$:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P}.$$

С увеличением мощности P_2 к.п.д. будет возрастать до номинального значения, а далее за счет увеличения переменных потерь (P_{m1} , P_{m2}) уменьшаться.

Это объясняется следующим. Потребляемая активная мощность двигателя равна:

$$P_1 = P_2 + P_{m1} + P_{ст} + P_{мех} + P_{доп} + P_{m2}$$

где: P_{m1} , P_{m2} - потери в меди обмотки статора и ротора;

$P_{ст}$. - потери в стали статора и ротора;

$P_{мех}$. - потери механические;

$P_{доп}$. - потери дополнительные.

С увеличением нагрузки сумма потерь $P_{ст} + P_{мех} + P_{доп}$ практически остается постоянной. К.п.д. двигателя при этом растет (при нагрузке от 0 до $P_{ном}$), затем к.п.д. падает, т.к. потери в меди возрастают пропорционально квадрату тока:

$$P_{M1} + P_{M2} = (I1)^2 R1 + (I2)^2 R2.$$

3. План работы.

3.1. Собрать схему согласно рис. 10.1.

3.2. Опыт холостого хода.

Включите стенд тумблером “Сеть”, схему лабораторной установки тумблером S2, асинхронный двигатель кнопкой S4.

Генератор постоянного тока M1 не включать (перемычки П1 и П2 отсутствуют, регулятор ЛАТРа T1.1 в положение “0” тумблер S6 отключен).

В этом режиме измеряются следующие параметры двигателя:

- мощность холостого хода;
- ток холостого хода.
- напряжение статора.

По измеренным величинам рассчитываются параметры схемы замещения двигателя в режиме холостого хода.

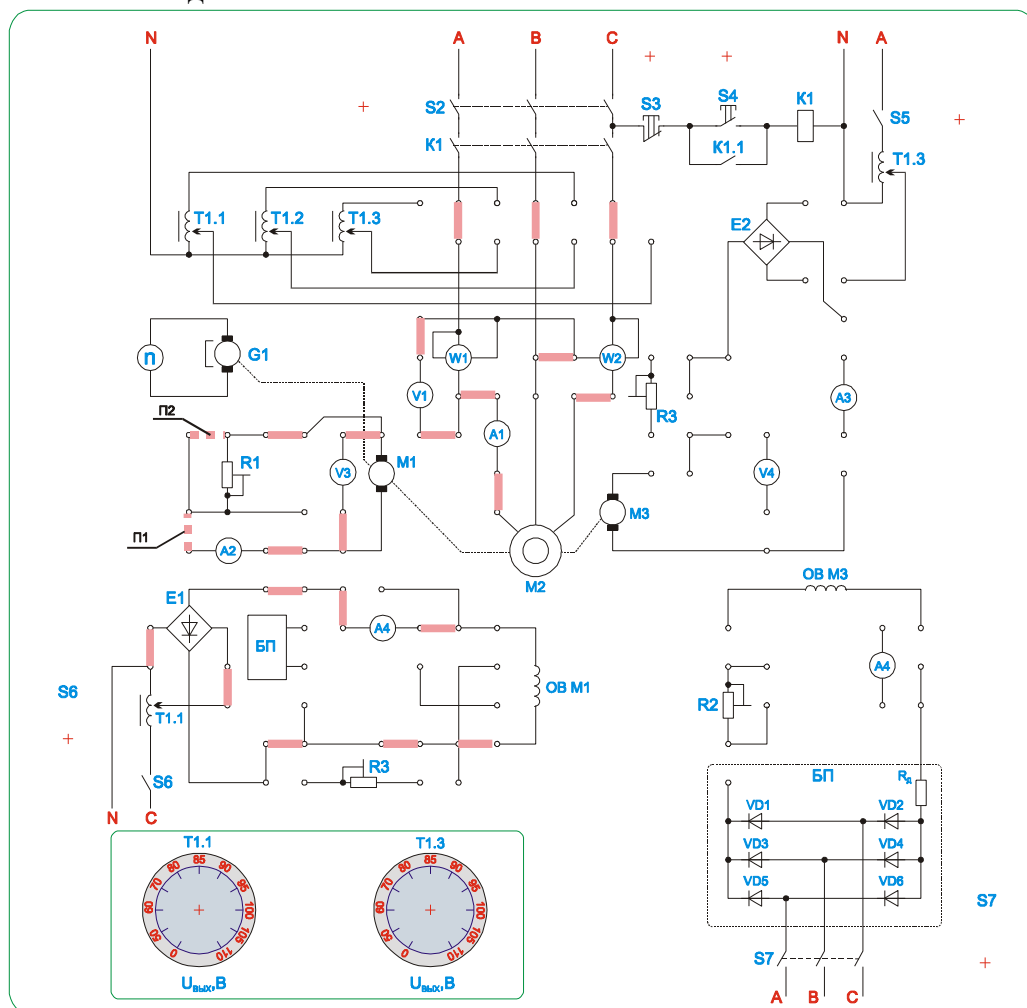


Рис.4 1.

3.3. Рабочие характеристики двигателя и опыт короткого замыкания.

Измерьте параметры асинхронного двигателя:

- фазный ток статора;
- мощность, потребляемую из сети.

ВНИМАНИЕ! Перед проведением работы убедитесь что все галетные переключатели ЛАТРов (T1, T1.1, T1.3) установлены в поз.“0”.

При работе с однофазными ЛАТРами Т1.1 и Т1.3 не допускается одновременное использование трехфазного ЛАТРа Т1.

Для снятия рабочих характеристик установите переключку П1. Включите стенд тумблером “Сеть”, схему лабораторной установки тумблером S2, асинхронный двигатель кнопкой S4. Тумблером S6 включите ЛАТР Т1.1 и установите его регулятор в положение “50” и изменяйте нагрузку генератора резистором R1 (положения 1-6) и при необходимости получить $R1 = 0$ установить переключку П2. Изменяя положение регулятора ЛАТРа Т1.1 можно увеличивать нагрузку на асинхронный двигатель, при проскальзывании пассива по шкивам – уменьшить напряжение ЛАТРа. Данные измерений занести в табл. 9.1.

Опыт короткого замыкания.

Зафиксируйте рукой шкив асинхронного двигателя. (При необходимости установить какой из двигателей является искомым, снимите пассив со шкивов и запустите двигатель кнопкой). Включите стенд тумблером “Сеть”, схему лабораторной установки тумблером S2, осуществите кратковременный запуск асинхронного двигателя кнопкой S4. Запомните поочередно показания приборов и отключите двигатель кнопкой S3.

ВНИМАНИЕ! Проведение опыта требует осторожности! Шкив двигателя при поданном на него напряжении не отпускать! Время включения двигателя не должно превышать 10 сек. Паузы между экспериментами не менее 1 мин.

Таблица 4.1.

Опытные данные						Результаты вычисления					
Двигатель				Генератор							
Удв.	Идв.	Рф	n ₂	U _г	I _г	P ₂	М	S	η _{дв.}	η _{г.}	cosφ ₁
В	А	Вт	об/м	В	А	Вт	Нм	-	-	-	-

По результатам измерений рассчитываются и строятся рабочие характеристики и характеристика короткого замыкания асинхронного двигателя.

3.4. Указания по определению расчетных величин.

3.4.1. Подводимая мощность к двигателю:

$$P_1 = P_{w1} + P_{w2},$$

где P_{w1} и P_{w2} - показания ваттметров.

3.4.2. Мощность на валу двигателя:

$$P_2 = \frac{P_2}{\eta_g} = \frac{U_2 I_2}{\eta_g},$$

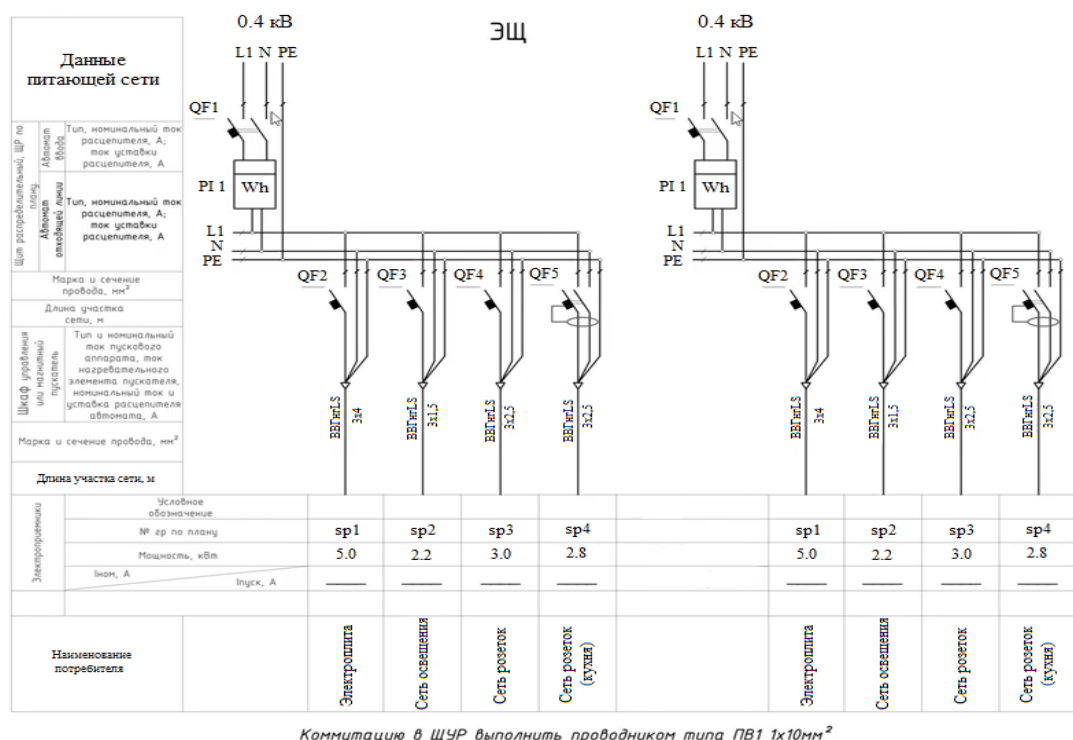
где η_g - к.п.д. генератора.

3.4.3. Вращающий момент на валу двигателя

Практическое занятие №3

Расчет и выбор аппаратов защиты для этажного электрощита.

Задание №1 . рассчитать и выбрать аппараты защиты для этажного электрощита



Пример расчета.

Выполнить необходимые расчеты, выбрать автоматический выключатель для электроплиты на 5кВт, IEK ВА47-29

$I_{ном} = P \cdot 1000 / (220 \cdot \cos \phi)$ $\cos \phi$ - коэффициент спроса.

При определении мощности бытовой электросети необходимо учитывать, что все имеющиеся в доме электроприборы, как правило, одновременно в сеть не включаются поэтому для определения расчетной мощности применяется специальный поправочный коэффициент называемый коэффициентом спроса.

При значении установленной мощности силовой сети до 5 кВт включительно коэффициент спроса рекомендуется принимать равным 1.

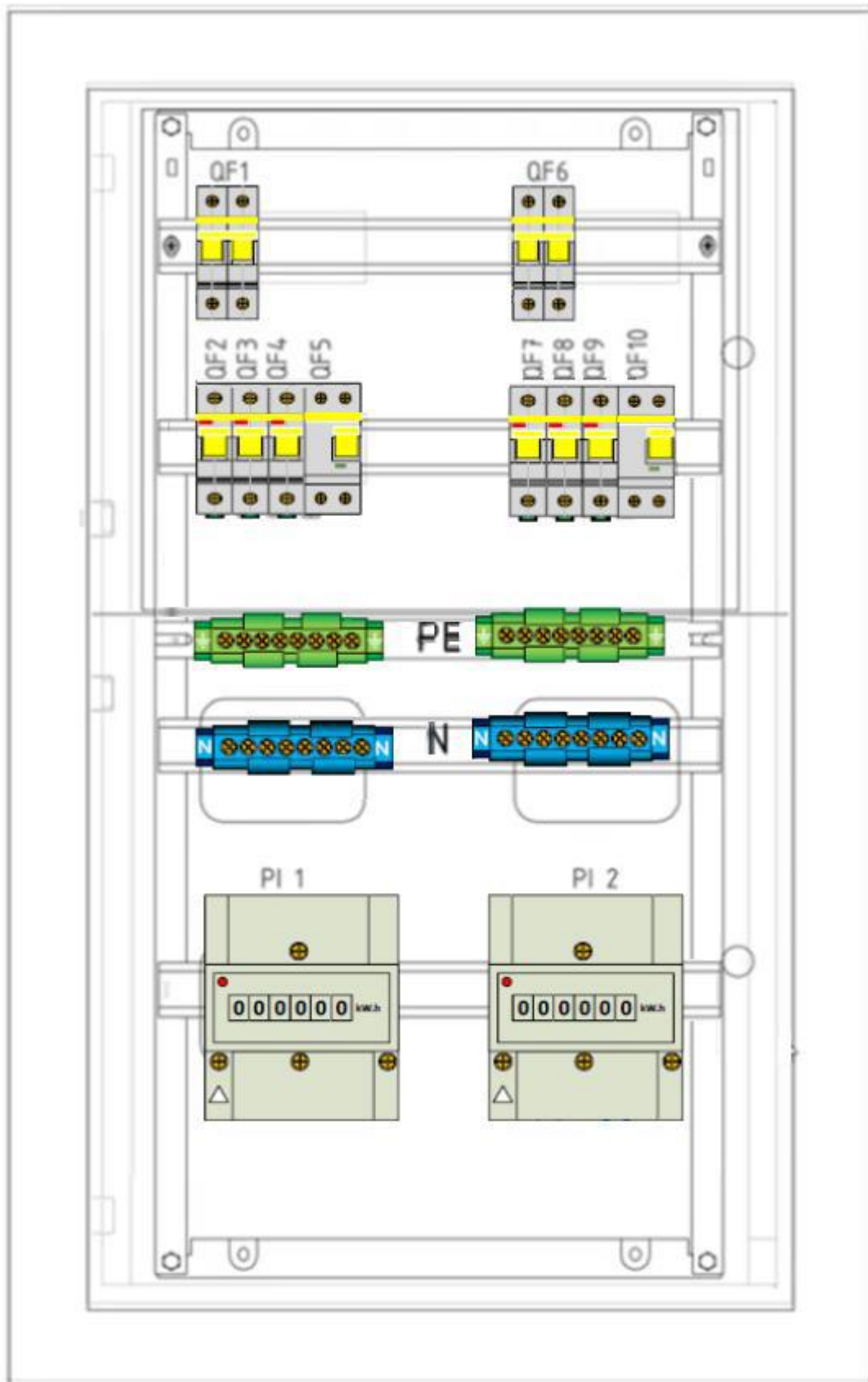
Подключено потребителей	коэф.спроса
1	1
2	0,8
3	0,75
больше 5	0,7

$\cos \phi = 1$, так как это плита, активное сопротивление, $\cos \phi = 1$

$I_{ном} = 5 \cdot 1000 / 220 =$

IEK ВА47-29

Задание 2. Установить в щитке, выбранные из предложенных, аппараты



ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

1. Цель работы.

Изучить устройство, конструкции и принцип действия автоматических выключателей, применяемых в системах электроснабжения и в электроприводах.

Как правило, автоматические выключатели выполняют функции защиты при коротких замыканиях, перегрузках, снижении или исчезновении напряжения, изменения направления передачи мощности или тока и т.п.

Независимо от назначения, автоматы состоят из следующих основных узлов:

- а) контактной системы;
- б) дугогасительной системы;
- в) привода;
- г) механизма свободного расцепления расцепителей;
- д) коммутатора с блок-контактами.

Контактная система автоматов должна находиться под током не отключаясь весьма длительное время и быть способной выключать большие токи короткого замыкания. Широкое распространение получили двухступенчатые (главные и дугогасительные) и трехступенчатые (главные, промежуточные и дугогасительные) контактные системы.

Дугогасительная система должна обеспечивать гашение дуги больших токов короткого замыкания в ограниченном объеме пространства. Задача дугогасительного устройства заключается в том, чтобы ограничить размеры дуги и обеспечить ее гашение в малом объеме. Распространение получили камеры с широкими щелями и камеры с дугогасительными решетками.

Привод в автомате служит для включения автомата по команде оператора.

Отключение автоматов осуществляется отключающими пружинами.

Механизм свободного расцепления предназначен:

- а) исключить возможность удерживать контакты автомата во включенном положении (рукояткой, дистанционным приводом) при наличии ненормального режима работы защищаемой цепи;
- б) обеспечить моментальное отключение, т.е. не зависящую от операторов, рода и массы привода скорость расхождения контактов.

Механизм представляет собой систему шарнирно-связанных рычагов, соединяющих привод включения с системой подвижных контактов, которые связаны с отключающей пружиной. Механизм свободного расцепления позволяет автомату отключаться в любой момент времени, в том числе и в процессе включения, когда включающая сила воздействует на подвижную систему автомата.

При отключении автомата первыми размыкаются главные контакты и весь ток перейдет в параллельную цепь дугогасительных контактов с накладками из дугостойкого материала. На главных контактах дуга не должна возникать, чтобы они не обгорели. Дугогасительные контакты размыкаются, когда главные контакты расходятся на значительное расстояние. На них возникает электрическая дуга, которая выдувается вверх и гасится в дугогасительной камере.

Расцепители - элементы, контролирующие заданный параметр цепи и воздействующие через механизм свободного расцепления на отключение автомата при отклонении заданного параметра за установленные пределы.

В зависимости от выполняемых функций защиты расцепители бывают:

- а) токовые максимальные мгновенного или замедленного действия;

- б) напряжения - минимальное, для отключения автомата при снижении напряжения ниже определенного уровня;
- в) обратного тока - срабатывает при изменении направления тока;
- г) тепловые - работают в зависимости от величины тока и времени его протекания (применяются обычно для защиты от перегрузок)
- д) комбинированные - срабатывают при сочетании ряда факторов.

Блок-контакты служат для производства переключения в цепях Управления блокировки, сигнализации в зависимости от коммутационного положения автомата.

Блок-контакты выполняются нормально открытыми (замыкающие) и нормально закрытыми (размыкающие).

Номинальный ток, защищающего от перегрузки электромагнитного теплового или комбинированного расцепителя автоматов $I_{н.з.}$ выбирается по длительному расчетному току линии $I_{н.з.} = I_{дл.}$; ток срабатывания (отсечки) электромагнитного расцепителя $I_{ср.}$ определяется из соотношения:

$$I_{ср.} = 1,25I_{кр.},$$

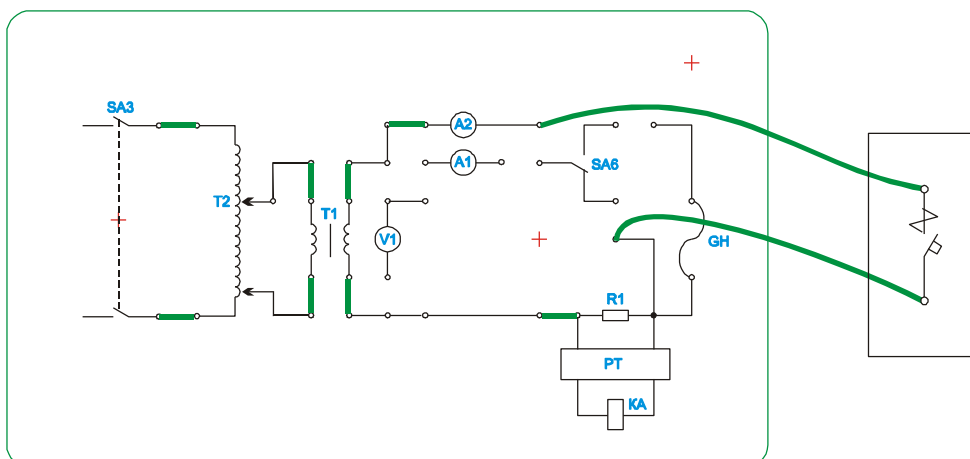
где $I_{кр.}$ - максимальный кратковременный ток линии, который при ответвлении к одиночному электродвигателю равен его пусковому току. Коэффициент 1,25 учитывает неточность в определении максимального кратковременного тока линии и разброс характеристик расцепителей.

Автоматические выключатели серии А3700 рассчитаны на напряжение до 440В постоянного тока и до 660В переменного тока и номинальную силу тока 160, 250, 400 и 630А. Уставки токов срабатывания выключателей составляют десятикратную величину их номинальных токов. Серийно изготавливаются также автоматические выключатели типов АЕ2000 на номинальный ток до 100А; АК63 на номинальный ток до 63А; А63 на номинальный ток до 25А и т.п.

2. Оборудование

3. План работы.

3.1. Для исследования свойств автоматического выключателя А63-М необходимо собрать схему



3.2 Результаты опыта

Таблица 5.1.

Значение тока уставки	Значение тока нагрузки, при котором срабатывает автомат							

4. Контрольные вопросы.

- 4.1. Назначение воздушных выключателей.
- 4.2. Функции и виды расцепителей.
- 4.3. Принцип гашения дуги в автомате.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЛЕ

1. Цель работы.

- 1.1. Ознакомиться с конструкциями тепловых реле.
- 1.2. Изучить принцип действия тепловых реле.

2. Основные теоретические сведения.

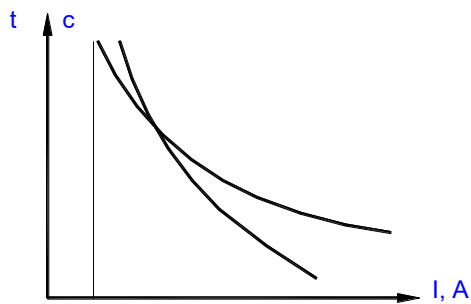
При незначительных длительных перегрузках в электродвигателях, электромагнитах и других токоприемниках, возникающих при возрастании момента сопротивления на рабочем органе машины или за счет витковых замыканий в обмотках, протекает ток, превышающий допустимое значение на 20...50%. Такой режим работы приводит к перегреву обмоток и электродвигателя в целом, а следовательно, к преждевременному выходу его из строя. Для защиты электрооборудования от таких перегрузок служат тепловые реле, которые включают последовательно в контролируемую цепь.

Тепловые реле работают в цепях переменного и постоянного тока. Их используют как самостоятельно, так и в составе магнитных пускателей.

Основным элементом теплового реле является биметаллическая пластина.

Нагрев биметаллического элемента может производиться за счет тепла, выделяемого в пластине током нагрузки. Очень часто нагрев биметалла производится от специального нагревателя, по которому протекает ток нагрузки. Лучшие характеристики получаются при комбинированном нагреве, когда пластина нагревается за счет тепла, выделяемого специальным нагревателем, также обтекаемым током нагрузки. Прогибаясь, биметаллическая пластина своим свободным концом воздействует на контактную систему, обеспечивая срабатывание реле.

Основной характеристикой теплового реле является зависимость времени срабатывания от тока нагрузки (времятоковая характеристика), имеющая вид на рис



Для обеспечения надежной защиты время-токовая характеристика реле должна проходить во всем диапазоне изменения токов перегрузки ниже время-токовой характеристики защищаемого оборудования, что достигается правильным выбором теплового реле по току.

Реле изготавливают одно-, двух- и трехфазного исполнения (типов РТ, ТРВ, ТРА, ТРН, ТРП и РТЛ) на различные токи от 0,5 до 600А. Номинальный ток теплового реле является его максимально допустимым током, а сменные тепловые элементы позволяют получить для каждого типоразмера реле от 4 до 12 номинальных токов уставки. При этом для каждого теплового элемента его ток уставки может изменяться (уменьшаться) специальным регулятором до 30% от номинального значения, а некоторые типы реле (ТРН) имеют предел регулирования от 0,75 до 1,25 I_n .

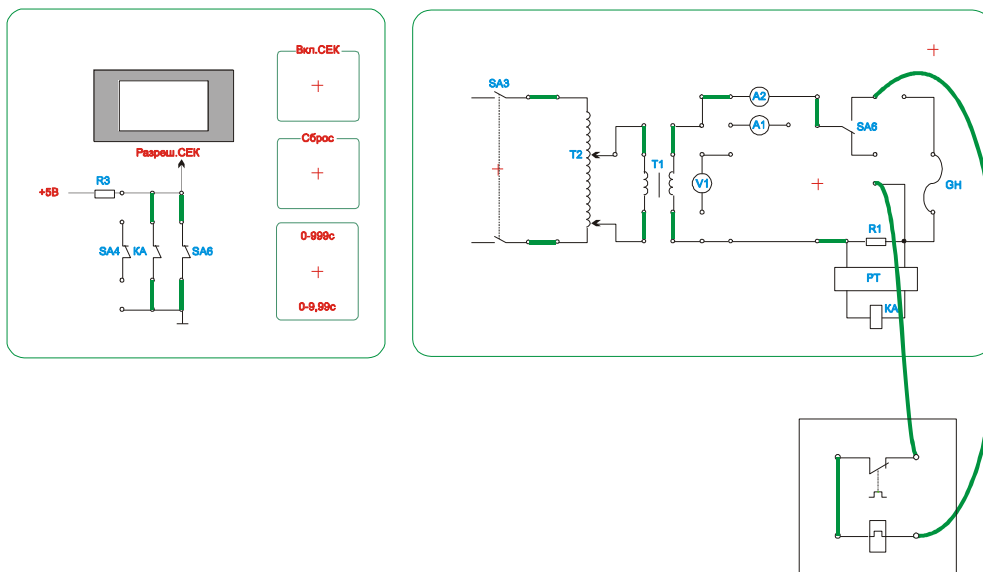
Тепловые реле выбираются по номинальному току теплового элемента и номинальному току двигателя:

$I_{ном.реле} \geq I_{сети}$; $I_{ном.реле} = I_{ном.дв.}$ - для двигателей, работающих в длительном режиме работы.

Для двигателей, работающих в кратковременном режиме, тепловая защита не используется за исключением случаев возможной работы двигателя на упор.

3. План работы.

3.1. В качестве исследуемого применяется реле ТРН-10 с номинальной уставкой тока 0,8 А. Для исследования необходимо собрать схему на рис.5.2.



Р и с.5.2.

Т.к. время срабатывания реле измеряется десятками секунд или минутами, то можно в качестве секундомера использовать наручные часы (при этом часть схемы с секундомером не нужна). Работу начинают с включения ЛАТРа и регулятором устанавливают необходимую величину тока нагрузки. Затем отключают ЛАТР, обнуляют показания секундомера и после паузы, необходимой для остывания теплового элемента реле вновь включают. Секундомер начинает отсчет и останавливается после срабатывания реле. Во избежание перегрева теплового элемента реле ЛАТР следует сразу отключить.

Перед повтором эксперимента необходимо сделать паузу для полного остывания теплового элемента реле и затем вернуть его в исходное состояние нажатием возвратной кнопки. Затем устанавливают другую величину тока нагрузки и повторяют выше приведенные действия. Данные, полученные по показаниям приборов, заносят в таблицу и строят зависимость времени срабатывания теплового реле от тока нагрузки.

Допускается дополнить схему лабораторной работы,строив контакт магнитного пускателя с рабочим напряжением катушки 220В между выходом ЛАТРа и первичной цепью понижающего трансформатора, а его катушку запитать от гнезд 220В в блоке ТРН через размыкающий контакт теплового реле (при этом SA2 нужно будет включить). Тем самым достигается автоматическое отключение нагрузки при срабатывании теплового реле. В цепь же секундомера взамен контакта теплового реле включается замыкающий контакт пускателя.

4. Контрольные вопросы.

- 4.1. Какие виды биметаллических пластин применяются в тепловых реле?
- 4.2. Как регулируется ток срабатывания теплового реле с непосредственным и косвенным нагревом?
- 4.3. Как зависит величина прогиба пластины от ее длины и толщины?

Лабораторная работа №6
Исследование пускорегулирующей аппаратуры

1. Цель работы.

1.1. Ознакомиться с техническими данными и изучить конструкцию магнитных пускателей переменного тока.

1.2. Исследовать магнитные пускатели переменного тока.

2. Основные теоретические сведения

Магнитный пускатель - это контактор переменного тока, предназначенный для дистанционного управления и защиты от понижения напряжения питающей сети и токов перегрузки асинхронных двигателей малой и средней мощности.

Основным узлом магнитного пускателя, как контактора, является электромагнит переменного тока, приводящий в действие систему с контактами.

Обычно в магнитных пускателях применяют трех полюсный контактор переменного тока, имеющий три главных замыкающих контакта и от одного до четырех вспомогательных, блокировочных, или блок-контактов.

В кожух магнитного пускателя, кроме контактора, часто встраивается тепловое реле, выполняющее токовую защиту с выдержкой времени, зависящей от величины тока.

Выбор магнитного пускателя и контакторов производится:

а) по номинальному напряжению сети:

$$U_{ном.} = U_{сети},$$

где $U_{ном.}$ - номинальное напряжение катушки магнитного пускателя;

б) по номинальному току нагрузки:

$$I_{ном.} \geq I_{ном.нагр.},$$

где $I_{ном.}$ - номинальный ток магнитного пускателя, контактора для конкретного режима работы;

в) по мощности двигателя исполнительного механизма;

г) по режиму работы;

д) по числу включений в час;

е) по номинальному напряжению контактов аппарата:

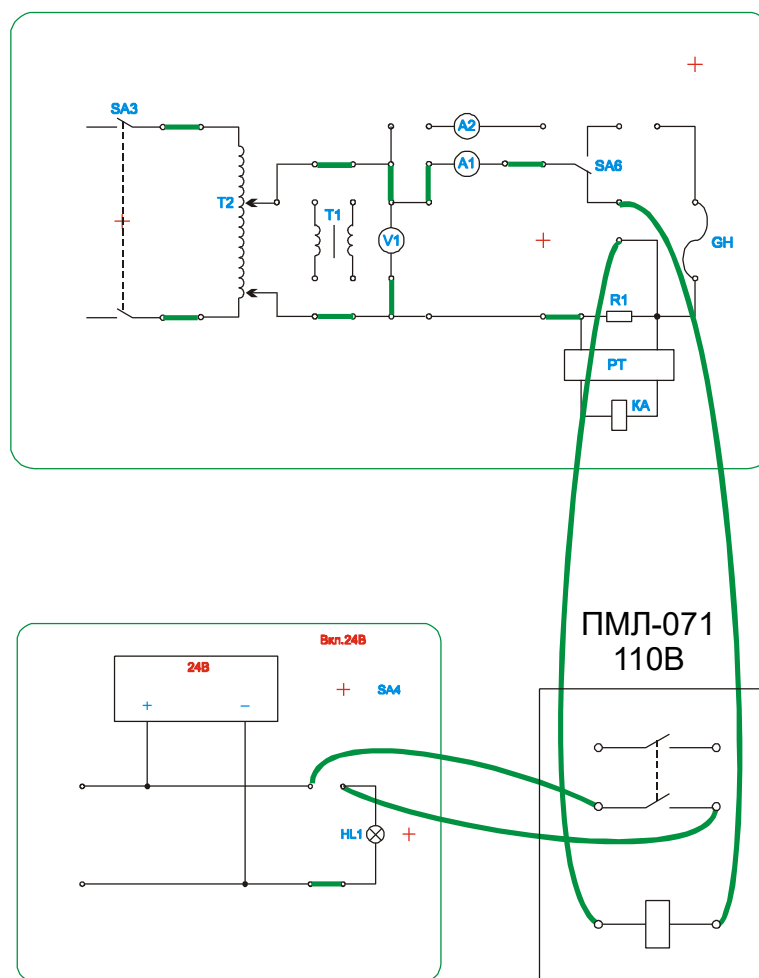
$$U_{ном.конт.} \geq U_{сети}.$$

ж) по времени включения и отключения.

3. План работы.

3.1. Изучить устройство, назначение контакторов и магнитных пускателей и их систем.

3.2. Для исследования свойств магнитного пускателя переменного тока ПМЛ-110 с номинальным напряжением катушки 110В, 50Гц необходимо собрать схему согласно рис. 4.1.



Р и с. 11.1.

Включить стенд, затем включить источник питания 24В и далее ЛАТР. Увеличивая величину подаваемого напряжения контролировать показания приборов и зафиксировать их в момент, когда якорь втянется в катушку. Зафиксировать величину резко изменившегося тока. Затем довести напряжение до номинальной величины 110В и вновь замерить ток в катушке. Затем уменьшать напряжение до момента отпускания якоря. Зафиксировать величину тока и напряжения в этот момент (в моменты переключения ЛАТРа придерживать пальцем кнопку якоря пускателя, обеспечивая его притянутое положение на момент кратковременного обесточивания катушки). Данные занести в табл. . Повторить опыт несколько раз. Во избежание перегрева катушки пускателя не допускать длительной работы катушки с невтянутым якорем, а также необходимо делать паузу между опытами.

Результаты опыта

Таблица 11.1.

Напряжения срабатывания $U_{ср.}$, В					
Ток при невтянутом якорь в опыте на включение $I_{ср.}$, А					
Ток при втянутом якорь в опыте на включение $I_{вкл.}$,А					
Напряжение возврата, В					

3.3 . Произвести расчет параметров пускателя по следующим формулам:

Коэффициент возврата:

$$K_v = U_v/U_{cp}.$$

Кратность пускового тока к номинальному:

$$K = I_{cp}/I_{ном}.$$

Номинальная активная мощность :

$$P_{ном.} = I R, Вт.$$

Номинальная полная мощность катушки:

$$S_{ном.} = I_{ном}.U_{ном.}, ВА.$$

Пусковая полная мощность катушки:

$$S_n = I_{cp.ном}.U_{ном.}, ВА.$$

ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ.

Составление отчета о проведенных исследованиях является важнейшим этапом выполнения лабораторной работы. По каждой выполненной работе в рабочей тетради составляют отчет, руководствуясь следующими положениями:

- 1) указать название и порядковый номер лабораторной работы, а также кратко сформулировать цель работы;
- 2) указать тип и номинальные данные испытуемых электрических машин и аппаратов, а также типы, номера, пределы измерений, класс точности и системы измерительных приборов, используемых при выполнении лабораторной работы (например: амперметр типа М42100, №01985, магнитоэлектрической системы, 30 делен., предел измерений 3А, кл. 1,5);
- 3) схемы и графики вычертить с помощью трафарета радиоинженера или циркуля и линейки с соблюдением принятых стандартных условных обозначений;
- 4) графические зависимости дать в прямоугольной системе координат в масштабе, с равномерными шкалами; произвольный перенос начала координат не допускается; на графиках необходимо наносить экспериментальные точки;
- 5) отчет по каждой лабораторной работе должен содержать основные выводы.

ПРАВИЛА ВНУТРЕННЕГО РАСПОРЯДКА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При работе в лаборатории электротехники и электроники во избежание несчастных случаев, а также преждевременного выхода из строя приборов и электрооборудования студент при выполнении лабораторных работ должен строго выполнять следующие правила внутреннего распорядка и техники безопасности:

1. Приступая в лаборатории к работе, студент должен ознакомиться с правилами внутреннего распорядка и техники безопасности.
 2. Студенты обязаны не только строго выполнять эти правила, но и требовать неуклонного выполнения их от своих товарищей.
 3. После ознакомления с правилами внутреннего распорядка и инструктажа по технике безопасности студент должен расписаться в соответствующем журнале.
 4. При работе в лаборатории категорически запрещается приносить с собой вещи и предметы, загромождающие рабочие места, способствующие созданию условий, могущих привести к нарушению правил техники безопасности.
 5. В лаборатории запрещается громко разговаривать, покидать рабочие места и переходить от одного стенда к другому.
 6. Приступая к работе в лаборатории, студенческая группа делится на бригады, которые затем распределяются по лабораторным стендам.
 7. Сборку электрической цепи производят соединительными проводами при выключенном напряжении питания в строгом соответствии со схемой, представленной в лабораторном практикуме, обеспечивая при этом надежность электрических контактов всех разъёмных соединений.
 8. Приступая к сборке электрической цепи, необходимо убедиться в том, что к стенду не подано напряжение.
 9. При сборке электрической цепи необходимо следить затем, чтобы соединительные провода не перегибались и не скручивались петлями.
- Приборы и электрооборудование расставляются так, чтобы было удобно ими пользоваться.

10. Собранная электрическая цепь предъявляется для проверки преподавателю или лаборанту.
11. Включение электрической цепи под напряжение (после проверки) производится только с разрешения и в присутствии преподавателя или лаборанта.
12. При обнаружении неисправностей в электрической цепи необходимо немедленно отключить ее от питающей сети и доложить об этом преподавателю или лаборанту.
13. Переключения и исправления в собранной электрической цепи разрешается производить только при отключенном напряжении питания.
14. Запрещается прикасаться пальцами, карандашами и другими предметами к оголенным токоведущим частям электрической цепи, находящимся под напряжением.
15. При работе с конденсаторами следует помнить, что на их зажимах, отключенных от сети, некоторое время сохраняется электрический заряд, могущий быть причиной поражения электрическим током.
16. При обнаружении повреждений электрического оборудования и приборов стенда, а также при появлении дыма, специфического запаха или искрения необходимо немедленно выключить напряжение питания стенда и известить об этом преподавателя или лаборанта.
17. После выполнения лабораторной работы необходимо выключить напряжение питания стенда, разобрать исследуемую электрическую цепь и привести в порядок рабочее место.
18. В случае поражения человека электрическим током необходимо немедленно обесточить стенд, выключив напряжение питания. При потере сознания и остановке дыхания необходимо немедленно освободить пострадавшего от стесняющей его одежды и делать искусственное дыхание до прибытия врача.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов В.С., Николаев С.А. Общая электротехника с основами электроники. – М.: Энергия, 2022.
2. Данилов И.А. Общая электротехника с основами электроники: Учебное пособие для неэлектрических специальностей техникумов, изд. 2^е. – М.: Высшая школа, 2022.
3. Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний /под ред. Е.В. Аметистова. – М.: МЭИ, 2020.
4. Ломоносов В.Ю., Поливанов К.М., Михайлов О.П. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 2024
5. Электротехника и электроника /под ред Б.И.Петленко – М.: Академия, 2023.
6. Электротехника./под ред. П.А.Бутырина – М.: Академия, 2023
7. Москаленко В.В. Справочник электромонтера – М.: Проф. обр. издат., 2023.
8. Новиков П.Н., Кауфман В.Я., Толчеев О.В. Задачник по электротехнике – М.: Академия, 2022.

Приложение. Инструкции

Инструкция №1 Лабораторная работа № 1 «Изучение принципа законов Кирхгофа»

1. Цель работы.

Проверка на опыте законов Кирхгофа и сопоставить опытные результаты с расчетными.

2. Оборудование.

2.1. Источник электроэнергии – 2 шт.

2.2. Амперметр (0-0,5)А – 3 шт.

2.3. Вольтметр (0-100/25)В – 1 шт.

3. Порядок выполнения работы.

3.1 Измерить э.д.с. исследуемых источников электрической энергии E_1 и E_2 .

3.2 Измерить сопротивлений резисторов омметром.

3.3 Измерить напряжения на резисторах. Результаты наблюдений записать в таблицу 2. 1.

3.4 Собрать и изучить схему электрической цепи (рис 2.1.).

3.5 Для измерения на резисторах R_8 , R_{9-10} , и R_{13} вольтметр необходимо включить параллельно резисторам, поочередно (R_{13})

3.6 Результаты наблюдений записать в таблицу 1.1.

Таблица показаний и расчетов.

Таблица 1.1.

№ п/п	Замеры								Расчеты						Прим .
	E_1	E_2	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3	R_8	R_{9-10}	R_{13}	P_1	P_2	P_3	
	В	В	А	А	А	В	В	В	Ом	Ом	Ом	Вт	Вт	Вт	
1															Опыт
2															Расч.

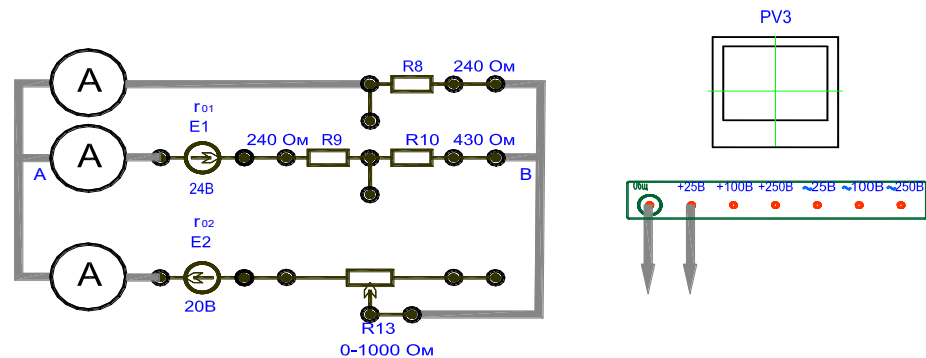


Рис. 2.1

4. Расчет разветвленной цепи.

4.1 По первому закону Кирхгофа проверить сумму токов в узлах А и В.

4.2 По второму закону Кирхгофа проверить баланс напряжений и э.д.с. для всех контуров цепи.

4.3 Расчетные формулы.

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad P_1 = I_1^2 R_1; \quad \Sigma I = 0; \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad P_2 = I_2^2 R_2; \quad \Sigma E = \Sigma IR + \Sigma I r_0;$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3}; \quad P_3 = I_3^2 R_3;$$

5. Сделать заключение по данной лабораторной работе.

5.1 Опытное подтверждение первого закона Кирхгофа.

5.2 Опытное подтверждение второго закона Кирхгофа.

5.3 Объяснить неполное совпадение опытных результатов с теорией.

Инструкция №2

Лабораторная работа № 4

Определение параметров трехфазной цепи при соединении потребителей в звезду.

1. Цель работы.

1.1 Установить соотношение между линейными и фазными токами и напряжениями при различной нагрузке фаз.

1.2 Выявить роль нейтрального провода.

2. Оборудование.

2.1. Амперметр (0-1)А – 4 шт.

2.2. Вольтметр (0-250)В – 1 шт.

2.3. Вольтметр (0-100)В – 1 шт.

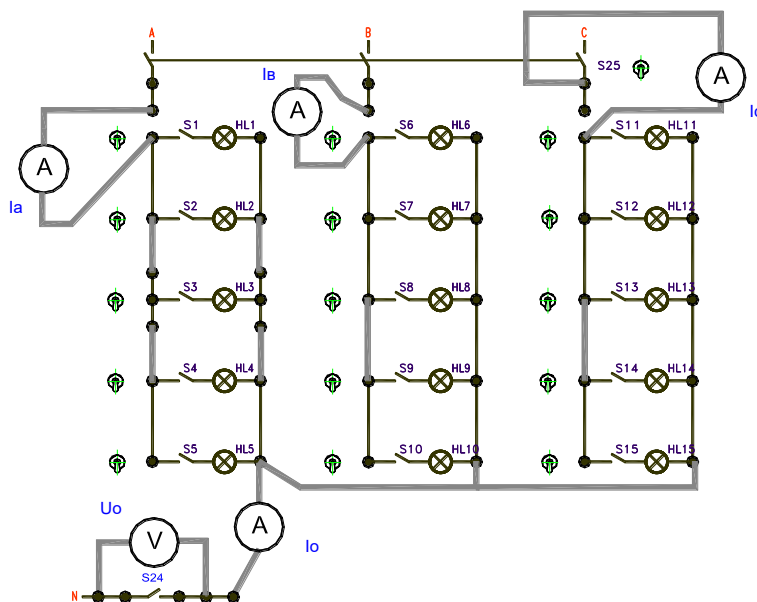
2.4. Ламповый реостат – 1 шт.

3. Порядок выполнения работы.

3.1 Собрать и изучить схему электрической цепи (рис. 4.1.).

3.2. Получив разрешение преподавателя, включить стенд тумблером «ABC».

3.3 При замкнутом тумблере «S1» (нейтраль замкнута), установить симметричную нагрузку фаз. Вольтметром V2 измерить линейные и фазные напряжения. Показания приборов записать в таблицу 5. 1.



3.4 Для двух случаев несимметричной нагрузки, при включенном тумблере «S1» и отключенном тумблере «S1». Показания приборов записать в таблицу 1. Для измерения фазных напряжений (U_A , U_B , U_C), вольтметр V_2 включить параллельно нагрузочным сопротивлениям, а для измерения линейных напряжений (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA}) вольтметр V_3 включить между клеммами (A,B); (B,C); (C,A).

Таблица показаний и расчетов.

Таблица 4.1.

Нагрузка	Нейтраль	Из опыта									Из расчета						
		I _A	I _B	I _C	I ₀	U ₀	U _A	U _B	U _C	U _Л	U _Л / U _A	I ₀ '	U ₀ '	P _A	P _B	P _C	P
		А				В				-	А	В	ВТ				
Симметричная	вкл																
	раз																
Несимметричная	вкл																
	раз																

4. Расчетные формулы.. $\dot{I}' = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$; $\underline{y}_A = \frac{\dot{I}_A}{\dot{U}_A}$; $\underline{y}_B = \frac{\dot{I}_B}{\dot{U}_B}$; $\underline{y}_C = \frac{\dot{I}_C}{\dot{U}_C}$;

$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A$; $P_B = U_B I_B \cos \varphi_B$; $P_C = U_C I_C \cos \varphi_C$; $P = P_A + P_B + P_C$;

$\cos \varphi_A = \cos \varphi_B = \cos \varphi_C = 1$;

5. Сделать заключение по данной лабораторной работе.

5.1 Соотношения между линейными и фазными напряжениями при симметричной и несимметричной нагрузках.

5.2 Соотношения между линейными и фазными токами.

5.3 Целесообразность нулевого провода при симметричной и несимметричной нагрузках.

5.4. Распределение напряжений на фазах при симметричной и несимметричной нагрузках при разомкнутом нулевом проводе.

