

**Методические указания
По выполнению лабораторных работ
по спецдисциплинам**

**для специальности СПО
08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования
промышленных и гражданских зданий**

ПОДГОТОВИЛ:
преподаватель
Добашин Сергей Анатольевич

2018 г.

«Методические указания по выполнению расчетно-практических заданий по ОП.03 «Электротехника» рассмотрены и одобрены на заседании предметно-цикловой комиссии электрического, электронного и сервисного профиля ОГБПОУ «РПТК»

протокол № _____ от _____ 2018г.

Председатель ПЦК Добашина Е.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа №1. Определение силы тока через тело человека при прямом прикосновении его к частям, находящимся под напряжением.....	4
2. Лабораторная работа №2. Определение силы тока через тело человека при косвенном прикосновении его к частям, находящимся под напряжением. ...	6
3. Лабораторная работа №3. Исследование действия автоматического отключения питания при сверхтоках.....	9
4. Лабораторная работа №4. Исследование действия устройства защитного отключения (УЗО).....	12
5. Лабораторная работа №5. Монтаж цепей освещения с различными типами выключателей.	14
6. Лабораторная работа №6. Монтаж и наладка схемы управления асинхронным двигателем. Испытание схемы защиты электродвигателя на основе теплового реле.	17
7. Лабораторная работа №7. Исследование энергетической эффективности различных источников света.....	20
8. Лабораторная работа №8. Определение погрешности трансформатора напряжения.	22
9. Лабораторная работа №9. Поверка однофазного счётчика электрической энергии.	24
10. Лабораторная работа №10. Определение коэффициента возврата электромагнитного контактора.....	26
11. Лабораторная работа №11. Испытание автоматического выключателя.....	28
12. Лабораторная работа №12. Испытание УЗО.....	31
13. Лабораторная работа №13. Наладка схемы релейно-контакторного управления асинхронным двигателем с обеспечением реверса.	33
14. Лабораторная работа №14. Поиск неисправностей асинхронного электродвигателя.....	36
15. Лабораторная работа №15. Автоматическое включение резервного питания.	43
16. Список использованной литературы.	45

Лабораторная работа №1. Определение силы тока через тело человека при прямом прикосновении его к частям, находящимся под напряжением.

- I. Цель работы: измерения силы тока через тело человека при прямом прикосновении к токоведущим частям и прохождении электрического тока от руки к ногам.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.

III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №9 «Электробезопасность в электроустановках до 1000В»):

«Источник питания однофазный», «Модель питающей сети»,
«Выключатель автоматический», «Электроприемник с рабочей изоляцией»,
«Модель человека», «Мультиметры».

Измерение силы тока при прямом прикосновении и прохождении тока от одной руки к другой.

1. Собрать схему (рисунок 1.1).
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Включить кнопку «Вкл», автоматический выключатель и автоматический выключатель дифференциального тока на модуле «Источник питания однофазный».
4. Установить минимальное сопротивление R_0 2,2 Ом на модуле «Модель питающей сети»
5. Установить минимальное сопротивление R_i 10 Ом на модуле «Электроприемник с рабочей изоляцией».
6. Установить сопротивление обуви человека $R_{об}$ 1 кОм и сопротивление пола $R_{п}$ 1 кОм.

7. Включить автоматический выключатель на модуле «Выключатель автоматический»
8. Измерить силу тока через тело человека и напряжение прикосновения. в данном случае фазное напряжение в сети при помощи модуля «Мультиметры».
9. Меняя сопротивление обуви при помощи переключателя «Роб» модуля «Модель человека» измерить силу тока через тело человека и напряжение прикосновения. Полученные данные занести в таблицу 1.1

Рисунок 1.1 Схема эксперимента.

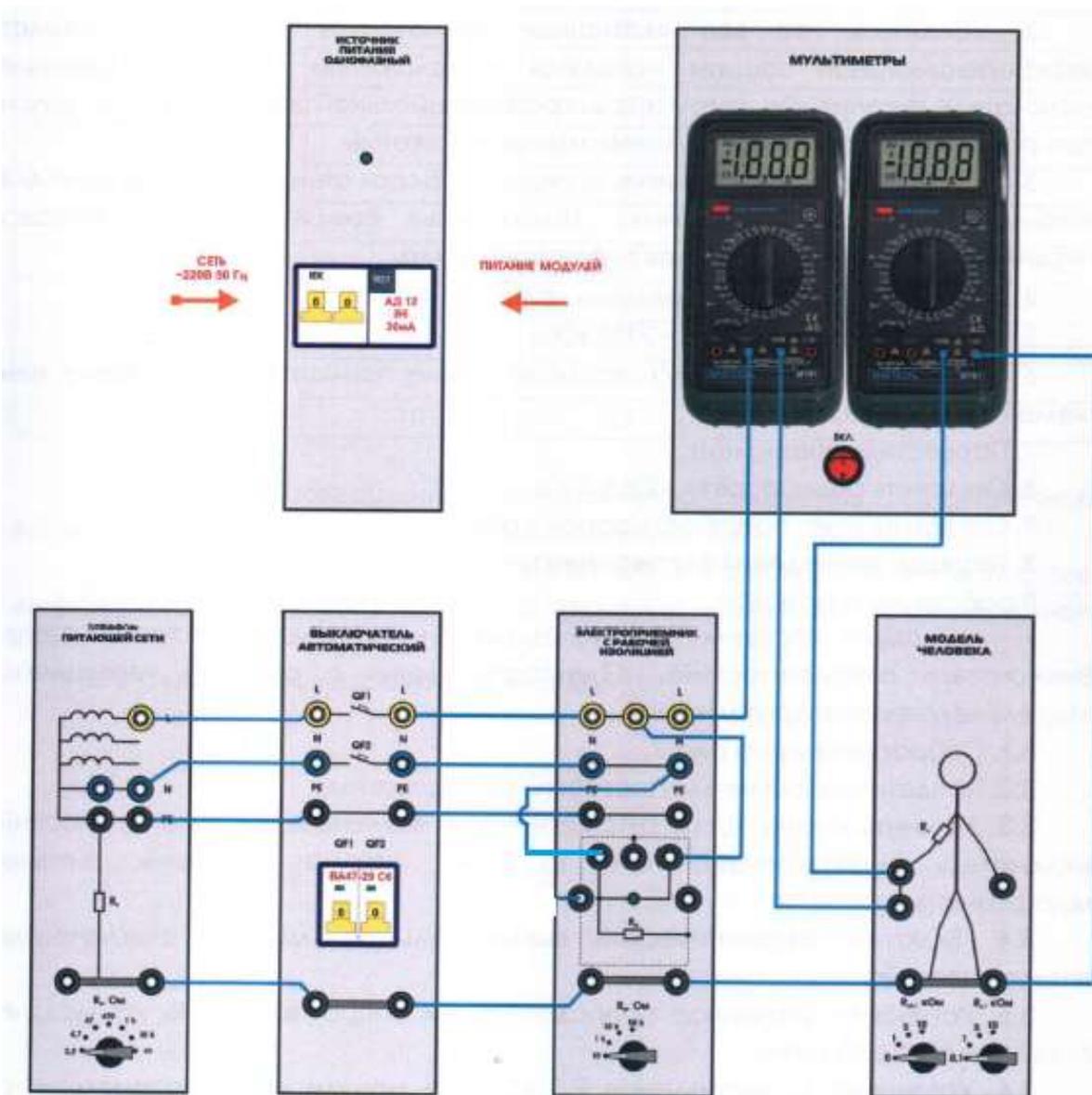


Таблица 1. 1 Результаты измерений.

Путь тока	Rп	Rob	Uпр	Iч
Рука-ноги	1кОм	0		
		1кОм		
		5 кОм		
		10кОм		

Лабораторная работа №2. Определение силы тока через тело человека при косвенном прикосновении его к частям, находящимся под напряжением.

- I. Цель работы: измерения силы тока через тело человека при косвенном прикосновении к частям, находящимся под напряжением.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF)), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.
- III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №9 «Электробезопасность в электроустановках до 1000В»):

«Источник питания однофазный», «Модель питающей сети»,
«Выключатель автоматический», «Электроприемник с рабочей изоляцией»,
«Модель человека», «Мультиметры».

 1. Собрать схему (рисунок 2.1).
 2. Представить схему для проверки преподавателю.
 3. Включить кнопку «Вкл», автоматический выключатель и автоматический выключатель дифференциального тока на модуле «Источник питания однофазный».
 4. Установить минимальное сопротивление R_0 2,2 Ом на модуле «Модель питающей сети»
 5. Установить сопротивление R_i 50 кОм на модуле «Электроприемник с рабочей изоляцией».
 6. Установить сопротивление обуви человека $R_{об}$ 10 кОм и сопротивление пола $R_{п}$ 1 кОм
 7. Включить автоматический выключатель на модуле «Выключатель автоматический»
 8. Измерить силу тока через тело человека.

9. Меняя сопротивление обуви при помощи переключателя «Роб» модуля «Модель человека» измерить силу тока через тело человека и напряжение прикосновения. Полученные данные занести в таблицу 2.1

Рисунок 2.1 Схема эксперимента

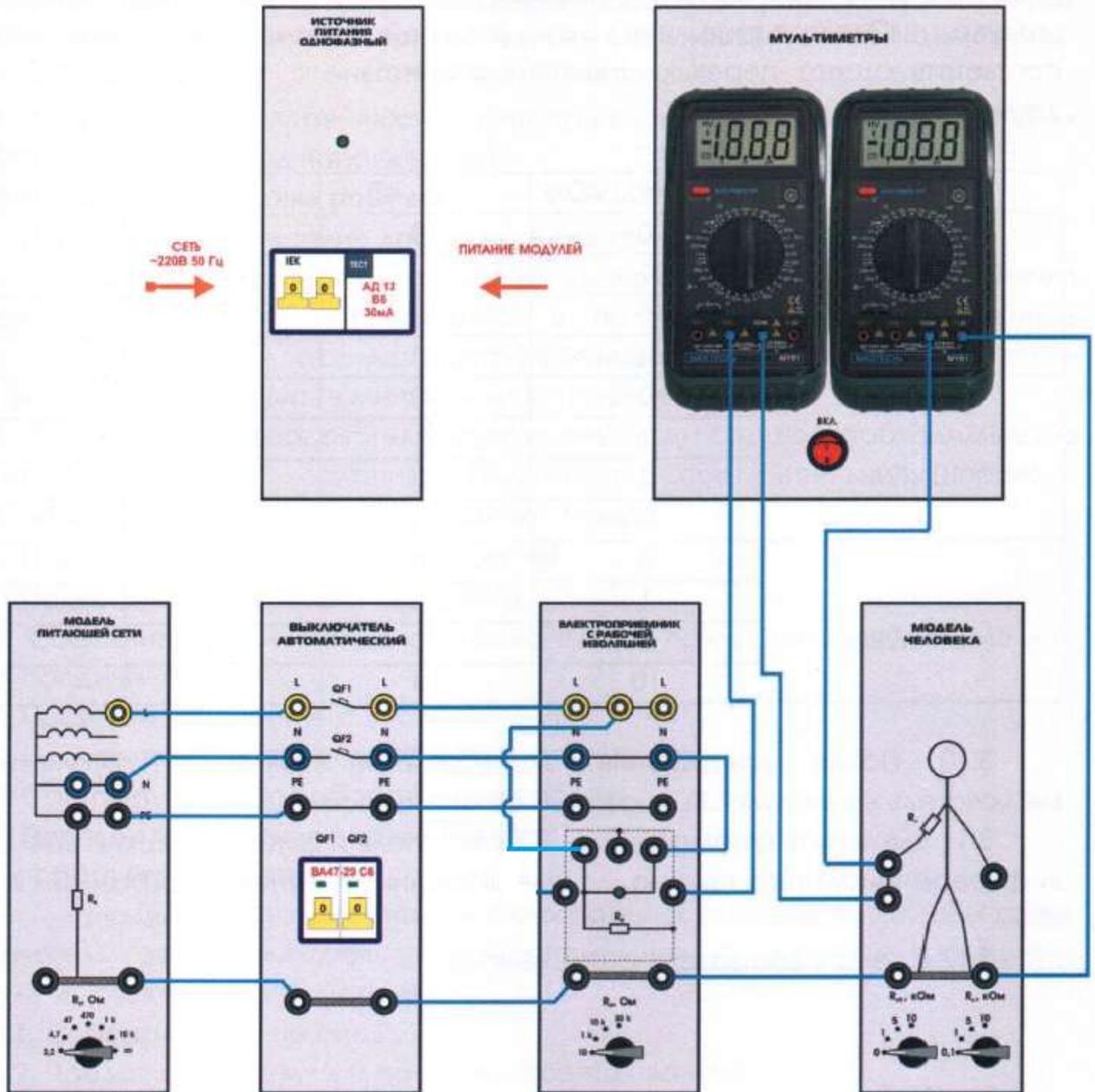


Таблица 2. 1 Результаты измерений.

Ри	Рп	Ро	Іч
50 кОм	1 кОм	10 кОм 5 кОм 1 кОм 0	
10 кОм	1 кОм	10 кОм 5 кОм 1 кОм 0	
1 кОм	1 кОм	10 кОм 5 кОм 1 кОм 0	
10 Ом	1 кОм	10 кОм 5 кОм 1 кОм 0	

Лабораторная работа №3. Исследование действия автоматического отключения питания при сверхтоках.

- I. Цель работы: исследование действия автоматического отключения цепи при сверхтоках.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF)), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.

III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №9 «Электробезопасность в электроустановках до 1000В»):

«Источник питания однофазный», «Модель питающей сети»,
«Выключатель автоматический», «Электроприемник с рабочей изоляцией»,
«Мультиметры».

1. Собрать схему (рисунок 3.1).
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Включить кнопку «Вкл», автоматический выключатель и автоматический выключатель дифференциального тока на модуле «Источник питания однофазный».
4. Установить минимальное сопротивление R_0 2,2 Ом на модуле «Модель питающей сети»
5. Установить сопротивление $R_{и}$ = 50 кОм на модуле «Электроприемник с рабочей изоляцией».
6. Подключить мультиметры в режиме измерения тока и напряжения таким образом, чтобы измерять ток через $R_{и}$ и напряжение на $R_{и}$.

7. Включить автоматический выключатель на модуле «Выключатель автоматический».
8. Измерить ток через R_1 и напряжение на R_1 .
9. Повторить измерения при разных значениях R_1 . Результаты измерений записать в таблицу 3.1.

Рисунок 3.1 Схема эксперимента

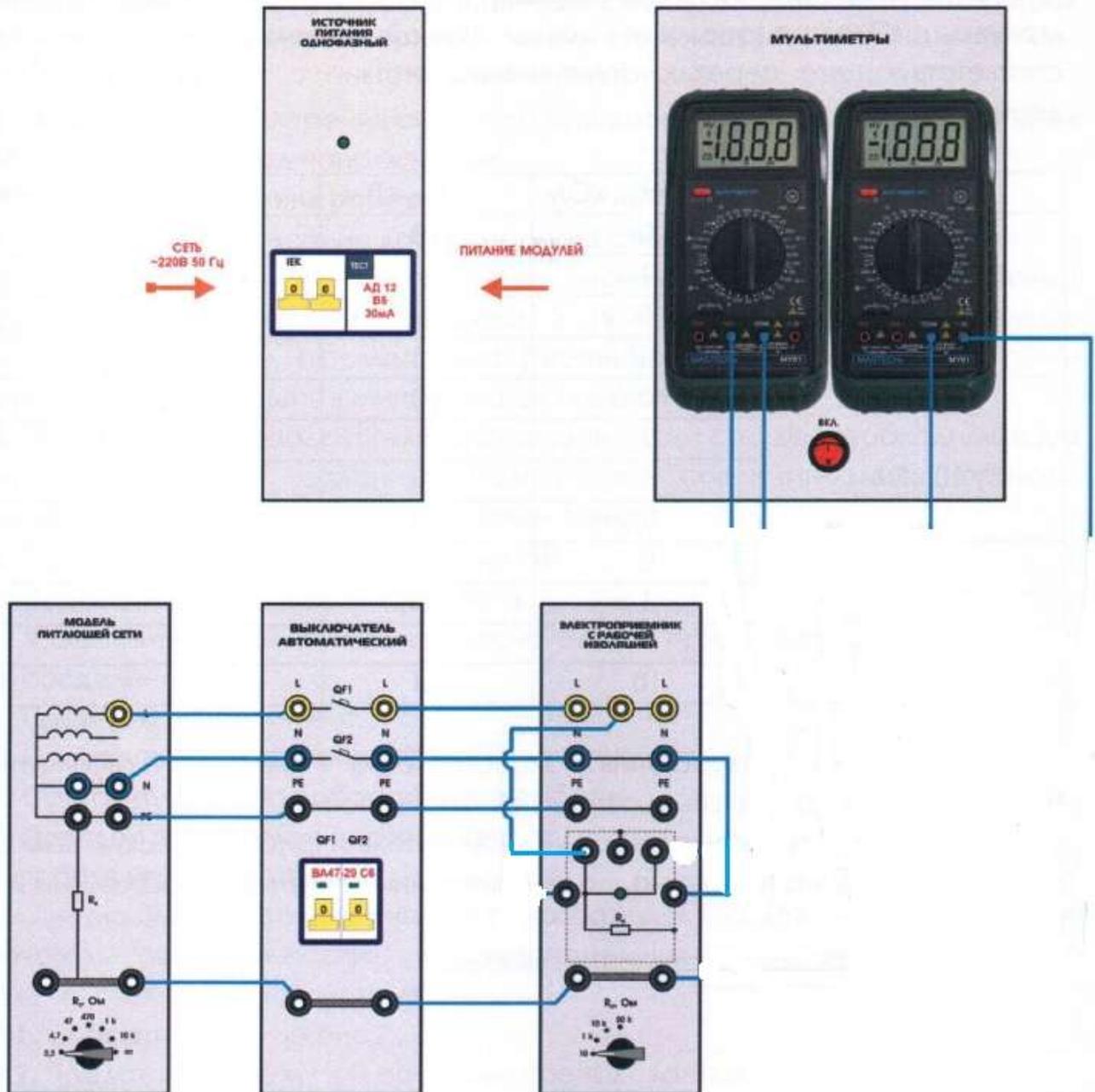


Таблица 3.1 Результаты измерений

$R_{и}$	I	U
50 кОм		
10 кОм		
1 кОм		
0		

Лабораторная работа №4. Исследование действия устройства защитного отключения (УЗО)

- I. Цель работы: исследование действия устройства защитного отключения при повреждении изоляции.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.
- III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №9 «Электробезопасность в электроустановках до 1000В»):

«Источник питания однофазный», «Модель питающей сети», «Устройство защитного отключения», «Выключатель автоматический», «Электроприемник с двойной изоляцией», «Модель человека», «Мультиметры».

 1. Собрать схему (рисунок 4.1).
 2. Представить схему для проверки преподавателю.
 3. Включить кнопку «Вкл», автоматический выключатель и автоматический выключатель дифференциального тока на модуле «Источник питания однофазный».
 4. Установить минимальное сопротивление R_0 2,2 Ом на модуле «Модель питающей сети»
 5. Установить сопротивление $R_{i1} = 50$ кОм на модуле «Электроприемник с двойной изоляцией».
 6. Установить сопротивление $R_{i2} = 50$ кОм на модуле «Электроприемник с двойной изоляцией».
 7. Подключить мультиметры в режиме измерения тока и напряжения таким образом, чтобы измерять ток через R_i и напряжение на R_i .

8. Установить сопротивление обуви человека $R_{об}$ 1 кОм и сопротивление пола $R_{п}$ 10 кОм
9. Включить автоматический выключатель на модуле «Выключатель автоматический».
10. Измерить напряжение прикосновения $U_{пр}$ и ток $I_{ч}$ через тело человека.
11. Повторить измерения при различных значениях $R_{и1}$ и $R_{и2}$. Результаты измерений занести в таблицу 4.1

Рисунок 3.1 Схема эксперимента

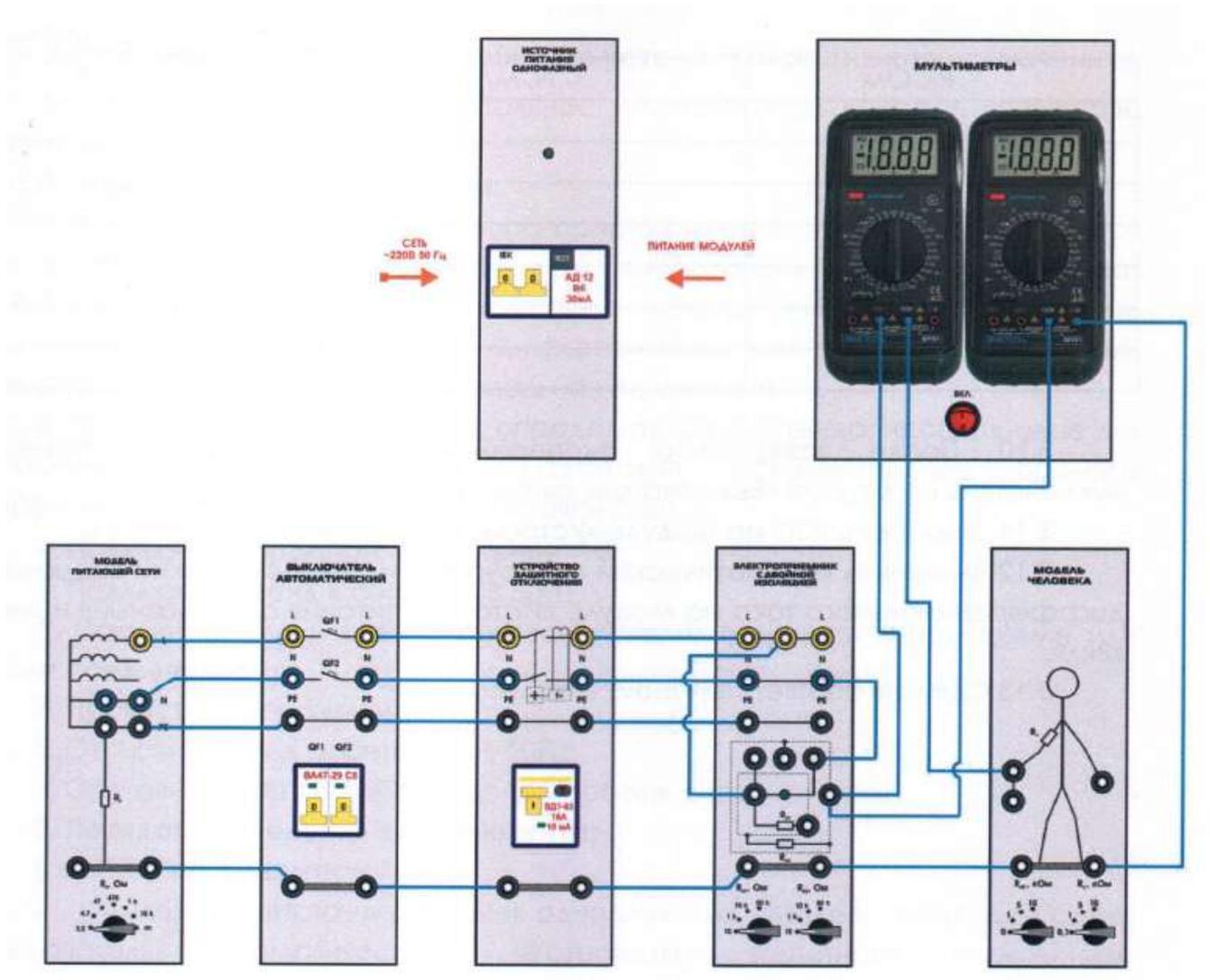


Таблица 4.1 Результаты измерений

$R_{и1}$	$R_{и2}$	$U_{пр}$	$I_{ч}$
50 кОм	50 кОм		
50 кОм	10 кОм		
50 кОм	1 кОм		
10 кОм	10 кОм		
10 кОм	1 кОм		

Лабораторная работа №5. Монтаж цепей освещения с различными типами выключателей.

I. Цель работы: ознакомление с применением выключателей различных типов в цепях управления освещением.

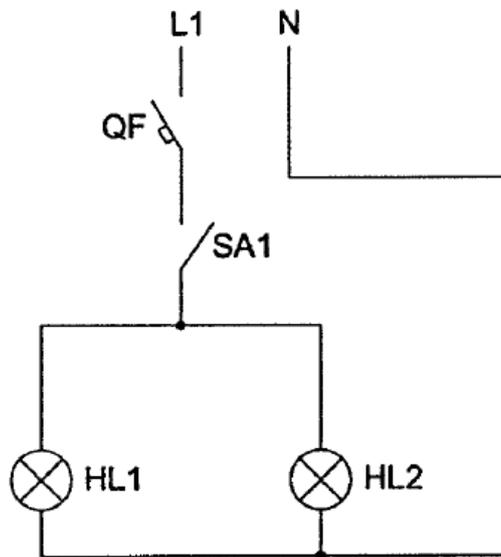
II. Порядок выполнения работы:

8. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
9. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
10. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
11. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
12. Провести эксперимент.
13. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
14. Составить отчет по лабораторной работе.

III. Порядок проведения эксперимента.

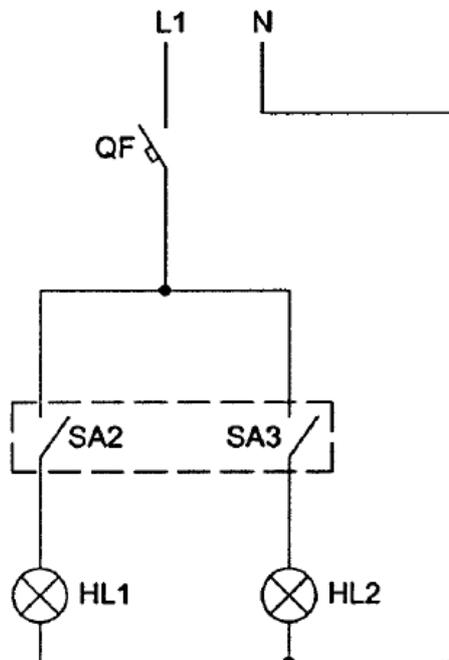
В работе используются модули (стенд №1 «Монтаж и наладка электрооборудования предприятий и гражданских сооружений»): «Модель электроприёмника с рабочей изоляцией и питающей электрической сети», «Одноклавишный и двухклавишный выключатели», «Переключатели», «Лампы накаливания».

1. Собрать схему (рисунок 5.1).
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Включить кнопку «Вкл», автоматический выключатель на модуле «Источник питания однофазный. Модель электроприёмника с рабочей изоляцией и питающей электрической сети».
4. Продемонстрировать правильность работы схемы.



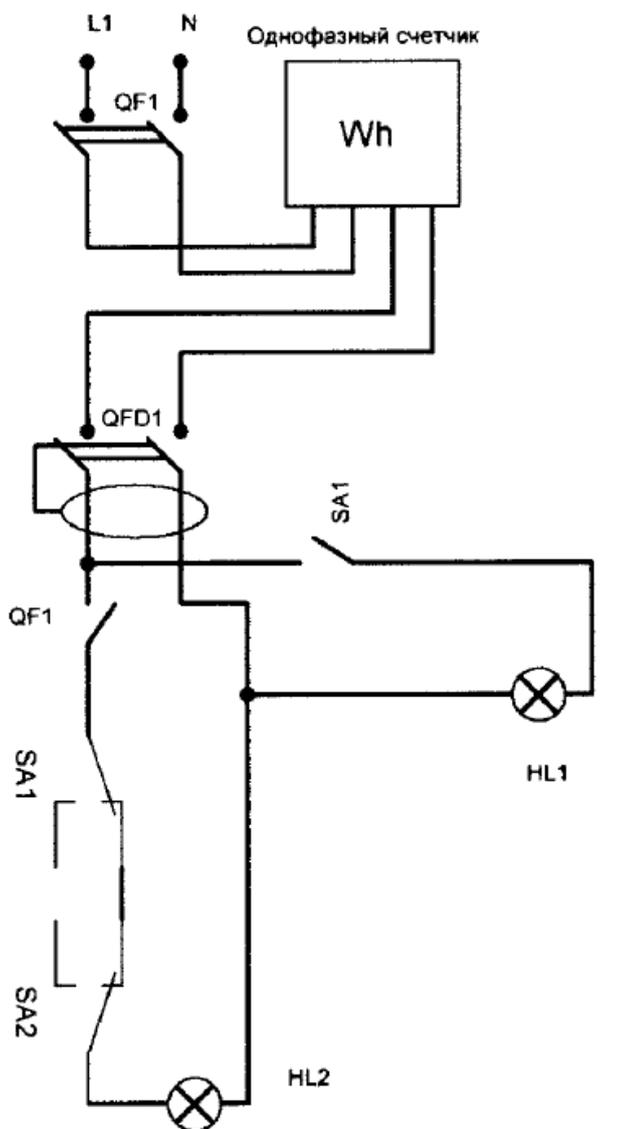
5. Собрать схему (рисунок 5.2).
6. Представить схему для проверки преподавателю.
7. Включить кнопку «Вкл», автоматический выключатель на модуле «Источник питания однофазны Модель электроприёмника с рабочей изоляцией и питающей электрической сети».
8. Продемонстрировать правильность работы схемы.

Рисунок 5.2 Схема с 2-клавишным выключателем



9. Собрать схему (рисунок 5.3).
10. Представить схему для проверки преподавателю.
11. Включить кнопку «Вкл», автоматический выключатель на модуле «Источник питания однофазны Модель электроприёмника с рабочей изоляцией и питающей электрической сети».
12. Продемонстрировать правильность работы схемы.

Рисунок 5.3 Схема с переключателями



13. В отчёте изобразить принципиальные и монтажные схемы управления освещением.

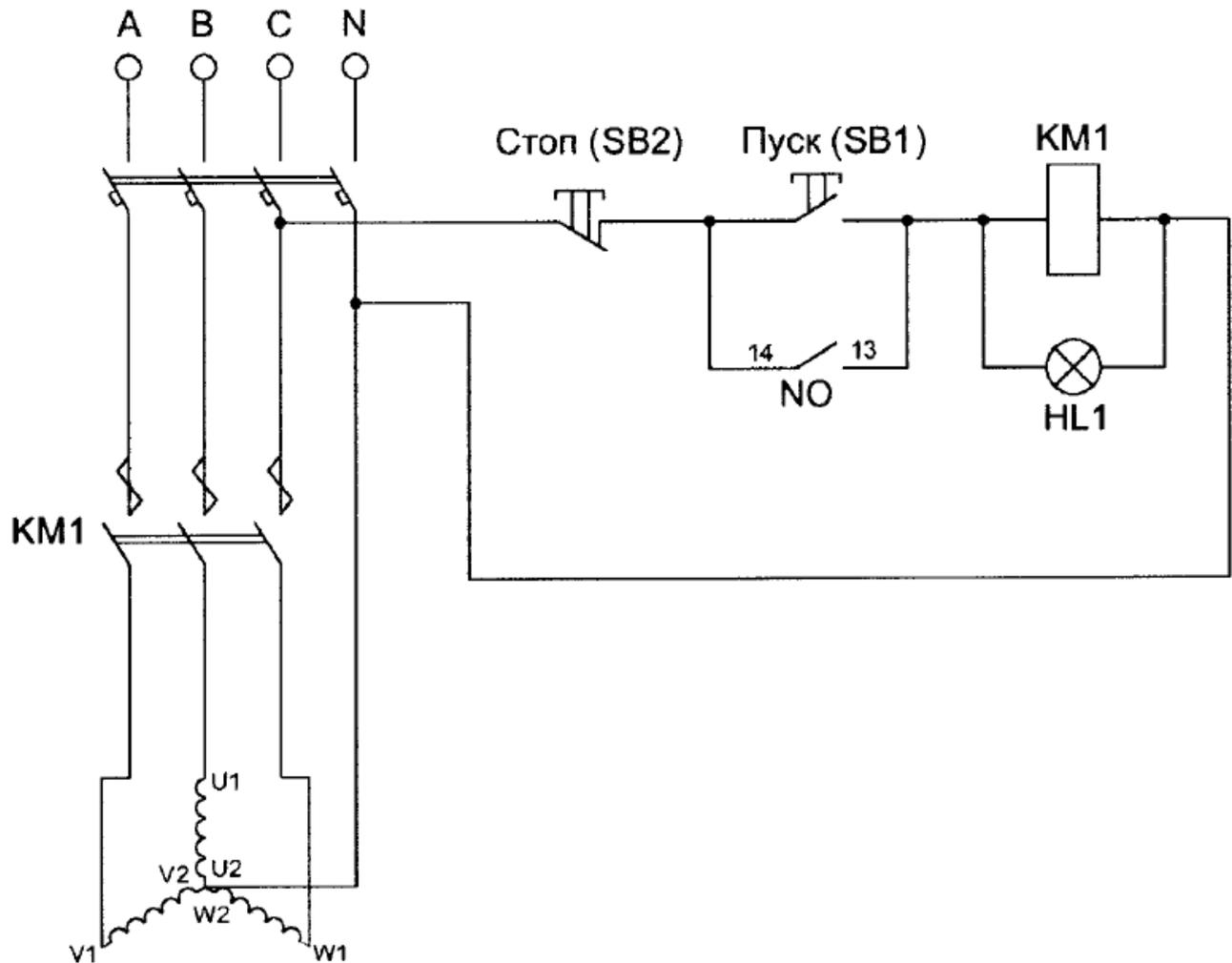
Лабораторная работа №6. Монтаж и наладка схемы управления асинхронным двигателем. Испытание схемы защиты электродвигателя на основе теплового реле.

- I. Цель работы: монтаж и проверка функционирования схемы управления асинхронным электродвигателем. Проверка работы теплового реле.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.
- III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №1 «Монтаж и наладка электрооборудования предприятий и гражданских сооружений»): «Источник питания трёхфазный», «Блок управления и сигнализации», «Контактор», «Клеммные колодки и электротепловое реле», «Активная нагрузка», (стенд №7 «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения»): «Источник питания однофазный. Измеритель тока и времени».

 1. Собрать схему (рисунок 6.1) .
 2. Представить схему для проверки преподавателю.
 3. Включить питание (модуль трехфазное питание), с помощью дифференциального автомата.
 4. Пустить в ход асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, нажав кнопку SB1. Работу двигателя отображает горящий индикатор HL1.
 5. Выключить двигатель, нажав на кнопку SB2.

Рисунок 6.1 Схема с запуска электродвигателя



6. Собрать схему (рисунок 6.2). На всех сопротивлениях блока «Активная нагрузка» установить 100% нагрузки.
7. Представить схему для проверки преподавателю.
8. Включить питание (модуль трехфазное питание), с помощью дифференциального автомата.
9. Пустить в ход асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, нажав кнопку SB1. Работу двигателя отображает горящий индикатор HL1.
10. Зафиксировать значение тока на табло измерителя тока и времени.
11. После отключения теплового реле зафиксировать значение времени на табло измерителя тока и времени.
12. Сравнить показания тока и времени отключения с ВТХ теплового реле (рисунок 6.3). Сделать соответствующие выводы.

ВРЕМЯТОКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

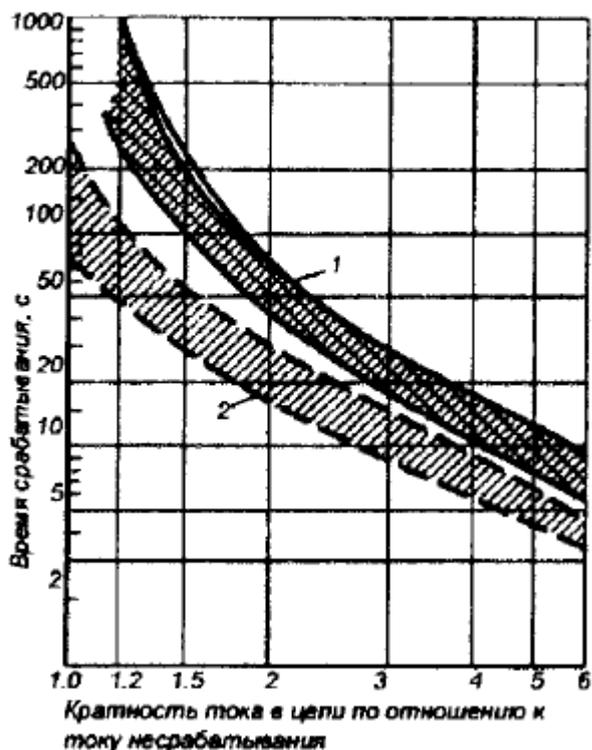


Рисунок 6.3 Время-токовые характеристики теплового реле.

Лабораторная работа №7.

Исследование энергетической эффективности различных источников света.

- I. Цель работы: определение энергетической эффективности различных источников света.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.
- III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №3 «Энергосберегающие технологии в электроснабжении»):

«Трёхфазный источник питания», «Измеритель мощности», «Лампы освещения и люксметр».

1. Собрать схему (рисунок 7.1) .
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Включить питание с помощью дифференциального автомата и нажать кнопку "Пуск".
4. С помощью люксметра измерить освещенность в одной точке для различных источников света. С помощью ваттметра измерить мощность каждого источника света.
5. По завершении эксперимента выключить дифференциальный автомат и разобрать схему.
6. Заполнить таблицу 7.1.
7. Сделать выводы об энергоэффективности различных источников света.

Рисунок 6.3 Схема эксперимента

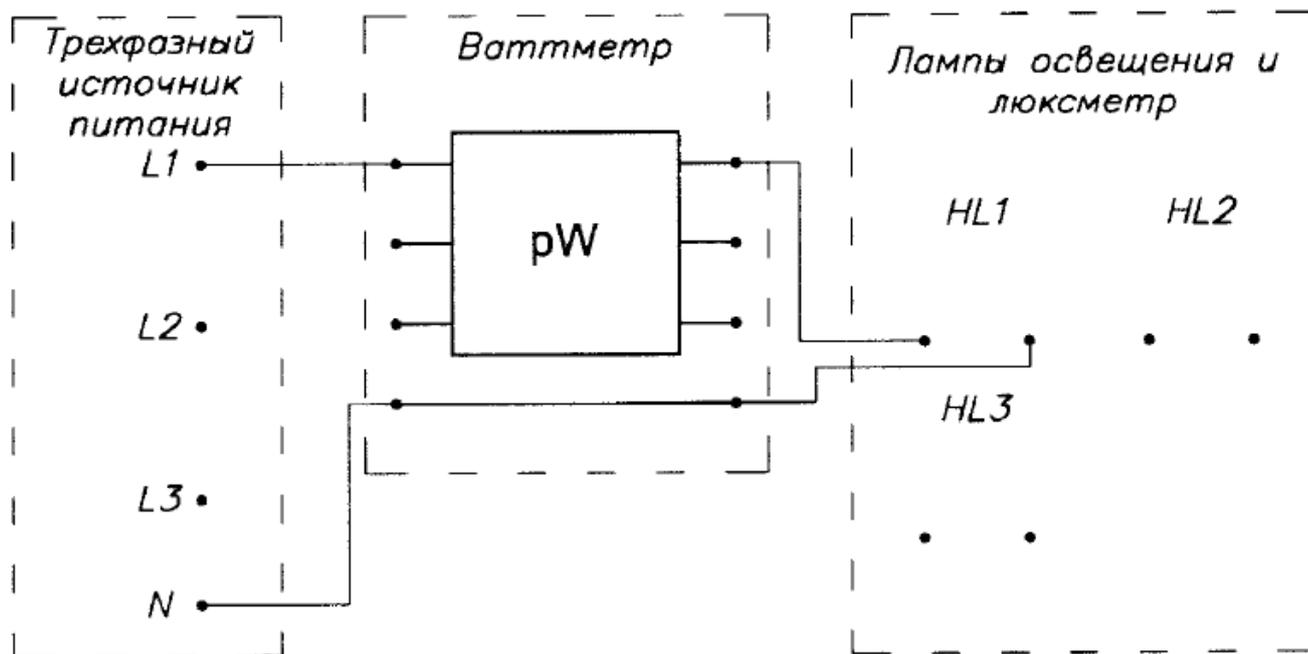


Таблица 7.1 Результаты измерений.

Источник света/параметр	S, Вт	E, лк	Энергоэффективность, Лк/Вт
-------------------------	-------	-------	----------------------------

Лампа накаливания			
КЛЛ			
Светодиодная лампа			

Лабораторная работа №8. Определение погрешности трансформатора напряжения.

- I. Цель работы: вычисление погрешности трансформатора на холостом ходу.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.
- III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №1 «Монтаж и наладка электрооборудования предприятий и гражданских сооружений»): «Однофазный источник питания», «Однофазный ваттметр и трансформатор напряжения».

1. Собрать схему (рисунок 8.1)
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Включить дифференциальный автомат и однополюсный автомат QF1.
4. Измерить входное напряжение трансформатора $U_{вх}$.
5. Выключить дифференциальный автомат и однополюсный автомат QF1.
6. Собрать схему (рисунок 8.2)
7. Представить схему для проверки преподавателю.
8. Включить дифференциальный автомат и однополюсный автомат QF1.
9. Измерить входное напряжение трансформатора $U_{вх}$.
10. Выключить дифференциальный автомат и однополюсный автомат QF1.
11. Разобрать схему.
12. Вычислить коэффициент трансформации по формуле:

$$K_{тр} = U_{вых} / U_{вх}$$

для номинальных данных $U_{вх} = 220В$, $U_{вых} = 24В$.

13. Определить погрешность трансформатора на холостом ходу по формуле:

$$\delta_k = ((U_{вых} * K_{тр} - U_{вх}) / U_{вх}) * 100\%$$

Рисунок 8.1. Измерение входного напряжения трансформатора.

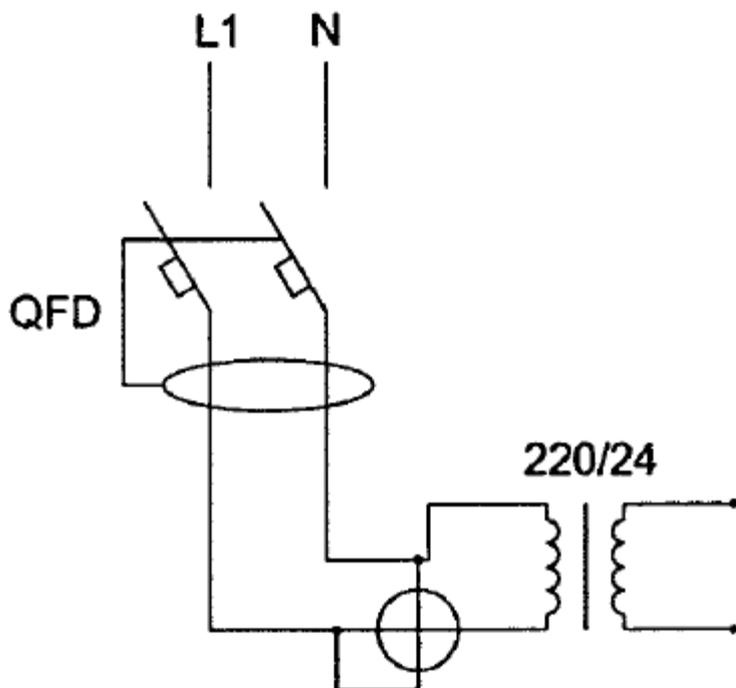
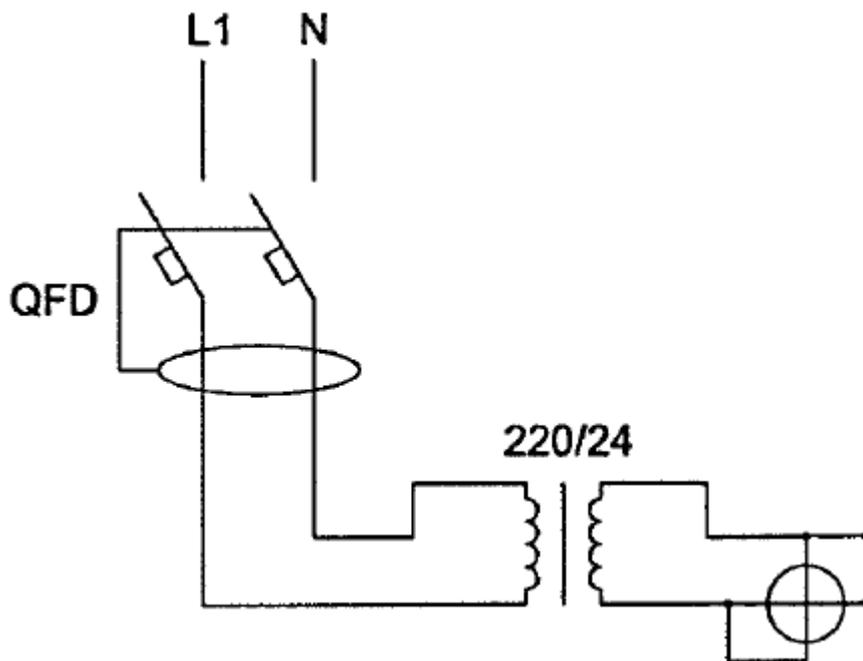


Рисунок 8.2. Измерение выходного напряжения трансформатора.



Лабораторная работа №9. Поверка однофазного счётчика электрической энергии.

- I. Цель работы: вычисление погрешности 1-фазного счетчика электрической энергии.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.
- III. Порядок проведения эксперимента.
 В работе используются модули (стенд №1 «Монтаж и наладка электрооборудования предприятий и гражданских сооружений»):

«Однофазный источник питания», «Однофазный счетчик», «Активная нагрузка»

1. Соединить модули лабораторного комплекса в соответствии со схемой соединений, приведенной на рисунке 9.1
2. Установить на резисторах R1, R2, R3 100% нагрузки.
3. Включить однофазный источник питания.
4. Снять показания активной нагрузки с ваттметра.
5. Посчитать количество миганий светодиода, расположенного на счетчике за время $t=60\text{с}$.
6. Рассчитать количество потребленной электрической энергии (кВт*ч), исходя из следующих данных: 1 мигание светодиода = 0,3 Вт*ч.
7. Сравнить расчетное потребление электроэнергии с показаниями ваттметра, определить погрешность.
8. Сравнить погрешность с классом точности счётчика, сделать вывод.

Рисунок 9.1. Измерение потребления электроэнергии.



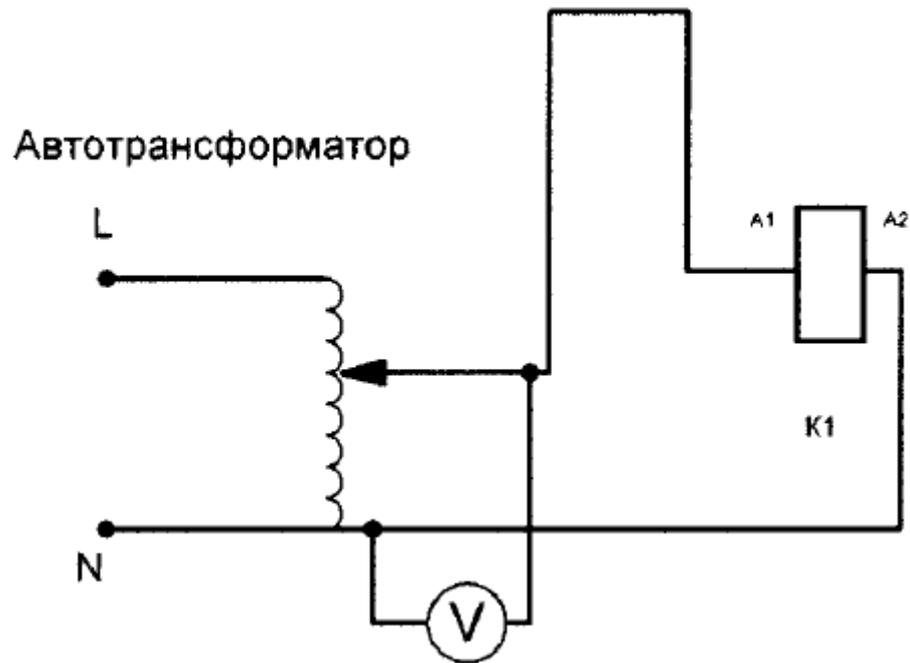
Лабораторная работа №10. Определение коэффициента возврата электромагнитного контактора

- I. Цель работы: вычисление коэффициента возврата электромагнитного контактора.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF)), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.
- III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №1 «Монтаж и наладка электрооборудования предприятий и гражданских сооружений»): «Однофазный источник питания», «Автотрансформатор», «Контакты».

1. Соединить модули лабораторного комплекса в соответствии со схемой соединений, приведенной на рисунке 10.1.
2. Повернуть регулировочную рукоятку автотрансформатора в крайнее против часовой стрелки положение.
3. Включить однофазный источник питания.
4. Включить модуль «Автотрансформатор».
5. Медленно вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора по часовой стрелке, увеличивать напряжение, прикладываемое к обмотке контактора.
6. В момент срабатывания контактора зафиксировать с помощью вольтметра напряжение U_1 .
7. Медленно вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора против часовой стрелки, уменьшить напряжение, прикладываемое к обмотке контактора.
8. В момент отключения контактора зафиксировать с помощью вольтметра напряжение U_2 .
9. Отключить однофазный источник питания. Отключить модуль «Автотрансформатор».
10. Вычислить коэффициент возврата K электромагнитного контактора напряжения по формуле: $K = U_2/U_1$

Рисунок 10.1. Схема для определения коэффициента возврата электромагнитного контактора.



Лабораторная работа №11. Испытание автоматического выключателя.

- I. Цель работы: исследование действия теплового расцепителя автоматического выключателя.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении

- «ВЫКЛ» положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.

III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №7 «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения»):

«Однофазный источник питания», «Линия электропередачи», «Световая сигнализация и кнопки управления»

1. Собрать схему, показанную на рисунке 11.1
2. Установить переключателями параметры моделей линии электропередачи: $S_1=250\text{Ом}$, $S_2=420\text{мГн}$, $S_3=1\text{мкФ}$.
3. Нажатием кнопки SB2 смоделировать перегрузку.
4. С помощью измерителя тока и времени зафиксировать ток и время отключения автоматического выключателя.
5. Сравнить полученные данные с ВТХ автоматического выключателя (рисунок 11.2).
6. Сделать вывод.

Рисунок 11.1. Схема испытания автоматического выключателя.

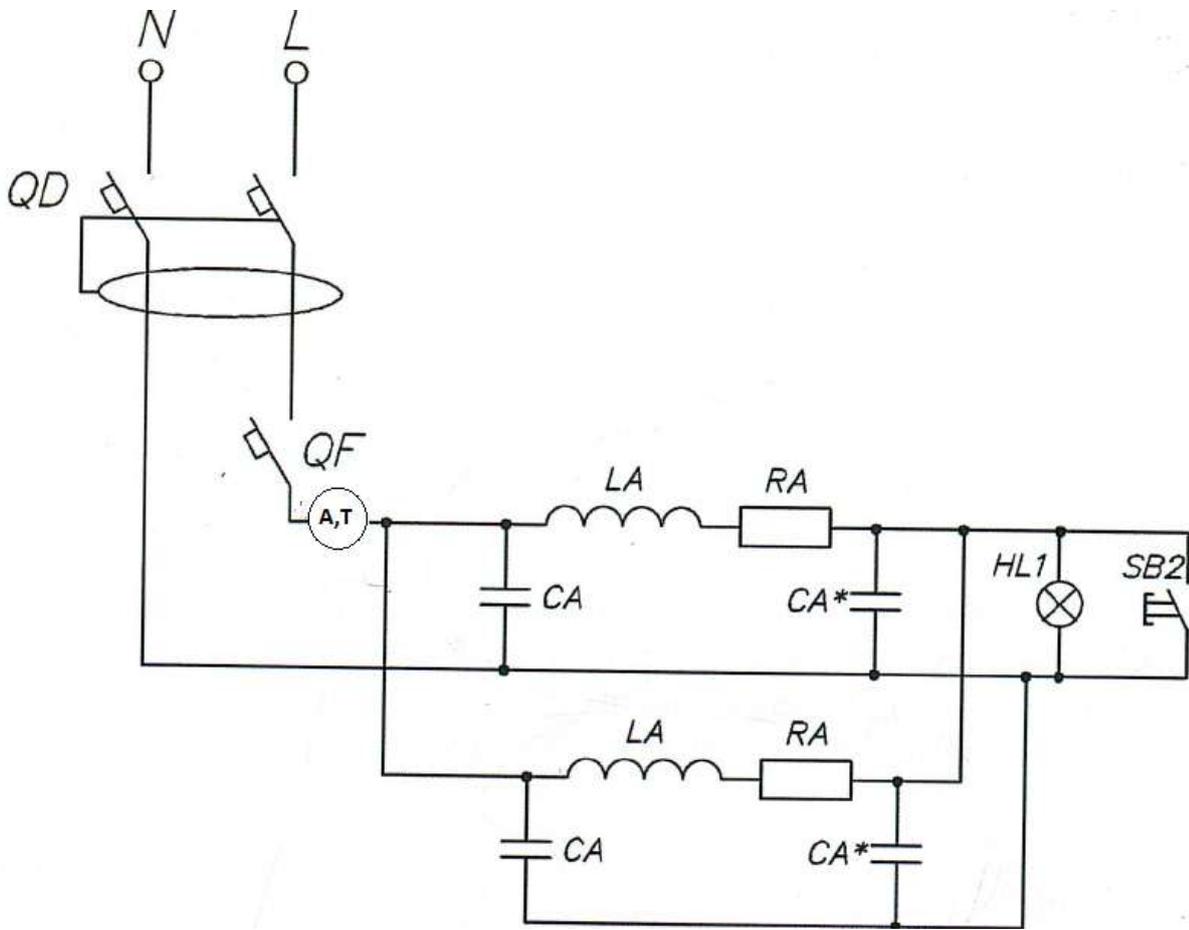
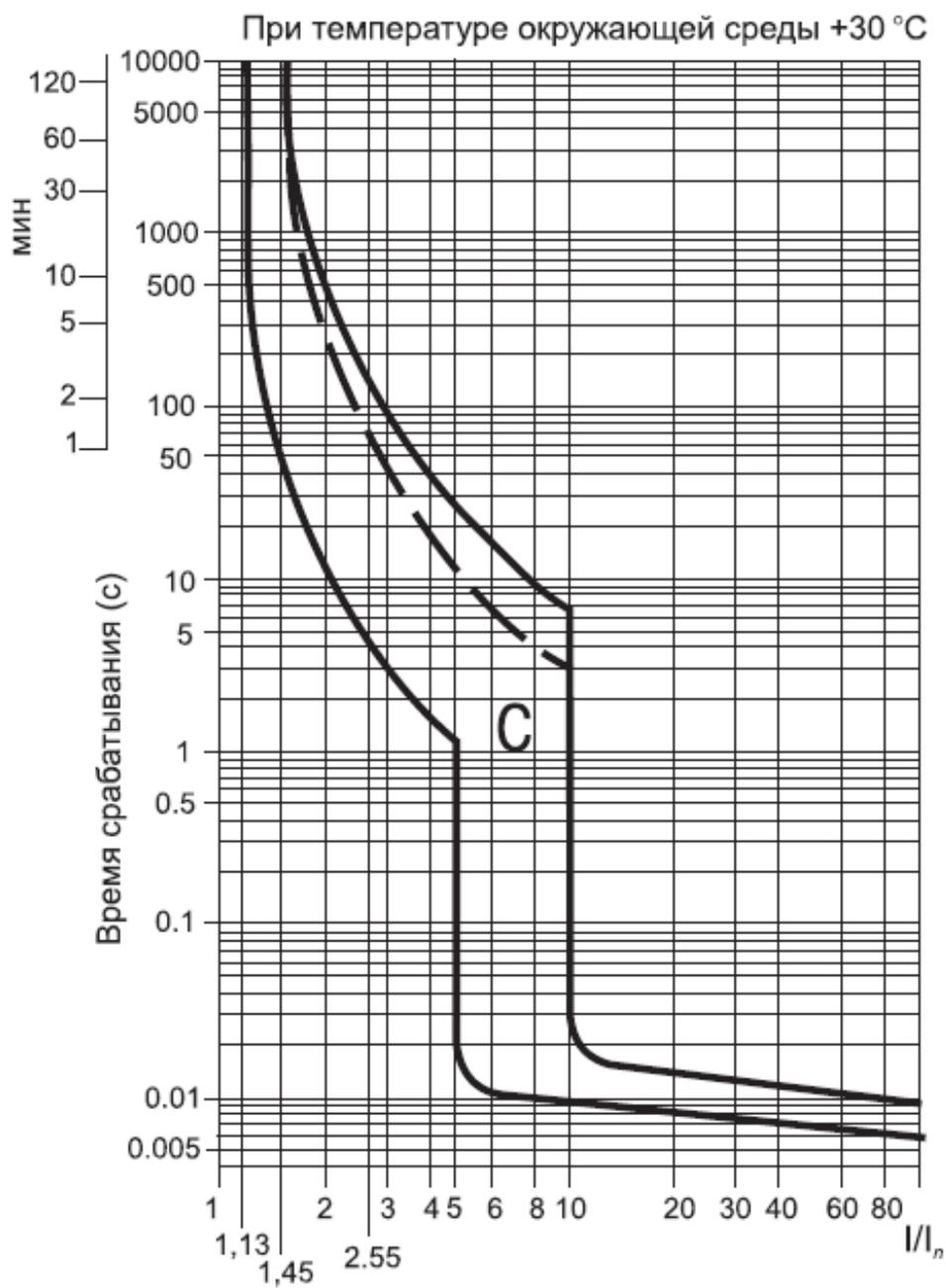


Рисунок 11.2. ВТХ автоматического выключателя



Лабораторная работа №12. Испытание УЗО.

- I. Цель работы: проверка работоспособности УЗО.
- II. Порядок выполнения работы:

1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
5. Провести эксперимент.
6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
7. Составить отчет по лабораторной работе.

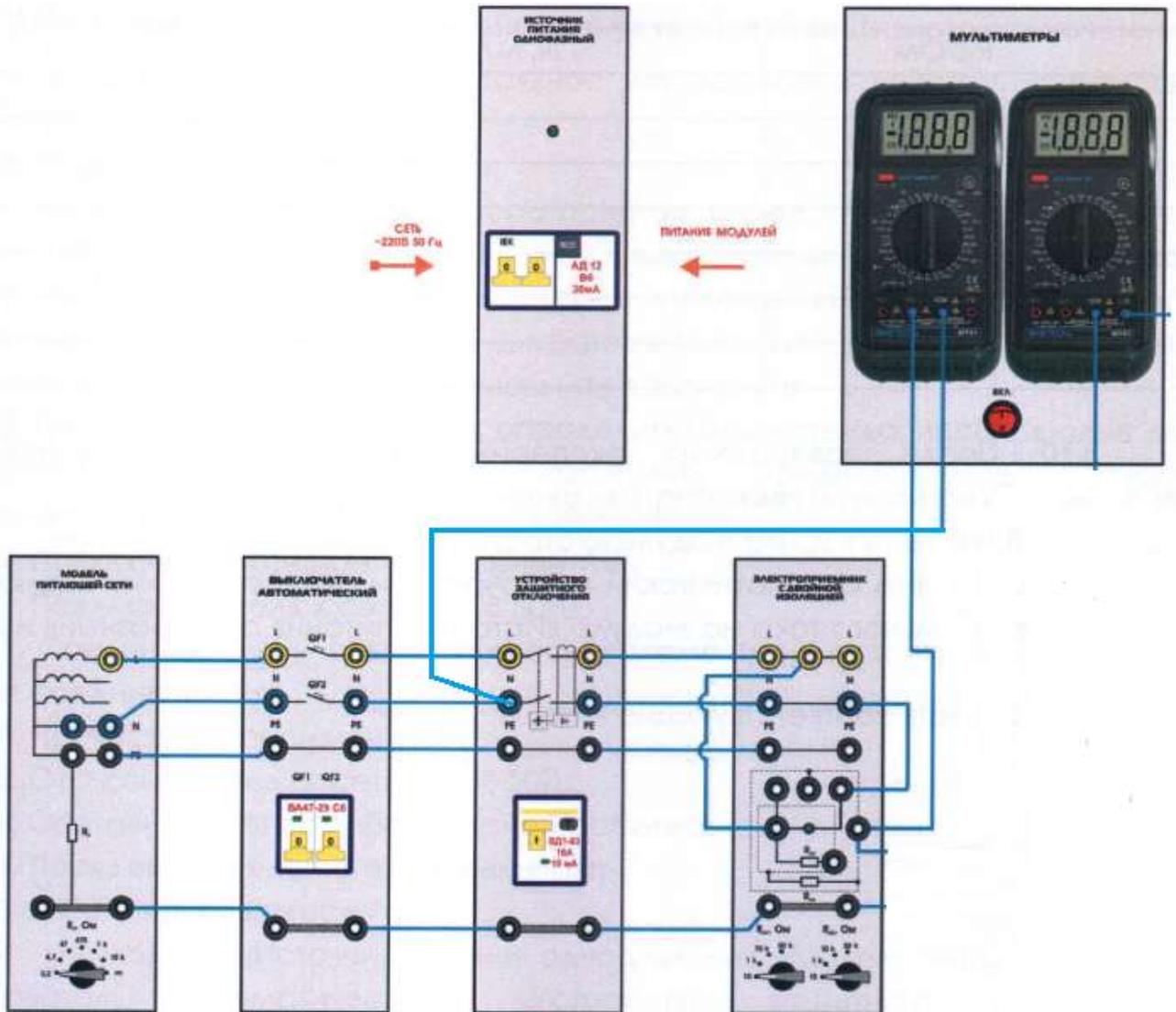
III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №9 «Электробезопасность в электроустановках до 1000В»):

«Источник питания однофазный», «Модель питающей сети», «Выключатель автоматический», «Устройство защитного отключения», «Электроприёмник с двойной изоляцией», «Мультиметры».

1. Собрать схему (рисунок 12.1).
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Включить кнопку «Вкл», автоматический выключатель и автоматический выключатель дифференциального тока на модуле «Источник питания однофазный».
4. Установить минимальное сопротивление R_0 2,2 Ом на модуле «Модель питающей сети»
5. Установить сопротивление $R_{и1} = 50$ кОм на модуле «Электроприемник с двойной изоляцией».
6. Установить сопротивление $R_{и2} = 50$ кОм на модуле «Электроприемник с двойной изоляцией».
7. Подключить мультиметр в режиме измерения тока.
8. Включить автоматический выключатель на модуле «Выключатель автоматический».
9. Уменьшать сопротивления $R_{и1}$ и $R_{и2}$ до отключения УЗО.
10. Рассчитать ток утечки УЗО по формуле $I_{\Delta} = U_{\phi} / (R_{и1} + R_{и2})$
11. Сделать вывод.

Рисунок 12.1. Схема проверки УЗО.



Лабораторная работа №13. Наладка схемы релейно-контакторного управления асинхронным двигателем с обеспечением реверса.

I. Цель работы: монтаж и проверка схемы управления электродвигателем с обеспечением реверса.

II. Порядок выполнения работы:

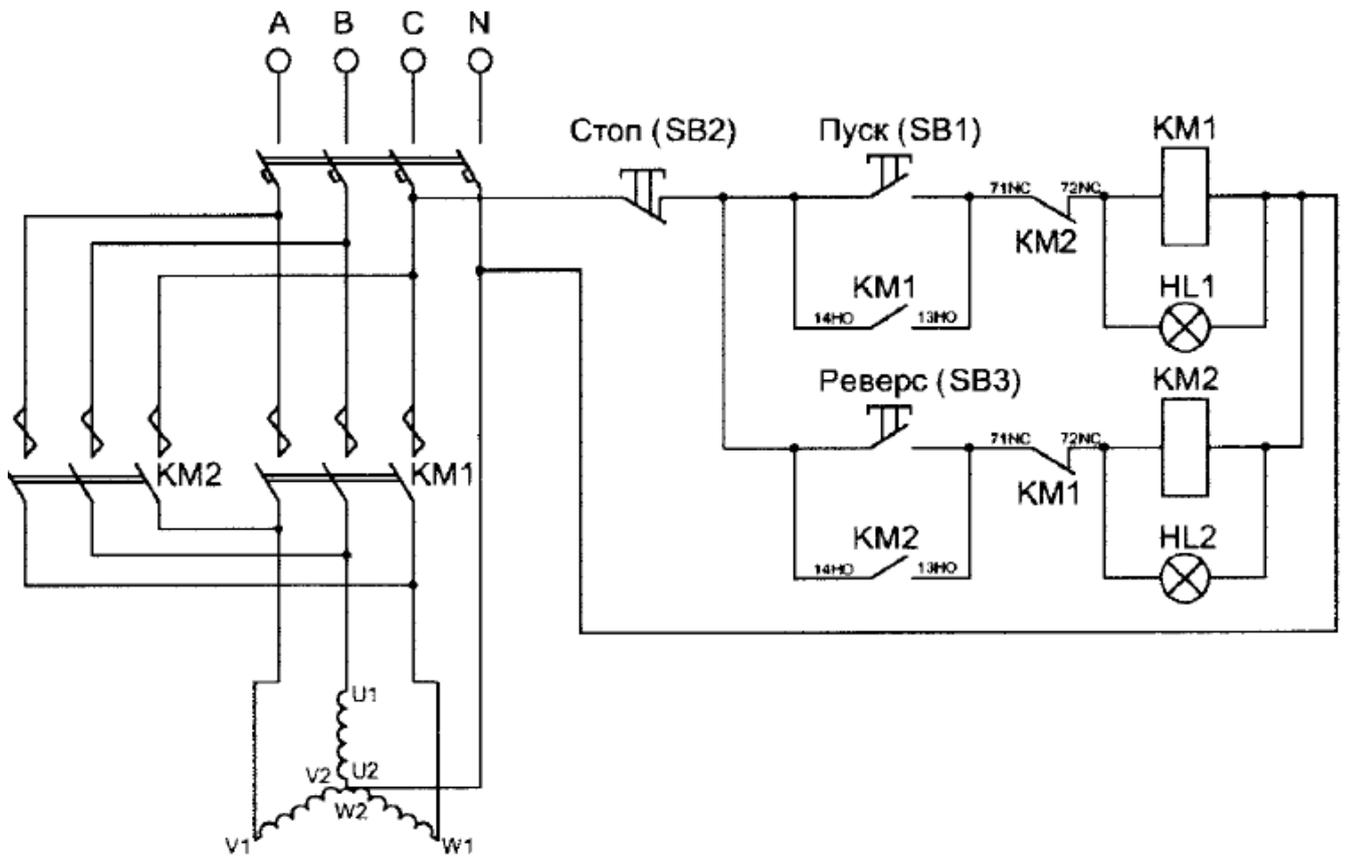
1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF»), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
5. Провести эксперимент.
6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
7. Составить отчет по лабораторной работе.

III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №1 «Монтаж и наладка электрооборудования предприятий и гражданских сооружений»):

«Источник питания трёхфазный», «Блок управления и сигнализации», «Контакты», электродвигатель.

1. Собрать схему (рисунок 13.1) .
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Включить питание.
4. Пустить в ход асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, нажав кнопку SB1. Работу двигателя отображает горящий индикатор HL1.
5. Выключить двигатель, нажав на кнопку SB2.
6. Включить двигатель кнопкой SB3. Работу двигателя отображает горящий индикатор HL2. Убедиться в реверсивном вращении электродвигателя.
7. Выключить двигатель, нажав на кнопку SB2.



Лабораторная работа №14. Поиск неисправностей асинхронного электродвигателя.

- I. Цель работы: идентификация неисправностей 3-фазного асинхронного электродвигателя.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Собрать схему согласно рисунку 14.1.

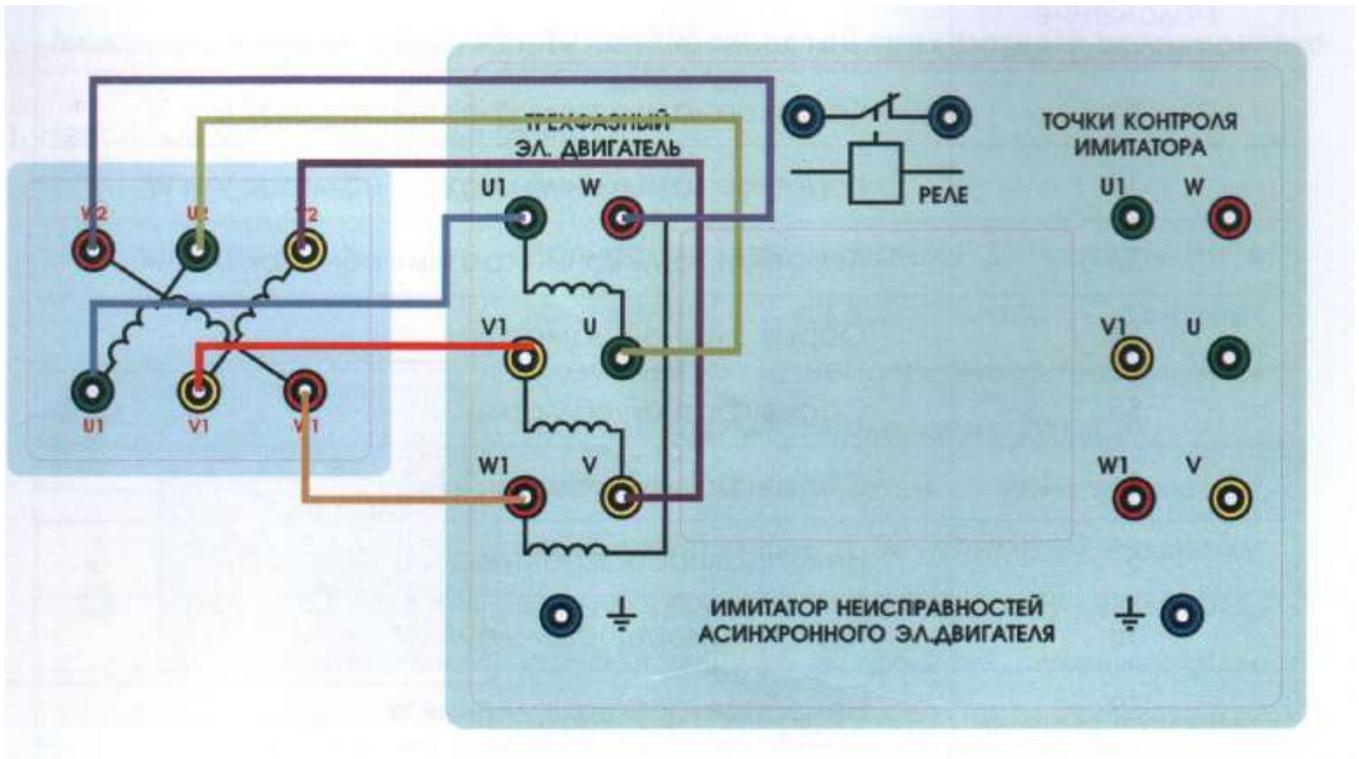
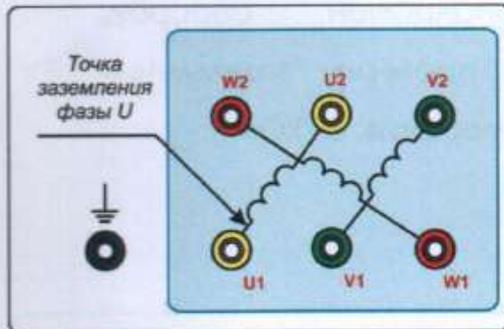


Рисунок 14.1. Схема подключения имитатора неисправностей асинхронного электродвигателя.

2. Определить неисправность 3-фазного асинхронного электродвигателя, используя методику, описанную ниже.

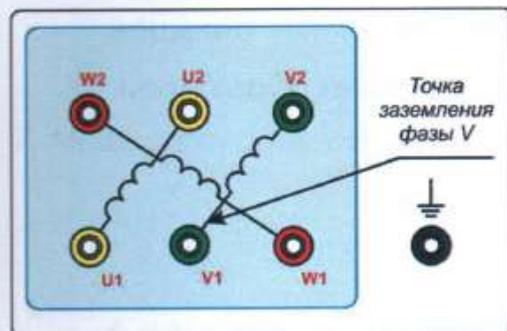
1. Неисправность заземления фазы U



Допустим, переключатель S7 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование неисправности заземления фазы U. Результат измерения: 200 кОм.

Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к одному концу обмотки и к корпусу двигателя, соответственно (в данном случае U и корпус), и измерьте сопротивление изоляции между фазой U и землей. Если сопротивление изоляции меньше 0,5 МОм, то это означает, что эта клемма соединена с землей.

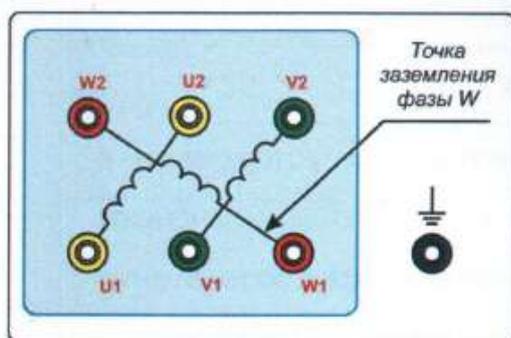
2. Неисправность заземления фазы V



Допустим, переключатель S8 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование неисправности заземления фазы V. Способ обнаружения неисправности аналогичен способу, используемому для проверки заземления фазы U.

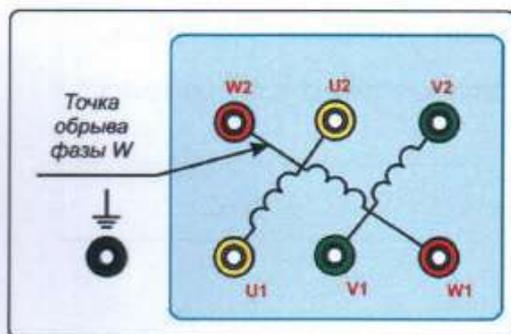
Результат измерения: 100 кОм.

3. Неисправность заземления фазы W



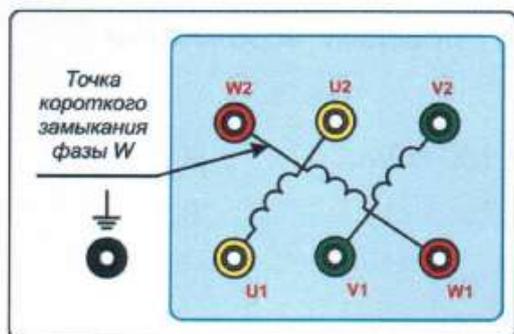
Допустим, переключатель S9 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование неисправности заземления фазы W. Способ обнаружения неисправности аналогичен способу, используемому для проверки заземления фазы U. Результат измерения: 50 кОм.

4. Моделирование обрыва фазной обмотки W



Допустим, переключатель S6 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование обрыва фазной обмотки W. Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам обмотки соответственно (а именно, W1 и W), и измерьте сопротивление обмотки. Если измерительный прибор показывает бесконечно большое сопротивление, то это означает обрыв цепи.

5. Моделирование короткого замыкания фазной обмотки W

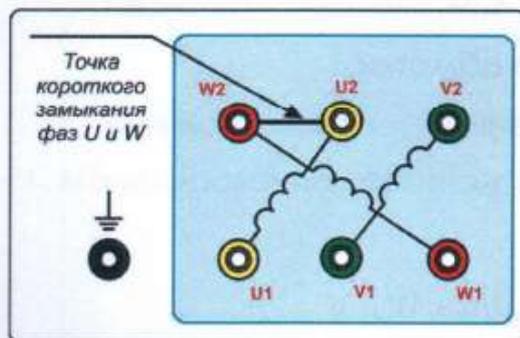


Допустим, переключатель S12 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование короткого замыкания фазной обмотки W. Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам обмотки, соответственно (а именно, W1 и W), и измерьте сопротивление обмотки. Если измерительный прибор показывает значение

в единицы-десятки Ом, то это означает короткое замыкание обмотки.

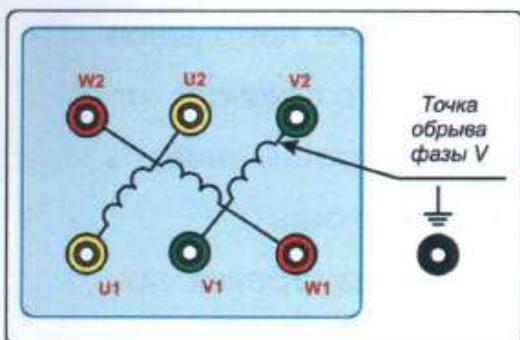
Результат измерения при наличии неисправности: 22 Ом.

6. Моделирование короткого замыкания фазных обмоток U и W



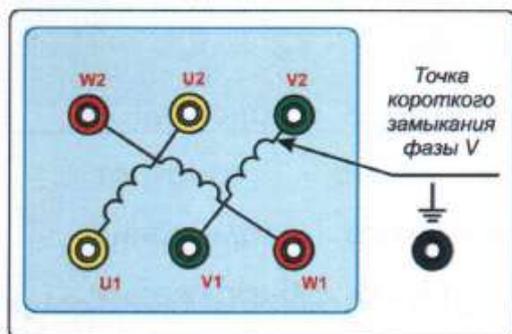
Допустим, переключатель S3 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование короткого замыкания обмоток U и W. Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам отдельных обмоток, соответственно (а именно, U и W), и измерьте сопротивление. Если измерительный прибор покажет небольшое значение сопротивления, то это означает, что обмотки закорочены. Сопротивление в исправном состоянии должно быть более 0,5 МОм. Результат измерения при наличии дефекта: 5,4 кОм.

7. Моделирование обрыва фазной обмотки V



Допустим, переключатель S5 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование обрыва фазной обмотки V. Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам обмотки соответственно (а именно, V1 и V), и измерьте сопротивление обмотки. Если измерительный прибор показывает бесконечно большое сопротивление, то это означает обрыв цепи.

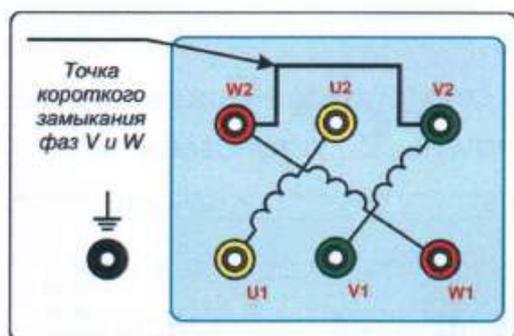
8. Моделирование короткого замыкания фазной обмотки V



Допустим, переключатель S11 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование короткого замыкания фазной обмотки V. Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам обмотки соответственно (а именно, V1 и V), и измерьте сопротивление обмотки. Если измерительный прибор показывает значение в единицы-десятки Ом, то это означает короткое замыкание обмотки.

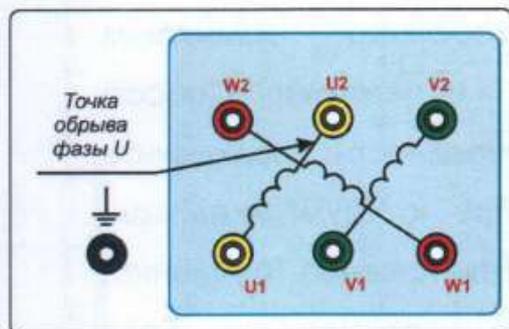
Результат измерения при наличии неисправности: 100 Ом.

9. Моделирование короткого замыкания фазных обмоток W и V



Допустим, переключатель S2 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование короткого замыкания фазных обмоток V и W. Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам обмоток соответственно (а именно, V и W), измерьте сопротивление. Если измерительный прибор покажет небольшое значение сопротивления, то это означает, что обмотки закорочены. Сопротивление в исправном состоянии должно быть более 0,5 МОм. Результат измерения при наличии дефекта: 100 кОм.

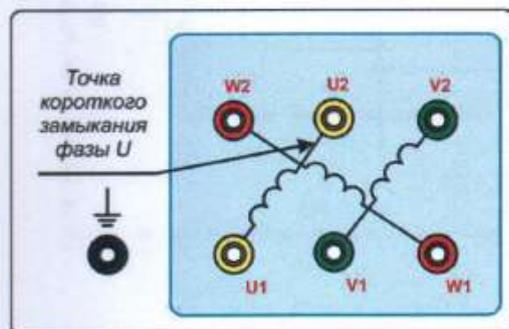
10. Моделирование обрыва фазной обмотки U



Допустим, переключатель S4 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование обрыва фазной обмотки U.

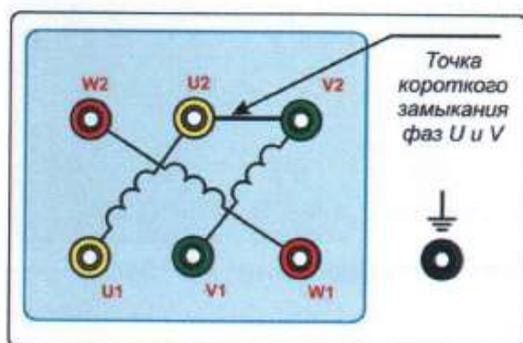
Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам каждой обмотки соответственно (а именно, U1 и U), и измерьте сопротивление обмотки. Если измерительный прибор показывает бесконечно большое сопротивление, то это означает обрыв цепи.

11. Моделирование короткого замыкания фазной обмотки U



Допустим, переключатель S10 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование короткого замыкания фазной обмотки U. Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам обмотки соответственно (а именно, U1 и U), и измерьте сопротивление обмотки. Если измерительный прибор показывает короткое замыкание (0 Ом), то это подтверждает неисправность.

12. Моделирование короткого замыкания фазных обмоток U и V



Допустим, переключатель S1 установлен в положение «ВКЛ.», что означает моделирование короткого замыкания фазных обмоток U и V. Способ обнаружения неисправности: подключите омметр (мультиметр) к двум клеммам каждой обмоток соответственно (а именно, U и V), и измерьте сопротивление. Если измерительный прибор покажет небольшое значение сопротивления, то это означает, что обмотки закорочены. Сопротивление в исправном состоянии должно быть более 0,5 МОм. Результат измерения при наличии дефекта: 200 кОм.

3. Оформить отчёт.

Лабораторная работа №15. Автоматическое включение резервного питания.

- I. Цель работы: монтаж и проверка схемы управления электродвигателем с обеспечением реверса.
- II. Порядок выполнения работы:
 1. Убедиться, что все клавишные выключатели питания и автомат дифференциальной защиты находятся в положении «ВЫКЛ» (положение выключателя питания «О», автомата дифференциальной защиты - OFF)), ручки всех регуляторов установить в минимальное положение.
 2. По указанию преподавателя, определить блоки стенда, необходимые для выполнения текущего задания. Подготовить соединительные провода (перемычки), входящие в комплект поставки стенда.
 3. Подключить стенд к сети -220В 50Гц.
 4. Соединить блоки стенда согласно принципиальной схеме или схеме соединений.
 5. Провести эксперимент.
 6. Отключить стенд от сети -220В 50Гц.
 7. Составить отчет по лабораторной работе.

III. Порядок проведения эксперимента.

В работе используются модули (стенд №7 «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения»):

«Однофазный источник питания», «Световая сигнализация и кнопки управления», «Контакторы», «Блок реле №1», «Блок реле №2», «Блок реле №3».

1. Собрать схему (рисунок 15.1) .
2. Представить схему для проверки преподавателю.
3. Включить питание.
4. Включить автоматические выключатели QF1и QF2 в модуле «Однофазный источник питания».
5. Выключить контактор KM1, имитирующий работу основного ввода, нажав на кнопку SB1. Работа контактора отображается сигнальной лампой HL1.
6. Выключить автоматический выключатель QF1, имитируя неисправность основного ввода. Через установленное время задержки должен включить резервный ввод с помощью контактора KM2. Работа контактора отображается сигнальной лампой HL2.
7. Включить автоматический выключатель QF1, имитируя восстановление питания на основном вводе. Контактор KM2 должен отключиться. Через установленное время задержки должен включиться контактор KM1. Работа контактора отображается сигнальной лампой HL1.

8. Выключить контактор кнопкой SB2.
9. Выключить автоматические выключатели QF1и QF2 в модуле «Однофазный источник питания».
10. Отключить питание.

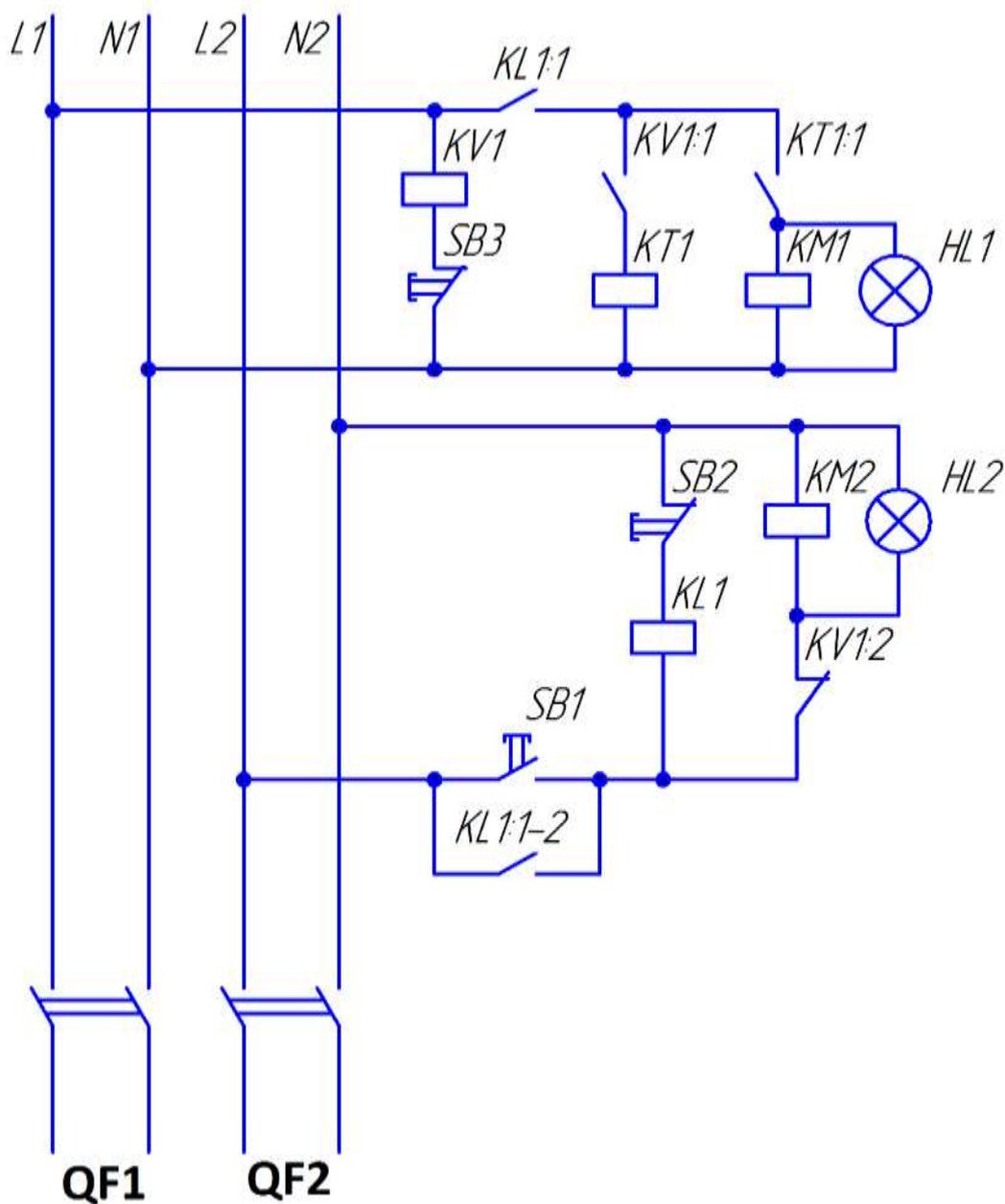


Рисунок 15.1. Схема автоматического включения резервного питания.

Список использованной литературы.

1. Теоретические основы электротехники. Сборник задач.: учебное пособие/ Нейман Л. Р., Коровкин Н. В., Селина Е. Е., Чечурин В. Л.- СПб: издательский дом «Питер», 2016. – 512 с.
2. Комплект учебно-лабораторного оборудования "Основы электротехники и электрические цепи. Основы электроники. Основы электромеханики": <http://www.edu-tech.kz/katalog/uchebno-laboratornoe-oborudovanie/electrotexnika-i-osnovy-electronici/elektromekhanika-elektrotekhnika-elektronika-elektricheskie-mashiny-i-elektroprivod/komplekt-uchebno-laboratornogo-oborudovaniya-osnovy-elektrotexniki-i-elektricheskie-czepi-osnovy-elektroniki-osnovy-elektromexaniki/> (25 октября 2018 г.)