

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
Иркутский государственный университет путей сообщения
Сибирский колледж транспорта и строительства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
по учебной дисциплине ОПЦ.03. Основы электротехники
по специальности
02 02 .01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений
базовая подготовка среднего профессионального образования

Иркутск 2023

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИргГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИргГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



РАССМОТРЕНО:

Цикловой методической
комиссией общетехнических и
электротехнических дисциплин
Председатель ЦМК: Игнатенко Ж.С.
Протокол № 9
«25» мая 2023 г.

Разработчик:

Д.Б. Попов преподаватель ФГБОУ ВО ИрГУПС СКТиС

Методические указания к выполнению лабораторных работ

- Каждый студент выполняет работы по специальному графику.
- К выполнению работы необходимо подготовиться до начала занятия в лаборатории.
- Помимо данного методического пособия рекомендуется использовать дополнительную литературу и конспект лекций.
- При подготовке необходимо продумывать ответы на контрольные вопросы.
- К выполнению работы допускаются только подготовленные студенты.

Правила оформления отчета о лабораторной работе

Лабораторная работа представляет собой небольшое, но вполне законченное учебное исследование. Отчет о лабораторной работе является документом, отражающим результаты выполненного исследования с максимальной полнотой и объективностью.

К оформлению технической документации предъявляются единые требования. В определенной мере этим требованиям должен удовлетворять и отчет о лабораторной работе.

Требования к оформлению отчета

Отчет должен быть выполнен на бумаге стандартного размера (формат А4) с полями по обеим сторонам текста. Материал отчета должен иметь четкую рубрикацию, каждый раздел необходимо снабдить заголовком.

Примерный состав отчета по лабораторной работе:

цель работы;

порядок выполнения лабораторной работы;

принципиальные электрические схемы и (или) схемы соединений;

- перечень измерительных приборов и электрооборудования с указанием

паспортных данных;
таблицы экспериментальных исследований и выполненных вычислений;
диаграммы и графики характеристик функциональных зависимостей;
выводы или заключение о проделанной работе.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

До начала работ каждый студент ДОЛЖЕН внимательно ознакомиться с настоящими правилами и расписаться в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Студент ОБЯЗАН выполнять следующие правила:

1. Перед включением лабораторного комплекса в сеть 220 В убедитесь, что тумблер включения находится в положении «ВЫКЛ.».
2. При сборке цепи используйте провода с исправной изоляцией. Подключая приборы, проверяйте соблюдение норм нагрузки (рабочее напряжение конденсатора, максимальный ток для катушек индуктивности и т.п.).
3. Сборку электрической цепи ведите по контурам, начиная с основного, содержащего источник питания
4. Включайте источники питания только после проверки цепи преподавателем.
5. При проведении любых изменений в схеме отключайте источник питания.
6. Отключите питание по завершению измерений.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

1. Касаться токоведущих частей схемы металлическими предметами, работать мокрыми руками.

2. Без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в сеть 220В и подавать напряжение на схему.
3. Перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их.
4. Курить в лаборатории, находиться в верхней одежде или головных уборах.

По всем возникающим вопросам студентам следует обращаться к преподавателю или лаборанту. За порчу оборудования студенты несут материальную ответственность.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Исследование цепей постоянного тока со смешанным соединением резисторов
2. Неразветвленные цепь переменного тока с активным сопротивлением и катушкой индуктивности.
3. Разветвленные цепь переменного тока с реальной катушкой индуктивности и конденсатором.
4. Измерение энергии в электрических цепях

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Исследование цепей постоянного тока со смешанным соединением резисторов.

Цель работы:

1. Приобрести практические навыки чтения и сборки электрической схемы подключения смешанного соединения резисторов и приборов, используемых для контроля параметров электрической цепи, к электрической сети постоянного тока.
2. Произвести изменения в схеме путем включения и отключения отдельным элементов цепи и ветвей схемы с помощью выключателей.
3. Проследить по показаниям приборов изменения, производимые в схеме.

Теоретические сведения:

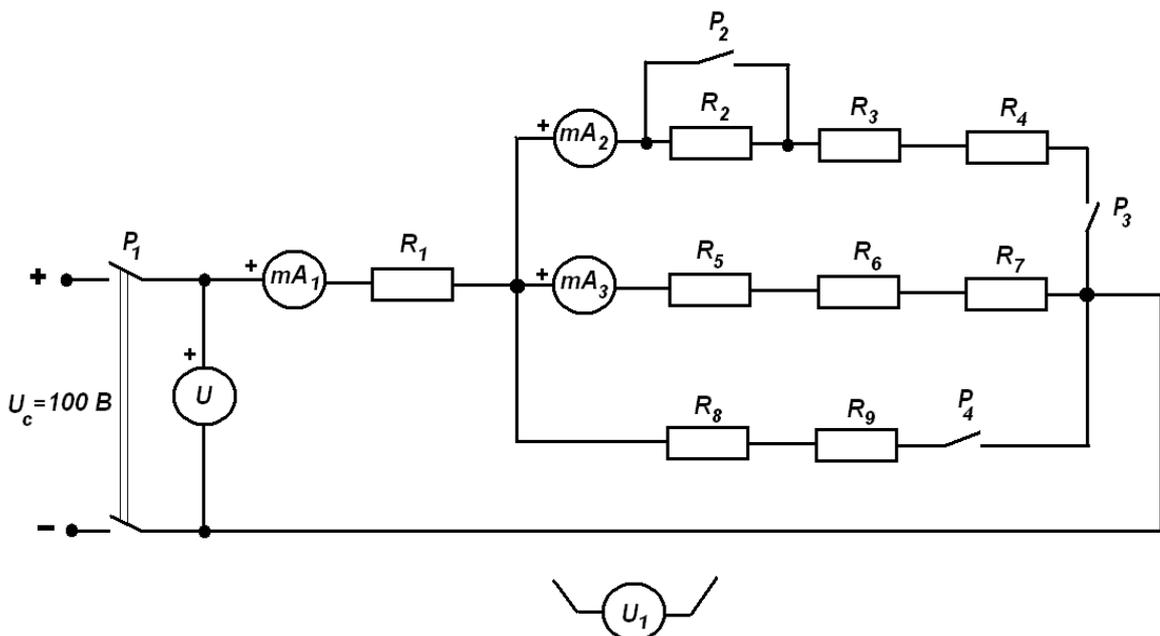
Просмотреть методическое пособие "Электрические цепи постоянного тока"

Оборудование и приборы:

1. Источник питания – электрическая сеть постоянного тока на напряжение 100В.
2. Блок резисторов количеством 9 шт.
3. Соединительные провода
4. Приборы:
 - Миллиамперметр mA_1 (mA)– измеряет силу тока в неразветвленной части цепи
 - Миллиамперметр mA_2 (mA)– измеряет силу тока в первой ветви разветвления резисторов
 - Миллиамперметр mA_3 (mA)– измеряет силу тока во второй ветви разветвления резисторов
 - Вольтметр U (В)- измеряет входное напряжение электросхемы
 - Вольтметр U_1 - измеряет падения напряжения на участках цепи
 - Рубильники P_1, P_2, P_3, P_4 - производят включение и переключение в схеме
 -

Электрическая схема включения резисторов

Порядок выполнения работы:



1. 3

записать технические данные электрических приборов в таблицу №1.

Таблица №1

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Система прибора	Класс точности	Предел измерения	Цена деления

2. Записать показания приборов в таблицу №2.

Таблица №2

Измерить										Рубильники ↑- включено ↓- выключено
№ п/п	U_1	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_5	U_{2-4}	U_{3-4}	
	В	мА	мА	мА	В	В	В	В	В	
1										$P_2 \uparrow, P_3 \uparrow, P_4 \uparrow$
2										$P_2 \downarrow, P_3 \uparrow, P_4 \uparrow$
3										$P_2 \downarrow, P_3 \downarrow, P_4 \uparrow$
4										$P_2 \downarrow, P_3 \uparrow, P_4 \downarrow$

3. Вычислить параметры цепи, используя закон Ома, законы последовательного и параллельного соединения. Вычисления занести в таблицу №3.

Таблица №3

Вычислить						
«№ п/п	R_1	R_{2-4}	R_5	$R_{э\text{кв}}$	I_4	P
	кОм	кОм	кОм	кОм	мА	Вт
1						
2						
3						
4						

4. Для каждого случая переключения цепи с помощью выключателей, зарисовать электрические схемы работающих на данный момент резисторов цепи.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением и катушкой индуктивности.

Цель работы:

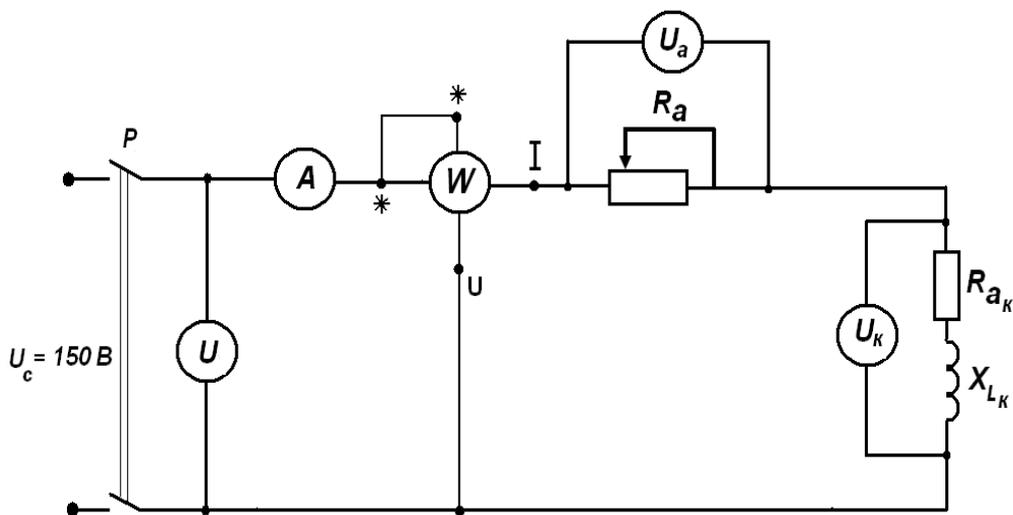
- Приобрести практические навыки чтения и сборки электрической схемы подключения последовательного соединения реальной катушки индуктивности, реостата и приборов, используемых для контроля параметров электрической цепи, к электрической сети переменного тока.
- Изменением активного сопротивления реостата и изменением индуктивности катушки проверить действие закона Ома для неразветвленных цепей переменного тока.

- Получить практические навыки построения векторных диаграмм для последовательного соединения элементов цепи.

Оборудование и приборы:

- Источник питания – электрическая сеть переменного тока на напряжение 150В.
- Катушка индуктивности с магнитопроводом
- Реостат
- Соединительные провода
- Приборы: -Амперметр A (А)– измеряет силу тока в цепи
 - Вольтметр U (В)- измеряет входное напряжение электросхемы
 - Вольтметр U_a (В)- измеряет падение напряжения на реостате
 - Вольтметр U_k (В)- измеряет падение напряжения на катушке индуктивности
 - Ваттметр W (Вт) - измеряет активную мощность электрической цепи

Электрическая схема включения последовательного соединения реальной катушки индуктивности и реостата



Порядок

выполнения работы:

- Записать технические данные электрических приборов в таблицу №1

Таблица №1

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Система прибора	Класс точности	Предел измерения	Цена деления

- Собрать схему и показать преподавателю.
- За счет изменения положения движка реостата изменить его сопротивление от нуля до максимума. При каждом изменении сопротивления снять показания приборов и занести их показания в таблицу №2.
- При максимальном значении сопротивления реостата изменить индуктивность катушки путем изменения ее положения на сердечнике магнитопровода. При каждом изменении снять показания приборов и занести их показания в таблицу №2.

Таблица №2

№	ИЗМЕРЕНО					ПРИМЕЧАНИЕ
	U	U_a	U_k	I	P	
	B	B	B	A	Bm	
1						$R_{РЕОСТАТА} = 0$
2						$R_{РЕОСТАТА}$ - среднее значение
3						$R_{РЕОСТАТА}$ - максимальное значение
4						1 положение катушки индуктивности
5						2 положение катушки индуктивности

5. По результатам измерений, пользуясь приведенными ниже формулами, произвести вычисления. Результаты вычислений записать в таблицу №3.

Таблица №3.

№	ВЫЧИСЛИТЬ											
	Z	Z_K	$R_{общ}$	R_a реос тата	R_a кату шки	X_L кату шки	$\cos \varphi$	$\cos \varphi_K$	U_a кату шки	U_L кату шки	Q	S
	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	-	-	В	В	ВАр	ВА
1												
2												
3												
4		-			-	-		-				
5		-			-	-		-				

$$Z = \frac{U}{I} \quad \text{полное сопротивление цепи (Ом)}$$

$$R_a = \frac{U_a}{I} \quad \text{активное сопротивление реостата (Ом)}$$

$$X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_{ak}^2} \quad \text{индуктивное сопротивление катушки (Ом)}$$

$$Z_k = \frac{U_k}{I} \quad \text{полное сопротивление катушки индуктивности (Ом)}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{P}{I^2} \quad \text{общее активное сопротивление цепи (Ом)}$$

$$R_{ak} = R_{\text{общ}} - R_a \quad \text{активное сопротивление катушки индуктивности (Ом)}$$

$$U_a = I \cdot R_{a \text{ катушки}} \quad \text{активное падение напряжения на катушке (В)}$$

$$U_L = I \cdot X_L \quad \text{индуктивное падение напряжения на катушке индуктивности (В)}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{U \cdot I} \quad \text{коэффициент мощности цепи}$$

$$\cos \varphi_k = \frac{R_{a \text{ катушки}}}{Z_k} \quad \text{коэффициент мощности активной части катушки индуктивности}$$

$$Q = I^2 \cdot X_L \quad \text{реактивная мощность цепи (ВАр)}$$

$$S = U \cdot I \quad \text{полная мощность цепи (ВА)}$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Разветвленная цепь переменного тока с реальной катушкой индуктивности и конденсатором. Резонанс токов.

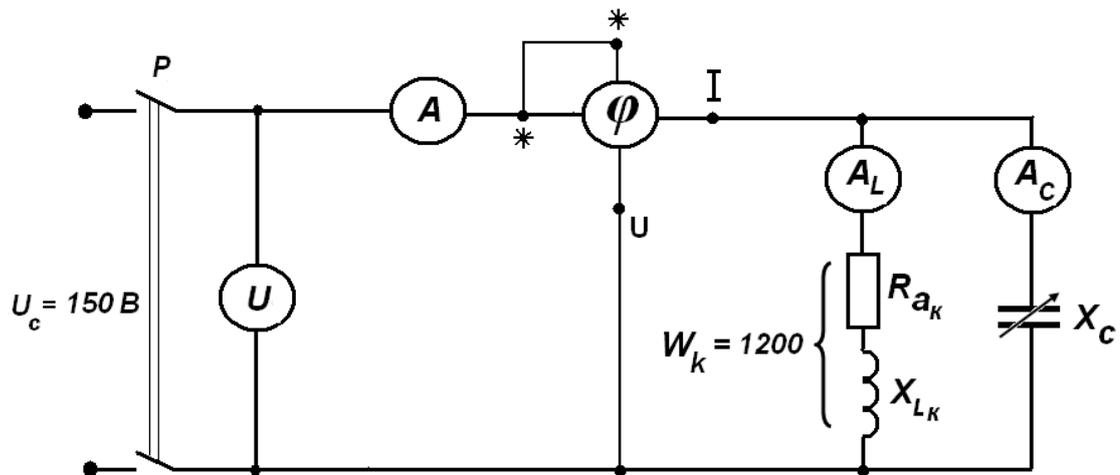
Цель работы:

1. Приобрести практические навыки чтения и сборки электрической схемы подключения параллельного соединения реальной катушки индуктивности, конденсатора и приборов, используемых для контроля параметров электрической цепи, к электрической сети переменного тока.
2. Изменением емкости конденсатора добиться резонанса токов в параллельных цепях схемы.
3. Получить практические навыки построения векторных диаграмм для параллельного соединения элементов цепи.

Оборудование и приборы:

1. Источник питания – электрическая сеть переменного тока на напряжение 150В.
2. Катушка индуктивности с магнитопроводом
3. Конденсаторная батарея
4. Соединительные провода
5. Приборы: -Амперметр А (А)– измеряет силу тока в неразветвленной части цепи
 - Амперметр A_L (А)– измеряет силу тока в цепи реальной катушки индуктивности
 - Амперметр A_C (А)– измеряет силу тока в цепи конденсаторной батареи
 - Вольтметр U (В)- измеряет входное напряжение электросхемы
 - Фазометр φ – измеряет угол сдвига фаз между током и напряжением

Электрическая схема включения параллельного соединения реальной катушки индуктивности и конденсатора



Порядок выполнения работы:

1. Технические данные электрических приборов

Таблица №1

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Система прибора	Класс точности	Предел измерения	Цена деления

2. Установлена емкость батареи конденсаторов $C_1=16$ мкФ, показания приборов занесены в таблицу №2.
3. Установлена емкость батареи конденсаторов $C_2=32$ мкФ. Изменением индуктивности катушки установлен сдвиг фаз на фазометре $\varphi = 0$ – это случай *резонанса токов*. Показания приборов занесены в таблицу №2.
4. Установлена емкость батареи конденсаторов $C_3=58$ мкФ, показания приборов занесены в таблицу №2.
- 5.

Таблица №2

№	ИЗМЕРЕНО						ПРИМЕЧАНИЕ
	U	I	I_k	I_C	φ	$\cos \varphi$	
	B	A	A	A	<i>градус</i>	-	
1							$C_1=16$ мкФ
2							$C_2=32$ мкФ <i>резонанс токов</i>
3							$C_3=58$ мкФ

6. По результатам измерений, пользуясь приведенными ниже формулами, произведены вычисления. Результаты вычислений записаны в таблицу №3.

Таблица №3.

№	ВЫЧИСЛЕНО							
	$\cos \varphi_K$	R_K	X_L	Z_K	X_C	I_a	I_L	I_p
	-	Ом	Ом	Ом	Ом	А	А	А
1								
2								
3								

$$Z_k = \frac{U}{I_k} \quad \text{полное сопротивление катушки (Ом)}$$

$$R_{ka} = Z_k \cdot \cos \varphi_k \quad \text{активное сопротивление катушки (Ом)}$$

$$X_L = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} \quad \text{индуктивное сопротивление катушки (Ом)}$$

$$X_C = \frac{U}{I_C} \quad \text{емкостное сопротивление конденсатора (Ом)}$$

$$I_a = I_k \cdot \cos \varphi_k \quad \text{активная составляющая тока катушки (А)}$$

$$I_L = \sqrt{I_k^2 - I_a^2} \quad \text{индуктивная составляющая тока катушки (А)}$$

$$I_p = I_L - I_C \quad \text{реактивная составляющая тока катушки (А)}$$

$$\bullet I_C > I_L$$

$$\bullet I_C = I_L$$

$$\bullet I_C < I_L$$

В масштабе построить векторные диаграммы для случаев:

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Измерение энергии в электрических цепях.

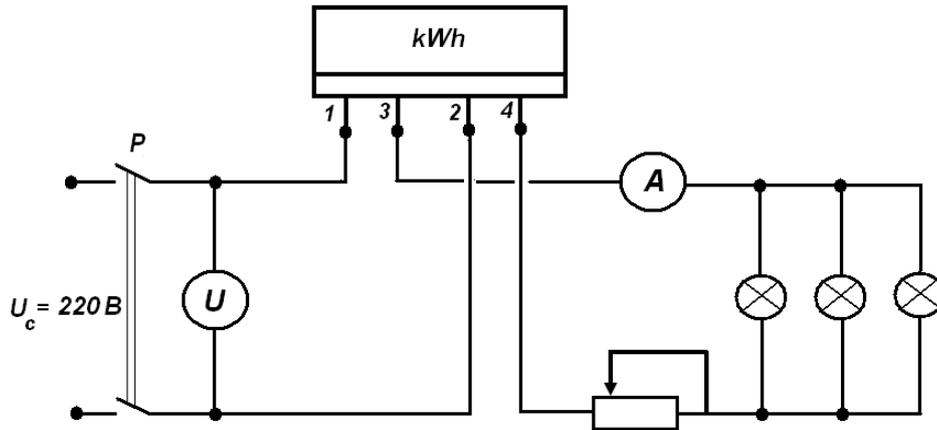
Цель работы:

1. Приобрести практические навыки чтения и сборки электрической схемы подключения счетчика активной энергии к электрической цепи переменного тока.
2. Изучить устройство, принцип действия счетчика активной электроэнергии.
3. Проследить по показаниям приборов изменения, производимые в схеме при изменении сопротивления электрической нагрузки.

Оборудование и приборы:

1. Источник питания – электрическая сеть переменного тока на напряжение 220В.
2. Счетчик электрической энергии СО 505
3. Реостат
4. Блок ламп накаливания
5. Соединительные провода
6. Приборы:
 - Амперметр А (А)– измеряет силу тока в электрической цепи
 - Вольтметр U (В)- измеряет входное напряжение электрической цепи

Электрическая схема включения счетчика активной энергии:



Порядок выполнения работы:

5. Технические данные электрических приборов:

Таблица №1

Наименование прибора	Обозначение на схеме	Система прибора	Класс точности	Предел измерения	Цена деления

6. С помощью включения разного количества ламп и изменения сопротивления реостата установить на амперметре значения тока I нагрузки, указанные в таблице №2.

7. Для каждого опыта посчитать целое число оборотов диска счетчика за 180 секунд. Данные записать в таблицу №2.

Таблица №2

№ п/п	Измерено				Вычислено			
	U	I	t	N	P	C_n	C	γ
	B	A	секунды	обороты	$Вт$	$Вт\ с/об$	$Вт\ с/об$	$\%$
1	220	3	180					
2	220	2,5	180					
3	220	2,0	180					
4	220	1,5	180					

Формулы для вычислений:

- $\gamma = \frac{(C_n - C)}{C_n} \cdot 100\%$ - погрешность счетчика электроэнергии,
- где C_n - номинальная постоянная счетчика

- $C_n = \frac{1000 \cdot 3600}{N_n} \frac{Вт \cdot с}{об}$

где, N_n - передаточное число оборотов (указывается на счетчике) – 600 оборотов диска

- $C = \frac{P \cdot t}{N}$ где, C - действительная постоянная счетчика

$P = U \cdot I$ где, P – мощность в цепи (Вт); t - время в (с); N - число оборотов диска за время t