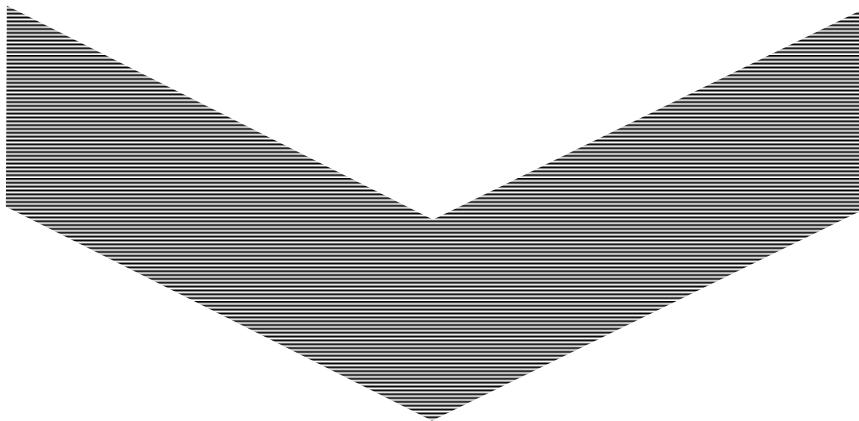


Н.Г. ЧЕРНЫШОВ

ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Часть I



Издательство ТГТУ

Н.Г. ЧЕРНЫШОВ

ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Часть I

Рекомендуется УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации для межвузовского использования для студентов, обучающихся по направлению 551100 и специальностям 200800 и 220500

Тамбов
Издательство ТГТУ
2004

УДК 621.3
ББК 32я73-5
Ч49

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент
Е.А. Смирнов

Чернышов Н.Г.

Ч49 Общая электротехника и электроника: Лаб. работы. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004.
Ч. 1. 36 с.

Приведены описания лабораторных работ по исследованию электрических цепей и свойств элементов в составе этих цепей, даны методики измерений важнейших параметров электрических цепей и элементов входящих в них.

Издание предназначено для студентов дневного и заочного отделений специальности 200800.

УДК 621.3

ББК 32я73-5

© Н.Г. Чернышов, 2004

© Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ),
2004

Учебное издание

ЧЕРНЫШОВ Николай Генрихович

ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Лабораторные работы

Редактор З.Г. Чернова

Компьютерное макетирование М.А. Филатовой

Подписано к печати 27.05.2004

Формат 60 × 84/16. Гарнитура Times. Бумага офсетная. Печать офсетная

Объем: 2,09 усл. печ. л.; 2,0 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. С. 370^М

Издательско-полиграфический центр

Тамбовского государственного технического университета

392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Подготовка к лабораторным работам

Предварительно ознакомиться с графиком выполнения лабораторных работ. Лабораторная работа, пропущенная студентом по неуважительной причине, отрабатывается по разрешению заведующего кафедрой по отдельному расписанию.

Ознакомиться с описанием соответствующей лабораторной работы и установить, в чем состоит ее основная цель и задача.

Изучить теоретический материал, относящийся к данной лабораторной работе, по лекционному курсу и соответствующим литературным источникам.

До проведения лабораторных работ выполнить подготовку, содержащую: схемы, таблицы измерений и расчетные формулы, порядок выполнения.

Требования к выполнению лабораторных работ

1 К выполнению лабораторной работы допускаются только подготовившиеся к этой работе студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

2 Перед сборкой схемы ознакомиться с электрическим оборудованием и измерительными приборами, предназначенными для проведения лабораторной работы.

3 Приступая к сборке схемы, необходимо прежде всего убедиться в том, что напряжение на стенде отключено.

4 При сборке схемы строго руководствоваться порядком выполнения лабораторной работы.

5 При сборке схемы необходимо обеспечивать достаточную плотность и надежность контактов.

6 После окончания сборки схема должна быть предъявлена для проверки. Схема включается под напряжение только с разрешения преподавателя, ведущего занятия, или дежурного лаборанта.

7 Запись показаний приборов в процессе выполнения лабораторной работы следует проводить по возможности одновременно и быстро, строго соблюдая при этом правила эксплуатации измерительных средств.

8 Результаты измерений заносятся каждым студентом в отчет.

9 После выполнения лабораторной работы результаты предъявляются для проверки преподавателю до разборки схемы.

10 После окончания работы в лаборатории рабочее место должно быть приведено в надлежащий порядок.

11 В течение всего времени занятий в лаборатории студенты обязаны находиться на своих рабочих местах. Выходить из помещения лаборатории во время занятий студенты могут только с разрешения преподавателя.

Требования к отчетам по лабораторным работам

При составлении отчета по лабораторной работе необходимо руководствоваться следующими положениями:

1 В отчете должны быть указаны порядковый номер и название лабораторной работы, а также кратко сформулирована цель работы.

2 Схемы и графики должны быть вычерчены карандашом с помощью чертежных инструментов с соблюдением буквенных и графических условных обозначений или выполнены на персональном компьютере.

3 Студенты, не предъявившие в начале лабораторного занятия оформленного отчета по предыдущей работе, к выполнению следующей не допускаются.

4 Если при выполнении лабораторной работы применяется персональный компьютер и соответствующие программные средства, то в отчет должна вклеиваться распечатка результатов.

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКОВ, НАПРЯЖЕНИЙ И СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИБОРАМИ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ОТСЧЕТА В ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы: Ознакомиться с измерительными приборами непосредственного отсчета, методикой измерения токов, напряжений и сопротивлений в электрических цепях. Получить навыки применения законов Кирхгофа, закона Ома и методов эквивалентного преобразования электрической цепи.

Задание

- 1 Измерить напряжения источников питания и сопротивления постоянных резисторов лабораторного стенда.
- 2 Собрать схемы для измерения сопротивлений по методу вольтметра и амперметра.
- 3 Произвести расчеты с использованием законов Кирхгофа, закона Ома и метода эквивалентного преобразования электрической цепи.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и элементами лабораторного стенда.
- 2 Измерить основные параметры элементов лабораторного стенда:
 - а) включить питание и измерить напряжение источников питания E_1 и E_2 , установив регулятор напряжения источника E_1 в крайнее правое положение;
 - б) выключить питание и измерить значения сопротивлений R_1, R_2, R_3, R_4 ;
 - в) занести полученные результаты в табл. 1.1.

ТАБЛИЦА 1.1

Измерения							Вычисления
$E_1, \text{В}$	$E_2, \text{В}$	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_3, \text{Ом}$	$R_4, \text{Ом}$	$R_{\text{экв}}, \text{Ом}$	$R_{\text{экв}}, \text{Ом}$

- 3 Используя метод эквивалентного преобразования:
 - а) рассчитать сопротивление электрической цепи, показанной на рис. 1.1;
 - б) собрать электрическую цепь, показанную на рис. 1.1, и экспериментально подтвердить правильность проведенных в п. 3(а) расчетов;
 - в) разобрать схему, занести полученные результаты в табл. 1.1
- 4 Произвести измерение сопротивления резистивной цепи методом амперметра и вольтметра:
 - а) собрать схему, показанную на рис. 1.2, включить питание и установить напряжение источника $E_1 = 12 \text{ В}$;
 - б) используя показания амперметра и вольтметра, определить значение сопротивления $R_{\text{н1}}$;
 - в) выключить питание, результаты занести в табл. 1.2, разобрать схему;
 - г) определить мощность, потребляемую нагрузкой $R_{\text{н1}}$, результат занести в табл. 1.2.
- 5 Экспериментально установить возможность применения законов Ома и первого закона Кирхго-

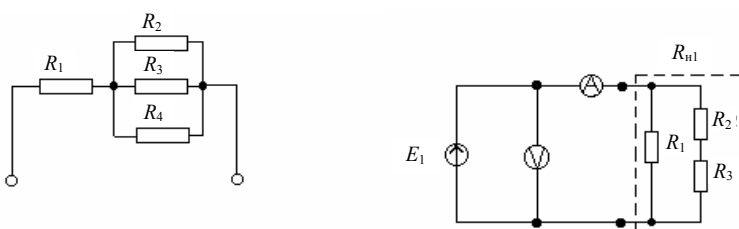


Рис. 1.2

фа для расчета разветвленной электрической цепи, для чего:

а) собрать схему, показанную на рис. 1.3;

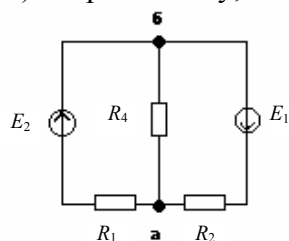


Рис. 1.3

- б) включить питание и установить напряжение источника $E_1 = 10$ В;
 в) измерить падения напряжений на резисторах, выключить питание, разобрать схему и занести полученные данные в табл. 1.3;
 г) используя данные, полученные в п. 2 (б), и закон Ома, рассчитать токи протекающие через резисторы R_1, R_2, R_4 ; результаты занести в табл. 1.3;

д) записать уравнение первому закону Кирхгофа любого узла схемы и, подставив в него

полученные токи, подтвердить возможность применения первого закона Кирхгофа для расчета разветвленной электрической цепи.

Таблица 1.2

по
для

Измерения		Вычисления	
$U, \text{В}$	$I, \text{мА}$	$R_{\text{н1}}, \text{Ом}$	$P, \text{Вт}$

Таблица 1.3

Измерения			Вычисления		
$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$U_4, \text{В}$	$I_1, \text{мА}$	$I_2, \text{мА}$	$I_3, \text{мА}$

Таблица 1.4

Измерения	Вычисления			
$I, \text{мА}$	$U_1, \text{В}$	$U_2, \text{В}$	$U_3, \text{В}$	$U_4, \text{В}$

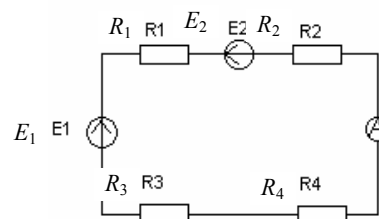


Рис. 1.4

6 Экспериментально установить возможность применения второго закона Кирхгофа для расчета неразветвленной электрической цепи, для чего:

- а) собрать схему, показанную на рис. 1.4;
 б) включить питание и установить напряжение источника $E_1 = 12$ В;
 в) измерить величину тока, протекающего в схеме, выключить питание и разобрать схему;
 г) используя результаты, полученные в п. 2(б), определить падения напряжений на резисторах схемы;
 д) полученные результаты занести в табл. 1.4, разобрать схему;
 е) записать для данной схемы уравнение по второму закону Кирхгофа и, подставив в него полученные значения, подтвердить правильность полученных результатов.

Контрольные вопросы

- 1 Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа.
- 2 Сформулируйте закон Ома для цепи, содержащей источники эдс.
- 3 Поясните метод эквивалентного преобразования электрической цепи.
- 4 Поясните метод эквивалентного преобразования "треугольник-звезда".
- 5 Какие существуют способы измерения тока в электрической цепи?
- 6 Поясните принцип работы идеального и реального источника эдс.
- 7 Поясните принцип работы идеального и реального источника тока.
- 8 Каким образом изменится работа схемы на рис. 1.4, если в разрыв контура включить источник тока по направлению и величине, совпадающим с током в данной цепи?

9 В чем заключается принцип работы четырехплечего моста, и какие области применения его вы можете назвать?

10 Возможно ли, используя метод эквивалентного преобразования, упростить электрическую цепь на рис. 1.3?

Лабораторная работа 2

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы: Получить навыки экспериментального и расчетного определения токов и напряжений в разветвленной электрической цепи постоянного тока.

Задание

- 1 Измерить с помощью цифрового мультиметра основные параметры элементов электрической цепи.
- 2 Измерить токи в ветвях электрической цепи и падения напряжения на резистивных элементах цепи.
- 3 По экспериментальным данным рассчитать токи в ветвях методами непосредственного применения законов Кирхгофа, контурных токов, межузлового напряжения и эквивалентного активного двухполюсника.

Порядок выполнения

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и элементами лабораторного стенда.
- 2 Измерить основные параметры элементов лабораторного стенда:
 - а) включить питание и измерить напряжение источников питания E_1 и E_2 , установив регулятор напряжения источника E_1 в крайне правое положение;
 - б) выключить питание и измерить значения сопротивлений R_1, R_2, R_3, R_4 ;
 - в) занести полученные результаты в табл. 2.1.

Таблица 2.1

$R_1,$ Ом	$R_2,$ Ом	$R_3,$ Ом	$R_4,$ Ом	$E_1,$ В	$E_2,$ В	$U(R_1),$ В	$U(R_2),$ В	$U(R_3),$ В	$U(R_4),$ В

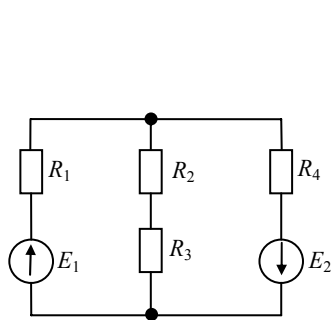


Рис. 2.1

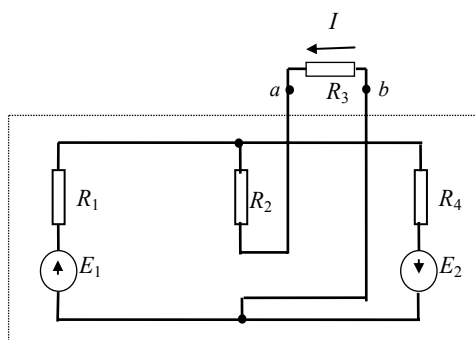


Рис. 2.2

- 3 Собрать схему, показанную на рис. 2.1; включить питание и произвести следующие измерения:

- а) измерить падения напряжения на резисторах R_1, R_2, R_3, R_4 , данные занести в табл. 2.1;
 б) измерить токи в ветвях цепи, данные занести в табл. 2.2;
 в) выключить питание, разобрать схему.
- 4 По экспериментальным данным п. 2 определить:
- а) токи в ветвях методом непосредственного применения законов Кирхгофа;
 б) токи в ветвях методом контурных токов;
 в) токи в ветвях методом наложения;
 г) токи в ветвях методом межузлового напряжения;
 д) ток, протекающий через резистор R_3 , методом эквивалентного активного двухполюсника (см. рис. 2.2);
 е) результаты вычислений занести в табл. 2.2.

Таблица 2.2

	$I_1, \text{мА}$	$I_2, \text{мА}$	$I_3, \text{мА}$
Измерено			
Вычислено по методу:			
а) непосредственного применения законов Кирхгофа			
б) методом контурных токов			
в) методом наложения			
г) методом межузлового напряжения			
д) эквивалентного активного двухполюсника	—		—

Контрольные вопросы

- Для исследуемой электрической цепи запишите уравнения по первому и второму законам Кирхгофа.
- Сформулируйте сущность метода наложения.
- Сформулируйте сущность метода межузлового напряжения
- Сформулируйте сущность метода контурных токов.
- Сформулируйте сущность метода эквивалентного активного двухполюсника.
- Каким образом влияет на напряжение холостого хода эквивалентного двухполюсника (рис. 2.2) резистор R_2 ?
- Назовите основные режимы работы активного двухполюсника.
- Какими способами можно измерить токи в ветвях схемы на рис. 2.1?
- Изменится ли ток I_2 на рис. 2.2 в случае замены источника эдс E_2 на источник тока, со значением тока равного току в данной ветви до замены источника эдс?
- На основании данных полученных в п. 5(д) укажите, при каких номиналах резистора R_2 активный двухполюсник на рис. 2.2 будет работать в согласованном и номинальном режимах?

Лабораторная работа 3

НЕРАЗВЕТВЛЕННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА С АКТИВНО-РЕАКТИВНЫМИ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА НАПРЯЖЕНИЙ

Цель работы: Получить навыки экспериментального и расчетного определения явления резонанса напряжений в электрической цепи.

ЗАДАНИЕ

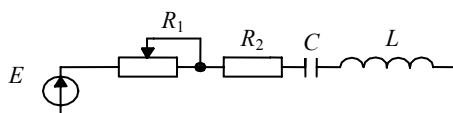
- 1 Измерить с помощью цифрового мультиметра основные параметры элементов электрической цепи.
- 2 Определить резонансную частоту цепи.
- 3 По полученным данным провести расчеты.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и элементами лабораторного стенда.
- 2 Измерить основные параметры элементов лабораторного стенда:
 - а) включить питание генератора;
 - б) установить минимальное сопротивление цепочки $R = R_1 + R_2$;
 - в) измерить активное сопротивление катушки индуктивности и емкость конденсатора;
 - г) установить частоту генератора 250 Гц и измерить амплитуду напряжения E на его выходе, полученные результаты занести в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Измерения							Вычисления		
R , Ом	R_L , Ом	E , В	C , мкФ	$U_{Cрез}$, В	$f_{рез}$, Гц	$U_{Lрез}$, В	L , Гн	ρ , Ом	D



- 3 Исследовать явление резонанса напряжений в цепи, для чего:
 - а) собрать схему, показанную на рис. 3.1, установить минимальное сопротивление цепочки $R_1 + R_2$;
 - б) перестраивая частоту генератора от 150 до 500 Гц с шагом 50 Гц, для получения резонансных кривых измерить падения напряжений на цепочке $R = R_1 + R_2$, конденсаторе C и катушке индуктивности L ; результаты занести в табл. 3.2;

ТАБЛИЦА 3.2

Измерения				Вычисления					
f , Гц	U_R , В	U_C , В	U_L , В	I , мА	X_L , Ом	X_C , Ом	X , Ом	Z , Ом	R , Ом
150									
—									
—									
—									
500									

- в) полученные значения резонансной частоты, резонансных напряжений на конденсаторе C и катушке индуктивности L занести в табл. 3.1; разобрать схему;

- 4 Провести обработку полученных экспериментальных данных:

- а) определить характеристическое сопротивление и значение добротности при сопротивлении цепочки $R = R_1 + R_2 = 10$ кОм, результаты занести в табл. 3.1;

- б) по результатам п. 3(б) рассчитать ток, потребляемый цепью при перестройке частоты, используя значения падения напряжения в цепочке $R_1 + R_2$; результаты занести в табл. 3.2;

- в) рассчитать значение сопротивлений X_L , X_C , $X = X_L - X_C$, $R = R_1 + R_2 + R_L$, $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ при перестройке частоты генератора; результаты занести в табл. 3.2;
- г) на единой координатной плоскости построить резонансные зависимости для U_L , U_C , U_R , I от частоты;
- д) на единой координатной плоскости изобразить частотные характеристики цепи – зависимости X_L , X_C , X , R , Z от частоты;
- е) определить индуктивность катушки, результат занести в табл. 3.1.

Контрольные вопросы

- 1 *Приведите основные способы представления синусоидальных электрических величин.*
- 2 Опишите электрические процессы, происходящие в цепи переменного тока с идеализированным резистивным элементом.
- 3 Опишите электрические процессы, происходящие в цепи переменного тока с идеализированным емкостным элементом.
- 4 Опишите электрические процессы, происходящие в цепи переменного тока с идеализированным индуктивным элементом.
- 5 Опишите электрические процессы, происходящие в электрической цепи с последовательно включенными R и L элементами.
- 6 Опишите электрические процессы, происходящие в электрической цепи с последовательно включенными R и C элементами.
- 7 Опишите электрические и энергетические процессы, происходящие в цепи с последовательно включенными R , L , C элементами.
- 8 Что представляет собой резонанс напряжений, и какие условия необходимы для его возникновения?
- 9 Каким образом активное сопротивление цепи влияет на величину резонансного напряжения на L и C элементах?
- 10 Сформулируйте понятие добротности контура.

Лабораторная работа 4

РАЗВЕТВЛЕННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА С АКТИВНО-РЕАКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСА ТОКОВ

Цель работы: Получить навыки экспериментального и расчетного определения явления резонанса токов в электрической цепи.

ЗАДАНИЕ

- 1 Измерить с помощью цифрового мультиметра основные параметры элементов электрической цепи.
- 2 Определить резонансную частоту цепи.
- 3 По полученным данным провести расчеты.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и элементами лабораторного стенда.
- 2 Измерить основные параметры элементов лабораторного стенда:
 - а) включить питание генератора;
 - б) измерить сопротивление резисторов R_3 и R_4 ;
 - в) измерить активное сопротивление катушки индуктивности и емкость конденсатора;
- г) установить частоту генератора 250 Гц и измерить амплитуду E напряжения на его выходе, полученные результаты занести в табл. 4.1.

Измерения								
R_3 , Ом	R_4 , Ом	R_L , Ом	C , мкФ	E , В	$f_{1рез}$, Гц	$U_{1рез}$, В	$f_{2рез}$, Гц	$U_{2рез}$, В

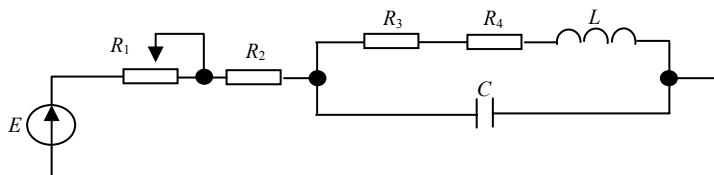


Рис. 4.1

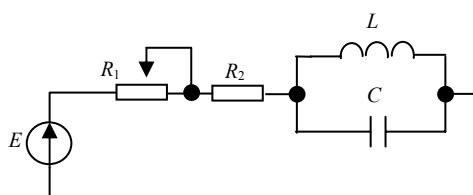


Рис. 4.2

3 Исследовать явление резонанса токов в цепи, для чего:

а) установить сопротивление $R_1 + R_2 = 9$ кОм; собрать схему, показанную на рис. 4.1;

б) перестраивая частоту генератора от 150 до 500 Гц с шагом 50 Гц для получения резонансной кривой измерить падение напряжения U_1 на резисторе $R = R_1 + R_2$, результаты занести в табл. 4.2, разобрать схему;

в) занести значение резонансной частоты $f_{1рез}$ и падение напряжения при резонансе на цепочке $R = R_1 + R_2$ в табл. 4.1.

г) установить сопротивление цепочки $R = R_1 + R_2 = 9$ кОм; собрать схему, показанную на рис. 4.2,;

д) перестраивая частоту генератора от 150 до 500 Гц с шагом 50 Гц для получения резонансной кривой, измерить падение напряжения U_2 на резисторе $R = R_1 + R_2$; результаты занести в табл. 4.2; разобрать схему;

Таблица 4.2

Измерения			Вычисления	
F , Гц	U_1 , В	U_2 , В	I_1 , мА	I_2 , мА
150				
—				
—				
—				
500				

е) занести значение резонансной частоты $f_{2рез}$ и падение напряжения при резонансе на цепочке $R = R_1 + R_2$ в табл. 4.1.

4 Провести обработку полученных экспериментальных данных:

а) по результатам пп. 3(б) и 3(г) рассчитать ток потребляемый цепью при перестройке частоты, используя значения падения напряжения на цепочке $R = R_1 + R_2$;

б) полученные результаты занести в табл. 4.2.

Контрольные вопросы

- 1 Сформулируйте понятие активной, реактивной и полной мощности электрической цепи.
- 2 Сформулируйте на примере понятие эквивалентной комплексной проводимости цепи, содержащей R , L и C элементы.
- 3 Что представляет собой резонанс токов, и какие условия необходимы для его возникновения?
- 4 Опишите в сравнении, какие энергетические процессы происходят в цепи при резонансе токов и резонансе напряжений.
- 5 Дайте определение коэффициента мощности и назовите основные факторы, оказывающие влияние на его величину.
- 6 Сформулируйте способы повышения значения коэффициента мощности.
- 7 Возможно ли одновременное возникновение и резонанса токов и резонанса напряжений в цепи со смешанным (последовательно направленным) соединением нагрузок?
- 8 Сформулируйте, каким образом определяется проводимость ветвей разветвленной цепи с активно-реактивными элементами.
- 9 Опишите на примере правило построения векторной диаграммы для неразветвленной цепи.
- 10 Опишите на примере правило построения векторной диаграммы для разветвленной цепи.

Лабораторная работа 5

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ С АКТИВНО-РЕАКТИВНЫМИ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ

Цель работы: Получить навыки экспериментального и расчетного определения токов и напряжений в сложной электрической цепи переменного тока.

Задание

- 1 Измерить основные параметры элементов электрической цепи.
- 2 Измерить токи в ветвях электрической цепи и падения напряжения на элементах цепи.
- 3 По экспериментальным данным рассчитать токи в ветвях и падения напряжения на элементах цепи.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и элементами лабораторного стенда.
- 2 Измерить основные параметры элементов лабораторного стенда:
 - а) измерить сопротивления резисторов R_1 , R_2 , R_3 , индуктивность катушек L_1 , L_2 и емкость конденсаторов C_1 , C_2 ; данные занести в табл. 1;
 - б) включить питание и измерить напряжение источников E_1 и E_2 , данные занести в табл. 5.1;
 - в) выключить питание.
- 3 Измерить падения напряжения и токи в ветвях цепи, для чего:
 - а) собрать схему, показанную на рис. 5.1, включить питание;
 - б) измерить падения напряжения на всех элементах цепи, данные занести в табл. 5.2;
 - в) измерить токи в ветвях цепи и межузловое напряжение U_{ab} , данные занести в табл. 5.3;
 - г) выключить питание и разобрать схему.
- 4 По полученным экспериментальным данным определить:
 - а) используя данные, полученные в п. 2 рассчитать токи в ветвях схемы методом межузлового напряжения; данные занести в табл. 5.3;
 - б) используя рассчитанные в предыдущем пункте токи в ветвях схемы, а также данные п. 2, рассчитать падения напряжения на всех элементах цепи; результаты занести в табл. 5.2.

Измерения								
R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	L_2 , Гн	L_3 , Гн	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	E_1 , В	E_2 , В

Таблица 5.2

Таблица 5.3

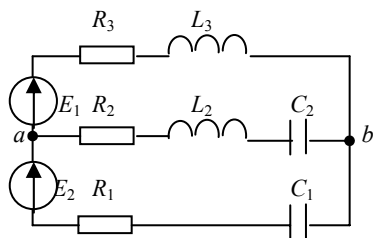


Рис. 5.1

Элемент	Падение напряжения, В	
	Измерения	Вычисления
R_1		
R_2		
R_3		
L_2		
L_3		
C_1		
C_2		

Ток	Измерения	Вычисления
I_1 , мА		
I_2 , мА		
I_3 , мА		

Контрольные вопросы

- 1 Поясните, в чем заключаются особенности расчета сложных электрических цепей переменного тока.
- 2 Применимы ли методы анализа и расчета электрических цепей постоянного тока к электрическим цепям переменного тока?
- 3 Возможно ли при определенных условиях возникновение резонанса напряжений в схеме на рис. 5.1?
- 4 Возможно ли при определенных условиях возникновение резонанса токов в схеме на рис. 5.1?
- 5 Возможно ли при определенных условиях одновременное возникновение резонанса токов и напряжений в схеме на рис. 5.1?
- 6 Каким образом рассчитываются падения напряжений на активных и реактивных элементах электрической цепи переменного тока?
- 7 Дайте определение линейного четырехполюсника и опишите его работу системой линейных уравнений.
- 8 Опишите Т-образную схему замещения четырехполюсника.
- 9 Опишите П-образную схему замещения четырехполюсника.
- 10 Опишите основные параметры, характеризующие симметричный четырехполюсник.

Лабораторная работа 6

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Цель работы: Получить навыки снятия вольтамперных характеристик (ВАХ) линейных и нелинейных элементов цепи и определения их рабочих режимов.

Задание

- 1 Снять ВАХ линейной и нелинейной электрических цепей постоянного тока.
- 2 Используя метод пересечения характеристик, определить рабочую точку нелинейного элемента.
- 3 **Используя полученные ВАХ, произвести графоаналитическим методом расчет последовательной и параллельной нелинейных цепей постоянного тока.**

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием стенда.
- 2 Снять ВАХ линейного элемента:
 - а) **собрать схему, показанную на рис. 6.1;**
 - б) изменяя напряжение на резисторе R_1 от 0,05 до 0,7 В с шагом 0,05 В, снять его ВАХ;
 - в) разобрать схему, полученные результаты занести в табл. 6.1.

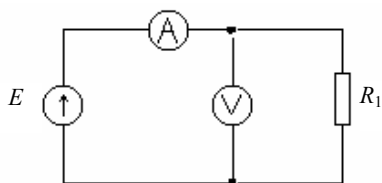


Рис. 6.1

- 3 Снять ВАХ нелинейного элемента:
 - а) собрать схему, показанную на рис. 6.2;

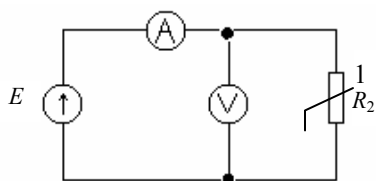


Рис. 6.2

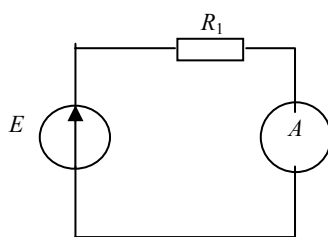


Рис. 6.3

- б) изменяя напряжение на нелинейном резисторе R_2 от 0,05 до 0,7 В с шагом 0,05 В, снять его ВАХ;
- в) разобрать схему, полученные результаты занести в табл. 6.1.

4 Используя метод пересечения характеристик, определить рабочую точку нелинейного элемента:

- а) установить регулятор напряжения

на стенде в крайнее правое положение;

- б) определить напряжение холостого хода источника E ;
- в) собрать схему, показанную на рис. 6.3, и определить ток короткого замыкания I_K ;
- г) разобрать схему, построить нагрузочную прямую на графике ВАХ нелинейного элемента;
- д) определить рабочую точку нелинейного элемента;

е) полученные результаты занести в табл. 6.2.

5 По полученным данным пп. 2 и 3 построить на единой координатной плоскости ВАХ R_1 и R_2 .

6 Используя ВАХ, полученные в пп. 2 и 3, произвести графоаналитическим методом расчеты:

- а) результирующей ВАХ последовательной цепи, показанной на рис. 6.4;
- б) результирующей ВАХ параллельной цепи, показанной на рис. 6.5.

Таблица 6.1

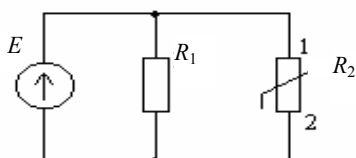


Рис. 6.5

Измерения		Вычисления	
$E_x, В$	$I_k, А$	Рабочая точка	
		$U_p, В$	$I_p, мА$

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение линейной и нелинейной электрических цепей.
- 2 Каким образом, возможно приблизить к линейному виду ВАХ нелинейного элемента?
- 3 Поясните метод кусочно-линейной аппроксимации нелинейной характеристики элемента.
- 4 Сформулируйте метод эквивалентных преобразований для анализа и расчета нелинейной электрической цепи.
- 5 **Сформулируйте метод пересечения характеристик для анализа и расчета нелинейной электрической цепи.**
- 6 Нарисуйте схему для снятия ВАХ нелинейных элементов.
- 7 Поясните особенности инерционных и безинерционных нелинейных элементов.
- 8 Будет ли оказывать влияние величина внутреннего сопротивления источника E (рис. 6.3) на положение рабочей точки нелинейного элемента?
- 9 Объяснить, каким образом будет определяться результирующая ВАХ электрической цепи, состоящей из двух параллельно и одного последовательно включенных нелинейных элементов.
- 10 Если в схеме на рис. 6.5 источник эдс E заменить на источник тока, а в качестве нелинейного элемента R_2 использовать терморезистор, то будет ли меняться от температуры ток в ветви резистора R_1 ?

Лабораторная работа 7

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Цель работы: Получить навыки исследования переходных процессов в линейных электрических цепях при наличии одного и двух накопителей энергии. Установить влияние параметров исследуемой цепи на характер переходного процесса. Приобрести навыки применения электронного осциллографа для исследования и измерения быстропротекающих периодических несинусоидальных электрических величин.

ЗАДАНИЕ

- 1 Исследовать переходные процессы в $R-C$, $R-L$ и $R-L-C$ цепях при подключении к генератору прямоугольных импульсов.
- 2 По экспериментальным данным определить параметры, характеризующие переходные процессы в исследуемых цепях, и сравнить их с соответствующими параметрами, полученными расчетным путем.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и элементами лабораторного стенда.
При зарисовке осциллограмм в отчете необходимо указывать на них период сигнала, его амплитуду, амплитуду переходных процессов и их продолжительность.

Примечание. Все значения τ выражены в микросекундах (мкс)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Дайте определение установившегося и переходного процессов в электрической цепи.
- 2 Дайте определение постоянной времени электрической цепи.
- 3 Поясните, в течение какого промежутка времени переходный процесс в электрической цепи считается практически законченным.
- 4 Определите постоянную времени электрической цепи по экспериментальным зависимостям тока и напряжения переходного процесса.
- 5 Укажите, от каких параметров зависит постоянная времени неразветвленных $R-C$ - и $R-L$ -цепей.
- 6 Как определить емкость конденсатора или сопротивление резистора, на который разряжается конденсатор, по кривой его разрядки на экране осциллографа?
- 7 Напишите выражение для переходного напряжения на конденсаторе при включении $R-C$ -цепи под постоянное напряжение.
- 8 Напишите выражение для переходного тока при включении электрической $R-C$ -цепи под постоянное напряжение.
- 9 Назовите устройства, использующие явления, возникающие при переходных процессах в электрических цепях.
- 10 Дайте определение законов коммутации.

Лабораторная работа 8

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Цель работы: Исследовать режимы работы симметричного и несимметричного потребителей электрической энергии в трехфазной электрической цепи.

Задание

- 1 Исследовать трехпроводную и четырехпроводную трехфазные цепи при соединении потребителей электроэнергии звездой и установить соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями при симметричном и несимметричном режимах работы.
- 2 Исследовать трехфазную цепь при соединении потребителей треугольником и установить соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями.
- 3 Провести обработку полученных результатов.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и элементами лабораторного стенда.
- 2 Исследовать трехфазную цепь при соединении потребителей электрической энергии звездой по трехпроводной схеме, для чего:
 - а) установить симметричную нагрузку ($R_a = R_b = R_c = 100 \text{ Ом}$);
 - б) собрать схему, показанную на рис. 8.1, включить питание;

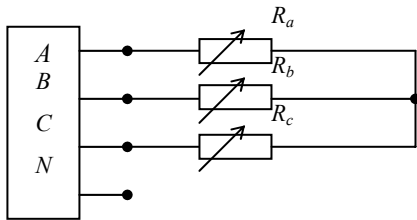


Рис. 8.1

- в) измерить фазные и линейные напряжения в цепи, данные занести в табл. 8.1;
- г) измерить фазные и линейные токи, данные занести в табл. 8.1;
- д) выключить питание, установить несимметричную нагрузку ($R_a = 100 \text{ Ом}$, $R_b = 150 \text{ Ом}$, $R_c = 200 \text{ Ом}$), включить питание;
- е) произвести измерения, описанные в пунктах (в) и (г); данные занести в табл. 8.1; выключить питание.

3 Исследовать трехфазную цепь при соединении потребителей электрической энергии звездой по четырехпроводной схеме, для чего:

- а) добавить к исследуемой цепи нейтральный провод (см. рис. 8.2);
- б) повторить измерения, проведенные в пунктах 2 (б – е); данные занести в табл. 8.1;
- в) выключить питание, разобрать схему.

4 Исследовать трехфазную цепь при соединении потребителей электрической энергии треугольником, для чего:

- а) установить симметричную нагрузку ($R_a = R_b = R_c = 100 \text{ Ом}$);
- б) собрать схему, показанную на рис. 8.3; включить питание;

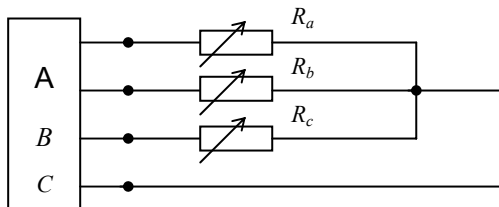


Рис. 8.2

- в) измерить линейные напряжения в цепи, данные занести в табл. 8.2;
- г) измерить линейные и фазные токи в цепи, данные занести в табл. 8.2, выключить питание;

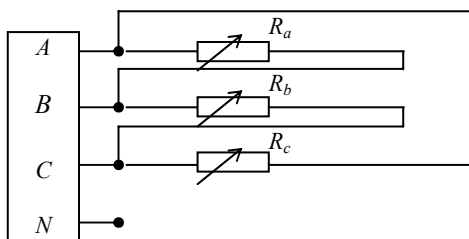


Рис. 8.3

- д) установить несимметричную нагрузку ($R_a = 100 \text{ Ом}$, $R_b = 150 \text{ Ом}$, $R_c = 200 \text{ Ом}$), включить питание;
 - е) произвести измерения, описанные в пунктах (в) и (г), данные занести в табл. 8.2;
 - ж) выключить питание, разобрать схему.
- 5 Провести обработку полученных экспериментальных данных:

а) по результатам пп. 2 и 3 рассчитать мощность, потребляемую каждой фазой и суммарную мощность потребителя; данные занести в табл. 8.1;

б) по результатам пп. 2 и 3 рассчитать отношение линейного напряжения к фазному, данные занести в табл. 8.1;

в) по результатам п. 4 рассчитать мощность, потребляемую каждой фазой и суммарную мощность потребителя; данные занести в табл. 8.2;

г) по результатам п. 4 рассчитать отношение линейного тока к фазному, данные занести в табл. 8.2;

д) по результатам п. 2 построить векторные диаграммы токов и напряжений для симметричной и несимметричной нагрузок.

Таблица 8.1

Схема цепи	Измерения										Вычисления				
	I_a , мА А	I_b , мА А	I_c , мА А	I_N , мА А	U_a , В	U_b , В	U_c , В	U_a , В _b	U_b , В _c	U_a , В _c	P_a , Вт	P_b , Вт	P_c , Вт	P , Вт	$\frac{U_{\text{л}}}{U_{\text{ф}}}$
Соединение звездой без нейтрального провода															
Симметричная															
Несимметричная															
Соединение звездой с нейтральным проводом															
Симметричная															
Несимметричная															

Таблица 8.2

Схема цепи	Измерения									Вычисления			
	I_a , мА	I_b , мА	I_c , мА	U_a , В _b	U_{cb} , В	U_{ac} , В	I_{ab} , мА	I_{cb} , мА	I_{ac} , мА	P_a , Вт	P_b , Вт	P_c , Вт	P , Вт
Симметричная													
Несимметричная													

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определения трехфазной системы синусоидального тока.
- 2 Укажите способы соединения потребителей в трехфазной системе.

3 Объясните назначение нейтрального провода и поясните, почему в этот провод не включаются разъединители и предохранители.

4 Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при соединении потребителей электроэнергии звездой и треугольником?

5 Укажите условия симметрии трехфазного потребителя электроэнергии.

6 Как изменятся напряжения и токи потребителя электроэнергии в четырехпроводной трехфазной симметричной системе при отключении нейтрального провода?

7 Чем может быть вызвано смещение нейтрали в нагрузке, подключенной по четырехпроводной схеме?

8 Изобразите схемы соединения обмоток трехфазного генератора звездой и треугольником и поясните их работу.

9 Запишите расчетные соотношения для полной, активной и реактивной мощностей в симметричной и несимметричной трехфазных цепях.

10 Изобразите векторные диаграммы напряжений и токов для симметричной нагрузки при включении ее по схеме звезды и треугольника.

Лабораторная работа 9

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ С МАГНИТОПРОВОДОМ

Цель работы: Получить навыки экспериментального и расчетного определения параметров катушки индуктивности с сердечником в цепи переменного тока.

Задание

- 1 Измерить основные параметры катушки индуктивности с сердечником.
- 2 Исследовать катушку индуктивности с сердечником в цепи переменного тока.
- 3 Провести обработку результатов измерений.

Основные характеристики исследуемой катушки индуктивности

Катушка выполнена на кольцевом ленточном магнитопроводе с площадью поперечного сечения $S = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ и содержит $w = 742$ витка, номинальное рабочее напряжение катушки 40 В.

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с измерительными приборами и элементами лабораторного стенда. Занести в отчет по лабораторной работе технические данные исследуемой катушки индуктивности.

2 Измерить основные параметры элементов лабораторного стенда:

а) измерить индуктивность и активное сопротивление катушки, результат занести в табл. 9.1;

б) включить питание и измерить значение напряжения источника E , результат занести в табл. 9.1;

в) выключить питание.

3 Исследовать работу катушки индуктивности в цепи переменного тока, для чего:

а) установить максимальное значение цепочки $R + R_{\text{доп}}$;

б) собрать схему, показанную на рис. 9.1, и включить питание;

в) снять ВАХ катушки, изменяя с помощью резистора $R_{\text{доп}}$ ток в цепи от 5 до 30 мА с шагом 5 мА; данные занести в табл. 9.2;

г) выключить питание и разобрать схему.

4 Исследовать форму кривой тока в цепи с катушкой индуктивности, для чего:

- а) установить минимальное значение цепи $R + R_{\text{доп}}$;
- б) собрать схему, показанную на рис. 9.2, и включить питание;
- в) подключить осциллограф параллельно цепи $R + R_{\text{доп}}$, снять осциллограмму кривой тока и занести ее в отчет;
- г) выключить питание и разобрать схему.

5 Провести обработку экспериментальных данных:

а) используя данные, полученные в п. 3 рассчитать мощность потерь энергии катушки для каждого значения тока, результаты занести в табл. 9.2;

б) используя данные, полученные в пп. 2 и 3 рассчитать мощность потерь энергии, обусловленную активным сопротивлением катушки для каждого значения тока; результаты занести в табл. 9.2;

в) на основании результатов предыдущих двух пунктов рассчитать мощность потерь энергии в стали на перемагничивание и вихревые токи для каждого значения тока; результаты занести в табл. 9.2;

г) используя результаты предыдущих трех пунктов рассчитать для каждого значения тока величину магнитного сопротивления, результаты занести в табл. 9.2;

д) на основании данных табл. 9.2 построить графические зависимости $U(I)$, $P(I)$, $P_{\text{э}}(I)$, $P_{\text{ст}}(I)$, $R_0(I)$.

Таблица 9.1

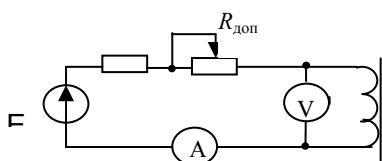


Рис. 9.1

Измерения		
L , Гн	R , Ом	E , В

Таблица 9.2

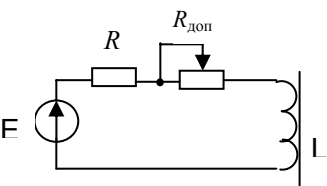


Рис. 9.2

Измерения		Вычисления			
I , мА	U , В	P , Вт	$P_{\text{эл}}$, Вт	$P_{\text{ст}}$, Вт	R_0 , Ом
5					

–					
–					
–					
30					

Контрольные вопросы

- 1 Что такое магнитная цепь и каковы назначение и области применения магнитных цепей?
- 2 Сформулируйте закон полного тока для магнитной цепи.
- 3 По каким признакам классифицируют магнитные цепи?
- 4 Поясните применение закона полного тока для расчета магнитных цепей.
- 5 Сформулируйте закон Ома для магнитной цепи.
- 6 Какая задача является прямой, а какая обратной при расчете неразветвленных магнитных цепей?
- 7 Какова методика расчета симметричных разветвленных магнитных цепей?
- 8 Чем объяснить влияние индуктивной катушки со стальным магнитопроводом, питаемой синусоидальным напряжением, на форму кривой тока?
- 9 Поясните схему замещения реальной катушки индуктивности со стальным магнитопроводом.
- 10 Что выражает кривая намагничивания и как ею пользоваться при расчетах магнитных цепей?

Лабораторная работа 10

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Цель работы: Ознакомиться с устройством и принципом работы однофазного трансформатора, получить навыки исследования работы однофазных трансформаторов.

Задание по работе

- 1 Провести опыт холостого хода исследуемого однофазного трансформатора.
- 2 Осуществить режим нагрузки однофазного трансформатора путем включения во вторичную цепь нагрузочных сопротивлений различных номиналов.
- 3 Провести опыт короткого замыкания однофазного трансформатора.
- 4 На основании полученных экспериментальных данных определить основные параметры трансформатора и построить его рабочую характеристику.

Основные характеристики исследуемого трансформатора

Трансформатор выполнен на кольцевом ленточном магнитопроводе с площадью поперечного сечения $S = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$; первичная обмотка содержит $w = 742$ витка, ее рабочее напряжение $U_1 = 40 \text{ В}$; номинальный ток первичной обмотки $I_{1\text{ном}} = 25 \text{ мА}$, коэффициент мощности короткого замыкания $\cos \varphi_k = 0,5$, коэффициент мощности холостого хода $\cos \varphi_x = 0,1$.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием лабораторного стенда, занести в отчет по лабораторной работе технические характеристики исследуемого трансформатора.
- 2 Провести опыт холостого хода трансформатора:
 - а) собрать схему, показанную на рис. 10.1;

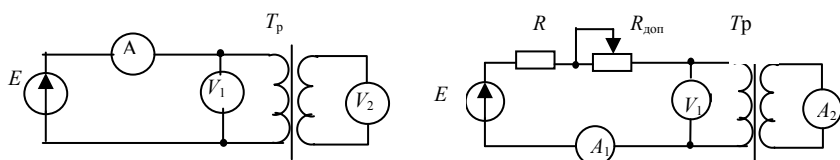


Рис. 10.1

Рис. 10.2

б) определить ток холостого хода в первичной обмотке I_{1x} , напряжение холостого хода U_{2x} на вторичной обмотке, напряжение холостого хода на первичной обмотке U_1 , данные занести в табл. 10.1;

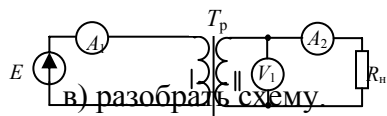


Таблица 10.1

- 3 Провести опыт короткого замыкания трансформатора:
- собрать схему, показанную на рис. 10.2;
 - медленно вращая регулятор $R_{доп}$ добиться того, чтобы амперметр A_1 показывал ток равный номинальному току $I_{ном}$; снять показания амперметра A_2 и вольтметра V_1 ; данные занести в табл. 10.1;
 - разобрать схему.

4 Провести опыт нагрузки однофазного трансформатора:

- измерить значения сопротивлений $R_{н1}, R_{н2}, R_{н3}, R_{н4}, R_{н5}$;
- собрать схему, показанную на рис. 10.3;

Таблица 10.2

Измерения					Вычисления		
Нагрузка	R_n , Ом	U_{2n} , В	I_{1n} , мА	I_{2n} , мА	β	η	S , В·А
$R_{н1}$							
$R_{н2}$							
$R_{н3}$							
$R_{н4}$							
$R_{н5}$							

в) подключая к вторичной обмотке трансформатора поочередно нагрузочные резисторы $R_{н1}, R_{н2}, R_{н3}, R_{н4}, R_{н5}$, определить показания вольтметра V_2 и амперметров A_1 и A_2 ; данные занести в табл. 10.2;

г) разобрать схему.

5 По результатам опыта холостого хода определить:

- коэффициент трансформации и число витков вторичной обмотки;
- активную мощность потерь холостого хода и магнитные потери мощности в магнитопроводе

$$P_1 = P_M = P_x = U_1 I_{1x} \cos \varphi_x;$$

в) амплитудные значения магнитного потока и магнитной индукции в сердечнике трансформатора

$$\Phi_m = U_{2x} / (4,44 f_1 w_2), \quad B_m = \Phi_m / S;$$

г) параметры намагничивающего контура (пренебрегая падением напряжений на R_1 и X_1 от I_0):

$$R_0 = \frac{P_1}{I_{1x}^2}, \quad Z_0 = \frac{U_1}{I_{1x}}, \quad X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2};$$

д) полученные данные занести в табл. 10.3.

6 По результатам опыта короткого замыкания определить:

а) активную мощность потерь короткого замыкания и электрические потери мощности трансформатора

$$P_3 = P_K = U_{1K} I_{1K} \cos \varphi_K;$$

б) номинальный ток вторичной обмотки $I_{2ном} = I_{2к}$;

в) параметры схемы замещения $R_K = R_1 + R'_2 = P_K / I_{1K}^2, Z_K = U_{1K} / I_{1K}, X_K = X_1 + X'_2 = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2}$;

г) максимальный коэффициент нагрузки $\beta_{max} = \sqrt{\frac{P_x}{P_K}}$;

д) полученные данные занести в табл. 10.3.

Таблица 10.3

Вычисления													
n	w_2	$P_M = P_x, \text{ Вт}$	$\Phi_m, \text{ Вб}$	$B_m, \text{ Тл}$	$R_0, \text{ Ом}$	$X_0, \text{ Ом}$	$Z_0, \text{ Ом}$	$P_K = P_\Sigma, \text{ Вт}$	$I_{2\text{ном}} = I_{2к}, \text{ МА}$	$R_K, \text{ Ом}$	$X_K, \text{ Ом}$	$Z_K, \text{ Ом}$	β_{max}

7 По результатам опыта нагрузки для каждого сопротивления R_H определить:

а) коэффициент нагрузки $\beta = I_2 / I_{2\text{ном}}$;

б) полную мощность $S = U_{2H} \cdot I_{2H}$;

в) КПД $\eta = \frac{\beta S \cos \varphi_H}{\beta S \cos \varphi_H + \beta^2 P_K + P_x}$;

г) полученные данные занести в табл. 10.2.

8 По данным измерений и расчетов построить в единой координатной системе внешнюю $U_2(I_2)$ и рабочие характеристики трансформатора $I_1(I_2)$, $\eta(I_2)$, рис. 10.4.

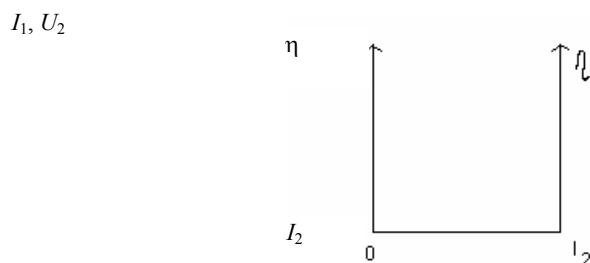


Рис. 10.4

Контрольные вопросы

- 1 Опишите устройство и принцип работы трансформатора.
- 2 Какие параметры трансформатора определяются в опыте холостого хода?
- 3 Какие параметры трансформатора определяются в опыте короткого замыкания?
- 4 Какие потери энергии возникают в трансформаторе в процессе передачи электрической энергии из первичной обмотки во вторичную?
- 5 Опишите устройство и принцип работы трехфазного трансформатора.
- 6 Опишите устройство и принцип работы автотрансформатора.
- 7 В каких случаях применяется параллельная работа трансформаторов, и какие условия при этом должны быть соблюдены?
- 8 В чем заключаются особенности эксплуатации измерительных трансформаторов?
- 9 Каким образом ток нагрузки влияет на напряжение вторичной обмотки трансформатора?
- 10 Поясните работу нагруженного трансформатора на примере его схемы замещения.

Лабораторная работа 11

ИССЛЕДОВАНИЕ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

Цель работы: Ознакомиться на примере микродвигателей с работой машины постоянного тока в режимах двигателя и генератора. Получить навыки практического использования двигателей и генераторов постоянного тока.

Задание

- 1 Собрать схему исследования машины постоянного тока в режиме двигателя и определить ее основные характеристики.
- 2 Собрать схему исследования машины постоянного тока в режиме генератора и определить ее основные характеристики.
- 3 Провести обработку полученных экспериментальных данных.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием лабораторного стенда.
- 2 Измерить сопротивления якорей микродвигателей D_1 и D_2 , учитывая при этом погрешность, вносимую внутренним сопротивлением измерительного прибора; результаты измерений занести в табл. 11.1.
- 3 Исследовать работу машины постоянного тока на холостом ходу в режиме двигателя и генератора, для чего:
 - а) установить максимальное значение сопротивления R ;
 - б) собрать схему, показанную на рис. 11.1, включить питание стенда (5 вольт);
 - в) плавно уменьшать сопротивление R ; зафиксировать значения тока и напряжения, при котором двигатель начинает вращение, данные занести в табл. 11.1;
 - г) снять ВАХ двигателя D_1 и напряжение на генераторе D_2 при изменении с помощью резистора R тока в цепи от 50 до 170 мА с шагом 10 мА, полученные результаты занести в табл. 11.2.
 - д) выключить питание, разобрать схему;

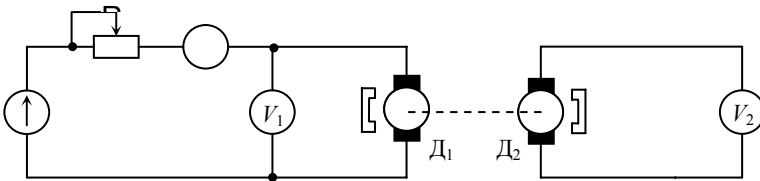


Рис. 11.1

- 4 Исследовать работу машины постоянного тока под нагрузкой в режиме двигателя и генератора, для чего:
 - а) установить максимальное значение сопротивления R ;
 - б) собрать схему, показанную на рис. 11.2, включить питание;
 - в) снять ВАХ генератора D_2 и ток в цепи двигателя D_1 при изменении с помощью резистора R тока в цепи от 50 до 170 мА с шагом 10 мА, полученные результаты занести в табл. 11.2;
 - г) выключить питание, разобрать схему.

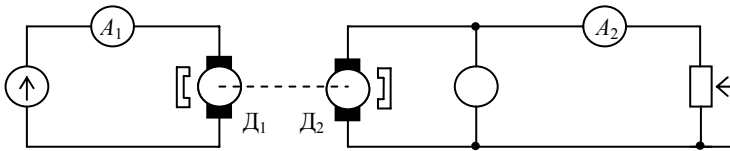


Рис. 11.2

- 5 По результатам работы произвести следующие расчеты:
 - а) по результатам пп. 2 и 3 (г), для значения тока якоря равного 100 мА определить эдс якоря, электрическую мощность, потребляемую двигателем D_1 от источника, электромагнитную мощность и мощность электрических потерь в цепи якоря двигателя;
 - б) по результатам пп. 2 и 4 (в), для значения тока якоря равного 100 мА определить эдс генератора, мощность электромагнитную, мощность, потребляемую приемником и мощность электрических потерь в якоря;
 - в) полученные результаты занести в табл. 11.1;

г) по результатам пп. 3 (г) и 4 (в) построить графические зависимости (см. рис. 11.3, а и 11.3, б соответственно).

ТАБЛИЦА 11.1

Измерения				Вычисления							
$I_{вр},$ мА	$U_{вр},$ В	$R_{я1},$ Ом	$R_{я2},$ Ом	$E_1,$ В	$P_{эм1},$ Вт	$P_{э1},$ Вт	$\Delta P_{эя},$ 1, Вт	$E_2,$ В	$P_{эм2},$ Вт	$P_{э2},$ Вт	$\Delta P_{эя},$ 2, Вт

Таблица 11.2

Измерения				
$I,$ мА	$U_{д1},$ В	$U_{г2},$ В	$I_{д1},$ мА	$U'_{г2},$ В
50				
—				
—				
170				

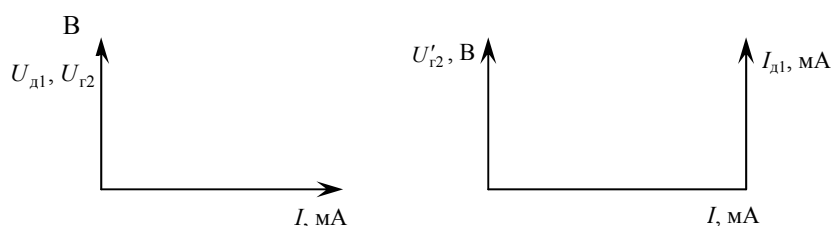


Рис. 11.3

Контрольные вопросы

- 1 Опишите устройство и принцип работы машины постоянного тока.
- 2 Назовите способы возбуждения МПТ.
- 3 Объясните назначение дополнительных полюсов в МПТ.
- 4 Каким образом определяется КПД машины постоянного тока и какие мощности потерь оказывают на него влияние?
- 5 Опишите работу МПТ в режиме генератора.
- 6 Опишите работу МПТ в режиме двигателя.
- 7 Запишите уравнения электрического состояния цепи якоря генератора и баланса мощностей цепи якоря генератора и поясните их.
- 8 Запишите уравнение электрического состояния цепи якоря двигателя и баланса мощностей цепи якоря двигателя и поясните их.
- 9 Назовите, какими способами можно управлять частотой вращения двигателей постоянного тока и как производится реверс двигателя?
- 10 Поясните устройство и принцип работы универсального коллекторного двигателя.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Электротехника** и основы электроники / Под ред. О.П. Глудкина, Б.П. Соколова. М.: Высш. школа, 1993, 445 с.
- 2 **Касаткин А.С., Немцов Н.М.** Электротехника. М.: Высшая школа, 2002. 542 с.
- 3 **Панфилов Д.И.** и др. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Практикум на Electronics Workbench. М.: Додека, 1999. 304 с.
- 4 **Электротехника** / Под ред. В.С. Пантюшина. М.: Высш. шк., 1976. 560 с.