

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

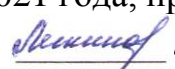
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске
Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2021 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу
МДК.03.02 «Аппаратура для ремонта и наладки устройств электроснабжения»
специальности
13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой)
комиссии общепрофессиональных дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
технического профиля
«14» июня 2021 года, протокол № 13
Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2021

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.03 «Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей», требованиями Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2017 № 1216 и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
- ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
- ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
- ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
- ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
- ОК 11 Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.
- ПК 2.3 Выполнять основные виды работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок, систем релейных защит и автоматизированных систем;

Изучение профессионального модуля направлено на освоение основного вида деятельности «Организация работ по ремонту оборудования электрических подстанций и сетей»

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь**:

- выполнять требования по планированию и организации ремонта оборудования;
- контролировать состояние электроустановок и линий электропередачи;
- устранять выявленные повреждения и отклонения от нормы в работе оборудования;
- выявлять и устранять неисправности в устройствах электроснабжения, выполнять основные виды работ по их ремонту;
- составлять расчетные документы по ремонту оборудования;
- рассчитывать основные экономические показатели деятельности производственного подразделения;
- проверять приборы и устройства для ремонта и наладки оборудования электроустановок и выявлять возможные неисправности;
- настраивать, регулировать устройства и приборы для ремонта оборудования электроустановок и производить при необходимости их разборку и сборку.

При выполнении лабораторных работ студент должен **знать**:

- виды ремонтов оборудования устройств электроснабжения;
- методы диагностики и устранения неисправностей в устройствах электроснабжения;
- технологию ремонта оборудования устройств электроснабжения;
- методические, нормативные и руководящие материалы по организации учета и методам обработки расчетной документации;
- порядок проверки и анализа состояния устройств и приборов для ремонта и наладки оборудования электроустановок;
- технологию, принципы и порядок настройки и регулировки устройств и приборов для ремонта оборудования электроустановок и линий электроснабжения.

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов междисциплинарного курса.

Объем лабораторных занятий определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторного занятия - 2 академических часа. Перед проведением лабораторного занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ междисциплинарного курса содержит 5 лабораторных занятия.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

МДК.03.02 Аппаратура для ремонта и наладки устройств электроснабжения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Изучение различных датчиков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Проверка электрических счётчиков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Определение электрической прочности трансформаторного

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Диагностирование электрических машин методом вибродиагностики

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: Диагностирование электрических машин методом вибродиагностики

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Изучение различных датчиков

Цель работы: научиться измерять параметры электрических сигналов комбинированным прибором.

Справочный материал

Амперметр – прибор для измерения силы тока в амперах. Шкалу амперметров градуируют в микроамперах, миллиамперах, амперах или килоамперах в соответствии с пределами измерения прибора. В электрическую цепь амперметр включается последовательно с тем участком электрической цепи, силу тока в котором измеряют; для увеличения предела измерений — с шунтом или через трансформатор.

Наиболее распространены амперметры, в которых движущаяся часть прибора со стрелкой поворачивается на угол, пропорциональной величине измеряемого тока.

Амперметры бывают магнитоэлектрическими, электромагнитными, электродинамическими, тепловыми, индукционными, детекторными, термоэлектрическими и фотоэлектрическими.

Магнитоэлектрическими амперметрами измеряют силу постоянного тока; индукционными и детекторными — силу переменного тока; амперметры других систем измеряют силу любого тока. Самыми точными и чувствительными являются магнитоэлектрические и электродинамические амперметры.

Принцип действия магнитоэлектрического прибора основан на создании крутящего момента, благодаря взаимодействию между полем постоянного магнита и током, который проходит через обмотку рамки. С рамкой соединена стрелка, которая перемещается по шкале. Угол поворота стрелки пропорционален силе тока.

Электродинамические амперметры состоят из неподвижной и подвижной катушек, соединённых параллельно или последовательно. Взаимодействия между токами, которые проходят через катушки, вызывает отклонения подвижной катушки и соединённой с ней стрелки. В электрическом контуре амперметр соединяется последовательно с нагрузкой, а при высоком напряжении или больших токах — через трансформатор.

Вольтметр- измерительный прибор непосредственного отсчёта для определения напряжения или ЭДС в электрических цепях. Подключается параллельно нагрузке или источнику электрической энергии

По принципу действия вольтметры разделяются на: электромеханические — магнитоэлектрические, электромагнитные, электродинамические, электростатические, выпрямительные, термоэлектрические; электронные — аналоговые и цифровые. По назначению: постоянного тока; переменного тока;

импульсные; фазочувствительные; селективные; универсальные. По конструкции и способу применения: щитовые; переносные; стационарные.

Комбинированные приборы магнитоэлектрической системы.

Для измерения в цепях постоянного тока используются комбинированные приборы магнитоэлектрической системы ампер-вольтметры. Технические данные о некоторых типах приборов приведены в таблице 1.

Магнитоэлектрические механизмы конструктивно могут быть выполнены с неподвижным магнитом и подвижной рамкой или с подвижным магнитом и неподвижной рамкой. Более широкое применение находят механизмы с неподвижным магнитом. Устройство такого измерительного механизма показано на рис. 1.1.

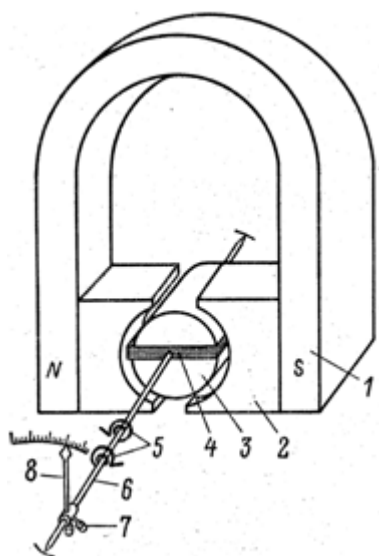


Таблица 1.1. Комбинированные приборы магнитоэлектрической системы.

Наименование	Тип	Класс точности	Пределы измерения
Милливольт-миллиамперметр	M82	0,5	15-3000 мВ; 0,15-60 мА
Вольтамперметр	M128	0,5	75 мВ-600 В; 5; 10; 20 А
Ампервольтметр	M231	1,5	75-0-75 мВ; 100-0-100 В; 0,005-0-0,005 А; 10-0-10 А
Вольтамперметр	M253	0,5	15 мВ-600 В; 0,75 мА-3 А
Милливольт-миллиамперметр	M254	0,5	0,15-60 мА; 15-3000 мВ
Микроампервольтметр	M1201	0,5	3-750 В;

			0,3-750 мкА
Вольтамперметр	M1107	0,2	45 мВ-600 В; 0,075 мА-30 А
Миллиампервольтметр	M45M	1	7,5-150 В; 1,5 мА
Вольтомметр	M491	2,5	3-30-300-600 В; 30-300-3000 кОм
Ампервольтметр	M493	2,5	3-300 мА; 3-600 В; 3-300 кОм
Ампервольтметр	M351	1	75 мВ-1500 В; 15 мкА-3000 мА; 200 Ом-200 МОм

Ход работы:

1.2.1. Измерить комбинированным прибором силу тока, данные записать в таблицу. №1.2.

1.2.2. Измерить комбинированным прибором напряжение, данные записать в таблицу. №1.2.

1.2.3. Измерить комбинированным прибором сопротивление, данные записать в таблицу. №1.2.

Таблица №1.2 Результаты измерений.

Наименование физической величины	№ опыта				
	1	2	3	4	5
Сила тока, А.					
Напряжение, В.					
Сопротивление, Ом.					

Контрольные вопросы:

1. В каких единицах измерений измеряют силу тока?
2. Как называется прибор для измерения сопротивления?
3. Классификация приборов по классу точности.
4. Назовите системы, по которым изготавливаются средства измерений.
5. Сколько классов точности средств измерений Вы знаете?

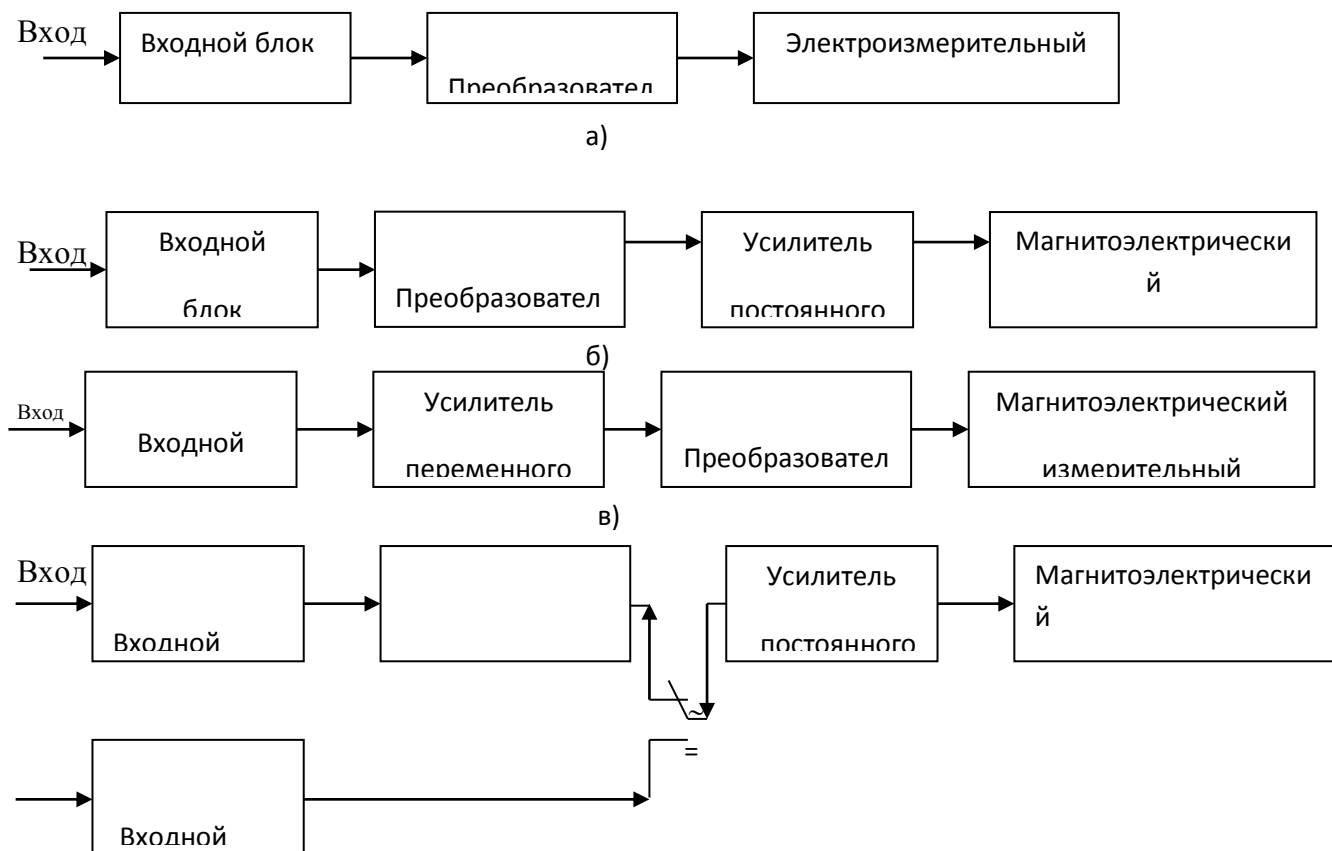
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Проверка электрических счётчиков

Цель работы: научиться измерять переменные напряжения цифровым вольтметром.

Справочный материал:

Для приборов, измеряющих напряжение переменного тока, характерны три варианта структурной схемы, что зависит от типа преобразователя (рис.2.1, а – в). Принцип действия вольтметра, построенного по схеме на рис.2.1,а, заключается в преобразовании напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока, которое измеряется стрелочным электроизмерительным прибором. Такие приборы пригодны лишь для измерения напряжения значительной амплитуды (их используют для контроля напряжения в низкочастотных и высокочастотных измерительных генераторах, модуляторах мощных генераторов и т.п.), так как для измерения малых напряжений они недостаточно чувствительны. Поэтому в подобных случаях применяют вольтметры, у которых после преобразователя либо до него дополнительно включен усилитель.



Ход работы:

- 1 Изучить функциональную схему вольтметра ВЗ-38А.
- 2 Изучить и знать назначение органов управления вольтметра.
- 3 Определить зависимости показаний вольтметра от частоты измеряемого напряжения.

4 Проверить правильность градуировки шкал вольтметра ВЗ-38А.

5 По результатам измерений и вычислений сделать выводы о качестве параметров вольтметра.

Контрольные вопросы

1. Каковы достоинства цифровых вольтметров?
2. Область применения цифровых вольтметров?
3. По каким основным схемам строятся цифровые вольтметры?
4. Какие требования предъявляются к усилителю переменного тока цифрового вольтметра?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Определение электрической прочности трансформаторного

Цель работы: ознакомление с методами и средствами измерения мощности электрического тока, получение навыков работы с измерительными приборами и обработки результатов измерений.

Справочный материал:

Измерение мощности. Мощность цепи постоянного тока определяется с помощью амперметра и вольтметра:

$$P = U \cdot I \quad (1)$$

где U – показание вольтметра, включенного на участке, где определяется мощность, В; I – показание амперметра на том же участке цепи, А.

Для измерения той же мощности может быть использован электродинамический ваттметр. Угол поворота подвижной части этого прибора, включенного в цепь, пропорционален мощности, значения которого нанесены на шкалу прибора

Методы и средства. Измерения мощности. Метода измерения мощности делятся на электрические, тепловые и механические. Электрические методы могут быть прямыми и косвенными. Тепловые и механические методы являются косвенными.

Косвенный электрический метод измерения мощности основан на использовании амперметра и вольтметра. Две возможные схемы измерения мощности при помощи амперметра и вольтметра приведены на рис. 1.а и б.

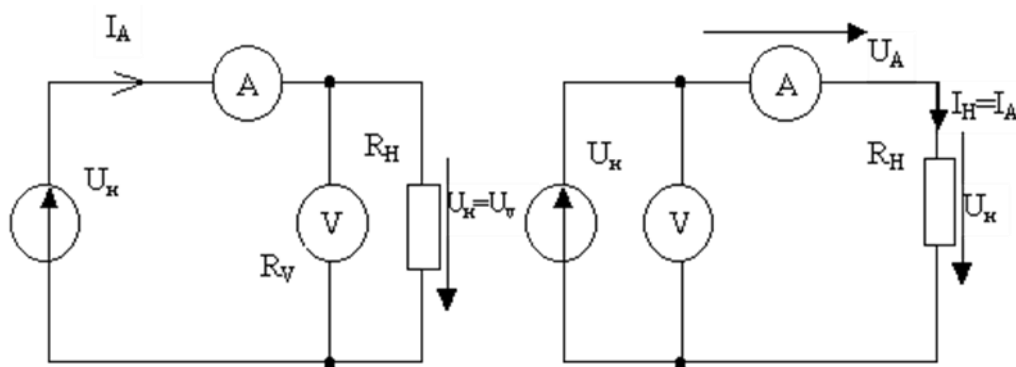


Рис.3.1.Схема включения измерительных приборов.

Для схемы, изображенной на рис. 3.1,а. расчетное значение мощности

$$P_{\Sigma} = P_{\Sigma} + P_V = U_{\Sigma} I_{\Sigma} + U_A I_V \quad (2)$$

отличается от мощности, потребляемой нагрузкой, на величину мощности $P_V = U_A I_V$, потребляемой вольтметром.

$$P_{\Sigma} = P_{\Sigma} + P_A = U_{\Sigma} I_{\Sigma} + U_A I_H \quad (3)$$

отличается от мощности потребляемой нагрузкой, на величину мощности $P_A = U_A I_H$, потребляемой амперметром.

При измерении мощности в цепях переменного тока формулы (2) и (3) можно использовать только при резистивной нагрузке, т.е. при $\cos\varphi=1$. При реактивной нагрузке в результате расчета получают полную мощность. Для исключения погрешностей, вызванных: подключением измерительных приборов, в результаты расчетов по формулам (2) и (3) вводят поправки

$$\sim P_v = \frac{U_H^2}{R_v} \quad (4)$$

$$\sim P_A = I_H^2 R_A \quad (5)$$

Прямой электрический метод измерения мощности основан на использовании электродинамических, ферродинамических или электронных ваттметров. Схемы включения электродинамических и ферродинамических ваттметров приведены на рис. 3.2. Схема, изображенная на рис. 3.2,а, аналогична включению амперметра и вольтметра по схеме рис. 3.1,а. Схема, изображенная на рис. 3.2,б, аналогична включению амперметра и вольтметра по схеме рис. 3.1,б. Уравнение шкала ваттметра без учета погрешностей, вносимых обмотками, имеет вид

$$\alpha = kP = kU_H I_H \cos\varphi, \quad (6)$$

где α - показание прибора, k - коэффициент пропорциональности.

В связи с тем, что катушки ваттметра имеют сопротивление и индуктивность, в показаниях прибора появляется дополнительная погрешность.

При учете сопротивления R_v и индуктивности L_v катушки напряжения ваттметра появляется дополнительная угловая погрешность

$$\delta_v = \operatorname{tg}\varphi \cdot \sin\gamma \quad (7)$$

где $\gamma = \arctg(\omega L_v / R_v)$ - дополнительный фазовый сдвиг, вносимый обмоткой ваттметра.

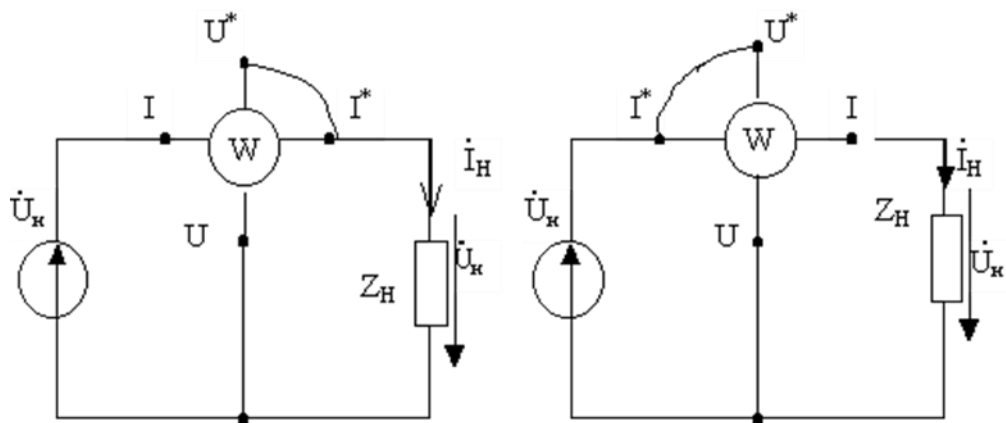


Рис.3.2. Схема подключения ваттметра в электрическую цепь.

Электронные ваттметры содержат перемножитель, выполняющий операцию перемножения напряжения и тока, и электронный вольтметр среднего или амплитудного значения напряжения. Структурная схема электронного ваттметра средней мощности приведена на рис.3.3.

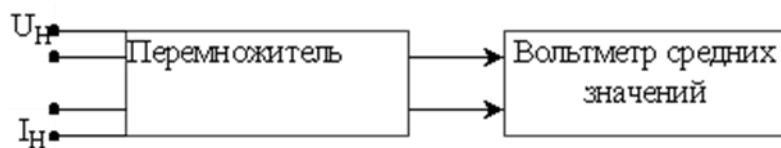


Рис.3.3. Структурная схема электронного ваттметра средней мощности.

В качестве перемножителей используют различные электронные или полупроводниковые приборы – электронные лампы, диоды, транзисторы, интегральные микросхемы. Широкое распространение получили ваттметры с перемножителями на преобразователях Холла.

Устройства преобразователя Холла приведено на рис.3.4. Преобразователь Холла ПХ состоит из полупроводниковой пластины, на которую нанесены две пары электродов. Электроды 1-2 включают в цепь тока управления, пропорционального напряжению на нагрузке, а электроды 3-4 подключают к вольтметру. Ток нагрузки проходит по катушке, создающей магнитный поток B , перпендикулярный плоскости полупроводниковой пластины. Напряжение на выходе преобразователя Холла пропорционально мощности в нагрузке

$$E_x = S_x U_H I_H. \quad (8)$$

где S_x – чувствительность преобразователя Холла.

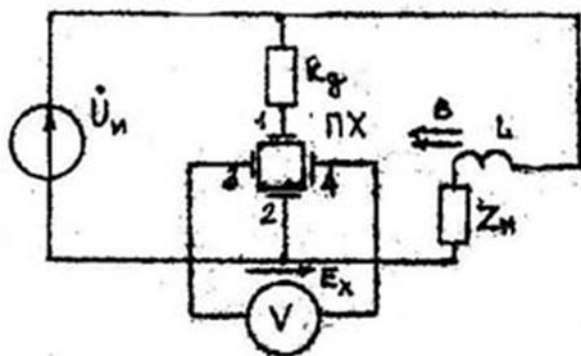


Рис.3.4. Устройства преобразователя Холла

Ход работы:

1. Измерение мощности постоянного тока косвенным методом при помощи вольтметра и амперметра выполняют по схеме, приведенной на рис. 3.6. Питание схемы производят от блока питания БП типа В5-9, а в качестве нагрузки используют магазин сопротивлений R_H типа МСР. Измерение мощности выполняют при помощи вольтметра V_1 и амперметра A типа Э59. Напряжение на амперметре измеряют вольтметром V_2 типа В7-16А.

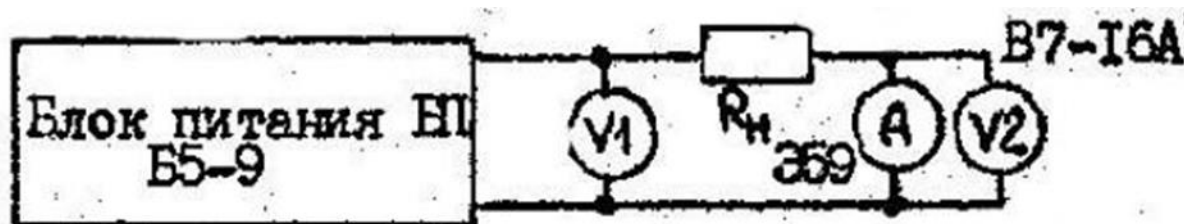


Рис.3.6. Схема измерения мощности постоянного тока косвенным методом при помощи вольтметра и амперметра.

При измерении мощности напряжение источника БП устанавливают равным 20 В и контролируют по вольтметру V_1 . После этого изменяют сопротивление нагрузки и регистрируют показания приборов. Результаты измерений заносят в таблицу 3.1.

Расчет мощности выполняют по формулам: измеренное значение мощности определяют по показаниям приборов V_1 и A , $P_{и} = U_{v1} I_A$ мощность, потребляемую амперметром, рассчитывают по формуле $P_A = U_{v2} I_A$, мощность, рассеиваемую в нагрузке, определяют с учетом поправки - $P_{Апо}$ по формуле $P_H = P_{и} - P_A$.

Относительная погрешность измерения мощности определяют по формуле

$$\delta_p = \sqrt{\delta_{v1}^2 + \delta_A^2} = \sqrt{\left(\frac{I_{ном} k_A}{I_A}\right)^2 + \left(\frac{U_{ном} k_{v1}}{U_{v1}}\right)^2}$$

где $I_{ном}$ и $U_{ном}$ – пределы измерения амперметра А и вольтметра V_1 , соответственно, k_A и k_{v1} – классы точности амперметра и вольтметра.

Таблица 3.1. Результаты измерений.

Напряжение U_{v1} , В	20	20	20	20
Сопротивление нагрузки R_H , Ом	500	1000	1500	2000
Ток нагрузки I_A , А				
Напряжение U_{v2} , В				
Поправка - P_A , Вт				
Мощность нагрузки P_H , Вт				
Относительная погрешность δ , %				

2. Измерение мощности постоянного тока с помощью электродинамического ваттметра типа Д535 выполняют по схеме, изображенной на рис.3.7 . Питание схемы производят от блока питания БП типа Б5-9. Напряжение на нагрузке измеряют вольтметром V типа В7-16А. В качестве нагрузки используют магазин сопротивлений типа МСР.

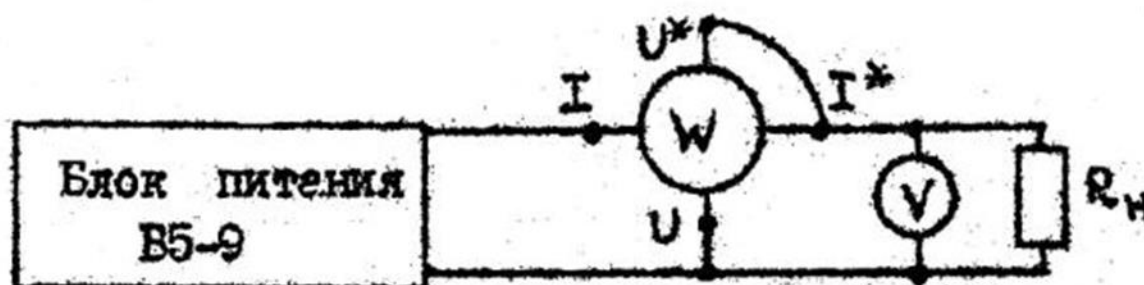


Рис.3.7. Схема измерения мощности постоянного тока с помощью электродинамического ваттметра.

При измерении мощности устанавливают на нагрузке напряжение $U_H=40$ В, которое измеряют вольтметром V. После этого измерения сопротивление нагрузки R_H и регистрируют показания ваттметра W. Результат измерения заносят в таблицу 3.2.

Для определения поправки - ΔP измеряют мощность, потребляемую обмоткой напряжения ваттметра W. Для этого в схеме, изображенной на рис.3.7. отключают нагрузку и регистрируют показания ваттметра W при отключенной нагрузке.

Примечание. При измерении ΔP допускается нагрузку не отключать, а устанавливать ее сопротивление $R_H=100 \text{ кОм}$.

Мощность P_H , потребляемую нагрузкой, вычисляют по формуле $P_H=P_w-\Delta P$.
Относительную погрешность измерения мощности рассчитывают по формуле

Контрольные вопросы.

1. Виды мощности, используемые при исследовании электрических систем.
2. Как рассчитывают мощность в цепи постоянного тока?
3. Какие существуют методы измерения мощности в цепях постоянного тока

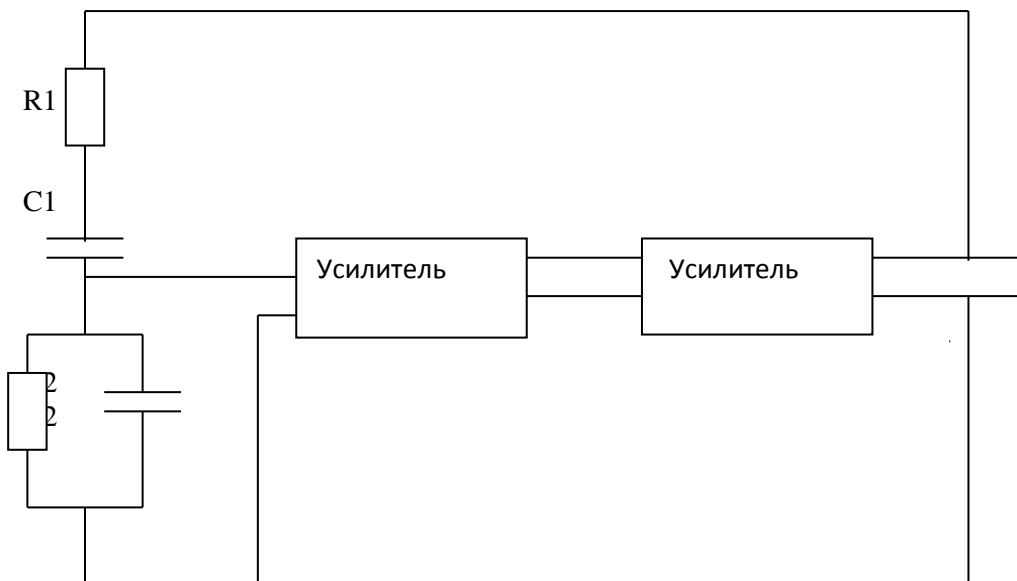
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Диагностирование электрических машин методом вибродиагностики

Цель работы:

1. Изучить функциональную схему генератора.
2. Знать технические характеристики.
3. Знать назначение органов управления.
4. Научиться пользоваться и приобрести навыки в работе с генератором типа RC.

Справочный материал:



Задающий генератор типа RC представляет собой двухкаскадный усилитель на резисторах с положительной обратной связью. Она осуществляется с помощью делителя, плечи которого образованы: одно – последовательным соединением конденсатора C1 с сопротивлением R1, второе – параллельным соединением конденсатора C2 с сопротивлением R2 ($R1=R2$ и $C1=C2$). Можно показать, что при такой схеме условие фаз, соблюдение которого необходимо для самовозбуждения генератора, выполняется только для одной частоты

$$F = \frac{1}{2 \pi RC}, \text{ где}$$

$R=R1=R2$ и $C=C1=C2$. Изменением сопротивления изменяют диапазон генерируемых частот (ступенчатая регулировка), а изменяя емкость, получают плавное изменение частоты в поддиапазоне.

Усилитель обычно является многокаскадным, один из каскадов которого фазоинвертор, превращающий выходное напряжение задающего генератора в

Ход работы:

Изучить функциональную схему генератора GAG-810.

Изучить и знать назначение органов управления генератора.

Проверить с помощью ПК и АЦП правильность установки частоты генератора.

Проверить с помощью ПК и АЦП правильность установки напряжения (уровня) на выходе генератора.

По пунктам 3.2, 3.3, результаты измерений и вычислений занести в соответствующие таблицы.

По результатам измерений и вычислений сделать выводы о качестве параметров исследуемого генератора.

Схема проведения опыта.

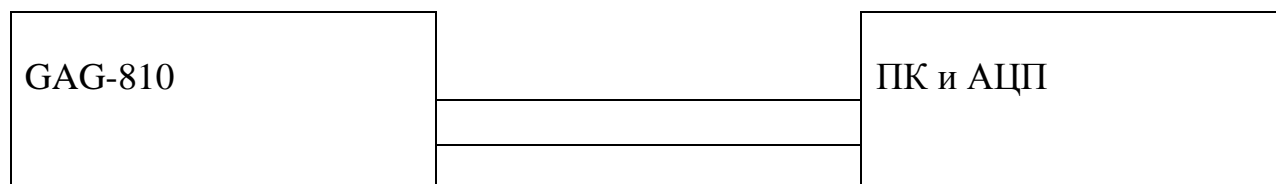
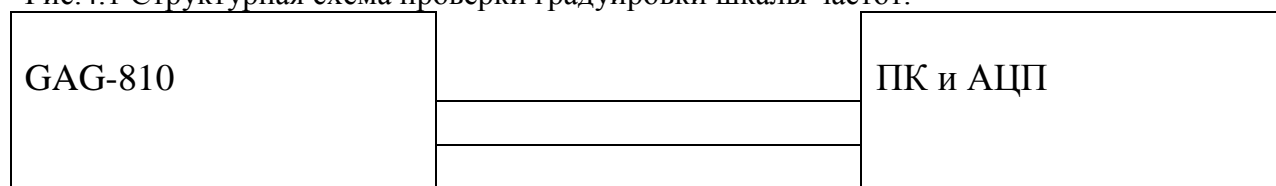


Рис.4.1 Структурная схема проверки градуировки шкалы частот.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: Диагностирование электрических машин методом вибродиагностики

Ход работы:

Подготовка прибора к работе.

Проверить заземление прибора.

Включить прибор тумблером «Сеть», при этом должна загореться красная лампочка.

Дать прибору нагреться в течение 15 минут, после чего можно приступить к измерениям.

Установить с помощью переключателя «Множитель» и ручки «Частота» требуемую частоту.

Проверка градуировки шкалы частот.

Подключить к выходу генератора АЦП. Запуск рабочей программы Handyprobe осуществляется из меню «Программы», кнопки «Пуск». Получить на экране монитора стартовое меню (рис.4.3)

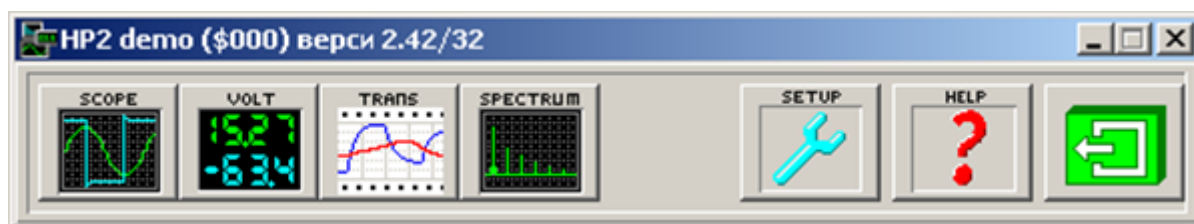


Рис 4.3 Стартовое меню

Для измерения частоты произвести запуск главного окна осциллографа с помощью кнопки «Scope». Измерить частоту с помощью больших курсоров, вызываемых из главного рабочего окна «Осциллоскоп» (рис. 3.4) в соответствии с заданным вариантом и результаты занести в таблицу 4.1.

№ Варианта	f _{уст} , кГц	
	f _д , кГц	
	Δf , кГц	
	δ , %	

Величина абсолютной погрешности определяется по формуле:

$$\Delta f = f_{уст} - f_{д}, \text{ кГц}$$

Величина относительной погрешности определяется по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta f}{f_d} \cdot 100\%$$

Проверка правильности установки напряжений.

Подключить на выход генератора АЦП. Запуск главного окна цифрового вольтметра осуществляется путём нажатия кнопки “VOLT

В соответствии с указанным вариантом установить частоту и изменяя с помощью ручки «Рог.вых» напряжение вольтметра генератора, как указано в табл.4.3.1, снять показания с вольтметра, включенного на выход генератора.

№ Варианта		Частота на генераторе, Гц	Величина напряжения, устанавливаемая на вольтметре генератора (уст.)						
			0,005	0,015	0,15	0,4	1,2	4,5	7
1;4;7;10		1000	0,008	0,2	0,25	0,8	2,5	5,5	8
2;5;8;11		5000	0,01	0,03	0,3	1,0	2,8	6,5	9
3;6;9;12		10000							

Контрольные вопросы.

1. Какие требования предъявляют к измерительному генератору?
2. Преимущества и недостатки генератора типа RC?
3. Условия работы задающего генератора.
4. За счет каких параметров в генераторе могут возникнуть погрешности при установке частоты?
5. Из каких узлов состоит измерительный генератор типа RC?

Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания:

1. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие / А. И. Хальясмаа, С. А. Дмитриев, С. Е. Кокин, Д. А. Глушков. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-7996-1493-5. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/68237>
2. Козлов, А. Н. Собственные нужды тепловых, атомных и гидравлических станций и подстанций : учебное пособие для СПО / А. Н. Козлов, В. А. Козлов, А. Г. Ротачева. — Саратов: Профобразование, 2021. — 311 с. — ISBN 978-5-4488-1154-8. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105156>
3. Кулеева, Л. И. Проектирование подстанции: учебное пособие для СПО / Л. И. Кулеева, С. В. Митрофанов, Л. А. Семенова. — Саратов : Профобразование, 2020. — 110 с. — ISBN 978-5-4488-0580-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92147>
4. Матаев, У. М. Короткие замыкания и защита линий 0,4-35 кВ. II часть - 2110002 «Монтаж и наладка электрооборудования электрических станций, подстанций и линий электропередач» / У. М. Матаев, А. А. Абдурахманов, Б. А. Алиев. — Алматы : Нур-Принт, 2019. — 185 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/67069>
5. Меры безопасности при работах на оборудовании электрических подстанций и сетей : учебное пособие / Е. Е. Привалов, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов, В. А. Ярош ; под редакцией Е. Е. Привалова. — Ставрополь: Параграф, 2020. — 315 с. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/109390>
6. Савина, Н. В. Современные электроэнергетические системы и сети: учебное пособие для СПО / Н. В. Савина. — Саратов : Профобразование, 2021. — 163 с. — ISBN 978-5-4488-1155-5. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105157>
7. Савина, Н. В. Электрические сети : практикум для СПО / Н. В. Савина, Ю. В. Мясоедов, В. Ю. Маркитан. — Саратов: Профобразование, 2021. — 253 с. — ISBN 978-5-4488-1149-4. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105163>

Дополнительные учебные издания:

8. Ключкова, Н. Н. Электрооборудование подстанций: учебное пособие / Н. Н. Ключкова, А. В. Обухова. — 2-е изд. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 89 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/91161>

9. Коломиец, Н. В. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций : курсовой проект по дисциплине «Техническая эксплуатация электрооборудования электрических станций, сетей и систем» / Н. В. Коломиец, Н. Р. Пономарчук, Г. А. Елгина. — Саратов: Профобразование, 2019. — 71 с. — ISBN 978-5-4488-0028-3. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/66398>

Интернет-ресурсы:

10. <http://forca.ru/> Энергетика, оборудование, документация;
11. <http://www.minenergo.com/Министерство> энергетики РФ
12. <http://mosenergo.ru> Официальный сайт Мосэнерго;
13. <http://eprussia.ru/lib/> Энергетика и промышленность России;

Электронно-библиотечная система:

14. ЭБС «elibrary», ООО «РУНЭБ»
15. ЭБС «IPRbooks», ООО «Ай Пи Ар Медиа»
16. ЭБС «Лань», ООО «Издательство Лань»
17. ЭБС «PROФобразование»
18. ЭБС «Book.ru»