

**Комплект учебного оборудования
«Теория электрических цепей»
исполнение стендовое, модульное, ручная версия**

Назначение

Комплект учебного оборудования «Теория электрических цепей» должен быть предназначен для проведения лабораторно-практических занятий в учреждениях начального профессионального, среднего профессионального и высшего профессионального образования, для получения базовых и углубленных профессиональных знаний, и навыков.

Технические характеристики

Потребляемая мощность, В·А, не более	300
Электропитание: от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками напряжением, В частота, Гц	220($\pm 10\%$) 50($\pm 0,4$)
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Диапазон рабочих температур, °С	+10...+35
Влажность, %	до 80
Габаритные размеры, мм, не более длина (по фронту)	1000
ширина (ортогонально фронту)	600
высота	1600
Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплекте	2

Технические требования

Комплект учебного оборудования «Теория электрических цепей» должен быть выполнен в стендовом исполнении: стойка с модулями установлена на собственном лабораторном столе.

Конструкция модулей должна обеспечивать возможность подключения внешних модулей и измерительных приборов.

Комплектность

1. Лабораторный стол – 1 шт.

Назначение

Лабораторный стол должен быть предназначен для установки стойки с модулями и другого необходимого оборудования.

Технические требования

Лабораторный стол должен состоять из металлического основания и столешницы.

Основание стола должно представлять собой сборно-разборную конструкцию, выполненную из металлического профиля, покрытого краской.

На основании лабораторного стола должна быть закреплена столешница из диэлектрического материала.

2. Стойка для установки модулей - 1 шт.

Назначение

Стойка для установки модулей должна быть предназначена для установки и фиксации модулей для проведения лабораторно-практических работ.

Технические требования

Стойка для установки модулей должна представлять собой сборно-разборную конструкцию, выполненную из металлического профиля, покрытого краской. На стойку должны крепиться направляющие. Модули должны устанавливаться в направляющие.

3. Комплект модулей – 1 шт.

Назначение

Модули должны быть предназначены для выполнения лабораторно-практических работ.

Технические требования

Корпуса модулей должен быть выполнен из пластика, толщиной не более 4 мм, белого цвета, что снижает вероятность поражения электрическим током, при пробое на корпус.

Надписи, схемы и обозначения на панелях модулей должны быть выполнены с помощью цветной печати.

3.1 Модуль «Однофазный источник питания» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Однофазный источник питания» должен быть предназначен для ввода однофазного напряжения питания, защиты от коротких замыканий в элементах стенда, а также подачи напряжений питания к отдельным модулям стенда.

Технические характеристики

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В частотой, Гц	220 ($\pm 10\%$) 50 ($\pm 0,4$)
Выходное напряжение, В	220 ($\pm 10\%$)
Частота, Гц	50 ($\pm 0,4$)
Номинальный ток нагрузки, А, не более	16

Технические требования

Подключение модуля к сети питания должно осуществляться на тыльной части. Так же на тыльной части должны располагаться разъемы, предназначенные для подачи напряжения к отдельным модулям стенда.

Включение питания модуля должно осуществляться при помощи дифференциального автомата, расположенного на лицевой панели. Индикация наличия напряжения на входе модуля должно осуществляться при помощи светового индикатора.

На лицевой панели модуля должен располагаться кнопочный пост, предназначенный для управления контактором, подающим питание на выходные разъемы. Пост должен состоять из кнопок: вкл., выкл. и кнопки аварийного отключения с фиксацией отключенного положения.

3.2 Модуль «Функциональный генератор» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Функциональный генератор» должен быть предназначен для формирования сигналов различных форм с плавно регулируемой амплитудой и частотой с цифровой индикацией текущего значения частоты и амплитуды.

Технические характеристики

Амплитуда выходного напряжения, В	0...10
Максимальный ток нагрузки, А, не менее	0,2
Частотный диапазон, Гц	1...100 000
Количество независимых каналов, не менее	2
Форма кривой	Синусоида; треугольник; пила; мейндр; однополярные прямоугольные импульсы со

скважностью 2, 4 и 16

Технические требования

Питание модуля должно осуществляться через разъемы располагающиеся на тыльной части корпуса.

Включение/отключение и задание параметров выходных сигналов отдельных каналов должно осуществляться при помощи регуляторов (энкодеров), расположенных на лицевой панели.

Выходные сигналы должны сниматься через высокочастотные разъемы, расположенные на лицевой панели.

Состояние каналов и параметры выходных сигналов должны отображаться на цветном дисплей диагональю не менее 3,5 дюйма разрешением не менее 320×480 пикселей, в виде таблицы. Таблица должна состоять из трех столбцов: в первом указаны наименования параметров с единицами измерения, во втором и третьем значения параметров для первого и второго канала соответственно.

Передача данных и прием команд управления модулем должны осуществляться через интерфейс RS485.

Модуль должен иметь ручное управление и дистанционное из среды, совместимой с программным комплексом ELAB или эквивалентом. Связь между программой и аппаратной частью должна осуществляться по протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering) или эквиваленту.

3.3 Модуль «Регулируемый источник питания постоянного тока» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Регулируемый источник питания постоянного тока» должен быть предназначен для формирования постоянного напряжения с плавной регулировкой величины напряжения.

Технические характеристики

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В частотой, Гц	220 ($\pm 10\%$) 50 ($\pm 0,4$)
Выходное напряжение, В	0...10
Максимальный ток нагрузки, А, не менее	0,5
Диапазон изменения тока защиты, мА	20...500

Технические особенности

Подключение модуля к сети питания должно осуществляться на тыльной части. Включение/отключение питания должно производиться выключателем,

расположенным на лицевой панели.

Защита от ненормальных и аварийных режимов должна быть реализована при помощи плавкого предохранителя, закрепленного с помощью держателя на лицевой панели модуля.

Задание выходного напряжения и уставки тока защиты должны осуществляться при помощи регуляторов (энкодоров), расположенных на лицевой панели. Регуляторы должны иметь два состояния: нормальное и утопленное зажатое, что позволяет изменять значения с различным шагом: 0,1 В и 1 В для напряжения, 1 мА и 10 мА для тока защиты.

В данном модуле должна быть реализована возможность стабилизации тока, необходимое значение должно задаваться уставкой тока защиты.

Режимные параметры (напряжение, ток) и уставка тока защиты (стабилизации тока), должны отображаться на цветном дисплее, диагональю не менее 3,5 дюйма разрешением не менее 320×480 пикселей, в виде таблицы.

На тыльной части модуля должны располагаться: разъемы, предназначенные для подключения соседних модулей, и радиатор охлаждения функциональных элементов.

Передача данных (значений напряжения, тока и уставки тока защиты (стабилизации тока)) и прием команд управления модулем должны осуществляться через интерфейс RS485 или эквивалент.

Модуль должен иметь ручное управление и дистанционное из среды, совместимой с программным комплексом ELAB или эквивалентом. Связь между программой и аппаратной частью должна осуществляться по протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering) или эквиваленту.

3.4 Модуль «Измерительные приборы» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Измерительные приборы» должен быть предназначен для измерения тока и напряжения в цепях переменного и постоянного тока.

Технические характеристики

Диапазон измерения напряжения, В	0...30
Диапазон измерения тока, А	0...3
Род измеряемых величин	Переменные, постоянные

Технические требования

Данный модулю должен включать в себя три амперметра и три вольтметра, скомпонованные в пары (амперметр + вольтметр).

На лицевой панели должны располагаться разъемы, предназначенные для механического соединения и разъединения электрических цепей.

Значения измеряемых величин должно отображаться на цветном дисплее, диагональю не менее 3,5 дюйма разрешением не менее 320×480 пикселей, в виде таблицы.

Передача данных (значений напряжения и тока) должна осуществляться через интерфейс RS485 или эквивалент. Связь между программным комплексом ELAB или эквивалентом и аппаратной частью должна осуществляться по протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering) или эквиваленту.

3.5 Модуль «Модуль связи (источник питания)» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Модуль связи (Источник питания)» должен быть предназначен для сбора и передачи данных на компьютер, дистанционного управления модулями и низковольтного питания микропроцессорных систем управления.

Технические характеристики

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В	220 ($\pm 10\%$)
частотой, Гц	50 ($\pm 0,4$)
Выходное напряжение, В	15 ($\pm 10\%$)
Интерфейс подключения к компьютеру	USB или эквивалент

Технические требования

Подключение модуля к сети питания должно осуществляться на тыльной части. Включение/отключение питания должно производиться выключателем, расположенным на лицевой панели.

Задача от ненормальных и аварийных режимов должна быть реализована при помощи плавкого предохранителя, закрепленного с помощью держателя на лицевой панели модуля.

Подключение модуля к компьютеру должно осуществляться через разъем типа USB-B или эквивалент.

Передача данных и получение команд управления от компьютера должна происходить по интерфейсу USB или эквиваленту.

На тыльной части модуля должны располагаться разъемы, предназначенные для подключения соседних модулей, и активная система охлаждения, состоящая из вентилятора и защитной решетки.

Модуль должен содержать в своем составе микропроцессорную систему.

Микропроцессорная система должна быть предназначена для управления модулями стенда, связи с компьютером, сбора и обработки данных. Система должна быть построена на базе 32-х разрядного микроконтроллера с архитектурой

ARM.

Микропроцессорная система должна иметь возможность расширения посредством подключения дополнительных модулей, связь с которыми должна осуществляться по интерфейсу RS485, количество одновременно подключаемых модулей должно быть ограничено только нагрузочными возможностями интерфейса. Скорость обмена по линиям RS485 должно составлять от 9600 до 115200 бод. Протокол обмена LCPE (LAB Communication protocol Engineering) или аналог, данный протокол должен позволять организовывать обмен данными и управление различными модулями из программного комплекса ELAB или аналогичного.

3.6 Модуль «Трехфазный генератор» – 1 шт.**Назначение**

Модуль «Трехфазный генератор» предназначен для формирования трехфазной системы рабочего напряжения с плавной регулировкой амплитуды напряжения и частоты.

Технические характеристики

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В частотой, Гц	220 50
Амплитуда выходного напряжения, В	0...12 (диапазонное значение, заявлено производителем)
Частота, Гц	1...1000 (диапазонное значение, заявлено производителем)
Максимальный ток нагрузки, А	0,3

Технические особенности

Подключение модуля к сети питания осуществляется на тыльной части. Включение/отключение питания производится выключателем, расположенным на лицевой панели.

Защита от ненормальных и аварийных режимов реализована при помощи плавкого предохранителя, закрепленного с помощью держателя на лицевой панели модуля.

Регулирование амплитуды выходного напряжения и частоты осуществляется при помощи регуляторов (энкодеров), расположенных на лицевой панели.

На лицевой панели располагаются разъемы, предназначенные для снятия выходного напряжения модуля и подключения нейтрали.

Тумблер предназначен для включения/отключения питания выходных

разъемов. Данное решение позволяет задать необходимые значения напряжения и частоты, перед включением схемы.

Амплитудное, действующее значения напряжения и частота отображается на цветном дисплей диагональю 3,5 дюйма разрешением 320×480 пикселей.

На тыльной части модуля располагаются: разъемы, предназначенные для подключения соседних модулей, и радиатор охлаждения функциональных элементов.

Передача данных (значений напряжения, частоты) и прием команд управления модулем осуществляются через интерфейс RS485.

Модуль имеет ручное управление и дистанционное из среды, совместимой с программным комплексом ELAB. Связь между программой и аппаратной частью осуществляется по протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering).

3.7 Модуль «Наборное поле» - 1 шт.

3.8 Модуль «Источники вторичного электропитания» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Источники вторичного электропитания» должен быть предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по разделам: однофазные выпрямители, трехфазные выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы постоянного напряжения.

Технические особенности

Основание лицевой панели должно быть выполнено из материала FR-4 или эквивалента.

Модуль должен содержать следующие объекты исследований:

- однофазный однополупериодный неуправляемый выпрямитель,
- однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель,
- трехфазный нулевой неуправляемый выпрямитель,
- трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель,
- однофазный управляемый выпрямитель,
- самовосстанавливающийся предохранитель,
- переменная нагрузка,

а также функциональные узлы:

- сглаживающий фильтр,
- однокаскадный параметрический стабилизатор,
- параметрический стабилизатор с эмиттерным повторителем,
- интегральный стабилизатор.

Для реализации схем электрических соединений, подключения источников питания и измерительных устройств, модуль должен содержать контактные гнезда.

3.9 Модуль «Электрические цепи» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Электрические цепи» должен быть предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по разделам: электрические цепи постоянного тока, электрические цепи однофазного переменного тока, электрические цепи трехфазного переменного тока, электрические цепи несинусоидального напряжения, нелинейные электрические цепи, магнитные цепи.

Технические требования

Основание лицевой панели должно быть выполнено из материала FR-4 или эквивалента.

Модуль должен содержать следующие объекты исследований:

- резисторы постоянные,
- конденсаторы,
- катушки индуктивности,
- источники ЭДС,
- варистор,
- фоторезистор,
- резистор переменный,
- однофазные трансформаторы,
- терморезисторы,

а также функциональные узлы:

- параллельный контур,
- последовательный контур,
- эквивалент активной трехфазной нагрузки, включенной по схеме «звезда»,
- эквивалент активной трехфазной нагрузки, включенной по схеме «треугольник»,
- наборное поле.

Дополнительное оборудование:

- нагреватель,
- трехразрядный семисегментный индикатор.

Для реализации схем электрических соединений, подключения источников питания и измерительных устройств, модуль должен содержать контактные гнезда.

4. Набор аксессуаров и документов – 1 шт.

4.1 Цифровой осциллограф – 1 шт.

4.2 Комплект соединительных проводов и сетевых шнуров – 1 шт.

Комплект должен представлять собой минимальный набор соединительных проводов и сетевых шнурков, необходимых для выполнения базовых экспериментов.

4.3 Набор минимодулей для «Наборного поля» - 1 шт.

4.4 Паспорт – 1 шт.

Паспорт – основной документ, определяющий название, состав комплекта, а также гарантийные обязательства.

4.5 Комплект технической документации – 1 шт.

4.5.1 Техническое описание оборудования – 1 шт.

Техническое описание оборудования - это комплект сопроводительной документации стенда с подробным описанием основных технических характеристик стенда.

4.5.2 Мультимедийная методика – 1 шт.

Мультимедийная методика представляет собой учебный фильм с подробным описанием оборудования, а также краткой демонстрацией выполнения основных экспериментов.

4.5.3 Краткие теоретические сведения – 1 шт.

Набор документации, содержащий основные теоретические сведения.

4.5.4 Руководство по выполнению базовых экспериментов – 1 шт.

Руководство должно включать цель работ, схемы электрических соединений, а также подробный порядок выполнения лабораторных работ:

Электротехника и основы электроники

1. Электрические цепи постоянного тока

1.1. Параметры электрической цепи постоянных напряжения и тока

1.2. Закон Ома.

1.3. Исследование цепей с резисторами.

1.3.1. Линейные резисторы.

1.3.2. Терморезисторы с отрицательным температурным коэффициентом.

1.3.3. Терморезисторы с положительным температурным коэффициентом.

1.3.4. Варисторы.

1.3.5. Фоторезисторы.

1.3.6. Последовательное соединение резисторов.

1.3.7. Параллельное соединение резисторов.

1.3.8. Последовательно-параллельное соединение резисторов.

1.3.9. Резистивный делитель напряжения.

1.4. Эквивалентный источник напряжения (ЭДС).

1.5. Последовательное соединение источников напряжения (ЭДС).

1.6. Параллельное соединение источников напряжения (ЭДС).

1.7. Электрическая мощность и работа.

1.8. Коэффициент полезного действия электрической цепи.

2. Электрические цепи переменного тока

2.1. Параметры синусоидальных напряжения и тока.

2.2. Активная мощность цепи синусоидального тока.

2.3. Цепи синусоидального тока с конденсаторами.

2.3.1. Напряжение и ток конденсатора.

2.3.2. Реактивное сопротивление конденсатора.

2.3.3. Последовательное соединение конденсаторов.

2.3.4. Параллельное соединение конденсаторов.

2.3.5. Реактивная мощность конденсатора.

2.4. Цепи синусоидального тока с катушками индуктивности.

2.4.1. Напряжение и ток катушки индуктивности.

2.4.2. Реактивное сопротивление катушки индуктивности.

2.4.3. Последовательное соединение катушек индуктивности.

2.4.4. Параллельное соединение катушек индуктивности.

2.4.5. Реактивная мощность катушки индуктивности.

2.5. Цепи синусоидального тока с резисторами, конденсаторами и катушками индуктивности.

2.5.1. Последовательное соединение резистора и конденсатора.

2.5.2. Параллельное соединение резистора и конденсатора.

2.5.3. Последовательное соединение резистора и катушки индуктивности.

2.5.4. Параллельное соединение резистора и катушки индуктивности.

2.5.5. Последовательное соединение конденсатора и катушки индуктивности.

Понятие о резонансе напряжений.

2.5.6. Параллельное соединение конденсатора и катушки индуктивности. Понятие о резонансе токов.

2.5.7. Частотные характеристики последовательного резонансного контура.

2.5.8. Частотные характеристики параллельного резонансного контура.

2.5.9. Мощности в цепи синусоидального тока.

2.6. Трансформаторы.

2.6.1. Коэффициент трансформации.

2.6.2. Преобразование сопротивлений с помощью трансформатора.

2.7. Трехфазные цепи синусоидального тока.

2.7.1. Напряжения и токи в трехфазной цепи.

2.7.2. Трехфазная нагрузка, соединенная по схеме «звезда».

2.7.3. Трехфазная нагрузка, соединенная по схеме «треугольник».

2.7.4. Аварийные режимы трёхфазной цепи при соединении нагрузки по схеме

«звезда».

2.7.5. Аварийные режимы трёхфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «треугольник».

2.8. Расчёт и экспериментальное исследование цепи при несинусоидальном приложенном напряжении.

2.9. Переходные процессы в линейных электрических цепях.

2.9.1. Переходные процессы в цепи с конденсатором и резисторами.

2.9.2. Переходные процессы в цепи с катушкой индуктивности.

2.9.3. Переходные процессы в колебательном контуре.

3. Электронные приборы и устройства

3.1. Выпрямительные диоды.

3.1.1. Характеристики диода.

3.1.2. Однофазный однополупериодный неуправляемый выпрямитель.

3.1.3. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель.

3.1.4. Трёхфазный нулевой неуправляемый выпрямитель.

3.1.5. Трёхфазный мостовой неуправляемый выпрямитель.

3.2. Стабилитроны.

3.2.1. Характеристики стабилитрона.

3.2.2. Исследование параметрического стабилизатора напряжения.

3.2.3. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения.

3.3. Диоды с особыми свойствами.

3.3.1. Характеристики светодиода.

3.3.2. Характеристики варикапа.

3.4. Биполярные транзисторы.

3.4.1. Испытание слоев и исследование выпрямительного действия биполярных транзисторов.

3.4.2. Исследование распределения тока в транзисторе и управляющего эффекта тока базы транзистора.

3.4.3. Характеристики транзистора.

3.4.4. Установка рабочей точки транзистора и исследование влияния резистора в цепи коллектора на коэффициент усиления по напряжению усилительного каскада с общим эмиттером.

3.4.5. Усилители на биполярных транзисторах.

3.4.6. Линейный регулятор напряжения.

3.4.7. Линейный регулятор тока.

3.5. Униполярные (полевые) транзисторы.

3.5.1. Испытание слоев и исследование выпрямительного действия униполярных транзисторов.

3.5.2. Характеристика включения затвора полевого транзистора.

3.5.3. Управляющий эффект затвора полевого транзистора n-типа.

3.5.4. Выходные характеристики полевого транзистора.

3.5.5. Усилители на полевых транзисторах.

3.6. Тиристоры.

3.6.1. Характеристики диодного тиристора (симистора).

3.6.2. Характеристики триодного тиристора.

3.6.3. Фазовое управление тиристором.