<table>
<tr>
<td>Комплект лабораторного оборудования «Электротехника, основы электроники, электрические машины, электропривод» исполнение стендовое, модульное, компьютерная версия ЭЛБ-241.011.03

Страна происхождения, производитель:

Российская Федерация, ООО «ЭнергияЛаб»</td>
<td>

Назначение

Комплект лабораторного оборудования «Электротехника, основы электроники, электрические машины, электропривод» 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. Комплект выполнен согласно ТУ 32.99.53–001–09519063– 2019 и имеет соответствующий сертификат производителя ГОСТ Р и сертификат качества ИСО 9001-2015 на данный вид продукции.

Технические характеристики

<table>
<tr><td>Потребляемая мощность, В·А</td><td>500</td></tr>
<tr><td>Электропитание:
от трехфазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным
проводниками напряжением, В
частота, Гц</td><td>

380
50</td></tr>
<tr><td>Класс защиты от поражения электрическим током</td><td>I</td></tr>
<tr><td>Диапазон рабочих температур, ˚С</td><td>+10…+35</td></tr>
<tr><td>Габаритные размеры, мм
длина (по фронту)
ширина (ортогонально фронту)
высота</td><td>
2600
600
1600</td></tr>
</table>

Технические требования

Комплект лабораторного оборудования «Электротехника, основы электроники, электрические машины, электропривод» выполнен в стендовом исполнении: стойки с модулями установленные на собственных лабораторных столах.

Конструкция модулей обеспечивает возможность подключения внешних модулей и измерительных приборов.

Комплектность

</td>
</tr>
</table>

	1. Лабораторный стол – 2 шт. **Назначение** Лабораторный стол предназначен для установки стойки с модулями и другого необходимого оборудования. **Технические требования** Лабораторный стол состоит из металлического основания и столешницы. Основание стола представляет собой сборно-разборную конструкцию, выполненную из металлического профиля, покрытого краской. На основании лабораторного стола закреплена столешница из диэлектрического материала. **2. Стойка для установки модулей - 2 шт.** **Назначение** Стойка для установки модулей предназначена для установки и фиксации модулей для проведения лабораторно-практических работ. **Технические требования** Стойка для установки модулей представляет собой сборно-разборную конструкцию, выполненную из металлического профиля, покрытого краской. На стойку крепятся направляющие. Модули устанавливаются в направляющие. **3. Электромашинный агрегат – 1 шт.** **Назначение** Электромашинный агрегат предназначен для выполнения лабораторно-практических работ с использованием электрических машин. **Технические требования** Электромашинный агрегат имеет в своем составе основание. На основании закреплены электрические машины: - машина постоянного тока. - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

Каждая электрическая машина оснащена контактной панелью с защищенными гнездами. Валы электрических машин соединены между собой с помощью виброгасящих муфт.

На одном валу с электрическими машинами закреплен импульсный датчик скорости, состоящий из фотоэлектрического датчика и оптического диска.

Электромашинный агрегат оснащен устройством механического тормоза.

Место соединения валов электрических машин, тормозной и оптический диски защищены кожухом. Электромашинный агрегат оснащен защитным проводником для подключения его к шине защитного заземления.

4. Комплект модулей – 1 шт.

Назначение

Модули предназначены для выполнения лабораторно-практических работ.

Технические требования

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

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

4.1 Модуль «Однофазный источник питания» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Однофазный источник питания» 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	220
частотой, Гц	50

Выходное напряжение, В	220
Частота, Гц	50
Номинальный ток нагрузки, А	16

Технические требования

Подключение модуля к сети питания осуществляется на тыльной части. Так же на тыльной части располагаются разъемы, предназначенные для подачи напряжения к отдельным модулям стенда.

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

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

4.2 Модуль «Функциональный генератор» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Функциональный генератор» 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 (диапазонное значение, заявлено производителем)
Максимальный ток нагрузки, А	0,2
Частотный диапазон, Гц	1…100 000
Количество независимых каналов	2
Форма кривой	Синусоида; треугольник; пила; меандр; однополярные прямоугольные импульсы со скважностью 2, 4 и 16

Технические требования

Питание модуля осуществляется через разъемы, располагающиеся на тыльной части корпуса.

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

Выходные сигналы снимаются через высокочастотные разъемы, расположенные на лицевой панели.

Состояние каналов и параметры выходных сигналов отображаются на цветном дисплей диагональю 3,5 дюйма разрешением 320×480 пикселей, в виде таблицы. Таблица состоит 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 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).

4.3 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. Регуляторы имеют два состояния: нормальное и утопленное зажатое, что позволяет изменять значения с различным шагом: 0,1 В и 1 В для напряжения, 1 Гц и 10 Гц для частоты. 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. DIP переключатель, расположенный на тыльной стороне, предназначен для присвоения идентификационного номера модулю, при наличии в стенде двух и более одинаковых модулей. 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). **4.4 Модуль «Регулируемый источник питания» - 1 шт.** **Назначение** Модуль «Регулируемый источник питания постоянного тока» предназначен для формирования постоянного напряжения с плавной регулировкой величины напряжения. **Технические характеристики**

Электропитание от однофазной сети, напряжением, В частотой, Гц	220 50
Выходное напряжение, В	0…10 (диапазонное значение, заявлено производителем)
Максимальный ток нагрузки, А,	0,5
Диапазон изменения тока защиты, мА	20…500

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.

Задание выходного напряжения и уставки тока защиты осуществляется при помощи регуляторов (энкодоров), расположенных на лицевой панели. Регуляторы имеют 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 реализована возможность стабилизации тока, необходимое значение задается уставкой тока защиты.

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

На тыльной части модуля располагаются: 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 осуществляется 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).

4.5 Модуль «Измерительные приборы» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Измерительные приборы» 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 включает в себя три амперметра и три вольтметра, скомпонованные в пары (амперметр + вольтметр).

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

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

Передача данных (значений напряжения и тока) осуществляется через интерфейс RS485. Связь между программным комплексом ELAB и аппаратной частью осуществляется по протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering).

4.6 Модуль «Измеритель импеданса» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Измеритель импеданса» предназначен для измерения модуля и аргумента комплексного сопротивления, а также обеспечивает расчет эквивалентного сопротивления емкости и индуктивности.

Технические характеристики

Диапазон измерения, Ом	$10…5·10^6$
Рабочая частота, кГц	5…100 (диапазонное значение, заявлено производителем)

Точность установки частоты, Гц	1

Технические требования

На лицевой панели модуля располагаются разъемы, предназначенные для механического соединения и разъединения электрических цепей.

Регулирование частоты осуществляется при помощи регулятора (энкодера). Регулятор имеет два состояния: нормальное и утопленное зажатое, что позволяет изменять значения с различным шагом: 1 Гц для нормального и 1 кГц для утопленного зажатого.

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

Передача данных и прием команд управления модулем осуществляется 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).

4.7 Модуль «Электрические цепи» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Электрические цепи» 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 выполнено из материала FR-4.

Модуль содержит 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 содержит контактные гнезда. **4.8 Модуль «Модуль связи (источник питания)» - 2 шт.** **Назначение** Модуль «Модуль связи (Источник питания)» 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 частотой, Гц	 220 50
Выходное напряжение, В	15
Интерфейс подключения к компьютеру	USB

Технические требования

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.

Подключение модуля к компьютеру осуществляется через разъем USB-B.

Передача данных и получение команд управления от компьютера происходит по интерфейсу USB.

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

Модуль содержит в своем составе микропроцессорную систему.

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

Микропроцессорная система имеет возможность расширения посредством подключения дополнительных модулей, связь с которыми осуществляется по интерфейсу RS485, количество одновременно подключаемых модулей ограничено только нагрузочными возможностями интерфейса. Скорость обмена по линиям RS485 составляет от 9600 до 115200 бод (диапазонное значение, заявлено производителем). Протокол обмена LCPE (LAB Communication protocol Engineering) данный протокол позволяет организовывать обмен данными и управление различными модулями из программного комплекса ELAB.

4.9 Модуль «Источник вторичного электропитания» - 1 шт.

	Назначение Модуль «Источники вторичного электропитания» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по разделам: однофазные выпрямители, трехфазные выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы постоянного напряжения. **Технические особенности** Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4. Модуль содержит 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 содержит контактные гнезда. **4.10 Модуль «Операционные усилители» - 1 шт.**

	Назначение Модуль «Операционные усилители» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по изучению различных схем работы операционных усилителей. **Технические особенности** Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4. Модуль содержит следующие объекты исследований: - конденсаторы, - сумматор 1, - сумматор 2, - операционный усилитель, - резисторы постоянные, - резисторы переменные, а также функциональные узлы: - наборное поле, - генератор с мостом Вина. Для реализации схем электрических соединений, подключения источников питания и измерительных устройств, модуль содержит контактные гнезда. **4.11 Модуль «Основы цифровой техники» - 1 шт.** **Назначение** Модуль «Основы цифровой техники» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по разделам: логические элементы, триггеры, счетчики, регистры, дешифраторы. **Технические особенности**

	Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4. Модуль содержит следующие объекты исследований: - логические элементы: И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И, ИЛИ, НЕ, исключающее ИЛИ, - триггеры: D - триггер, JK - триггер, триггер Шмитта, - счетчики: двоично-десятичный счетчик, двоичный счетчик, - универсальный регистр, - дешифратор, а также функциональные узлы: - наборное поле, - генератор 1 кГц, - поле ввода, - импульс. Дополнительное оборудование: - потенциометр, - семисегментный цифровой индикатор. Для реализации схем электрических соединений, подключения источников питания и измерительных устройств, модуль содержит контактные гнезда. **4.12 Цифровой осциллограф – 1 шт.** **Назначение** Модуль «Цифровой осциллограф» предназначен для осциллографирования переходных процессов, снятия статических и динамических характеристик. **Технические характеристики**

Управление	ПО на компьютере
Режимы	AC/DC/GND
Габариты(Д×В), мм	100×260

Технические особенности

На лицевой панели модуля располагаются высокочастотные разъемы BNC.

Подключение модуля к компьютеру осуществляется через разъем USB-B.

Питание модуля, передача данных и получение команд управления от компьютера происходит по интерфейсу USB. Управление осциллографом осуществляется с помощью специального программного обеспечения, устанавливаемого на компьютер.

4.13 Модуль «Полупроводниковые приборы» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Полупроводниковые приборы» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по исследованию отдельных полупроводниковых приборов, а также функциональных узлов на полупроводниковых элементах.

Технические особенности

Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4.

Модуль содержит следующие объекты исследований:

- биполярный транзистор n-p-n структуры,

- биполярный транзистор p-n-p структуры,

- симистор,

- полевой транзистор с каналом n – типа,

- светодиод,

- стабилитрон,

- диод,

- резисторы переменные,

- резисторы постоянные,

- конденсаторы,

- варикап,

- динистор,

а также функциональные узлы:

- параллельный контур,

- усилительный каскад с общим эмиттером,

- транзисторное реле времени,

- управляемый напряжением LC-автогенератор,

- наборное поле.

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

4.14 Модуль «Трехфазный источник питания» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Трехфазный источник питания» предназначен для ввода трехфазного напряжения 380 В, защиты от коротких замыканий в элементах стенда, а также подачи напряжений питания к отдельным модулям стенда.

Технические характеристики

Электропитание от трехфазной сети, напряжением, В	380

частотой, Гц	50
Выходное напряжение, В	220, 380
Частота, Гц	50
Номинальный ток нагрузки, А	16

Технические требования

Подключение модуля к сети питания осуществляется на тыльной части. Так же на тыльной части располагаются разъемы, предназначенные для подачи напряжения к отдельным модулям стенда.

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

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

4.15 Модуль «Трехфазный автотрансформатор» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Трехфазный автотрансформатор» предназначен для преобразования входного трехфазного напряжения 380В в выходное напряжение с заданным значением.

Технические характеристики

Электропитание:	
от трехфазной сети переменного тока с рабочим	
нулевым и защитным проводниками напряжением, В	380
частота, Гц	50

Выходное напряжение, В	0…430 (диапазонное значение, заявлено производителем)
Ток нагрузки, А	2
Мощность, ВА	3000

Технические особенности

Подключение модуля к сети питания осуществляется на тыльной части.

Светодиод сигнализирует о наличии напряжения на входе модуля.

На лицевой панели модуля располагается разъем предназначенный для подключения трехфазного автотрансформатора.

Значение выходного напряжения задается при помощи ручки регулятора, расположенной на подключаемом к модулю трехфазном автотрансформаторе.

4.16 Модуль «Источник питания машины постоянного тока с функцией реверса» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Источник питания машины постоянного тока с функцией реверса» предназначен для питания и управления машин постоянного тока.

Технические требования

Подключение модуля к сети питания осуществляется на тыльной части.

Грубое / точное регулирование напряжения обеспечивается энкодерами.

Дисплей, диагональю 3,5 дюйма с разрешением 320×480 пикселей предназначен для цифровой индикации режимных параметров каждого канала.

Передача данных 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).

4.17 Модуль «Преобразователь частоты» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Преобразователь частоты» предназначен для высокоэффективного управления скоростью вращения трехфазного асинхронного двигателя переменного тока.

Технические характеристики

Мощность двигателя, кВт	1,5
Диапазон регулирования частоты, Гц	1 … 60
Точность установки частоты, Гц	1
Режимы работы	с обратной связью/ без обратной связи

Технические требования

Подключение модуля к сети питания осуществляется на тыльной части.

Грубое / точное регулирование напряжения обеспечивается энкодерами.

Дисплей, диагональю 3,5 дюйма с разрешением 320×480 пикселей предназначен для цифровой индикации режимных параметров.

Кнопочная панель управления состоит из кнопок: Вперед, Назад, Стоп, Режим.

Грубая и точная установка частоты (оборотов) осуществляются энкодером.

Передача данных и прием команд управления модулем осуществляется 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).

4.18 Модуль «Цифровой трехфазный ваттметр» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Цифровой трехфазный ваттметр» предназначен для измерения тока, напряжения, коэффициента мощности, активной, реактивной и полной мощностей.

Технические характеристики

Диапазон измерения напряжения, В	0…380
Диапазон измерения тока, А	0…3

Технические особенности

Питание модуля осуществляется через разъемы, располагающиеся на тыльной части корпуса и предназначенные для подключения соседних модулей.

Значения измеряемых величин отображаются на дисплее, диагональю 3,5 дюйма разрешением 320×480 пикселей.

Передача данных осуществляется через интерфейс RS485. Связь между программным комплексом ELAB и аппаратной частью осуществляется по протоколу LCPE (LAB Communication Protocol Engineering).

4.19 Модуль «Трансформатор трехфазный» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Трансформатор трехфазный» предназначен для исследования трехфазного трансформатора.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, В	380/12
Номинальная мощность, ВА	30

4.20 Модуль «Трансформатор однофазный» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Трансформатор однофазный» предназначен для исследования однофазного трансформатора.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, В	220/12

Номинальная мощность, ВА	30

4.21 Модуль «Мультиметры» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Мультиметры» предназначен для измерения напряжения, тока и сопротивления.

Технические особенности

На лицевой панели модуля располагаются два независимых мультиметра, предназначенные для измерения токов, напряжений и сопротивлений.

4.22 Модуль «Активная трехфазная нагрузка 12В» – 1 шт.

Назначение

Модуль «Активная трехфазная нагрузка 12В» предназначен для реализации трехфазной активной нагрузки.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, В	12

Технические особенности

Модуль состоит из трехфазной группы переменных резисторов, с возможностью дискретного задания значений при помощи галетного переключателя.

4.23 Модуль «Активная трехфазная нагрузка 220В» - 1 шт.

Назначение

Модуль «Активная трехфазная нагрузка 220В» предназначена для реализации трехфазной активной нагрузки.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, В	220

Технические особенности

	Модуль состоит из трехфазной группы переменных резисторов, с возможностью дискретного задания значений при помощи галетного переключателя. **4.24 Модуль «Модель длинной линии» – 1 шт.** **Назначение** Модуль «Модель длинной линии» предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по исследованию: распределения напряжения вдоль однородной длинной линии, зависимости входных сопротивлений линии от её электрической длины и сопротивления нагрузки, и отражение волн от конца длинной линии. **Технические особенности** Основание лицевой панели выполнено из материала FR-4. Модуль представляет собой модель длинной линии, состоящей из индуктивностей, емкостей, сопротивления генератора и сопротивления нагрузки. Галетный переключатель предназначен для задания значения сопротивления нагрузки. **5. Набор аксессуаров и документов – 1 шт.** **5.1. Ноутбук – 1 шт.** **5.2 Комплект соединительных проводов и сетевых шнуров – 1 шт.** Комплект представляет собой минимальный набор соединительных проводов и сетевых шнуров, необходимых для выполнения базовых экспериментов. **5.3 Паспорт – 1 шт.** Паспорт – основной документ, определяющий название, состав комплекта, а также гарантийные обязательства. **5.4 Комплект программного обеспечения – 1 шт.** **Назначение** Комплект программного обеспечения предназначен для управления источниками питания, регистрации данных от измерительных приборов и датчиков, а также дальнейшей обработки и сохранения в различных форматах результатов экспериментальных исследований в окне программы на экране компьютера.

Технические характеристики

Рабочая среда	Windows 10
Разрядность рабочей среды, бит	32, 64
Форматы сохранения данных	*.jpg, *.bmp, *.txt, *.xls
Доступные модули	Модули управления Модули индикации
Возможность запускать сторонние программы	есть
Режимы управления модулями	Ручное Программирование

Технические требования

Установка комплекта программного обеспечения осуществляется с электронного носителя (CD, DVD диски, USB накопители). Процесс установки сопровождается инструкциями мастера установки на русском языке.

5.4.1 Программный комплекс ELAB– 1 шт.

Назначение

Программный комплекс ELAB предназначен для управления источниками питания, регистрации данных от измерительных приборов и датчиков, а также дальнейшей обработки и сохранения в различных форматах результатов экспериментальных исследований в окне программы на экране компьютера.

Технические требования

Программный комплекс ELAB при каждом запуске автоматически определяет активный COM порт подключения оборудования, при этом номер порта автоматически подсвечивается в сплывающем окне.

	Корректный запуск программного обеспечения ELAB производится только при наличии соединения ноутбука с аппаратной частью лабораторного оборудования (USB соединение, радиоканал), а также при включенном питании лабораторного стенда. После запуска программы производится распознание подключенного устройства и конфигурирование окна программы под конкретное устройство. Доступные модули управления выполнены в едином стиле. Инструменты программы позволяют в реальном времени управлять аппаратной частью стенда: источниками питания, функциональными генераторами сигналов, преобразователями частоты, тиристорными регуляторами и др. Управление модулями реализовано максимально приближённо к управлению реальной установкой. Задание значений параметров модулей осуществляется с помощью виртуальных энкодеров. Управление осуществляется, как с помощью клавиатуры, так и манипулятором «мышь», а также с помощью виртуальной клавиатуры для планшетных устройств. Комплект программного обеспечения ELAB осуществляет возможность программировать модули управления. Для этого пользователь составляет программный код на внутреннем макро языке. Доступные модули индикации программы позволяют выводить на экран ноутбука данные от измерительных приборов, датчиков и другого оборудования, которым снабжен лабораторный стенд. Основные модули индикации ведут графическую стенограмму режимных параметров в аппаратной части стенда, кроме того, по запросу пользователя, выводят в отдельном окне значения в табличном виде. Инструменты программы позволяют проводить различного рода обработку результатов: обеспечивают возможность наложения графиков в одной плоскости для определения зависимостей исследуемых величин, аппроксимировать полученную графическую зависимость и др. Основные модули индикации позволяют сохранять данные, полученные от аппаратной части стенда, в графическом, табличном и текстовом форматах. **5.4.2 Программное обеспечение для работы с осциллографом – 1 шт.** **5.5 Комплект технической документации – 1 шт.** **5.5.1 Техническое описание оборудование – 1 шт.** Техническое описание оборудования - это комплект сопроводительной документации стенда с подробным описанием основных технических характеристик стенда.

	5.5.2 Мультимедийная методика – 1 шт. Мультимедийная методика представляет собой учебный фильм с подробным описанием оборудования, а также краткой демонстрацией выполнения основных экспериментов. **5.5.3 Краткие теоретические сведения – 1 шт.** Набор документации, содержащий основные теоретические сведения. **5.5.4 Руководство по выполнению базовых экспериментов – 1 шт.** Руководство включает цель работ, схемы электрических соединений, а также подробный порядок выполнения лабораторных работ: **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. Однофазные 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. **3. Трехфазные цепи синусоидального тока.** 3.1. Напряжения и токи в трехфазной цепи. 3.2. Трехфазная нагрузка, соединенная по схеме «звезда». 3.3. Трехфазная нагрузка, соединенная по схеме «треугольник». 3.4. Аварийные режимы трёхфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «звезда». 3.5. Аварийные режимы трёхфазной цепи при соединении нагрузки по схеме «треугольник». **4. Расчёт и экспериментальное исследование цепи при несинусоидальном приложенном напряжении** **5. Переходные процессы в электрических цепях** 5.1. Переходные процессы в цепи с конденсатором и резисторами. 5.2. Переходные процессы в цепи с катушкой индуктивности. 5.3. Переходные процессы в колебательном контуре.

	6. Однородная длинная линия. 6.1. Распределение напряжения вдоль однородной длинной линии. 6.2. Исследование зависимости входных сопротивлений линии от её электрической длины и сопротивления нагрузки. 6.3. Отражение волн от конца длинной линии. **7. Электронные приборы и устройства** 7.1. Выпрямительные диоды. 7.1.1. Характеристики диода. 7.1.2. Однофазный однополупериодный неуправляемый выпрямитель. 7.1.3. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель. 7.1.4. Трехфазный нулевой неуправляемый выпрямитель. 7.1.5. Трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель. 7.2. Стабилитроны. 7.2.1. Характеристики стабилитрона. 7.2.2. Исследование параметрического стабилизатора напряжения. 7.2.3. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения. 7.3. Диоды с особыми свойствами. 7.3.1. Характеристики светодиода. 7.3.2. Характеристики варикапа. 7.4. Биполярные транзисторы. 7.4.1. Испытание слоев и исследование выпрямительного действия биполярных транзисторов. 7.4.2. Исследование распределения тока в транзисторе и управляющего эффекта тока базы транзистора.

	7.4.3. Характеристики транзистора. 7.4.4. Установка рабочей точки транзистора и исследование влияния резистора в цепи коллектора на коэффициент усиления по напряжению усилительного каскада с общим эмиттером. 7.4.5. Усилители на биполярных транзисторах. 7.4.6. Линейный регулятор напряжения. 7.4.7. Линейный регулятор тока. 7.5. Униполярные (полевые) транзисторы. 7.5.1. Испытание слоев и исследование выпрямительного действия униполярных транзисторов. 7.5.2. Характеристика включения затвора полевого транзистора. 7.5.3. Управляющий эффект затвора полевого транзистора n-типа. 7.5.4. Выходные характеристики полевого транзистора. 7.5.5. Усилители на полевых транзисторах. 7.6. Тиристоры. 7.6.1. Характеристики диодного тиристора (симистора). 7.6.2. Характеристики триодного тиристора. 7.6.3. Фазовое управление тиристором. 7.7. Основы цифровой техники 7.7.1. Исследование базовых логических элементов: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ и триггера Шмитта 7.7.2. Реализация логических функций в различных базисах 7.7.3. Исследование JK – триггера 7.7.4. Исследование D – триггера и делителя частоты

	7.7.5. Исследование универсального регистра 7.7.6. Исследование двоичного счетчика 7.7.7. Исследование дешифратора семисегментного цифрового индикатора 7.8. Операционные усилители. 7.8.1. Инвертирующий усилитель. 7.8.2. Неинвертирующий усилитель. 7.8.3. Суммирующий усилитель. 7.8.4. Дифференциальный усилитель. 7.8.5. Исследование операционного усилителя в динамике. ***Электрические машины*** **8. Трансформаторы** 8.1 Определение коэффициента трансформации двухобмоточного трансформатора. 8.2 Снятие характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ однофазного трансформатора. 8.3 Снятие характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ однофазного трансформатора. 8.4 Снятие характеристик холостого хода $I_0=f(U)$, $P_0=f(U)$, $\cos\varphi_0=f(U)$ трехфазного трансформатора. 8.5 Снятие характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ трехфазного трансформатора. **9. Генераторы постоянного тока** 9.1. Снятие характеристики холостого хода $E_0=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением. 9.2. Снятие характеристики короткого замыкания $I_K=f(I_f)$ генератора постоянного тока с независимым возбуждением. 9.3. Снятие внешней $U=f(I)$, регулировочной $I_f= f(I)$ и нагрузочной $U=f(I_f)$ характеристик генератора постоянного тока с независимым.

	10. Двигатели постоянного тока 10.1. Пуск в ход двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. 10.2. Пуск в ход двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. 10.3. Пуск в ход двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. 10.4. Снятие механической характеристики n=f(M) двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. 10.5. Снятие механической характеристики n=f(M) двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. 10.6. Снятие механической характеристики n=f(M) двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. 10.7. Снятие электромеханической характеристики n=f(I) двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. 10.8. Снятие электромеханической характеристики n=f(I) двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. 10.9. Снятие электромеханической характеристики n=f(I) двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. 10.10. Снятие рабочих характеристик n=f(P2), M=f(P2), η=f(P2) двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. 10.11. Снятие рабочих характеристик n=f(P2), M=f(P2), η=f(P2) двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. 10.12. Снятие рабочих характеристик n=f(P2), M=f(P2), η=f(P2) двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. **11. Трехфазные асинхронные двигатели** 11.1. Пуск в ход трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. 11.2. Плавный пуск в ход трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. 11.3. Снятие характеристик холостого хода I_0=f(U), P_0=f(U), cosφ_0=f(U) трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

	11.4. Снятие характеристик короткого замыкания $I_K=f(U)$, $P_K=f(U)$, $\cos\varphi_K=f(U)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. 11.5. Снятие механической характеристики n=f(M) трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. 11.6. Снятие электромеханической характеристики n=f(I)трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. 11.7. Снятие рабочих характеристик $I=f(P_2)$, $P_1=f(P_2)$, $s=f(P_2)$, $\eta=f(P_2)$, $\cos\varphi=f(P_2)$, $M=f(P_2)$ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. ***Электропривод*** **12. Электропривода постоянного тока.** 12.1. Электропривод системы «Тиристорный преобразователь – Двигатель постоянного тока независимого возбуждения». 12.2. Электропривод системы «Тиристорный преобразователь – Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения». 12.3. Электропривод системы «Тиристорный преобразователь – Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения». 12.4. Электропривод системы «Реверсивный тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения». 12.5. Электропривод системы «Реверсивный тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока последовательного возбуждения». 12.6. Электропривод системы «Реверсивный тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока параллельного возбуждения». **13. Электропривода переменного тока**. 13.1. Электропривод разомкнутой системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором».

	13.2. Электропривод замкнутой системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором»