

«ЭкоТехноПарк – Волма» – инновационная модель межотраслевого центра компетенций

Филиал учреждения образования «Республиканский институт профессионального образования» (далее – УО РИПО) «Ресурсный центр ЭкоТехноПарк – Волма» – многофункциональный межотраслевой комплекс в области интеллектуальной энергетики, энергосбережения и экологии является уникальным местом, где органично соединились национальное историко-культурное наследие и инновационные технологии в области энергетики и экологии, усадебно-парковый ансамбль XIX века рода Ваньковичей и современные демонстрационные модели энергоэффективных зданий с применением технологий «умный дом» и гибридных моделей тепло-энергоснабжения.

Помещения учебно-лабораторного корпуса оснащены учебным и производственным оборудованием и тренажерами, имитирующими реальные технологические процессы и позволяющими изучить как отдельные компоненты, так и систему в целом. Оборудование может использоваться для проведения лабораторных, практических занятий и практик различного уровня сложности в рамках содержания образовательных программ среднего специального и высшего образования, а также научных исследований, организации обучения и демонстрации возможностей современного учебного и производственного оборудования и технологий по направлениям тепло-энергетика, водоподготовка, распределение энергии, возобновляемые источники энергии, биотехнологии.

Демонстрационные объекты объединены в систему автоматизации и диспетчеризации зданий, используя технологии и оборудование аналогичное применяемому в учебных стендах, что позволяет организовать практико-ориентированное обучение и сформировать компетенции проектирования, монтажа, наладки, эксплуатации, диагностики и ремонта энергоэффективных технологий и объектов различного функционального назначения. Изучение технологий управления энергией «Умный район» включает следующие объекты: «Энергоэффективный дом» с применением экологических строительных материалов, «Энергоэффективный дом с электрической системой теплоснабжения», «Энергоэффективный дом с гибридной системой теплоснабжения», здание производственного назначения с автоматизированной системой управления микроклиматом и водоочисткой, станция зарядки электромобилей, помещение котельной на экотопливе и ряд других объектов и зданий, оснащенных или планируемых к оснащению современным технологическим оборудованием и источниками возобновляемой энергии, приборами контроля и учета с возможностью передачи информации в пункт диспетчеризации.

В процессе реализации проекты по созданию демонстрационных моделей инновационной теплицы 5-го поколения, а также лаборатории в области

аквакультуры и охраны водных ресурсов во взаимодействии с учреждениями образования Полесским государственным университетом, «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» и Национальной академией наук. Целью данных проектов является создание условий и возможностей для выполнения опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, научного сопровождения инновационных проектов коллаборации заинтересованных учреждений и организаций в трансфере передовых отечественных и мировых технологий, опытно-промышленной их апробации и внедрении в производство агротехнического комплекса и рыбоводческого хозяйства.

Экспериментальная апробация механизмов сетевого взаимодействия с энергетическим факультетом БНТУ и Минским государственным энергетическим колледжем позволила отработать подходы по повышению профессиональной компетентности профессорско-преподавательского состава (далее – ППС) и педработников, а также обновлению содержания практических занятий образовательных программ специальностей высшего и среднего специального образования (далее – ССО).

Алгоритм взаимодействия включает несколько этапов:

- 1) стажировка ППС и педработников, включающая:
 - изучение потенциала современного учебно-лабораторного оборудования,
 - определение перечня оборудования, релевантного целям обучения по соответствующей специальности,
 - разработка содержания практических занятий в процессе самостоятельного выполнения экспериментов на учебно-лабораторных стендах;
- 2) внесение изменений и дополнений в образовательные программы соответствующей специальности; планирование графика выездных лабораторно-практических занятий со студентами;
- 3) проведение выездных лабораторно-практических занятий в соответствии с графиком; анализ результатов обучения и совершенствование содержания учебных программ.

Потенциальные возможности для учреждений высшего образования (далее – УВО):

- обеспечить интеграцию теории и практики в учебно-производственных модулях, которые формируют сами преподаватели учреждений высшего образования;
- моделировать скрытые технологические процессы и повышать мотивацию студентов применяя специализированное программное обеспечение и высокотехнологичное оборудование;
- разрабатывать и реализовывать программы практик по формированию инновационных компетенций или квалификаций по рабочим профес-

сиям в структуре образовательных программ по соответствующим специальностям высшего образования;

- создать условия для студентов инженерно-технического профиля не только проектировать инновационные модели и технологии, но и тестировать опытно-конструкторские инновационные образцы, разработанные на основе научных исследовательских работ для последующей передачи в производство;

- увеличить экспортный потенциал образовательных услуг УВО, посредством проведения практических занятий с иностранными студентами по формированию прикладных квалификаций на современном учебно-лабораторном оборудовании;

- обеспечить конкурентное превосходство выпускникам УВО, освоившим современное оборудование и технологии.

Лаборатория «Умный дом»

Учебные стенды лаборатории дают возможность учебы на ПК и тренировки на оригинальном оборудовании. Многие тематически модели, которые через интегрированный интерфейс и универсальный симулятор неисправностей интерактивно работают в увязке с программным обеспечением на ПК. Для повышения объема самостоятельной учебы проводится структурированная проверка пользователей системы с помощью ведущего мультимедийного программного обеспечения. Мультимедийные, содержащие анимации учебные блоки, сопровождают обучающихся при изучении теории и дают указания при практических экспериментах.

Обучающиеся осваивают компоненты интеллектуальных систем «Умный дом», на практике осваивают монтаж конструкций: «Домовой ввод», «Включение ламп и приборов», «Коммуникационная техника», «Охранная и пожарная сигнализации» и другие.

Учебный стенд «Домовой ввод»



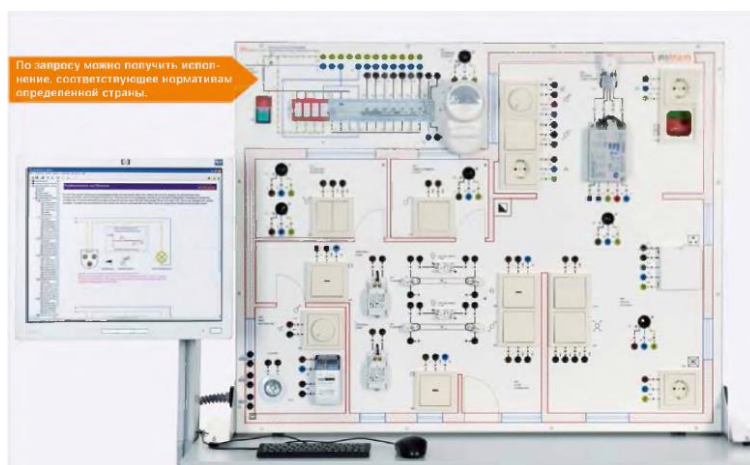
Тренажер по системам зданий «Домовой ввод» позволяет обучиться подключению сети энергоснабжения к электрической системе здания, надлежащему исполнению и проверке этой системы. Важные для практики эксперименты являются составной частью тренажера. Посредством интегрированного в аппаратное обеспечение симулятора сбоев можно ставить различные измерительные задачи, которые должен решать обучающийся. В курсе подробно представлены распределительная сеть, домовой ввод и потребляющая электроустановка с учетом необходимых мер безопасности.

Содержание курса:

- структура сети общего пользования,
- ввод энергии, распределение энергии,
- меры защиты от поражения электрическим током,
- короткое замыкание, замыкание на корпус, замыкание на землю,
- молниезащита, защита от перенапряжений,

- проверка электрических установок по действующим нормативным документам,
- измерение сопротивления изоляции, измерение сопротивления заземления, поиск неисправностей методом шлейфовых измерений,
- проверка направления вращающегося поля, измерение защитного провода, измерение выравнивания потенциала,
- принцип действия обычных и электронных счетчиков электроэнергии,
- проверка мер безопасности согласно протоколу первичного и повторных испытаний,
- сетевые системы,
- проверка систем TN-ЯТ,
- проверка устройства защитного отключения (RCDs).

Учебный стенд «Схемы включения ламп и приборов»



Тренажер по системам зданий «Включение ламп и приборов» позволяет обучиться проектированию, устройству и испытанию широко применяемых электроустановочных схем. Для этого воспроизводится электроустановочная техника всего здания. Путем увязки теории с практикой этот модуль оптимально выполняет требования к профессиональному обучению, возникшие в результате переориентации электротехнических профессий. Программное обеспечение активизирует реальные, типичные ошибки монтажа, например, короткие замыкания, дефектные защитные провода, слабые места изоляции и дефектные приборы, которые ученики должны выявить и устранить.

Содержание курса:

- проектирование комплектного электрооборудования квартиры,
- предварительные исследования и подготовка переговоров с клиентами,
- проверка экономичности различных схем,
- составление спецификаций материалов,
- калькуляция частичных и комплектных заказов,

- оформление и выполнение заказа и проведение электроустановочных работ,
- первичные испытания установки по DIN VDE 0100-600,
- сдача смонтированной установки и инструктаж клиента,
- электроустановки для различных применений,
- меры защиты от поражения электрическим током,
- проверка устройства защитного отключения (RCDs),
- молниезащита, защита от перенапряжений,
- измерения согласно DIN/VDE,
- документация, протокол сдачи-приемки и протокол испытаний, указания для клиента.

Учебный стенд «Коммуникационная техника»



Тренажер по системам зданий «Коммуникационная техника» позволяет изучить проектирование, монтаж и испытание структурированной кабельной разводки для различных применений и назначений коммуникационной техники. Учебный проект относится к области Homeoffice (домашний офис). Кроме того, подробно рассматриваются следующие темы: телефония, Интернет, сетевое соединение, ТВ и видео. Благодаря применению симулятора сбоев, можно адаптировать задания к уровню знаний соответствующего ученика.

Содержание курса:

- проектирование мультимедийной кабельной разводки,
- выбор сред передачи и аппаратного оснащения,
- соблюдение требуемых категорий передаточных характеристик,
- длительный срок службы кабельных систем,
- выполнение различных кабельных разводок,
- создание беспроводной локальной сети,
- соединение двух ПК полимерным световодом,
- соединение ПК через розетку RJ45 (LSA),

- комплектация распределителя блоком NTBA, беспроводным маршрутизатором,
- установка коммутационной панели в мультимедийном распределителе,
- соединение ПК через переключатель и коммутационную панель,
- ввод сигнала через приемник DVB-T,
- установка проходной и оконечной розетки в канальном сегменте (коаксиальный кабель),
- монтаж, соединение и испытание двух розеток RJ45 в канальном сегменте,
- документация, протокол сдачи-приемки и протокол испытаний, указания для клиента,
- пуск в эксплуатацию цифрового абонентского подключения.

Учебный стенд «Системы управления зданиями с использованием технологии KNX»



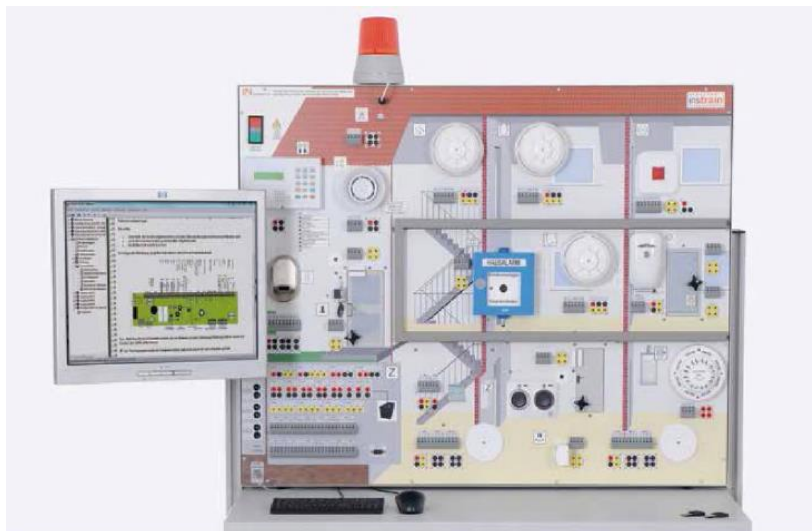
Тренажер позволяет изучить проектирование, монтаж и испытание интеллектуальной, пригодной для шинного соединения электроустановочной системы. Основное внимание уделяется проектированию и параметрированию, кабельной разводке и технике подключения шинных систем во вторичном распределителе. Фундаментальное изменение бывшей профессии «Электромонтер» в направлении «Специалист по электронике зданий и инфраструктурным системам» превращает задачи ручного монтажа в работы по проектированию и программированию с помощью ПК.

Содержание курса:

- планирование, проектирование и параметрирование KNX-установок,
- выбор подходящих монтажных структур, оборудования, компонентов с учетом экономичности,
- длительный срок службы электроустановочных систем,
- параметрирование и поиск неисправностей в KNX®-установках,
- устройства сопряжения с другими шинными системами,
- построение шинных структур и топология,

- возможности применение KNX®/EIB,
- проектирование с помощью программного обеспечения ETS 4,
- структура телеграмм и адресация,
- среды передачи, шина,
- монтаж установки KNX®/EIB для различных применений,
- пуск и специфические испытания,
- документация, протокол сдачи-приемки и протокол испытаний, указания для клиента.

Учебный стенд «Охранная и пожарная сигнализация»

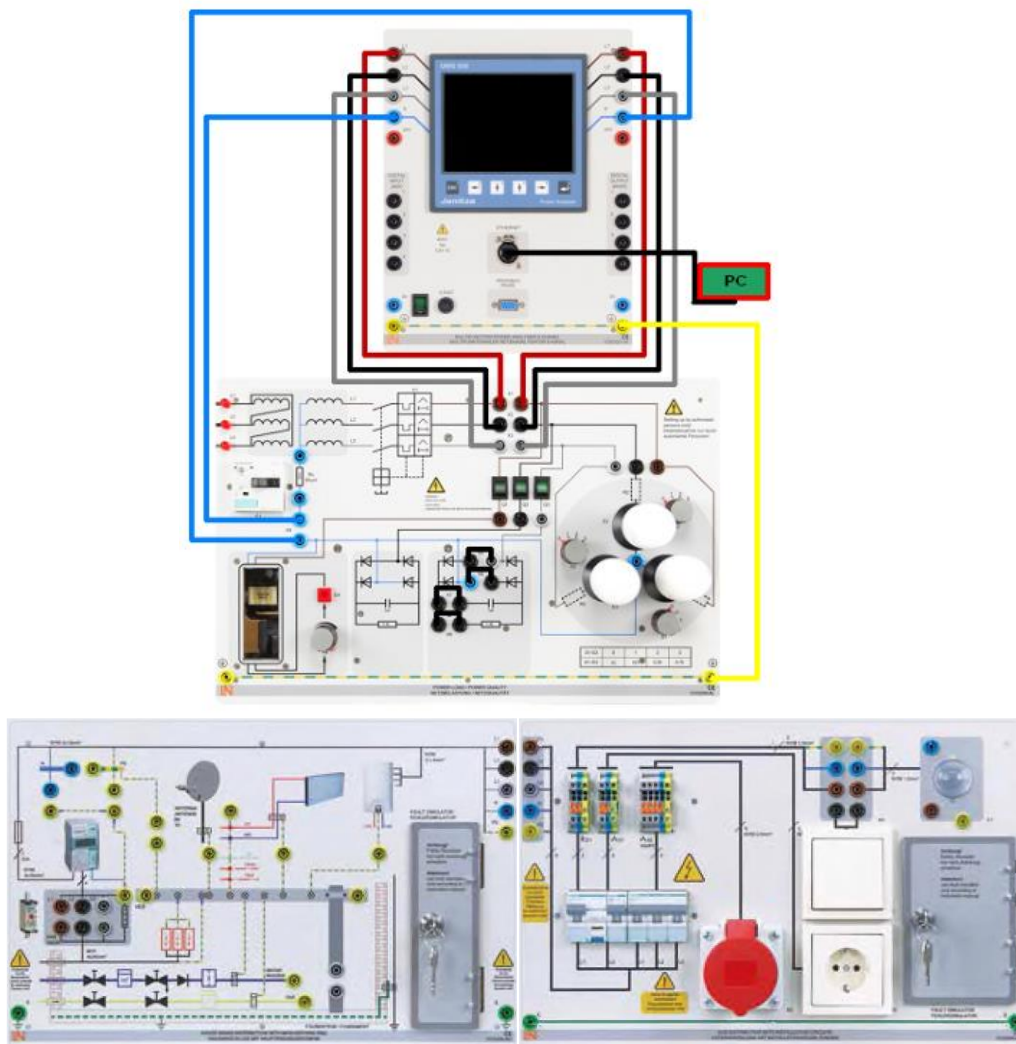


С помощью данного тренажера тема противовзломной и противопожарной защиты раскрывается как решающий элемент современной электроустановочной системы. В центре внимания находятся принцип действия отдельных датчиков и объединение различных извещателей, датчиков, устройств активации и диспетчерской в единую систему. Установка может свободно программироваться и очень дифференцированно применяться для ориентированного на высокие результаты преподавания. Установка охранной сигнализации состоит из типичных применяемых на практике узлов, которые все без исключения имеют допуск VdS.

Содержание курса:

- проектирование систем тревожной и охранной сигнализации, пожарного извещения, контроля доступа,
- физические принципы действия различных датчиков,
- установка извещателей газа, воды, дыма и взлома,
- конфигурирование групп обычных извещателей,
- установка датчиков и извещателей, пригодных для применения в шинной системе,
- программирование установки с помощью ПК или пульта управления.

Учебный стенд «Качество электроэнергии и меры защиты»



Лабораторный стенд представляет собой физическую модель электроэнергетической системы.

Содержание курса:

- несимметричная нагрузка нулевого провода,
- нелинейная нагрузка нулевого провода,
- обрыв нейтрального провода вследствие обгорания,
- повышенное напряжение вследствие обрыва нулевого провода,
- качество сети согласно Стандарта Европейского сообщества EN 50160,
- различные системы сетей на установке клиента (система TT, TN, TN-C, TN-S или TN-C-S),
- выбор и принцип действия различных защитных устройств в различных сетях,
- ознакомление с различными мерами безопасности и их испытание соответствующими измерительными приборами,
- проведение первичных и повторных испытаний по DIN VDE 0100-600,

- испытания автоматического выключателя дифференциальной защиты,
- измерение импеданса шлейфа, местного импеданса изоляции и сопротивления изоляции,
- консультации и инструктаж относительно опасностей на электроустановках,
- оценка измеренных показателей и целенаправленный поиск неисправностей,
- составление документации и протоколов испытаний,
- токороходимость уравнительных проводов.

Лаборатория «Основы энергетики»

С помощью мультимедийной экспериментально-тренажерной системы UniTrain обучающиеся осваивают теорию и проводят эксперименты, используя четко структурированное программное обеспечение, включающее тексты, графики, анимации и тесты для проверки знаний, набор экспериментальных карт, содержащий практические задачи.



Программное обеспечение включает в себя интегрированные измерительные приборы и приборы сетевого питания (мультиметр, амперметр, вольтметр, двухканальный запоминающий осциллограф, генератор функций и генератор формы кривых, тройной блок питания для переменного и постоянного тока, трехфазный блок питания и многие другие приборы).

Содержание курса:

- оборудование постоянного, переменного и трехфазного тока;
- магнетизм/электромагнетизм;
- измерение с помощью мультиметра;
- сети и сетевые модели;
- трансформаторы тока и напряжения и другие.

Лаборатория «Возобновляемая энергетика, энергетические системы и сети»

Системы для изучения электроэнергетики могут комбинироваться друг с другом в любой форме. В лаборатории можно, например, передавать по модели линии электропередачи электроэнергию, получаемую из возобновляемых источников, преобразовывать ее на трансформаторах и распределять по различным потребителям с помощью системы двойных сборных шин. Все шинные системы измерительных приборов и защитных устройств могут комбинироваться друг с другом и с помощью программы SCADA

централизованно анализироваться и управляться. Тем самым, в лаборатории теперь можно неограниченно собирать и исследовать интеллектуальные сети.

Обширный перечень учебных курсов позволяет подготовить специалистов как учреждений ССО, так и вузов.

Учебный стенд «Производство электроэнергии»



Наряду с основополагающими экспериментами с синхронным генератором трехфазного тока опыты в этой области включают ручные и автоматические схемы синхронизации, а также эксперименты, относящиеся к автоматическому регулированию коэффициента мощности (регулирование косинуса ϕ) и мощности. Поэтому данный модуль позволяет моделировать работу электростанции в изолированном и совместном режиме.

Содержание курса:

- синхронные генераторы трехфазного тока (UniTrain),
- регулирование генераторов и синхронизация,
- схемы автоматической синхронизации,
- автоматическое регулирование мощности.

Группа учебных стендов «Производство электроэнергии из регенеративных источников»

Учебный стенд «Фотовольтаика»



Курс по *фотовольтаике* позволяет не только ознакомиться с принципами работы солнечных батарей и проводить различные исследования, но и моделировать фотовольтаическую систему в режиме прямого питания или в режиме аккумуляирования.

Содержание курса:

- исследование солнечных модулей,
- схема автономных фотовольтаических установок,
- схема фотовольтаических установок, работающих параллельно с сетью.

Учебный стенд «Продвинутая фотовольтаика»



Тренажерная система позволяет выполнять приближенную к практическим условиям имитацию траектории солнца. Благодаря этому можно также и без солнца проводить эксперименты в лаборатории с помощью эмуляторов, создавая натуральные условия.

Содержание курса:

- изучение солнечных батарей,
- устройство фотоэлектрических систем при параллельном режиме работы,
- регулирование напряжения в локальной сети.

Учебный стенд «Ветрогенераторные установки»



Комплект оборудования обеспечивает изучение современных ветрогенераторных установок с «генераторами двойного питания». Ветер можно эмулировать близко к реальным условиям с помощью испытательного сервостенда и программы WindSim. Связь с ПК обеспечивает во время экспериментов простое обслуживание и визуализацию. Соответствующий мультимедийный курс «Interactive Lab Assistant» передает теоретические знания, поддерживает проведение экспериментов и анализ результатов измерений.

Содержание курса:

- изучение конструкции и принципа действия ветроэнергетических установок,
- проработка физических основ «От ветра к валу»,
- ознакомление с различными концепциями ветрогенераторных установок,
- конструкция и принцип действия асинхронного генератора двойного питания,
- работа генератора при различной силе ветра и регулирование выходного напряжения и частоты,
- определение оптимальных рабочих точек при изменяющемся ветре,
- исследование поведения при отказах сети «Fault-ride-through»,

Учебный стенд «Малые ветрогенераторные установки»



Оборудование обеспечивает изучение малых ветрогенераторных установок, которые могут работать автономно, то есть без подключения к общей электрической сети.

Содержание курса:

- изучение конструкции и принципа действия современных малых ветроэнергетических установок,
- проработка физических основ «От ветра к валу»,
- ознакомление с различными концепциями ветрогенераторных установок,
- конструкция и пуск генератора малой ветроэнергетической установки,
- работа в аккумулярующем режиме при изменяющейся силе ветра,
- аккумулярование электроэнергии,

- оптимизация установки,
- устройство автономной установки для генерирования переменного напряжения 230 В,
- ознакомление с гибридными системами для независимого электро-снабжения на основе энергии ветра и фотовольтаики.

Учебный стенд «Продвинутые топливные элементы»



Производство электроэнергии с помощью топливных элементов приобретает все более важное значение как техническая возможность различного применения в электротехнике и автомобилестроении. Экспериментальная система, обеспечивающая безопасную работу с водородом и топливным элементом, дает возможность проведения многих интересных опытов и пригодна как для демонстрации, так и для тренажа. Анимированное изложение теоретических основ, вызов руководства по проведению экспериментов и индикация результатов обеспечивает программа Interactive Lab Assistant.

Содержание курса:

- ознакомление с принципом действия топливных элементов,
- снятие характеристик топливного элемента,
- объяснение электрохимических процессов электролиза (первый и второй закон Фарадея),
- определение фарадеевского КПД и КПД топливного элемента по энергии,
- последовательное и параллельное соединение топливных элементов,
- рассмотрение мощности топливных элементов,
- ознакомление с принципом действия электролизера,
- снятие UI-характеристики электролизера,
- определение фарадеевского КПД и КПД электролизера по энергии.

Учебный стенд «Исследование трансформаторов»



Трансформаторы применяются в электроэнергетике для взаимоувязки различных уровней напряжений электрической сети. В ходе экспериментов на стенде рассматривается схема замещения трансформатора и путем измерений определяются характеристические величины.

Содержание курса:

- многофазный трансформатор на холостом ходу и при коротком замыкании,
- многофазный трансформатор с омической, индуктивной и емкостной нагрузкой,
- определение полного сопротивления нулевой последовательности,
- исследование коэффициента трансформации.

Группа учебных стендов на тему «Передача электроэнергии»

Учебный стенд «Высоковольтные линии электропередачи»



Исследования на тренажерной системе могут проводиться в холостом, нормальном режиме, в режиме короткого замыкания, а также в режиме несимметричных нагрузок, включая замыкание на землю с компенсацией или без нее. Имеется возможность построения комплексных структур, соединяя модели линий параллельно или последовательно.

Содержание курса:

- изучение трехфазных линий и трехфазных кабелей,
- параллельное и последовательное соединение линий,
- линия с компенсацией замыкания на землю,
- системы передачи с синхронным генератором,
- объединенные сети кабелей и проводов,
- регулирование перетоков мощности в ячеистых сетях,
- встречное регулирование напряжения линии.

Учебный стенд «Высоковольтная передача постоянного тока»



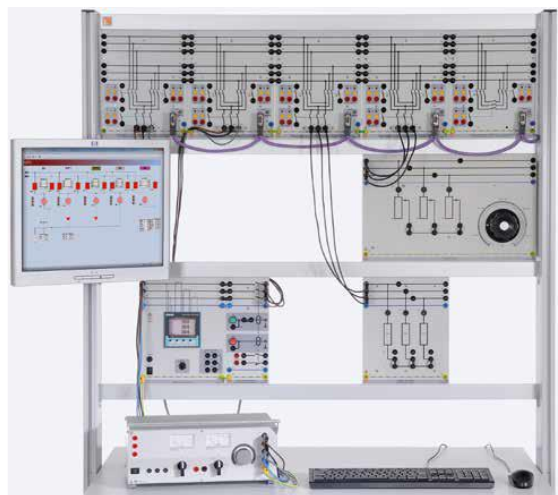
Учебный стенд обеспечивает изучение напряжения промежуточного звена, регулирование мощности управление ей.

Содержание курса:

- выработка реактивной мощности без потока активной мощности (СТАТКОМ),
- ручная и автоматическая синхронизация сетей,
- регулирование активной мощности высоковольтной передачи постоянного тока с изменением потока мощности,
- индивидуальное регулирование реактивной мощности для обеих преобразовательных подстанций,
- изучение потерь при различной дальности передачи,
- питание сети с пассивными потребителями постоянным током высокого напряжения (запуск из обесточенного состояния),
- соединение с ветрогенераторными установками,
- изучение функции бесперебойного электроснабжения в случае систем передачи энергии постоянным током.

Группа учебных стендов «Распределение энергии»

Учебный стенд «Трехфазная система двойных сборных шин»



Модель системы двойных сборных шин включает все функции, играющие важную роль на практике. Встроенные приборы для измерения силы тока и напряжения позволяют незамедлительный анализ коммутационных операций. В комплекте оборудования Lucas-Nülle все эти функции объединены в панелях распределения, включающих силовые выключатели, разъединители и устройства регистрации результатов измерений.

Содержание курса:

- простые схемы трехполюсной системы двойных сборных шин,
- трехфазная система двойных сборных шин с нагрузкой,
- смена сборных шин без прерывания ответвления,
- проработка коммутационных алгоритмов для различных коммутационных операций,
- соединение сборных шин.

Учебный стенд «Управление электрической энергией»



Данный стенд позволяет проводить эксперименты с ручной и автоматической компенсацией реактивной мощности, так и эксперименты по снижению пиковой нагрузки и измерения с помощью киловаттметра и счетчика максимальных значений, которые показывают, что нагрузка сети может быть сокращена и одновременно распределена в течение суток. В отдельных экспериментах можно подробно исследовать статическую, динамическую, симметричную и несимметричную нагрузку.

Содержание курса *Комплексные потребители, измерение потребления энергии, контроль пиковой нагрузки*:

- потребители трехфазного тока с соединением по схемам звезда и треугольник (R-, L-, C-, RL-, RC- или RLC-нагрузка),
- измерение счетчиками активной и реактивной энергии,
- определение первого и второго максимума мощности,
- определение максимума мощности при несимметричной нагрузке,
- снятие характеристик профиля нагрузки,
- динамический потребитель трехфазного тока (асинхронный двигатель),
- измерение мощности при изменении направления протекания энергии,
- ручная и автоматическая компенсация реактивной мощности;
- пуск асинхронной машины и снятие характеристик,
- расчет компенсирующих конденсаторов,
- компенсация с помощью различных конденсаторов,
- автоматическое распознавание подключения регулятора реактивной мощности.

Группа учебных стендов «Smart Grid (Интеллектуальная сеть)»



Оснащение учебных курсов дает возможность электрического и информационно-технического комбинирования тренажерных систем по производству, передаче, распределению электроэнергии, защите оборудования и управлению электроэнергией. Контрольный центр интеллектуальной сети

регистрирует все параметры и активирует соответствующие коммутационные операции. Это обеспечивает изучение в лаборатории влияния регенеративной электроэнергии на производство электроэнергии. Программное обеспечение SCADA позволяет наблюдать за всей установкой и управлять ею с любого рабочего места.

Содержание курса:

- Smart Grid: Контрольный центр;
- Smart Grid: Управление энергией;
- производители энергии в интеллектуальных сетях;
- аккумуляторы энергии в интеллектуальных сетях;
- режим автономной работы в интеллектуальных сетях.

Группа учебных стендов, дополненных производственными элементами, позволяет научиться проектировать системы, производить их монтаж, наладку, эксплуатацию, диагностику и обслуживание.

Лаборатория «Жилищно-коммунального хозяйства с применением возобновляемых источников энергии»

Лаборатория предназначена для подготовки специалистов в области санитарно-технических систем, вентиляции, систем отопления с применением возобновляемых источников энергии, специалистов по газовому оборудованию.

Перечень учебных курсов дает возможность получить не только базовые знания на вышеуказанные темы, но и подготовить специалистов по проектным работам.

Лабораторные стенды и кейсы представленные в данной лаборатории предназначены для обучения студентов высших и средних специальных учебных заведений, учащихся профессионально-технических училищ и слушателей отраслевых учебных центров повышения квалификации, а также инженерно-технических работников, обучающихся в сфере жилищно-коммунального хозяйства, а также для учащихся изучающие альтернативные источники энергии.

Учебный тренажер *«Производство энергии с помощью велотренажера с генератором»* представляет собой велотренажер с применением различных потребителей электрической энергии. Стенд позволяет изучить производство энергии посредством механического движения и ее сохранения.





Учебный кейс «Мобильная гелио-установка для основных тренировок» дает возможность ознакомиться с электрической цепью: понимание системы с источником энергии, кабелями и потребительскими модулями, аккумуляция энергии. Данная мобильная установка изюстрирует полную электрическую цепь от источника к потребителю, что позволяет проводить исследования в реальных условиях.

Учебный стенд «Фотовольтаика для проведения экспериментов по off-grid и on-grid технологиям» позволит ознакомиться с проектированием и построением систем рядов солнечных фотоэлементов для использования на практике. Стенд выполнен в виде учебного стола с магнитными панелями, для практического выполнения работ на данной установке.



Учебный кейс «Преобразование механической энергии в электрическую с генератором» позволяет изучить преобразование механической энергии в электрическую с помощью генератора при подключения различных потребителей для их питания за счет вырабатываемой энергии. Выполнен в виде кейса с встроенными потребителями электрической энергии.

Учебный кейс «Солнечная электростанция с комплектом дополнительного оборудования» дает возможность освоить теоретические основы по фотоэлементам, подготовке, монтажу и установке компонентов для солнечной электростанции. Удобный мобильный кейс позволяет выполнять практические задания в естественных условиях.



Группа учебных стендов «Система отопления с применением возобновляемых источников энергии»

Включает учебные стенды «Вентиляторный конвектор для охлаждения или отопления воздуха» (1), «Солнечный плоский коллектор» (2), «Регулятор отопления и циркуляционный насос» (3), «Гибридный коллектор солнечной энергии» (4), «Тепловой насос» (5), позволит изучить устройство и конструкцию теплового насоса, планирование, установку и конфигурирование систем отопления, физические процессы по холодному циклу теплового насоса, оптимизацию энергетических процессов в отопительных системах. В зависимости от выполняемой практической работы элементы стенда можно собирать в различные схемы.



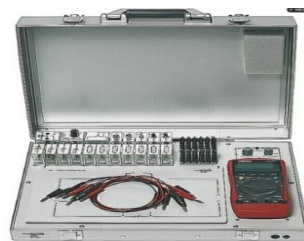
Учебный стенд «Изучение трубопроводной гидравлической системы отопления» дает возможность освоить влияние компонентов системы отопления друг на друга, повреждения, которые могут быть вызваны воздухом в системе отопления. Представляет собой систему отопления с насосной группой, группой безопасности и контроллером. Позволяет выполнять замену клапана-терморегулятора под давлением в рабочем режиме.



Учебный стенд «Установка оборудования в ванной комнате» позволит планировать конфигурации умывальных комнат и оценивать функциональности и механизмы работы кранов и предлагающихся к ним устройств. На стенде представлены современные компоненты ванной комнаты. При работе на данном стенде обучающиеся смогут изучить настройки всех компонентов.



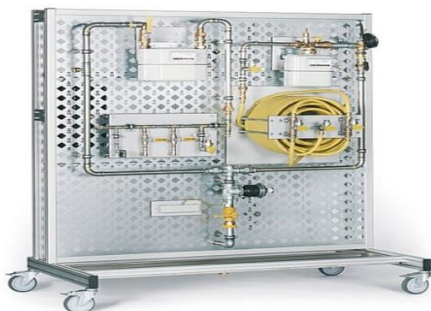
Мобильные учебные кейсы «**Технология постоянного тока**» и «**Технология переменного тока**» позволят изучить последовательное и параллельное соединение, переключную цепь, реле с фиксацией, диоды в цепи постоянного тока, высокие и низкие пропускные цепи, транзисторы, полевые транзисторы. Предназначены для удобного использования в классах и оснащены различными компонентами, что дает возможность выполнять практические задания.



Учебный стенд «Изучение системы питьевого водоснабжения» обеспечит усвоение знаний по установке систем питьевого водоснабжения, мерам борьбе с коррозией в системах питьевого водоснабжения.

Учебный стенд «Гидравлическая отопительная система» предоставляет возможность тестировать систему, программировать термостат, тестировать работу на расширительном бачке мембранного типа, а также снять показатели температуры на 4-канальном измерительном приборе с интерфейсом данных.

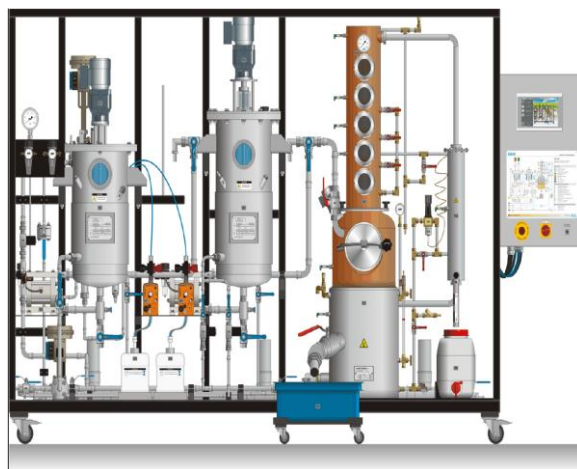




Учебный стенд «Изучение газовых технологий» позволит производить замену участка трубопровода, обследование газовой установки, анализ, планирование и реализация систем для подачи топлива. В комплект входят приборы учета и приборы выявления «ошибок» для правильности выполнения лабораторных работ.

Лаборатория «Биоэнергетики»

Учебный стенд «Биотехническое производство этанола»



Позволяет исследовать процесс биотехнологического производства этанола. Система управляется и контролируется с помощью программируемого логического контроллера (далее – ПЛК). В серии экспериментов изучается процесс влияния параметров процесса на содержание, количество, выход этанола в отношении исследуемой массы сырья. Для сбора данных измерений требуется дополнительный ПК.

Содержание курса.

Знакомство с необходимыми индивидуальными шагами и компонентами установки для производства этанола:

- желатинизация путем инъекции пара,
- сжижение с использованием α -амилазы,
- осахаривание с использованием γ -амилазы.

Учебный стенд «Производство биодизельного топлива»



Воспроизводит процесс производства биодизельного топлива в лабораторных условиях. Изучается влияние времени и температуры на производство биодизеля из растительного масла; процесс химической переэтерификации, дисциляции и др.

Содержание курса:

- производство биодизеля из растительного масла,
- химическая переэтерификация,
- разделение фаз в гравитационном поле,
- дистилляция,
- жидкостно-жидкостная экстракция,
- запуск непрерывного процесса, состоящего из нескольких основных операций.

Учебный стенд «Производство биогаза»



СЕ 642 демонстрирует практическое производство биогаза с помощью биомассы. Управление установкой и сбор данных осуществляется с помощью ПЛК с сенсорным экраном. Изучается влияние различных переменных на производство биогаза, его скорость и выход биогаза.

Содержание курса:

- выработка стабильного режима эксплуатации,
- влияние следующих переменных на производство биогаза,
- влияние процесса контроля на выход биогаза,
- определение характерных переменных процесса в зависимости от параметров процесса,
- выход биогаза – скорость производства биогаза.

Пример лабораторной работы

Филиал «Ресурсный центр «ЭкоТехноПарк – Волма»
учреждения образования
«Республиканский институт профессионального образования»

Белорусский национальный технический университет

Учебно-методический модуль
лабораторная работа «Защитное разделение»
по учебной дисциплине «Электробезопасность» для специальности
2-36 03 31 «Монтаж и эксплуатация электрооборудования (по направлениям)»

Слушатель (стажер)
группа № _____

_____	_____
Подпись	Ф.И.О.

Руководитель
стажировки

_____	_____
Подпись	Ф.И.О.

Минск, 20__ г.

Тема работы: Защитное разделение

Цель работы: определить эффективность применения разделительного трансформатора для защиты человека при косвенном прикосновении.

Краткие теоретические сведения

Защитное электрическое разделение цепей – отделение одной электрической цепи от других цепей в электроустановках напряжением до 1 кВ с помощью: двойной изоляции; основной изоляции и защитного экрана; усиленной изоляции. Питание отделяемой цепи должно быть выполнено от разделительного трансформатора или от другого источника, обеспечивающего равноценную степень безопасности. В соответствии с Правилами устройства электроустановок [1], защитное электрическое разделение цепей следует применять, как правило, для одной цепи. Наибольшее рабочее напряжение отделяемой цепи не должно превышать 500 В.

Электрическое разделение цепей может быть использовано в качестве одной из возможных мер защиты при косвенном прикосновении, если время автоматического отключения питания не удовлетворяет условиям для системы TN (таблица 1) и для системы IT (таблица 2).

Таблица 1 – Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы TN

Номинальное фазное напряжение, В	Время отключения, с
127	0,8
230	0,4
400	0,2
Более 400	0,1

Таблица 2 – Наибольшее допустимое время защитного автоматического отключения для системы IT

Номинальное фазное напряжение, В	Время отключения, с
230	0,8
400	0,4
690	0,2
Более 690	0,1

Рассмотрим случай прикосновения человека к фазному проводу в трехфазной четырехпроводной сети (рисунок 1).

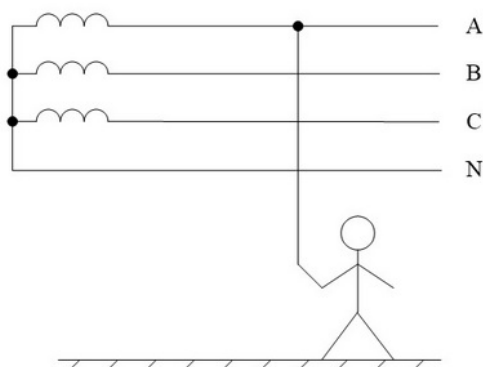


Рисунок 1 – Прикосновение человека к фазному проводу трехфазной четырехпроводной сети

Значение тока через тело человека определяется активным сопротивлением изоляции и емкостью сети, чем выше сопротивление и меньше емкость, тем ниже значение тока.

Рассмотрим факторы, влияющие на сопротивление изоляции: Влажность – чем выше, тем сопротивление изоляции меньше.

Длина линии питания – чем больше, тем сопротивление изоляции меньше.

Материал изоляции провода (например, у резиновой изоляции – сопротивление больше, чем у виниловой при прочих равных условиях).

Время эксплуатации – чем дольше эксплуатируется линия, тем меньше сопротивление изоляции (из-за старения изоляции, появления различных дефектов).

Толщина изоляции – чем больше, тем сопротивление изоляции больше. Минимальное значение сопротивления изоляции зависит от типа элемента электрической сети (кабель, двигатель, трансформатор и т. п.) и устанавливается нормативными документами. Например, сопротивление изоляции силового кабеля до 1000 В должно быть не меньше 0,5 МОм. В процессе проектирования и эксплуатации электрических сетей за счет применения соответствующих организационно-технических мероприятий (применение качественных изоляционных материалов, контроль и испытание изоляции) можно обеспечить требуемые значения сопротивления изоляции.

Емкость фаз относительно земли не зависит от каких-либо дефектов, она определяется конструктивными особенностями электрической сети: общей протяженностью сети, высотой подвеса проводов воздушной сети, толщиной фазной изоляции жил кабеля и т. п. Величина удельной емкости сети относительно земли, для кабельных линий составляет 0,1–0,4 мкФ/км, а для воздушных 0,005·мкФ/км. Емкость фаз возрастает с увеличением протяженности и разветвленности сети. Таким образом, емкость сети за счет применения различных мероприятий на этапе проектирования и эксплуатации не может быть снижена. В процессе эксплуатации емкость

сети изменяется лишь за счет отключения и включения отдельных линий, что определяется требованиями электроснабжения.

Выводы:

1. В протяженных электрических сетях с изолированной нейтралью опасность поражения выше, так как больше значение тока, протекающего через человека при его прикосновении к фазному проводнику.

2. В протяженных трехфазных четырехпроводных электрических сетях с изолированной нейтралью защитная роль изоляции электрической сети снижается. Увеличение сопротивления изоляции не приводит к уменьшению тока протекающего через тело человека при его прикосновении к фазному проводнику.

Принцип действия электрического разделения сети заключается в снижении опасности поражения электрическим током путем уменьшения протяженности электрической сети, за счет разделения ее на отдельные не связанные между собой электрически участки малой длины.

Для выполнения электрического разделения сети электроприемник подключается через разделяющий (разделительный) трансформатор. Разделительный трансформатор – трансформатор, первичная обмотка которого электрически не связана со вторичными обмотками с целью исключения опасности, обусловленной возможностью случайного одновременного прикосновения к земле и токоведущим частям или нетокведущим частям, которые могут оказаться под напряжением в случае повреждения изоляции.

Безопасный разделительный трансформатор – разделительный трансформатор, предназначенный для питания цепей сверхнизким безопасным напряжением.

При случайном прикосновении к фазному проводнику во вторичной цепи не создается опасности поражения электрическим током. Через человека будет протекать лишь небольшой ток через землю и обратно к другому проводнику через свойственную этому проводнику емкость относительно земли. Поскольку емкость проводника относительно земли очень мала, то ток обычно ниже уровня ощущения.

Однако есть ряд условий эффективной работы данной защитной меры: 1) токоведущие части вторичной цепи не должны иметь связи с землей или защитным проводником; 2) длина кабелей, подключенных к вторичной обмотке разделительного трансформатора, должна быть ограничена во избежание больших значений емкости; 3) должно быть обеспечено большое сопротивление изоляции кабелей и бытовых электроприборов, подключенных к вторичной обмотке разделительного трансформатора.

Оснащение рабочего места:

- плата UniTrain-I «Меры защиты»;
- UniTrain-I интерфейс;

- набор инструментов UniTrain-I;
- расширенный источник питания UniTrain-I;
- методические указания для выполнения работы.

Порядок выполнения работы

Особые указания

По причинам безопасности система работает не с низким, а с малым напряжением. При экспериментах данного курса работы проводятся при фазном напряжении в 11,5В/50Гц. Это создает по отношению к реальной сети энергоснабжения с 230/400В коэффициент масштаба 1:20.

Так как применяемые сопротивления соответствуют реальным значениям, то, соответственно, и токи меньше на коэффициент 1:20, чем в реальности.

Результаты измерений напряжений и токов должны быть пересчитаны с учетом коэффициента.

В данном эксперименте рассматривается схема с электроприемником, подключенным через разделительный трансформатор. На электроприемнике произошло замыкание на корпус. Человек прикасается к электроприемнику. Сопротивление рабочего заземления электроприемника R_B составляет 2 Ом, сопротивление поверхности, на которой стоит человек R_{ST} составляет 560 Ом, сопротивление тела человека (сухие руки) R_K составляет 2,4 кОм. R_F – сопротивление в месте повреждения (прикосновения), переменная величина. Схема соединений с обозначениями величин приведена на рисунке 2.

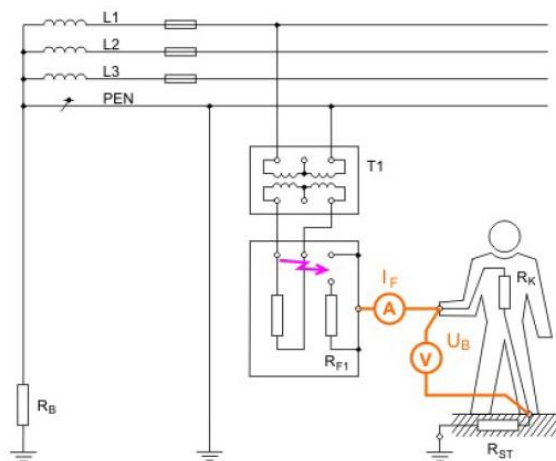


Рисунок 2 – Схема соединений

1. Выполните на плате схему соединений согласно рисунку 3.

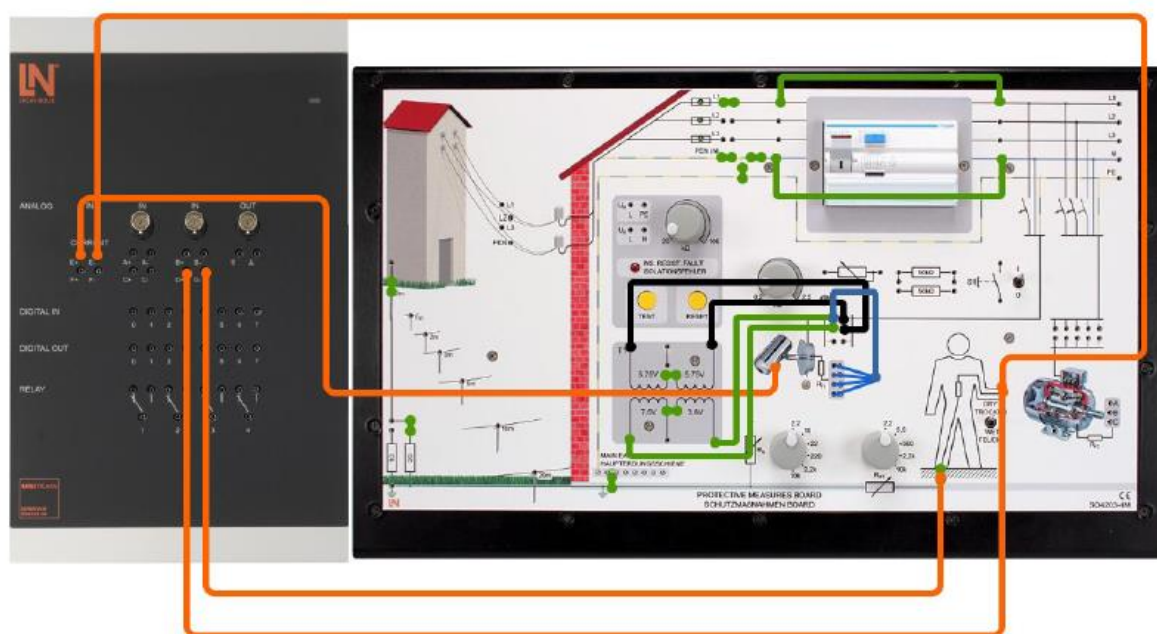


Рисунок 3 – Схема соединений на плате.

2. Проверьте подключенные сопротивления:
 - сопротивление поверхности $R_{ST} = 560 \text{ Ом}$,
 - сопротивление тела человека (сухие руки) $R_K = 2,4 \text{ кОм}$.
3. Включите виртуальный источник трехфазного тока $3 \times 11,5 \text{ В}$, 50 Гц.
4. Подключите виртуальные измерительные приборы согласно схеме соединений на плате.
5. Проведите серию измерений, с изменяющимся сопротивлением в месте повреждения (прикосновения) R_F от 0 до 47 кОм (при помощи тумблера на плате).
6. Занесите реальные и пересчитанные результаты измерений с учетом переводного коэффициента в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты опытов

Замыкание на корпус	Прямое	Через сопротивление			
$R_F \text{ (Ом)}$	0	22	825	15к	47к
$U_{\text{Визм.}} \text{ (В)}$					
$I_{\text{Кизм.}} \text{ (мА)}$					
$U_{\text{Вреал.}} \text{ (В)}$					
$I_{\text{Креал.}} \text{ (мА)}$					

7. Выключите виртуальный источник тока.
8. Сделайте вывод об опасности прикосновения.

Содержание отчета:

- 1) название и цель работы;
- 2) оснащение рабочего места;
- 3) схема исследования;
- 4) таблица показаний и расчет данных;
- 5) вывод о работе.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение защитному разделению электрических цепей.
2. Опишите принцип действия разделительного трансформатора.
3. Перечислите условия от которых зависит степень опасности прикосновения человека к фазному проводу четырехпроводной сети.
4. Какие меры помогают снизить опасность такого прикосновения?
5. Каковы особые требования, предъявляемые к подключению и эксплуатации разделительных трансформаторов?

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 640 с.
2. Сибикин, Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий : учеб. для нач. проф. образования / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Академия, 2004. – 240 с.
3. ТКП 339-2011 (02230). Электроустановки напряжением до 750 кВ. – Минск : Минскэнерго, 2011. – 329 с.