

13 УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ УСТРОЙСТВ РЗА

13.1 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВОК

Для выполнения проверки устройств РЗА необходимо регулировать в широких пределах и измерять величину тока и напряжения, измерять время срабатывания и возврата устройств. В более сложных случаях необходимо регулировать и измерять величину мощности, сопротивление, частоту, угол между током и напряжением.

Все это можно реализовать, собирая для каждого случая схему из различных приборов: реостатов, ЛАТРов, промежуточных трансформаторов, измерительных приборов. Однако значительно удобнее иметь одну испытательную установку, предназначенную для проверки устройств РЗА и содержащую всю эту аппаратуру..

Вот некоторые разновидности установок для проверки устройств РЗА:

- *Установки для проверки простых защит.*
- *Установки для проверки сложных защит.*
- *Автоматизированные микропроцессорные установки.*
- *Генераторы технической частоты.*
- *Аппаратура для проверки ВЧ трактов защит.*
- *Установки для испытания повышенным напряжением.*

Установки для проверки простых защит, включающие в себя устройство регулирования постоянно-го и переменного тока и напряжения, универсальный измерительный прибор, секундомер для измерения времени срабатывания и возврата защиты. В состав установок входит ЛАТР для регулировки напряжения, и трансформатор для создания тока необходимой величины. Установки выполняются однофазными. К таким установкам можно отнести устройства, ПТ-01 разработанное под руководством авторов, У-5052 или ЭУ-5000 производства “Киевэлектроточприбор”, Ретом 11, Ретом- 21, фирмы “Динамика” Чебоксары, Нептун фирмы «Радиус-автоматика» и др.

Установки для проверки сложных защит. Эти установки дополнительно имеют возможность создавать одновременно однофазный (или трехфазный) ток и трехфазное напряжение; имеют возможность регулировать угол между током и напряжением, что позволяет использовать их для проверки реле сопротивления, мощности. В эти установки дополнительно входит фазорегулятор и фазометр для измерения фазы. К таким установкам относится устройство У-5053 ил ЭУ 5001 “Киевэлектроточприбора” и др. В качестве дополнения к устройству ПТ-01 выпускается дополнительный блок фазорегулятора, с помощью этого комплекта появляется возможность проверки устройств защиты с органами направления мощности.

Автоматизированные микропроцессорные установки. Эти установки построены на совершенно новых принципах: взамен трансформации питающего напряжения для получения нужной величины тока и напряжения, они содержат управляемые генераторы тока и напряжения. С учетом микропроцессорного управления они могут выдавать на реле точно заданную величину тока и напряжения. При этом отпадает необходимость в измерительном приборе для проверки получившейся величины. У первых двух групп установок выдаваемая величина зависела от величины нагрузки на установку и входного напряжения питания. Генераторы могут изменять частоту, что позволяет проверять реле частоты, или исследовать работу реле при частотах отличающихся от номинальной. Они могут вводить в ток или напряжение высшие гармоники или апериодическую составляющую. Установки позволяют по заданной программе производить изменение параметров и анализировать работу защиты, что дает возможность автоматизировать процесс проверки устройства защиты. Некоторые установки позволяют имитировать по осциллограмме, записанной цифровым осциллографом или микропроцессорным реле процесс аварии, что дает возможность проанализировать работу защиты при аварии. Управлять установкой можно с места, или с помощью подключенного к ней переносного или персонального компьютера. Совместно с установкой поставляется минимальный объем программ, которых достаточно для стандартных проверок. Дополнительные программы можно составить самостоятельно, пользуясь программным обеспечением установки, или приобрести дополнительно. Следует иметь в виду, что некоторые фирмы поставляют закрытое программное обеспечение, с помощью которого нельзя составить и ввести новую программу самостоятельно. Можно только купить дополнительный пакет программ. Поэтому, перед приобретением такой установки, следует поинтересоваться объемом поставляемого программного обеспечения, а также возможностями составления новых программ, которые оно предоставляет. Такие устройства обычно ориентируются на аналоговые или цифровые устройства с малым потреблением, так как имеют малую мощность: выходной ток 10–20 А при напряжении на нагрузке 10–15 В, напряжение 120 В, при токе нагрузки 0,5 А. Исключение составляет установка фирмы DOBLE, которая обеспечивает ток до 150 А. Количество таких устройств, предоставляемых разными фирмами достаточно велико. Это РЕТОМ – 41 НП “Динамика”, «Реле-тестер» TS фирмы NNT – Харьков, “ФРЕЯ”-300 или SVERKER-760 фирмы “Programma”, используются также проверочные установки фирмы OMICRON, например СМС-156.

Для получения очень больших токов, которые нужны для “прогрузки” защиты первичным током, требуются источники тока большой величины: 1000–4000 А. В состав такой установки входит мощный трансформатор, имеющий значительные габариты и вес, что затрудняет его транспортировку. Сделаны попытки (например, ЦНИЭЛ, Донбассэнерго) выполнить портативные устройства которые включа-

ются на короткое время, а затем автоматически отключаются. Для фиксации величины тока применяются специальные фиксирующие приборы, запоминающие эту величину.

Для проверки реле частоты применяются **генераторы технической частоты**, например ГТЧ-1 фирмы «Энергоэлектроника». Однако, они имеют недостаточную точность (0,1 Гц) и пригодны только для настройки реле старых типов: например РЧ-1. Новые микропроцессорные реле, имеющие точность 0,01 Гц, проверять такими устройствами нельзя. Правда, они и не нуждаются в такой проверке; исправное реле имеет точность достаточную, чтобы ее не нужно было проверять, а исправность реле можно проверить и менее точным прибором. Большие возможности предоставляет прецизионный микропроцессорный генератор технической частоты ИТЧ-4 производства ННТ г.Киев (разработчик к.т.н. И.А.Богатырев), имеющий точность лучше 0,001 Гц, высокую выходную мощность, возможность ручного и автоматического управления, встроенный частотомер, миллисекундомер, вольтметр. ИТЧ-4 оснащен эффективной защитой от КЗ в цепях нагрузки, и может питаться от источника как переменного так и постоянного тока напряжением 220 В.

Уже упоминавшиеся микропроцессорные проверочные устройства «РЕТОМ – 51», «Реле-тестер» TS-NNT, ФРЕЯ 300 или SVERKER-760 позволяют тестировать цифровые реле частоты с достаточной точностью.

Для проверки высокочастотной аппаратуры, необходимо иметь ВЧ генераторы достаточной мощности и диапазоном частот 30–500 кГц. Фирма «Динамика» выпускает микропроцессорное испытательное устройство типа РЕТОМ-ВЧ. Ранее выпускались и использовались более простые устройства: генераторы высокой частоты.

Установки для испытания изоляции повышенным напряжением. Одной из важных функций, выполняемых при проверках, является испытание изоляции и измерение его сопротивления. Сопротивление изоляции для цепей вторичной коммутации в сборе, измеряется мегомметром напряжением 1000 В. Согласно Правил технического обслуживания устройств РЗА, при наладке производится испытание изоляции вторичных цепей переменным напряжением 1000В. Испытание изоляции в процессе эксплуатации производят либо переменным напряжением 1000 В, либо мегомметром напряжением 2500 В. Есть отдельные цепи, не рассчитанные на указанный уровень напряжения, и их приходится испытывать пониженным напряжением – например, мегомметром напряжением 500 и даже 100 В. Для испытания изоляции переменным напряжением обычно используют самодельные испытательные установки, собранные, например, по схеме рис.13.1.

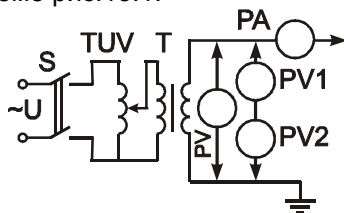


Рис. 13.1 Схема испытания изоляции повышенным напряжением.

Испытательный трансформатор Т должен иметь мощность не менее 200–300 ВА, для регулирования напряжения используют потенциометры или регулировочные по трансформаторы ТUV, контроль напряжения производят вольтметром прямого включения на стороне испытательного напряжения. При отсутствии вольтметра с пределом измерения 1000 В (PV) допустимо проводить измерение двумя однотипными вольтметрами (PV1 + PV2) при последовательном их включении. Амперметром PA контролируется ток утечки, или наличие пробоя изоляции. ЦЛЭМ Тулэнерго (Россия) ранее изготовляло специальные установки ИУ-65. Аналогичные установки изготавливаются другими предприятиями. Главной характеристикой установки является ее мощность или ток (напряжение), которую можно выдать на нагрузку определенной величины. Так, установка, выдающая ток 100 А, на нагрузку 1 Ом, должна развить мощность $100^2 \cdot 1 = 10000$ ВА, или 10 кВт. При нагрузке 0,2 Ом мощность установки должна составить 2 кВт. Поскольку в эту установку входит промежуточный трансформатор, он и должен иметь требуемую мощность. Собственно, он в значительной степени определяет габариты и вес устройства.

Еще одной важной характеристикой устройства является форма кривой тока или напряжения, подаваемая на защиту. Некоторые устройства – индукционные, фильтровые, реле с насыщающимися трансформаторами – очень чувствительны к форме кривой. Форма кривой сильно искажается при регулировке величины тока ЛАТРами, и для ее приведения к нормальному виду приходится включать в цепь тока добавочное сопротивление, сильно снижающее допускаемую нагрузку.

Измерительные приборы, входящие в установку должны иметь класс точности не ниже 1,5%. Для того чтобы обеспечить такую точность в большом диапазоне токов, приходится в состав устройства включать промежуточный трансформатор тока, имеющий переключение коэффициента трансформации. Обычно это трансформатор тока типа ЛТТ. Следует иметь в виду, что если измерительные приборы встраиваются внутрь устройства, то само устройство становится подлежащим ведомственной метрологической поверке. Поэтому, в некоторых случаях приборы укрепляются полустационарно, т. е. имеется возможность извлечь их из установки и отдать на поверку отдельно. В ряде случаев, для исключения необходимости ведомственной поверки, измерительные приборы переводят в класс «индикаторов», и тогда они поверке не подлежат.

Мощные установки представляют серьезную опасность для обслуживающего персонала и для оборудования, так как выдают токи и напряжения значительной величины. Поэтому требуется включить в состав устройства промежуточный трансформатор, разделяющий цепи питания и выходные цепи, а также заземлять корпус устройства. Не допускается подключать или переключать выходные цепи при включенной установке. Для быстрого отключения установки требуется иметь выключатель, рвущий цепи питания непосредственно на установке, а также индикатор, светящийся при включенной установке. При подаче напряжения на схему защиты следует иметь в виду, что любая схема имеет емкость, которая останется после подачи напряжения, поэтому после испытания необходимо разрядить заряженные при испытаниях конденсаторы или кабели.

13.2 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОСТЫХ ЗАЩИТ

13.2.1 Пульт для тестирования защит ПТ-01



Пульт для тестирования устройств РЗА (далее – пульт) предназначен для наладки и проверки простых релейных защит, трансформаторов тока и элементов автоматики на месте их установки, или в лабораториях.

Пульт изготавливается в прямоугольном металлическом корпусе размерами 410х135х460 мм и массой не более 25 кг. На боковых стенках имеются ручки для переноски. Все органы управления, измерения и подключения испытываемых устройств расположены на передней панели.

Подключение к сети предусматривается шнуром с трехконтактной вилкой, обеспечивающей заземление установки при питании от евророзетки с подключенным

заземлением.

При отсутствии такой розетки питание может осуществляться от обычной розетки с дополнительным подключением заземлителя к корпусу устройства через специально предусмотренный болт.

Пульт предназначен для эксплуатации в условиях умеренного климата в закрытых сухих отапливаемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 0 до 40°С и относительной влажности до 80% при температуре 25°С, а также может использоваться при работе на открытом воздухе при условии исключения попадания на нее водяных брызг и капель влаги.

Технические данные

Пульт обеспечивает:

- получение регулируемого однофазного переменного тока или напряжения;
- получение регулируемого или фиксированного выпрямленного со сглаживанием напряжения;
- получение фиксированного дополнительного пониженного напряжения переменного тока;
- измерение с фиксацией установленных значений переменного тока, переменного и постоянного напряжения;
- измерение временных характеристик проверяемых устройств;
- проверку работы защит и автоматики с действием на двухпозиционное реле, имитирующее выключатель.

Электрическое питание пульта осуществляется от сети переменного тока частотой $50 \pm 0,5$ Гц с напряжением 220 В. Максимальная потребляемая мощность по цепям питания не более 2 кВА.

При номинальном напряжении питающей сети 220 В пульт позволяет получать следующие плавно-регулируемые величины тока или напряжения:

- переменный ток от 0,1 до 200 А;
- переменное напряжение от 0 до 250 В при токе нагрузки до 8 А;
- переменное напряжение от 0 до 6,3 В при токе нагрузки до 0,5 А;
- выпрямленное сглаженное напряжение от 0 до 250 В при токе нагрузки до 0,25 А;

Пульт обеспечивает получение фиксированных значений напряжения (при номинальном напряжении питания и номинальной нагрузке цепи):

- выпрямленное сглаженное напряжение 215-220В при токе нагрузки 0,25 А;
- переменное напряжение $6,3 \pm 0,5$ В при токе нагрузки до 0,5 А (имитация 3U₀ при проверке направленных защит от однофазных замыканий на землю).

Для улучшения формы кривой тока в нагрузке имеется возможность включения в первичную обмотку нагрузочного трансформатора резисторов сопротивлением 50 или 100 Ом. Эти же резисторы используются для обеспечения более плавного регулирования тока на диапазонах с малым током.

Обеспечивается проверка устройства РЗА при пониженном фиксированном выпрямленном напряжении питания, равном 0,8 номинального.

Включение нагрузки обеспечивается встроенным контактором. Предусмотрена возможность включения контактора от двухпозиционного реле, для проверки действия защит в цикле АПВ.

Пульт обеспечивает измерения в цифровом виде:

- переменного тока в диапазонах до 2, до 20 и 200 А;
- переменного напряжения в диапазоне до 300 В;
- постоянного напряжения в диапазоне до 300 В;
- времени от 0,05 до 999 сек.

Погрешность измерения тока и напряжения не превышает $\pm 2,5\%$, времени $\pm 0,01$ сек.

Предусмотрено подключение внешних измерительных приборов.

Измеряемые величины отображаются на цифровом дисплее. Измеренные значения тока, напряжения и времени фиксируются с последующим ручным или автоматическим сбросом при следующем измерении.

Индیکیруется наличие выпрямленного и переменного напряжений.

Для отображения информации используется жидкокристаллический алфавитно-цифровой дисплей, имеющий 2 строки по 16 знаков каждая.

Выбор измеряемой величины осуществляется кнопками «Режим», «+», «-». Может быть выбран диапазон токов 0-2А; 0-20А; 0-200А; постоянное напряжение, переменное напряжение. Выбранный режим индیکیруется горящим светодиодом, расположенным ниже экрана дисплея.

13.2.2. Комплект дополнительного источника для проверки защит большим током ПТ01/4А



ПТ-01/4А

Дополнительный источник ПТ 01/4А предназначен для получения токов (до 4кА), необходимых при тестировании автоматических выключателей, проверки схем РЗА совместно с трансформаторами тока. Устройство состоит из регулятора, нагрузочной части и измерительного блока:

- регулятор - это мощный автотрансформатор со встроенным вольтметром;
- нагрузочная часть — это нагрузочный трансформатор, к которому в комплект входят (для намотки вторичной обмотки) провода разного сечения;
- измерительный блок — состоит из схемы управления работой нагрузочного трансформатора и ЖК индикатора.

Дополнительный источник предназначен для эксплуатации в условиях умеренного климата в закрытых, сухих, отапливаемых помещениях при температуре окружающего воздуха от -10 до $+40^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до 80% при температуре 25°C , а также может использоваться при работе на открытом воздухе при условии исключения попадания на него водяных брызг и капель влаги.

Краткие технические характеристики устройства:

- напряжение питания 220В ($50\pm 0,5\text{Гц}$) $\pm 20\%$;
- максимальная потребляемая мощность по цепям питания не более 15кВА (в режиме кратковременной перегрузки);
- выходной ток от 0 до 4кА.

- включение нагрузки обеспечивается встроенным контактором.

Обеспечивается:

- индикация в цифровом виде (на ЖК дисплее) выходного тока до 5кА;
- длительности подачи тока от 1мс до 12часов.

13.2.3. Установка У5052

Установка состоит из двух блоков:

блок К513 — источник с плавно-ступенчатым регулированием переменного напряжения до 380 В, переменного тока до 10 А, выпрямленного напряжения до 240 В, выпрямленного тока до 4,5 А, при этом он обеспечивает и измерение временных параметров реле;

блок К514 — источник однофазного переменного тока до 200 А со ступенчатым регулированием.

Установка предназначена для проверки простых релейных защит и элементов электроавтоматики.

Устройство У5052 позволяет выполнить следующие работы:

1. Проверку и настройку заданных уставок реле переменного тока, реагирующих на одну из величин (ток, напряжение), при токе срабатывания до 200 А или напряжении срабатывания до 380 В, значения тока при этом — не более 10 А. Устройство предусматривает проверку защит и с $I_{ном}=1$ А, обладающих значительно большим сопротивлением цепей тока, чем защиты с $I_{ном} = 5$ А; предел регулировки тока в этом режиме — до 10 А при существенном увеличении выходного напряжения цепи тока.
2. Прогрузку первичным током защит, проверку коэффициента трансформации трансформаторов тока при, первичном токе, не превышающем 200 А.

При проверке реле типов РНТ, ДЗТ, РТ-80 и других реле, у которых форма кривой тока влияет на значение уставки срабатывания, необходимо использовать встроенные, предварительно включенные активные резисторы, которые существенно улучшают форму кривой выходного тока. Величина их может составлять 20, 70 или 200 Ом.

Проверку промежуточных реле, реле времени, контакторов постоянного тока на напряжение до 220 В или ток до 5 А в соответствии с пределами плавно-ступенчатого регулирования.

Дополнительно устройство позволяет производить определение однополярных выводов параллельных и последовательных обмоток промежуточных реле постоянного тока, времени срабатывания (возврата) проверяемых аппаратов (реле, контактов, выключателей и т. д.) на замыкающих, размыкающих или временно замыкающихся контактах. Измерение времени осуществляется с помощью встроенного электрического секундомера или внешнего миллисекундомера, для присоединения которого на задней панели предусмотрены специальные зажимы.

Устройство У5052 позволяет проверять защиты по переменному току с одновременным питанием их оперативных цепей нерегулируемым выпрямленным напряжением 220 В, создаваемым в регулировочном блоке К513, без подачи в этом случае на защиту оперативного тока от аккумуляторной батареи.

На регулировочном блоке К513 установлены электроизмерительные приборы: измеритель тока и напряжения с диапазоном измерения по току 0,01; 0,05; 0,25; 1,0; 5,0 А, по напряжению 7,5; 30; 75; 150; 300; 450 В, электрический секундомер типа ПВ-53Ц; на блоке К514 – измерительный трансформатор тока класса точностью 0,5.

Питание устройства У5052 – однофазное от сети переменного тока частоты $50 \pm 0,5$ Гц напряжением 220 или 380 В мощностью не менее 6 кВА. Питающий кабель сечением не менее 4 мм^2 от силовой сборки подключают на входные зажимы “Сеть” блока К513 с обозначением “*” – “220” или “*” – “380”. При работе с установкой У5052 без блок-приставки К515 в колодку разъема Х5 блока К513 должна устанавливаться специальная крышка – ответная часть разъема Х5, предотвращающая доступ к выводам, которые находятся под напряжением, и замыкающая цепь тока.

Все переключения в цепях защиты, подключение и отключение соединительных шлангов между блоками производятся только при отключенном главном выключателе S10 блока К513. Наличие напряжения на блоке при включении S10 контролируется по сигнальной лампе HI.

13.2.4. Установка РЕТОМ-11

Выход “=U”. Регулируемое напряжение постоянного тока.

Диапазон регулировки выходного напряжения = $0 \div 300$ В.

Номинальный выходной ток 1 А.

Номинальная выходная мощность 220 Вт.

Дискретность выставления выходного напряжения 0,3 В. Защита: плавкий предохранитель, сетевой терморезистор.

Выход “~U1”.

Регулируемое переменное напряжение.

Диапазон регулировки выходного напряжения $0 \div 220$ В.

Номинальный выходной ток 1 А.

Номинальная выходная мощность 220 ВА.

Дискретность выставления выходного напряжения 0,25 В. Защита: плавкий предохранитель, сетевой терморезистор.

Выход “~U2”.

Регулируемое переменное напряжение.

Диапазон регулировки выходного напряжения $0 \div 250$ В.

Номинальный выходной ток 4 А.

Номинальная выходная мощность 1000 ВА.

Дискретность выставления выходного напряжения 0,5 В. Защита: плавкий предохранитель, сетевой терморезистор.

Выход “~ U3, ~ I”.

Регулируемый переменный ток или напряжение.

Диапазоны регулировки выходного тока $0 \div 10$ А, $0 \div 200$ А.

Диапазоны регулировки выходного напряжения $0 \div 100$ В.

Возможность выбора одного из шести режимов по номинальному току и напряжению, с помощью силового штифтового коммутатора:

Режим	1	2	3	4	5	6
$U_{\text{вых.ном}}, \text{ В}$	250	100	50	20	10	5
$I_{\text{вых.ном}}, \text{ А}$	4	1	10	50	100	200

Дискретность выставления тока-напряжения 0,2% $U_{\text{вых.ном}}$.

Защита: плавкий предохранитель, сетевой терморезистор.

Встроенный цифровой мультиметр.

Пределы измерения напряжения: 2; 20; 200; 200; ... 500 В.

Пределы измерения тока: 0,2; 2; 20; 200 А.

Точность измерения на переменном токе при температуре 0 ... 50°C 1,5% от измеряемой величины ± 5 ед. мл разряда при температуре -20÷0°C не хуже 4% ± 9 ед. мл. разряда.

Указанная точность обеспечивается для сильно искаженных кривых токов и напряжения с отношением пикового значения к действующему до 6.

Точность измерения на постоянном токе 0,5% от измеряемой величины ± 3 ед. мл. разряда.

Встроенный цифровой секундомер.

Обеспечивается измерение следующих временных параметров (для контактов типа НО или НЗ):

- время срабатывания;
- время возврата;
- длительность замкнутого состояния двух контактов;
- длительность разомкнутого состояния двух контактов;
- разновременность срабатывания двух контактов;
- разновременность отпускания двух контактов.

Диапазон измерения 0,001÷100 сек

Точность не хуже единицы счета мл разряда.

Вид входных сигналов - сухой контакт.

Контакт с потенциалом до = 250 В.

Питание сеть 220 В, 45÷65 Гц.

Потребляемая мощность не более 1400 ВА.

Весогабаритные показатели:

Масса – не более 22 кг

габариты 430 × 350 × 200 мм.

13.2.5. Комплектные испытательные устройства для проверки простых защит серии “Нептун”

Устройство “Нептун” размещается в переносном корпусе с ручкой и весит не более 16 кг. Габаритные размеры устройства – 170 × 290 × 480 мм. Устройство “Нептун-2” весит около 20 кг и имеет размеры 220 × 350 × 500 мм.

Устройства питаются от однофазной сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением 220 В и выполняют следующие основные функции:

- формирование синусоидального тока регулируемой силы;
- формирование синусоидального или постоянного выходного напряжения регулируемой величины;
- измерение формируемых значений тока и напряжения;
- измерение временных параметров.

Устройство «Нептун» выдает следующие выходные сигналы:

- переменное напряжение частотой 50 Гц от 0 до 240 В или от 0 до 25 В при токе до 2 А с плавной регулировкой (кратковременно – до 5 А);
- постоянное (выпрямленное со сглаживанием) напряжение от 0 до 320 В или от 0 до 35 В при токе до 2 А с плавной регулировкой (кратковременно – до 5 А);
- переменный ток частотой 50 Гц от 0 до 10 А (25 В макс.), от 0 до 20 А (12 В макс.) или от 0 до 40 А (6 В макс.) с плавной регулировкой.

Устройство измеряет выдаваемое выходное напряжение с классом точности 2,5. Предусмотрена разбивка всей шкалы на два диапазона 0–25 (=0–35) В и 0–250 (=0–350) В для повышения точности регулировки и измерения при малых значениях.

Устройство измеряет выдаваемый выходной ток с классом точности 2,5. Предусмотрена разбивка всей шкалы на три диапазона 0–10, 0–20 и 0–40 А для повышения плавности регулировки и точности измерения.

Устройство “Нептун” позволяет измерять выдаваемую активную мощность. Диапазон измерения мощности от 0 до 1000 Вт.

Устройство “Нептун-2” отличается большей выходной мощностью – максимальный длительный ток канала напряжения увеличен до 5 А, а канал переменного тока имеет следующие субдиапазоны: 0–25 А (50 В макс.), 0–50 А (25 В макс.) и 0–100 А (12 В макс.). Диапазон измерения выходной мощности также расширен до 2000 Вт. Дополнительно для работы на малых токах введен диапазон тока с верхним значением 5 А.

Оба устройства позволяют измерять время срабатывания реле от момента включения нагрузки тумблером до срабатывания контактов проверяемого реле. При этом на обмотку реле подается предварительно установленное значение тока или напряжения. Контакты проверяемого реле запитываются отдельным постоянным напряжением около 150 В, вырабатываемым устройством и изолированным от всех других цепей. Устройство измеряет время срабатывания контактов с дискретностью порядка 2 мс и относительной погрешностью не хуже 1%. Максимальное время, отображаемое на индикаторе – 99,999 сек. При больших временах переключения счет снова начинается с 0.

От замыканий в цепи нагрузки подвод сети и выходные цепи напряжения защищены плавкими предохранителями.

В обоих устройствах предусмотрено введение последовательных резисторов, позволяющих улучшить форму и увеличить плавность регулирования выходного тока. Эти резисторы также позволяют несколько стабилизировать значение выходного тока при изменяющейся нагрузке, например, при проверке реле прямого действия, работающим по схеме с дешунтированием.

Встроенные средства измерения устройств имеют цифровой отсчет показаний. При измерении напряжения или тока срабатывания дополнительно рассчитывается коэффициент возврата проверяемого реле с возможностью усреднения по нескольким замерам. На индикаторе одновременно отображаются текущие выдаваемые значения тока и напряжения выбранного выходного канала, в зависимости от нажатой кнопки “Канал *U*” или “Канал *I*”.

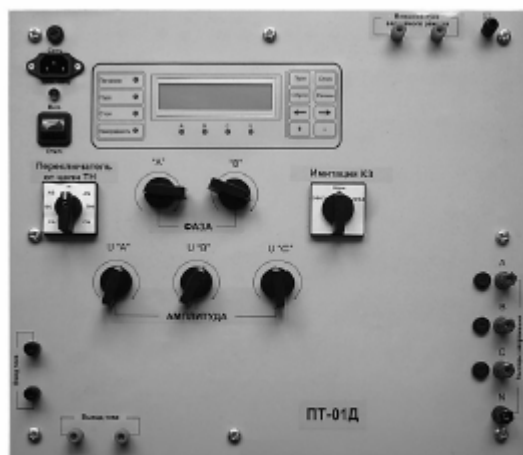
При включенном тумблере “Фиксация” можно при регулировке “заморозить” текущие показания тока, напряжения или мощности на индикаторе в момент срабатывания контактов проверяемого реле.

Момент переключения контактов проверяемого реле сопровождается кратковременным звуковым сигналом для облегчения считывания значений с индикатора.

В устройствах применена клавиатура из 6 кнопок и двухстрочный жидкокристаллический индикатор с подсветкой для отображения всех измеряемых величин.

13.3. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ЗАЩИТ

13.3.1. Дополнительный блок фазорегулятора ПТ-01Д



Блок фазорегулятора ПТ-01Д идет как дополнительный блок к установке ПТ-01. Он предназначен для наладки и проверки защит (с фазозависимыми характеристиками) и элементов автоматики на месте их установки или в лабораториях.

Питание осуществляется от сети переменного напряжения 220В, 50Гц. Мощность не менее 300ВА.

Блок обеспечивает:

- получение регулируемого трехфазного напряжения от 0 до 65 В (выходная мощность до 50 ВА по каждой фазе);
- регулирование и измерение угла сдвига фаз между током и напряжением;
- получение симметричного трехфазного напряжения с регулированием его величины между двумя фазами;
- проверку устройств защиты в режиме имитации различных видов коротких замыканий.

Вес дополнительного блока не более 8 кг.

ПТ-01Д

13.3.3. Комплектная переносная установка У5053

Установка выполнена по блочному принципу и состоит из трех блоков, электрически связанных между собой при помощи штатных кабелей с разъёмными соединениями: К513 – блока регулировочного, К514 – блока нагрузочного; К515 – блока-приставки для имитации аварийных режимов и проверки защит с фазозависимыми характеристиками.

Установка состоящая из 2 блоков К513 и К514 имеет название У5052 и описывалась ранее (см. п. 13.2.2).

Каждый из перечисленных блоков может в некоторых случаях использоваться отдельно, как самостоятельное проверочное устройство:

– блок К513 – как источник с плавно-ступенчатым регулированием переменного напряжения до 380 В, переменного тока до 10 А, выпрямленного напряжения до 240 В, выпрямленного тока до 4,5 А, при этом он обеспечивает и измерение временных параметров реле;

– блок К514 – как источник однофазного переменного тока до 200 А со ступенчатым регулированием;

– блок К515 – как источник однофазного плавно-регулируемого переменного напряжения или как источник симметричной системы трехфазных напряжений 100 В, например для подключения приборов.

Комплектное устройство У5053 в дополнение к функциям У5052 указанным в п. 13.2.2. обеспечивает:

– определение правильности чередования фаз трехфазной питающей сети;

– имитацию нормального режима при проверке защит, когда на защиту подается симметричное трехфазное нерегулируемое напряжение 100 В. Встроенный вольтметр блока К515 в этом режиме напряжения на выходе не контролирует, на выходе блока К513 ток отсутствует;

– имитацию двухфазного КЗ со сбросом напряжения между поврежденными фазами до заданного значения при одновременной подаче на защиту предварительно отрегулированного, аварийного тока. В этом режиме имеется возможность регулирования напряжения между поврежденными фазами от 0 до 100 В при сохранении симметричности. Регулируемого напряжения по отношению к напряжению неповрежденной фазы и возможность плавного регулирования угла между аварийным током и напряжением;

– имитацию трехфазного КЗ со сбросом напряжения трех фаз до нуля или другой расчетной величины. Допускаемая длительность имитации трехфазного КЗ со сбросом напряжения до нуля – не более 5 с. На блоке К514 установлены электроизмерительные приборы: измеритель напряжения с диапазоном измерения 1,5; 3; 7,5; 30; 75; 150 В и измеритель фазы с рабочими шкалами 0–90°, 0–360° и допустимыми погрешностями $\pm 5^\circ$, $\pm 10^\circ$ соответственно. Предусмотрена возможность изменения угла сдвига фаз между током, получаемым от блока К513, и внешним напряжением до 150 В (например, при проверке тока манипуляции дифференциально-фазных защит). Напряжение питания устройства У5053 трехфазное, симметричное 220 и 380 В, частотой $50 \pm 0,5$ Гц от источника мощностью не менее 6 кВА.

13.3.4. Установка для проверки средств РЗА Уран

Установки предназначены для проверки электрических и временных характеристик простых (“Уран-1”) и сложных (“Уран-2”) средств релейной защиты и автоматики. Они позволяют заменить установки ЭУ5000 и ЭУ5001 и их модификации.

Установка “Уран-1” состоит из двух блоков: регулировочного и нагрузочного. Установка “Уран-2” состоит из трех блоков: регулировочного, нагрузочного и блока трехфазного напряжения.

Блок регулировочный предназначен для формирования регулируемого переменного напряжения в диапазоне 0,1–410 В с максимальным выходным током до 10 А или регулируемого постоянного (выпрямленного со сглаживанием) напряжения с диапазоном регулировки 0,1–240 В и максимальным выходным током 5 А.

Для проверки однополярных выводов последовательной и параллельной обмоток реле постоянного тока блок формирует выпрямленный (без сглаживания) ток I_d с плавной регулировкой в диапазоне 0,01–5 А. Значения формируемого тока, напряжения и тока I_d одновременно выводятся на жидкокристаллический индикатор.

Для питания оперативных цепей проверяемого устройства защиты блок имеет дополнительный выход переменного или постоянного напряжения 220 (110) В с максимальным выходным током 1 А.

Блок позволяет измерять время срабатывания, возврата или длительность проскальзывающего импульса в диапазоне 0,001–100 сек.

Предусмотрены следующие сервисные функции:

- расчет средних значений тока, напряжения, мощности, времени срабатывания и отпускания, полного сопротивления и коэффициента возврата;
- циклический режим работы при измерении временных характеристик с возможностью задания количества циклов 1–99, длительности включения 0–99 сек и паузы 0–99 сек;
- хранение и возможность просмотра значений десяти последних измерений;
- световое и звуковое сопровождение момента срабатывания проверяемого устройства. Максимальная потребляемая мощность по цепям питания не более 5500 ВА. Габаритные размеры блока составляют 480 × 240 × 510 мм, масса – не более 32 кг.

Блок нагрузочный предназначен для формирования переменного тока с диапазоном регулировки 0,5–200 А или переменного напряжения с диапазоном регулировки 0,1–500 В. Измерение и отображение значений формируемых выходных величин осуществляется измерительной схемой блока регулировочного.

Габаритные размеры блока составляют 480 × 200 × 510 мм, масса – не более 25 кг.

Блок трехфазного напряжения предназначен для формирования трехфазного переменного напряжения с плавной регулировкой в диапазоне 0,1–63,5 В и максимальным током 0,5 А в каждой фазе.

Блок позволяет осуществлять плавную регулировку угла сдвига фаз между опорным сигналом и фазным или линейным напряжением формируемой системы в диапазоне 0–360°.

В качестве опорного сигнала могут выступать: внешнее напряжение 4–400 В; напряжение, формируемое блоком регулировочным; ток, формируемый блоком нагрузочным; напряжение одной из фаз формируемой системы.

Блок можно использовать как источник однофазного переменного напряжения с плавной регулировкой выходного сигнала в диапазонах: 0,1–200 В и максимальным током 0,5 А или 0,1–65 В с максимальным током 1,5 А, а также как источник однофазного переменного тока с плавной регулировкой сигнала в диапазоне 0,1–15 А.

При формировании блоком однофазного сигнала (напряжения или тока) имеется возможность регулировки угла сдвига фаз между опорным и формируемым сигналами в диапазоне 0–360° или же регулировки частоты: плавной регулировки в диапазоне 40–60 Гц с дискретностью 0,1 Гц или ступенчатой в диапазоне 50–550 Гц с дискретностью 50 Гц.

Блок позволяет имитировать однофазные, двухфазные и трехфазные короткие замыкания со сбросом напряжения в аварийных фазах до значения напряжения уставки с сохранением симметричности относительно неповрежденных фаз.

Дополнительно блок может выполнять функции следующих приборов:

- вольтметра для измерения внешнего напряжения в диапазоне 0,1–400 В;
- амперметра для измерения внешнего тока в диапазоне 0,1–25 А;
- фазометра для измерения угла сдвига фаз между двумя внешними напряжениями или внешним напряжением и внешним током в диапазоне 0–360°;

– омметра для измерения внешнего сопротивления в диапазоне 0,01–10 Ом. Максимальная потребляемая мощность по цепям питания не более 200 ВА. Габаритные размеры блока – 480 × 200 × 510 мм, масса блока – не более 20 кг.

13.4. МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СРЕДСТВ РЗА

13.4.1. Испытательная система «Реле-тестер»

Испытательная система «Реле-тестер» предназначена для выполнения проверок реле и устройств РЗА по порогу и времени срабатывания, по коэффициенту и времени возврата и т. п.

Система позволяет выполнить ручной или автоматизированный контроль параметров реле, сформировать и сохранить в памяти ПЭВМ протокол испытаний, а при необходимости распечатать результаты проверки.

Кроме того, система дает возможность провести испытания релейной защиты и автоматики в условиях, которые были зафиксированы цифровыми осциллографами при реальных авариях. Это облегчает разбор причин возникновения и процесс развития аварии, позволяет правильно оценить результаты работы устройств РЗА в этих условиях. Результаты таких испытаний так же протоколируются и могут быть выведены на печать.

Система позволяет проверить характеристики устройств РЗА при возникновении одно- и многофазных КЗ, в том числе и на соседней ЛЭП, обрывах фазного провода, качаниях в энергосистеме и изменении частоты в сети.

Система обеспечивает проверку поведения различных реле при наличии в сети высших гармоник, вплоть до 10-й, апериодических составляющих и затухающих гармонических сигналов, а так же при скачкообразном изменении частоты.

Система состоит из двух основных частей – программной и аппаратной. Аппаратная часть включает в себя собственно испытательное устройство (ТУ), выполненного в виде конструктивно законченного прибора, и персональную ЭВМ.

Используемая в составе системы ПЭВМ должна отвечать следующим требованиям:

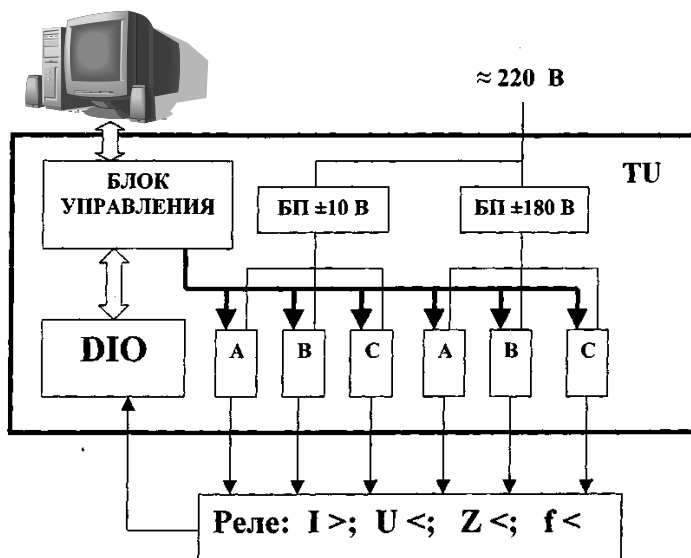
- процессор I-86 или выше с ОЗУ не менее 8 мБ;
- жесткий диск со свободным пространством не менее 40 мБ;
- один, а лучше два порта LPT;
- цветной или монохромный монитор SVGA;
- стандартная клавиатура и координатное устройство типа «мышь».

Если планируется использовать систему в основном на выездях, то желательно чтобы ПЭВМ была переносной.

Программное обеспечение ПЭВМ включает в себя программы проверки реле тока, напряжения и сопротивления, а так же программу имитации различных режимов работы энергосистемы для проверки работы релейной защиты и автоматики в этих режимах.

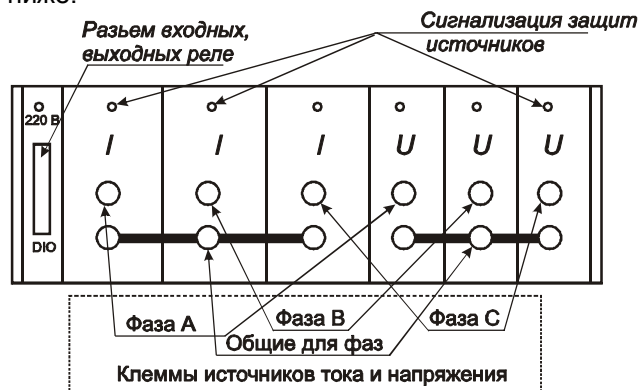
Кроме того, программное обеспечение содержит модуль воспроизведения сигналов тока и напряжения, записанных цифровым осциллографом в файлах формата COMTRADE (редакция от 21.10.1991 г.), и программный модуль генерации сигналов, содержащие экспоненциальные составляющие и высшие гармоники.

Структура испытательной системы приведена ниже.



Испытательный прибор **TU** содержит три источника тока и три источника напряжения. Каждый источник под управлением ПЭВМ может быть независимо от других источников настроен пользователем по амплитуде и угловому положению в фазовой плоскости, составу высших гармоник и апериодических составляющих. Программное обеспечение ПЭВМ позволяет превратить источники трехфазных сигналов в однофазный повышенный мощности или в источники постоянного тока (напряжения) с плавной и независимой регулировкой их уровня. Кроме того, в приборе имеется 8 приемных реле для контроля реакции проверяемого устройства на сигналы тока и напряжения, а так же 2 выходных, программно управляемых реле.

На передней панели прибора **TU** находятся выходные клеммы источников тока и напряжения, светодиодная сигнализация перегрузки источников и включенного состояния прибора, а также разъем приемных и выходных реле прибора. Размещение этих элементов на передней панели прибора **TU** показано ниже:



На задней панели прибора **TU** находятся розетка, предохранитель и выключатель сетевого питания прибора. Кроме того, с той же стороны установлен разъем для подключения прибора через интерфейсный кабель к LPT-порту ПЭВМ. После включения выключателя, при наличии напряжения в сети 220 В, его клавиша подсвечивается.

Технические характеристики

Питание прибора TU

Напряжение – (150÷250) В

Потребляемая мощность – 1200 ВА

Габариты, мм: 190 × 440 × 360

Масса, кг – до 12.

Общие характеристики источников тока и напряжения:

- частотный диапазон – 0÷500 Гц;
- минимальный шаг изменения частоты – 0,01 Гц;
- приведенная погрешность реализации частоты – не хуже 0,2%;
- диапазон изменения фазового угла 0÷360 электрических градуса;
- минимальный шаг изменения фазового угла 0,1 электрических градуса;
- приведенная погрешность реализации фазового угла – 0,2%;
- гальваническая изоляция относительно корпуса прибора – 1000 В.

Характеристика источников тока:

- действующее значение трехфазного тока – до 10 А на фазу;
- однофазный ток (три источника на общую нагрузку) – до 30 А;
- постоянный ток – до 15 А;
- выходная мощность в 3-фазном режиме – до 50 ВА на фазу;
- выходная мощность в однофазном режиме – 150 ВА;
- выходная мощность в режиме постоянного тока – 100 Вт;
- минимальный шаг изменения величины тока – 10 мА;
- приведенная точность – не хуже 0,5%;
- максимальное сопротивление нагрузки – не более 0,7 Ом;
- имеется контроль обрыва в цепи нагрузки;
- встроенная защита от перегрузки источника;
- подключение нагрузки через клеммные гнезда Ø 4 мм.

Характеристика источников напряжения:

- действующее значение трехфазного напряжения – до 100 В на фазу;
- однофазное напряжение (два источника в противофазе) – до 200 В;
- постоянное напряжение – до 300 В;
- выходная мощность в 3-фазном режиме – до 100 ВА на фазу;
- выходная мощность (на нагрузке) в однофазном режиме – 200 ВА;
- выходная мощность в режиме постоянного напряжения – 100 Вт;

- минимальный шаг изменения величины тока – 0,1 В;
- приведенная точность – не хуже 0,5%;
- минимальное сопротивление нагрузки – не менее 150 Ом;
- встроенная защита от перегрузки источника и КЗ в цепи нагрузки;
- подключение нагрузки через клеммные гнезда Ø 4 мм.

Дискретные выходы:

- количество: два выходных реле;
- тип программно-управляемые контакты;
- коммутируемое переменное напряжение – 250 В;
- максимальный коммутируемый ток – 5 А;
- коммутационная способность – до 100 тысяч циклов;
- время на замыкание контакта – до 6 мсек;
- время на размыкание контакта – до 10 мсек;
- подключение нагрузки – через разъем DB25;
- гальваническая изоляция относительно корпуса прибора – 2000 В.

Дискретные входы:

- количество – 8 входных реле;
- тип подключаемого сигнала “сухой” контакт или транзисторный ключ (открытый коллектор, сток);
- разрешающая способность между двумя состояниями сигнала – 200 мксек;
- подключение через разъем DB25;
- гальваническая изоляция относительно корпуса прибора – 2000 В.

13.4.2. Микропроцессорная система РЕТОМ 51

Реле – томограф –51М, универсальная компьютерная система для проверки сложных устройств релейной защиты и автоматики в электроэнергетике, энергоемких промышленных предприятиях.

Технические данные Ретом-51М

Источники тока

количество	3	
трехфазный режим	3×0÷20 А	3×250 ВА
однофазный режим	1×0÷60 А	1×750 ВА
режим постоянного тока	1×0÷20 А	1×250 Вт
шаг изменения тока	0,25 мА	в диапазоне 0÷2 А
	2,5 мА	в диапазоне 2÷20 А
погрешность	0,3%	

Источники тока в комплекте с трансформаторными блоками РЕТ-10

с 3 блоками РЕТ-10	3×0÷200 А	3×250 ВА
	1×0÷600 А	1×750 ВА
с 1 блоком РЕТ-10	1×200 А	1×250 Вт
	1×0÷20 А	2×250 ВА
шаг изменения тока	2,5 мА в диапазоне до 20 А	
при $k_T = 10$	25 мА в диапазоне до 200 А	
при $k_T = 0,1$	0,025 мА в диапазоне до 0,2 А	
	0,25 мА в диапазоне до 2 А	
погрешность	0,3%	

Источники напряжения

количество	3	
трехфазный режим	3×0÷120 А	3×60 ВА
однофазный режим	1×0÷240 А	1×120 ВА
режим постоянного тока	1×0÷320 А	1×40 Вт
шаг изменения тока		12,5 мА
погрешность от измеряемого значения		0,3%

Диапазон изменения фазы:

- фаза в каналах тока и напряжения – 0÷360°;
- количество – 3;
- трехфазный режим – 3×0÷120 В; 3×60 ВА;
- однофазный режим – 1×0÷240 В; 1×120 ВА;
- режим постоянного тока – 1×0÷320 В; 1×40 Вт;
- шаг изменения напряжения – 12,5 мВ;
- погрешность от измеряемого значения – 0,3%;
- минимальный шаг изменения фазы – 0,1°;
- погрешность установки фазы – ± 0,05%.

Диапазон изменения частоты:

- общий диапазон частот, выдаваемых сигналов тока и напряжения – 0÷500 Гц;
- шаг изменения частоты – 0,2 Гц;
- погрешность – $\pm 0,1$ Гц;
- диапазон изменения промышленной частоты – 20÷70 Гц;
- шаг изменения частоты – 0,01 Гц;
- погрешность – $\pm 0,005$ Гц.

Аналоговые измерительные входы:

- количество – 2;
- пределы измерения по току = 20 мА; = 20 А; -20 А;
- пределы измерения по напряжению = 20 В; ~10 В; = 300 В; ~300 В;
- погрешность измерения в режиме постоянного тока и напряжения 0,5%;
- погрешность измерения в режиме переменного тока и напряжения 1,5%.

Дискретные входы:

- количество – 8;
- тип входов: “сухой” контакт, 220 В, транзисторный ключ.

Контактные входы:

- количество – 3;
 - коммутационная способность – 220 В/1 А;
- Уровень акустического шума – до 40 дБ (на расстоянии 1 м);
Питание – сеть 220 В, 45÷65 Гц;
-Потребляемая мощность – не более 1250 Вт.
Весогабаритные показатели:
масса – не более 18 кг.

13.4.3. Устройство для тестирования реле ФРЕЯ 300

Компьютеризованная система для проверки реле и моделирования различных режимов. Функционирует как совместно с персональным компьютером, так и без него в автономном режиме. В сочетании с возможностями интеллектуального программного обеспечения система обеспечивает выполнение быстрой проверки, моделирования и анализа работы защиты энергосистемы. Генерируемые значения выводятся на встроенный дисплей. Очень точные аналоговые входы (0,01%), низкого и высокого уровня. Можно выполнять как статическое, так и динамическое тестирование, предаварийное и аварийное генерирование, одновременное линейное изменение нескольких величин произвольной формы. Для питания тестируемой защиты предусмотрен встроенный источник постоянного тока (220 В). В ручном режиме пользователь имеет возможность изменить любую выходную величину с помощью удобной ручки на панели управления. Полуавтоматический режим предназначен для наиболее общих типов реле, которым требуется много проверочных точек. Полностью автоматическая проверка может основываться на контрольной проверке, выполненной, например, во время пуско-наладочных работ, когда редактор планов проверки создает план проверки.

Устройство ФРЕЯ 300 может проверить следующие виды защит:

- | | |
|---|--|
| 1. Дистанционное защитное оборудование. | 11. Реле баланса напряжения и тока. |
| 2. Синхронизированные реле. | 12. Направленные реле максимального тока. |
| 3. Реле минимального напряжения. | 13. Реле постоянного максимального тока.. |
| 4. Направленные реле мощности. | 14. Реле реагирующие на сдвиг фаз. |
| 5. Реле минимального тока и минимальной мощности. | 15. Устройства АПВ. |
| 6. Реле реагирующие на появление составляющих. | 16. Реле максим, тока с обратозависимой токов обратной последовательности временной характеристикой. |
| 7. Реле защиты от замыканий на землю. | 17. Дифференциальные защиты. |
| 8. Частотные реле. | 18. Направленные реле напряжения. |
| 9. Реле определяющие коэф. мощности. | 19. Направленные реле мощности. |
| 10. Реле максимального напряжения. | |

Технические характеристики

Выходы напряжения

Диапазон:

4-фазное переменное – 4×150 В

1-фазное переменное – 2×300 В

постоянное напряжение – 180 В

Мощность:

3-фазное перемен. – 3×82 ВА при 150 В

1-фазное перемен. – 1×140 ВА при 300 В

Постоянное – 87 Вт

Таймер, измерительный сектор

Дискретные входы: 10 входов (2 группы по 5 независимых контактов)

Постоянное напряжение – 275 В

переменное напряжение – 240 В

Внутреннее разрешение – 50 мксек

Гальванически развязаны от сектора усилителя

Максимальное время измерения: 15264 часа (636 дней)

Точность – 0,1мсек

Разрешение:
Программное обеспечение – 10 мВ
Аппаратная часть – 6,5 мВ
Точность: $\pm 0,01\%$ от диапазона
Погрешность – 0,02%

Разрешение:

Выходы тока

Диапазон

3-фазный переменный - 3×15 А

1-фазный переменный – 1×45 А

постоянный ток – 15 А

Мощность

3-фазный переменный – 3×87 ВА

1-фазный переменный – 1×250 ВА

Постоянный ток – 3×87 Вт

Разрешение

Программное обеспечение – 1 мА

Аппаратная часть – 0,65 мА

Точность: $\pm 0,01\%$ от диапазона

Погрешность – 0,1%

Генераторы, общие сведения

Диапазон частоты

Длительный сигнал – 2000 Гц

Промежуточный сигнал - 3,5 кГц

Точность – 1 мГц

Погрешность – 0,01%

Диапазон фазового угла: от 0 до 360°

Фазовая точность – 0,1°

Все семь генераторов независимо друг от друга регулируются по амплитуде и фазе

Никакого переключения диапазонов не требуется. Все выходы тока и напряжения полностью защищены от внешних сигналов и повышения температуры

Цепи генератор – усилитель и цепи сетевого питания гальванически развязаны

Выход постоянного напряжения:

Диапазон: от 20 до 210 В

Измерительные входы:

постоянного тока:

Диапазон: ± 20 мА

Программное обеспечение – 0,1 мкА

Аппаратная часть – 0,6 мкА

Погрешность: $\pm 0,01\%$ от диапазона

постоянного напряжения:

Диапазон: ± 10 В

Разрешение

Программное обеспечение – 0,1 мВ

Аппаратная часть – 0,3 мВ

Погрешность: $\pm 0,01\%$ от диапазона

Переменного/постоянного тока:

Диапазон: ± 14 А

Точность: 0,1% – постоянного

0,3% – переменного

Переменного/постоянного напряжения:

Диапазон: ± 220 В

Точность 0,05% – постоянного

0,20% – переменного

Дискретные выходы:

Количество: 2×4 (нормально разомкнутые и нормально замкнутые)

Тип: контакты с нулевым потенциалом, с управлением через программное обеспечение

Отключающая способность

Переменное напряжение 240 В, макс. 8 А, макс.

Нагрузка – 2000 ВА

Постоянное напряжение 275 В, макс. 8 А, макс., нагрузка – 240 Вт

Другое:

Питание – 85–264 В

Частота – 47–63 Гц

Мощность – 600 ВА

Габариты: 450×160×410 мм

13.4.4. Блок тестирования реле SVERKER 760

SVERKER 760 – устройство комплексного тестирования реле. SVERKER 760 имеет множество функций, которые обеспечивают более высокую эффективность тестирования реле. В частности, его функция измерений обеспечивает определение и отображение следующих параметров (дополнительно к измерению времени, напряжения и тока): Z, R, X, S, P, Q, фазового угла и $\cos \varphi$. Вольтметр также может быть использован как амперметр 2 (например, при тестировании дифференциальных реле). Все результаты измерений представляются на отдельном дисплее, который позволяет легко считывать данные. Благодаря встроенному регулируемому источнику напряжения (амплитуда и фазовый угол), SVERKER 760 также обеспечивает возможность высокоэффективного тестирования защитного оборудования. Также просто может выполняться тестирование автоматов повторного включения. Тонкая регулировка тока осуществляется легко благодаря встроенному магазину сопротивлений.

SVERKER 760, также имеет последовательный порт для связи с PC и соответствующее программное обеспечение в среде Windows. Прибор имеет компактное исполнение и небольшой вес 18 кг, что обеспечивает легкость его перемещения с объекта на объект.

Работа двух или более блоков SVERKER 760 может быть синхронизирована, что, например, позволяет пользователю объединить три блока SVERKER 760 в один базовый комплект для тестирования трехфазных цепей.

Тестирование реле:

SVERKER 760 главным образом предназначен для вторичного тестирования защитного релейного оборудования. При этом, может быть выполнено тестирование практических всех типов однофазной защиты.

SVERKER 760 позволяет тестировать пофазно трехфазные системы защиты, а также релейные системы защиты, которые требуют сдвига фаз. Более того, с помощью SVERKER 760 может выполняться тестирование автоматов повторного включения.

Примеры оборудования, тестируемого с помощью блоков SVERKER 750/760:

Реле максимального тока	50/76
Реле максимального тока с обратнозависимой выдержкой времени	51
Реле минимального тока	37
Реле замыкания на землю	50
Направленное реле максимального тока	67
Направленное реле неисправности заземления	67N
Реле максимального напряжения	27
Реле минимального напряжения	91
Направленное реле напряжения	32
Реле направления мощности	55
Реле коэффициента мощности	
Дифференциальная защита	
Дифференциальные цепи	87
Оборудование дистанционной защиты (пофазно)	21
Последовательность реле максимального тока	46N
Защита двигателей от перегрузки	51/86
Автоматы повторного включения	79
Реле обрыва	94
Реле регулирования напряжения	
Реле минимального импеданса, $Z >$	
Реле максимального импеданса, Z	
Тепловые реле	
Реле времени	

Другие области применения:

- построение кривых возбуждения;
- тестирование коэффициентов передачи трансформаторов тока и напряжения;
- измерение нагрузки при тестировании защитного релейного оборудования;
- измерение импеданса;
- тесты на кпд;
- тесты на определение полярности (направления).

Технические характеристики

Выходы переменного тока				
Пределы	Напряжение без нагрузки (min)	Напряжение полной нагрузки (max)	Полная нагрузка по току (max)	Время нагрузки On (max) Off (min)
0-10 A	90B	75B	10 A	2/15 минут
0-40 A	25B	20B	40 A	1/15 минут
0-100 A	10B	8B	100 A	1/15 минут
0-100 A	10B	-	250 A	1 сек/5 минут
Выходной трансформатор оборудован встроенной термозащитой. Первичная обмотка защищена с помощью миниатюрного автоматического выключателя				
Выходы постоянного / переменного тока				
0-250 В перем. ток	290 В	250 В	3 А	10/45 минут
0-300 В пост. ток	320 В	250 В	2 А	10/45 минут
Отдельный выход напряжения переменного тока.				
Пределы	Напряжение без нагрузки (min)	Напряжение полной нагрузки (max)	Нагрузка по току (max)	
0-140 В перем	165	140	0–20 А – непрерывная 0–30А 1 минута	
Фазовый угол		разрешение		
0-359°		1°		±2°

Дополнительный выход постоянного тока		
Пределы	напряжение	максимальный ток
20–140 В пост. ток	130 В	0,4 А
130–220 В пост. ток	220 В	0,4 А

Таймер

Отображение	В секундах или периодах напряжения сети
Секунды	<i>Пределы:</i> 0,000–99999,9 сек <i>Точность:</i> 1 мсек
Периоды	<i>Пределы:</i> 0,0–4999995 циклов при 50 Гц или 0,054999994 циклов при 60 Гц. Точность – 0,1 цикла
Макс, входное напряжение	250 В переменного тока или 275 В постоянного тока

Амперметр

Пределы измерения	<i>Внутренний диапазон:</i> 0,00–250,0 А <i>Внешний диапазон:</i> 0,000–6,000 А
Точность	<i>Внутренний диапазон:</i> 1% <i>Внешний диапазон:</i> 1% для переменного тока и 0,5% для постоянного тока
Метод измерения	Эффективное значение для переменного тока или среднее значение для постоянного тока.
Отображение	Значения могут быть отображены в процентах от номинального значения, если требуется, вольтметр также может быть использован как второй амперметр.
Макс. ток, внешний вход	600 В переменного тока или 275 В постоянного тока

Вольтметр

Диапазон	0,00–600,0 В
Точность	1% для переменного тока и 0,5% для постоянного тока
Метод измерения	Эффективное значение для переменного тока или среднее значение для постоянного тока
Отображение	Значения могут быть отображены в процентах от номинального значения, если требуется, вольтметр также может быть использован как второй амперметр.
Макс, входное напряжение	600 В переменного тока или 275 В постоянного тока

Измеряемые параметры

Переменный ток	$Z (\Omega \varphi)$, $Z (\Omega)$, R , $X (\Omega, \Omega)$, $S (VA)$, $Q (Var)$, $\cos \varphi$, $\varphi (^\circ, I_{ref})$ и $\varphi (^\circ, U_{ref})$
Постоянный ток	$R (\Omega)$ и $P (W)$

Параметры	Диапазон	Точность
$\cos \varphi$ (емк., инд.)	От –0,99 до +0,99	
Фазовый угол	000–359°	$\pm 2^\circ$
Другие параметры	До 999-kX (X=единица)	

13.4.5. Компьютерная испытательная система для комплексных проверок различного высокочастотного оборудования в электроэнергетике РЕЛЕ-ТОМОГРАФ-ВЧ

Технические данные РЕТОМ-ВЧ

ВЧ-генератор

Диапазон частот	24 ÷ 630 кГц
Наибольшее выходное напряжение (КНИ < 0,5%)	20 В
Номинальное внутреннее сопротивление	0; 75; 150 Ом
$R_{вн}$ (переключаемое)	
Максимальная выходная мощность ($R_H=75$ Ом, $R_{вн}=75$ Ом)	1300 мВт
Возможные типы выхода	симметричный, несимметричный
Основная относительная погрешность воспроизведения частоты	± 210
Основная относительная погрешность воспроизведения уровня выходного напряжения ¹	$\pm [2,5 + 0,3(X_{N\phi} - 1)]\%$

НЧ-генератор

Диапазон частот	20 Гц÷24 кГц
Наибольшее выходное напряжение	75 В
Возможные типы выхода	симметричный, несимметричный
Максимальная выходная мощность	3 Вт

Наибольший допустимый выходной ток	50 мА Эфф
Основная относительная погрешность воспроизведения частоты	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Основная относительная погрешность воспроизведения уровня выходного напряжения ¹	$\pm [2,5 + 0,3(X_{\text{кд}} - 1)]\%$
Миллисекундомер	
Предел измерения	99 с
Абсолютная погрешность измерения интервала времени	$\pm 0,2$ мсек
Контактные выходы	
Количество	2
Дискретные входы	
Количество	16
Селективный вольтметр	
Пределы измерения	10 мВ, 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В
Диапазон частот	24÷630 кГц
Ширина полосы селективного приема (А)	25,400,1740,3100 Гц
Избирательность (при отстройке от края полосы на 1 кГц),	не менее 45 дБ
Основная относительная погрешность частоты настройки	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Основная относительная погрешность измерения уровня синусоидального сигнала в выбранной полосе ¹	$\pm [2,5 + 0,3(X_{\text{кпг}} - 1)]\%$
Входное сопротивление, не менее	10 кОм
НЧ-мультиметр (45 Гц...5 кГц,...24 кГц, постоянный ток)	
Пределы измерения	100 мА, 1 А, 300 мВ 3 В, 30 В, 300 В
Длительность цикла измерения (обновление показаний)	не более 0,5 сек
Основная относительная погрешность измерения уровня синусоидальных сигналов ¹	$\pm [2,5 + 0,3(X_{\text{к}}/x - 1)]\%$
Входное сопротивление входа напряжения, не менее	100 кОм
Внутреннее сопротивление входа тока, не более	2,5 Ом
НЧ-частотомер (в НЧ-мультиметре)	
Диапазон частот	300 Гц÷24 кГц
Абсолютная погрешность измерения при уровне входного сигнала НЧ-мультиметра 0,6÷1,1 полной шкалы	± 1 Гц
ВЧ-мультиметр (24 кГц, 630 кГц)	
Пределы измерения	100 мА, 1 А, 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В
Длительность цикла измерения (обновление показаний) ²	не более 0,5 сек
Основная относительная погрешность измерения уровня синусоидальных сигналов тока и напряжения ¹	$\pm [2,5 + 0,3(X_{\text{к/х}} - 1)]\%$
Импеданс входа напряжения	10 кОм/25 пФ
Внутреннее сопротивление входа тока, не более	2,5 Ом
ВЧ-частотомер (в ВЧ-мультиметре)	
Диапазон частот	24÷630 кГц
Абсолютная погрешность измерения при уровне входного сигнала ВЧ мультиметра 0,6÷1,1 полной шкалы	± 20 Гц
Источник оперативного тока	
Наибольшее постоянное напряжение (полная шкала)	250 В
Наибольший допустимый выходной ток	50 мА
Основная относительная погрешность воспроизведения уровня напряжения	$\pm [2,5 + 0,3(X_{\text{кд}} - 1)]\%$

¹ Основная относительная погрешность регламентируется для температуры окр. среды +23°С. В формулах для относительной погрешности приняты следующие обозначения: $X_{\text{к}}$ – конечное значение диапазона измерения или диапазона воспроизведения; x – измеренное (для генератора – воспроизведенное) значение.

² Регламентируется для случая, когда активен только оговариваемый прибор.

13.4.6. Генератор технической частоты ГТЧ-2

Прибор предназначен для настройки и изменения уставок реле частоты от бросков понижения частоты в системах автоматической частотной нагрузки.

Техническая характеристика:

Напряжение питающей сети, В	220 (+20%, -10%)
Частота питающей сети, Гц	50
Диапазон генерируемых частот, Гц	45÷55
Диапазон скорости изменения частоты, Гц/с	0,1÷6,3
Выходное напряжение, В	100 (+10%, -10%)
Коэффициент нелинейных искажений, %	не более 0,5
Номинальная выходная мощность, ВА	30
Потребляемая мощность, ВА	не более 70
Порог срабатывания защиты генератора, мА	320
Дискретность выходной частоты генератора, Гц	0,01
Дискретность регулирования скорости изменения частоты, Гц/с	0,1
Гальваническая развязка выходной цепи генератора от питающей сети	не менее 1 МОм
Конструктивное исполнение	переносной вариант
Габаритные размеры, мм	290×220×100
Масса, кг	4,0
Время непрерывной работы, ч	8 (P _н = 20 ВА)
Режим работы	ручной/автоматический
Наличие индикации скорости изменения выходной частоты генератора.	

13.4.7. Микропроцессорный генератор технической частоты ГТЧ-ЗУ (ИТЧ-4)

Техническая характеристика:

Напряжение питания	230 В, 50Гц;
Потребляемая мощность	до 100 ВА;
Выходная мощность	до 50 ВА С непрерывно в течение 8 часов);
Выходное напряжение регулируется плавно	от 0 до 150В;
Частота регулируется	от 11 до 99 Гц;
с дискретностью	0,01 Гц;
Стабильность частоты	+/-Ю ⁻⁵ Гц
Скорость изменения частоты регулируется	от 0,07 до 100 Гц/с;
с дискретностью	0,01 Гц/с;
Диапазон измерения времени изменения частоты с точностью +/- 0,005 с	от 0,001 до 100 сек;
Точность установки скорости изменения частоты	+/-0,01 Гц/с;
коэффициент нелинейных искажений	не более 0,5%;
Режим работы	ручной/автоматический;
Частота изменяется с заданной скоростью в любую сторону от любого значения частоты. Возможна установка разных скоростей при изменении частоты в одну и другую стороны.	
Точность установки частоты	+/-0,005 Гц;
Габаритные размеры	270×200×87 мм;
Масса	3 кг

Все частотные параметры, временные интервалы и напряжение индицируется на цифровом индикаторе. Генератор защищен от перегрузки и неправильных действий оператора; имеет звуковую и световую сигнализацию при перегрузке.

Генератор имеет вход для автоматического останова частоты при срабатывании внешнего устройства (реле частоты).

Генератор может работать в вертикальном и горизонтальном положениях; имеет удобную ручку для переноски, служащую одновременно подставкой при работе в горизонтальном положении; имеет специальный отсек для шнура питания и других рабочих принадлежностей.

Примечание:

1) по специальному заказу может быть изготовлен генератор, который кроме синусоиды без искажений будет генерировать напряжения, содержащее помимо 1-й гармоники, 3-ю, 5-ю, 7-ю либо 9-ю гармоники с величинами их амплитуд от 5 до 20% от 1-й гармоники;

2) по специальному заказу генератор может иметь выход нерегулируемого напряжения $U_{\text{вых.}}=100 \text{ В.}$ для подключения контрольного частотомера и др.