УДК 621.316

М.А.БЫЧИН
Пермский государственный технический университет

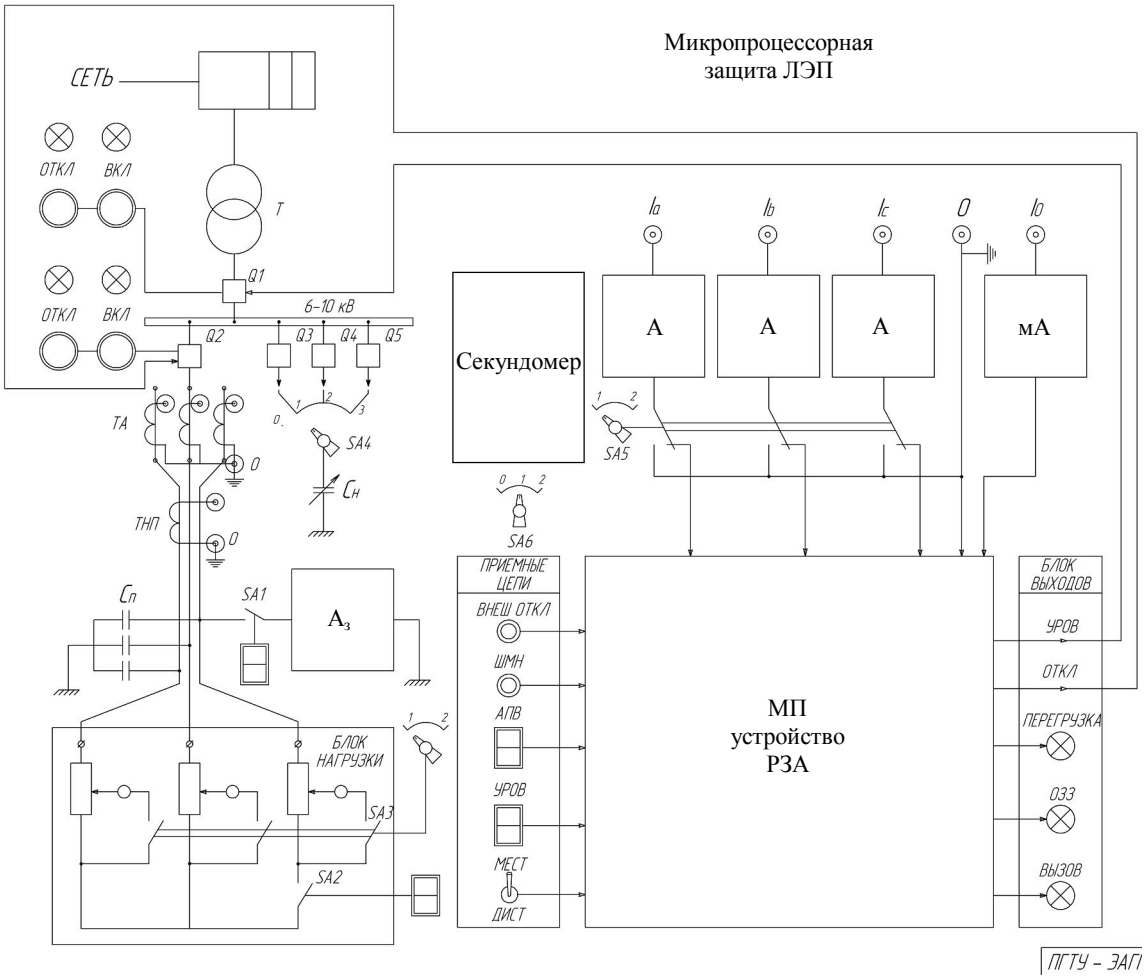
РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Работа посвящена разработке специализированного лабораторного стенда для исследования микропроцессорных (МП) устройств релейной защиты и автоматики (РЗА). Приводятся сведения о принципиальной схеме стенда, его функциональных возможностях. Изучение и исследование работы устройств РЗА будет выполняться в два этапа. Первый – на персональном компьютере с использованием специальных программных средств. Второй – исследования на специализированном стенде, содержащем физическую модель электрической сети и конкретное МП устройство РЗА. На стенде моделируются различные режимы: от нормальных нагрузок до аварийных ситуаций. Предусмотрена возможность проверки работы защит от междуфазных замыканий, несимметричных режимов нагрузки, защиты от замыканий на землю, а также функций противоаварийной автоматики. Такой подход позволяет не только закрепить теоретические знания, но и получить первичные практические навыки работы с такими устройствами.

The work is dedicated to working out a specialized test bench for research in microprocessor–based (MB) devices of relay protection and automatics (RPA). Information on the electrical schematic diagram and its functional capabilities is provided. Studies and research into RPA devices operation is expected to progress in two steps. The first step is done with a personal computer using specialized software tools. The second stage is investigations using specialized test bench, which contains a physical model of electric mains and a particular MB RPA device. The test bench can simulate different conditions from a normal load to emergency modes. It is possible to test the interphase locking protections, asymmetric loading modes, ground short circuit protections, and emergency control schemes. This method allows revision of theoretical knowledge, and development of primary skills to work with such devices.

В последние годы в системах электроснабжения промышленных предприятий находят широкое применение микропроцессорные (МП) устройства релейной защиты и автоматики (РЗА). В связи с этим стала весьма актуальной задача подготовки специалистов в области построения и функционирования МП устройств РЗА.

Изучение цифровых устройств РЗА является достаточно сложной и трудоемкой задачей. На первом этапе изучения целесообразно провести анализ структурной схемы конкретного устройства, разобраться в назначении функциональных блоков, возможностях и особенностях работы отдельных блоков и их взаимодействии. Этот этап изучения удобнее всего проводить на персональном компьютере с использованием специализированных программных средств, например, таких как программа Simulator. На этом же этапе сравнительно просто можно освоить методику выбора необходимых характеристик защит, методику расчета и выставления уставок, изучить порядок



Внешний вид лицевой панели стенда

использования функциональных ключей, функциональных знаков и систему индикации. Важная особенность и достоинство методики изучения МП устройств РЗА на персональном компьютере состоит в том, что студенты имеют возможность неоднократно повторять или варьировать моделируемые ситуации и режимы. Для осуществления этого этапа обучения студентов нами подготовлено и выпущено специальное учебное пособие.

Для закрепления и углубления знаний предусматривается второй этап изучения – это исследование работы конкретного МП устройства РЗА на физической модели электрической сети. С этой целью в ПГТУ на кафедре электрификации и автоматизации горных предприятий разработан специальный стенд для исследования работы МП устройств РЗА (см. рисунок). В качестве базового устройства РЗА был взят терминал SPAC 801-01 производства «АББ Чебоксары», однако возможности стенда позволяют проводить исследования и с другими аналогичными МП устройствами РЗА. Используемая МП защита в стенде работает совместно с вакуумным выключателем производства фирмы «Таврида Электрик».

В левой части лабораторного стенда изображена схема моделируемой системы электроснабжения. Питание секции шин 6-10 кВ моделируется маломощным трансформатором Т, который подключается к секции шин через вводной выключатель Q1. Исследуемая отходящая радиальная линия с концевой нагрузкой подключается к секции шин через вакуумный выключатель BB/TEL Q2.

Нагрузка исследуемой линии имитируется блоком нагрузки, который содержит

три реостата, с помощью которых можно плавно изменять нагрузку в каждой из трех фаз. Это позволяет моделировать все возможные условия работы реальной сети в диапазоне от нормальных нагрузок до аварийных ситуаций и даже случая обрыва одной из фаз (с помощью тумблера SA2).

Для контроля тока фаз исследуемой линии предусмотрены три амперметра (А) с пределами измерения 0-5А, которые подключаются к линии с помощью трех трансформаторов тока. Эти токи являются входными сигналами для МП устройства. Для реализации режима аварийной ситуации и перехода к режиму настройки данной ситуации на входе МП устройства РЗА в стенде предусмотрен переключатель SA5.

В исследуемом устройстве РЗА защита от замыканий на землю реагирует на ток нулевой последовательности. Для контроля этого тока применен специальный трансформатор тока нулевой последовательности (ТНП). Так как при замыкании на землю через место повреждения проходит ток, обусловленный не только емкостью поврежденной линии, но и емкостями неповрежденных линий, то для моделирования этой ситуации в стенде помимо исследуемой линии предусмотрены еще три отходящие линии, которые к секции шин подключены через выключатели Q3, Q4 и Q5. Установкой тумблера SA4 в положения 0, 1, 2 и 3 имитируется подключение разного количества отходящих линий и тем самым изменение общей емкости сети. Для контроля тока замыкания на землю предусмотрены: амперметр $А_з$ – измеряет общий ток замыкания на землю; миллиамперметр мА – контролирует ток, измеряемый с помощью ТНП, который является входным сигналом для МП устройства.

На стенде предусмотрено измерение фактического времени срабатывания защит и полного времени отключения поврежденной линии с помощью высокоточного управляемого электронного секундомера «СЧЕТ-1».

Для реализации функций автоматизации – двукратного АПВ и УРОВ в стенде используются тумблеры АПВ и УРОВ, которые подают сигнал на соответствующие приемные цепи устройства. Реализация одно- или двукратного АПВ задается с помощью программных ключей в самом устройстве.

В стенде также реализованы возможности управления устройством – местное, с помощью органов управления, находящихся на устройстве, таких как кнопки управления, световые индикаторы и дисплеи, либо дистанционное с помощью линии связи, персонального компьютера и специальных программ управления и контроля. Задание режима управления устройством осуществляется с помощью тумблера МЕСТ/ДИСТ.

В блоке выходов задействованы пять выходов:

- УРОВ – отключения вводного выключателя Q1 при срабатывании функции УРОВ устройства защиты;
- ОТКЛ – отключения исследуемой линии с помощью вакуумного выключателя Q2 при срабатывании устройства защиты на отключение;
- ПЕРЕГРУЗКА – срабатывания световой и звуковой сигнализации при перегрузке в исследуемой линии;
- ОЗЗ – срабатывания световой и звуковой сигнализации при работе защиты от однофазного замыкания на землю (на сигнал или отключение);
- индикатор ВЫЗОВ загорается при любом срабатывании устройства защиты.

Возможности стенда позволяют исследовать работу следующих видов защит и функций автоматизации: максимально токовая защита (3 ступени); защита от однофазного замыкания на землю (2 ступени); защита от несимметрии фаз и крайнего случая – обрыва фазы; двукратное автоматическое повторное включение выключателя (АПВ); устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ).

Таким образом, стенд позволяет достаточно полно раскрыть все возможности исследуемого микропроцессорного устройства защиты и автоматики.

Разработанный стенд с комплектом учебно-методических материалов позволит обеспечить хорошие возможности приобретения первичных навыков работы с современными МП устройствами РЗА.

Научный руководитель проф. *М.Л.Сапунков*