

**ИЗЫСКАНИЕ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
СТРОИТЕЛЬСТВО И МОНТАЖ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС**

УДК 681.3:621.316.92

**ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ РЕЛЕ В СИСТЕМАХ
УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

© 2014 г. С.А. Баран, Е.С. Беляева, В.С. Новикова

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

В статье рассмотрено применение микропроцессорных устройств релейной защиты в системах управления и защит энергетического оборудования, их основные функции и требования, предъявляемые к этим устройствам. Также для проверки соответствия требованиям и проверки правильности выполнения необходимых функций представлены результаты проведения опыта «Моделирование максимальной токовой защиты линии электропередач», «Моделирование токовой отсечки линии электропередач» и «Автоматическое включение резервного питания нагрузки».

Ключевые слова: микропроцессорные реле, управление и защита энергетического оборудования, регистрация срабатывания, самодиагностика, селективность, быстрдействие, чувствительность, надежность, токовая защита, токовая отсечка, резервное питание нагрузки.

Поступила в редакцию 14.07.2014 г.

Большинство фирм производителей прекращают выпуск электромеханических реле и устройств и переходят на цифровую элементную базу. Этот переход не приводит к изменению принципов релейной защиты и автоматики, он расширяет ее функциональные возможности, упрощает эксплуатацию и снижает стоимость. Именно по этим причинам микропроцессорные реле очень быстро начали вытеснять устаревшие электромеханические.

Микропроцессорное устройство релейной защиты (МУРЗ) – устройство релейной защиты, реализованное на основе микропроцессорных элементов.

Цифровые устройства релейной защиты различного назначения имеют много общего, а их структурные схемы очень похожи (рис.1).

Центральным узлом цифрового устройства является микроЭВМ, которая через свои устройства ввода-вывода обменивается информацией с периферийными узлами. С помощью этих дополнительных узлов осуществляется сопряжение микроЭВМ (микропроцессора) с внешней средой: датчиками исходной информации, объектом управления, оператором и др.

Следует отметить, что в реальном устройстве релейной защиты может использоваться несколько микропроцессоров (МП), каждый из которых будет занят решением отдельной задачи с целью обеспечения высокого быстрдействия.

Непременными узлами цифрового устройства РЗА являются: входные $U1-U4$ и выходные $KL1-KLj$ преобразователи сигналов, тракт аналого-цифрового преобразования $U6, U7$, кнопки управления и ввода информации от оператора $SB1, SB2$, дисплей H для отображения информации и блок питания $U5$. Современные цифровые

устройства, как правило, оснащаются и коммуникационным портом *X1* для связи с другими устройствами.

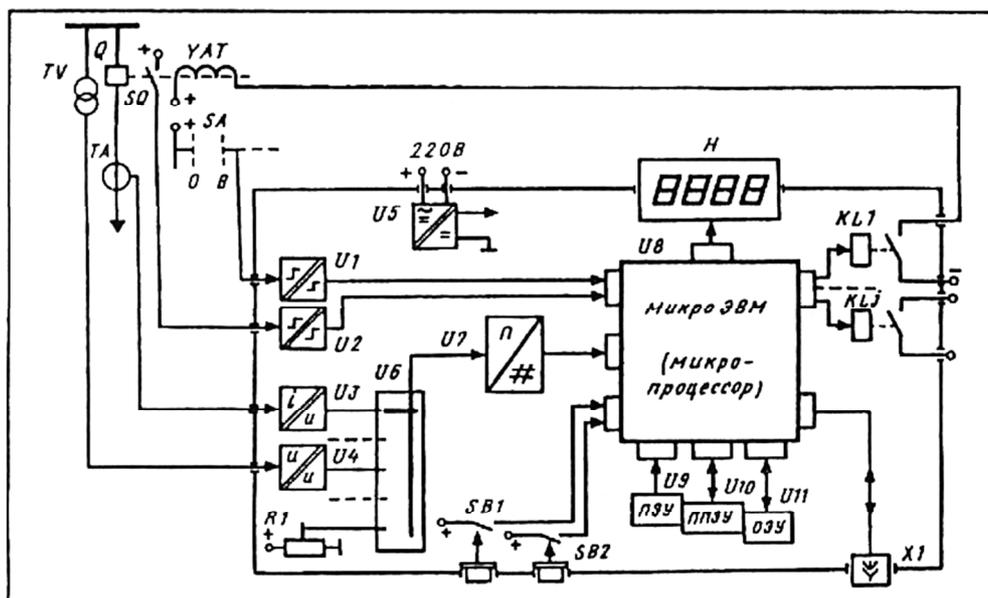


Рис. 1. – Структурная схема цифрового устройства защиты

Микропроцессорное устройство релейной защиты может и должно выполнять следующие функции:

- *защиты* (например, защита от превышения допустимого времени пуска; защита от перегрузки двигателя; защита от обрыва фаз и др.);
- *управления* (например, реле обеспечивает «Ручной» (с кнопочной станции), «Дистанционный» и «Автоматический» (по сигналу датчика, подключенного к аналоговому входу) режим управления; реле обеспечивает контролируемый самозапуск в «Ручном» и «Дистанционном» режиме двигателя после провала напряжения сети);
- *регистрации срабатываний* (например, реле обеспечивает установку и отсчет реального времени; в архиве сохраняются данные четырех последних срабатываний; при аварийном отключении двигателя реле сохраняет аварийные данные на момент срабатывания защит и др.)
- *самодиагностики* (например, контроль правильности уставок и сохранность информации в памяти; после изменения уставок реле проверяет принадлежность их допустимому диапазону значений и др.).

Одной из особенностей цифровых устройств является относительная простота организации контроля исправности аппаратной части и программного обеспечения. Отдельные фрагменты этой программы и выполняют самотестирование устройства защиты. В арсенале разработчиков цифровой аппаратуры имеется целый набор типовых решений в части тестирования. Реально тестированием удастся охватить примерно 80–95% всех элементов изделия. Однако разработчик стремится предпринять всё возможное для максимально возможного полного выявления внутренних дефектов изделия. Поэтому к МУРЗ выдвигаются требования:

- *селективность (избирательность)* – заключается в способности релейной защиты отключать при КЗ только поврежденный элемент. При этом не происходит излишних отключений оборудования и потребителей, тем самым минимизируется ущерб от аварийной ситуации.
- *быстродействие* – способность работать с минимально допустимой

выдержкой времени.

– *чувствительность* – способность релейной защиты реагировать на те отклонения от нормального режима, которые возникают в результате повреждения.

– *надежность* – способность защиты безотказно действовать в пределах установленной для нее зоны и не работать ложно в режимах, при которых действие релейной защиты не предусматривается.

Для того чтобы проверить все функции и требования, предъявляемые к МУРЗ на практике, были выполнены опыты «Моделирование максимальной токовой защиты линии электропередач», «Моделирование токовой отсечки линии электропередач» и «Автоматическое включение резервного питания нагрузки».

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

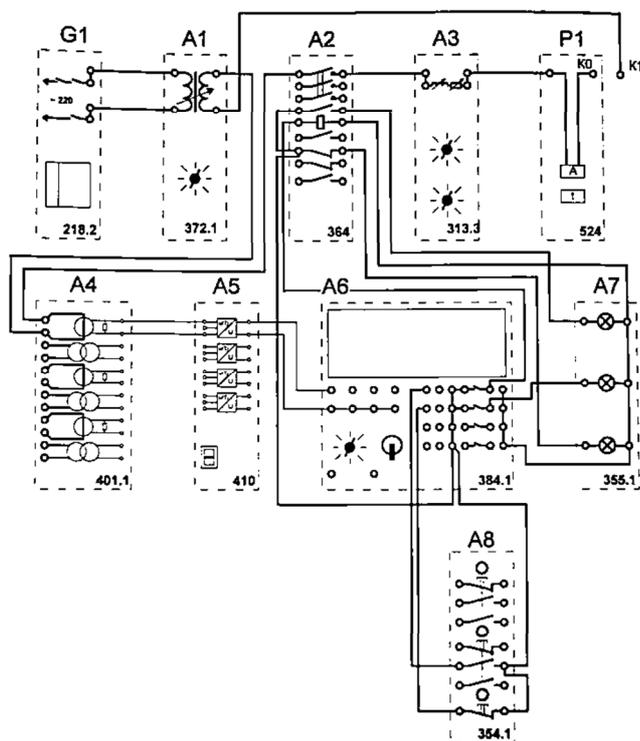


Рис. 2. – Электрическая схема соединений

В работе были использованы блоки:

- однофазный трансформатор A1;
- контактор A2;
- модель линии электропередачи A3;
- блок измерительных трансформаторов тока и напряжения A4;
- блок преобразователей напряжения A5;
- блок программируемого контроллера A6;
- блок световой сигнализации A7;
- кнопочный пост управления A8;
- измеритель тока и времени P1;
- источник питания G1.

Для проведения опыта необходимо собрать логическую схему (рис. 3), задать параметры срабатывания, загрузить схему в контроллер и запустить на исполнение.

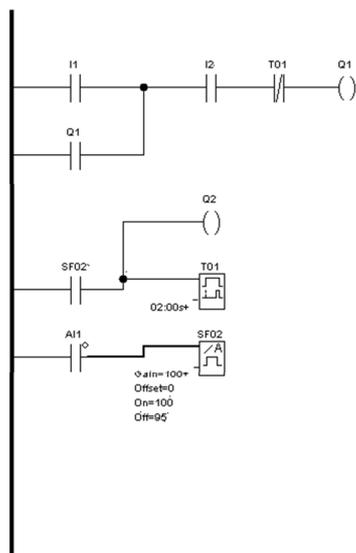


Рис. 3. – Логическая схема: AI1 – вход аналогового датчика, I1 – контакт кнопки «Пуск», I2 – контакт кнопки стоп, Q1 – выход/контакт контактора, Q2- выход на красную сигнальную лампу «наличие КЗ», SF001 – аналоговый пороговый выключатель/его контакт, T01 – задержка включения



Рис. 4. – Показания измерителя тока и времени а) при кратковременном КЗ; б) при устойчивом КЗ

После нажатия кнопки «Пуск» поста управления включается контактор А2, после нажатия кнопки «Стоп» контактор отключается. При запущенной схеме после моделирования кратковременного (менее двух секунд) КЗ загорается красная лампа «наличие КЗ». С индикаторов снимается значение тока КЗ и время его существования. При моделировании устойчивого (более двух секунд) КЗ контактор А2 отключается, устраняя КЗ. С индикаторов измерителя так же снимается значение тока КЗ и время работы защиты (рис. 4).

Таким образом, после проведения опыта было выяснено, что используемый в эксперименте модуль Siemens LOGO 230 RC полностью удовлетворяет предъявляемым требованиям селективности, быстродействия, чувствительности и надежности и исправно выполняет свои функции.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОКОВОЙ ОТСЕЧКИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

При проведении опыта использовались те же блоки и та же структурная схема, что и при моделировании максимальной токовой защиты линии электропередач.

Для проведения опыта так же необходимо собрать логическую схему (рис. 5.), задать параметры срабатывания, загрузить схему в контроллер и запустить на исполнение.

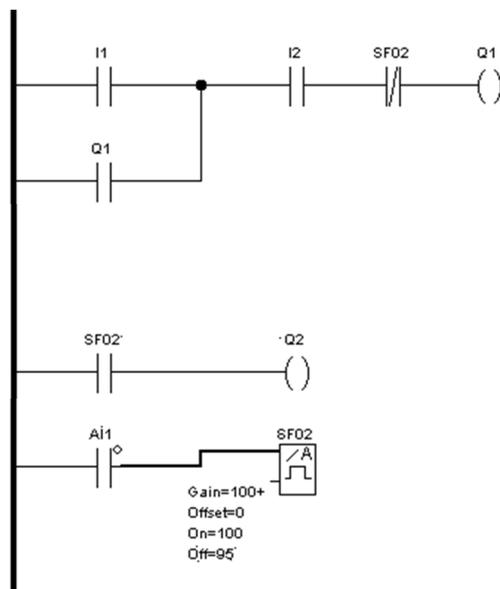


Рис. 5. – Логическая схема

При моделировании КЗ загорается красная лампа «наличие КЗ», контактор А2 отключается, тем самым устраняя КЗ. С индикатора измерителя Р1 считываются значения тока КЗ и время работы защиты.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ НАГРУЗКИ

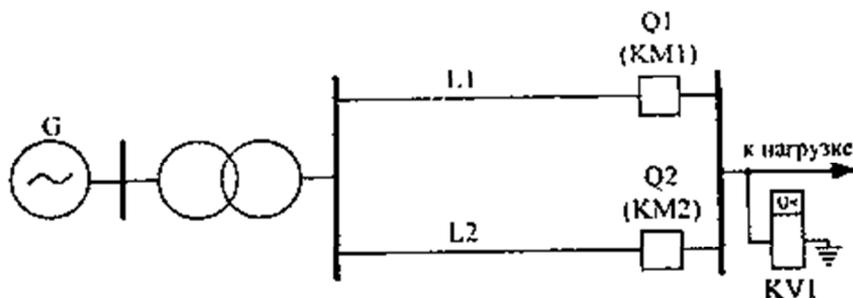


Рис. 6. – Принципиальная электрическая схема. KM1, KM2 – контакторы, L1, L2 – линии электропередач, KV1 – реле минимального напряжения

Для проведения опыта была собрана логическая схема (рис. 6), заданы параметры срабатывания, схема была загружена в контроллер и запущена на исполнение.

При моделировании исчезновения напряжения на одной из линий электропередач (например, на линии L1) один контактор отключается, а другой включается, восстанавливая подачу напряжения.

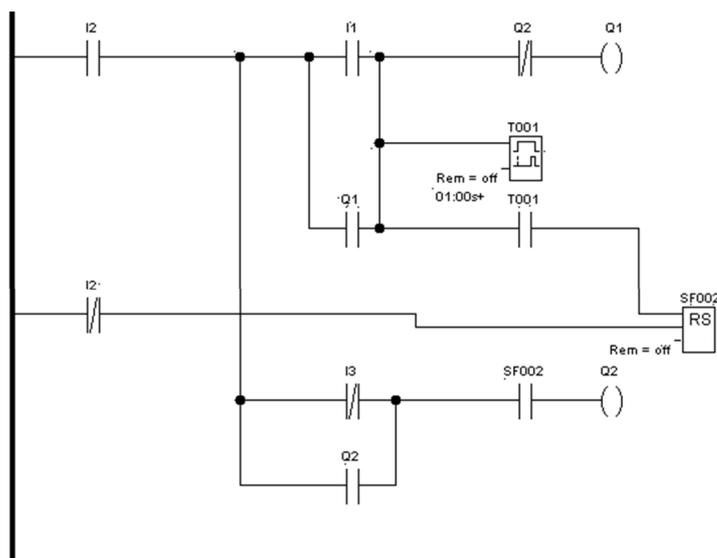


Рис. 7. – Логическая схема: I1 – контакт кнопки «Пуск», I2 – контакт кнопки стоп, I3 – вход наличия напряжения, Q1, Q2– выходы/контакты контакторов, SF001 – RS-триггер, T002 – задержка включения

Таким образом, после проведения опытов было выяснено, что используемый в экспериментах модуль Siemens LOGO 230 RC полностью удовлетворяет предъявляемым требованиям селективности, быстродействия, чувствительности и надежности и исправно выполняет свои функции защиты и управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никитин, А.А.* Микропроцессорные реле [Текст] / А.А. Никитин. – Чебоксары, 2003.
2. *Гуревич, В.И.* Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы [Текст] / В.И. Гуревич. – Инфра-Инженерия, 2011.
3. *Чернобровов, Н.В. и др.* Релейная защита энергетических систем [Текст] / Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1998.

Application of Microprocessor-based Relay in Systems of Control and Protection of Power Equipment

S.A. Baran*, E.S. Belyaeva, V.S. Novikova*****

*Volgodonsk Engineering Technical Institute
the Branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360*

** e-mail: bastr@rambler.ru, ** e-mail: katis93@yandex.ru ; *** e-mail: 10valentina05@mail.ru*

Abstract – The article concerns the application of microprocessor units of relay protection systems for control and protection of power equipment, their main functions and requirements for these devices. It also presents the results of the experiment "Modeling of maximum current protection of electric power lines", "Modeling of electric power line current cutoff" and "Automatic activation of load reserve power supply."

Keywords: microprocessor-based relays, management and protection of power equipment, registration of operation, self-diagnosis, selectivity, speed, sensitivity, reliability, overcurrent protection, current cutoff, load reserve power supply.

REFERENCES

- [1] Nikitin A.A. Mikroprocessornye rele [Introduction to probability theory and its appendices]. Cheboksary, 2003 (in Russian)
- [2] Gurevich V.I. Mikroprocessornye rele zashhity. Ustrojstvo, problemy, perspektivy [Microprocessor relays of protection. Device, problems, prospects]. M. Pub. Infra-Inzhenerija [Infra-Engineering], 2011, ISBN 978-5-9729-0043-5, 300 p. (in Russian)
- [3] Chernobrovov N.V., Semenov V.A. Relejnaja zashhita jenergeticheskikh sistem [Relay protection of power systems]. M. Pub. Jenergoatomizdat [Energoatomizdat], 1998, ISBN 5-283-010031-7, 800 p. (in Russian)