

УДК 621.315

## ТЕРМИНАЛЫ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК 6 – 35 кВ СО СВОБОДНО ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКОЙ

Беседа А.С., Гавриелок Ю.В., Босякова О.Г.

Научные руководители – маг. техн. наук Ломан М.С., Булойчик Е.В.

Сотрудниками РУП «Белэлектромонтажналадка» разработано и организовано производство универсального терминала защиты (ТЗЛ) для распределительных сетей 6–35 кВ.

Разработка терминала ТЗЛ (МР741) и терминала дифференциальной защиты трансформатора УДЗТ (МР801) являлось завершающим этапом в реализации задачи обеспечения устройствами релейной защиты и автоматики отечественного производства подстанций 110/35/10 кВ. Ранее предприятием организовано производство серии цифровых терминалов защит, построенных на принципах жесткой логики:

- МР300 – защита отходящей линии 6–35 кВ;
- МР500 – ненаправленная токовая защита вводного, секционного выключателя, отходящей линии 6–35 кВ;
- МР600 – защита по напряжению и частоте подстанций 6–110 кВ (разработана по ГНТП-2005);
- МР700 – направленная токовая защита вводного, секционного выключателя, отходящей линии 6–35 кВ;
- МР730 – защита асинхронного двигателя 6–10 кВ.

Принципы жесткой логики существенно отличаются от принципов свободно программируемой логики. Вместе с тем каждая из них имеет свои достоинства и недостатки.

Жесткая логика – алгоритмы, выполняемые в определенной, жестко заданной последовательности, имеющие четко заданную структуру и условия логических переходов. Ее достоинства в том, что настройка терминала с жесткой логикой осуществляется относительно просто, вероятность ошибки при этом невелика. Вместе с тем жесткую логику не всегда возможно адаптировать к конкретным требованиям, предъявляемым к релейной защите и автоматике (РЗА) электроустановки.

Свободно программируемая логика (СПЛ) – логика, последовательность действия которой определяется пользователем. Как правило, СПЛ выполняется на основе логических блоков. Число блоков, их тип, параметры и связи между ними назначает пользователь. Конфигурирование свободно программируемой логики удобно выполнять в графическом редакторе. К достоинствам СПЛ относится возможность адаптировать функции терминала под нужды практически любого присоединения, к недостаткам – потребность в высокой квалификации персонала, участвующего в конфигурировании функций РЗА на принципах СПЛ.

Создавая ТЗЛ как универсальный терминал защиты, специалисты РУП «Белэлектромонтажналадка» решили использовать достоинства построения РЗА на обоих принципах, включив в состав ТЗЛ как жесткие функции, так и блок свободно программируемой логики.

Актуальность разработки ТЗЛ обусловлена следующим:

- серия защит МР, построенная на жестко определенной логике, позволяет решить лишь типовые задачи по обеспечению подстанций 6–35 кВ устройствами РЗА;
- сети 6–35 кВ постоянно развиваются, меняются их конфигурация, схема, мощность и характер подключаемых потребителей. Это приводит к необходимости

изменения схем (логики работы) РЗА в процессе эксплуатации, что не всегда возможно при реализации системы РЗА на терминалах с жесткой логикой;

– каждый конкретный энергообъект имеет свои отличия, обусловленные спецификой его назначения, традициями построения систем РЗА эксплуатирующих предприятий.

Не секрет, что в каждой отрасли, в каждой энергосистеме сложились свои проектные решения. Таким образом реализовать универсальную функциональную (жесткую) схему устройства РЗА для любого присоединения напряжением 6–35 кВ не представляется возможным (если не по техническим, то по экономическим причинам).

В 2008 году специалистами РУП «Белэлектромонтажналадка» завершена разработка терминала защиты электроустановок 6–35 кВ со свободно программируемой логикой. В серийном производстве ТЗЛ получило наименование МР741. ТЗЛ (МР741) построен на базе современного процессора частотой 100 МГц, имеет 4 токовых входа, 4 входа по напряжению, 16 дискретных входов, 16 релейных выходов, порты связи USB и RS-485.

С целью обеспечения надежности основных алгоритмов РЗА – токовых защит, защит по напряжению и частоте, логики управления выключателем – терминал МР741 сохранил в себе часть жесткой логики, которая дополнена блоком свободно программируемой (гибкой) логики. СПЛ позволяет разрабатывать новые алгоритмы функций РЗА, а также комбинировать и «дописывать» существующие жесткие функции. СПЛ МР741 строится на основе логических блоков: элементов «И», «ИЛИ», «ИЛИ-НЕ», «НЕ», таймеров шести видов, триггеров и мультиплексоров, элементов вывода информации на реле и в журнал системы.

СПЛ реализована в быстродействующем 10-миллисекундном цикле и позволяет создавать программы с объемом логических элементов до 250. Обладая такими характеристиками, терминал МР741 может решить любые задачи релейной защиты и автоматики на распределительных подстанциях 6–35 кВ.

Разработка алгоритмов выполняемых функций на основе гибкой логики осуществляется в специализированном графическом редакторе собственного производства. Графический редактор входит в состав программы конфигурирования устройств производства РУП «Белэлектромонтажналадка» «УниКон».

С учетом пожеланий и рекомендаций пользователей устройств был выбран набор функций, реализованных на жесткой логике, включающий в себя:

- четыре направленные токовые ступени с возможностью пуска по напряжению;
- две направленные ступени по току обратной последовательности с возможностью пуска по напряжению;
- четыре направленные ступени по току нулевой последовательности (две по измеренному и две по расчетному) с возможностью пуска по напряжению;
- ступень по току нулевой последовательности высшей гармоники с возможностью пуска по напряжению;
- ступень от обрыва провода 12/11;
- ступени по напряжению с уставкой на возврат и возможностью автоматического повторного включения (АПВ) по возврату: по две ступени от повышения и понижения напряжения, по две ступени от повышения напряжения нулевой и обратной последовательностей;
- по две ступени от повышения и понижения частоты с уставкой на возврат и возможностью АПВ по возврату;
- восемь внешних защит с уставкой на возврат и возможностью АПВ по возврату;
- логику управления выключателем, определения места повреждения, автоматика УРОВ, ЛЗШ, АВР и АПВ;

– функцию осциллографирования.

При организации серийного производства терминал МР741 был доработан:

– добавлена функция контроля цепей включения и отключения (с жестко назначенными входами контроля цепей управления, включенными параллельно реле «Включить» и «Отключить»);

– увеличено число реле с 11 до 16;

– предусмотрена возможность запуска осциллографирования по срабатыванию ступени защиты или по пуску ее измерительного органа;

– модернизированы алгоритмы расчета частоты и увеличен диапазон измерения частоты 40–60 Гц.

По оценкам специалистов, устройство МР741 занимает ту же нишу, что и устройства производства Ageva P127, P141; ABB REF541.