

## МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ

Ushbu maqolada avtotransformatorlarning mikroprotessorli relelihi moyasi ko'rib chiqilgan. Xorijiy ishlab chiqaruvchilarning mikroprotessor ba'zali qurilmalari va ularning funktsionalligi asosida transformatorlarni (avtotransformatorlar) himoya qilish turlari va ularning funktsional imkoniyatlari keltirilgan. Hozirgi vaqtda bizning energiya tizimimizda keng qo'llanilayotgan turlari taqdim etilgan. Avtotransformatorlarning mikroprotessorli releli himoyasini taminlovchi TOP 300 tipli mikroprotessorli qurilmaning strukturaviy sxemasi korsatilgan.

В статье рассмотрена микропроцессорная релейная защита автотрансформаторов. Приведены виды защит трансформаторов (автотрансформаторов) на базе микропроцессорных устройств зарубежных производителей и их функциональные возможности. Представлены виды терминалов, которые широко применяются в нашей энергосистеме. Показана структурная схема, обеспечивающая микропроцессорную релейную защиту автотрансформатора устройства типа TOP 300.

In this article, microprocessor relay protection of autotransformers is considered. Types of protection transformers (autotransformers) based on microprocessor devices of foreign manufacturers and their functionality capabilities are given. The types of terminals that are widely used in our power systems are presented. The structural scheme providing microprocessor relay protection of autotransformers of the microprocessor device of the type TOP 300.

Согласно ПУЭ[1] понижающие трансформаторы (автотрансформаторы) должны снабжаться защитами от:

- многофазных замыканий в обмотках и на выводах;
- однофазных замыканий на землю в обмотках и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью;
- витковых замыканий в обмотках;
- токов в обмотках, обусловленных перегрузкой;
- токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;
- понижения уровня масла;
- однофазных замыканий на землю в сетях 3-10 кВ с изолированной нейтралью, если трансформатор питает сеть, в которой отключение однофазных замыканий на землю необходимо по требованиям безопасности.

В настоящее время в нашей энергосистеме применяются микропроцессорные защиты трансформаторов (автотрансформаторов) зарубежных фирм (ABB, Siemens, Релематика, Механотроника). Терминалы защиты трансформатора (автотрансформатора) данных производителей (RET670 ABB, 7UT633 Siemens, БМРЗ-ТД Механотроника, TOP 300 Релематика) выполняют следующие функции:

Функции БМРЗ-ТД:

- дифференциальная токовая отсечка (ДТО);
- дифференциальная токовая защита с торможением (ДЗТ);
- максимальная токовая защита ввода;
- дистанционная защита от междуфазных замыканий (ДЗМФ);
- токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП);
- защита от неполнофазных и несимметричных режимов работы (ЗНФР);
- защиты от перегрузки общей обмотки АТ;

- защита АТ от перегрева;
- газовая защита;
- внешние защиты;
- автоматическая разгрузка по току(АРПТ);
- блокировка устройства РПН;
- измерение параметров сети;
- регистрация параметров аварий;
- осциллографирование аварийных событий.

Функции TOP 300:

- дифференциальная токовая защита(ДТЗ);
- газовая защита;
- максимальная токовая защита ошиновки;
- максимальная токовая защита ввода;
- устройства резервирования при отказе выключателя(УРОВ);
- комбинированный пуск по напряжению(КПН);
- технологические защиты;
- контроль отсутствие напряжение(КОН);
- фильтр напряжения обратной последовательности(ФНОП);
- фильтр токов обратной и нулевой последовательностей(ФТОНП).

Ряд специалистов отмечают [2,3] следующие недостатки зарубежных микропроцессорных устройств: неоправданную техническую и информационную избыточность. Например, для устройств серии SIRPOTEC компании Simenstребуется вводить около 500 параметров(уставок), не считая внесения изменений в матрицу сигналов, причем у каждого из сигналов есть свойства, влияющие на работу устройства. Учитывая необходимость составления заданий на наладку и протоколов проверки терминалов, где должны указываться все параметры настройки, объём информации усложняет настройку. Информационная избыточность повышает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Техническая избыточность требует для работы с терминалом специалистов высокой квалификации.

В настоящее время энергосистеме Узбекистана для защиты автотрансформаторов широко применяются терминалы Российской компании ООО «Релематика» типа TOP 300 ДЗАТ 520.

Терминал «TOP 300 ДЗАТ 520» предназначен для защиты автотрансформатора, в том числе ошиновки НН, включающей токоограничивающий реактор и линейный регулировочный трансформатор (ЛРТ) и содержит в себе следующие функции:

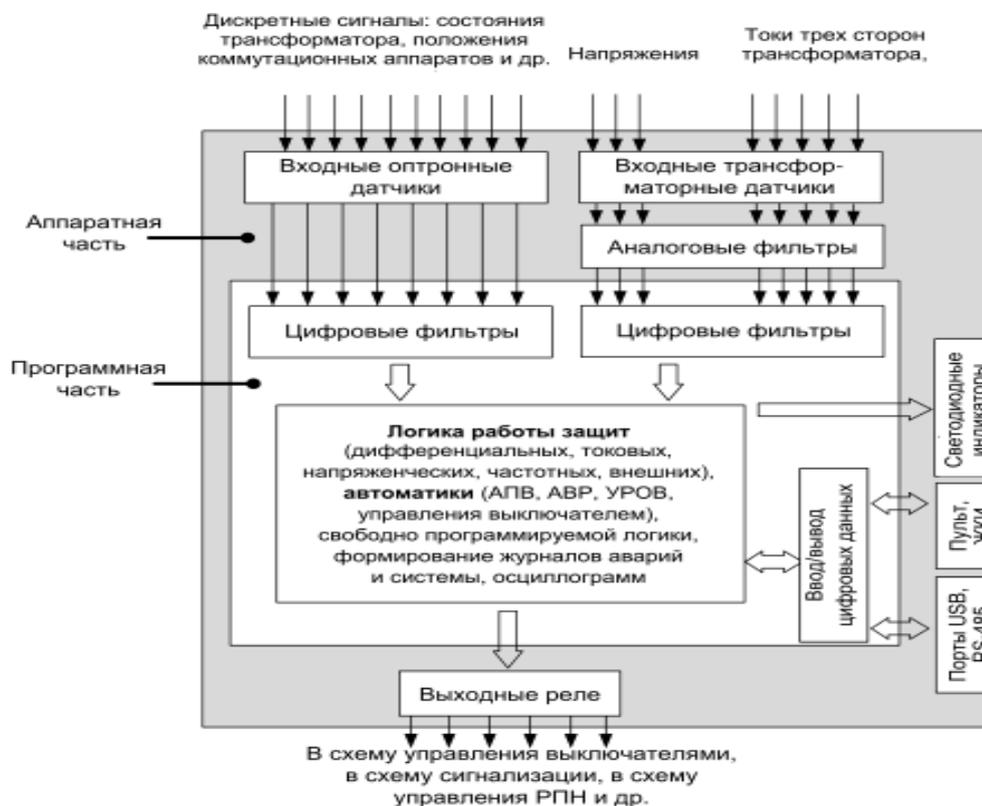
- дифференциальная токовая защита автотрансформатора(ДЗАТ);
- газовая защита (ГЗ);
- максимальная токовая защита ошиновки НН (МТЗО НН);
- максимальная токовая защита ввода;
- устройства резервирования отказа выключателя стороны ВН (УРОВ ВН);
- устройства резервирования отказа выключателя стороны СН (УРОВ СН);
- комбинированный пуск по напряжению стороны НН (КПН НН);
- автоматические повторное включение (АПВ);
- технологические защиты (ТЗ);
- сигнализацию замыкания на землю стороны НН (СЗЗ НН);
- контроль отсутствия напряжение НН и пуска пожаротушения (КОН и пуска ПЖТ);
- реле тока пуска охлаждения (РТПО);
- защита от перегруза (ЗП);

- защиту при потере охлаждения (ЗПО);
- реле тока для блокировки РПН.

Терминал также содержит функцию осциллографирования и регистрацию аномальных режимов.

Функциональная структура терминала TOP 300 представлена на рис. 1.

Терминал выполнен в виде программируемого логического контроллера, имеющего в качестве ядра блок логики, который обеспечивает взаимодействие между всеми входящими в состав терминала блоками. Терминал TOP 300 имеет до 24 аналоговых каналов и до 140 дискретных входов. Блок дискретного ввода/вывода имеет четыре исполнения и предназначен: для приема 12 и выдачи 12 дискретных сигналов. Количество блоков дискретного ввода/вывода в терминале зависит от типоразмера, конструктив 1/4 содержит один блок, блок 1/2-четыре блока, 3/4-шесть блоков, 1/1-11 блоков. Входные сигналы тока и напряжения преобразуются на входных датчиках в сигналы напряжения, которые после аналоговой фильтрации преобразуются в цифровой сигнал на 16-разрядном АЦП. Для обеспечения необходимой точности измерений и скорости обработки сигнала выбрана частота выборок дискретизации 20 на период 1000, 2000, 4000 Гц.



**Рис.1. Структура терминала TOP 300,обеспечивающего микропроцессорную релейную защиту автотрансформатора**

Обработка дискретных входов производится следующим образом: логическая единица формируется при наличии сигнала выше порогового значения в течение 5 мс. На основе полученных данных реализуется работа дифференциальных, максимальных токовых защит, защит по току нулевой и обратной последовательностей, защит по напряжению и частоте, автоматики. Результаты работы логики защит и автоматики могут быть выведены на выходные реле, светодиодные индикаторы, а также выданы порты связи: RS-485/Ethernet 100 Base-T/ Ethernet 100 Base-F и USB передний порт связи (применяется для конфигурирования устройства, а также обновление программного обеспечения устройства).

Блок индикации содержит светодиоды, индикатор, кнопки управления и порт связи USB, которые располагаются на лицевой панели терминала и образуют интерфейс человек-машина(ИЧМ).

Дисплей индикатора содержит алфавитно-цифровую индикацию: шесть строк по 21 знакоместу(символу).

Блок индикации содержит до 38 светодиодов, которые используются для индикации состояния терминала, три светодиода- для индикации местного управления, до 32 светодиодов- для индикации состояния защиты, фиксируемого в энергонезависимых ячейках памяти и сохраняющегося при исчезновении питания терминала.

Для контроля нормальных и аварийных событий ТОР 300 ведет журналы системы и аварий, формирует осциллограммы аварийных процессов.

ТОР 300 имеет весь необходимый набор функций для реализаций основной и резервной защиты и автоматики автотрансформатора.

Для ТОР 300 разработан интуитивно понятный интерфейс с минимумом необходимых настроек.

Надёжность функционирования устройств обеспечивается программно-аппаратными методами с использованием необходимых методов резервирования выполняемых функций. Устройство постоянно производит самодиагностику аппаратной и программной части, при этом контролируя наиболееважные параметры. При выявлении устойчивости неисправности терминал формирует сигнал неисправности с указанием ее причины.

Показателем безотказности устройства защиты является средняя наработка на отказ, составляющая не менее 125000 ч.

Таким образом, результаты проведенных лабораторных и натурных испытаний [4]устройства дифференциальной защиты трансформатора (автотрансформатора) ТОР 300 подтвердили ее надежную работу при внутренних повреждениях, отсутствие ложной работы при бросках токов намагничивания и сквозных КЗ с насыщением трансформаторов тока.

#### Литература

1ПУЭ РУз. (Правила устройств электроустановок Республики Узбекистана) 7 изд.Узгосэнергонадзор,2009 г. С.6.

2 Беляев А. Цифровые терминалы РЗА:опыт адаптации к российским условиям/ А. Беляев, В. Широков, А. Емельянцеv.Новости электротехники, 2007. №1(43). С.7.

3 Емельянцеv А. Семинар «Актуальные проблемы РЗА и АСУ Э» / А. Емельянцеv // Новости электротехники, 2008 г. №3 (51).С.2-3.

4 Протокол испытаний шкафа ШЗАТ-БР-2108.524-01-1-220 УХЛ4 ПС«Химия» Хайдаров Ш.-2016 г. АО «Узэлектроаппарат-электрощит».

5Романюк Ф.А., Королев С.П, «Микропроцессорная защита силовых понижающих трансформаторов»,2011 г. С. 5-8.

6 Каталог продукции компании «Механотроника», 2016 г.-254с.

7 Руководство по эксплуатации «Терминал защиты и автоматика типа ТОР 300», 2014 г. С.15-17.

Турдиев Б.М., РадионоваО.В. Микропроцессорная релейная защита автотрансформаторов.

TurdiyevB.M., RadionovaO.V.Microprocessor relay protection of autotransformers.

Turdiyev B.M.,Radionova O.V. Avtotransformatorlarningmikroprotessorlirelelihimoyasi.