

МОНИТОРИНГ И РЕГИСТРАЦИЯ АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ В СИСТЕМАХ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА

ИВАНОВ А. Б. Инженер ООО «НПП «ЭКРА»

ШАВАРИН Н. И. К.т.н., заведующий отделом ООО «НПП «ЭКРА»

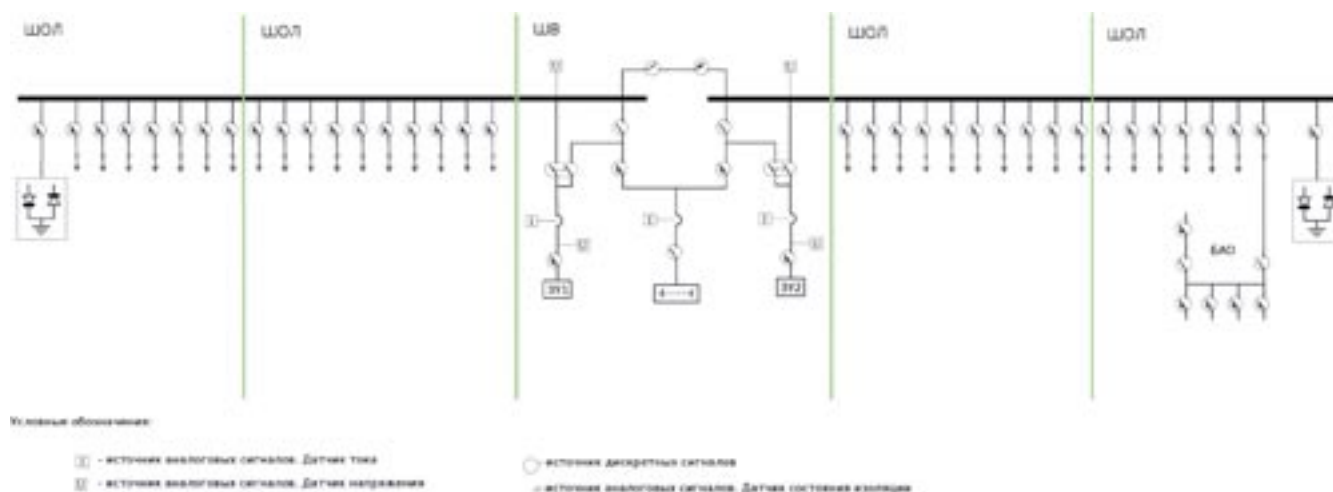
В составе оборудования системы оперативного тока имеется большое количество автоматических выключателей и предохранителей, состояние которых необходимо контролировать непрерывно. Причем количество дискретных сигналов системы оперативного тока соизмеримо с количеством сигналов от первичного оборудования всей подстанции, которое обычно заводятся в АСУ ТП. Решать проблему контроля (мониторинга) системы оперативного тока традиционным способом: прокладывать кабели телесигнализации (ТС) и телеизмерения (ТИ) к шкафам контроллеров АСУ ТП – дорого и неэффективно. На наш взгляд, современный щит постоянного тока должен быть оборудован встроенной системой мониторинга.

В НПП «ЭКРА» ведется работа по созданию системы сбора информации в сети оперативного тока и собственных нужд подстанции. Основные функции, которые должна выполнять система мониторинга и регистрации событий в низковольтных комплектных устройствах (НКУ):

- обеспечение мониторинга оборудования НКУ. В АСУ ТП подстанции должна непрерывно приходить информация о токах и напряжениях на главных шинах и вводах ЩПТ, ЩСН. Переключения рубильников, автоматов, предохранителей должны немедленно фиксироваться;

- регистрация аварийных событий: система должна фиксировать записи осциллограмм при срабатывании запрограммированных уставок, затем передать запись в основное АСУ ТП в формате Comtrade. Это упростит дальнейший анализ аварий. Осциллограммы должны снабжаться метками времени достаточно высокой точности;
- контроль состояния изоляции силовых кабелей и проводов системы оперативного тока. От этого зависит безопасность работников, а также корректность работы оборудования РЗА;

Рис. 1. Однолинейная схема щита постоянного тока



■ контроль качества оперативного тока. На выводах зарядных устройств должен проводиться контроль пульсации и контроль уровня напряжения;

■ автоматическая диагностика состояния аккумуляторной батареи – оценка остаточной емкости, выявление неисправных элементов.

Снабжение системы мониторинга собственным сборщиком-анализатором информации и человеко-машинным интерфейсом позволит упростить реализацию всех вышеперечисленных функций и разгрузит основное АСУ подстанции, повысит функциональность всей системы в целом.

Для упрощения интеграции взаимодействие с верхним уровнем АСУ должно производиться по стандартным протоколам МЭК 60870-5-104, МЭК 61850. Это обязательное требование к любому оборудованию современной подстанции.

Виды сигналов и их источники в системе оперативного тока.

СИГНАЛЫ С ЩПТ

На рисунке 1 приведена обобщенная однопроводная схема щита постоянного тока. Он состоит из двух секций, расположенных в пяти шкафах: ШВ – шкаф вводов, ШОЛ – шкафы отходящих линий (4 шт.).

Система сбора информации с такого щита должна: «снимать» информацию о токах и напряжениях на вводах от зарядных устройств (ЗУ); регистрировать напряжение на шинах секции; регистрировать значение тока и напряжения на вводе от аккумуляторной батареи (АБ); считывать положения рубильников (включен или отключен); считывать положения автоматических выключателей (включен, отключен, аварийное отклю-

чение); подсистема контроля сопротивления изоляции должна выдавать сопротивление для каждой отходящей линии; двери шкафов должны быть оборудованы датчиками положения; для предотвращения аварий необходимо контролировать температуру на силовых шинах и температуру в шкафах.

В итоге с этого ЩПТ «снимается» 159 сигналов «сухой контакт», 7 аналоговых значений с датчиков тока и напряжения, 68 значений сопротивления изоляции, 10 значений температуры на шинах и шкафах.

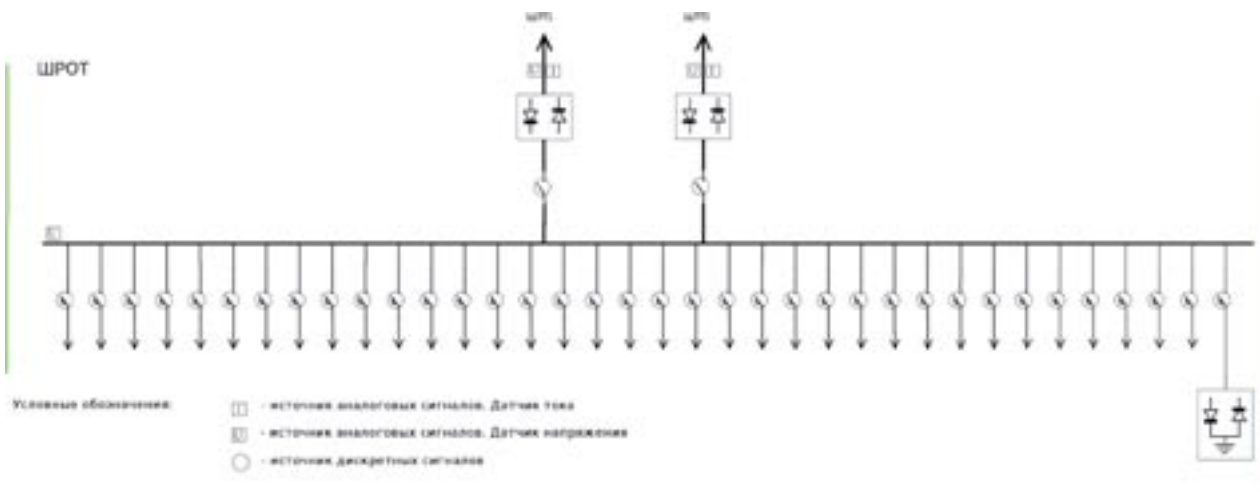
Рядом с щитом постоянного тока работают зарядные устройства, которые также могут выдать много важной информации о своем состоянии и о состоянии аккумуляторной батареи. В зависимости от модели и марки ЗУ информация от них может быть получена по цифровым каналам либо через выходы типа 4...20 мА и выходы типа «сухой контакт». В последнем случае эти сигналы могут быть заведены в те же узлы сбора данных ЩПТ (узлы будут рассмотрены ниже).

СИГНАЛЫ С ШРОТ

Для полного контроля системы оперативного тока шкафы ШРОТ также должны быть оборудованы датчиками и узлами сбора данных. На рисунке 2 изображена однопроводная схема такого шкафа и помечены сигналы, которые необходимо регистрировать: значения напряжений и токов на вводах; значение напряжения на шине; положение автоматических выключателей; положение двери; информация о температуре для предупреждения аварий.

Таким образом, с ШРОТ «снимается» 113 дискретных сигналов типа «сухой контакт», 5 аналоговых сигналов с показаниями датчиков тока и напряжения, 1 показание датчика температуры.

Рис. 2. Однопроводная схема шкафа



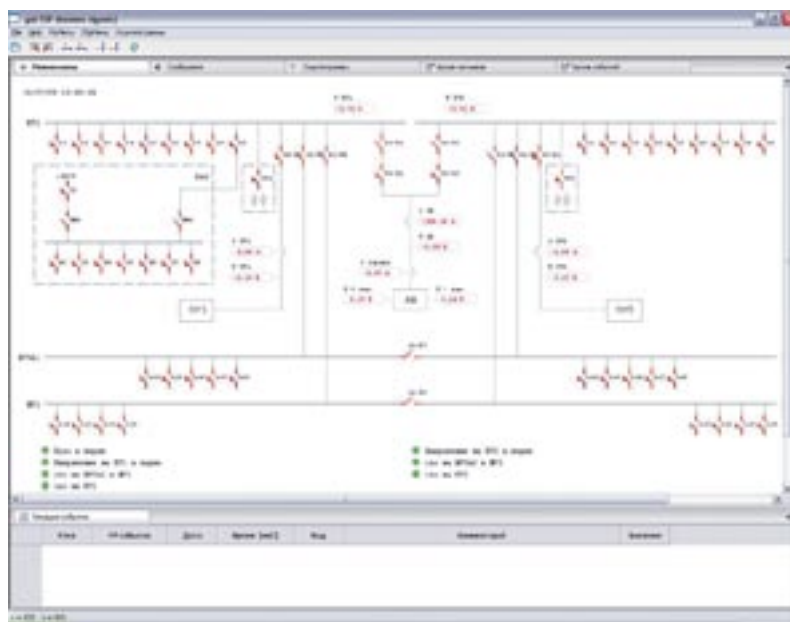


Рис. 3. Пример экранной формы человеко-машинного интерфейса

СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЫ СЕТИ СБОРА ДАННЫХ

Проанализировав перечень сигналов, расположение щитов и шкафов НКУ на типичной подстанции, виды и источники помех в системе собственных нужд, мы пришли к выводу, что для решения этих задач лучше всего подходит сеть промышленных контроллеров, встроенных непосредственно в шкафы НКУ, с учетом влияния электромагнитных помех.

По перечню выполняемых функций были выделены следующие типы узлов сети: узлы мониторинга; узлы мониторинга-осциллографирования; узлы сбора и архивирования данных; узлы человеко-машинного интерфейса.

УЗЛЫ МОНИТОРИНГА

Узел мониторинга представляет собой свободно программируемый промышленный контроллер и модули сбора дискретной и аналоговой информации. Мы используем контроллеры серии ADAM-4000 фирмы Advantech, I-7000 фирмы IPC DAS и контроллеры фирмы MOXA.

Контроллеры устанавливаются с программным обеспечением, которое выполняет следующие функции: считывание и передача в АСУ значений аналоговых сигналов с частотой до 10 раз/сек; считывание и передача дискретных сигналов по запросу АСУ; регистрация изменения значений дискретных сигналов и генерация события с меткой времени с точностью не хуже 0.1 сек; поддерживает протоколы: ModbusTCP, ModbusRTU, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850 (в будущем).

Узлы мониторинга-осциллографирования представляют собой сборку из модулей формата MicroPC, аналогового ввода/вывода, дискретного ввода/вывода и основного процессора. Платы смонтированы в компактный корпус. В зависимости от количества вводимых сигналов выбирается тип корпуса, размещающего от 3 до 12 слотов.

Программное обеспечение контроллера основано на операционной системе реального времени. Это позволяет использовать стандартное программное обеспечение для реализации многих функций регистратора: SNMP-сервис, web-интерфейс, ftp-сервис для скачивания файлов осциллограмм и т.д.

Узел мониторинга и осциллографирования выполняет следующие основные функции: – ведет непрерывную запись всех аналоговых сигналов в кольцевом буфере с частотой 1250 Гц;

- производит фиксацию и передачу в АСУ осциллограммы при выполнении запрограммированных условий;
- производит считывание и передает в АСУ значения аналоговых сигналов с частотой до 10 раз/сек;
- производит считывание и передачу дискретных сигналов по запросу АСУ;
- производит регистрацию изменений значений дискретных сигналов и генерацию события с меткой времени с точностью не хуже 0,001 сек;
- поддерживает протоколы ModbusTCP, ModbusRTU, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850 (в будущем);
- поддерживает формат осциллограмм Comtrade;
- сохраняет файлы осциллограмм на usb-накопитель;
- производит синхронизацию хода часов по протоколу SNTP через сеть Ethernet;
- производит синхронизацию хода часов от приемника GPS сигналов.

УЗЕЛ СБОРА И АРХИВИРОВАНИЯ ДАННЫХ

Сервер сбора и архивирования данных реализован на базе компактного промышленного компьютера. Не имеет движущихся механизмов (кроме жесткого диска) и рассчитан на эксплуатацию в промышленных условиях. Компактные размеры позволяют смонтировать узел прямо в один из шкафов ЩПТ/ЩСН. Выполняет функции:

- сбор и архивирование значений сигналов с узлов мониторинга и мониторинга-осциллографирования;
- сбор и архивирование записей о произошедших событиях с узлов мониторинга и узлов мониторинга-осциллографирования;

- сбор и архивирование файлов осциллограмм с узлов мониторинга-осциллографирования;
- функции взаимодействия с верхним АСУ по стандартным протоколам ModbusTCP, ModbusRTU, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850 (идет работа);
- позволяет осуществлять доступ к архивам данных через стандартные SQL запросы;
- SMS-уведомления и голосовые вызовы, если используется GSM-шлюз.

Реализованы эти функции на базе стандартного серверного программного обеспечения: ОС Linux, СУБД MySQL.

УЗЕЛ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Реализован на основе панельного компьютера с сенсорным экраном управления. Диагональ – 12 дюймов. Не имеет вентиляторов и движущихся механических частей. Рассчитан на использование в промышленных условиях. Компактные размеры позволяют смонтировать прибор непосредственно на дверце одного из шкафов ЩПТ.

Прибор позволяет оператору:

- наблюдать текущее состояние всей системы, все сигналы отображаются на мнемосхеме;
- наблюдать зафиксированные узлами события, записи о которых немедленно появляются в удобной для просмотра таблице;
- просматривать архивную информацию; просматривать осциллограммы, зафиксированные системой;
- изменять уставки.

На рис. 3 показан пример экранной формы отображаемого на экране человеко-машинного интерфейса.

ВЫВОДЫ

Различные по функциональности системы мониторинга и управления были построены и успешно эксплуатируются на таких подстанциях, как ПС «Ново-Анжерская» МЭС Сибири, ПС «Горячий Ключ» МЭС Юга, ПС «Краснослободская» и ПС «Бабеево» МРСК Волги, ПС «Космос», принадлежащей ОАО Корпорация ВСМПО – АВИСМА. На рис. 4 и 5 показаны примеры размещения контроллеров мониторинга в шкафах системы оперативного постоянного тока (СОПТ).

Аппаратно-программная платформа, которую мы применили в наших системах мониторинга и регистрации аварий, справляется с поставленной задачей. Выбранная структура, а именно распределенная сеть контроллеров в системе оперативного тока, подтвердила свою эффективность:



Рис. 4



Рис. 5

- в АСУ ТП поступает существенно больше информации о работе системы оперативного тока;
- монтаж ЩПТ с мониторингом проще и дешевле монтажа обычного ЩПТ, т.к. для него больше не требуется отдельный шкаф с контроллером АСУ ТП и не нужно протягивать жгуты кабелей для передачи ТС и ТИ;
- система проста в эксплуатации, в ней реализованы функции самодиагностики.

НПП «ЭКРА» ведет дальнейшую работу по развитию системы мониторинга и регистрации аварий: разрабатываются алгоритмы для более глубокой диагностики оборудования НКУ, реализуется поддержка нового стандарта МЭК 61850.