



Авторы:
к.т.н. Шаварин Н.И.,
Волков И.В.,
Семенов Д.А.,
 ООО НПП «ЭКРА»,
 г. Чебоксары, Россия.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА АВР С ЯВНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ ТРАНСФОРМАТОРОВ СОБСТВЕННЫХ НУЖД НА ПОДСТАНЦИЯХ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Аннотация: приведены преимущества микропроцессорной системы АВР, рассмотрена концепция построения, показан пример на базе устройств фирмы Schneider Electric.

Ключевые слова: оперативный постоянный ток, технические требования, электропитание устройств релейной защиты, защита от сверхтоков, электромагнитная совместимость.



Шаварин Николай Иванович
 Год рождения: 1949.
 Окончил Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова в 1977 г. В 1987 г. в Московском энергетическом институте защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по теме «Разработка цифровых систем управления с низкой чувствительностью к изменению параметров». Главный специалист отдела НКУ ООО НПП «ЭКРА».

Важным требованием в системе электроснабжения является обеспечение бесперебойного питания электроприемников. Для этих целей в числе других мер служат устройства автоматического ввода резерва (АВР). С каждым годом все большее количество систем АВР реализуются на микропроцессорных устройствах. В данной статье рассмотрены основные вопросы, связанные с построением микропроцессорной системы АВР и показан пример системы, разработанной на нашем предприятии.

Обоснование реализации АВР в схемах с явным резервированием на микропроцессорных устройствах

В системах собственных нужд переменного тока схемотехнически АВР реализуется посредством релейно-контактной логики или на микропроцессорном устройстве. В том и другом случае имеются свои особенности (табл. 1).

В случае схемы ЩСН с явным резервированием на первый план выдвигаются критерии: • «монтаж цепей АВР». В схемах ЩСН с явным резервированием в большинстве случаев каждый

Табл. 1

Отличительный критерий	Тип схемы АВР	
	Релейно-контактная схема	Микропроцессорная схема
Логика АВР	Жесткий, неизменяемый алгоритм	Гибкое программирование алгоритма, возможность оперативного выбора одного из предварительно подготовленных алгоритмов
Ремонтпригодность, обслуживание	Применение широко используемых реле и традиционных схем позволяет быстро находить неисправность и производить ремонт	Ремонт микропроцессорного устройства осуществляется специально обученным персоналом с использованием соответствующего оборудования. Но в то же время неисправность может определяться самим микропроцессорным устройством
Настройка уставок, наладка	Уставки АВР по времени выставляются непосредственно на реле времени	Уставки выставляются на панели оператора, имеется возможность дистанционного изменения уставок
Монтаж цепей АВР	Большое количество межшкафных соединений, чем сложнее логика, тем больше связей	Цепи АВР соединяются по цифровому интерфейсу экранированной витой парой
Помехоустойчивость	Относительно нетребовательна по вопросам ЭМС и помехозащищенности	Чувствительна к помехам, в особенности по цепи питания микропроцессорных устройств, требует установки дополнительных защитных устройств и применения специальной конструкции



вводной и секционный выключатель устанавливается в отдельном шкафу, причем они могут располагаться как рядом друг с другом, так и размещены по краям щита (рис. 1). При реализации АВР по релейно-контактной схеме значительно возрастает количество межшкафных соединений. При реализации АВР по микропроцессорной схеме шкафы соединены друг с другом лишь одним кабелем цифрового интерфейса, по которому происходит обмен данными;

- «ремонтпригодность и обслуживаемость». АВР для схем ЩСН с явным резервированием имеет достаточно сложный алгоритм. При реализации АВР по релейно-контактной схеме значительно увеличивается количество участвующих в работе реле. При реализации АВР по микропроцессорной схеме в каждом

шкафу вводных и секционных выключателей будет лишь по одному микропроцессорному устройству;

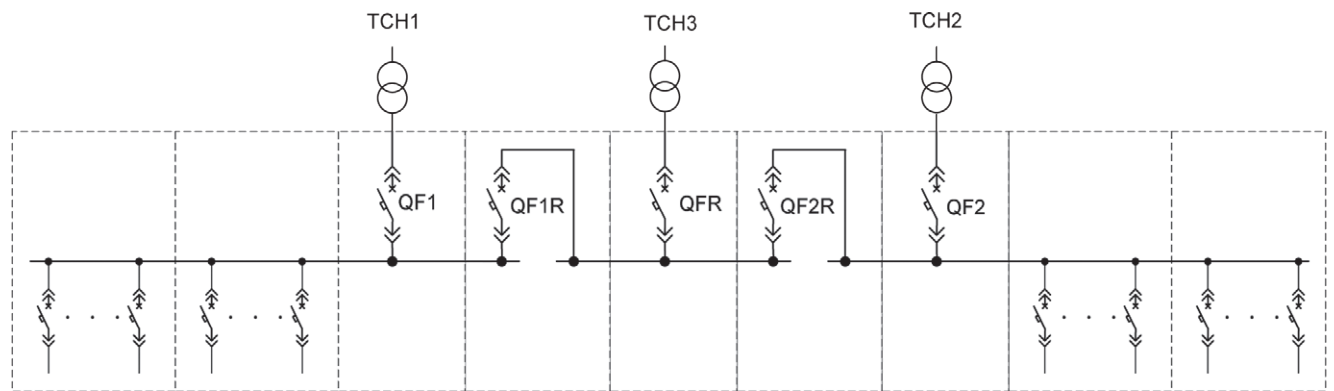
- «логика АВР». При построении нового или реконструкции старого ЩСН очень часто бывают случаи, когда эту работу производят поэтапно, с вводом сначала одной секции, потом другой. В случае реализации АВР по микропроцессорной схеме можно изменять алгоритм АВР для каждого этапа работ, не внося изменений в аппаратную часть.

Концепция построения системы микропроцессорного АВР

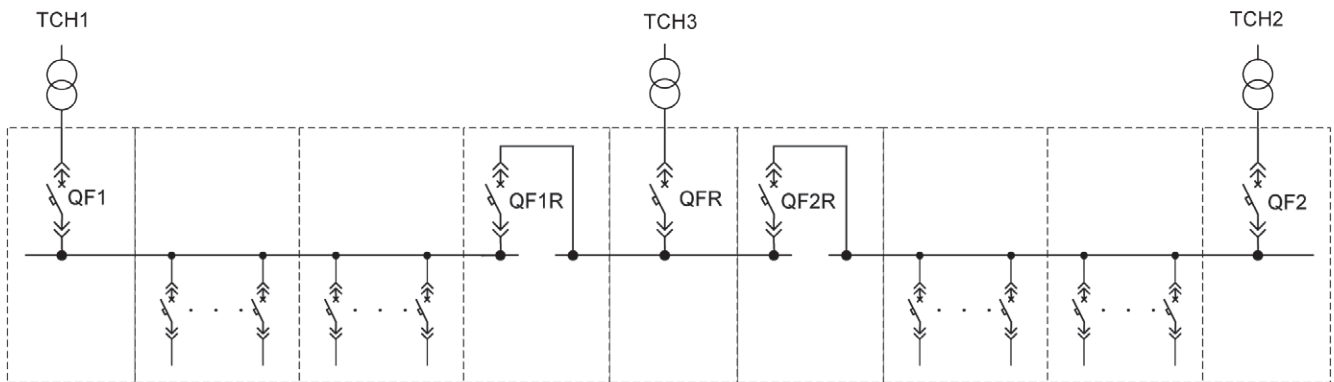
Рассмотрим основные элементы микропроцессорной системы АВР (рис. 2). Центральным элементом микропроцессорной системы АВР является программируемый логический контроллер (ПЛК). В нем хранится и исполняется программа

алгоритма АВР. ПЛК имеет определенное количество входов и выходов с возможностью их наращивания с помощью модулей ввода-вывода. ПЛК за счет встроенных интерфейсов или интерфейсных модулей должен обеспечивать функции обмена данными с устройством человеко-машинного интерфейса (ЧМИ), с устройствами распределенного ввода-вывода (РВВ), с АСУ ТП подстанции.

Устройство ЧМИ вводят в систему микропроцессорного АВР для взаимодействия оператора с ПЛК. В результате у оператора появляются возможности следить за состоянием работы ПЛК, за программой алгоритма АВР, корректировать временные уставки, получать диагностические сообщения о неисправностях, просматривать архив сообщений аварийно-предупредительной сигнализации.



а)



б)

Рис. 1. Однолинейная схема ЩСН переменного тока с явным резервированием: а – шкафы ввода и секционирования расположены рядом друг с другом; б – шкафы ввода и секционирования размещены по крайним шкафам

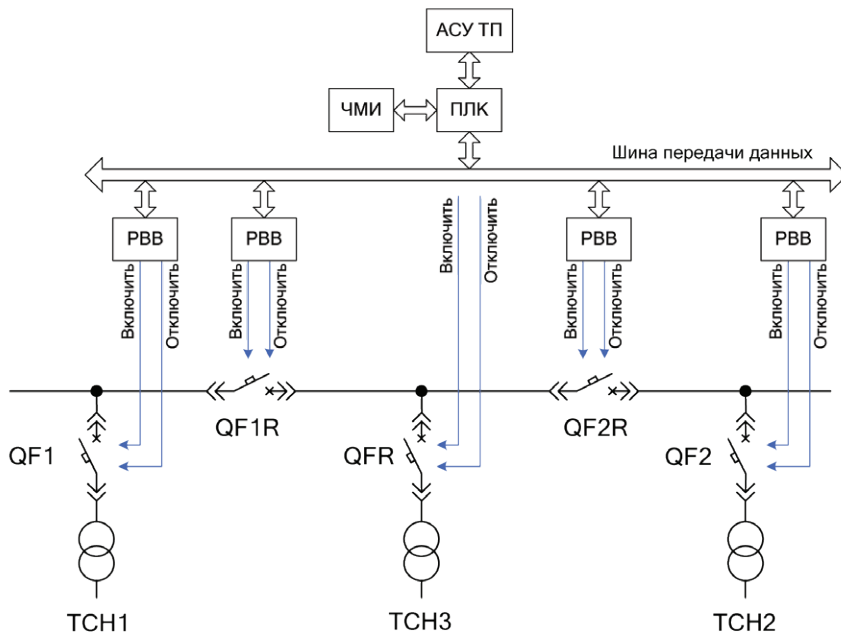


Рис. 2. Структурная схема микропроцессорного АВР по схеме явного резервирования

PVB представляет собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора информации о состоянии силовой схемы, передачи ее в ПЛК, получения команд от ПЛК и выдачи управляющих воздействий на выключатели. Устройство PVB имеет, как и ПЛК, определенное количество входов и выходов с возможностью наращивания с помощью модулей ввода-вывода. Обычно модули расширения количества входов и выходов совместимы для применения как в составе ПЛК, так и в составе устройства PVB. Устройство PVB имеет один коммуникационный интерфейс для обмена информацией с ПЛК.

Реализация микропроцессорной системы АВР выдвигает жесткие требования к шине обмена данными между устройствами PVB и ПЛК:

- надежность передачи данных;
- время реакции – 5-100 мс (время одного цикла контроллера).

В настоящее время среди решений распределенного ввода-вывода можно выделить две фирмы: Siemens и Schneider Electric (табл. 1).

Оба решения хорошо подходят для построения микропроцессорной системы АВР.

Пример микропроцессорной системы АВР на основе решения Schneider Electric

В связи с большим опытом работы нашего предприятия с оборудованием фирмы Schneider Electric было решено использовать его в разработке микропроцессорной системы (рис. 3). В качестве шины передачи данных используется полевой протокол CANopen.

Преимущества CANopen:

- возможность работы в режиме жесткого реального времени (256 дискретных точек ввода-вывода могут быть обработаны на скорости 1 Мбит/с менее чем за 1 мс);
- высокая устойчивость к помехам;
- арбитраж доступа к сети без потерь пропускной способности;
- надежный контроль ошибок передачи и приема;
- широкий диапазон скоростей работы (до 1 Мбит/с).

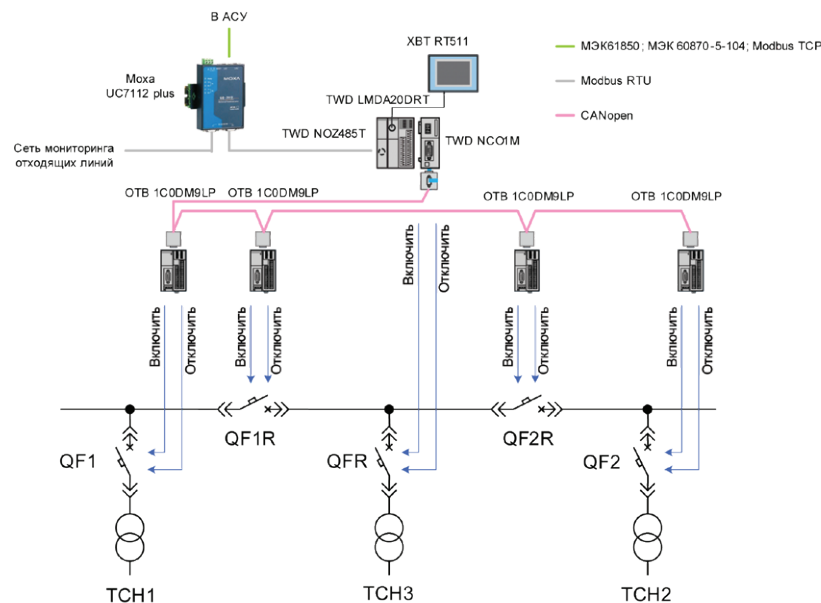


Рис. 3. Структурная схема микропроцессорной системы АВР на базе ПТК Schneider Electric

Табл. 2.

	Решение Schneider Electric	Решение Siemens
ПЛК	Серии Twido + интерфейсный модуль CANopen	Серии S7-1200
Устройство PVB	Серии OTB	Серии ET200
Протокол передачи данных	CANopen	Profinet



Волков

Игорь Вячеславович

Дата рождения: 29.05.1986 г.

В 2007 году окончил

ЧГУ им. И.Н. Ульянова,

кафедра «Промышленная

электроника», факультет

радиотехники и электро-

ники.

Инженер отдела НКУ

ООО НПП «ЭКРА».



Семенов

Денис Александрович

Дата рождения: 02.12.1980 г.

В 2005 году окончил ЧГУ

им. И.Н. Ульянова, кафе-

дра САУЭП.

В настоящее время – ру-

ководитель группы отдела

НКУ ООО НПП «ЭКРА».

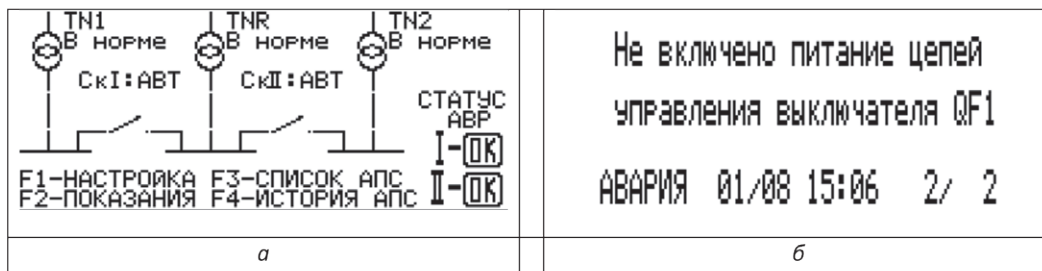


Рис. 4. Экраны панели оператора: а – экран состояния силовой схемы; б – экран диагностического сообщения о неисправности АВР с указанием причины неисправности

Недостаток CANopen – небольшое количество данных, которое можно передать в одном пакете (до 8 байт).

Указанный недостаток протокола CANopen не влияет на работу микропроцессорной системы АВР, так как между ПЛК и каждым устройством РВВ происходит обмен 2 байтами информации о состоянии силовой схемы и 2 байтами команд управления, т.е. вся информация передается в одном пакете.

Панель оператора XBT RT511 предназначена для отображения состояния работы микропроцессорной системы АВР, а также для задания временных уставок алгоритма (рис. 4, а). Если в процессе работы возникает неисправность, которая препятствует выполнению функций АВР, то на панели оператора появляется диагностическое сообщение с указанием причины (рис. 4, б). В результате удается минимально сократить потери времени на локализацию места возникновения неисправности. В дополнение на панели оператора можно просмотреть архив событий аварийно-предупредительной сигнализации.

В качестве ПЛК выбран контроллер TWD LMDA20DRT с коммуникационными модулями TWD NOZ485T и TWD NCO1M для подключения к полевым сетям Modbus RTU и CANOpen соответственно. По протоколу Modbus RTU контроллер передает информацию в АСУ ТП подстанции. Контроллер TWD LMDA20DRT и устройство РВВ ОТВ 1C0DM9LP оснащены 12 дискретными входами и 8 выходами. Количество входов и выходов может быть максимально расширено до 236 и 232 соответственно.

Коммуникационный контроллер Муха UC-7112 plus используется для интеграции микропроцессорной системы АВР с АСУ ТП подстанции и для мониторинга состояния выключателей отходящих линий. Коммуникационный

контроллер выдает информацию по протоколам Modbus RTU/TCP, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850.

Разработанное решение было успешно внедрено на следующих объектах:

- ПС 500 кВ «Енисей», г. Красноярск;
- ПС 500 кВ «Удмуртская», пос. Уром, Удмуртская Республика;
- ПС 500 кВ «Помары», пос. Помары, Республика Марий Эл и другие объекты.

Литература

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) 7 ред., утв. Приказом Министерства энергетики РФ от 20.05.2003 №187.
2. СО 53-34.20.122-2006. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ // ОАО «ФСК ЕЭС», Стандарт организации. – Москва, 2006.
3. Беркович М.А. Автоматика энергосистем / Беркович М.А., Гладышев В.А., Семенов В.А. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.