

ПОСТРОЕНИЕ РЕЗЕРВИРОВАННЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛОВ Profinet И МЭК 60870-104

А.А. СИДОРОВ (ГК «СМС-Автоматизация»)

СМС АВТОМАТИЗАЦИЯ

В декабре 2012 г. введена в промышленную эксплуатацию система группового регулирования активной мощности (ГРАМ) филиала ОАО «Рус-Гидро» «Жигулевская ГЭС». Таким образом, специалистами ООО НВФ «Сенсоры, Модули, Системы» была завершена работа по модернизации системы ГРАМ, начатая в 2011 г.

Система ГРАМ Жигулевской ГЭС (ЖиГЭС) предназначена для автоматического регулирования активной мощности ГЭС по сигналам задания, поступающим со станционного и вышестоящего уровней управления, а также формируемым в самой системе по отклонению частоты с распределением нагрузки между агрегатами по заданному критерию. Основной задачей системы ГРАМ является распределение задания мощности по агрегатам, подключенным к групповому регулированию. Агрегатными исполнительными устройствами являются регуляторы частоты вращения – РЧВ, обеспечивающие исполнение заданий от микропроцессорного центрального регулятора (МПЦР). После реконструкции на гидротурбинах ряда агрегатов установлены новые регуляторы ЭГР-МП-2 и МПРЧ. Остальные гидротурбины оборудованы гидромеханическими регуляторами типа РКО-250.

Жигулевская ГЭС является станцией, регулирующей частоту в единой энергосистеме (ЕЭС). Система ГРАМ, в свою очередь, является основной системой регулирования станционного уровня, поэтому вопрос надежного функционирования системы ГРАМ непосредственно влияет на качество электроэнергии в ЕЭС.

Одним из методов повышения надежности является резервирование, которое подразделяется на резервирование устройств, резервирование связей и функциональное резервирование. Техническим заданием предусматривалась замена блока центрального регулятора на резервированный. Таким образом осуществляется реализация резервированного блока центрального регулятора. Аппаратная реализация была выполнена на базе программируемых логических контроллеров Siemens линейки S7-400H. Это позволило достичь резервирования по функциям расчета заданий для гидроагрегатов, используя все ограничения, накладываемые на систему, такие как ограничения по напору, общестанционные ограничения, индивидуальные ограничения по гидрогенераторам и другие граничные условия. Кроме того, достигается резервирование расчета величины частотной коррекции путем подключения двух измерительных преобразователей частоты. Сигналы управления заданием ГРАМ от центрального регулятора системного оператора ЕЭС поступают в терминал автоматического регулятора частоты и мощности (АРЧМ), выполненный в виде дублированного терминала Smart КП производства РТ-Софт (рис. 1).

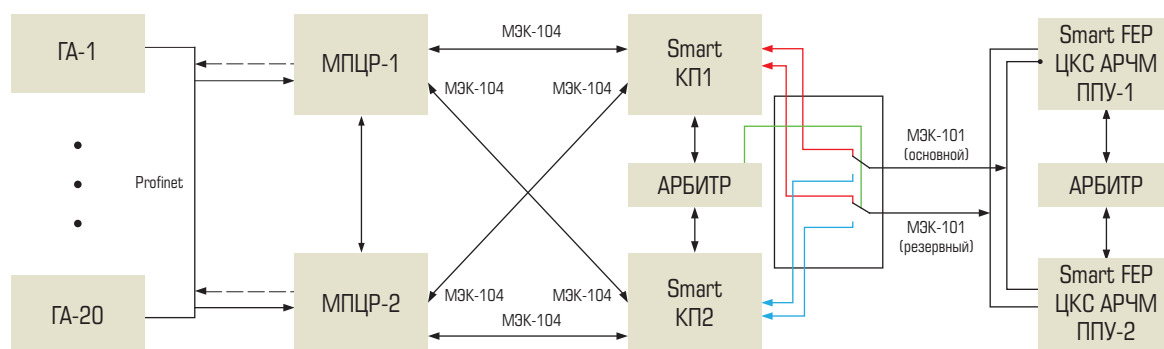


Рис. 1. Схема терминала автоматического регулятора частоты и мощности (АРЧМ)

Следует отметить, что данные устройства работают именно в режиме дублирования, а не резервирования. Это выражается в том, что поток данных идет от обоих устройств одновременно, однако актуальные данные содержатся лишь в одном потоке. Взаимодействие между Smart КП и центральным регулятором осуществлялось по протоколу МЭК 60870-104. Для реализации данного протокола Siemens предлагает закрытую программную библиотеку, но работа с дублированными потоками данных в библиотеке не поддерживается. Исходя из этого, возникает задача подключения к дублированному устройству и семантическому анализу данных, поступающих от Smart КП. В настоящее время анонсированы сетевые коммутаторы с поддержкой подключения к двум независимым сетям, однако на момент построения системы подобные устройства отсутствовали. После вычисления задания поступают на входы исполнительных устройств – регуляторам частоты вращения, выполненным либо в виде микропроцессорных систем управления МПРЧВ-М и ЭГР-МП, либо в виде аналоговых схем, управляющих колонкой типа РКО-250. Важно, что исполнительные устройства не являются резервированными. Повышение надежности их работы осуществляется путем функционального резервирования системой технологической автоматики и не является предметом данной статьи. Таким образом, возникает проблема связи между резервированным центральным регулятором и нерезервированным исполнительным устройством. Кроме того, необходимо наличие интеллектуального модуля для проверки условий готовности подключения гидрогенератора к системе ГРАМ и формирования сигналов задания для гидроагрегатов, оснащенных колонкой РКО-250. Для решения данных задач предполагалось применение станций распределенной периферии на базе линейки ET200S CPU производства фирмы Siemens. Наличие центрального процессора позволило решить технологические задачи даже при отсутствии связи с центральным регулятором. Наличие трех портов для связи по протоколу Ethernet позволяет подключаться к двум физически независимым сетям, тогда как логически станция распределенной периферии представляет собой одно устройство и обладает одним IP-адресом. В случае присоединения двух различных сетей к одной станции ET200 происходит их объединение, что нежелательно. Кроме того, время передачи сигнала задания мощно-

сти на исполнительное устройство и обратного сигнала отработки этого задания должно быть минимальным для обеспечения временных характеристик контура регулирования.

В результате проектно-изыскательских работ была разработана следующая структура системы (рис. 2). Система ЖиГЭСГРАМ представляет собой распределенную многоуровневую информационную систему, рассчитанную на длительное функционирование.

В комплексе технических средств ЖиГЭСГРАМ выделены следующие иерархические уровни:

- первый уровень – распределенной периферии;
- второй уровень – центрального регулирования;
- третий уровень – визуализации и архивации.

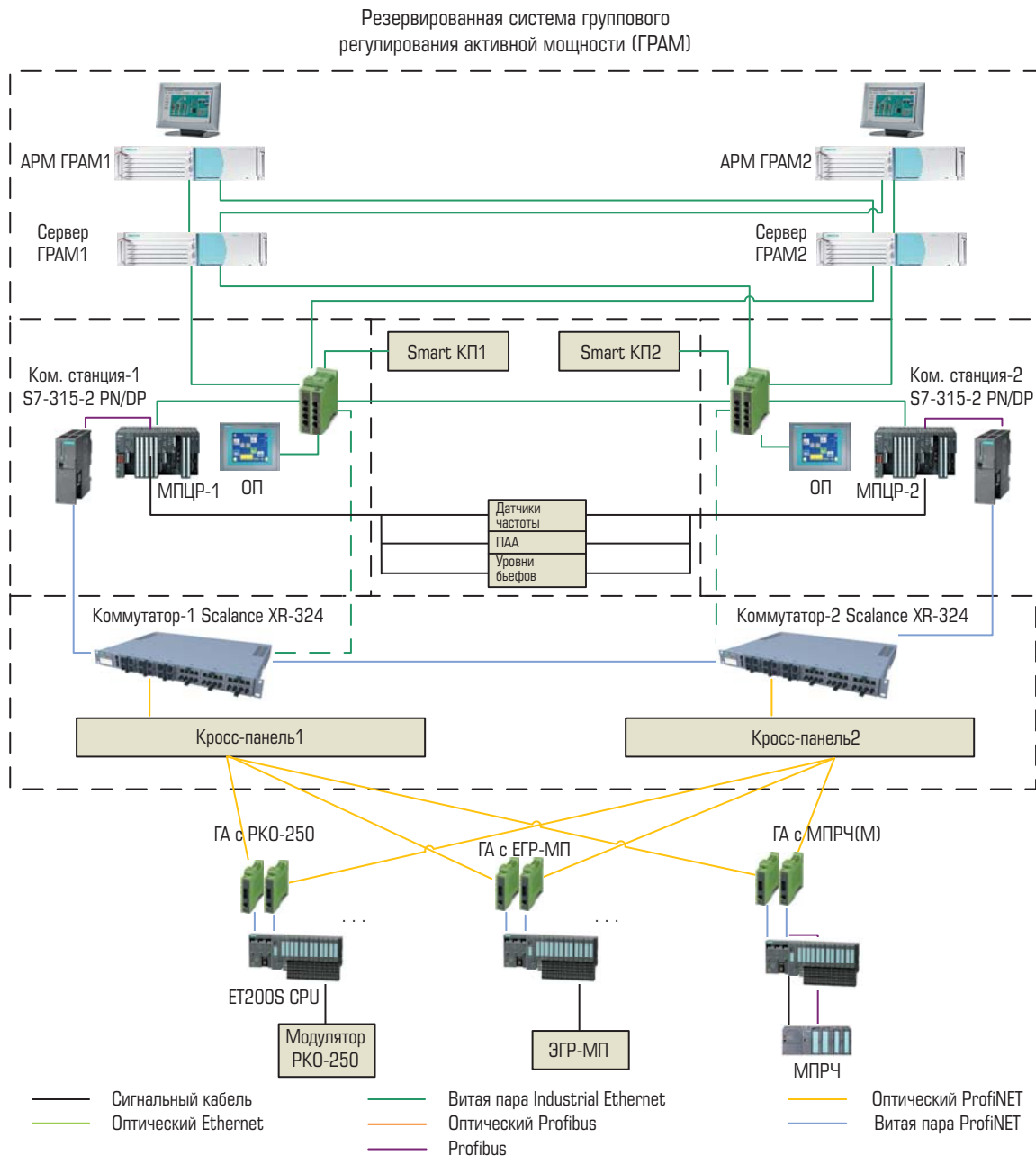
Основными элементами нижнего уровня являются станции распределенной периферии, организующие управление подключенными к системе гидроагрегатами.

Управление гидроагрегатами осуществляется:

- путем выдачи управляющих сигналов через модулятор для агрегатов с регуляторами РКО-250;
- путем формирования сигнала 4-20 мА для агрегатов с ЭГР-МП;
- путем формирования токового сигнала 4-20 мА для гидроагрегатов, имеющих микропроцессорный регулятор МПРЧ(М).

В качестве станций распределенной периферии в ЖиГЭС ГРАМ используются микропроцессорные контроллеры ET 200S CPU.

Центральный регулятор подключается к сетям верхнего и нижнего уровней. Верхний уровень объединяет центральный регулятор с терминалом АРЧМ и реализует функцию получения задания от системного оператора ЭЭС. К сети верхнего уровня также подключаются серверы ГРАМ, автоматизированные рабочие места оперативного персонала (АРМ ОП) и средства местной визуализации – операторские панели (ОП). Это позволяет организовать сбор данных с уровня центрального регулирования, долговременное хранение данных, их обработку, визуализацию текущего состояния системы. Сеть нижнего уровня физически является сетью типа “двойная звезда” с коммутатором Scalance серии XR-300 производства фирмы Siemens, которая объединяет центральный регулятор со станциями распределенной периферии. В связи с аппаратной



▲ Рис. 2. Структурная схема ЖигЭС ГРАМ

особенностью ET200, отмеченной ранее, происходит логическое объединение в кольцо двух разных сетей, что приводит к неработоспособности сети. Для устранения данной проблемы порты одного из коммутаторов блокируются. При нарушении обмена через активное соединение алгоритм rapidspanningtree (RSTP) блокирует порт с нарушенным соединением и деблокирует соответствующий порт во втором коммутаторе. Это реализуется аппаратными средствами коммутаторов. Диагностические статусы активности соединений

отслеживаются программным обеспечением для дальнейшего отображения и архивирования. Еще одной особенностью данной системы является необходимость организации высокоскоростного гарантированного обмена центрального регулятора и станций распределенной периферии. В качестве протокола, основанного на Ethernet и подходящего одновременно по параметрам скорости и надежности, был выбран протокол Profinet, представляющий собой расширение стандартного протокола Ethernet. Следует отметить, что ли-

нейка S7-400H не поддерживает данный протокол, поэтому для соединения центрального регулятора и станций распределенной периферии были добавлены шлюзовые контроллеры на базе S7-300 PN/DP, которые подключаются к МПЦР посредством сети Profibus, и к коммутаторам нижнего уровня при помощи сети Profinet. Такая схема позволила выполнить все требования к сети нижнего уровня как по быстродействию, так и по надежности. Важной особенностью системы является метод подключения станций распределенной периферии к двум сетям, так как данный функционал не содержится в стандартных схемах подключения. В станциях распределенной периферии использована функция подключения к двум ведущим устройствам Profinet IO-Shared Device, что позволяет создать два логически разных устройства с идентичным набором входов/выходов на базе одного физического устройства – станции распределенной периферии. Данные виртуальные устройства созданы как I-slave, то есть обращаются не к физическим входам и выходам, а к виртуальным.

Совокупность этих двух стандартных функций вместе с программным алгоритмом отслеживания активного соединения позволили реализовать двухсторонний обмен нерезервированной станцией распределенной периферии и резервированного центрального регулятора.

В результате основными нововведениями данной системы являются:

- реализация дублированной системы, основанной на сети Profinet топологии “двойная звезда” с обеспечением резервирования всех связей и узлов сети, за исключением станций распределенной периферии;
- реализация обмена данными между резервированными и дублированными системами;
- обеспечение необходимого качества регулирования за счет высокой скорости всех потоков информации в системе.

Благодаря проведенным работам общая надежность системы ГРАМ была повышена до уровня, требуемого в соответствии с техническим заданием, тем самым обеспечены гарантии регулирования частоты в энергосистеме.

Сидоров Артем Андреевич – главный специалист ГК “СМС-Автоматизация”.

E-mail:aret@sms-samara.ru <http://www.sms-samara.ru>