



ГЭС Гури

Модернизация системы управления и защиты гидроэлектростанции Гури

Эдуардо Кольменарес, Дэниэл Рубинштейн, Мигель Флорес

В 2005 году компания АББ была выбрана в качестве подрядчика по проектированию, поставке и монтажу систем управления энергоблоками, а также систем защиты и измерений для гидроэлектростанции Гури – крупнейшего в Венесуэле поставщика гидроэлектричества. Электростанция расположена в каньоне Некуима, в 100 км выше по течению от слияния рек Карони и Ориноко. Проект модернизации, предназначенный для продления срока службы станции на 30 лет, выполняется трехсторонним консорциумом, в который входят компании ABB Venezuela, ABB Canada и ABB Switzerland. Первые поставки в рамках проекта запланированы на январь 2007 года.

Строительство плотины Гури началось в 1963 году. Первое машинное здание с десятью генераторами было введено в коммерческую эксплуатацию в 1978 году, а суммарная установленная мощность составила 2065 МВт. В 1985 году было построено второе машинное здание, в котором разместились еще десять генераторов мощностью 730 МВт каждый. Общая мощность электростанции была доведена до 10000 МВт, и электростанция Гури заняла второе место в мире по объемам выработки электроэнергии. В составе электростанции имеется три высоковольтных распределительных устройства, рассчитанных на напряжения 800 кВ, 400 кВ и 230 кВ, каждая из них построена по полуторной схеме. Станция исправно поставляет на венесуэльский энергетический рынок 12900 ГВт•ч незаменимой энергии, помогая удовлетворить растущий спрос.

Электростанция Гури заняла второе место в мире по объемам выработки электроэнергии.

Проект модернизации, осуществляемый владельцем станции, компанией C. V. G. Electrificación del Caroní S. A. (EDELCA), предусматривает работы, направленные на продление сроков эксплуатации этого объекта государственного значения еще на 30 лет. Среди таких работ – полный капитальный ремонт генераторных блоков, выполняемых различными поставщиками турбинного оборудования и подрядчиками по монтажным работам. Модернизация системы управления, систем защиты и измерений выполняется компанией АББ в соответствии с отдельным договором.

Помимо продления срока службы станции реализация этого проекта позволит довести коэффициент готовности оборудования станции до 90% и выше, а также повысить кпд генераторных агрегатов. Однако главная задача проекта модернизации – поддерживать непрерывную выработку высококачественной электроэнергии.

Общие сведения о системе управления

Распределенная система управления (PCU), разработанная компанией АББ, объединит три первых уровня существующей иерархической системы управления. На первом уровне такой системы находятся полевые устройства (интеллектуальные измерительные преобразователи и станции удаленного ввода-вывода), связанные со следующим уровнем системы посредством сети Profibus. Второй уровень представлен системой управления генераторными агрегатами (UCS, Unit Control System), построенной на контроллере IndustrialIT AC800M производства АББ. На этом уровне выполняются все необходимые процедуры

и последовательности, необходимые для работы генераторных агрегатов. Заложенная при разработке системы избыточность гарантирует высокую надежность. Каждая система UCS снабжается двумя дублирующими друг друга интерфейсами на основе портала PGP (Power Generation Portal – Электроэнергетический портал). Контроллеры, операторские интерфейсы и вспомогательные компоненты будут размещаться на станции в уже существующих шкафах.

Следующий уровень системы управления – это операторские пульты управления для каждого из блоков, которые располагаются в существующих операторных зданиях. На этом уровне предусматривается интерфейс с действующей системой централизованного управления, смонтированной компанией SNC Lavalin в конце 1990-х годов. Эта система выполняет общее управление станцией в целом и все специальные функции управления, в том числе автоматическое управление выработкой, соблюдение графика, автоматическое регулирование напряжения, регулирование расхода воды в реке и т. п.

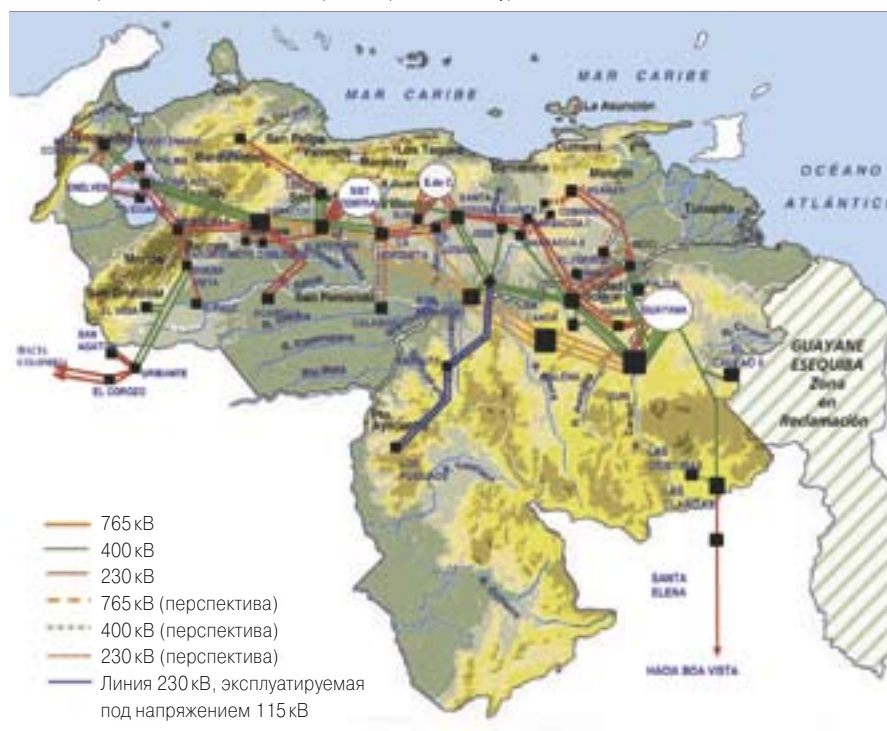
Распределенная система управления (PCU)

В состав распределенной системы управления входят пульты управления на базе портала Power Generation Portal разработки АББ (операторский уровень), контроллеры АББ IndustrialIT AC800M

(технологический уровень) и модули ввода-вывода АББ S800, а также интеллектуальные измерительные преобразователи (полевой уровень). На уровне оператора предоставляются возможности управления станцией и контроля ее работы с помощью станции оператора, главного щита управления и систем управления генераторными агрегатами. Показатели процесса отображаются на цветных дисплеях в виде схем процесса, объектов и графиков, списков событий и аварийных сигналов.

Уровень управления технологическим процессом построен на основе дублированных контроллеров для каждого генератора и системы управления, общей для двух зданий. Контроллеры способны осуществлять обработку аналоговых и цифровых сигналов, логическое управление и регулирование в замкнутом контуре, а также функции контроля, сбора данных, арифметических преобразований и обмена данными. Каждый контроллер снабжен локальными портами Ethernet, позволяющими организовать одноранговую локальную сеть с избыточностью. Контроллеры также могут функционировать и автономно при отсутствии подключения к сети. Оператор взаимодействует с контроллерами посредством архитектуры «клиент-сервер» OPC. Для реализации связи с удаленными станциями ввода-вывода и интеллектуальными датчиками по протоколу Profibus используются коммуникационные модули, таким же образом осуществляется подклю-

Схема энергосистемы, питаемой гидроэлектростанцией Гури



Изобретательство и энергетика

чение к устройствам сторонних производителей по протоколу RS232. Встроенные коммуникационные порты контроллеров применяются для связи с локальными интерфейсными кластерами.

На уровне полевых устройств сбор входных сигналов и выдача выходных сигналов осуществляется с помощью интерфейсных модулей S800 производства АББ, которые либо сгруппированы в удаленных интерфейсных станциях, либо расположены в локальных интерфейсных кластерах в одном шкафу с контроллерами. Помимо модулей S800 на технологических объектах станции установлены интеллектуальные измерительные преобразователи. Входные сигналы с полевых устройств, назначенные в качестве контрольных точек управляющих последовательностей (Sequence of Events, SOE), обрабатываются специальными модулями SOE семейства S800. Точки SOE регистрируются с временным разрешением 1 мс, все такие точки размещаются внутри шкафов системы управления агрегатом.

Принципы организации управления

Управление станцией возможно как из существующей системы централизованного управления (главной SCADA-станции) в здании №2, так и из операторных в зданиях №1 и №2, а также посредством интерфейсов систем управления отдельными агрегатами (UCS). Предусматривается переключение режима управления («местное/дистанционное») между UCS, операторной и главной SCADA-станцией.

В рамках PCS управление станцией производится на уровне одного агрегата. Например, оператор, работающий с системой управления генераторным агрегатом №1, получает доступ к графическим экранам агрегата №1, соответствующим функциям интерфейса и управления. Порядок

работы со всеми агрегатами един. PCS не осуществляет функции управления в масштабе всей станции. Такие функции выполняются главной SCADA-станцией, которая в иерархии системы управления располагается на уровень выше PCS. Главная SCADA-станция по специальному интерфейсу связана с PCS.

Помимо продления срока службы станции, реализация этого проекта позволит довести коэффициент готовности оборудования станции до 90% и выше. Однако главная задача проекта модернизации – поддерживать непрерывную выработку высококачественной электроэнергии.

По всей станции в различных точках располагаются модули ввода-вывода и интеллектуальные измерительные преобразователи, а поблизости от объектов управления и контроля располагаются устройства ввода-вывода.

Схема управления

Оператор может осуществлять управление системой из различных зон станции. Поэтому важно разграничить возможности управления из различных зон и предотвратить ситуации, в которых управление устройством осуществляется одновременно из двух разных точек.

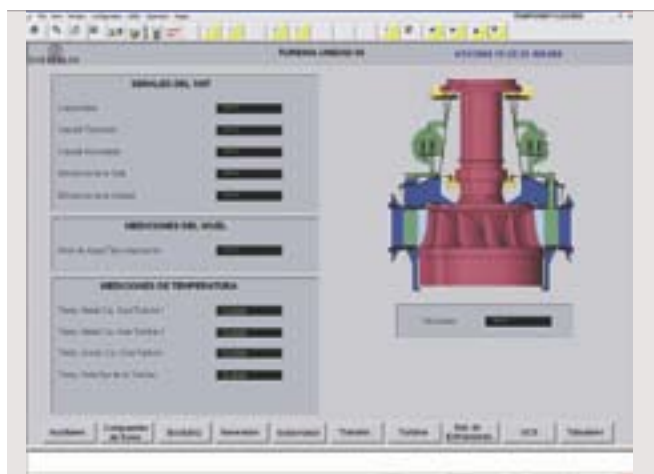
В машинном здании №1 операторское управление возможно в следующих точках:

- Операторная – пульт управления (BB) и главная панель управления (MCS);
- Системы управления агрегатами №1-№10 непосредственно в машинном зале. В машинном здании №1 имеется 10 систем управления агрегатами. Каждая такая система предусматривает управление одним агрегатом. Функции управления и контроля включают запуск и останов, контроль работы агрегатов и выдачу сообщений и аварийных сигналов;
- Сеть электроснабжения для собственных нужд 4,16 кВ;
- Дренажный насос РН1 и система дренажа – управление по месту в машинном зале;
- Сеть для собственных нужд 440 В (управление только по месту);
- Системы управления станцией (управление только по месту);
- Водоброс – каналы 1, 2, 3;
- Водоотливной насос и система дренажа плотины.

В машинном здании №2 операторское управление возможно в следующих точках:

- Операторная – пульт управления (BB) и панель MIMIC;
- Системы управления агрегатами №11-№20 непосредственно в машинном зале. В машинном здании №2 имеется 10 систем управления агрегатами. Каждая такая система предусматривает управление одним агрегатом. Функции управления и контроля включают запуск и останов, контроль работы агрегатов и выдачу сообщений и аварийных сигналов;
- Дренажный насос РН2 и система дренажа в машинном зале;
- Сеть электроснабжения для собственных нужд 4,16 кВ.

Окно с параметрами турбины



Окно с параметрами генератора

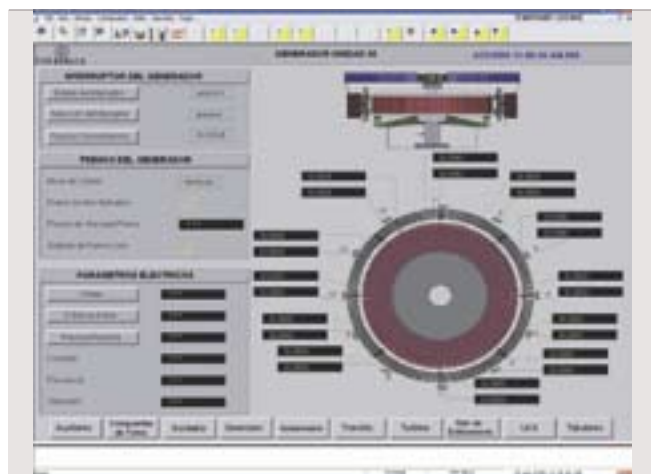


Схема PCУ

Интерфейс оператора

Для построения операторских станций используется система ABB Power Generation Portal. Пульта управления создан с учетом промышленных стандартов на основе операционной системы Windows XP. Предусмотрена открытая архитектура, позволяющая использовать широкий ряд коммуникационных протоколов и организовать взаимодействие с программным обеспечением и базами данных сторонних разработчиков.

На своем рабочем месте оператор пользуется графическим интерфейсом системы управления станций. Кроме этого, в распоряжении оператора – система выдачи оповещений и аварийных сигналов, отчеты о событиях, функции регистрации данных и механизмы авторизации пользователей.

Контроллер AC800M

В контроллере AC800M применяются последние достижения фирмы АББ. Контроллеры выполнены в виде модулей, предназначенных для установки на монтажную рейку, и снабжены двумя встроенными портами Ethernet. В состав контроллера входят процессорный модуль, коммуникационные модули, блоки питания и различные дополнительные элементы. Контроллеры включены по схеме с дублированием.

Интерфейс с полевыми приборами – модули S800 и интеллектуальные преобразователи

На основе интерфейсных модулей S800 и модулей FCI (коммуникационных модулей шины Fieldbus) построены интерфейсные станции и кластеры. Блок ввода-вывода, присоединенный к контроллеру по каналу Profibus-DP¹, считается интерфейсной станцией. Блок, присоединенный по каналу ModuleBus, считается интерфейсным кластером.

Интеллектуальные преобразователи и другие измерительные приборы размещаются непосредственно на объектах станции. Поскольку эти устройства обмениваются данными по протоколу Profibus-PA², для обеспечения связи с контроллерами необходимо применение конвертеров Profibus-DP/PA.

Протоколы и среды передачи данных

Контроллер работает с рядом коммуникационных протоколов и сред передачи данных, в том числе:

- обмен данными по сети системы управления (LAN);
- обмен данными по шине Modulebus;

Контроллер AC800M



- обмен данными по шине Profibus DP;
- обмен данными по шине Profibus PA.

Связь по сети системы управления

Связь контроллеров между собой и станциями операторского интерфейса осуществляется по локальной и глобальной сетям Ethernet (соответственно, LAN и WAN). В этой сети скорость передачи данных составляет 100 Мбит/с.

Сеть системы управления построена по топологии «кольцо» с независимыми параллельными линиями. Таким образом, при разрыве канала А связь осуществляется по каналу В, а при разрыве обоих каналов топология «кольцо» меняется на топологию типа «шина».

Связь по интерфейсной сети

Интерфейсная сеть служит для подключения всех устройств ввода-вывода станции к контроллеру. В этой сети применяются следующие три вида коммуникационных протоколов.

ModuleBus: используется для прямой связи с локальными интерфейсными кластерами по пластиковому волоконно-оптическому кабелю. Протокол ModuleBus предусматривает функции передачи последовательностей событий (SOE).

Profibus DP: используется для прямой связи с удаленными интерфейсными станциями и опосредованной – с интеллектуальными преобразователями.

Profibus PA: применяется для питания интеллектуальных электронных приборов (IED, intelligent electronic device) и приема информации с них.

Системы защиты

Подразделение силовых систем компании ABB Switzerland поставляет для модернизированной станции дублированные системы защиты генераторов и трансформаторов. С помощью четырнадцати цифровых систем REG216 будет осуществляться защита трех агрегатов мощностью 230 МВт и четырех агрегатов мощностью 360 МВт в машинном здании №1, тогда как 14 цифровых интеллектуальных приборов REC316*4 будут применены для защиты соответствующих семи коротких линий напряжением 400 кВ от объединяющего расщепленного устройства и повышающих трансформаторов машинного здания №1. Системы защиты высоковольтной сети снабжения собственных нужд на всей станции также будут заменены на самое современное оборудование релейной защиты.



Изобретательство и энергетика

Кроме того, компании ABB Switzerland поручено модернизировать 20 автоматических синхронизаторов и 20 реле контроля синхронизма в РУ 230/400/800 кВ электростанции, а также установить совершенно новую систему регистрации возмущений для 20 генераторных агрегатов и станцию контроля SMS530, следящую за работой всех поставляемых систем защиты.

Контрольно-измерительные приборы и вспомогательные компоненты

Возглавляет консорциум компания ABB Venezuela, которая отвечает за внутреннюю координацию работ и контроль исполнения контракта. Ее непосредственный вклад в осуществление проекта заключается в разработке контрольно-измерительной системы, в состав которой входят интеллектуальные измерительные преобразователи, расположенные на объектах станции. Связь полевых устройств и системы управления будет организована с использованием сети Profibus.

ABB Venezuela также отвечает за подготовительные инженерные работы, требуемые для монтажа различных новых систем на станции, будет выполнять их монтаж и координировать совместную работу.

Другие системы, относящиеся к сфере компетенции компании ABB Venezuela:

- системы контроля вибраций и воздушных зазоров на генераторных агрегатах,
- внутренняя телевизионная система для контроля за ходом процесса и обеспечения безопасности,

- системы связи – системы дистанционного контроля и защиты, волоконно-оптические сети.

Схема модернизации ГЭС Гури демонстрирует, насколько успешным может оказаться крупномасштабный проект при надлежащей координации работ и поставок продукции.

Совместные усилия

Компания АББ – мировой лидер в области построения современных систем управления. Такие системы при развертывании на современных гидроэлектростанциях позволяют удовлетворить потребности заказчиков в высокоавтоматизированных, надежных и безопасных методах управления, а также обеспечить доступ к большому объему информации, связанной с работой станции.

Схема модернизации ГЭС Гури демонстрирует, насколько успешным может оказаться крупномасштабный проект при надлежащей координации работ и поставок продукции. Компания АББ располагает штатом опытных и целеустремленных сотрудников, работающих в разных странах мира. Опыт, накопленный в ходе осуществления проектов АББ в самых различных отраслях,

гарантирует, что к выполнению задач клиента будет привлечен наиболее подходящий персонал. Компания предлагает обширную номенклатуру полностью совместимых между собой изделий, подходящих для использования в системах управления различными объектами – от самых небольших до крупнейших, таких как проект ГЭС Гури. Проектной группе АББ удалось удовлетворить все условия этого уникального проекта и адаптировать продукцию и услуги в соответствии с требованиями заказчика.

Из-за сложности проекта модернизации электростанции Гури его осуществление требует совместной работы нескольких компаний. Компании ABB Venezuela, ABB Canada и ABB Switzerland в полной мере способны оценить трудности и найти способы их преодоления; они сотрудничают, объединяя свой опыт и обмениваясь полученной информацией. Кроме того, в разработке системы управления в рамках программы обучения без отрыва от производства принимает участие группа инженеров и техников из компании EDELCA, работающая на предприятиях АББ в Канаде. Обучение позволит ускорить процесс интеграции новых систем и гарантировать успешную передачу технологических наработок от АББ компании EDELCA.



Эдуардо Колменарес

Asea Brown Boveri, S. A.
Каракас, Венесуэла
eduardo.colmenares@ve.abb.com

Дэниэл Рубинштейн

ABB Inc.
Берлингтон, Канада
daniel.rubinstein@ca.abb.com

Мигель Флорес

ABB Schweiz AG
Баден, Швейцария
miguel.flores@ch.abb.com

¹⁾ Profibus-DP: промышленная шина для технологических объектов Profibus, вариант для периферийных устройств в децентрализованной архитектуре (DP, Decentral Peripherals)

²⁾ Profibus-PA: промышленная шина для технологических объектов Profibus, вариант для АСУ ТП (PA, Process Automation)