



Pour que le « pétrole bleu » coule à flots

Modernisation du contrôle-commande, de la protection et de l'instrumentation de la centrale hydroélectrique de Guri

Eduardo Colmenares, Daniel Rubinstein, Miguel Florez

En 2005, ABB s'est vu confier la conception, la fourniture et l'installation des systèmes de conduite, de protection et d'instrumentation de la centrale de Guri (premier fournisseur d'énergie hydroélectrique au Venezuela), dans le cañon de Nequima, à une centaine de kilomètres en amont de la confluence de l'Orénoque et du fleuve Caroní. Ce projet de modernisation, qui prolongera de 30 ans l'exploitation de la centrale, est chapeauté par un consortium tripartite regroupant ABB Venezuela, ABB Canada et ABB Suisse. Première livraison prévue en janvier 2007.

La construction du barrage de Guri démarra en 1963. La première tranche (Guri I), comptant 10 unités de production d'une puissance installée totale de 2065 MW, fut mise en service en 1978; elle fut complétée en 1985 d'une deuxième centrale (Guri II) abritant 10 autres unités d'une capacité unitaire de 730 MW. Cette extension porta la puissance totale de l'usine à plus de 10 000 MW, hissant Guri au second rang de la production hydroélectrique mondiale. Il comporte aujourd'hui trois postes extérieurs haute tension 800 kV, 400 kV et 230 kV, en configuration à un disjoncteur et demi. Ses 12 900 GWh répondent en priorité à la demande énergétique croissante de la métropole régionale Ciudad Guayana.

La centrale de Guri, numéro deux de la production hydroélectrique mondiale

Sous la houlette du holding d'état CVG et de sa filiale EDELCA (*Electrificación del Caroní*), maître d'ouvrage et gestionnaire du site, le projet entend moderniser les technologies et fonctionnalités du parc hydroélectrique et prolonger ainsi de 30 ans sa durée de vie. Il prévoit notamment la refonte mécanique complète des unités de production, par différents fournisseurs de turbines et de génératrices. La rénovation des systèmes de conduite, protection et mesure, quant à elle, est du ressort d'ABB, dans le cadre d'un contrat séparé.

Autre ambition: améliorer la disponibilité du site (plus de 90%) et le rendement de ses unités de production avec, en ligne de mire, la continuité, la qualité et la fiabilité de la fourniture électrique.

Le système de conduite

Le système de contrôle-commande distribué, spécialement conçu par ABB pour la centrale, occupera les trois premiers niveaux de la hiérarchie existante. Au premier figurent les appareils de terrain (capteurs numéri-

ques et E/S déportées) qui dialoguent avec l'échelon supérieur sur réseau Profibus. Le deuxième niveau abrite le système de contrôle-commande UCS (*Unit Control System*), bâti sur le contrôleur Industrial^{IT} AC 800M d'ABB, qui prend en charge toutes les séquences de conduite automatique des unités de production. La redondance, partie intégrante de la conception, est gage de fiabilité: chaque UCS sera doté de deux interfaces homme-machine (IHM) redondantes, basées sur le portail de production d'énergie PGP (*Power Generation Portal*) d'ABB. Contrôleurs, IHM et accessoires s'intégreront dans les armoires existantes du site.

Le troisième niveau de contrôle-commande est constitué de pupitres d'exploitation (un par unité de production), équipant la salle de commande de chaque tranche; il s'interfacera avec un centre de téléconduite installé par SNC-Lavalin à la fin des années 90 pour gérer tout le contrôle-commande et ses applications évoluées (automatisation de la production, de la planification et de la conduite, réglage automatique de la

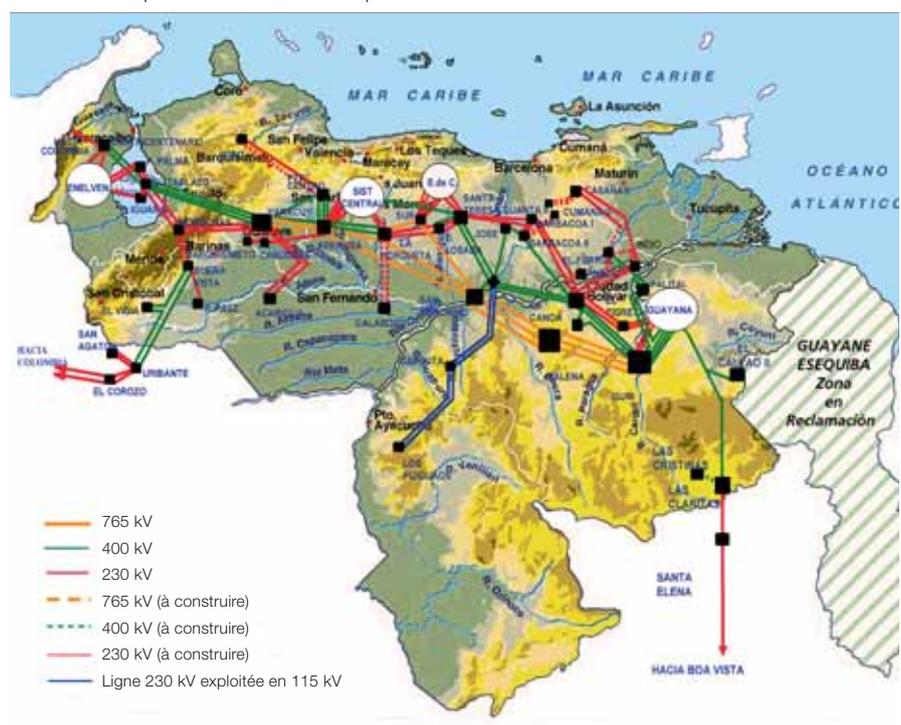
tension, régulation du débit fluvial...).

Aperçu du contrôle-commande distribué

Ce système ABB est organisé, rappelons-le, en trois niveaux hiérarchiques: pupitres d'exploitation PGP, contrôleurs de process Industrial^{IT} AC 800M et équipements de terrain (E/S déportées S800 et transmetteurs). Au sommet, les opérateurs sont en mesure de piloter et de surveiller la centrale hydroélectrique avec les fonctions du pupitre de commande, du tableau principal MCS et du système UCS. Des écrans couleurs rendent compte de l'état du procédé à l'aide d'affichages (process, objets et tendances), de relevés d'alarmes et de messages.

Au niveau process, chaque unité est commandée par des contrôleurs redondants auxquels s'ajoute un système commun aux deux centrales. Ces contrôleurs peuvent effectuer des traitements analogiques et numériques, des régulations logiques et de boucle, ainsi que des fonctions de suivi, d'acquisition, de calcul et de communication. Chacun est équipé de ports Ethernet autorisant des échanges

Réseau électrique vénézuélien alimenté par la centrale de Guri



Energie

poste à poste sur un réseau local redondant Ethernet, tout en pouvant aussi fonctionner en autonome. L'opérateur et les contrôleurs communiquent par client/serveur OPC. Les modules de communication assurent des liaisons Profibus avec les E/S déportées et les transmetteurs, ainsi qu'un interfaçage série RS 232 avec des équipements tiers. Les ports de communication intégrés aux contrôleurs servent à communiquer avec les grappes d'E/S locales.

Au niveau terrain, les entrées et les sorties process sont gérées par les E/S S800 d'ABB, qui sont déportées soit dans des « stations » réparties dans toute la centrale, soit dans des « grappes » occupant la même armoire que celle du contrôleur. Cette périphérie décentralisée s'accompagne de transmetteurs, eux-aussi disséminés sur le site. Les entrées déclarées « événements chronologiques » (SOE) sont gérées par des modules S800 dédiés; tous ces points sont horodatés à la milliseconde et intégrés aux armoires UCS.

Stratégie de conduite

Le site est exploité à partir du centre de téléconduite (SCADA) de Guri II, des salles de commande de Guri I et Guri II, ou encore au niveau des UCS. Les transferts d'ordres locaux/distants entre UCS, salle de commande et SCADA sont assurés.

Au sein du système de contrôle-commande distribué, la centrale est pilo-

tée au niveau de chaque unité: un opérateur en poste à l'UCS de l'unité 1, par exemple, peut en consulter les graphiques, E/S et commandes. Ce principe vaut pour toutes les unités. Autrement dit, ce système distribué n'exerce pas de contrôle-commande global sur la centrale, lequel est dévolu au centre de téléconduite de rang supérieur; ces deux échelons sont néanmoins interfacés.

Le chantier de Guri a pour double ambition le prolongement de la durée de vie de la centrale et l'amélioration de sa disponibilité tout en visant la continuité, la qualité et la fiabilité de la fourniture électrique.

Les modules d'E/S et les transmetteurs quadrillent la centrale, les E/S étant installées à proximité du ou des équipements sous contrôle.

Postes de pilotage

L'opérateur peut agir à différents endroits de la centrale. Il est donc capital de situer l'origine de ces ordres et d'empêcher l'exploitation simultanée d'un équipement depuis deux points distincts.

Origines des commandes opérateur de Guri I :

- Salle de commande : pupitre et tableau principal
- Unité 1 – 10 UCS; chaque UCS peut piloter des unités individuelles. Fonctions de contrôle-commande : démarrage/arrêt, surveillance et signalisation.
- Services auxiliaires 4,16 kV
- Pompe d'assèchement et système de vidange PH1 de la centrale
- Services auxiliaires 440 V (commande locale seulement)
- Services de commande de la centrale (commande locale seulement)
- Déversoir : canaux 1, 2 et 3
- Pompe d'assèchement et système de vidange du barrage

Origines des commandes opérateur de Guri II :

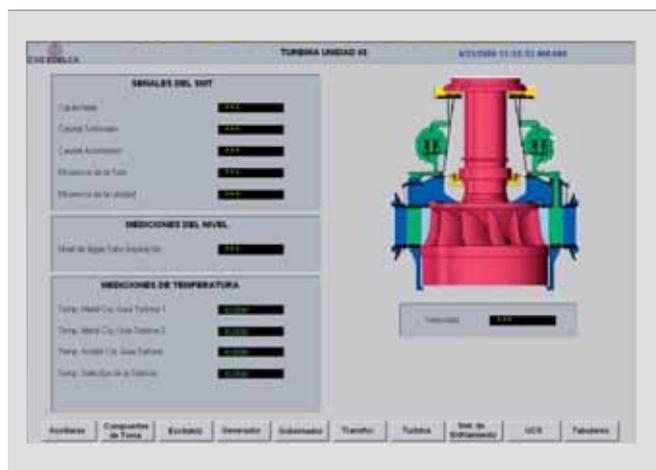
- Salle de commande : pupitre et tableau synoptique
- Unité 11 – 20 UCS (10 à Guri II); chaque UCS peut piloter des unités individuelles. Fonctions de contrôle-commande : démarrage/arrêt, surveillance et signalisation.
- Pompe d'assèchement et système de vidange PH2 de la centrale
- Services auxiliaires 4,16 kV

Architecture distribuée

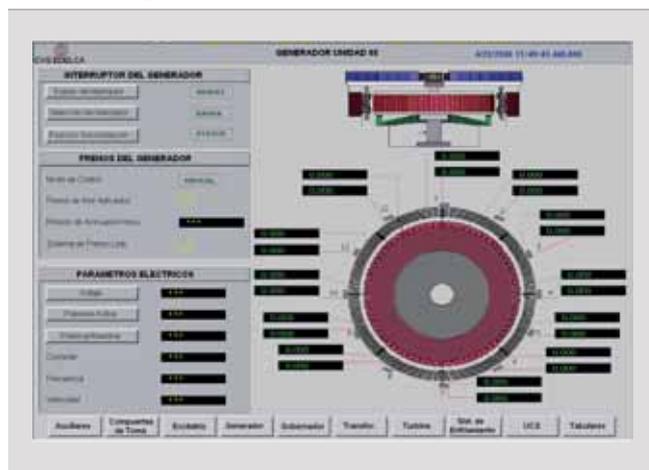
IHM

Les postes opérateur seront équipés du portail de production PGP d'ABB, avec une console industrielle sous Windows XP, ouverte à un large

Schéma de turbine



Synoptique de génératrice



éventail de protocoles et de logiciels et bases de données tiers.

Cette IHM graphique est enrichie de fonctions de traitement d'alarmes, de relevé d'événements au fil de l'eau, de consignation de données et d'autorisation d'accès.

AC 800M

Dernier-né des contrôleurs ABB, l'AC 800M se compose de modules sur rail intégrant deux ports Ethernet : unités centrales, cartes de communication, alimentations, accessoires. Il s'inscrit dans une configuration redondante.

E/S S800 et instrumentation

Les modules S800 et les coupleurs bus de terrain FCI (*Fieldbus Communication Interface*) se combinent pour former, selon le cas, des « stations » ou « grappes » d'E/S : les E/S raccordées au contrôleur sur Profibus DP¹ constituent une station, celles fédérées par ModuleBus une « grappe ».

Les transmetteurs équiperont toute la centrale. Sachant qu'ils communiquent sous Profibus PA², les échanges avec les contrôleurs en réseau Profibus DP devront passer par une conversion DP/PA.

Protocoles et bus de communication numériques

Les informations transitent sur quatre grands réseaux :

- Réseau local de commande de la centrale
- ModuleBus
- Profibus DP
- Profibus PA

Réseau de commande

Les échanges entre contrôleurs et avec les IHM empruntent le réseau local et grande distance Ethernet, à 100 Mbit/s.

Ce réseau en anneau comporte deux boucles parallèles A et B indépendantes de sorte que la rupture de l'une n'entrave pas le bon fonctionnement de l'autre. En cas de rupture des deux lignes, cette topologie annulaire devient linéaire.

Contrôleur AC 800M



Réseau de communication des E/S

Ce réseau raccorde toutes les E/S de la centrale au contrôleur ; trois protocoles y participent :

ModuleBus : communication directe avec les grappes d'E/S déportées par fibre optique plastique, avec consignation chronologique des événements (SOE)

Profibus DP : communication directe avec les stations d'E/S déportées, indirecte avec l'instrumentation de terrain (conversion DP/PA)

Profibus PA : alimentation électrique et rapatriement des données des dispositifs électroniques intelligents (IED)

Protection

Ce chantier de modernisation prévoit la livraison, par l'activité *Power Systems* d'ABB Suisse, de systèmes redondants de protection numérique des transformateurs et génératrices : quatorze REG216 pour trois unités de 230 MW et quatre unités de 360 MW de Guri I, quatorze REC316*4 pour les sept petites lignes de transport 400 kV reliant le poste d'interconnexion et les

transformateurs élévateurs de Guri I. Le système de protection des services auxiliaires moyenne tension de tout le site sera également remplacé par les relais les plus modernes.

ABB Suisse est aussi appelé à moderniser 20 équipements de synchronisation automatique et 20 autres de contrôle de synchronisme (fonction *synchrocheck*) au poste 230/400/800 kV de la centrale ; de même, il installera un tout nouveau système de perturbographe destiné aux 20 unités de production ainsi qu'une surveillance de poste SMS530 pour toutes les protections fournies.

Instrumentation et autres

A la tête du consortium tripartite, ABB Venezuela est responsable de la coordination interne des intervenants et de la gestion du contrat. Sa participation



Energie

au projet réside dans la conception de l'instrumentation constituée de transmetteurs intelligents disséminés dans l'usine. Les échanges entre le terrain et le contrôle-commande se feront sur Profibus.

ABB Venezuela se charge aussi de préparer l'installation des divers nouveaux systèmes de la centrale dont il assurera l'implantation et l'intégration sur site.

Autres contributions :

- Surveillance vibratoire et contrôle d'entrefer des unités de production
- Vidéosurveillance en circuit fermé des systèmes de suivi et de sécurité du procédé
- Communication (équipements de téléprotection et réseaux optiques)

Guri est un exemple de synergie entre les partenaires et produits d'un projet d'envergure.

Des talents à l'unisson

Numéro un mondial du contrôle-commande avancé, ABB déploie cette technologie dans les centrales hydro-

électriques modernes pour satisfaire les besoins d'automatisation, de sécurité, de fiabilité et d'information globale de l'outil de production.

La modernisation de Guri fait figure d'exemple dans la parfaite coordination des acteurs et produits d'un projet d'envergure. Fort d'un personnel chevronné et hautement spécialisé, à pied d'œuvre dans le monde entier, ABB a acquis au fil des projets et de ses nombreuses applications une expertise hors pair permettant de coller exactement aux besoins du client. ABB propose une gamme complète de produits 100% compatibles et conformes aux exigences de toutes les applications de contrôle-commande, des plus modestes aux plus imposantes, comme Guri. L'équipe projet ABB a su relever les défis de ce chantier d'exception en adaptant son offre produits et services aux desiderata du client.

La modernisation de Guri exige une collaboration sans faille. ABB Venezuela, ABB Canada et ABB Suisse travaillent main dans la main, conjuguant compétences et expériences. Des ingénieurs et techniciens EDELCA apportent également leur contribution à la conception du contrôle-commande en suivant une formation pratique dispensée dans les installations d'ABB au Canada : de quoi faciliter l'intégra-

tion des nouveaux systèmes dans la centrale et consolider le transfert de technologies ABB-EDELCA.



Eduardo Colmenares

Asea Brown Boveri S.A.
Caracas (Venezuela)
eduardo.colmenares@ve.abb.com

Daniel Rubinstein

ABB Inc
Burlington (Canada)
daniel.rubinstein@ca.abb.com

Miguel Florez

ABB Suisse AG
Baden (Suisse)
miguel.florez@ch.abb.com

Notes

- ¹⁾ Bus de terrain orienté manufacturier, réservé au dialogue entre automatismes et périphérie décentralisée.
- ²⁾ Bus de terrain orienté process, réservé au raccordement de transmetteurs, positionneurs...