



Integración perfecta

Integración eléctrica de vanguardia para una refinería que utiliza el System 800xA y la norma IEC 61850

Antonio Carvalho, Johan Hansson

Un suministro de energía fiable es de vital importancia para el funcionamiento de cualquier sector. Administrar y controlar este suministro es, en consecuencia, tan importante como administrar y controlar cualquier otro parámetro significativo del proceso. La integración del sistema de control eléctrico en el sistema de control de procesos aumenta la productividad y la disponibilidad al permitir una estrategia única en las áreas de ingeniería, mantenimiento y operaciones.

ABB ha tomado la delantera en el ámbito de la integración eléctrica con su galardonado Extended Automation System 800xA, que permite integrar dispositivos eléctricos inteligentes utilizando la norma mundial IEC 61850 para el control y la protección de los equipos de subestación. La adopción de una norma global basada en tecnología de vanguardia hace posibles unos costes de instalación y de explotación menores, así como una mayor capacidad de gestión de activos.

ABB suministra sistemas de control de procesos y de gestión de energía basados en el System 800xA a nueve de las doce refinerías brasileñas de Petrobras, unas soluciones que ayudarán a aumentar la producción en un espectacular 40%. En este artículo, la Revista ABB presenta una visión del proyecto de la refinería REPAR de Petrobras.

Innovación en la producción

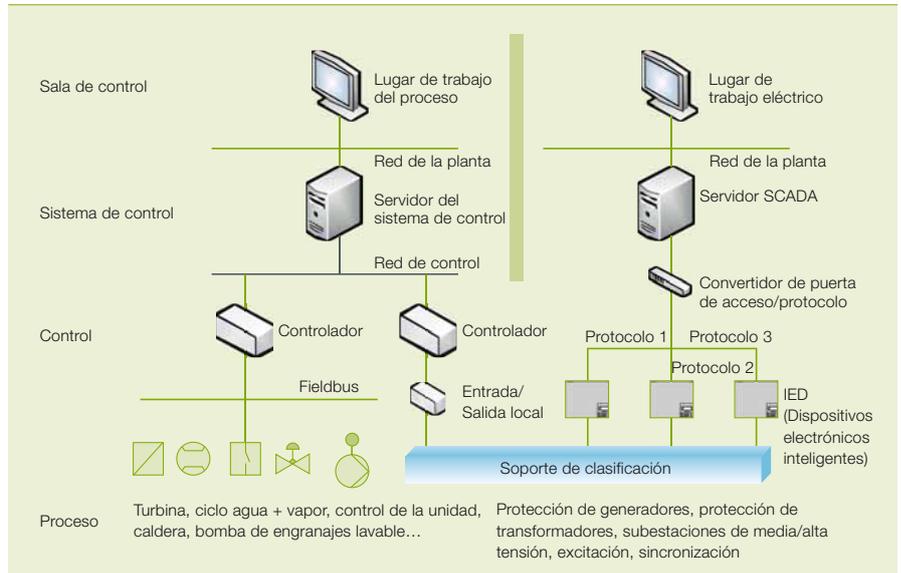
La integración eléctrica no es un concepto nuevo. Los aparatos de baja, media y alta tensión llevan muchos años integrados en los sistemas de control de procesos (PCS). Tradicionalmente, los sistemas que sirven a la automatización de procesos y a la distribución de electricidad dentro de una misma planta se encuentran separados, pero están conectados por extensas interfaces de cableado físico. Debido a los costes de cableado e ingeniería, el ancho de banda y la rentabilidad de este enfoque son muy limitados. La introducción de dispositivos electrónicos inteligentes (IED) e interfaces serie permitió utilizar mucha más información del sistema eléctrico. Actualmente, este enfoque se suele utilizar en aplicaciones industriales y de generación de energía.

Se emplea una gran variedad de protocolos y normas en la automatización de subestaciones, incluidos IEC60870-5-10x, DNP 3.0, Modbus y diversos protocolos heredados. La multitud de interfaces necesarias requieren una gran variedad de herramientas de ingeniería, convertidores de protocolos y gateways y, en consecuencia, hardware y mantenimiento adicionales y mayores costes de ingeniería. Esto podría dar lugar a tener que aplicar las soluciones proyecto por proyecto o incluso aparato por aparato. **1** muestra una situación con diferentes protocolos serie para la comunicación con los IED, así como una interfaz por cableado físico entre los sistemas eléctrico y de control de procesos.

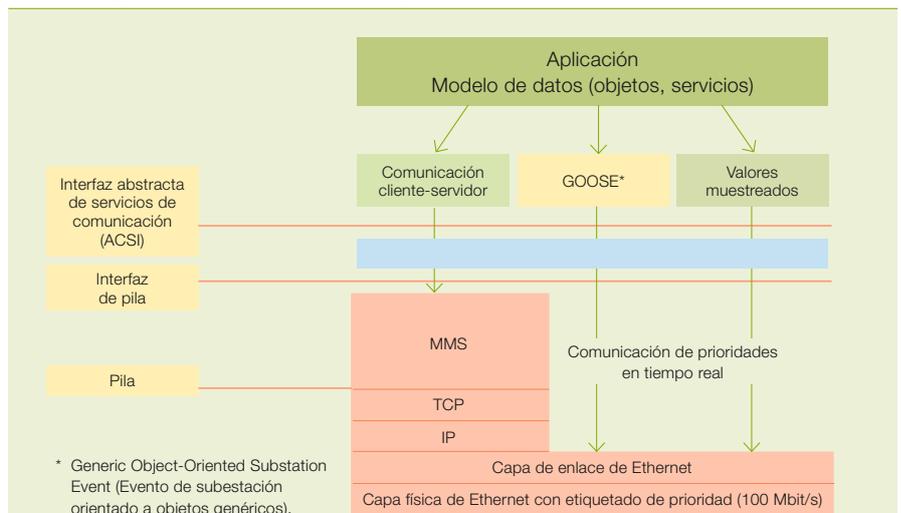
IEC 61850

La introducción en 2004 de la norma mundial IEC 61850 para la automatización de subestaciones constituyó un enorme avance en la simplificación de la integración de los IED. La norma garantiza la interoperabilidad entre los dispositivos y es capaz de sustituir los diversos protocolos en el ámbito de la automatización de subestaciones. En el corazón de la norma IEC 61850 se encuentra un completo modelo orientado al objeto de los IED, sus datos y los servicios de comunicaciones compatibles. Éstos se modelan de forma coherente en todos los tipos y marcas de los IED que cumplen la norma IEC 61850. La interoperabilidad se ve apoyada adicionalmente por el uso de un lenguaje común de descripción de la configura-

1 Control de procesos independiente y sistemas de automatización de la energía mediante la integración del cableado físico.



Cuadro 1 Asignación del modelo de datos a los protocolos de acuerdo con la norma IEC 61850.



Comunicación IEC 61850

La IEC 61850 utiliza la tecnología de comunicación generalizada MMS (Manufacturing Message Specification o Especificación de mensajes para la fabricación) sobre TCP/IP y Ethernet. El modelo de datos y la pila de comunicaciones se vinculan mediante asignación normalizada. Esta asignación es el único elemento que requiere adaptación en el caso de que haya que cambiar la tecnología de comunicación. Este enfoque garantiza estabilidad a largo plazo de cara a futuros acontecimientos. La asignación adoptada desde los servicios de comunicaciones hasta la pila de comunicación se muestra en la figura adjunta. La comunicación cliente-servidor (comunicación vertical desde los IED al sistema de control) utiliza una asigna-

ción desde el modelo de datos hasta la pila MMS completa (parte izquierda de la figura). GOOSE (Generic Object-Oriented Substation Event) y Sampled Values (SV) (valores muestreados) son servicios de comunicaciones utilizados para datos de alta prioridad en tiempo real, lo que se consigue mediante asignaciones directas a la capa de enlace de Ethernet y eliminando cualquier proceso de capa media. GOOSE se utiliza para la comunicación horizontal entre IED, donde sustituye a las señales tradicionales por cableado físico. Los valores muestreados se utilizan para enviar corrientes y mediciones de tensión con alta prioridad, principalmente en aplicaciones de alta tensión.

ción de subestaciones basado en XML (SCL) **Cuadro 1**.

Integración de IEC 61850 en el System 800xA

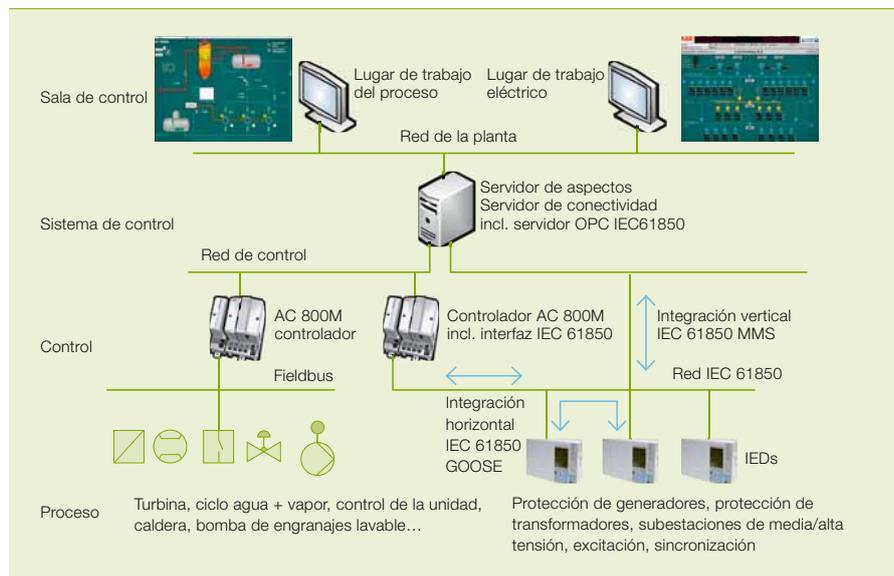
El System 800xA de ABB es el primer sistema de control de procesos del mercado compatible con la norma IEC 61850. La implementación se muestra en **2**. Admite tanto la comunicación vertical (con la pila MMS total) como la horizontal (con GOOSE¹⁾).

La integración vertical se lleva a cabo utilizando un servidor OPC IEC 61850²⁾, que transfiere los datos MMS al System 800xA en forma de elementos de datos OPC normales. Esto significa que el System 800xA tiene acceso directo a todos los datos de IED seleccionados, como mediciones de corriente y de tensión, estado, interbloqueo, alarmas y eventos con indicación de fecha y también puede enviar a los IED comandos de abrir y cerrar. Están disponibles todas las funciones de visualización del System 800xA, como los gráficos, etiquetas, alarmas y listas de eventos libremente configurables y las funciones de historial. Además, la lectura y escritura de parámetros de IED pueden realizarse a distancia, al igual que la transferencia de archivos de grabación de perturbaciones al System 800xA.

La parte horizontal de la integración se logra con el controlador AC 800M que utiliza comunicación GOOSE. Al equipar el AC 800M con una interfaz IEC 61850, se permite la comunicación horizontal en tiempo real con todos los demás IED de la misma red IEC 61850. Son ejemplos de ámbitos de aplicación las señales de desconexión rápida de carga, el interbloqueo o incluso los valores analógicos necesarios en la aplicación del controlador.

Al utilizar comunicación tanto vertical como horizontal, el System 800xA está equipado para usar la tecnología más

2 Integración del proceso y automatización de la energía utilizando el System 800xA conforme con la norma IEC 61850.



Cuadro 2 ¿Qué es la gestión de la energía?

El suministro de energía es fundamental para todos los sectores. La gestión de dicho suministro es igual de importante. La dependencia que tiene la industria de los escasos recursos de energía, la volatilidad de los costes energéticos, las crecientes preocupaciones por el medio ambiente y el endurecimiento de la legislación son sólo algunos de los factores que influyen en la iniciativa mundial por mejorar la gestión de la energía.

La gestión de la energía se ha diseñado específicamente para los sectores que más energía requieren en los que operan las empresas, como son los sectores del petróleo, gas y productos petroquímicos. En muchas zonas del mundo, las operaciones se enfrentan a un suministro de energía insuficiente o poco fiable. Por tanto, estas industrias están supeditadas en gran medida a su propia capacidad de generación y distribución. Los planes de gestión de la energía administran la vulnerabilidad de la energía y garantizan una energía sostenible para las operaciones de las plantas conciliando las consideraciones de eficiencia, economía, salud, seguridad y otras consideraciones medioambientales.

El sistema de gestión de energía controla y supervisa la generación y el suministro de la energía. Una de las funciones más importantes es la desconexión de carga, que requiere cálculos rápidos de determinación de redes y de equilibrio de energía. Las unidades de protección/control también pueden supervisar y, si es necesario, invocar la desconexión de carga basada en la frecuencia. Otra función importante en la

gestión de la energía es el control de generadores (incluida la integración con el regulador y el controlador de excitación). El Power Management System (PMS) de ABB, oferta basada en el System 800xA, cumple los requisitos de los sectores en los que la gestión de la energía es una cuestión fundamental en lo que se refiere a los costes y un importante requisito previo para un funcionamiento fiable.

El sistema 800xA PMS de ABB es una solución de vanguardia con características avanzadas que sobrepasan la capacidad de los sistemas clásicos de automatización.

Entre ellas:

- Gran adaptabilidad en tamaño, rendimiento y funcionalidad
- Redundancia en todos los niveles
- Compatibilidad con muchos lenguajes de programación
- Compatibilidad con desarrollos heredados, estándar y en curso en el área de los protocolos de comunicación, como OPC, Modbus, Modbus TCP, Profibus DP, Profinet, TCP/IP, IEC 60870, DNP3, IEC 61850, etc.
- Capacidad de comunicación de alta velocidad
- Compatibilidad con los lenguajes de programación IEC 61131-3
- Integración con los sistemas de control de procesos
- Integración con los sistemas subordinados, como GPS, estaciones meteorológicas y centros de control de motores y CMMS
- Optimización de recursos
- Seguridad ampliada y control de acceso.

Notas a pie de página

¹⁾ GOOSE: Generic Object-Oriented Substation Event (Evento de subestación orientado a objetos genéricos).

²⁾ OPC es una norma para la comunicación en tiempo real entre dispositivos de control de fabricantes diferentes. Actualmente OPC es oficialmente un nombre y no un acrónimo, pero originalmente significaba "OLE for Process Control" (OLE para control de procesos). OLE significa "Object Linking and Embedding" (enlace e incrustación de objetos), una tecnología para enlace e incrustación de documentos.

Innovación en la producción

avanzada para comunicarse con los IED conforme a una norma mundial. Esto significa una integración sin fisuras del equipo de la subestación, que hace posible un proceso realmente integrado y la automatización de la energía con una solución consistente en un único sistema. Las principales ventajas son:

- Una interfaz de usuario única garantiza la homogeneidad en la presentación de datos, en el acceso a éstos y en los procedimientos operativos, lo que mejora notablemente la eficacia de los operadores.
- Registro y archivo de los datos en una única base de datos para un análisis de errores más rápido y para capturar la secuencia de eventos en el conjunto de la planta.
- Bajo coste de propiedad porque se requiere un menor número de repuestos, menos formación, administración de sistemas y documentación.
- Capacidad mejorada de administración de activos utilizando los datos de diagnóstico eléctrico y la conexión a los sistemas de la empresa, como los sistemas de gestión de mantenimiento informatizado (CMMS)

Gestión de la energía para Petrobras

ABB dispone de una gran base instalada de sistemas de gestión de energía

Cuadro 2 en las refinerías de Petrobras **Cuadro 3**. De las doce refinerías propiedad de Petrobras en territorio brasileño, ABB ha instalado el sistema PMS en nueve de ellas y el sistema de control de procesos, en siete.

Hace tres años, como parte de su plan de crecimiento estratégico, Petrobras decidió invertir en aumentar su producción y en mejorar la calidad de sus productos, principalmente en las áreas de diésel y gasolina, mediante la incorporación de nuevas unidades de producción y la modernización de otras en las refinerías existentes. Así, en febrero de 2008, Petrobras firmó un acuerdo marco con ABB para el suministro de PMS y PCS. El valor del acuerdo fue de 61 millones de dólares y cubría el suministro de hardware, software y servicios técnicos, incluida la formación especializada. El contrato preveía la ejecución de unos 70 proyectos en nueve refinerías en las que ABB tiene base instalada.

La magnitud del programa de reforma es inmensa. Además de crear nuevas unidades para hidrotreatmento, coc-

ción, desulfuración y otros procesos, Petrobras está construyendo 50 nuevas subestaciones y modernizando otras 40 aproximadamente, utilizando la norma IEC 61850.

System 800xA es ideal para esos proyectos a gran escala para el conjunto de la planta: además de ser la primera plataforma de automatización en una amplia variedad de industrias de proceso, tiene la capacidad singular de integrar los sistemas de procesos, eléctricos y de seguridad en un único sistema. Esto, entre otras cosas, permite a los operadores de la refinería vigilar y controlar los sistemas desde una única interfaz y utilizar aplicaciones de gestión de la energía y subestaciones IEC 61850 inteligentes en el sistema de control de procesos.

Las ventajas operativas y de costes de un sistema integrado como éste son enormes, incluida la optimización del conjunto de activos eléctricos y de automatización, la simplificación de la ingeniería, la agilización del mantenimiento, una mayor eficiencia energética y menores costes de inversión iniciales en comparación con el uso de sistemas no integrados.

Petrobras tiene previsto simplificar aún más sus procesos en funcionamiento, mantenimiento, formación, optimización y control de calidad. El System 800xA puede proporcionar los datos y los recursos necesarios para apoyar esas mejoras.

Proyecto REPAR

La refinería REPAR es una de las unidades de las últimas fases de producción más importantes de Petrobras. Está situada en el estado brasileño de Paraná, una de las regiones más industrializadas y más pobladas del país. En consecuencia, REPAR se encuentra entre las refinerías que reciben una mayor inversión dentro del plan estratégico de Petrobras.

La puesta en práctica del plan de crecimiento de la refinería REPAR incluyó la instalación del nuevo PMS. Esto abarcaba varias subestaciones nuevas, incluidas una subestación de admisión de 230 kV, una subestación de distribución GIS³⁾ de 69 kV y 12 subestaciones de proceso, así como dos nuevos turbo-

generadores. El proyecto casi triplicó la energía disponible para la refinería REPAR de 26 a 76 MW e incluyó la construcción de una nueva central eléctrica y doce nuevas subestaciones, además de la modernización de ocho subestaciones existentes.

La refinería REPAR adoptó la norma

Cuadro 3 Petrobras

Petrobras (forma abreviada de Petroleo Brasileiro S.A.) es una empresa energética multinacional con sede en Río de Janeiro. En lo que se refiere a la capitalización de mercado y a los ingresos, es la mayor empresa de América Latina y la mayor con sede en el hemisferio sur. La empresa se fundó en 1953 y, aunque en 1997 dejó de ser el monopolio legal de Brasil en el sector del petróleo, sigue siendo un importante productor de petróleo, con un volumen que supera los 2 millones de unidades equivalentes a un barril de crudo al día, además de ser uno de los principales distribuidores de productos petrolíferos. La empresa también es propietaria de refinerías de petróleo y petroleros. Petrobras es uno de los líderes mundiales en el desarrollo de tecnología avanzada para la producción de petróleo en aguas profundas y ultraprofundas.

En la actualidad, Petrobras desarrolla actividades en el sector de la energía en 27 países, principalmente en las áreas de exploración, producción, refinación, comercialización y transporte del petróleo y sus derivados, en Brasil y en el extranjero. Su lema actual es "Una empresa energética integrada que funciona con responsabilidad social y medioambiental". Ocupa el cuarto puesto entre las mayores petroleras de propiedad pública del mundo, el tercero en valor de mercado entre las grandes compañías de las Américas y el sexto en valor de mercado entre las grandes compañías del mundo.

Áreas	Cantidad
Valor de mercado, agosto/2009	173.590 millones de dólares
Estaciones de servicio	más de 8.000
Empleados, junio/2009	75,242
Plataformas de producción	112
Centrales termoeléctricas	10
Refinerías	16
Producción media de petróleo y gas natural, junio/2009	2.505.379 barriles/día
Total de inversiones, 2009/2013	174.400 millones de dólares
Inversión en biocombustibles, 2009/2013	2.800 millones de dólares

Nota a pie de página

³⁾ GIS: Gas Insulated Switchgear (aparato aislado en gas)

IEC 61850 como la tecnología de la comunicación para la automatización de sus subestaciones y el PMS. El System 800xA de ABB era ideal para satisfacer las necesidades de PMS de REPAR. El nuevo PMS era necesario para integrar la funcionalidad de su predecesor en lo que respecta a la utilización de la misma base de datos de funciones clave de control, como las respuestas a la desconexión de carga y el control de energía reactiva, en una única solución centralizada. Así, el PMS antiguo vio renovadas sus estaciones Advant al System 800xA, conservando sus controladores Advant Master. Las nuevas subestaciones utilizan el System 800xA desde el principio **3**.

Las nuevas subestaciones utilizan controladores AC800M redundantes con interfaces IEC 61850 y las redes PROFIBUS DP de bus de campo para conectarse a MCC⁴⁾ y unidades inteligentes. La red IEC 61850 se utiliza en los siguientes niveles de tensión: subestación GIS de 69,0 kV, apartamiento de 13,8 kV, paneles de centro de distribución de media tensión de 2,4 kV y paneles de centro de distribución de 0,48 kV. Así, el PMS de ABB se utiliza para controlar todos los niveles de tensión del sistema eléctrico de la refinería. El funcionamiento del System 800xA cuenta con el apoyo de la PMS Library de ABB, cuya implantación aprovecha los 24 años de experiencia de ABB en sistemas de gestión de energía. Cuando este proyecto haya finalizado, el System 800xA contará con 16 controladores AC800M con equipamiento

redundante, instalados en 10 subestaciones interconectadas con unos 460 IED en total.

Para el funcionamiento de los nuevos PMS y PCS, REPAR construyó una nueva sala de control centralizada en la que se están instalando un total de 56 estaciones de operador de System 800xA.

Cuatro de ellas se utilizarán exclusivamente para la supervisión de las operaciones eléctricas. Uno de los proyectos más importantes fue el GIS de 69 kV, basado en la serie 670 de IED de ABB; la subestación ya funciona con la nueva tecnología.

Los rigurosos estudios asociados a la introducción de la arquitectura de red IEC 61850 **Cuadro 4** reunieron a los ingenieros de automatización y a los de las

subestaciones en la misma “mesa de proyecto”. ABB apoya los esfuerzos de integración orientando a los ingenieros de las subestaciones en el uso adecuado del modelo de datos IEC 61850 para permitir una integración perfecta con el System 800xA PMS.

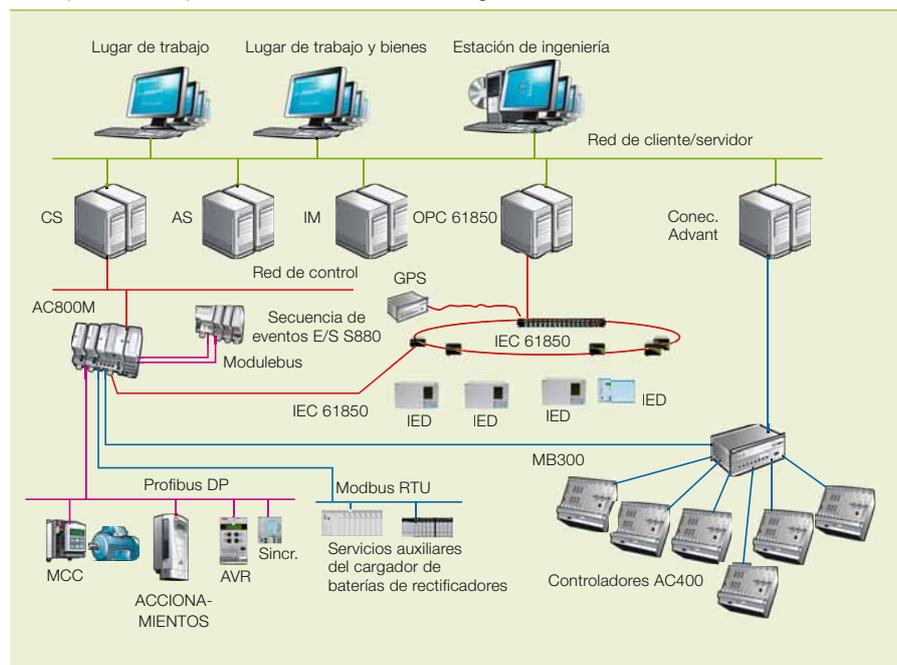
Ventajas

Algunas de las ventajas para Petrobras son:

Normalización

La adopción de la tecnología IEC 61850 y el System 800xA permitió a Petrobras normalizar diversos procedimientos en la configuración de las subestaciones, la lógica de control, las bibliotecas de control y los procedimientos de funcio-

3 Arquitectura simplificada del PMS de REPAR integrado con el sistema anterior



Nota a pie de página

⁴⁾ MCC: Motor Control Center (centro de control de motores)



Innovación en la producción

namiento. Estos se tradujeron en ahorro de tiempo de puesta en servicio y en configuración. La orientación a objetos de IEC 61850 soporta los modelos normalizados de dispositivos usando nombres en lugar de números e índices de objeto/registro. El System 800xA, al cumplir la norma IEC 61850, estuvo en condiciones de apoyar plenamente esta normalización.

Coste de inversión menor

El uso de IEC 61850 combinado con el PMS System 800xA aportó sencillez a muchas etapas de la ejecución del proyecto. Esto se observó en las fases de definición, diseño e ingeniería a través del entorno de usuarios común, el uso de la norma de Ethernet, el instrumento único para la integración de la ingeniería de todos los dispositivos, menos cableado y capacidades de protección más avanzadas gracias al uso de la mensajería horizontal GOOSE para el intercambio directo de datos entre dispositivos.

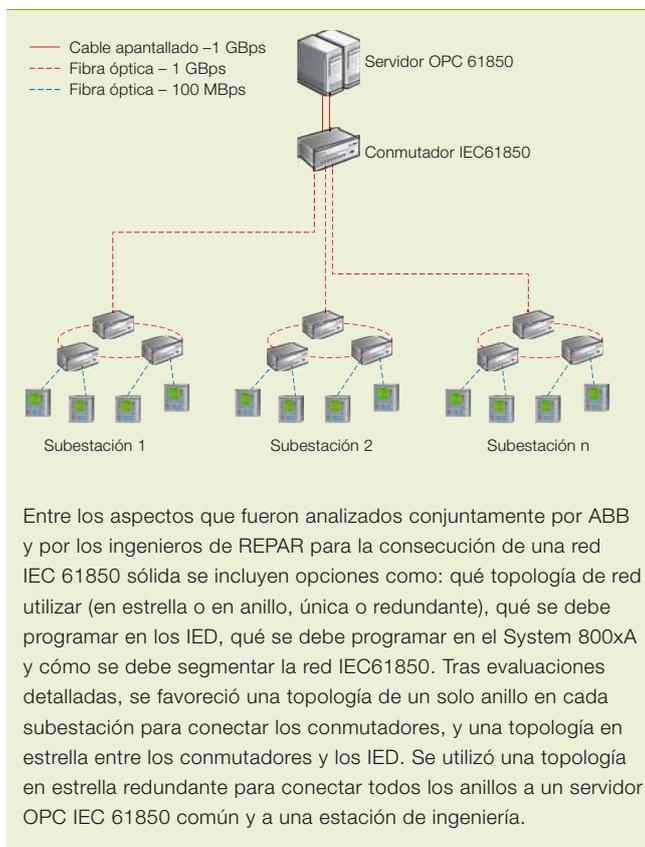
Coste reducido del ciclo de vida

Una de las principales ventajas aportadas a REPAR fue la óptima gestión del ciclo de vida y el bajo coste del ciclo de vida mediante el uso de un sistema a prueba de futuro con interoperabilidad IEC 61850. La reutilización de los datos de ingeniería y el uso de un lenguaje de programación estándar puso de relieve la potencia de IEC 61850 para los proyectos de REPAR y la reducción de costes asociada gracias a la menor necesidad de formación y la reducción de las necesidades de personal.

La adopción del System 800xA también protegía las inversiones anteriores: el sistema actual, basado en los controladores Advant Master, se podría integrar plenamente con el nuevo. Además, el nuevo PMS tiene estructuras listas para recibir un futuro sustituto de los controladores del antiguo sistema.

Automatización integrada de procesos y energía

Se utilizó un sistema unificado para la

Cuadro 4 Análisis de la arquitectura

automatización de los procesos y la energía a fin de combinar la gestión de la energía, la electrificación de los procesos y el control de los procesos en un único entorno de control en la refinería REPAR. Las ventajas que REPAR ya valoraba con su PMS existente, como la reducción de los costes de energía a través de la gestión de la energía, fueron transferidas al nuevo sistema y reforzadas con la implantación de un sistema completamente integrado. El control de unidades, los MCC inteligentes, aparata de media tensión, protección e IED de control se integraron, todos ellos, en el mismo sistema. Las mejoras perceptibles directamente por REPAR incluyen una mayor visibilidad del proceso, la posibilidad de administrar los activos consistentes en aparatos eléctricos, una mejor interfaz con el control de procesos y la mejora de los procedimientos de funcionamiento.

Fiabilidad y disponibilidad

El System 800xA permite implantar un PMS en una plataforma DCS. El uso de esta plataforma otorga al sistema los máximos niveles de disponibilidad y fiabilidad. El proyecto REPAR se basa

en controladores AC800M redundantes, una red de control redundante, una interfaz OPC IEC 61850 redundante y otras medidas en las que el System 800xA se ha adaptado a las especificaciones de Petrobras. Éste y otros mecanismos de mejora de la disponibilidad contribuyeron a ofrecer a REPAR un sistema que redujo el tiempo de inmovilización no programado. Un sistema digital integrado con una potente red IEC 61850 permitió utilizar herramientas de mantenimiento remoto, acceder a los medios de diagnóstico de dispositivos y elaborar informes, aumentando la fiabilidad del sistema.

Una integración lograda

ABB ha reconocido que la implantación de un sistema integrado de control de procesos y gestión de la energía basado en el System 800xA para la refinería REPAR de Petrobras es una de sus mayores innovaciones de 2009⁹⁾.

El proyecto REPAR finalizará en 2011; los demás proyectos de Petrobras seguirán a continuación. La integración de PMS y PCS permitirá aumentar la productividad mediante una optimización de mayor alcance de las operaciones de la central y representará un modelo para futuros proyectos en todo el mundo.

Las fotografías utilizadas en el presente artículo son de la refinería REPAR y están protegidas por derechos de autor de los que es titular Petrobras.

Antonio Carvalho

ABB Process Automation
São Paulo, Brasil
antonio.carvalho@br.abb.com

Johan Hansson

ABB Process Automation
Västerås, Suecia
johan.hansson@se.abb.com

Nota a pie de página

⁹⁾ Véase "Un 2009 innovador", en la página 6 de este número de la Revista ABB