

L. ALONSO - J. A. CARRASCO

EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

El presente documento pretende analizar las características más relevantes de un proyecto de un sistema de supervisión y control actual, dando además, una perspectiva de las actuales tendencias en estos sistemas. En el resto de industrias este tipo de sistemas ya llevan mucho tiempo utilizándose, por lo que se puede aprender de ellas para no cometer fallos similares. En el artículo se detallan los principales pasos que hay que dar ante la instalación de un sistema de Supervisión y Control.

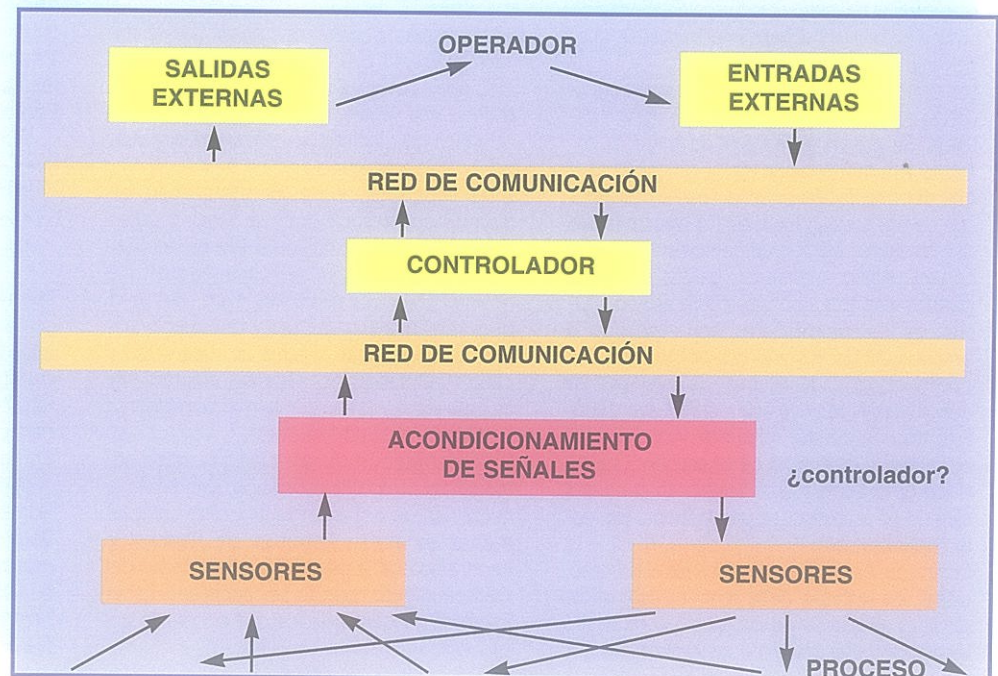
INTRODUCCIÓN

La industria eléctrica afronta una etapa más competitiva en la que se requiere un mayor control de la producción ante un mercado más dinámico. En otro tipo de industrias como la Petroquímica, las necesidades del mercado y la producción obligaron a la utilización de los avances de la tecnología en los sistemas de control. Las centrales térmicas fósiles (mercado más dinámico) ya han dado pasos en este campo. Los Sistemas de Control Distribuido (que posee ya alguna central) son los sistemas estándar en muchas industrias (en una instalación nueva no se plantea la posibilidad de poner un Sistema de Control no Distribuido). La Industria nuclear exige requisitos muy elevados de seguridad y fiabilidad, pero no existen requisitos especiales de control en relación a los que se pueden exigir en otro tipo de industrias. Por este motivo, parece claro que la tendencia es la de usar sistemas estándar complementados con sistemas específicos que garanticen la seguridad. Los sistemas de control modernos permiten distribuir e interconectar las distintas tareas que existen en una planta, en busca de una mejora de la

productividad y de una reducción de costes. Las principales funciones dentro de un sistema de Control y Supervisión se pueden agrupar (de la forma más simple posible) en los siguientes niveles:

- Nivel de Automatización de procesos. Este nivel está subdividido en varios niveles que suelen coincidir en todos los Sistemas de Control.
- Nivel de Operación y mantenimiento. En

F I - Estructura Sistema de Control



este nivel aparecen los Sistemas de Ayuda a la Operación y al Mantenimiento como pueden ser SPDSs, Sistemas de Alarmas, Sistemas de Seguimiento,...

- Nivel de Gestión. Actualmente se puede disponer en este nivel de todos los datos proporcionados por la planta para la optimización de la misma y el control de la producción. Estos datos pueden ser utilizados por un gran número de aplicaciones.

MODERNIZACIÓN DE UNA PLANTA.

Las distintas partes que conforman un Sistema de Control Moderno, tienen tiempos de vida muy claramente diferenciados, creciendo a medida que pertenecen a niveles más cercanos al proceso. De esta forma es muy importante la posible integración de partes, la orientación a futuro del sistema y que el sistema esté basado en herramientas ("tool-based"). Las herramientas del nivel de gestión pueden necesitar renovaciones a los dos o tres años y las herramientas del nivel de operación y mantenimiento alrededor de los cinco años.

La gran mayoría de los sistemas de control modernos tienen una estructura similar. Esta estructura funcionalmente es la misma que la que poseen los sistemas convencionales, pero la implementación física varía debido a las posibilidades que ofrece el hardware actual.

Los sistemas de control modernos se apoyan en el uso de redes, que permiten interconectar y comunicar distintos sistemas. Los sensores y actuadores, por supuesto, siguen siendo la conexión con el proceso y han sufrido grandes modificaciones de cara a su calibración y mantenimiento. Las ventajas en cuanto a comunicación todavía no se aprovechan en instalaciones como una central (entendiendo que en un proceso de modernización no se cambian). La redundancia del sistema empieza en el resto de niveles (si bien en señales importantes se pueden duplicar equipos).

Los equipos encargados de realizar el control (DPUs, APs, PLCs, controladores, ...) no son estándar. Se programan a través de la red. El cómo se pueden realizar las modificaciones y que documentación permite generar el sistema son puntos a analizar fuera de las características que se deben exigir a un equipo orientado al control. Algún sistema de los considerados grandes empieza a apostar por la estandarización de los controladores, aprovechando la potencia de los PCs y el uso del bus PCI. Los controladores, cada vez más, permiten usar las denominadas técnicas de control avanzado. Este tipo de control se puede incorporar en este nivel o en el nivel de operación y supervisión (si el tiempo de muestreo en el control elegido no es crítico, se puede incorporar como optimización).

Dentro de los niveles más cercanos al proceso, existe una red que debe tener características distintas (al menos de protocolo o de modo de acceso) a las de la red de información que

se usa en los niveles de operación y mantenimiento y de gestión. La red más cercana al proceso suele ser de acceso determinístico. No obstante, algunos sistemas tienen estas dos redes funcionando de forma similar. Por supuesto, estas redes deben estar sujetas a estándares y permitir el uso de fibra óptica por motivos de aislamiento y distancia.

La estructura de las dos redes está íntimamente relacionada con la o las bases de datos del sistema, que puede ser centralizada o distribuida. Cada vez más, los sistemas usan bases de datos estándar. Por ejemplo, Westinghouse en el sistema "Ovation" opta por una base de datos Oracle centralizada, frente a la base de datos del WDPF (distribuida y de diseño propio). En el nivel de Operación y Mantenimiento, hasta ahora, todos los sistemas grandes han optado por plataformas con estaciones de trabajo con UNIX. Ciertos sistemas grandes ya usan PCs con UNIX y ofrecen la alternativa de Windows NT. Este nivel se apoya en la red de información de la planta (este nombre es el asignado en la mayoría de sistemas). La conexión con el nivel de Gestión y otras aplicaciones externas se realiza en este nivel.

El nivel de Operación y Mantenimiento debería obtener información (no tiene por qué ser toda) de todos los sistemas de la planta, debiendo evitarse la creación de islas externas al sistema (como ocurre en otro tipo de instalaciones).

Los Sistemas de Supervisión y Control modernos son conceptualmente similares a los antiguos, pero la tecnología informática actual permite la incorporación de muchas más tareas. Las ingenierías actuales tienen o han tenido que asumir el cambio de filosofía que suponen los nuevos sistemas de control. Una carencia de cultura sobre estos sistemas de control, supone estar en manos de los suministradores.

Los modernos sistemas de control permiten el uso de muchos más parámetros para gestionar una planta.

En el sistema de control que posee una central nuclear actual, existe una clara distribución funcional. Los sistemas modernos permiten además una separación física (procesado en paralelo) que facilita una supervisión global mucho más sencilla.

En la modernización de una planta aparecen distintos conceptos que no se llegan a considerar en una instalación nueva. Una modernización se puede hacer de forma gradual. No obstante, hay que tener muy claro, desde el principio, que arquitectura y que funcionalidad tendrá el futuro sistema de supervisión y control. Optando por sistemas abiertos hay muchas partes de una planta que se pueden ir modernizando a un bajo costo.

La modernización de una planta se debe entender no como una obligación, sino como la necesidad de ir añadiendo funciones complementarias a los Sistemas de Control e Información de la planta. Por necesidades del mantenimiento, puede ser necesario hacer cambios no demandados por el control del proceso.

PRINCIPALES PASOS EN LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL

Es importante conocer que posibles fallos se han podido dar en otras instalaciones para conseguir un buen producto desde la especificación del proyecto (ya que el concepto de Sistema de Control Distribuido ya lleva mucho tiempo en la industria).

A continuación se presenta un resumen de los pasos a realizar en la implantación de un sistema de control y supervisión moderno:

1 - *Evaluar las necesidades y Requisitos del sistema de control y supervisión.* Es necesario considerar los siguientes conceptos:

- Número de señales y atributos.
- Número de lazos de control, requisitos de funcionamiento de los sistemas a controlar, procesos, lógicas, ...
- Requisitos de supervisión: Ayudas a la operación y al mantenimiento (pantallas, ventanas y navegación, alarmas, procedimientos, informes, gestión, ...)
- Requisitos de Puesta en servicio y mantenimiento.
- Proceso de certificación requerido.

Estos conceptos se deben recoger en una Especificación Técnica Detallada que permitirá al fabricante o suministrador del sistema ofertarlo y posteriormente empezar su desarrollo. La Especificación Técnica o Memoria del proyecto en la mayoría de los casos se toma como documento contractual, donde los requisitos no contemplados quedan fuera del alcance del contrato cliente-suministrador. Por tanto, La Especificación Técnica es la base para el buen desarrollo y término del proyecto.

2.- *Desarrollo del Sistema de Supervisión y Control.* En fábrica se montan las arquitecturas hardware y software del sistema según la configuración ofertada. Para la carga y pruebas del sistema se utilizan principalmente tres documentos de ingeniería, contemplados en la Especificación Técnica:

- Diagramas del proceso.
- Diagrama de lógica de funcionamiento de los sistemas.
- Listado de señales y atributos que intervienen en el sistema

Para el desarrollo y validación de esta fase, es conveniente integrar perfiles profesionales de expertos en los procesos junto con los especialistas en las herramientas del sistema (lo ideal es que cada persona tenga esos dos perfiles). Este planteamiento permite agilizar los trabajos del desarrollo, a la vez que evita la necesidad de realizar replanteamientos en la fase de puesta en marcha.

Dada la gran facilidad que presentan los sistemas modernos para incorporar modificaciones o nuevos diseños, es interesante no perder el tiempo en trabajos de detalle que se puedan fijar en la puesta en marcha.

3.- *Implantación y Puesta en marcha del Sistema de Supervisión y Control.* En este paso se realizarán las siguientes actividades de forma cronológica:

- Ubicación definitiva y Energización. La energización del sistema con el hardware y el software validado en las pruebas de aceptación en fábrica y la documentación generada en los pasos anteriores, constituyen el punto de partida de la Puesta en marcha.

- Integración en el sistema de sensores y actuadores de campo: termopares, termoresistencias, transmisores interruptores, convertidores, válvulas, ...

En este subpaso se cubren los siguientes objetivos:

- Comprobaciones de continuidad en los lazos de medición y actuación del sistema (entradas y salidas analógicas y binarias).

- Comprobaciones de correspondencia de señales entre elementos de campo y el sistema (Identificación, Escalado, Calibración de sensores y actuadores hasta el nivel de supervisión).

- Comprobación de lógicas. Estas pruebas son complementarias a las realizadas en el subpaso anterior. La realización satisfactoria de ambas indicará la correcta implantación de la supervisión y control de cada uno de los sistemas de la planta.

Para la realización de las pruebas se deberá elaborar una estrategia que evite percances en la planta y permita la ejecución de la prueba. Esta se basará en la simulación de señales entre el proceso y el sistema de supervisión y control (bien como señales físicas o como posiciones de memoria), en la introducción de modificaciones temporales y en la inhabilitación de actuaciones no deseadas.

El disponer de una de un simulador de alto alcance puede facilitar el desarrollo y las pruebas del sistema. Su uso puede ser muy importante en procesos que requieran una certificación o un licenciamiento.

En paralelo a las actividades citadas debe realizarse un control administrativo de señales y lógicas probadas. Para ello, existen diversos documentos de ingeniería. Si hubiera discrepancias entre ellos se establece la siguiente jerarquía:

1. Diagrama lógico o analógico.
2. Listado de señales.
3. Mímicos de imágenes de Operación.
4. Documentación generada en el propio sistema.

El control administrativo culmina con el visado de los documentos a medida que se hacen las pruebas.

Cuando se detecten anomalías, éstas se marcarán sobre el documento de más alta jerarquía, incluyendo comentarios para la descripción de la anomalía.

Es importante destacar que los diagramas lógicos originales de la ingeniería, cargados inicial-

mente en el sistema van siendo modificados en la realización de las pruebas para incorporar ajustes finales y la corrección de posibles errores. Por lo tanto, habrá que ir actualizando los lógicos de ingeniería o tomar los lógicos cargados en el sistema como los definitivos y válidos del proyecto. Si esto es así, en el futuro se deberá conocer e interpretar con detalle estos planos o programas para conocer o analizar con detalle el funcionamiento de la planta.

4.- *Mantenimiento y Explotación del Sistema de Supervisión y Control.* En los sistemas modernos el mantenimiento requerido es mucho menor que en los anteriores, tanto en la parte de supervisión como en la de control. Las principales tareas de mantenimiento son:

- Ajustes en instrumentos o tarjetas requeridos por descalibraciones en el transcurso del tiempo. Tradicionalmente esto aplicaba a pruebas periódicas en elementos de campo, a las tarjetas de los lazos y a la instrumentación del panel de control. En los sistemas modernos sólo los elementos de campo podrían requerir estas pruebas.

- Mantenimiento del sistema informático en cuanto a redes de comunicación, periféricos redundancias, actualizaciones del software, control de modificaciones temporales o definitivas, indisponibilidades y redundancias y consumibles del sistema.

Los recursos humanos requeridos en el mantenimiento de este tipo de sistemas son menores en número, pero el personal debe ser más cualificados.

Al cambiar un sistema de supervisión y control en una central, se plantea la posibilidad de modernizar o mantener la interfase de operación anterior. La modernización de la interfase de operación requiere el entrenamiento y la formación de los operadores.

Actualmente cuando se plantea la instalación de un sistema de control en una central nuclear, se analizan con diferentes criterios los siste-

mas directamente relacionados con la seguridad nuclear y los no relacionados con la seguridad nuclear.

Sistemas no relacionados con la seguridad nuclear. Las exigencias de supervisión y control requeridas en los "sistemas termodinámicos" de una central nuclear, no difieren de las exigidas en el resto de las industrias. En el resto de industrias los sistemas de supervisión y control modernos son la única solución del mercado. En el mercado existen soluciones probadas para instalaciones de volumen similar como pueden ser las centrales térmicas fósiles y las plantas petroquímicas.

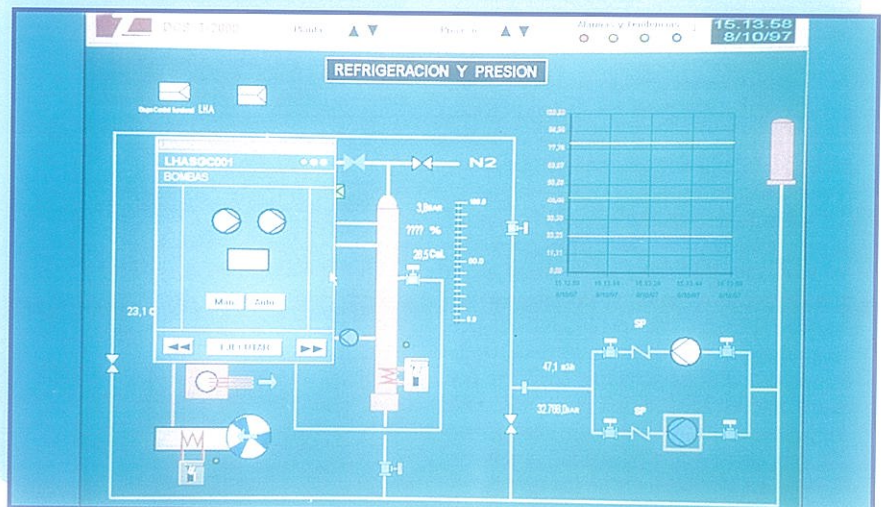
Sistemas relacionados con la seguridad nuclear. En estos sistemas las exigencias en cuanto a cualificaciones y requisitos de disponibilidad, fiabilidad, etc. hacen que la introducción de los sistemas modernos esté muy restringida y sea lenta. La no evolución a sistemas modernos de protección (cualificados) se debe a una falta de demanda. En los países donde se han seguido construyendo centrales, se pueden encontrar soluciones de sistemas cualificados. La mayor parte del coste reside en el software (no en el hardware) y, sobre todo, en la calidad de ese software. Es de vital importancia evitar fallos en el software y analizar como podrán los operadores enfrentarse a ellos en el caso de que aparecieran.

Los sistemas de instrumentación propios de la industria nuclear (NIS, RMS, IDPB, CBLT,...) son paquetes de instrumentación adicionales que deben ser integrados dentro del sistema de supervisión y control principal.

APORTACIONES MAS SIGNIFICATIVAS

Las aportaciones más significativas de los Sistemas de Supervisión y Control modernos se resumen en la reducción de tareas de calibración, aumento de flexibilidad e integración, facilidad de modificación y de ampliación y mejora de la interfase de operación.

F II - Pantalla Operación DCS-T2000



A continuación se citan las principales aportaciones de un sistema moderno:

- Integración total en un único sistema de la planta. Desde el sistema de supervisión y control se permite la atención global de las siguientes áreas:

- Instrumentación.
- Control eléctrico.
- Sistemas del nivel de Operación y Mantenimiento. Sistemas de Supervisión y de Ayuda a la Operación.
- Sistemas del nivel de Gestión de la planta. Optimizaciones de rendimiento, balances, producción, ...

- El costo global del sistema es mucho menor. Se utiliza menos hardware, teniendo mayor importancia el software. El precio del hardware cada vez es menor. Los suministradores de sistemas hardware están cambiando su filosofía, obligados por los suministradores de paquetes software.

- Los sistemas están abiertos a mejoras y ampliaciones (orientados a futuro). La apertura de un sistema permite integrar otros subsistemas o desarrollarlos dentro de su misma arquitectura.

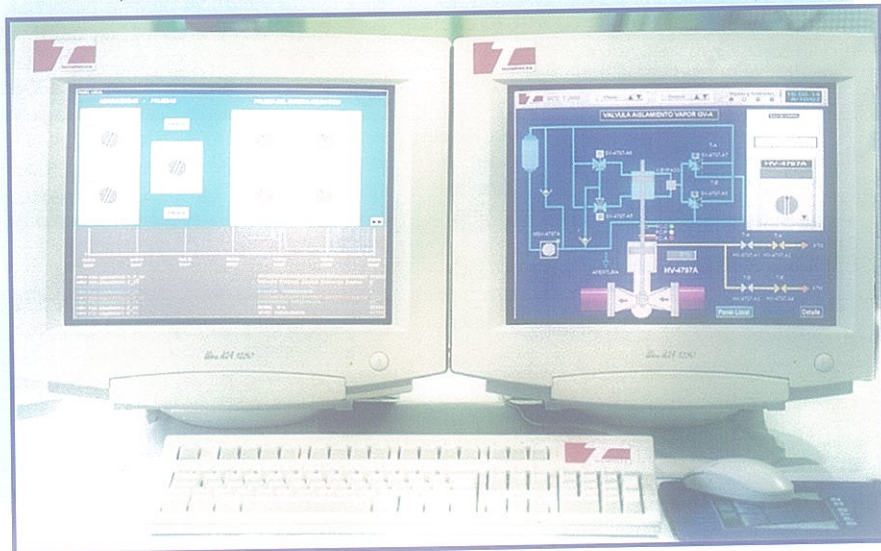
TENDENCIAS ACTUALES

Las principales guías que se suelen dar en la actualidad de cara a un proceso automatizado (o en un proceso de modernización) son:

- Uso de Bases de Datos estándar, si es posible.
- Uso de hardware de propósito general.
- Los nuevos sistemas deberán estar bien documentados (con interfaces de programación que posean herramientas de configuración), estando orientados a futuras modificaciones o ampliaciones.
- La arquitectura software debe permitir el uso de sistemas probados (importancia la calidad del software).
- Máxima adherencia posible a estándares lo que facilitará la integración de sistemas.
- El sistema deberá estar pensado para ser compatible con las futuras versiones de hardware y de sistemas operativos ("upwards").

Los actuales Sistemas de Supervisión y Control permiten relaciones entre los distintos niveles y están mucho más orientados hacia futuras ampliaciones que los sistemas tradicionales. Según los suministradores de sistemas, el cliente tendrá un mejor servicio en términos de costes y eficiencia, mediante un único vendedor y una relación a largo plazo. Frente a esta opinión, está la de los consultores que ven como mejor solución la de un consultor que permita una mejor integración de sistemas. En todo proyecto es imprescindible una figura que asuma una responsabilidad única, que evite una subestimación del trabajo de integración y que proporcione homogeneidad al sistema. Aparece así, en proyectos en los que partici-

F III - Nivel Operación DCS-T2000



pen varios suministradores, dentro de la gestión del desarrollo del proyecto la figura de una unidad integradora.

En el mercado europeo de sistemas de control existe una gran preponderancia de sistemas basados en S. O. UNIX. La apuesta de Microsoft con Windows NT dentro de la informática de empresa también contempla el control de procesos y el mercado de los Sistemas de Control Distribuidos. La creciente aceptación de Windows NT en las amplias aplicaciones empresariales ejerce una fuerte introducción de Windows NT en la automatización y control y supervisión de Procesos.

Las compañías de software de Supervisión y

Control de Procesos y la continua disminución del precio del hardware, están haciendo evolucionar a los suministradores de grandes Sistemas de Control hacia su misma línea. Por ejemplo, Siemens posee interfase de operación que se puede instalar bajo Windows NT, la interfase de operación WP70 de Foxboro está disponible bajo Windows NT y bajo UNIX, ABB posee interfase de operación bajo Windows NT, Elsag Bailey, Honeywell y Fisher-Rosemount siguen ese camino. Emerson Electric Company que es propietaria de Fisher-Rosemount ha comprado ya hace tiempo una de las compañías proveedoras de Software de Control y Supervisión más conocidas.



Luis ALONSO TROYANO es Ingeniero Técnico Industrial. Trabaja en Tecnatom S.A. desde 1978. Certificado como Supervisor de Operación de centrales PWR, ha participado y coordinado numerosos proyectos relacionados con la I&C. Tiene 10 años de experiencia en la Puesta en Marcha de sistemas de I&C. CN ASCO I y II, CN VANDELLOS II, CT CCIG ELCOGAS en esta última como jefe de Puesta en Marcha de I&C.



Juan A. CARRASCO MATEOS es Ingeniero Industrial de ICAI (1994). Comenzó su carrera profesional en Sistemas e Instrumentación donde participó en el desarrollo de proyectos de Telemando y Telecontrol. Trabaja en Tecnatom S.A. desde 1995 en la División de Ingeniería de Operación dedicándose a temas de Instrumentación y Control entre los que ha destacado el SPDS de CN José Cabrera.