

L. ABAD - J. VALLIER

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO EN C.N. COFRENTES

Desde que a finales de los años 80 C.N. Cofrentes planteó la posible mejora de control en la central hasta llegar al día de hoy, se han ido sucediendo distintas etapas en la implantación progresiva de un sistema de control distribuido en la central. La descripción de estas fases y de los criterios técnicos que las han ido definiendo son el objeto de este artículo.

INTRODUCCIÓN

A principios del año 1988 la Central Nuclear de Cofrentes se plantea la conveniencia de la modernización del sistema de instrumentación electrónica de la Central. Este sistema realiza la mayor parte de las funciones de control y supervisión de los sistemas de proceso no relacionados con la seguridad.

La necesidad de incorporar nuevos lazos de instrumentación o modificar los existentes, debido a la incorporación de nuevos sistemas de procesos, ampliación de los existentes o cambios de instrumentación neumática local a instrumentación electrónica, condujo a la realización de un estudio de viabilidad para la modernización del sistema de control y supervisión que contemplara las posibles alternativas disponibles en el mercado que pudieran sustituir y/o complementar al existente sistema de instrumentación electrónica.

ESTUDIO DE VIABILIDAD

En el estudio de viabilidad se analizaron los conceptos siguientes:

Las cabinas de instrumentación electrónica no divisional se encontraban bastantes saturadas, tanto en lo que se refiere a la utilización de alguno de sus componentes (unidades de acondicionamiento de señales, bases de conectores, ...), como en lo que se refiere a los huecos de paso de cables de entrada/salida de/a campo.

La solución más inmediata que permitiera disponer de una capacidad razonable para poder desarrollar y soportar futuros lazos de instrumentación electrónica se basaba en el diseño y acopio

de una nueva cabina de instrumentación electrónica. Pero esta solución presentaba el problema de que los componentes de estas cabinas, basados en tecnología analógica, aunque en esas fechas se seguían suministrando por el fabricante, no disponía de los mismos en stock y solo se fabricaban bajo pedido. Además esta serie de instrumentación analógica no se ofertaba normalmente para instalaciones o aplicaciones nuevas, cubriendo únicamente el repuesto en instalaciones ya existentes.

Todo esto suponía que el realizar una ampliación de la instrumentación electrónica de C.N. Cofrentes basándose en esta serie de instrumentación analógica se pudieran presentar problemas a medio plazo y quizás a corto en lo que se refería a suministro, reposición y mantenimiento de estos equipos. Estos mismos problemas podrían darse sobre los componentes de la instalación existente.

Por todo lo dicho pareció razonable contemplar alternativas a los equipos del sistema de instrumentación electrónica existente.

Los puntos básicos que debería cumplir el nuevo sistema de instrumentación electrónica eran:

- Utilizar una tecnología moderna, pero suficientemente desarrollada, que asegurara una continuidad en el suministro de sus componentes básicos durante un período dilatado y razonable de tiempo.
- Tener una implantación suficiente en plantas en operación en España que permitiera prever un continuado y adecuado soporte por parte del suministrador nacional.
- Tener un diseño modular, que permitiera una

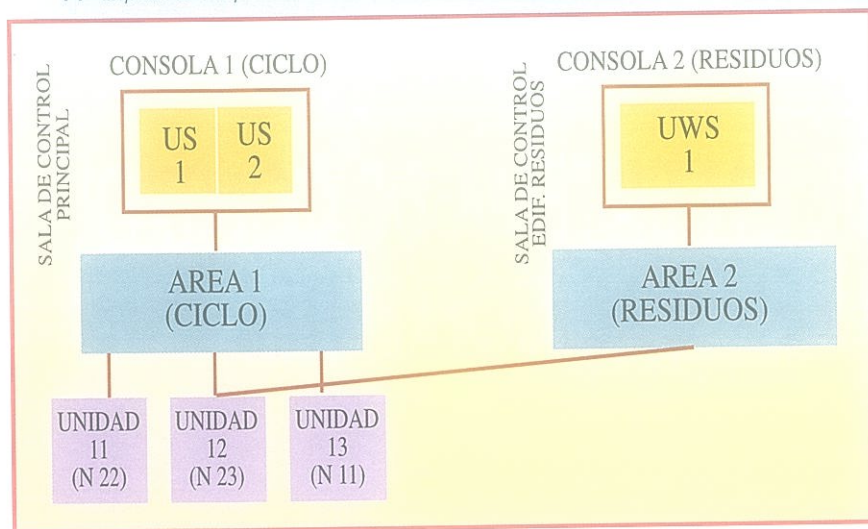
aplicación progresiva de la capacidad de tratamiento de señales.

- Tener un diseño que admitiera incorporar futuras mejoras en el sistema, sin modificaciones en la estructura básica del mismo.

Un repaso a los distintos sistemas de instrumentación electrónica que existían en el mercado, mostró que la gran mayoría de los sistemas modernos estaban realizados con electrónica digital y basados en micro procesadores. Se consideraron tres grupos:

- Controladores individuales de lazos de control. No componen un sistema completo de instrumentación y control ya que sólo realizan funciones de control modulante, teniendo muy limitadas las posibilidades de indicación y alarma y careciendo de capacidad de registro.
- Sistemas micros. A partir de los controladores individuales incorporan un sistema de comunicaciones que permite la supervisión y configuración lazo centralizada desde una consola. Tienen una capacidad limitada de manejo de variables.
- Sistemas de Control Distribuido (SCD). Se basan en la idea de utilizar una serie de minicomputadores para el control local de unos pocos lazos y enlazar todos ellos mediante un canal de comunicaciones muy rápido, al que se conecta también una consola central para vigilar y comandar la planta controlada. A esta vía de comunicación también se pueden conectar una serie de equipos periféricos complementarios de la vigilancia y control del proceso como pueden ser un sistema de alarmas, PLC's, computador central de vigilancia, etc.

Aparte de cumplir con los puntos básicos



definidos en párrafos anteriores un sistema de control distribuido permitía mejoras en los siguientes aspectos:

- Fiabilidad. Mediante el empleo de técnicas de redundancia de las partes y de técnicas de seguridad antifallo que eviten colapsar la instalación.
- Mantenimiento. Mediante una rápida detección del fallo por medio de autodiagnóstico y a una rápida reparación por sustitución permitida por su modularidad.
- Mejores estrategias de control. Mediante el uso de los recursos de software disponibles en estos sistemas que se traduce en: variedad de algoritmos de control, gran cantidad de operaciones posibles, posibilidad de cambios de parámetros de los algoritmos en función de otras señales, almacenamiento de las configuraciones utilizadas para cargarlas cuando se desea.

Todas las características descritas decidieron que la incorporación de un SCD en la Central era la solución más adecuada para conseguir la mejora deseada en el control de la Central. A continuación, se procedió a evaluar el impacto de la implantación de un sistema de control distribuido en la C.N. de Cofrentes. En los distintos apartados de esta evaluación se analizaron los siguientes aspectos.

- Impacto de SCD sobre los equipos y sistemas actuales de la Central con los que tenga alguna interfaz: sistema de alarmas, ordenador de proceso, PLCs, etc.
- Definición de la configuración del SCD, tanto en equipo como en software, y de la secuencia de implantación del SCD en la Central.
- Bases para la realización de una posterior especificación técnica del SCD para petición de ofertas. Definiendo el volumen y tipo de señales a manejar y los requisitos técnicos básicos que deba cumplir el SCD.

También se propusieron los lazos de control que formarían la implantación inicial del sistema así como una valoración del volumen total que supondría la sustitución de todos los lazos no relacionados con la seguridad.

A finales de 1988 se realiza la especificación técnica de suministro del SCD que se adjunta a la petición de oferta a los principales suministradores de este tipo de equipo, recayendo la elección en el sistema TDC 3000 de Honeywell. La configuración prevista a medio plazo de la arquitectura del SCD se muestra en la figura I.

DESARROLLO DE LAS FASES DE IMPLANTACIÓN DEL SCD

Se decidió una implantación progresiva y por fases del SCD, con el fin de que el impacto en las actividades de operación y mantenimiento fuera asimilable y permitiera al personal encargado de estas funciones el acomodarse al mismo. Con este mismo objetivo se propuso el modificar lo mínimo posible los criterios básicos de control, dejando para fases posteriores la utilización de las estrategias de control permitidas por el SCD.

PRIMERA FASE

El alcance de la primera fase de implantación, que ya venía definido en la especificación técnica de suministro, consistió en la incorporación al SCD de 16 lazos cerrados de control correspondientes a los niveles en los depósitos de drenaje

del separador de humedad y de calentamiento de primera y segunda etapa de los MSRs #1 #2 y de los tanques de drenaje de calentadores del sistema de drenaje de calentadores. Se decidió que en esta fase y de forma provisional el SCD se instalara en paralelo con el sistema de control existente de forma que el control de los lazos se pudiera transferir de un sistema a otro según se considerase necesario, para ello se diseñó una unidad de transferencia que posteriormente se desmontó cuando el SCD se hizo cargo de estos lazos de control de forma completa y definitiva.

La elección del sistema de drenaje de calentadores fue debida al interés que se tenía en mejorar la estabilidad del sistema durante los transitorios de arranque de la central.

El equipo del SCD estaba formado por:

- Una consola de operación con: estación universal, módulos de comunicación, teclados, pantalla táctil, impresora, unidad de disquetes, unidad de disco Winchester y módulo histórico.
- Una cabina de control con: controlador multifunción avanzado, módulos de comunicación y paneles terminales.

El SCD se configuró desde el punto de vista de la fiabilidad con redundancia de funciones de control, de comunicaciones y de fuentes de alimentación.

En la figura II se muestra uno de los displays generados en el desarrollo de esta fase, que corresponde a los tanques de drenajes de calentadores.

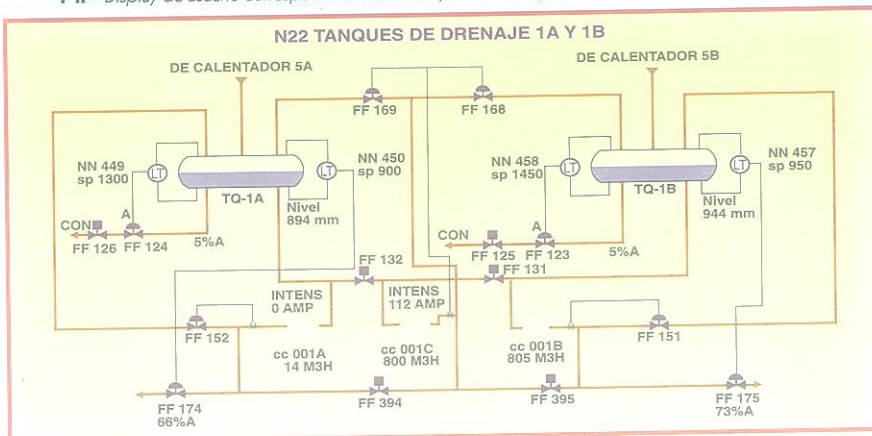
Esta primera fase del SCD se implantó en la parada para la quinta recarga de la Central.

SEGUNDA FASE

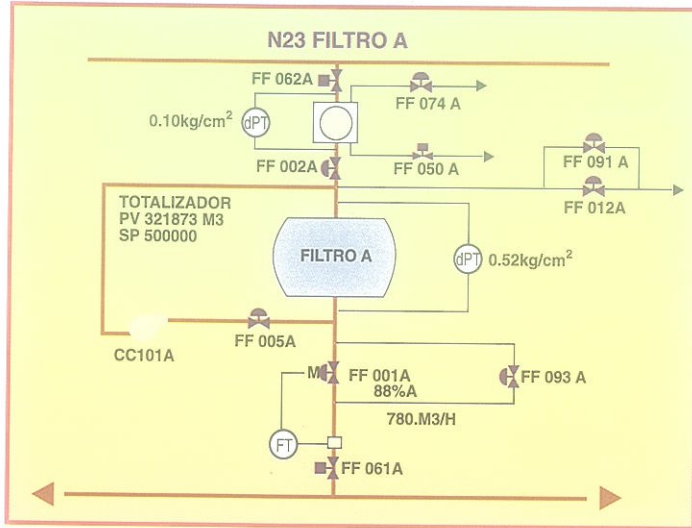
En el año 1991 se desarrolla la segunda fase del SCD cuyo alcance es el incorporar las siguientes funciones de control y supervisión del sistema de drenaje de calentadores:

- Generación de señales digitales (para control lógico y alarmas) a partir de las señales analógicas de nivel en los calentadores.
- Señalización de la posición de las válvulas neumáticas.
- Lazos cerrados de control del nivel de los calentadores.

F II - Display de usuario correspondiente a los tanques de drenajes



F III - Display de usuario correspondiente al filtro A de tratamiento de condensado



Se desmontan los antiguos transmisores de nivel de tipo desplazamiento así como los interruptores de nivel de tipo flotador lo que supone una considerable reducción en las labores de mantenimiento.

En esta fase se define el diseño básico para realizar la derivación de las señales existentes a los sistemas del computador de la Central.

Por otra parte se aumenta el nivel de seguridad del sistema al hacer redundantes las tarjetas de entradas y salidas analógicas, y se amplía la consola de operación añadiendo una nueva estación universal redundante de la existente.

Para acomodar las nuevas señales se hizo necesaria la instalación de una nueva cabina de control con dos controladores multifunción avanzados.

Esta fase se implantó en la parada para la sexta recarga de la Central.

TERCERA FASE

En el año 1992 se desarrolla la modificación correspondiente a la tercera fase de la implantación del SCD.

En esta tercera fase se incorpora al SCD distintas funciones de control y supervisión del sistema del tratamiento del condensado y se sigue ampliando la aplicación al sistema de drenaje de calentadores.

En concreto en el sistema de drenaje de calentadores se lleva al SCD la monitorización de la posición de las válvulas motorizadas del sistema y la medida de caudal de las bombas del sistema.

En el sistema de tratamiento de condensado se incorpora en el SCD el control automático de las válvulas de regulación del caudal de entrada a cada uno de los filtros y la válvula del bypass del sistema de filtros, el control manual y la supervisión de las válvulas motorizadas y neumáticas y la monitorización de las variables más significativas del sistema.

La elección del sistema de tratamiento de condensado se decidió con el fin de mejorar la información del sistema desde una sala de control acondicionada en vez de hacerlo desde un panel local.

En esta fase se decide incorporar un PLC en la configuración del SCD se basó en las mejores características de este equipo respecto a su interfaz con accionamientos como centros de control de motores interruptores de media tensión que no se deseaban modificar en su diseño original.

También se instala una consola de operación con estación de trabajo, teclado y pantalla en la sala de control del edificio de residuos.

En la figura III se muestra uno de los displays generados en el desarrollo de esta fase, que corresponde al filtro A de tratamiento de condensado.

Esta fase se implantó en las paradas correspondientes a las recargas 7ª y 8ª.

CUARTA FASE

En el año 1995 se inicia la cuarta fase del SCD con el siguiente alcance:

- Sistema de drenaje de calentadores: Se incluye en el SCD el mando y señalización de posición de todas las válvulas motorizadas, el control automático de las válvulas de mínima recirculación de las bombas y el mando de las bombas del sistema.
- Sistema de vapor de extracción: Se incluye en el SCD el mando y señalización de posición de las válvulas motorizadas y neumáticas, el control lógico y modulante de las válvulas automáticas y la supervisión de la presión en distintos puntos de extracción de turbina.
- Sistema de drenajes atmosféricos y alivios diversos: Se incluye en el SCD el mando y señalización de posición de las válvulas motorizadas.

La elección de estos sistemas se realizó con el fin de llegar a integrar en el SCD los sistemas correspondientes al ciclo de la Central.

Las modificaciones en el equipo del SCD consisten básicamente en el montaje de 6 racks auxiliares conectados al PLC ya existente. Con el fin de minimizar cableado y aprovechando el espacio libre dejado por los mandos e instrumentos convencionales que se desmontan, los 6 racks auxiliares se instalan en paneles de mando de la

Dado que el panel de control del sistema de tratamiento de condensado esta localizado en el edificio de residuos, se decide llevar las señales existentes en este panel a una nueva cabina de control del SCD que se localiza en una sala cercana a la sala de control del edificio de residuos, esta cabina aloja un controlador multifunción y un PLC.

La decisión de in-

sala de control ya que en estos paneles se encuentran disponibles las señales de/a campo. Esta fase esta previsto montarla en la parada correspondiente a la 10ª recarga de la Central.

CONCLUSIONES

La experiencia obtenida durante estos años permite afirmar que los resultados globales de la incorporación del SCD en la central, han conducido a una mejora en la gestión y desarrollo de las actividades de mantenimiento y operación, debido a la mayor calidad de la información presentada por el sistema lo que ha permitido una evaluación más completa del comportamiento de los sistemas de proceso.

Luis ABAD BASSOLS es Ingeniero Técnico Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid. Su carrera profesional la inició en Foster Wheeler en el año 1973.

En el año 1976 ingresó en el departamento de Instrumentación y Control de Empresarios Agrupados como Ingeniero de Proyecto para la C.N. de Cofrentes, pasando a partir del año 1982 a ocupar el cargo de Jefe de Proyecto de I&C para el proyecto de servicios a la explotación de C.N. Cofrentes.

Actualmente ocupa el puesto de Jefe de I&C en la IPP (Ingeniería de Proyecto en Planta) de C.N. Cofrentes.



José VALLIER es Ingeniero Aeronáutico por la Universidad Politécnica de Madrid (1975).

Iniició su actividad profesional en el año 1975 en SENER, participando como Ingeniero en el desarrollo de distintos proyectos de la División de Plantas de Proceso.

En 1981 ingresó en el Departamento de Instrumentación y Control de EMPRESARIOS AGRUPADOS donde ha venido desarrollando su labor como Ingeniero en el Proyecto de Servicios a la Explotación de la C.N. de Cofrentes.