



MODERNIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL EN ALMARAZ, ASCÓ Y VANDELLÓS

Las plantas españolas PWR de diseño Westinghouse llevan unos años desarrollando un amplio programa de modernización de los sistemas de control no clase. Este programa incluye la sustitución de los sistemas principales debido a la obsolescencia de los equipos instalados y a la implantación de mejoras funcionales. La plataforma de control Ovation de Westinghouse ha sido la utilizada para modernizar los sistemas de control del reactor, control de la turbina, ordenador de proceso y control del nivel de los calentadores de agua de alimentación y tanques de drenaje de los MSR.

Las modernizaciones se han repartido en el tiempo de tal forma que no haya impacto durante la parada y que las diferentes organizaciones del cliente y de Westinghouse puedan organizar grupos de trabajo dedicados a los proyectos de modernización.

INTRODUCCIÓN

En la última década las centrales españolas han realizado importantes inversiones en la modernización de los sistemas de control para hacer frente a problemas de obsolescencia en los equipos originales, disminuir o eliminar puntos de vulnerabilidad de estos sistemas y aumentar la fiabilidad y la respuesta ante transitorios de la central.

Aunque cada central ha tenido un plan de modernización específico hay una serie de puntos en común que se han seguido en todas ellas y que las hacen diferentes de otras modernizaciones de sistemas de control ocurridas en centrales europeas.

En las plantas españolas la modernización de los sistemas de control se ha realizado como una secuencia de pequeños proyectos en contrapartida a los grandes proyectos de modernización donde se cambia toda la instrumentación y control de la planta de una vez. Esta forma de abordar la modernización de los sistemas de control tiene importantes ventajas tanto desde el punto de vista de la inversión, como por facilitar la dedicación en detalle a los proyectos de los diferentes departamentos de planta, Ingeniería, Operación, Instrumentación, etc.

Otros aspectos comunes en las modernizaciones es la selección de una

plataforma para los nuevos sistemas de control, aunque no ha habido ninguna alianza estratégica con un suministrador, en general las plantas han optado por los sistemas de los suministradores originales. También se ha optado por ir modernizando la sala de control como parte de los cambios de cada sistema de control. La instalación de estos sistemas de control se realiza durante una recarga normal sin impactar en el camino crítico de esta.

La Tabla 1 muestra las modernizaciones de los sistemas de control realizadas o en curso, en las que ha participado Westinghouse como suministrador del sistema de control.

Westinghouse como suministrador principal de estas plantas, y de acuerdo con ellas, estableció unos objetivos para estas modernizaciones:

- Incrementar la fiabilidad y la disponibilidad de los sistemas de control eliminando los puntos de vulnerabilidad debidos a fallos simples a través de un diseño altamente fiable que sea inmune a fallos únicos, utilizando la plataforma de control que fuese totalmente redundante así como la redundancia en los transmisores de campo.
- Dar respuesta a los problemas de obsolescencia de los sistemas de control de las centrales, sustituyendo sistemas de control analógicos



ELENA DE LA FUENTE ARIAS

Senior Engineer.
División de Nuclear Automation
WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES
Licenciada en Física Nuclear. Universidad de Salamanca



JULIETA SERRANO JIMÉNEZ

Senior Engineer.
División de Nuclear Automation
WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES
Ingeniero industrial especialidad en Tecnologías Energéticas. ETSII Carlos III de Madrid.



ESTANISLAO MADROÑAL RODRÍGUEZ

Principal Engineer.
División de Nuclear Automation.
WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES
Licenciado en Física Aplicada.
Universidad Autónoma de Madrid.

MODERNIZATION OF THE ALMARAZ, ASCÓ & VANDELLÓS NON-1E CONTROL SYSTEMS

During the last decade the Spanish PWR nuclear power plants designed by Westinghouse have planned and implemented the modernization of the non-1E Control systems. The driving forces behind the modernization of the original Control Systems are the management of the obsolescence of these systems and the implementation of functional improvements in the plants to increase the Control System reliability and availability. Westinghouse Ovation platform has been used in the modernization of the Reactor Control System, Turbine Control System, Plant Computer and Feedwater Heaters Level and MSRs Drains tanks Level control. Modernizations have been spread through the years in such a way that there is not impact on the outages and the different organizations on the customer and Westinghouse can have dedicated teams to work in these projects.



PLANTA	SISTEMA	INSTALACIÓN
C.N. Vandellós II	Control de Turbina (DEH)	1999
C.N. Almaraz	Control de Turbina (DEH)	2005 / 2004
C.N. Almaraz	Control del Reactor (SCDR) y Control de las Turbobombas de Agua de Alimentación Principal	2006 / 2007
C.N. Almaraz	Control de Nivel de Calentadores de Agua de Alimentación y de Tanques de Drenajes de los MSR	2008 / 2007
C.N. Vandellós II	Sistema de Refrigeración de Servicios Esenciales (RM)	2009
C.N. Almaraz	Ordenador de Planta (SAMO)	2011 / 2012
C.N. Ascó	Ordenador de Planta (SAMO)	2012 / 2013
C.N. Ascó	Control de Nivel de Calentadores de Agua de Alimentación y de Tanques de Drenajes de los MSR	2012 / 2013
C.N. Vandellós II	Ordenador de Planta	2015
C.N. Ascó	Control del Reactor (SCDR) y Control de las Turbobombas de Agua de Alimentación Principal	2015 / 2016
C.N. Vandellós II	Control del Reactor (SCDR) y Control de las Turbobombas de Agua de Alimentación Principal	2016
C.N. Ascó	Control de Turbina (DEH)	2017 / 2017

Tabla 1. Modernizaciones de sistemas de control realizadas por Westinghouse o en curso.

por tecnología digital eliminando procesos de calibración y reduciendo los costes de mantenimiento de estos sistemas.

- Poder ofrecer una plataforma digital que sirva de plataforma única para los diferentes sistemas de control no clase, reduciendo las necesidades de entrenamiento, el número de plataformas a mantener así como las necesidades de repuestos de múltiples plataformas.
- Diagnóstico *online* que permita hacer una localización y una corrección de fallos mucho más rápida.
- Planificar las instalaciones de los nuevos sistemas de control para no incrementar el tiempo normal de recarga.
- El sistema de control ha de ser de fácil diagnóstico y mantenimiento, con tiempo medio para reparación de menos de 0,5 horas.

Como plataforma de control se seleccionó el sistema *Ovation*.

CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA OVATION

La plataforma *Ovation* es un sistema de control e información distribuido, compuesto fundamentalmente por controladores de proceso redundantes, estaciones de trabajo de operación e ingeniería y una red de comunicaciones.

La tecnología utilizada en la **red de comunicaciones** permite realizar la interfase entre los controladores y las estaciones de trabajo con los usuarios. Es una red de transmisión de datos flexible y comercial, de alta velocidad basada en *Fast-Ethernet*, con estructura redundante y tolerante a fallos mediante el uso de componentes probados, lo que garantiza que todos los puntos de proceso sean transmitidos en tiempo real sin pérdidas o retrasos. Westinghouse diseña

los sistemas de control para que las acciones de control no dependan de la red de comunicación.

Los **controladores de proceso** son redundantes, con detección de fallos y capacidad de diagnóstico. Además, ejecutan complejas estrategias de control, realizan la adquisición de datos a través de los módulos de entradas/salidas del sistema y proporcionan la interfase con la red de comunicaciones. Utilizan un sistema operativo multitarea en tiempo real (VxWorks)(Figura 1).

Las **estaciones de trabajo** son ordenadores comerciales basados en el sistema operativo *Windows* que permiten la interfase de los operadores y el personal de ingeniería y mantenimiento con los procesos de planta a través de la red de comunicaciones de *Ovation*.

El uso de la plataforma *Ovation* permite obtener una arquitectura abierta y ampliable a futuras modernizaciones de planta, de manera que puedan integrarse mediante una multitud distintos sistemas de control, tales como DEH y SCDR, con un sistema de información como es el ordenador de planta. Esta multired permite crear por un lado una separación funcional y de mantenimiento entre las diferentes redes, pero estableciendo una interfase común a los usuarios mediante la integración de los datos de dichas redes en las estaciones de cada sistema.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DEL ORDENADOR DE PLANTA

El sistema del ordenador de planta o también denominado SAMO (Sistema de Ayuda Mecanizada a Operación) es un sistema de control e información distribuido que permite la supervisión y monitorización en tiempo real de los procesos de planta y la ejecución

de los cálculos necesarios para una correcta evaluación de la operación de la planta. Su principal función es proporcionar información actual e histórica sobre el estado de los sistemas de planta y realizar cálculos para la ayuda a la operación, tanto en operación normal como en condiciones de emergencia.

Los objetivos generales de diseño de los nuevos ordenadores de planta instalados en Almaraz Unidad 1 y Unidad 2, en Ascó Unidad 1 y Unidad 2, y en Vandellós II, fueron:

- Diseñar un sistema fiable que sea inmune a fallos únicos, utilizando controladores de proceso, equipos de red y servidores redundantes.
- Mejorar en el acondicionamiento de las señales del sistema mediante renovados módulos de entradas/salidas de *Ovation*.

Figura 1. Controladores de proceso redundantes y módulos de entradas/salidas de *Ovation*.



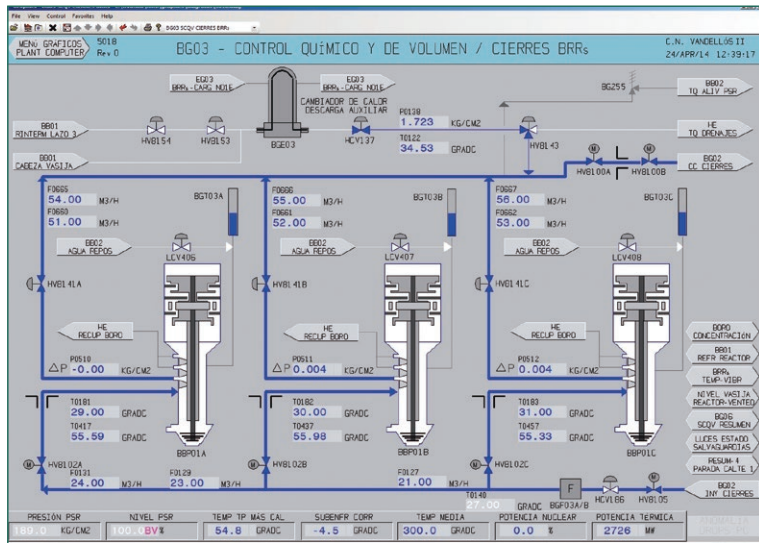


Figura 2. Ejemplo de gráfico de proceso del ordenador de planta de Vandellós II.

- salidas que permiten actuar sobre múltiples tipos de señales.
- Capacidad de desarrollo, diagnóstico y mantenimiento del sistema mediante una serie de herramientas de fácil manejo desde las estaciones de ingeniería ubicadas fundamentalmente en la sala de ordenadores o en la sala de equipos Ovation.
- Capacidad de almacenamiento y recuperación del histórico de datos a través de los nuevos Servidores Históricos Redundantes (OPH).
- Interfase con los sistemas digitales externos al sistema (enlaces de datos) mediante servidores de enlaces de datos y también con los nuevos módulos Ethernet de enlaces de datos ubicados en las cabinas de los controladores de proceso.
- Nueva interfase con operación mediante nuevos y/o actualizados gráficos de proceso, aplicaciones específicas y programas de Ovation tales como tendencias, diagramas de señal y sistema de alarmas. La interfase con los operadores se realiza desde las estaciones de operación ubicadas principalmente en la sala de control y en el Centro de Apoyo Técnico (Figura 2).
- Capacidad de cálculo del sistema, mejorando la interfase con las aplicaciones específicas del ordenador de planta. Se ha dotado al sistema de una plataforma redundante donde se ejecutan dichas aplicaciones. Las principales aplicaciones del ordenador de planta de Westinghouse permiten la monitorización de la tasa

de fugas, la supervisión de la posición de barras, la monitorización del Delta-I, el cálculo de la potencia térmica y la generación de informes de seguimiento y evaluación de las pruebas ESFAS (Engineered Safety Features Actuation System).

INSTALACIÓN

La instalación del SAMO de Almaraz se realizó en ambas unidades en las recargas de mayo 2011 y mayo 2012, respectivamente. Se mantuvieron las cabinas y el cableado de campo existentes y se suministraron dos nuevas cabinas donde fue instalado el aislamiento de las señales clase 1E que llegaban al ordenador original (Figura 3).

La instalación del SAMO de Ascó se realizó en ambas unidades en las recargas de mayo 2012 y noviembre 2013, respectivamente. Se mantuvieron las cabinas ubicadas en la sala de control donde se instalaron los controladores de proceso y los módulos de entradas/salidas y se construyeron unas nuevas cabinas Marshalling de conexiones intermedias en la sala de cables inferior para conectar las señales de campo. En la Sala SAMO fueron instaladas las nuevas



Figura 3. Detalle de montaje de una cabina del SAMO de Almaraz.

cabinas de servidores y de infraestructura de red. Esta modificación supuso una notable mejora en el cableado de campo a las cabinas de los controladores y en el acondicionamiento de las señales de entrada/salida al ordenador (Figura 4).

Figura 4. Cabina del SAMO de Ascó.





Figura 5. Cabina del ordenador de planta de Vandellós II.

La modernización del ordenador de planta de Vandellós II se realizó durante la recarga de mayo 2015. El uso de unos kits de migración para sustituir los módulos originales de entradas/salidas permitió mantener las cabinas y el cableado de campo existentes, eliminando problemas de obsolescencia y mejorando la fiabilidad del sistema mediante la redundancia de todos los equipos de adquisición de datos, de red y servidores (Figura 5).

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CONTROL DE TURBINA (DEH)

El Sistema de Control Digital Electrohráulico de Turbina (DEH) tiene como objetivos la modernización por obsolescencia de los sistemas de control originales, haciendo accesible a instrumentación, ingeniería y operación la lógica de control de turbina e incluyendo mejoras funcionales como sincronización automática, capacidad de controlar velocidad de turbina con una precisión de ± 1 rpm, mejorar la



Figura 6. Detalle de Montaje del DEH de Almaraz.

prueba de válvulas de turbina reduciendo el tiempo de la prueba y la pérdida de MW.

El nuevo sistema de control DEH es un sistema compuesto por dos parejas de controladores de proceso redundantes. El Controlador 3/53 realiza las funciones de operador automático y protección de sobrevelocidad (OA/OPC) y se utiliza para el control de velocidad y de carga de la turbina. El Controlador 1/51 es utilizado para realizar fundamentalmente el Control Automático de Turbina (ATC) así como el control de temperatura de los recalentadores-separadores de humedad y el control del vapor de cierres. Este último también se emplea para el control del modo virador y de la refrigeración del aceite electrohráulico.

Este sistema posee varios modos de operación que pueden ser seleccionados a través de los gráficos de proceso:

- Modo Operador Auto (OA) que proporciona control de velocidad y de carga de turbina. El operador fija los valores de velocidad y de carga objetivo y la rampa de subida para alcanzar ese objetivo. A partir de este modo se pueden seleccionar los demás modos de operación.
- Modo Sincronización (Auto Synch) que puede ser seleccionado por el operador cuando cerca de la velocidad de sincronización se cumplen las condiciones favorables para hacer la transferencia desde el modo

anterior al modo de sincronización automática. El sistema toma el control aumentando o disminuyendo la velocidad de turbina y la tensión del alternador hasta que se alcanzan las condiciones de red necesarias para realizar la sincronización.

- Modo Manual que funciona con los controladores redundantes y que permite al operador seleccionar la posición de las válvulas de turbina desde los gráficos de proceso o el panel manual.
- Modo Local-Manual que permite al operador controlar las posiciones de las válvulas de turbina directamente desde las estaciones Auto/Manual ubicadas en el panel de sala de control cuando se produce una pérdida total de los controladores redundantes.

La **Protección de Sobrevelocidad (OPC)** se realiza o bien mediante los relés de tres módulos detectores de velocidad cableados mediante una lógica 2 de 3 directamente a las solenoides de disparo o bien a través de los controladores de proceso redundantes, proporcionando así redundancia en dicha protección.

Como la protección de la turbina requiere que todas las válvulas de vapor cierren rápidamente, es recomendable que dichas válvulas se encuentren operativas y que periódicamente se realicen ciertas pruebas para comprobar que esto es así. El nuevo sistema de control de turbina permite realizar las **pruebas de las válvulas**

de turbina en línea de forma segura y eficiente. La mejorada interfase gráfica de este sistema de control permite realizar dicha prueba sin que se vea afectado el estado de la planta.

INSTALACIÓN

La instalación del DEH de Almaraz se realizó en ambas unidades en las recargas de octubre 2004 y abril 2005, respectivamente. Se reutilizaron las cabinas originales del sistema y se mantuvo el cableado de campo existente. El proceso de montaje junto con las correspondientes pruebas de señales de entrada/salida así como la modificación de los paneles de sala de control se realizó dentro del programa previsto (Figura 6).

La instalación del DEH de Ascó está prevista en ambas unidades para las recargas de mayo 2017 y octubre 2017, respectivamente.

CARACTERÍSTICAS DEL SCDR Y CONTROL DE TURBOBOMBAS

El sistema SCDR es el sistema de control del reactor y del Control Químico y Volumétrico del Reactor (CVCS). El sistema original suministrado por Westinghouse cuando se instalaron las centrales es un sistema analógico y aunque sus componentes no están obsoletos el coste de su mantenimiento es muy alto, además posee puntos de vulnerabilidad al no disponer de redundancias.

El nuevo sistema de control SCDR minimiza las acciones del operador automatizando las operaciones más complejas y, por lo tanto, disminuyendo la posibilidad de un error humano. De igual manera minimiza transitorios de planta y la respuesta del control ante un transitorio pudiendo evitar disparos del reactor.

La fiabilidad y disponibilidad del sistema de control aumenta debido a los componentes redundantes de Ovation y al instalar transmisores redundantes en los lazos de control y disponer de salidas redundantes. Al sustituir módulos analógicos por digitales se elimina las necesidades de calibración de los lazos de control.

La interfase en sala de control para los operadores es híbrida, por una parte se instalan nuevas estaciones de control físicas automático/manual y puestos de operación con monitores y teclados desde los cuales los operadores pueden acceder a gráficos desde

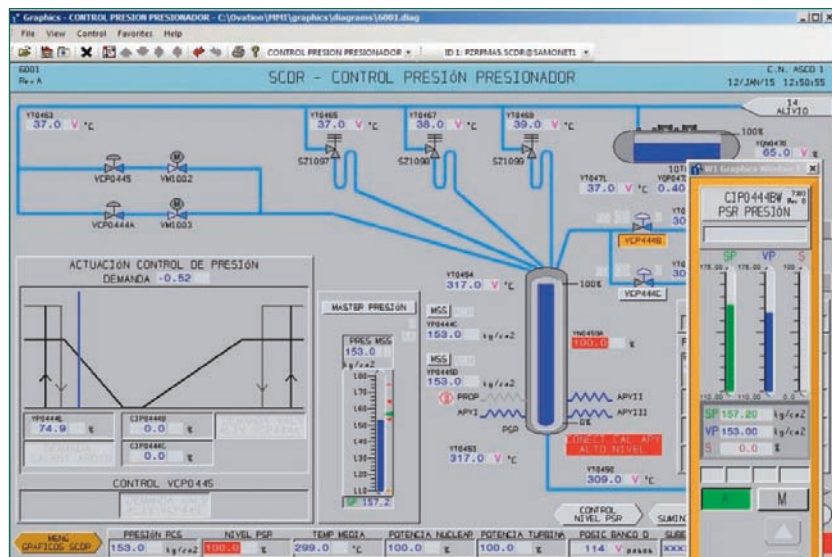


Figura 7. Ejemplo de Gráfico del SCDR de Ascó.

donde se pueden realizar todas las acciones de control que realizarían desde el panel o consola. Este diseño proporciona una redundancia en la interfase del operador (Figura 7).

El sistema SCDR está diseñado para que el operador pueda controlar desde las estaciones físicas automático/manual los lazos de control en caso de pérdida de los controladores redundantes. De igual forma, las actuaciones del sistema se configuran para una acción predeterminada ante fallo del controlador redundante.

El nuevo sistema de control utiliza la validación de los transmisores redundantes para elegir el más apropiado y rechazar los canales con malfunción o que se desvían demasiado de los otros, el sistema puede tomar acciones de control alternativa en respuesta a fallos en transmisores redundantes o sencillos.

Los principales lazos de control del SCDR son:

Control de agua de alimentación. Es el encargado de mantener automáticamente el nivel de los Generadores de Vapor (GV) en todo el rango de potencia. Para ello calcula el caudal de agua de alimentación necesario para mantener el nivel programado. Una vez conocido el caudal requerido, se posicionan las válvulas de agua de alimentación principal y se fija la velocidad la turbobomba de agua de alimentación. El control realiza la transición desde un control a bajas potencias, que usa la señal de nivel de rango ancho como anticipación de los

cambios de nivel, al modo de altas potencias donde la anticipación se calcula en función de desequilibrio entre caudales de vapor y agua alimentación, esta transición se realiza sin saltos en las funciones de control.

Controles principales del sistema de refrigeración del reactor (RCS). Como son la temperatura media del reactor, presión y nivel del presionador y el baipás de turbina. El control de la temperatura media del RCS se realiza regulando el balance de reactividad mediante la petición al sistema de control de barras de extraer o insertar las barras de control a la velocidad calculada. Para mantener la presión en el presionador en el nivel deseado el sistema actúa sobre los calentadores si hay que subirla o sobre las duchas y válvulas de alivio del presionador para bajarla. El inventario de refrigerante en el RCS se regula manteniendo el nivel del presionador en su valor programado variando el caudal de carga. Es necesario controlar el baipás de turbina para permitir rechazos de carga sin disparo del reactor.

También se encarga de transferir la energía almacenada en el RCS después de un disparo de reactor hacia el condensador. El baipás se utiliza para controlar la presión de los generadores de vapor en condiciones de cero carga.

Además de los lazos anteriores el SCDR dispone de muchos lazos

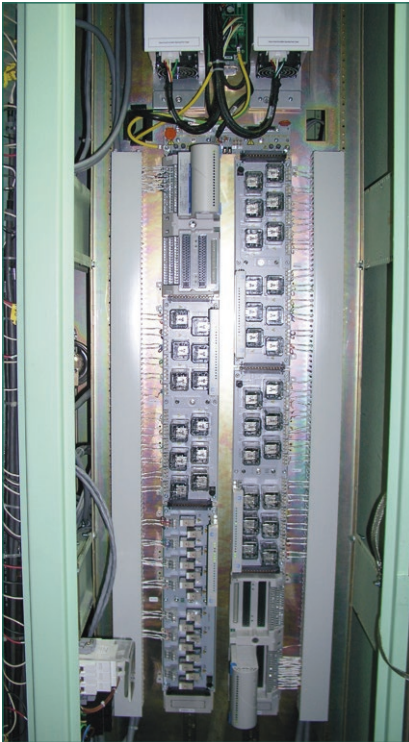


Figura 8. Detalle de instalación del SCDR de Almaraz.

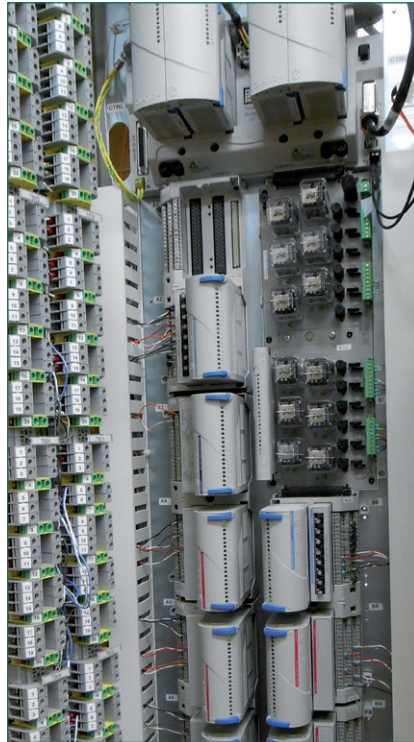


Figura 9. Detalle de instalación del SCDR de Ascó.

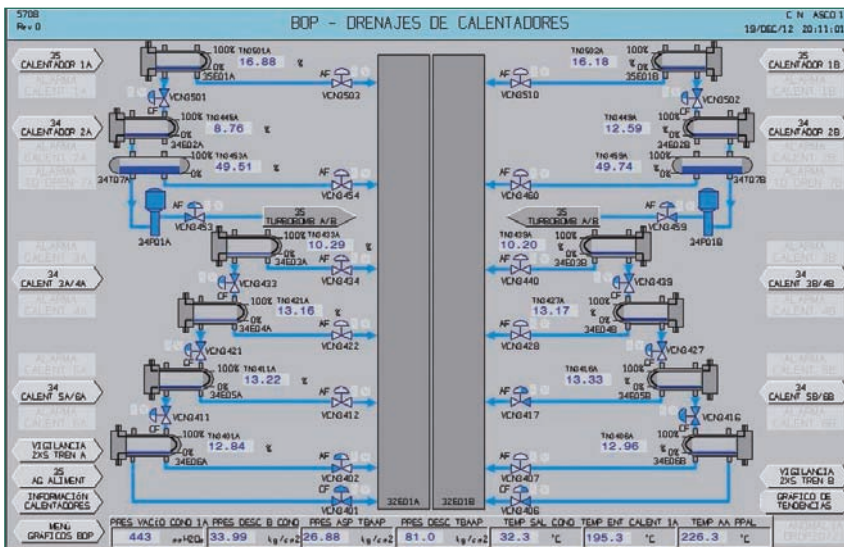


Figura 10. Ejemplo de gráfico del control de nivel de calentadores y tanques de drenaje de MSR de Ascó.

sencillos para el control de las funciones del CVCS e indicaciones y controles varios. Uno destacable es el control de caudal del baipás del sistema de eliminación del calor residual (RHR).

Existe una separación funcional de los lazos de control entre los diferentes

controladores del SCDR para cumplir con los requisitos funcionales y no añadir reactividad positiva por dos medios diferentes al reactor y no introducir ningún fallo que no esté previamente analizado en el Informe Final de Seguridad.

El nuevo sistema de control se instala en las mismas cabinas que utiliza

el sistema original. En la instalación se cambian los paneles de cableado interno por unos nuevos y se pueden sustituir las bornas de entrada de señales de campo.

Conjuntamente con los cambios en el control del SCDR se realiza la modernización del sistema de control de velocidad de las turbobombas. El nuevo sistema de control es un sistema electro-hidráulico con sondas de velocidad redundantes y servoválvulas para posicionar las válvulas de la turbobombas. Además se realiza la protección de la turbobombas sustituyendo los actuales presostatos por nuevos transmisores redundantes eliminando puntos de fallos simples. El circuito de disparo es un sistema hidráulico con redundancia hidráulica 2 de 3 en su actuación. Igualmente se ha eliminado el disparo mecánico de sobrevelocidad y en su lugar se disponen de disparos diversos para esta protección.

INSTALACIÓN

La instalación del SCDR y turbobombas de Almaraz se realizó en ambas unidades en las recargas de octubre 2006 y octubre 2007, respectivamente. En ambos casos, se reutilizaron las cabinas antiguas y el cableado de campo existente (Figura 8).

La instalación del SCDR de Ascó se realizó en el Grupo 1 en la recarga de noviembre 2015 y tiene prevista su instalación en el Grupo 2 en la recarga de mayo 2016. En ambos casos, se reutilizan las cabinas antiguas y el cableado de campo existente (Figura 9).

Está previsto realizar la instalación del SCDR de Vandellós II en la recarga de noviembre 2016 y al igual que en los casos anteriores se reutilizan las cabinas del 7300.

CARACTERÍSTICAS DEL CONTROL DE NIVEL DE CALENTADORES Y TANQUES DRENAJE MSR

El nuevo control de calentadores de agua de alimentación (FW) y de drenajes de los MSR sustituye a los controles neumáticos locales instalados originalmente en las plantas que no tenían posibilidad de actuación desde sala de control.

El control se realiza midiendo el nivel de los tanques y actuando sobre las válvulas de descarga de los mismos. Cada tanque dispone de dos



Figura 11. Cabina remota del control de nivel de calentadores y tanques de drenaje de MSR de Almaraz.

válvulas de descarga, una para drenaje normal y la otra de emergencia, con descarga directa al condensador.

Las mejoras más importantes con respecto al sistema existente son las siguientes:

- Mayor fiabilidad debido a la redundancia de los equipos de Ovation y de transmisores.
- Aumento de la capacidad de diagnóstico de los equipos y de operación.
- Mejora en la respuesta de los transitorios operacionales como la prueba de válvulas de turbina.

El operador tiene en la sala de control un puesto de trabajo por lo que aumenta notablemente la cantidad de información de la que dispone sobre el estado de los diferentes tanques y aislamientos y tiene capacidad de actuación manual sobre cualquier válvula (Figura 10).

En Almaraz y en Ascó tienen instrumentos inteligentes (Smart) tanto en los

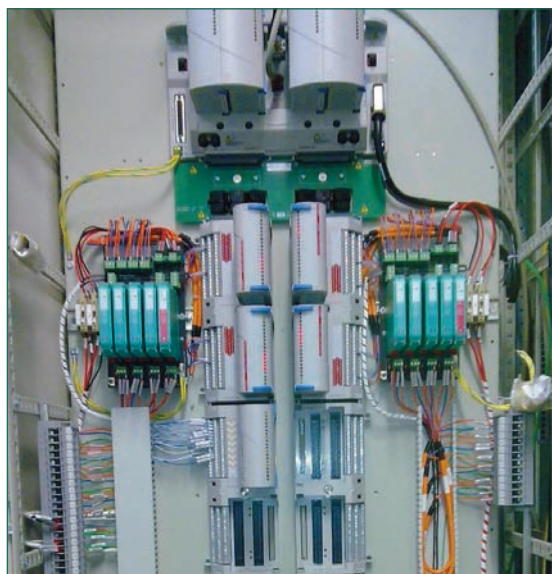


Figura 12. Cabina del control de nivel de calentadores y tanques de drenaje de MSR de Ascó.

posicionadores como en los transmisores de nivel, que permiten su configuración desde las estaciones de ingeniería. Además, desde las estaciones de trabajo de ingeniería, el personal de instrumentación puede realizar mejoras en la sintonización de los lazos.

En el caso de Ascó el protocolo de comunicación digital es *Foundation Fieldbus* siendo la comunicación bidireccional entre dispositivos inteligentes de campo y el sistema de control. La mayor de las ventajas es la capacidad de diagnóstico y las alertas que generan estos dispositivos y comunican al sistema de control.

El control de Ovation es capaz de mantener el nivel de los tanques en su punto de tarado con una mayor precisión que los controles neumáticos antiguos. Para la medida del nivel se utilizan dos transmisores redundantes en cada tanque, siendo automática la selección de un canal en caso de fallo del otro. El sistema consiste en dos controles por tanque, uno con un punto de tarado menor que actúa sobre la válvula de drenaje normal y otro control con un punto de tarado más alto que actúa sobre la válvula de emergencia al condensador. La lógica evita, en la medida de lo posible, las aperturas de las válvulas de emergencia que disminuiría el rendimiento del secundario. También para mejorar el rendimiento del secundario, se limita la oscilación de

las válvulas por lo que los caudales se hacen más estables.

El diseño del sistema se realizó tras el estudio de los modos de fallos de este. A partir de este análisis se realizó la distribución de señales y

lazos de control en controladores buscando la independencia de las funciones de control normal y de emergencia (Figura 10).

INSTALACIÓN

La instalación del control de nivel de calentadores y tanques de drenaje de MSR de Almaraz se realizó en ambas unidades en las recargas de abril 2008 y octubre 2007, respectivamente. En ambos casos, se reutilizaron cabinas antiguas de sala de control para poner los controladores de Ovation. Se instalaron dos nuevas cabinas remotas para los módulos de I/O en el Edificio de Turbina, cerca de los sistemas finales para disminuir el cableado de campo. Se utilizaron transmisores y actuadores de tipo HART que están totalmente integrados en Ovation (Figura 11).

La instalación del control de nivel de calentadores y tanques de drenaje de MSR de Ascó se realizó en ambas unidades en las recargas de mayo 2012 y noviembre 2013, respectivamente. Se instalaron nuevas cabinas en la sala de paneles frontera junto a la sala SAMO utilizándose protocolo de comunicación *Foundation Fieldbus* que permite disminuir el cableado de campo ya que en un mismo cable (segmento), por donde van las comunicaciones y la alimentación, se conectan varios instrumentos de campo (Figura 12). ■