

EMILIO RODRÍGUEZ - RICARDO VILLANUEVA

MODERNIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE I&C

Estos trabajos son un reflejo del esfuerzo continuado de modernización de la CN José Cabrera, esfuerzo que nace de la propia normativa nuclear vigente así como del interés de mejorar la seguridad de explotación, disponibilidad y eficiencia de la planta.



En este artículo se pretende dar una breve descripción de los trabajos de modernización que en el área de I&C ha venido desarrollando la Central en los últimos años, así como exponer aquellos proyectos más significativos para ésta. Se resumen, así mismo, las condicionantes y parámetros que han marcado dichos trabajos. Las lecciones aprendidas en los mismos y los costes y tiempos de ejecución de aquellos.

sistemas de I&C instalados, dificultando la adquisición de repuestos y con ello el mantenimiento y, de otro, a la generación de sistemas más fiables y con mayores prestaciones, tanto de operación como de calibración y diagnóstico de fallos.

significativas las indicadas en la Tabla I.

Los trabajos, durante este período, se centraron fundamentalmente en la mejora del diseño de sistemas de fluidos y del sistema de alimentación eléctrica de la planta.

Desde el punto de vista de I&C las modificaciones

INTRODUCCIÓN

Es un hecho frecuente el confundir el número/antigüedad de la matrícula de un coche con el estado/calidad del mismo, olvidándose que la matrícula es un hecho legal y la realidad del vehículo puede ser otra. En el caso extremo podría darse la existencia de una antigua carrocería con interior y motorización totalmente nueva, si su dueño quiere o puede realizarlo ya que podría ser más barato que adquirir un coche nuevo.

Algo similar podría decirse de una planta de generación de energía. Con el fin de alcanzar la vida de diseño de la planta y cumplir las continuas reglamentaciones que surgen en el área nuclear, aquellas se ven envueltas en un proyecto de renovación continua; llegando a confundirse la fecha de puesta en servicio de la misma (1969 en el caso de CNJC) con la realidad, es decir, el nivel de modernización real de los equipos y de la explotación de aquella.

Entre los sistemas/componentes que constituyen una planta, aquellos que se agrupan bajo el epígrafe I&C suponen un porcentaje importante de la misma y desde luego, su núcleo neurológico.

Es la I&C, una de las áreas más importantes en la seguridad de explotación de una planta, ya que constituye el gestor de los sistemas de la misma (lazos de control) y interfase del operador con la planta. Es, asimismo, un área sujeta a una acelerada evolución desde 1975, que ha llevado, de un lado, a la obsolescencia de los

DESCRIPCIÓN

Es de este área, del cual queremos exponer la realidad de la C.N. José Cabrera, como resultado de los trabajos realizados en los últimos 12 años. La CNJC ha desarrollado desde 1982 dos grandes fases de mejora/actualización de la planta.

• El período I, denominado proyecto SEP, se extendió entre los años 1982-1987. Este proyecto supuso la puesta al día de la central frente a los requisitos de la normativa nuclear vigente en aquel momento. Durante el mismo, se acometieron como modificaciones más

T I MODIFICACIONES PROYECTO SEP período 1982-1987

* OBJETIVO:

Situar a la central en un grado de cumplimiento con la normativa de seguridad comparable a las centrales de diseño más moderno.

- | | |
|-----------|--|
| Criterios | <ul style="list-style-type: none"> • Redundancia equipos/componentes de seguridad • Separación física y eléctrica entre equipos/componentes • Alimentación eléctrica fiable • Calificación sísmica y ambiental |
|-----------|--|

* ALCANCE

SISTEMAS DE FLUIDOS:

- Rediseño sistema de inyección de seguridad (ECCS)
- Rediseño sistema de refrigeración de componente (CCWS)
- Rediseño sistema de eliminación de calor residual (RHRS)
- Rediseño sistema de refrigeración del foso de combustible gastado (SFPS)
- Rediseño sistema de tratamiento de residuos radiactivos líquidos (WD)
- Nuevo sistema de agua de alimentación de emergencia al G.Vapor (AFWS)
- Nuevo sistema de agua de servicios esenciales (ESSWS)
- Nuevo sistema de toma de muestras post-accidente y control H₂ (PASS)
- Nuevos sistemas de ventilación y filtración (sala de control-edif. contención, auxiliar, eléctrico)
- Nuevo sistema de protección contra incendios PCI (detección, protecciones activas y pasivas)

T II
MODIFICACIONES PROYECTO SEP período 1982-1987

SISTEMA ELÉCTRICO - I & C

• **Nuevo sistema redundante de alimentación eléctrica de salvaguardia:**

- Barras 3 KV, 380 Vca, CCM's
- Barras de continua (125 Vcc) y de alterna vital (118 Vca)
- Baterías (125 Vcc) e inversores

• **Nueva alimentación eléctrica de emergencia**

- Generador diesel
- Línea dedicada Zorita Hidráulica

• **Nueva instrumentación post-accidente (PAMS)**

• **Nuevas cabinas de I & C de salvaguardias tecnológicas (ESFAS/7300)**

T III
ACTUACIONES SIGNIFICATIVAS período 1990-1997

* **OBJETIVO:** Reemplazar aquellos componentes que se considera alcanzan su vida de diseño e introducir mejoras necesarias por razones de seguridad o eficiencia.

* **ALCANCE:**

• **Sustitución** sistemas de control y protección del reactor. Circuito secundario

• **Sustitución** sistemas de control y protección del reactor. Circuito primario

• **Sustitución** lazos de control e instrumentación del circuito secundario

• **Sustitución** sistema de instrumentación nuclear (NIS)

• **Nueva** instrumentación de control y vertidos

• **Nueva** instrumentación torre meteorológica principal y nueva torre auxiliar

• **Nueva** red dosimétrica ambiental alrededor C.N.J.C.

• **Nueva** instrumentación de radiación postaccidente

• **Nuevo** sistema de supervisión vibraciones bomba principal y turbina

• **Nuevo** sistema de visualización parámetros seguridad (SPDS)

• **Nuevo** sistema de vigilancia sísmica emplazamiento

• **Nueva** planta automática embidonado y solidificación de residuos (PSE)

ejecutadas tuvieron su origen en los nuevos sistemas de fluidos instalados, sin hacerse actuación alguna sobre los equipos/componentes operando en dicho tiempo en la planta. Los trabajos de I & C se centraron, pues, en:

a) Inclusión de nuevos equipos/componentes requeridos por la normativa (PAM).

b) Inclusión de nuevos equipos/componentes/laços de control derivados de los nuevos sistemas de fluidos que se instalan.

• El período II, de modernización de la I & C, se ha extendido desde 1990 hasta 1997. En este intervalo de tiempo, los proyectos llevados a cabo han pretendido la puesta al día de los sistemas de I & C de la central fueran o no relacionados con la seguridad, así como, la inclusión de nuevos equipos que la experiencia operativa demandaba o eran requeridos por normativa.

Durante esta fase se han acometido como modificaciones más significativas las indicadas en la Tabla III.

El resultado final de este período puede decirse que ha supuesto la actualización de casi el 90% de los componentes y laços de I & C de la planta.

Mientras que las razones de la fase I fueron el cumplimiento estricto o tan estricto como fuese posible de la normativa nuclear vigente, debido a las limitaciones que en algunos casos supone una planta ya construida, las razones

que impulsaron los trabajos de la fase II han sido:

- Obsolescencia de los equipos de I & C. Un alto porcentaje de los mismos con más de 22 años de antigüedad.

- Falta de repuestos originales, que han dado lugar a un coste creciente de mantenimiento.

- Mejora de la interfase hombre/máquina que ofrecen los equipos actualmente en el mercado.

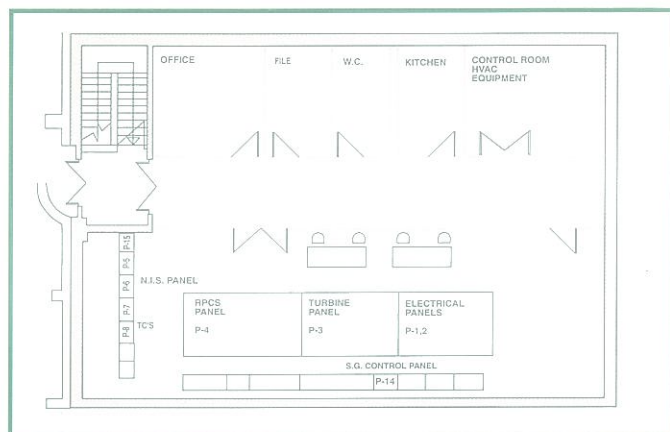
- Simplificación/Flexibilidad en la realización de las gamas periódicas de calibración/prueba de los componentes.

- Mejora en la gestión de la vida remanente de explotación.

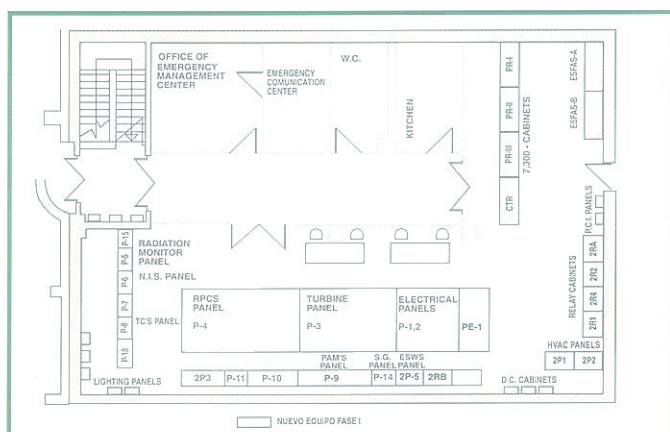
Las condiciones de contorno que han marcado ambos períodos (I, II) y que merecen destacarse son:

• Falta de espacio físico para las nuevas modificaciones, al ser una planta ya construida y sin grandes disponibilidades de éste. Un parámetro crítico en cualquier modificación ha sido

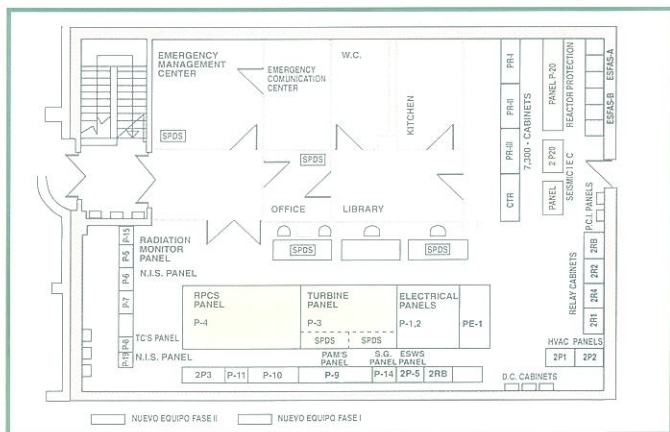
F I - Configuración original sala de control



F II - Configuración sala de control (Período I)



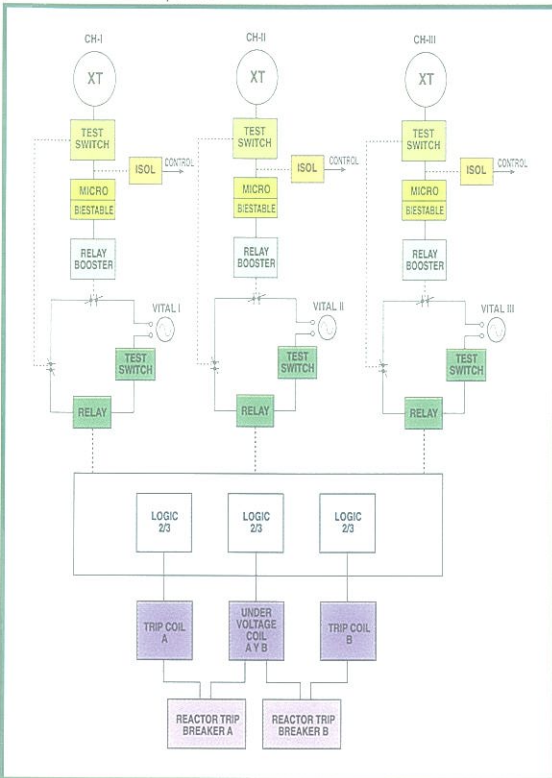
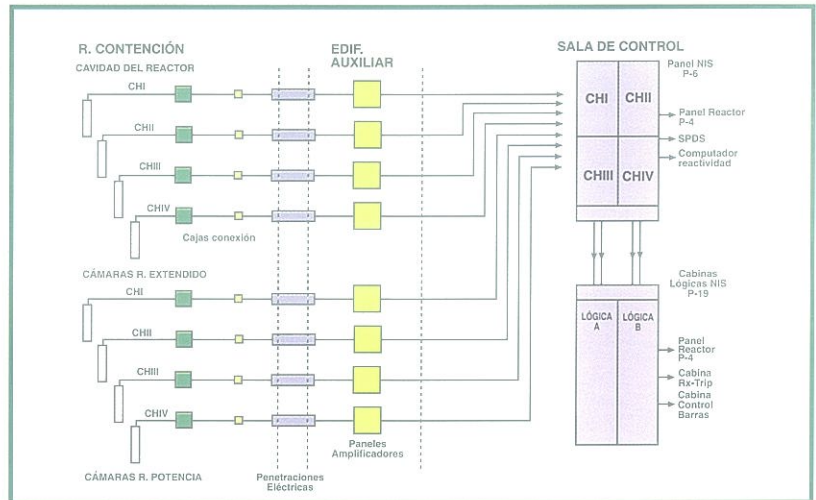
F III - Configuración actual sala de control (Período II)



la adaptación del nuevo equipo/componente al espacio disponible. La adaptabilidad del suministrador, sus equipos y diseños a las necesidades y condiciones específicas de la planta, ha sido un factor primordial de todos los trabajos realizados y consideramos que del buen resultado obtenido.

Debe señalarse, no obstante, que el volumen de la nueva electrónica introducida implicó la reconfiguración de la Sala de Control durante el período I, con el fin de obtener espacio disponible (ver figuras I, II).

Durante el período II, ante la imposibilidad de

F IV - Sistema de protección del reactor. Esquema**F V - Esquema nuevo sistema NIS**

- Aportando su conocimiento sobre la operación de la planta, interfases entre equipos y proponiendo mejoras de operación/mantenimiento en los diseños.

El total de la inversión realizada en el área I&C- Eléctrica, en pts. de 1997, fue aprox. de 10.000 MMpts

• En el período/fase II fue la búsqueda de una mayor calidad de explotación el factor dominante, lo cual ha supuesto un planteamiento de ejecución diferente, en concreto:

- Un alcance de trabajos que, si bien alto, ha distribuido su ejecución en un período de tiempo amplio (1990-1997). La instalación de equipos se realizó aprovechando las paradas programadas de la planta y buscando no extender la duración de las mismas.
- La utilización de grupos externos de trabajo

jo reducidos, con el objeto de conseguir una continuidad en el tiempo de sus integrantes, un fácil contacto con la planta y su personal, así como un profundo conocimiento de la planta y sus peculiaridades. Así y, durante este período, la dedicación de técnicos en las áreas de I&C más Eléctrica ha sido de 10 personas equivalentes.

La participación del personal de C.N.J.C. en esta fase no se limitó a la dirección y coordinación de los proyectos sino que entró en la revisión detallada del diseño y de su interfase con otros elementos de planta y asumió la supervisión de los montajes y la realización de las pruebas de puesta en marcha de los nuevos equipos/sistemas. Asimismo, se ha procedido con la gestión de todas las compras de material/servicios requeridos.

El volumen de inversión realizada en este período en el área de I&C asciende aprox., en pts. de 1997, a 3.000 MMpts.

ampliar el espacio de la Sala de Control, los nuevos paneles han sido colocados en ésta reduciendo al mínimo el espacio disponible en la misma (ver figura III).

• Adecuada Interconexión con otros sistemas existentes en la planta.

Las soluciones adoptadas han buscado siempre la facilidad/simplicidad de interfase entre los nuevos sistemas/componentes con los ya existentes así como dejar previsión para las futuras actualizaciones programadas.

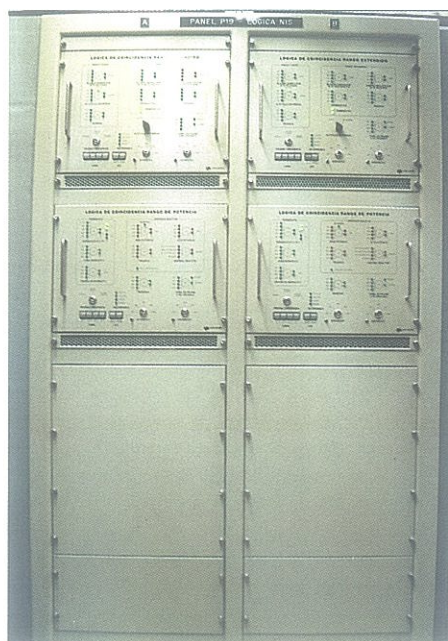
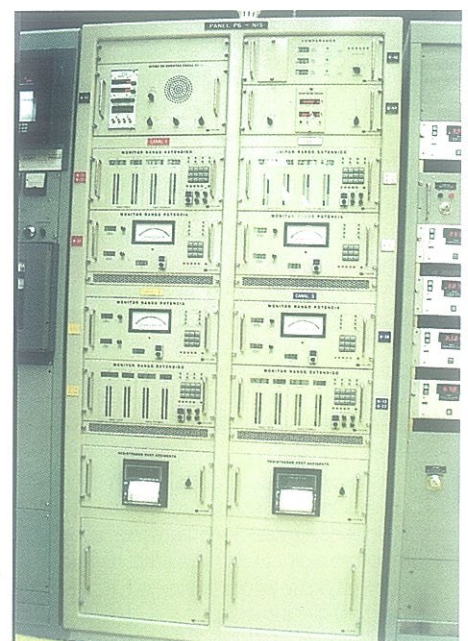
Desde el punto de vista de la logística ambos períodos/fases han tenido planteamientos bien diferenciados, debido a las características naturales del origen de cada una de ellas.

• En el período/fase I fue la presión de la normativa nuclear e interés en aumentar la seguridad en la explotación de la planta el factor dominante, ello implicó:

a) Un alcance de trabajos muy amplio, siendo concentrada su ejecución en un período de tiempo reducido (1983-1985) y paradas de planta muy largas.

b) La constitución de grandes grupos externos de trabajo, basándose en fuertes empresas de ingeniería (W/EEAA). Así, y durante este período, la dedicación en el área de I&C-Eléctrico fue de 30 personas equivalentes. Realizando éstas el diseño, adquisición de equipos más significativos (cabinas media y baja tensión, secuenciador, etc...) así como la supervisión del montaje y de las pruebas de puesta en marcha de los mismos. El personal de C.N.J.C. actuó en esta fase bajo dos esferas:

- Dirección y coordinación del proyecto en las áreas de diseño/compras/montajes y pruebas.

F VI - Panel lógicas NIS - P.19**Panel control NIS - P.6**

El esquema básico de cualquier lazo de protección del reactor refleja en la figura IV. El coste global del proyecto ha ascendido a 500 MM ptas.

• *Sustitución sistema de instrumentación nuclear (NIS)*

El alcance de esta actualización ha comprendido la instalación de los siguientes equipos; describiéndose en la figura V la filosofía del nuevo sistema:

- Nuevas cámaras. Empleándose cámaras tipo "fisión" para rango intermedio y fuente (rango extendido) y para potencia.
- Nuevo cableado y nuevas penetraciones eléctricas del recinto.
- Nuevas cabinas de proceso para rango extendido (fuente e intermedio) y potencia (Panel P-6). Pasando, de 4 canales en potencia y 2 en rango intermedio y fuente, a un sistema basado en 4 canales para cada rango.

Nueva cabina de lógicas redundantes de disparo y alarma (Panel P-19)

- Nuevos indicadores/registradores analógicos/digital de aguja en panel del reactor (P-4).

El nuevo equipo ha sido diseñado y construido por la firma Gammametrics-USA. Las características técnicas más significativas del nuevo sistema son:

- Flexibilidad para pruebas de cualquier parte del sistema, con planta en operación.
- Adaptación a los condicionantes (espacio/interfase hombre-máquina) impuesta por la planta.
- Completo panel de alarmas de malfunciones del equipo.
- Proceso de señal analógico, visualización digital y de barras para parámetros y lógica cableada con microrelés enchufables.
- Alta inmunidad al ruido (EMI/RFI) de la señal de las nuevas cámaras de fisión, si bien una enorme sensibilidad de éstas a la calidad del montaje (tensión física en conectores, humedad en vaina protectora de cables, etc).
- Calificación sísmica/ambiental según IEEE 323/344 de todo el sistema, así, como cumplimiento con R.G. 1.97 Rev. 3 en los canales de rango extendido.

En la figura VI se incluye una foto de los frentes de los paneles de control y lógicas del nuevo NIS.

El coste global del proyecto ha ascendido a 850 MM ptas.

• *Sistema de visualización de parámetros de seguridad (SPDS).*

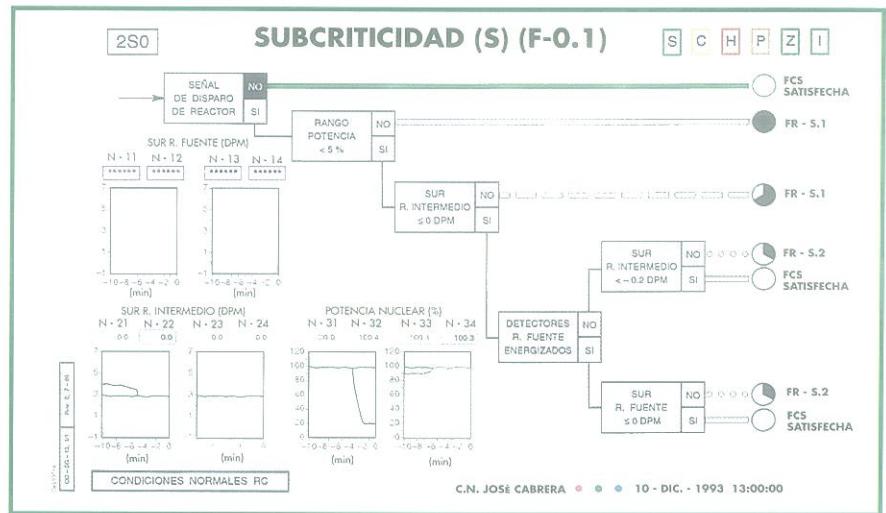
Este sistema ha sido instalado en C.N.J.C. por dos razones principales:

- Mejorar la gestión de un accidente, facilitando la diagnosis de los eventos de la planta y el seguimiento de los procedimientos de operación de emergencia (POE's).
- Mejorar ciertas carencias existentes en la interfase hombre-máquina de la configuración de la Sala de Control.

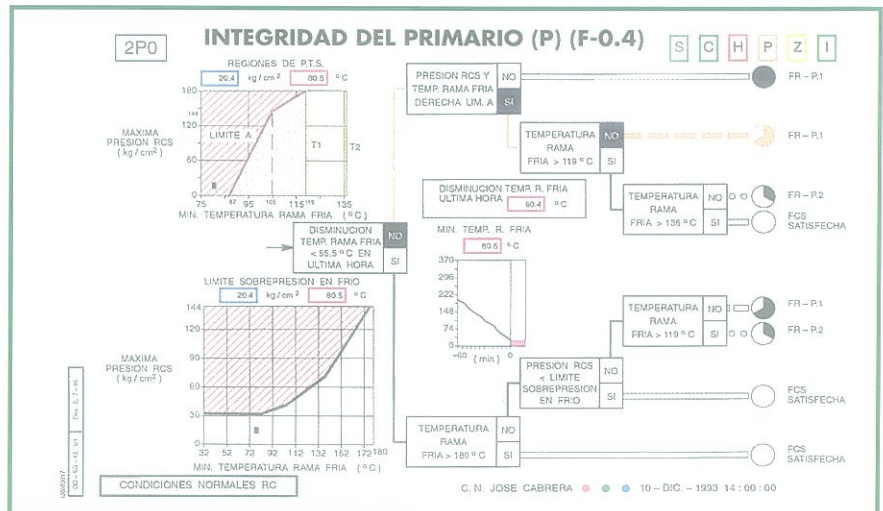
Este nuevo sistema, cuya estructura se expone en la figura VII está constituido por:

- Un sistema de adquisición de datos (SAD) basado en PLC de última generación (micro

FIX - Pantalla tipo. SPDS



FX - Pantalla tipo. SPDS



486DX), cuya instalación se ha realizado dentro de los paneles centrales (reactor/turbina) gracias a lo compacto de sus bastidores y tarjetas. El lenguaje de configuración se desarrolla sobre entorno WINDOWS/MS-DOS y permite realizar programación DBF (Design Block Function). Existe, asimismo, la posibilidad de ver las lógicas programadas activas y con ello simplificar los trabajos de diagnóstico/mantenimiento.

- Sistema de graficación y control de proceso (SGCP). Este subsistema está basado en dos servidores redundantes sobre estaciones de trabajo tipo HP 9000/J200 y como terminales de consulta, estaciones de trabajo HP 712/100, todas ellas de sobremesa y con lenguaje UNIX 10.2. El lenguaje de configuración se desarrolla en un entorno X-WINDOW, Motif y DATAVIEW 6.0., siendo su comunicación mediante red-ethernet protocolo TCP/IP.

El SPDS en C.N.J.C. se ha diseñado con el fin de obtener máximo grado de disponibilidad, aplicando el concepto de redundancia en todos sus niveles (CPU's, redes, servidores y UPS), buscando su inmunidad a fallo simple.

Un ejemplo del tipo de pantallas del SPDS se recoge en las figuras VIII, IX, X.

Como características más destacadas cabe señalar las siguientes:

- Pantallas sensitivas. Esto permite una rápida consulta del operador en situaciones de tensión propias de un transitorio de operación
- Herramientas software de supervisión del sistema, que permiten el diagnóstico de operación de sus componentes hardware y de las lógicas operativas.
- Herramientas software de estudio de transitorios: tendencias tabulares, tendencias gráficas (con cursores de determinación valor/tiempo de puntos singulares), selección de señales e intervalos de tiempo a visualizar o archivar de forma permanente, generación de informes típicos (informe de suceso notifiable, ...).
- Sistema sencillo, de bajo volumen físico y bajo coste global del proyecto 300 millones pts.

• *Cambio lazos de control asociados al RCS.*
Con objeto de hacer frente a la obsolescencia de los equipos existentes se decidió cambiar

Pasa a la página 48