

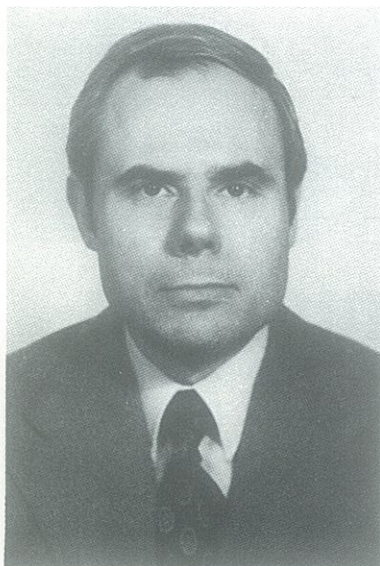
SISTEMA DE INFORMACION PARA ACCIONES A TOMAR DURANTE EMERGENCIAS (ERIS)

INSTRUMENTACION

Jaime SEGARRA

El Sistema de Información para Acciones a tomar durante Emergencias (ERIS) ha sido desarrollado por General Electric al objeto de proporcionar al personal de operación de Centrales Nucleares una información significativa de los parámetros de funcionamiento de la Central que permita dar respuestas precisas en el momento justo, en circunstancias de dificultad tales como durante una emergencia de la Central. El ERIS es un sistema de seguimiento durante la operación, asistido por computador y con presentación de datos en pantalla de vídeo, diseñado para ayudar a los operadores a localizar rápidamente los puntos en los que existen problemas, enfocando su atención a parámetros importantes del funcionamiento de la Central. La alta velocidad del sistema permite usarlo además para medidas repetitivas durante la operación, que anteriormente requerían paradas periódicas de la Central. Este tipo de aplicación no sólo representa un significativo ahorro en costes de operación, sino que además ayuda a que el operador cobre confianza en la fiabilidad del sistema.

Igualmente adecuado para su aplicación a centrales BWR y PWR, el ERIS obtiene, calcula y verifica la fiabilidad de los parámetros clave de la Central. El sistema compila los datos en formatos significativos, que aparecen en pantalla para informar sobre el estado actual de funcionamiento y puede responder asimismo a preguntas específicas del operador. También proporciona registros impresos de fenómenos transitorios.



Jaime SEGARRA CULILLA es Doctor Ingeniero Industrial por la ETSII de Barcelona. Ha realizado cursos de Física e Ingeniería Nuclear y Electrónica en la Junta de Energía Nuclear, para capacitación, al objeto de instalar y formar parte del grupo inicial de operadores del reactor Argonaut de la ETSII de Barcelona, actividad que se desarrolló entre 1961 y 1964.

Cursó estudios de Administración de Empresas en España y Suiza y ha publicado diversos libros y artículos sobre temas de matemática básica y relacionados con Centrales Térmicas y Nucleares.

En la actualidad presta sus servicios en General Electric Technical Services Company desde 1964 y es Ingeniero Jefe de Sistemas Eléctricos desde 1974.

ANTECEDENTES

El ERIS responde a los puntos de actuación identificados por la Comisión Reguladora Nuclear de Estados Unidos (NRC), tras el incidente de Three Mile Island, para proveer de datos críticos de la Central, en caso de emergencia, a los operadores y otro personal de emergencia.

Los citados puntos de actuación fueron inicialmente identificados por la NRC en los documentos NUREG 0660, «NRC Action Plan» (mayo 1980) y NUREG 0737, «Clarification of TMI Action Plan Requirements» (noviembre 1980). Entre dichos puntos estaban comprendidos los siguientes, como se muestra en la figura 1:

- Disponer en la sala de control una pantalla que proporcione información al operador sobre parámetros clave de la Central.
- Establecer un Centro Técnico de Información (TSC), separado de la sala de control, en el cual pueda juzgarse el estado de la Central.
- Establecer una Instalación para Operaciones de Emergencia (EOF) situada fuera del emplazamiento y que, en caso necesario, proporcione a la dirección y ejecutivos de la Empresa Eléctrica, información sobre el estado de la Central.

Es de notar asimismo que, durante el desarrollo del ERIS, se tomó igualmente en consideración el documento de la NRC, NUREG 0696, de febrero de 1981, «Funcional Criteria for Emergency Response Facilities», que facilita más criterios específicos para estas instalaciones y el tipo de datos que las mismas deben proporcionar.

DESCRIPCION GENERAL

Los componentes básicos del ERIS son el Sistema de Adquisición de Datos, las Unidades Centrales de Proceso y la Consola de Presentación de Datos.

El Sistema de Adquisición de Datos (DAS) está conectado con los sensores o instrumentación de la Central, convierte las señales de entrada en datos digitales y realiza cierto grado de proceso previo de los datos antes de transmitirlos a las Unidades Centrales de Proceso.

Las Unidades Centrales de Proceso (CPU) son módulos de computador que reciben datos del Sistema de Adquisición de Datos, los almacenan, verifican

la fiabilidad de los datos recibidos mediante señales redundantes u otras señales secundarias y presentan datos en pantalla de acuerdo con los formatos programados.

La Consola de Presentación de Datos (GDC) es un panel que contiene dos pantallas de vídeo y dos teclados. Los datos aparecen en pantalla según diversas exposiciones gráficas en tiempo real de las que se puede disponer por medio de órdenes programadas a través del teclado de interfase. La información que se obtiene en vídeo muestra parámetros críticos de la Central tales como niveles de agua, temperaturas, presiones, caudales y estado de bombas, válvulas y otros equipos. Más significativamente proporciona al operador una visión centralizada de «síntomas» críticos de las condiciones de la Central, que le ayudan a seguir los procedimientos desarrollados a partir de la Guía de Procedimientos de Emergencia y a cumplimentar las acciones requeridas. La Consola de Presentación de Datos (GDC) de la sala de control no es una consola de control; es estrictamente una fuente significativa de información de seguridad que, usada en combinación con la instrumentación existente en la sala de control, ayuda al personal de operación a llevar a cabo sus funciones de respuesta a la emergencia.

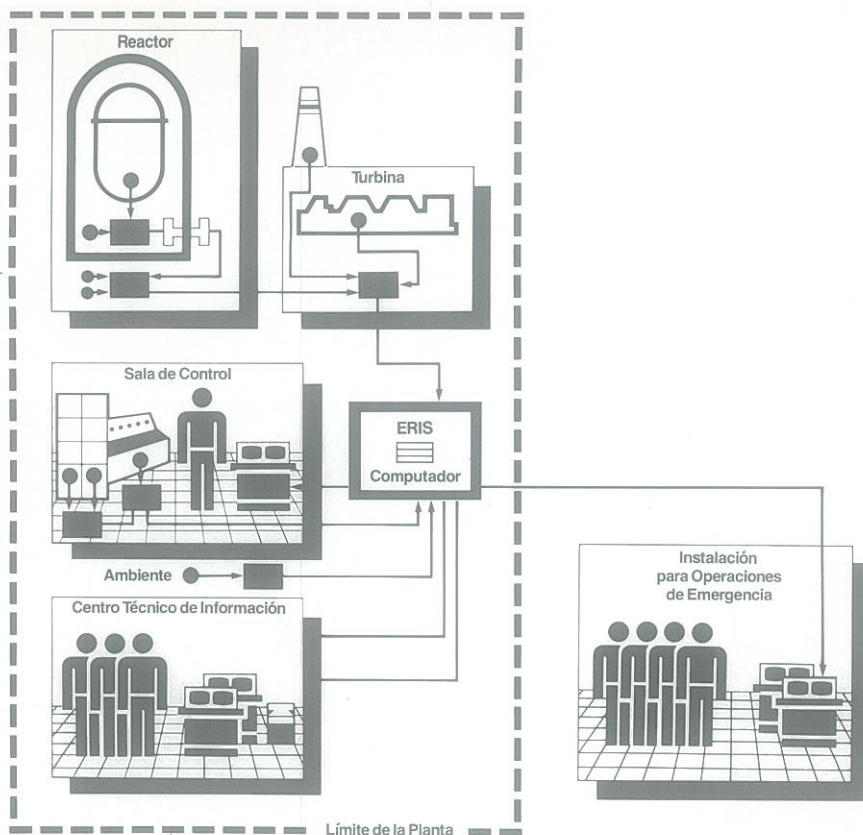
Se pueden instalar Consolas GDC duplicadas en la sala de control, en el Centro Técnico de Información (TSC), en la Instalación para Operaciones de Emergencia (EOF) o en cualquier otra zona en la que se estime pertinente.

En el Centro Técnico de Información existe asimismo otro equipo que permite imprimir en forma de tablas o representaciones gráficas todas las variables del ERIS, bien en función del tiempo o como una función de dos variables.

La configuración del ERIS, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 2, es una red distribuida funcionalmente con enlaces de comunicación en ambos sentidos entre sus tres subsistemas principales:

- Sistema de Adquisición de Datos (DAS);
- Unidades Centrales de Proceso (CPU), y
- Periféricos de Salida de Datos (Consolas GDC, Teleimpresora de Datos, Teleimpresora de Gráficos, etc.).

La figura 3 muestra a escala real algunos componentes típicos del Sistema ERIS.



FI Criterios de información a los que responde el ERIS.

El Sistema de Adquisición de Datos consta de los tres componentes funcionales siguientes, que realizan las funciones que se indican:

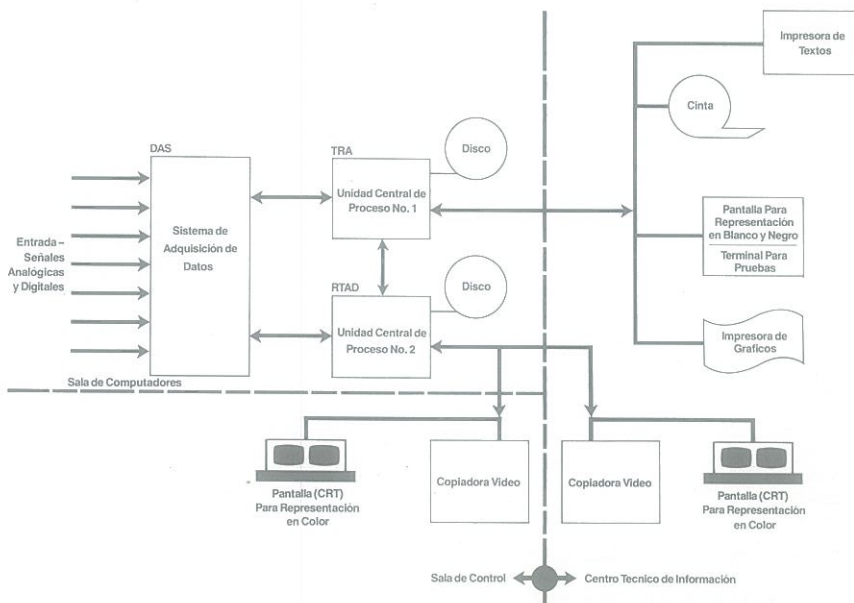
- Módulos Remotos de Entrada de Datos (RIM): Obtienen los datos necesarios de los sensores de la Central y los convierten en señales digitales.
- Multiplexores: Coordinan la transmisión simultánea de datos digitales.

– Módulos para Preparación de Formatos de Datos: Realizan un proceso previo de los datos como preparación para las Unidades Centrales de Proceso (CPU).

El proceso previo de datos que realizan de modo típico los módulos para preparación de formatos de datos comprende funciones tales como la determinación de la secuencia de los acontecimientos y la compilación de los datos.

Las señales analógicas y digitales que se muestran en la parte izquierda de la

FII Configuración esquemática del ERIS.





F III Componentes típicos del sistema ERIS a escala real.

figura 2 representan las entradas de varios sensores e instrumentos analógicos y digitales seleccionados de la instrumentación de la Central para constituirlos en la base de datos del ERIS. Se pretende que estas fuentes de datos sean aquellas que ya están incluidas en el diseño de la Central, si bien puede ser necesario disponer de sensores y transmisores adicionales para conseguir ciertos aspectos de la presentación de datos deseada.

Todas las señales de la Central que utiliza el ERIS son conseguidas bien en las regletas de bornas del panel local o en las de la sala de control; se transmiten a los Módulos Remotos de Entrada de Datos, montados en los paneles locales o en la sala de control, y así se convierten en entradas al DAS. La salida de los Módulos Remotos de Entrada de Datos se transmite directamente a un Multiplexor o Módulo para Preparación de Formatos de Datos a través de cables de fibra óptica o convencionales.

El Sistema de Adquisición de Datos (DAS) explora las señales analógicas de la Central a una velocidad de muestreo que varía desde una muestra por segundo a 250 muestras por segundo, según las características dinámicas de la señal de que se trate. Cuando la secuencia temporal de acontecimientos es crítica, el DAS reduce el intervalo entre dos lecturas a cuatro milisegundos, lo cual permite la reconstrucción de la dinámica de la Central durante un acontecimiento transitorio rápido.

Las CPU constan de dos Unidades Centrales de Proceso separadas que se

usan individualmente para 1) Registro y Análisis de Transitorios (TRA), y 2) Análisis y Presentación de Datos en Tiempo Real (RTAD).

La CPU para Registro y Análisis de Transitorios (TRA) que aparece en la figura 2 recibe del DAS todos los datos del ERIS y los almacena en uno de los discos magnéticos de 124 megabytes a velocidades variables determinadas por las características dinámicas de los datos. Los datos almacenados en un disco se pueden transcribir a una cinta magnética para su archivo.

Para un análisis, tras el acontecimiento, la Unidad Central de Proceso TRA reclama los datos almacenados y realiza los cálculos pertinentes o facilita tales datos directamente para permitir el análisis del acontecimiento según lo que solicite el personal del Centro Técnico de Información (TSC). En general, la presentación de datos incluiría la secuencia del acontecimiento y gráficos de los distintos parámetros de la Central respecto al tiempo. Los periféricos de salida (GDC) de que se dispone para un análisis de este tipo comprenden una teletipadora de datos y una de gráficos para reproducir datos de transitorios, así como una pantalla en blanco y negro que permite observar los datos antes de su presentación en los periféricos de salida, con lo cual se evitan posibles interferencias.

La Unidad Central de Proceso para Análisis y Representación en Tiempo Real (RTAD) que aparece en la figura 2 recibe del Sistema de Adquisición de

Datos (DAS) un subconjunto de datos del ERIS en tiempo real a razón de una muestra por segundo. El RTAD realiza los cálculos necesarios para convertir los datos de entrada en parámetros que aparecen en las pantallas. Cuando ello es posible, también realiza cálculos para verificar la fiabilidad de todos los parámetros expuestos. Los parámetros actualizados se pasan de la memoria de la Unidad Central de Proceso del RTAD a la Unidad de presentación de datos si así se solicita.

La CPU del RTAD almacena también parámetros significativos en una memoria de disco magnético de 124 megabytes. Si se solicita, la Unidad de Proceso puede recuperar estos datos y facilitar información de tendencias para su presentación por el terminal correspondiente.

La Consolas de Presentación de Datos (GDC) situadas en la Sala de Control y en el Centro Técnico de Información contienen, cada una, dos pantallas en color con teclados independientes. El empleo de dos pantallas facilita los medios para una observación simultánea por los usuarios durante la operación normal o de emergencia, así como redundancia de la exposición más crítica para el caso de que fallase una pantalla. Cada pantalla es alimentada por su propio generador contenido en la GDC. La consola de vídeo en color expone las condiciones de la Central en tiempo real, en todos los emplazamientos de la Instalación para Operaciones de Emergencia de la Central. Los formatos normales de presentación de datos comprenden diagramas de barras, tendencias de la evolución de diversas variables con respecto al tiempo, gráficos en dos dimensiones, cambios de color, cambios de forma y gráficos en color con destellos intermitentes. Las presentaciones son lo suficientemente sencillas como para no requerir unos conocimientos técnicos especiales para su interpretación. Resulta posible añadir con facilidad nuevos formatos de presentación de datos en vídeo, así como modificar los existentes, y todo ello lo puede llevar a cabo en la Central el personal de la Empresa Eléctrica. El equipo de presentación de datos proporciona color de gran calidad con una alta resolución y el empleo de Unidades de Proceso y de memoria redundantes minimiza la transferencia de datos requerida de la Unidad de Proceso del RTAD, en respuesta a las solicitudes del usuario de presentación de nuevos datos en pantalla.

Cada una de las GDC tiene acceso a una Copiadora-Impresora equipada con pantalla que puede registrar en su memoria los datos o gráficos que aparecen en pantalla.

DESCRIPCION FUNCIONAL DEL SISTEMA

El ERIS puede registrar y presentar una gran cantidad de datos de la Central a altas velocidades, de modo que los operadores o ingenieros de la Central pueden ver o analizar una síntesis de información de una manera de la que no se dispone en ningún otro lugar de la misma. La información puede ser expuesta en color en pantallas, o bien imprimirse en una variedad de formatos que potencian la interrelación humana con la Central. Esta versatilidad del sistema es el resultado de sofisticados programas de computador basados en algoritmos significativos de los sistemas de la Central y del funcionamiento de los equipos que los integran, lo cual sólo es posible con un conocimiento profundo de la Central. Todo lo expuesto resulta en una información fiable y útil para el personal de operación, de la que no se disponía anteriormente y con la que se puede contar para usarla durante una emergencia. Del mismo modo, el sistema se puede aplicar para su uso en condiciones normales a fin de mejorar la disponibilidad de la Central, así como para familiarizar a los operadores con el funcionamiento del ERIS, de tal manera que saquen pleno provecho del mismo durante las emergencias.

Criterios Funcionales de Diseño

Para definir los requisitos que el ERIS debe satisfacer, hay que determinar ante todo quién va a usar la información y para qué fines. Para la sala de control, las presentaciones de datos del ERIS se basan en la Guía de Procedimiento de Emergencia y en el Plan de Emergencia, y en el contenido de la información y el formato que se necesitan para ayudar al personal de operación a seguirlos. En el caso del Centro Técnico de Información (TSC), la reconstrucción del acontecimiento y las funciones de análisis del mismo son asistidas por sistemas de presentación de datos que pueden evaluar y presentar todos los datos de transitorios necesarios para dichos fines. Esta filosofía del sistema ha guiado el desarrollo funcional del diseño y la consiguiente determinación de listas de señales y requisitos de equipo.

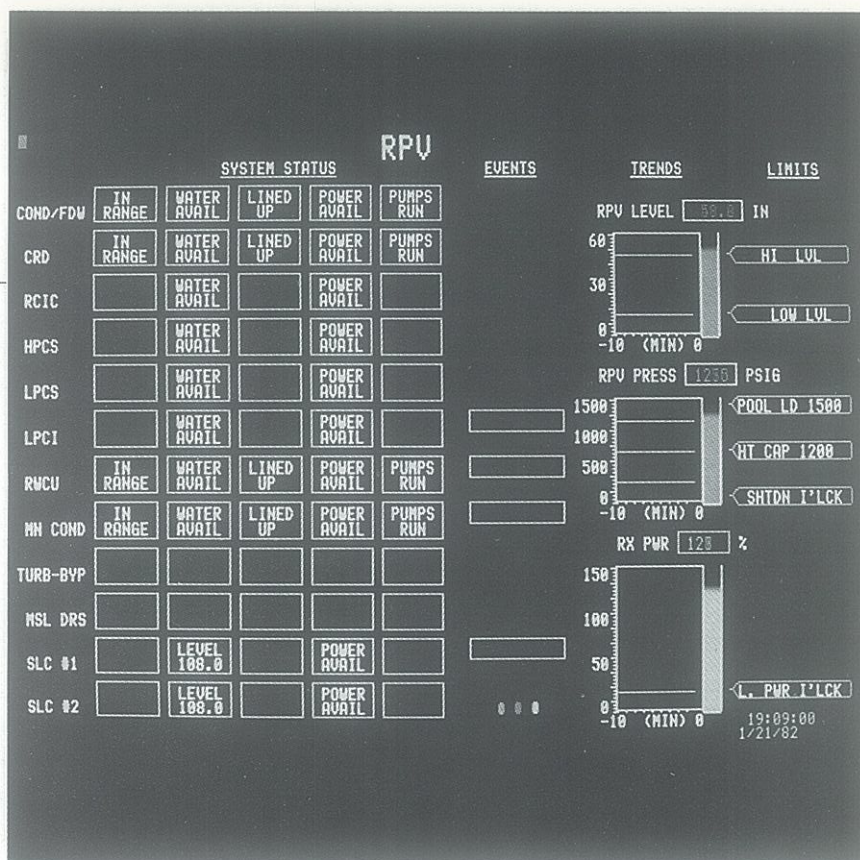


FIG IV Información en vídeo correspondiente a las condiciones de la vasija de presión del reactor.

El ERIS interroga, recopila, calcula y verifica la fiabilidad de parámetros clave de la Central e integra los datos en formatos de presentación al personal que debe actuar en caso de emergencia, a fin de ayudar a éste en la realización de sus funciones.

Funciones del ERIS en la Sala de Control

La función del ERIS en la sala de control consiste en asistir al personal de operación de la Central, haciendo fácilmente accesible la siguiente información:

- Datos para ayudar al operador a seguir los procedimientos de emergencia y el plan de emergencia.
- Gráficos especiales en dos dimensiones (con límites de operación fijados en los procedimientos de emergencia) para ayudar al operador y evitar la necesidad de realizar cálculos manuales para determinar márgenes cuando el tiempo puede ser precioso.
- Gráficos de tendencia de variables críticas con relación al tiempo que abarcan un mínimo de treinta minutos.
- Evaluación de la fiabilidad de parámetros críticos.

El equipo del ERIS en la sala de control consta de:

- Consola de Presentación de Datos.
- Teleimpresora-Copiadora con pantalla de vídeo.

El operador tiene acceso a la presentación de datos en pantalla por medio

del teclado de función de la GDC. El operador puede reclamar cualquiera de las presentaciones de datos en forma tabular o de gráficos en cualquiera de las dos pantallas de la Consola.

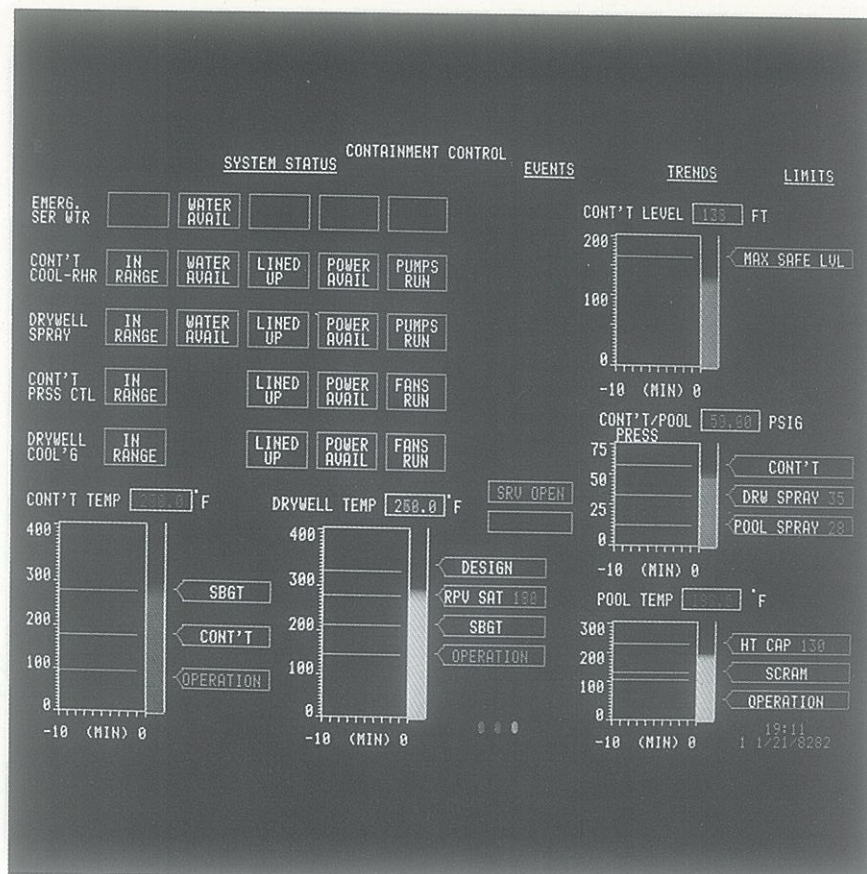
El operador puede, asimismo, obtener de la Teleimpresora-Copiadora una reproducción gráfica de los datos que aparecen en vídeo en cualquiera de las dos pantallas con sólo pulsar la tecla de función correspondiente en cualquiera de los dos teclados de función de la GDC.

Descripción Funcional del Centro Técnico de Información (TSC)

La función del ERIS en el TSC consiste en facilitar datos impresos y en pantalla para ayudar al personal del TSC a:

- Asistir al personal de la sala de control en la acción correctiva a tomar ante condiciones anormales o de accidente y para mitigar sus eventuales consecuencias;
- Revisar la secuencia del accidente, evaluar la extensión de cualquier daño y determinar la eficacia de las acciones correctivas;
- Determinar el comportamiento estable y dinámico de la Central antes de un suceso anormal o accidente y durante el curso del mismo; y
- Llevar a cabo las funciones de la Instalación para Operaciones de Emergencia (EOF) cuando ésta no dispone de personal.

El equipo del ERIS en el TSC consta de:



FV Información en vídeo correspondiente a las condiciones del edificio de contención.

- Consola de Presentación de Datos.
- Teleimpresora-Copiadora con pantalla de vídeo.
- Pantallas de vídeo en blanco y negro.
- Teleimpresora de Gráficos.
- Teleimpresora de Datos.

El operador del Centro Técnico de Información (TSC) puede obtener la información requerida, bien en vídeo en las pantallas de la Consola de Presentación de Datos (GDC) o copiarla con la Teleimpresora-Copiadora de Vídeo, cursando las correspondientes instrucciones por medio de uno de los dos teclados de la GDC. Cualquier GDC puede programarse para que no presente en vídeo un dato o grupo de datos preestablecidos, si así se desea. Además, la Consola GDC del TSC puede reproducir de manera continua las presentaciones de datos que aparecen en la pantalla de la Consola GDC de la sala de control.

Las pantallas en blanco y negro con teclados de función y control proporcionan al personal del Centro Técnico de Información (TSC) el acceso a la base de datos almacenados para análisis históricos de acontecimientos. El personal del TSC puede dirigir los datos almacenados a la Teleimpresora de Datos o a la de Gráficos para su presentación con elección de formato, o bien puede observar los datos previamente y determinar el formato en las pantallas en blanco y negro sin interrumpir el uso de las pantallas en color de la Consola de Presentación de Datos (GDC).

PRESENTACION DE DATOS Y GRAFICOS

Con las presentaciones en vídeo de datos en color se pretende potenciar el resto de la instrumentación de la sala de control, proporcionando una información significativa y precisa en formatos concisos de fácil interpretación, de modo que el operador pueda actuar de una manera eficaz. Las presentaciones normales que se proporcionan con el ERIS se describen a continuación.

CRITERIOS DE PRESENTACION DE DATOS Y GRAFICOS

A fin de conseguir presentaciones de datos que sean significativas, General Electric ha adoptado los siguientes criterios:

- La información presentada debe atenderse a las necesidades reales de los usuarios:

Tales necesidades se determinan teniendo en cuenta las acciones correctivas que se establecen en los Procedimientos de Emergencia y en el Plan de Emergencia.

- Las informaciones presentadas deben ser útiles.

Deben presentar información nueva, o información de la que no se disponga con prontitud, en la sala de control.

No deben distraer al usuario de las acciones correctivas establecidas para casos de Emergencia.

Deben ser significativas y precisas en términos de operaciones de sistemas.

- Las informaciones presentadas deben ser actuales.
- El sistema debe ser capaz de presentar una determinada información en cuanto la solicite el usuario, quien dispondrá asimismo de la facultad de modificar el formato de presentación.

El concepto de proporcionar un único «superconjunto» de informaciones que satisficiera las necesidades de todos los usuarios de una Central fue desechado a causa de su complejidad intrínseca y de la confusión que podría originar. En su lugar, se consideró preferible adoptar varios formatos basados en las diferentes necesidades de información de distintos usuarios que llevaran a cabo sus funciones desde diferentes puntos de la Central.

DESCRIPCION DE LAS PRESENTACIONES DE INFORMACION EN VIDEO

La información que aparece en vídeo en el ERIS es la que se necesita básicamente para complementar los procedimientos desarrollados a partir de la Guía de Procedimientos de Emergencia (EPG), además de ciertos parámetros operativos cuyo conocimiento es fundamental. El operador puede seleccionar manualmente los bloques de datos que desee observar, en virtud de las condiciones de la Central, y la evolución de datos correspondientes a variables críticas que hayan aparecido previamente en pantalla.

Los formatos o bloques de datos disponibles en cada consola son los siguientes:

- Variables Críticas de la Central.
- Control de la Vasija de Presión del Reactor.
- Control de la Contención.
- Gráficos en dos dimensiones.
- Gráficos de Tendencias.

El formato correspondiente a las Variables Críticas de la Central constituye la principal fuente de información para conocer el estado general de la Central. Los dos formatos o bloques de datos siguientes (Control de la Vasija de Presión del Reactor y Control de la Contención) están en relación con la Guía de Procedimientos de Emergencia (EPG) del mismo nombre, y facilitan la información necesaria para seguir los Procedimientos de Emergencia de la Vasija de Presión del Reactor o de la Contención. Los gráficos en dos dimensiones y los de Tendencias constituyen una ayuda que el operador puede requerir a voluntad para que le proporcionen información más detallada acerca de parámetros determinados. Ejemplos de lo anterior se ilustran en las figuras 4, 5 y 6.

La verificación de la fiabilidad de los datos se indica por medio de un código de colores que aparecen asimismo en pantalla.

Los formatos de datos han sido desarrollados por personal de operación experimentado, al objeto de ayudar al personal de la sala de control a reaccionar adecuadamente ante una emergencia.

INFORMACION EN VIDEO DE LAS CONDICIONES DE LA VASIJAS DE PRESION DEL REACTOR

Con objeto de facilitar la descripción de una presentación típica de información en vídeo, en la figura 4 se reproduce la que corresponde a la vasija de presión del reactor, sobre la que cabe comentar lo siguiente:

Las condiciones de funcionamiento del reactor son seguidas por medio de un bloque de información que incluye gráficos de tendencia de las principales variables del reactor e indica el estado de los sistemas fundamentales y auxiliares de operación, así como información relativa a acontecimientos significativos, tal como se ilustra en la citada figura 4.

Los gráficos de tendencia en la parte derecha de la pantalla muestran las mediciones en tiempo real del nivel de agua y de la presión de la vasija, así como la potencia del Reactor. Los gráficos (no visibles en la figura 4) corresponden a la evolución temporal de cada variable durante el intervalo de diez minutos inmediatamente anterior a la lectura en tiempo real indicada por la barra vertical de la derecha y la lectura digital superior. A lo largo de la barra vertical se incluyen también rótulos que corresponden a los límites de cada variable. Dichas barras verticales cambian de color, tal como se ha descrito anteriormente, según la fiabilidad de los datos que aparecen en pantalla. Así, el color azul oscuro, en que aparecen normalmente el marco de la barra vertical y el de la lectura digital, indica la fiabilidad de los parámetros. En caso contrario, el color cambia. El operador dispone también de la facultad de modificar manualmente las escalas de los gráficos para facilitar su observación.

El estado de cuatro acontecimientos significativos, a saber: Válvula de Seguridad-Alivio Abierta (SRV OPEN), Aislamiento de Grupo (GRP ISOL), Válvula de Aislamiento de Vapor Principal Cerrada (MSIV SHUT), y Parada de Emergencia (SCRAM), se indica por medio de la presencia y el color de cuatro rótulos encuadrados en forma de ventanillas y situados en una columna a la izquierda de los gráficos de tendencia. Durante una operación anormal, las correspondientes ventanillas aparecen en pantalla al lado del gráfico de tendencia correspondiente y adoptan un color indicativo del estado del acontecimiento. Por ejemplo, la aparición de la ventanilla «Válvula de Aislamiento de Vapor Principal Cerrada (MSIV SHUT)» indica el

estado de dicha válvula. Si adopta un color verde, ello quiere decir que la válvula se ha cerrado de acuerdo con la orden cursada, mientras que el amarillo indica que está cerrando y el rojo que permanece abierta cuando debiera haberse cerrado.

La percepción del estado de los sistemas queda facilitada por la sistematización adoptada y el color de las hileras de ventanillas agrupadas en una formación que ocupa la mitad izquierda de la pantalla. La descripción del estado de cualquier sistema puede expresarse iluminando hasta cinco ventanillas. Cada una de ellas tiene una lógica de iniciación independiente y aparece en pantalla en función de las condiciones de la Central y la disponibilidad del sistema. Las ventanillas aparecen inicialmente en letras y contornos blancos, según las condiciones de la Central hacen posible la operación de un sistema. Una vez el sistema se ha puesto en servicio (bombas en funcionamiento y agua en circulación), las ventanillas se tornan verdes.

FUNCIONES NO DE EMERGENCIA

El ERIS es un sistema modular y puede realizar funciones adicionales a las de emergencia, tales como pruebas y registros de puesta en marcha, temporización de parada súbita de barras de control, vigilancia de especificaciones técnicas, pruebas de supervisión, vigilancia del estado de los sistemas de seguridad, análisis tras disparos, interrogación de alarmas, calibración de instrumentos, y otras. Tanto para la verificación de pruebas requeridas durante la vida de la Central como para análisis durante su puesta en marcha, la capacidad analítica y de seguimiento con alto grado de resolución del sistema constituye una valiosa ayuda para la operación de la Central. Con velocidades de muestreo de hasta 250 veces por segundo en operación normal de la Central, este sistema proporciona una capacidad de registro de alta velocidad. A título

comparativo indicaremos que componentes tales como las válvulas de seguridad/alivio tienen ciclos de operación cuya frecuencia no excede de 1 Hz, mientras que la frecuencia necesaria para conseguir una buena resolución con las señales equivalentes de las válvulas de vapor de la turbina es de 10 Hz aproximadamente. Cabe indicar que los datos de vibración de tuberías que normalmente se toman durante las pruebas de puesta en marcha requieren frecuencias más altas para conseguir una buena resolución y que el Sistema ERIS puede adaptarse, si así se desea, a estas frecuencias más altas incorporándole un módulo especial de entrada y un registrador de impulsos modificado consiguientemente. Si se emplea el sistema para ayudar a los operadores durante las pruebas y los registros de la puesta en marcha de la Central, la idoneidad del ERIS para procesar señales, cuya buena resolución requieren altas frecuencias, permitirá disponer de una documentación completa anterior y posterior al eventual disparo que abarcará todos los parámetros deseados para poder analizar una parada de emergencia y justificar la nueva puesta en marcha de la Central en el momento adecuado.

Con su gama completa de funciones adicionales a las de emergencia, el ERIS constituye una ventaja permanente en las operaciones cotidianas de la Central, al tiempo que satisface los requisitos establecidos en los procedimientos de reacción ante emergencias.

BIBLIOGRAFIA

General Electric's Emergency Response Information System. William A. Strandberg. General Electric - Nuclear Energy Business Operations. San José, California. USA. 6-7-81.

General Electric's Emergency Response Information System. Summarized Description. William A. Strandberg and Charles A. Vondamm. General Electric Nuclear Energy Business Operations. San José, California. USA. 11-2-82.

F VI Información en vídeo correspondiente a las condiciones del sistema de evacuación del valor residual.

