



Francisco GONZÁLEZ ÁÑEZ es Ingeniero Superior Industrial por la ETSII de Madrid y diplomado por el OIEA en Evaluaciones Probabilísticas de Seguridad de CC.NN. Comenzó sus trabajos en el sector nuclear en 1984 en el área de seguridad/licenciamiento y proyectos de investigación de APS. En 1988 comenzó sus trabajos en las bases de datos del DACNE, estando en TECNATOM encargado de su gestión, desarrollo y explotación.

EL MANTENIMIENTO Y LAS BASES DE DATOS DE LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS (DACNE)

F. GONZÁLEZ ÁÑEZ

INTRODUCCIÓN

La seguridad, fiabilidad y rentabilidad de una central nuclear requieren que el comportamiento de sus sistemas y componentes se mantenga dentro de los niveles para los que han sido diseñados. También, una sociedad más competitiva demanda una optimización continua de las distintas actividades de operación y mantenimiento de las centrales.

En esta línea de mejora continua, surgen diferentes programas o proyectos con objetivos últimos similares: garantizar la seguridad o fiabilidad de la instalación u optimizar los diferentes procesos, aumentando el rendimiento de la planta.

Una característica común de estos proyectos es la necesidad de extraer información actualizada que permita realizar análisis y evaluaciones. Estos estudios suelen hacerse mediante la aplicación de metodologías más o menos complejas y en base a datos específicos de planta - disponibilidad, fiabilidad, riesgo, producción, costes...- contrastando estos con datos de la industria.

A continuación se citan algunos de estos proyectos actualmente en curso:

- Análisis Probabilísticos de Seguridad (APS). Estos estudios necesitan datos específicos de planta para que los resultados sean realistas y se eliminen las incertidumbres asociadas a los propios datos y se permita tomar de decisiones. Entre la información manejada se citan los históricos de mantenimiento, las indisponibilidades de equipos, los sucesos significativos (transitorios) e información relativa a pruebas y manteni-

mientos preventivos. Con estos datos se realizan estimaciones de fiabilidad. Bien es conocida gran cantidad de recursos empleados en los análisis de datos de los APS's.

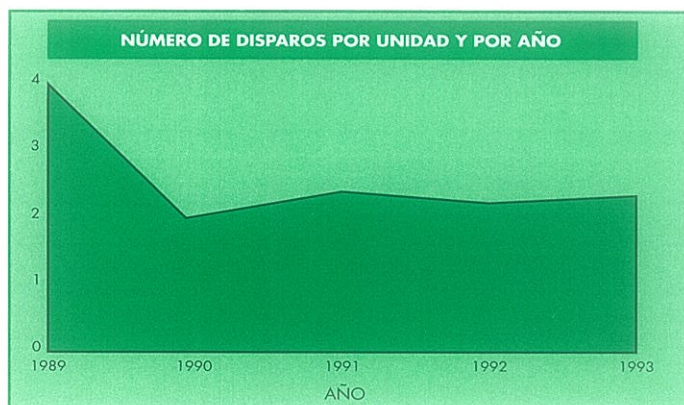
- Gestión de vida remanente o estudios de alargamiento. Estos estudios requieren información relativa a las inspecciones en servicio, pruebas de vigilancia y, de nuevo, históricos de mantenimiento.

- Regla de Mantenimiento. Esta nueva normativa tienen como objetivo verificar que el mantenimiento de la instalación se está realizando de forma efectiva, evaluando que las estructuras, sistemas y componentes mantienen su funcionamiento dentro los límites para los que han sido diseñados. Gran parte de los recursos necesarios para implantar esta normativa se emplearán en la recopilación de información, fundamentalmente de los históricos de mantenimiento y operación.

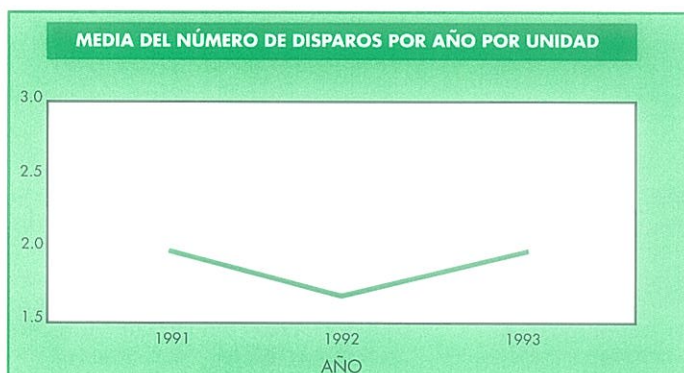
- Programas de optimización del mantenimiento basados en análisis de fiabilidad (Reliability Centered Maintenance, RCM) o basados en riesgo (Risk Focused Maintenance, RFM). Estos programas suelen dar como resultado un incremento en la rentabilidad de la instalación. La metodología permite establecer prioridades, identificar lagunas o excesos mantenimiento. Su aplicación se traduce finalmente en la dedicación de los recursos donde realmente se necesitan. Estas metodologías requieren de nuevo datos de los históricos de mantenimiento.

Se han citado estas cuatro áreas de trabajo, al entender que son las que necesitan una mayor cantidad de recursos. No obstante, las necesidades de

F I - Evolución del número de disparos



F II - Evolución número de disparos por unidad y por año evaluado en base a datos de los tres últimos años



información se amplían a un gran número de actividades: tratamiento de experiencias operativas, elaboración de informes para organizaciones nacionales e internacionales, informes de licencia, gestión de repuestos, cambios de diseño, selección de fabricantes, ...

Aunque inicialmente el DACNE surgió como una necesidad para la realización de los APS, se observan las utilidades y el interés de un sistema de recogida de información multipropósito que cubra otras necesidades.

A su vez, siempre que surja una necesidad de información ante un nuevo proyecto, es conveniente aprovechar la información ya recogida, ordenada y validada, que comenzar de nuevo.

El DACNE, como sistema de información, no es una particularidad del sector nuclear español. Numerosos países disponen de sistemas similares, con objetivos similares. Todos estos sistemas están enfocados a la mejora y/o mantenimiento de los niveles de seguridad, fiabilidad y rentabilidad de las centrales.

Un sistema único, con objetivos amplios, facilita en gran medida la labor de recogida de información, dado que esta labor es realizada una única vez y sólo se necesita manipular o procesar los

datos para obtener la información deseada. A su vez, el compartir la información introduce dos ventajas:

- Se dispone de una mayor cantidad de datos, lo que disminuye las incertidumbres y facilita la toma de decisiones.

- Se permite realizar comparaciones racionales de resultados, establecer parámetros típicos de la industria o identificar posibles desviaciones, que podrían pasar desapercibidas.

En los puntos siguientes se describirá con algo más de detalle el Sistema DACNE y se presentarán posibles aplicaciones en el área de mantenimiento y, en concreto, su utilización en el cumplimiento

con la Regla de Mantenimiento y en programas de optimización del mantenimiento.

Nº COMPONENTES	EXPERIENCIA ACUMULADA COMP.x AÑO	Nº DE FALLOS
9.103	37.587	1.432

EL DACNE: DESCRIPCIÓN Y CONTENIDO

Desde principios del año 1989, se encuentran operativas dos bases de datos de las Centrales Nucleares Españolas que están integradas en un sistema de información que se ha denominado DACNE. Las bases de datos son

- El Banco de Datos de Incidentes Operativos (BDIO), que contiene informes sobre los sucesos más significativos ocurridos en las centrales.

- El Banco de Datos de Componentes (BDC) que dispone de las características de diseño, fabricación y operación de los principales equipos de los sis-

temas relacionados con la seguridad. Esta base de datos, concebida como una base de datos de fiabilidad, recoge información sobre fallos, indisponibilidades y condiciones de funcionamiento de los equipos citados.

La información existente a fecha 1 de Marzo de 1995 es la siguiente:

- Banco de Datos de Incidentes Operativos

La base de datos contiene un total de 280 incidentes: 123 disparos de reactor o turbina, 44 reducciones de potencia no programadas > 10%, 74 sucesos internos y 22 externos significativos que no han dado lugar a disparo ni a reducciones de potencia y 17 sucesos que no caen en ninguna de las categorías anteriores.

- Banco de Datos de Componentes

LA REGLA DE MANTENIMIENTO

Desde la publicación de la Regla de Mantenimiento (10 CFR 50.65), en el seno de la Comisión de Dirección del DACNE y recogido en el documento de Bases del Banco de Datos de Componentes, ya se apuntaba que este banco de datos debería jugar un papel importante en la implantación y realización de las evaluaciones requeridas por la citada Regla.

Sin pretender entrar en detalles, para verificar la efectividad del mantenimiento de una central, la Regla solicita el establecimiento de unos objetivos para el funcionamiento de la planta, sistemas o equipos. Los sistemas considerados son, fundamentalmente, los relacionados con el riesgo o con las funciones de seguridad, alcance similar al cubierto por el DACNE.

Los objetivos a establecer pueden ser muy variados. La Regla, tal y como está publicada, deja libertad a los explotadores a la hora de establecer los objetivos citados. ¿Por qué no establecer aquellos que cubran los aspectos requeridos por la Regla y que sean de más fácil seguimiento?. ¿Por qué no fijar aquellos obtenidos de observar lo ocurrido en la industria?

Veamos ejemplos de información fácilmente extraíbles de las bases de datos del DACNE y que podrían ser utilizados para este fin:

- Número de disparos de la unidad

A partir de consultas al BDIO se pueden obtener gráficas como las mostradas en las figuras:

Figura I. Representa una evolución del número disparos por unidad y por año en las centrales españolas en los últimos cinco años.

Figura II. Evolución del número de disparos por unidad y año, calculados éstos en base a los disparos ocurridos en los tres últimos años.

- Número de fallos

En el banco de datos se recogen informes sobre fallos de equipos, independientemente de las causas que los hayan producido. Sería fácil identificar aquellos que se podrían clasificarse como fallos repetitivos evitables por mantenimiento.

En las definiciones del Banco de Datos de Componentes se distinguen dos tipos de sucesos. Los que suponen una pérdida inmediata o inminente de la función del equipo, sucesos que se han denominado fallos completos. Y los sucesos denominados fallos incipientes, que no suponen una pérdida de la función del equipo, pero que son relevantes o requieren una intervención para evitar que se evolucione a la condición de fallo completo.

Una manera sencilla y coherente de identificar mejoras en el mantenimiento, podría realizarse comparando el número de sucesos ocurridos con lo que sería de esperar, en base a datos típicos de la industria o datos calculados en los APS. También a partir de los análisis de tendencias se puede identificar si los valores se mantienen dentro de los límites considerados como normales. En otras palabras, se trata de comparar tasas de fallos propias y su evolución en el tiempo, con valores de referencia.

Las tasas de fallo de la industria, número de fallos por demanda o número de fallos por horas de operación, pueden obtenerse de datos nacionales, completándose con datos de otros países o con fuentes de datos genéricas.

En el Banco de Datos de Componentes es relativamente fácil obtener tasas de fallo, dado que se contabilizan tanto los sucesos que constituyen fallo, como las horas de funcionamiento y las demandas.

La figura III muestra el número de fallos por demanda observado para algunos tipos de equipos en las centrales españolas.

Un posible parámetro a nivel global de planta, sencillo de calcular y que puede ser útil, es el que se ha denominado dentro de DACNE Índice de Fallos Completos, parámetro que mide el número de fallos completos por año y por cada 100 componentes. Este parámetro es muy similar entre centrales y podría utilizarse para identificar desviaciones o aparición de tendencias anómalas, siempre y cuando, las comparaciones que se realicen sean para componentes similares, en condiciones de operación similares.

La figura IV muestra una evolución de este indicador para todas las centrales españolas en los últimos años.

La figura V muestra una comparación del Índice de Fallos Completos de una central española con el de cuatro centrales de los EE.UU. de diseño similar. Esta comparación se ha realizado en

base a una muestra con los mismos tipos de equipos y los mismos sistemas. Los datos de las centrales de los EE.UU. se han obtenido del Nuclear Plant Reliability Data System (NPRDS).

- Seguimiento de indisponibilidades

El Banco de Datos de Componentes recogerá a partir del 1 de enero de 1995 las indisponibilidades de equipos debidas a cualquier tipo de intervención en modos de operación distintos a parada fría o recarga.

Estos datos de indisponibilidades pueden utilizarse con dos finalidades:

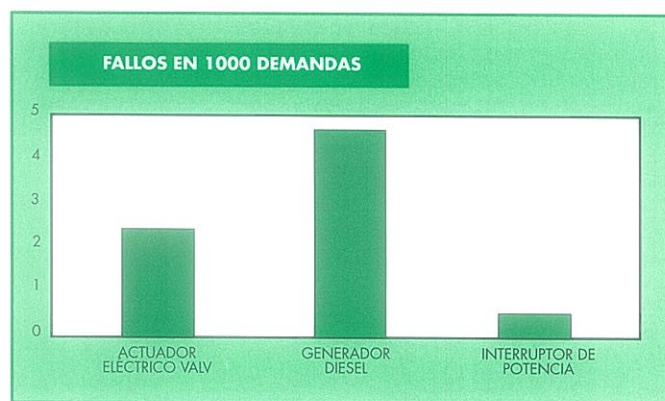
Una primera finalidad, podría ser el establecimiento de criterios de prestaciones u objetivos en base a unos requisitos de fiabilidad, para posteriormente vigilar su cumplimiento. Este seguimiento puede hacerse a nivel de tren o a nivel de sistema.

La segunda finalidad podría ser el control del riesgo en los procesos de pruebas y mantenimiento o en la realización de mantenimiento en marcha, aspectos que se están planteando últimamente. La propia Regla abre la posibilidad de cuestionar si ciertas pruebas o mantenimiento preventivos pudieran ser o no convenientes, pues el riesgo introducido al efectuar la prueba, por la indisponibilidad que esta produce, puede ser mayor que lo ganado en fiabilidad al ejecutar la citada prueba.

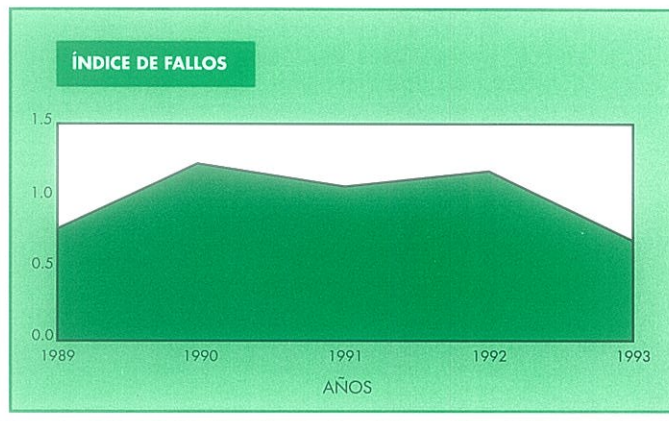
PROGRAMAS DE OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Los datos sobre el funcionamiento de los equipos, los modos y mecanismos de fallo, horas de operación y demandas, así como sus necesidades de disponibilidad cara al riesgo o a la operación de la planta, permiten realizar estudios de mantenimiento basados en fiabilidad del tipo RCM (Reliability Centered Maintenance) o RFM (Risk Focused Maintenance).

F III - Fallos por demanda de tres tipos de equipos (CC.NN.EE)



F IV - Evolución índice de fallos completos



El objetivo de estos estudios es optimizar los recursos disponibles para la ejecución de las labores de mantenimiento. Se trata pues de realizar un mantenimiento más racional, basado en la ponderación de distintos factores —seguridad, identificación de fallos dominantes y economía— para el establecimiento de prioridades.

Las metodologías son variadas pero todas ellas pasan por una recopilación de información que incluye la documentación de diseño e históricos de mantenimiento.

Lo que normalmente ocurre es que los registros de mantenimiento de una sola central no son suficientes para llevar a cabo estos estudios, salvo que se asuman importantes incertidumbres, lo que impide en muchos casos tomar decisiones.

Adicionalmente, los registros de mantenimiento no disponen de todos los datos necesarios. Es en este momento, en el que las bases de datos de fiabilidad juegan un papel importante, complementando la información de una central con la de otras centrales, siempre y cuando se hayan establecido unos criterios comunes de clasificación, análisis y datos aportados.

CONCLUSIÓN

De forma habitual, aparecen nuevos proyectos o actividades que necesitan información de la operación de las centrales similar a la existente en las bases de datos del DACNE. Los objetivos de estos proyectos son mejorar la disponibilidad y seguridad de las instalaciones u optimizar su explotación.

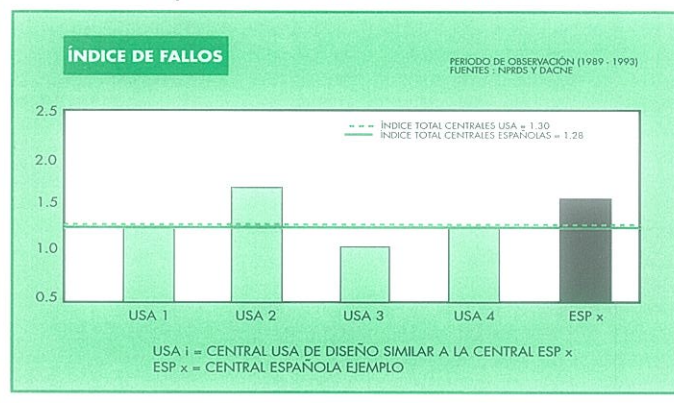
Las ventajas que introduce el mantenimiento de un sistema de información como el DACNE son las siguientes:

- El sistema dispone y dispondrá de un gran volumen de información sobre la operación de las Centrales Nucleares Españolas y ha sido concebido con un objetivo amplio, que permite ser utilizado para diferentes propósitos. Han sido expuestas en este artículo dos posibles aplicaciones en el área del mantenimiento.
- El mantener un sistema de información compartido y alimentado por diferentes centrales enriquece éste, pues en gran medida se dis-

minuyen las incertidumbres debidas a la reducida cantidad de datos disponibles en una sola central, lo que ayuda en el proceso de toma de decisiones.

- La recogida previa y única de información con objetivos amplios, evita la recuperación y manipulación de datos cada vez que se presente una necesidad concreta, ahorrando esfuerzos innecesarios por la repetición de trabajos ya realizados.
 - La información contenida en el sistema ha sido clasificada de diferentes formas, lo que permite su manipulación y selección mediante sistemas informáticos.
- Por último, no debe olvidarse que es-

F V - Comparación índice de fallos completos de una central española con centrales USA similares



te tipo de fuentes de información se enriquecen con el paso del tiempo, pues es mayor la información contenida. Si bien la cantidad de datos actual ya permite cierto grado de utilización, ésta será mayor en el futuro, por lo que los recursos empleados darán frutos posteriores, que se traducirán en ahorros que pueden llegar a ser significativos.



SOCIEDAD MUTUA DE SEGUROS Y REASEGUROS A PRIMA FIJA

c / Padilla, 46
28006 MADRID
Tfno.: (91) 575 01 38
Fax : (91) 576 90 47

LA GERENCIA DE RIESGOS EFICAZ

INGENIERIA Y GERENCIA DE RIESGOS

- Más de veinticinco años de experiencia nos avalan con la mayor y más importante cartera de riesgos industriales en España.
- La experiencia y profesionalidad de nuestro equipo técnico, nos ha permitido contar con la confianza de los principales grupos del sector eléctrico nacional.
- Nuestro Departamento de Gerencia de Riesgos ofrece un servicio integral de consultoría y asesoramiento en el tratamiento de los riesgos, tanto en lo que se refiere a su protección física (seguridad industrial), como a su protección financiera (seguros).

NUESTROS SEGUROS

- Diseño de Planes de Seguros Integrales a la medida de cada cliente.
- Nuestros seguros se adaptan a las necesidades de cobertura de cada empresa, abarcando desde las garantías básicas, a aquellas que requieran de un tratamiento más sofisticado.

Delegación CATALUÑA/BALEARES
c / Aragón, 264 - 1º 1ª
08007 BARCELONA
Tfno.: (93) 215 13 86
Fax: (93) 215 88 31

