



LA PARTICIPACION DE LAS CENTRALES ESPAÑOLAS EN EL PROYECTO ICAP

J. PUGA

JOSE PUGA es Ingeniero Industrial por la ETSI Industriales de Madrid. Inició su actividad profesional en SENER, en el año 1971, en el Departamento de Cambiadores de Calor.

En el año 1974 pasó a Snam Auxini (hoy INITEC), también en el Grupo de Diseño de Cambiadores de Calor.

En 1975 pasó a ENUSA, con la que ese mismo año marchó a Estados Unidos para trabajar en el Grupo de Diseño Termohidráulico, dentro de la División de Combustible Nuclear de Westinghouse en Pittsburgh (Pa.).

Desde su regreso, en el año 1977, hasta 1987, trabajó en la División de Combustible de ENUSA, al principio desarrollando labores técnicas y, últimamente, de "staff" de la Subdirección de Ingeniería, como Jefe de Proyectos Especiales.

En 1987 ingresó en UNESA, donde, como Jefe de División en la Dirección de Energía Nuclear, gestiona las actividades de investigación en seguridad nuclear.

Ha dirigido la participación española en el proyecto LOFT de la OCDE y la participación del Sector Eléctrico en el proyecto ICAP. Es miembro del Grupo de Investigación de UNESA.

Representa a UNESA en los comités de dirección de los proyectos comunes con EPRI e I+D en Seguridad Nuclear. Es miembro del PWG2 de la NEA/OCDE.

INTRODUCCIÓN

La máxima preocupación después de los accidentes de TMI-2 y de Chernobil son los accidentes con daño del núcleo, bautizados con el barbarismo de Accidentes severos.

Los accidentes severos se caracterizan por su rareza y por su elevado daño potencial.

La operación segura de las centrales nucleares requiere disponer de criterios y conocimientos sobre cómo se inician y cómo evolucionan los transitorios y accidentes que pueden suceder a lo largo de su vida. Para saber qué hacer en caso de un accidente, es necesario poder analizar el supuesto accidente con exactitud suficiente para valorar la eficacia de los sistemas de protección de la central y las acciones de los operadores. El diagnóstico permitiría tomar medidas, tanto preventivas como mitigadoras, para minimizar el impacto de esas hipotéticas situaciones anómalas.

No es posible, por razones que resultan obvias, hacer en la central todas las pruebas necesarias para obtener estos criterios ni realizar experimentos fieles a tamaño real, por lo se necesitan herramientas analíticas, esto es códigos de ordenador, que permitan tener un modelo virtual de la central con sus sistemas y equipos para, con él, poder simular las acciones de los operadores y la respuesta de esos sistemas y componentes. Los códigos deben apoyarse en una base experimental fiable y en

un buen conocimiento de cómo afectan las dimensiones del sistema (escala) a la producción y evolución de fenómenos y sucesos.

El desarrollo de estos códigos es una tarea difícil y costosa.

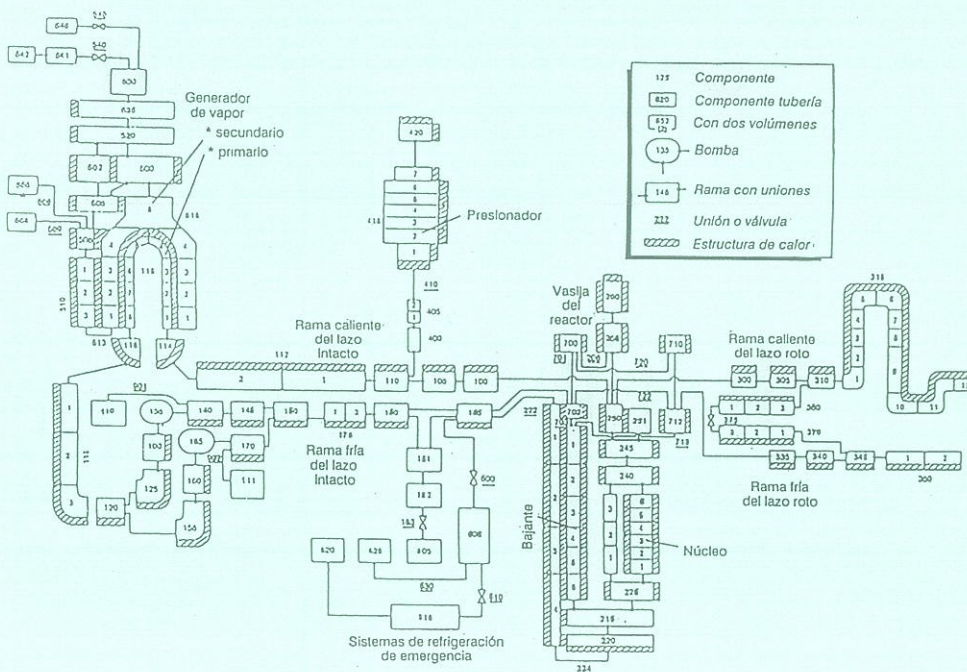
Los países más avanzados han desarrollado códigos propios pero únicamente los códigos desarrollados por EE.UU. son de aceptación general, mientras que los demás los utiliza sólo el país generador.

Los códigos comerciales, obtenidos con fondos privados, pueden conseguirse mediante compra o pago de una licencia de uso. Los obtenidos con fondos públicos se podían obtener, con ciertos requisitos pero sin pago, del Banco de datos de la AEN/OCDE hasta el año 1984. A partir de este año, la USNRC cambió sus normas y decidió que sólo entregaría los códigos a cambio de contribuciones, primero en especie y más tarde además económicas.

ANTECEDENTES

En el año 1984, España era el país de la OCDE con más copias del código RELAP 5 per cápita, pero ninguna funcionaba. Los códigos son herramientas complejas que requieren de un usuario entrenado y con conocimientos específicos.

En ese mismo año, España se adhiere al convenio OECD-LOFT. Dentro de los acuerdos de participación, se produce



FI Nodalización e la instalación LOFT.

una primera tanda de desplazamiento de personas vinculadas al proyecto LOFT a otros países con experiencia en la modelización y simulación con códigos de ordenador.

Así, los primeros cálculos para el proyecto LOFT se hacen en España con el código RELAP 5, con unos datos de entrada facilitados por el laboratorio americano de Idaho y con el apoyo de las personas desplazadas. Al comienzo se disponía del RELAP5/Mod1, obtenido del Banco de datos de la AEN/OCIDE, y ya para los últimos cálculos se dispuso del RELAP5/Mod2 a través del Acuerdo del CSN con la USNRC.

EL PROYECTO ICAP

RELAP5/Mod2, así como TRAC-PF1 y TRAC-BD1, estaban vinculados a un programa organizado en el año 1986 por la "Office of Research" de la USNRC, con el nombre de ICAP, destinado a mejorarlos y validarlos. Estos códigos recogían el resultado de dos décadas de investigación en termohidráulica aplicada a la industria nuclear, así como los criterios de diseño probabilista en contraposición, o mejor dicho en sustitución, de los métodos conservadores de carácter determinista.

Objetivos

Los objetivos que se perseguían con el programa ICAP eran:

- Identificar las deficiencias y errores de

las versiones existentes y abordar su corrección vía un plan coordinado y sistemático de mejora.

- Desarrollar una metodología para su aplicación a las centrales, acotando los límites de utilización y las incertidumbres asociadas a los resultados. Para el Sector electrónico español el objetivo fundamental era obtener, al final del proyecto, una serie de herramientas analíticas validadas para la aplicación directa a sus propias centrales, tanto en las áreas de diseño, licenciamiento y operación como en la gestión de accidentes.

El proceso implicaba el logro de otros objetivos intermedios o subordinados. Estos eran:

- Determinar la capacidad de los códigos para reproducir de manera correcta los fenómenos físicos involucrados.
- Evaluar, de forma cuantitativa, su grado de fiabilidad.
- Constituir un marco adecuado, por la amplitud y variedad de organizaciones participantes, para compartir la experiencia de su uso.
- Contar con una amplia base de datos, bien documentada, relativa a cálculos termohidráulicos.
- Compartir entre las organizaciones participantes la experiencia y el esfuerzo para la detección de errores y deficiencias y su corrección.
- Establecer guías de aplicación de los códigos.

Organización y desarrollo

La organización internacional, coordi-

nada por la USNRC, ha consistido en:

- El "Program Management Group", con uno o dos representantes por país. España ha contado con un representante del CSN y otro de UNESA.

- Los "Task Groups", o cuerpos técnicos de apoyo al "Program Management Group".

La organización española ha consistido en:

- Un Comité de coordinación.
- Un grupo de proyecto UNESA, formado por las centrales nucleares de agua ligera.
- Un grupo de proyecto CSN, formado por CSN, ENUSA, TECNATOM, UITESA y Empresarios Agrupados.

El convenio de colaboración de UNESA con el CSN incluía el compromiso de aportar un mínimo de 12 cálculos, todos ellos con casos de las propias centrales autoras, de los cuales al menos seis habrían de ser de comparación con datos de transitorios o pruebas de la planta. Además, A. N. Vandellós suministraría al CSN los datos medidos durante dos de las pruebas nucleares de Vandellós II.

Finalmente se ha contribuido con 14 informes de validación, todos ellos publicados por la USNRC como NUREG/IA y distribuidos por la propia NRC a los participantes internacionales, y con varios informes descriptivos de errores significativos encontrados por los participantes del Sector. Se ha participado en las reuniones de gestión del proyecto y en las de carácter técnico, tanto a nivel nacional como internacional. La reunión internacional de primavera del año 1990 fue organizada por UNESA, lo que permitió una importante participación española por encontrarse los trabajos en un estado bastante avanzado.

El proyecto se ha conducido por medio de un Manual de proyecto propio, con los procedimientos necesarios para garantizar la calidad de los trabajos aportados.

Los fondos del PIE, que administra OCIDE, han contribuido significativamente a la financiación de la participación del Sector eléctrico en el proyecto.

Resultados

Respecto a los resultados obtenidos y a las soluciones que estos resultados han aportado lo mejor sería repasar la valoración hecha por los participantes al acabar el proyecto y que está incluida en el Informe final.

De los tres códigos que integraban el proyecto, el Sector ha utilizado dos, RELAP5 y TRAC-B. RELAP5 ha tenido un apoyo adecuado por parte de la

USNRC pero no ha sido así para el TRAC-B que ha estado prácticamente desasistido, pese al cambio del contrato de mantenimiento realizado a mitad del proyecto. No obstante, en todos los casos, el balance se considera positivo. Para Nuclenor la participación en ICAP ha resultado muy positiva, aun a pesar del casi nulo soporte del laboratorio americano de INEL. Como fruto del trabajo han obtenido dos modelos de su central, uno muy detallado de nodalización pero con pocos volúmenes de control y otro menos detallado pero con un gran número de volúmenes de control, la validación de ambos y la herramienta básica para desarrollar un simulador de ingeniería.

Para Cofrentes, y también a pesar de la falta de apoyo de INEL, la valoración es positiva. Con la colaboración de UITESA, han obtenido un modelo validado de la central, así como un gran volumen de información. Como aplicación directa, han puesto en marcha un proyecto para la elaboración de una metodología de análisis de LOCA.

Los usuarios de RELAP, o sea las centrales PWR, han contado con un apoyo adecuado de INEL y todos valoran positivamente la participación, destacando la validez de la herramienta y el modelo de su central obtenidos. Los equipos que contaban con más experiencia, por su participación en el proyecto LOFT, han avanzado más en las aplicaciones; así, Ascó destaca el apoyo prestado a la operación al poder abordar el análisis de escenarios reales e hipotéticos con fiabilidad suficiente, y José Cabrera cita las actividades de licenciamiento ante el CSN emprendidas en base a aplicaciones de RELAP con el modelo de planta realizado, el desarrollo de nuevos procedimientos de emergencia y validación y optimización de los existentes, análisis de ATWS, modificaciones al retardo del disparo del reactor por baja tensión en bornas de la bomba principal, la adaptación y validación del simulador de entrenamiento de operadores de TECNA-

TOM, validación de los POE's en Sala de control, la preparación de simulacros de emergencia y la aplicación a cursos impartidos a los operadores en las sesiones de entrenamiento.

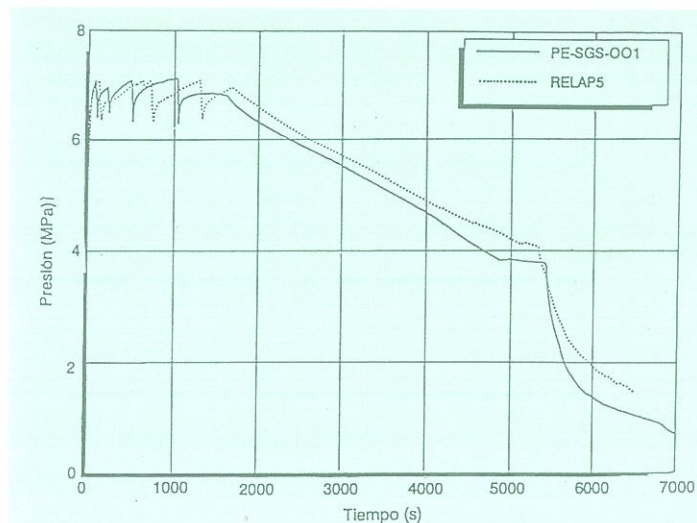
CONCLUSIONES

Como resumen y conclusión, cabe decir que ICAP ha sido un proyecto importante para las centrales nucleares españolas, que ha contado con la financiación de OCIDE para salir adelante y que ha dotado a los equipos de ingeniería de las centrales con una capacidad necesaria para su apoyo a la operación. La organización del proyecto ha permitido que los resultados fuesen obtenidos por los propios usuarios, dando una solución óptima al problema de la asimilación y explotación de los mismos. Pero no pensemos que ICAP ha aportado la solución definitiva.

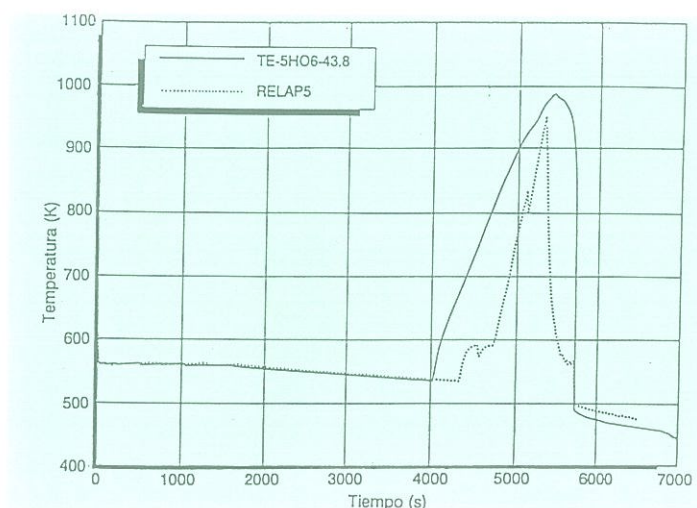
Cuando se inicia ICAP, RELAP4 es un código validado y consolidado como herramienta, por conocerse su ámbito de aplicación y las limitaciones de sus resultados, y que ha sido la base del desarrollo comercial llamado RETRAN. ICAP ha sustituido RELAP4 por una herramienta mejor, RELAP5/Mod2, pero que también tiene carencias y por tanto deberá ser sustituido cuando el avance de los conocimientos lo permita. Con el ritmo de avance actual, los períodos de sustitución de los códigos son de unos cinco años.

En esta línea, el proyecto CAMP, actualmente en discusión, deberá proporcionar las herramientas que sustituyan a las obtenidas en ICAP y mantendrá de esta manera la capacidad de los equipos de ingeniería de las centrales nucleares para apoyar con cálculos los trabajos de modificaciones, licenciamiento y operación de la propia central.

Lógicamente, este proceso de sustitución debe de tener un límite que se alcanzará cuando el ahorro, en un sentido más amplio que el estrictamente económico, introducido por la disminución de los coeficientes de incertidumbre de los nuevos modelos no compense el esfuerzo de obtenerlos.



F II Experimento LP-SB-3. Evolución de la presión en el lado secundario del generador de vapor.



F III Experimento LP-SB-3. Evolución de la temperatura de la vaina.

F IV Experimento LP-02-6. Temperatura más caliente de la vaina calculada con TRAC-PD2 y con TRAC-PF1/MOD1. Se puede concluir que el comportamiento térmico de los fenómenos de transmisión de calor es analizado de manera más realista por la versión PF1 de TRAC (más actual) que por la versión PD2.

