

Utilización y gestión eficaces de los reactores de investigación

por R. Muranaka*

El reactor de investigación es un instrumento altamente versátil que, cuando se utiliza eficazmente, puede contribuir grandemente al desarrollo científico y tecnológico de un país. Además puede prestar diversos e importantes servicios a muchas entidades estatales e industrias. Por otra parte, un reactor representa una importante inversión de capital para la entidad propietaria, así como gastos anuales de explotación. Por lo tanto, la cuestión de su utilización reviste gran interés y merece detenida consideración por parte del explotador y el propietario de un reactor.

El problema de la utilización eficaz de un reactor de investigación está estrechamente relacionado con la gestión del mismo y, por lo tanto, no debe considerarse separadamente. Con demasiada frecuencia, se ha concentrado el esfuerzo en técnicas y métodos específicos antes que en un programa global de utilización, con el resultado de que se han adquirido conocimientos especializados y equipo sin disponer, por otra parte, de un programa continuado de aplicaciones y servicios.

El seminario objeto de este informe brindó una oportunidad para que gerentes, usuarios y explotadores de reactores discutieran sus experiencias. Por invitación del Gobierno de Malasia, el seminario tuvo lugar en el Centro de Desarrollo de Asia y el Pacífico, de Kuala Lumpur, del 7 a 11 de noviembre de 1983. Al mismo asistieron unos 50 participantes procedentes de 19 Estados Miembros; se espera poder publicar un informe sobre el seminario, con inclusión de las memorias presentadas, para poder alcanzar de esta forma una audiencia más amplia.

En un total de siete sesiones se presentaron 31 memorias y contribuciones sobre los siguientes temas:

- Gestión de reactores de investigación
- Exposición a las radiaciones y seguridad
- Utilización de los reactores de investigación (dos sesiones)
- Desarrollo del proyecto de reactor de investigaciones PUSPATI
- Conversión del núcleo a uranio poco enriquecido y salvaguardias
- Tecnología de reactores de investigación.

Además, se formó un grupo de expertos que discutió las causas y soluciones de la subutilización de los reactores de investigación.

*El Sr. Muranaka es funcionario de la Sección de Física de la División de Investigaciones y Laboratorios del Organismo.

Gestión del reactor

Las responsabilidades y la influencia de los gerentes son esenciales para la utilización eficaz de los reactores de investigación. Se demostró que incluso un reactor de investigación de poca potencia con un flujo máximo de $10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ puede utilizarse para realizar experimentos de investigación básica. El programa seguido con respecto a dicho reactor incluía investigaciones por dispersión de neutrones de transición de fase en sólidos y líquidos, estudios de dosimetría de neutrones rápidos, radiografía neutrónica, métodos no destructivos de evaluación del quemado del combustible nuclear, análisis por activación y producción de radisótopos. En todo programa de energía nuclear es esencial contar con un programa activo respecto del reactor de investigación, y los gerentes deberían tratar de establecer una estrecha relación entre el programa de energía nuclear y el reactor de investigación. Si las instalaciones o condiciones exigidas sobrepasan la capacidad del reactor de investigación o del experimentador, puede fomentarse una colaboración efectiva entre países desarrollados y en desarrollo.

Exposición profesional y seguridad

Se expusieron la organización y los criterios que rigen la seguridad en los reactores de investigación del Reino Unido. Con ello se pretendía describir una organización de seguridad que pudiera servir de guía a aquellos países que en la actualidad no disponen de una organización reguladora responsable de los reactores nucleares. Asimismo, se describió un sistema centralizado de registro de las dosis de radiación profesional. No es exagerado subrayar la importancia de un buen sistema de registro, ya que son precisamente los datos contenidos en dichos registros los que permiten al encargado de la protección radiológica demostrar que se está protegiendo la salud y seguridad de los trabajadores; sus esfuerzos podrán entonces canalizarse hacia las técnicas de reducción de las dosis. En otra de las memorias se presentó un ejemplo de reducción de la dosis profesional y del tiempo de paro del reactor lograda mediante la introducción de algunos cambios en el diseño de las barras de control, lo que redujo la dosis profesional derivada de las actividades de mantenimiento que son la fuente principal de exposición a la radiación. También se discutió, con el fin de proteger al público, la vigilancia radiológica cuidadosamente organizada del medio ambiente en relación con la instalación PUSPATI.

Utilización del reactor

Las sesiones sobre la utilización de los reactores investigación incluyeron el estudio de un caso práctico de desarrollo de programas de utilización en el campo químico, conforme a la máxima administrativa de que la misión de la organización, su estructura y su función deben determinar el programa. Varias aportaciones versaron sobre los programas de análisis por activación neutrónica destacando los estudios sobre el medio ambiente y los análisis de muestras del suelo.

La utilización de los reactores de investigación más extendida en la actualidad quizás sea el estudio de la materia condensada mediante haces neutrónicos. En el curso de las discusiones se hizo patente que, con el fin de utilizar eficazmente los reactores de investigación, es imperativo automatizar los experimentos con haces neutrónicos y los sistemas de adquisición de datos; dados los rápidos adelantos en la tecnología de microprocesadores, esto puede conseguirse a un costo razonable.

Con el fin de ilustrar la importancia de la planificación a largo plazo se presentó un programa de producción de radisótopos planificado para los próximos 5 años en un centro que empieza ahora esta actividad. Este centro se dedica especialmente a los radisótopos médicos. En el campo de las aplicaciones médicas de los reactores, se describió la terapia mediante la captura de neutrones de boro para el tratamiento de tumores cerebrales. Como resultado del éxito obtenido con esta técnica en un próximo futuro se extenderá su uso al tratamiento del cáncer de la piel.

Se describió un sistema de radiografía neutrónica continua y su uso en aplicaciones industriales. El sistema automatizado con microprocesador es capaz de ensayar muchas muestras rápidamente. La radiografía neutrónica es una aplicación importante de los reactores de investigación de uso potencial en muchas industrias, que puede realizarse con reactores de investigación de baja potencia.

En el campo de la capacitación y la educación se presentó una memoria en la que se describían los programas de capacitación para ingenieros y técnicos en relación con los programas de reactores de potencia y de reactores de investigación. También se presentaron los detalles de un curso de laboratorio de reactores para graduados en Japón, basado en un reactor de baja potencia, al que enviaron estudiantes diez universidades. Este tipo de cursos puede establecer vinculaciones provechosas entre el centro nuclear y el sistema universitario y puede ser adaptado eficazmente en otros países, aumentando así el uso de las instalaciones.

Desarrollo de reactores nucleares

Esta sesión se dedicó al desarrollo del proyecto de reactor de investigación PUSPATI. Tuvo por objeto ilustrar los procedimientos y actividades necesarias para planificar y poner en servicio un reactor de investigación, así como proporcionar orientación sobre los aspectos administrativos y organizativos. Las memorias que trataban de las fases esenciales comprendían: diseño y desarrollo; construcción, instalación y puesta en servicio; procedimientos organizativos y administrativos;

selección de personal y capacitación; medición del flujo de neutrones; primer año de funcionamiento; y utilización actual y posible. La sesión resultó muy provechosa, ya que fue seguida de una visita al emplazamiento PUSPATI.

Conversión del núcleo y combustibles de uranio poco enriquecido (UPE)

Casi todos los propietarios y explotadores de reactores de investigación que funcionan con combustible de uranio muy enriquecido (UME) tendrán que convertir sus reactores a combustibles de uranio poco enriquecido (UPE). En el informe sobre la Evaluación Internacional del Ciclo del Combustible Nuclear de 1980, se señalaban más de 150 reactores de investigación, en más de 35 países, que funcionaban con potencias comprendidas entre los 10 kW y los 250 MW y utilizaban combustible UME. A este respecto, desde hace varios años se vienen desarrollando programas en cierto número de países con objeto de encontrar materiales combustibles de elevada densidad de uranio, demostrando que son adecuados para la fabricación comercial, y calificar una gama de tipos prácticos de elementos combustibles mediante extensos ensayos por irradiación. El Organismo ha coordinado estudios detallados sobre el rendimiento de reactores convertidos y sobre cuestiones de licencias y seguridad que revisten interés en relación con la reducción del enriquecimiento del núcleo del reactor de investigación. También se discutió la situación del combustible de UPE con elevada carga de hidruro de uranio-circonio y la fabricación de combustible UPE de tipo placa.

El Organismo aplica salvaguardias a casi 150 instalaciones clasificadas como reactores de investigación. El esfuerzo realizado por el Organismo en una instalación determinada depende de la potencia térmica del reactor y de la calidad y tipo de los materiales nucleares allí existentes. Por este motivo, la conversión de tales reactores se refleja en dicho esfuerzo. En una de las memorias se estudiaban las actividades en materia de salvaguardias realizadas por el Estado y por el Organismo en relación con reactores grandes (de 50 MW o mayores) y pequeños (de 1 MW menores) conforme al tipo más corriente de acuerdo Organismo/Estado.

Tecnología de reactores de investigación

Un país en desarrollo que se iniciase ahora en el sector nuclear enfocaría la cuestión del tipo de reactor de investigación a utilizar en forma diferente de como lo hicieron en el pasado los países industrializados. Mientras que en muchos países industrializados se establecieron en los últimos 25 años una multitud de instalaciones de investigación nuclear para cubrir los diferentes aspectos del campo nuclear, un país en desarrollo tomará en consideración una instalación única, de fines múltiples, capaz de realizar todas las tareas típicas de un reactor de investigación. Se describió este tipo de reactor de fines múltiples; está dotado de posiciones de irradiación en el núcleo y en el reflector, de un gran canal central para el ensayo de combustibles y materiales mediante el uso de circuitos, de tubos de

irradiación con flujo optimizado mediante el uso de bloques de berilio, y de una instalación de radiografía neutrónica. El diseño del reactor se realizó claramente en función del programa de utilización que se haya planificado. Este reactor se construye en la actualidad en el Asia sudoriental.

Se presentó y analizó un resumen de las características y la experiencia de utilización de cuatro instalaciones situadas en Mol (Bélgica) en relación con varios objetivos: capacitación de personal, producción de isótopos, análisis de materiales e irradiación de los componentes del reactor. Las cuatro plantas comprenden un reactor de potencia nula, uno de poco flujo, uno de flujo elevado, y un prototipo de reactor de potencia. Su utilización eficaz exige la existencia de un grupo tecnológico especializado en el diseño y fabricación de dispositivos de irradiación, un grupo de dosimetría y un grupo dedicado a celdas calientes para manipular materiales radiactivos y realizar exámenes postirradiación.

Discusiones de expertos

Un grupo de expertos del que formaban parte A. Tajuddin (Malasia, presidente), V. Dimic (Yugoslavia), E. Bautista (Filipinas), R. Chidambaram (India), K. Kanda (Japón), y J.P. Genthon (Francia) discutió las causas, y posibles soluciones, de la subutilización de los reactores de investigación. En la discusión se demostró que la falta de una política de apoyo, o de directrices, por parte de las autoridades competentes se manifestaba en a) un aporte de fondos insuficiente para las operaciones; b) personal inadecuado; y c) carencia del equipo apropiado. En algunos casos, la falta de reservas de combustible suficientes limita la potencia y los tiempos de funcionamiento a niveles en los que las actividades de investigación o de producción de radisótopos se ven gravemente afectadas. Otro factor importante que se mencionó fue la insuficiencia de personal capacitado como resultado de una elevada tasa de desertión. Asimismo, la industria, los gobiernos y las compañías de electricidad parecen no estar suficientemente enterados de los beneficios que se pueden derivar de los reactores de investigación y de las técnicas nucleares.

Ligado a ello está la tendencia, por parte de los trabajadores, a servirse de técnicas conocidas y familiares, tales como la química por vía húmeda, cuando se realizan análisis químicos, en lugar de adaptarse a técnicas nucleares más nuevas eficaces. Finalmente, un énfasis excesivo en la seguridad puede tener efectos negativos sobre la utilización y funcionamiento del reactor de investigación.

El Grupo de expertos hizo, entre otras, las siguientes recomendaciones:

1. Difusión. Existe la necesidad de hacer conocer a los científicos, al público y a otros sectores de forma pronta y continuada los usos y ventajas que es posible derivar de las técnicas de los reactores de investigación.
2. La capacitación de especialistas en el extranjero, en instituciones muy diferentes de las de sus países de origen en cuanto a intereses e instalaciones, tiende a incrementar la desertión del personal. Siempre que sea posible los científicos deberían recibir capacitación en instituciones semejantes a las suyas.
3. Debería concederse más importancia a la construcción y montaje de instalaciones experimentales en el propio país. Esto contribuiría al desarrollo de las capacidades internas así como a la formación de grupos especializados.
4. Con el fin de prevenir el aburrimiento por parte de los operadores del reactor, debería incluirse entre sus obligaciones la participación en experimentos y actividades de servicio. Se citó el registro automático de datos como un medio de liberar a los operadores de tareas tediosas.
5. Un centro de investigaciones debería seleccionar, un campo limitado que corresponda a los intereses de su personal y al equipo de que dispone, y especializarse en él, en lugar de tratar de emular las actividades de los grandes centros de investigación de los países industrializados. Una investigación bien realizada, publicada en revistas importantes, será un factor de estímulo para las universidades y los centros de investigación.