

EXPERIENCIA PRACTICA ADQUIRIDA CON REACTORES DE POTENCIA

Los principales tipos de reactores que se están explotando actualmente para producir energía han dado resultados satisfactorios y los problemas que las centrales nucleares suelen plantear ocasionalmente pueden atribuirse a sus elementos tradicionales. Esta es una de las conclusiones de carácter general a que ha llegado la Conferencia sobre experiencia práctica con reactores de potencia, que se celebró en Viena del 4 al 8 de junio de 1963 bajo el patrocinio del OIEA.

La Conferencia, a la que asistieron alrededor de 250 hombres de ciencia e ingenieros de 37 países y cinco organizaciones internacionales, constituyó una de las reuniones científicas más importantes patrocinadas por el Organismo y la primera de esa índole organizada en el plano internacional.

En un debate celebrado por un grupo de expertos a la terminación de la Conferencia, los representantes de los principales países productores de energía nucleoelectrónica manifestaron que eran cada vez más optimistas acerca de las perspectivas técnicas y económicas de este tipo de energía. Los eminentes expertos de Francia, la Unión Soviética, el Reino Unido y los Estados Unidos que participaron en los debates, prevén que a fines del presente decenio la energía nucleoelectrónica se producirá en condiciones rentables.

Este progreso podrá lograrse merced a los reactores cuya viabilidad técnica ha quedado ya demostrada, y en los cuales se podrán introducir posiblemente algunos perfeccionamientos, a la construcción de nuevos reactores de las mismas características y a la instalación de centrales de grandes dimensiones. Asimismo, se prevé que gracias a los excelentes resultados obtenidos en la explotación de los reactores en servicio, se podrán simplificar las especificaciones, actualmente muy complejas, lo que daría lugar a una reducción considerable de las inversiones necesarias.

Aunque las perspectivas económicas fueron evocadas durante los debates del grupo de expertos, la propia Conferencia estudió en particular los aspectos técnicos de la experiencia adquirida en la explotación de los reactores de potencia. Estuvo dividida en ocho sesiones: la primera se consagró a estudios generales sobre la experiencia adquirida en centrales nucleoelectrónicas en el marco de los programas nacionales; las cuatro siguientes, a la experiencia con determinadas centrales nucleoelectrónicas; en la sexta, se estudiaron ciertos elementos de las centrales; la cuestión del personal de las centrales nucleoelectrónicas fue objeto de la séptima sesión, y la última versó sobre los ciclos de combustible y manipulación del

mismo. Se presentaron informes sobre la experiencia adquirida en unas 20 centrales. Como el Sr. Pierre Balligand, Director General Adjunto de Actividades Técnicas del Organismo, manifestó en la sesión inaugural, estas 20 centrales representan cerca de la mitad de la potencia nucleoelectrónica actualmente instalada en el mundo.

Reactores de agua ligera

Los reactores de potencia refrigerados por agua ligera pertenecen a dos tipos principales: los reactores de agua hirviente y los reactores refrigerados por agua a presión, ambos alimentados con uranio enriquecido. Los reactores de agua ligera se utilizan en la mayoría de las centrales nucleares de los Estados Unidos, así como en otros países, entre ellos la Unión Soviética.

En un estudio sobre la experiencia práctica adquirida con reactores de potencia de agua hirviente, R. J. Ascherl (Estados Unidos) señaló que a fines del año pasado, más de 2 200 millones de kWh brutos habían sido producidos por tres centrales nucleares equipadas con reactores de agua hirviente -las centrales de Dresden y de Vallecitos (Estados Unidos) y la central de Kahl (República Federal de Alemania). A principios del presente año entraron en servicio dos nuevas centrales de este tipo en los Estados Unidos: la de Big Rock Point y la de Humboldt Bay. El Sr. Ascherl señaló que "el rendimiento de los reactores de agua hirviente de estas centrales, explotadas en condiciones normales de producción, es excelente, y que el funcionamiento de estas instalaciones demostró ser sencillo, su conservación fácil y su grado de seguridad, elevado".

En una memoria, en la que se describía la experiencia adquirida en los dos primeros años de explotación de la central nuclear de Kahl, A. Weckesser y H. Brüchner (República Federal de Alemania) manifestaron que en todo momento la seguridad de la central y del medio ambiente había sido excelente, que no se había observado ninguna inestabilidad en diversas condiciones de explotación y que la central podía ser manejada satisfactoriamente por personal de formación normal. Estos resultados han incitado a las autoridades a escoger este mismo tipo de reactor para la primera central nuclear de carácter industrial del país, cuya producción será de 250 MW(e), en comparación con los 15 MW de la Central de Kahl.

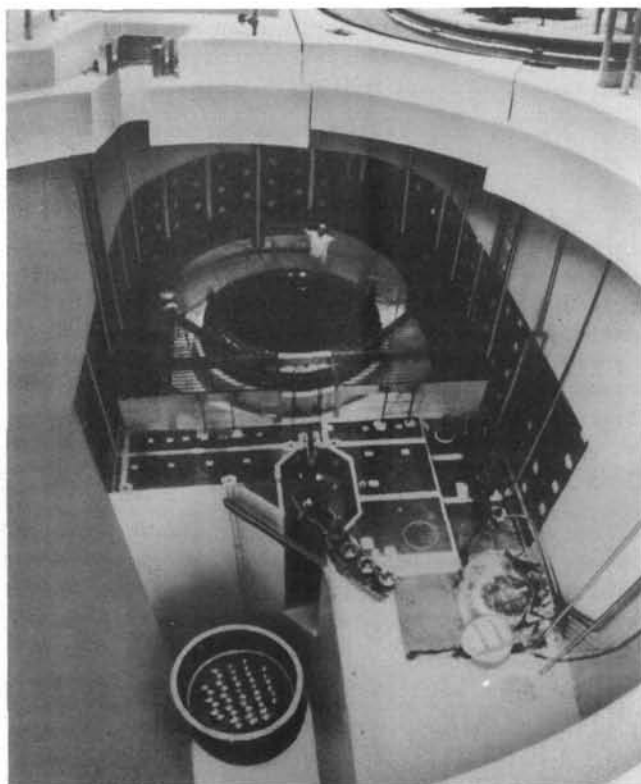
Cuatro hombres de ciencia de los Estados Unidos (E. A. Wimunc y colaboradores) presentaron un informe sobre el reactor experimental de agua hirviente (EBWR), instalado en Lemont (Estados Unidos). En

un principio, el reactor fue construido para demostrar la viabilidad de una central integrada, con reactor de agua hirviente, de circulación natural y ciclo directo. Fue concebida para producir 20 MW de energía térmica en forma de vapor saturado, que alimenta directamente un turbogenerador de 5 MW. En el primer cuerpo del reactor se pudieron efectuar experimentos a niveles de potencia comprendidos entre 20 y 40 MW, obteniéndose datos correspondientes a distintos niveles de potencia y presiones de vapor, y en diversas posiciones de las barras de control. En junio de 1959, se paró la central para introducir ciertas modificaciones constructivas con miras a elevar la potencia del reactor hasta unos 100 MW(t). A continuación, el reactor fue sometido a una serie de ensayos de estabilidad, aumentando gradualmente el nivel de potencia hasta 70 MW y se llegó a la conclusión de que podía funcionar a 100 MW en condiciones de seguridad.

De las centrales con reactores de agua a presión, la de Shippingport y la de Indian Point (Estados Unidos) se describieron en sendas memorias; se presentó también un informe sobre los resultados iniciales de la explotación de la primera central nuclear belga (BR-3).

La central de Shippingport, que fue objeto de una memoria presentada por H. Feinroth y otros dos hom-

Recipiente del reactor y depósito de almacenaje de la central nucleoelectrónica de Indian Point, en Estados Unidos. (Reproducción de la fotografía que ilustra la memoria presentada por W.C. Beattie y R.H. Freyberg)



bres de ciencia estadounidenses, viene funcionando desde hace más de cinco años y se ha comprobado que su incorporación a una red de distribución, sea como central para carga básica o como central para carga de cresta, no plantea mayores dificultades. Los distintos componentes de la central se han comportado en forma satisfactoria. No ha habido problemas de contaminación ni de evacuación de desechos. Ha sido fácil el acceso a las partes del circuito primario de refrigeración, y se verificó el buen estado de los elementos combustibles. Cada una de las tres operaciones de reabastecimiento efectuadas desde la iniciación de la marcha exigió menos tiempo que la precedente.

W. C. Beattie y R. H. Freyberg (Estados Unidos) presentaron una memoria sobre el grupo N° 1 de la central de Indian Point, que consta de un reactor de 585 MW(t) de agua a presión. Se encuentra a orillas del río Hudson, a unos 40 Km al norte de Nueva York. Se efectuaron ensayos a potencias de hasta 50 por ciento del valor teórico, durante los que ocurrieron frecuentes detenciones automáticas, originadas en gran parte por perturbaciones en la sección "clásica" de la central. En cuanto a la sección nuclear, las principales dificultades se debieron al mecanismo de mando de las barras de control. En noviembre del año pasado, se detuvo la marcha de la central para proceder a los cambios previstos en las tuberías de la sección "clásica" y para modificar y perfeccionar el mecanismo de mando de las barras de control. Desde que volvió a entrar en servicio en enero de 1963, los resultados de los ensayos han concordado satisfactoriamente con las previsiones.

El Sr. Potemans y el Sr. Guében (Bélgica) expusieron los resultados iniciales del funcionamiento de la central BR-3. Entre otros, examinaron los siguientes problemas: presencia de radón en el aire del edificio del reactor y en algunos edificios auxiliares, índice de escape del agua del circuito primario y ciertas dificultades de tipo mecánico.

Reactores refrigerados por gas

Los participantes británicos y franceses presentaron memorias sobre reactores de potencia alimentados con uranio natural, moderados por grafito y refrigerados por gas. Se presentó igualmente una memoria sobre la puesta en marcha de la central de Latina (Italia), que está basada en un reactor del mismo tipo.

Refiriéndose a Calder Hall y Chapelcross, H. McCrickard (Reino Unido) señaló que estas centrales fueron concebidas en un principio como reactores de potencia de doble finalidad, principalmente destinados a producir plutonio. Sin embargo, ambas centrales forman parte de la red nacional de distribución en calidad de centrales para la carga básica, y suministran aproximadamente el 15 por ciento de la demanda en las regiones en que están situadas. La potencia de

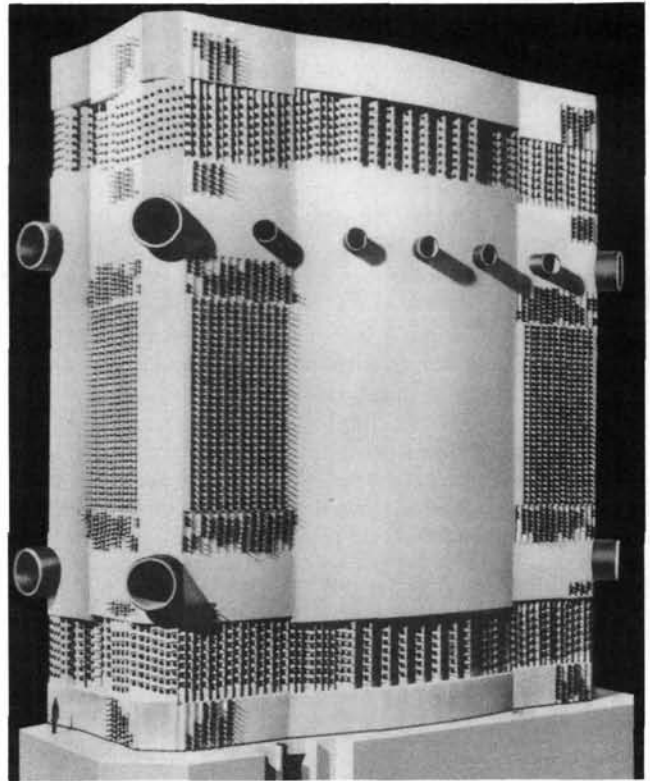
los reactores ha sido incrementada más de un 33 por ciento con respecto a la cifra inicialmente prevista. Actualmente, los reactores alcanzan factores de carga globales superiores al 92 por ciento a pesar de que la renovación del combustible se efectúe con los reactores detenidos. Los incrementos del factor de carga se deben en gran parte a las considerables reducciones de tiempo necesario para renovar el combustible y al planeamiento cuidadoso de todos los trabajos de conservación esenciales que exigen la detención de los reactores. La futura explotación de las centrales depende de dos factores principales: posibilidad de aumentar nuevamente la potencia de los reactores y de prolongar el período de utilización del combustible. Cabe esperar progresos en ambas direcciones.

En su memoria sobre el rendimiento de los principales elementos de la central de Calder Hall, E. L. Desbruslais (Reino Unido) señaló que todas las fallas se habían producido en la parte clásica de la central y ninguna en los reactores propiamente dichos. Describió las dificultades que plantean los diversos elementos de la central y las medidas adoptadas para superarlas.

Después de describir el rendimiento de las instalaciones de Berkeley y Bradwell, R. Weelks y G. Shepherd (Reino Unido) manifestaron que las centrales eran muy estables y que las interrupciones no son atribuibles a sus elementos nucleares. A juicio de esos especialistas, cabe afirmar que los servicios que una central nuclear es capaz de prestar (en lo referente a producción de energía nucleoelectrónica) dependen, en última instancia, del correcto funcionamiento de la parte "clásica" de la instalación.

En su memoria, J. Horowitz y J. P. Roux (Francia) señalaron que el programa francés de centrales nucleares está basado en los reactores de uranio-grafito-anhídrido carbónico. Los reactores de Chinon (EDF-1, EDF-2 y EDF-3) derivan de los reactores plutónigenos (G-2 y G-3), y la producción de este conjunto de reactores representa la mayor parte de los 850 MW(e) de potencia instalada previstos para 1965. Los reactores G-2 y G-3 alimentan la red francesa de electricidad desde 1959 y 1960, respectivamente. Desde principios de 1963 el EDF-1 se está sometiendo a los ensayos que preceden a la puesta en marcha, el EDF-2 comenzará a funcionar a fines de 1964 y el EDF-3 en 1965. Los autores manifestaron que ha quedado establecida ya la viabilidad técnica de este tipo de reactor y que se confiaba en que los reactores en construcción demostrarían su rentabilidad.

F. Conte (Francia) describió la experiencia adquirida en la explotación de los reactores G-2 y G-3, revisando los principales problemas planteados desde los puntos de vista tecnológico, de la seguridad, del rendimiento y de la organización. Examinó los siguientes temas: estructura de hormigón pretensado, reabastecimiento de combustible con el reactor en



Vista exterior del recipiente de alta presión del reactor francés EDF-3. (Reproducción de la fotografía que ilustra la memoria presentada por F. Conte y otros)

marcha, rendimiento de la instalación, automatización de la vigilancia, comportamiento del combustible, instalaciones clásicas de recuperación de energía, intervenciones en el interior del reactor, y organización y formación del personal.

P. Bacher y otros tres hombres de ciencia franceses presentaron una memoria sobre la experiencia neutrónica adquirida en Marcoule y en Chinon y su interés para el programa de centrales de grafito. Manifestaron que la experiencia con los primeros reactores de grafito franceses ha demostrado su importancia capital tanto para la elaboración de los proyectos ulteriores como para estudiar el funcionamiento de centrales de gran potencia, en las que los problemas de control y de cinética desempeñan un papel primordial.

Otros tipos de reactores

Se presentaron también informes sobre otros tipos de reactores, entre ellos los de agua pesada y los reactores de neutrones rápidos.

L. G. McConnell (Canadá) describió la experiencia inicial de funcionamiento de la primera central nuclear de su país, la Nuclear Power Demonstration (NPD), que está destinada a comprobar el funcionamiento de los reactores alimentados con uranio natural y moderados y refrigerados por agua pesada.

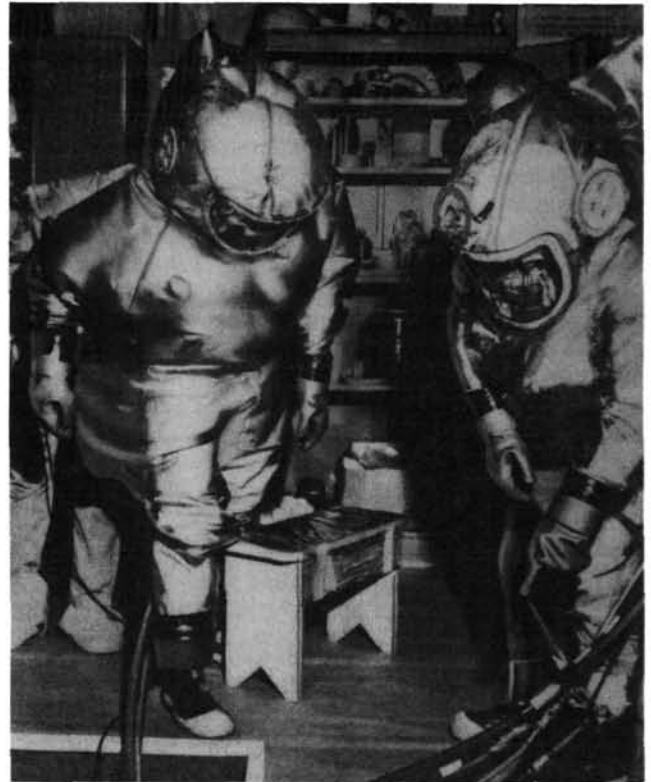
Dicha central alcanzó su régimen normal de potencia en junio de 1962. Los resultados obtenidos hasta el presente han sido satisfactorios; el primer ensayo de explotación, que duró seis semanas, permitió alcanzar un factor de potencia del 70 por ciento. Los perfeccionamientos introducidos han permitido mejorar el grado de seguridad y el rendimiento y han revelado la posibilidad de reducir los gastos de inversión en centrales futuras. En diciembre de 1962, dos escapes simultáneos que se produjeron en el aparato de realimentación del reactor en marcha dieron origen a una serie de incidentes poco comunes; una cantidad considerable de agua pesada a alta presión y temperatura se derramó en el recinto del reactor, alterándose ligeramente su pureza isotópica. Luego de purificarse el agua, el reactor pudo reiniciar su funcionamiento a fin de mes. Todos los dispositivos de seguridad y, en especial, los destinados a evitar los escapes de agua pesada funcionaron correctamente durante el incidente.

E. Jonson y N. Rydell (Suecia) presentaron una memoria sobre un tipo diferente de reactor de agua pesada. Se trata de la central nuclear Agesta, que está equipada con un reactor de uranio natural y agua pesada, del tipo recipiente de presión. Entre otros problemas, estos autores estudiaron algunos que revisten particular importancia en un sistema de agua pesada a elevada presión, a saber,

- a) la estanqueidad con respecto a la atmósfera e, internamente, entre los circuitos de alta y baja presión,
- b) el equilibrio de presión entre los circuitos de agua pesada y agua ligera,
- c) la evacuación del agua ligera de los circuitos de agua pesada después de la puesta en marcha.

La Unión Soviética y los Estados Unidos presentaron memorias sobre los reactores rápidos (es decir aquellos en que los neutrones no son frenados por un moderador y sirven para transformar el material básico en material fisionable). El reactor rápido BR-5 de la Unión Soviética fue objeto de una memoria preparada por siete hombres de ciencia de la Unión Soviética (A.E. Leipunsky y colaboradores). Examinaron los problemas planteados por las operaciones de mantenimiento de los circuitos radiactivos de metal líquido del reactor, así como los relativos a la explotación del reactor una vez alcanzado el grado de combustión de 2 por ciento previsto, cuando disminuye la estanqueidad de los elementos combustibles. Describieron la experiencia adquirida con la descarga del cuerpo, las investigaciones sobre el estado y la estanqueidad de los elementos combustibles y la descontaminación del equipo y tuberías del circuito primario radiactivo.

R. W. Hartwell describió el reactor estadounidense de neutrones rápidos de la central nuclear "Enrico Fermi". La construcción de la central, que está



Operarios vistiéndose para trabajar dentro del recipiente del reactor de la central nucleoelectrica "Enrico Fermi" en Estados Unidos. (Reproducción de la fotografía que ilustra la memoria de R.W. Hartwell)

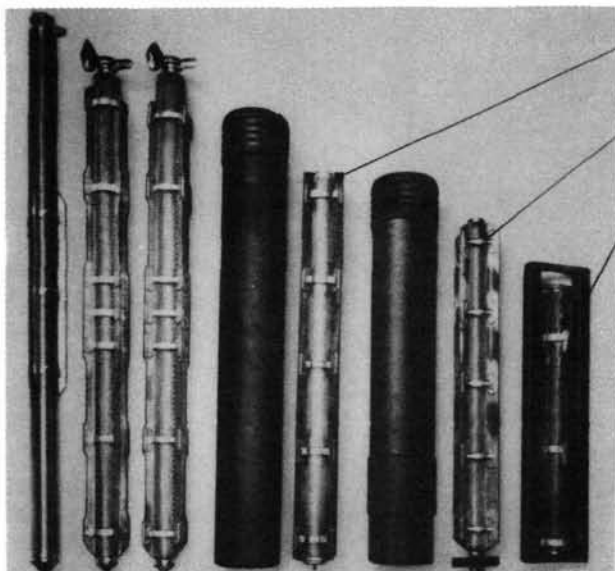
equipada con un reactor reproductor de neutrones rápidos de 100 MW(e), quedó prácticamente terminada en diciembre de 1961. Desde esta fecha se han verificado minuciosamente los circuitos y partes constitutivas. Este programa de ensayos preliminares ha resultado en extremo útil para comprobar la idoneidad del diseño y obtener indicaciones sobre las modificaciones necesarias. En la memoria se describen las modificaciones esenciales; como dijo el Sr. Hartwell, pudieron resolverse todas las dificultades.

C. A. Pursel (Estados Unidos) presentó una memoria sobre la experiencia adquirida en los ensayos posteriores a la construcción de las tres centrales nucleoelectricas que forman parte del programa de demostración de reactores de potencia de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos. Se trata de las instalaciones de Elk River, Hallam y Piqua, que representan tres conceptos diferentes en materia de reactores: el de agua hirviendo con circulación natural, el de sodio-grafito y el de moderador y refrigerante orgánicos, respectivamente.

El Sr. Pursel presentó igualmente una memoria en la que se pasaba revista a la evolución del programa estadounidense de producción de energía eléctrica con fines civiles.

Otras cuestiones

Además de los informes sobre las diferentes centrales nucleares, se examinaron los problemas que plantean determinados elementos de las mismas. Por ejemplo, G. N. Ushakov y otros cinco hombres de ciencia de la Unión Soviética expusieron en una memoria los principios de construcción de los generadores de vapor de la primera central nuclear de la Unión Soviética y estudiaron las posibles causas de las averías ocurridas en las tuberías. Los participantes franceses estudiaron los problemas relativos a los recipientes del reactor. Otras cuestiones debatidas fueron la medición de los índices de escape de las estructuras de confinamiento y la eficacia de los dispositivos de detención y de seguridad.



1 2 3 4 5 6 7 8

Algunos de los elementos combustibles "Magnox" que fabrica la Junta Británica de Energía Atómica. 1. Elemento de Calder Hall; 2. Elemento de Latina; 3. Elemento de Bradwell Mk III; 4. Manguito de grafito Tokai-Mura; 5. Elemento Tokai-Mura; 6. Manguito Hunterston; 7. Elemento Hunterston; 8. Berkeley Mk. 1B. (Reproducción de la fotografía que ilustra la memoria de C. Allday)

En la sesión consagrada a los ciclos de combustible y manipulación del mismo, en la que presentaron memorias participantes del Reino Unido y de Francia, un importante tema tratado fue el del costo de los ciclos de combustible. C. Allday (Reino Unido) manifestó que si bien en Gran Bretaña la rentabilidad de los reactores de potencia de tipo corriente está dominada por las inversiones de capital, el costo del combustible no constituye un factor despreciable. "Una vez invertido el capital", dijo, "la única manera de disminuir el costo de la energía producida consiste en reducir los costos relacionados con el ciclo del combustible y con la explotación del reactor". Al mismo tiempo, como señaló A. Johnson (Reino Unido)

si bien en teoría el costo del combustible puede reducirse aproximadamente del 20 a 30 por ciento siguiendo un procedimiento racional de sustitución del combustible, las consideraciones de orden práctico limitan las economías que pueden lograrse en la etapa inicial de explotación de los primeros reactores. "En principio, se procurará impedir el aumento del costo de producción de energía resultante de detenciones imprevistas o de reducciones de la producción causadas por una falta de flexibilidad o por una decisión errónea."

Según el Sr. Johnson, los principales progresos realizados en materia de ciclos de combustible pueden resumirse de la siguiente manera:

- a) la puesta en servicio en el Reino Unido de las primeras instalaciones de carga de combustible durante la marcha del reactor;
- b) la irradiación de los elementos combustibles de "Magnox" por encima de los niveles previstos;
- c) el perfeccionamiento de programas de predicción a base de calculadoras, que tienen múltiples aplicaciones en la explotación de los reactores de potencia; y
- d) las consideraciones económicas que abogan en favor de un criterio flexible en lo referente al grado de enriquecimiento.

Los problemas de descarga y reabastecimiento durante el funcionamiento del reactor fueron examinados también por R. A. de Cremiers (Francia). Subrayó la complejidad de estos problemas y añadió que en el Centro de Marcoule los programas de descarga se preparan con una calculadora electrónica que utiliza tarjetas perforadas.

En la Conferencia se examinaron también los problemas que plantea la contratación de personal, su formación técnica y la organización de las centrales nucleares.

Tendencias y perspectivas

En el debate especial celebrado por un grupo de expertos al final de las sesiones, los principales oradores fueron Fernand Conte, del Centro de Marcoule de la Comisión de Energía Atómica de Francia; Coningsby Allday, del Centro de Risley de la Junta de Energía Atómica del Reino Unido; Claude Andrew Pursel, de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos; y Aristarkhov, del Instituto de Energía y Física de Moscú.

Cada uno de los oradores contestó a las dos preguntas siguientes: 1) qué tipos de reactores podrían considerarse de probada eficacia y que merezcan especial atención en el próximo decenio; qué papel desempeñarían estos reactores en el futuro; posibilidad de sustituirlos por tipos totalmente nuevos; y 2) manera de aprovechar la experiencia adquirida hasta la

fecha para los nuevos proyectos de reactores en los países en vías de desarrollo.

Los oradores hablaron particularmente de los tipos de reactores construidos en su propio país, sin proceder a ninguna comparación directa con los otros tipos. Manifestaron que los reactores ya bien conocidos habían dado resultados extremadamente satisfactorios, que podían ser rentables -inmediatamente o en un futuro próximo-, que podían y debían ser perfeccionados, que entre tanto se estudiarían nuevos tipos y que en el futuro se obtendrá el máximo partido de la energía nucleoelectrónica gracias a los reactores reproductores rápidos, es decir, reactores carentes de moderador en los que los neutrones transformarán el torio o el uranio-238 no fisionables en materiales fisionables y de esta manera producirán más combustible del que consuman. Como dijo el Sr. Aristarkhov, el futuro de la energía nucleoelectrónica pertenece a los reactores de neutrones rápidos, pero este pronóstico, añadió, no significa que se hubiesen de abandonar en un futuro próximo los reactores térmicos (es decir, aquellos que utilizan un moderador para frenar los neutrones, como los que se emplean actualmente para producir energía). En efecto, como explicó, era de esperar una "coexistencia pacífica" entre los reactores térmicos y los reactores rápidos, incluso después de que estos últimos se hayan desarrollado plenamente. En los mismos términos se expresó el Sr. Pursel, quien señaló que en el programa de producción de energía nucleoelectrónica de los Estados Unidos, tal como se describe en el último informe dirigido al Presidente de los Estados Unidos, no se prevé la sustitución de los tipos actuales por reactores reproductores.

El Sr. Conte y el Sr. Allday describieron los resultados satisfactorios obtenidos con reactores de uranio natural refrigerados por gas, construidos en Francia y en Gran Bretaña; manifestaron su convencimiento de que en lo que respecta al costo de producción de energía podrían competir con las centrales tradicionales a fines del presente decenio. Refiriéndose al hecho de que la mayor parte de las dificultades que han surgido en las centrales nucleares se deben a sus elementos de tipo tradicional y no a los reactores propiamente dichos, el Sr. Conte manifestó que ello era un motivo más para someter tales elementos a un control y fiscalización tan rigurosos como en el caso del equipo nuclear. Se refirió igualmente a las restricciones impuestas al rendimiento de los reactores por los complicados requisitos de seguridad exigidos actualmente y opinó que lo mejor sería prescribir condiciones menos rigurosas.

En lo concerniente a la experiencia adquirida en Gran Bretaña, el Sr. Allday dijo que las actuales centrales Magnox (Calder Hall, Chapel Cross, Berkeley y Bradwell) podían considerarse ya técnicamente bien establecidas. El Reactor de tipo avanzado, refrigerado por gas, posee la ventaja de exigir menos gas-

tos de inversión y es susceptible de ulteriores perfeccionamientos; aunque se encuentra todavía en fase de desarrollo, puede confiarse en su buena concepción técnica. A largo plazo, los reactores rápidos ofrecen amplias posibilidades de perfeccionamiento, pero de momento se trata de elaborar combustibles satisfactorios para este tipo de reactores. Respecto del funcionamiento defectuoso de los elementos tradicionales, al que se habían referido muchos oradores en la Conferencia, el Sr. Allday dijo que se trataba de un problema que deben ciertamente examinar los fabricantes de este equipo, pero estimó innecesario un esfuerzo concertado por parte de la industria nucleoelectrónica para resolverlo. Además, cabe recordar que las dificultades con el equipo tradicional son las primeras que se plantean; los "inconvenientes de tipo nuclear", si surgen, lo harán más adelante.

En opinión del Sr. Pursel, los reactores moderados con agua ligera son los que mejores resultados han dado como fuente económica y segura de producción de energía eléctrica con fines comerciales. Dijo que tanto los proveedores como los usuarios de estos reactores los consideran "sumamente satisfactorios por sus características y económicamente rentables en sus aplicaciones específicas". En cuanto a las perspectivas a largo plazo, el Sr. Pursel opinó que, en definitiva, el estado de equilibrio de la economía nuclear estará representado por una combinación de reactores de combustión (es decir, los tipos actuales en que la finalidad principal es obtener el máximo de energía mediante la utilización inmediata del combustible) y de reproducción (es decir, aquellos cuya finalidad principal es producir nuevo combustible al mismo tiempo que generan electricidad con los materiales fisionables que contienen).

El Sr. Aristarkhov dijo que las informaciones comunicadas a la Conferencia muestran que todos los tipos bien conocidos de reactores han respondido a las esperanzas en ellos depositadas. La Unión Soviética ha trabajado con reactores moderados y refrigerados por agua ligera y con los moderados por grafito y refrigerados por agua, pero carece de experiencia en reactores moderados con grafito y refrigerados con gas. En Voronesh se están construyendo un reactor generador de agua a presión y otro a base de grafito y agua. El Sr. Aristarkhov añadió que por haberse dedicado a los reactores rápidos le era difícil mostrarse objetivo frente a otros tipos de reactor. Es cierto que los reactores rápidos han planteado ciertas dificultades, pero no hay duda de que serán superadas. En cuanto a los tipos actuales, opinó que es posible mejorarlos notablemente eliminando las dificultades originadas por los componentes convencionales.

El Sr. L. McConnell (Canadá) dijo en una disertación sobre los reactores de agua pesada que los costos de combustible de este tipo de reactor son in-

feriores a todos los que se han dado a conocer, relativos a otros tipos.

Los participantes se mostraron de acuerdo en que, por lo que respecta a los proyectos de energía nucleoelectrica en los países en vías de desarrollo, sería conveniente elegir un tipo de reactor ya bien conocido en vez de uno que se encuentre todavía en estado experimental. No obstante, si uno de estos países estuviera dispuesto a aceptar los riesgos y responsabilidades que lleva consigo desarrollar un tipo toda-

vía poco conocido, o adaptar un tipo bien conocido a las condiciones locales, podrían ejecutarse proyectos conjuntos. En cualquier caso, es esencial la participación de científicos y técnicos de los países en vías de desarrollo en los proyectos relativos a reactores que se ejecuten en esos países. Varios oradores destacaron la importante función desempeñada por el OIEA en la formación de personal técnico de tales países, en la difusión de informaciones sobre tecnología de la energía nucleoelectrica y en la preparación de posibles proyectos conjuntos.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES A LARGO PLAZO DEL OIEA

En su quinta reunión ordinaria celebrada en 1961, la Conferencia General del OIEA aprobó una resolución en la que se preveía la preparación de un programa a largo plazo para las actividades del Organismo. Este programa, que fue preparado después de celebrar amplias consultas con expertos de muchos Estados Miembros y que tendrá por objeto servir de orientación para planificar y llevar a cabo las tareas del Organismo a partir de 1965, ha sido presentado en la séptima reunión de la Conferencia General por la Junta de Gobernadores y el Director General. Se prevé que la función principal del Organismo durante los próximos años consistirá, por una parte, en ayudar a preparar a los Estados Miembros para la implantación de energía nuclear en sus diversas aplicaciones pacíficas, especialmente en la producción de energía, y por otra, en estimular y coordinar el desarrollo científico y tecnológico con objeto de que, dentro del plazo más breve posible, el mayor número de países pueda beneficiarse de las ventajas de las aplicaciones pacíficas de la energía atómica.

El programa de actividades a largo plazo está basado en la convicción de que el fomento de la producción de energía nucleoelectrica constituirá la contribución más importante del Organismo al progreso económico y al bienestar de la humanidad. Al mismo tiempo, se esperan resultados rápidos y tangibles de las aplicaciones de los radioisótopos y las fuentes de radiación en medicina, agricultura, hidrología e industria. Las actividades relacionadas con la seguridad, la protección de la salud y el tratamiento y evacuación de desechos radiactivos se consideran como funciones subsidiarias, pero se pone de relieve la relación que guardan con la utilización económica de la energía nucleoelectrica y la aplicación de los radioisótopos en una escala más amplia. Con-

tinuará la estrecha colaboración con las Naciones Unidas y los organismos a ella vinculados; se indica que el Organismo podría servir de órgano de ejecución para las actividades en materia de energía atómica, en aplicación de determinados programas de las Naciones Unidas o de una organización especializada.

Las Naciones Unidas y los organismos especializados recurren en medida creciente a las soluciones de carácter regional para hacer frente a los problemas comunes de los países pertenecientes a una zona determinada. Hasta ahora, el Organismo ha resuelto estos problemas sobre una base ad hoc, designando expertos regionales u organizando centros regionales. En lo futuro, cabe esperar que se introducirá en el desarrollo de las tareas del Organismo una regionalización sistemática.

El programa se divide en dos grandes secciones, una de las cuales se refiere a los aspectos esenciales de las actividades y la otra a los aspectos funcionales. Acompañan al documento principal dos monografías sobre las actividades del Organismo en relación con el desarrollo de la energía nucleoelectrica y con la aplicación de los radioisótopos y fuentes de radiación.

A continuación, se exponen algunas de las características principales del programa.

ASPECTOS ESENCIALES

Energía nucleoelectrica

Se estima que la energía nucleoelectrica podrá competir en el plano económico con la energía tradicional en la segunda mitad de este decenio, especialmente en determinadas regiones de los países