

El reactor francés Phénix

por Rémy Carle, Director de la División de Construcción de Reactores,
Commissariat à l'énergie atomique, Francia

A las 8.15 del 31 de agosto de 1973, el reactor rápido Phénix alcanzó la criticidad por primera vez. Este acontecimiento, celebrado en el mundo como hito importante en el desarrollo de la familia de los reactores rápidos, debe considerarse en su contexto histórico.

En 1966 se emprendió el estudio del anteproyecto y en 1968 se decidió la construcción, comenzando los primeros trabajos sobre el terreno en 1969.

A fin de que la central tuviese magnitud suficiente para ser representativa de todos los problemas industriales que plantean los reproductores rápidos, pero sin exigir una inversión demasiado elevada, se escogió una potencia del orden de 250 MW(e), lo que presentaba a la vez la ventaja de permitir la utilización de un grupo turboalternador clásico como los de las centrales de "Electricité de France", pues las características del vapor generado por el reactor son muy parecidas a las del vapor producido en estas últimas.

Las características principales del reactor Phénix son:

- i) Potencia de 250 MW(e) – 563 MW(t) – y grupo turboalternador de tipo bien conocido;
- ii) Reactor refrigerado por sodio y alimentado con combustible en forma de óxido mixto de plutonio y de uranio con vainas de acero inoxidable;
- iii) Concepción integrada: el circuito primario principal, con sus tres bombas y sus seis intercambiadores intermedios dispuestos alrededor del núcleo del reactor está contenido enteramente en una vasija de acero inoxidable llena de sodio (800 toneladas). Se ha optado por esta concepción principalmente por razones de seguridad;
- iv) La manipulación del combustible se efectúa con el reactor parado (una campaña cada dos meses);
- v) Funcionamiento en régimen de carga fundamental.

Además de la demostración de la producción de energía eléctrica, la función experimental del reactor Phénix será un aspecto importante al menos durante los primeros años de funcionamiento.

Cuando se inició la construcción en 1968, se había previsto que las pruebas generales empezasen en 1972 y que el reactor comenzase a suministrar energía eléctrica a la red en 1973. A pesar de ciertos retrasos, fácilmente comprensibles tratándose de un prototipo semejante, este programa global se ha cumplido.

A fin de reducir al mínimo los riesgos inherentes al carácter de prototipo, consiguiendo a la vez el máximo de información, se han ideado las pruebas más completas y exhaustivas posibles con miras a ensayar metódicamente todas las partes de la instalación en cuatro fases sucesivas:

- i) Pruebas anteriores al trabajo con sodio de los circuitos principales (terminadas en 1972);
- ii) Pruebas con sodio antes de cargar el combustible; comenzaron con el llenado de sodio del reactor y los circuitos secundarios (terminado en enero de 1973) y han continuado hasta el fin de julio. Durante esta fase crucial, todos los circuitos de la central se han ensayado en condiciones lo más parecidas posible a las de funcionamiento a la potencia nominal (caudales y temperaturas). Al mismo tiempo, en febrero de 1973 se ensayó el grupo turboalternador con vapor auxiliar;



Vista interior del edificio del reactor Phénix en el piso 8,50. La fotografía muestra la parte superior del cierre giratorio y de los mecanismos de manipulación del combustible. A la derecha está el motor auxiliar y de bombeo. Bajo el piso se ve la tubería del circuito secundario del sodio ... P. Jahan

- iii) Carga de los conjuntos combustibles a partir del 3 de agosto y criticidad el 31 de agosto;
- iv) Aumento progresivo de la potencia hasta alcanzar, si todo marcha como es de esperar, el valor máximo en los primeros meses de 1974.

Ya puede hacerse un balance inicial de todo lo aprendido al construir el reactor Phénix y de lo que cabe esperar de su explotación:

- i) *En la etapa de su concepción y proyecto, Phénix ha permitido primeramente juzgar, y luego superar, los problemas inherentes a la naturaleza integrada del bloque del reactor (hidráulica, distribución de gradientes térmicos y esfuerzos conexos), así como el funcionamiento de la central en su conjunto;*

- ii) *En la fase de construcción propiamente dicha, se han confirmado las ventajas inherentes a este tipo de reactor (la ingeniería civil no presenta dificultades especiales, no hay altas presiones en los circuitos, lo que hace posible construir in situ componentes de grandes dimensiones pero de poco espesor, como las vasijas);*
- iii) *En lo que respecta al mantenimiento, las pruebas con sodio han permitido ya determinar prácticamente cómo proceder para la conservación y reparación de los componentes, y el personal de explotación está en condiciones de dominar los problemas especiales resultantes del trabajo con sodio activo.*

La cuestión del combustible merece particular atención:

Para la fabricación del primer núcleo de Phénix, se llevaron a cabo numerosas irradiaciones en el reactor RAPSODIE que han permitido adquirir una experiencia muy valiosa sobre el comportamiento de las agujas combustibles a flujos elevados, especialmente en lo tocante a los problemas relacionados con las deformaciones provocadas por el hinchamiento, bajo irradiación, del óxido mixto de plutonio y de uranio y de las vainas de acero.

Sin embargo, es evidente que solamente tras el estudio del comportamiento global del primer núcleo de Phénix se obtendrán datos estadísticos completos que permitan determinar el nivel medio de irradiación que puede alcanzarse, y se conseguirá orientación sobre las mejoras que deban introducirse en el combustible de los sucesivos núcleos.

El Phénix cumple por tanto dos funciones: una de demostración del sistema y otra de reactor experimental de grandes dimensiones que permite irradiaciones intensas para la realización de combustibles destinados a la familia de los reproductores. En lo que respecta a la industria nuclear, puede decirse que los fabricantes de componentes han aprendido a dominar los problemas inherentes a los reproductores rápidos y conocen ahora tanto los métodos de construcción como los medios necesarios en personal y equipo.

Por otra parte, conviene recordar que, desde un principio, el Commissariat à l'énergie atomique y Electricité de France han trabajado en estrecha colaboración con la industria a fin de favorecer el establecimiento de la infraestructura necesaria para el desarrollo de esta familia de reactores. En particular, esto ha sido así en lo tocante a la ingeniería de la central, pues la construcción y entrada en funcionamiento de Phénix han sido llevadas a cabo, bajo la dirección del Commissariat à l'énergie atomique por un equipo "integrado" compuesto por representantes de este Organismo y de la Electricité de France, así como por personal de una sociedad privada, la "Groupement Atomique Alsacienne Atlantique", que hace mucho tiempo que participa en los trabajos referentes a los reactores reproductores rápidos.

Difícilmente puede exagerarse la importancia de disponer de equipos de especialistas que sepan aunar sus esfuerzos y experiencias para dominar los problemas propios de un producto nuevo.

De este modo, el aumento progresivo de la potencia de Phénix en las semanas venideras, y su conexión a la red, van a señalar el principio de una nueva etapa esencial. La experiencia adquirida durante la construcción, y luego durante el primer año de explotación, debe ser inmediatamente aplicable al desarrollo de esta familia de reactores en Francia y, sobre todo, a los estudios y a la construcción de la central Super-Phénix de 1 200 MW(e). Nada impide en estos momentos contemplar con razonable optimismo la ruta que se abre ante nosotros hacia la "comercialización" de las centrales de neutrones rápidos refrigeradas por sodio.