

DESARROLLO DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA

Durante la quinta reunión ordinaria de la Conferencia General del OIEA, celebrada en septiembre-octubre de 1961, se examinaron detenidamente los problemas relativos al desarrollo de la energía nucleoelectrónica. No sólo se dieron muchas indicaciones, en sesión plenaria, sobre los planes de los Estados Miembros en materia de energía nucleoelectrónica, sino que la Comisión del Programa de Actividades y de Asuntos Técnicos y Presupuestarios de la Conferencia examinó la cuestión de manera más específica y detallada, particularmente en lo que se refiere a los costos de la energía nucleoelectrónica.

La Conferencia había recibido un informe de la Junta de Gobernadores acerca de los estudios efectuados por el Organismo sobre los aspectos económicos de la energía de origen nuclear. Había recibido, además, dos documentos minuciosamente preparados, uno de los cuales contenía la información más reciente sobre los costos de la energía nucleoelectrónica y, el otro, datos económicos y técnicos referentes a varios generadores nucleares de pequeña y mediana potencia, de los Estados Unidos. También se puso en conocimiento de la Conferencia el informe sobre los métodos de cálculo del costo de la energía de origen nuclear, preparado con ayuda de un grupo de expertos reunido por el Organismo, informe que ya se comentó en el número de julio de 1961 de este Boletín.

Estudio sobre los costos

El documento que contiene la información más reciente sobre los costos de producción de la energía nucleoelectrónica es una edición revisada de un documento análogo presentado a la Conferencia General en su cuarta reunión (1960). Esta última edición contiene gran cantidad de nuevos datos relativos a los componentes del costo del combustible y a los generadores nucleares pequeños que pueden resultar especialmente adecuados para los países menos desarrollados.

La información sobre costos se ha obtenido de seis países: los Estados Unidos, el Reino Unido, Francia, el Canadá, el Japón y la República Federal de Alemania. Los datos se basan en el estado actual de la tecnología y, con objeto de facilitar su comparación, se presentan según un criterio uniforme.

En el informe se señala que, si bien durante el año pasado se ha reducido un tanto la incertidumbre acerca de la posibilidad de generalizar los datos específicos sobre los costos de producción de la energía nucleoelectrónica, conviene no olvidar que, debido a la relativa novedad de los métodos utilizados, la experiencia adquirida en la producción de energía nucleoelectrónica es aún algo limitada y que, por lo tanto, muchos de los datos técnicos y económicos de que

actualmente se dispone constituyen una extrapolación muy amplia de los resultados de la experiencia directa. Es, pues, posible que los valores cuantitativos citados en el documento hayan de modificarse considerablemente a medida que la técnica progresa. Además, los métodos de cálculo de los costos de producción de la energía nucleoelectrónica varían mucho de un país a otro.

Por otra parte, no siempre es posible establecer una comparación válida de los costos de construcción en diferentes países aplicando sencillamente el tipo de cambio oficial de las respectivas monedas; el hecho de que un país esté o no capacitado para fabricar todos los elementos de la central o parte de ellos puede influir decisivamente en los aspectos económicos de la empresa. En el documento se analizan los datos disponibles sobre costos y se dice que en el Reino Unido la energía nucleoelectrónica generada con reactores de gran potencia refrigerados por gas podrá probablemente competir con la de origen tradicional dentro de unos cinco años. En cuanto a los Estados Unidos, se prevé, basándose en determinadas hipótesis, que la energía producida en grandes centrales nucleares construidas a fines del presente decenio podrá competir con la generada en las centrales térmicas clásicas en aquellas regiones en que el costo de los combustibles tradicionales sea relativamente elevado.

En cuanto a las tendencias futuras, en el documento se prevé la posibilidad de que las constantes investigaciones y progresos originen importantes reducciones de los costos de producción. Las reducciones en el costo del ciclo del combustible tendrán suma importancia. También se efectuarán considerables economías gracias al perfeccionamiento de los materiales para reactores, la normalización de ciertos accesorios, la simplificación de las medidas de seguridad y la reducción del costo unitario de los trabajos de experimentación y ensayo como consecuencia de la construcción de centrales de tipo similar, pero de dimensiones mayores.

Los generadores nucleares pequeños de los Estados Unidos

El informe sobre los generadores nucleares pequeños de los Estados Unidos fue preparado por funcionarios técnicos del Organismo después de realizar una serie de visitas a los lugares donde están instalados, de celebrar conversaciones con los funcionarios y hombres de ciencia que participan en los proyectos y de estudiar toda la información disponible sobre los aspectos técnicos, económicos y administrativos. Esta labor se inició a raíz de una invitación hecha por los Estados Unidos al Organismo para que sus funcionarios técnicos participasen en el pro-

yecto, construcción, puesta en servicio y explotación de un generador nuclear de agua a presión de 20 MW, y de otros proyectos análogos de los Estados Unidos. Después de ulteriores consultas se estimó que sería más provechoso para el Organismo examinar los aspectos fundamentales de diversos proyectos de generadores nucleares que se estaban ejecutando en los Estados Unidos, por lo que el Gobierno de este país amplió su primitivo ofrecimiento para que los técnicos del Organismo pudieran documentarse ampliamente sobre otros proyectos de generadores nucleares pequeños incluidos en el programa de demostración de generadores nucleares de la USAEC.

El informe preparado por los expertos del OIEA trata principalmente de cuatro proyectos y describe brevemente el estado en que se encuentra la ejecución de algunos otros. Es posible que a medida que avancen los trabajos se preparen nuevos informes. El objeto es poner la información reunida a disposición de todos los Estados Miembros del Organismo.

Los cuatro reactores sobre los que el informe contiene información detallada son:

- 1) El reactor de agua hirviente de Elk River (Minnesota). Este reactor tendrá una potencia térmica de 58 MW, a los que se sumarán 14 MW producidos por un sobrecalentador alimentado con carbón, para obtener una potencia eléctrica neta de 22 MW. Una peculiaridad de este reactor es que utiliza una mezcla de torio y de uranio como combustible.
- 2) El reactor con moderador orgánico de Piqua, situado en el margen oriental del río Miami. Este reactor de 11,4 MW (e), que producirá vapor para la turbina de la central eléctrica municipal de Piqua, es el primer generador nuclear comercial que emplea moderador orgánico y servirá de prototipo para una central nucleoelectrónica de mediana potencia.
- 3) El reactor de agua hirviente BONUS, situado en Puerto Rico. Este reactor, cuya producción neta será de 16,3 MW (e), se está construyendo en el extremo occidental de Puerto Rico como parte del programa de la USAEC para demostrar la posibilidad técnica y económica del sobrecalentamiento nuclear.
- 4) El reactor de agua hirviente "Pathfinder", instalado en el margen meridional del río Big Sioux. Este reactor, que alcanzará una producción neta de 62 MW (e), también ha sido proyectado con la intención de demostrar la posibilidad técnica y económica del sobrecalentamiento nuclear en una central nucleoelectrónica. Será el primer reactor de potencia de dimensiones regulares dotado de sobrecalentamiento nuclear.

En el informe se indica que los proyectos de generadores nucleares pequeños ejecutados en los Estados Unidos persiguen dos objetivos principales. Como reactores experimentales, sirven para obtener los datos técnicos fundamentales que se precisan para construir centrales mayores; como productores de energía en las mejores condiciones posibles, dadas sus dimensiones, proporcionan información para determinar hasta qué punto esas centrales pueden

competir con las de tipo tradicional en las regiones del país en que el costo de los combustibles sea elevado.

Por lo que se refiere al primer objetivo, se indica que antes de construir un generador nuclear grande es conveniente construir un prototipo pequeño o un reactor experimental, a fin de obtener los datos necesarios sobre el diseño y las características de funcionamiento. Ahora bien, los generadores nucleares pequeños representan en ocasiones algo más que una mera etapa en la construcción de otros mayores. En los Estados Unidos hay un gran número de pequeñas empresas públicas que tienen verdadera necesidad de centrales nucleares de reducidas dimensiones; la situación con que se enfrentan las cooperativas rurales de los Estados Unidos y las compañías de electricidad de algunos de los países menos desarrollados presentan rasgos comunes: unas y otras poseen pequeñas redes y centrales, con factores de carga bajos y gastos de inversión reducidos. Se estima que la experiencia adquirida en los Estados Unidos, tanto en el aspecto técnico de las centrales pequeñas como en su aspecto económico, será de interés para aquellos países en vías de desarrollo en que, debido a la relativa carestía de los combustibles, puede ser conveniente construir pequeñas centrales nucleoelectrónicas.

Tendencia hacia la disminución de los costos

El Sr. Pierre Balligand, Director General Adjunto de Actividades Técnicas, declaró ante la Comisión del Programa de Actividades y de Asuntos Técnicos y Presupuestarios que la información disponible señala una tendencia alentadora hacia una disminución de los costos de la energía nucleoelectrónica. Es cierto que el precio de costo de los reactores suele ser más elevado de lo que se había calculado en un principio, pero también el rendimiento es mayor. Las empresas comerciales están en condiciones de mantener precios fijos para ciertos tipos conocidos de reactores. Recientemente se anunció que el costo de la energía nucleoelectrónica producida por reactores de agua hirviente de una potencia del orden de 300 a 400 MW podría en breve competir con la energía de origen clásico. El Sr. Balligand dijo también que las previsiones de una disminución en el precio del uranio se han confirmado; la USAEC ha reducido sus precios y se espera que los gastos de elaboración del combustible disminuyan también gracias a la aplicación de métodos de producción en serie. El rendimiento termodinámico no ha alcanzado aún su valor óptimo, pero una mayor precaución y las actuales investigaciones acerca del sobrecalentamiento permitirán obtener resultados alentadores. Se espera lograr un rendimiento térmico del 40 por ciento con un nuevo tipo de reactor refrigerado por sodio, actualmente en estudio. La continuación de los progresos depende del perfeccionamiento de los métodos industriales en los países adelantados.

Los representantes de varios Estados Miembros que participaron en las deliberaciones de la Comisión

describieron la experiencia adquirida en sus respectivos países.

El representante del Reino Unido dijo que en su país han disminuido considerablemente los gastos de inversión de las centrales nucleoelectricas refrigeradas por gas y moderadas por grafito. Dos de ellas, con una potencia nominal de 300 MW y un costo de producción de 160 libras esterlinas por kW, han alcanzado hace poco la criticidad. Se han aceptado ofertas para construir centrales de potencia dos veces mayor, y el costo de producción calculado ha disminuido hasta unas 100 libras esterlinas por kW. Se espera que disminuyan también los gastos de combustible. El representante del Reino Unido hizo observar que, si bien en el estudio del OIEA se declara que es probable que hacia el año 1966 la energía nucleoelectrica pueda competir económicamente en Gran Bretaña con la tradicional, otras informaciones más recientes hacen pensar que ello no ocurrirá antes de 1970.

El representante del Canadá dijo que su país se ha especializado en un sistema en el que se emplea agua pesada como moderador y refrigerante, y uranio natural como combustible. Se espera que pronto comience a funcionar una central nucleoelectrica experimental de este tipo, de 20 MW, y está muy avanzada la construcción de una gran central de 200 MW en Douglas Point (Ontario). Se espera que produzca energía a un precio que oscile entre 6 y 7 mills por kWh trabajando en las mismas condiciones que una empresa pública de fluido eléctrico del Canadá, como lo hará a partir de 1964. Ello demuestra que es posible generar energía nucleoelectrica en condiciones económicas incluso en un país de población relativamente escasa como el Canadá, donde el costo de la energía tradicional se considera poco elevado.

El representante de los Estados Unidos declaró que si bien algunos países han aplazado la ejecución de sus programas de energía nucleoelectrica, parece evidente que tal energía puede constituir un complemento considerable y cada vez más importante de las fuentes energéticas tradicionales. Esto ocurrirá probablemente en los Estados Unidos en el período comprendido entre 1970 y 1990, y mucho antes en otras partes del mundo. Se están realizando continuos esfuerzos para reducir aún más el costo de la energía nucleoelectrica, se estudian tipos de reactores nuevos y perfeccionados y se procura lograr nuevos progresos en ingeniería, metalurgia y otras ramas de la tecnología. El representante de los Estados Unidos dijo también que el Gobierno de su país está dispuesto a aceptar un número limitado de becarios del Organismo para que reciban formación al mismo tiempo que trabajan en la construcción y explotación de reactores de pequeña y mediana potencia.

El delegado de Checoslovaquia mencionó los progresos realizados en su país en la construcción de una central atómica industrial de tipo experimental, de 150 MW de potencia bruta. La central estará provista de un reactor de uranio natural, moderado con agua pesada y refrigerado por anhídrido carbónico.

El delegado de Checoslovaquia añadió que el rendimiento térmico específico de este tipo de reactor (20 kW por kilogramo de combustible) es comparable al de los reactores moderados y refrigerados con agua pesada, pero el refrigerante gaseoso permite emplear materiales más baratos para revestir los elementos combustibles y para el equipo de los circuitos primarios. Aunque este proyecto no puede considerarse como típico por lo que respecta a los gastos de construcción, permitirá adquirir experiencia práctica sobre todo en lo que se refiere al rendimiento del combustible.

Estudios nacionales

Las deliberaciones de la Comisión pusieron de manifiesto que algunos otros países tienen también el propósito de ejecutar programas de energía nucleoelectrica y que se han realizado o emprendido varios estudios de alcance nacional sobre las perspectivas de la energía nucleoelectrica.

El delegado de Filipinas expresó su satisfacción por la ayuda que ha prestado el Organismo a dos países, uno de ellos Filipinas, en el estudio de las posibilidades de producir energía de origen nuclear. Estimó alentador observar que la opinión de su Gobierno sobre el particular ha sido confirmada por el informe de la misión de estudio del Organismo, en el cual se dice que una central nucleoelectrica, instalada en la región de Manila en 1967-1968, podría resultar más económica durante su período de vida que una central térmica de aceite pesado de las mismas proporciones.

El representante de Finlandia dijo que el estudio sobre las perspectivas de la energía nucleoelectrica en su país, efectuado por el Organismo en colaboración con expertos finlandeses, ha sido sumamente útil, y expresó la esperanza de que dicho estudio sea provechoso para otros Estados Miembros que tienen problemas análogos.

El delegado del Pakistán dijo que una firma de consultores de los Estados Unidos, contratada al efecto por el Gobierno del Pakistán, ha efectuado un estudio en su país. El informe de estos consultores se presentará al Organismo para que lo estudie y facilite orientación y asistencia técnica.

El delegado de Sudáfrica manifestó que en su país se ha emprendido recientemente un estudio. Señaló que es indispensable un análisis minucioso de las condiciones locales de cada país y que si se dispone de esa información será más fácil referir los datos reunidos por el Organismo a un caso determinado.

El delegado de Corea dijo que la energía nucleoelectrica parece ser la única solución para los problemas que se plantean en su país en materia de energía y que se espera instalar una central nuclear de mediana potencia hacia 1970.

El representante de Yugoslavia dijo que en su país se han estudiado los efectos de la integración de centrales nucleares en la red eléctrica de distribución y se ha llegado a la conclusión de que debe mo-

dificarse el aprovechamiento de las fuentes tradicionales de energía. Añadió que se están estudiando las repercusiones que en la economía nacional pueden tener los diferentes tipos de combustible y de reactor, y que será preciso examinar muchos problemas antes de poder emprender una política de desarrollo nuclear.

El delegado de Polonia manifestó que si bien los recursos de combustibles tradicionales de su país son suficientes, su Gobierno prevé que llegará un día en que las centrales nucleoelectricas presentarán interés económico.

Factores que intervienen en el aspecto económico de la energía

El delegado de Australia señaló que el costo de producción de la electricidad, que representa sólo una fracción de su precio para el consumidor, no es el único factor que interviene en el aspecto económico de la energía nucleoelectrica. Para fijar una línea de conducta en esta materia han de tenerse también en cuenta los gastos de distribución y los de administración de los servicios de suministro.

El representante de la India manifestó que no debe exagerarse la importancia de los factores que dificultan el aprovechamiento económico de la energía nucleoelectrica en los países menos desarrollados. Señaló que los bajos jornales característicos de las regiones menos desarrolladas contribuirán a reducir considerablemente los gastos de explotación y mantenimiento. Refiriéndose al problema de las inversiones necesarias para ejecutar un programa de energía nucleoelectrica, el delegado de la India afirmó que un país poco desarrollado debe también tener en cuenta las inversiones que se necesitarían para aumentar la producción de combustible tradicional y para transportarlo a lugares distantes. De todos modos, si un país ha de importar combustible, el precio relativamente más barato del combustible nuclear permitirá ahorrar divisas extranjeras con lo que se compensarán los gastos iniciales de dichas divisas para instalar una central nuclear.

El representante de la República Federal de Alemania dijo que no es fácil comparar datos sobre costos obtenidos de diversas procedencias y afirmó que el Organismo debería dedicarse a unificar los métodos conocidos de cálculo de costos en vez de elaborar otros nuevos. El delegado de la Argentina sugirió que el Organismo complementara sus estudios sobre costos con otros que contengan datos estadísticos. El delegado de Francia dijo que su país ha comunicado al Organismo información detallada sobre los gastos de construcción de centrales nucleares y pronto podrá facilitar los primeros datos referentes a los gastos de explotación.

Cooperación internacional

Todos los oradores que intervinieron en el debate pusieron de relieve el valor de los estudios efectuados por el Organismo. Algunos delegados insistieron en que el Organismo debe desempeñar una función más positiva en materia de energía nucleoelectrica que la realizada hasta ahora. Una propuesta concreta se refería a la cooperación internacional para ejecutar proyectos de energía nucleoelectrica y se presentó en forma de resolución patrocinada conjuntamente por nueve países (Brasil, Finlandia, Ghana, India, Indonesia, Irak, Pakistán, República Árabe Unida y Yugoslavia). En esa resolución, que fue aprobada primero por la Comisión y luego por la Conferencia General en sesión plenaria, después de recordar las disposiciones del Estatuto del Organismo relativas a la producción de energía nucleoelectrica, la importancia que tiene el desarrollo de los recursos energéticos, los limitados recursos energéticos de tipo tradicional de que disponen algunos países en vías de desarrollo y la probabilidad de que los adelantos tecnológicos permitan producir energía nucleoelectrica en buenas condiciones económicas, se pide a la Junta de Gobernadores y al Director General:

- a) Que cuando se les solicite faciliten asesoramiento técnico a los Estados Miembros que deseen iniciar programas de energía nucleoelectrica, y que faciliten y tomen las medidas necesarias para que técnicos e ingenieros de dichos países puedan participar directamente en el estudio, la construcción y la explotación de centrales nucleares;
- b) Que cuando se les solicite, presten toda la asistencia posible a dichos Estados para la ejecución de sus programas de energía nucleoelectrica;
- c) Que estudien la conveniencia de fomentar la realización de proyectos regionales en materia de energía nucleoelectrica sobre la base de una colaboración internacional entre los países técnicamente adelantados y los países en vías de desarrollo de las regiones interesadas, a fin de poder estudiar el costo de producción de la energía nucleoelectrica en las condiciones que existen en dichas regiones;
- d) Que cuando se les solicite, emprendan estudios sobre los problemas que plantean la preparación de proyectos, la construcción y la explotación de centrales nucleares internacionales de tipo experimental, y que estudien la conveniencia de construir tales centrales;
- e) Que informen a la Conferencia General, en su sexta reunión ordinaria, sobre las medidas tomadas a ese respecto.