

PROGRESOS REALIZADOS EN LA ESFERA DE LA ENERGIA NUCLEAR

EN LA CONFERENCIA GENERAL DEL OIEA SE EXPONE LA SITUACION EN DIVERSOS PAISES

En la Conferencia General del Organismo, celebrada en septiembre, se mencionaron algunos de los progresos realizados por los Estados Miembros en la ejecución de sus programas nacionales. "Nada demuestra mejor los progresos realizados en la esfera de los reactores de potencia", manifestó el Dr. Sigvard Eklund, Director General, en la sesión de apertura, "que el hecho de que desde septiembre de 1962 hayan alcanzado la criticidad once reactores de este tipo con una potencia nominal de 650 MW(e). En la actualidad funcionan en diez Estados Miembros 50 reactores de potencia con un rendimiento nominal total de 2 800 MW(e). Además se están construyendo 35 nuevas plantas nucleares con una capacidad conjunta de 6 900 MW(e), con lo cual para fines de 1968 la capacidad nuclear utilizada debería elevarse a 10 000 MW."

El Sr. P. Balligand, Director General Adjunto de Actividades Técnicas, dijo que en la Conferencia sobre experiencia práctica con reactores de potencia, celebrada en junio de 1963, se había examinado la información reunida gracias a las veinte centrales nucleoelectricas que están ya en funcionamiento, y llegó a conclusiones sumamente alentadoras. Las instalaciones nucleares no han sufrido perturbación alguna y el factor de utilización ha sido muy elevado -en la mayoría de los casos superior al noventa por ciento. Los reactores han funcionado en condiciones de seguridad y ha sido posible aumentar la capacidad prevista de un buen número de ellos sin modificaciones importantes en las instalaciones; también ha sido posible reducir considerablemente su costo por kW instalado. Los expertos han expresado la opinión de que durante un tiempo considerable los tipos de reactores existentes pueden funcionar económicamente junto con la primera serie de reactores de potencia reproductores.

Las perspectivas futuras de las centrales nucleares suscitan cada vez mayor optimismo. Se han logrado rápidos progresos en lo que respecta a los ciclos de combustible: es posible que durante el año en curso los primeros cálculos sobre el costo de producción de la energía nucleoelectrica experimenten una reducción de un 10 por ciento. El costo de los ciclos de combustible depende de un gran número de factores variables, tales como el precio del mineral de uranio, el grado de combustión, el costo de fabricación y tratamiento y el precio del plutonio; al calcular el costo total hay que tener presente todos estos factores. El costo de los minerales uraníferos, por

ejemplo, puede continuar siendo de 6 dólares por libra durante algunos años, pero quizá experimente una subida cuando el número de centrales nucleares en construcción aumente. Para compensar esta subida habría que perfeccionar los reactores, modificando, por ejemplo, el grado de combustión. De manera análoga, una disminución en el precio del plutonio daría lugar a mayores esfuerzos para la construcción de reactores regeneradores alimentados con este elemento. Se están estudiando soluciones intermedias entre reactores alimentados por uranio natural y por uranio enriquecido, y entre reactores regeneradores y no regeneradores, así como las perspectivas comerciales a largo plazo de distintos combustibles nucleares, en función de los posibles ciclos de combustible que podrán emplearse.

En el curso del debate, los delegados facilitaron los siguientes datos acerca de sus respectivos programas nacionales (esas intervenciones no constituyen, desde luego, ni un informe completo ni una exposición bien equilibrada).

Estados Unidos

En un informe enviado al Presidente Kennedy por la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos se declara que la producción de energía nucleoelectrica en condiciones económicas está tan al alcance de la mano que bastará con un modesto incentivo adicional por parte del Gobierno para que los servicios públicos del país puedan utilizar dicha energía relativamente pronto. Si se presta más apoyo al programa experimental de energía nucleoelectrica y se da en ese programa mayor importancia al perfeccionamiento de los reactores convertidores y regeneradores, la labor que la Comisión está llevando a cabo permitirá que la energía nucleoelectrica compita con la de tipo clásico en la mayor parte del país durante el período 1970-1980, y hará posible la utilización económica de los reactores regeneradores en los años que sigan a 1980. Se ha calculado que a fines de este siglo la energía nucleoelectrica cubrirá la mayor parte del aumento de la demanda de electricidad y constituirá la mitad aproximadamente de la energía generada.

En los Estados Unidos la energía eléctrica se produce a bajo costo. En el informe se indica que seis reactores de dimensiones considerables y del tipo más perfeccionado están prestando servicio en redes de utilidad pública; a fines de 1967 se habrá terminado la construcción de siete reactores pequeños y

medianos, y se están construyendo o se van a construir algunos más. En el informe se sugiere la posibilidad de que en el curso de los 12 próximos años se construyan y pongan en servicio siete u ocho prototipos de generadores nucleares, la mitad aproximadamente de los cuales serían reactores convertidores perfeccionados y el resto reactores regeneradores. Las empresas de servicios públicos pueden construir de 10 a 12 centrales nucleolétricas a gran escala. Se han sugerido también programas encaminados a perfeccionar tipos más modernos de reactores, especialmente de reactores regeneradores. El programa bosquejado facilitaría la cooperación con otros países en el perfeccionamiento tecnológico de tipos de reactores destinados a satisfacer las necesidades de energía en todo el mundo. En los Estados Unidos funcionan once prototipos de generadores nucleares, cuya capacidad eléctrica neta asciende a un total aproximado de 1 000 MW, y se ha iniciado o se ha decidido la construcción de otros once con una capacidad neta de unos 2 800 MW. Se han anunciado planes de construcción de otros dos generadores con una capacidad aproximada de 1 000 MW, habiéndose solicitado ya el envío de pliegos de ofertas. De esa manera, a fines de 1968, estarán en explotación 4 800 MW de capacidad nuclear.

Bélgica

El proyecto Vulcain es actualmente un objetivo prioritario del programa nuclear belga. Se trata de un reactor de desplazamiento espectral de 20 MW, que puede ser utilizado para la propulsión naval o para centrales nucleares. Sus perspectivas económicas son sumamente brillantes y puede competir con las centrales clásicas, incluso de menor potencia. En efecto, si el reactor llegara a construirse en serie, el precio del kWh oscilaría entre 6 y 7 milésimas de dólar.

Italia

Durante el año en curso han entrado en servicio dos centrales nucleolétricas. La central de la SIMEA, en Latina, alcanzó la criticidad en diciembre de 1962. Está equipada con un reactor de uranio natural moderado con grafito y refrigerado con anhídrido carbónico; seis intercambiadores de calor producen el vapor que alimenta a tres turboalternadores de 70 MW, los cuales suministran a la red 200 MW(e) netos a 150 y 220 kV. Aproximadamente la mitad de las instalaciones de esa central han sido suministradas por la industria italiana, que ha podido adquirir así una experiencia valiosa. El 13 de mayo de 1963 la central comenzó a suministrar energía a la red. La central nucleolétrica de la SENN, situada en la desembocadura del Garellano, cerca de Nápoles, está equipada con un reactor de 150 MW(e), de agua hirviendo y dióxido de uranio enriquecido; alcanzó la criticidad el 5 de junio de 1963.

Países Bajos

En los Países Bajos continuará el estudio del reactor de suspensión acuosa. Existen ya muchos países deseosos de adquirir experiencia en la producción de energía nucleolétrica y este país comparte por completo el punto de vista del Organismo de que el empleo de reactores de potencia comienza a ser un problema de cronología adecuada. Esas consideraciones han conducido a la construcción de un pequeño reactor de 50 MW(e) en los Países Bajos como instalación piloto que puede emplearse para fines experimentales y docentes.

Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas

Entre los éxitos logrados en la aplicación práctica de la energía atómica, cabe mencionar la experiencia adquirida en la explotación del rompehielos atómico "Lenin". Este rompehielos ha efectuado ya tres cruceros y ha recorrido 50 000 millas en tres años, de las cuales buena parte en mares helados. Durante tres años consecutivos (1960, 1961 y 1962) los reactores han funcionado sin necesidad de repostar. No obstante, se resolvió renovar la carga de los reactores antes de iniciar la cuarta travesía. Durante la navegación, todas las instalaciones y mecanismos funcionaron perfectamente. Este año será también memorable para la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas porque se están ultimando los preparativos para poner en marcha dos nuevas centrales nucleolétricas de gran potencia: una de 210 MW, y otra de 100 MW. Una vez alcanzadas esas potencias se ampliarán considerablemente ambas centrales. Cabe además mencionar la construcción de una serie de nuevas centrales nucleolétricas y de una central nucleolétrica de potencia reducida (7 a 7,5 MW). Esta central está integrada por unidades separadas, que pueden ser transportadas por cualquier tipo de vehículo: ferrocarril, barco, automóvil o avión. Ha sido ya ensayada y se ha comprobado que todos sus mecanismos funcionan satisfactoriamente. Las centrales de este tipo serán construidas en la Unión Soviética en zonas alejadas, donde las necesidades energéticas son pequeñas. Muchos países pueden tener interés en este tipo de central.

Pakistán

Los estudios sobre la rentabilidad de la energía nucleolétrica han demostrado que para 1968 el déficit energético en Karachi (Pakistán Occidental) y Roopur (Pakistán Oriental) justificaría la construcción de dos centrales nucleolétricas, una de 132 MW y la otra de 70 MW, a condición de que pudieran obtenerse préstamos a un interés inferior al 4 por ciento. En el Pakistán casi todas las centrales clásicas se han construido con préstamos a bajo interés concedidos por países amigos.

Francia

Después de los reactores de Marcoule, la primera central nuclear de Electricité de France comienza a suministrar energía a la red; otras dos se hallan en construcción. Se ha decidido construir una cuarta central, también con reactores de uranio natural, moderados por grafito y refrigerados por gas a presión. Prosigue el diseño de un tipo de reactor análogo, moderado por agua pesada. En asociación con el EURATOM se está construyendo en Cadarache el primer prototipo de reactor de neutrones rápidos. Además, Francia participa, con otros países, en el estudio y construcción de otros tipos de reactor.

India

Incluso en los países insuficientemente desarrollados puede producirse energía nucleoelectrica rentable. Así lo demuestra el costo de construcción de dos centrales de energía nucleoelectrica en la India y el costo de la electricidad producida, que en un caso ha resultado inferior en 10 a 15 por ciento al de la electricidad producida en una central de tipo tradicional. Esta actualmente en proyecto una tercera central nucleoelectrica y se ha constituido un comité especial encargado de formular un programa de 15 años para el desarrollo de la producción de energía en la India. Parece probable que será necesario construir una nueva central nucleoelectrica cada año a partir de 1966. Una empresa de los Estados Unidos está construyendo la central nuclear de Tarapur y los dos países han concertado un acuerdo bilateral en el que se estipula el suministro de uranio enriquecido durante todo el período de funcionamiento del reactor.

España

Se está estudiando la posibilidad de llevar a cabo una serie de proyectos nucleoelectricos. Se espera iniciar en un futuro próximo la construcción de tres centrales de unos 300 MW, que serán explotadas por la Hidroeléctrica Española, la Empresa Sevillana de Electricidad y la Empresa Iberduero.

Reino Unido

En abril de 1963 se inauguraron oficialmente las centrales nucleoelectricas de Berkeley y de Bradwell, que ya venían funcionando desde hace varios meses y que han trabajado satisfactoriamente desde el comienzo. El coeficiente medio de disponibilidad de los cuatro reactores excedió del 90 por ciento entre principios de diciembre y finales de marzo. El primer reactor de la central de Hunterston alcanzó la criticidad el 14 de septiembre de 1963. En 1969, cuando se termine la central de Wylfa, última del actual programa, la potencia nuclear instalada en el Reino Unido ascenderá a unos 5 000 MW. Actualmente el Gobierno estudia el programa nucleoelectrico para los

años posteriores a 1968. Las centrales del actual programa utilizan reactores Magnox. En los doce últimos meses se ha progresado mucho en el perfeccionamiento de nuevos reactores. El prototipo de reactor perfeccionado de Windscale, refrigerado por gas, ha venido funcionando a la potencia prevista de 28 MW(e) desde febrero de 1963. Las centrales nucleoelectricas en gran escala basadas en el mencionado tipo de reactor podrán sin duda alguna competir favorablemente, en las condiciones imperantes en el Reino Unido, con las centrales de tipo clásico de mayor rendimiento, y eso sin contar con las importantes mejoras que aún pueden introducirse en la construcción de las centrales. Suponiendo que el reactor de Windscale continúe funcionando bien, y a reserva de las decisiones que pueda tomar el Gobierno con respecto al programa futuro, se tiene el propósito de sacar próximamente a subasta la construcción del primer reactor perfeccionado refrigerado por gas, de tipo comercial.

El reactor rápido experimental de Dounreay alcanzó la plena potencia de 60 MW(t) en julio de 1963 y constituye así una instalación de irradiación de combustible para reactores rápidos única en su clase. En mayo de 1963 se inició en el centro de Winfrith Heath la construcción de un prototipo de reactor de agua pesada, para generación de vapor, de 100 MW(e). El proyecto Dragon de la Agencia Europea para la Energía Nuclear, que prevé la construcción de un reactor de alta temperatura refrigerado por gas, se ha prorrogado por otros tres años, hasta marzo de 1967. Se espera que el reactor pueda empezar a funcionar en el verano de 1964. El Gobierno del Reino Unido está consultando con las compañías navieras y con los astilleros acerca de la posibilidad de construir el primer buque mercante inglés de propulsión nuclear. Por lo que respecta a los reactores de propulsión naval, el Reino Unido se ha dedicado en el transcurso del año al estudio del sistema Vulcain, en colaboración con Bélgica, así como al de un reactor de ebullición integral; no se descartan otras soluciones.

Suecia

Se han estudiado detenidamente los complicados problemas técnicos que plantea la integración de la energía nucleoelectrica en las actuales redes de distribución. La combinación de energía hidroeléctrica y nucleoelectrica presenta grandes ventajas económicas; la mayor parte del aumento de la demanda de energía en los años setenta podrá atenderse mediante centrales que produzcan unos 4 000 MW de energía nucleoelectrica. La central nucleoelectrica Ägesta-R 3 alcanzó la criticidad el 17 de julio de 1963; proporciona energía eléctrica y agua caliente para la calefacción por sectores, pero los estudios realizados en Suecia sobre la utilización de la energía nuclear para la calefacción por sectores indican que esa energía no puede competir aún con los com-

bustibles tradicionales. La amplia labor de desarrollo que se está realizando con los reactores de menos potencia puede alterar la situación, pero la producción de electricidad barata por reactores de gran potencia podría determinar que la calefacción doméstica por electricidad resultase una solución más atractiva. Se está construyendo el primer reactor generador de gran potencia de Suecia, el reactor de agua pesada hirviendo de Marviken, con una capacidad máxima de 200 MW. Se están desarrollando otros reactores de gran potencia con una capacidad eléctrica de unos 1 000 MW a fin de explorar las posibilidades de los reactores de agua pesada.

Canadá

Se han obtenido resultados muy satisfactorios con la primera central nuclear de pequeña potencia (20 MW), que acaba de terminar su primer año de funcionamiento y que se ha explotado durante el 78 por ciento de ese período. Se han planteado algunos problemas secundarios, tales como una pequeña pér-

didada de agua pesada. Por otra parte, un generador Diesel de reserva estuvo fuera de servicio durante un 50 por ciento del período. La utilización del sistema de inmersión como medio de seguridad da excelentes resultados. El reactor CANDU de 200 MW quedará terminado en 1964; su costo real será ligeramente inferior al que se había calculado. Se tiene el propósito de construir una central de 2 000 MW con 4 reactores de 500 MW del tipo CANDU. La construcción de la fábrica de agua pesada comenzará en breve y el producto podrá utilizarse para la exportación y para uso nacional a un precio de 20 dólares por libra aproximadamente. El programa del Canadá, que no es tan amplio como los programas del Reino Unido y de los Estados Unidos, tiende a concentrarse en un tipo de reactor moderado por agua pesada. En 1965 funcionará una planta de demostración, con refrigerantes orgánicos. También se están estudiando muy detalladamente, para utilizarlos en los reactores de tubos de presión y de agua pesada, otros refrigerantes, tales como el vapor de agua ligera, que ofrecería considerables ventajas.

UNIVERSIDAD DE UPSALA, SUECIA

SEMINARIO INTERNACIONAL

DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA DE LA FISICA

En el Instituto de Física de Upsala se dará un curso de un año de duración, patrocinado por el Organismo Sueco para la Asistencia Internacional, el Organismo Internacional de Energía Atómica y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Este curso empezará el 1º de septiembre de 1964 y terminará hacia el 1º de julio de 1965.

A. Los fines del Seminario Internacional son los siguientes:

1. Dar facilidades para participar en trabajos especializados de investigación experimental en alguna de las diferentes ramas de la física (física del estado sólido, física nuclear, física atómica, etc.) bajo la dirección de científicos experimentados. Se dará un curso preliminar sobre el manejo de una calculadora moderna, IBM 1620, y sobre la preparación de programas para dicha calculadora.
2. Informar a los participantes sobre la organización de proyectos de investigación, laboratorios de física y cursos de formación para estudiantes y graduados.
3. Mostrar a los participantes en qué forma Suecia y algunos otros países europeos han organizado sus escuelas, universidades, instituciones científicas y laboratorios industriales.

B. Podrán inscribirse en el seminario estudiantes y científicos no europeos, sobre todo de países en vías de desarrollo, que se interesen por las mencionadas cuestiones y participen en las actividades de enseñanza o de investigación de una universidad o laboratorio oficial. Los solicitantes deberán tener más de 20 años y menos de 40. Se dará preferencia a los que no hayan realizado estudios fuera de su país de origen.

C. El idioma oficial del seminario será el inglés.

D. El curso se dará todos los años.

E. Los participantes que terminen satisfactoriamente el curso recibirán un diploma especial.

F. Los candidatos aceptados recibirán becas que cubrirán el costo total de participación, es decir, los gastos de viaje por avión, en clase turista,