

El papel futuro de la energía nucleoelectrónica en el equilibrio energético mundial

El crecimiento de la energía nucleoelectrónica en el próximo siglo será moderado, pero su contribución seguirá siendo significativa

por
B.A. Semenov,
D. Guthrie y
Y. Tatsuta

Es preciso tomar con mucha cautela las predicciones de la demanda y la oferta de energía para después del año 2000, por cuanto en ellas intervienen muchas variables difíciles de evaluar. Con todo, las tendencias generales se pueden determinar de un modo más o menos fiable.

Cualquier criterio válido acerca del papel que habrá de desempeñar en los próximos 30 años la energía nucleoelectrónica en el equilibrio energético mundial, deberá basarse lógicamente en el análisis de algunos factores, entre los que cabe destacar las tendencias de la demanda de energía y electricidad a nivel mundial; las fuentes de suministro disponibles en la práctica o estimadas; los principales requisitos que deben cumplir estas fuentes de energía; el potencial inherente de la energía nucleoelectrónica; una evaluación realista de la situación actual de la energía nucleoelectrónica; y los problemas relacionados con este tipo de energía.

Tendencias de la energía y la electricidad a nivel mundial

Según las predicciones realizadas en el Congreso celebrado en 1989 por el Consejo Mundial de la Energía, entre 1985 y el año 2020 el consumo de energía mundial se elevará entre 50% y 75%. Las estimaciones del OIEA publicadas en 1991 para un período más limitado, (1990 a 2010), muestran un aumento proyectado del consumo de energía que oscila entre 28% y 41%. Las estimaciones de la generación total de energía realizadas por el Organismo para este mismo período muestran una tasa de crecimiento anual de 3% a 4%. Para algunas regiones —América Latina, África, el Oriente Medio y Asia meridional, Asia sudoriental y el Pacífico y el Lejano Oriente— se proyecta que en el año 2010 casi llegue a duplicarse la capacidad de generación de electricidad. (Véase el cuadro).

Estimaciones de la capacidad total de generación de electricidad (GWe)

	1990	2000	2010
América del Norte	857	1 125	1 394
América Latina	167	288	412
Europa occidental	584	707	837
Europa oriental y la URSS	482	664	827
África	76	131	194
Oriente Medio y Asia meridional	161	249	362
Asia sudoriental y el Pacífico	79	113	150
Lejano Oriente	389	532	729
Total mundial	2 795	3 809	4 904
Países de la OCDE	1 655	2 110	2 558
Países del CAME	471	649	811
Resto del mundo	669	1 051	1 535

Fuente: OIEA. Los datos corresponden al escenario de bajo crecimiento.

El Sr. Semenov es Director General Adjunto del Departamento de Energía y Seguridad Nucleares del OIEA, y los Sres. Guthrie y Tatsuta son funcionarios del Departamento. El presente artículo es una versión actualizada de un informe presentado en la conferencia anual del Foro Industrial Atómico Japonés, celebrada en Tokio en 1991.

Así pues, las predicciones del Consejo Mundial de la Energía y las del OIEA coinciden en que habrá un rápido aumento de la demanda. Otros estudios, entre los que se encuentran los realizados por la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, la Comi-

sión de las Comunidades Europeas y el Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas, coinciden con la tendencia principal.

Recursos energéticos disponibles

Al estudiar los problemas del crecimiento energético mundial en gran escala para los próximos 30 años, el examen de los medios capaces de resolverlos deberá limitarse lógicamente a las fuentes y tecnologías de eficacia comprobada y que resultan competitivas desde el punto de vista económico, o a aquellas que se encuentran en desarrollo y que cabría esperar que hicieran un aporte económico en el marco de tiempo proyectado.

Esta condición prácticamente limita el examen a algunas fuentes de energía "convencionales" muy conocidas como el carbón, el petróleo, el gas, la energía hidroeléctrica y la energía nuclear.

En lo que respecta a las fuentes sustitutivas de energía actualmente en desarrollo, como la solar, la eólica, la biomasa, la geotérmica y la mareal, necesariamente habrá que excluirlas de la lista de fuentes de energía en gran escala que están disponibles en la práctica, tienen una eficacia probada y son competitivas desde el punto de vista económico. Según las conclusiones del Consejo Mundial de la Energía de 1989, se estima que las fuentes de energía nuevas y renovables satisfagan no más del 3% de la demanda mundial de energía en el año 2020.

Para evaluar el papel potencial de las fuentes energéticas convencionales, incluida la energía nuclear, será preciso analizar varios factores económicos, políticos, ambientales y sociales que podrían determinar las decisiones de los encargados de formular la política energética. Entre estos factores, los más importantes son la competitividad económica, los efectos para la salud y el medio ambiente, la disponibilidad de recursos a largo plazo, la conveniencia de diversificar los suministros y la aceptación del público.

A la luz de estos factores, un breve examen de las fuentes energéticas disponibles en gran escala arroja lo siguiente:

Si bien habrá carbón por muchos siglos y éste probablemente será competitivo desde el punto de vista económico dentro de los requisitos ambientales establecidos, a la larga resultará pernicioso para el ecosistema. Tal vez la introducción de nuevas tecnologías de purificación avanzadas permita reducir considerablemente las emisiones de óxido de nitrógeno y de dióxido de azufre, y al mismo tiempo, la competitividad económica del carbón. Pero, en cualquier caso, el "efecto de invernadero" seguirá siendo el principal factor negativo. Los impuestos por emisiones de dióxido de carbono podrían reducir aún más la competitividad.

Es posible que se disponga de petróleo y gas durante algunos decenios, a un costo cada vez mayor y con la consiguiente disminución de la competitividad económica. Sin embargo, éstos podrían y deberían emplearse con mayor eficiencia en las industrias químicas como materias básicas, ya que son mejores que el carbón desde el punto de vista ecológico. El gas natural, en lo que a producción de dióxido de

carbón se refiere, es mejor que el carbón en un factor de dos, pero las fugas de 1% a 2% que se producen en las tuberías podrían contrarrestar las ventajas. La necesidad de recibir suministros de regiones alejadas podría suscitar de vez en cuando graves problemas.

La energía hidroeléctrica tiene escasas posibilidades, por cuanto ya se ha explotado alrededor del 60% a nivel mundial y en los países industrializados, cerca del 100%. La energía hidroeléctrica se considera ecológicamente limpia, pero cuando se analiza más detalladamente la cuestión, resulta que no es tan benigna para el medio ambiente debido, por ejemplo, a su efecto sobre las zonas de almacenamiento y la configuración del flujo del agua.

Durante siglos se dispondrá de recursos para producir energía nuclear, sobre todo de plutonio, proceso que por demás es económicamente viable. En condiciones de explotación normales las centrales nucleares son ecológicamente limpias, y en condiciones de accidente es posible lograr que lo sean en un grado aceptable. La energía nuclear está prácticamente exenta de los problemas habituales que entraña el suministro de combustible. Pese a sus ventajas comprobadas y potenciales, el futuro de la energía nuclear es aún incierto en muchos países.

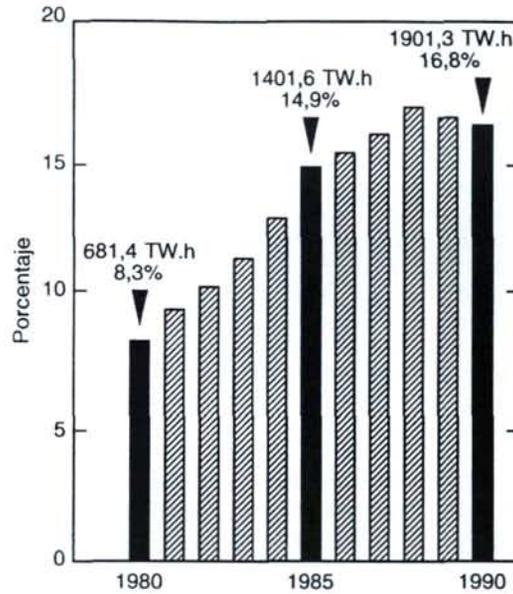
Situación actual de la energía nucleoelectrónica

En la actualidad 24 países aprovechan la electricidad generada por medios nucleares. Además, otros cuatro países —Cuba, China, la República Islámica del Irán y Rumania— están construyendo sus primeras centrales nucleares.



En Asia sudoriental y otras regiones del mundo en desarrollo se prevé que la capacidad de generación de electricidad se duplique en los próximos dos decenios. En la foto, trabajadores revisando las líneas eléctricas en Indonesia (Cortesía: EdF).

Generación de electricidad por medios nucleares y su participación en la producción total de energía eléctrica durante el decenio de 1980.



Fuente: OIEA

Al finalizar 1990 se encontraban funcionando en todo el mundo 423 reactores nucleares con una potencia nuclear instalada neta total de 326 gigavatios eléctricos (GWe). También había 83 reactores nucleares en construcción, con un total de cerca de 66 GWe. En 1990 se conectaron diez nuevos reactores a redes de distribución eléctrica en el Canadá, los Estados Unidos, Francia, el Japón, y la URSS.

En términos energéticos, la energía nucleoelectrónica generó alrededor de 1901 teravatio-hora de electricidad en 1990, lo que equivalió a un aumento de 2,5% con respecto a 1989 y representó alrededor de 16,8% del total de la electricidad generada en el mundo. (Véase el gráfico). En Francia, 75% de la electricidad se genera mediante energía nucleoelectrónica; en Bélgica, 60%; en Hungría, 51%; en la República de Corea, 49%; y en Suecia, 46%. En la actualidad diez países generan más de 30% de su electricidad utilizando la energía nuclear.

En lo que respecta a la capacidad nuclear instalada, en 1990 correspondió a los países miembros de la OCDE 81,4% de la capacidad instalada, a los

Estados miembros del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), 13%, y a los países en desarrollo, 5,6%.

Aunque el accidente de Chernobil ha influido drásticamente en el desarrollo de la energía nucleoelectrónica y en los planes de algunos países, sobre todo la URSS, en el período posterior al accidente se han construido en todo el mundo instalaciones capaces de generar unos 98 GWe, mientras que se han cerrado o cancelado otras con una capacidad de cerca de 24 GWe.

Panorama futuro de la energía nucleoelectrónica

Durante los próximos 10 años el crecimiento de la energía nucleoelectrónica no se parecerá al del pasado. En el último decenio no sólo han disminuido las tasas de crecimiento del consumo de electricidad en los países industrializados, debido a cancelaciones o a retrasos de las adiciones de capacidad previamente planificadas, sino que ha aumentado la preocupación del público respecto de la energía nucleoelectrónica. Por consiguiente, el crecimiento real ha sido siempre menor de lo previsto. Comoquiera que el período de ejecución sigue siendo largo, las adiciones de capacidad de generación de energía nucleoelectrónica a corto plazo (hasta el fin del siglo aproximadamente), estarán en gran medida determinadas por decisiones pasadas, aunque la construcción, las demoras en la tramitación de licencias o los cambios de política podrían influir también de alguna manera. La situación para después del año 2000 es menos previsible, aunque quizás menos sombría.

Según estimaciones recientes del OIEA, el aumento total proyectado de la capacidad de generación de energía nucleoelectrónica, en el escenario bajo, es de 326 GWe en 1990 y de unos 460 GWe en el año 2010, lo que equivale a una tasa de crecimiento medio anual de 1,7% y a un incremento total de alrededor de 130 GWe durante este período. (Véase el cuadro).

Durante el mismo período, se espera que la capacidad de generación de energía nucleoelectrónica de los países en desarrollo (es decir, Estados que a los efectos estadísticos no son miembros de la OCDE ni del CAME) ascienda a 46 GWe en el año 2010, lo que equivale a 28 GWe de adiciones de capacidad nuclear y a una tasa de crecimiento medio anual de 4,7%. Se prevé que en los países en desarrollo la energía nucleoelectrónica siga teniendo una participación cada vez mayor en la generación de electricidad, o sea, de 4% en 1990 a 6% en el año 2010. En lo que a capacidad se refiere, se espera que 22% de toda la nueva capacidad de generación nuclear que se ponga en explotación comercial en el mundo para el año 2010 se halle en los países en desarrollo.

Panorama futuro de la energía nucleoelectrónica (en GWe)

	1990		2010 (escenarios de crecimiento bajo y elevado)			
	Capacidad nuclear	Participación en el total de la capacidad eléctrica (%)	Capacidad nuclear proyectada		Participación en el total de la capacidad eléctrica	Tasa media anual de adiciones (%)
			Adiciones	Total		
Total mundial	326	11,7%	130	456	9,3%	1,7%
			251	577	10,0%	2,9%
Países en desarrollo	18	2,7%	28	46	3,0%	4,7%
			55	73	3,6%	7,2%

Fuente: OIEA.

Factores que influyen en las perspectivas nucleares

Hay varios factores que influyen en las perspectivas de la energía nucleoelectrónica.

Aspectos económicos. La rentabilidad de la energía nucleoelectrónica, así como de otras fuentes energéticas, es un objetivo difícil de alcanzar y no una ventaja segura. Una evaluación conjunta realizada recientemente por el OIEA y la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE muestra que la energía nucleoelectrónica sigue siendo muy competitiva en algunos países. Con todo, ello depende mucho de factores tan conocidos como el tiempo que demoran la concesión de licencias y la construcción, el grado de normalización, los tipos de interés y los costos de los combustibles competitivos. Por consiguiente, para mantener y seguir mejorando la competitividad económica de la energía nucleoelectrónica es preciso tomar nuevas medidas, en particular en esferas institucionales como la concesión de licencias.

Algunas innovaciones, particularmente en la esfera de los reactores avanzados, se basan en tecnologías de eficacia comprobada y proporcionan una buena base para adquirir reactores más sencillos, seguros y baratos, y cuya licencia pueda obtenerse fácilmente. También redundará en beneficio de la energía nuclear la tendencia natural de aumento gradual de los costos del petróleo y el gas debido al agotamiento de los recursos.

Repercusión sobre el medio ambiente. No es posible separar los aspectos económicos de la energía de su efecto sobre el medio ambiente. Tal vez sea una paradoja hablar de fuentes de energía benignas para el medio ambiente, competitivas y viables desde el punto de vista comercial. Un análisis costo-beneficio de las diversas opciones de uso bien podría arrojar que, de los costos y beneficios que se pueden cuantificar, la fuente energética que producirá más con menos recursos es la energía nucleoelectrónica. El Grupo Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC), creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), se formó en 1988 para evaluar científicamente el calentamiento global y dilucidar estrategias destinadas a darle respuesta. Su informe final, presentado en 1990, sirvió de plataforma para iniciar negociaciones internacionales con miras a elaborar una convención marco sobre el calentamiento global. En lo que respecta al sector energético, las fuentes energéticas "con poca o ninguna emisión de CO₂" son las preferidas. No se menciona explícitamente la energía nucleoelectrónica, aunque sí aparece en los documentos de antecedentes. Desde su creación, el OIEA ha venido trabajando con el IPCC, especialmente en la esfera relacionada con las estrategias de respuesta, para presentar datos concretos sobre la energía nucleoelectrónica y compararla con otras fuentes energéticas.

La energía nucleoelectrónica es una de las fuentes más viables de que se dispone en la actualidad para generar electricidad en las cantidades requeridas sin producir gases de efecto de invernadero, y ya está coadyuvando a evitar mayores emisiones de dióxido de carbono. Si la electricidad producida actualmente con energía nuclear se hubiese producido con carbón, el resultado habría sido la emisión de unas 2000 millones de toneladas anuales más de dióxido de carbono. En un análisis realizado para el IPCC, el OIEA supuso dos vías de crecimiento de la energía nucleoelectrónica después del año 2000, de 40 y

60 GWe por año, respectivamente. El análisis no era una predicción, sino más bien una hipótesis: si existe la voluntad política, ¿qué cantidad de dióxido de carbono se evitará por una u otra vía?

Según el análisis, la supuesta adición de la energía nucleoelectrónica podría evitar en el año 2010 entre 30% y 38% de las emisiones de dióxido de carbono que se producirían si se utilizara el carbón. (Véase el cuadro.)

La seguridad y los desechos radiactivos. El accidente de Three Mile Island, y en especial el de Chernobyl, aumentaron extraordinariamente el interés del público y los gobiernos por la seguridad de la explotación de la energía nucleoelectrónica.

Desde hace tiempo el OIEA viene sirviendo de instrumento para lograr un consenso internacional sobre las normas y prácticas de seguridad, las que se han actualizado a fin de reflejar los criterios actuales, la experiencia adquirida y los principales adelantos tecnológicos. Aunque las normas y las reglamentaciones son indispensables para garantizar la seguridad nuclear, es preciso prestar igual atención a las prácticas de seguridad operacional. El OIEA brinda a sus Estados Miembros un conjunto de servicios en esta esfera, tanto con respecto a las centrales nucleares en explotación como a las que se están construyendo.

En lo que atañe a la gestión de desechos radiactivos, deberá hacerse un esfuerzo mayor a nivel nacional e internacional para llenar las lagunas de información sobre la situación tecnológica real de los sistemas de evacuación y el conocimiento del público al respecto. Entre las principales medidas debería incluirse la confirmación experimental de la fiabilidad de diferentes aspectos de la evacuación de desechos, en particular los que avalan las predicciones científicas a largo plazo. Sería sumamente útil que comenzara a funcionar un prototipo de repositorio de desechos.

El OIEA ha iniciado recientemente un programa que abarca la elaboración de normas y guías de seguridad para el almacenamiento seguro de combustible gastado a largo plazo, así como para la gestión y evacuación de desechos de actividad alta.

Emisiones potenciales de dióxido de carbono que se evitan por la vía del desarrollo nuclear (en millones de toneladas de carbono)

	1988	2000	2010
<i>Escenario habitual*</i>			
CO ₂ evitado	438	660	870
Reducción porcentual**	21%	21%	21%
<i>Caso 1 (+ 40 GW/año) ***</i>			
CO ₂ evitado	438	660	1270
Reducción porcentual**	21%	21%	30%
<i>Caso 2 (+ 60 GW/año) ***</i>			
CO ₂ evitado	438	660	1590
Reducción porcentual**	21%	21%	38%

* Se introduce la energía nucleoelectrónica a una tasa que mantiene constante su porcentaje en la mezcla energética al nivel de 1988.

** Relativa a las emisiones totales que se producirían si la energía nuclear fuera reemplazada por carbón.

*** Después del año 2000.

Decisiones y participación del público

La disponibilidad de energía es imprescindible para la economía mundial. Desde 1986, la demanda de energía ha venido aumentando a una tasa anual de 3%, en comparación con la tasa de crecimiento anual estacionaria de un 1% tras la segunda crisis del petróleo de 1979. Las predicciones actuales indican que, pese a las medidas de conservación, la demanda mundial de energía se incrementará entre 50% y 75% en los próximos 30 años.

Tanto los países en desarrollo como los industrializados prefieren la electricidad como forma de uso final de la energía, dada su conveniencia, eficiencia y posibilidades de uso. Cabe esperar, lógicamente, que en el futuro la demanda de electricidad sea cada vez mayor.

En años venideros la energía nucleoelectrónica mantendrá y tal vez incluso mejorará su posición como importante elemento en la mezcla de fuentes energéticas a nivel mundial, dado el aumento de la demanda de electricidad y las preocupaciones en torno a la protección del medio ambiente. La actividad futura dependerá, en gran medida, de los esfuer-

zos que realice la comunidad nuclear para mitigar la preocupación del público y restablecer la confianza en la opción nuclear. Si bien las decisiones en materia de energía nunca competen exclusivamente a los gobiernos, el público se interesa cada vez más por ellas y desea participar en la decisión de las principales tendencias de la política energética.

Por su parte, el OIEA seguirá desempeñando un activo papel a fin de ayudar a los países a planificar sistemas óptimos de energía y electricidad, tomando debidamente en cuenta las cuestiones relativas a la seguridad energética y la protección del medio ambiente en el mundo.

Se espera que hasta bien avanzado el próximo siglo, el petróleo, el gas, el carbón, la energía hidroeléctrica y la energía nuclear sigan siendo los combustibles más utilizados en el mundo para generar electricidad. (Cortesía: Ascent, AECL).

