

DISEÑOS AVANZADOS DE COMBUSTIBLE Y GESTIÓN INTEGRADA DE COMBUSTIBLE DEL NÚCLEO

U. GIESE - S. VON SCHEIDT - J.E. MATHESON

El diseño del elemento combustible y la fabricación, al igual que la gestión del combustible, tienen influencias sustanciales en la economía general de una planta nuclear. La implementación de medidas para reducir los costes del ciclo de combustible se encuentra estrictamente asociada con el mantenimiento o incluso la mejora del comportamiento de operación de los elementos combustibles. Un factor principal del desarrollo ha sido el aumento del quemado de descarga. El efecto económico del aumento del grado de quemado depende esencialmente del nivel del grado de quemado y de la filosofía de costes de eliminación. La extensión del grado de quemado aumentando el enriquecimiento U235 ha sido suplementada mediante medidas para mejorar la utilización del combustible mediante la mejora de la economía neutrónica. Los elementos combustibles avanzados, los códigos de gestión de combustible de alta capacidad y los métodos de Framatome ANP, desarrollados basándose en la amplia experiencia operativa a largo plazo, muestran unas características superiores concentradas en una mejor economía general.

Fuel assembly design and manufacture as well as fuel management have substantial influence on the overall nuclear plant economics. The implementation of measures to reduce the fuel cycle costs is strictly associated with maintaining or even improving the operating behavior of the fuel assemblies. A major factor of development has been the increase of the discharge burnup. The economic effect of burnup increase essentially depends on the burn-up level and on the approach to the disposal costs. Burnup extension by increasing the U235 enrichment has been supplemented by measures to improve the fuel utilization by enhancement of the neutron economy. Advanced fuel assemblies and integrated high capacity fuel management codes and methods of Framatome ANP, developed on the basis of broad long term operating experience, feature superior characteristics focused on best overall economy.

ELEMENTO COMBUSTIBLE: ENLACE DE CONEXIÓN ENTRE EL CICLO DE COMBUSTIBLE Y LA PLANTA NUCLEAR

Dado que los elementos combustibles son el enlace de conexión entre el ciclo de combustible nuclear y la planta nuclear, el diseño del elemento combustible y la fabricación, al igual que

la gestión del elemento combustible, tiene influencias considerables sobre la economía general de la planta nuclear. También debería indicarse que la parte relativa a los costes para la fabricación del elemento combustible y la gestión de combustible nuclear incluyendo los gastos en I&D en los costes totales de generación es relativamente pequeña, representando únicamente el 3% de los costes de generación. Así pues, la inversión en desarrollo del elemento combustible, en la mejora de los códigos y métodos de gestión de combustible nuclear, al igual que la mejora en los procesos y las tecnologías de fabricación del elemento combustible, muestran una eficiencia económica substancial.

El efecto económico general experimentado en el pasado es considerable. Esto se demostrará con el ejemplo de la mejora de los costes del ciclo de combustible que se ha logrado mediante instalaciones que reportan el efecto económico de las medidas de desarrollo de los elementos combustibles PWR que Framatome ANP ha posibilitado durante la última década para la aplicación comercial (Figura 1).

Este ejemplo está basado en unas condiciones de entorno económicas de Alemania, en las que se calcularon los efectos económicos basándose en la media de precios del periodo citado, expresada en valor monetario del 2002. Tiene en cuenta la extensión de

quemado mediante un aumento del enriquecimiento de U235, la mejora de la utilización de combustible a través de la mejora en la economía neutrónica y al igual que gracias a la también mejora de los procesos de fabricación y una logística que permite la reducción en los precios de fabricación del elemento combustible.

En el periodo de tiempo tenido en cuenta, el grado de quemado de descarga de los elementos combustibles PWR de Framatome ANP ha aumentado una media del 16%. Por otra parte, el aumento del grado de quemado de descarga representa una cantidad reducida de elementos combustibles a eliminar y también una cantidad reducida de elementos combustibles a fabricar, llevando todo ello – dependiendo de las condiciones del entorno económico – a ahorros correspondientes en el reparto de costes del ciclo combustible para la fabricación y eliminación. Por otro lado, la extensión del grado de quemado, reduciendo básicamente el número de elementos combustibles por recarga, también mejora la economía neutrónica en el núcleo, al igual que la dispersión del grado de quemado de los elementos combustibles descargados, contribuyendo de ese modo de forma significativa a la mejora de la utilización del combustible. El último efecto mencionado se encuentra indicado en la figura 1 mediante la línea intermitente.

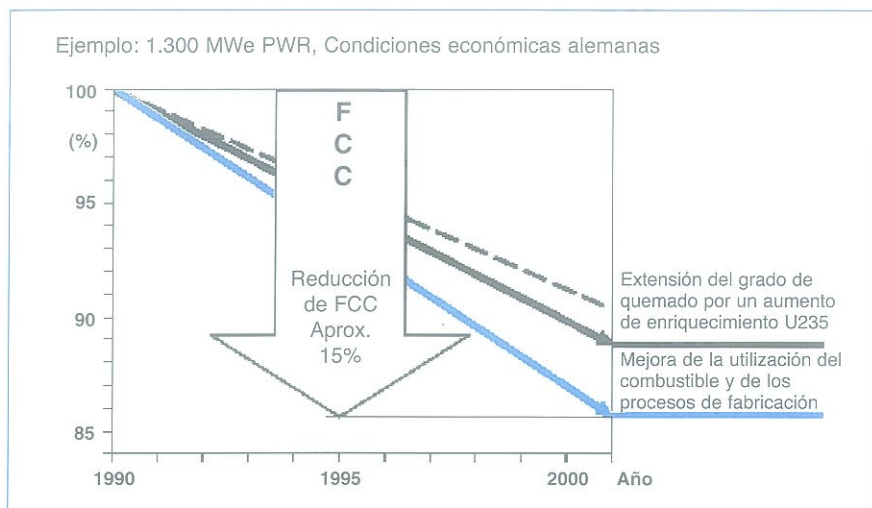


Figura 1. Mejora media de los Costes del Ciclo de Combustible debido al desarrollo experimentado en la pasada década.

En conjunto, basándonos en las condiciones del entorno económico tratadas, las posteriores medidas de desarrollo para elementos combustible dieron como resultado durante la pasada década una reducción del 15% en los costes del ciclo combustible.

EL OBJETIVO: UNA MEJOR ECONOMÍA GENERAL A LARGO PLAZO

La condición precedente para cualquier desarrollo posterior asegura el máximo grado posible de fiabilidad de los elementos combustible. Como resultado de esta estrategia básica, a pesar de la considerable reducción lograda en los costes del ciclo combustible, que también se ha relacionado con unas condiciones más exigentes de elementos combustible y de gestión nuclear, las tasas de fallo de combustible también se han visto reducidas al mismo tiempo (Figura 2).

En la actualidad, las tasas de fallo de combustible de los elementos combustible PWR de Framatome ANP se han visto reducidas hasta aproximadamente 1×10^{-5} [1]. Unas bajas tasas de fallo no son sólo un requisito previo para la obtención de una alta disponibilidad de la planta y un alto factor de carga, sino que también contribuyen a la minimización de la exposición a las radiaciones. Mientras que el factor de carga afecta directamente a los costes específicos de generación y por ello puede tener un amplio impacto en la economía general de la planta, la minimización de las radiaciones actúa adicionalmente en el cumplimiento de importantes objetivos medioambientales. Para asegurar una mejor economía general a largo plazo, los posteriores desarrollos no sólo deben permitir ahorros económicos a corto plazo, sino que han de reconocerse como una función estratégica a largo plazo en el sentido de un desarrollo sostenible.

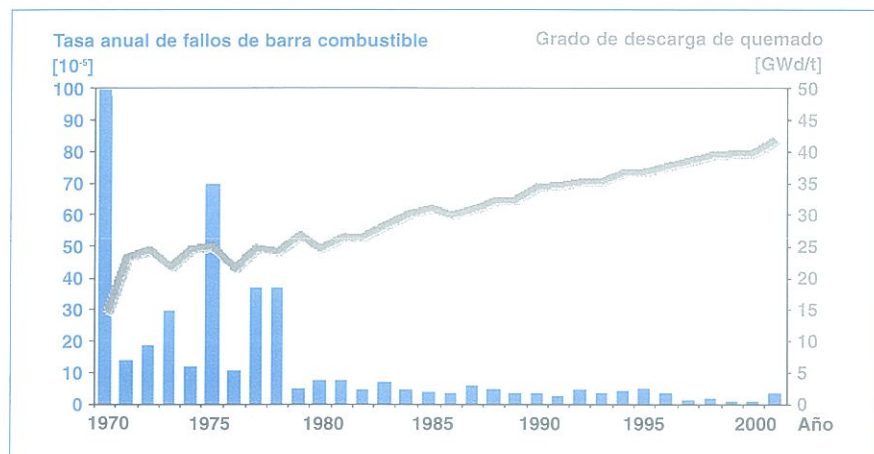


Figura 2. Reducción de las Tasas de fallo de barra combustible PWR de Framatome ANP a pesar de un grado de quemado de descarga en constante aumento.

EL AUMENTO DEL GRADO DE QUEMADO HA SIDO EL FACTOR IMPULSOR PRINCIPAL EN LA MEJORA DE LOS COSTES DEL CICLO COMBUSTIBLE

Tal y como se indica en la figura 1, el factor impulsor principal en la mejora de los costes del ciclo combustible ha sido la extensión del grado de quemado de descarga durante los últimos años. El alto potencial económico de la extensión del grado de quemado procede directamente de la estructura de los costes del ciclo de combustible, en donde – dependiendo de las condiciones del entorno económico de cada mercado individual – la extensión del grado de quemado desempeña un fuerte impacto sobre los puntos principales de los costes del ciclo de combustible.

La figura 3 muestra la estructura de costes del ciclo combustible como una función del grado de quemado de descarga, variada en el rango de 30 a 70 MWd/kgU. Este gráfico se encuentra basado en las condiciones de entorno comerciales, y se evalúan los costes de eliminación a 1.250 €/kgU. La línea intermitente indica el grado de quemado alcanzado hoy como media mediante los elementos combustible PWR de Framatome ANP (los grados de quemado BWR son en cierto modo más bajos).

La figura muestra un descenso de los costes totales del ciclo combustible a lo largo de todo el rango de grado de quemado considerado como casi del 50%.

Dado que una reducción del 1% en los costes del ciclo de combustible se corresponde con, dependiendo de las condiciones comerciales del entorno, hasta un millón de € por reactor de 1.300 MWe y año, ello significa un enorme ahorro de costes del ciclo combustible.

La división de los costes del ciclo de combustible entre sus componentes individuales de costes hacen evidente las fuerzas impulsoras para el descenso de los costes del ciclo combustible en el grado de quemado. De lejos, la mayor contribución en este ejemplo resulta de los costes específicos de distribución; una contribución más pequeña resulta de los costes específicos de montaje de fabricación. Los costes específicos del uranio natural necesitado para los diseños de elemento combustible se comportan de forma prácticamente neutra, mientras el componente de los costes de trabajo de separación muestra un ligero aumento cuando se aumenta el grado de quemado.

EL INCENTIVO ECONÓMICO DEL AUMENTO DEL GRADO DE QUEMADO DEPENDE DE LAS CONDICIONES DEL ENTORNO ECONÓMICO

La figura 3 muestra de forma clara que el incentivo económico del aumento del grado de quemado depende principalmente de la filosofía de costes de eliminación, y más específicamente, del nivel absoluto al igual que la dimensión de los costes de eliminación y, además, del nivel alcanzado en el grado de quemado de descarga. Para mostrar una magnitud de la influencia de las diferentes filosofías sobre los costes de eliminación dados en diferentes países en el descenso de los costes del ciclo combustible en el grado de quemado, se han recogido tres casos de costes de eliminación: 2.500 €/kgU, como una evaluación, por ejemplo, de las condiciones actuales en Alemania, 1.250 €/kgU como una evaluación de los costes de eliminación en Francia y los costes de eliminación relacionados con la energía producida en los EE.UU. (Figura 4).

Al mirar atrás desde el nivel del grado de quemado de 45 MWd/kgU, alcanzado como media en elementos combustible PWR descargados actualmente, en todos los escenarios de eliminación, un aumento del grado de quemado de descarga ha resultado en reducciones considerables en los costes del ciclo combustible.

En lo relacionado con los grados de quemado de descarga por encima de 45 MWd/kgU, en los casos en los que los costes de eliminación que se encuentran relacionados con el peso unitario del uranio, también en los inferiores, existe todavía un potencial muy significativo para una posterior reducción de los costes del ciclo combustible, dentro del rango del grado de quemado considerado.

En lo relacionado con casos de costes de eliminación mostrados en divisa por KWh, la curva del ciclo de combustible se allana de forma significativa en el rango alto de grados de quemado. En este caso, también la apariencia de un coste de ciclo combustible mínimo por debajo de 70 MWd/kgU es posible, dependiendo del nivel real del tipo de interés.

En la actualidad, prácticamente en todo el mundo se aplica un enriquecimiento límite del 5% del U235 a las instalaciones de ciclo de combustible nuclear. En el caso de un reactor de 1.300 MWe PWR operado en un ciclo de 12 meses, este valor de enriquecimiento corresponde más o menos a un grado de quemado de 65-70

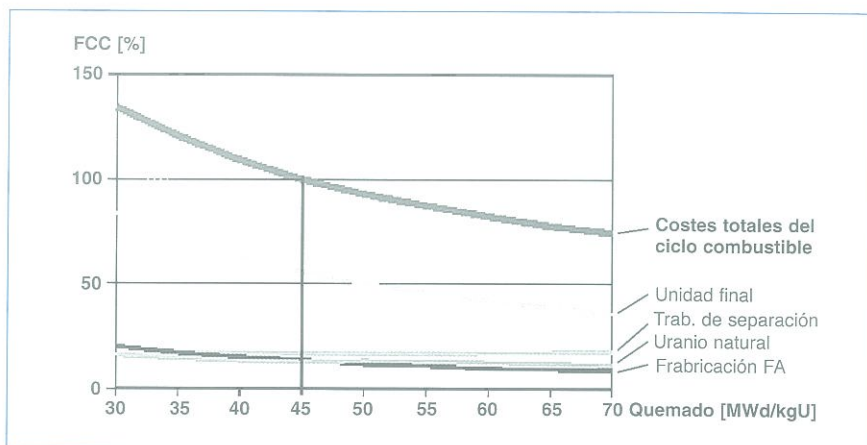


Figura 3. Efecto de los componentes individuales de costes del FCC sobre la curva FCC en el grado de quemado de descarga.

MWd/kgU. En cualquier caso, este límite de enriquecimiento impondrá un gasto técnico y económico adicional al igual que riesgos y esfuerzos de licencia para un aumento del enriquecimiento más allá de este valor, y con ello se espera una consolidación de la extensión del grado de quemado, que puede durar durante más de una década, a un 5% de enriquecimiento.

Adicionalmente a estos aspectos de costes del ciclo de combustible, las consideraciones logísticas pueden desempeñar un papel importante. Para facilitar los cuellos de botella en la unidad final, en ciertos casos la estrategia de ciclo de combustible a adquirir puede verse dominada también por las necesidades logísticas.

Reaccionando a los requisitos del mercado desde un primer momento, Framatome ANP ha invertido en nuevos avances y ha desarrollado tecnologías dirigidas a la explotación del gran potencial económico del aumento del grado de quemado. Ser el fabricante líder mundial de combustible LWR se ha basado en una amplia experiencia operativa que comprende actualmente

aproximadamente 95.000 elementos combustible PWR y 45.000 BWR, insertados en NPP en Europa, Asia, Sudáfrica y Sudamérica. En relación con el grado de quemado pico de pelet, nuestra experiencia ya sobrepasa los 100 MWd/kgU, en relación con valores de recargas completos de 53 MWd/kgU.

MEJORA DE LA UTILIZACIÓN DE COMBUSTIBLE: REDUCCIÓN DE LOS COSTES DEL CICLO DE COMBUSTIBLE AL IGUAL QUE UN AHORRO DE RECURSOS

La reducción de los costes del ciclo de combustible extendiendo el grado de quemado de descarga a través del uso de uranio más altamente enriquecido ha sido suplementada con medidas para mejorar la utilización del combustible mediante la mejora de la economía neutrónica [2]. Las áreas principales a este respecto han sido la utilización de materiales con una baja tasa de absorción de neutrones en la estructura del elemento combustible, una reducción de la fuga de neutrones

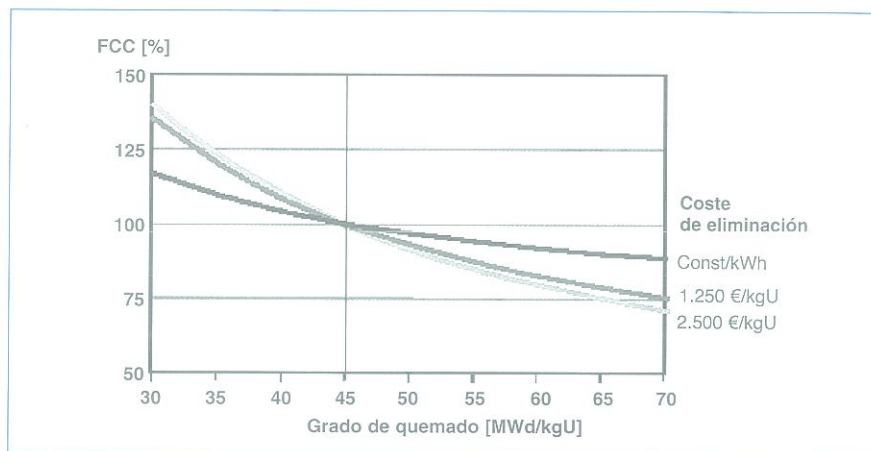


Figura 4. Importantes parámetros que influyen sobre el efecto económico del aumento del grado de quemado.

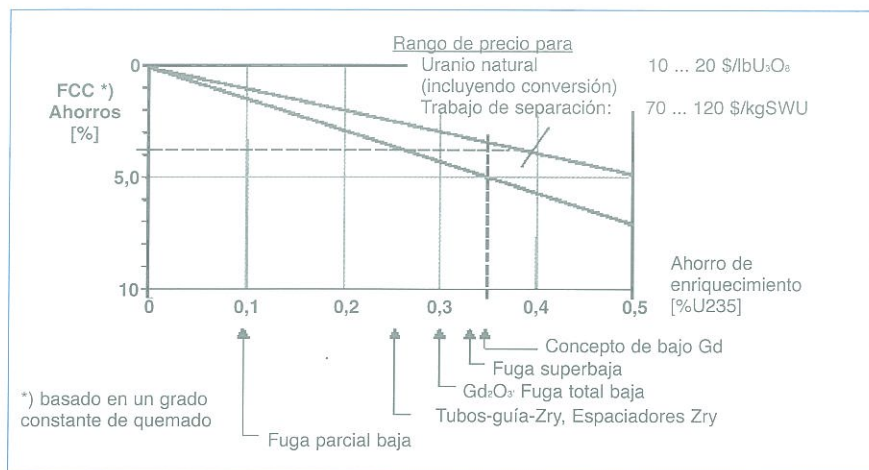


Figura 5. Efecto de las medidas para mejorar la utilización del combustible en los costes del ciclo de combustible.

mediante unos avanzados modelos de carga del núcleo con bajas fugas y la optimización de la eficiencia de moderación.

El efecto económico de las medidas más importantes introducidas para mejorar la economía neutrónica se muestra en la figura 5. Estas medidas comprenden la introducción de bajas fugas parciales, la sustitución de componentes inconel en el elemento combustible por componentes zircaloy, la transición a los diseños Gd₂O₃ para realizar cargas del núcleo completas con fugas bajas y, con los recientes desarrollos, la implementación de fugas superbajas y la transición al concepto de gadolinio bajo cuando es técnicamente posible.

Para mostrar los efectos en términos del uranio natural y trabajo de separación, los cálculos de coste del ciclo combustible se encuentran basados aquí en un grado de quemado de descarga continuo. La extensión del efecto económico resultante depende del pre-

cio que asumamos para el uranio natural y el trabajo de separación. Estos parámetros de entrada han sido variados en el caso del uranio natural, desde 10 hasta 20 \$/lb U₃O₈ y desde 70 hasta \$/kgSWU en el caso de trabajo de separación. Sumadas, las medidas técnicas particulares resultan en un ahorro total de enriquecimiento de aproximadamente el 0,35% U235. En la base del precio presente, esto ha resultado en ahorros del coste del ciclo de combustible de aproximadamente 2,5 millones de € por reactor de 1.300 MWe y año. En el caso de que la mejora de la economía neutrónica se transfiera en un aumento del grado de quemado de descarga – se está haciendo donde es posible – los efectos económicos resultantes pueden ser considerablemente más altos. Este hecho tendrá un mayor interés cuando el límite de enriquecimiento del 5% se alcance, ya que la mejora en la economía neutrónica ganará en importancia económica bajo

PRODUCTOS DE ALTA EFICIENCIA PARA CUMPLIR CON LOS DIFERENCIADOS DESAFÍOS DE LOS MERCADOS

Reaccionar a los complejos desafíos de los mercados de una manera que tiene como objetivo una mejor economía general requiere productos altamente sofisticados, desarrollados sobre la base de una amplia experiencia operativa a largo plazo [2], [3]. Framatome ANP ha seguido esta línea estratégica, y ello le ha permitido en la actualidad ofrecer conceptos integrados y una técnica líder. La Figura 7 muestra ejemplos de características técnicas en el campo de los elementos combustible PWR que se encuentran caracterizados por:

Las rejillas espaciadoras con álabes de turbulencia optimizados proporcionan un rendimiento termo-hidráulico mejorado, lo que se utiliza para conceptos avanzados de combustible o actualización de potencia de NPP. El innovador diseño del espaciador HTP combina un flujo de componente refrigerante único mezclado por canales de flujo curvos y soporte de barra combustible mediante contacto de línea, lo que asegura una zona de contacto de mayor tamaño y de ese modo una resistencia óptima al rozamiento de rejilla con barra. La guía de las barras de circulación MONOBLOC™ de una pieza consiste en un tubo aumentado de mayor grosor que incluye una zona amortiguadora. Asociado con el excelente comportamiento de formación de hidruros y corrosión de la aleación M5™, la geometría MONOBLOC™ proporciona una excelente resistencia contra el doblamiento del elemento combustible a altos grados de quemado. Se obtiene una protección efectiva contra las partículas mediante las boquillas inferiores de alta eficiencia TRAPPER™ y FUELGUARD™, caracterizadas por un bajo coeficiente de caída de presión que mejora el rendimiento termo-hidráulico

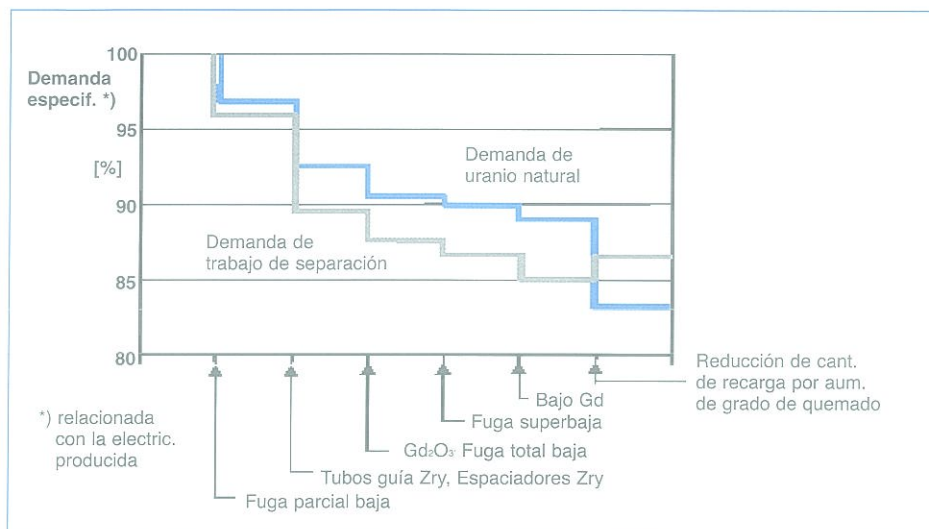


Figura 6. Efecto del desarrollo del conjunto combustible en la conservación de recursos.

y, en el caso del FUELGUARD™, mediante las curvaturas para la retención de partículas. El avanzado material de revestimiento M5™, una aleación ternaria de circonio, niobio y oxígeno, proporciona altos márgenes con respecto a la corrosión y formación de hidruros ante situaciones altamente exigentes, cumpliendo de ese modo importantes criterios para lograr altos grados de quemado. Además, esta aleación muestra una más baja fluencia de irradiaciones con un más bajo crecimiento mediante un factor de 2 a 3 comparado con el zircaloy 4 con bajo contenido en estaño.

Nuestros avanzados diseños de combustible AFA 3G, y HTP X5 disponen de combinaciones de estos componentes superiores de acuerdo a las necesidades de los clientes.

En el caso de elementos combustible BWR (Figura 8), caracterizados por una gradación radial de los enriquecimientos U235 de las barras, la utilización del combustible se ha visto aumentada considerablemente mediante la implementación de una estructura interna de canal de agua. La optimización de la utilización del combustible se ha mejorado aun más mediante un ajuste fino de la distribución del enriquecimiento U235, la sofisticada implementación del gadolinio absorbente consumible, al igual que la utilización de barras combustible de longitud parcial que al mismo tiempo mejoran el comportamiento de estabilidad termo-hidráulica del reactor. El espaciador ULTRAFLOW™ concentra el fluido de refrigerante en las superficies de la barra combustible, mejorando de ese modo el rendimiento de secado y aumentando los márgenes respectivos. Para una retención efectiva de partículas en los elementos combustible BWR, se encuentran disponibles el FUELGUARD™ o los filtros de partículas Small-Hole.

Tanto para PWR como para BWR, basados en la tecnología arriba mencionada, se han desarrollado elementos combustible de alto rendimiento para el reciclaje del uranio (elementos combustible ERU) y el plutonio (elementos combustible MOX) separados mediante un reproceso de los elementos de combustible descargados que puede proporcionar por ejemplo un mayor aumento de la utilización del combustible.

LAS MEJORAS DE RENDIMIENTO REQUIEREN MÉTODOS INTEGRADOS DE ALTA CAPACIDAD DE GESTIÓN DE COMBUSTIBLE

Como un efecto adverso de la implementación del amplio espectro de ca-

- las rejillas espaciadoras con álabes de turbulencia optimizados mejoran el rendimiento termo-hidráulico
- Las rejillas espaciadoras HTP con contacto de línea proporcionan una resistencia mejorada al rozamiento
- La estructura reforzada proporciona altos márgenes con respecto al montaje acodado (MONOBLOC™ tubos guía)
- Las boquillas inferiores de alta eficiencia (FUELGUARD™, TRAPPER™) retiene de forma efectiva las partículas evitando el daño por rozamiento a las barras combustibles
- El avanzado material de revestimiento M5™ proporciona unos márgenes increíbles en lo relativo a la corrosión, la formación de hidruros igual que la fluencia y crecimiento

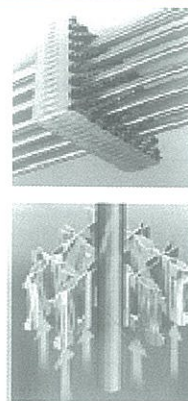


Figura 7. Desafíos del mercado convertidos en productos PWR de alto rendimiento.

racterísticas innovadoras para mejorar la economía y, del mismo modo, la inserción de elementos combustible MOX y ERU en los LWR, se incrementó la heterogeneidad en el núcleo. Además, el incremento experimentado en las longitudes de ciclo, realizada para acomodar las demandas específicas de la red y las condiciones económicas del entorno, reduciendo de ese modo los costes de generación, impusieron desafíos específicos para los códigos y métodos de gestión de combustible (Figura 9).

En respuesta a esto, se han desarrollado los métodos integrados de alta capacidad, que permiten por ejemplo la consideración de datos mecánicos, termo-hidráulicos y físicos relacionados con la seguridad basándose en una barra combustible individual en el núcleo. De este modo, se posibilitan predicciones y análisis muy precisos, permitiendo un mejor uso de los márgenes y respondiendo de un modo optimizado al aumento de necesidades.

El diseño estadístico de la barra combustible utiliza los cálculos Monte Carlo en los que los datos de entrada con impacto significativo se varían estadísticamente de acuerdo a su distribución respectiva. Dichos datos de entrada son parámetros de fabricación como por ejemplo las dimensiones del

revestimiento y pelets o la densidad del combustible y los parámetros de modelo como por ejemplo la densificación del combustible, dilatación, factor de ajuste para la corrosión. Los históricos de potencia de las barras combustible se toman del análisis central de gestión de combustible. Comparado con filosofías determinísticas, el diseño de las barras combustible basado en los métodos estadísticos proporciona varias ventajas tales como un tratamiento consistente de la distribución de los datos de fabricación, la evaluación de los márgenes existentes para los límites de diseño y una estrecha coordinación entre el diseño de la barra combustible y la gestión central del combustible.

Los sistemas de códigos integrados CASCADE-D, SCIENCE y NEMO unen los paquetes de códigos más avanzados para el diseño nuclear y el análisis de accidentes. Consecuentemente, al utilizar estos sistemas de códigos, el potencial de los modernos elementos combustible y las estrategias de gestión central de combustible pueden utilizarse mucho mejor debido a que los márgenes se predicen de forma muy precisa. De este modo se hace posible el aprovechar todas las ventajas de los elementos combustible de alta eficiencia y la gestión central de combustible.

- La estructura de conjunto combustible con canal interno de agua permite una óptima moderación y una mejor utilización del combustible
- Espaciador ULTRAFLOW™ para un excelente rendimiento de secado
- Barras combustibles de longitud parcial para una óptima distribución axial del combustible y un rendimiento estable.
- Filtro de partículas de alta eficiencia FUELGUARD™

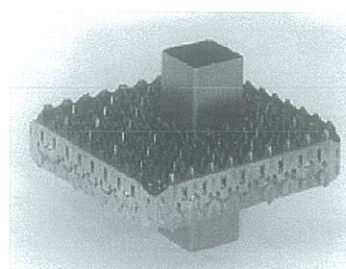


Figura 8. Desafíos del mercado convertidos en productos BWR de alto rendimiento.

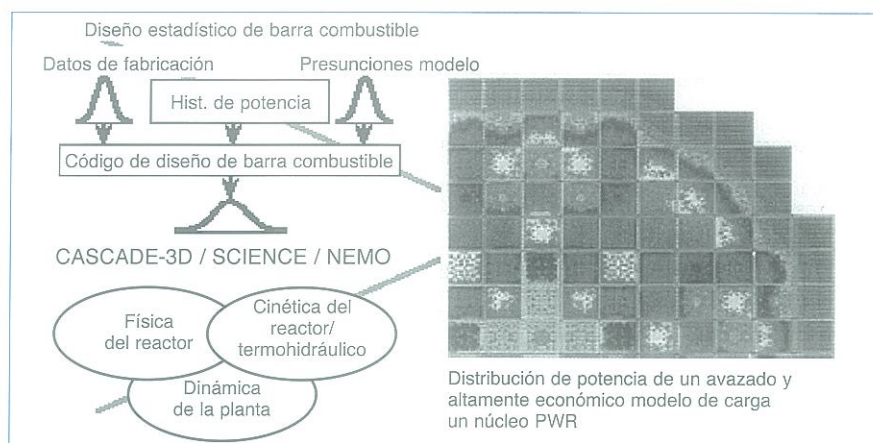


Figura 9. Las mejoras de eficiencia en el ciclo de combustible nuclear requieren nuevas metodologías y sistemas de códigos integrados.

RESUMEN: FACTORES CLAVE PARA UN MAYOR BENEFICIO DEL CLIENTE

Siendo el enlace de conexión entre el ciclo de combustible nuclear y la planta nuclear, los elementos combustible desempeñan un papel importante en la economía general de la planta nuclear. La parte relativa a la fabricación del elemento combustible incluyendo la investigación para trabajos de I&D es únicamente de aproximadamente el 3% de los costes totales de generación. Así pues, la inversión en el posterior desarrollo de elementos combustible es básicamente un medio altamente eficiente para la mejora de los costes de generación.

El efecto económico de las medidas

de desarrollo técnico depende de las condiciones del entorno económico, que pueden variar de un país a otro e incluso de instalación a instalación y, además, también pueden variar con el paso del tiempo. El desarrollo de un nuevo elemento combustible con una eficiencia mejorada es una tarea que consume mucho tiempo – tanto como una década puede transcurrir desde la realización de los primeros estudios y las cuidadosas pruebas, hasta las primeras inserciones comerciales. El tiempo de inserción en el reactor, el tiempo de refrigeración en la piscina de combustible del reactor, el almacenamiento externo inmediato y el tratamiento de los elementos combustibles para el almacenamiento final añaden algunas décadas más. Además, especialmente si se compara con sistemas de generación energía, además de la economía, también han de entenderse como fac-

tores clave de la competitividad: los requisitos medioambientales y los aspectos sociales. Esto significa que la mejor economía general sólo puede alcanzarse mediante una filosofía integral sobre estos aspectos.

Framatome ANP ha establecido los cimientos para posicionarse ante estos desafíos. Siendo el fabricante líder de combustible LWR en el mundo, el futuro desarrollo de los elementos combustible de Framatome ANP se basa en el mayor espectro de producción, junto con una extensa experiencia de inserción. Dentro del grupo AREVA, Framatome ANP está asociada con las actividades del ciclo completo de combustible, desde el uranio natural hasta la eliminación del elemento combustible. Cubriendo todo el espectro del ciclo de combustible, con presencia mundial, conocimientos diversificados y una extensa experiencia, se ha puesto la base para una optimización integrada del elemento al igual que de las soluciones hechas a la medida del cliente.

REFERENCIAS

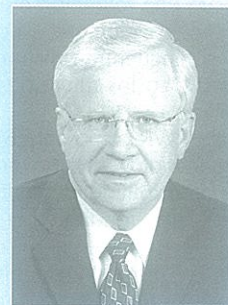
- [1] R. Güldner, C.P. Barthelmes "Cómo puede un vendedor nuclear contribuir a mejorar la competitividad de una planta nuclear". Congreso VGB "Centrales Eléctricas 2001".
- [2] M. Watteau, B. Esteve, R. Güldner, R. Hoffmann "Extensa experiencia de Framatome ANP y visiones de combustibles LWR". WNA. Londres. Septiembre 5-7, 2001
- [3] J.P. Baleon, F. Burtak, J.C. Peyran, P. Urban "La experiencia y desarrollo de combustibles de Framatome ANP". Topfuel 2001. Estocolmo. Mayo 27-30, 2001.



Ulrich GIESE es licenciado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Técnica de Aachen, la tesis doctoral la realizó sobre la Dinámica de Fluidos. Entre 1975-83, fue profesor adjunto en el Instituto de Aerodinámica de la Universidad de Aachen. A partir de 1983, trabajó en el negocio nuclear en KWU/Siemens. Durante el periodo 1997-99, trabajó para ELETRONUCLEAR en Brasil, en la construcción de Angra 2. Entre 1999-2001, fue director comercial y de Proyectos de Combustible Nuclear de Siemens y Framatome ANP. En el intervalo 2002-2003, ha sido primer vicepresidente de Combustible en Framatome ANP, diseño y ventas, y director de Combustible Alemania. Desde 2004, es director general de Proyectos del Consorcio Framatome ANP-Siemens para la construcción del EPR en Olkiluoto/Finlandia.



Stefan vom SCHEIDT se incorporó en la Division de Combustible Nuclear de Framatome en 1979, como ingeniero en Diseño Mecánico y Desarrollo de Elementos de Combustible. Ocupó varios puestos directivos y fue designado para actuar de Enlace para las actividades de combustible en las oficinas de Framatome en Lynchburg (USA) desde 1990 a 1994. De vuelta a Francia, ha ocupado el puesto de Director General de Marketing de Combustible y de Desarrollo de Elementos de Combustible. Desde 2002, Stefan vom Scheidt es el primer Vicepresidente de la Unidad de Negocio de Diseño y Ventas del Sector de Combustible.



John MATHESON
Título del puesto actual: Primer Vicepresidente.
Responsabilidades actuales: el negocio de combustible de Framatome en USA, Japón y Taiwán.
Educación: Licenciado en Física, Master's en Ingeniería Aeroespacial, Master's en Ingeniería Mecánica, Ingeniero Colegiado en el Estado de Virginia.
Puestos que ha ocupado anteriormente: Vicepresidente de Operaciones, Director de Planta, Director de Ingeniería de Diseño, Director de Proyectos, Supervisor de Diseño de Barras de Combustible.