

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 658**

51 Int. Cl.:
G21C 3/352 (2006.01)
G21C 3/356 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09005185 .5**
96 Fecha de presentación: **09.04.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2146350**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.01.2010**

54 Título: **CONJUNTO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR CON UNA REJILLA ESPACIADORA DE SOPORTE Y BLOQUEO.**

30 Prioridad:
14.04.2008 US 102123

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.01.2012

73 Titular/es:
**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
4350 NORTHERN PIKE
MONROEVILLE, PA 15146-2866, US**

72 Inventor/es:
**Lu, Yong y
Jiang, Xiaoyan**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 372 658 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Conjunto de combustible nuclear con una rejilla espaciadora de soporte y bloqueo

Antecedentes de la invención**1. Campo de la Invención**

- 5 La presente invención se refiere en general a un conjunto de combustible para reactor nuclear y más en particular a un conjunto de combustible nuclear que emplea una rejilla espaciadora que aplica presión sobre el encamisado de las barras de combustible una vez que las barras de combustible están cargadas en el conjunto de combustible. En el documento GB 1 312 739 A se encuentra un ejemplo de dicha rejilla espaciadora.

2. Descripción de la Técnica Anterior

- 10 El lado primario de los sistemas de generación de potencia de reactores nucleares enfriados con agua a presión comprende un circuito cerrado que está aislado y en relación de intercambio de calor con un lado secundario para la producción de energía útil. El lado primario comprende la vasija del reactor nuclear que encierra una estructura de núcleo interior que soporta una pluralidad de conjuntos de combustible que contienen material fisionable, el
15 circuito principal dentro de los generadores de vapor por intercambio de calor, el volumen interior de un presurizador, bombas y tuberías para hacer circular agua a presión; conectando las tuberías cada uno de los generadores de vapor y bombas a la vasija del reactor independientemente. Cada una de las partes del lado primario que comprende un generador de vapor, una bomba y un sistema de tuberías que están conectadas a la vasija forman un lazo del lado primario.

- 20 Con fines de ilustración, la Fig. 1 muestra un sistema principal de reactor nuclear simplificado, que incluye una vasija 10 de presión del reactor con un cabezal 12 de bloqueo que encierra un núcleo 14 nuclear. Un refrigerante líquido del reactor, tal como agua, es bombeado dentro de la vasija 10 mediante una bomba 16 a través del núcleo 14 que absorbe energía calorífica y descargado en un intercambiador 18 de calor, típicamente denominado generador de vapor, en el que se transfiere el calor a un circuito de utilización (no representado), tal como un turbogenerador accionado por vapor. Luego se devuelve el refrigerante del reactor a la bomba 16, completando el
25 lazo principal. Típicamente, una pluralidad de los circuitos de reacción anteriormente mencionados está conectada a una única vasija 10 del reactor mediante unas tuberías 20 de refrigerante del reactor.

- 30 En la Fig. 2 se muestra en mayor detalle un diseño de un reactor ejemplar. Adicionalmente al núcleo 14 que comprende una pluralidad de conjuntos 22 de combustible que se coextienden paralela y verticalmente, a efectos de esta descripción las demás estructuras internas de la vasija pueden ser divididas en los internos inferiores 25 y los internos superiores 26. En diseños convencionales, la función de los internos inferiores es la de soportar, alinear y guiar los componentes y la instrumentación del núcleo así como dirigir el flujo dentro de la vasija. Los internos superiores sujetan o proporcionan una sujeción secundaria para los conjuntos 22 de combustible (de los cuales sólo se representan dos en esta figura por simplicidad), y soportan y guían la instrumentación y los componentes tales como las barras 28 de control. En el reactor ejemplar mostrado en la Fig. 2, el refrigerante entra en la vasija 10 del
35 reactor a través de una o más toberas 30 de entrada, fluye hacia abajo a través de un anillo situado entre la vasija y el barrilete 32 del núcleo, efectúa un giro de 180° en una cámara 34 de empuje inferior, pasa hacia arriba a través de una placa 37 de soporte inferior y de una placa 36 inferior de núcleo, en las que están asentados los conjuntos 22 de combustible, y a través, y alrededor de, los conjuntos. En algunos diseños, la placa 37 de soporte inferior y la placa 36 inferior de núcleo están reemplazadas por una única estructura, la placa de soporte inferior del núcleo, en la misma elevación que la placa 37. El flujo del refrigerante a través del núcleo y de la zona 38 de alrededor es típicamente elevado, en el orden de 1.418.436 litros por minuto a una velocidad de 6 metros por segundo aproximadamente. La caída de presión y las fuerzas de fricción resultantes tienden a hacer que los conjuntos de combustible se eleven, cuyo movimiento es restringido por los internos superiores, incluyendo una placa 40 circular y superior del núcleo. El refrigerante que sale del núcleo 14 fluye a lo largo de la cara inferior de la placa 40 superior
40 del núcleo y asciende a través de una pluralidad de perforaciones 42. Luego el refrigerante asciende radialmente hasta una o más toberas 44 de salida.

- 45 Los internos superiores 26 pueden estar colgadas de la vasija o del cabezal de la vasija e incluir un conjunto 46 de soporte superior. Entre el conjunto 46 de soporte superior y la placa 40 superior del núcleo se transmiten cargas, principalmente mediante una pluralidad de columnas soporte 48. Una columna soporte está alineada por encima de un conjunto 22 de combustible seleccionado y de unas perforaciones 42 en la placa 40 superior del núcleo.
50

Las barras 28 de control, linealmente móviles, típicamente incluyen un eje motriz 50 y un conjunto 52 de araña con barras de veneno de neutrones que están guiadas a través de los internos superiores 26 y dentro de los conjuntos 22 de combustible alineados mediante unos tubos guía 54 de las barras de control. Los tubos guía están unidos fijamente al conjunto 46 de soporte superior y conectados por un pasador partido 56, encajado por fuerza en la

parte superior de la placa 40 superior del núcleo. La configuración del pasador facilita el montaje del conjunto de tubos guía y su reemplazo si fuera necesario, y asegura que las cargas del núcleo, particularmente ante un sismo u otras condiciones accidentales de carga elevada, sean recibidas principalmente por las columnas soporte 48 y no por los tubos guía 54. Esta disposición de columnas soporte ayuda a retardar la deformación de los tubos guía ante un
5 un
5 condiciones accidentales que podrían afectar negativamente a la capacidad de inserción de la barra de control.

La Fig. 3 es una vista en alzado, representada en una forma acortada verticalmente, de un conjunto de combustible designado generalmente por el número de referencia 22. El conjunto 22 de combustible es del tipo usado en un reactor de agua a presión y tiene una armadura estructural que, en su extremo inferior, incluye una tobera inferior 58. La tobera inferior 58 soporta el conjunto 22 de combustible sobre una placa 60 inferior de soporte del núcleo en la zona del núcleo del reactor nuclear (la placa 60 inferior de soporte del núcleo está representada por el número de referencia 36 en la Fig. 2). Adicionalmente a la tobera inferior 58, la armadura estructural del conjunto 22 de combustible también incluye una tobera superior 62 en su extremo superior y un número de tubos guía o canales ciegos 54, que se extienden longitudinalmente entre las toberas 58 y 62 inferior y superior y en extremos opuestos y que están sujetos a las mismas por sus extremos opuestos.
10
15

El conjunto 22 de combustible incluye adicionalmente una pluralidad de rejillas 64 transversales separadas axialmente a lo largo de, y montadas en, los canales ciegos 54 de guía (también denominados tubos guía), y un conjunto organizado de barras 66 de combustible alargadas, separadas transversalmente y soportadas por las rejillas 64. Aunque en la Fig. 3 no puede apreciarse, las rejillas 64 están formadas convencionalmente a partir de un
20 un
20 tiras ortogonales que están entrecruzadas en un patrón de nido de abeja, definiendo la interfaz adyacente de cuatro tiras aproximadamente unas celdas cuadradas de soporte mediante las cuales las barras 66 de combustible están soportadas en una relación transversalmente separada las unas con respecto a las otras. En muchos diseños convencionales hay unas protuberancias elásticas estampadas en las paredes opuestas de las tiras que forman las celdas de soporte. Las protuberancias elásticas se extienden radialmente dentro de las celdas de soporte y capturan las barras de combustible entre las mismas, ejerciendo presión sobre el encamisado de la barra, para sujetar las barras en su posición. Además, el conjunto 22 tiene un tubo 68 de instrumentación situado en el centro del mismo que se extiende entre, y está montado en, las toberas 58 y 62 inferior y superior. Con tal disposición de partes, el conjunto 22 de combustible forma una unidad integral capaz de ser manejada de manera conveniente sin dañar el conjunto de partes.
25
30

Tal como se ha mencionado anteriormente, las barras 66 de combustible del conjunto de las mismas del conjunto 22 están sujetas en relación separada entre sí mediante las rejillas 64 separadas a todo lo largo del conjunto de combustible. Cada barra 66 de combustible incluye una pluralidad de pastillas 70 de combustible nuclear y está cerrada en sus extremos opuestos por unos tapones extremos 72 y 74 superior e inferior. Las pastillas 70 están mantenidas en una pila mediante un muelle impelente 76 dispuesto entre el tapón extremo superior 72 y la parte superior de la pila de pastillas. Las pastillas 70 de combustible, compuestas de material fusible, son responsables de la creación de la energía reactiva del reactor. El encamisado que rodea las pastillas funciona como una barrera para evitar que los subproductos de fisión se introduzcan en el refrigerante y contaminen a continuación el sistema del reactor.
35
40

Para controlar el proceso de fisión, una cantidad de barras 78 de control son alternativamente móviles en los canales ciegos 54 de guía situados en posiciones predeterminadas en el conjunto 22 de combustible. Específicamente, un mecanismo 80 de control de un haz de barras situado por encima de la tobera superior 62 soporta las barras 78 de control. El mecanismo de control tiene un elemento 82 de buje cilíndrico, roscado en su interior, con una pluralidad de uñas o brazos 52 que se extienden radialmente. Cada brazo 52 está interconectado con las barras 78 de control de manera que el mecanismo 80 de control de barras pueda operarse para mover las barras de control verticalmente en los canales ciegos 54 de guía para de esta manera controlar el proceso de fisión en el conjunto 22 de combustible, bajo la potencia motriz de los ejes motrices 50 de las barras de control que están acoplados a los bujes 80 de las barras de control, todo ello de manera muy conocida.
45
50

Tal como se ha mencionado anteriormente, los conjuntos de combustible están sometidos a fuerzas hidráulicas que exceden el peso de las barras de combustible y por lo tanto ejercen fuerzas significativas sobre las barras de combustible y los conjuntos de combustible. Adicionalmente, existe una significativa turbulencia en el refrigerante del núcleo causada por unas aletas de mezcla situadas en las superficies superiores de las tiras de muchas rejillas, que promueve la transferencia de calor desde el encamisado de las barras de combustible hasta el refrigerante. Las sustanciales fuerzas y turbulencias del flujo pueden resultar en una severa erosión del encamisado de las barras de combustible si no se restringe el movimiento de las barras de combustible. La erosión del encamisado de las barras de combustible puede llevar a una brecha y a la exposición del refrigerante a los subproductos radioactivos que hay dentro de las barras de combustible. Adicionalmente, cuando se cargan por vez primera las barras de combustible dentro de los conjuntos de combustible y se insertan a través de las celdas de soporte y rozando las protuberancias
55

elásticas, la superficie del encamisado puede arañarse lo que puede promover la erosión, que también puede llevar a un fallo del encamisado del combustible.

5 Por lo tanto, es deseable un medio mejorado para soportar las barras de combustible dentro de una rejilla de un conjunto de combustible que restrinja mejor las barras sin dejar marcas en el encamisado durante la fabricación del conjunto de combustible.

Sumario de la invención

10 La presente invención alcanza los objetos anteriores proporcionando un conjunto de combustible nuclear mejorado para soportar un conjunto paralelo de una pluralidad de barras alargadas de combustible nuclear entre una tobera inferior y una tobera superior, que tiene una longitud axial a lo largo de la dimensión longitudinal de las barras de combustible nuclear. Una pluralidad de rejillas de soporte, separadas y mejoradas, están dispuestas en tándem a lo largo de la longitud axial de las barras de combustible entre la tobera superior y la tobera inferior, encerrando al menos parcialmente una porción axial de la circunferencia de cada barra de combustible dentro de una celda de soporte de las rejillas de soporte para mantener la separación lateral entre las barras de combustible. La rejilla de soporte mejorada está construida esencialmente por una rejilla base en nido de abeja con una pluralidad de tiras entrecruzadas ortogonales que definen las celdas de soporte en la intersección de cada una de las cuatro tiras adyacentes que rodean las barras de combustible. Un tramo de cada tira entre las intersecciones de las cuatro tiras adyacentes forma una pared de la correspondiente celda de soporte. Una camisa de soporte y bloqueo ajusta dentro de al menos una de las celdas de soporte y preferiblemente de todas las celdas de soporte que soportan barras de combustible, y está adaptada para tener una primera orientación que recibe holgadamente una correspondiente barra de combustible nuclear a través de la misma y una segunda orientación que ejerce una presión transversal sobre la barra de combustible para restringir axial y radialmente la barra de combustible; siendo rotativa la camisa de soporte y bloqueo entre la primera orientación y la segunda orientación.

25 En una realización, al menos una pared de la rejilla base coopera con una pared de la camisa de soporte y bloqueo para restringir la rotación de la camisa de soporte y bloqueo cuando la camisa de soporte y bloqueo es rotada a la segunda orientación. Los medios para restringir la rotación de la camisa de soporte y bloqueo pueden ser uno de entre un elemento macho o hembra de bloqueo situado sobre al menos una pared de la celda de soporte y el otro de entre el elemento macho o hembra de bloqueo de al menos una pared de la camisa de soporte y bloqueo. Los elementos macho y hembra pueden ser respectivamente una protuberancia y un agujero, en los cuales la protuberancia tiene un tamaño para ajustar dentro del agujero cuando están alineados. Preferiblemente, el medio para restringir la rotación de la camisa de soporte y bloqueo cuando la camisa de soporte y bloqueo es rotada a la segunda orientación también restringe el movimiento axial de la camisa de soporte y bloqueo con respecto a la celda de soporte cuando la camisa de soporte y bloqueo está en la segunda orientación. Deseablemente, el medio para restringir el movimiento axial de la camisa de soporte y bloqueo con respecto a la celda de soporte no restringe el crecimiento térmico, o el crecimiento como resultado de la irradiación, en la dirección axial.

35 En una realización, la camisa de soporte y bloqueo es una camisa de casi cuatro lados con unas esquinas generalmente redondeadas que están radialmente abultadas hacia fuera, extendiéndose las paredes de la camisa de soporte y bloqueo entre las esquinas abultadas. El contorno circunferencial de la camisa de soporte y bloqueo está configurado de tal manera que cuando se rota la camisa de soporte y bloqueo entre la primera orientación, en la que las esquinas están alineadas sustancialmente con la intersección entre las tiras, y la segunda orientación en la que las esquinas están alineadas sustancialmente con una sección intermedia de las paredes de la celda de soporte entre las intersecciones entre las tiras adyacentes, al menos dos paredes de la camisa de soporte y bloqueo se mueven radialmente hacia dentro para ejercer una fuerza lateral sobre la correspondiente barra de combustible y restringir axialmente la barra de combustible. Preferiblemente cuando la camisa de soporte y bloqueo es rotada a la segunda orientación, las cuatro paredes de la camisa de soporte y bloqueo se doblan radialmente hacia dentro para ejercer una fuerza lateral sobre la correspondiente barra de combustible y restringir axialmente la barra de combustible. Deseablemente, cuando al menos una pared de la camisa de soporte y bloqueo se dobla radialmente hacia dentro, hace contacto con la barra de combustible sobre toda la altura de la camisa de soporte y bloqueo.

50 En otra realización más, la altura de una pared de las celdas de soporte que soportan las barras de combustible es mayor en la dirección axial que la correspondiente altura de una pared de la camisa de soporte y bloqueo. Preferiblemente, la altura adicional de las celdas de soporte aloja un tope desmontable que está adjunto a una porción inferior de al menos una pared de la camisa de soporte y bloqueo, fuera de la ruta de la barra de combustible que se extiende a través de la camisa de soporte y bloqueo. El tope desmontable soporta la camisa de soporte y bloqueo en la dirección axial cuando la camisa de soporte y bloqueo está en la primera orientación. Preferiblemente el tope desmontable es una barra de posicionamiento que pasa a través de, y está soportada por, unas aberturas en la porción inferior de dos paredes de la camisa de soporte y bloqueo; deseablemente, dos paredes opuestas de la camisa de soporte y bloqueo. En una realización preferida, el tope desmontable comprende

al menos dos barras de posicionamiento, una a cada lado de la ruta de la barra de combustible.

La presente invención incluye adicionalmente un procedimiento para cargar una barra de combustible en una armadura alargada de un conjunto de combustible nuclear que tiene una dirección axial a lo largo de la dimensión longitudinal del conjunto de combustible. La armadura del conjunto de combustible incluye una tobera inferior, una pluralidad de canales ciegos separados transversalmente, sujetos por un extremo a la tobera inferior y que se extienden hacia arriba axialmente hacia una tobera superior que será sujeta al otro extremo de los canales ciegos una vez que se haya insertado el conjunto de barras de combustible dentro de la armadura del conjunto de combustible. Una pluralidad de rejillas de soporte separadas están dispuestas en tándem a todo lo largo del eje de los canales ciegos y están sujetas al menos a algunos de los canales ciegos. Las rejillas de soporte están diseñadas para al menos parcialmente encerrar una porción axial de la circunferencia de cada barra de combustible dentro de una celda de soporte de las rejillas de soporte para mantener un espaciado lateral entre las barras de combustible. Al menos una de las rejillas de soporte está construida, al menos en parte, por una rejilla base en nido de abeja con una pluralidad de tiras entrecruzadas ortogonales que definen las celdas de soporte en la intersección de cada una de las cuatro tiras adyacentes que rodean las barras de combustible nuclear. Un tramo de cada tira entre las intersecciones de las cuatro tiras adyacentes forma una pared de la correspondiente celda de soporte. Una camisa de soporte y bloqueo encaja dentro de al menos algunas de las celdas de soporte y está configurada para recibir holgadamente una correspondiente barra de combustible nuclear a través de la misma en una primera orientación, y en una segunda orientación ejercer una presión transversal sobre la barra de combustible para cargar y restringir axialmente la barra de combustible; la camisa de soporte y bloqueo es rotativa entre la primera orientación y la segunda orientación. Generalmente el procedimiento de la presente invención incluye las etapas de: mantener en la primera orientación todas las camisas de soporte y bloqueo que están en alineación axial; insertar completamente una barra de combustible en el conjunto de combustible a través de cada una de las camisas de soporte y bloqueo situadas en posición axialmente transversal en la armadura del conjunto de combustible en el que la barra de combustible es insertada; y cargar la barra de combustible para ejercer una presión transversal sobre la barra de combustible, una vez que la barra de combustible está insertada completamente en la armadura del conjunto de combustible, moviendo las camisas de soporte y bloqueo que rodean la barra de combustible a la segunda orientación.

Preferiblemente, la etapa de carga incluye la etapa de rotar la camisa de soporte y bloqueo 45° alrededor de la celda de soporte. En una realización, la camisa de soporte y bloqueo es una camisa con casi cuatro lados que tiene unas esquinas generalmente redondeadas que están radialmente abultadas hacia fuera. En tal caso la etapa de rotación incluye las etapas de capturar al menos dos esquinas adyacentes de la camisa de soporte y bloqueo con una herramienta que tiene unas uñas, que se extienden dentro de los correspondientes abultamientos, y un brazo de palanca, y rotar el brazo de palanca para rotar la camisa de soporte y bloqueo dentro de la celda de soporte. Deseablemente, la etapa de rotación también incluye acceder a la camisa de soporte y bloqueo con la herramienta desde el lado inferior de la rejilla de soporte.

En otra realización, el procedimiento de la presente invención incluye la etapa de bloquear la camisa de soporte y bloqueo en la segunda orientación. Deseablemente, antes de la etapa de insertar completamente la barra de combustible, el procedimiento incluye adicionalmente las etapas de insertar una barra desmontable de posicionamiento en una porción inferior de la celda de soporte fuera de la ruta que seguirá la barra de combustible cuando sea insertada, e insertar la camisa de soporte y bloqueo dentro de la celda de soporte en la primera orientación. En esta última realización el procedimiento de la presente invención incluye la etapa de retirar la barra de posicionamiento de la celda de soporte una vez que se haya movido la camisa de soporte y bloqueo a la segunda orientación; preferiblemente una vez que esté bloqueada en dicha posición.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención puede ser comprendida adicionalmente a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Fig. 1 es un esquema simplificado de un sistema de reactor nuclear en el que puede aplicarse la presente invención;

La Fig. 2 es una vista en alzado, en sección parcial, de una vasija de reactor nuclear y los componentes internos en los que puede aplicarse la presente invención;

La Fig. 3 es una vista en alzado, en sección parcial, de un conjunto de combustible ilustrado en una forma acortada verticalmente, con partes despiezadas por claridad;

La Fig. 4 es una vista en perspectiva de la rejilla base en nido de abeja de la presente invención;

La Fig. 5 es una vista en perspectiva de la camisa de soporte y bloqueo de la presente invención;

La Fig. 6a es una vista en perspectiva que muestra la camisa de soporte y bloqueo de la presente invención insertada dentro de una celda de soporte en la primera orientación, con la herramienta de la presente invención insertada en la camisa de soporte y bloqueo para girar la camisa de soporte y bloqueo a la segunda orientación;

La Fig. 6b es una vista en planta de la Fig. 6a;

- 5 La Fig. 7a es una vista en planta de una sección transversal de una celda de soporte de la presente invención con la camisa de soporte y bloqueo en la segunda orientación colocada alrededor de la barra de combustible;

La Fig. 7b es una vista en planta de la Fig. 7a con la herramienta de la presente invención en su sitio;

- 10 La Fig. 8 es una vista en perspectiva superior de una celda de soporte de la presente invención con la camisa de soporte y bloqueo insertada en una primera orientación y sujeta en posición mediante la herramienta y las barras de soporte de la presente invención; y

La Fig. 9 es otra vista en perspectiva diferente a la mostrada en la Fig. 8, que proporciona una vista inferior de las barras de posicionamiento soportando la camisa de soporte y bloqueo en la primera posición.

Descripción de las realizaciones preferidas

- 15 La presente invención proporciona un nuevo conjunto de combustible para un reactor nuclear y más en particular un diseño mejorado de una rejilla espaciadora para un conjunto de combustible nuclear. La rejilla mejorada está generalmente formada por una rejilla base de soporte en nido de abeja, ilustrada en la Fig. 4, formada por dos grupos, situados ortogonalmente, de tiras 84 y 86 separadas paralelamente que están entrecruzadas de manera convencional y rodeadas por una tira exterior 88 para formar la rejilla base 90 de soporte. Las tiras ortogonales 84 y 86, y en el caso de las filas exteriores, la tira exterior 88 definen las celdas 94 de soporte en la intersección de cada una de las cuatro tiras adyacentes que rodean las barras de combustible nuclear. Un tramo de cada tira, a todo lo largo de la dimensión de las tiras, entre las intersecciones de las cuatro tiras adyacentes, forma una pared 96 de las celdas 94 de soporte. Preferiblemente, cada una de las celdas 94 de soporte de la rejilla base, que soporta una barra de combustible, tiene una camisa de soporte y bloqueo para la barra de combustible, cuya realización preferida está ilustrada en la Fig. 5 y representada por el número de referencia 92. Básicamente, la camisa 92 de soporte y bloqueo está adaptada para encajar dentro de al menos parte de las celdas 94 de soporte que soportan barras de combustible, y en una primera orientación de la camisa 92 situada dentro de la celda 94 de soporte, la camisa 92 recibe holgadamente la barra de combustible nuclear a través de la misma. En esta orientación la camisa de soporte tiene un pequeño huelgo con respecto a la barra de combustible de manera que la barra de combustible pueda ser cargada a través de la misma sin recibir arañazos, rozaduras o cualquier otro daño que normalmente pueda darse al cargar las barras de combustible dentro de las rejillas espaciadoras convencionales. Una vez que se ha insertado completamente la barra de combustible a través de cada una de sus rejillas y se ha colocado finalmente dentro de la armadura del conjunto de combustible, la camisa 92 de soporte y bloqueo puede rotarse dentro de las celdas 94 de soporte a una segunda orientación en la que presione radialmente hacia dentro al menos una pared lateral 98 para aplicar una fuerza lateral sobre la barra de combustible y evitar que la barra de combustible se mueva tanto axial como radialmente. Las camisas 92 no se soldarán a la rejilla base 90, lo que permite fabricar las camisas 92 con diferentes materiales o aleaciones que puedan presentar diferente crecimiento axial, tanto térmico como por irradiación.

- 40 En la realización preferida, la camisa de soporte y bloqueo es una camisa de casi cuatro lados con unas esquinas 100 generalmente redondeadas que están radialmente abultadas hacia fuera, extendiéndose las paredes laterales 98 de las camisas 92 de soporte y bloqueo entre las esquinas 100 abultadas hacia fuera. Tal como se muestra, la camisa 92 de soporte y bloqueo está configurada de tal manera que cuando se rota la camisa de soporte y bloqueo entre una primera orientación, en la que las esquinas 100 están sustancialmente alineadas con la intersección entre las tiras 84 y 86, y una segunda orientación en la que las esquinas 100 están sustancialmente alineadas con una sección intermedia de las paredes 96 de las celdas 94 de soporte entre la intersección entre las tiras 84 y 86 adyacentes, al menos dos de las paredes 98 de la camisa 92 de soporte y bloqueo se doblen radialmente hacia dentro para ejercer una fuerza lateral sobre la correspondiente barra de combustible y retener la barra de combustible en la posición axial en la que fue cargada.

- 50 Tal como puede observarse en la Fig. 5, la camisa 92 de soporte y bloqueo tiene unos salientes 102 que pueden extenderse radialmente hacia fuera desde las esquinas 100. Los salientes pueden observarse fácilmente en las Figs. 5, 6a y 6b. La Fig. 6a muestra una vista en perspectiva de una celda 94 de soporte de la rejilla base 90 vista desde encima de la celda, con una camisa 92 de soporte y bloqueo centrada en la celda 94 y enganchada con una herramienta 106 empleada por la presente invención para rotar la camisa 92 de soporte y bloqueo dentro de la celda 94 de soporte. La camisa 92 de soporte y bloqueo se muestra en la primera orientación con las esquinas abultadas 100 sustancialmente alineadas con la intersección entre las tiras 84 y 86, lo que proporciona espacio

para un encaje con huelgo entre las paredes laterales 98 de la camisa 92 de soporte y bloqueo y la barra de combustible, que no está representada. Las Figs. 6a y 6b muestran la camisa 92 de soporte y bloqueo enganchada por la herramienta 106 de la presente invención que se usa para rotar la camisa de soporte y bloqueo dentro de la celda 94 de soporte. La herramienta 106 tiene un brazo 108 de palanca que está sujeto a un ala 110 que se extiende lateralmente y que tiene dos uñas 112 que, en sus extremos distales, están conformadas para enganchar la porción abultada de las esquinas 100 desde el interior del abultamiento. La herramienta puede tener un mango flexible para facilitar una rotación de 45° en determinadas localizaciones en las que maniobrar resulta difícil, p. ej., alrededor de los tubos ciegos 54. Con la herramienta 106 enganchada en las esquinas 100, puede emplearse el brazo 108 de palanca para rotar la camisa 92 de soporte y bloqueo dentro de la celda 94 de soporte. Cuando la camisa 92 de soporte y bloqueo es rotada 45° hasta la segunda orientación, en la que las esquinas 100 están sustancialmente alineadas con una sección media de las paredes 96 de las celdas 94 de soporte entre la intersección entre las tiras 84 y 86 adyacentes, los salientes 102 enganchan con las aberturas 104 de las paredes 96 de las celdas de soporte para bloquear una rotación adicional de la camisa de soporte y bloqueo bajo unas condiciones operativas normales. Sin embargo debe apreciarse que la camisa 92 de soporte y bloqueo puede ser rotada por la herramienta 106 para desbloquear el enganche de los salientes 102 con las aberturas 104 en caso de que fuera necesario desbloquear las barras de combustible por cualquier razón. Por consiguiente, los salientes 102 dentro de las aberturas 104 bloquean la camisa de soporte en posición en la segunda orientación para restringir el movimiento axial así como la rotación adicional al tiempo que permiten un crecimiento axial diferencial entre la camisa 92 de soporte y bloqueo y la celda 94 de soporte. Debe apreciarse también que pueden emplearse otros medios de bloqueo de la camisa 92 de soporte y bloqueo en la celda 94 de soporte para lograr el mismo propósito. Por ejemplo, aunque no es igual de deseable, los salientes pueden extenderse hacia dentro en una dirección radial desde las paredes 96 de la celda 94 de soporte y pueden proporcionarse unas correspondientes aberturas en las esquinas 100 de la camisa 92 de soporte y bloqueo.

La Fig. 7a muestra una vista en planta de una camisa 94 de soporte y bloqueo girada en una segunda orientación dentro de la celda 94 de soporte, capturando un elemento 114 de combustible contra las paredes laterales 98 de la camisa 92 de soporte y bloqueo. Las esquinas abultadas 100 tienen una circunferencia generalmente redondeada en tanto a que tienen una sección central 116 plana con una porción periférica 118 ligeramente angulada que se curva radialmente hacia dentro convirtiéndose en una tira 120 de conexión que conecta con la pared lateral 98. A medida que las esquinas abultadas son rotadas desde la primera orientación, en la que encajan holgadamente dentro de las esquinas de la celda 94 de soporte (tal como se muestra en las Figs. 6a y 6b), hasta la sección media de la pared lateral 96 de la celda 94 de soporte, las paredes laterales de las celdas 94 de soporte primero enganchan con la porción 118 ligeramente angulada de las esquinas abultadas 100, lo que obliga a los lados de la camisa 98 de soporte y bloqueo a moverse radialmente hacia dentro aplicando presión contra el encamisado de la barra 114 de combustible. A medida que la camisa de soporte y bloqueo continúa rotando hacia la sección media de la pared lateral 96 de la celda 94 de soporte, las secciones planas de las esquinas abultadas 116 entran de golpe en contacto con las paredes laterales 96 y enganchan los salientes 102 dentro de las aberturas 104 para bloquear la camisa 92 de soporte y bloqueo en la segunda orientación. De esta manera las paredes laterales 98 apoyan contra el encamisado de la barra 114 de combustible a todo lo largo de las paredes laterales 98, asegurando la barra de combustible tanto axial como radialmente dentro del conjunto de combustible. En la realización preferida, las cuatro paredes laterales 98 enganchan con el encamisado de la barra 114 de combustible, aunque debe apreciarse que los conceptos de la presente invención pueden ser empleados forzando el contacto de dos lados opuestos 98 de la camisa 92 de soporte y bloqueo con la barra 114 de combustible.

Cuando la camisa 92 de soporte y bloqueo está situada dentro de la celda 94 de soporte en la primera orientación, está asentada holgadamente en el centro de la celda de soporte y debe proporcionarse un medio de soporte para evitar que la camisa de soporte y bloqueo se salga de la celda 94 de soporte. Las Figs. 8 y 9 muestran una disposición que puede utilizarse para este propósito. La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva con la celda 94 de soporte girada sobre su lado, con la herramienta 106 soportando la camisa 92 de soporte y bloqueo en su sitio dentro del centro del interior de la celda 94 de soporte. La Fig. 9 muestra la disposición de la Fig. 8, proporcionando una perspectiva desde el lado inferior de la celda 94 de soporte. A partir de la Fig. 9 puede apreciarse que en la disposición mostrada en las Figs. 8 y 9 la altura de la camisa 92 de soporte y bloqueo en la dirección axial es ligeramente más corta que la altura de las correspondientes paredes de la celda 94 de soporte. Esto permite insertar unas barras 122 de posicionamiento a través de unas aberturas 124 de las paredes laterales 96 opuestas de la celda 94 de soporte en unas posiciones laterales de las porciones inferiores de las celdas 94 de soporte, fuera de la ruta de las barras de combustible. Por lo tanto, las barras 122 de posicionamiento soportan axialmente las camisas 92 de soporte y bloqueo cuando las camisas 92 de soporte y bloqueo están en la primera orientación. Debe apreciarse que pueden emplearse otros medios para soportar la camisa 92 de soporte y bloqueo dentro de las celdas 94 de soporte. Por ejemplo, una porción de las paredes laterales 96, en el extremo inferior de la celda 94 de soporte, puede estar doblada hacia dentro para servir como soporte. Sin embargo, se prefieren las barras 122 de posicionamiento debido a que una vez que la camisa de soporte y bloqueo ha sido rotada a la segunda orientación y bloqueada en su posición por la alineación de los salientes 102 con las correspondientes aberturas 104,

preferiblemente se retiran las barras 122 de posicionamiento, reduciendo así la cantidad de metal que podría afectar a la economía de neutrones y obstruir el flujo de refrigerante.

La invención también incluye un procedimiento para cargar una barra de combustible dentro de una armadura de un conjunto de combustible nuclear, que tenga una dirección axial a todo lo largo de un conjunto de combustible, una tobera inferior, una pluralidad de tubos ciegos separados transversalmente y sujetos por un extremo a la tobera inferior y que se extienden axialmente hacia arriba hacia una tobera superior que será sujeta al otro extremo de los tubos ciegos una vez que el conjunto de barras de combustible sea insertado dentro de la armadura del conjunto de combustible, y una pluralidad de rejillas de soporte separadas, dispuestas en tándem a todo lo largo del eje de los tubos ciegos y sujetas a al menos parte de los tubos ciegos. Las rejillas de soporte están diseñadas para encerrar al menos parcialmente una porción axial de la circunferencia de cada barra de combustible dentro de una celda de soporte de las rejillas de soporte para mantener una separación lateral entre las barras de combustible. Al menos una de las rejillas de soporte incluye una rejilla base en nido de abeja con una pluralidad de tiras entrecruzadas ortogonales que definen las celdas de soporte en la intersección de cada una de las cuatro tiras adyacentes que rodean las barras de combustible; un tramo de cada tira entre las intersecciones de las cuatro tiras adyacentes forma una pared de la correspondiente celda de soporte. Una camisa de soporte y bloqueo está adaptada para encajar preferiblemente dentro de cada una de las celdas de soporte que soportan los elementos o barras de combustible y que en la primera orientación recibe holgadamente la barra de combustible a través de la misma. En una segunda orientación con respecto a la rejilla base, la camisa de soporte y bloqueo ejerce una presión transversal sobre la barra de combustible para cargar y restringir axialmente la barra de combustible; siendo la camisa de soporte y bloqueo rotativa entre la primera orientación y la segunda orientación. El procedimiento incluye las etapas de: mantener en la primera orientación todas las camisas de soporte y bloqueo que estén en alineación axial; insertar completamente una barra de combustible dentro del conjunto de combustible a través de cada una de las camisas de soporte y bloqueo en posición axialmente transversal en la armadura del conjunto de combustible en la que la barra de combustible es insertada; y cargar la barra de combustible para ejercer una presión transversal sobre la misma, una vez que la barra de combustible está completamente insertada dentro de la armadura del conjunto de combustible, moviendo la camisa de soporte y bloqueo que rodea la barra de combustible a la segunda orientación.

Preferiblemente la etapa de carga incluye la etapa de rotar la camisa 92 de soporte y bloqueo 45° alrededor de la celda 94 de soporte. En una realización preferida, la camisa 92 de soporte y bloqueo es una camisa con casi cuatro lados que tiene unas esquinas generalmente redondeadas que están radialmente abultadas hacia fuera y la etapa de rotación incluye las etapas de capturar al menos dos esquinas adyacentes de la camisa 92 de soporte y bloqueo con una herramienta 106 que tiene unas uñas 112, que se extienden dentro de los correspondientes abultamientos 100, y el brazo 108 de palanca. La etapa de rotación rota el brazo de palanca para rotar la camisa 92 de soporte y bloqueo dentro de la celda 94 de soporte. Preferiblemente, se accede a la camisa 92 de soporte y bloqueo con la herramienta 106 desde el lado inferior de la celda 94 de soporte para evitar dañar cualquiera de las paletas que remueven el refrigerante y que se extienden por encima del lado superior de la celda 94 de soporte.

El procedimiento de la presente invención preferiblemente incluye adicionalmente la etapa de bloquear la camisa de soporte y bloqueo en la segunda orientación. En una realización, antes de la etapa de insertar completamente la barra de combustible, el procedimiento incluye las etapas de insertar una barra desmontable de posicionamiento en una porción inferior de la celda 94 de soporte fuera de la ruta de la barra 114 de combustible, e insertar la camisa 92 de soporte y bloqueo dentro de la celda 94 de soporte en la primera orientación. Adicionalmente, esta última realización incluye la etapa de retirar la barra 122 de posicionamiento de la celda 94 de soporte una vez que se haya movido la camisa 92 de soporte y bloqueo a la segunda orientación.

Debido a que existen cuatro u ocho protuberancias o salientes 102 en cada camisa 92 de soporte y bloqueo y cuatro u ocho muescas 104 en cada celda 94 de soporte de la rejilla base 90 de soporte, las camisas de soporte y bloqueo quedan bloqueadas axial y radialmente una vez que hayan sido rotadas. Además, se añade una precarga entre la camisa 92 de soporte y bloqueo y la barra 114 de combustible tras la etapa de rotación debido a la forma de diseño de la camisa 92 de soporte y bloqueo y especialmente de las esquinas abultadas 100. Las barras de combustible pueden ser cargadas, y las camisas bloqueadas, fila por fila. No es necesario un patrón específico de carga de las barras de combustible durante el montaje dado que no existe una fuerza de carga transversal, que podría arquear el conjunto al cargar fila por fila. Una barra individual puede ser cargada en cualquier localización especial en primer lugar. El material y la textura (transversal por ejemplo) de la rejilla base 90 serán seleccionados para que tenga un menor crecimiento radial que las camisas 92 de soporte y bloqueo, y por lo tanto, se mantendrá un contacto positivo entre las barras 114 de combustible y las camisas 92 de soporte y bloqueo incluso después de que el conjunto de combustible sea irradiado. El material y la forma de la camisa 92 de soporte y bloqueo son seleccionados para permitir un mayor crecimiento en la dirección hacia la barra 144 de combustible, para aumentar adicionalmente la carga entre la barra de combustible y las camisas 92 de soporte y bloqueo bajo irradiación. La camisa 92 de soporte y bloqueo puede estar fabricada con Inconel para que proporcione las características

adecuadas bajo irradiación. Para limitar la absorción de neutrones por dicho material, pueden hacerse agujeros o muescas en la camisa si la misma está fabricada con Inconel.

5 De esta manera la rejilla de soporte de la presente invención permite cargar las barras de combustible al tiempo que evita arañazos, rozaduras y otros daños superficiales que se producen típicamente durante la carga de las barras de combustible. Se mantendrá una precarga positiva incluso después de finalizar el ciclo de combustible. La camisa de soporte y bloqueo tiene cuatro contactos lineales completos con la barra de combustible que maximizan el área de contacto y reducen el desgaste por rozamiento. Ninguna de las características de soporte elevan la barra durante el funcionamiento del reactor y la barra regresará al centro incluso ante cargas de desplazamiento lateral extremas. Adicionalmente, la rejilla de la presente invención reduce los costes de fabricación debido a la reducida cantidad y complejidad de troquelados en las partes de la rejilla. También pueden añadirse unas paletas mezcladoras en la parte superior de las tiras de la rejilla base, como en las rejillas convencionales, para mejorar la mezcla del refrigerante.

10 Aunque se han descrito en detalle realizaciones específicas de la invención, los expertos en la técnica apreciarán que podrían desarrollarse diversas modificaciones y alternativas a dichos detalles a la luz del conjunto de enseñanzas de la divulgación. Por consiguiente, las realizaciones particulares dadas a conocer pretenden ser únicamente ilustrativas y no limitantes del alcance de la invención, al que debe otorgarse la total amplitud de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Un conjunto de combustible para un reactor nuclear:

5 un conjunto paralelo de una pluralidad de barras (114) de combustible nuclear alargadas soportadas entre una tobera inferior y una tobera superior, y que tiene una longitud axial a lo largo de la dimensión longitudinal de las barras (114) de combustible nuclear,

10 una pluralidad de rejillas de soporte separadas, dispuestas en tándem a todo lo largo del eje de las barras (114) de combustible entre la tobera superior y la tobera inferior, encerrando al menos parcialmente una porción axial de la circunferencia de cada barra de combustible dentro de una celda (94) de soporte de las rejillas de soporte para mantener una separación lateral entre las barras de combustible, comprendiendo al menos una de las rejillas de soporte;

15 una rejilla base (90) en nido de abeja con una pluralidad de tiras (84, 86) entrecruzadas ortogonales que definen las celdas (94) de soporte en la intersección de cada una de las cuatro tiras (84, 86) adyacentes que rodean las barras (114) de combustible, formando un tramo de cada tira entre las intersecciones de las cuatro tiras adyacentes una pared (96) de la correspondiente celda (94) de soporte y

20 **caracterizado por** una camisa (92) de soporte y bloqueo adaptada para encajar dentro de al menos una de las celdas (94) de soporte y, en una primera orientación, recibir holgadamente la barra (114) de combustible nuclear a través de la misma y, en una segunda orientación, ejercer una presión transversal sobre la barra (114) de combustible para restringir axialmente la barra (114) de combustible, siendo rotativa la camisa (92) de soporte y bloqueo entre la primera orientación y la segunda orientación.

2.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 1, que incluye medios para restringir la rotación de la camisa (92) de soporte y bloqueo cuando la camisa de soporte y bloqueo es rotada a la segunda orientación.

25 3.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 2, en el cual los medios para restringir la rotación de la camisa (92) de soporte y bloqueo comprenden uno de entre un elemento de bloqueo macho o hembra en al menos una pared (96) de la celda (94) de soporte, y otro de entre el elemento de bloqueo macho o hembra en al menos una pared de la camisa (92) de soporte y bloqueo.

30 4.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 3, en el cual los elementos de bloqueo macho y hembra son respectivamente un saliente (102) y un agujero (104), en el cual la protuberancia (102) tiene un tamaño para encajar dentro del agujero (104) cuando están alineados

5.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 2, en el cual los medios para restringir la rotación de la camisa (92) de soporte y bloqueo cuando la camisa de soporte y bloqueo es rotada a la segunda orientación también restringen el movimiento axial de la camisa (92) de soporte y bloqueo con respecto a la celda (94) de soporte cuando la camisa de soporte y bloqueo está en la segunda orientación.

35 6.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 1, en el cual la camisa (92) de soporte y bloqueo es una camisa de casi cuatro lados con unas esquinas (100) generalmente redondeadas que están radialmente abultadas hacia fuera, extendiéndose las paredes (98) de la camisa (92) de soporte y bloqueo entre las esquinas abultadas (100), y está configurada de tal manera que cuando se rota la camisa (92) de soporte y bloqueo entre la primera orientación en la que las esquinas están sustancialmente alineadas con la intersección entre las tiras (84, 86), y la
40 segunda orientación en la que las esquinas (100) están sustancialmente alineadas con una sección media de las paredes (96) de las celdas (94) de soporte entre la intersección entre las tiras adyacentes, al menos dos paredes (98) de la camisa (92) de soporte y bloqueo se doblan radialmente hacia dentro para ejercer una fuerza lateral sobre la correspondiente barra (114) de combustible y restringir axialmente la barra de combustible.

45 7.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 6, en el cual cuando la camisa (92) de soporte y bloqueo es rotada a la segunda orientación, las cuatro paredes (98) de la camisa (92) de soporte y bloqueo se doblan radialmente hacia dentro para ejercer una fuerza lateral sobre la correspondiente barra (114) de combustible y restringir axialmente la barra de combustible.

50 8.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 6, en el cual al menos una pared (98) de la camisa (92) de soporte y bloqueo, que se dobla hacia radialmente dentro, hace contacto con la barra (114) de combustible sobre toda la altura de la pared (98) de la camisa de soporte y bloqueo.

9.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 1, en el cual la altura en la dirección axial de una pared

(96) de las celdas (94) de soporte es mayor que la correspondiente altura de una pared de la camisa (92) de soporte y bloqueo.

5 10.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 1, en el cual las celdas (94) de soporte, con una camisa (92) de soporte y bloqueo encajada en las mismas, presentan un tope desmontable que está adjunto a una porción inferior de al menos una pared de la camisa de soporte y bloqueo, fuera de la ruta de la barra (114) de combustible que se extiende a través de la camisa (92) de soporte y bloqueo, soportando el tope desmontable la camisa (92) de soporte y bloqueo en la dirección axial cuando la camisa de soporte y bloqueo está en la primera orientación.

10 11.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 10, en el cual el tope desmontable es una barra (122) de posicionamiento que pasa a través de, y está soportada por, unas aberturas (124) en la porción inferior de dos paredes (98) de la camisa (92) de soporte y bloqueo.

12.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 11, en el cual la barra (122) de posicionamiento pasa a través de, y está soportada por, unas aberturas en la porción inferior de dos paredes (98) opuestas de la camisa (92) de soporte y bloqueo.

15 13.- El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 10, en el cual el tope desmontable comprende al menos dos barras (122) de posicionamiento, una a cada lado de la ruta de la barra de combustible.

20 14.- Un procedimiento para cargar una barra (114) de combustible en una armadura alargada de un conjunto (10) de combustible nuclear que tiene una dirección axial a lo largo de una dimensión longitudinal del conjunto de combustible, una tobera inferior, una pluralidad de tubos ciegos (54) separados transversalmente y sujetos por un extremo a la tobera inferior y que se extienden axialmente hasta una tobera superior que será sujeta al otro extremo de los tubos ciegos (54) una vez que se haya insertado un conjunto de barras (114) de combustible dentro de la armadura del conjunto de combustible, y una pluralidad de rejillas (96) de soporte separadas y dispuestas en tándem a lo largo de la longitud axial de los tubos ciegos (54) y que están sujetas a al menos parte de los tubos ciegos (54), estando diseñadas las rejillas de soporte para al menos encerrar parcialmente una porción axial de la circunferencia de cada barra (114) de combustible dentro de una celda (94) de soporte de las rejillas de soporte para mantener una separación lateral entre las barras (114) de combustible, en el cual al menos una de las rejillas de soporte comprende una rejilla base (90) en nido de abeja con una pluralidad de tiras entrecruzadas ortogonales que definen las celdas (94) de soporte en la intersección de cada una de las cuatro tiras adyacentes que rodean las barras (114), formando un tramo de cada tira entre las intersecciones de las cuatro tiras adyacentes una pared (96) de la correspondiente celda (94) de soporte, y una camisa (92) de soporte y bloqueo está adaptada para encajar dentro de al menos una de las celdas (94) de soporte y, en una primera orientación, para recibir holgadamente la barra (114) de combustible nuclear a través de la misma y, en una segunda orientación, ejercer una presión transversal sobre la barra de combustible para cargar y restringir axialmente la barra de combustible, siendo rotativa la camisa (92) de soporte y bloqueo entre la primera orientación y la segunda orientación, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

mantener en la primera orientación todas las camisas (92) de soporte y bloqueo que estén en alineación axial;

40 insertar completamente una barra (114) de combustible en el conjunto (10) de combustible a través de cada una de las camisas (92) de soporte y bloqueo situadas en posición axialmente transversal en la armadura del conjunto de combustible en el que la barra de combustible es insertada; y

cargar la barra (114) de combustible para ejercer una presión transversal sobre la barra de combustible, una vez que la barra de combustible esté completamente insertada en la armadura del conjunto de combustible, moviendo a la segunda orientación la camisa (92) de soporte y bloqueo que rodea la barra de combustible.

45 15.- El procedimiento de la Reivindicación 14, en el cual la etapa de carga incluye la etapa de rotar la camisa (92) de soporte y bloqueo 45° alrededor de la celda (94) de soporte.

50 16.- El procedimiento de la Reivindicación 15, en el cual la camisa (92) de soporte y bloqueo es una camisa con casi cuatro lados que tiene unas esquinas (100) generalmente redondeadas que están radialmente abultadas hacia fuera, y la etapa de rotación incluye las etapas de capturar al menos dos esquinas adyacentes de la camisa (92) de soporte y bloqueo con una herramienta (106) que tiene unas uñas (112) que se extienden dentro de los correspondientes abultamientos y un brazo (108) de palanca, y rotar el brazo de palanca para rotar la camisa (92) de soporte y bloqueo dentro de la celda (94) de soporte

17.- El procedimiento de la Reivindicación 16, que incluye la etapa de acceder a la camisa (92) de soporte y

bloqueo con la herramienta (106) desde un lado inferior de la rejilla (90) de soporte.

18.- El procedimiento de la Reivindicación 14, que incluye la etapa de bloquear la camisa (92) de soporte y bloqueo en la segunda orientación.

5 19.- El procedimiento de la Reivindicación 14, que incluye las etapas de insertar una barra (122) de posicionamiento desmontable en una porción inferior de la celda (94) de soporte fuera de la ruta que seguirá la barra (114) de combustible cuando sea insertada previamente a la etapa de insertar completamente la barra de combustible; e insertar la camisa (92) de soporte y bloqueo dentro de la celda (94) de soporte en la primera orientación.

20.- El procedimiento de la Reivindicación 19, que incluye la etapa de retirar la barra de posicionamiento de la celda (94) de soporte una vez que se haya movido la camisa (92) de soporte y bloqueo a la segunda orientación.

10

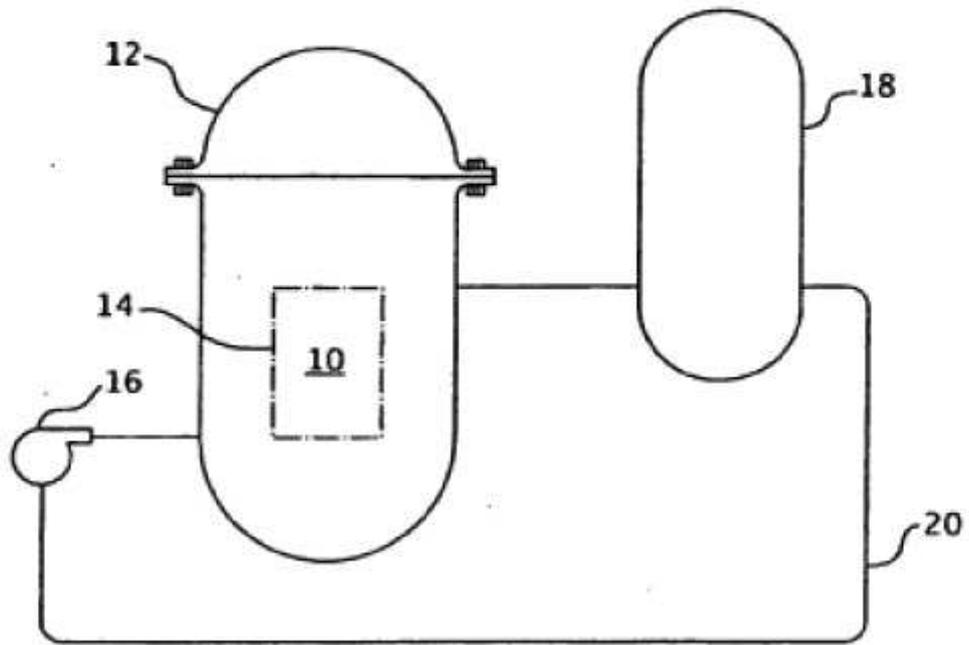


FIG. 1 Técnica Anterior

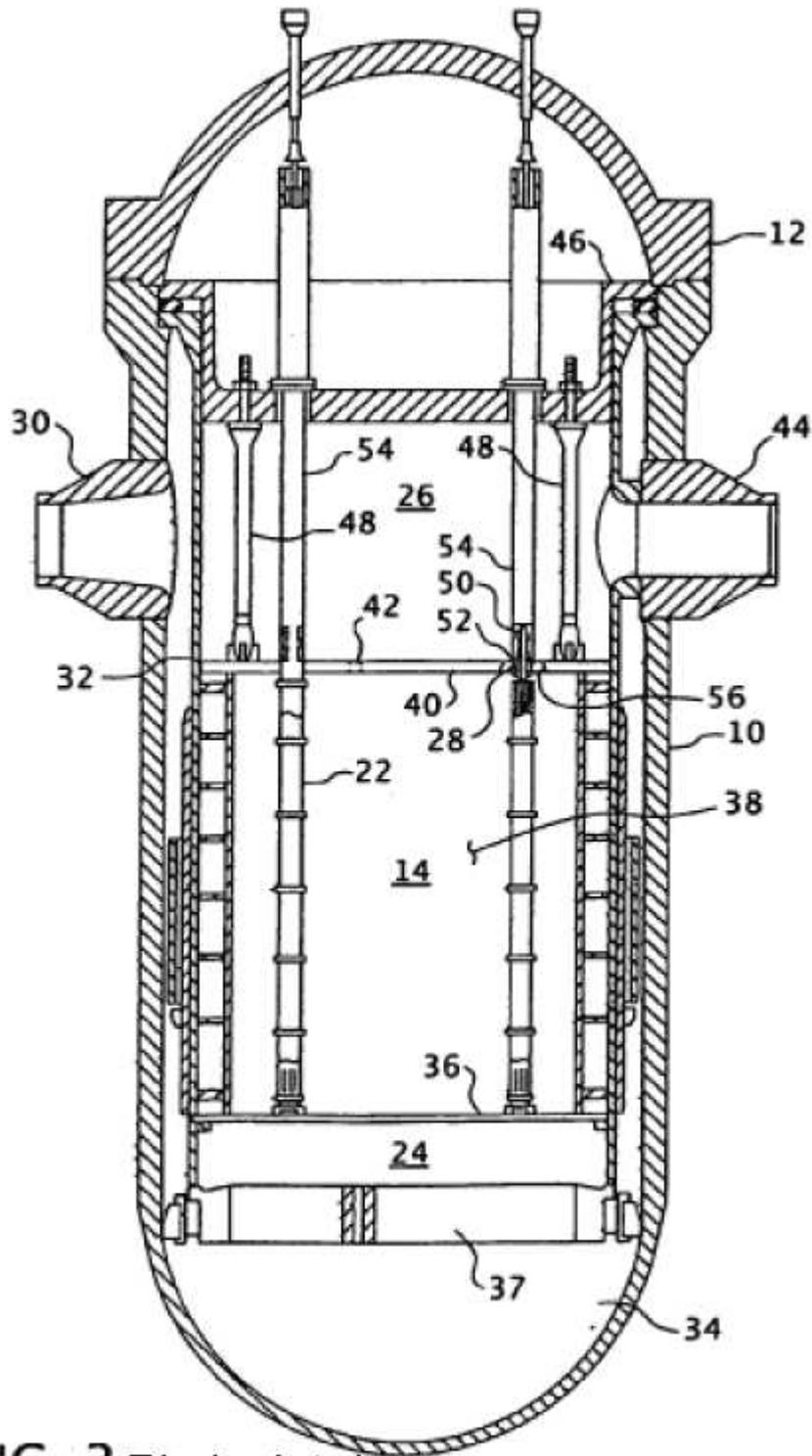


FIG. 2 Técnica Anterior

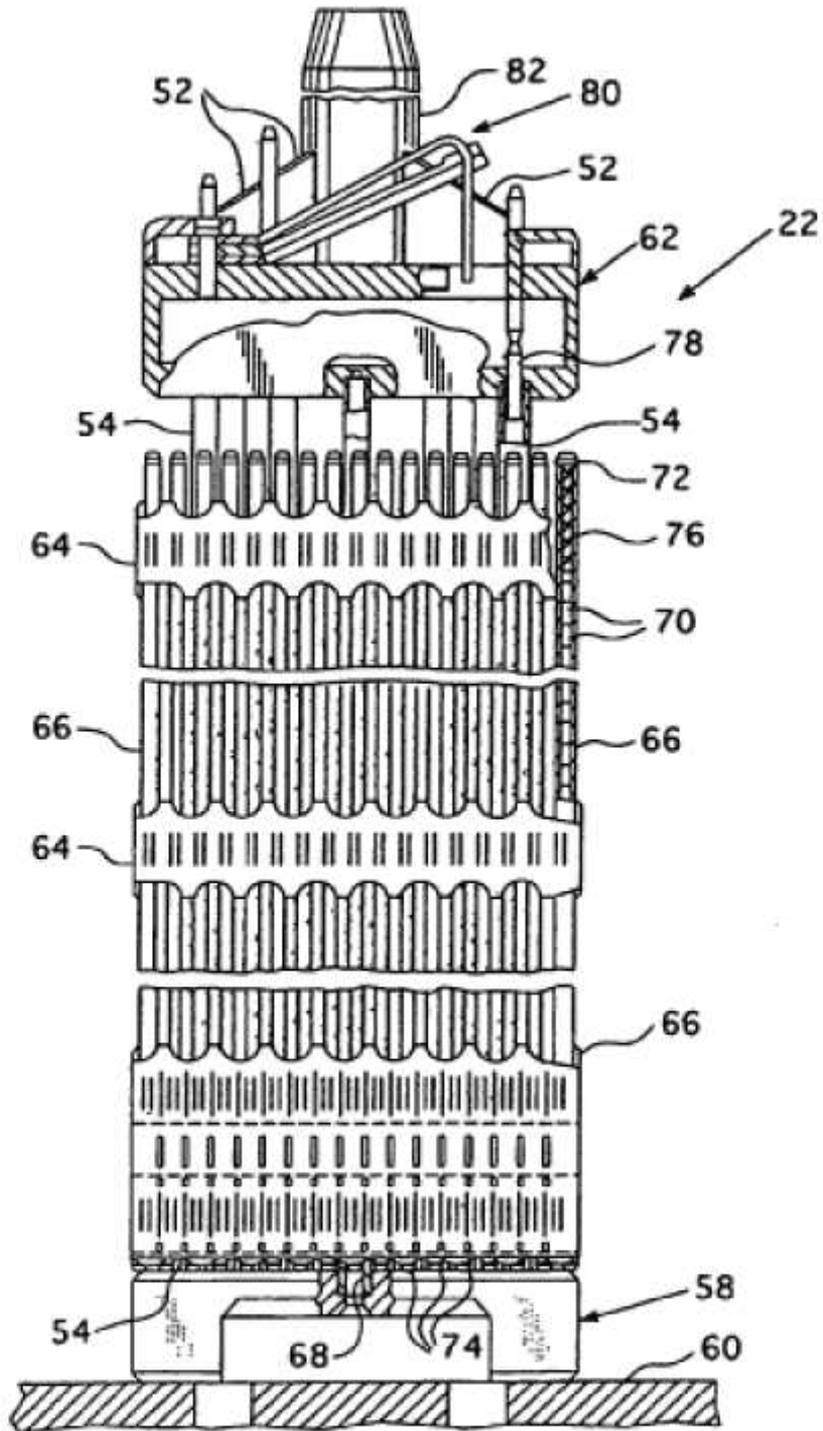


FIG. 3 Técnica Anterior

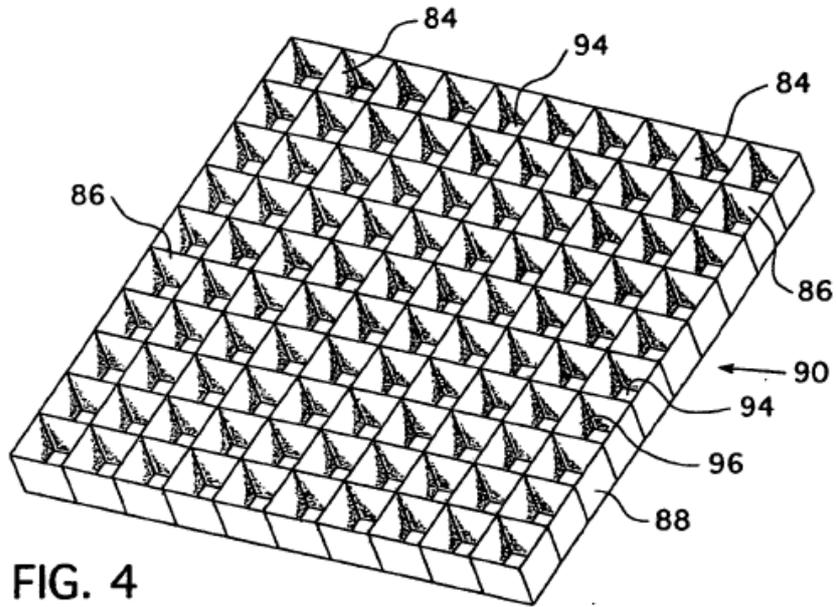


FIG. 4

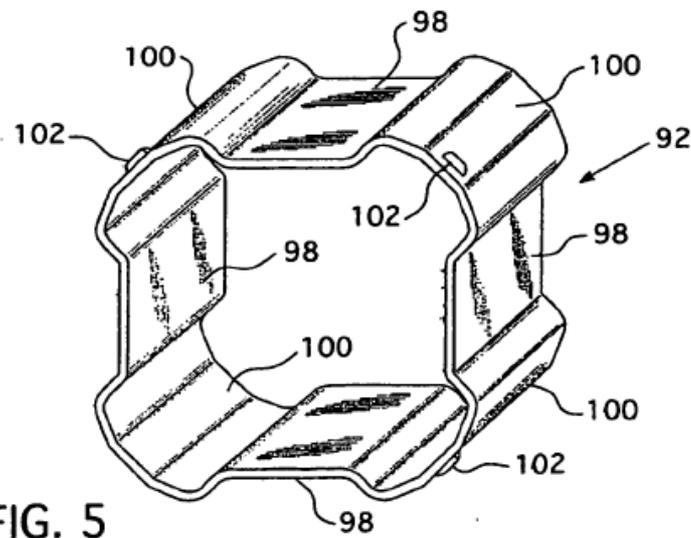


FIG. 5

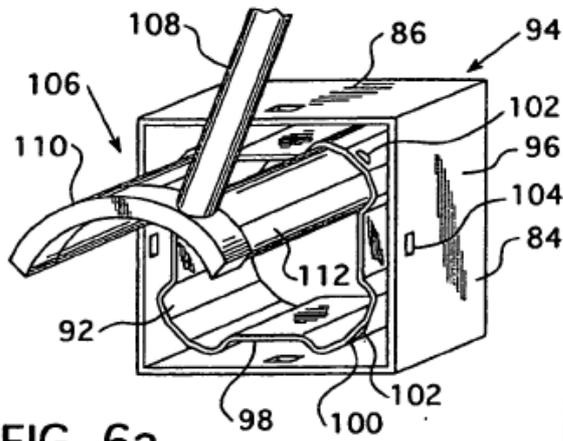


FIG. 6a

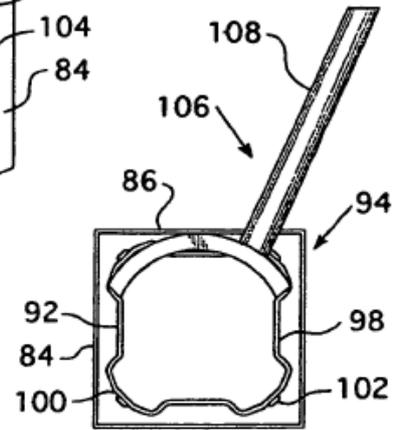


FIG. 6b

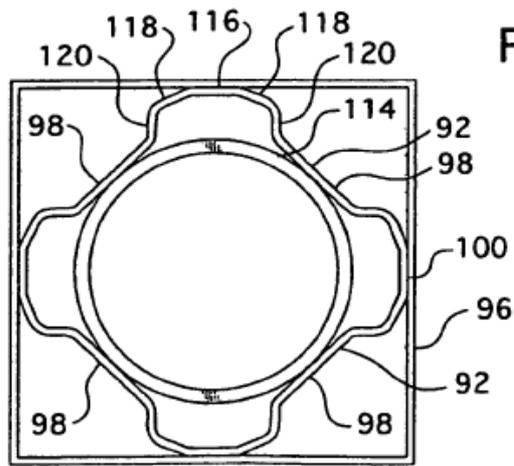


FIG. 7a

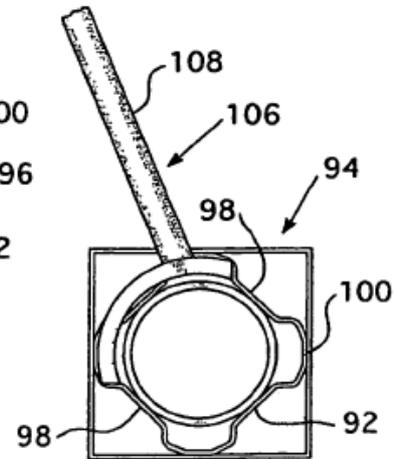


FIG. 7b

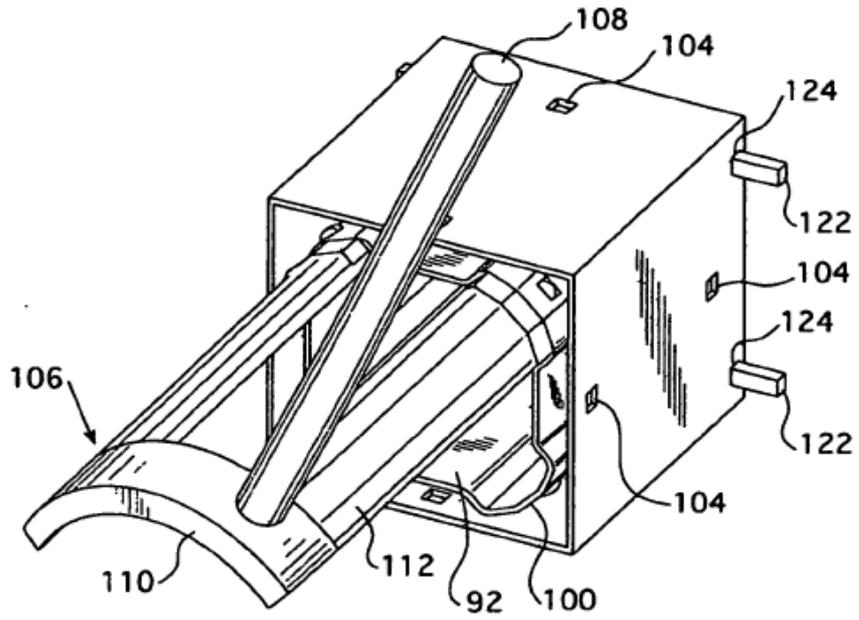


FIG. 8

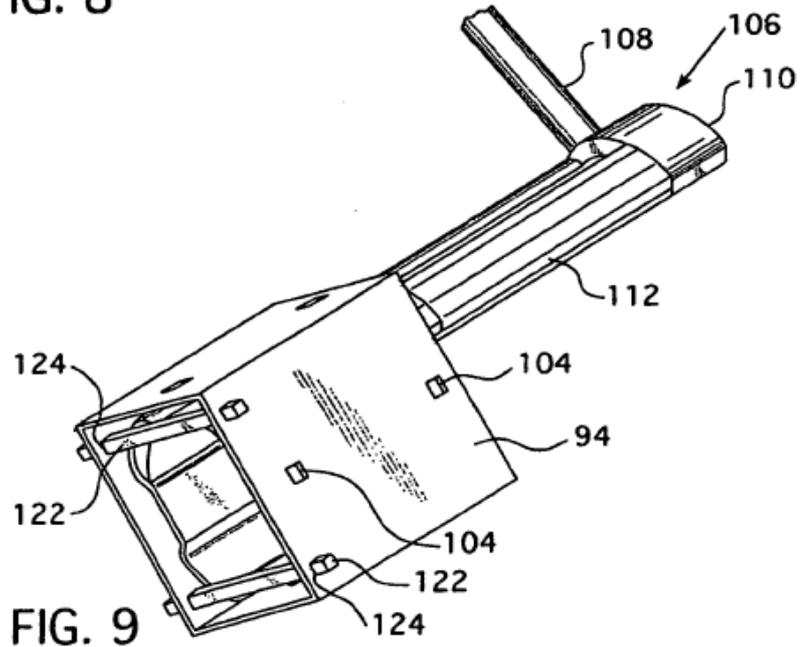


FIG. 9