

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 985**

51 Int. Cl.:

**G21C 17/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2016 PCT/EP2016/052528**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016 WO16134956**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2016 E 16703302 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 3262657**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para el control de una barra de combustible de un elemento combustible**

30 Prioridad:

**25.02.2015 DE 102015102732**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**18.06.2019**

73 Titular/es:

**FRAMATOME GMBH (100.0%)  
Paul-Gossen-Strasse 100  
91052 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**HUMMEL, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 716 985 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**

Dispositivo y procedimiento para el control de una barra de combustible de un elemento combustible

5 La invención se refiere a un dispositivo, así como a un procedimiento, para el control de una barra de combustible de un elemento combustible en una piscina llena de agua de una central nuclear.

10 Durante el funcionamiento de reactores nucleares, puede haber barras de combustible individuales que presenten defectos y pierdan su estanqueidad, por lo que es posible una salida de productos de fisión radiactivos al agente refrigerante y su radiactividad aumenta. A su vez, esto da como resultado un aumento indeseado de la exposición a radiación cerca del sistema de refrigeración. Por ello hay barras de combustible que son sometidas habitualmente, en casa cambio de barra de combustible o de elemento combustible, a un control de defectos. Para ello se conoce, por ejemplo, transportar las barras de combustible, que no se utilizan y están almacenadas en una piscina de almacenamiento llena de agua, en así llamadas celdas calientes y controlarlas en ellas, lo que, sin embargo, es muy costoso. Un control en la propia piscina llena de agua se caracteriza, no obstante, con dificultad, ya que frecuentemente los aparatos de medición utilizados son muy sensibles a la radiación y solo se puede garantizar una buena funcionalidad en un entorno sin agua.

20 Por el documento EP 2 208 206 B1 se conoce, por ejemplo, un dispositivo para el control de un elemento combustible en una piscina de almacenamiento de una central nuclear, dispositivo con el que el elemento combustible es controlado bajo el agua con un detector por imagen, por ejemplo, una cámara de fotos, dispuesto de forma que se puede desplazar, estando prevista una escala para la localización de defectos en el elemento combustible, escala dispuesta paralelamente respecto a un eje longitudinal del elemento combustible.

25 El documento DE 24 24 431 describe, por ejemplo, un dispositivo y un procedimiento para la localización de barras de combustible defectuosas dentro de un elemento combustible, dispositivo con el que el elemento combustible está en un recipiente de control cubierto por una campana y que se aloja en una piscina de agua, estando dispuesto en la campana un aparato de medición y siendo el agua que se encuentra en la campana presionada hacia fuera mediante una corriente de gas para proporcionar un espacio sin agua entre el aparato de medición y la barra de combustible. Tal dispositivo solo permite, sin embargo, un control de los extremos superiores de barra o una diferenciación de barras de combustible defectuosas e intactas en conjunto.

35 Los documentos WO 2007/071337 A1 y US 4.016.749 A describen otros dispositivos y procedimientos para la comprobación de barras de combustible o elementos combustibles en busca de defectos.

Por lo tanto, el objetivo de la invención es señalar un dispositivo y un procedimiento los cuales hagan posible un control mejorado de una barra de combustible en una piscina llena de agua de una central nuclear.

40 El objetivo mencionado primeramente se resuelve con un dispositivo para el control bajo el agua de una barra de combustible de un elemento combustible en una piscina llena de agua de una central nuclear con las características de acuerdo con la reivindicación 1.

45 El dispositivo comprende un recipiente de control con una primera y una segunda cámara y un primer equipo de control dispuesto en el recipiente de control. El recipiente de control presenta al menos una abertura de entrada y una abertura de salida. Además, el recipiente de control comprende al menos una abertura de introducción para introducir la barra de combustible en la segunda cámara. La primera y la segunda cámara están unidas una con otra por medio de un canal de unión, estando dispuesta en el canal de unión una válvula.

50 Para el control de la barra de combustible, el recipiente de control se puede sumergir en la piscina llena de agua, de forma que se puede efectuar un control bajo el agua en la piscina llena de agua, por ejemplo, una piscina de almacenamiento o una piscina de desactivación. La barra de combustible que se debe controlar se puede introducir en la segunda cámara por medio de la abertura de introducción. El primer equipo de control está dispuesto en el recipiente de control en la primera cámara o en contacto directo con la primera cámara, especialmente en una zona superior de la primera cámara. En otras palabras: el primer equipo de control está dispuesto de tal forma en el recipiente de control que está separado espacialmente de la segunda cámara, en la cual se puede introducir la barra de combustible, por el canal de unión. Esto tiene la ventaja de que, en el caso de una entrada de agua, el primer equipo de control puede ser protegido del agua mediante la válvula dispuesta en el canal de unión, válvula la cual se puede mover a la posición de cierre. El primer equipo de control y la barra de combustible están dispuestos, así, en diferentes cámaras, las cuales están unidas una con otra mediante un canal de unión, el cual se puede cerrar mediante una válvula dispuesta en él.

60 Por la abertura de entrada entra un fluido o un gas en una de las cámaras, pudiendo controlarse la entrada de gas, por ejemplo, por medio de una válvula. Mediante la entrada del gas, el agua presente dentro del recipiente de control o dentro de las cámaras y/o del canal de unión, agua la cual ha entrado, por ejemplo, por la inmersión del recipiente de control en la piscina llena de agua o por la introducción de la barra de combustible, se puede descargar por la al menos una abertura de salida. La abertura de entrada y la abertura de salida están, así, unidas de tal forma una con

otra por fluidos que el fluido o el gas que entra empuja el agua hacia fuera de la cámara o del espacio interior del recipiente de control y la presiona hacia fuera por la abertura de salida.

5 La válvula, la cual regula la circulación del fluido entre la primera y la segunda cámara y se puede mover, para la protección del primer equipo de control, entre una posición de apertura y una posición de cierre, es, por ejemplo, una válvula de cierre del tipo conocido.

10 Con el dispositivo dci es posible, así, controlar una barra de combustible también en una piscina de agua, ya que se protege del agua a un equipo de control sensible al agua o a un equipo de control el cual solo proporcione valores de medición fiables en un entorno sin agua hasta que el agua que haya entrado al introducir la barra de combustible se vuelva a retirar del espacio interior del recipiente de control. Para el control de la barra de combustible con un equipo de control, la válvula se abre y se implementa el control.

15 Tanto la abertura de entrada como la abertura de salida pueden estar dispuestas, a este respecto, en la segunda cámara, de forma que la primera cámara no está en absoluto en contacto con la piscina llena de agua. No obstante, sin una ventilación dirigida de la primera cámara existe el peligro de que después de abrirse la válvula llegue a la primera cámara aire al menos húmedo y se deposite como condensado sobre el primer equipo de control. Para evitar esto, la al menos una abertura de entrada conduce preferentemente a la primera cámara del recipiente de control; está dispuesto, así, en una pared del recipiente de control que rodea o forma la primera cámara. Así, mediante el suministro del gas - después de la apertura de la válvula - el agua es expulsada de todo el espacio interior del recipiente de control, es decir, de la primera cámara, del canal de unión y de la segunda cámara. El hecho de que la abertura de entrada esté dispuesta en la primera cámara tiene la ventaja de que el agua siempre es expulsada del espacio interior en la dirección de la segunda cámara y, con ello, lejos del primer equipo de control, de forma que se evita en su mayor parte una entrada de humedad de la segunda cámara en la primera.

25 Fundamentalmente sería suficiente prever la al menos una abertura de salida en la segunda cámara. No obstante, es ventajoso que el recipiente de control presente una primera abertura de salida en la primera cámara y una segunda abertura de salida en la segunda cámara, es decir, en cada una de las dos cámaras. Con una abertura de entrada dispuesta también en la primera cámara, la primera cámara, en la que está dispuesto el primer equipo de control, puede ser atravesada continuamente con gas; así permanece siempre sin agua y el primer equipo de control está protegido. De esta manera, la primera cámara se puede ventilar de forma dirigida, así, también con la válvula todavía cerrada.

30 En una configuración preferida, el dispositivo presenta una segunda abertura de entrada que conduce a la segunda cámara del recipiente de control. Tanto a la primera cámara como a la segunda cámara les está asignada, así, respectivamente, una abertura tanto de entrada como de salida, de forma que ambas cámaras se pueden ventilar independientemente una de otra. Las aberturas de entrada y de salida se pueden cerrar respectivamente mediante una válvula.

35 En una configuración preferida, el recipiente de control presenta, además de la abertura de introducción para la introducción de la barra de combustible en la segunda cámara, una abertura de extracción, la cual se sitúa en relación con un eje detrás de la abertura de introducción. La abertura de introducción y la abertura de extracción están dispuestas, así, en una línea una detrás de otra. De esta manera el dispositivo o el recipiente de control se pueden configurar más compactos y, a pesar de ello se puede implementar un control completo de la barra de combustible. La barra de combustible se puede introducir por la abertura de introducción y se puede extraer por la abertura de extracción, situada opuesta a la abertura de introducción, de forma que se pueden controlar varias secciones axiales de la barra de combustible, es decir, zonas a lo largo de su eje longitudinal. La barra de combustible puede moverse, así, a través de la segunda cámara, de forma que se puede efectuar un control de la barra de combustible en toda su longitud.

40 Preferentemente, a la abertura de introducción y/o a la abertura de extracción se conecta respectivamente un canal de guía formado por la pared del recipiente de control. Tal equipo de guía a partir de abertura y canal facilita la introducción en línea recta de la barra de combustible en la segunda cámara así como su extracción de la segunda cámara. El canal de guía se extiende, a este respecto, de una abertura de introducción en el extremo superior - en relación con la piscina - del recipiente de control hacia la segunda cámara. Otro canal de guía se extiende de una abertura de extracción en la segunda cámara hasta un extremo inferior - en relación con la piscina - del recipiente de control.

45 El primer equipo de control es preferentemente un aparato de medición espectroscópico, especialmente un aparato de medición infrarrojo como, por ejemplo, una cámara infrarroja, un sensor infrarrojo u otro aparato de medición espectrométrico el cual detecte la radiación, especialmente la radiación térmica, que sale de la barra de combustible. Si sobre la superficie de la barra de combustible existen capas, por ejemplo, capas de óxido u otros depósitos, con diferente conducción térmica o diferente grosor, estas se pueden visualizar mediante técnica de medición por infrarrojos. Con las superficies limpias, las cuales fueron cepilladas antes del control, se pueden registrar dentro de la vaina tubular de la barra de combustible diferencias que se producen en la conducción térmica. Estas son resultado, por ejemplo, de faltas de homogeneidad en la zona de hendidura entre los pellets y el lado interior de la

vaina tubular, lo que puede ser causado, por ejemplo, por separación de pellets o por fragmentos caídos de los pellets. Un análisis espectral del espectro captado con el aparato de medición espectroscópico permite, además, una comprobación o identificación de la composición del material de la barra de combustible.

5 En un perfeccionamiento preferido de la invención, en la segunda cámara del recipiente de control está dispuesto un segundo equipo de control. El segundo equipo de control es, por ejemplo, una cámara convencional resistente a la radiación y no sensible al agua. Preferentemente, en la segunda cámara está dispuesta, además, una fuente de luz, de forma que la barra de combustible se pueden detectar primeros deterioros con el segundo equipo de control antes de un control con el primer equipo de control. Si el dispositivo presenta además una segunda abertura de  
10 entrada que conduzca a la segunda cámara del recipiente de control, la segunda cámara puede ser purgada ya para el control con el segundo equipo de control. Esto tiene la ventaja de que entonces la válvula se puede abrir en todo momento durante el control con el segundo equipo de control para poder controlar una posición de la barra de combustible que se debe comprobar más en detalle con el primer equipo de control sin tener que realizar antes una ventilación de la segunda cámara.

15 Para proteger los equipos de control de la radiación, especialmente de la radiación gamma, que sale de la barra de combustible, es ventajoso que el primer y/o el segundo equipo de control estén rodeados de un equipo de blindaje.

20 Otra protección de los equipos de control ante la radiación se consigue especialmente porque en la primera cámara y/o en la segunda cámara del recipiente de control está dispuesto al menos un espejo. Un espejo dispuesto en la primera cámara en la trayectoria de rayo del primer equipo de control, por ejemplo, de la cámara infrarroja, reduce una influencia negativa en el control por parte de la radiación radiactiva que sale de la barra de combustible. El espejo está dispuesto de tal forma en la trayectoria de rayo que una radiación que sale de la barra de combustible es dirigida a una ventana de entrada del primer equipo de control. Como espejo entran en consideración, por ejemplo,  
25 un espejo semitransparente o un espejo abatible.

Para la introducción de la barra de combustible en el recipiente de control, así como para el movimiento arriba y abajo y la rotación de la barra de combustible durante el control, el dispositivo comprende ventajosamente una herramienta de manipulación o un medio de accionamiento como, por ejemplo, un garfio. Este agarra la barra de  
30 combustible en su extremo superior y la introduce en la segunda cámara. Se propone utilizar, para ello, una herramienta de manipulación presente ya en la piscina de alojamiento o de desactivación.

35 Para minimizar una entrada de agua en el recipiente de control o en la segunda cámara con la barra de combustible ya introducida, el dispositivo presenta, en una configuración ventajosa, un equipo de estanqueidad, el cual cierra la segunda cámara de cara a la piscina llena de agua. En efecto, la segunda cámara o las aberturas de introducción y, dado el caso, de extracción son hermetizadas ya en su mayor parte por la propia barra de combustible; no obstante, el equipo de estanqueidad permite reducir al mínimo una entrada de agua durante el control.

40 El equipo de estanqueidad comprende especialmente un elemento de estanqueidad flexible, el cual rodea completamente la abertura de introducción y, dado el caso, de extracción o el al menos un canal de guía. En otras palabras: el equipo de estanqueidad cierra una hendidura presente entre la pared del recipiente de control que forma el canal de guía y la barra de combustible. Si existen un canal de guía superior y uno inferior, es decir, una abertura de introducción y una abertura de extracción, están previstos, por ejemplo, dos elementos de estanqueidad anulares. Estos se pueden llenar o hinchar, preferentemente, con gas, de forma que, con la barra de combustible introducida,  
45 estos se pueden activar para seguir hermetizando las aberturas.

En otra forma de realización preferida, el recipiente de control está configurado de tal forma que la barra de combustible y al menos una parte del medio de manipulación o de accionamiento están dispuestas completamente dentro de la segunda cámara y el espacio interior de la segunda cámara está hermetizado con un elemento de  
50 estanqueidad de cara a la piscina llena de agua. Para ello es posible, en principio, configurar el propio recipiente de control de tal forma que la barra de combustible se puede introducir completamente en él. No obstante, es ventajoso que el recipiente de control presente otras carcasas de control que presenten un espacio interior, carcasas de control que se pueden montar en un lado superior o inferior del recipiente de control conectándose a la segunda cámara. En otras palabras: el equipo de estanqueidad comprende al menos una carcasa de control adicional, la cual cubre completamente la barra de combustible y al menos una parte del medio de manejo o de accionamiento fuera del recipiente de control. El elemento de estanqueidad está dispuesto en la carcasa de control adicional, por ejemplo, en una zona de la herramienta de manipulación para hermetizar completamente espacio interior formado por la segunda cámara y la al menos una carcasa de control adicional de cara a la piscina llena de agua. El elemento de estanqueidad cierra, así, una hendidura presente entre la pared de la carcasa de control adicional y la  
60 herramienta de manipulación.

El objetivo mencionado en segundo lugar se resuelve con un procedimiento para el control de una barra de combustible de un elemento combustible en una piscina de agua de una central nuclear con las características de acuerdo con la reivindicación 14. A este respecto, se utiliza un dispositivo configurado según las características descritas previamente, de forma que antes que nada se hace referencia a las realizaciones descritas hasta ahora.  
65

La barra de combustible se introduce, en primer lugar, con la válvula cerrada, por la abertura de introducción o por el canal de guía en la segunda cámara de la carcasa. Esto se efectúa, por ejemplo, con la herramienta de manipulación o de accionamiento, la cual puede mover la barra de combustible al interior de la piscina llena de agua. Durante este paso, el recipiente de control está sumergido ya en la piscina inundada de agua, de forma que la segunda cámara del recipiente de control está inundada de agua.

Por medio de la abertura de introducción del recipiente de control se suministra un fluido o un gas, el cual fluye por el espacio interior del recipiente de control y empuja el agua. Si la abertura de entrada está dispuesta en la segunda cámara, el agua que ha entrado al introducir la barra de combustible en la segunda cámara es presionada fuera de la abertura de salida y, con ello, fuera de la segunda cámara. Si la abertura de entrada está dispuesta en la primera cámara, el fluido fluye por el canal de unión al interior de la segunda cámara tan pronto como la válvula se abre y presiona el agua fuera de todo el espacio interior del recipiente de control. Si la abertura de entrada se encuentra en la primera cámara y la primera cámara presenta además una abertura de salida, ya durante la introducción de la barra de combustible en la segunda cámara se suministra gas para mantener la primera cámara sin agua en la medida de lo posible.

Para el control de la barra de combustible con el primer equipo de control, la válvula dispuesta en el canal de unión entre la primera y la segunda cámara se abre, de forma que la barra de combustible entra en el campo visual del primer equipo de control. Si el agua se ha retirado casi completamente del espacio interior del recipiente de control, el control de la barra de combustible se efectúa con el primer equipo de control.

Preferentemente, la corriente de gas se mantiene durante el control de la barra de combustible, es decir, continuamente se suministra fluido al espacio interior del recipiente de control para impedir una entrada de agua en la primera y/o la segunda cámara por una de las aberturas de salida o mantener el espacio interior del recipiente de control sin agua. A este respecto, la temperatura del fluido suministrado se puede ajustar, de forma que se puede influir positivamente en la precisión del control, la cual depende fundamentalmente de la relación de temperaturas entre la temperatura dentro de las cámaras y la temperatura de superficie de la barra de combustible.

En una forma de realización ventajosa, la válvula solo se abre en cuanto el equipo de estanqueidad cierra la segunda cámara de cara a la piscina llena de agua. Si un elemento de estanqueidad se utiliza según un elemento de estanqueidad anular hinchable que rodea el canal de guía, este se hincha en cuanto la barra de combustible está introducida completamente para seguir reduciendo una entrada de agua por la hendidura restante presente entre la pared del recipiente de control y la barra de combustible.

En un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, después de su introducción en el recipiente de control, la barra de combustible se controla primero con la válvula cerrada con el segundo equipo de control, que está dispuesto en la segunda cámara. A este respecto, durante el control la barra de combustible se mueve arriba y abajo a lo largo de una dirección que tiene su recorrido paralelamente respecto a un eje longitudinal de la barra de combustible y/o rota en torno al eje longitudinal, de forma que se puede efectuar una inspección en varias secciones axiales de la barra de combustible. La barra de combustible es inspeccionada, así, en primer lugar, con el segundo equipo de control para determinar una parte o sección longitudinal relevante de la barra de combustible. Si como segundo equipo de control se utiliza un aparato de medición no sensible al agua, esto se puede efectuar sin tener que empujar previamente el agua fuera de la segunda cámara.

Una observación más precisa de esta sección de la barra de combustible se efectúa a continuación con la ayuda del primer equipo de control. Durante el control con el primer equipo de control, por ejemplo, con la cámara infrarroja, la barra de combustible permanece estacionaria. El sector que se debe inspeccionar se orienta, por lo tanto, de tal forma que se encuentra en un campo visual del primer equipo de control. Para ello, la barra de combustible rota, por ejemplo, tanto que el punto que se debe controlar está orientado en dirección visual hacia la cámara infrarroja, por ejemplo, también con el espejo puesto en medio. Para poder implementar el control con la cámara infrarroja e activa el equipo de estanqueidad, es decir, por ejemplo, los dos sellos se hinchan, el agua es expulsada de la segunda cámara y la válvula se abre. Mediante tal inspección previa con la ayuda de otro equipo de control se reduce considerablemente el esfuerzo para una medición con el primer equipo de control sensible al agua, por ejemplo, del aparato de medición infrarrojo.

A continuación la invención se describe más en detalle, también en cuanto a otras características y ventajas, mediante la descripción de ejemplos de realización y en referencia a los dibujos adjuntos. Muestran respectivamente, en un diagrama esquemático:

La figura 1, un dispositivo para el control de una barra de combustible de un elemento combustible con la válvula cerrada,

La figura 2, un dispositivo para el control de una barra de combustible de un elemento combustible con la válvula abierta,

La figura 3, un dispositivo para el control de una barra de combustible de un elemento combustible con una carcasa de control adicional con la válvula abierta.

5 La figura 1 muestra un dispositivo 2 para el control de una barra de combustible 4 de un elemento combustible (no representado) en una piscina 6 llena de agua de una central nuclear con la barra de combustible 4 introducida y la válvula 24 cerrada.

10 El dispositivo 2 comprende un recipiente de control 8, el cual está sumergido en la piscina 6 inundada de agua. El recipiente de control 8 presenta un espacio interior formado por una primera cámara 22, una segunda cámara 12, así como un canal de unión 22. En el canal de unión 22 está prevista una válvula 24, en este caso, una válvula de cierre, que se puede mover entre una posición abierta (figura 2) y una posición cerrada (figura 1) para abrir y cerrar el canal de unión 22 y, con ello, para producir una unión por fluido entre la primera cámara 10 y la segunda cámara 12.

15 En la primera cámara 10, como equipo de control 14 están dispuestos un aparato de medición infrarrojo o una cámara infrarroja. Para proteger el equipo de control 14 sensible a la radiación de la radiación radiactiva que sale de la barra de combustible 4, el equipo de control 14 está rodeado de un equipo de blindaje 34. El equipo de control 14 está dispuesto paralelamente respecto a la barra de combustible 4, de forma que su ventana de salida o de entrada 46 para la radiación infrarroja señala en la dirección de la segunda cámara 12.

20 Por medio de una primera conducción de entrada 44 y una primera abertura de entrada 16 presente en la pared 26 de la primera cámara 10 entra gas en la primera cámara. En la pared 26 de la segunda cámara 12 pueden estar previstas una segunda abertura de entrada 44 y una segunda abertura de entrada 16, las cuales dan a la segunda cámara 12, y con lo cual la segunda cámara 12 se puede ventilar por separado. En la pared 26 que rodea la primera cámara 10, en el lado inferior 52 del recipiente de control 8 está presente una abertura de salida 18a que conduce a la piscina 6 inundada de agua por un canal de salida 48a. También en la pared 26 que rodea la segunda cámara 12 está presente lateralmente una abertura de salida 18b que, a su vez, conduce a la piscina 6 inundada de agua por un canal de salida 48b.

30 Para la introducción de la barra de combustible 4 en la segunda cámara 12, el recipiente de control 8 presenta en su lado superior 50 una abertura de introducción 20a. Una abertura de extracción 20b, que se sitúa detrás de la abertura de introducción 20a en relación con el eje Z, el cual tiene su recorrido paralelamente respecto a un eje longitudinal medio S de la barra de combustible, sirve para la extracción de la barra de combustible A de la cámara 12, de forma que la barra de combustible 4 se puede mover a través de la cámara 12 para poder controlar varias secciones axiales que tienen su recorrido paralelamente o a lo largo de un eje longitudinal medio A de la barra de combustible 4. Tanto a la abertura de introducción 20a como a la abertura de extracción 20b se conecta respectivamente un canal de guía 28a, b formado por la pared 26 del recipiente de control 8, conduciendo el canal de guía 28a de un lado superior 50 del recipiente de control 8 a la segunda cámara 12 y el canal de guía 28b, de la segunda cámara 12 a un lado inferior 52 del recipiente de control 8. El canal de guía 28a, b impide una basculación excesiva de la barra de combustible 4, de forma que esta se puede introducir y extraer más fácilmente en la segunda cámara 12.

45 El dispositivo 2 comprende además un segundo equipo de control 30 que está dispuesto de tal forma en la segunda cámara 12 del recipiente de control 8 que la barra de combustible 4 introducida e encuentra en su campo visual. El segundo equipo de control 30 es, en el presente documento, una cámara no sensible a la radiación, de forma que no es necesario ningún equipo de blindaje 34. Para el control de la barra de combustible 4 con el segundo equipo de control 30 está prevista una fuente de luz 32 en la segunda cámara 12.

50 En la primera cámara 10 está dispuesto un espejo 36 para dirigir la radiación térmica que sale de la barra de combustible 4 al interior de la ventana de entrada 46 del primer equipo de control 14 o de la cámara infrarroja. Mediante el espejo 36 se puede seguir reduciendo la carga de radiación para el primer equipo de control 14, ya que este no está expuesto directamente a la radiación radiactiva que sale de la barra de combustible 4.

55 Para la introducción de la barra de combustible 4 en el recipiente de control 8 y para su movimiento paralelo respecto a una dirección R, así como para su rotación en torno a un eje longitudinal A de la barra de combustible 4 durante el control, el dispositivo comprende una herramienta de manipulación 38, por ejemplo, un garfio el cual ya está presente para el transporte de la barra de combustible 4 en la piscina 6 inundada de agua.

60 Además, el dispositivo 2 comprende un equipo de estanqueidad 40 con el que la segunda cámara 12 se puede cerrar de cara a la piscina llena de agua. El equipo de estanqueidad 40 comprende dos elementos de estanqueidad 42, los cuales están dispuestos respectivamente en una cavidad 54 de la pared 26 del recipiente de control 8, cavidad que limita con el canal de guía 28a, b, y rodean completamente un canal de guía 28a, b. Los elementos de estanqueidad 42 se pueden llenar - como está representado en la figura 2 - de gas o de otro medio líquido, de forma que se puede cerrar completamente una hendidura presente, dado el caso, entre la barra de combustible 4 introducida y el canal de guía 28a, b.

Para el control de la barra de combustible 4 en la piscina inundada de agua de la central nuclear, la barra de combustible 4 se introduce, con la válvula 24 cerrada, por la abertura de introducción 2a en la segunda cámara 12 del recipiente de control 8 (figura 1). A este respecto, por el canal de entrada 44 y la abertura de entrada 16 se suministra gas para empujar el agua restante fuera de la segunda cámara 10 o para impedir una entrada de agua por la abertura de salida 18a y el canal de salida 48a. El suministro del gas se mantiene durante el control de la barra de combustible 4.

Si la barra de combustible 4 está introducida completamente se efectúa, primero, además, con la válvula 24 cerrada y con la fuente de luz 32 encendida, un control con el segundo equipo de control 30, el cual está dispuesto en la segunda cámara 12. Para el control de varias secciones axiales o de toda la superficie de la barra de combustible 4, esta se mueve arriba y abajo, durante el control con el segundo equipo de control 30, paralelamente respecto a la dirección R, y rota en torno a su eje longitudinal A.

Si durante el control con el segundo equipo de control 30 se registra un punto que se debe comprobar más en detalle, se efectúa entonces un control adicional con el primer equipo de control 14. No obstante, en principio también sería posible controlar toda la barra de combustible 4 con el primer equipo de control 14.

Para el control de la barra de combustible con el primer equipo de control 14, esta rota, con la ayuda de la herramienta de manipulación 38, en torno a 180°, de forma que la posición de superficie que se debe controlar está dirigida al primer equipo de control 14. Los dos elementos de estanqueidad 42 se llenan de aire, de forma que se impide una entrada de agua. A continuación se abre la válvula 24 (figura 2), de forma que el gas que fluye por la primera abertura de entrada fluye a través de la primera cámara 10 y del canal de unión 22 hacia el interior de la segunda cámara 12 y en esta el agua es empujada fuera de la cámara 12. Durante el control de la barra de combustible 4 con el primer equipo de control 14, así, todo el espacio interior del recipiente de control 8, es decir, la primera cámara 10, el canal de unión 22 y la segunda cámara 12, se libera de agua, de forma que está garantizada la funcionalidad de la medición infrarroja.

La figura 3 muestra un dispositivo 2 en cuyo caso el que el equipo de estanqueidad 40 comprende dos carcasas de control 56 adicionales, las cuales cubren completamente la barra de combustible 4 y al menos una parte del medio de manipulación o de accionamiento 38 fuera del recipiente de control 8. Las carcasas de control 56 están montadas de tal forma en el recipiente de control que un espacio interior de las carcasas de control 56 y la segunda cámara 12 configuran un espacio interior común.

El equipo de estanqueidad 40 comprende además un elemento de estanqueidad 42, que se puede llenar de gas o de medio líquido, el cual está dispuesto en una cavidad 54 de la pared 58 de la carcasa de control 56 adicional y rodea completamente el canal de guía 28a formado conjuntamente por la pared 58 de la carcasa de control 56 adicional y de la pared 26 del recipiente de control. Para una mejor representación, el elemento de estanqueidad 42 está configurado, a pesar de la barra de combustible 4 introducida y la válvula 24 abierta, en un estado no lleno.

El dispositivo comprende un primer canal de entrada 44a, que da a la primera cámara 10, y una primera abertura de entrada 16a en la primera cámara 10, así como un segundo canal de entrada 44b, que da a la segunda cámara 12, y una segunda abertura de entrada 16b en la segunda cámara 12. Así, cada cámara 10, 12 puede ser atravesada con fluido independientemente de la otra y ser liberada del agua restante presente. El segundo canal de entrada 44b está formado, de acuerdo con la figura 3, por la pared 60 de la carcasa de control 56 adicional y la abertura de entrada 16b da al canal de guía 28b en una zona superior de la carcasa de control 56 adicional. El recipiente de control 56 dispuesto en el lado inferior 52 presenta una abertura de salida 18b en una zona inferior. Para garantizar un flujo de fluido suficiente en la segunda cámara 12, el canal de guía 28b está ensanchado en relación con el diámetro de la barra de combustible 4. Así, la segunda cámara 12 puede ser purgada completamente en la dirección de la abertura de salida 18b.

Justo después de la introducción de la barra de combustible y del montaje de las carcasas de control 56 adicionales, el agua se puede expulsar de la segunda cámara 12, de forma que se efectúa también un control o una inspección previa de la barra de combustible 4 con el segundo equipo de control 30 en un entorno sin agua. Para el control de una posición de la barra de combustible 4 que se debe comprobar más en detalle, la válvula 24 puede abrirse después en todo momento durante el control con el segundo equipo de control para poder implementar un control con el primer equipo de control 14 sin tener que realizar previamente otra ventilación de la segunda cámara, por lo que se ahorra tiempo.

#### Referencias

2	Dispositivo	36	Espejo
4	Barra de combustible	38	Herramienta de manipulación
6	Piscina	40	Equipo de estanqueidad
8	Recipiente de control	42	Elemento de estanqueidad
10	Primera cámara	44	Canal de entrada
12	Segunda cámara	46	Ventana de salida o de entrada

## ES 2 716 985 T3

14	Primer equipo de control	48a,b	Canal de salida
16	Abertura de entrada	50	Lado superior
18a,b	Abertura de salida	52	Lado inferior
20a	Abertura de introducción	54	Cavidad
20b	Abertura de extracción	56	Carcasa de control
22	Canal de unión	58	Pared
24	Válvula		
26	Pared de recipiente de control	R	Dirección
28	Canal de guía	A	Eje longitudinal
30	Segundo equipo de control	Z	Eje
32	Fuente de luz		
34	Equipo de blindaje		



## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo (2) para el control bajo el agua de una barra de combustible (4) de un elemento combustible en una piscina (6) llena de agua de una central nuclear, que comprende un recipiente de control (8) con una primera cámara (10) y una segunda cámara (12), y un primer equipo de control (14) dispuesto en la primera cámara (10) del recipiente de control (8), presentando el recipiente de control (8) al menos una abertura de entrada (16a, b), que conduce a la primera cámara (10) del recipiente de control (8), y una primera abertura de salida (18a) en la primera cámara (10) y una segunda abertura de salida (18b) en la segunda cámara (12), pudiendo unirse la abertura de entrada (16a) y las aberturas de salida (18a, 18b) de tal forma por medio de fluidos que un fluido que entra por la  
10 abertura de entrada (16a, b) en el recipiente de control (8) empuja el agua fuera de las cámaras del recipiente de control (8) y la presiona hacia fuera por las aberturas de salida (18a, 18b), y comprendiendo el recipiente de control (8) una abertura de introducción (20a) para la introducción de la barra de combustible (4) en la segunda cámara (12), y estando dispuesta una válvula (24) en un canal de unión (22) que une la primera y la segunda cámara (10, 12).
- 15 2. Dispositivo (2) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una segunda abertura de entrada (16b) conduce a la segunda cámara (12) del recipiente de control (8).
- 20 3. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, presentando el recipiente de control (8) una abertura de extracción (20b) que se sitúa respecto a un eje (Z) detrás de la abertura de introducción (20a).
- 25 4. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, con al menos un canal de guía (28), formado por la pared (26) del recipiente de control (8), que se conecta a la abertura de introducción (20a) y/o a la abertura de extracción (20b).
- 30 5. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer equipo de control (14) es un aparato de medición espectroscópico, especialmente un aparato de medición infrarrojo.
- 35 6. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, con un segundo equipo de control (30) que está dispuesto en la segunda cámara (12) del recipiente de control (8).
- 40 7. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes con una fuente de luz (32) dispuesta en la segunda cámara (12).
- 45 8. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el primer y/o el segundo equipo de control (14, 30) están rodeados por un equipo de blindaje (34).
- 50 9. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, con al menos un espejo (36) que está dispuesto en la primera cámara (10) y/o en la segunda cámara (12) del recipiente de control (8).
- 55 10. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, con una herramienta de manipulación (38) para la introducción de la barra de combustible (4) en el recipiente de control (8), así como para el movimiento y la rotación de la barra de combustible (4).
- 60 11. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, con un equipo de estanqueidad (40) con el que se puede cerrar la segunda cámara (12) de cara a la piscina (6) llena de agua.
- 65 12. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el equipo de estanqueidad (40) comprende al menos un elemento de estanqueidad (42), el cual rodea completamente el al menos un canal de guía (28).
13. Dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el equipo de estanqueidad (40) comprende al menos una carcasa de control (56) adicional, la cual cubre completamente la barra de combustible (4) y al menos una parte del medio de manipulación o de accionamiento (38) fuera del recipiente de control (8).
14. Procedimiento para el control bajo el agua de una barra de combustible (4) en una piscina (6) llena de agua de una central nuclear con un dispositivo (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, introduciéndose la barra de combustible (4), con la válvula (24) cerrada, por la abertura de introducción (20a) en la segunda cámara (12) del recipiente de control (8), suministrándose por la al menos una abertura de entrada (16a, b) un fluido, y abriéndose la válvula (24) para el control de la barra de combustible (4) con el primer equipo de control (14).
15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que se mantiene el suministro del fluido durante el control de la barra de combustible (4).
16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, en el que la válvula (24) se abre en cuanto el equipo de estanqueidad (40) cierra la segunda cámara (12) de cara a la piscina (6) llena de agua.

17. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 a 16, en el que la barra de combustible (4) es controlada, con la válvula (24) cerrada, con el segundo equipo de control (30), moviéndose la barra de combustible (4) arriba y abajo durante el control a lo largo de una dirección (R) y/o rotando en torno a un eje longitudinal (A).

FIG 1

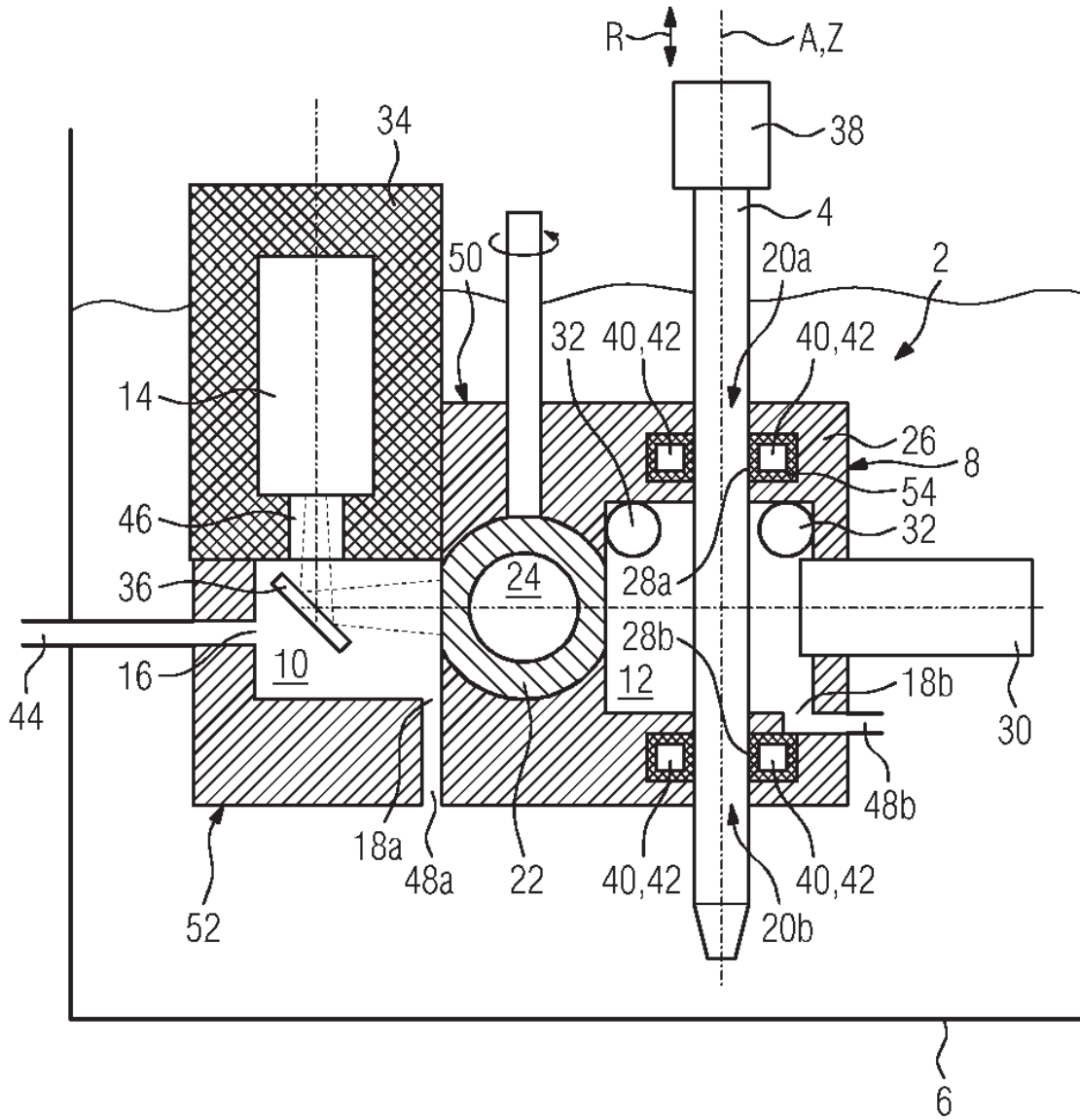


FIG 2

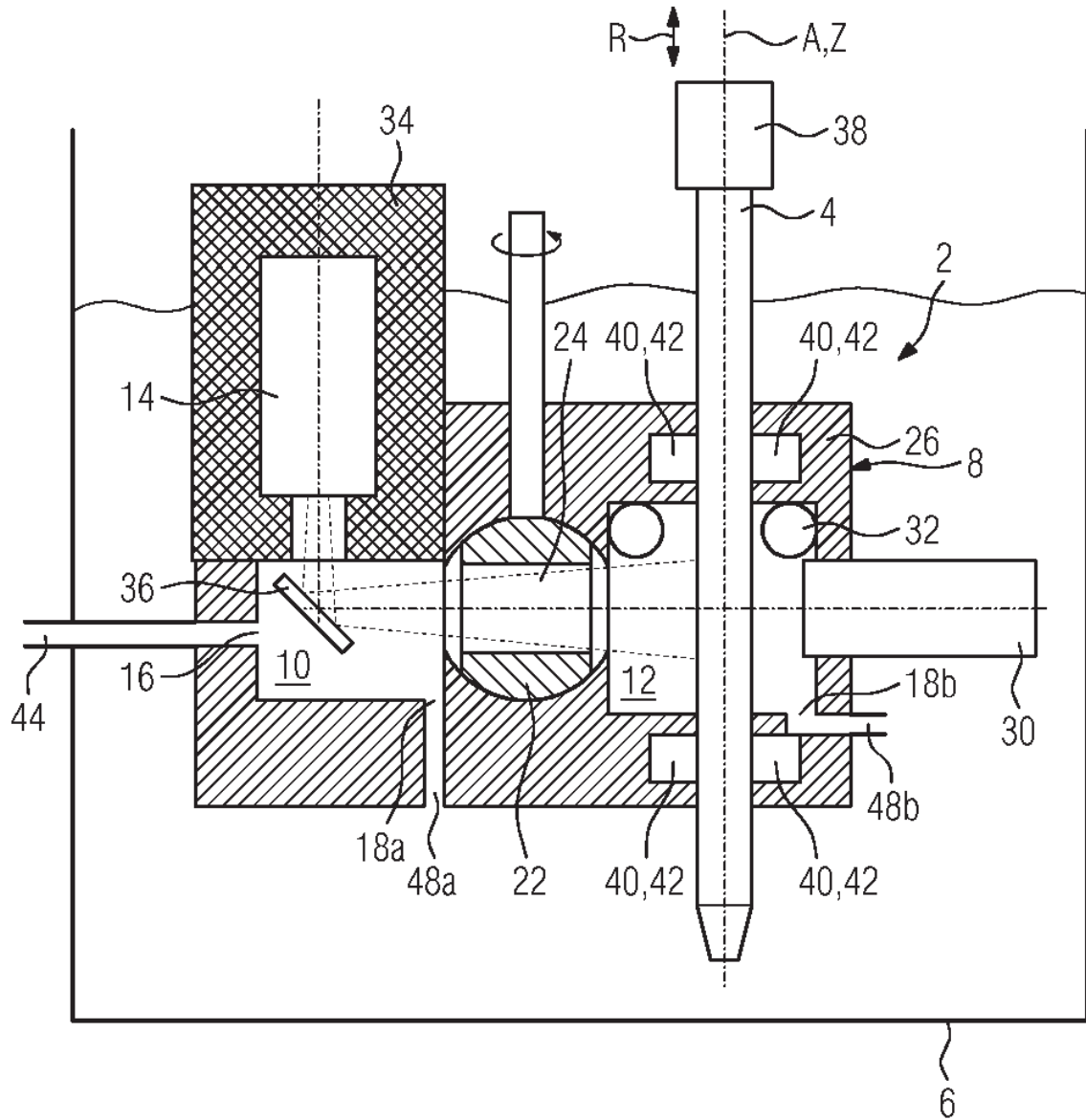


FIG 3

