

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 174**

51 Int. Cl.:
G21C 7/08 (2006.01)
G21C 17/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05747439 .7**
96 Fecha de presentación: **01.06.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1756840**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.02.2007**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN REACTOR DE UNA CENTRAL NUCLEAR.**

30 Prioridad:
14.06.2004 SE 0401514

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.12.2011

73 Titular/es:
**WESTINGHOUSE ELECTRIC SWEDEN AB
S-721 63 VÄSTERAS, SE**

72 Inventor/es:
**LIMBÄCK, Magnus;
RYTTERSSON, Kristina y
HELMERSSON, Sture**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 371 174 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

Procedimiento para el funcionamiento de un reactor de una central nuclear.

5 **Antecedentes de la invención y técnica anterior**

La presente invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un reactor de una central nuclear tal como se define en la parte precharacterizadora de la reivindicación 1. El reactor es un reactor de agua ligera y más precisamente un reactor de agua hirviendo, BWR, o un reactor de agua a presión, PWR.

10 Un reactor de este tipo incluye una vasija del reactor que encierra un núcleo provisto de una pluralidad de elementos de combustible y un número de barras de control. Cada elemento de combustible incluye una pluralidad de barras de combustible, cada una de las cuales incluye una vaina y combustible nuclear en forma de una pila de pastillas de combustible sustancialmente de dióxido de uranio. Las pastillas de combustible están encerradas en un espacio interior formado por la vaina. Las pastillas de combustible no llenan el espacio interior completo sino que existe también un volumen libre en el espacio interior en el cual se permite que las pastillas de combustible se dilaten, esto es a través de expansión térmica. El volumen libre, esto es, el espacio interior el cual no está lleno con las pastillas de combustible se llena con un gas de relleno. Cada una de las barras de control se puede insertar y extraer desde una posición respectiva entre (BWR) o en (PWR) los respectivos elementos de combustible en el núcleo a fin de influir en la potencia del reactor.

15 En circunstancias desafortunadas, puede ocurrir que un defecto menor aparezca en la vaina de la barras de combustible, un denominado defecto primario. Un defecto primario de este tipo puede aparecer a través del desgaste a partir de un objeto extraño. Un defecto de desgaste pequeño normalmente no resulta en una disolución o eliminación de las pastillas de uranio de la barra. Un defecto primario pequeño sin embargo puede resultar en una degradación secundaria y en el desarrollo de un defecto secundario mayor.

20 Cuando se ha desarrollado un defecto primario existe un paso de comunicación entre el espacio interior de la barra y el agua refrigerante del reactor. Esto significa que el agua y el vapor pueden penetrar en el espacio interior de la barra de combustible hasta que la presión interna de la barra es la misma que la presión del sistema del reactor. Durante este proceso, el lado interior de la vaina y las pastillas de combustible se oxidan mientras liberan hidrógeno a partir de las moléculas de agua en el agua refrigerante. Esto conduce, a su vez, a un entorno con una presión parcial muy alta de hidrógeno a una distancia del defecto primario; un fenómeno el cual se denomina "inanición de oxígeno" o "inanición de vapor". En un entorno de este tipo, el lado interior de la vaina se inclina a absorber hidrógeno muy rápidamente, la denominada de hidrogenación, la cual es una propiedad básica del material de circonio y de las aleaciones a base de circonio. Esto resulta en una concentración de hidrógeno muy alta localmente en la vaina, lo cual a su vez deteriora de forma significativa las propiedades mecánicas de la vaina. La vaina se vuelve muy quebradiza y esto debido a las tensiones autoinducidas o debido a la carga exterior puede dar lugar a la inducción de grietas, el crecimiento de grietas y el desarrollo de un defecto secundario del combustible.

30 Durante el funcionamiento normal del reactor principalmente a plena potencia, un defecto primario, como se deduce a partir de lo anterior, puede aparecer en una barra de combustible. Se puede asumir entonces que la barra de combustible defectuosa tiene una carga promedio de, por ejemplo, 20 kW/m, un cierto espacio entre la vaina y las pastillas, por ejemplo de 5 - 20 μ m y una presión interna de por ejemplo 5 - 100 bar. La presión interna en las barras de combustible para los reactores de agua hirviendo durante el funcionamiento permanece en la zona inferior del intervalo, mientras la presión interna en las barras de combustible para los reactores de agua a presión durante el funcionamiento puede permanecer en la zona superior del intervalo. Cuando aparece el defecto primario, la diferencia de presión entre la presión interior de la barra de combustible y la presión del sistema desaparecerá, esto es, la presión interna de la barra de combustible será la misma que la presión del sistema. La presión del sistema en un reactor de agua hirviendo es típicamente de aproximadamente 70 bares, mientras la presión del sistema en un reactor de agua a presión típicamente es de aproximadamente 150 bares. Cuando esto ocurre, el gas de relleno, el cual normalmente consiste sustancialmente en helio y gases fisión a partir de las pastillas de combustible, se moverá hacia ambos extremos de la barra de combustible, mientras el vapor se introduce hasta que la presión interna de las barras de combustible es la misma que la presión del sistema. Antes de que se inicie la radiación el gas de relleno de la barras de combustible normalmente consiste sustancialmente en helio y la presión interna de la barra de combustible está a la temperatura ambiental típicamente de 1 - 40 bares. La presión interna en las barras de combustible para los reactores de agua hirviendo típicamente permanece en la zona inferior del intervalo, mientras la presión interna en las barras de combustible para los reactores de agua a presión normalmente permanece en la zona superior del intervalo. Como se ha mencionado anteriormente, el vapor durante este proceso reaccionará con la vaina y las barras de combustible durante la liberación del hidrógeno a partir de las moléculas de agua las cuales reaccionan con la vaina o las pastillas de combustible. Esto significa que un área con una presión parcial muy alta de hidrógeno se puede obtener a una distancia del defecto primario. Por lo tanto, es posible imaginar que muy pronto después de que se produzca el primer defecto se haya formado un área con el gas de relleno en cada uno de los dos extremos de la barra de combustible. Los volúmenes libres, los cuales están presentes directamente adyacentes a los extremos, inicialmente pueden contener sustancialmente gas hidrógeno puro, mezclado con gases inertes pero libres de vapor. En esta área, en la que la presión parcial del hidrógeno

directamente después del defecto primario es muy alta, el riesgo de una degradación secundaria es alto. Si la presión parcial del hidrógeno decae y la presión parcial del vapor aumenta, la absorción de hidrógeno masiva local disminuirá y la absorción de hidrógeno puede tener lugar más homogéneamente sobre el lado interior de la pared de la vaina, lo cual reduce el riesgo de una degradación secundaria.

El documento US-A-5.537.450 da a conocer un dispositivo para detectar si existe un defecto del combustible. El dispositivo se dispone para detectar los defectos del combustible durante el funcionamiento del reactor transportando una parte de los gases efluentes del reactor a través de un espectrógrafo gamma que mide continuamente la composición nuclidica y el nivel de actividad de los gases efluentes. También es conocido localizar un defecto del combustible mediante un procedimiento denominado "flux tilting", lo cual significa que las barras de control se controlan en ese momento de modo que la potencia cambie localmente en el núcleo al mismo tiempo que se mide el nivel de la actividad de los gases efluentes. Un aumento del nivel de actividad en los gases efluentes se puede reconocer en los movimientos de la barra de control en la proximidad del defecto del combustible. De este modo, el defecto del combustible se puede localizar. Este procedimiento consume tiempo y durante el tiempo en el que tiene lugar la localización la potencia del reactor se reduce entre el 60 y el 80% de la potencia total.

El documento WO 99/27541 da a conocer un procedimiento y un dispositivo para la evaluación de la integridad del combustible nuclear, que comprende directrices de producción para continuar el funcionamiento después de la detección de los defectos.

Sumario de la invención

El objetivo de la presente invención es contrarrestar la degradación de un posible defecto primario y por lo tanto, reducir el riesgo de un defecto secundario durante un funcionamiento prolongado del reactor.

Este objetivo se alcanza mediante la fase del procedimiento definida en la reivindicación 1.

Puesto que el reactor, cuando ha sido detectado un defecto primario, durante el estado particular por lo menos periódicamente se ha hecho funcionar a una potencia reducida, la reacción nuclear en el combustible disminuirá y por lo tanto disminuirá la temperatura de las pastillas de combustible, lo cual reduce la expansión térmica de las pastillas de combustible. De este modo, el volumen libre en el espacio interior de las barras de combustible aumenta. Esto significa que vapor adicional puede penetrar en el espacio interior de la barra de combustible para mantener el equilibrio de la presión entre el espacio interior y la barra de combustible y la presión del sistema. Además, las velocidades de reacción para la oxidación de la vaina y las pastillas de combustible así como para la hidrogenación de la vaina se reducirán cuando se reduce la potencia del reactor y disminuye la temperatura del combustible.

Puesto que la barra de combustible defectuosa durante el período de tiempo definido tiene una temperatura de la pastilla de combustible sustancialmente más baja y un volumen libre sustancialmente mayor en el espacio interior, los gases, esto es el gas de relleno, los gases formados de la fisión, el gas hidrógeno y el vapor, se mezclarán a través de difusión. La difusión tiene lugar, por supuesto, también a temperaturas de las pastillas más altas pero las velocidades de oxidación y de hidrogenación pueden ser entonces tan altas que la difusión tendrá una importancia insignificante en comparación con los movimientos del gas que aparecen debido a la diferencia de presión entre las diferentes partes de la barra de combustible.

Por consiguiente, la presente invención se encuentra en conseguir la mezcla de gas mediante el hecho de que la difusión sea el mecanismo dominante, reduciendo significativamente el consumo de oxígeno y de nitrógeno en la barra de combustible. En estas condiciones, se puede obtener por lo tanto una mezcla de gas en el espacio interior al mismo tiempo que la hidrogenación es relativamente lenta. Cuando se ha obtenido una mezcla apropiada de moléculas de hidrógeno y de agua en el espacio interior de la barra de combustible, la absorción de hidrógeno en un funcionamiento continuado tendrá lugar más homogéneamente a lo largo de la barra de combustible entera y por lo tanto es posible evitar la creación de una zona de la vaina que tenga propiedades mecánicas significativamente degradadas como una consecuencia de una hidrogenación local potente.

La distribución homogénea del hidrógeno hace la barra de combustible significativamente menos sensible a la inducción de grietas, al crecimiento de grietas y al desarrollo de un defecto secundario. Por consiguiente, el período de tiempo limitado, durante el cual el reactor se hace funcionar por lo menos a una potencia periódicamente reducida, conduce al aumento muy significativo de la probabilidad de que el reactor con el mismo conjunto de barras de combustible después pueda funcionar hasta la siguiente parada de la reacción en cadena para la revisión normal programada sin una parada de la relación en cadena adicional para extraer el combustible defectuoso y sin que se requiera la introducción de barras de control para reducir localmente la potencia en la zona del núcleo en donde está ubicada la barra de combustible defectuosa. Este procedimiento, por lo tanto, puede ofrecer una ventaja económica significativa en comparación con las medidas que se suelen utilizar hoy en día.

Según un desarrollo adicional de procedimiento según la invención, dicha reducción de la potencia se obtiene a través de la inserción de por lo menos algunas de dichas barras de control en la posición respectiva en el núcleo.

Una reducción de potencia de este tipo puede tener lugar muy rápidamente y conducir a una reducción rápida de la temperatura de las pastillas de combustible, las cuales reducen su volumen y de ese modo aumenta el volumen libre en el espacio interior de la barra de combustible defectuosa.

5 Según un desarrollo adicional del procedimiento según la invención, sustancialmente todas las barras de control son insertadas por lo menos periódicamente en la respectiva posición en el núcleo durante el estado particular, en el que se obtiene una reducción de la potencia particularmente significativa.

10 Según un desarrollo adicional del procedimiento según la invención, dicha reducción de la potencia se obtiene a través de la inserción sucesiva de diferentes grupos de dichas barras de control en la posición respectiva en el núcleo, en el que cada uno de tales grupos define una parte específica respectiva del núcleo. Este estado particular, por lo tanto, también se puede establecer para diferentes partes del núcleo en períodos sucesivos. Las barras individuales o los grupos de barras de control pueden ser utilizados entonces para la reducción de la potencia. Esto permite la identificación de la posición de la barra de combustible defectuosa y limita la producción de potencia necesaria.

15 Según un desarrollo adicional del procedimiento según la invención, dicha reducción de la potencia se realiza por lo menos dentro de las 48 h y preferiblemente dentro de las 24 h después de la detección de un defecto. De forma ventajosa, dicha reducción de la potencia se realiza sustancialmente inmediatamente después de la detección de un defecto. Es ventajoso que la reducción de la potencia tenga lugar rápidamente de modo que la mezcla deseada en el espacio interior se obtenga tan pronto como sea posible después de la ocurrencia de un defecto.

20 Según un desarrollo adicional del procedimiento según la invención, el reactor se hace funcionar a potencia reducida durante todo el período de tiempo.

25 Según un desarrollo adicional del procedimiento, el estado particular implica que por lo menos algunas de las barras de control sean insertadas en el interior y extraídas de la posición respectiva alternativamente para la obtención de un aumento y una disminución alternativos de la potencia. Esto puede ser ventajoso cuando la posición de la barra de combustible defectuosa ha sido identificada.

30 Según un desarrollo adicional del procedimiento según la invención, dicha monitorización incluye la monitorización continua durante el funcionamiento del reactor. La monitorización entonces puede incluir de forma ventajosa la detección de la presencia de uno o varios gases de fisión en un flujo de gas efluente desde el reactor.

35 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se explicará a continuación con mayor detalle por medio de una forma de realización que se da a conocer a título de ejemplo y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales,

40 la figura 1 muestra esquemáticamente una central nuclear y

la figura 2 muestra esquemáticamente una sección longitudinal a través de una barra de combustible.

45 **Descripción detallada de diversas formas de realización**

La figura 1 muestra una central nuclear que incluye un reactor 1, un conducto de descarga 2 desde el reactor 1, un dispositivo de servicio 3 y un conducto de retroalimentación 4 desde el dispositivo de servicio 3 de vuelta al reactor 1. El reactor 1 puede ser un reactor de agua hirviendo, BWR, o un reactor de agua a presión, PWR. El ejemplo dado a conocer, se refiere a un reactor de agua hirviendo aunque la invención es aplicable también a un reactor de agua a presión.

50 El reactor 1 encierra un núcleo con una pluralidad de elementos de combustible 7 y una serie de barras de control 8. Cada elemento de combustible 7 incluye una pluralidad de barras de combustible 9, véase la figura 2, cada una de las cuales incluye una vaina 10 y un combustible nuclear en forma de una pila de pastillas de combustible 11 las cuales están encerradas en un espacio interior 12 formado por la vaina 10. Puesto que las pastillas de combustible 11 no ocupan el espacio interior completo 12 se forma un volumen libre en el espacio interior 12 de la vaina 10. El tamaño del volumen libre varía con la temperatura de las pastillas de combustible 11 y por lo tanto con la expansión térmica de las pastillas de combustible 11.

60 Cada una de las barras de combustible 8 se puede insertar en una respectiva posición y se puede extraer de la misma entre unos elementos de combustible 7 respectivos en el núcleo por medio de elementos accionamiento 13. Las barras de control 8 pueden ser utilizadas para influir o controlar la potencia del reactor 1. Cuando se extraen las barras de control 8, la reacción nuclear en cadena avanza y cuando las barras de control 8 se insertan la cadena nuclear del reactor se detiene por lo menos en la proximidad de las barras de control insertadas 8. Durante el funcionamiento normal del reactor, la mayor parte de las barras de control 8 están extraídas, compárese la figura 1.

En un reactor de agua hirviendo, el vapor será producido durante el funcionamiento normal por el agua refrigerante que circula en la central. El vapor es transportado a través del conducto de descarga 2 al dispositivo de servicio 3 el cual puede incluir una turbina de vapor y un condensador, no revelados específicamente. Desde el condensador, el agua refrigerante condensada es transportada de vuelta al reactor 1, a través del conducto de retroalimentación 4.

5 La central también incluye una disposición para capturar y extraer los gases efluentes producidos en el reactor 1. Esta disposición puede incluir un conducto de los gases efluentes 15. En el conducto de los gases efluentes 15 puede estar provisto un sensor 16. El sensor 16 está dispuesto para detectar una actividad nuclear y los núclidos formados en la reacción en las barras de combustible. Si aparece un defecto en la vaina 10, los gases de la fisión fugarán fuera y serán transportados fuera a través del conducto de gases efluentes 15. Estos gases de la fisión incluyen tales núclidos radioactivos que pueden ser detectados y proporcionan información sustancialmente inmediata manifestando que ha ocurrido un defecto primario.

Según una forma de realización, el reactor 1 puede funcionar a una potencia normal, esto es la potencia normalmente completa, durante un estado normal. Durante este funcionamiento normal, el reactor 1 es monitorizado por ejemplo continuamente por medio del sensor 16 para la detección de un posible defecto en la vaina 10 de cualquiera de las barras de combustible 9 en el núcleo. Este posible defecto puede ser un defecto primario el cual por ejemplo ha sido causado por un desgaste mecánico. El defecto se indica en la figura 2 con 20.

Si ha sido detectado un defecto 20 de este tipo, se reduce la potencia del reactor 1. La reducción de la potencia se realiza por lo menos dentro de las 72 h, preferiblemente dentro de las 48 h y o más preferiblemente dentro de las 24 h después de la detección del defecto 20. De forma ventajosa, la reducción de la potencia se realiza tan pronto como sea posible, por ejemplo sustancialmente inmediatamente después de la detección del defecto 20. Esta reducción de la potencia se obtiene a través de la inserción de sustancialmente todas las barras de control 8 por medio de los elementos de accionamiento 13, reduciéndose la reacción en cadena y por lo tanto disminuyendo la potencia y la temperatura de las pastillas de combustible 11 en las barras de combustible 9. Por medio de esta medida se obtiene una denominada parada de la reacción en cadena caliente, lo cual significa que la reacción en cadena sustancialmente cesa pero que la presión del sistema en el reactor 1 y la temperatura del agua refrigerante en el reactor 1 se mantienen sustancialmente.

El reactor 1 funciona entonces adicionalmente con las barras de control 8 insertadas durante un estado particular el cual existe durante un período de tiempo limitado. La duración de este período de tiempo limitado puede variar dependiendo de una pluralidad de factores diferentes, tales como el tamaño del reactor 1, cuántas barras de control 8 han sido insertadas, etcétera. Durante este período de tiempo, la potencia se reduce por lo tanto sustancialmente con relación a la potencia completa normal. El período de tiempo debe tener por lo menos una duración tal que la temperatura de las pastillas de combustible disminuya significativamente. El período de tiempo limitado por ejemplo puede ser desde partes de una hora hasta algunas horas, o hasta 1, 2, 3 o 4 días. Por ejemplo, el período de tiempo limitado puede ser por lo menos de 10, 20, 30, 40 o 50 minutos, o 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 14, 20 o más horas. El período de tiempo limitado podrá ser como máximo de 4, 3, 2 o 1 día.

Por medio de una reducción de la potencia de este tipo, la expansión térmica de las pastillas de combustible 11 se reducirá y el volumen libre en el espacio interior 12 de la barra de combustible defectuosa 9 aumentará. Es de aumento del volumen significa que vapor adicional penetrará en el espacio interior 12 de modo que el equilibrio de la presión entre el espacio interior 12 y la presión del sistema se mantiene. Adicionalmente, la temperatura más baja de las pastillas de combustible 11 significa que la velocidad de la reacción para la oxidación de la vaina 10 y las pastillas de combustible 11, así como para la hidrogenación de la vaina 10 disminuye. La temperatura de las pastillas de combustible más baja y el volumen libre mayor también significa que los gases, esto es el gas de relleno, los gases de la fisión, el gas hidrógeno y el vapor, en el espacio interior 12 se mezclaran a través de difusión. Gracias a un mezclado de este tipo de las moléculas de hidrógeno y de agua en el espacio interior 12, la absorción de hidrógeno durante el funcionamiento continuado tendrá lugar más homogéneamente a lo largo de la barra de combustible entera 9 y no se concentrará en una zona local menor de la vaina 10.

Sustancialmente de manera inmediata después de este período de tiempo, cuando ha tenido lugar el equilibrio, las barras de control insertadas 8 pueden ser extraídas otra vez para el funcionamiento continuado del reactor 1 sustancialmente a la potencia completa y con el mismo conjunto de barras de combustible 8, esto es la barra de combustible defectuosa 8 se puede mantener en el núcleo hasta la siguiente parada de la reacción en cadena programada para el cambio del combustible.

Se tiene que observar que durante el período de tiempo definido puede ser posible insertar meramente algunas de las barras de control 8 a la posición respectiva. El estado particular también se puede establecer para partes del núcleo en períodos sucesivos, en donde dicha reducción de la potencia se obtiene a través de la inserción sucesiva de diversos grupos de dichas barras de control a la posición respectiva en el núcleo. Cada grupo de este tipo define entonces de forma ventajosa una parte específica del núcleo. También es posible imaginar la inserción de más de la mitad de las barras de control 8 para obtener una reducción de la potencia que influya en una fracción mayor de los elementos de combustible del reactor.

Según una variante del procedimiento, el estado particular incluye que por lo menos algunas o sustancialmente

todas las barras de control 8 sean insertadas o extraídas desde la posición respectiva para la obtención de un aumento y disminución alternativos de la potencia. De este modo, la temperatura y la expansión térmica de las pastillas de combustible 11 también aumentarán y disminuirán de una manera alternativa, lo cual significa que el mezclado de los gases en el espacio interior se acelera.

- 5 La invención no está limitada a las formas de realización dadas a conocer, sino que se puede variar y modificar dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el funcionamiento de un reactor de una central nuclear en el que el reactor encierra un núcleo provisto de una pluralidad de elementos de combustible y una serie de barras de control,
- 10 en el que cada elemento de combustible incluye una pluralidad de barras de combustible, cada una de las cuales incluye una vaina y combustible nuclear encerrado en un espacio interior formado por la vaina,
- 15 en el que cada barra de control se puede insertar y extraer de una respectiva posición entre unos respectivos elementos de combustible en el núcleo para influir en la potencia del reactor,
- 20 en el que el procedimiento incluye las siguientes etapas:
- hacer funcionar el reactor a una potencia normal durante un estado normal, monitorizando el reactor para la detección de un defecto primario en la vaina de cualquiera de las barras de combustible,
- 25 reducir la potencia del reactor por lo menos dentro de las 72 h tras la detección de un defecto primario de este tipo,
- hacer funcionar el reactor en un estado particular durante un período de tiempo limitado durante el cual el reactor funciona por lo menos periódicamente a la potencia reducida con relación a la potencia normal y
- 30 extraer dichas barras de control insertadas después de dicho período de tiempo para el funcionamiento continuado del reactor sustancialmente en el estado normal.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha reducción de la potencia se obtiene a través de la inserción de por lo menos algunas de dichas barras de control en la respectiva posición en el núcleo.
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que sustancialmente todas las barras de control son insertadas por lo menos periódicamente en el tiempo en la respectiva posición en el núcleo durante el estado particular.
- 35 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que dicha reducción de la potencia se obtiene a través de la inserción sucesiva de diferentes grupos de dichas barras de control en la respectiva posición en el núcleo, definiendo cada uno de dichos grupos una respectiva parte específica del núcleo.
- 40 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha reducción de la potencia se realiza por lo menos dentro de las 48 h tras la detección de un defecto primario.
- 45 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha reducción de la potencia se realiza por lo menos dentro de las 27 h tras la detección de un defecto primario.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha reducción de la potencia se realiza sustancialmente de manera inmediata tras la detección de un defecto primario.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el reactor se hace funcionar a la potencia reducida durante todo el período de tiempo.
- 50 9. Procedimiento según las reivindicaciones 2 y 8, en el que sustancialmente todas las barras de control son insertadas en la respectiva posición en el núcleo durante todo el período de tiempo.
- 55 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el estado particular implica que por lo menos algunas de las barras de control son insertadas en el interior de la respectiva posición y son extraídas de la misma alternativamente para obtener un aumento y una disminución alternativos de la potencia.
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha monitorización incluye la monitorización continua durante el funcionamiento del reactor.
12. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la monitorización incluye la detección de una actividad radiactiva en un flujo de gas desde el reactor.

Fig 1

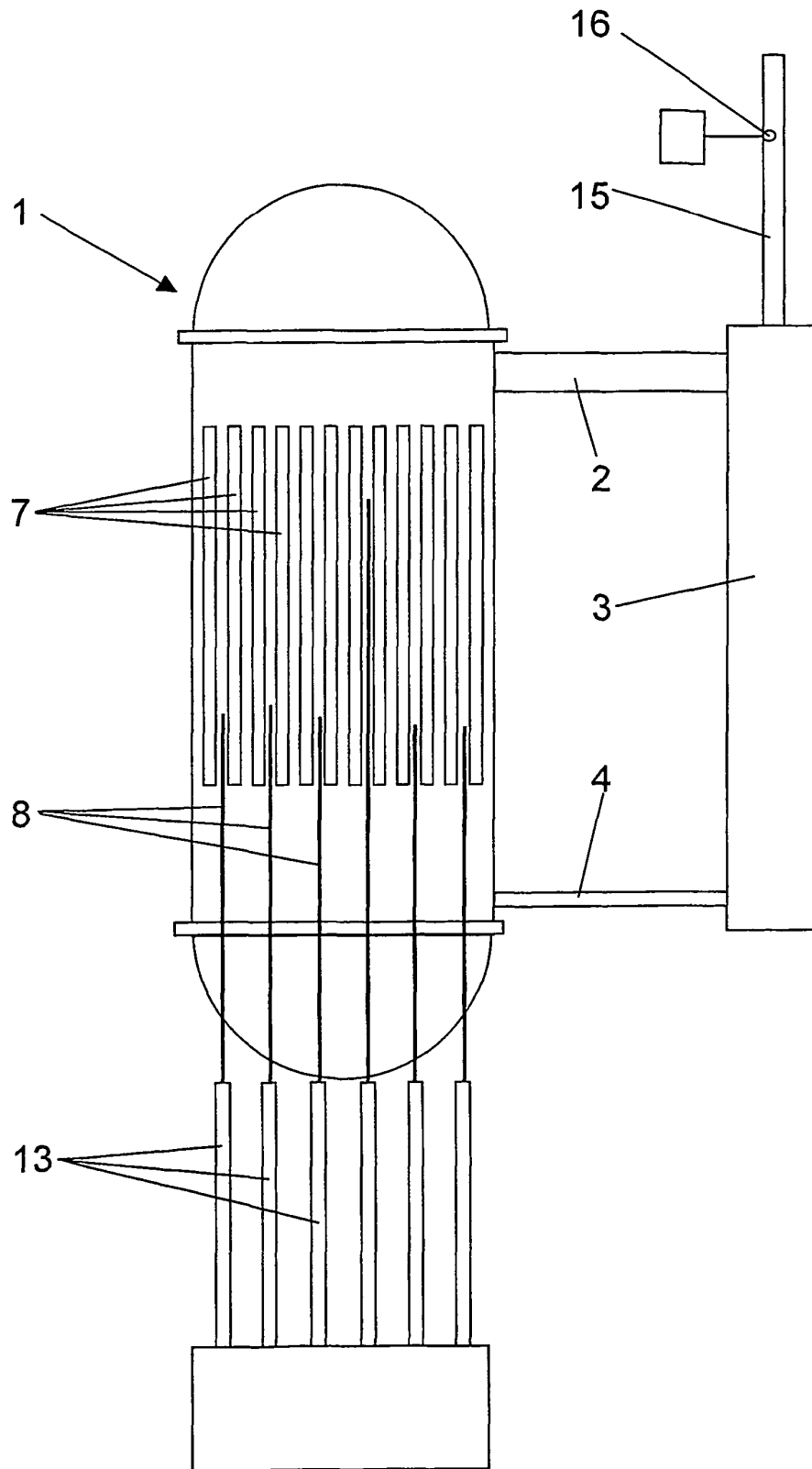


Fig 2

