



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: 2 796 400

51 Int. Cl.:

G21C 5/02 (2006.01) G21C 17/112 (2006.01) G21C 19/20 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: 26.06.2017 PCT/EP2017/065687

(87) Fecha y número de publicación internacional: 04.01.2018 WO18001950

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 26.06.2017 E 17732902 (6)

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 13.05.2020 EP 3479383

(54) Título: Reactor nuclear, procedimientos de montaje y de sustitución de conductos de termopar, conjunto para la implementación de los procedimientos

(30) Prioridad:

29.06.2016 FR 1656122

Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: **26.11.2020**

(73) Titular/es:

FRAMATOME (100.0%)
1 Place Jean Millier Tour Areva
92400 Courbevoie, FR

(72) Inventor/es:

CAHOUET, LAURENT; MAGAIN, BRUNO y SCALVINI, ALAIN

(74) Agente/Representante: SALVÀ FERRER, Joan

DESCRIPCIÓN

Reactor nuclear, procedimientos de montaje y de sustitución de conductos de termopar, conjunto para la implementación de los procedimientos

[0001] La presente invención se refiere en general al montaje de conductos de termopar en un reactor nuclear.

[0002] Más precisamente, la invención se refiere según un primer aspecto:

10 - una vasija:

5

- elementos de combustibles nucleares, que forman un núcleo dispuesto en la vasija;
- una placa de soporte, dispuesta en la vasija por encima del núcleo;
- una pluralidad de conductos de termopar dispuestos en la vasija y que atraviesan la placa de soporte a través de orificios dedicados;
- 15 elementos de soporte proporcionados para mantener en su posición los conductos de termopar, estando cada elemento de soporte rígidamente fijado a la placa de soporte, estando al menos un conducto de termopar fijado a cada elemento de soporte.

[0003] Se conocen ejemplos de reactores nucleares a partir de los documentos US 2016/180978 y US 20 2012/213320.

[0004] Los reactores nucleares de agua a presión incluyen, en el interior de una vasija, el núcleo del reactor nuclear constituido por los elementos de combustible de forma prismática con su eje vertical y, por encima del núcleo, equipos internos superiores que incluyen, en particular, un conjunto de tubos guía verticales que permiten garantizar el guiado de las barras de control constituidas por haces de varillas colocados en paralelo entre sí y que encierran un material que absorbe los neutrones.

[0005] Para garantizar el control de los reactores por ajuste de la reactividad del núcleo, los grupos de varillas absorbentes se desplazan en la dirección vertical, durante el funcionamiento del reactor, de forma que las varillas absorbentes se introduzcan a una altura más o menos importante en el interior de ciertos elementos combustibles del núcleo.

[0006] Los equipos internos superiores incluyen, en general, una placa superior igualmente denominada placa de soporte y una placa inferior que constituye la placa superior del núcleo del reactor nuclear que se apoya en la extremidad superior de los elementos combustibles, cuando los equipos internos superiores están en posición de servicio en el núcleo del reactor. Los tubos guía verticales que aseguran el guiado de las varillas de control están conectados a la placa de soporte y a la placa inferior. Cada uno tiene una primera parte intercalada entre la placa de soporte y la placa inferior y una segunda parte fijada por encima de esta placa de soporte. Unas columnas espaciadoras dispuestas entre la placa de soporte y la placa inferior, paralelamente a los tubos guía permiten mantener esas placas y garantizar la rigidez de los equipos internos superiores.

[0007] Los equipos internos superiores comprenden también columnas de instrumentación, tales como columnas de termopares de forma cilíndrica. En cada una de las columnas de termopares está dispuesto un conjunto de termopares que permite medir la temperatura del fluido de refrigeración a la salida de un conjunto preseleccionado 45 de elementos de combustible del núcleo del reactor.

[0008] El número de columnas de termopares es generalmente dos o cuatro.

[0009] Cada columna de termopares no está fijada sobre la placa de soporte de los equipos internos superiores, sino que está guiada por una camisa que se extiende verticalmente por encima de esta placa y que penetra en la columna de termopares. En cambio, cada columna de termopares se solidariza con la tapa de la vasija del reactor únicamente por medios de estanqueidad superiores, dispuestos entre una tobera de un adaptador fijado en una abertura de la tapa y la parte superior de la columna.

Por lo tanto, se disponen varios termopares en una columna y salen de esta columna por aberturas periféricas, acondicionadas en la base de la columna para desembocar en una perforación de paso a través de la placa de soporte. A estos efectos, cada perforación está dotada de un tubo de guía dispuesto en la alineación de un orificio acondicionado en la placa de soporte sensiblemente en la vertical de una zona donde la medición de la temperatura debe realizarse. El termopar se introduce en un conducto superior de guía llevado por la columna de termopares y en un conducto inferior de guía dispuesto en el tubo de la perforación correspondiente. La extremidad sensible de medición del termopar se posiciona a la altura de la zona de medición predeterminada.

[0011] Una parte de los termopares está destinada a medir la temperatura del fluido de refrigeración del reactor, a la salida del núcleo, debajo de la placa superior del núcleo, cerca del tapón superior de los elementos combustibles.
 [0012] Los termopares introducidos en los conductos están sometidos a esfuerzos de temperatura y de presión

elevados, tanto que algunos de ellos pueden presentar fallos de funcionamiento tras un cierto tiempo de permanencia en la vasija del reactor.

- [0013] Por consiguiente, deja de ser posible tener una imagen fiable y representativa de la temperatura real del 5 fluido de refrigeración del núcleo del reactor.
 - **[0014]** Por lo tanto, es necesario sustituir esos termopares y/o esos conductos durante las operaciones de mantenimiento programadas del reactor nuclear.
- 10 **[0015]** La sustitución de los conductos se realiza después de la parada y enfriamiento del reactor y después de haber realizado el desmontaje de la tapa.
 - **[0016]** En los reactores actuales, los conductos de termopar están soldados a los elementos de soporte, estando estos atornillados a la placa de soporte.
- [0017] El desmontaje de los conductos de termopar provoca un deterioro irreversible de los elementos de soporte. Es necesario mecanizar los elementos de soporte para eliminar las soldaduras. La instalación de nuevos conductos de termopar también es tediosa porque requiere operaciones de soldadura en un entorno altamente irradiante.
- [0018] En este contexto, la invención busca proponer un conjunto que permita facilitar dicha operación de sustitución.
- [0019] Para este fin, la invención se refiere a un reactor nuclear según la reivindicación 1.
 - [0020] Por lo tanto, se facilita el desmontaje de los conductos de termopar. Basta con desmontar la conexión para separar el cabezal con los conductos de termopar del pie. El reensamblaje también se facilita.
- [0021] Esto facilita la sustitución de uno o más conductos de termopar determinados, pero también la sustitución en una sola operación de todos los conductos de termopar. Esta última operación se lleva a cabo separando los cabezales de todos los elementos de soporte de los pies correspondientes, y retirando al mismo tiempo todos los conductos de termopar con los cabezales unidos a estos.
- [0022] El reactor nuclear también puede presentar una o más de las características de las reivindicaciones 2 a 35 5, consideradas por separado o según cualquiera de las combinaciones técnicamente posibles.
 - [0023] Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de montaje según la reivindicación 6.
- 40 **[0024]** El procedimiento también puede presentar una o más de las características de las reivindicaciones 7 a 9, consideradas por separado o según cualquiera de las combinaciones técnicamente posibles.
 - [0025] Según un tercer aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de sustitución según la reivindicación 10.
- [0026] Según un cuarto aspecto, la invención se refiere a un conjunto según la reivindicación 11 para la implementación del procedimiento de montaje anterior.

- [0027] La invención se comprenderá mejor a la luz de la siguiente descripción facilitada a modo de ejemplo y 50 realizada haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:
 - la figura 1 es una vista esquemática en sección a través de un plano de simetría vertical de una vasija de un reactor nuclear de agua a presión,
 - la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva y parcial de los equipos internos superiores de un reactor nuclear,
- 55 la figura 3 es una vista en despiece ordenado de un elemento de soporte de un reactor nuclear según la invención;
 - la figura 4 es una vista en perspectiva de la parte superior del elemento de soporte de la figura 3, con los conductos de termopar fijados al cabezal; y
- las figuras 5 y 6 ilustran dos etapas del procedimiento de la invención, concretamente, el ensamblaje de los conductos de termopar y los cabezales de los elementos de soporte en un subconjunto, y la transferencia del subconjunto de una 60 pieza por encima de la placa de soporte.
- [0028] El reactor nuclear ilustrado en la figura 1 comprende una vasija 1 y, en el interior de la vasija 1, un núcleo 2 constituido por los elementos de combustibles 3 yuxtapuestos de tal manera que el eje longitudinal de los elementos de combustibles esté en vertical. El núcleo de reactor 2 está dispuesto en el interior de los equipos internos inferiores designados por la referencia general 4 y que incluye en particular la envoltura de núcleo 5.

[0029] El reactor nuclear es típicamente un reactor de agua a presión (PWR). En una variante, el reactor nuclear es de otro tipo.

5 [0030] El reactor nuclear comprende además equipos internos superiores designados por la referencia general 6, que descansa sobre los elementos del núcleo, por medio de una placa superior del núcleo 7.

Como se ve en la figura 1, los equipos internos superiores 6 incluyen una placa de soporte 8 de los tubos guía que se denominará en adelante placa de soporte 8. Esta placa de soporte 8 se extiende paralelamente a 10 la placa superior de núcleo 7 constituyendo la parte inferior de los equipos internos superiores 6 y que se realiza de forma que garantiza la fijación de los equipos internos superiores 6 en el interior de la vasija 1.

Los equipos internos superiores 6 incluyen tubos guía designados por la referencia general 9 que se [0032] componen cada uno, encima de la placa de soporte 8, por una parte, superior 9a de sección circular v, entre la placa 15 de soporte 8 de los equipos internos superiores 6 y la placa superior de núcleo 7, por una parte, inferior 9b generalmente con sección sensiblemente cuadrada con ángulos redondeados. Cada una de las partes 9a y 9b constituye un tubo quía 9 de los equipos internos superiores 6 que permite el desplazamiento en la dirección vertical de un grupo de ajuste de la reactividad en el núcleo del reactor nuclear, conectado a una varilla de suspensión y de desplazamiento, cuyo desplazamiento en la dirección vertical está asegurado por un mecanismo, no mostrado, situado 20 encima de la tapa 1a de la vasija 1.

[0033] Entre la placa de soporte 8 de los equipos internos superiores 6 y la placa superior de núcleo 7, están colocadas además de las partes inferiores 9b de los tubos guía 9, columnas espaciadoras 10 que aseguran el mantenimiento y la separación de la placa superior de núcleo 7 con respecto a la placa de soporte 8.

En la figura 2, se ha representado esquemáticamente y en perspectiva, la cara superior de la placa de [0034] soporte 8 que lleva las partes superiores 9a de los tubos guía 9, y en el ejemplo de realización mostrado en esta figura, dos columnas de termopar 20 que se extienden paralelamente a los tubos guía 9, por encima de la placa de soporte 8. El collar que permite suspender la placa de soporte 8 a la vasija 1 no se ha mostrado, pero es visible en la figura 6.

De manera convencional, en cada una de las columnas de termopares 20, se dispone un conjunto de conductos de termopar 21. Típicamente, cada conducto 21 recibe internamente y guía un termopar que permite medir la temperatura del fluido refrigerante a la salida de un conjunto de ensamblaje preseleccionado del núcleo del reactor nuclear.

[0036] Como muestra la figura 2, varios conductos de quía 21 están dispuestos en una columna 20 y salen de esta columna por aberturas periféricas acondicionadas encima del pie de la columna de termopar 20 para desembocar cada uno en una perforación designada por la referencia general 30 y destinada al paso a través de la placa de soporte 8 de un termopar.

[0037] En esta figura, se ha representado un número limitado de conductos 21 para no sobrecargar la figura. Sin embargo, en la realidad, existe un número elevado de conductos de termopar 21, que debe mantenerse en posición los unos respecto de los otros para evitar cualquier interferencia entre estos conductos.

Para este fin, el reactor nuclear incluye los elementos de soporte 33 (figura 3) proporcionados para mantener en su posición los conductos de termopar 21, unos con respecto a los otros, y con respecto a la placa de soporte 8.

Cada elemento de soporte 33 está rígidamente fijado a la placa de soporte 8. Al menos un conducto de 50 termopar 21 está fijado a cada elemento de soporte 33. Típicamente, se fijan varios conductos de termopar 21 a cada elemento de soporte 33. Estos elementos de soporte no se muestran en la figura 2 para mayor claridad.

Según la invención, cada elemento de soporte 33 incluye un pie 35 rígidamente fijado a la placa de soporte 8, un cabezal 37 al que están fijados el o cada conducto de termopar 21, y una conexión desmontable 39 del 55 cabezal 37 al pie 35.

El pie 35 tiene una forma alargada a lo largo del eje de la vasija 1, es decir, verticalmente. Comprende una fijación desmontable 41 a la placa de soporte 8. Esta fijación incluye, por ejemplo, los tornillos 43, que aseguran un extremo inferior 45 del pie a la placa de soporte.

[0042] El cabezal 37 comprende un núcleo 47 y una cubierta 49 conectada de manera desmontable al núcleo 47. El núcleo 47 y la cubierta 49 delimitan entre sí una pluralidad de alojamientos de recepción 51 de los conductos de termopar 21.

65 [0043] El núcleo 47 tiene una forma alargada verticalmente, y se coloca en vertical en la extensión del pie 35.

4

25

30

35

40

[0044] La conexión desmontable 39 conecta el núcleo 47 al pie 35. Típicamente, la conexión desmontable 39 conecta un extremo inferior 53 del núcleo 47 a un extremo superior 55 del pie 35.

- Los alojamientos 51 están, al menos parcialmente, ahuecados en el núcleo 47. Para este fin, el núcleo 47 presenta dos caras verticales grandes 57 opuestas entre sí. Los alojamientos 51 son ranuras, típicamente horizontales y paralelas entre sí, dispuestas en las caras grandes 57. Se abren en sus dos extremos opuestos y se extienden sobre todo el ancho de las caras grandes 57.
- 10 **[0046]** Cada ranura tiene una sección sustancialmente conjugada con la del conducto de termopar destinado a recibirse en la misma.
 - [0047] La cubierta 49 incluye al menos un brazo 59 que cierra los alojamientos 51.
- 15 **[0048]** En un ejemplo mostrado, los alojamientos 51 se disponen sobre las dos caras grandes 57, incluyendo la cubierta 49, por lo tanto, dos brazos 59, cerrando cada uno los alojamientos dispuestos en una de las dos caras grandes 57.
- **[0049]** Cada brazo 59 tiene una superficie presionada contra la cara grande correspondiente 57, cerrando así 20 los alojamientos 51.
 - **[0050]** La cubierta 49 incluye además una pieza terminal 61, en la que se fijan rígidamente los extremos superiores de cada brazo 59. Por lo tanto, la cubierta tiene forma de U, y se dispone a caballo entre el núcleo 47. El núcleo 47 se inserta entre los dos brazos 59.
 - [0051] Cada conducto 21 está sujeto entre uno de los brazos 59 y la parte inferior de la muesca 51 en la que se inserta.
- [0052] El cabezal 37 incluye además una fijación 63 de la cubierta 49 al núcleo 47. Por ejemplo, esta fijación 30 incluye un tornillo 65, un orificio 67 que atraviesa la pieza terminal 61 y un orificio roscado 69 dispuesto en un extremo del núcleo 47. El tornillo 65 está acoplado en los orificios 67 y 69. Tiene una rosca externa que coopera con el roscado interno del orificio 69.
 - [0053] En una variante, la cubierta no incluye ningún brazo.

25

- [0054] La conexión desmontable 39 del cabezal 37 al pie 35 es ventajosamente una conexión atornillada.
- [0055] El extremo inferior 53 del núcleo termina preferiblemente con un cono 71 que se acopla en un orificio ciego de forma complementaria 73, dispuesto en el extremo superior 55 del pie. Una tuerca 75 está montada cautiva 40 alrededor del extremo inferior 53. El extremo superior 55 tiene una rosca externa 77. La tuerca cautiva 75 está diseñada para enroscarse en la rosca externa 77, asegurando de manera desmontable el cabezal 37 al pie 35.
- [0056] Ahora se detallará el procedimiento de montaje de los conductos de termopar en el reactor nuclear descrito anteriormente, en referencia a las figuras 5 y 6. El procedimiento se aplica al montaje inicial de los conductos de termopar en la placa de soporte. Aquí se considera el caso en el que todos los conductos de termopar del reactor nuclear se montan en una sola operación. El procedimiento también es aplicable en el caso de que solo una parte de los conductos se monte en una sola operación.
- [0057] El procedimiento comprende las siguientes etapas: montaje de los pies 35 sobre la placa de soporte 50 8;
 - montaje de las secciones finales 79 de los conductos de termopar 21 y de los cabezales 37 de los elementos de soporte 33 en un subconjunto 81, mostrado en la figura 5;
 - transferencia del subconjunto 81 de una pieza por encima de la placa de soporte 8;
- 55 fijación de los cabezales 37 a los pies 35 de los elementos de soporte 33.
 - **[0058]** El montaje de los pies 35 se realiza utilizando las fijaciones 41. Por ejemplo, los tornillos 43 se atornillan en los orificios roscados de la placa de soporte 8.
- 60 **[0059]** Típicamente, los conductos de termopar 21 comprenden cada uno una parte principal que va hasta la salida de la columna 20, extendiéndose la sección final 79 desde la columna 20 hasta la perforación 30. La sección final 79 está conectada de manera desmontable a la parte principal y a la perforación 30, mediante conectores desmontables.
- 65 [0060] En el subconjunto 81, las secciones finales 79 y los cabezales 37 tienen exactamente la posición y la

forma que ocuparán finalmente, una vez montados en la placa de soporte 8. Esto permite facilitar considerablemente el montaje de los conductos de termopar 21. El ensamblaje del subconjunto 81 se lleva a cabo en el taller, por ejemplo, sin detener la unidad, en un área en la que la irradiación es nula.

- Para ensamblar el subconjunto 81, se utiliza preferiblemente un modelo de la placa de soporte 8, hecho a escala 1. Este modelo reproduce en particular las columnas de termopares 20, las perforaciones 30 y los pies 35. Estos se reproducen en tamaño real, y están dispuestos como en el reactor nuclear. El subconjunto 81 está montado temporalmente en el modelo.
- 10 **[0062]** Para montar los conductos de termopar 21 en el cabezal 37, los conductos 21 se colocan en primer lugar en la parte inferior de las muescas 51. Después, se coloca la cubierta 49 alrededor del núcleo 47, de manera que el brazo o los brazos cierren las muescas 51. Finalmente, la cubierta 49 se fija al núcleo 47, por ejemplo, atornillando el tornillo 65 en el orificio roscado 69.
- 15 **[0063]** La etapa de transferencia incluye ventajosamente:

20

25

- una subetapa de fijación del subconjunto 81 a una estructura de transporte rígida 83:
- una subetapa de desplazamiento de la estructura de transporte 83 con el subconjunto 81 por encima de la placa de soporte 8.
- [0064] Como se muestra en la figura 6, la estructura de transporte 83 comprende una plataforma 85 y elementos de fijación 86 de los cabezales 37 a la plataforma 85.
- [0065] La plataforma 85 tiene, por ejemplo, una forma general de placa.
- [0066] Los elementos de fijación 86 comprenden típicamente orificios que atraviesan la plataforma y tornillos que no se muestran. Los tornillos se acoplan en los orificios y se atornillan en los orificios roscados 87 dispuestos en el cabezal 37. Estos orificios roscados 87 se proporcionan, por ejemplo, en la cubierta 49.
- 30 [0067] El subconjunto 81 se suspende de este modo debajo de la plataforma 85.
 - [0068] La subetapa de fijación se realiza mientras el subconjunto 81 está en su lugar en el modelo.
- [0069] El desplazamiento de la estructura de transporte 83 con el subconjunto 81 se consigue por cualquier 35 medio adaptado. La instalación final por encima de la placa de soporte 8 se realiza, por ejemplo, con la grúa polar del reactor nuclear.
- [0070] La estructura de transporte 83 comprende los centralizadores 89 proporcionados para cooperar con los centralizadores complementarios (no mostrados) montados en la placa de soporte 8. Por lo tanto, la estructura de transporte 83 es guiada a su posición nominal por los centralizadores y los centralizadores complementarios, lo que garantiza que el subconjunto 81 se coloca directamente en su posición final con respecto a la placa de soporte 8. En esta posición, los cabezales 37 están situados verticalmente inmediatamente por encima de los pies 35 correspondientes. Los conos 71 se acoplan en los orificios ciegos 73.
- 45 **[0071]** El modelo también está equipado con centralizadores complementarios, dispuestos exactamente como los centralizadores complementarios de la placa de soporte 8.
- [0072] La etapa de fijación de los cabezales 37 a los pies 35 se lleva a cabo accionando la conexión 39, típicamente atornillando las tuercas 75. Esta operación se lleva a cabo de forma remota o desde la estructura de transporte 83, que en este caso está dispuesta para dar acceso a cada una de estas conexiones. Por ejemplo, incluye trampillas transparentes extraíbles. Las conexiones 39 se accionan por cualquier medio adecuado.
 - [0073] Después de apretar las tuercas 75, se retiran los tornillos que aseguran los cabezales 37 a la plataforma 85.
 - [0074] Finalmente, las secciones finales 79 se conectan a las secciones principales de los conductos de termopar 21 y a las perforaciones 30 por los conectores desmontables y la plataforma de transporte se retira.
- [0075] Como se ha indicado anteriormente, la invención también se refiere al procedimiento de sustitución de 60 los conductos de termopar existentes en el reactor nuclear descrito anteriormente. Esta operación tiene como objetivo sustituir la totalidad o parte de los viejos conductos de termopar, durante la vida útil del reactor nuclear.
 - [0076] Este procedimiento comprende las siguientes etapas:
- 65 desmontaje de los cabezales 37 con respecto a los pies 35;

- retirada de los cabezales 37 y las secciones finales 79 de los conductos de termopar 21 existentes;
- ensamblaje de las nuevas secciones finales 79 y los nuevos cabezales 37 en un subconjunto 81;
- transferencia del subconjunto 81 de una pieza por encima de la placa de soporte 8;
- fijación de los nuevos cabezales 37 a los pies 35 de los elementos de soporte 33.

[0077] La etapa de desmontaje se lleva a cabo por control remoto, actuando sobre la conexión desmontable 39.

[0078] Las secciones finales 79 se separan después de las partes principales de los conductos de termopar 21 10 actuando sobre los conectores correspondientes.

[0079] La retirada de los cabezales 37 y las secciones finales 79 existentes se realiza, por ejemplo, con la estructura de transporte 83 descrita anteriormente. Por ejemplo, se utilizan los elementos de fijación 86 para fijar los cabezales 37 a la estructura 83, permaneciendo las secciones finales 79 integrales con los cabezales 37.

[0080] Los pies 35 permanecen en su lugar en la placa de soporte 8 y se reutilizan para recibir los nuevos cabezales.

[0081] Las etapas de ensamblaje del subconjunto 81, de transferencia de este subconjunto 81 y de fijación de 20 los nuevos cabezales 37 son como se han descrito anteriormente.

[0082] La invención tiene como objetivo además un procedimiento de sustitución de un conducto de termopar individual en un reactor nuclear como se ha descrito anteriormente. El conducto de termopar 21 está fijado a la placa de soporte 8 mediante uno o más elementos de soporte 33. Como se ha descrito anteriormente, el cabezal 37 del o cada elemento de soporte 33 incluye un núcleo 47 y una cubierta 49 conectada de manera desmontable al núcleo 47, delimitando el núcleo 47 y la cubierta 49 entre sí una pluralidad de alojamientos 51. El conducto 21 a sustituir se recibe en uno de los alojamientos 51 del o cada elemento de soporte.

[0083] El procedimiento comprende las siguientes etapas:

30

5

15

- separación de la cubierta 49 con respecto al núcleo 47 del o cada elemento de soporte 33;
- retirada de la sección final 79 del conducto 21;
- reinstalación de una nueva sección final 79 en él o cada aloiamiento 51:
- fijación de la o cada cubierta 49 sobre él o cada núcleo 47 correspondiente.

35

[0084] Antes de ser retirada, la sección final 79 se separa de la parte principal del conducto 21 y la perforación 30, actuando sobre los conectores. La retirada se realiza por cualquier medio adaptado.

[0085] La instalación de la nueva sección final se lleva a cabo típicamente de forma remota. Antes o después de la etapa de fijación, la nueva sección final 79 está conectada a la parte principal del conducto 21 y a la perforación 30, actuando sobre los conectores proporcionados para este fin.

REIVINDICACIONES

- 1. Reactor nuclear que comprende:
- 5 una vasija (1);

20

40

- elementos de combustibles nucleares (3), que forman un núcleo (2) dispuesto en la vasija (1);
- una placa de soporte (8), dispuesta en la vasija (1) por encima del núcleo (2);
- una pluralidad de conductos de termopar (21) dispuestos en la vasija y que atraviesan la placa de soporte (8) a través de orificios dedicados;
- elementos de soporte (33) proporcionados para mantener en su posición los conductos de termopar (21), estando cada elemento de soporte (33) rígidamente fijado a la placa de soporte (8), estando al menos un conducto de termopar (21) fijado a cada elemento de soporte (33):
- caracterizado por que cada elemento de soporte (33) incluye un pie (35) rígidamente fijado a la placa de soporte (8), 15 un cabezal (37) al que está fijado el o cada conducto de termopar (21), y una conexión desmontable (39) del cabezal (37) al pie (35).
 - 2. Reactor según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la conexión desmontable (39) es una conexión atornillada.
 - 3. Reactor según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el cabezal (37) comprende un núcleo (47) y una cubierta (49) conectada de manera desmontable al núcleo (47), delimitando el núcleo (47) y la cubierta (49) entre sí una pluralidad de alojamientos (51) para recibir conductos de termopar (21).
- 25 4. Reactor según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la conexión desmontable (39) conecta el núcleo (47) al pie (35).
- 5. Reactor según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado porque** los alojamientos (51) están, al menos parcialmente, ahuecados en el núcleo (47), incluyendo la cubierta (49) al menos un brazo (59) que cierra los 30 alojamientos (51).
 - 6. Procedimiento de montaje de los conductos de termopar (21) en un reactor nuclear según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
- montaje de los pies (35) sobre la placa de soporte (8);
 - montaje de las secciones finales (79) de los conductos de termopar (21) y los cabezales (37) de los elementos de soporte (33) en un subconjunto (81);
 - transferencia del subconjunto (81) de una pieza por encima de la placa de soporte (8);
 - fijación de los cabezales (37) a los pies (35) de los elementos de soporte (33).
 - 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la etapa de transferencia incluye:
 - una subetapa de fijación del subconjunto (81) a una estructura de transporte rígida (83);
- una subetapa de desplazamiento de la estructura de transporte (83) con el subconjunto (81) por encima de la placa de soporte (8).
 - 8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la estructura de transporte (83) comprende una plataforma (85) y elementos de fijación (86) de los cabezales (37) a la plataforma (85).
- 50 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la estructura de transporte (83) comprende los centralizadores (89) proporcionados para cooperar con los centralizadores complementarios montados en la placa de soporte (8).
- 10. Procedimiento de sustitución de los conductos de termopar (21) existentes en un reactor nuclear según 55 una de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
 - desmontaje de los cabezales (37) con respecto a los pies (35);
 - retirada de los cabezales (37) y las secciones finales (79) de los conductos de termopar (21) existentes;
 - ensamblaje de las nuevas secciones finales (79) y los nuevos cabezales (37) en un subconjunto (81);
- transferencia del subconjunto (81) de una pieza por encima de la placa de soporte (8);
 - fijación de los nuevos cabezales (37) a los pies (35) de los elementos de soporte (33).
 - 11. Conjunto para la implementación del procedimiento de montaje de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, comprendiendo el conjunto:

- una pluralidad de elementos de soporte (33) proporcionados para mantener en su posición los conductos de termopar (21), incluyendo cada elemento de soporte (33) un pie (35) dotado de una fijación (41) a la placa de soporte (8), un cabezal (37) dotado de una fijación para al menos un conducto de termopar (21), y una conexión desmontable (39) del cabezal (37) al pie (35);
- una estructura de transporte (83), que comprende una plataforma (85) y los elementos de fijación (86) de los cabezales (37) a la plataforma (85).

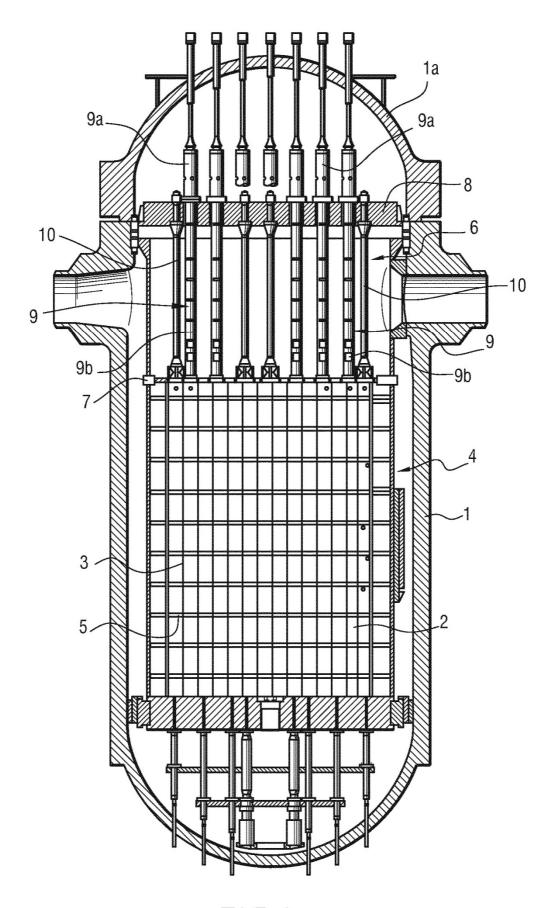


FIG.1

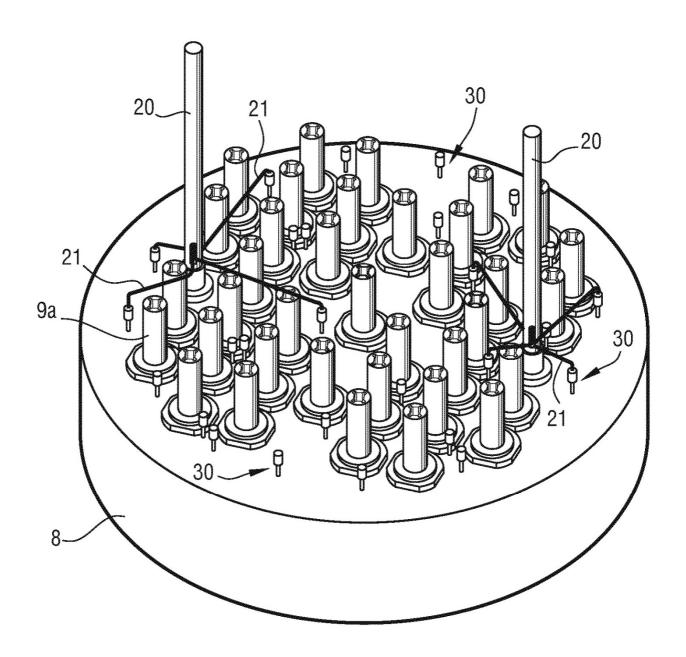
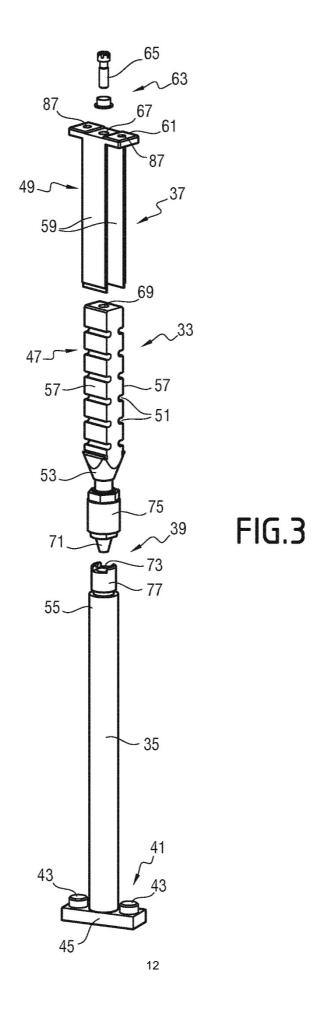


FIG.2



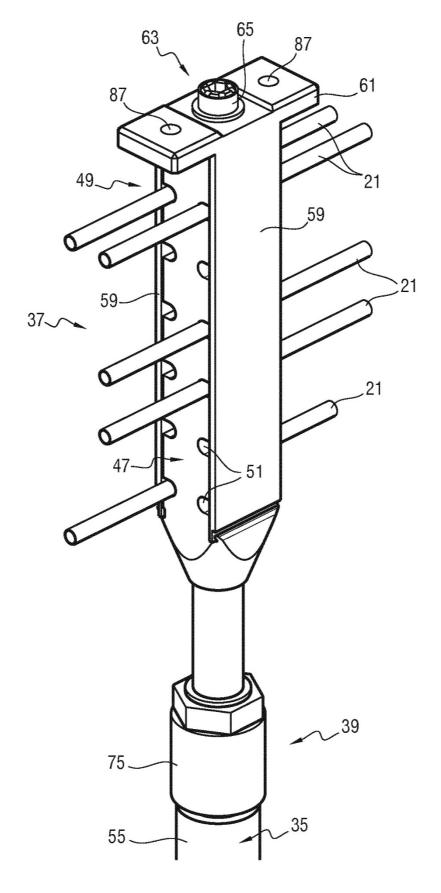


FIG.4

