

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 348**

51 Int. Cl.:

G21C 19/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2013 PCT/EP2013/068573**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14040942**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2013 E 13760033 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2896048**

54 Título: **Procedimiento de reemplazo de una clavija de guiado de un equipamiento interno de reactor nuclear**

30 Prioridad:

13.09.2012 FR 1258614

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

08.05.2017

73 Titular/es:

**AREVA NP (100.0%)
Tour AREVA, 1 Place Jean Millier
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**CAHOUE, LAURENT;
POLLIER, DENIS y
GRYPCZYNSKI, DANIEL**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 611 348 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 de reemplazo de una clavija de guiado de un equipamiento interno de reactor nuclear.

5 **[0001]** La invención se refiere en general al mantenimiento de los equipamientos internos de reactores nucleares.

[0002] Más precisamente, la invención se refiere a un procedimiento de reemplazo de una clavija de guiado de un equipamiento interno de un reactor nuclear:

10

- teniendo el reactor nuclear una cuba que presenta un eje central, en la cual está colocado el equipamiento interno, una clavija de origen que coopera con una corredera para garantizar el guiado del equipamiento interno con respecto a un elemento de referencia situado en la cuba (cf. US2010/0146759);

15 - la clavija de origen que está fijada a uno del equipamiento interno y del elemento de referencia, estando fijada la corredera a la otra del equipamiento interno y del elemento de referencia.

[0003] El núcleo del reactor nuclear consta característicamente de los ensamblajes de combustible nuclear de forma general prismática, dispuestos en el interior de los equipamientos internos inferiores del reactor.

20 **[0004]** Estos equipamientos internos inferiores constan en particular de una envoltura de núcleo casi cilíndrica, fijada en el interior de la cuba en una disposición casi coaxial con respecto a la cuba y una placa de soporte de núcleo incorporada a un extremo inferior de la envoltura de núcleo.

25 **[0005]** La cuba contiene igualmente unos equipamientos internos superiores, con en particular una placa superior de núcleo que reposa sobre la parte superior de los ensamblajes de combustible nuclear por medio de resortes.

30 **[0006]** Los equipamientos internos superiores e inferiores están suspendidos en el interior de la cuba. Están fijados a la virola de la cuba, ligeramente por debajo del plano de conexión de la tapa de cuba. Además, los equipamientos internos inferiores están guiados en parte inferior por varias clavijas de guiado distribuidas alrededor de la placa de soporte de núcleo y fijadas a esta. Cada clavija coopera con una corredera fijada a la cuba. Las clavijas y las correderas cooperan para limitar los desplazamientos circunferenciales de los equipamientos internos inferiores alrededor del eje central y para limitar los desplazamientos radiales de la placa de soporte de núcleo, en las condiciones accidentales. En cambio, autoriza los desplazamientos de la placa de soporte de núcleo y de la
35 envoltura de núcleo según una dirección axial con respecto a la cuba, por ejemplo bajo el efecto de una dilatación diferencial.

40 **[0007]** Debido a la fricción de las clavijas contra las correderas, las superficies de las clavijas se deterioran y, a plazos, existe un riesgo de que el desplazamiento de los equipamientos internos supere las normas autorizadas.

[0008] En este contexto, la invención tiene como objetivo proponer un procedimiento que permita reemplazar las clavijas de guiado, en vista de resolver el problema anterior.

45 **[0009]** Con este fin, la invención tiene como objetivo un procedimiento de reemplazo de una clavija de centrado de un equipamiento interno de un reactor nuclear según el objeto de la reivindicación 1.

[0010] Las superficies sanas de las caras laterales de la clavija de origen permiten definir una referencia de posición circunferencial para posicionar la clavija de reemplazo. Esto permite simplificar considerablemente la puesta en posición de la clavija de reemplazo.

50

[0011] Las superficies sanas de las caras laterales de la clavija de origen son unas superficies que no están situadas enfrente de las superficies útiles de guiado de la corredera. Estas superficies no friccionan por tanto contra las superficies útiles de guiado de la corredera y no se deterioran. Estas superficies están situadas en los dos extremos axiales de las caras laterales. Las caras laterales son en efecto axialmente más largas que las superficies
55 útiles de guiado de la corredera.

[0012] Por otro lado, la clavija consta de una parte de guiado que define las dos caras laterales y una parte de fijación al equipamiento interno o al elemento de referencia. Solo la parte de guiado está encajada en la corredera. La zona de cada cara lateral situada a lo largo de la parte de fijación constituye una superficie sana,

debido a que no está encajada en la corredera.

[0013] En función de la forma de la corredera y de la forma de las caras laterales de la clavija, pueden existir otras superficies sanas sobre las caras laterales.

5

[0014] Como se indica más arriba, la clavija puede estar destinada al guiado de los equipamientos internos inferiores con respecto a la cuba. En este caso, la clavija está fijada a los equipamientos internos inferiores y, más específicamente, a la placa de soporte de núcleo. La corredera es recibida por ejemplo en un ensamblado de forma paralelepípedica fabricada en un elemento soldado sobre la superficie interior de la cuba. La cuba constituye en este caso el elemento de referencia.

10

[0015] La clavija está fijada característicamente directamente a la placa de soporte de núcleo (caso de los reactores del cojinete 900 MWe de tipo conocido con la sigla CPY). Como variante, la clavija está fijada a la placa de soporte de núcleo por una pieza intermedia soldada sobre la placa de soporte de núcleo (caso de los reactores del cojinete 900 MWe, del tipo CPO).

15

[0016] El procedimiento es aplicable a los reactores nucleares de los otros cojinetes.

[0017] Según otra variante, la clavija está montada sobre una pieza de soporte incorporada a la cuba y la corredera está montada directamente o indirectamente sobre la placa de soporte de núcleo.

20

[0018] En otro modo de realización, la clavija está prevista para guiar los equipamientos internos superiores de la cuba con respecto a los equipamientos internos inferiores. En este caso, la clavija está fijada a uno de los equipamientos internos superiores y unos equipamientos internos inferiores. La corredera está fijada a la otra de los equipamientos internos inferiores y de los equipamientos internos superiores. Los equipamientos internos inferiores constituyen aquí el elemento de referencia.

25

[0019] Como se ha indicado más arriba, el término «clavija de centrado» significa aquí que la clavija está prevista para impedir el desplazamiento de los equipamientos internos circunferencialmente alrededor del eje central de la cuba y para limitar los desplazamientos radiales. Las caras laterales de la clavija son casi radiales con respecto al eje central de la cuba, en el sentido en que, cuando los equipamientos internos están dispuestos en el interior de la cuba, cada cara lateral forma un ángulo de menos de 5° con respecto al menos a un plano radial que contiene el eje central.

30

[0020] El procedimiento está característicamente aplicado en una piscina y, más precisamente, en la piscina que linda con la cuba del reactor. Antes de la aplicación del procedimiento, los equipamientos internos se extraen fuera de la cuba del reactor y están dispuestos sobre la estructura de almacenamiento existente, situada en el fondo de la piscina.

35

[0021] La localización de la posición circunferencial de origen de las superficies sanas de la clavija de origen permite calcular la posición de los dos planos en los cuales se inscriben las caras laterales de la clavija de origen y esto con respecto al punto de referencia fijo. En la etapa de puesta en posición, la clavija de reemplazo está colocada con respecto al punto de referencia fijo en una posición tal que estas caras laterales estén situadas en dichos planos de origen con respecto al punto de referencia fijo.

40

[0022] La posición circunferencial de las caras laterales de la clavija de reemplazo debe ser particularmente precisa, ya que el juego circunferencial entre las caras laterales de la clavija de reemplazo y la corredera es extremadamente reducido. El juego funcional circunferencial entre la clavija de reemplazo y de la corredera es del orden de 0,5 mm.

45

[0023] El procedimiento puede presentar igualmente una o varias de las características posteriores, considerado individualmente o según todas las combinaciones técnicamente posibles.

50

[0024] Según un aspecto de la invención, la etapa de localización se efectúa con la ayuda de un palpador montado sobre un robot multiejes. El robot es por ejemplo un robot de seis ejes, dispuesto en el fondo de la piscina. Tales robots son conocidos. El palpador es un equipamiento de tipo conocido. Como variante, la etapa de localización se efectúa con la ayuda de un láser o por topometría.

55

[0025] El hecho de utilizar un palpador montado sobre un robot multiejes es particularmente ventajosa,

puesto que se puede utilizar el mismo robot para manipular las herramientas que realizan las diferentes operaciones aplicadas en el procedimiento, especialmente la puesta en posición de la clavija de reemplazo. La utilización de las informaciones de posición resultantes de la etapa de localización para la puesta en posición de la nueva clavija es así más simple. La precisión de la posición de la clavija de reemplazo es mayor.

5

[0026] Según un aspecto de la invención, el punto de referencia es una estructura fija, sobre la cual se monta al menos un equipamiento aplicado para las etapas de localización y de puesta en posición. En otros términos, la estructura fija es un soporte colocado en el fondo de la piscina, previsto para permitir un montaje repetido, extremadamente preciso, del equipamiento aplicado para la etapa de localización y para la etapa de puesta en posición. Este equipamiento es el mismo para las dos etapas, de manera que se garantice una precisión excelente para la puesta en posición circunferencial de la clavija de reemplazo. Este equipamiento es característicamente un robot multiejes. Este robot está equipado con diferentes herramientas, necesarias para las etapas de localización y de puesta en posición. En una variante no preferida, las etapas de localización y de puesta en posición son efectuadas por dos equipamientos diferentes uno del otro, montados sobre la misma estructura fija.

10

15

[0027] Según un aspecto de la invención, la etapa de puesta en posición comprende:

- una sub-etapa de perforación de al menos un mandrinado de posicionamiento en el equipamiento interno o el elemento de referencia;

20

- una sub-etapa de acoplamiento de al menos un pasador de posicionamiento en el mandrinado de posicionamiento a través de la clavija de reemplazo.

25

[0028] Característicamente, en la sub-etapa de perforación se realizan dos mandrinados de posicionamiento o más de dos mandrinados de posicionamiento y se encajan en la sub-etapa de acoplamiento dos pasadores de posicionamiento en los mandrinados de posicionamientos o más de dos pasadores de posicionamiento.

[0029] La posición final de la clavija de reemplazo se determina principalmente por la posición de los mandrinados de posicionamiento. Tal modo de posicionamiento de la clavija de reemplazo es simple y preciso.

30

[0030] En este caso, una posición de mandrinado de posicionamiento con respecto al equipamiento interno o el elemento de referencia se determina ventajosamente a partir de la posición circunferencial de origen de las superficies sanas. Esta posición se obtiene por cálculo.

35

[0031] Según un aspecto de la invención, la sub-etapa de perforación se efectúa antes de la etapa de desmontaje de la clavija de origen. Esto es particularmente ventajoso, ya que es posible controlar el posicionamiento de los mandrinados directamente con respecto a la posición de las superficies sanas de las caras laterales y no con respecto a los datos de posición registrados.

40

[0032] Para ello, se perfora un pasaje a través de la parte de fijación de la clavija de origen de manera que se acceda al elemento interno o al elemento de referencia situado bajo la parte de fijación.

[0033] Como variante, la sub-etapa de perforación se efectúa después de la etapa de desmontaje de la clavija de origen.

45

[0034] Cuando la sub-etapa de perforación se efectúa antes de la etapa de desmontaje de la clavija de origen, se realiza la perforación de la parte de la parte de fijación de la clavija de origen de manera imprecisa, ya sea por electroerosión o por otra técnica de fabricación.

50

[0035] Según un aspecto de la invención, la perforación del mandrinado se efectúa por electroerosión.

55

[0036] La electroerosión es una técnica de fabricación en la cual se crean unas micro-descargas eléctricas entre un electrodo y la pieza que se va a fabricar. La operación se efectúa en un baño aislante de aceite o de agua desmineralizada. En la técnica conocida bajo el nombre de electroerosión por estampación, el electrodo tiene una forma complementaria de la forma del mandrinado que se va a fabricar.

[0037] La electroerosión presenta la ventaja de permitir una buena precisión en las dimensiones del mandrinado. Por otro lado, contrariamente a las técnicas de fabricación mecánicas, el manipulador que consta de la cabeza de electroerosión no está sometido a unas fuerzas de reacciones importantes en el transcurso de la etapa de fabricación. De este modo, el manipulador puede ser una estructura ligera, sin que la precisión de la operación se

vea afectada.

[0038] Según otro aspecto de la invención, el mandrinado presenta un fondo troncocónico. En efecto, aunque la electroerosión permite fabricar el mandrinado con una gran precisión, especialmente para su diámetro, esta precisión no es a pesar de todo tan grande como la que es posible obtener en el taller con las mejores técnicas de fabricación. El hecho de adaptar el fondo del mandrinado de manera troncocónica, permite compensar una eventual imprecisión en el diámetro del mandrinado. El pasador de posicionamiento está encajado con fuerza en el mandrinado. El extremo del pasador encaja con la parte troncocónica, a una profundidad más o menos grande en función de la precisión de la fabricación.

10

[0039] Según otro aspecto de la invención, el procedimiento comprende una etapa de localización de una superficie axial de una superficie de referencia de la clavija de origen casi perpendicular al eje central, siendo efectuada la etapa de puesta en posición de una clavija de reemplazo con respecto al equipamiento interno o el elemento de referencia utilizando también dicha posición axial.

15

[0040] La localización se efectúa con un palpador desplazado por un robot multiejes, como para las superficies sanas de las caras laterales. La superficie de referencia corresponde característicamente a una superficie de la parte de guiado de la clavija, girada hacia el fondo inferior o el fondo superior de la cuba. Estas superficies son sanas, ya que no friccionan nunca contra la corredera. Las informaciones adquiridas durante la etapa de localización permiten determinar la posición del plano en el cual se inscribe la superficie de referencia de la clavija de origen. En la etapa de puesta en posición, la superficie de referencia correspondiente de la clavija de reemplazo se posiciona en dicho plano.

20

[0041] Cabe destacar que la precisión solicitada según la dirección axial para el posicionamiento de la clavija de reemplazo es netamente inferior a la precisión solicitada circunferencialmente.

25

[0042] Otras características y ventajas de la invención resultarán de la descripción detallada que se da a continuación, a título indicativo y nulamente limitativo, en referencia a las figuras anexas, entre las cuales:

- 30 - la figura 1 es una representación simplificada, en sección axial, de la cuba de un reactor nuclear;
- las figuras 2 y 3 son unas vistas en sección radial y de cara de una clavija de centrado de los equipamientos internos inferiores del reactor de la figura 1;
- la figura 4 ilustra de manera esquemática la posición de las caras laterales de la clavija;
- la figura 5 es una vista ampliada de un detalle de la figura 1, que muestra las superficies sanas de la clavija;
- 35 - la figura 6 es un diagrama de etapas que ilustra el procedimiento de la invención;
- la figura 7 es una representación esquemática simplificada de los equipamientos internos inferiores dispuestos en el fondo de la piscina y del robot multiejes utilizado para la etapa de localización;
- la figura 8 es una representación esquemática simplificada de la cabeza del palpador utilizado para la etapa de localización;
- 40 - las figuras 9 y 10 son unas vistas similares a las de las figuras 2 y 3 y muestran las posiciones de los mandrinados fabricados a través de la clavija de origen;
- las figuras 11, 12 y 13 ilustran diferentes sub-etapas de la etapa de puesta en posición y de la etapa de fijación de la clavija de reemplazo; y
- las figuras 14 y 15 son unas vistas similares a las de las figuras 2 y 3, para otro tipo de reactor nuclear.

45

[0043] El reactor nuclear 1 representado en la figura 1 es del tipo de agua bajo presión (PWR) del cojinete 900 MWe, del tipo CPY. Comprende una cuba 1, en la cual está dispuesto un núcleo 2. El núcleo 2 consta de una pluralidad de ensamblaje de combustible nuclear, de forma general prismática. La cuba presenta un eje central X, casi vertical. La cuba presenta una virola 4 casi cilíndrica, un fondo inferior hemisférico 6, que cierra un extremo inferior de la virola 4 y una tapa amovible 8, que cierra un extremo superior de la virola 4.

50

[0044] El reactor nuclear 1 consta incluso de unos equipamientos internos inferiores 10 (EII) y unos equipamientos internos superiores 12, dispuestos en el interior de la cuba 2. Los equipamientos internos inferiores 10 constan de una envoltura de núcleo 14 de forma general cilíndrica y una placa de soporte de núcleo 16, incorporada a un extremo inferior de la envoltura de núcleo 14. La envoltura de núcleo 14 está en una disposición coaxial con respecto a la cuba. Los ensamblajes de combustible están dispuestos en el interior de la envoltura de núcleo y reposan sobre la placa de soporte de núcleo 16. La envoltura de núcleo 14 contiene una distribución 18, que se extiende a la periferia del núcleo 3 y destinada a mantener los ensamblajes de combustible nuclear en posición.

55

- [0045]** Los equipamientos internos superiores 12 comprenden una placa superior de núcleo 20, que reposa sobre la parte superior de los ensamblajes del núcleo 3 por medio de resorte. Los equipamientos internos inferiores y superiores 10, 12 están suspendidos en el interior de la cuba 2 por una parte superior 22 que está fijada sobre un borde superior de la virola 4, ligeramente por debajo del plano de conexión de la tapa 8 sobre la virola 4.
- [0046]** En el ejemplo representado, cuatro dispositivos 24 de guiado están distribuidos alrededor de la placa de soporte de núcleo 16, de manera que los equipamientos internos inferiores 10 se mantengan en posición circunferencialmente alrededor del eje X, y Radialmente con respecto al eje X. No obstante, los dispositivos de guiado 24 autorizan unos desplazamientos axiales de los equipamientos internos inferiores 10 relativamente a la cuba, por ejemplo bajo el efecto de las dilataciones diferenciales.
- [0047]** Cada dispositivo de guiado 24 consta de una clavija 26, fijada sobre un borde periférico externo de la placa de soporte de núcleo 16 y una parte hembra 28 fijada rígidamente sobre una superficie interior de la virola 4 de la vista, enfrente de la clavija 26.
- [0048]** La clavija 26 consta de una parte 30 de fijación a la placa de soporte de núcleo 16, prolongada radialmente hacia el exterior por una parte de guiado 32. Las partes 30 y 32 (figuras 2 y 3) presentan axialmente casi la misma altura. En cambio, la parte de fijación 30 presenta circunferencialmente un ancho muy superior a la parte de guiado 32. La parte de guiado 32 está delimitada circunferencialmente por dos caras laterales 34 opuestas una a la otra, radialmente hacia el exterior por una cara externa 36, y horizontalmente hacia arriba y hacia abajo por unas caras superiores e inferiores 38 y 40. Las caras 34 se extienden en unos planos casi radiales con respecto al eje X como se puede ver en la figura 4.
- [0049]** La parte de fijación 30 es casi paralelepípedica. Está fijada rígidamente en un ensamblado 42 fabricado en el borde periférico externo de la placa de soporte de núcleo 16.
- [0050]** Más precisamente, la parte de fijación 30 está montada zunchada en el ensamblado 42. El zunchado está situado sobre unos flancos de empotramiento horizontales 43 del ajuste 42. Por otro lado, una línea de soldadura periférica 44 incorpora la parte de fijación 30 a la placa de soporte de núcleo 16. Por último, seis tornillos 46 completan la fijación de la parte 30 a la placa de soporte de núcleo 16. Los extremos roscados de los tornillos 46 se atornillan en unos agujeros perforados 47 de la placa de soporte de núcleo 16.
- [0051]** Como se ilustra en la figura 5, la parte hembra 28 consta de una corredera 48 y un soporte macizo 50, llamado soporte en M, rígidamente fijado a la virola 4 de la cuba. La corredera 48 presenta, perpendicularmente al eje X, una sección en U abierta radialmente hacia el interior de la cuba. Circunferencialmente, la distancia entre las caras internas 51 de las dos ramas de la U es ligeramente superior a la distancia entre las dos caras laterales 34 de la clavija.
- [0052]** Como se puede ver en la figura 5, la corredera 48 presenta una parte superior 52 ensanchada.
- [0053]** Más precisamente, las caras internas 51 presentan cada una, una zona inferior 54 y una zona superior 56. Las zonas 54 de las dos ramas son paralelas una a la otra y casi radial con respecto al eje X. La zona 56 está inclinada con respecto a la zona 54, distanciándose las zonas 56 de las dos ramas una de la otra cuando se siguen axialmente a partir de la zona 54 correspondiente hacia arriba. Las zonas 54 constituyen las superficies útiles de guiado de la corredera.
- [0054]** Las zonas 56 abarcan aproximadamente el 20% de la altura axial de la corredera.
- [0055]** La parte de guiado 32 de la clavija está normalmente encajada en la corredera 48, con un juego de 0,25 a 0,3 mm entre cada cara 34 y la cara interna 51 correspondiente.
- [0056]** Las zonas 58 de las caras laterales 34 están colocadas frente a las zonas inferiores 54 de la corredera. Unas zonas 60 de las caras 34, situadas por encima de las zonas 58, están enfrente de las zonas 56 de la corredera. Unas zonas 62 de las caras 34, situadas por debajo de las zonas 58 están situadas fuera de la corredera, por debajo de esta. Por otro lado, una banda 64 de cada cara 34, que se extiende axialmente sobre toda la altura de la cara 34, a lo largo de la línea de unión de la cara 34 con la parte de fijación 30 de la clavija, está situada fuera de la corredera. La cara externa 36 de la clavija está encajada en la corredera 48, con una distancia del orden de 18 mm con respecto al fondo de la corredera 48.

[0057] En el transcurso de la vida del reactor, las zonas 58 de las caras 34 friccionan contra las zonas 54 de la corredera, debido al desplazamiento de los equipamientos internos inferiores con respecto a la cuba. Las zonas 58 se deterioran y dañan al cabo de un cierto número de años de funcionamiento del reactor. En cambio, las zonas 5 60, 62 y 64 de las caras 34 no friccionan nunca contra la corredera. Las zonas 62 y 64 están situadas fuera de la corredera y no pueden friccionar por tanto contra la corredera. Las zonas 60 están situadas al nivel de las partes ensanchadas 52 de la corredera, de tal modo que no toquen las zonas 56.

[0058] Las zonas 60, 62 y 64 permanecen por tanto sanas, es decir no dañadas, incluso después de 10 numerosos años de funcionamiento del reactor.

[0059] El procedimiento de reemplazo de las clavijas 26 se va a describir ahora. Las etapas principales de este procedimiento se representan en la figura 6. Como lo muestra la figura 7, estas etapas diferentes se desarrollan bajo agua, en la piscina 66 del reactor.

15 **[0060]** El procedimiento consta de las etapas siguientes:

- establecimiento de un punto de referencia fijo 68 en el fondo de la piscina, cerca de la estructura de soporte 70 previsto para recibir los EII10;
- 20 - transferencia de los EII10 desde la cuba del reactor hasta la estructura de soporte 70;
- localización de las posiciones circunferenciales de las superficies sanas de la clavija de origen 26 y de la posición axial de la clavija de origen 26, con respecto al punto de referencia fijo 68;
- perforación de mandrinados de posicionamiento para una clavija de reemplazo, en la placa de soporte de núcleo 16;
- 25 - desmontaje de la clavija de origen 26;
- establecimiento de la clavija de reemplazo;
- fijación de la clavija de reemplazo sobre la placa de soporte de núcleo 16, por medio de pasadores de posicionamiento encajados en los mandrinados de posicionamiento;
- sujeción de los tornillos de fijación de la clavija de reemplazo a la placa de soporte de núcleo 16;
- 30 - verificación de la posición de la clavija de reemplazo;
- frenado de los tornillos y de los pasadores.

[0061] Estas etapas diferentes se van a detallar ahora.

35 **[0062]** El punto de referencia fijo 68 es un soporte destinado a recibir un robot multiejes 72, como lo muestra la figura 7. El punto de referencia fijo 68 permite el montaje repetido, con una gran precisión de posicionamiento, del robot 72. El robot 72 dispone de una paleta de herramientas que le permite realizar la mayoría de las operaciones del procedimiento.

40 **[0063]** El punto de referencia fijo 68 comprende por ejemplo una pluralidad de alojamientos 73 cuyas posiciones se localizan cuidadosamente. El robot 72 está equipado con pasadores 74, previstos para encajar en los alojamientos 72 y garantizar un posicionamiento preciso del robot 72 con respecto al punto de referencia fijo 68.

[0064] La estructura de soporte 70 es un equipamiento previsto para recibir los EII 10. Equipa normalmente 45 las piscinas de reactor.

[0065] Los EII se transfieren sobre la estructura de soporte 70 por medio del puente polar del reactor.

[0066] Las posiciones circunferenciales de las superficies sanas de la clavija se localizan con la ayuda de un 50 palpador 75, desplazado por el robot 72. Característicamente, el palpador localiza las posiciones circunferenciales de las zonas sanas de la clavija en al menos dos puntos, por ejemplo situados a dos niveles diferentes de cada cara 34. Por ejemplo, el palpador va a localizar la posición circunferencial de una zona de la superficie 60 y la posición circunferencialmente de una zona de la superficie 64 situada hacia debajo de la clavija.

55 **[0067]** Como se puede ver en la figura 8, el palpador 75 consta de una cabeza 76 con un primer cilindro 78 que forma la interfaz con el robot 72, prolongado por un segundo cilindro 80 de diámetro reducido con respecto al primer cilindro 78. Para realizar la operación de localización, el robot 72 va a centrar primero el extremo libre del cilindro 80 contra la zona que se va a localizar, con una orientación casi perpendicular del cilindro 80 con respecto a la zona. Después, el robot hace girar el cilindro 80 con respecto a la zona, hasta que una generadora del cilindro 80

se adhiera contra la zona que se va a localizar. Se localiza así una recta del plano en el cual se inscribe la zona que se va a localizar. La operación se repite con otra zona de las superficies sanas, lo que permite localizar una segunda recta que forma parte de dicho plano. Se puede determinar así, conociendo dos rectas, la posición exacta del plano que contiene las superficies sanas con respecto al punto de referencia 68.

5

[0068] La misma operación se efectúa en vista de determinar la posición axial, es decir vertical, de la superficie inferior 40 de la clavija. Esta superficie es sana, puesto que no fricciona contra la corredera. El palpador 75 localiza, como se describe más arriba, el nivel vertical de la cara 40 con respecto al punto de referencia fijo 68.

10 **[0069]** Estos datos se almacenan en el computador que pilota el robot 72.

[0070] En la etapa siguiente, unos mandrinados 82 se perforan en la placa de soporte de núcleo 16, como se ilustra en la figura 9. Estos mandrinados 82 se perforan con la ayuda de una herramienta de electroerosión desplazada por el robot 72. Dos mandrinados 82 se perforan, situados de un mismo lado circunferencial de la parte de guiado 32 de la clavija (figura 10).

15

[0071] Los mandrinados 82 se perforan antes del desmontaje de la clavija de origen. Para ello, es necesario crear unos pasajes 84 a través de la parte de fijación 30 de la clavija, al nivel de los mandrinados 82.

20 **[0072]** La posición circunferencial de los mandrinados 82 se calcula con respecto al punto de referencia 68 sobre la base de la posición circunferencial de los planos de las dos caras 34, previamente localizada en la etapa precedente. La posición vertical de los mandrinados 82 se determina sobre la base de la posición vertical de la superficie 40 de la clavija de origen, localizada en la etapa precedente.

25 **[0073]** Como se puede ver en la figura 9, los pasajes 84 presentan un diámetro netamente mayor que el de los mandrinados 82. Se realizan por ejemplo con una herramienta de fabricación mecánica llevada por el robot 72. No es importante tener una buena precisión para el diámetro de los pasajes 84.

[0074] Una vez que se han realizado los pasajes 84, los mandrinados 82 se fabrican, con la ayuda de una herramienta de electroerosión. Los mandrinados 82 presentan cada uno una parte de fondo de forma troncocónica 86.

30

[0075] Para el desmontaje de la clavija de origen 26, se suprime primero la soldadura periférica 44 con una herramienta de electroerosión llevada por el robot 72. Se suprimen igualmente los puntos de soldadura (no representados) de las clavijas de interrupciones de los tornillos 46.

35

[0076] Después, se acopla una vara a la clavija 26, por ejemplo por medio del agujero perforado 88 existente en la cara superior 38 de la clavija.

40 **[0077]** Se desbloquean y desatornillan a continuación los tornillos 46, por ejemplo con la ayuda de una herramienta adaptada llevada por el robot 72. Por último, se extrae la clavija de origen del ensamblado 42 y se expulsa por medio de la vara acoplada en el orificio 88.

[0078] En la etapa siguiente, la clavija de reemplazo 90 se aproxima al ensamblado 42, por ejemplo con la ayuda de una vara o con la ayuda del robot 72 (figura 11) y se coloca en este ensamblado 42. La clavija de reemplazo 90 presenta casi la misma forma general y los mismos lados que la clavija de origen 26. Después, como se ilustra en la figura 12, unos tornillos 91 se atornillan sin sujeción al par, en los orificios 47 ya existentes en la placa de soporte de núcleo. Los tornillos 91 son atornillados por el robot 72.

45

50 **[0079]** Después, unos pasadores 92 se encajan con fuerza con un valor de esfuerzo bien definido, en los mandrinados 82, de manera que se posicione muy precisamente la clavija de reemplazo 90.

[0080] En este objetivo, la clavija de reemplazo 88 consta de unos agujeros de pasaje 94 para los tornillos 90, y unos agujeros de pasaje 96 para los pasadores 92. Los agujeros de pasaje 94 y 96 se fabrican en el taller, en unas posiciones predeterminadas, calculados en función de las posiciones circunferenciales y axiales localizadas en la clavija de origen. Los agujeros de pasaje 96 pueden estar fabricados con una gran precisión, con un diámetro interno correspondiente al diámetro externo de los pasadores 92. Como se describe más arriba, los mandrinados 82 se fabrican con una precisión inferior en términos de diámetro. Esto se compensa por el hecho de que son cónicos y de que la fabricación garantiza una precisión muy buena del cono. Así, incluso si el diámetro nominal de los

55

mandrinados 82 es ligeramente demasiado grande, el extremo de los pasadores 92 se posiciona sobre la parte cónica 86.

5 **[0081]** Se efectúa a continuación una verificación de la posición de las caras laterales de la clavija de reemplazo con respecto al punto de referencia fijo 68. Estas posiciones deben corresponder exactamente a las posiciones localizadas en la clavija de origen. Esta operación se efectúa con el palpador 75.

10 **[0082]** En el transcurso de esta etapa, se verifican igualmente las posiciones de los mandrinados 82 con respecto a sus posiciones teóricas.

[0083] En el caso en que la posición elevada difiera de la posición deseada, es posible:

- ya sea volver a fabricar la corredera correspondiente, de manera que se garantice que la distancia entre las caras laterales de la clavija de reemplazo y la corredera es conforme a las especificaciones;

15 - o retomar por fabricación una clavija de repuesto, desmontar después la clavija de reemplazo y montar la clavija de repuesto en el lugar de la clavija de reemplazo.

20 **[0084]** Se efectúa en este caso una verificación suplementaria, final, de la posición de la nueva clavija con respecto al punto de referencia fijo 68, verticalmente y circunferencialmente.

[0085] Los tornillos 91 y los pasadores 92 se engastan por último en posición.

25 **[0086]** Cabe destacar que, debido a la adición de los dos pasadores 92, ya no es necesario prever una soldadura de conexión entre la clavija de reemplazo 90 y la placa de soporte de núcleo 16. La resistencia mecánica de la conexión, obtenida con la ayuda de los seis tornillos 91 y dos pasadores 92, es suficiente.

30 **[0087]** El procedimiento se aplica igualmente a los reactores nucleares del cojinete 900 MWe, del tipo CPO. Estos reactores son semejantes a los descritos en referencia a la figura 1. No obstante, están equipados con dispositivos de guiado 24 ligeramente diferentes, ilustrados en las figuras 14 y 15. Para este tipo de reactor, las clavijas 26 están fijadas a la placa de soporte de núcleo 16 a través de una pieza intermedia 98. La pieza 98 está soldada sobre una superficie radialmente exterior de la placa de soporte de núcleo 16. Considerada en sección en un plano radial, como en la figura 14, la pieza intermedia 98 presenta una forma de esquina, de espesor descendiente de abajo hacia arriba.

35 **[0088]** La pieza 98 consta de un ensamblado 100 en el cual se recibe la parte de fijación 30 de la clavija. La parte 30 está montada zunchada en el ensamblado 100. El zunchado está situado sobre unos flancos de empotramiento verticales 102 del ensamblado 100.

40 **[0089]** Por otro lado, la clavija 26 está fijada a la placa de soporte de núcleo 16 por medio de diez tornillos 104 y de seis pasadores 106. Los tornillos 104 atraviesan completamente la pieza intermedia 98 y están atornillados en unos agujeros perforados 108 dispuestos en la placa de soporte de núcleo 16. Los pasadores 106 están montados en el intersticio entre la parte 30 de la clavija 26 y los flancos 102.

45 **[0090]** El procedimiento de reemplazo de la clavija de las figuras 14 y 15 es completamente semejante al descrito más arriba, con la excepción de algunos detalles siguientes. En la etapa de desmontaje, es necesario no solamente desmontar los tornillos de fijación 104 sino retirar igualmente los pasadores 106. Los pasadores 106 se fabrican por ejemplo por electroerosión. La clavija de reemplazo 90 está fijada a la placa de soporte de núcleo por diez tornillos, similares a los tornillos 104 y dos pasadores de posicionamiento, encajados en unos mandrinados de posicionamiento que atraviesan a la vez la pieza intermedia 98 y la placa de soporte de fondo 16.

50 **[0091]** Ya no existe ningún pasador montado entre la parte de fijación 30 y los flancos de empotramiento 102.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de reemplazo de una clavija (26) de guiado de un equipamiento interno (10) de un reactor nuclear:
- 5 - teniendo el reactor nuclear (1) una cuba (2) que presenta un eje central (X), en la cual está colocado el equipamiento interno (10, 12), cooperando la clavija de origen (26) con una corredera (48) para garantizar el guiado del equipamiento interno (10, 12) con respecto a un elemento de referencia (2, 10), siendo la cuba o estando situado en la cuba (2);
 - estando fijada la clavija de origen (26) a uno del equipamiento interno (10, 12) y del elemento de referencia (2, 10),
 10 estando fijada la corredera (48) a la otra del equipamiento interno (10, 12) y del elemento de referencia (2, 10);
 - presentando la clavija de origen (26) unas caras laterales (34) casi radiales que tienen unas superficies (58) alteradas por fricción contra la corredera (48) y unas superficies sanas (60, 62, 64) no alteradas por fricción contra la corredera (48); comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
- 15 - creación de un punto de referencia fijo (68);
 - localización de una posición circunferencial de origen de las superficies sanas (60, 62, 64) de la clavija de origen (26) alrededor del eje central (X) con respecto al punto de referencia fijo (68);
 - desmontaje de la clavija de origen (26);
 20 - puesta en posición circunferencial de una clavija de reemplazo (90) alrededor del eje central (X) con respecto al equipamiento interno (10, 12) o al elemento de referencia (2, 10), utilizando la posición circunferencial de origen de las superficies sanas (60, 62, 64) obtenidas en la etapa de localización;
 - fijación de la clavija de reemplazo (90) al equipamiento interno (10, 12) o al elemento de referencia (2, 10).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa de localización se efectúa
 25 con la ayuda de un palpador (75) montado sobre un robot multiejes (72).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el punto de referencia (68) es una estructura fija, sobre la cual está montado al menos un equipamiento aplicado para las etapas de localización y de
 30 puesta en posición.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la etapa de puesta en posición comprende:
- 35 - una sub-etapa de perforación de al menos un mandrinado (82) de posicionamiento en el equipamiento interno (10, 12) o el elemento de referencia (2, 10);
 - una sub-etapa de acoplamiento de al menos un pasador de posicionamiento (92) en el mandrinado de posicionamiento (82) a través de la clavija de reemplazo (90).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** una posición del mandrinado de
 40 posicionamiento (82) con respecto al equipamiento interno (10, 12) o el elemento de referencia (2, 12) se determina a partir de la posición circunferencial de origen de las superficies sanas (60, 62, 64).
6. Procedimiento según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado porque** la sub-etapa de perforación se
 45 efectúa antes de la etapa de desmontaje de la clavija de origen (26).
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 4 a 6, **caracterizado porque** la perforación se efectúa por electroerosión.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 4 a 7, **caracterizado porque** el
 50 mandrinado de posicionamiento (82) presenta un fondo troncocónico (86).
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque**
 comprende además una etapa de localización de una posición axial de origen de una superficie de referencia (40) de la clavija de origen (26) casi perpendicular al eje central (X), siendo efectuada la etapa de puesta en posición de una
 55 clavija de reemplazo (90) con respecto al equipamiento interno (10, 12) o al elemento de referencia (2, 10) utilizando también dicha posición axial de origen.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la clavija (26) está fijada a una placa (16) de soporte de un núcleo (3) del reactor nuclear (1), estando fijada la corredera (48)

a un elemento de soporte (50) incorporado a la cuba (2).

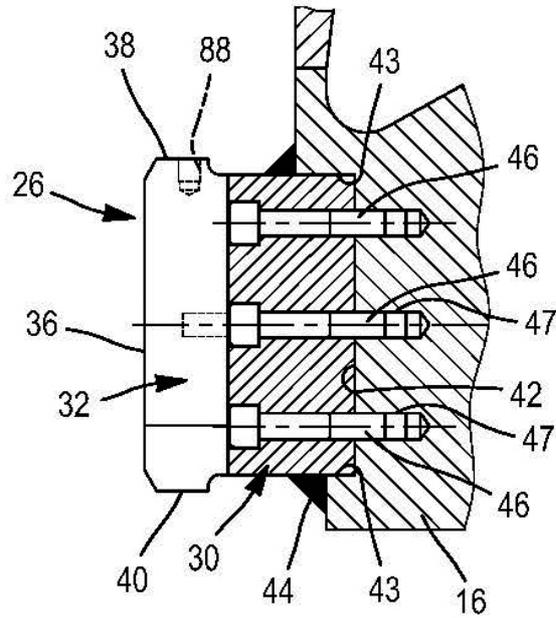


FIG. 2

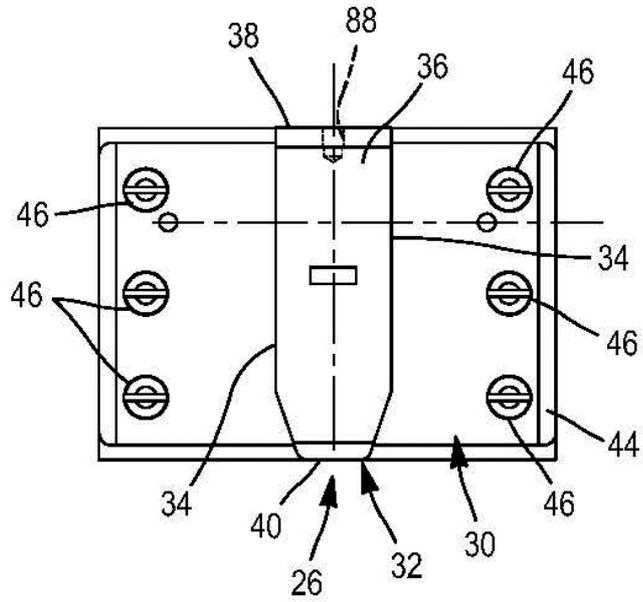


FIG. 3

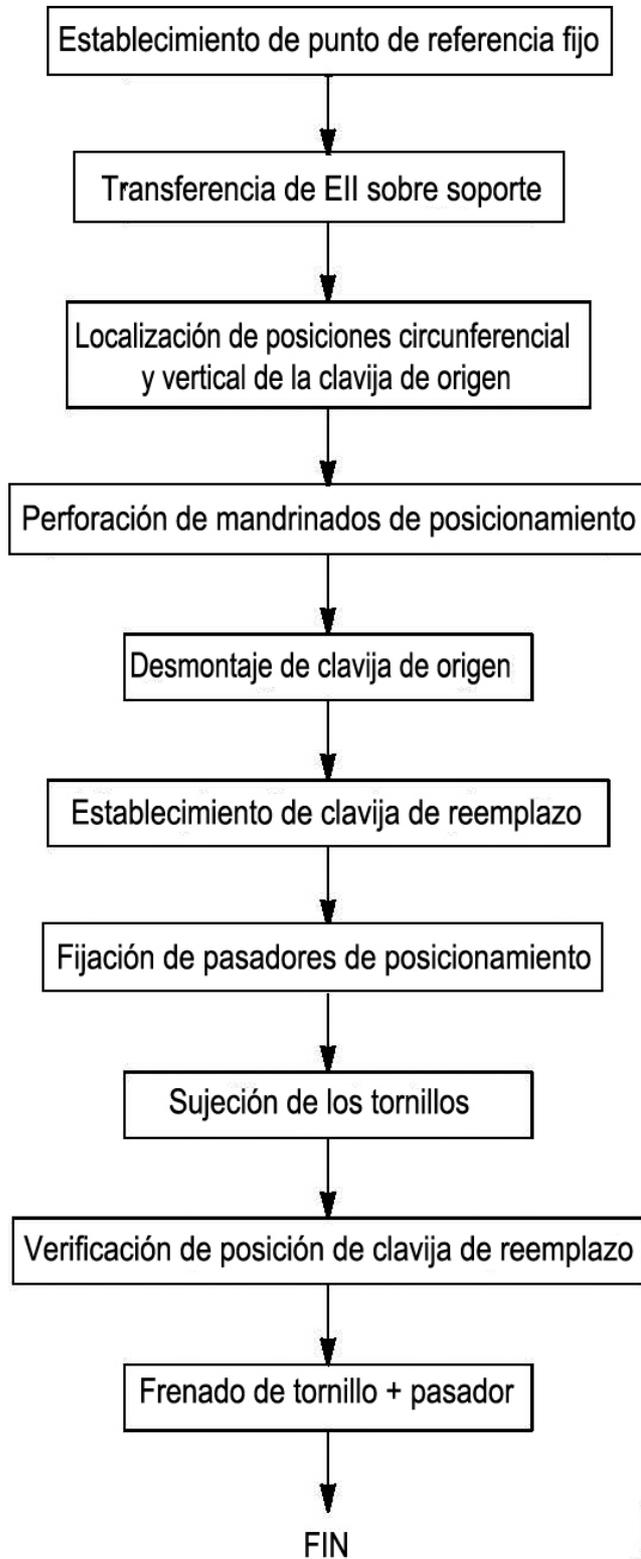


FIG.6

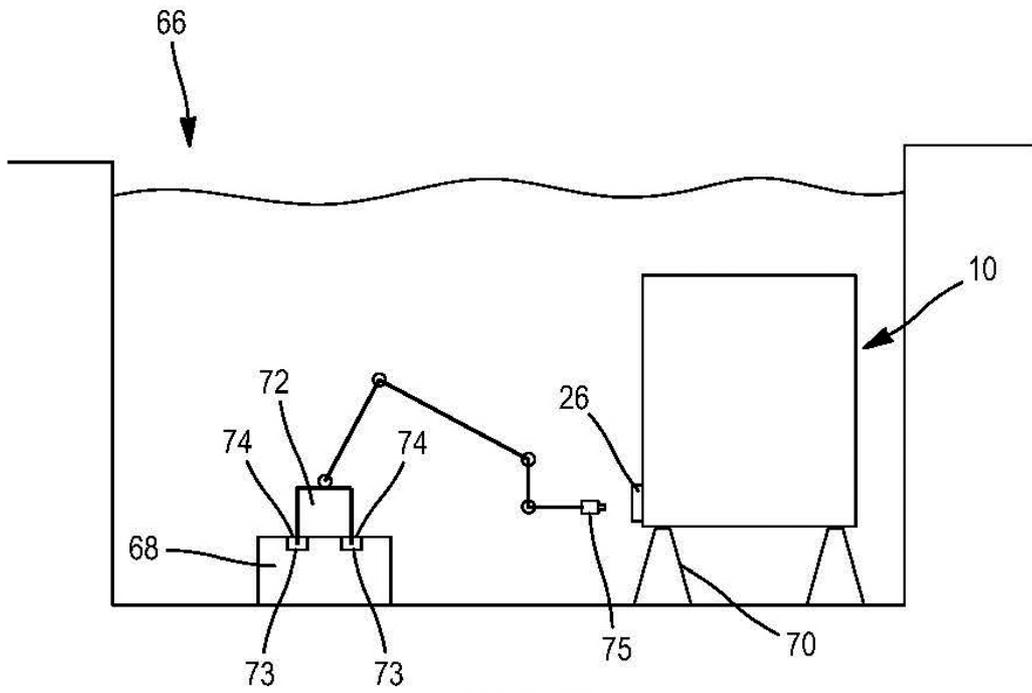


FIG. 7

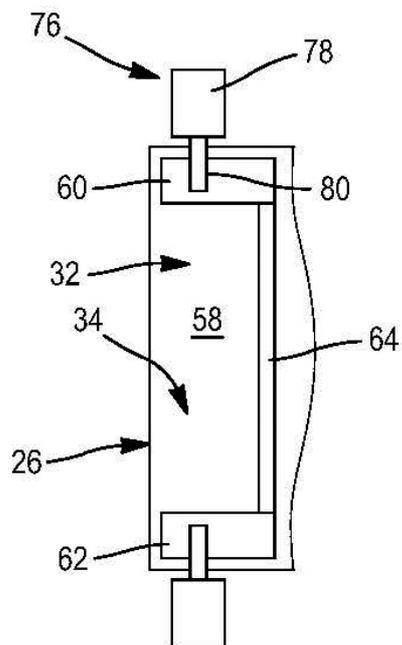


FIG. 8

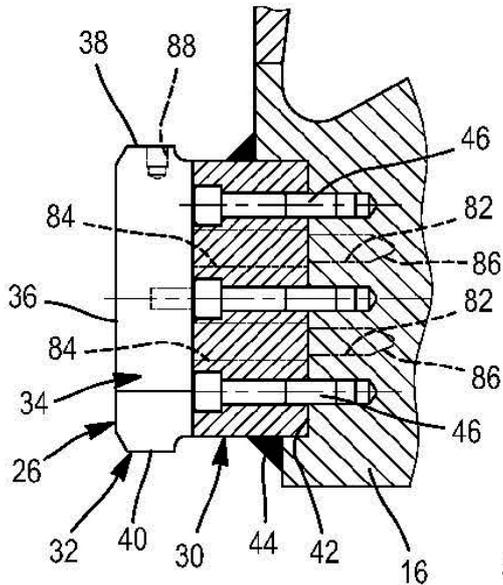


FIG. 9

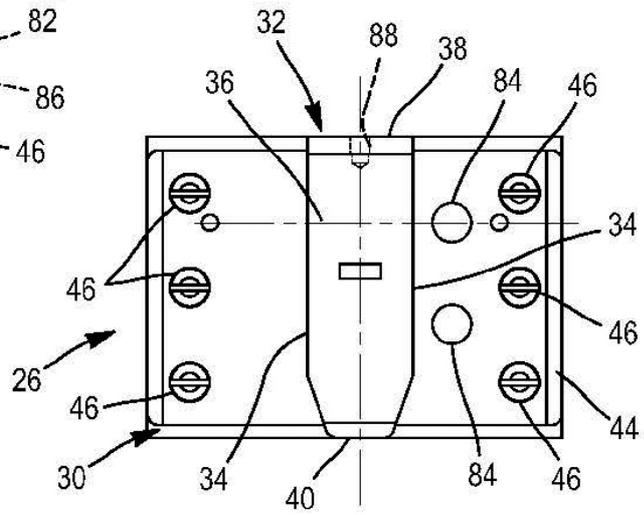


FIG. 10

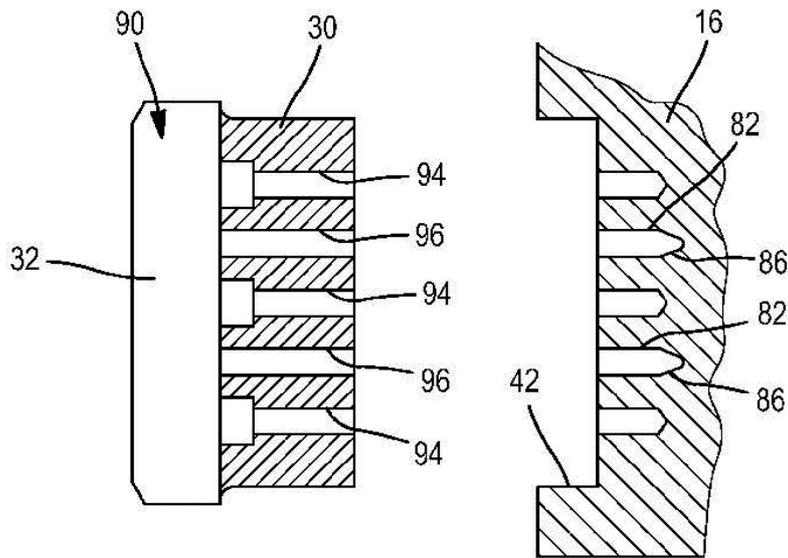


FIG. 11

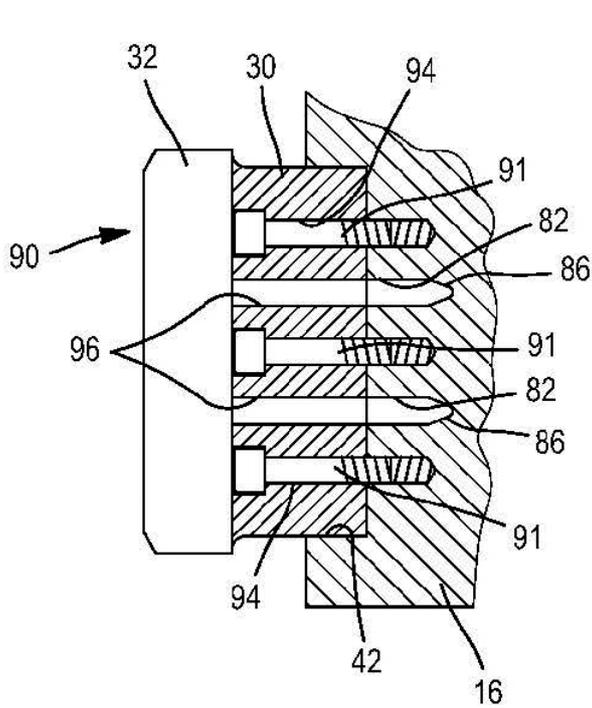


FIG. 12

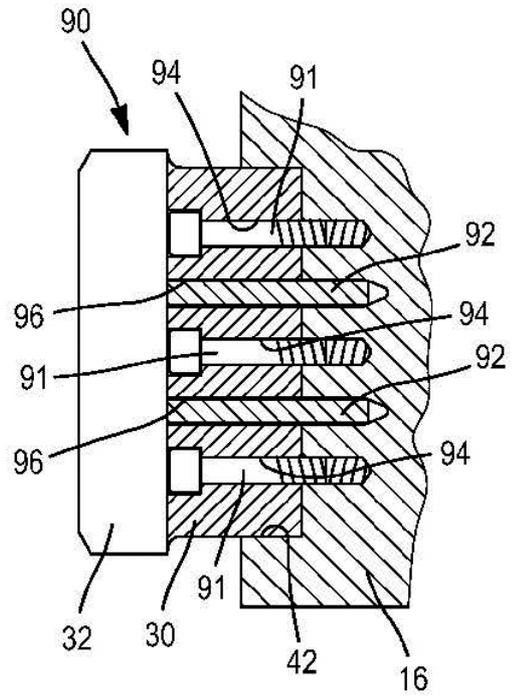


FIG. 13

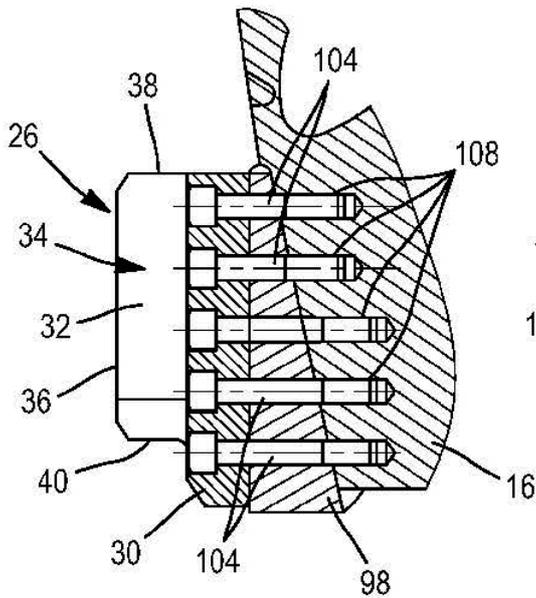


FIG. 14

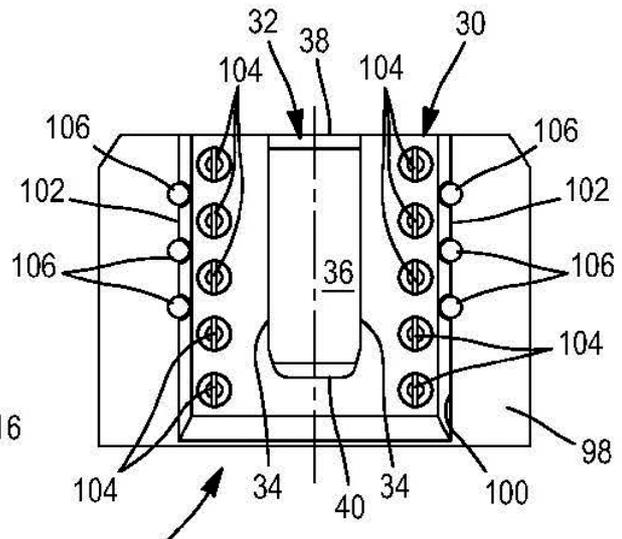


FIG. 15