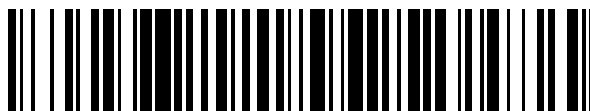


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 844**

51 Int. Cl.:

G21C 17/017 (2006.01)

G21C 19/20 (2006.01)

B23P 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2010** **E 10159633 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013** **EP 2242059**

54 Título: **Aparato y procedimiento de retirada de un conjunto de tubo seco de un recipiente a presión de un reactor nuclear**

30 Prioridad:

14.04.2009 US 423661

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

11.11.2013

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC
(100.0%)
3901 CASTLE HAYNE ROAD
WILMINGTON, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**PEET, C. ALAN;
BURNER, JAMES E.;
CHANEY, EDWARD L. y
GOLDSWORTH, WILLIAM L.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 428 844 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

Aparato y procedimiento de retirada de un conjunto de tubo seco de un recipiente a presión de un reactor nuclear

Campo técnico

La presente divulgación se refiere, en general, a aparatos y procedimientos para el mantenimiento de recipientes a presión de reactores nucleares.

Antecedentes

Un reactor de agua en ebullición (BWR) incluye tubos secos que proporcionan una carcasa dentro del recipiente del reactor que coloca sensores, tales como detectores de flujo nucleares y los protege de la presión operativa, el agua, y el vapor del reactor. Los tubos secos se extienden desde la parte inferior del recipiente del reactor hasta justo debajo de una rejilla de soporte de núcleo superior, y un conjunto de émbolo cargado por muelles está unido al extremo superior de cada tubo seco para acoplar el tubo seco con un punto de anclaje en la parte inferior de la rejilla de soporte superior.

Es posible que el tubo seco se deba retirar y reemplazar, por ejemplo, cuando los sensores en el tubo seco dejan de funcionar. A medida que el tubo seco se despliega o se instala en el recipiente del reactor, una unión soldada entre el conjunto de émbolo cargado por muelles y el tubo seco puede corroerse y el conjunto de émbolo puede dejar de funcionar correctamente. Como tal, el tubo seco se atasca y es difícil de retirar y reemplazar. En tales casos, el intento de retirar el tubo seco mediante la operación del conjunto de émbolo puede hacer que la unión corroída falle, y de una manera muy indeseable, hacer que los residuos caigan en el reactor.

El documento US 4313793 describe una máquina para enrollar o desenrollar suavemente y de manera controlable un tubo rígido de instrumento de entrada al núcleo sobre o fuera de una bobina durante el reabastecimiento de combustible de un reactor nuclear. La máquina incluye un bastidor y una bobina circular que tiene una ranura helicoidal sustancialmente continua adaptada para recibir el tubo que se extiende alrededor de la circunferencia de la bobina. Una pluralidad de rodillos de leva son llevados por el bastidor y están estrechamente separados alrededor de la circunferencia de la bobina. Los rodillos mantienen el tubo en la ranura, con lo cual el tubo puede enrollarse más fácilmente sobre o fuera de la bobina. El documento JP1133179 describe un dispositivo para separar un tubo de instrumentación dentro del horno de una placa de rejilla superior en un horno sin cortes. Un par de bastidores se proporcionan en partes inferiores de una placa fija superior, con un cilindro de aire entre el par de bastidores y una placa deslizante para un pistón del cilindro de aire. Una horquilla está unida a la placa de deslizamiento para sujetar un tubo de instrumentación dentro del horno. Una placa fija inferior se proporciona en una parte inferior de la placa de deslizamiento y un elemento fijo se proporciona en las partes inferiores del par de bastidores. Un dispositivo generador de vibraciones está dispuesto entre el elemento fijo y la placa fija inferior. Mediante la vibración del tubo de instrumentación dentro del horno a través del par de bastidores, los sedimentos de barro y agua acumulados en un espacio entre un tubo interior y un tubo exterior se eliminan y se retiran las incrustaciones, y el tubo de instrumentación dentro del horno puede separarse de una placa de rejilla superior. Por lo tanto, existe una necesidad hasta ahora no abordada en la industria para hacer frente a las deficiencias e insuficiencias antes mencionadas. Lo que se necesita es un aparato y un procedimiento para retirar de manera segura y eficiente un tubo seco.

Sumario

Las diversas realizaciones de la presente divulgación superan los inconvenientes de la técnica anterior, proporcionando un aparato de retirada de un tubo seco que está configurado para sujetar un conjunto de tubo seco para facilitar la retirada del conjunto de tubo seco desde una posición operativa en un recipiente de reactor. La presente invención reside en un aparato y en un procedimiento para la retirada de un conjunto de tubo seco en un recipiente de reactor como se indica en las reivindicaciones adjuntas.

De acuerdo con una primera realización ejemplar, un aparato incluye una estructura de montaje configurada para montar el conjunto en una guía superior de un recipiente de reactor, un conjunto de sujeción configurado para acoplarse a un conjunto de tubo seco, y un conjunto de posicionamiento que está configurado para colocar y mover el conjunto de sujeción. Una vez que el aparato está montado en la guía superior, el conjunto de posicionamiento se opera para mover el conjunto de sujeción en la posición para acoplar el conjunto de tubo seco, y el conjunto de sujeción es accionado para acoplar el conjunto de tubo seco y soportar a una longitud del conjunto de tubo seco que incluye una unión que conecta el conjunto de émbolo y el tubo seco. El conjunto de posicionamiento se opera entonces para mover el conjunto de sujeción para iniciar el pandeo a lo largo de una longitud no soportada del conjunto de tubo seco. Una vez que se inicia el pandeo, el extremo superior del conjunto de tubo seco se puede retirar del acoplamiento con la guía superior sin operar el conjunto de émbolo o tensar de otra manera la unión.

Una estructura de montaje ejemplar está configurada para el montaje en una gama de profundidades de guía superiores. La estructura de montaje incluye una corredera que está unida de forma deslizante a un bastidor del aparato. La corredera se aloja en la rejilla de soporte de la guía superior y contra la parte superior de la guía superior. El bastidor se levanta para llevar el bastidor en contacto con la parte inferior de la guía superior, mientras la corredera permanece en contacto con la guía superior, de tal manera que la guía superior se sujeta entre la

corredera y el bastidor. Como tal, el aparato se fija en una posición operativa. En realizaciones alternativas, una estructura de montaje que se sujeta a la guía superior puede ser accionada mediante un cilindro u otro mecanismo motorizado.

El conjunto de posicionamiento incluye un conjunto de posicionamiento superior y un conjunto de posicionamiento inferior. Un conjunto de posicionamiento superior ejemplar incluye un pie de presión que es accionado a lo largo de una trayectoria mediante un cilindro de pie de presión. La trayectoria se define mediante una leva de trinquete que controla la dirección del movimiento del pie de presión cuando el cilindro del pie de presión mueve el pie de presión. El extremo superior del conjunto de sujeción está conectado de manera articulada al pie de presión y se coloca a lo largo con el pie de presión. El conjunto de posicionamiento inferior incluye una estructura que incluye una pista de leva, un cilindro de basculación que desplaza la estructura de la pista de leva, y un manguito de presión de la pista de leva que acopla el extremo inferior del conjunto de sujeción con el conjunto de posicionamiento inferior. El seguidor de la pista de leva puede ser un saliente que se recibe en la pista de leva. La colocación y la orientación del conjunto de sujeción es una función de la extensión del cilindro del pie de presión, la posición del pie de presión a lo largo de la trayectoria, y la posición del seguidor de la pista de leva a lo largo de la pista de leva. La posición del seguidor de la pista de leva a lo largo de la pista de leva es una función de la extensión del cilindro de basculación y la posición del pie de presión.

De acuerdo con un procedimiento ejemplar, para mover el conjunto de sujeción en posición para acoplar el conjunto de tubo seco, el pie de presión se mueve a lo largo de la trayectoria hasta que el pie de presión contacta con un saliente del émbolo u otra estructura del conjunto de tubo seco. En diversas realizaciones, el pie de presión está configurado para recibir y acoplar el saliente del émbolo. Por ejemplo, el pie de presión puede incluir dedos cargados elásticamente que definen una cavidad para recibir el saliente del émbolo y la cavidad puede incluir un labio que se acopla con el saliente del émbolo.

El conjunto de sujeción se opera entonces para acoplar el conjunto de tubo seco. De acuerdo con una realización ejemplar, el conjunto de sujeción está configurado para acoplar el tubo seco por encima y por debajo de la unión que conecta el conjunto del émbolo con el tubo seco. De esta manera, la unión está soportada, mientras el conjunto de tubo seco se dobla y bascula. En general, el conjunto de tubo seco se dobla a lo largo de una longitud del conjunto de tubo seco que está definida entre un extremo del conjunto de tubo seco y un punto en el que el aparato se acopla con el conjunto de tubo seco que está más cerca del extremo. En diversas realizaciones, el conjunto de sujeción se aplica un tubo de encapsulación al conjunto de tubo seco para encapsular y soportar aún más la unión.

El conjunto de posicionamiento gira el conjunto de sujeción para iniciar el pandeo del conjunto de tubo seco, cuando se acopla mediante el conjunto de sujeción. El conjunto de sujeción gira alrededor de un eje que es sustancialmente ortogonal al eje longitudinal del conjunto de tubo seco. Los cilindros de basculación son accionados para mover el seguidor de leva a lo largo de la pista de leva, que hace girar el conjunto de sujeción alrededor de la conexión articulada al pie de presión. Una vez que el conjunto de tubo seco se dobla, el cilindro del pie de presión es accionado para mover el pie de presión y el conjunto de sujeción hacia abajo para comprimir y continuar el pandeo del conjunto de tubo seco y para retirar el extremo superior del conjunto de tubo seco del acoplamiento con la parte inferior de la guía superior.

Lo anterior ha indicado, en general, algunos de los aspectos y de las características de la presente divulgación, que se debe interpretar como meramente ilustrativa de las diversas aplicaciones potenciales. Otros resultados beneficiosos pueden obtenerse mediante la aplicación de la información divulgada de manera diferente o mediante la combinación de varios aspectos de las realizaciones divulgadas. En consecuencia, otros aspectos y una comprensión más completa pueden obtenerse haciendo referencia a la descripción detallada de las realizaciones ejemplares tomadas en conjunción con los dibujos adjuntos, además del alcance definido por las reivindicaciones.

Descripción de los dibujos

A continuación se presenta una descripción detallada de realizaciones de la invención a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una vista en sección de un recipiente a presión de reactor de agua en ebullición y un conjunto de tubo seco, de acuerdo con una primera realización ejemplar de la presente descripción.

La figura 2 es una vista en perspectiva parcial del conjunto de tubo seco y una guía superior del recipiente de presión de la figura 1.

La figura 3 es una vista en alzado en sección transversal parcial del conjunto de tubo seco y una guía superior del recipiente de presión de la figura 1.

La figura 4 es una vista parcial en planta de la guía superior de la figura 2.

La figura 5 es una vista en perspectiva en despiece de un aparato para retirar el conjunto de tubo seco del acoplamiento con la guía superior de la figura 2.

La figura 6 es una vista en alzado frontal del aparato de la figura 5.

La figura 7 es una vista en perspectiva parcial del aparato de la figura 5 y la guía superior de la figura 2.

La figura 8 es una vista en alzado en sección transversal de un pie de presión del aparato de la figura 5.

Las figuras 9 a 12 son vistas en alzado lateral de una leva de trinquete del aparato de la figura 5.

- 5 La figura 13 es una vista en perspectiva de un manguito de encapsulación para su uso con el aparato de la figura 5.

Las figuras 14 y 15 son vistas en planta del aparato de la figura 5 y el manguito de encapsulación de la figura 13.

Las figuras 16 a 19 son vistas en alzado lateral parcial del aparato de la figura 5, que ilustran un procedimiento de retirada de un conjunto de tubo seco de la guía superior de la figura 2.

Descripción detallada

- 10 Como se requiere, se describen en este documento realizaciones detalladas. Se debe entender que las realizaciones divulgadas son meramente ejemplares de la divulgación que puede realizarse de varias formas y alternativas y combinaciones de las mismas. Como se usa en este documento, la palabra "ejemplar" se utiliza de manera expansiva para referirse a realizaciones que sirven como ilustraciones, especímenes, modelos, o patrones. Las figuras no están necesariamente a escala y algunas características pueden estar exageradas o minimizadas para mostrar detalles de componentes particulares. En otros casos, componentes, sistemas, materiales o procedimientos bien conocidos no se han descrito en detalle para evitar el oscurecimiento de la presente divulgación. Por lo tanto, detalles estructurales y funcionales específicos descritos en este documento no se han de interpretar como limitativos, sino meramente como una base para las reivindicaciones y como una base representativa para enseñar a un experto en la materia.

- 20 Para propósitos de enseñanza, la presente divulgación describe un aparato y un procedimiento ejemplares para la retirada de un conjunto de tubo seco de su despliegue en un recipiente a presión de un reactor de agua en ebullición (BWR). El aparato está configurado para hacer pandear del conjunto de tubo seco de tal manera que el conjunto de tubo seco se pueda retirar sin ejercer presión o tensar una articulación que conecta un conjunto de émbolo a un tubo seco. En realizaciones alternativas, el aparato puede configurarse para trabajar en otros entornos, o para retirar otros elementos de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación.

- 25 Haciendo referencia a la figura 1, un reactor de agua en ebullición (BWR) 8 ejemplar incluye un recipiente de presión 10 y estructuras de soporte. Las estructuras de soporte ilustradas incluyen una guía superior 12 y una guía inferior 14. Describas en general, las estructuras de soporte están configuradas para soportar elementos del BWR 8. La guía superior 12 y la guía inferior 14 soportan, cada una, un conjunto de tubo seco 16. Por motivos de claridad, se ilustra un solo conjunto de tubo seco 16, a pesar de los BWR típicamente incluyen múltiples conjuntos de tubos secos 16 colocados en el recipiente de presión 10, así como haces de combustible, varillas de control, y otros componentes de un reactor de agua en ebullición. Los haces de combustible 20 y las varillas de control 22 se ilustran en la figura 4 y se describen con más detalle a continuación.

- 30 Haciendo referencia a las figuras 1 a 4, la guía superior 12 ilustrada es una rejilla de soporte que guía los haces de combustible 20 a medida que son elevadas y bajadas con las varillas de control 22. Cada varilla de control 22 soporta un grupo de haces de combustible 20 y eleva y baja el grupo de haces de combustible 20 a través de un espacio 24 de los haces de combustible en la guía superior 12. Los haces de combustible 20 dentro de un grupo se guían mediante las paredes del espacio 24 de los haces de combustible y se dividen y están soportados mediante una cuchilla 26 de la barra de control de la barra de control 22 correspondiente.

- 35 Un rebaje 30 está formado en la parte inferior de la guía superior 12 y en una intersección 32 de la rejilla de soporte de la guía superior 12. El rebaje 30 funciona como un punto de anclaje y está configurado para recibir un extremo superior del conjunto de tubo seco 16, como se describe en más detalle a continuación. La guía inferior 14 incluye un tubo de soporte 34 en el que se recibe la porción inferior del conjunto de tubo seco 16.

Conjunto de tubo seco

- 40 Como se muestra mejor en la figura 3, el conjunto de tubo seco 16 incluye un conjunto de émbolo 40 y un tubo seco 42. El conjunto de émbolo 40 ilustrado está conectado al tubo seco 42 ilustrado con una unión 44 soldada, aunque otros tipos de uniones están dentro del alcance de la divulgación. El conjunto de émbolo 40 ilustrado incluye un émbolo 50 desplazable cargado elásticamente, que facilita la fijación de la posición del conjunto de tubo seco 16 en el recipiente de presión 10. El émbolo 50 incluye un pomo de extremo 52 que está configurado para alojarse en el rebaje 30 para anclar el conjunto de tubo seco 16 en posición. El émbolo 50 se desliza dentro de una guía 54 del émbolo y un muelle de compresión 56 está alojado en la guía 54 del émbolo, de manera que empuja el émbolo 50 hacia el exterior. Además, el émbolo 50 incluye un saliente 58 que facilita la presión del émbolo 50 hacia el interior. De acuerdo con el procedimiento descrito en más detalle a continuación, el saliente 58 puede acoplarse para facilitar la retirada del conjunto de tubo seco 16 sin presionar el émbolo 50 hacia el interior. Además, el saliente 58

proporciona una referencia para facilitar la colocación de un aparato para acoplar el conjunto de tubo seco 16.

En general, los tubos secos proporcionan un alojamiento para sensores y colocan los sensores en la región del núcleo del reactor. Varios conjuntos de tubos secos que tienen diferentes secciones o longitudes, diferentes conjuntos de émbolo, y diferentes configuraciones el alojamiento de diferentes sensores o sistemas de monitorización están dentro del alcance de esta divulgación. El aparato descrito en este documento no se limita a la operación con el conjunto de tubo seco que se ilustra, sino que es capaz de operar con diferentes conjuntos de tubos secos. Además, en realizaciones alternativas, el aparato se puede configurar para su uso con otros conjuntos de tubos secos de acuerdo con las enseñanzas de esta divulgación.

Haciendo referencia a las figuras 1 a 4, un procedimiento ilustrativo y no limitativo para instalar el conjunto de tubo seco se describe para proporcionar un contexto. El conjunto de tubo seco 16 se baja en el recipiente de presión 10 del reactor abierto desde arriba, se guía a través de un espacio 24 de los haces de combustible, y se guía a través de una abertura en la guía inferior 14 y en el tubo de soporte 34. Para fijar el conjunto de tubo seco 16 en posición, el émbolo 50 se presiona hacia el interior para comprimir el muelle 56 y el conjunto de tubo seco 16 se alinea con la intersección 32 de la guía superior 12, donde está situado el rebaje 30. El émbolo 50 se libera entonces y se extiende debido a la fuerza del muelle 56, de tal manera que el pomo de extremo 52 se aloja en el rebaje 30. A medida que el émbolo 50 es forzado dentro del rebaje 30, el conjunto de tubo seco 16 se fija en una posición operativa en el recipiente de presión 10.

Aparato de retirada del conjunto de tubo seco

Haciendo referencia a las figuras 5 y 6, un aparato 100 está configurado para retirar el conjunto de tubo seco 16 desde la posición operativa en el recipiente de presión 10. El conjunto de tubo seco 16 se retira y se reemplaza típicamente como parte del mantenimiento de rutina o si se daña o deja de funcionar correctamente. El aparato 100 está configurado para retirar el conjunto de tubo seco 16 sin ejercer presión o tensar la unión 44 y sin presionar el émbolo 50 hacia el interior para comprimir el muelle 56. Como tal, el aparato 100 puede retirar los conjuntos de tubos secos 16, donde la articulación 44 se ha corroído o es indeseable de otra manera para realizar la unión 44. Descrito en general, el aparato 100 inicia el pandeo y hace pandear el conjunto de tubo seco 16 para retirar el extremo superior del conjunto de tubo seco 16 desde el rebaje 30 y eleva el conjunto de tubo seco 16 hacia fuera de la posición operativa.

Descrito en general, los componentes dinámicos del aparato ilustrado son operados mediante cilindros accionados por presión. La presión del fluido o del aire se transfiere desde bombas de fluido (no mostradas) a cada uno de los cilindros mediante mangueras de presión (no mostradas). Las bombas de fluido se controlan con un sistema de control (no mostrado). En diversas realizaciones, el sistema de control interactúa con un operador y/o con un ordenador que controla el funcionamiento del aparato.

Haciendo referencia a la figura 5, el aparato 100 incluye un bastidor 110 que soporta, aloja, y coloca los elementos del aparato 100. El bastidor 110 ilustrado incluye dos brazos longitudinales 112, 113 que son sustancialmente paralelos y simétricos entre sí. Los brazos 112, 113 son sustancialmente verticales cuando el aparato 100 está montado en la guía superior 12. Los bloques superior e inferior 114, 116 conectan los extremos superior e inferior de los brazos 112, 113 entre sí. Los brazos 112, 113 incluyen, cada uno, un saliente 118 y una horquilla 120 que facilitan el montaje del aparato 100 en la guía superior 12, como se describe en más detalle a continuación. Unos cables de elevación 122 están unidos al bloque superior 114 y facilitan la colocación del aparato 100 en el recipiente de presión 10 y el montaje del aparato 100 en la guía superior 12.

Mecanismo de montaje

Haciendo referencia a las figuras 4 a 7, el aparato 100 ilustrado incluye una característica de montaje que permite que el aparato 100 se monte en la guía superior 12 ilustrada y en las guías superiores de diferentes profundidades. La característica de montaje ilustrada incluye los salientes 118, las horquillas 120, y una corredera 130. Las horquillas 120 ilustradas son parte integral de los brazos 112, 113 y la corredera 130 incluye unas aberturas 132 que reciben de forma deslizante las horquillas 120, de tal manera que la corredera 130 es capaz de desplazarse a lo largo de la longitud de las horquillas 120. Las horquillas 120 ilustradas permiten que la corredera 130 se mueva a lo largo de una longitud entre el bloque superior 114 y los salientes 118.

La corredera 130 ilustrada incluye un par de dientes 134 que están configurados para alojarse en los espacios 24 de los haces de combustible de la guía superior 12, que están separados por la intersección 32. Los espacios 24 de los haces de combustible que reciben los dientes son adyacentes al espacio 24 del haz de combustible donde se recibe el aparato 100, como se describe más en detalle a continuación.

El aparato 100 también incluye un conjunto de sujeción 136 y un conjunto de posicionamiento 138 que controla la posición, el movimiento, y la orientación del conjunto de sujeción 136. El conjunto de posicionamiento 138 ilustrado incluye un conjunto de posicionamiento superior 139 que está asociado con el extremo superior del conjunto de sujeción 136 y un conjunto de posicionamiento inferior 140 que está asociado con el extremo inferior del conjunto de sujeción 136.

Conjunto de posicionamiento superior

Haciendo referencia a las figuras 5, 6, y 8, el conjunto de posicionamiento superior 139 incluye un pie de presión 141 que está conectado al bloque superior 114 mediante un cilindro 142 del pie de presión. El cilindro 142 del pie de presión está conectado de manera articulada al bloque superior 114. La extensión y la retracción del cilindro 142 del pie de presión mueve el pie de presión 141. Haciendo referencia a las figuras 5, 6, y 9, el pie de presión 141 está dirigido a lo largo de una trayectoria 144 mediante levas de trinquete 146 que están alojadas en las paredes interiores de los brazos 112, 113. El pie de presión incluye unas protuberancias 147 que siguen la superficie de las levas 146. Las levas de trinquete 146 son empujadas para girar en una dirección que es opuesta a la dirección en la que se mueve el pie de presión 141 a lo largo de la trayectoria 144. El empuje de rotación de la leva de trinquete 146 está representado por el muelle de compresión 145, aunque se pueden usar muelles de rotación, otros mecanismos de empuje, y otras configuraciones. La estructura de los brazos 112, 113 limita la rotación de las levas de trinquete 146 en cualquier dirección.

Haciendo referencia a las figuras 9 a 12, la extensión y la contracción del cilindro del pie de presión 142 y el contacto entre las protuberancias 147 y la superficie que define la trayectoria de las levas de trinquete 146 mueve el pie de presión 141 a lo largo de la trayectoria 144 de la leva. Cuando el pie de presión 141 se mueve a lo largo de los segmentos de la trayectoria 144, la protuberancia 147 contacta y hace girar las levas de trinquete 146 (véase la figura 11). Cuando la protuberancia 147 continúa a lo largo de la trayectoria 144, la protuberancia 147 despeja la leva de trinquete 146 y el muelle 145 hace girar las levas de trinquete 146 para cerrar la porción de la trayectoria 144 que la protuberancia 147 acaba de desplazarse. La protuberancia 147 se dirige a lo largo del siguiente segmento de la trayectoria 144 mediante las levas de trinquete 146 cuando el cilindro 142 del pie de presión se retrae o invierte la dirección. Las figuras 10 a 12 ilustran el movimiento de la protuberancia 147 a lo largo de la trayectoria 144 y la operación de la leva 146 cuando se extiende el cilindro 142 del pie de presión. La función de la leva 146 y la protuberancia 147 es sustancialmente la misma cuando el cilindro 142 del pie de presión se retrae desde la posición ilustrada en la figura 12.

Haciendo referencia a las figuras 5 y 8, el pie de presión 141 incluye una base 148 y una carcasa exterior 150 que están conectadas de forma pivotante entre sí. La base 148 está unida al extremo inferior del cilindro 142 del pie de presión. Un muelle de compresión 152 empuja la carcasa exterior 150 hacia adelante.

Haciendo referencia a la figura 8, el pie de presión 141 está configurado para recibir y acoplar el saliente 58 del émbolo 58. El pie de presión 141 ilustrado incluye un par de dedos 154 que se extienden hacia el exterior y están configurados para recibir el conjunto de tubo seco 16 entre los mismos. El espacio entre los dedos 154 es mayor que el diámetro del émbolo 50 ilustrado y menor que el diámetro del saliente 58 del émbolo, de tal manera que el pie de presión 141 se puede mover a lo largo de una longitud del conjunto de tubo seco 16 con el émbolo 50 entre los dedos 154 y los dedos 154 pueden contactar y acoplarse con el saliente 58 del émbolo. Los dedos 154 se inclinan ligeramente hacia abajo mediante el muelle 152. Los dedos 154 empujados por los muelles proporcionan una indicación visual de cuándo el saliente 58 está en contacto con los dedos 154.

Las partes inferiores de los dedos 154 incluyen una cavidad 156 para recibir el saliente 58 del émbolo. La cavidad 156 ilustrada está configurada para acoplarse con el saliente 58 del émbolo. La cavidad incluye un labio 158 para capturar el saliente 58 del émbolo cuando el pie de presión 141 se mueve hacia el exterior y hacia arriba a lo largo de una porción inferior de la trayectoria 144. El empuje hacia abajo de los dedos 154 facilita la captura del saliente 58, ya que el ángulo hacia abajo de los dedos 154 permite que el labio 158 se deslice o caiga sobre el saliente 58. Descrito de manera alternativa, el empuje hacia abajo de los dedos 154 facilita el guiado del saliente 58 en la cavidad 156.

El pie de presión 141 ilustrado incluye sensores 160 que están configurados para identificar cuándo el saliente 58 del émbolo 58 es recibido en la cavidad 156. Cuando el saliente 58 del émbolo es recibido en la cavidad 156, la carcasa exterior 150 se gira para comprimir el muelle (145) 152. Los sensores 160 ilustrados identifican cuándo la carcasa exterior 150 se hace girar respecto a la base 148 cuando el sensor 160 sobre la base 148 está en contacto con o en proximidad con el sensor 160 en la carcasa exterior 150. Otras configuraciones y tipos de sensores 160 pueden utilizarse para identificar cuándo el saliente 58 del émbolo es recibido en la cavidad 156, o de otra manera cuándo el aparato 100 se coloca para acoplar el conjunto de tubo seco 16 como se describe en más detalle a continuación.

Conjunto de sujeción

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 5 y 6, un conjunto de sujeción 136 que está configurado para acoplar y encapsular el conjunto de tubo seco 16 incluye mordazas de sujeción 172 (ver las figuras 14 y 15) que se apoyan y se colocan mediante una placa 174. El extremo superior de la placa 174 está conectada de manera articulada al pie de presión 141 para conectar el conjunto de sujeción 136 a la parte superior del conjunto de posicionamiento (138) 139. Las mordazas de sujeción 172 están controladas mediante cilindros de sujeción 176.

Haciendo referencia a las figuras 13 a 15, el conjunto de sujeción 136 está configurado para aplicar un manguito de encapsulación 180 al conjunto de tubo seco 16. El manguito de encapsulación 180 ilustrado incluye un par de

mitades 182, 183 que están configuradas para fijarse entre sí. Las mitades 182, 183 ilustradas incluyen, cada una, nervios 184 que están configurados para acoplarse entre sí cuando las mitades 182, 183 se combinan. Las mitades 182, 183 se pueden combinar alrededor de conjuntos de tubos secos de varios diámetros. Además, las mitades 182, 183 están conectadas con una articulación 186 que incluye tiras 188 definida por aberturas y muescas para facilitar la fijación del manguito de encapsulación 180 a y la retirada del manguito de encapsulación 180 del conjunto de sujeción 136.

El manguito de encapsulación 180 está configurado para fijarse al conjunto de sujeción 136 de tal manera que las mordazas de sujeción 172 pueden cerrar o envolver el manguito de encapsulación 180 alrededor del conjunto de tubo seco 16 cuando las mordazas de sujeción 172 se acoplan al conjunto de tubo seco 16. El manguito de encapsulación 180 está configurado envolverse alrededor del conjunto de tubo seco 16 para encapsular la unión 44 y evitar que los desechos caigan en el recipiente de presión 10. Haciendo referencia a la figura 14, el conjunto de sujeción 136 incluye un gancho 189 y el manguito de encapsulación 180 está fijado al conjunto de sujeción 136 como una tira 188 envuelta alrededor del gancho 189. Además, haciendo referencia a las figuras 14 y 15, el conjunto de sujeción 136 incluye un mecanismo de corte 185 que corta la tira 188 cuando las mordazas de sujeción 172 envuelven el manguito de encapsulación 180 alrededor del conjunto de tubo seco 16. Una vez que se cortan las tiras 188, el conjunto de tubo seco encapsulado 16 puede ser liberado mediante el conjunto de sujeción 136 cuando las mordazas de sujeción 172 se abren. Una vez que las tiras 188 están cortadas, las tiras 188 no sujetan el manguito de encapsulación 180 en el gancho 189.

Conjunto de posicionamiento inferior

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 5 y 6, el extremo inferior del conjunto de sujeción 136 está acoplado al conjunto de posicionamiento inferior 140. El extremo inferior del conjunto de sujeción 136 incluye protuberancias 178 que están configuradas para seguir una pista de leva. El conjunto de posicionamiento inferior 140 incluye placas de leva 190 desplazables y cilindros 192 de la placa de leva que se alojan en el bloque inferior 116. Las placas de leva 190 incluyen, cada una, una pista de leva 194 que recibe una de las protuberancias 178. Los cilindros 192 de las placas de leva pueden mover las placas de leva 190 para mover las protuberancias 178 a lo largo de las pistas de leva 194. Las placas de leva 190 ilustradas están configuradas para desplazarse en una dirección sustancialmente vertical y las pistas de leva 194 ilustradas incluyen segmentos 195, 196 sustancialmente verticales que están desplazados entre sí y un segmento 197 medial diagonal que conecta los segmentos 195, 196 verticales.

El aparato de posicionamiento ilustrado proporciona que el movimiento, el posicionamiento, y la orientación del conjunto de sujeción 136 se puedan lograr mediante la operación de cualquiera o cada uno del cilindro 142 del pie de presión y los cilindros 192 de la placa de leva. En general, el cilindro 142 del pie de presión controla el movimiento vertical del conjunto de sujeción 136. La conexión entre el conjunto de sujeción 136 y las placas de leva 190 permite que el conjunto de sujeción 136 se mueva verticalmente con el pie de presión 141 sin la sincronización con el movimiento de los cilindros 192 de la placa de leva. La rotación del conjunto de sujeción 136 es una función de la extensión del cilindro 142 del pie de presión y de la extensión de los cilindros 192 de la placa de leva.

La rotación del conjunto de sujeción 136 se puede controlar mediante la operación del cilindro 142 del pie de presión. Por ejemplo, el cilindro 142 del pie de presión se puede operar para mover el extremo superior del conjunto de sujeción 136 a lo largo de una trayectoria que es sustancialmente similar a la trayectoria 144 de la leva, mientras que el extremo inferior del conjunto de sujeción 136 se mueve a lo largo de un segmento 195, 196 vertical de la pista de leva 194. Alternativamente, la rotación del conjunto de sujeción 136 puede controlarse mediante la operación de los cilindros 192 de la placa de leva. Por ejemplo, la posición del extremo superior del conjunto de sujeción 136 se puede mantener mientras se accionan los cilindros 192 de la placa de leva para mover el extremo inferior del conjunto de sujeción 136 cuando las protuberancias 178 se mueven a lo largo del segmento medial 197 de la pista de leva 194.

El aparato ilustrado 100 está configurado de tal manera que la operación del cilindro 142 del pie de presión mueve el conjunto de sujeción 136 en posición para acoplarse y encapsular el conjunto de tubo seco 16, de tal manera que la posterior operación de los cilindros 192 de la placa de leva mueven el conjunto de sujeción 136 para iniciar el pandeo del conjunto de tubo seco 16, y de tal manera que la posterior operación del cilindro 142 del pie de presión continúa el pandeo del conjunto de tubo seco 16 y retira el conjunto de tubo seco 16 del acoplamiento con la guía superior 12. Un procedimiento ejemplar de la operación del aparato 100 se describe ahora con más detalle.

Procedimiento de operación

Un procedimiento ejemplar de operación del aparato 100 se describe ahora, aunque el aparato 100 puede operarse de acuerdo con otros procedimientos. Por ejemplo, el procedimiento ejemplar descrito se puede modificar mediante la adición u omisión de etapas, cambiando el orden de las etapas, combinaciones de los mismos, y similares.

Haciendo referencia a la figura 4, los haces de combustible 20 que rodean el conjunto de tubo seco 16 se retiran de tal manera que el aparato 100 puede colocarse adyacente al conjunto de tubo seco 16, y de tal manera que el aparato 100 tiene espacio para operar sin ser obstruido o dañado por los haces de combustible 20, las varillas de control 22, las cuchillas 26 de las varillas de control, o cualquier otro elemento del recipiente de presión 10. El perfil

del aparato 100 minimiza el número de haces de combustible 20 que deben retirarse durante el mantenimiento. El aparato 100 ocupa y opera en aproximadamente el espacio de un solo haz de combustible 20.

Antes de montar el aparato 100 en la guía superior 12, el manguito de encapsulación 180 se fija al conjunto de sujeción 136 como se describió anteriormente. Haciendo referencia a las figuras 4 y 7, el aparato 100 se baja a continuación, a través del espacio 24 del haz de combustible apropiado y se monta en la intersección 32 de la guía superior 12. Los dientes 134 de la corredera 130 son espacios 24 de los haces combustible que se colocan en diagonal entre sí. Los dientes 134 están configurados para colocar cerca del aparato 100 respecto a la intersección 32 y el peso del aparato 100 estira del aparato 100 contra la intersección 32. Los cables 122 se tensan a continuación para tirar de los salientes 118 en contacto con la parte inferior de la guía superior 12 para sujetar o montar el aparato 100 en la guía superior 12. Este mecanismo permite que el aparato 100 acomode un intervalo de alturas superiores de guía sin reconfigurar el aparato 100, ya que el aparato 100 se apoya contra la parte inferior de la guía superior 12. El mecanismo de montaje ilustrado coloca constantemente el aparato 100 respecto a la parte inferior de la guía superior 12.

Haciendo referencia a las figuras 16 a 19, como el saliente 118 se coloca contra la parte inferior de la guía superior 12, el aparato 100 está montado en la guía superior 12 y posicionado respecto al conjunto de tubo seco 16 para poder operar para retirar el conjunto de tubo seco 16. La operación del aparato 100 se realiza generalmente a través de la operación de los cilindros. A través de la operación de los cilindros, el aparato 100 funciona para acoplar, encapsular, pandear y retirar el conjunto de tubo seco 16 del acoplamiento con la guía superior 12.

Haciendo referencia a las figuras 16 y 17, el cilindro 142 del pie de presión se acciona y se extiende para mover el pie de presión 141 a lo largo de la trayectoria 144 de la leva hacia el conjunto de tubo seco 16 hasta que el émbolo 50 se aloja entre los dedos 154. El pie de presión 141 a continuación continúa hacia abajo a lo largo de la longitud del émbolo 50 hasta que el saliente 58 del émbolo se aloja en la cavidad 156. Los sensores 160 o la visión del operador se pueden utilizar para reconocer que el saliente 58 del émbolo se aloja en la cavidad 156. En diversas realizaciones, los sensores 160 proporcionan una salida o indicador a una pantalla para alertar a un operador de que el conjunto de sujeción 136 está en posición para acoplar el conjunto de tubo seco 16. Alternativamente, los sensores 160 pueden enviar instrucciones legibles por máquina que cesan la extensión del cilindro 142 del pie de presión. En cualquier caso, la operación del cilindro 142 del pie de presión se detiene momentáneamente, de tal manera que el pie de presión 141 no presiona hacia abajo sustancialmente en el saliente 58 del émbolo o hacer ejercitar de otro modo la unión 44.

El conjunto de sujeción 136 se mueve con el pie de presión 141 hacia abajo hacia el conjunto de tubo seco 16 y coloca el manguito de encapsulación 180 y las mordazas de sujeción 172 próximas al conjunto de tubo seco 16. El conjunto de sujeción 136 se coloca de tal manera que las mordazas de sujeción 172 se acoplan al conjunto de tubo seco 16 por encima y por debajo de la unión 44. La longitud del conjunto de tubo seco 16 entre las mordazas de sujeción 172 es una longitud soportada 200 y la longitud del conjunto de tubo seco por debajo de la mordaza de sujeción inferior 172 es una longitud no soportada 202. La longitud soportada 200 está soportada para soportar la unión 44 cuando la longitud no soportada 202 bascula.

Haciendo referencia a las figuras 14, 15, y 17, los cilindros de sujeción 176 son accionados para encapsular la unión 44 con el manguito de encapsulación 180 y para acoplar el conjunto de tubo seco 16 con la mordaza de sujeción 172.

Haciendo referencia a la figura 18, los cilindros 192 de la placa de leva se accionan a continuación para iniciar el pandeo del conjunto de tubo seco 16. Cuando los cilindros 192 de la placa de leva se accionan y se extienden, las protuberancias 178 se mueven a través de los segmentos diagonales 197 de las pistas de leva 194 y el conjunto de sujeción 136 gira alrededor de la conexión articulada al pie de presión 141. A medida que el conjunto de sujeción 136 gira, la longitud del conjunto de tubo seco 16 que se acopla con las mordazas de sujeción 172 se desplaza a lo largo del conjunto de sujeción 136 y el conjunto de tubo seco 16 bascula o se inicia el pandeo a lo largo de la longitud no soportada 202.

Haciendo referencia a las figuras 11, 12 y 19, una vez que se ha iniciado el pandeo, el conjunto de tubo seco 16 continúa basculando a lo largo de la longitud no soportada 202 cuando el cilindro 142 del pie de presión se acciona y se extiende de nuevo. El pie de presión 141 y el conjunto de sujeción 136 se mueven hacia abajo cuando el pie de presión 141 continúa a lo largo del segmento descendente de la trayectoria 144 de la leva. El conjunto de tubo seco 16 continúa basculando a lo largo de la longitud sin soporte 202 y el extremo 52 del conjunto de tubo seco 42 se retira del rebaje 30 sin hacer ejercitar la articulación 44 o basculando de otro modo el conjunto de tubo seco 16 a lo largo de la longitud soportada 200. Como el pie de presión 141 y el conjunto de sujeción 136 se mueven sustancialmente como una unidad, no se aplica ninguna fuerza al émbolo 50 cuando el pie de presión 141 se mueve hacia abajo.

Haciendo referencia a las figuras 12 y 19, una vez que el pie de presión 141 alcanza el punto más bajo de la trayectoria 144 de la leva o elimina de otro modo la guía proporcionada por la leva de trinquete 146 cuando el cilindro 142 del pie de presión se extiende, el cilindro 142 del pie de presión puede accionarse para retraer y mover el conjunto de tubo seco 16 lejos de la intersección 32 y hacia arriba cuando el pie de presión 141 se mueve a lo

largo de la trayectoria 144 de la leva. El aparato 100 puede entonces retirarse junto con el conjunto de tubo seco 16 acoplado elevando el aparato 100 a través del espacio 24 del haz de combustible con los cables de elevación 122.

5 Las realizaciones se han ilustrado de una manera que está pensada en todos los aspectos para ser ilustrativas, más que restrictivas. Los expertos en la materia reconocerán que son posibles muchas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de las enseñanzas. Por ejemplo, tal como se usa en este documento, las referencias direccionales tales como superior, base, inferior, extremo, lateral, interior, exterior, medio, frontal y trasero no limitan los elementos respectivos a dicha orientación, sino que simplemente sirven para distinguir estos elementos entre sí.

10 Las realizaciones descritas anteriormente son meramente ilustraciones ejemplares de las implementaciones indicadas para una clara comprensión de los principios de la divulgación. Se pueden hacer variaciones, modificaciones y combinaciones a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Todas estas variaciones, modificaciones y combinaciones se incluyen en este documento mediante el alcance de las siguientes reivindicaciones.

15 Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir que cualquier persona experta en la materia ponga en práctica la invención, incluyendo la realización y el uso de dispositivos o sistemas y la realización de cualquiera de los procedimientos incorporados. El alcance de la invención se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para la retirada de un conjunto de tubo seco (16) en un recipiente de reactor, que comprende:

un conjunto de sujeción (136) configurado para acoplarse con un conjunto de tubo seco (16); y

un conjunto de posicionamiento (138) que está configurado para colocar el conjunto de sujeción en relación con el conjunto de tubo seco y para hacer girar el conjunto de sujeción (136) alrededor de un eje que es sustancialmente ortogonal a un eje longitudinal del conjunto de tubo seco para iniciar el pandeo del conjunto de tubo seco (16) que está acoplado con el conjunto de sujeción (136), comprendiendo el conjunto de posicionamiento (138) un conjunto de posicionamiento superior (139) asociado con un extremo superior del conjunto de sujeción (136) y un conjunto de posicionamiento inferior (140) asociado con un extremo inferior del conjunto de sujeción (136).

2. Aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 1, que también comprende una estructura de montaje (110, 130) configurada para montar el aparato (100) en una guía superior (12), estando configurada la estructura de montaje (110, 130) para colocar el aparato respecto a la parte inferior de la guía superior (12).

3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2, comprendiendo la estructura de montaje un bastidor (110) y una corredera (130), estando configurada la corredera (130) para desplazarse a lo largo de una longitud del bastidor (110).

4. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el conjunto de posicionamiento superior (139) comprende un pie de presión (141) que está configurado para colocar el conjunto de sujeción (136) en relación con un conjunto de tubo seco (16), estando conectado el conjunto de sujeción (136) de forma articulada al pie de presión (141).

5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el conjunto de posicionamiento superior también comprende una leva de trinquete (146) que está configurada para guiar el pie de presión (141) a lo largo de una trayectoria (144) predefinida.

6. Aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto inferior de posicionamiento (138) comprende una pista de leva (194) y un seguidor (178) de la pista de leva que acopla el conjunto de sujeción (136) a la pista de leva (194), estando configurada la pista de leva (194) de tal manera que el conjunto de sujeción (136) gira alrededor de la conexión articulada como una función de la posición del seguidor (192) de la pista de leva a lo largo de la pista de leva (194).

7. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que el pie de presión (141) comprende una cavidad (156) y un labio (158) que están configurados para capturar un saliente (58) de un conjunto de tubo seco.

8. Aparato (100) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, estando configurado el conjunto de sujeción (136) para aplicar un manguito de encapsulación (180) a un conjunto de tubo seco (16) y para liberar el manguito de encapsulación (180) según se aplique.

9. Un procedimiento de retirada de un conjunto de tubo seco (16), que comprende:

colocar un conjunto de sujeción (136) en relación con un conjunto de tubo seco (16) mediante un conjunto de posicionamiento superior (139) asociado con un extremo superior del conjunto de sujeción (136);

acoplar el conjunto de tubo seco (16) con un conjunto de sujeción (136);

girar el conjunto de sujeción (136) alrededor de un eje que es sustancialmente ortogonal a un eje longitudinal del conjunto de tubo seco (16) mediante el conjunto de posicionamiento superior y un conjunto de posicionamiento inferior (140) asociado con un extremo inferior del conjunto de sujeción (136), para iniciar el pandeo del conjunto de tubo seco (16); y

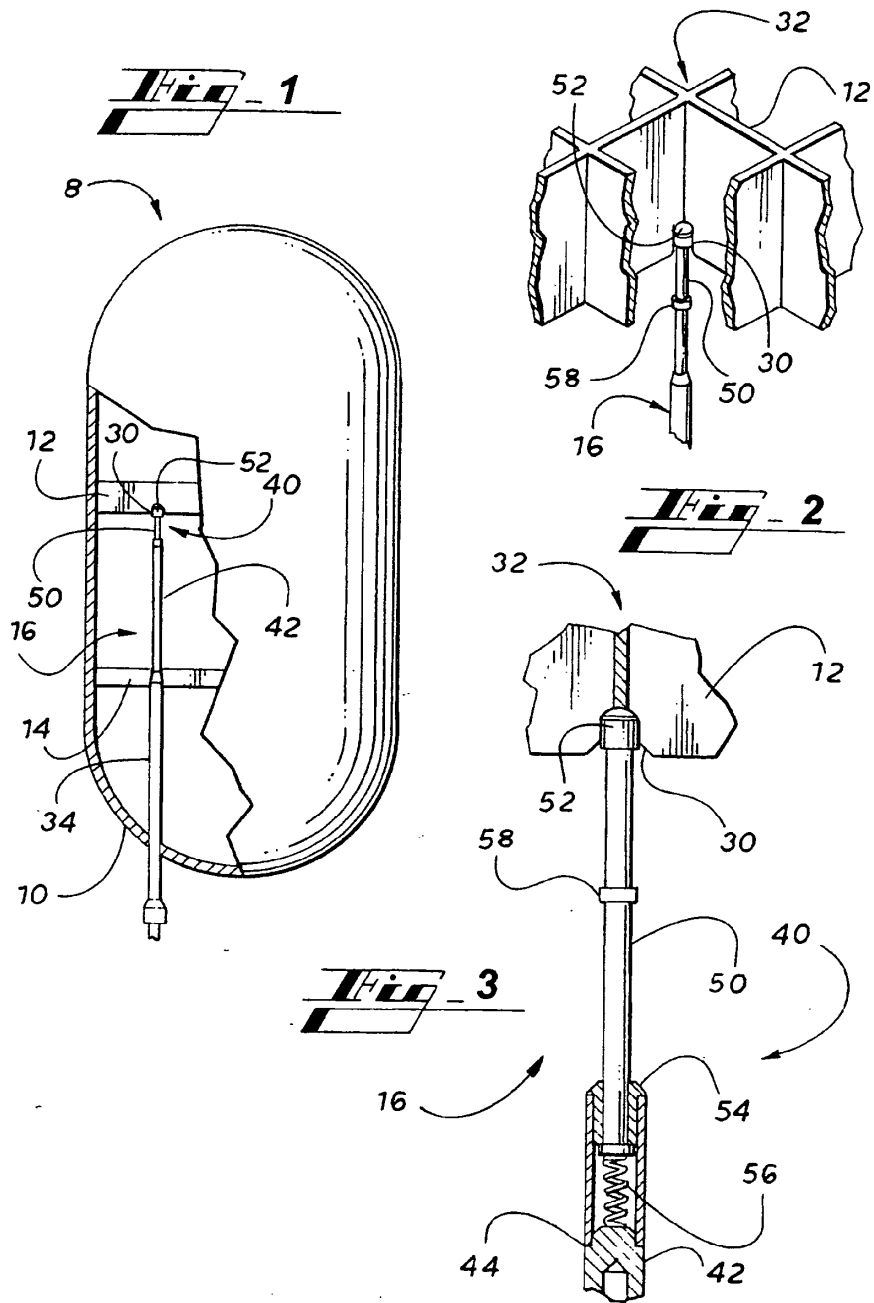
mover el conjunto de sujeción (136) hacia abajo para continuar el pandeo del conjunto de tubo seco (16) y para retirar un extremo superior (52) del conjunto de tubo seco (16) de una guía superior (12).

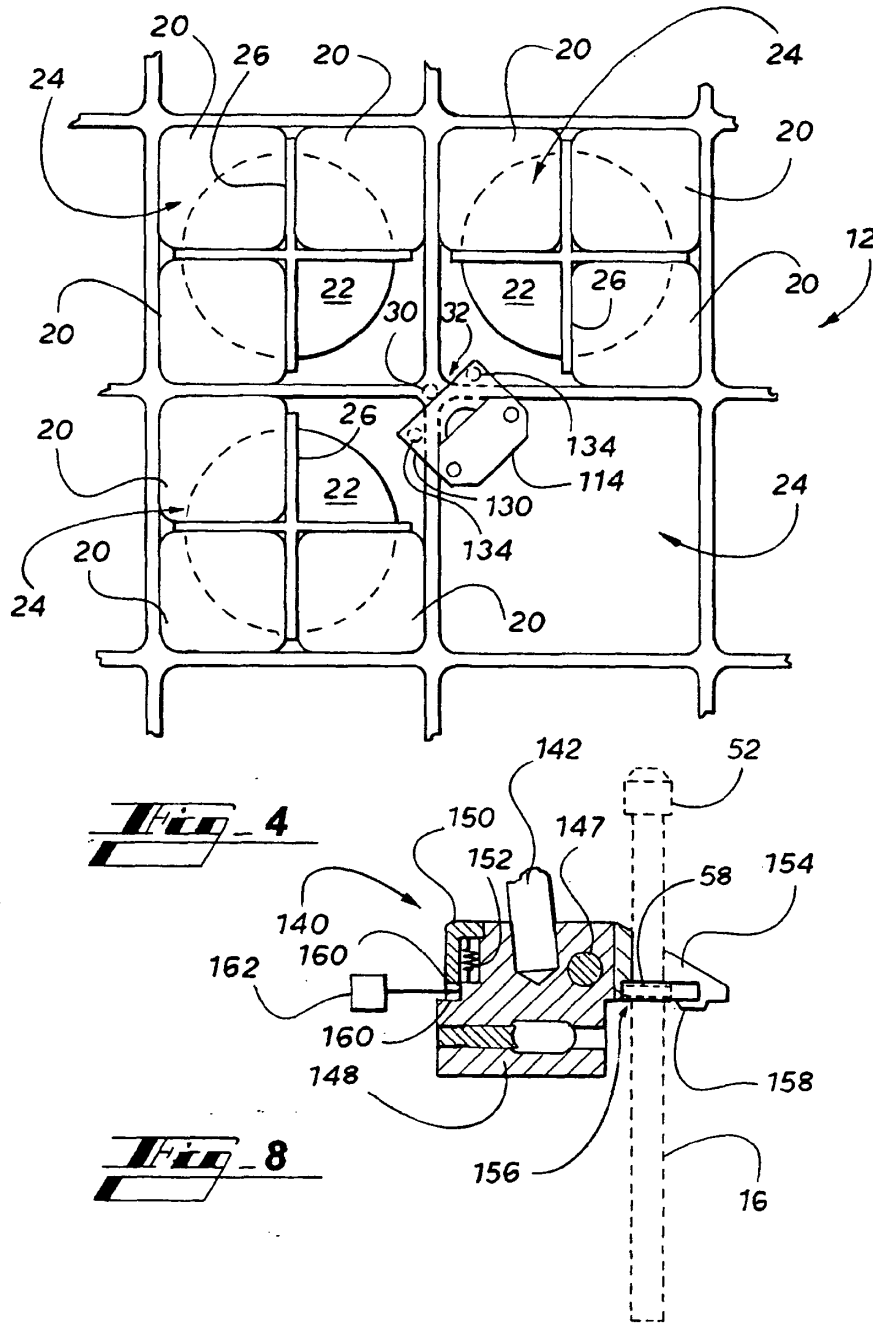
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, que también comprende el montaje de un aparato que comprende el conjunto de sujeción (136) a la guía superior (12) de tal manera que el aparato (100) es colocado contra la parte inferior de la guía superior (12).

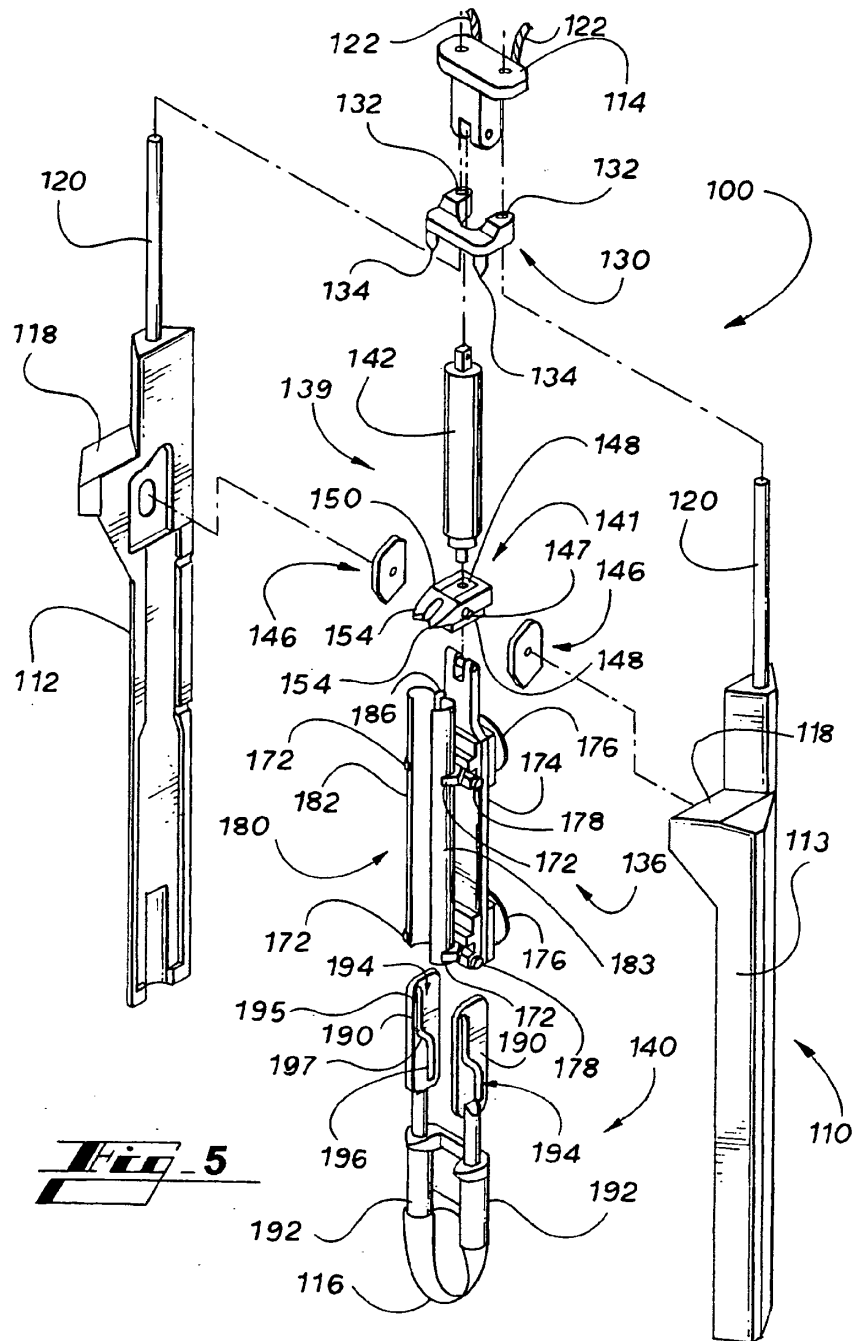
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, que también comprende poner en contacto un saliente (58) del conjunto de tubo seco (16) con el conjunto de posicionamiento superior (139) para colocar el conjunto de sujeción (136) en relación con el conjunto de tubo seco (16).

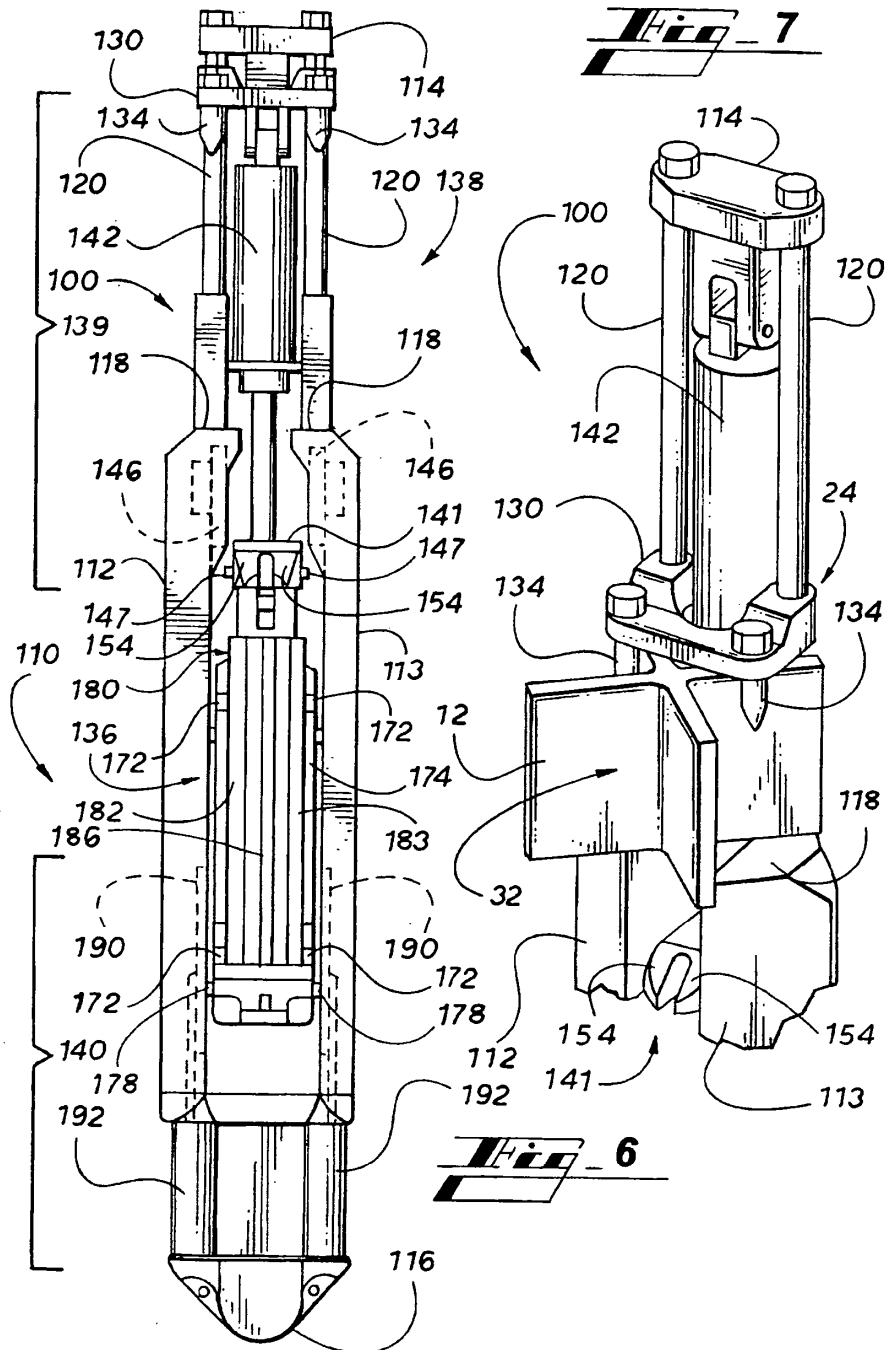
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, estando conectado el conjunto de sujeción (136) de manera articulada al conjunto de posicionamiento superior (138), en el que la etapa de rotación comprende la rotación del

conjunto de sujeción (136) alrededor de la conexión articulada.









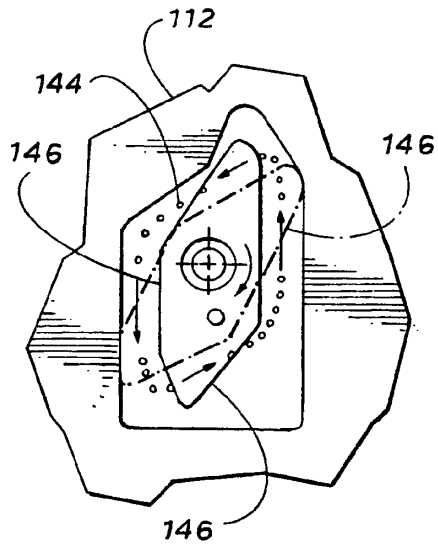


Fig. 9

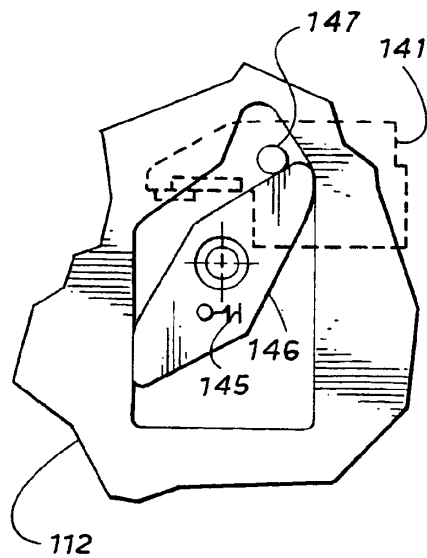


Fig. 10

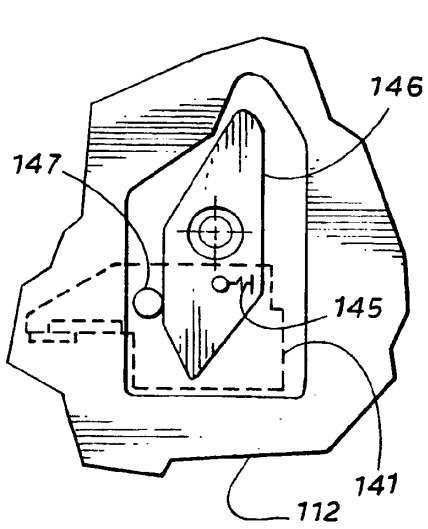


Fig. 11

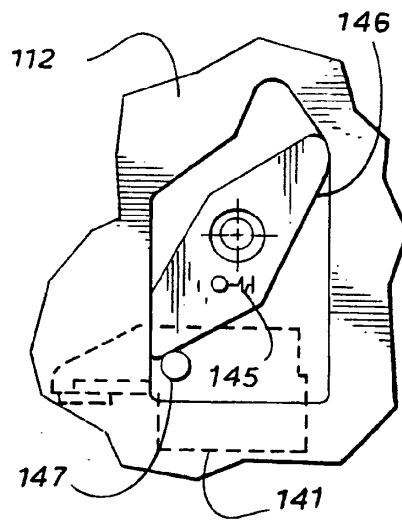


Fig. 12

