

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 400**

21 Número de solicitud: 201890012

51 Int. Cl.:

**G21C 7/12** (2006.01)

**G21C 19/26** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**31.08.2016**

30 Prioridad:

**01.09.2015 US US14/842,441**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**21.06.2018**

71 Solicitantes:

**FRAMATOME INC. (100.0%)  
3315 Old Forest Road  
24501 Lynchburg US**

72 Inventor/es:

**KLAHN, Kurt David;  
GRUENEWALD, Patrick y  
LAMBERT, Dorian Tim**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

54 Título: **Método y dispositivo para reemplazar accionamientos de barras de control**

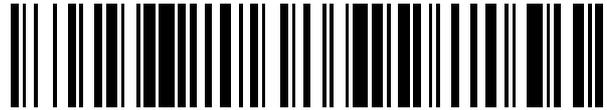
**ES 2 673 400 A2**

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 400**

21 Número de solicitud: 201890012

57 Resúmen:

Se proporciona un dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control incluye un primer canal para montar en un soporte bajo una vasija a presión de reactor nuclear; un primer extractor de accionamientos de barras de control recibido de forma extraíble en el primer canal, incluyendo el primer extractor de accionamientos de barras de control un primer alojamiento configurado para recibir un primer accionamiento de barras de control, siendo el primer alojamiento móvil entre una orientación horizontal en la que el primer alojamiento está alineado dentro del primer canal y una orientación vertical en la que el primer alojamiento está alineado para recibir el primer accionamiento de barras de control desde la vasija a presión de reactor nuclear; un segundo canal conectado en la parte superior del primer canal bajo la vasija a presión de reactor nuclear y un segundo extractor de accionamientos de barras de control recibido de forma extraíble en el segundo canal, incluyendo el segundo extractor de accionamientos de barras de control un segundo alojamiento configurado para recibir un segundo accionamiento de barras de control, siendo el segundo alojamiento móvil entre una orientación horizontal en la que el segundo alojamiento está alineado dentro del segundo canal y una orientación vertical en la que el segundo alojamiento está alineado para recibir el segundo accionamiento de barras de control desde la vasija a presión de reactor nuclear.

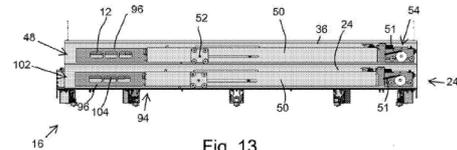


Fig. 13

## DESCRIPCIÓN

Método y dispositivo para reemplazar accionamientos de barras de control

5 La presente descripción se refiere en general al mantenimiento de reactores nucleares durante paradas y más específicamente a un método y dispositivo para reemplazar los accionamientos de barras de control.

## ANTECEDENTES

10

Actualmente, las máquinas para actividades bajo vasijas en reactores de agua ligera durante las paradas de reabastecimiento requieren que la tripulación retire un accionamiento de barras de control (CRD) usando un mástil, transporte el mástil con el CRD de debajo de la vasija a presión, intercambie el CRD retirado por un nuevo CRD, y luego devuelva el mástil

15 debajo de la vasija a presión para la inserción del nuevo CRD.

## EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

Se proporciona un dispositivo de retirada de accionamientos de barras de control. El  
20 dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control incluye un primer canal para montar en un soporte bajo una vasija a presión de reactor nuclear; un primer extractor de accionamientos de barras de control recibido de forma extraíble en el primer canal, incluyendo el primer extractor de accionamientos de barras de control un primer alojamiento configurado para recibir un primer accionamiento de barras de control, siendo el primer  
25 alojamiento móvil entre una orientación horizontal en la que el primer alojamiento está alineado dentro primer canal y una orientación vertical en la que el primer alojamiento está alineado para recibir el primer accionamiento de barras de control desde la vasija a presión de reactor nuclear; un segundo canal conectado en la parte superior del primer canal debajo de la vasija a presión de reactor nuclear; y un segundo extractor de accionamientos de  
30 barras de control recibido de forma extraíble en el segundo canal, incluyendo el segundo extractor de accionamientos de barras de control un segundo alojamiento configurado para recibir un segundo accionamiento de barras de control, siendo el segundo alojamiento móvil entre una orientación horizontal en la que el segundo alojamiento está alineado dentro del segundo canal y una orientación vertical en la que el segundo alojamiento está alineado  
35 para recibir el segundo accionamiento de barras de control de la vasija a presión de reactor nuclear.

Se proporciona también un método para reemplazar un accionamiento de barras de control. El método incluye proporcionar un primer canal sobre un soporte debajo de la vasija a presión de reactor nuclear y un segundo canal conectado al primer canal; montar de forma  
5 móvil un primer alojamiento dentro del primer canal; mover el primer alojamiento desde una orientación horizontal en la que el primer alojamiento está alineado dentro del primer canal con una orientación vertical; recibir un primer accionamiento de barras de control dentro del primer alojamiento mientras el primer alojamiento está en la orientación vertical; mover el primer alojamiento desde la orientación vertical a la orientación horizontal mientras el primer  
10 accionamiento de barras de control está dentro del primer alojamiento; retirar el primer alojamiento con el primer accionamiento de barras de control del primer canal; montar de forma móvil un segundo alojamiento que incluye un accionamiento de barras de control de reemplazo en el mismo dentro del segundo canal; mover el segundo alojamiento y el accionamiento de barras de control de reemplazo desde una orientación horizontal a una  
15 orientación vertical; y proporcionar el accionamiento de barras de control de reemplazo desde el segundo alojamiento a la vasija a presión del reactor nuclear, mientras que el segundo alojamiento está en la orientación vertical.

Un aspecto adicional de la invención incluye un dispositivo de reemplazo de accionamientos  
20 de barras de control que incluye un canal para montar en un soporte bajo una vasija a presión de reactor nuclear; y un extractor de accionamientos de barras de control recibido de forma extraíble en el canal, incluyendo el extractor de accionamientos de barras de control una base y un alojamiento conectado de forma giratoria a la base, estando el alojamiento configurado para recibir un accionamiento de barras de control, incluyendo la base un eje de  
25 base, estando el alojamiento unido de forma giratoria a la base en la base para girar entre una orientación horizontal en la que el alojamiento está alineado dentro del canal y una orientación vertical en la que el alojamiento está alineado para recibir el accionamiento de barras de control de la vasija a presión de reactor nuclear, siendo el alojamiento móvil en vertical con respecto a la base en la orientación vertical.

30

Otro aspecto adicional de la invención incluye un dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control que incluye un canal para montar en un soporte bajo una vasija a presión de reactor nuclear; un extractor de accionamientos de barras de control recibido de forma extraíble en el canal, incluyendo el extractor de accionamientos de control  
35 un alojamiento para recibir un accionamiento de barras de control; y una rampa de extensión acoplada a un extremo axial del canal. La rampa de extensión está configurada para

puentear selectivamente un espacio entre una bandeja de nivelación dispuesta para al menos uno de retirar el alojamiento y el accionamiento de barras de control del canal y suministrar el primer alojamiento y un nuevo primer accionamiento de barras de control al canal. En una realización, el dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control también puede incluir un canal adicional montado en la parte superior del canal; y un extractor de accionamientos de barras de control adicional recibido de forma extraíble en el canal adicional, incluyendo el extractor de accionamientos de control un alojamiento adicional para recibir un accionamiento de barras de control adicional. La bandeja de nivelación puede disponerse para al menos uno de retirar el alojamiento adicional y el accionamiento de barras de control adicional del canal adicional y suministrar el alojamiento adicional y un nuevo accionamiento de barras de control adicional al canal adicional. La rampa de extensión puede retirarse de forma extraíble acoplada en el extremo axial del canal para la retirada manual, puede acoplarse de forma deslizante en el extremo axial del canal o puede acoplarse de forma giratoria en el extremo axial del canal.

15

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se describe a continuación por referencia a los siguientes dibujos, en los que:

20

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una vasija a presión de reactor nuclear de un BWR que incluye una pluralidad de CRD que se extienden hacia abajo desde la vasija a presión;

la Fig. 2 muestra una vista en perspectiva de un carrusel mostrado en la Fig. 1;

25

la Fig. 3 muestra una vista en perspectiva del carrusel con un canal inferior de un dispositivo de retirada de CRD instalado en el carrusel;

la Fig. 4 muestra una vista en perspectiva del carrusel con un canal superior del dispositivo de retirada de CRD instalado en el carrusel en la parte superior del canal inferior;

30

la Fig. 5 muestra una vista en perspectiva del carrusel con un conjunto de mástil superior que se recibe en el canal superior;

35 la Fig. 6a proporciona una vista en perspectiva y la Fig. 6b proporciona una vista en planta superior que ilustra el conjunto de mástil superior retirado del canal superior;

la Fig. 7a proporciona una vista en perspectiva y la Fig. 7b proporciona una vista en planta superior que ilustra el conjunto de mástil superior que aloja un CRD en el mismo;

5 las Figs. 8 a 21 ilustran el funcionamiento del dispositivo de retirada de CRD de acuerdo con la realización ejemplar de la invención;

las Figs. 22a y 22b ilustran la apertura y el cierre de un escudo contra radiación de acuerdo con una realización del dispositivo de retirada de CRD para asegurar el escudo contra  
10 radiación sobre un CRD 12; y

las Figs. 23a a 23c ilustran una rampa de extensión acoplada a un extremo axial 132 de un primer canal del dispositivo de retirada de CRD.

## 15 DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente descripción proporciona un método y un dispositivo para reemplazar los accionamientos de barras de control en una vasija a presión de reactor. En particular, el método y el dispositivo están destinados a permitir el reemplazo rápido de los CRD en un  
20 reactor de agua en ebullición (BWR) durante una parada de reabastecimiento normal. El método y el dispositivo pueden disminuir significativamente el tiempo asociado con actividades bajo la vasija, lo que conduce a una disminución en el coste y la dosis asociada.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una vasija a presión de reactor nuclear 10 de un BWR  
25 que incluye una pluralidad de CRD 12 que se extienden hacia abajo desde la vasija a presión 10. Bajo la vasija a presión 10 y los CRD 12, se proporciona un soporte en forma de carrusel 14. De acuerdo con una realización de la presente invención, el carrusel 14 está dotado de un dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control mostrado esquemáticamente 16 para retirar los CRD 12 y reemplazar los CRD 12 con CRD de  
30 reemplazo. Los componentes del dispositivo de reemplazo 16, incluyendo dos canales 24, 36 y dos extractores de accionamientos de barras de control 48, 102, y el método para operar el dispositivo de reemplazo 16 se muestran con mayor detalle en las Figs. 3 a 21 y se analizan a continuación.

35 La Fig. 2 muestra una vista en perspectiva del carrusel 14. El carrusel 14 tiene forma circular e incluye un recorte 18 formado en el mismo que divide el carrusel 14 en dos secciones

iguales 19, 21. Las secciones 19 están conectadas juntas por dos vigas de soporte 20, 22 proporcionadas cerca de una circunferencia exterior del carrusel 14 en el recorte 18.

La Fig. 3 muestra una vista en perspectiva del carrusel 14 con un canal inferior 24 del dispositivo de reemplazo 16 (Fig. 1) instalado en el carrusel 14. El canal inferior 24 se proporciona dentro del recorte 18 y descansa sobre las superficies superiores de las vigas de soporte 20, 22. El canal inferior 24 incluye una primera sección 26 para contactar la sección 19 del carrusel 14 dentro del recorte 18 y una segunda sección 28 opuesta a la primera sección 26 para contactar la sección 21 del carrusel 14 dentro del recorte 18. Cada sección 26, 28 incluye una pista superior 30 y una pista inferior 32 que están conectadas por una pared vertical 34. Lateralmente entre las paredes 34 de las secciones 26, 28, se proporciona un espacio para recibir un conjunto de mástil inferior 102 (Figs. 13 a 20).

La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva del carrusel 14 con un canal superior 36 del dispositivo de retirada 16 instalado en el carrusel 14 en la parte superior del canal inferior 24. El canal superior 36 incluye una primera sección 38 para contactar la primera sección 26 del canal inferior 24 y una segunda sección 40 opuesta a la primera sección 38 para contactar la segunda sección 28 del canal inferior 24. De forma similar al canal inferior 24, cada sección 38, 40 incluye una pista superior 42 y una pista inferior 44 que están conectadas por una pared vertical 46.

La Fig. 5 muestra una vista en perspectiva del carrusel 14 con un extractor de CRD superior 48, que está configurado como un conjunto de mástil, que se recibe en el canal superior 36 lateralmente entre las paredes 46 de las secciones 38, 40.

25

Las Figs. 6a y 6b ilustran el conjunto de mástil superior 48 retirado del canal superior 36 y proporcionan una vista más clara del conjunto de mástil superior 48. La Fig. 6a proporciona una vista en perspectiva, mientras que la Fig. 6b proporciona una vista en planta superior. Con referencia a las Figs. 6a y 6b junto con las Figs. 8 a 13, el conjunto de mástil superior 48 incluye un alojamiento de CRD superior 50, que está configurado como un mástil hueco para recibir un CRD, unido de manera giratoria al canal superior 36 (Figs. 4 a 5, 8 a 13) en un eje de base superior 52 y un actuador superior 54 para girar el mástil superior 50 alrededor del eje de base superior 52 entre una orientación horizontal, como se muestra, por ejemplo, en las Figs. 8, 12 y 13, en el que el mástil superior 50 está alineado dentro del canal superior 36 (Figs. 8 y 12 a 13) y una orientación vertical, como se muestra, por ejemplo, en las Figs. 9 a 11, en el que el mástil superior 50 está alineado para extraer un

CRD de la vasija a presión de reactor nuclear. Ventajosamente, el conjunto de mástil superior 48 también está dispuesto y configurado de tal forma que el mástil superior 50 se puede mover verticalmente hacia arriba con respecto al eje de base superior 52, como se analiza adicionalmente más adelante con respecto a la Fig. 10.

5

Más específicamente, con referencia a las Figs. 6a y 6b, el conjunto de mástil superior 48 incluye una base, que está formada por un conjunto de muñón superior 56, que interactúa con una ranura alargada superior 58 formada en el mástil superior 50 para permitir que el mástil superior 50 gire en torno al eje de base superior 52 y permitir que el mástil superior 50 se mueva hacia arriba en vertical en la orientación vertical. El actuador superior 54 está soportado por un carro 60 posicionado para un movimiento horizontal lineal dentro del canal superior 36 (Figs. 4, 5, 8 a 13). Para permitir dicho movimiento, el carro 60 incluye una pluralidad de ruedas 61 para deslizarse a lo largo de las pistas 44 de las secciones 38, 40 (Fig. 4) del canal superior 36 (Figs. 3 a 5, 8 a 13). Como se muestra en la Fig. 8, cuando el mástil superior 50 está en la orientación horizontal, el carro 60 está posicionado en un extremo longitudinal 100 del canal superior 36.

Con referencia a las Figs. 6a y 6b, en esta realización, el actuador 54 tiene la forma de un cabrestante 64 situado en el interior del mismo para accionar un par de cables de cabrestante 51 para girar el mástil superior 50 y para mover el mástil superior 50 en vertical cuando el mástil superior 50 está en el orientación vertical. Los cables 51 se extienden desde el cabrestante 64 y cada uno está unido a un extremo longitudinal 68 del mástil 50 mediante una horquilla respectiva 53. El cabrestante 64 controla el movimiento del mástil superior 50 entre las orientaciones horizontal y vertical ya sea liberando o tirando de los cables 51. La acción de liberar el cable 51 permite que el mástil gire para girar desde la orientación horizontal a la orientación vertical. El acto inverso de tirar del cable 51 transfiere el mástil superior 50 desde la orientación vertical a la orientación horizontal. El mástil 50 se saca en vertical hacia arriba en la orientación vertical por el cabestrante 64 que tira de los cables 51.

30

El carro 60 también soporta un par de abrazaderas 66 para sujetar el mástil 50 cuando el mástil 50 está en la orientación vertical para restringir el giro del mástil 50 en torno al eje 52 cuando el mástil recibe un CRD. Las abrazaderas 66 incluyen rodillos que se deslizan a lo largo de la superficie del mástil 50 cuando el mástil 50 se mueve verticalmente, permitiendo que las abrazaderas 66 mantengan la orientación vertical del mástil 50, sin que el mástil 50 gire en torno al eje 52, ya que el mástil 50 se mueve verticalmente. Cuando el mástil 50 ha

de moverse desde la orientación vertical a la orientación horizontal, las abrazaderas 66 liberan el mástil 50. El mástil 50 también está dotado de un juego de ruedas 69 en el extremo longitudinal 68 para deslizarse a lo largo de pistas 44 (Fig. 4) del canal superior 36 (Figs. 4 a 5, 8 a 13) cuando el mástil se mueve entre las orientaciones horizontal y vertical.

5 En el extremo longitudinal 68, el mástil 50 incluye un carrito de mástil 70 accionado por husillos duales 71 (Fig. 6a - siendo visible solamente uno, mientras que el otro está bloqueado por la pared 78) situados en lados opuestos del carrito 70 para permitir que el carrito 70 pueda conducirse uniformemente. Adyacente al carrito de mástil 70, el conjunto de mástil 48 incluye además un soporte de CRD inferior 72 para soportar un extremo  
10 longitudinal inferior de un CRD cuando el mástil 50 está en la orientación vertical. El carrito de mástil 70 se puede alejar del soporte de CRD inferior 72 para recibir un CRD cuando el mástil 50 está en la orientación vertical y puede moverse de nuevo hacia el soporte de CRD inferior 72 de tal forma que la parte inferior del CRD entre en contacto con el soporte de CRD inferior 72 antes de mover el mástil 50 de nuevo a la orientación horizontal desde la  
15 orientación vertical.

El conjunto de muñón superior 56 incluye dos secciones 74, 76, estando cada una acoplada con una de las dos paredes que se extienden longitudinalmente 78, 80 del mástil 50. Las paredes 78, 80 están separadas entre sí y definen un espacio entre las mismas para recibir  
20 un CRD. Cada sección de muñón 74, 76 incluye un saliente 82 que se extiende dentro de una ranura alargada respectiva 58 en las paredes 78, 80 y una placa de base alineada verticalmente 84 desde la cual sobresale el saliente 82. En la orientación horizontal, los salientes 82 entran en contacto cada uno con un primer borde de tope final 83 de la ranura 58. Como se analiza adicionalmente a continuación, los segundos bordes de tope final 85 de  
25 las ranuras 58 limitan el movimiento vertical ascendente del mástil 50 en la orientación vertical entrando en contacto los salientes 82 en un tramo vertical máximo del mástil superior 50. Unido a las placas de base 84, el conjunto de muñón superior 56 incluye además un conjunto de ruedas 88 en ambas secciones 74, 76. Las ruedas 88 descansan axialmente y se desplazan a lo largo de la pista 44 (Fig. 4) del canal 36 (Figs. 3 a 5, 8 a 13)  
30 durante el movimiento del mástil 50 entre las posiciones vertical y horizontal.

Adyacente al conjunto de muñón superior 56, el conjunto de mástil 48 incluye además un soporte de CRD superior 90 y brazos de soporte de CRD 92 para soportar un CRD recibido en el mástil 50 cerca de un segundo extremo longitudinal 94 del mástil opuesto al primer  
35 extremo longitudinal 68. El soporte de CRD inferior 72, el soporte de CRD superior 90, y los brazos de soporte de CRD 92 limitan el CRD mientras que el mástil 50 está girando desde la

orientación horizontal a la orientación vertical y mientras el mástil está en su orientación vertical. El carrito 70 no puede alcanzar completamente el CRD cuando el carrito 70 está en su posición asentada. Una sección de descenso 91 que incluye un husillo 93 y un motor 95 para mover el husillo 93 hacia el CRD cuando el mástil 50 recibe el CRD se usa para soportar el CRD cuando se baja desde el asiento hasta que el CRD puede interconectarse con el carrito 70 en el mástil 50. La sección de descenso 91 también se usa durante la inserción posterior del nuevo CRD para devolverlo a la posición asentada.

Como se muestra en la Fig. 8, el mástil 50 es más corto que el canal 36 y es, por ejemplo, aproximadamente dos pies más corto que los mástiles de intercambio de accionamiento existentes. El tamaño reducido del mástil 50 y la capacidad de los salientes 82 para deslizarse en la ranura 58 pueden facilitar la prevención de daños a los cables de instrumentación debajo de la vasija. Por consiguiente, el conjunto de mástil 48 se puede usar ventajosamente en una disposición de un solo canal, en lugar de la disposición de doble canal descrita con respecto a las Figs. 4, 5, 8 a 21 y 23a a 23c.

Como se muestra en las Figs. 7a y 7b, que ilustran la vista del conjunto de mástil 48 que aloja un CRD 12 dentro del mástil 50, debido al tamaño reducido del mástil 50, cuando el CRD 12 está alojado dentro del mástil 50, el CRD 12 sobresale del mástil 50, haciendo el CRD 12 vulnerable a daños. Por consiguiente, se proporciona una extensión de mástil 96 en el extremo longitudinal 94 para limitar la dosis a la que los trabajadores están expuestos al CRD durante el transporte. Debido a que una punta del CRD está expuesta a la dosis más alta, se proporciona un escudo contra radiación 97 en la punta del CRD en la extensión del mástil 96. El escudo contra radiación 97 está formado como un tapón cilíndrico para contornear el extremo axial y el CRD de superficie cilíndrica externa 12. El escudo contra radiación 97 se describe adicionalmente a continuación con respecto a las Figs. 22a y 22b. En la vista mostrada en las Figs. 7a y 7b, así como las Figs. 6a y 6b, la extensión de mástil 96 está unida de forma extraíble al mástil 50 en el extremo longitudinal 94. La extensión de mástil 96 puede unirse al mástil 50 después de que el CRD 12 se reciba dentro del mástil 50 y se mueva a la orientación horizontal dentro del canal 36 (Figs. 4 a 5, 8 a 13). La extensión de mástil 96 puede formarse de material de protección contra radiación, o incluir dicho material adicional, para reducir la exposición a la dosis de la tripulación que realiza la tarea de retirar el CRD 12 del dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control 16. La extensión de mástil 96 incluye una pluralidad de ruedas 98 para deslizarse a lo largo de las pistas 44 (Fig. 4) a medida que el conjunto de mástil 48 se extrae del canal 36 (Figs. 4 a 5, 8 a 13) después de recibir un CRD de la vasija a presión. Las ruedas 61, 69, 88, 98

permiten el deslizamiento dentro y fuera del canal superior a lo largo de la bandeja de nivelación 132 (Figs. 23a a 23c).

Las Figs. 8 a 21 muestran el método de funcionamiento del dispositivo de reemplazo de 5 accionamientos de barras de control 16, mostrándose ciertos detalles del dispositivo de reemplazo 16 esquemáticamente u omitiéndose para facilitar la descripción. La Fig. 8 muestra el dispositivo de reemplazo 16 en el carrusel 14 con el mástil superior 50 en el canal 36 en la orientación horizontal y la Fig. 9 muestra el mástil superior 50 en la orientación vertical. Como se ha indicado anteriormente, para mover el mástil superior desde 10 la orientación horizontal mostrada en la Fig. 8 a la orientación vertical mostrada en la Fig. 9, las abrazaderas 66 se desacoplan del extremo longitudinal 68 del mástil 50 y los cables 51 se liberan del cabrestante 64, haciendo que el extremo longitudinal 68 caiga hacia abajo por la gravedad a través del espacio en el canal superior 36 y haciendo que el extremo longitudinal 94 se eleve por encima del canal 36 y hacia los CRD 12 y la vasija a presión 10 15 (Fig. 1). Este movimiento implica que el mástil 50 gire en torno al eje 52, que se define por los salientes 82 (Fig. 6a), mientras que los salientes 82 permanecen en contacto con el primer borde de tope final 83 (Figs. 6a, 6b y 10), que en la posición vertical es el borde de tope final superior de la ranura 58. Durante el giro, el carro de cabrestante 60 se desliza desde un extremo longitudinal 100 del canal superior 36 hasta un centro longitudinal del 20 canal superior 36 y hacia el conjunto de muñón 56. Una vez en posición vertical, el carro 60 está orientado adyacente al mástil 50 cerca del conjunto de muñón 56, y las abrazaderas 66 del carro 60 pueden agarrar el mástil 50 para mantener la posición vertical. Aunque el actuador 54 en esta realización está formado por un solo cabrestante 64, en otras realizaciones el actuador 54 puede incluir dos o más cabrestantes u otros dispositivos de 25 accionamiento. Por ejemplo, un cabrestante o dispositivo de accionamiento puede girar el mástil 50 en torno al eje 52 y otro cabrestante o dispositivo de accionamiento puede mover el mástil 50 verticalmente hacia arriba.

La Fig. 10 muestra el dispositivo de reemplazo 16 en un alcance vertical máximo del mástil 30 superior 50. Por consiguiente, entre la posición mostrada en la Fig. 9, en la que los salientes 82 (Fig. 6a) entran en contacto con el borde de tope final primero o superior 83 de la ranura 58 y el mástil superior 50 tiene un alcance vertical mínimo en la posición vertical, y la posición mostrada en la Fig. 10, el mástil 50 se ha movido verticalmente hacia arriba con respecto al eje de base 52 en la orientación vertical tirando del extremo longitudinal 68 hacia 35 arriba mediante unos cables 51. Más específicamente, el mástil 50 se ha elevado por el cabrestante 64 verticalmente hacia arriba de tal forma que los salientes 82 (Fig. 6a) se

deslizan en las ranuras 58 desde el contacto con los bordes de tope final superiores 83 hasta el contacto con el borde de tope final segundo o inferior 85 (Fig. 8, 9, 11). Cuando se encuentra en el alcance vertical máximo superior o la posición vertical más elevada, el mástil 50 puede recibir un CRD 12 de la vasija a presión 10 (Fig. 1).

5

La Fig. 11 muestra el dispositivo de reemplazo 16 que contiene un CRD 12 en el mástil superior 50 en la posición de alcance vertical mínima del mástil superior 50. Por consiguiente, entre la posición mostrada en la Fig. 10, en la que los salientes 82 (Fig. 6a) entran en contacto con los bordes de tope segundo o inferior o final 85 de la ranura 58 y el mástil superior 50 está vacío, y la posición mostrada en la Fig. 11, el mástil 50 ha recibido un CRD 12 y se ha descendido por el cabrestante 64 verticalmente hacia abajo liberando los cables 51 de tal forma que los salientes 82 (Fig. 6a) se deslizan en las ranuras 58 desde el contacto con los bordes de tope final inferiores 85 hasta el contacto con los bordes de tope final superiores 83 (Fig. 10) de la ranura 58. Como se ha indicado anteriormente, el mástil 50 está configurado de tal forma que el CRD 12 es más largo que el mástil 50 y cuando el mástil 50 contiene un CRD 12, una porción de CRD 12 sobresale más allá del extremo longitudinal 94 del mástil 50.

La Fig. 12 muestra el dispositivo de reemplazo 16 que contiene el CRD 12 en el mástil superior 50 en la orientación horizontal dentro del canal 36 con la extensión de mástil 96 conectada al extremo longitudinal 94 del mástil 50. Los trabajadores pueden añadir manualmente la extensión de mástil 96 al canal 36 antes el movimiento del mástil 50 que contiene el CRD 10 desde la orientación vertical a la orientación horizontal o la extensión del mástil puede añadirse al canal 36 antes de que el mástil 50 se mueva desde la orientación horizontal inicial a la orientación vertical. La extensión del mástil 96 se proporciona sobre la porción del CRD 12 que sobresale longitudinalmente más allá del extremo longitudinal 94 del mástil 50. Por consiguiente, entre la posición mostrada en la Fig. 11 y la posición mostrada en la Fig. 12, el cabrestante 64 tira de los cables 51 por lo que el mástil 50 se gira por el cabrestante 64 en torno al eje 52 con los salientes 82 (Fig. 6a) en contacto con los bordes de tope final 83 (Fig. 10) de la ranura 58, y el carro 60 se ha deslizado de vuelta al extremo longitudinal 100 del canal 36 adyacente al extremo longitudinal 68 del mástil.

La Fig. 13 muestra un conjunto de mástil inferior 102 que se recibe en el canal inferior 24, mientras que el conjunto de mástil superior 48 permanece en el canal superior 36 que contiene el CRD usado 12 extraído de la vasija a presión 10 (Fig. 1). El conjunto de mástil inferior 102 es idéntico al conjunto de mástil superior 48 y opera de la misma manera que el

conjunto de mástil superior 48. Por consiguiente, se usarán los mismos números de referencia para describir los componentes del conjunto de mástil inferior 102 que los usados anteriormente con respecto al conjunto de mástil superior 48. El conjunto de mástil inferior 102 incluye un mástil inferior 50 que contiene un nuevo CRD 104 para reemplazar el CRD 5 12 retirado de la vasija a presión, proporcionándose una extensión de mástil 96 en el extremo longitudinal 94 del mástil inferior 50.

Como se muestra en la Fig. 14, el conjunto de mástil superior 48 (Figs. 8 a 13) se ha retirado del canal superior 36 para desechar el CRD retirado contenido dentro del conjunto de mástil superior 48. La colocación del conjunto de mástil inferior 102 y el nuevo CRD 104 en el canal inferior 24 antes de retirar el CRD usado 12 (Figs. 11 a 13) del canal superior 36 permite que ambas operaciones se realicen durante un solo viaje por los trabajadores durante un mismo período de tiempo, trayendo el mismo conjunto de trabajadores el nuevo CRD 104 en el conjunto de mástil inferior 102 y yéndose con el CRD viejo 12 (Figs. 11 a 13) 15 en el conjunto de mástil superior 48 - limitando la exposición a la dosis de los trabajadores debajo de la vasija a presión 10 (Fig. 1).

La Fig. 15 muestra el mástil inferior 50 en la posición vertical que contiene el CRD 104 con la extensión de mástil 96 (Figs. 13 y 14) retirada. La extensión del mástil 96 se retira antes 20 de la rotación desde la orientación horizontal a la orientación vertical para proporcionar una mejor distancia. En la Fig. 15, los salientes 82 (Fig. 6a) entran en contacto con el borde de tope final primero o superior 83 (Fig. 10) de la ranura 58 y el mástil inferior 50 tiene un alcance vertical mínimo en la orientación vertical.

25 La Fig. 16 muestra el dispositivo de reemplazo 16 en un alcance vertical máximo del mástil inferior 50. Por consiguiente, entre la posición mostrada en la Fig. 15 y la posición mostrada en la Fig. 16, el mástil 50 se ha elevado por el cabrestante 64 verticalmente hacia arriba tirando de los cables 51 de tal forma que los salientes 82 (Fig. 6a) se deslizan en las ranuras 58 desde el contacto con los bordes de tope final superiores 83 hasta el contacto con los 30 bordes de tope final segundo o inferior 85 (Fig. 15). Cuando está en el alcance vertical máximo superior o en la posición vertical más alta, el mástil 50 libera el CRD 104 para la instalación en el fondo de la vasija a presión 10. La Fig. 17 muestra el dispositivo de reemplazo 16 después de que el conjunto de mástil 102 libere el CRD 104 (Figs 13 a 16). El carrusel 14 puede girarse entonces y/o el carro 60 puede moverse a lo largo de las pistas 32 35 (Fig. 3 a 5) del canal 24 a una posición de otro CRD usado 12 en la vasija a presión 10 (Fig. 1) de manera que el conjunto de mástil inferior 102 pueda recibir el CRD usado 12, como se

muestra en la Fig. 18.

Después, como se ha analizado de forma similar anteriormente, y como se muestra en la Fig. 19, el conjunto de mástil inferior 102, que contiene el CRD usado 12, se gira en la posición horizontal mediante el cabrestante 64 tirando de los cables 51 y la extensión de mástil 96 se coloca sobre la porción del CRD 12 que sobresale más allá del extremo longitudinal 94 del mástil inferior 50. A continuación, como se muestra en las Figs. 20 y 21, el proceso descrito con respecto a las Figs. 13 y 14 se repite. El conjunto de mástil superior 48 está dotado de un nuevo CRD 104 y se carga en el canal superior 36, después el conjunto de mástil inferior 102 que incluye el CRD usado 12 se retira del canal inferior 24. Después, el proceso puede repetirse tantas veces como sea necesario para reemplazar cada uno de los CRD usados 12 con un nuevo CRD 104.

Las Figs. 22a y 22b ilustran la apertura y el cierre del escudo contra radiación 97 para asegurar el escudo contra radiación 97 sobre el CRD 12, mostrando la Fig. 22a el escudo contra radiación 97 en una configuración cerrada y mostrando la Fig. 22b el escudo contra radiación 97 en una configuración abierta. Como se ha descrito de forma similar anteriormente, el escudo contra radiación 97 está configurado para ajustarse y tapar un extremo axial 110 del CRD 12 (es decir, el extremo axial superior cuando el CRD 12 está en el reactor). El extremo axial 110 tiene el nivel más alto de radiación del CRD 12 porque se situó lo más cerca posible del núcleo del reactor durante el uso, y por lo tanto, la manipulación del extremo axial 110 requiere una precaución especial. Con el fin de evitar que los trabajadores tengan que colocar manualmente el escudo contra radiación 97 en el CRD 12, el escudo contra radiación 97 se forma como dos piezas que están articuladas entre sí. Más específicamente, el escudo contra radiación 97 incluye una sección semicilíndrica base o inferior 112 soportada por una base cilíndrica 114 de la extensión de mástil 96 y una tapa o sección semicilíndrica superior 116 que está conectada a la sección inferior 112 mediante una bisagra que se extiende longitudinalmente 118. La sección superior 116 se cierra sobre la parte superior de la sección inferior 112 para formar una superficie cilíndrica 120 y una superficie final 122 que cierra la superficie cilíndrica 120 en un extremo axial. En una realización preferida, el escudo contra radiación 97 es de cierre automático, está formado de manera que cuando el escudo contra radiación 97 está soportado en la extensión de mástil 96 dentro del canal respectivo 24, 36 (Figs. 4, 13) en la configuración abierta, la sección superior 116 se cierra automáticamente sobre la sección inferior 112 cuando el extremo axial 110 del CRD 12 desciende a la sección inferior 112 desde la orientación vertical a la horizontal. En una realización, la sección superior 116 está

formada como una tapa accionada por resorte y/o con un dedo en una cara interna de la sección superior 116, estando el dedo en la trayectoria del extremo axial 110 del CRD 12 cuando el CRD 12 pasa de la orientación vertical a la orientación horizontal, cerrando de este modo la tapa 112. El escudo contra radiación 97 también puede incluir un bloqueo 124 5 para bloquear la tapa 112 sobre la base 116 en la configuración cerrada.

Las Figs. 23a a 23c ilustran una rampa de extensión 130 acoplada en un extremo axial 132 del primer canal 36, cuyas paredes laterales se han omitido para mayor claridad. La rampa de extensión 130 está configurada para puentear selectivamente un espacio entre una 10 bandeja de nivelación 132 dispuesta para al menos uno de retirar el conjunto de mástil 48 del canal 36 cuando el mástil 50 del conjunto de mástil 48 contiene el CRD 12 y suministrar el conjunto de mástil 48 al canal 36 cuando el mástil 50 del conjunto de mástil 48 contiene un nuevo CRD. La bandeja de nivelación 132 se proporciona para conectar el área inferior de la vasija que incluye el dispositivo de retirada 16 (Figs. 1, 8 a 21) a una plataforma, que 15 es verticalmente más alta que la vasija inferior, donde los trabajadores realizan el intercambio de los CRD. Al nivel de la plataforma, hay una puerta en un escudo biológico formado por una pared que soporta el reactor. La bandeja de nivelación 132 incluye una sección superior giratoria 134 articulada en la puerta en un extremo y una sección inferior 136 formada de acero estructural que está permanentemente fijada a un edificio de 20 contención que aloja la vasija a presión. La sección superior 134 está configurada para elevarse y bajarse de tal forma que el otro extremo de la sección superior 134, que está opuesto al extremo articulado, se puede alinear selectivamente en una primera posición que se muestra en la Fig. 23a y en una segunda posición en la que la sección superior 134 está en alineación con la sección inferior 136. Cuando la rampa de extensión 130 está en la 25 posición mostrada en la Fig. 23a, el conjunto de mástil 48 puede extenderse desde el canal 36 a través de las ruedas 61, 69, 88, 98 a lo largo de la rampa de extensión 130 a una sección superior 134 de la bandeja de nivelación 132. La bandeja de nivelación 132 también se dispone para al menos uno de retirar el conjunto de mástil 102 del canal 24 cuando el mástil 50 del conjunto de mástil 102 contiene un CRD usado y suministrar el conjunto de 30 mástil 102 al canal 24 cuando el mástil 50 del conjunto de mástil 102 contiene el nuevo CRD 104. La sección inferior 136 está dispuesta y configurada para suministrar y retirar los CRD del canal inferior 24 cuando la sección superior está alineada con la sección inferior 136.

Para evitar que la rampa de extensión 130 bloquee el suministro o la retirada de los CRD del 35 canal inferior 24, la rampa de extensión 130 puede acoplarse de forma móvil al canal inferior 24 y/o al canal superior 36. La Fig. 23b muestra la rampa de extensión 130 acoplada

rotativamente en el extremo axial del canal superior 36 al canal inferior 24 mediante, por ejemplo, una bisagra de tal forma que la rampa de extensión 130 se puede girar alejándose de la bandeja de nivelación 132. La Fig. 23c muestra la rampa de extensión 130 acoplada de forma deslizante en el extremo axial del canal superior 36 al canal inferior 24, por ejemplo, mediante pistas y rodillos en el canal inferior 24, de tal forma que la rampa de extensión 130 se aleja de forma deslizante desde la bandeja de nivelación 132 al canal 24. En otra realización, la rampa de extensión 130 está acoplada de manera extraíble en el extremo axial del canal superior 36 al canal inferior 24 y se retira manualmente y se suministra para retirar el conjunto de mástil 48 del canal superior 36. En realizaciones adicionales, la rampa de extensión 130 puede estar articulada o conectada de manera deslizante a la sección superior 134.

En la memoria descriptiva anterior, la invención se ha descrito con referencia a realizaciones ejemplares específicas y ejemplos de las mismas. Sin embargo, será evidente que se pueden hacer diversas modificaciones y cambios a las mismas sin apartarse del espíritu y alcance más amplio de la invención como se expone en las siguientes reivindicaciones. Por consiguiente, la memoria descriptiva y los dibujos deben considerarse de una manera ilustrativa en lugar de restrictiva.

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control que comprende:

5

un primer canal para montar en un soporte bajo una vasija a presión de reactor nuclear;

un primer extractor de accionamientos de barras de control recibido de forma extraíble en el primer canal, incluyendo el primer extractor de accionamientos de barras de control un  
10 primer alojamiento configurado para recibir un primer accionamiento de barras de control, siendo el primer alojamiento móvil entre una orientación horizontal en la que el primer alojamiento está alineado dentro del primer canal y una orientación vertical en la que el primer alojamiento está alineado para recibir el primer accionamiento de barras de control desde la vasija a presión de reactor nuclear;

15

un segundo canal conectado en la parte superior del primer canal bajo la vasija a presión de reactor nuclear; y

un segundo extractor de accionamientos de barras de control recibido de forma extraíble en  
20 el segundo canal, incluyendo el segundo extractor de accionamientos de barras de control un segundo alojamiento configurado para recibir un segundo accionamiento de barras de control, siendo el segundo alojamiento móvil entre una orientación horizontal en la que el segundo alojamiento está alineado dentro del segundo canal y una orientación vertical en la que el segundo alojamiento está alineado para recibir el segundo accionamiento de barras  
25 de control desde la vasija a presión de reactor nuclear.

2. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 1, en el que el primer extractor de accionamientos de barras de control incluye un primer actuador configurado para hacer girar el primer alojamiento alrededor de un primer  
30 eje de base para mover el primer alojamiento entre la orientación horizontal y la orientación vertical, estando el primer actuador configurado para mover el primer alojamiento verticalmente con respecto al eje de base en la orientación vertical.

3. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la  
35 reivindicación 2, en el que el primer extractor de accionamientos de barras de control incluye una base que une de forma giratoria el primer alojamiento al primer canal y que define el

primer eje de base, deslizándose el primer alojamiento a lo largo de un primer conjunto de muñón durante el movimiento vertical del primer alojamiento en la orientación vertical.

4. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 3, en el que el primer alojamiento incluye una primera ranura alargada que se extiende longitudinalmente en el mismo, siendo la primera base un primer conjunto de muñón que incluye un primer saliente que define el primer eje de base, extendiéndose el primer saliente hasta la primera ranura alargada y deslizándose a lo largo de la primera ranura alargada durante el movimiento vertical del primer alojamiento en la orientación vertical.

5. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 1, en el que el primer extractor de accionamientos de barras de control incluye un husillo accionado por un motor para ayudar al primer mástil a recibir el primer accionamiento de barras de control cuando el primer mástil está en orientación vertical.

6. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 1, en el que el primer actuador incluye un cabrestante configurado para mover el primer mástil entre la orientación horizontal y la orientación vertical y configurado para mover el primer mástil en vertical en la orientación vertical.

7. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 1, en el que el primer extractor de accionamientos de barras de control incluye un soporte inferior para contactar un extremo inferior del primer accionamiento de barras de control, estando el primer mástil dispuesto y configurado de tal forma que cuando el extremo inferior del primer accionamiento de barras de control entra en contacto con el soporte inferior, el accionamiento de barras de control se extiende longitudinalmente más allá de un extremo longitudinal del primer mástil.

8. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 7 que comprende además una extensión de mástil conectable al extremo longitudinal del primer mástil, estando la primera extensión de mástil dispuesta y configurada para rodear una porción del accionamiento de barras de control que se extiende longitudinalmente más allá del extremo longitudinal del primer mástil.

35

9. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la

reivindicación 8 que comprende además un escudo contra radiación soportado por la extensión de mástil, incluyendo el escudo contra radiación una puerta configurada para cerrarse sobre un extremo axial del primer accionamiento de barras de control cuando el primer accionamiento de barras de control se baja a la posición horizontal en el primer canal.

5

10. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 1 que comprende además una rampa de extensión acoplada a un extremo axial del primer canal, estando la rampa de extensión configurada para puentear selectivamente un espacio entre una bandeja de nivelación dispuesta para al menos uno de  
10 retirar el primer alojamiento y el primer accionamiento de barras de control del primer canal y suministrar el primer alojamiento y un nuevo primer accionamiento de barras de control al primer canal, estando la bandeja de nivelación dispuesta para al menos uno de retirar el segundo alojamiento y el segundo accionamiento de barras de control del segundo canal y suministrar el segundo alojamiento y un nuevo segundo accionamiento de barras de control  
15 al segundo canal.

11. Un método para reemplazar un accionamiento de barras de control en una vasija a presión de reactor nuclear que comprende:

20 proporcionar un primer canal sobre un soporte bajo la vasija a presión de reactor nuclear y un segundo canal conectado al primer canal;

montar de forma móvil un primer alojamiento dentro del primer canal;

25 mover el primer alojamiento desde una orientación horizontal en la que el primer alojamiento está alineado dentro del primer canal con una orientación vertical;

recibir un primer accionamiento de barras de control dentro del primer alojamiento mientras el primer alojamiento está en la orientación vertical;

30

mover el primer alojamiento desde la orientación vertical a la orientación horizontal mientras el primer accionamiento de barras de control está dentro del primer alojamiento;

retirar el primer alojamiento con el primer accionamiento de barras de control del primer  
35 canal;

montar de forma móvil un segundo alojamiento que incluye un accionamiento de barras de control de reemplazo en el mismo dentro del segundo canal;

mover el segundo alojamiento y el accionamiento de barras de control de reemplazo de una  
5 orientación horizontal a una orientación vertical; y

proporcionar el accionamiento de barras de control de reemplazo del segundo alojamiento a la vasija a presión de reactor nuclear, mientras que el segundo alojamiento está en la orientación vertical.

10

12. El método según la reivindicación 11, en el que el primer canal se fija en la parte superior del segundo canal.

13. El método según la reivindicación 11, en el que el montaje móvil del segundo  
15 alojamiento que incluye el accionamiento de barras de control de reemplazo en el mismo dentro del segundo canal se realiza antes de retirar el primer alojamiento y el primer accionamiento de barras de control del primer canal.

14. El método según la reivindicación 13, en el que mover el segundo alojamiento y  
20 el accionamiento de barras de control de reemplazo desde una orientación horizontal a una orientación vertical se realiza después de retirar el primer alojamiento y el primer accionamiento de barras de control del primer canal.

15. El método según la reivindicación 11, que comprende además mover el primer  
25 alojamiento verticalmente hacia arriba después de mover el primer alojamiento desde la orientación horizontal a la orientación vertical.

16. El método según la reivindicación 15, que comprende además proporcionar un soporte de muñón que une de forma giratoria el primer alojamiento al primer canal.

30

17. El método según la reivindicación 16, en el que el primer alojamiento incluye una ranura alargada que se extiende longitudinalmente en el mismo, incluyendo el soporte de muñón un saliente que se extiende dentro de la ranura alargada, incluyendo el movimiento del primer alojamiento verticalmente hacia arriba mover el saliente verticalmente hacia arriba  
35 en la ranura alargada.

18. El método según la reivindicación 17, en el que el giro del primer alojamiento desde la orientación horizontal a la orientación vertical incluye girar el saliente mientras que el saliente contacta con un borde de tope final de la ranura.

5 19. Un dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control que comprende:

un canal para montar en un soporte bajo una vasija a presión de reactor nuclear;

10 un extractor de accionamientos de barras de control recibido de forma extraíble en el canal, incluyendo el extractor de accionamientos de barras de control una base y un alojamiento conectado de forma giratoria a la base, estando el alojamiento configurado para recibir un accionamiento de barras de control, incluyendo la base un eje de base, estando el alojamiento unido de forma giratoria a la base en la base para girar entre una orientación  
15 horizontal en la que el alojamiento está alineado dentro del canal y una orientación vertical en la que el alojamiento está alineado para recibir el accionamiento de barras de control de la vasija a presión de reactor nuclear, siendo el alojamiento móvil en vertical con respecto a la base en la orientación vertical.

20 20. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 19, en el que el extractor de accionamientos de barras de control incluye un actuador configurado para hacer girar el alojamiento alrededor del eje de base para mover el alojamiento entre la orientación horizontal y la orientación vertical, estando el actuador configurado para mover el alojamiento en vertical en la orientación vertical para alejar un eje  
25 de giro del alojamiento del eje de base.

21. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 19, en el que la base es un conjunto de muñón que acopla de manera giratoria el alojamiento al canal y que define el eje de base, deslizándose el alojamiento a lo  
30 largo del conjunto de muñón durante el movimiento vertical del alojamiento en la orientación vertical.

22. El dispositivo de reemplazo de accionamientos de barras de control según la reivindicación 21, en el que el alojamiento incluye una ranura alargada que se extiende  
35 longitudinalmente en el mismo y el conjunto de muñón incluye un saliente que define el eje de base, extendiéndose el saliente dentro de la ranura alargada y deslizándose a lo largo de

la ranura alargada durante el movimiento vertical del alojamiento en la orientación vertical.

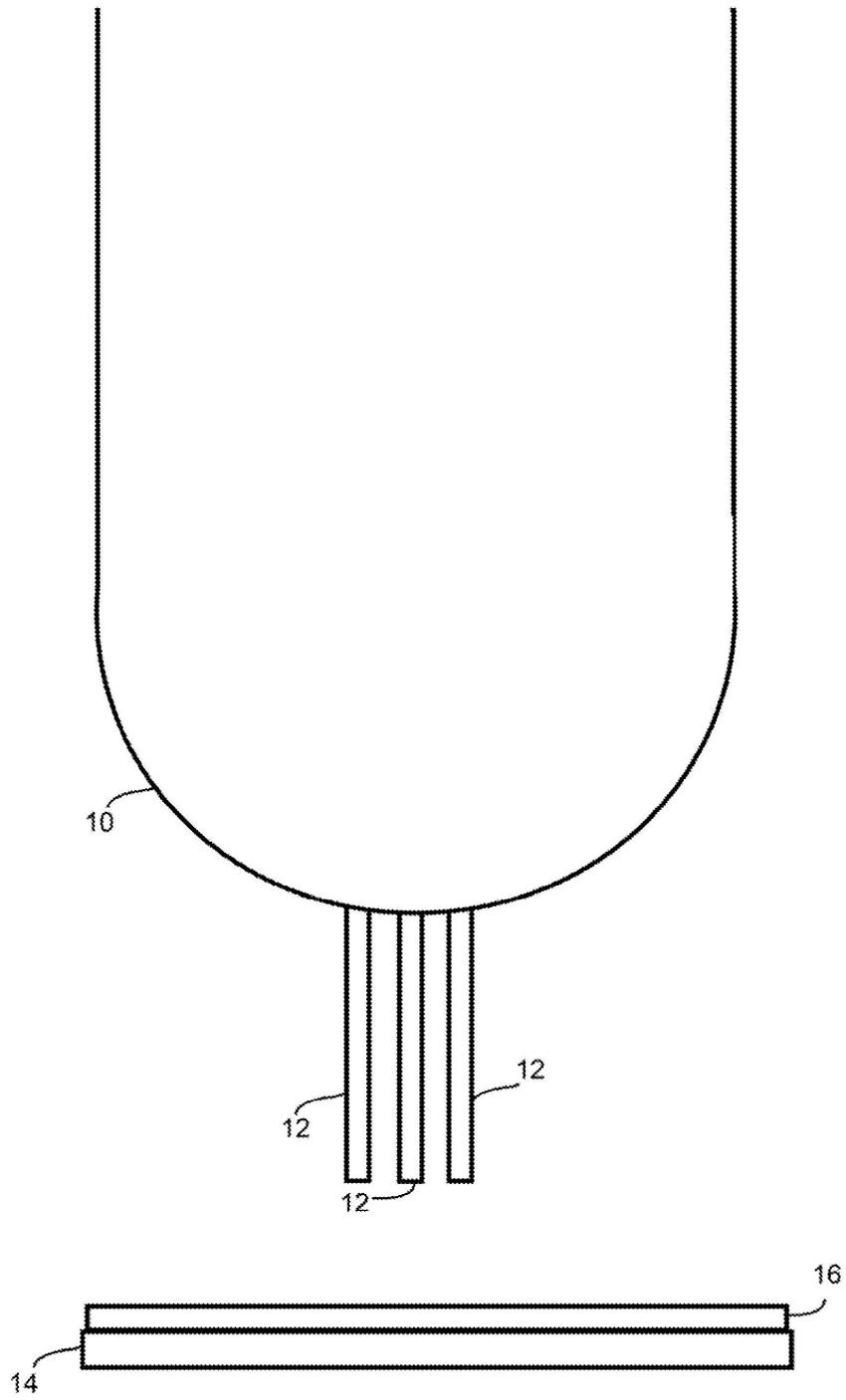
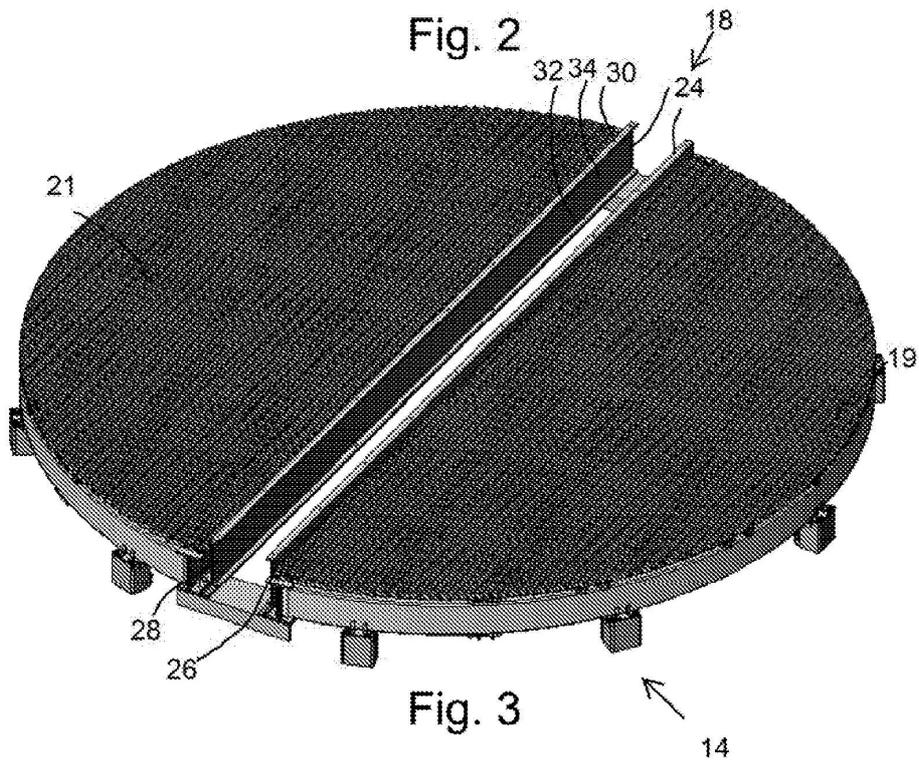
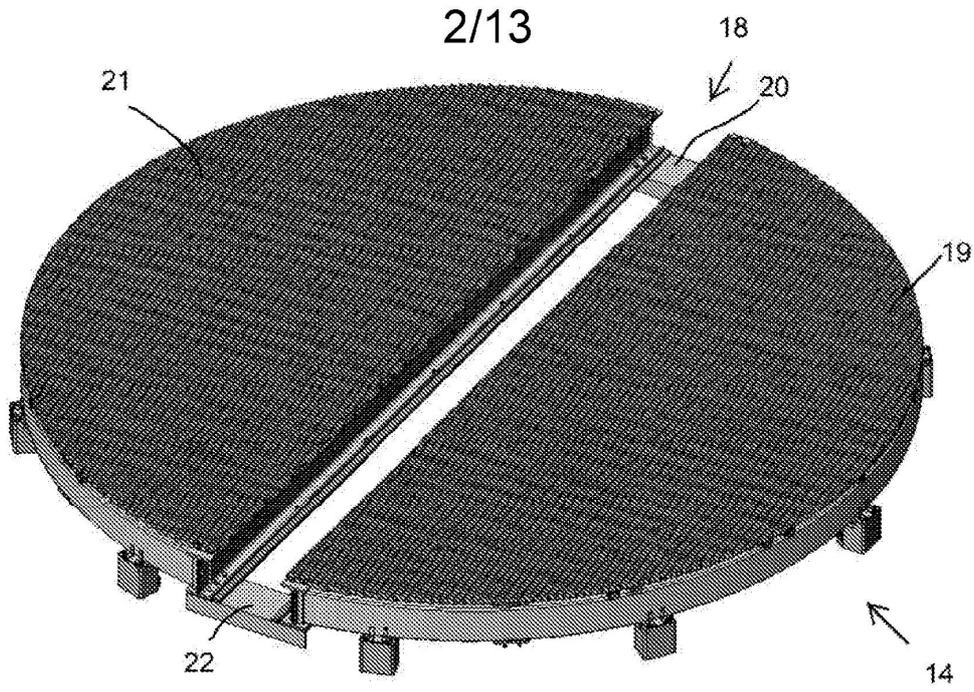
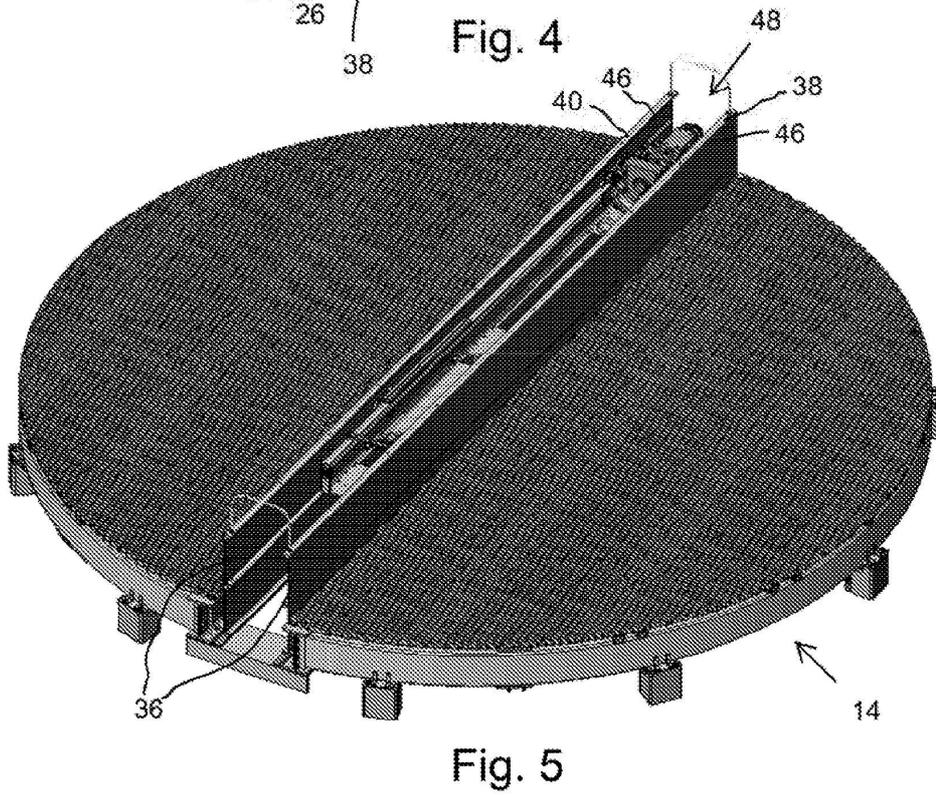
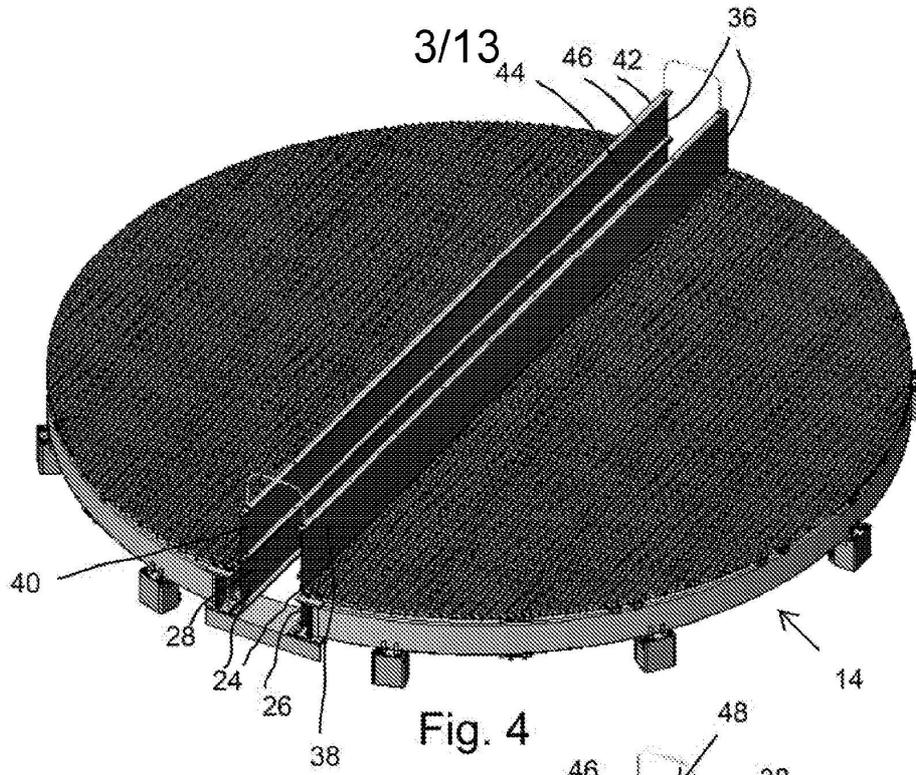


Fig. 1





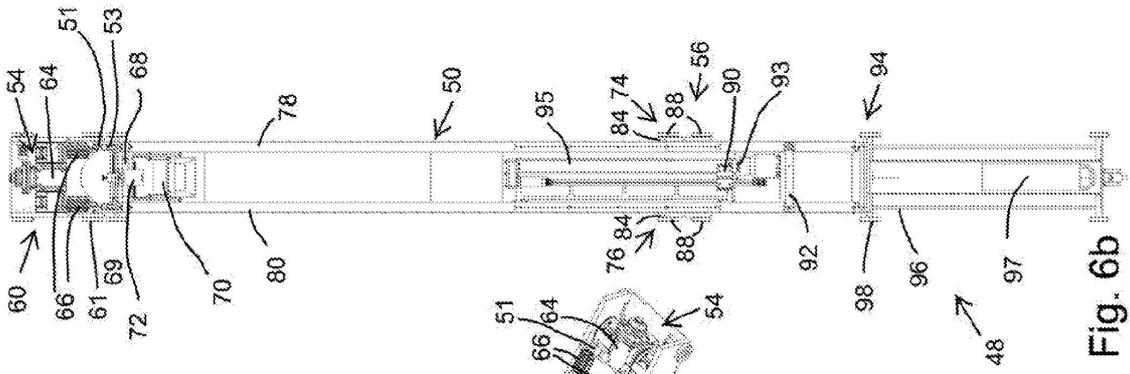


Fig. 6a

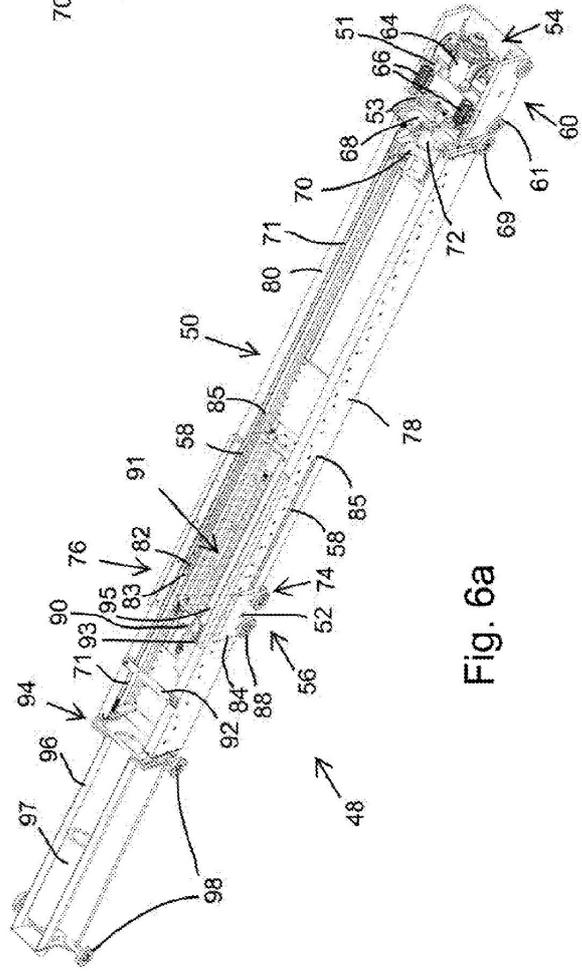


Fig. 6b

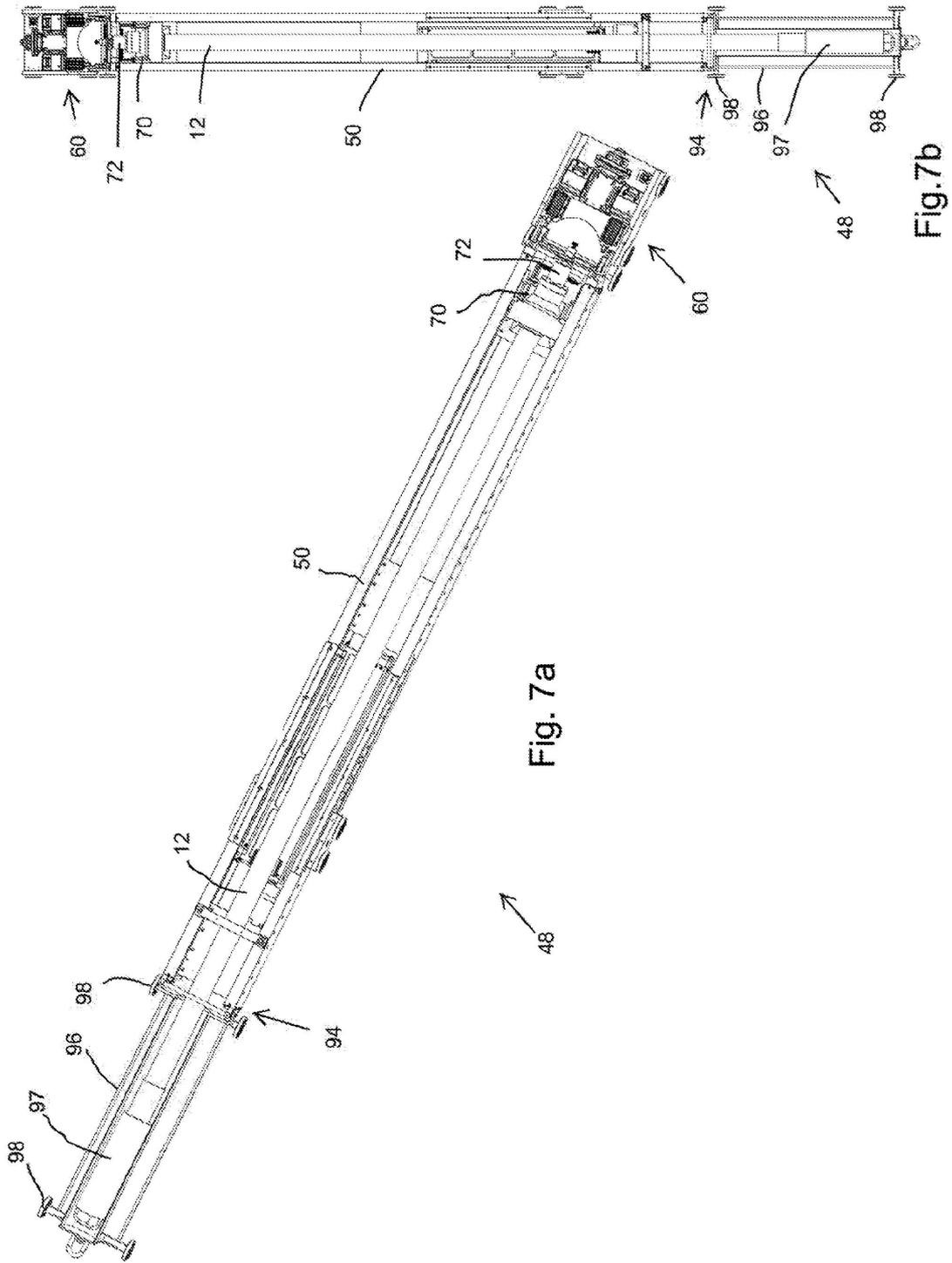
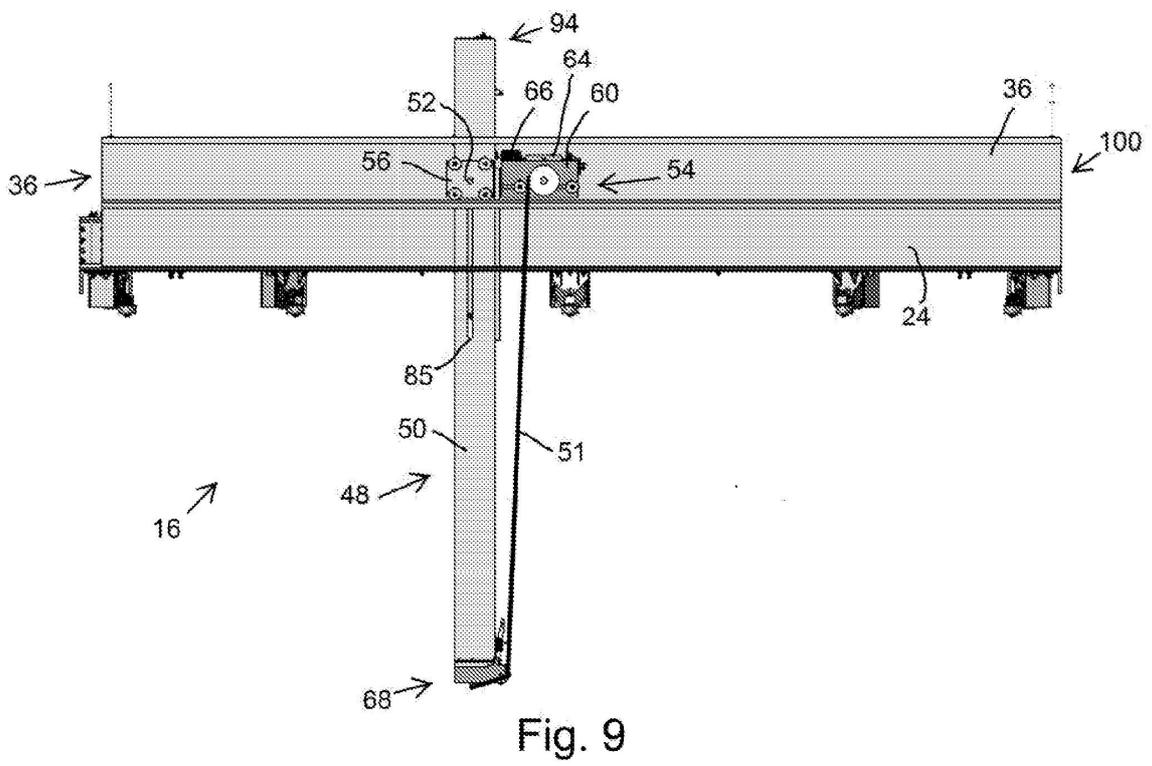
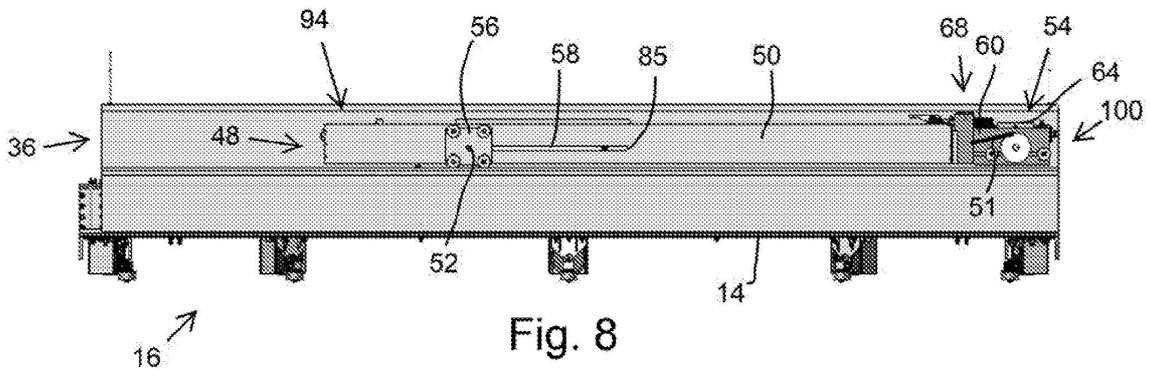


Fig. 7a

Fig. 7b



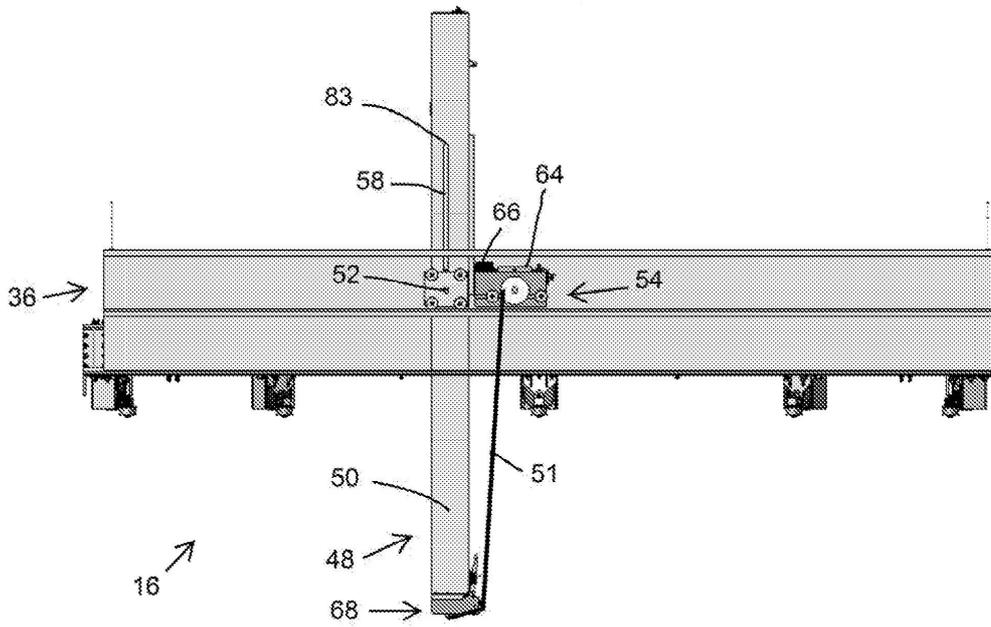


Fig. 10

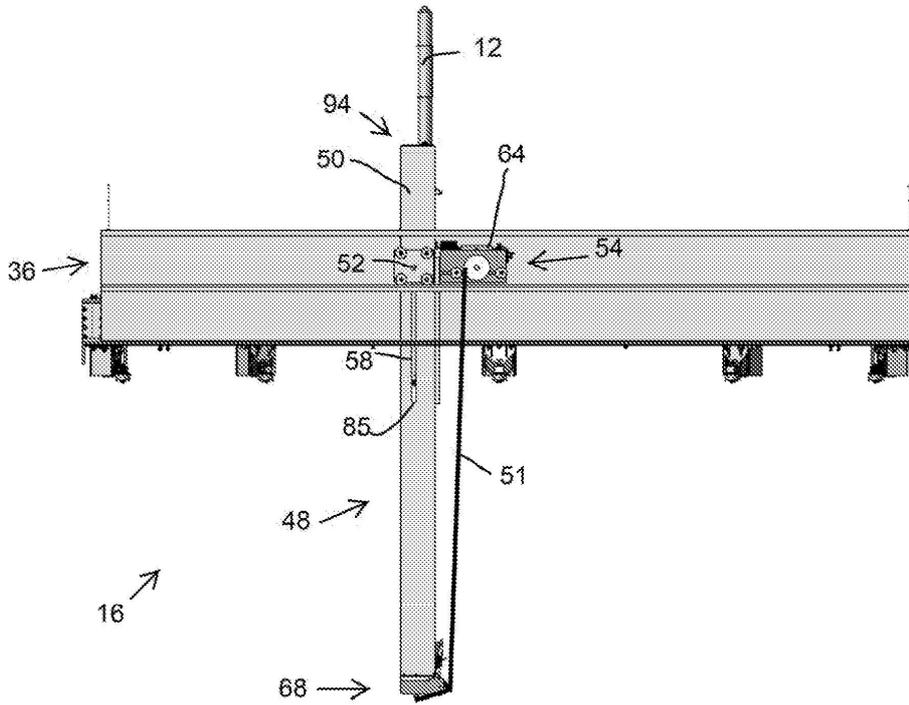


Fig. 11

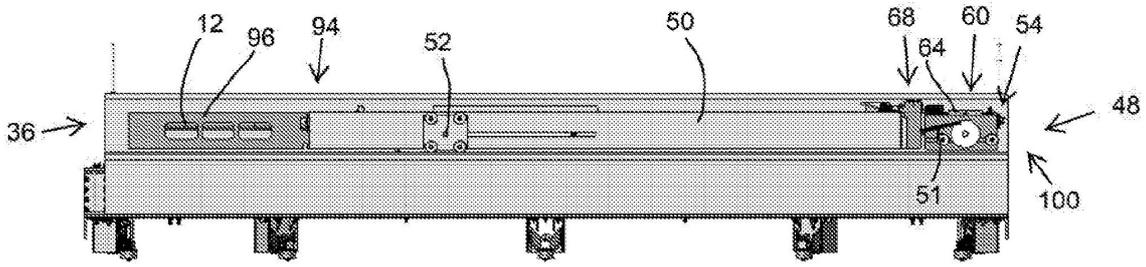


Fig. 12

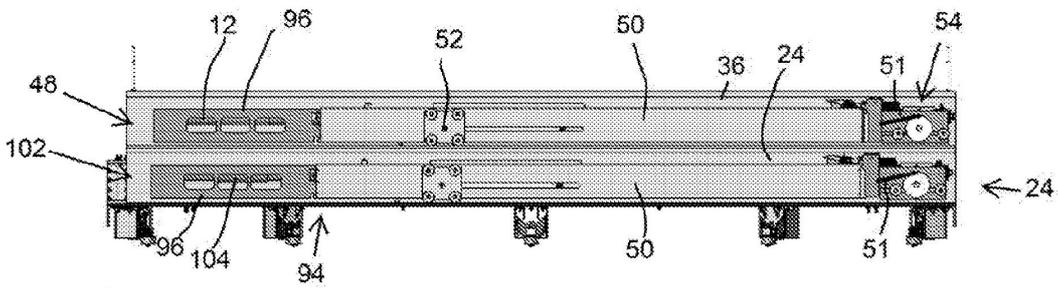


Fig. 13

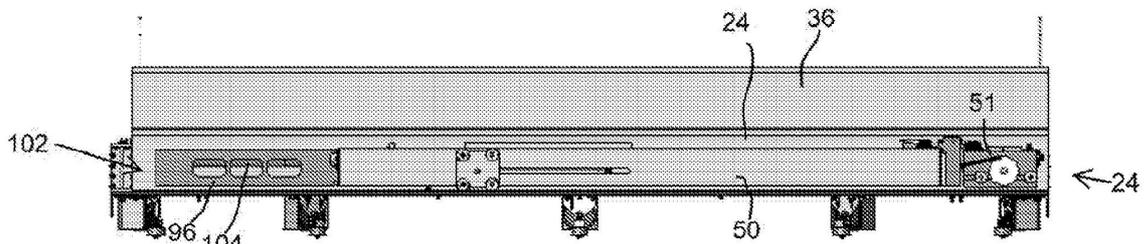
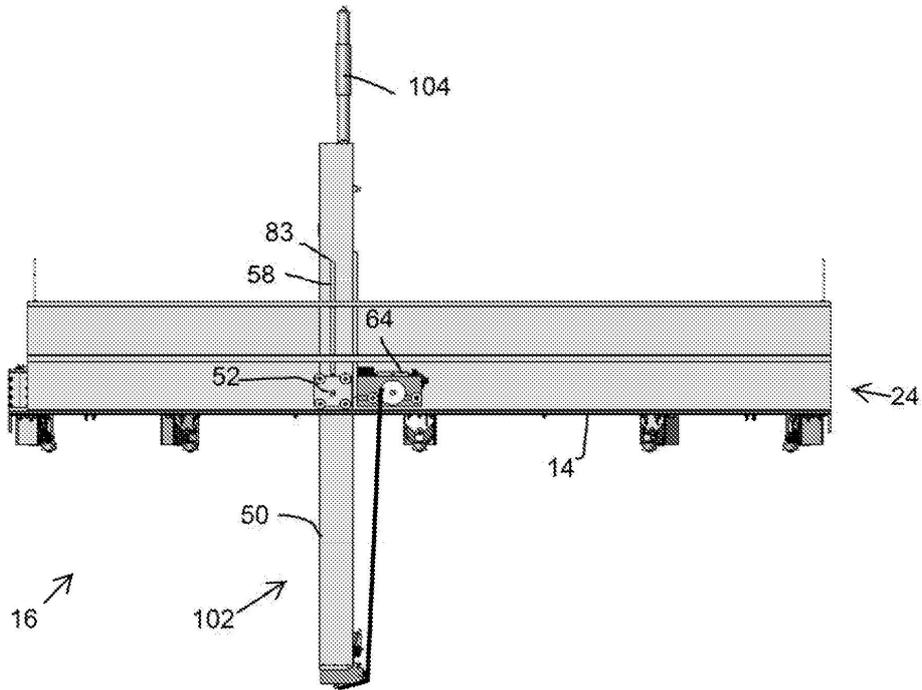
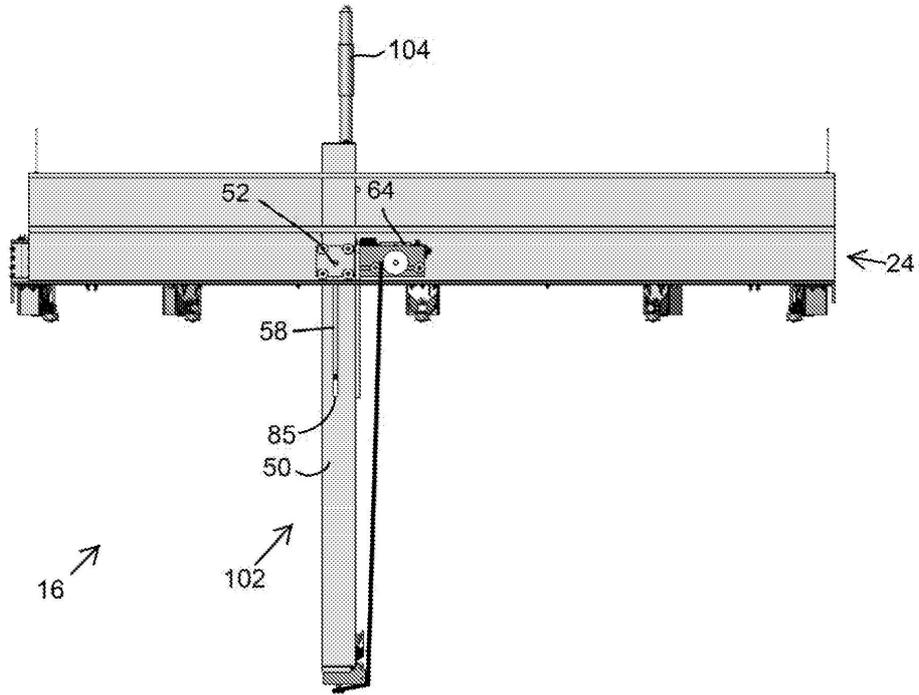


Fig. 14



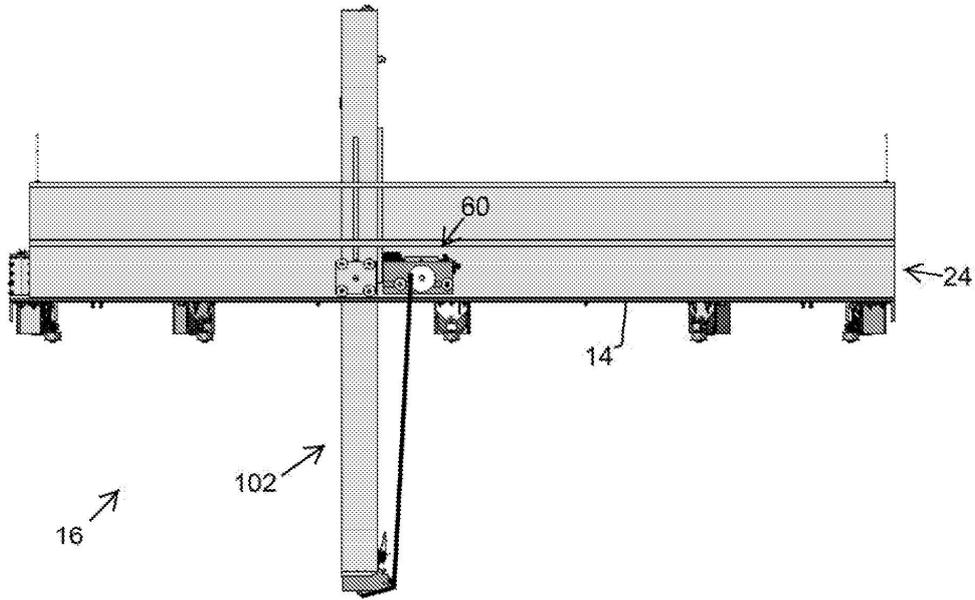


Fig. 17

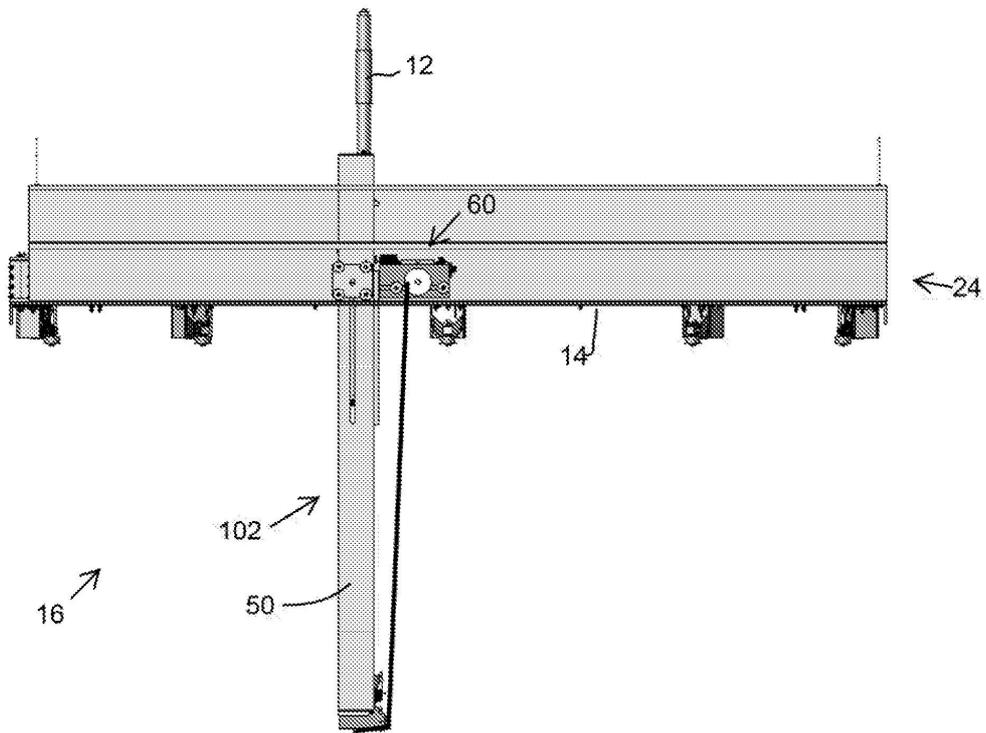


Fig. 18

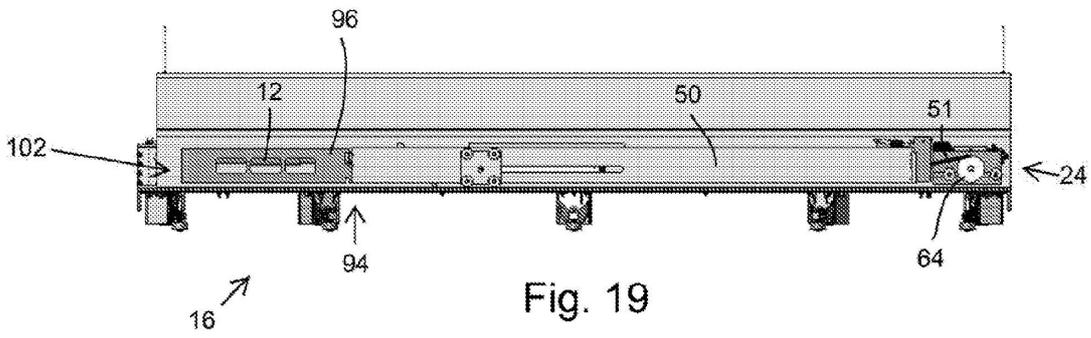


Fig. 19

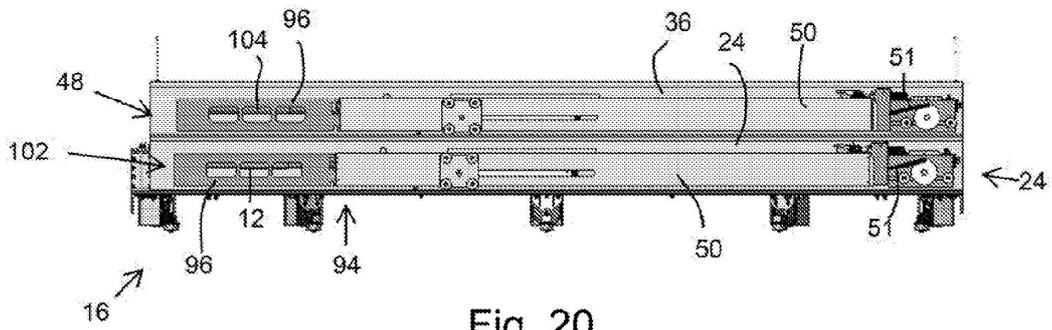


Fig. 20

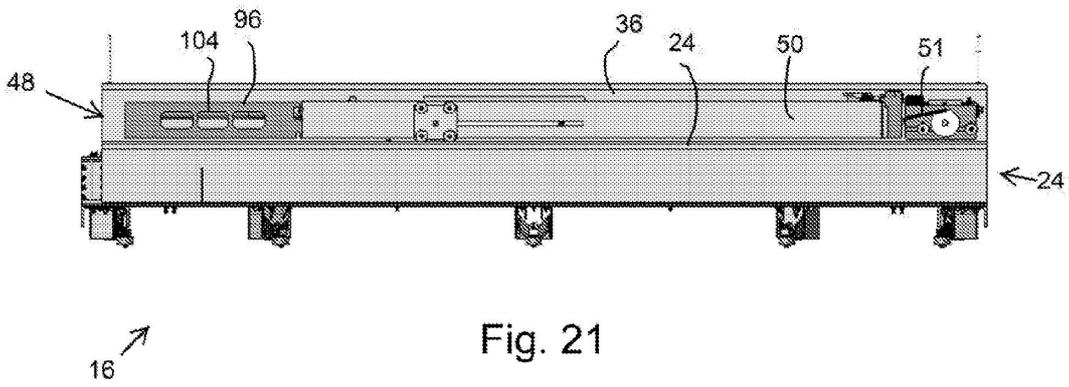


Fig. 21

