

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 146**

51 Int. Cl.:

**B28B 7/08**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.11.2011 PCT/US2011/061791**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2012 WO12074829**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.11.2011 E 11844910 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 2646210**

54 Título: **Sistema, aparato y procedimiento para la fabricación automatizada de elementos estructurales de hormigón**

30 Prioridad:

**01.12.2010 US 957700**

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

**19.09.2017**

73 Titular/es:

**GARFINKEL, ERIK (50.0%)  
1142 Guinda Street  
Palo Alto, California 94301, US y  
MACMILLAN, JOHN (50.0%)**

72 Inventor/es:

**GARFINKEL, ERIK y  
MACMILLAN, JOHN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 633 146 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**

Sistema, aparato y procedimiento para la fabricación automatizada de elementos estructurales de hormigón

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere en general al campo de la construcción y más en particular a aparatos para producir bloques prefabricados para la construcción de paredes y otras estructuras.

**Antecedentes de la invención**

10 Los elementos estructurales de hormigón prefabricados se están haciendo cada vez más conocidos y se utilizan cada vez más para crear edificios u otras estructuras. Estos elementos estructurales prefabricados incluyen bloques, elementos de cimentación y unidades de pared parciales y comprenden una amplia gama de diseños de bloques prefabricados que van desde los sencillos a los muy complejos. Los diseños de bloques prefabricados más elementales son los utilizados en la albañilería de hormigón básica, tales como el ya conocido "bloque de escorias". Aunque pueden diseñarse unidades de albañilería de hormigón (*Concrete Masonry Units* (CMU)) para diversas aplicaciones, éstas pueden tener como resultado estructuras que son estructuralmente inferiores a las creadas con unidades de hormigón armado más grandes. Por consiguiente se están utilizando bloques prefabricados más grandes, pero en general cuanto más grande es el bloque prefabricado más difícil es el proceso de fabricación.

15 Un ejemplo de unidades prefabricadas en mayor escala se encuentra en la patente de los EE.UU. número 5.678.373, de uno de los presentes inventores, que describe un sistema modular de paredes prefabricadas con juntas de mortero. Las unidades de pared prefabricadas de las que se habla en esta patente son de un tamaño y una complejidad mucho mayores que las CMU sencillas anteriormente utilizadas. Como podría esperarse, simplemente el tamaño y el peso de las unidades prefabricadas en mayor escala presentan problemas únicos en su fabricación. Si un sistema para su producción ha de ser eficaz, debe existir un sistema para vaciar los bloques, retirar los bloques vaciados de los moldes de vaciado y transportarlos para su envío que no requiera un equipo de vaciado y transporte gigantesco y en el que no haya de emplearse mucha mano de obra.

20 Así pues, existe una necesidad de un aparato y un procedimiento para producir bloques de hormigón prefabricados en mayor escala que esté considerablemente automatizado, sea fácil de utilizar y de limpiar, integre funciones de vaciado y transporte y sea de escala moderada.

25 El documento US 3.553.798A describe un subsistema de suministro de hormigón.

**Descripción de la invención**

30 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema flexible para producir unidades de bloque estructural prefabricadas a partir de hormigón.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema modular para crear unidades prefabricadas de diversas dimensiones.

Otro objetivo más de la presente invención es minimizar los requisitos de mano de obra, y su coste concomitante, a la hora de producir elementos estructurales prefabricados.

35 Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un sistema automatizado que permita secar y endurecer las unidades de bloque en un lugar diferente de la zona de vertido del hormigón.

Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar componentes de molde modulares que puedan sustituirse fácilmente, para limpieza, reparación y configuraciones especiales.

40 Y otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un sistema que contenga múltiples moldes autodesprendibles alimentados de forma secuencial por un sistema de suministro de hormigón, de manera que el sistema produzca de modo constante bloques estructurales prefabricados.

45 En resumen, una realización preferida de la presente invención es una máquina de vaciado para producir elementos estructurales de hormigón prefabricados, que incluye un molde autodesprendible. El molde autodesprendible incluye unas paredes laterales, que pueden moverse desde una posición abierta hasta una posición cerrada, y unos cerramientos terminales, que pueden moverse desde una posición abierta hasta una posición cerrada. El molde autodesprendible incluye también una superficie de vaciado inferior, rodeando la superficie de vaciado inferior, las paredes laterales y los cerramientos terminales una cavidad configurada para contener hormigón fresco. También está incluido un subsistema de machos de molde, que incluye un macho superior y un macho inferior. El subsistema de machos de molde se coloca automáticamente en la cavidad y ayuda a conformar la forma y la estructura de los bloques prefabricados acabados. Se vierte hormigón mezclado en la cavidad alrededor del subsistema de machos de molde cuando el molde autodesprendible está en la posición cerrada. Se deja fraguar el hormigón hasta un estado de fraguado inicial, en el que es suficientemente rígido para ser autoportante, pero aún no está curado. Las paredes laterales y los cerramientos terminales pueden moverse automáticamente a la posición abierta una vez

solidificado el hormigón, y el macho superior y el macho inferior se retraen automáticamente de manera que el elemento estructural de hormigón prefabricado es liberado automáticamente del molde autodesprendible.

5 Las máquinas de vaciado son de carácter modular, lo que significa que en un sistema modular de prefabricación puede incluirse un número cualquiera de las mismas. El sistema modular incluye un sistema de mezcla de hormigón en el que se mezcla el hormigón, que se vierte en un conjunto de tolva para hormigón. Este conjunto de tolva para hormigón forma parte de un subsistema de suministro de hormigón, que incluye también un sistema de carriles mediante el cual el conjunto de tolva para hormigón puede desplazarse sucesivamente a cada una de las numerosas máquinas de vaciado y llenar cada cavidad de cada molde autodesprendible. También está incluido un subsistema de transporte de bloques mediante el cual los bloques de fraguado inicial abandonan las máquinas de vaciado por medio de unos mecanismos transportadores y son suministrados a uno o más hornos de curado. Tras un curado inicial, los bloques se transportan a una zona de aprovisionamiento para su curado final y su eventual envío.

Una ventaja de la presente invención es que proporciona un sistema eficaz y racionalizado para producir bloques prefabricados modulares.

15 Otra ventaja de la presente invención es que proporciona un aparato de tamaño y complejidad moderados para vaciar bloques prefabricados modulares.

Y otra ventaja de la presente invención es que proporciona un aparato que incluye un sistema de transporte para los bloques prefabricados modulares vaciados.

20 Una ventaja más de la presente invención es que proporciona un aparato que incluye un medio sencillo de retirar los bloques modulares vaciados del dispositivo de moldeo.

Otra ventaja más es que la presente invención incorpora el vaciado, la retirada y el transporte de los bloques prefabricados modulares en un solo sistema.

Otra ventaja más de la presente invención es que el sistema puede ampliarse para admitir múltiples máquinas de vaciado, a las que puede dar servicio un sistema de suministro de hormigón.

25 Otra ventaja de la presente invención es que el sistema puede automatizarse de manera que se requiera muy poca mano de obra y, por consiguiente, se reduzca el coste de producción.

Una ventaja más de la presente invención es que puede hacerse funcionar como un sistema automatizado mediante el cual se introduce en la entrada hormigón mezclado y pueden recogerse de la salida bloques prefabricados acabados.

30 Otra ventaja más de la presente invención es que los bloques producidos se crean mediante un procedimiento con hormigón vaciado fresco y son más resistentes que los producidos mediante procesos de compactación en seco, tal como los bloques de escorias convencionales.

35 Otra ventaja es que, gracias a que se producen bloques más grandes, hay menos juntas y hendiduras en una extensión comparable de pared terminada que en una pared hecha de bloques más pequeños y, por lo tanto, se produce una pared más hermética y robusta.

40 Las ventajas adicionales de la presente invención con respecto a las paredes producidas mediante el procedimiento *tilt-up* (por el que se vierte in situ en un molde horizontal una sección de pared, que a continuación se levanta verticalmente para montarla como una sección de pared) son que no se requiere una superficie plana y lisa in situ, no es necesario que haga buen tiempo, la altura de la pared no está limitada a una sola sección y es más fácil integrar los bloques de la presente invención con elementos de acero estructurales con elementos para suelos y techos.

45 Éstos y otros objetivos y ventajas de la presente invención se harán evidentes para los expertos en la técnica en vista de la descripción del mejor modo actualmente conocido de llevar a cabo la invención y la aplicabilidad industrial de la realización preferida tal como se describe en la presente memoria y se ilustra en las diversas figuras de los dibujos.

### Breve descripción de los dibujos

Los propósitos y ventajas de la presente invención se desprenden de la descripción detallada siguiente junto con los dibujos adjuntos, en los que:

50 la FIGURA 1A muestra una proyección horizontal desde arriba de una planta de producción que incorpora el sistema de fabricación de la presente invención;

la FIGURA 1B muestra un detalle de una parte de la FIGURA 1A, que está encerrado en un recuadro señalado como 1B en la FIGURA 1A;

la FIGURA 2 ilustra una unidad de bloque tal como es fabricada por el sistema de la presente invención;

la FIGURA 3 muestra una vista isométrica de una máquina de vaciado de la presente invención en configuración abierta;

5 la FIGURA 4 muestra una vista isométrica de una máquina de vaciado de la presente invención en configuración cerrada;

la FIGURA 5 muestra una vista en detalle de una máquina de vaciado de la presente invención en configuración abierta, tomada del detalle 5 de la Figura 3;

la FIGURA 6 muestra una vista en detalle de una máquina de vaciado de la presente invención en configuración abierta, tomada del detalle 6 de la Figura 4;

10 la FIGURA 7 muestra una vista en sección transversal de la máquina de vaciado de la presente invención en la vista 7 de la Figura 3, que muestra una primera etapa del proceso de fabricación;

las FIGURAS 8-19 muestran vistas en sección transversal de la máquina de vaciado de la presente invención en etapas secuenciales del proceso de fabricación después de la primera etapa mostrada en la Figura 7;

15 la FIGURA 20 muestra una vista isométrica del subsistema de suministro de hormigón de la presente invención, que incluye el conjunto de tolva con un carro de tolva y una máquina tractora de carro de tolva de la presente invención;

la FIGURA 21 muestra una vista isométrica despiezada del subsistema de suministro de hormigón de la presente invención, que incluye el conjunto de tolva con carro de tolva y máquina tractora de carro de tolva de la presente invención;

la FIGURA 22 muestra una vista isométrica del elevador de macho de la presente invención;

20 las FIGURAS 23-24 son proyecciones horizontales laterales del subsistema transportador lateral a transversal de la presente invención; y

las FIGURAS 25-30 son diagramas de flujo que muestran las etapas en la fabricación de un elemento estructural tal como es producido por el sistema de la presente invención.

#### **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

25 Una realización actualmente preferida de la presente invención es un sistema para producir elementos estructurales de hormigón prefabricados. Una proyección horizontal desde arriba de la realización preferida es el sistema de fabricación ilustrado en las Figuras 1A y B y las demás figuras de los dibujos y éste está designado con el carácter de referencia general **10**. El sistema de la presente invención **10** proporciona un sistema automatizado para la fabricación de bloques modulares prefabricados para la construcción de edificios, que es altamente eficaz y permite producir cantidades mucho mayores de bloques modulares prefabricados de un tamaño mayor que lo que es posible utilizando equipo y procedimientos de vaciado anteriores.

30 El propósito del sistema **10** de fabricación es crear unidades de bloque prefabricadas del tipo ilustrado en la Figura 2. La unidad de bloque prefabricada típica mostrada en la vista en perspectiva de la Figura 2 está designada con el número de referencia **1**. Como se muestra, la unidad de bloque **1** es lateralmente simétrica e incluye una primera pared lateral **2** y una segunda pared lateral **3**, situadas a cada lado de una cavidad interior **4**. Dentro de la cavidad interior transversal **4** se hallan una pluralidad de elementos **5** de retículo espaciados lateralmente, que conectan la primera pared lateral **2** con la segunda pared lateral **3**. La unidad de bloque **1** está conformada (vaciada) en una sola pieza y no tiene ningún componente de sujeción o conexión adicional.

35 Los bloques **1** son preferiblemente huecos, al menos en parte, con el fin de incorporar fácilmente elementos de refuerzo estructurales, tales como barras de refuerzo o tramos de barra de acero. La construcción hueca de las unidades de bloque **1** permite una integración fácil con otros refuerzos estructurales de acero, que pueden incluirse en unidades de suelo o de techo.

40 Volviendo a las Figuras 1A y B, la Figura 1A muestra el sistema modular **10** de prefabricación, que incluye una proyección horizontal de una planta **12** de producción rodeada en gran parte por una pared perimétrica **14**. La Figura 1B muestra una vista en detalle de la parte de la Figura 1A que está encerrada en el recuadro punteado designado como "1B". Un subsistema **16** de mezcla de hormigón se extiende más allá de una parte de la pared perimétrica **14**. La planta **12** incluye un sistema **18** de carriles, un sistema **20** de transporte de bloques, varias máquinas **22** de vaciado y al menos un horno **24** de curado, de los cuales se muestran dos en la figura. Como se tratará posteriormente, el subsistema **16** de mezcla de hormigón mezcla hormigón **26**, que a continuación se deposita en un conjunto **28** de tolva para hormigón. El conjunto **28** de tolva para hormigón se mueve a lo largo del sistema **18** de carriles, hasta que se alinea con una de las máquinas **22** de vaciado. Suministra el hormigón **26** a la máquina **22** de vaciado, que produce un bloque de hormigón de fraguado inicial que es suficientemente rígido para mantenerse de pie por sí mismo, pero aún requiere curado. Éste se mueve mediante unas cintas transportadoras **32** del sistema **20**

de transporte de bloques hasta uno de los hornos **24** de curado, donde permanece preferiblemente a una temperatura en un intervalo de 140 a 180 grados durante 8 a 24 horas. A continuación sale como un bloque **34** de curado inicial, que es trasladado a una zona de aprovisionamiento que puede servir también de zona **36** de curado final (no mostrada), donde permanece preferiblemente durante 28 días adicionales para completar su proceso de curado, y está listo para su envío como un bloque **1** terminado (véase la Figura 2). La zona de aprovisionamiento puede ser cualquier zona de almacenamiento convencional y, como tal, no está ilustrada en la presente memoria.

La Figura 1B muestra una vista en detalle de la parte de la planta **12** general que está encerrada en el recuadro punteado 1B de la Figura 1A. Remitiéndonos ahora tanto a la Figura 1A como a la Figura 1B, el subsistema **16** de mezcla de hormigón incluye unos depósitos **38** de áridos. Los depósitos **38** de áridos incluyen un depósito **40** de arena y un depósito **42** de grava. El subsistema **16** de mezcla de hormigón incluye también un silo **44** de cemento, que está conectado a una tolva **48** para cemento mediante un transportador **46** de tornillo helicoidal. Dos cintas transportadoras **50** suministran arena y grava desde los depósitos **38** de áridos a una tolva **52** para áridos, que alimenta a una hormigonera **54**. La tolva **48** para cemento también alimenta cemento a la hormigonera **54**. También hay una línea de agua (no mostrada) conectada a la hormigonera **54**. En funcionamiento, las cintas transportadoras **50** suministran arena y grava desde los depósitos **38** de áridos a la tolva **52** para áridos, que incluye una báscula (no mostrada) que pesa los áridos entrantes. Cuando se ha recibido una cantidad predeterminada, las cintas transportadoras **50** se apagan y los áridos son vertidos en la hormigonera **54**, junto con el cemento procedente del silo **44** de cemento, a través de la tolva **48** para cemento, y agua. La hormigonera **54** se mueve en ciclos hasta que está lista una masada mezclada de hormigón. A continuación se vierte por una canaleta distribuidora **56** al conjunto **28** de tolva para hormigón, que ha sido movido a la posición correspondiente para recibirla, aunque en esta figura no se muestra en la posición de recepción. Se muestra una zona **58** de lavado de tolva, que es preferiblemente una depresión de 0,6096-0,9144 m (2-3 pies) de profundidad con un desagüe en el fondo. Esta zona **58** de lavado de tolva puede utilizarse para lavar el conjunto **28** de tolva para hormigón entre suministros de hormigón.

Remitiéndonos ahora también a las Figuras 7 y 21, el sistema **18** de carriles incluye unos carriles laterales **60** y unos carriles transversales **62**. Los carriles laterales **60** incluyen unos carriles **136** de máquina de vaciado, que están incluidos en las máquinas **22** de vaciado, y unos carriles internos **164**, que están incluidos en el conjunto **28** de tolva para hormigón, como se tratará posteriormente. El conjunto **28** de tolva para hormigón se mueve sobre los carriles transversales **62** para colocarse sobre la zona **58** de lavado de tolva, que se halla bajo la canaleta distribuidora **56** de hormigón, para ser lavado y para recibir hormigón mezclado **26**. También se mueve a lo largo de los carriles transversales **62** para alinearse con una de las múltiples máquinas **22** de vaciado, con el fin de cargar la máquina **22** de vaciado con hormigón **26**. Así, un sistema **64** de suministro de hormigón incluye el sistema **18** de carriles y el conjunto **28** de tolva para hormigón y mueve el hormigón mezclado desde el sistema **16** de mezcla de hormigón para llenar de hormigón **26** las diversas máquinas **22** de vaciado.

El conjunto **28** de tolva para hormigón incluye al menos una tolva **68** para hormigón, un carro **70** de tolva y una máquina tractora **72** de carro de tolva. Éstos se tratarán posteriormente más en detalle, pero, en general, la tolva **68** para hormigón contiene el hormigón mezclado **26**, la máquina tractora **72** de carro de tolva mueve por lo general la tolva **68** para hormigón y el carro **70** de tolva en una dirección vertical, y el carro **70** de tolva mueve a continuación la tolva **68** para hormigón en una dirección horizontal, en el plano de referencia de las Figuras 1A y B.

Cuando los bloques **1** han alcanzado al menos una etapa de fraguado inicial, en la que están suficientemente rígidos para ser autoportantes, están listos para salir de las máquinas **22** de vaciado y se trasladan para curarlos. El sistema **20** de transporte de bloques mueve estos bloques, y el sistema **20** de transporte de bloques incluye varios mecanismos transportadores, preferiblemente unas cintas transportadoras **66**, en orientación tanto lateral como transversal (representados horizontalmente y verticalmente en las Figuras 1A y B).

Los expertos en la técnica entenderán que pueden utilizarse otros mecanismos transportadores en lugar de cintas, tales como rodillos, rodamientos de bolas, etc. Así pues, el concepto "cintas transportadoras **66**" se utiliza en este documento para que incluya todos estos posibles mecanismos transportadores y no debería interpretarse como una limitación.

Como está ilustrado en las Figuras 1A y B y las ilustraciones subsiguientes, puede verse que el sistema general modular **10** de fabricación para unidades de bloque **1** prefabricadas incluye componentes generales que se repiten de forma modular. Entre los ilustrados se incluyen una máquina nº 1 **74** de vaciado, una máquina nº 2 **76** de vaciado y así sucesivamente con tantas repeticiones como sea necesario en el sistema general. En la realización **10** preferida ilustrada en las Figuras 1A y B se muestran dieciséis máquinas de vaciado, estando sólo las dos primeras provistas de números de referencia.

En las Figuras 3-6 se muestran los detalles de una máquina representativa de las máquinas **22** de vaciado. La máquina **22** de vaciado se muestra en unas vistas en perspectiva en las Figuras 3-4 en una primera configuración abierta **78** y a continuación una configuración cerrada **80**. En las Figuras 5-6 se muestran detalles de la vista en perspectiva del extremo izquierdo de la máquina **22** de vaciado. Adicionalmente se muestran las etapas del ciclo de funcionamiento de la máquina de vaciado en una serie de vistas en sección transversal tomadas inicialmente desde la línea 7-7 de la Figura 3, comenzando por la Figura 7 y continuando hasta la Figura 19. En la descripción siguiente

nos referiremos de manera general, así como de manera específica e individual posteriormente, a las Figuras 7-19, que ilustran las etapas de un ciclo en el funcionamiento de la máquina **22** de vaciado, y a las Figuras 3-6.

La máquina **22** de vaciado incluye una armazón **82**, costados **84** de molde, cerramientos terminales **86** de molde, una superficie inferior **88** de vaciado y un subsistema **90** de machos de molde, que incluye un macho superior **92**, un conjunto **94** de colocación de macho superior, un macho inferior **96** y un conjunto extractor **98** de macho inferior. Los costados **84** de molde están dispuestos de manera rotacional en unos pivotes terminales **100** y se mueven desde la posición inclinada abierta **78**, como en la Figura 3, hasta la posición vertical cerrada **80**, como en la Figura 4, mediante una hidráulica **102** de costado de molde. Los cerramientos terminales **86** de molde están igualmente dispuestos de manera rotacional en unos pivotes terminales **104** y se mueven desde la posición vertical cerrada hasta la posición inclinada abierta mediante unos motores terminales **106** de molde (no visibles).

Cuando la máquina **22** de vaciado está en la posición cerrada **80**, como en las Figuras 4 y 6, los costados **84** de molde, los cerramientos terminales **86** de molde y la superficie inferior **88** de vaciado rodean una cavidad **108** en la que se verterá el hormigón fresco. El macho superior **92** y el macho inferior **96** se introducen en la cavidad **108** y sirven para formar unas cavidades superior e inferior en el bloque que se ha de formar. Como se ha tratado anteriormente, el macho superior **92** y el macho inferior **96** tienen unos canales transversales **110** configurados en los mismos, de manera que se formen unos elementos de retículo en el bloque para unir sus dos lados y proporcionarle resistencia estructural. Los costados **84** de molde, los cerramientos terminales **86** de molde y la superficie inferior **88** de vaciado, así como el macho superior **92** y el macho inferior **96**, forman juntos un molde autodesprendible **112**, que es la matriz en la que el hormigón fresco se verterá para formar los bloques. El molde se califica de "autodesprendible" porque es capaz de apartarse automáticamente de los bloques formados sin la laboriosa manipulación manual que suponen las máquinas de vaciado de la técnica anterior.

El conjunto **94** de colocación de macho superior se utiliza para introducir el macho superior **92** en la cavidad **108** antes de que se vierta el hormigón y después para extraerlo del bloque formado una vez que éste haya alcanzado su fraguado inicial. El conjunto **94** de colocación de macho superior incluye una hidráulica elevadora **114** de macho y un extractor **116** de macho, que tiene un collar **118** de macho superior, una hidráulica extractora **120** de collar, un pasador horizontal **122** de retención que se mueve hidráulicamente y un pie **124** de brida de collar. El conjunto **94** de colocación de macho superior está diseñado para acoplarse a un soporte **130** de unión que está dispuesto en la superficie superior del macho superior **92** y que encaja en el collar **118** de macho superior. El collar **118** de macho superior tiene una ranura **132** en la que encaja el soporte **130** de unión. El soporte **130** de unión tiene varios agujeros pasantes (no visibles) por los que pasan los pasadores **122** de retención, enclavando así, de forma separable, el collar **118** en el soporte **130** de unión del macho superior **92**. El macho superior **92** puede entonces colocarse de manera aproximada mediante la retracción o extensión de la hidráulica elevadora **114** de macho o moverse más sutilmente mediante la hidráulica extractora **120** de collar. En términos generales, la hidráulica elevadora **114** de macho se utiliza para elevar el macho superior **92** e introducirlo en la cavidad **108** o extraerlo de la misma, mientras que la hidráulica extractora **120** de collar se utiliza para posicionar más finamente o liberar cuidadosamente el macho superior **92** del bloque de cemento que se endurece.

El macho inferior **96** está unido al conjunto extractor **98** de macho inferior, que también incluye unas superficies inferiores **88** de vaciado, que están unidas con posibilidad de giro mediante unos pivotes **126** de superficie inferior. El conjunto extractor **98** de macho inferior se levanta y se baja mediante una hidráulica vertical **128** de macho inferior.

La máquina **22** de vaciado tiene preferiblemente también un mecanismo transportador **134** de bloques, que forma parte del sistema **20** de transporte de bloques (véanse las Figuras 1A y B) y que puede consistir en rodillos o en una o más cintas transportadoras para retirar de la máquina **22** de vaciado los bloques vaciados que se endurecen. A continuación, éstos pueden transportarse a una zona de curado para que sigan endureciéndose, como se tratará posteriormente.

La máquina **22** de vaciado tiene también preferiblemente un conjunto de carriles **136** de máquina de vaciado para llevar el carro **70** de tolva, que transporta la tolva **68** para hormigón, hasta la máquina **22** de vaciado.

Así pues, la máquina **22** de vaciado está configurada con un subsistema **90** de machos de molde, que llena el espacio de la cavidad interior **4** del bloque **1** que se ha de vaciar (véase la Figura 2). El subsistema **90** de machos de molde en sí tiene unos canales transversales **110** (véase la Figura 5) que se llenan con hormigón fresco para formar los elementos **5** de retículo. Debe entenderse que los bloques mostrados en la presente memoria tienen fines ilustrativos y que la máquina de vaciado y el subsistema de macho de molde de la presente invención pueden modificarse de varias maneras para producir bloques con muchas estructuras diferentes. La presente invención no está limitada a la producción de sólo el tipo de bloque ilustrado o la estructura de bloque ilustrada y para los expertos en la técnica serán evidentes muchas otras variaciones. Por ejemplo, los bloques pueden tener muchas y diversas longitudes y anchuras y las máquinas de vaciado pueden configurarse para producir tales bloques diversos.

Como se ha mencionado anteriormente, las Figuras 7-19 ilustran las etapas de un ciclo en el funcionamiento de la máquina **22** de vaciado y a estas figuras nos remitiremos en general en la descripción siguiente.

La Figura 7 muestra la etapa inicial en el ciclo de fabricación de un bloque de hormigón, cuando la máquina **22** de vaciado está lista para vaciar un bloque. La hidráulica **102** de costado de molde ha movido los costados **84** de molde a la posición vertical, al girar éstos en los pivotes **100** de costado. Igualmente, los cerramientos terminales **86** de molde se han movido a la posición cerrada, al girar en los pivotes terminales **104** (véanse las Figuras 5 y 6). Los paneles **138** de superficie inferior de las superficies inferiores **88** de vaciado son girados a la posición horizontal en los pivotes **126** de superficie inferior. El conjunto extractor **98** de macho inferior ha sido extendido de manera que el macho inferior **96** se coloque dentro de la cavidad **108**. Se ha colocado en la cavidad **108** el macho superior **92**, así como el subconjunto elevador **140** de macho (véase también la Figura 22), que forma parte del conjunto **94** de colocación de macho superior. El conjunto **94** de colocación de macho superior ha sido separado del macho superior **92** y levantado. El macho superior **92** y el macho inferior **96** se mantienen exactamente alineados mediante unos pasadores cónicos **142** que sobresalen del macho superior **92** y que se alojan en unos agujeros cónicos **144** correspondientes en el macho inferior **96**. En este momento se han limpiado y engrasado todas las superficies de vaciado, de manera que el bloque de hormigón vaciado eventualmente producido se libere más fácilmente.

La Figura 8 muestra la siguiente etapa del ciclo de vaciado. El sistema **16** de mezcla de hormigón (véanse también las Figuras 1A y B y la Figura 21) ha preparado una masada de hormigón **26** y la tolva **68** para hormigón se ha movido hasta la hormigonera **54** y ha recibido el hormigón **26**. El carro **70** de tolva, que transporta la tolva **68** para hormigón, es movido a continuación por la máquina tractora **72** de carro de tolva, alineándose con la máquina **22** de vaciado, y es conducido sobre los carriles **136** de máquina de vaciado para entrar en la máquina **22** de vaciado y colocarse sobre la cavidad **108** de la máquina **22** de vaciado.

El conjunto **28** de tolva para hormigón se muestra y se tratará más en detalle posteriormente, con respecto a las Figuras 20 y 21. Sin embargo, en la Figura 8 pueden verse algunas características. Éstas incluyen en general la tolva **68** para hormigón, que es una artesa larga **146** que tiene unos costados **148** inclinados y una superficie inferior separable **138** que, preferiblemente, tiene dos paneles inferiores **150** que pueden abrirse mediante unos mecanismos hidráulicos **152** de liberación. La artesa **146** tiene preferiblemente un divisor central triangular **154**, que dividirá la corriente de hormigón suministrada en dos corrientes que saldrán de la tolva **68** a través de los dos paneles inferiores **150** abiertos cuando ésta esté colocada adecuadamente sobre la cavidad **108** de la máquina **22** de vaciado.

La tolva **68** para hormigón está colocada sobre un carro **70** de tolva y se lleva a la máquina **22** de vaciado mediante una máquina tractora **72** de carro de tolva, preferiblemente mediante un sistema de carriles, parte del cual está incluida en la máquina **22** de vaciado como los carriles **136** de máquina de vaciado anteriormente mencionados. Entre unas partes del carro **70** de tolva y la tolva **68** para hormigón están colocadas unas bolsas **174** de aire neumáticas, como se tratará posteriormente en detalle. En esta etapa, las bolsas **174** de aire están infladas de manera que la tolva **68** para hormigón está elevada ligeramente por encima de la máquina **22** de vaciado.

La Figura 9 muestra la siguiente etapa del proceso de fabricación. Las bolsas **174** de aire neumáticas se desinflan, de manera que la tolva **68** para hormigón desciende sobre el molde autodesprendible **112** y se acopla al macho superior **92** para enclavarlo rígidamente en su posición. El hormigón **26** está ahora listo para ser vertido en la cavidad **108**.

A continuación, la Figura 10 muestra que dos paneles inferiores **150** de la superficie inferior separable **138** han sido abiertos por unos mecanismos **152** de liberación. El divisor central triangular **154** ha dividido la corriente de hormigón suministrada en dos corrientes que ahora han llenado la cavidad **108** con hormigón **26**.

A continuación, la tolva **68** para hormigón vacía es levantada del molde autodesprendible **112** inflando de nuevo las bolsas **174** de aire neumáticas, como se muestra en la Figura 11, y luego sale de la máquina **22** de vaciado, como se muestra en la Figura 12. La tolva **68** para hormigón se mueve a la zona de lavado (véanse las Figuras 1A y B) y se limpia mientras se vibra el hormigón **26** en el molde autodesprendible **112** para consolidarlo. La vibración ayuda a que el hormigón **26** se distribuya más uniformemente y que entre en los canales transversales **110** (véase la Figura 5), conformados en los machos superior e inferior, que formarán los elementos **5** de retículo del bloque 1 acabado (véase la Figura 2).

En la siguiente etapa de fabricación, un dispositivo de regla (no mostrado) acaba la superficie superior del hormigón y la máquina funciona con marcha lenta hasta que unos sensores de temperatura (no mostrados) señalan que se ha completado el fraguado inicial del hormigón.

Una vez completado el fraguado inicial se baja el conjunto **94** de colocación de macho superior mediante la hidráulica elevadora **114** de macho, como se muestra en la Figura 13. La ranura **132** del collar **118** de macho superior se acopla al soporte **130** de unión del macho superior **92**, y el pasador **122** de retención se introduce en los agujeros pasantes **156** del soporte **130** de unión.

La Figura 14 muestra que a continuación la hidráulica extractora **120** de collar se retrae ligeramente, haciendo que el bloque **30** de hormigón de fraguado inicial se separe del macho superior **92** al ser levantado éste por el soporte **130** de unión y el collar **118** de macho superior. El pie **124** de brida del conjunto extractor **116** de macho superior entra en contacto con la superficie superior del, ahora sólido, bloque **30** de hormigón de fraguado inicial e impide que éste

se levante al levantar la hidráulica extractora **120** de collar el collar **118** de macho superior con el macho superior **92** unido. Así, el macho superior **92** es apartado suavemente del bloque **30** de hormigón de fraguado inicial, que es sujetado por el pie **124** de brida. El movimiento de la hidráulica extractora **120** de collar se controla con precisión y libera el macho superior **92** del bloque **30** de hormigón de fraguado inicial sin romper el hormigón. Aunque es demasiado sutil para mostrarlo bien en las figuras, el perfil del macho superior **92** tiene un ligero estrechamiento, preferiblemente de aproximadamente un grado, de manera que la parte superior es ligeramente más ancha que la inferior, ayudando así al proceso de autodesprendimiento.

En la Figura 15 se muestra que, una vez que el macho superior **92** ha sido liberado del bloque **30** de hormigón de fraguado inicial y no hay peligro de que rompa el hormigón, la hidráulica elevadora **114** de macho se activa para sacar el macho superior **92** de la cavidad **108**.

En la Figura 16 se han girado los cerramientos terminales **86** (véanse las Figuras 5-6) abriéndolos, y la hidráulica **102** de costado de molde ha movido los costados **84** de molde reclinándolos al girar éstos en los pivotes **100** de costado. Los lados del bloque **30** de hormigón de fraguado inicial quedan ahora libres.

En la Figura 17 se han girado los paneles **138** de las superficies inferiores **88** de vaciado a la posición vertical y se ha bajado el macho inferior **96**, con el bloque **30** de hormigón de fraguado inicial, mediante la hidráulica vertical **128** de macho inferior hasta que el bloque **30** de fraguado inicial ha entrado en contacto con el mecanismo transportador **134** de bloques.

La Figura 18 muestra que el macho inferior **96** ha sido retraído aun más, hasta que el bloque **30** de hormigón de fraguado inicial se ha liberado del macho inferior **96** y está enteramente soportado por el mecanismo transportador **134** de bloques. La hidráulica vertical **128** de macho inferior sigue retrayéndose hasta que el macho inferior **96** se separa del bloque **30** de hormigón de fraguado inicial, y el bloque **30** de hormigón de fraguado inicial descansa, libre del molde autodesprendible **112** de la máquina de vaciado, sobre el mecanismo transportador **134** de bloques. Aunque es demasiado sutil para mostrarlo bien en las figuras, el perfil del macho inferior **96** tiene también un ligero estrechamiento, preferiblemente de aproximadamente un grado, de manera que la parte inferior es ligeramente más ancha que la superior, ayudando así también al proceso de autodesprendimiento.

En la Figura 19, el mecanismo transportador **134** de bloques ha sacado el bloque **30** de hormigón de fraguado inicial (no mostrado) de la máquina **22** de vaciado. El bloque **30** de hormigón de fraguado inicial entra entonces en el horno **24** de curado por calentamiento de fraguado inicial (véanse las Figuras 1A y B), donde sigue endureciéndose. La máquina **22** de vaciado se limpia automáticamente con un pulverizador de agua a alta presión (no mostrado) y las superficies de la máquina **22** de vaciado se engrasan con un pulverizador de agente de desmoldeo (no mostrado). El ciclo está listo para comenzar de nuevo y a continuación vuelve a la etapa ilustrada en la Figura 7.

A partir de la descripción anterior del ciclo resulta más fácil entender qué quiere decirse con el concepto de “molde autodesprendible”, dado que el movimiento de los costados, de la superficie inferior, de los cerramientos terminales y de los machos del molde está completamente automatizado y no requiere manipulación humana para retirar el bloque solidificado de la máquina de vaciado, o en realidad de todo el sistema. Una vez transportado el bloque fuera de la máquina de vaciado, éste se transporta a zonas de curado para su endurecimiento final y luego se sigue transportando a una zona de transporte, todo ello de nuevo mediante el equipo automatizado del sistema. Idealmente, el sistema puede funcionar añadiendo hormigón en la entrada y recibiendo bloques prefabricados acabados en la salida con poca o ninguna manipulación humana. La planta está prevista para contar, como personal, sólo con inspectores y mecánicos que vigilen todo el proceso e intervengan sólo para un mantenimiento rutinario o para detener la producción si algo se rompe o funciona mal. Esto proporciona obviamente grandes ventajas con respecto a los sistemas de vaciado anteriores, que requieren mucha mano de obra y participación humana.

Remitiéndonos de nuevo a las Figuras 1A y B, 7 y 20-21, el funcionamiento de las máquinas **22** de vaciado es preferiblemente escalonado, de manera que, por ejemplo, la máquina nº 1 **74** de vaciado se coloca primero en posición cerrada, para recibir mezcla de hormigón. La tolva **68** para hormigón, montada sobre el carro **70** de tolva y la máquina tractora **72** de carro de tolva, ha sido transportada a lo largo de los carriles transversales **62** del sistema **18** de carriles en primer lugar a la fuente **16** de hormigón mezclado, donde se carga con hormigón mezclado, y a continuación es movida a lo largo de los carriles transversales **62** del sistema **18** de carriles, como se muestra en la Figura 1A, en una dirección vertical, hasta que es colocada por la máquina tractora **72** de carro de tolva para que entre en la máquina nº 1 **74** de vaciado. A continuación es movida sobre los carriles internos **164** (véase la Figura 21) de la máquina tractora **72** de carro de tolva, en una dirección que en las Figuras 1A y B es horizontal, hasta que queda completamente colocada sobre los carriles **136** de máquina de vaciado, en la máquina nº 1 **74** de vaciado, y alimenta la carga de hormigón al molde cerrado de la máquina nº 1 **74** de vaciado. Una vez completada esta operación, la máquina tractora **72** de carro de tolva retira la tolva **68** para hormigón de la máquina nº 1 **74** de vaciado y vuelve, a lo largo de los carriles transversales **62** del subsistema **64** de suministro de hormigón, al sistema **16** de mezcla de hormigón para otra carga de hormigón. A continuación se mueve a la máquina nº 2 **76** de vaciado, ahora en posición cerrada, donde alimenta la carga de hormigón. Este patrón continúa hasta que se han llenado todas las máquinas **22** de vaciado en un “ciclo de carga completo”. Para los fines de esta solicitud de patente, el concepto de “ciclo de carga completo” se utilizará con el significado de la cantidad de tiempo necesaria para que el conjunto **28**

de tolva para hormigón cargue todas las máquinas nº 1 ... N de vaciado y el bloque solidificado **30** de la máquina nº 1 **74** de vaciado haya completado su etapa de fraguado inicial y haya sido retirado, de manera que la máquina nº 1 **74** de vaciado esté lista para recibir la siguiente carga de hormigón.

5 Debe entenderse que el sistema de dieciséis máquinas de vaciado mostrado no ha de interpretarse como una limitación. En la realización preferida **10**, el número de máquinas de vaciado se ha elegido de manera que el tiempo de fraguado inicial del hormigón coincida con la duración de un ciclo de carga completo, de modo que el conjunto **28** de tolva para hormigón esté en continuo funcionamiento. También es cierto que el diseño no depende de ninguna secuencia de suministro de hormigón concreta como la anteriormente descrita ni incluso de que todas las máquinas de vaciado estén en funcionamiento. El funcionamiento de las máquinas de vaciado individuales es mutuamente independiente.

10 Una vez que el bloque **30** ha alcanzado su etapa de fraguado inicial y está suficientemente sólido para ser retirado de la máquina **22** de vaciado, el bloque **30** se mueve a continuación a los hornos **24** de curado por calentamiento de fraguado inicial mediante el sistema **20** de transporte de bloques, que consiste preferiblemente en una serie de cintas transportadoras automatizadas **66**. La temperatura de los hornos **24** de curado por calentamiento de fraguado inicial se regula también cuidadosamente de manera que el tiempo de curado corresponda al tiempo de ciclo total y no cree un "cuello de botella" en el flujo de producción. Esta temperatura está típicamente dentro de un intervalo de 60-82,22 grados C (140-180 grados F) durante 8 a 24 horas. A continuación se mueve el bloque **34** de curado inicial hasta la zona **36** de curado final, donde tiene lugar la etapa de curado final durante, típicamente, 28 días, antes de mover el bloque **1** completado a una zona de transporte (no mostrada) para su envío. La longitud de las cintas transportadoras **66** del sistema **20** de transporte de bloques se elige preferiblemente de manera que puedan sostenerse varios bloques **30** sin interferir en la duración del ciclo de carga completo anteriormente mencionado.

15 Una parte importante del sistema general, que permite un funcionamiento automatizado, es el sistema **64** de suministro de hormigón, del cual se han descrito antes parcialmente algunas partes. Para los fines de esta descripción, el sistema **64** de suministro de hormigón incluirá el conjunto **28** de tolva para hormigón y el sistema **18** de carriles sobre el que va montado (véase la Figura 1). El conjunto **28** de tolva para hormigón se muestra en una vista isométrica en la Figura 20 y en una vista isométrica despiezada en la Figura 21. El conjunto **28** de tolva para hormigón incluye en líneas generales la tolva **68** para hormigón, el carro **70** de tolva y la máquina tractora **72** de carro de tolva.

20 Como se ha tratado anteriormente con referencia a la Figura 8 y con referencia posterior a las Figuras 20-21, la tolva **68** para hormigón incluye una artesa larga **146** que tiene unos costados **148** inclinados y una superficie inferior separable **138** que, preferiblemente, tiene dos paneles inferiores **150** que pueden abrirse mediante unos mecanismos **152** de liberación. La artesa **146** tiene preferiblemente un divisor central triangular **154**, que dividirá la corriente de hormigón suministrada en dos corrientes que saldrán de la tolva **68** a través de los dos paneles inferiores **150** abiertos cuando ésta esté colocada adecuadamente sobre la cavidad **108** de la máquina **22** de vaciado.

25 La tolva **68** para hormigón está montada sobre el carro **70** de tolva, que está formado por unos elementos **160** de armazón de carro equipados con varios grupos **162** de ruedas. Al menos un juego de grupos **162** de ruedas está equipado con un juego de cajas **172** de motor, que accionarán ese juego de grupos **162** de ruedas.

30 La máquina tractora **72** de carro de tolva incluye un juego de carriles internos **164** que están unidos a unas vigas principales **166**. Las vigas principales **166** están unidas a unas vigas transversales **168**, que preferiblemente están unidas también a unos grupos **170** de ruedas transversales y accionadas por unas cajas **172** de motor.

35 Remitiéndonos ahora también a las Figuras 1A y B, la máquina tractora **72** de carro de tolva utiliza las cajas **172** de motor para impulsar los grupos **170** de ruedas transversales sobre el par de carriles **62** transversales con el fin de mover todo el conjunto **28** de tolva para hormigón hasta el sistema **16** de mezcla de hormigón, para realizar el llenado, y a continuación alinearlos con cualquiera de las múltiples máquinas **22** de vaciado.

40 Las máquinas de vaciado incluyen un juego de carriles **136** de máquina de vaciado (véase también la Figura 7), y la máquina tractora **72** de carro de tolva se mueve hasta que su juego de carriles internos **164** se alinea con estos carriles **136** de máquina de vaciado. Entonces, la máquina tractora **72** de carro de tolva se detiene y las cajas **172** de motor del carro **70** de tolva accionan los grupos **162** de ruedas para moverlas sobre los carriles internos **164** de la máquina tractora **72** de carro de tolva y para llevar la tolva **68** para hormigón a su posición encima de la cavidad **108** de la máquina **22** de vaciado. Unas bolsas **174** de aire neumáticas previstas en la armazón **176** de los grupos **172** de ruedas se inflan cuando la tolva **68** para hormigón está siendo movida por encima de la máquina de vaciado (véase también la Figura 8) y se desinflan para hacer descender la tolva **68** para hormigón sobre la máquina **22** de vaciado (véase la Figura 9). El hormigón **26** se suelta al interior de la cavidad **108** de la máquina **22** de vaciado, como se ha descrito anteriormente. A continuación, las bolsas **174** de aire se inflan de nuevo para elevar la tolva **68** para hormigón, y el carro **70** de tolva se mueve de nuevo desde los carriles **136** de máquina de vaciado hasta los carriles internos **164** de la máquina tractora **72** de carro de tolva. La máquina tractora **72** de carro de tolva se mueve entonces sobre los carriles transversales **62** de vuelta al sistema **16** de mezcla de hormigón, se llena, y continúa hasta la siguiente máquina **76** de vaciado. Este ciclo se repite hasta que se han llenado todas las máquinas **22** de

vaciado, momento en el que la primera máquina **74** de vaciado que se había de llenar preferiblemente ha terminado su ciclo de vaciado, ha expulsado su bloque **30** de hormigón de fraguado inicial y está lista para ser llenada de nuevo.

5 Así pues, para describir el funcionamiento general del subsistema **64** de suministro de hormigón en términos sencillos, con referencia a la orientación de las Figuras 1A y B, la máquina tractora **72** de carro de tolva mueve en general la tolva **68** para hormigón y el carro **70** de tolva en una dirección vertical, y el carro **70** de tolva mueve a continuación la tolva **68** para hormigón horizontalmente.

10 La Figura 22 muestra una vista isométrica del subconjunto elevador **140** de macho, del cual se incluye una vista en sección transversal 7-7 como parte de la Figura 7, a la que también nos referimos ahora. El subconjunto elevador **140** de macho incluye la carcasa **158**, el pie **124** de brida de collar, el collar **118** de macho superior que tiene la ranura **132**, los pasadores **122** de retención, y la hidráulica extractora **114**. El subconjunto elevador **140** de macho está incluido como parte del conjunto extractor **116** de macho superior, y este conjunto está implicado también en la colocación del macho superior **92** y, por lo tanto, se menciona también correctamente como parte del conjunto **94** de colocación de macho superior. Como se ha descrito anteriormente, el subconjunto elevador **140** de macho se levanta y se baja mediante la hidráulica elevadora **114** de macho. Cuando se baja, la ranura **132** se acopla al soporte **130** de unión del macho superior **92**, y los pasadores **122** de retención se introducen en unos agujeros pasantes (no visibles) previstos en el soporte **130** de unión del macho superior. De este modo es posible levantar el macho superior **92** mediante la retracción de la hidráulica elevadora **114** de macho superior. También como se ha descrito anteriormente, la hidráulica extractora **120** de collar se utiliza para extraer el macho superior **92** del bloque de hormigón de fraguado inicial como parte de la operación de autodesprendimiento de la máquina **22** de vaciado.

20 Otro aspecto del sistema **10**, que permite el encaminamiento automatizado de los bloques **30** de fraguado inicial, es el subsistema transportador lateral a transversal **178**, que puede verse en la parte derecha de la Figura 1A y en las Figuras 23 y 24. Para los fines de esta descripción y refiriéndonos a la orientación de la Figura 1A, el movimiento de izquierda a derecha de los bloques se denominará "lateral", y el movimiento desde la parte superior de la página hasta la parte inferior, o viceversa, se denominará "transversal". Los bloques **30** de curado inicial salen de las máquinas **22** de vaciado a lo largo de las cintas transportadoras **66** en una dirección que es lateralmente hacia la derecha en la Figura 1A. Aunque no es un requisito, por consideraciones de diseño de la planta **12** de producción, puede ser deseable que los hornos **24** de curado estén situados transversalmente con respecto a las cintas transportadoras laterales **66** que salen de las máquinas **22** de vaciado. Así, hay que hacer que los bloques **30** se desplacen en ángulos rectos con respecto a su dirección lateral inicial para que lleguen a los hornos **24** de curado. Para lograr esto están previstos varios transportadores transversales **180** que están intercalados con los transportadores laterales **66**, que en la zona del subsistema transportador lateral a transversal **178** son de longitud reducida y se denominarán transportadores laterales reducidos **182**. Obviamente, si tanto los transportadores transversales **180** como los transportadores laterales reducidos **182**, que se extienden en ángulo recto unos con respectos a otros, tuviesen que entrar en contacto con los bloques **30** de fraguado inicial al mismo tiempo, los bloques darían vueltas o se volcarían, causando una acumulación de bloques. Por lo tanto, el subsistema transportador lateral a transversal **178** está diseñado de manera que los bloques **30** sean movidos bien por los transportadores transversales **180** o bien por los transportadores laterales reducidos **182**, pero no por ambos al mismo tiempo.

35 Esto se logra mediante el sistema ilustrado más en detalle en las Figuras 23 y 24, que son vistas laterales de un bloque **30** de fraguado inicial que está siendo movido por el subsistema transportador lateral a transversal **178** desde una dirección lateral en la Figura 23 hasta una dirección transversal en la Figura 24. En la Figura 23, el bloque **30** es soportado por varios transportadores laterales reducidos **182**. Los transportadores transversales **180** están intercalados con los transportadores laterales reducidos **182**. Los transportadores laterales reducidos **182** incluyen unas bolsas **184** de aire neumáticas, que son similares a las bolsas de aire neumáticas incluidas en el conjunto **28** de tolva para hormigón mencionado anteriormente. Estas bolsas **184** de aire neumáticas están actualmente infladas en la Figura 23, de manera que las superficies transportadoras de los transportadores laterales reducidos **182** están más altas que las de los transportadores transversales **180**. Así pues, el bloque **30** está en contacto sólo con los transportadores laterales reducidos **182** y se mueve sólo en una dirección lateral.

40 La Figura 24 muestra el efecto de desinflar las bolsas **184** de aire neumáticas, de manera que ahora el bloque **30** descansa sobre los transportadores transversales **180**. El bloque **30** puede ser movido ahora en una dirección transversal hacia los hornos **24** de curado (véase la Figura 1A).

45 Debe entenderse que el número y la colocación de los transportadores transversales **180** y de los transportadores laterales reducidos **182** no están limitados a los mostrados en la Figura 1A. De hecho, los transportadores transversales **180** se muestran con una separación menor cerca de la esquina superior derecha de la Figura 1A que cerca de la parte inferior de esta figura. La menor separación permite manipular bloques de menor longitud, mientras que la mayor separación puede ser suficiente para bloques más largos. Debe entenderse también que es posible que no sea necesario en absoluto un subsistema transportador lateral a transversal en el caso de una planta que tenga suficiente longitud continua para que los hornos de curado puedan ser alimentados por los transportadores laterales directamente, sin necesidad de realizar un giro en el flujo de producción. Sin embargo, la opción de utilizar

un subsistema transportador lateral a transversal permite una mayor flexibilidad en la selección de emplazamientos para plantas y el diseño de producción.

5 El ciclo de producción empleando el sistema modular de prefabricación de la presente invención se resume con referencia a los diagramas de flujo mostrados en las Figuras 25-30. Remitiéndonos a la Figura 25, se muestran las etapas principales básicas del proceso de producción. Éstas incluyen: Comenzar ciclo: Listo para el vaciado **200**, Preparar hormigón **300**, Colocar hormigón **400**, Esperar a fraguado inicial **500** y Retirar bloque de máquina de vaciado **600**. A continuación se repite el ciclo para producir el siguiente bloque.

Como puede verse en la Figura 26, las etapas incluidas en la primera etapa principal, Comenzar ciclo: Listo para el vaciado **200**, son:

10 Los costados de molde están cerrados **202**;

Los cerramientos terminales están cerrados **204**;

Las charnelas de las superficies inferiores de vaciado están levantadas a la horizontal **206**;

Los machos superior e inferior están insertados **208**;

El levantador de macho está separado del macho superior y elevado **210**; y

15 Todas las superficies de vaciado están limpias y engrasadas **212**.

Como puede verse en la Figura 27, las etapas incluidas en la segunda etapa principal, Preparar hormigón **300**, son:

La hormigonera prepara una masada **302**;

La tolva para hormigón se mueve hasta la hormigonera **304**;

Se vierte hormigón de la hormigonera a la tolva **306**;

20 La tolva se mueve hasta la parte trasera de la máquina de vaciado **308**;

La tolva entra en la máquina de vaciado **310**; y

La tolva desciende sobre el molde **312**.

Como puede verse en la Figura 28, las etapas incluidas en la tercera etapa principal, Colocar hormigón **400**, son:

Las cuchillas de guillotina de la tolva se abren y el hormigón entra en el molde **402**;

25 La tolva se levanta del molde **404**;

La tolva sale de la máquina de vaciado **406**; y

La tolva se desplaza a la zona de lavado y se limpia, mientras se consolida (se vibra) el hormigón **408**.

Como puede verse en la Figura 29, las etapas incluidas en la cuarta etapa principal, Esperar a fraguado inicial **500**, son:

30 El dispositivo de regla acaba la superficie superior del hormigón **502**; y

La máquina funciona con marcha lenta hasta que los sensores de temperatura señalan el fraguado inicial del hormigón **504**.

Como puede verse en la Figura 30, las etapas incluidas en la quinta etapa principal, Retirar bloque de máquina de vaciado **600**, son:

35 El elevador de macho es bajado y se acopla al macho superior con los pasadores hidráulicos horizontales **602**;

La hidráulica vertical corta elevadora de macho se retrae y libera el macho superior del bloque de hormigón **604**;

La hidráulica vertical larga de almacén se retrae y levanta el elevador de macho y el macho superior **606**;

La charnela de los cerramientos terminales se abre **608**;

Los costados de molde se abren **610**;

40 Las superficies inferiores de vaciado se giran hacia abajo hasta la vertical **612**;

El macho inferior y el bloque se bajan hasta que el bloque entra en contacto con la cinta transportadora **614**;

El macho inferior continúa hacia abajo, liberándose del bloque, que ahora se halla de manera autoestable sobre la cinta transportadora **616**;

El bloque sale por la parte delantera de la máquina y entra en la zona de curado por calentamiento de fraguado inicial **618**;

5 La máquina de vaciado se limpia con el pulverizador de agua a alta presión **620**;

Las superficies de vaciado se engrasan con agente de desmoldeo **622**;

Se “cierra” la máquina de vaciado:

Se cierran los costados de molde,

Se cierran los cerramientos terminales,

10 Se levantan las charnelas de las superficies inferiores de vaciado,

Se insertan los machos superior e inferior,

Se separa del macho superior y se levanta el elevador de macho **624**.

15 Aunque anteriormente se han descrito diversas realizaciones, debe entenderse que éstas se han presentado a modo de ejemplo solamente y no de limitación. Así pues, la amplitud y el alcance de una realización preferida no deberían estar limitados por ninguna de las realizaciones ejemplares anteriormente descritas, sino que deberían estar definidos solamente de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

#### Aplicabilidad industrial

20 El presente sistema para la fabricación de bloques modulares prefabricados **10** es muy adecuado para la aplicación en la construcción de edificios de muchos tipos. El uso de bloques prefabricados **1** en gran escala puede aumentar mucho la velocidad a la que pueden levantarse edificios y puede reducir la cantidad de mano de obra requerida. El sistema de la presente invención **10** proporciona un sistema automatizado para la fabricación de bloques modulares prefabricados para la construcción de edificios.

25 La presente invención incluye un sistema para producir elementos estructurales **10** de hormigón prefabricados, que incluye una planta **12** de producción que aloja el sistema **10**, que incluye al menos una máquina **22** de vaciado, un subsistema **64** de suministro de hormigón y un subsistema **20** de transporte de bloques. Las máquinas **22** de vaciado mismas son novedosas, dado que incluyen moldes autodesprendibles **112**, mediante los cuales los componentes del molde suprimen por sí mismos automáticamente el contacto con los bloques sólidos **30** de hormigón de fraguado inicial. Estos componentes son accionados por mecanismos hidráulicos u otros mecanismos mecánicos, que pueden hacerse funcionar sin acción humana, reduciendo así enormemente el trabajo y el coste de las unidades acabadas.

30 En general, el hormigón fresco se prepara en un sistema **16** de mezcla de hormigón y se vierte en la tolva **68** para hormigón, que está montada en el carro **70** de tolva y es movida por la máquina tractora **72** de carro de tolva a la posición de una de las máquinas **22** de vaciado. Cuando la máquina **22** de vaciado se halla en la posición cerrada **80**, los costados **84** de molde, los cerramientos terminales **86** de molde y la superficie inferior **88** de vaciado rodean una cavidad **108** en la que se verterá el hormigón fresco. Los costados **84** de molde, los cerramientos terminales **86** de molde y la superficie inferior **88** de vaciado, así como el macho superior **92** y el macho inferior **96**, forman juntos el molde autodesprendible **112**. El hormigón se vierte en este molde autodesprendible **112** y se endurece hasta alcanzar su etapa de fraguado inicial mientras está en la máquina **22** de vaciado.

35 A continuación, la máquina **22** de vaciado se mueve a una configuración abierta **78**, durante lo cual se libera un bloque **30** recién fraguado del molde **112** de la máquina **22** de vaciado y del macho superior **92** y el macho inferior **96**. El conjunto **94** de colocación de macho superior incluye una hidráulica elevadora **114** de macho y un extractor **116** de macho, que tiene un collar **118** de macho superior y una hidráulica extractora **120** de collar y un pasador **122** de retención. El extractor **116** de macho superior está diseñado para levantar suavemente el macho superior **92**, mientras ejerce presión hacia abajo sobre la parte superior del bloque **30** vaciado, de manera que el macho superior **92** es retirado del bloque **30** de fraguado inicial sin romper el hormigón recién fraguado. A continuación se apartan del bloque **30** vaciado los costados **84** de molde y los cerramientos terminales **86** de molde, de manera que los lados y los extremos quedan libres. Por último, los paneles **150** de la superficie inferior separable **88** de vaciado giran en unos pivotes **126** de superficie inferior, y el macho inferior **96** es sacado hacia abajo por la hidráulica vertical **128** de macho inferior. El bloque **30** vaciado entra en contacto con el mecanismo transportador **134** de bloques, que detiene el movimiento descendente del bloque **30**, mientras el macho inferior **96** sigue desplazándose hacia abajo hasta que queda libre del contacto con el bloque **30**. El bloque **30** ha sido liberado ahora de la máquina **22** de vaciado mediante la operación de autodesprendimiento de la máquina.

5 A continuación se mueve el bloque 30 hasta los hornos **24** de curado por calentamiento de fraguado inicial, preferiblemente mediante un sistema de mecanismos transportadores **66** que están incluidos en el sistema **20** de transporte de bloques. Tras una operación de curado por calentamiento inicial se mueve el bloque **30** a continuación hasta la zona **36** de curado final, donde tiene lugar la etapa de curado final antes de que el bloque **1** completado sea trasladado a una zona de transporte para su envío.

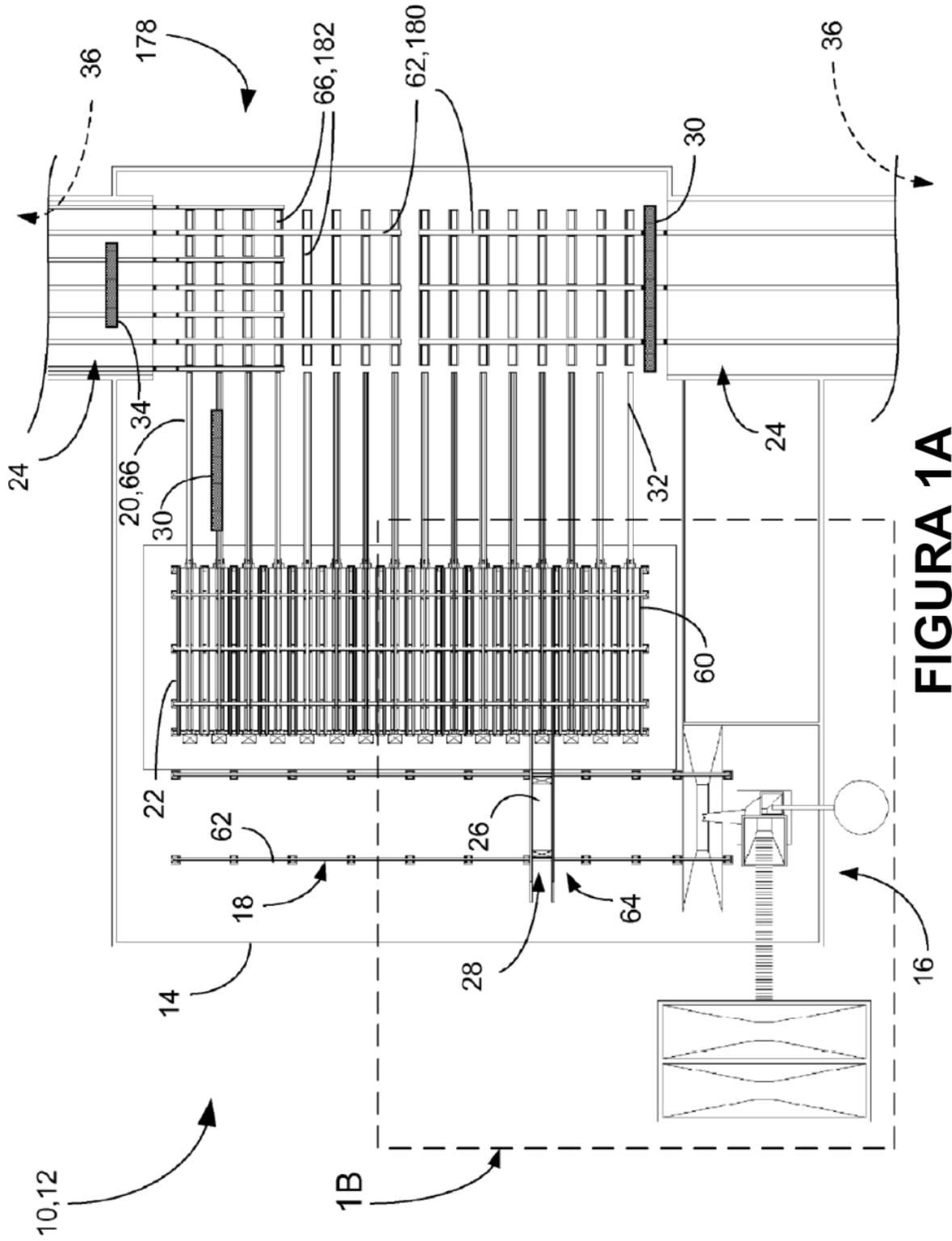
10 El sistema **10** está diseñado preferiblemente con múltiples máquinas **22** de vaciado, a todas las cuales da servicio un solo conjunto **28** de tolva para hormigón. La tolva **68** para hormigón, montada en un carro **70** de tolva, se transporta en primer lugar hasta la fuente **16** de mezcla de hormigón, se carga con hormigón mezclado **26** y a continuación se mueve a lo largo de los carriles **18** del subsistema **64** de suministro de hormigón hasta que se posiciona mediante la máquina tractora **72** de carro de tolva para introducirla en la primera máquina **74** de vaciado. Después se mueve hasta que queda colocada por completo en la primera máquina **74** de vaciado, y alimenta la carga de hormigón fresco **26** al molde cerrado de la primera máquina **74** de vaciado. Una vez completada esta operación, la máquina tractora **72** de carro de tolva retira la tolva **68** para hormigón de la primera máquina **74** de vaciado y vuelve, a lo largo de los carriles del subsistema **64** de suministro de hormigón, a la fuente **16** de mezcla de hormigón para otra carga de hormigón. A continuación se mueve hasta la segunda máquina **76** de vaciado, ahora en posición cerrada, donde suministra la carga de hormigón. Este patrón continúa hasta que se han llenado todas las máquinas **22** de vaciado. El número de máquinas **22** de vaciado se elige preferiblemente de manera que el conjunto **28** de tolva para hormigón esté en continuo funcionamiento.

20 La operación de autodesprendimiento de las máquinas **22** de vaciado permite al sistema **10** funcionar con un mínimo de intervención humana. Idealmente, el sistema **10** puede hacerse funcionar automáticamente, introduciendo hormigón mezclado **26** en la entrada y recogiendo bloques prefabricados acabados **1** en la salida.

**REIVINDICACIONES**

1. Una máquina (22) de vaciado para producir elementos estructurales de hormigón prefabricados, que comprende:
- paredes laterales (84) que pueden moverse pivotando desde una posición abierta hasta una posición cerrada;
- 5 cerramientos terminales (86) que pueden moverse pivotando desde una posición abierta hasta una posición cerrada;
- una superficie inferior (85) de vaciado, que incluye unas superficies inferiores pivotables (138) que giran en unos pivotes de superficie inferior a una posición vertical y a una posición horizontal, donde dicha superficie inferior de vaciado, dichas paredes laterales, dichas superficies inferiores pivotables y dichos cerramientos terminales sirven para formar un molde autodesprendible que rodea una cavidad cuando dichas paredes laterales y dichos
- 10 cerramientos terminales están en dicha posición cerrada y dichas superficies inferiores pivotables están pivotadas a dicha posición horizontal, estando dicho molde autodesprendible configurado para contener hormigón fresco que es vertido en dicha cavidad; y
- 15 pudiendo dichas paredes laterales, dicha superficie inferior de vaciado y dichos cerramientos terminales moverse automáticamente a dicha posición abierta y pivotándose dichas superficies inferiores pivotables a dicha posición vertical cuando dicho hormigón se ha solidificado, de manera que se libera automáticamente de dicho molde autodesprendible un elemento estructural de hormigón prefabricado.
2. La máquina de vaciado según la reivindicación 1, que además comprende:
- un subsistema (90) de machos de molde que tiene unos canales transversales (110).
3. La máquina de vaciado según la reivindicación 2, en donde dicho subsistema de machos de molde
- 20 comprende:
- un macho superior (92) separable.
4. La máquina de vaciado según la reivindicación 3, en donde dicho macho superior separable es colocado por un conjunto (94) de colocación de macho superior.
5. La máquina de vaciado según la reivindicación 3, en donde dicho macho superior separable es separado
- 25 por un conjunto extractor (114, 116) de macho superior.
6. La máquina de vaciado según la reivindicación 5, en donde dicho conjunto extractor de macho superior comprende:
- una hidráulica elevadora (144) de macho;
- al menos un collar (118) de macho superior; y
- 30 una hidráulica extractora (120) de macho superior.
7. La máquina de vaciado según la reivindicación 2, en donde dicho subsistema de machos de molde comprende:
- un macho inferior (96) separable.
8. La máquina de vaciado según la reivindicación 7, en donde dicho macho inferior separable es colocado por
- 35 un conjunto (98) extractor de macho inferior.
9. Un sistema para la producción automatizada de elementos estructurales de hormigón, que comprende:
- un sistema de mezcla de hormigón;
- un subsistema de suministro de hormigón;
- un subsistema de transporte de bloques; y
- 40 una pluralidad de máquinas de vaciado, siendo cada máquina de vaciado como se reivindica en cualquier reivindicación precedente.
10. Un procedimiento de producción de elementos estructurales de hormigón prefabricados, comprendiendo dicho procedimiento:
- A) proporcionar un sistema de producción automatizada de elementos estructurales de hormigón que incluye
- 45 al menos una máquina (22) de vaciado que tiene un molde autodesprendible que incluye paredes laterales (84) y

- 5 cerramientos terminales (86), que pueden moverse pivotando desde una posición abierta hasta una posición cerrada, y una superficie inferior (86) de vaciado que incluye unas superficies inferiores pivotables (138) que giran en unos pivotes de superficie inferior a una posición vertical y a una posición horizontal, formando dicha superficie inferior de vaciado, dichas paredes laterales y dichos cerramientos terminales un molde autodesprendible que rodea una cavidad cuando dichas paredes laterales, dicha superficie inferior de vaciado y dichos cerramientos terminales están en una posición cerrada, y un subsistema (90) de machos de molde separable, que está colocado de manera separable dentro de dicha cavidad;
- B) mover dichos costados de molde, dichos cerramientos terminales de molde y dichas superficies inferiores de vaciado a una posición cerrada y pivotar dichas superficies inferiores pivotables a dicha posición horizontal;
- 10 C) colocar dicho subsistema de machos de molde dentro de dicha cavidad;
- D) llenar dicha cavidad con hormigón fresco;
- E) hacer funcionar dicha máquina de vaciado con marcha lenta hasta que dicho hormigón fresco haya alcanzado el fraguado inicial para formar un bloque de hormigón de fraguado inicial;
- 15 F) liberar automáticamente dicho molde autodesprendible de dicho bloque de hormigón de fraguado inicial moviendo la superficie inferior de vaciado, las paredes laterales y el cerramiento terminal a la posición abierta y pivotando dichas superficies inferiores pivotables a dicha posición vertical; y
- G) retirar dicho bloque de hormigón de fraguado inicial de dicha máquina de vaciado.



**FIGURA 1A**

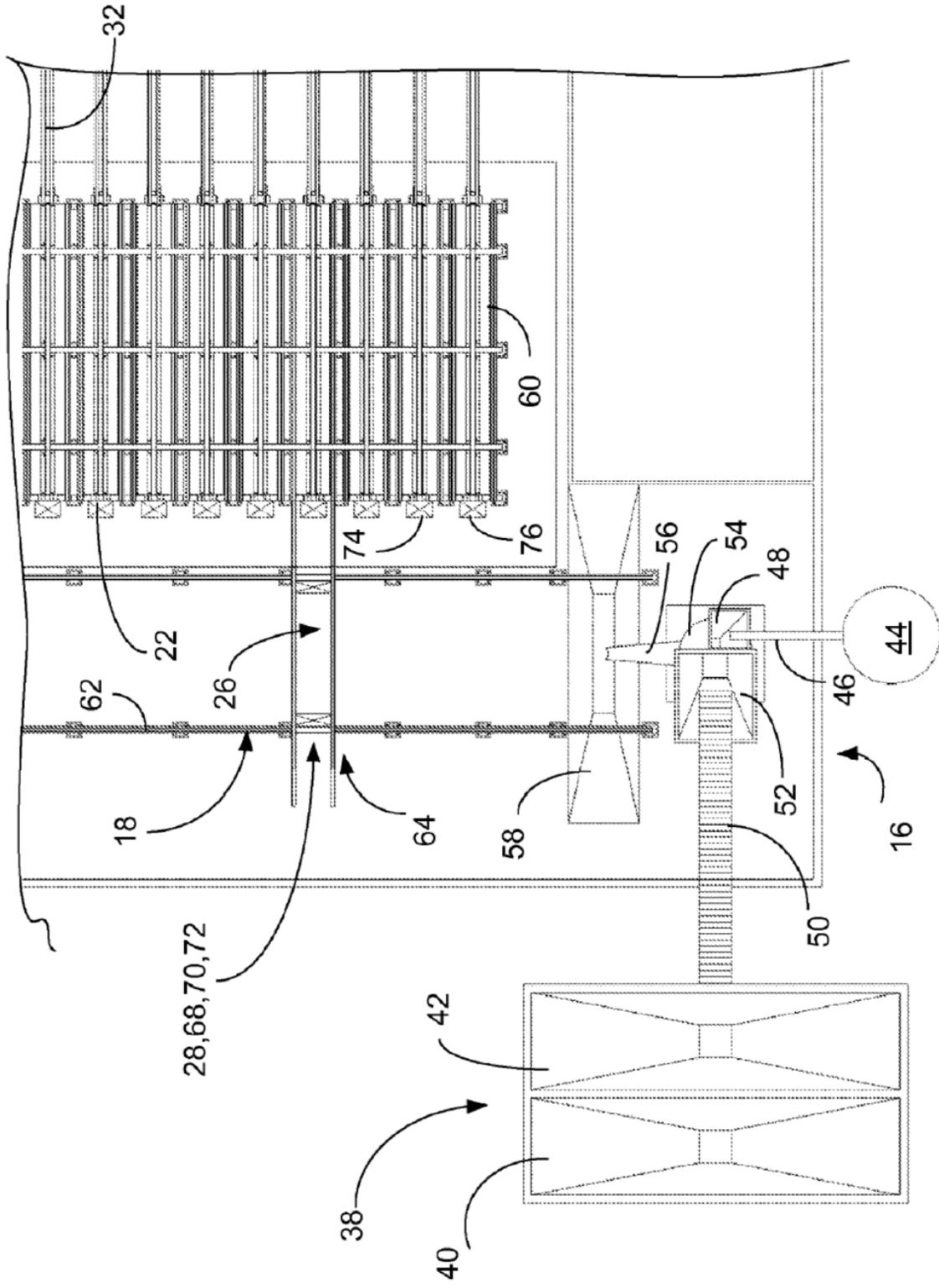
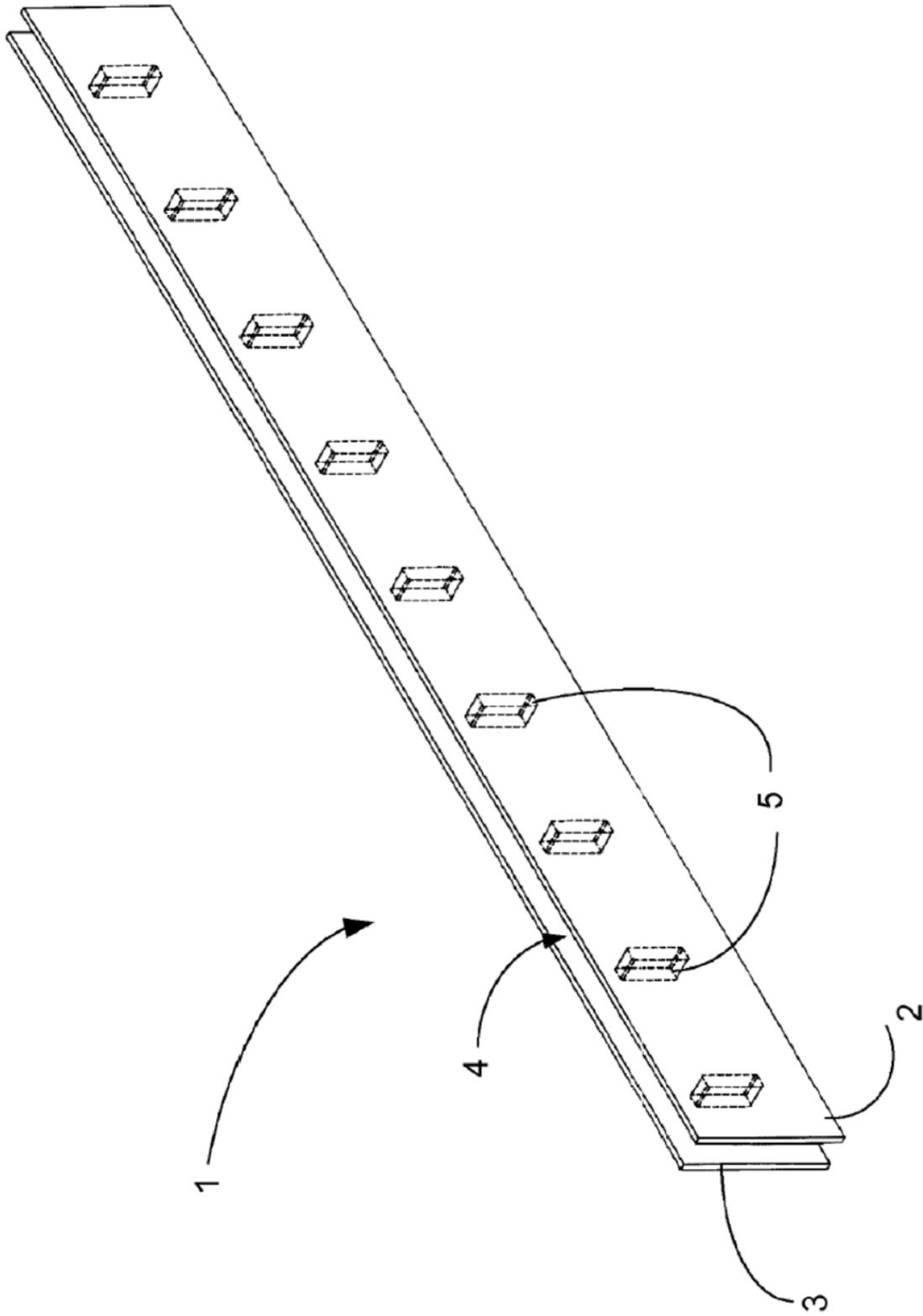


FIGURA 1B



**FIGURA 2**

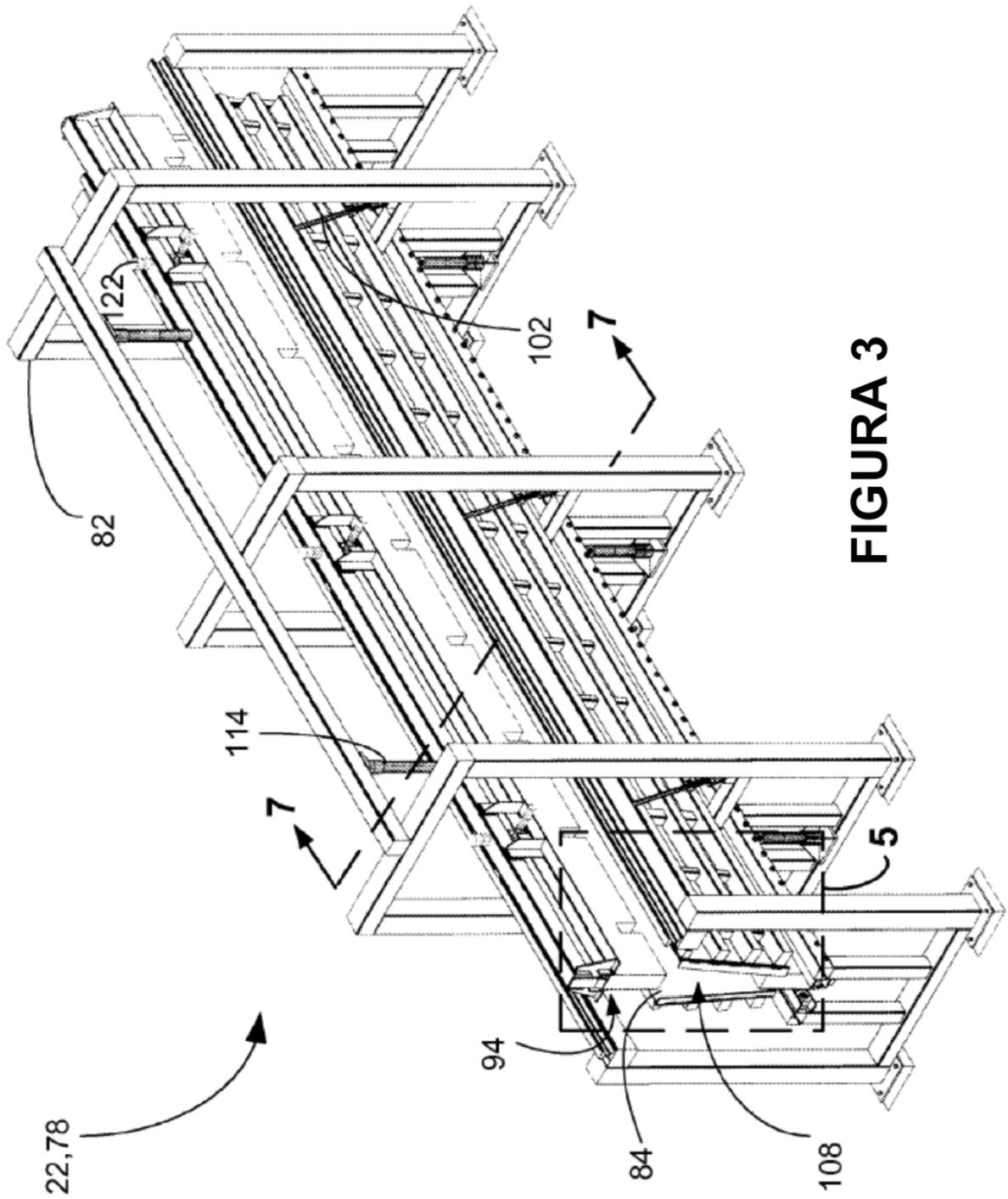
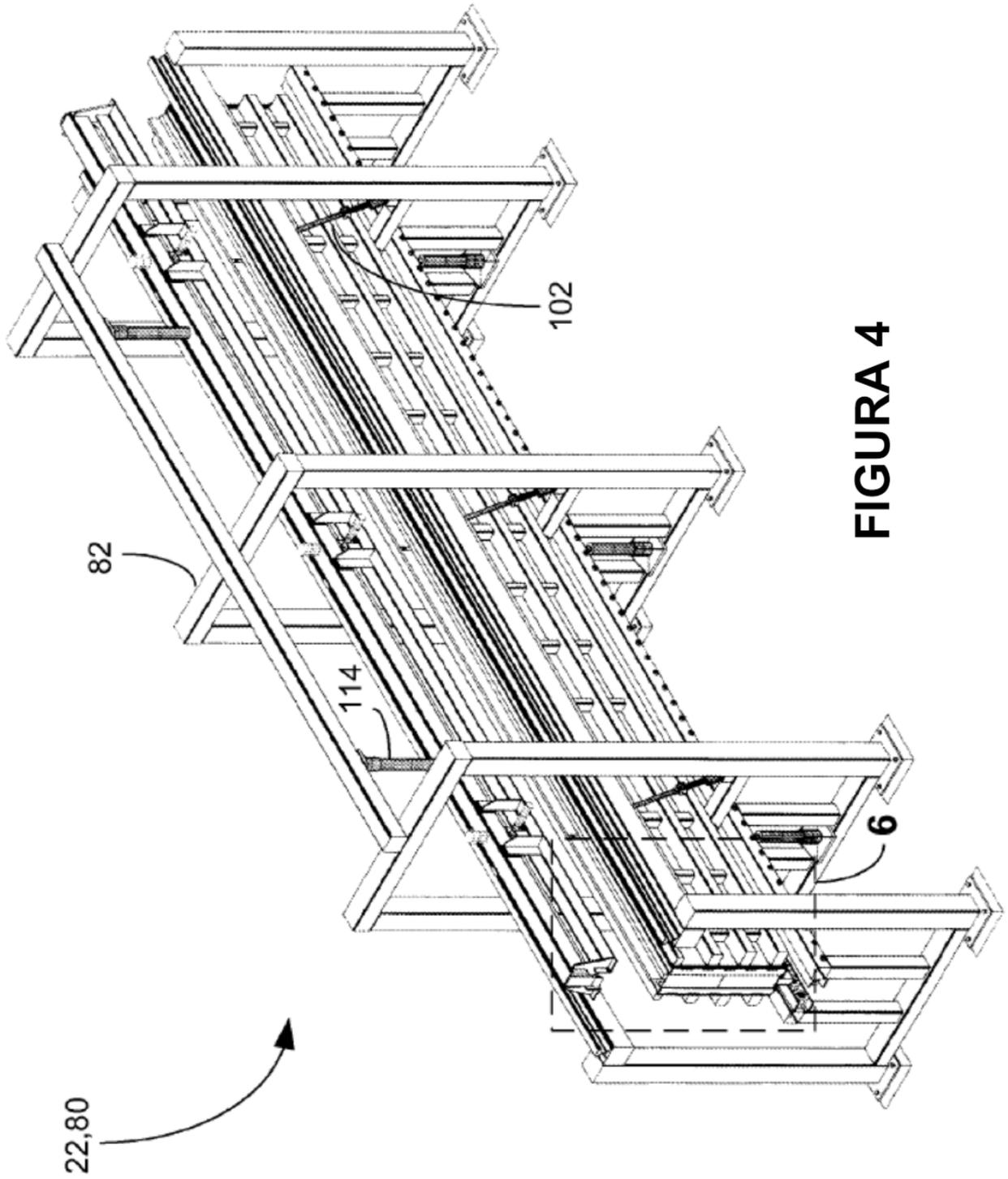
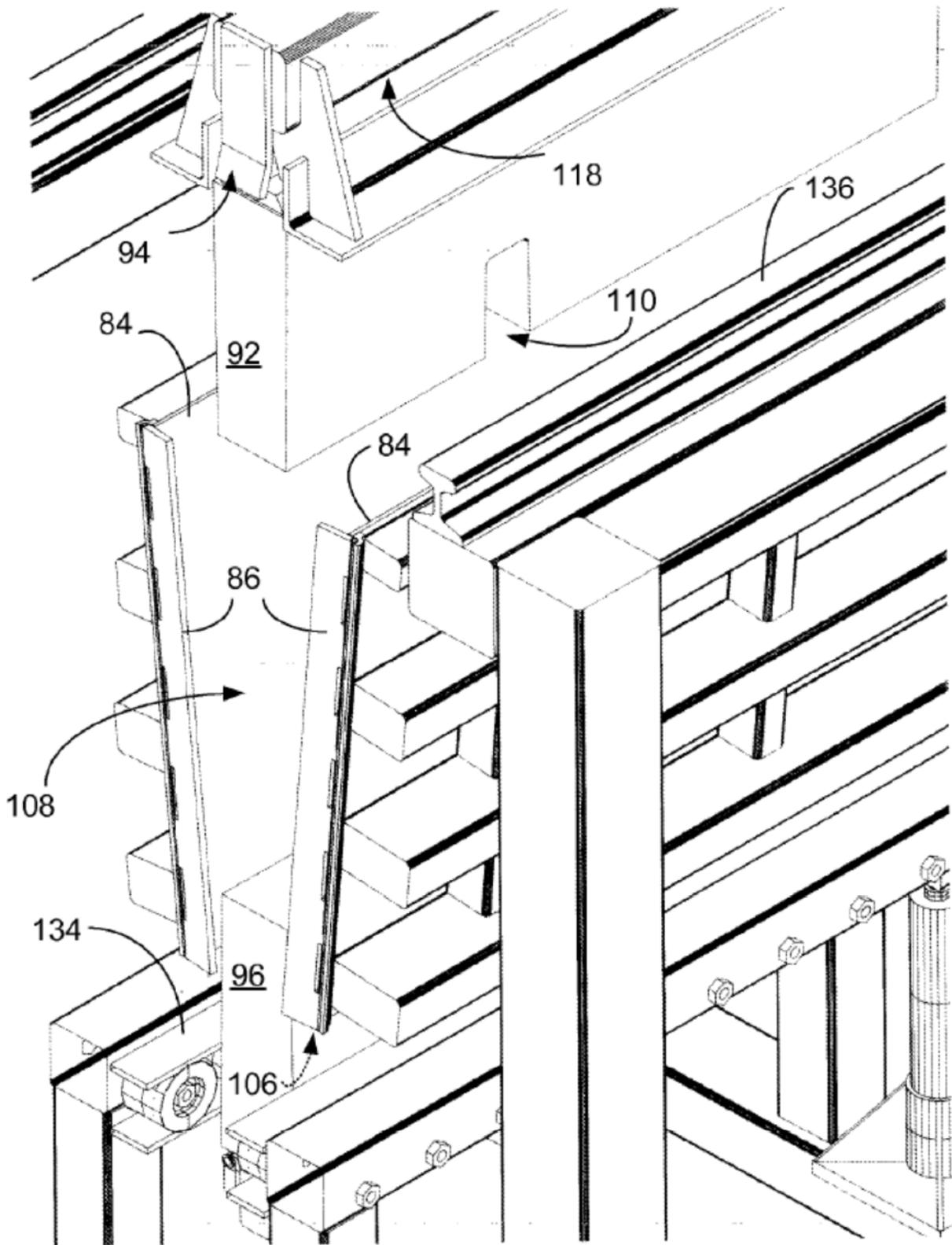
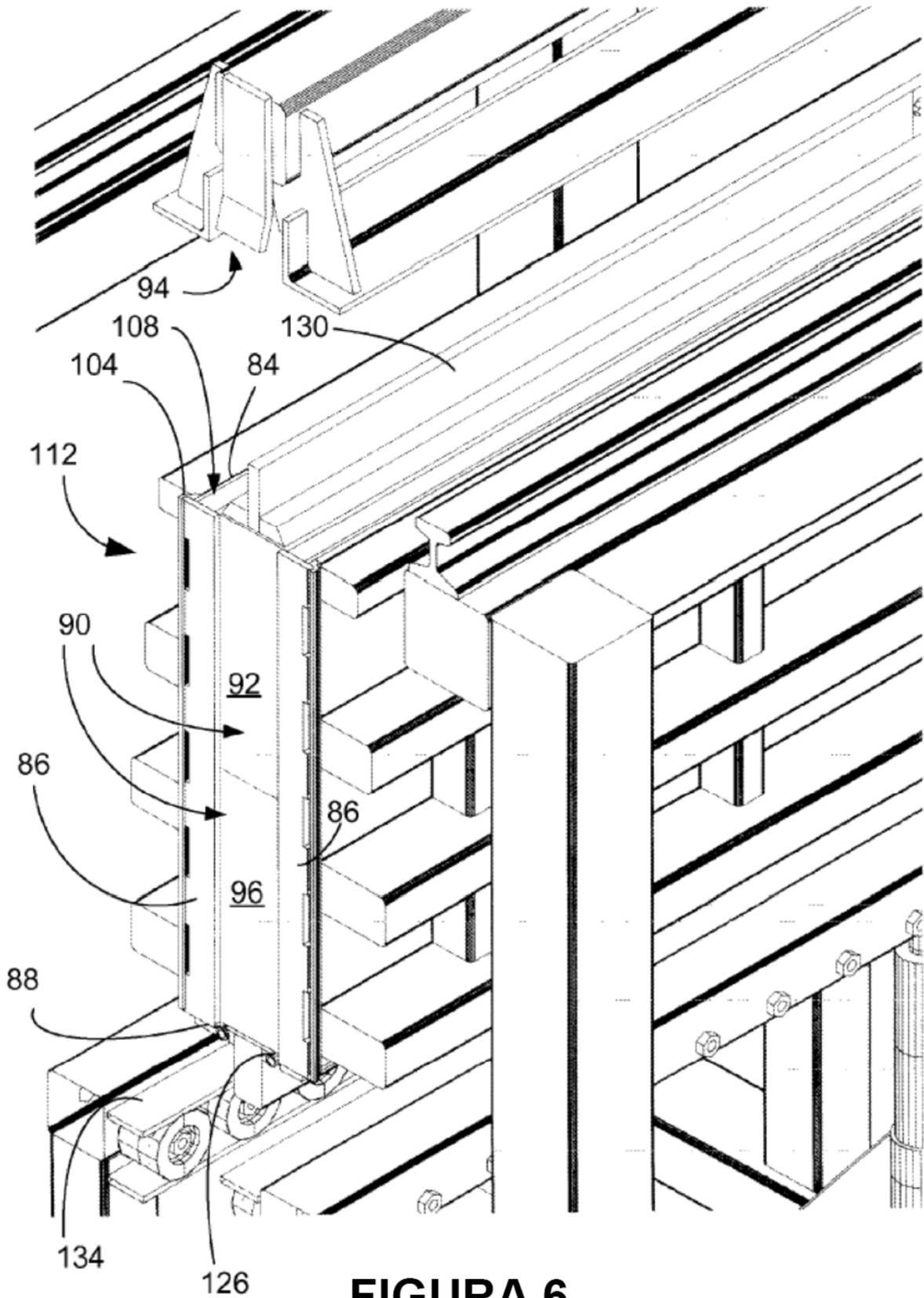


FIGURA 3

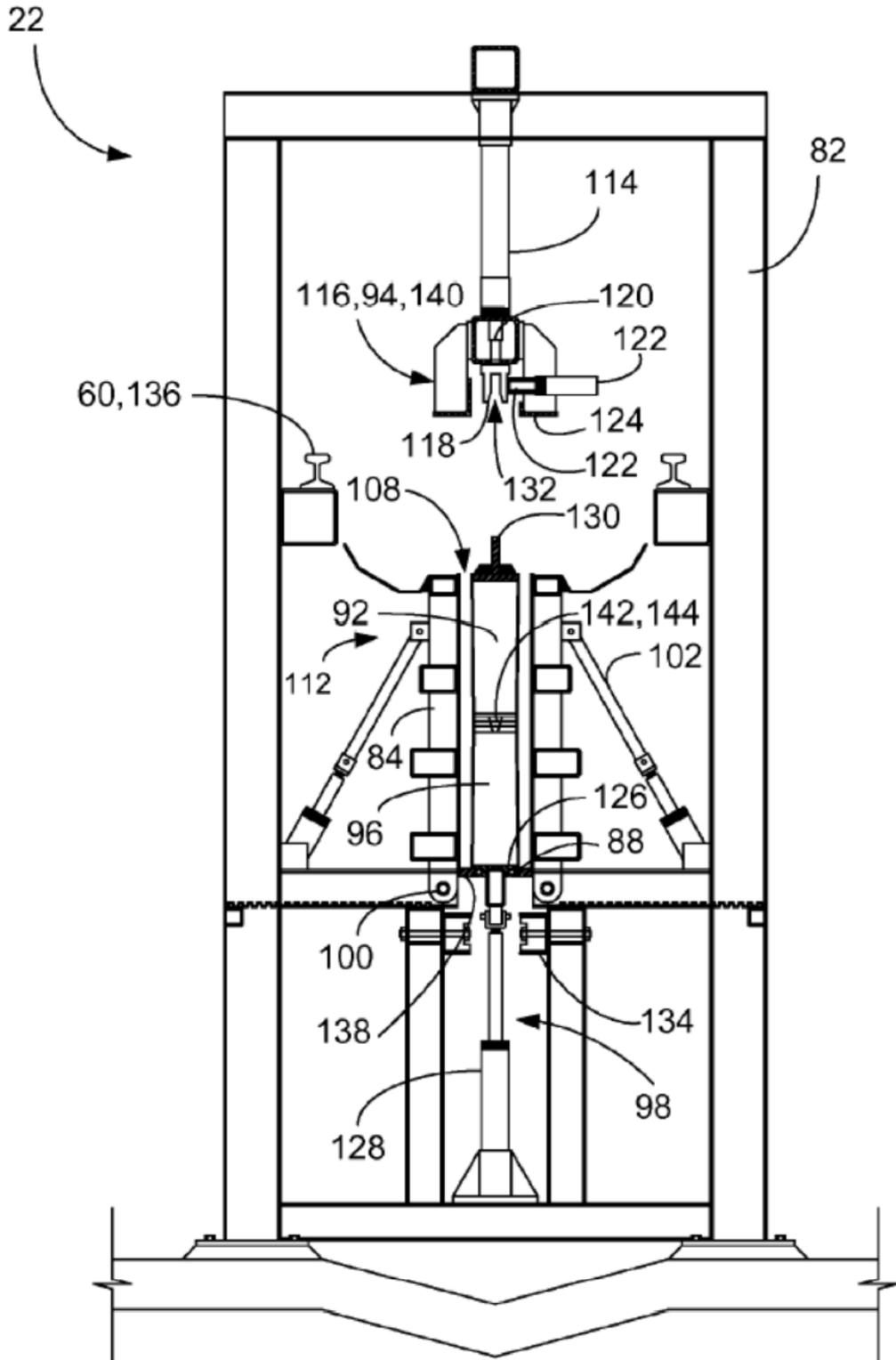




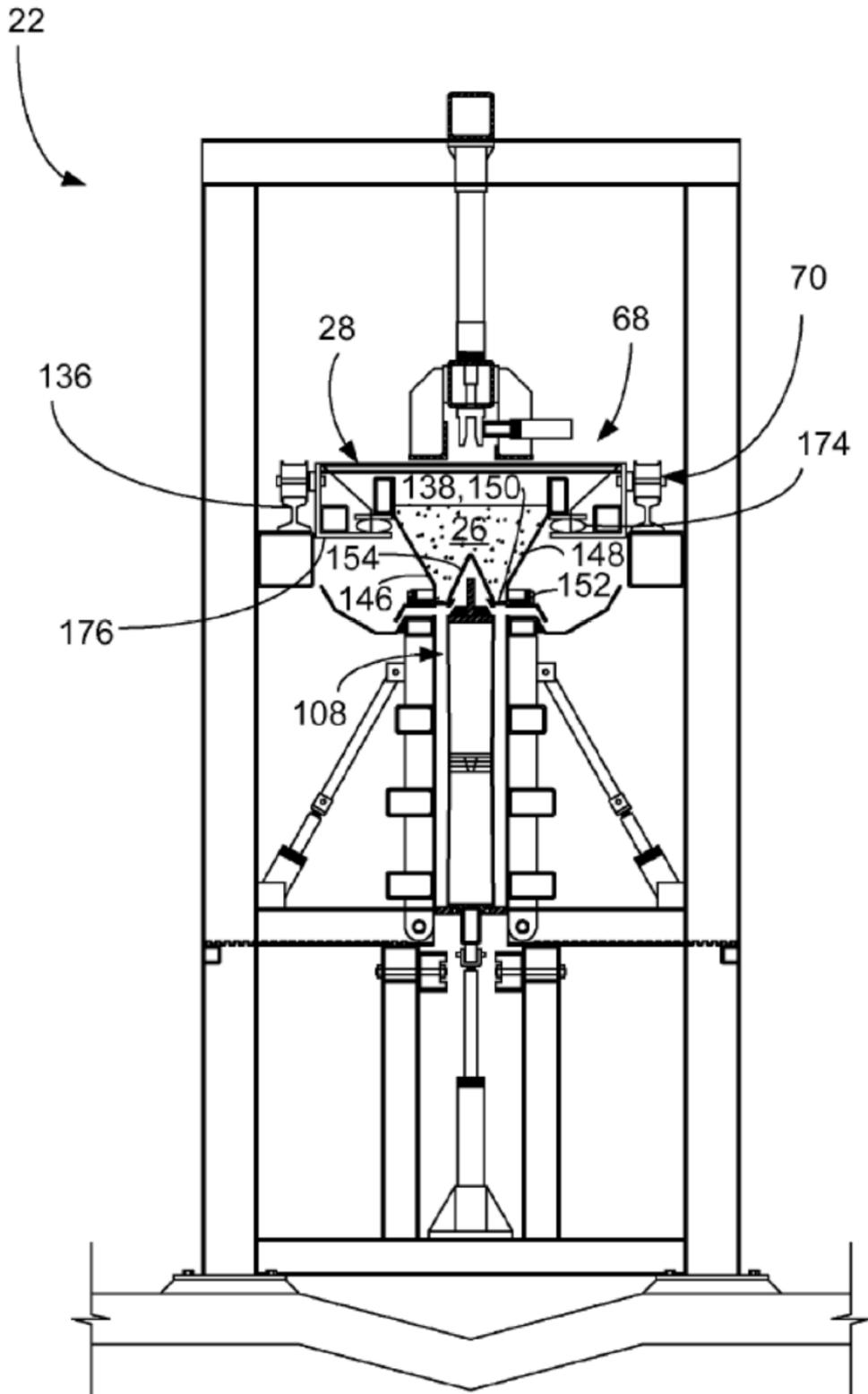
**FIGURA 5**



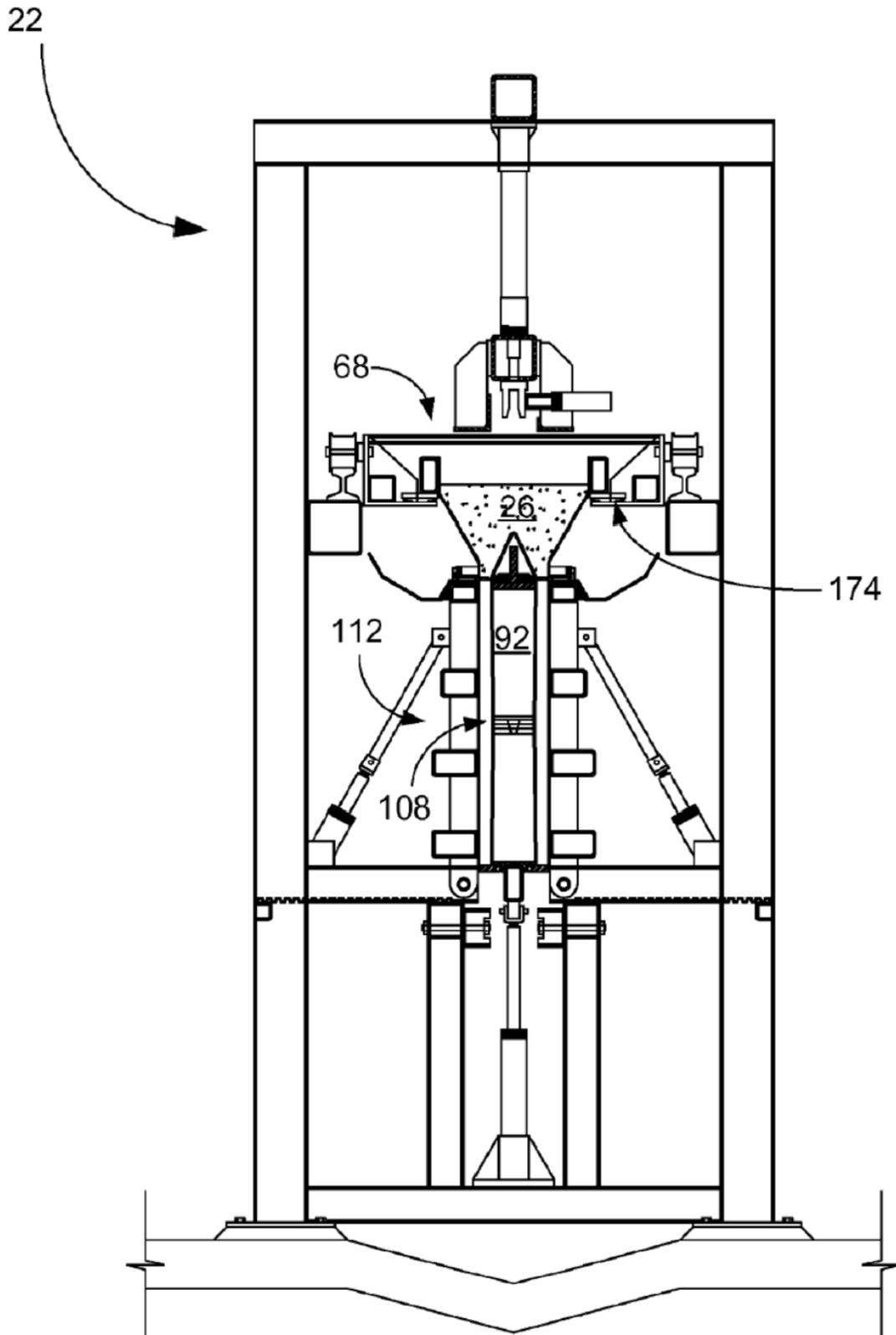
**FIGURA 6**



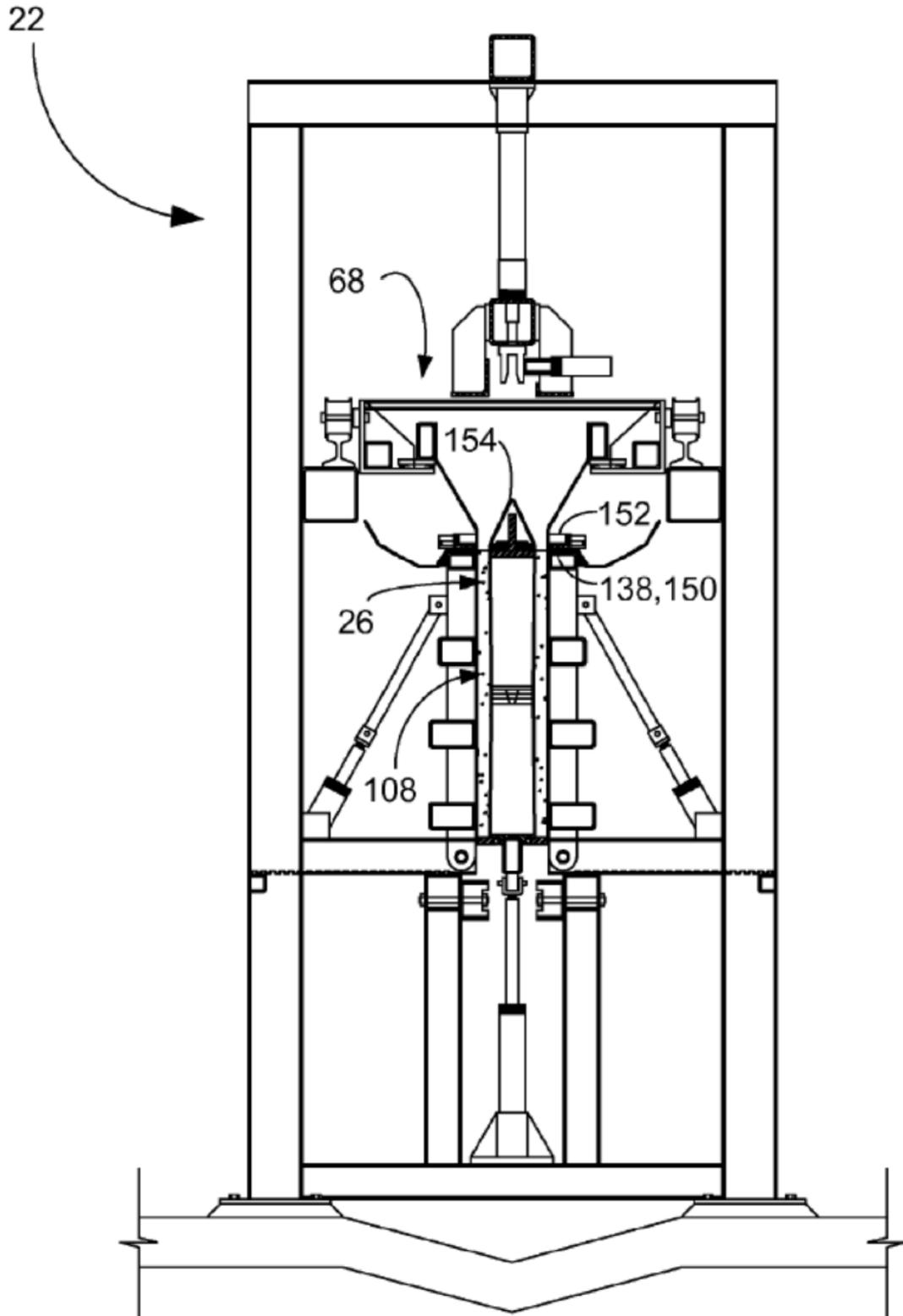
**FIGURA 7**



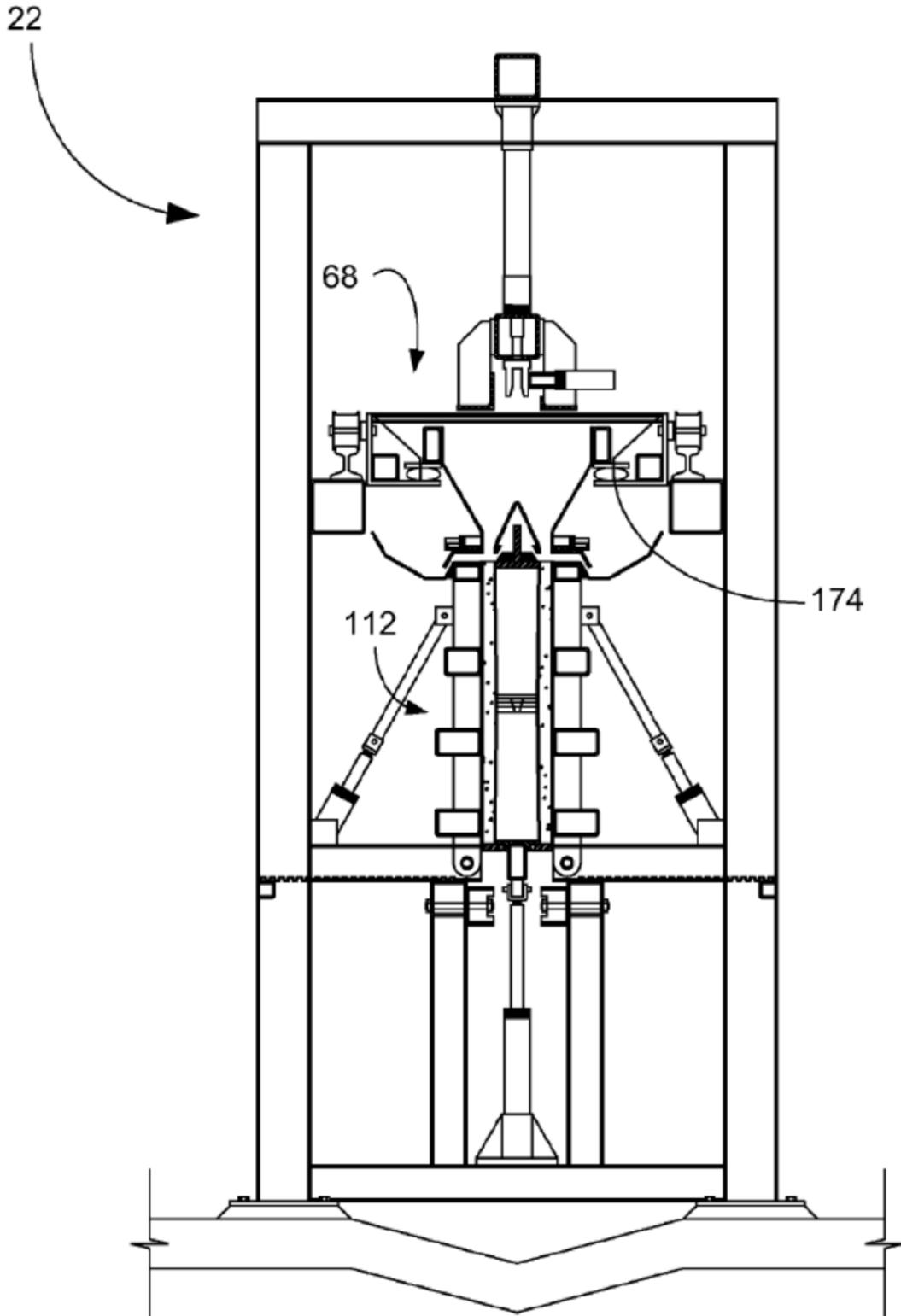
**FIGURA 8**



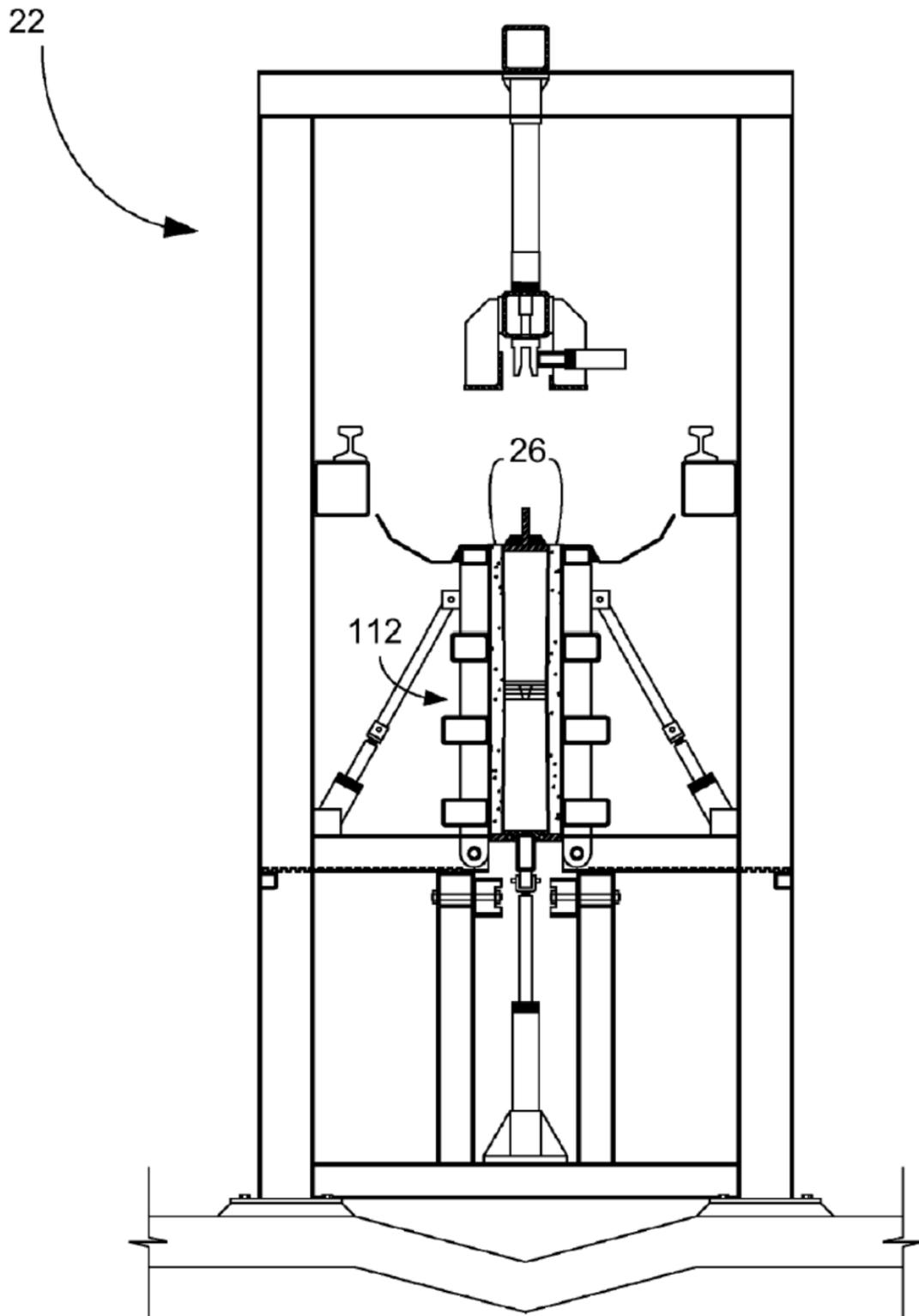
**FIGURA 9**



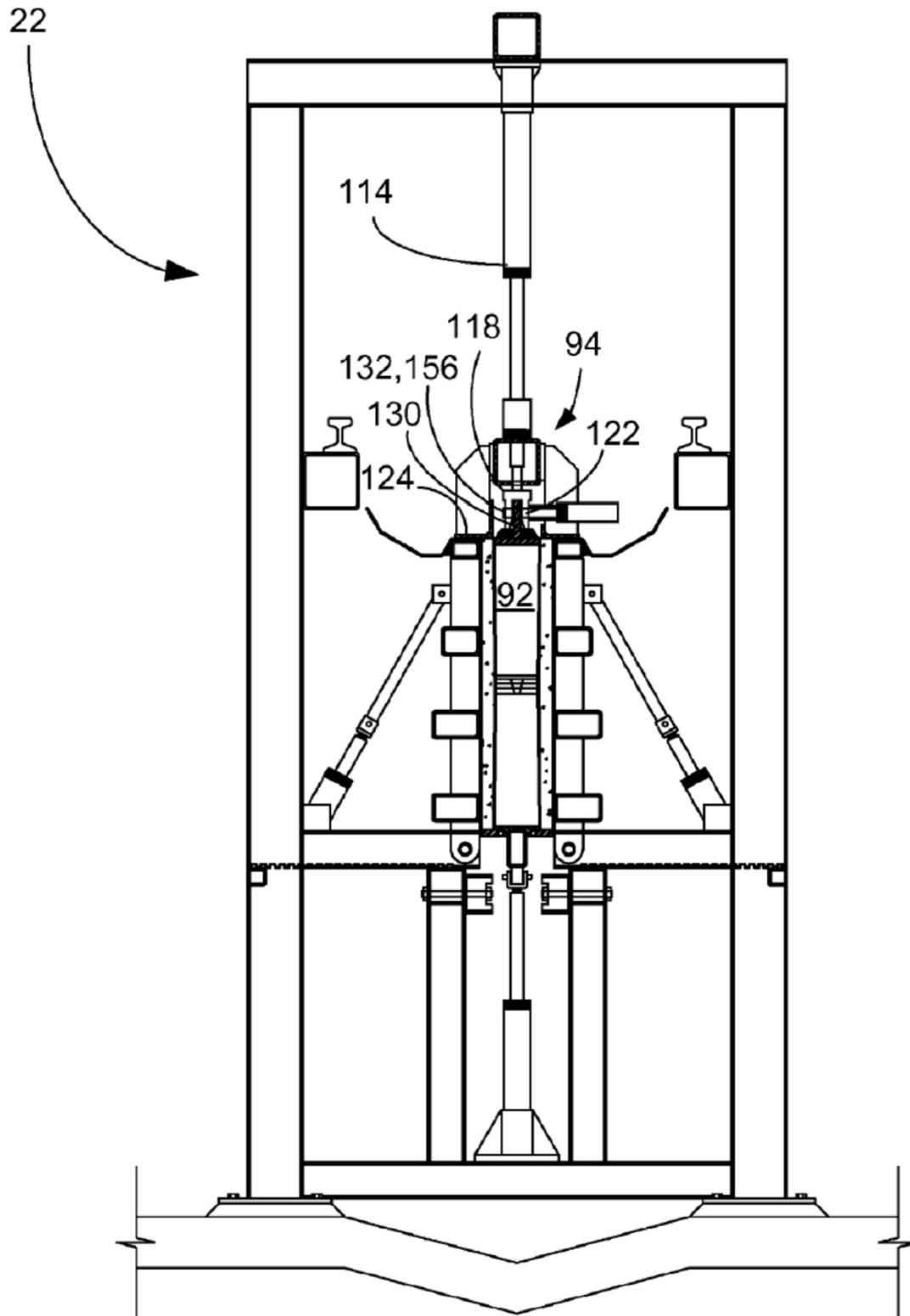
**FIGURA 10**



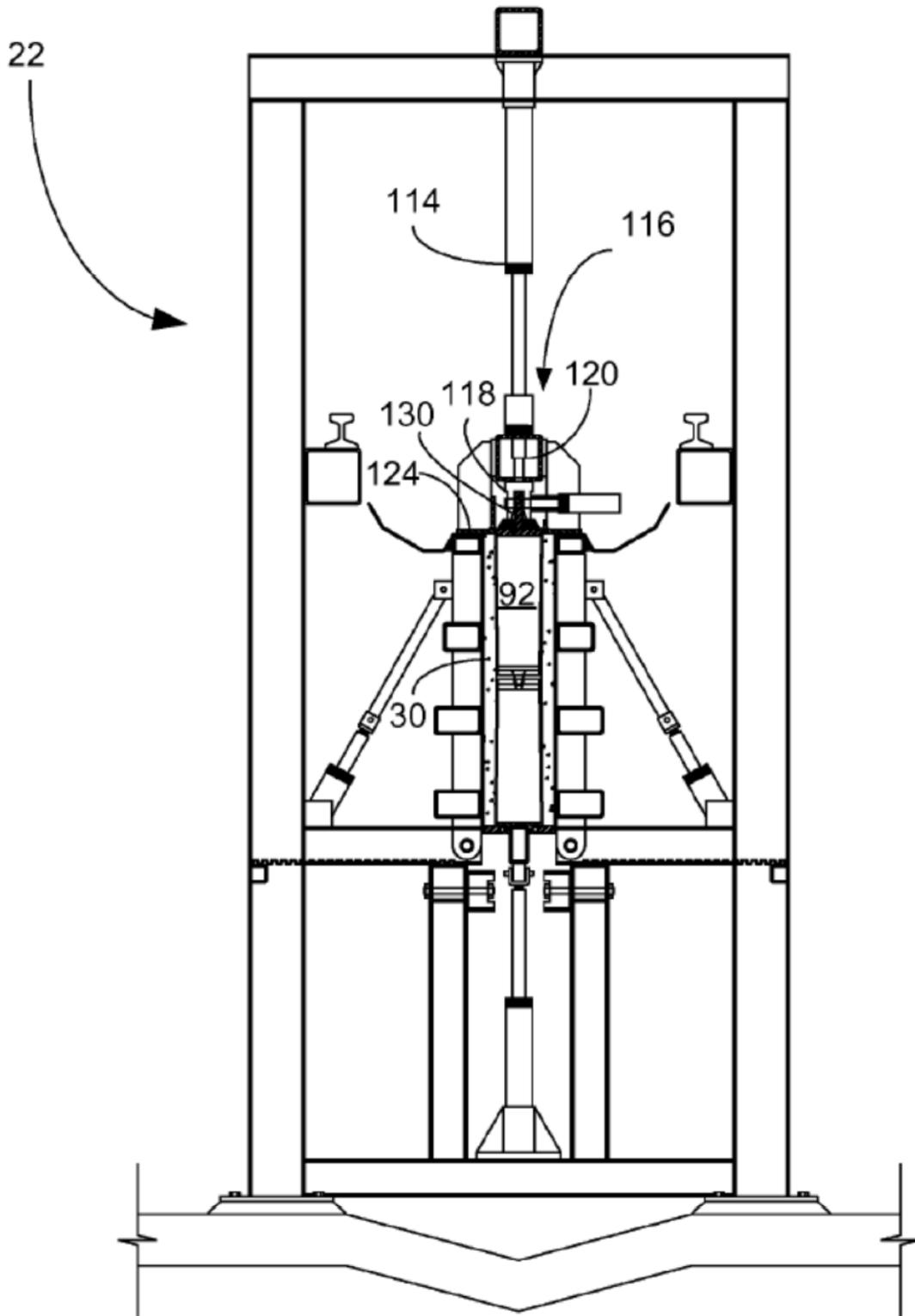
**FIGURA 11**



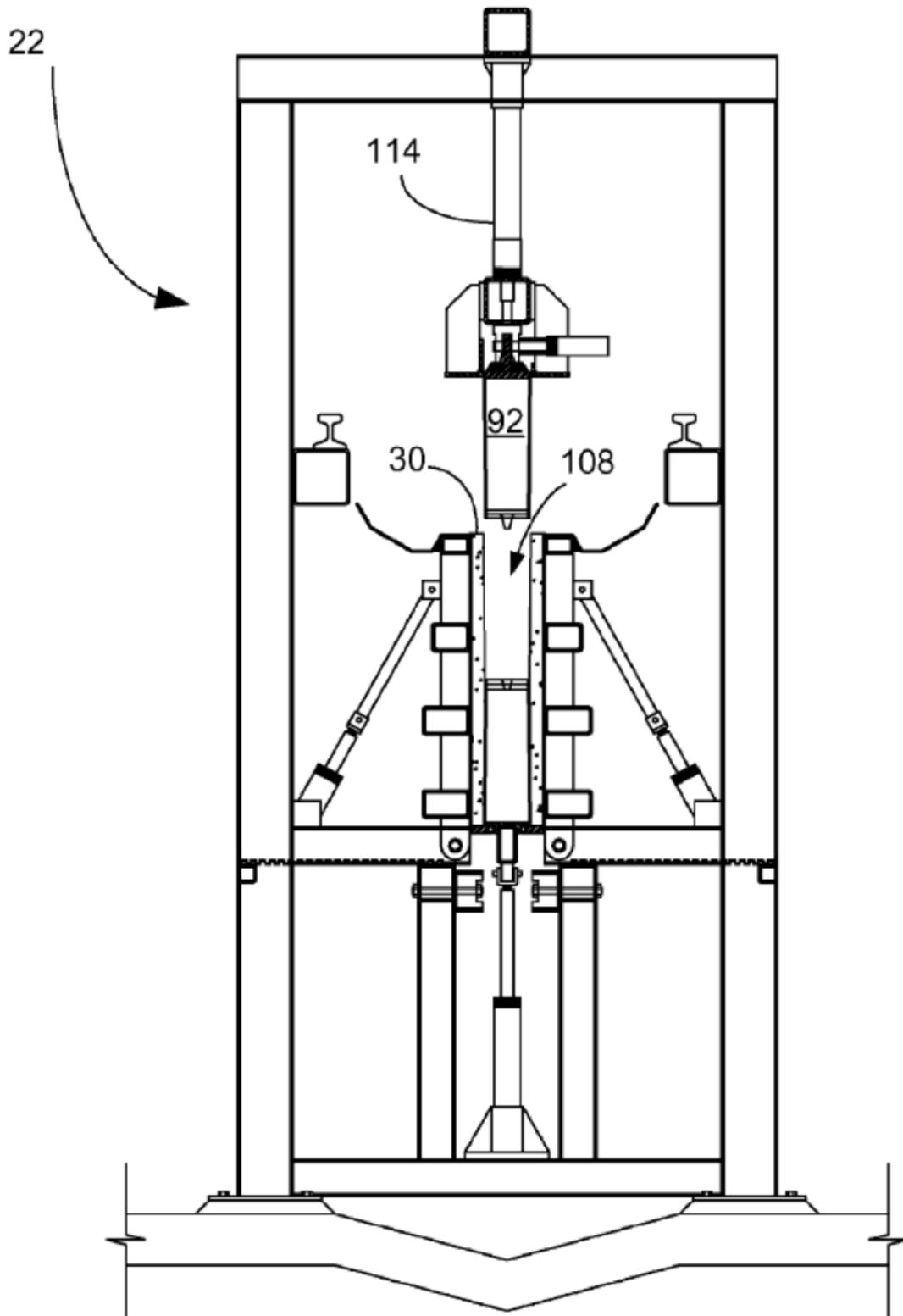
**FIGURA 12**



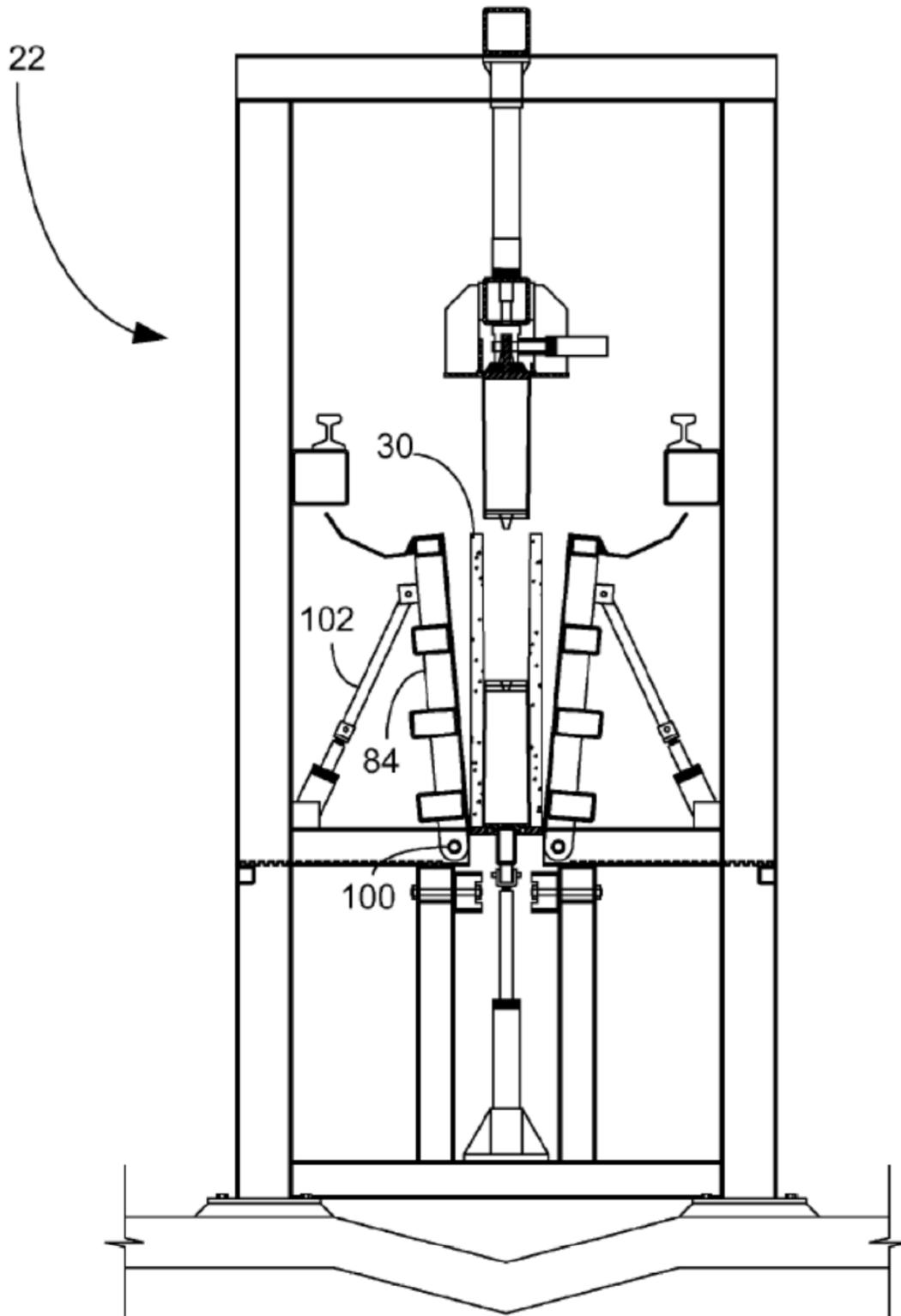
**FIGURA 13**



**FIGURA 14**



**FIGURA 15**



**FIGURA 16**

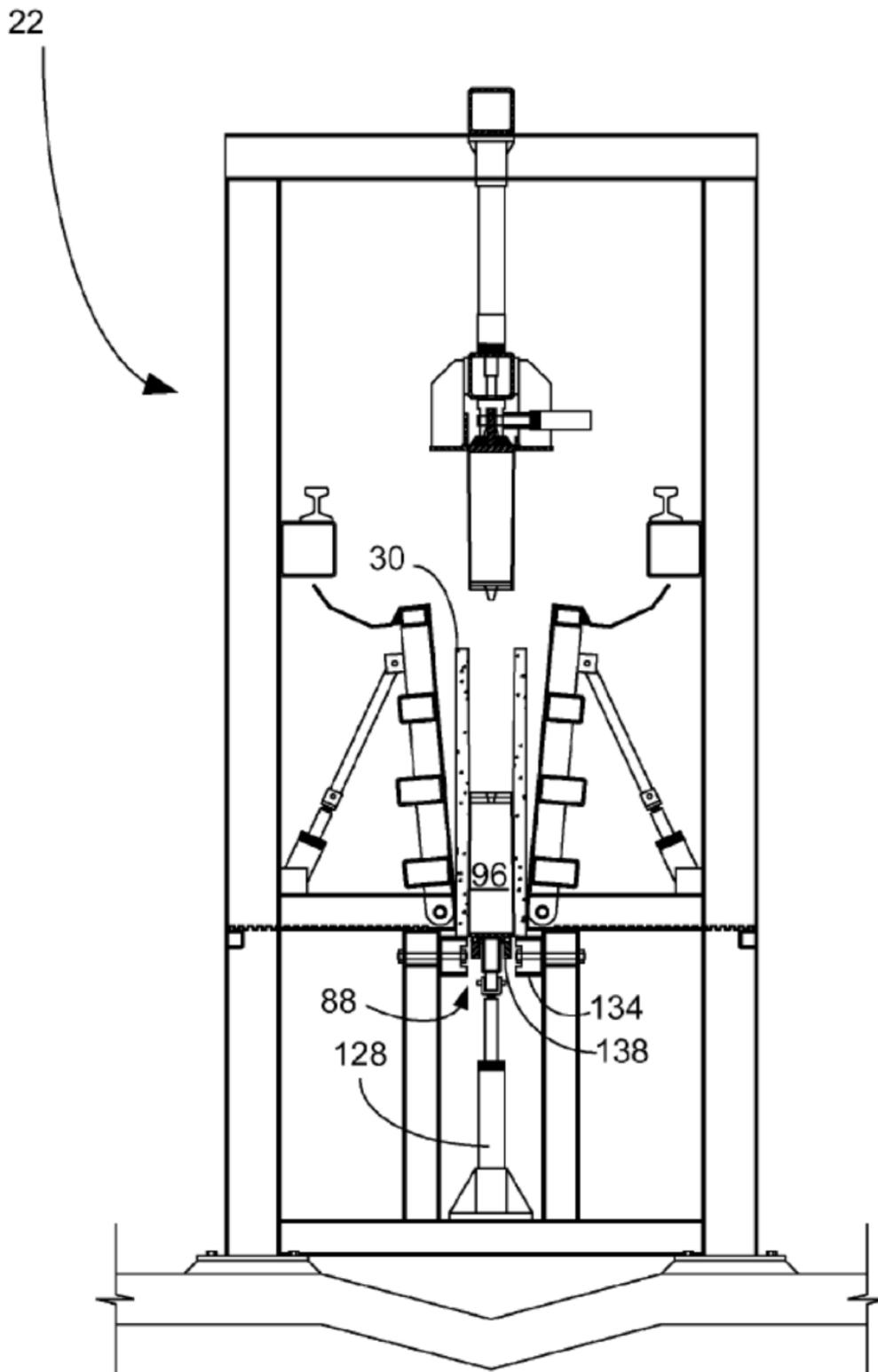
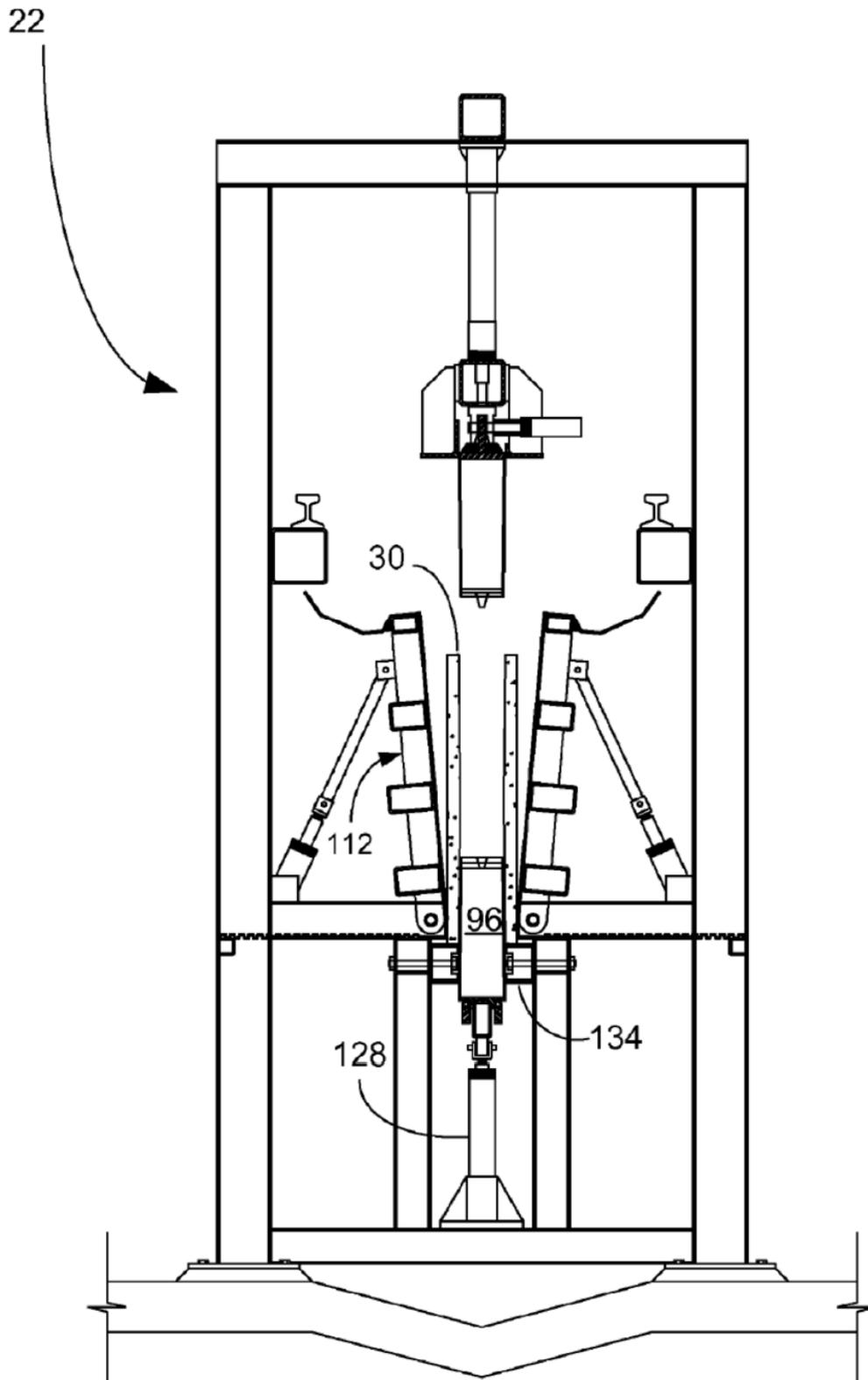
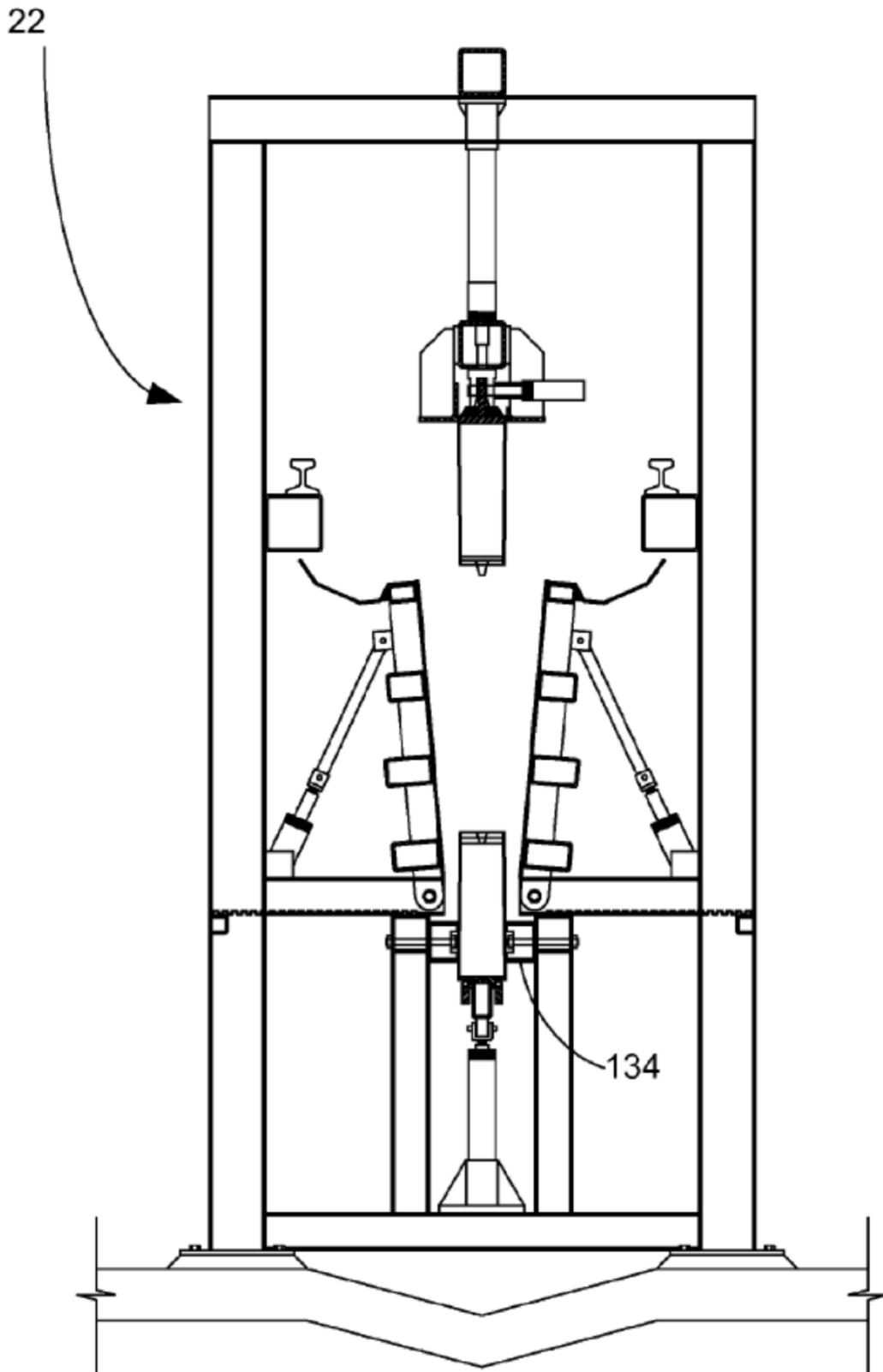


FIGURA 17



**FIGURA 18**



**FIGURA 19**

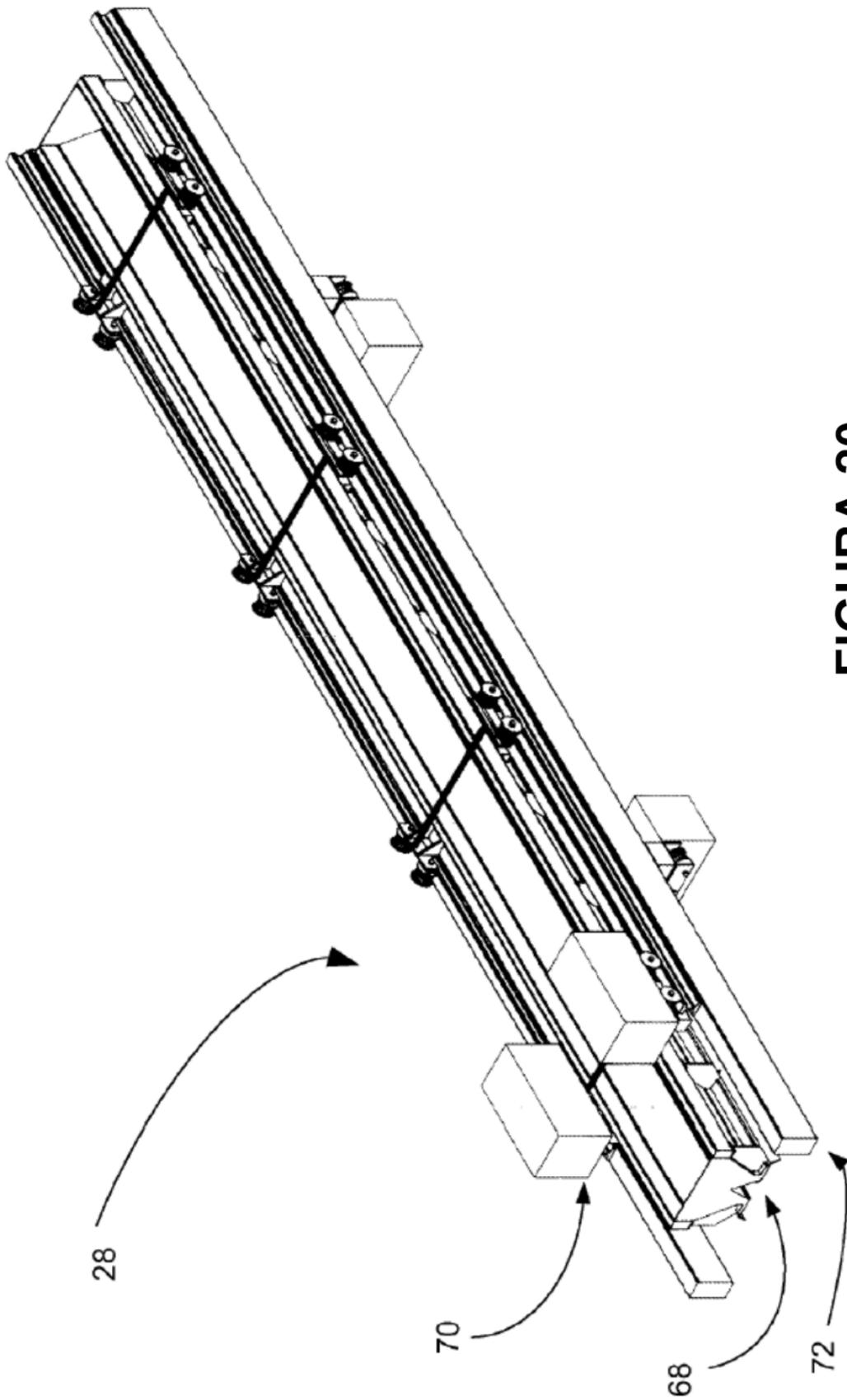
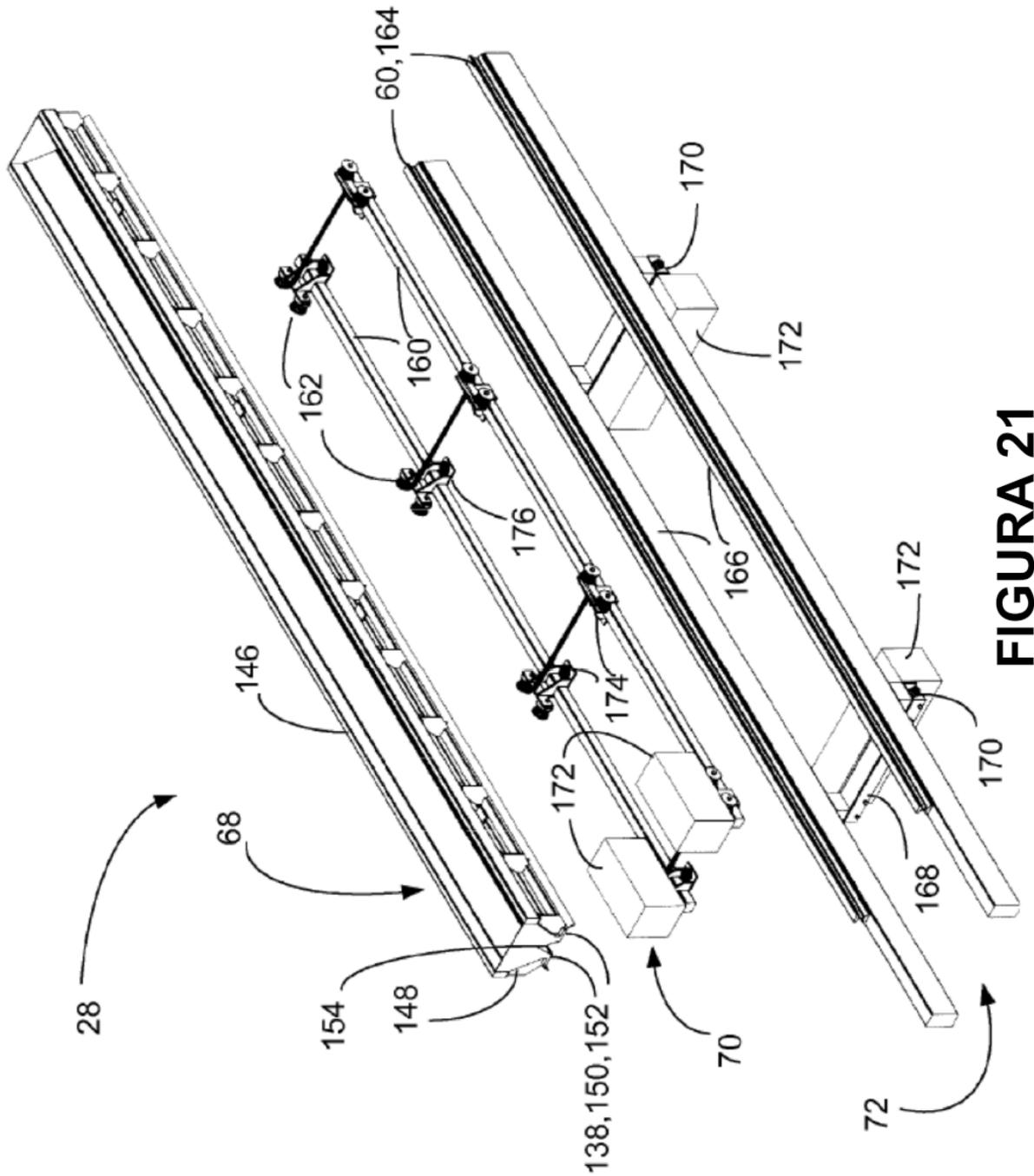


FIGURA 20



**FIGURA 21**

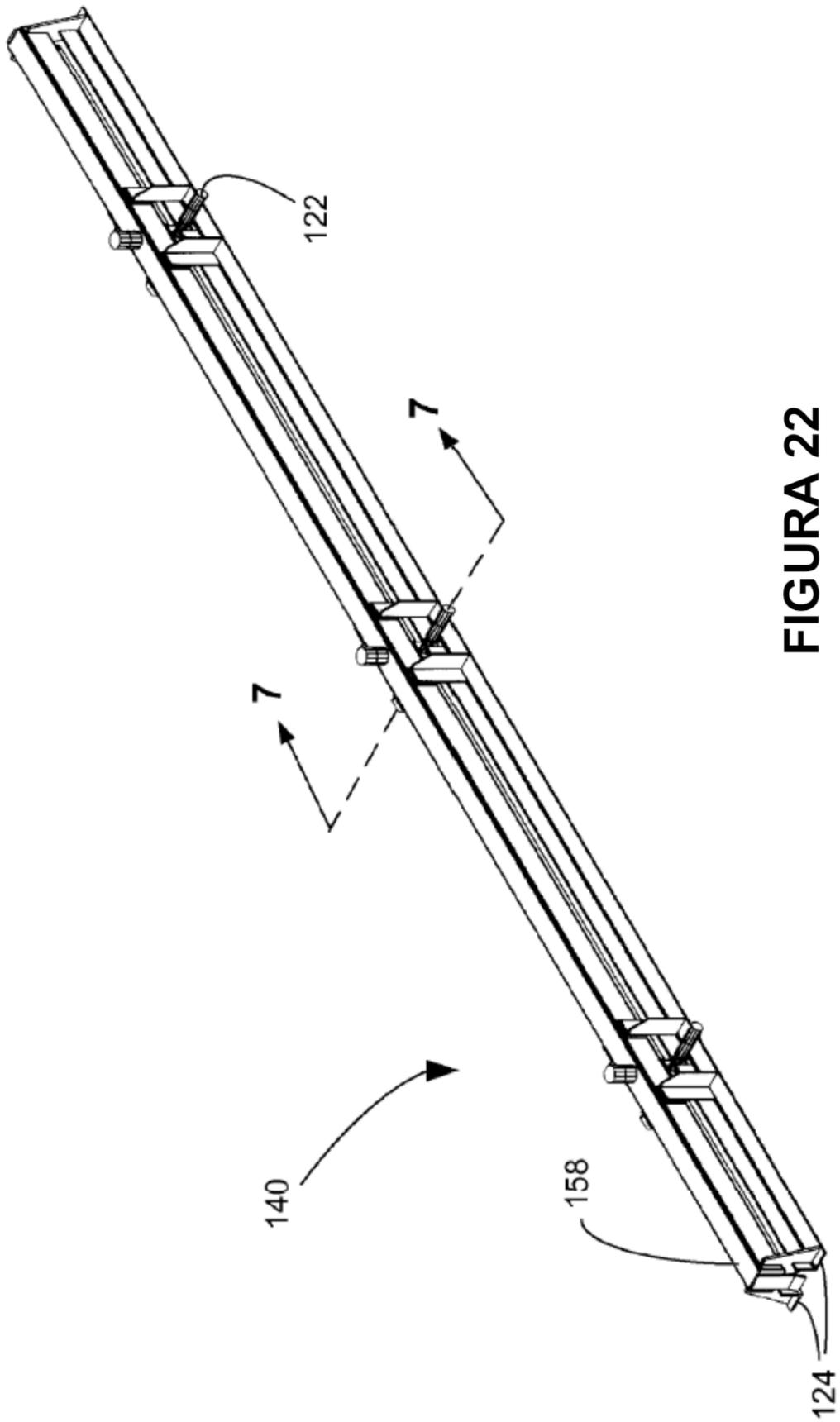


FIGURA 22

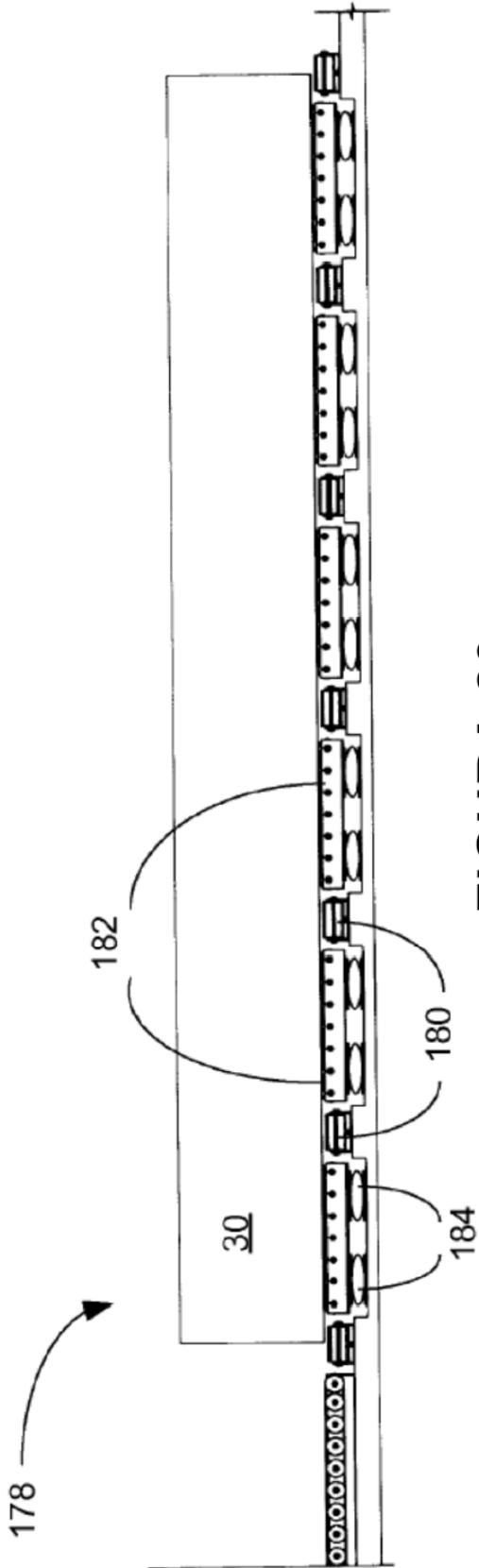


FIGURA 23

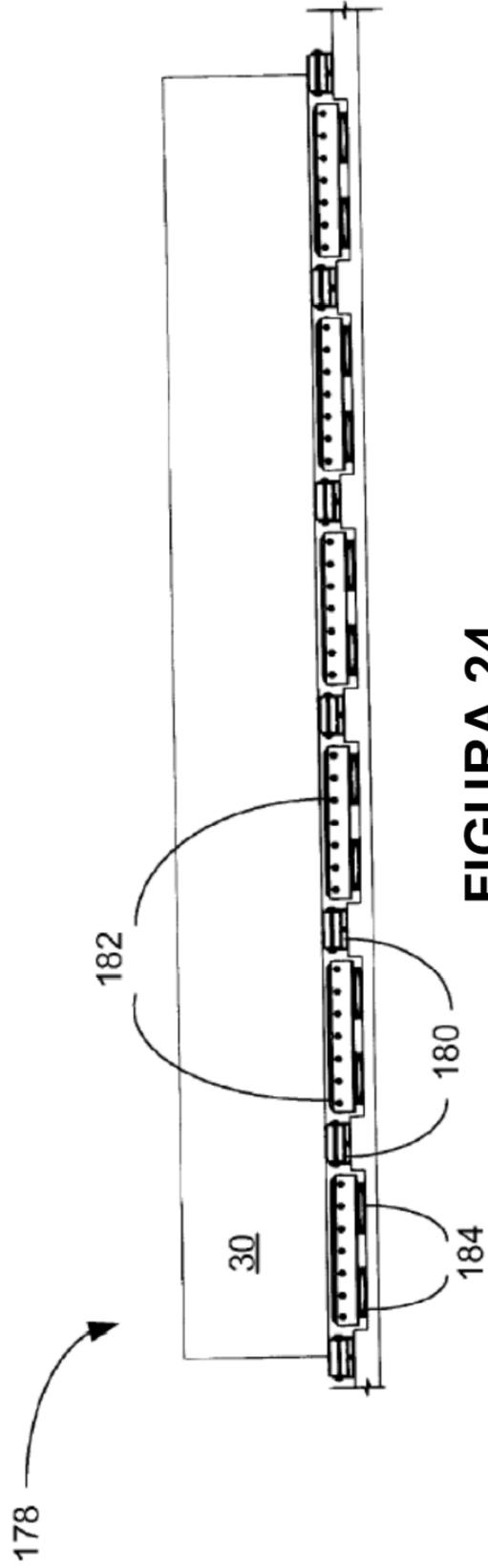
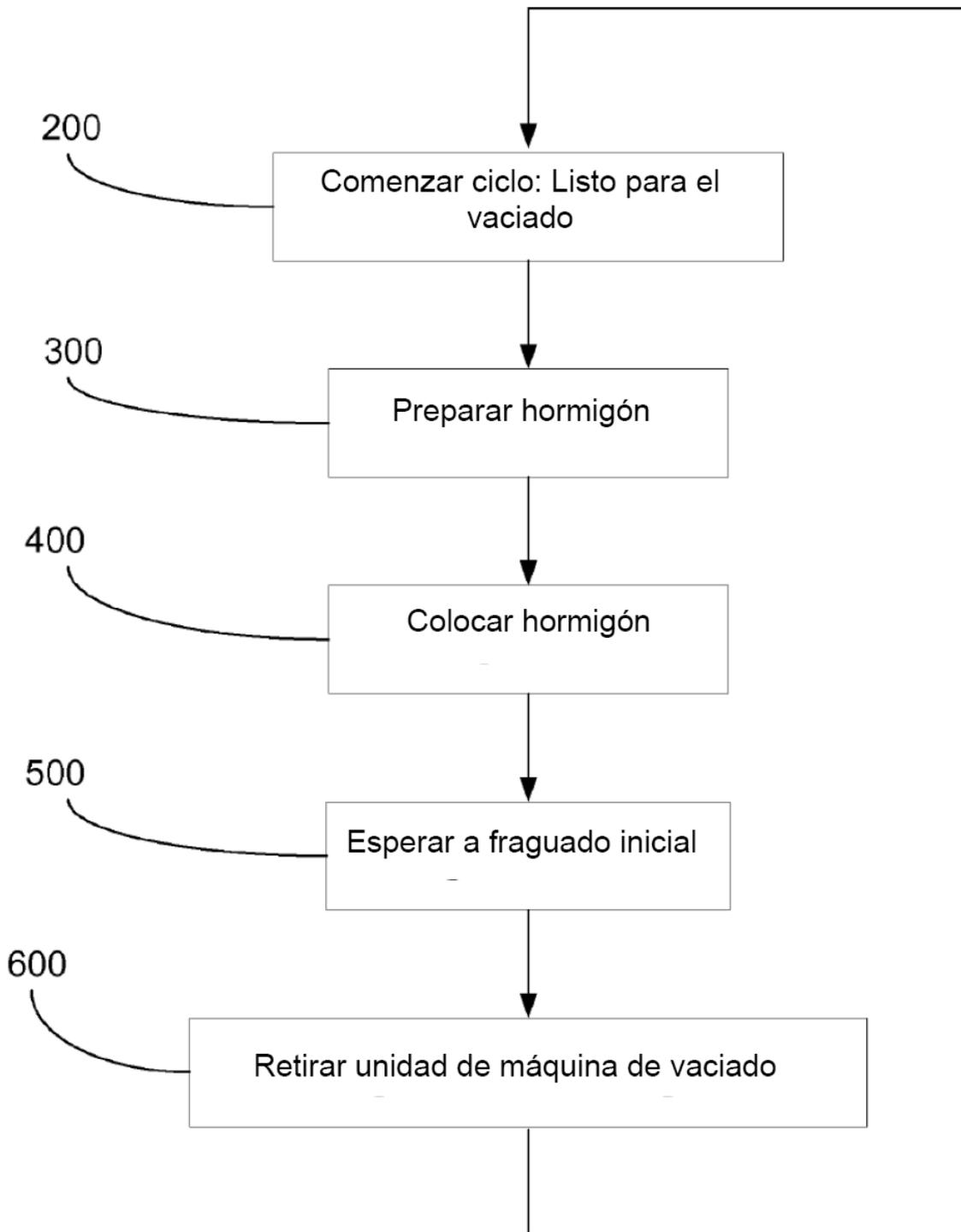
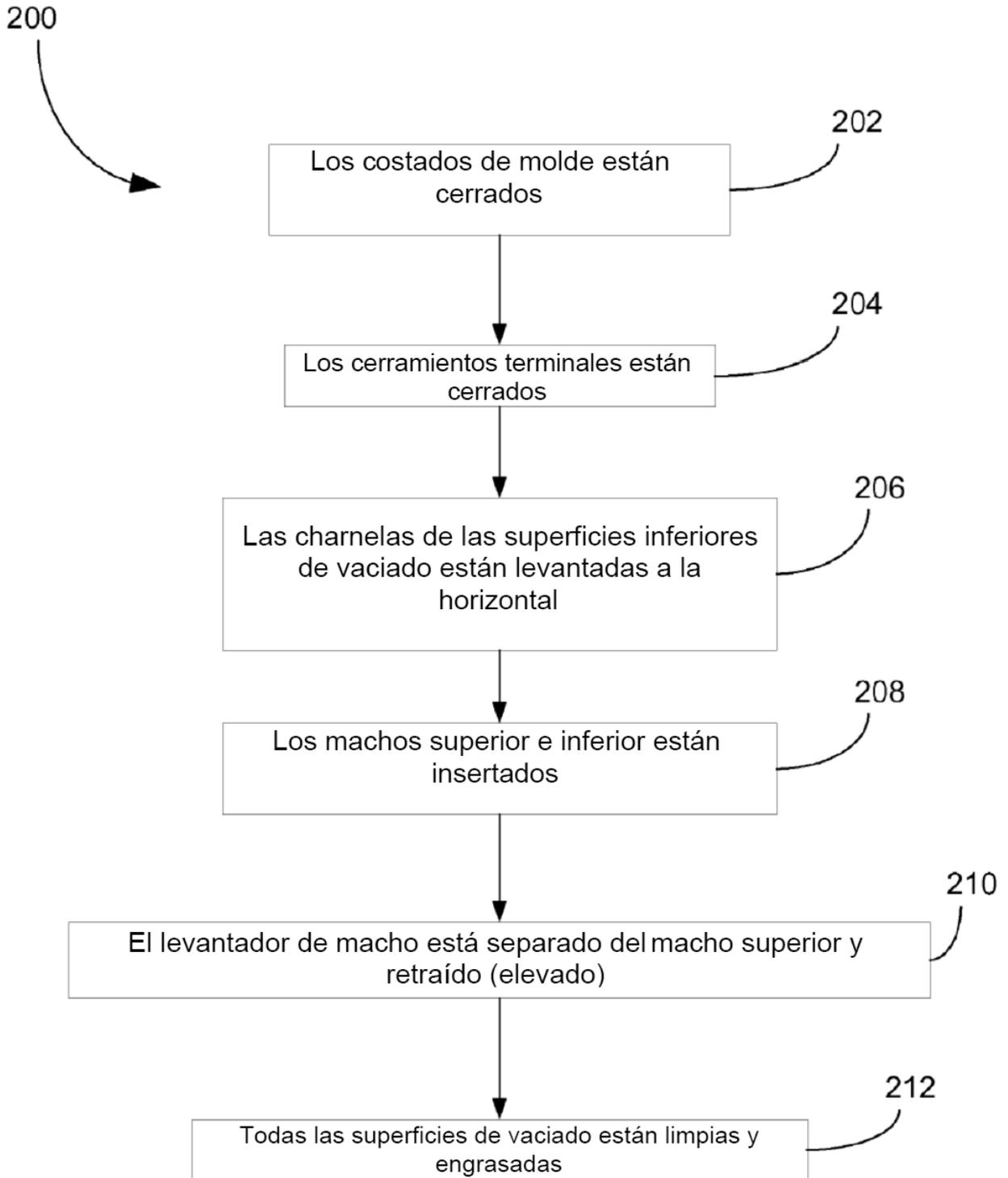


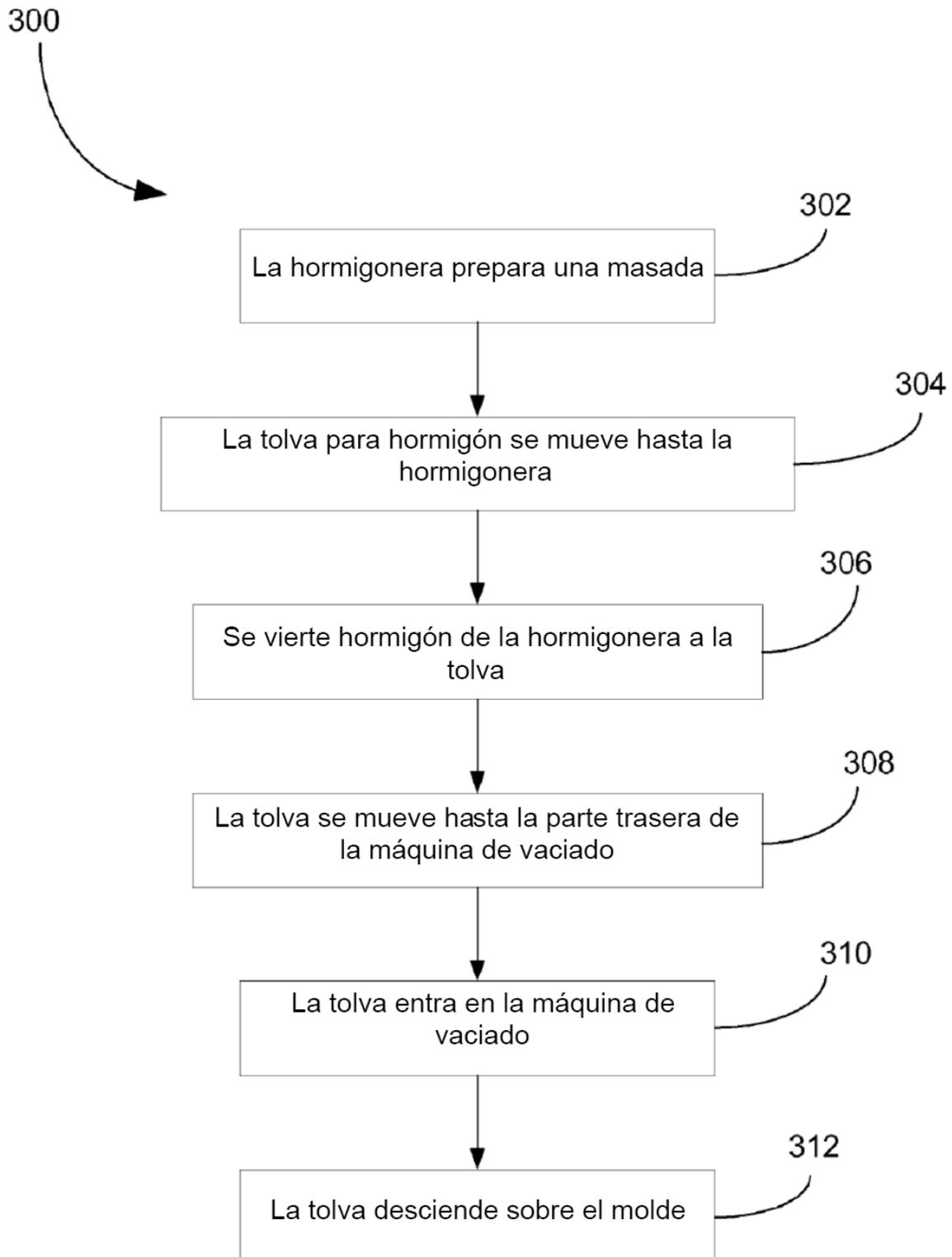
FIGURA 24



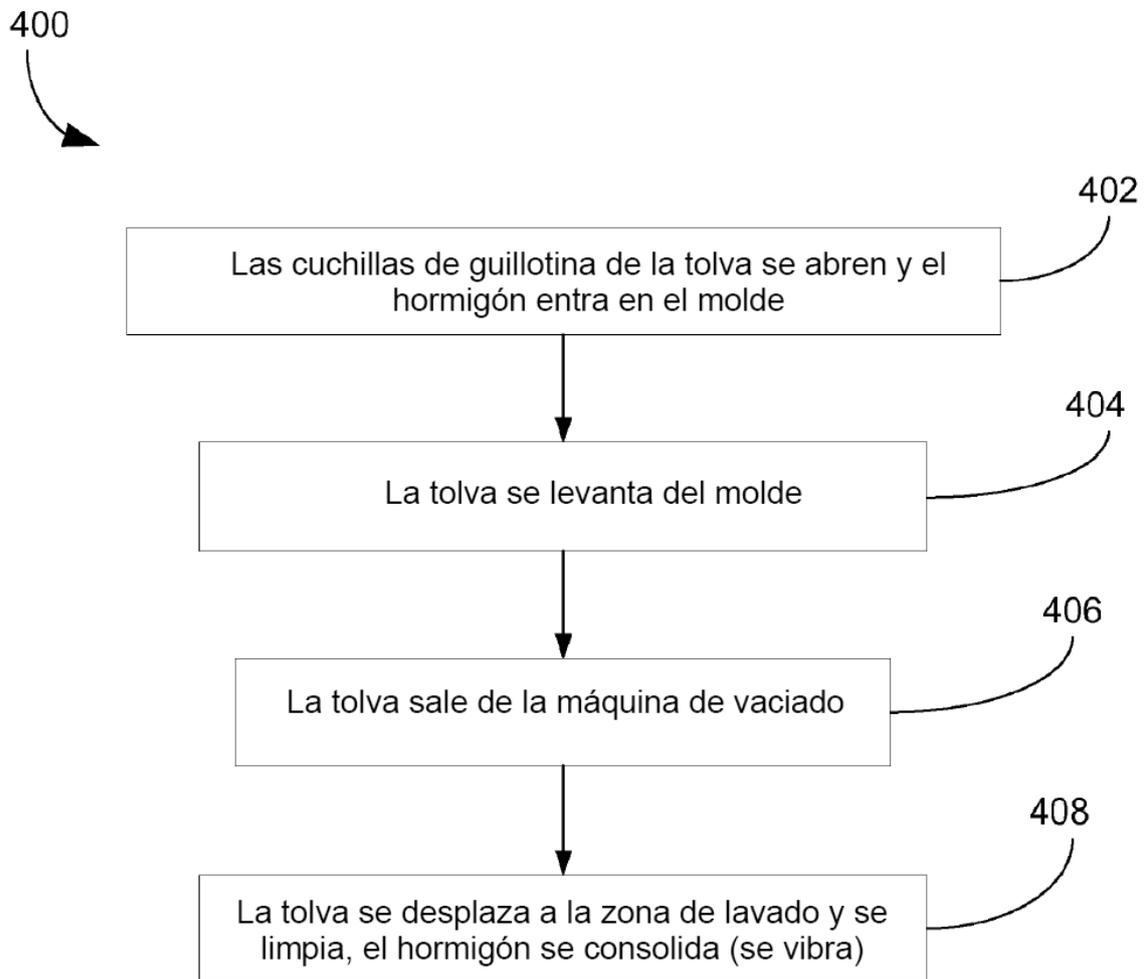
**FIGURA 25**



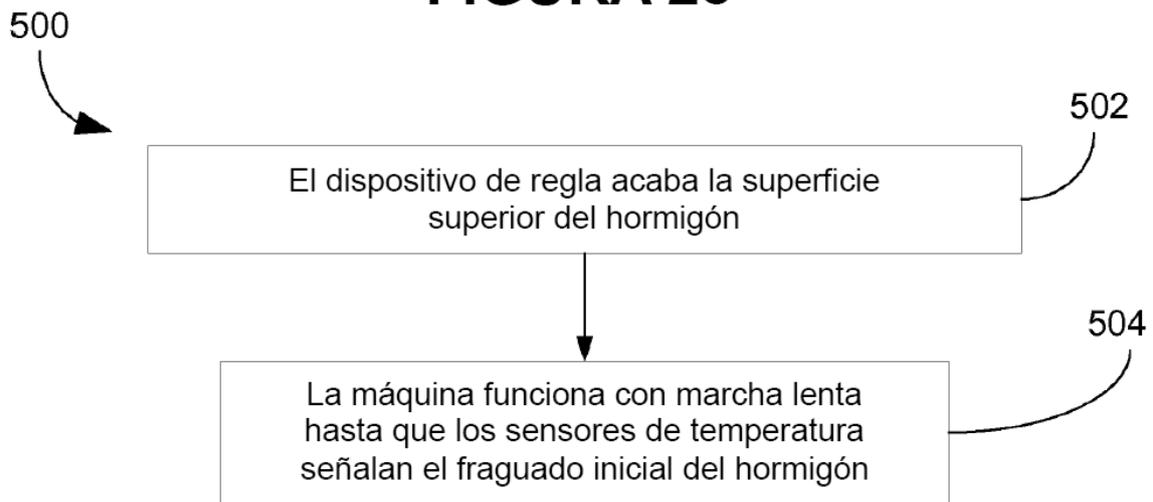
**FIGURA 26**



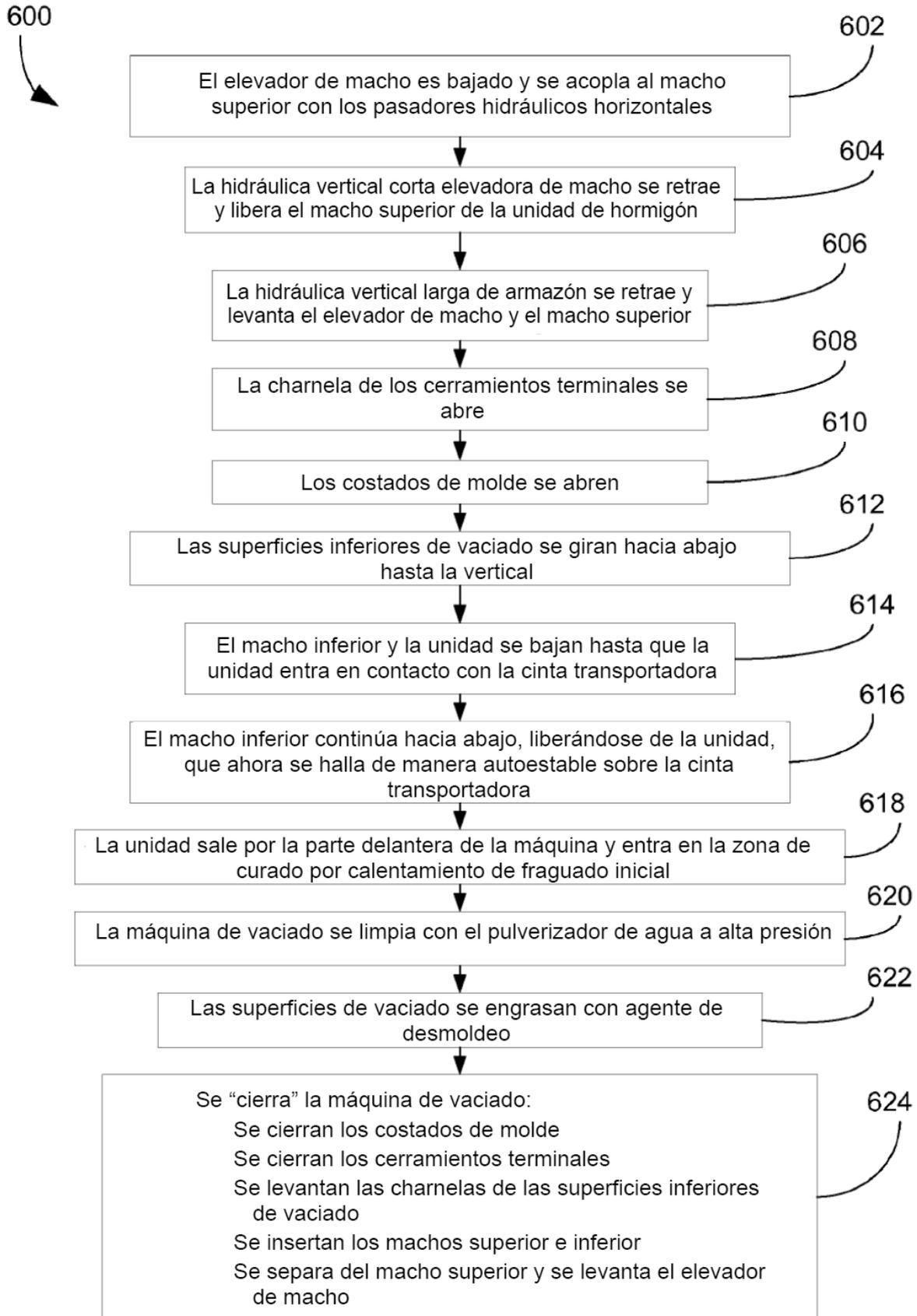
**FIGURA 27**



**FIGURA 28**



**FIGURA 29**



**FIGURA 30**