

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 692**

51 Int. Cl.:

**A01D 45/00** (2008.01)

**A01D 46/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2021 PCT/GB2021/052475**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2022 WO22064199**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2021 E 21790533 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024 EP 4216705**

54 Título: **Cosechadora**

30 Prioridad:  
**24.09.2020 GB 202015134**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.01.2025**

73 Titular/es:  
**MUDDY MACHINES LTD (100.00%)  
The Light Box, 111 Power Road, G28  
London, W4 5PY, GB**

72 Inventor/es:  
**CHAVASSE, CHRISTOPHER BERNARD**

74 Agente/Representante:  
**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 994 692 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**

Cosechadora

Campo

5 La presente invención se refiere a la cosecha de cultivos, en particular, a la cosecha de cultivos automatizada y selectiva.

Antecedente

10 Los cultivos de alto valor tales como de espárragos, brócoli de Tallo tierno (RTM), calabacines, alcachofas, brócoli, y coliflor normalmente se cosechan a mano para permitir la recolección selectiva de cultivos maduros de las plantas y dejar los cultivos inmaduros o no maduros para posterior cosecha cuando hayan madurado. Sin embargo, a los agricultores les resulta cada vez más difícil contratar suficientes trabajadores para cosechar hortalizas de alto valor, lo que resulta en aumentos en los costes laborales y desperdicio de cultivos y recursos. Por lo tanto, las máquinas cosechadoras son cada vez más necesarias.

15 Se presentan problemas con el uso de máquinas cosechadoras. Los cultivos individuales pueden crecer a ritmos muy diferentes y no madurar al mismo tiempo. Por lo tanto, se requiere una eliminación precisa únicamente del cultivo maduro/completamente desarrollado. Además, incluso en el caso de cultivos en hileras, los cultivos individuales no están colocados de manera uniforme, sino en grupos y también de forma singular, y separados aleatoriamente. Por ejemplo, los espárragos crecen a diferentes ritmos y en diversas configuraciones (por ejemplo, múltiples espárragos en el mismo lugar, algunos maduros, otros inmaduros). Esto significa que una máquina cosechadora debe poder cortar la cosecha madura sin dañar la cosecha circundante. Las máquinas cosechadoras automatizadas existentes no proporcionan estos requisitos de cosecha precisos, lo que resulta en desperdicio de cultivos inmaduros y cosechas incompletas.

20

Por lo tanto, existe una creciente urgencia de aumentar el uso, la capacidad, y la precisión de las máquinas cosechadoras. La presente invención busca hacer esto al proporcionar una cosechadora que pueda cosechar cultivos selectivamente.

25 El documento CN102577755A divulga un robot recolector de fresas y un robot recolector de fresas con cultivo en crestas. El mecanismo de accionamiento de recolección del robot de recolección de fresas comprende un dispositivo de movimiento de tipo de coordenadas mixtas, un dispositivo de garra mecánico conectado con el dispositivo de movimiento de tipo de coordenadas mixtas y un dispositivo de soporte y conexión utilizado para fijar el dispositivo de movimiento de tipo de coordenadas mixtas.

30 Resumen de la invención

De acuerdo con aspectos y/o realizaciones, se proporciona un aparato para cosechar un cultivo que comprende un pórtico y una unidad de corte, el pórtico se configura para soportar de forma móvil la unidad de corte (móvil en relación con el pórtico) en el que el pórtico se configura para permitir que la unidad de corte se mueva de tal manera que la unidad de corte sea capaz de acercarse y cortar cultivos individuales que pasen por debajo del pórtico desde cualquier dirección.

35

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona una cosechadora de acuerdo con la reivindicación 1.

Al proporcionar un pórtico que permite que una unidad de corte se mueva de tal manera que la unidad de corte sea capaz de acercarse y cortar un cultivo individual desde cualquier dirección, aspectos y/o realizaciones pueden permitir que la unidad de corte se acerque y corte el cultivo individual desde una dirección que no daña los cultivos circundantes y/o la dirección de aproximación y corte se puede seleccionar de tal manera que no dañe los cultivos circundantes.

40

Se entenderá que el término "pórtico" se refiere a cualquier marco o aparato de soporte adecuado que sea capaz de pasar sobre los cultivos a medida que se mueve la cosechadora, y que se puede operar para soportar varios componentes de la cosechadora (en particular, la unidad de corte y los accionadores para mover las unidades de corte en relación con el pórtico). Otros términos que se podrían utilizar para referirse al pórtico pueden incluir: soporte; marco de soporte; y/o marco.

45

Opcionalmente, la unidad de corte (52) se puede operar para acercarse y cortar un cultivo individual (12) desde cualquier dirección en relación con el cultivo individual (12) en un plano horizontal en relación con el cultivo individual (12).

Al poder acercarse a un cultivo que se va a cosechar desde cualquier dirección en un plano horizontal (por ejemplo el plano horizontal paralelo al suelo en el que se planta el cultivo) el cultivo se puede cosechar desde uno o más de los ángulos más óptimos (por ejemplo que evita que la unidad de corte toque o potencialmente dañe otros cultivos que no se están cosechando actualmente).

50

Opcionalmente, la unidad de corte (52) se coloca en un ángulo oblicuo en relación con el suelo.

Al configurar la unidad de corte en un ángulo oblicuo en relación con el suelo, la unidad de corte puede cortar cada cultivo que se cosecha al nivel del suelo o ligeramente por debajo para maximizar la cantidad de cultivo cosechado.

Opcionalmente, la unidad de corte puede girar en uno o más ejes en relación con el pórtico. Al girar la unidad de corte en relación con el pórtico, el cortador se puede colocar con precisión para cortar el cultivo desde el lado más adecuado.

- 5 Por ejemplo, la unidad de corte puede girar alrededor de un eje que es sustancialmente paralelo a un eje vertical y/o alrededor de un eje horizontal. El eje horizontal puede ser sustancialmente paralelo a la dirección de lado a lado de la cosechadora o sustancialmente paralelo a la dirección de adelante hacia atrás de la cosechadora. Esto puede ayudar a compensar un cultivo que está inclinado en dirección vertical o cuando el suelo está inclinado.

Opcionalmente, la cosechadora puede comprender además una pinza configurada para agarrar el cultivo.

- 10 Al proporcionar un medio de sujeción o pinza que pueda sujetar o agarrar el cultivo durante el corte, se puede evitar que el cultivo caiga al suelo y/o se puede recolectar/colocar más fácilmente en un contenedor de almacenamiento una vez cosechado. Opcionalmente, la cosechadora se configura para accionar los medios de sujeción o pinza para sujetar o agarrar el cultivo durante y/o después del corte. Opcionalmente, la cosechadora se configura para mover los medios de sujeción o pinza y el cultivo retenido o agarrado después del corte. De esta manera, la cosecha se puede recolectar después del corte y transportar a un área de almacenamiento.

15

La unidad de corte y la pinza se pueden montar sobre una herramienta de cosecha conectada al pórtico.

La unidad de corte puede comprender cualquiera de: una cuchilla u otros medios de corte o elemento de corte adecuados tales como un alambre; o un mecanismo de corte similar a tijeras.

20

La herramienta de cosecha puede comprender un accionador para mover la unidad de corte en una dirección vertical en relación con el suelo. La cosechadora puede comprender además un sensor de suelo configurado para detectar la distancia entre la unidad de corte y el suelo y/o detectar el contacto con el suelo. Por lo tanto, los cultivos se pueden cortar en una posición de su rama/tallo/caña cerca del suelo, o en contacto con el suelo, minimizando el desperdicio y evitando daños a los cultivos inmaduros circundantes y/o al aparato cosechador.

25

La cosechadora se puede configurar para controlar el movimiento, opcionalmente el movimiento vertical, de la unidad de corte en base a la distancia detectada entre la unidad de corte y el suelo. Opcionalmente, la cosechadora se configura para controlar el accionador para mover la unidad de corte en una dirección vertical en base a la posición detectada de la unidad de corte en relación con el suelo. Opcionalmente, la cosechadora se configura para mover la unidad de corte en una dirección vertical en base a la posición detectada de la unidad de corte en relación con el suelo.

30

La unidad de corte se puede colocar en un ángulo oblicuo con respecto a la herramienta de cosecha. Esto permite que el elemento de corte penetre en el suelo, cortando la mayor cantidad posible de cultivo. En algunas realizaciones, la cuchilla se coloca paralela al suelo.

La cosechadora puede comprender además una carcasa para la unidad de corte.

35

En una realización, la cosechadora que tiene la unidad de corte y una cuchilla puede comprender además un accionador de corte, que se puede configurar para accionar el elemento de corte entre una primera y una segunda posición, en el que en la primera posición se retrae el elemento de corte dentro de la carcasa, y en la segunda posición se expone el elemento de corte. Por lo tanto, el elemento de corte se retrae cuando la unidad de corte no está cortando activamente un cultivo. Como tal, la unidad de corte se puede entrelazar entre cultivos sin riesgo de dañar los cultivos inmaduros debido al elemento de corte.

40

La cosechadora puede comprender un medio sensor que se configura para detectar el número de cultivos individuales y/o la posición relativa de cultivos individuales. Opcionalmente, la cosechadora se configura para controlar el pórtico y preferiblemente la rotación de la unidad de corte de tal manera que la unidad de corte corte el cultivo individual desde una dirección que no dañe el otro cultivo o cultivos individuales, en base al número detectado de cultivos individuales y/o posición relativa de los cultivos individuales. De esta manera, la cosechadora puede controlar el movimiento y la rotación de la unidad de corte. Por ejemplo, la cosechadora o un medio de procesamiento externo puede juzgar, en base a la posición relativa detectada de los cultivos individuales, si acercarse y cortar el cultivo individual desde la dirección correspondiente a la posición actual de la unidad de corte dañaría el otro cultivo individual o cultivos. Si se considera que se producirían daños, la cosechadora puede mover la unidad de corte a una posición correspondiente a una dirección desde la cual la unidad de corte pueda acercarse y cortar el cultivo individual sin dañar el otro cultivo

45

o cultivos individuales. La cosechadora o un medio de procesamiento externo puede calcular la dirección de aproximación necesaria para evitar dañar el otro cultivo o cultivos individuales y puede mover la unidad de corte a una posición correspondiente. La posición correspondiente puede ser una posición desde la cual la unidad de corte puede acercarse al cultivo individual sin dañar el otro cultivo o cultivos individuales o puede ser una posición donde la unidad de corte podrá acercarse de esa manera una vez que la cosechadora haya avanzado.

50

55

Los medios sensores pueden ser uno o más sensores o cámaras/sensores de imagen. Opcionalmente, estos sensores/cámaras se pueden proporcionar en el pórtico en lugar de en la(s) unidad(es) de corte o herramienta(s)

cosechadora(s), lo que puede permitir que un sensor o conjunto de sensores proporcione información del sensor para uso por una o una pluralidad de unidades de corte y puede proporcionar datos de sensor sobre la ubicación de la(s) herramienta(s) cosechadora(s) y/o unidad(es) de corte, así como el(los) cultivo(s) (12) y/o las posiciones relativas de uno o más cultivos entre sí y/o a la(s) herramienta(s) cosechadora(s) y/o unidad(es) de corte.

5 Durante el corte, la cosechadora se puede configurar para mover la unidad de corte hacia atrás con respecto al pórtico para compensar el movimiento hacia adelante de la cosechadora. Opcionalmente, durante el corte, la cosechadora se configura para mover la unidad de corte hacia atrás con respecto al pórtico de tal manera que la unidad de corte no se mueva en la dirección de adelante hacia atrás con respecto al suelo. Esta configuración permite que la cosechadora siga avanzando mientras se realiza la cosecha, aumentando la eficiencia del proceso.

10 Opcionalmente, se proporciona una superficie guía que puede guiar un tallo/caña del cultivo individual hacia la ruta de corte de la unidad de corte.

La cosechadora se puede configurar para cosechar cualquiera o cualquier combinación de: espárragos; brócoli de tallo tierno; cultivos que tienen un tallo integral en el que el tallo se puede operar para agarrarlo.

15 En una realización se proporciona un sistema de cosecha. Opcionalmente, la cosechadora comprende una pluralidad de ruedas. El sistema de cosecha puede comprender una o más cosechadoras y un elemento locomotor, en el que el elemento locomotor se configura para arrastrar una o más cosechadoras a lo largo del suelo. Alternativamente, uno o más recolectores pueden tener su propio sistema de propulsión.

20 El sistema de cosecha puede comprender además un sistema de detección y evitación de objetos configurado para guiar el elemento locomotor a lo largo de una hilera de cultivos, con lo que puede evitar que el elemento locomotor aplaste los cultivos a medida que se mueve.

25 El pórtico se puede extender de un lado al otro de la cosechadora. El pórtico se puede extender desde la parte delantera de la cosechadora hasta la parte posterior de la misma. La unidad de corte puede ser móvil o deslizable a lo largo del pórtico. El pórtico puede tener un accionador o accionadores para mover la unidad de corte en dirección horizontal y/o vertical. El accionador o accionadores pueden ser para mover la unidad de corte en la dirección de lado a lado y/o en la dirección de adelante hacia atrás de la cosechadora. El pórtico se puede configurar para permitir que la unidad de corte se mueva verticalmente linealmente y/o verticalmente en un movimiento oscilante.

30 En el presente documento se describe además una cosechadora para cosechar un cultivo, que comprende un pórtico y una unidad de corte. El pórtico se puede configurar para soportar de forma móvil la unidad de corte. La unidad de corte se configura para cortar el cultivo individual. La cosechadora puede comprender además un sensor de suelo configurado para detectar la distancia entre la unidad de corte y el suelo, en el que la cosechadora se configura para controlar el movimiento vertical de la unidad de corte en relación con el suelo en base a la distancia detectada entre la unidad de corte y el suelo.

Las características opcionales del primer aspecto de la invención son igualmente aplicables al segundo aspecto de la invención.

35 Opcionalmente, el sensor de suelo (34) comprende un sensor sustancialmente operable para determinar el contacto entre la unidad de corte (52) y el suelo.

Al determinar el contacto con el suelo, se puede evitar un mayor movimiento vertical hacia el suelo para evitar daños al aparato cosechador.

40 En el presente documento se describe además una herramienta de cosecha (22) para una cosechadora (1), que comprende: una cuchilla (32) que se puede operar para cortar en un ángulo oblicuo en relación con el suelo; una pinza (28) que se puede operar para agarrar un cultivo (12); en el que la pinza (28) agarra el cultivo (12) en una primera posición en el cultivo (12) y la cuchilla (32) corta el cultivo (12) en una segunda posición del cultivo (12), donde la segunda posición está sustancialmente al nivel del suelo.

45 Proporcionar una pinza y un cortador combinados puede permitir una cosecha más eficiente de cultivos mediante un aparato cosechador.

Opcionalmente, se proporciona un accionador giratorio (26) que se puede operar para girar la pinza (28) y la cuchilla de corte (32).

50 Proporcionar un mecanismo de rotación permite que la pinza y el cortador se coloquen en relación con el cultivo que se va a cosechar para permitir una cosecha más óptima y también puede permitir que la herramienta de cosecha evite daños a otros cultivos que no se están cosechando.

Opcionalmente, la cuchilla (32) y la pinza (28) están separadas en la herramienta de cosecha (22) por una distancia predeterminada.

Proporcionar la pinza separada de la cuchilla permite utilizar la cuchilla más cerca del suelo y por lo tanto cosechar una mayor cantidad de cultivo lo que puede dar como resultado un mayor rendimiento del cultivo.

Opcionalmente, se proporciona además un sensor de suelo, el sensor de suelo se puede operar para determinar una distancia entre la herramienta de cosecha y el suelo o el contacto entre la herramienta de cosecha y el suelo.

- 5 Al determinar la distancia al suelo o el contacto con el suelo, se puede evitar un movimiento vertical excesivo hacia/dentro del suelo para evitar daños al aparato cosechador.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones, solo a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos acompañantes que tienen números de referencia similares, en los que:

- 10 La Figura 1 es una vista en elevación de un sistema de cosecha de acuerdo con una representación simplificada de una realización;

La Figura 2 es una vista en planta de un sistema de cosecha de acuerdo con una realización;

La Figura 3 es una vista isométrica del sistema de cosecha de la Figura 2;

La Figura 4 es una vista en elevación de parte de un sistema de cosecha existente;

- 15 La Figura 5 es una vista isométrica esquemática de parte del sistema de cosecha de la Figura 2 que muestra las direcciones de accionamiento y rotación;

La Figura 6 es una vista isométrica esquemática de un mecanismo de accionamiento del pórtico del sistema de cosecha de la Figura 2;

la Figura 7 es una vista isométrica de una unidad de agarre y corte del sistema de cosecha de la Figura 2;

- 20 la Figura 8 es una vista isométrica de la unidad de agarre y corte de la Figura 7;

La Figura 9 es una vista isométrica del sistema de cosecha de la Figura 2 en uso;

La Figura 10 es un diagrama de bloques que visualiza los elementos de hardware de control del sistema de cosecha de la Figura 2;

La Figura 11 es un diagrama de flujo simple que representa el proceso de cosecha de acuerdo con la realización;

- 25 La Figura 12 muestra una realización alternativa del miembro de cosecha y la herramienta de cosecha; y

La Figura 13 muestra más detalle del sensor de suelo de la herramienta de cosecha de la Figura 12.

Descripción específica

La Figura 1 es una vista simplificada que muestra un sistema de cosecha que comprende un elemento locomotor 10 y una cosechadora 1 de acuerdo con una realización.

- 30 La Figura 2 muestra una vista desde arriba de un sistema de cosecha 200 que comprende un elemento locomotor 10 y una cosechadora 1 de acuerdo con una realización, que ahora se describirá con más detalle. En esta realización, el elemento locomotor 10 y la cosechadora 1 comprenden además un transportador 14 que se puede operar para transportar cultivos cosechados 12 desde la cosechadora 1 a los receptáculos de almacenamiento 16 en el elemento locomotor 10.

- 35 El elemento locomotor 10 tira de la cosechadora 1 sobre un área de cultivo 18, el área de cultivo tiene múltiples hileras 5 de cultivos 12. El elemento locomotor 10 y la cosechadora 1 se mueven a lo largo de las hileras de cultivo 5 para permitir que la cosechadora coseche los cultivos 12 en cada hilera de cultivo a medida que el elemento locomotor 10 y la cosechadora 1 se mueven a lo largo de las hileras de cultivo 5. En algunas realizaciones, el elemento locomotor 10 y la cosechadora 1 se mueven a lo largo de las hileras de cultivo 5 a una velocidad constante mientras que en otras realizaciones el elemento locomotor 10 y la cosechadora 1 se mueven a lo largo de las hileras de cultivo 5 a velocidades variables (por ejemplo, dependiendo de la densidad de los cultivos 12 en diferentes porciones de las hileras de cultivo 5). En otra realización, el elemento locomotor 10 y la cosechadora 1 se mueven a lo largo de las hileras de cultivos 5 a una velocidad constante o a velocidades variables pero se detiene y comienza para permitir que la cosechadora recoja los cultivos 12 cuando la cosechadora alcanza un área suficientemente densa de cultivos 12 en uno o más puntos en una hilera de cultivo 12.
- 40
- 45

En esta realización, el elemento locomotor 10 es un tractor, preferentemente un tractor eléctrico. Se entenderá que se pretende cualquier vehículo adecuado. En esta realización, el elemento locomotor 10 comprende un tren de transmisión eléctrico y una fuente de energía. En otras realizaciones, se pueden utilizar diferentes combinaciones de

propulsión de accionamiento y fuentes de energía. En esta realización, el elemento locomotor 10 se puede separar de la cosechadora 1.

5 El elemento locomotor 10 comprende un sistema de localización y detección y evitación de objetos. Esto dirige el elemento locomotor 10 y garantiza que, en uso, no aplaste los cultivos 12 a medida que se mueve a través del área de cultivo 18. En otras realizaciones, se puede utilizar cualquier método y/o sistema adecuado de localización y detección y evitación de objetos. En algunas realizaciones, no se utiliza ninguna localización. En algunas realizaciones no se utiliza ningún sistema de detección y evitación de objetos.

10 El elemento locomotor 10 comprende al menos un receptáculo de almacenamiento 16. Cada receptáculo de almacenamiento 16 es adecuado para recibir y almacenar los cultivos cosechados 12. Aunque el receptáculo de almacenamiento 16 se muestra en el elemento locomotor, se entenderá que alternativamente podría ser un componente separado o forma parte de la cosechadora 1 (como en la primera realización), o una combinación.

En esta realización, el elemento locomotor 10 tira de la cosechadora 1 sobre las hileras 5 que contienen cultivos 12. En otras realizaciones, se pueden emparejar múltiples elementos locomotores y/o cosechadoras entre sí. En otras realizaciones, se puede proporcionar un elemento locomotor y una cosechadora integrados.

15 En esta realización, el elemento locomotor 10 tira de la cosechadora 1 que comprende tres elementos cosechadores, permitiendo que la cosechadora funcione a lo largo de tres hileras de cultivo 5 sustancialmente simultáneamente. A medida que la cosechadora 1 se mueve sobre los cultivos 12, los cultivos 12 son cosechados por la cosechadora 1 y transportados a través del transportador 14 a los receptáculos de almacenamiento 16. La cosechadora 1, en otras realizaciones, puede comprender uno o una pluralidad de elementos cosechadores, cada uno de los elementos cosechadores es capaz de cosechar un área, y en las realizaciones cada elemento cosechador es capaz de cosechar a lo largo de una hilera de cultivo 5.

La Figura 3 muestra una representación más detallada del elemento locomotor 1 y la cosechadora 1 junto con una figura humana típica (a escala) 301, que ahora se describirá con más detalle a continuación.

25 El elemento locomotor 10 se muestra con una pluralidad de receptáculos de almacenamiento 16 para recolectar cultivos cosechados. En esta realización, no se muestra ningún transportador y los cultivos cuando se cosechan se pueden recolectar manualmente después de haber sido cosechados por la cosechadora 1 y colocados en los receptáculos de almacenamiento 16. En otras realizaciones, los cultivos cosechados se pueden transportar automáticamente desde la cosechadora 1 a los receptáculos de almacenamiento 16, por ejemplo utilizando un transportador o un brazo robótico.

30 Se muestra que la cosechadora 1 tiene un pórtico 24 en el que está montada la herramienta de cosecha 22, y el pórtico 24 permite que la herramienta de cosecha 22 se mueva en relación con el pórtico 24, permitiendo que la herramienta de cosecha 22 se mueva más flexiblemente en relación con el movimiento de la cosechadora 1 a medida que avanza a lo largo de un área de cultivo que se va a cosechar.

La Figura 4 muestra un método de cosecha 400 existente, que ahora se describirá con más detalle a continuación.

35 Como se muestra, el método de cosecha 400 sólo puede cortar el cultivo 12 en la dirección de desplazamiento de la máquina 420. La trayectoria de la herramienta de corte 430 se muestra mediante las flechas 410. Por lo tanto, dichos métodos no pueden tener en cuenta cultivos que crecen a diferentes tasas. Por ejemplo, el método de cosecha existente 400 en el ejemplo mostrado se utiliza para cosechar cañas de espárragos como el cultivo 12. Las cañas de espárragos que están listas para la cosecha a menudo se ubican cerca de, o tocando, cañas inmaduras. Cortar en una sola dirección, como se muestra en 410, daña gravemente las cañas circundantes, reduciendo el rendimiento y generando desperdicio. Además, dichos sistemas 400 sólo son capaces de cortar a una única altura 440 sobre el nivel del suelo 450. Esto da como resultado una reducción del peso del cultivo cosechado, una vida útil reducida, una reducción del rendimiento global del cultivo y dejar los tocones de cultivos (por ejemplo espárragos verdes) sobre el suelo provocan un retraso hormonal en la iniciación y el crecimiento de nuevos tallos.

45 Como se representa en la Figura 5, la cosechadora 1 de acuerdo con una realización comprende un pórtico 24 y una herramienta de cosecha 22 que abordan estos problemas, y que ahora se describirán con más detalle a continuación.

La herramienta de cosecha 22 es móvil o accionable a lo largo de tres direcciones o ejes XYZ mutuamente perpendiculares. La herramienta de cosecha 22 también puede girar alrededor del eje vertical (Z).

50 En la presente realización, la herramienta de cosecha 22 comprende una unidad de corte 52, y el pórtico 24 se configura para soportar de manera móvil la unidad de corte 52 de tal manera que la unidad de corte 52 sea capaz de cortar el cultivo desde cualquier dirección en el plano horizontal.

55 En la presente realización, la unidad de corte 52 cuelga debajo del pórtico 24 y está soportada por un miembro de cosecha 38. En otras realizaciones, la unidad de corte 52 está soportada en relación con el pórtico 24 mediante otros mecanismos adecuados para permitir el movimiento en relación con el pórtico 24, por ejemplo mediante un brazo articulado.

## ES 2 994 692 T3

En la presente realización, la cosechadora 1 se configura para pasar sobre los cultivos durante la cosecha al moverse a través del área de cultivo plantada o a lo largo de hileras de cultivos plantados.

El pórtico 24 proporciona soporte para un mecanismo de accionamiento que permite un posicionamiento preciso de la herramienta de cosecha 22.

- 5 En una realización, el pórtico 24 también proporciona un marco que soporta un sistema transportador 14 configurado para transportar el cultivo cosechado a un receptáculo de almacenamiento 16.

Como se describirá con más detalle a continuación, la Figura 6 muestra una realización alternativa del pórtico 24 que tiene un par de miembros 42, denominados en lo sucesivo carriles guía del eje Y 42 colocados paralelos entre sí.

- 10 Dos carriles guía del eje Y 42 están separados, sustancialmente paralelos entre sí, y cada uno de ellos se conecta sustancialmente en un extremo a una viga 43 de tal manera que los carriles guía del eje Y 42 están conectados a través de la viga 43. Un tercer miembro, un carril guía del eje Y 44 se extiende entre el par de carriles guía del eje Y 42, colocados perpendicularmente a ambos y sustancialmente en el mismo plano. Cada extremo del carril guía del eje X 44 se conecta de forma deslizable a uno de los carriles guía del eje Y 42 de tal manera que el carril guía del eje X 44 se puede mover en una ruta lineal en la dirección Y a lo largo de la longitud de los carriles guía del eje Y 42. También se muestran varios accionadores 610 en forma de motores eléctricos para mover un carril guía 44, 46 en relación con otro 42, 44.

- 20 Se proporciona un miembro adicional conectado de manera deslizable al carril guía del eje X 44. El miembro adicional es un carril guía del eje Z 46, móvil en una ruta lineal en el eje X a lo largo de la longitud del carril guía del eje X 44. Se proporciona un miembro de cosecha 38 y en el miembro de cosecha 38 se proporciona una herramienta de cosecha 22. El miembro de cosecha 38 se conecta de manera deslizable al carril guía del eje Z 46. Al conectarse de manera deslizable al carril guía del eje Z 46 mientras se permite que el carril guía del eje Z 46 y el carril guía del eje X 44 se muevan entre sí en el eje Y y el eje X significa que el miembro de cosecha 38 se puede accionar linealmente en tres grados de libertad a través del carril guía del eje Y 42, carril guía del eje X 44 y carril guía del eje Z 46. En uso, el carril guía del eje X 44 y el carril guía del eje Y 42 permiten que la herramienta de cosecha 22 se coloque en la posición correcta sobre el lecho de cultivo. El carril guía del eje Z 46 mueve la herramienta 22 de recolección desde encima del cultivo hacia el nivel del suelo y viceversa.

- 25 En una disposición alternativa, en lugar de (o además de) estar conectado de manera deslizable al carril guía del eje Z 46, el miembro de cosecha 38 puede girar en relación con el carril guía del eje Z 46. De esta manera, el miembro de cosecha 38 puede girar en la unión entre el miembro de cosecha 38 y el carril guía del eje Z 46 de tal manera que gire alejándose del suelo y hacia él en un movimiento oscilante.

- 30 Como se muestra en la Figura 6, el pórtico 24 incluye un medio sensor que tiene la forma de una cámara de cultivo 40 en la presente realización. La cámara de cultivo 40 está montada en los carriles guía del eje Y 42 mediante vigas de montaje 620.

- 35 En las realizaciones descritas, el eje Y es la dirección de movimiento del elemento locomotor 10 y la cosechadora 1. El accionamiento del miembro cosechador 38, y por tanto de la herramienta 22, en la dirección Y permite que el pórtico 24 compense el movimiento hacia adelante. (es decir, el movimiento en la dirección del movimiento) del elemento locomotor 10 y la cosechadora 1. Como resultado, el pórtico 24 puede mover la herramienta de cosecha 22 hacia atrás en relación con el movimiento hacia adelante de la cosechadora 1, por lo que la herramienta de cosecha 22 se puede mantener en una posición fija en relación con el suelo mientras se cosecha el cultivo 12. Además, la herramienta de cosecha 22 se puede mover hacia adelante y hacia los lados en el mismo plano y en relación con la dirección del movimiento hacia adelante para posicionar la herramienta de cosecha 22 según sea necesario.

El grado de movimiento en las direcciones X, Y y Z proporcionado por el pórtico 24 significa que la herramienta de cosecha 22 se puede ajustar para acercarse al cultivo desde una dirección sustancialmente óptima. La herramienta de cosecha 22 se puede entrelazar entre los cultivos/cañas a medida que avanza la cosechadora 1.

- 45 El accionamiento de los accionadores 610 se logra utilizando medios de accionamiento conocidos, por ejemplo accionadores electromecánicos/neumáticos/hidráulicos en realizaciones, incorporados en los carriles guía 42, 44, 46. Se entenderá que en otras realizaciones, otros medios de accionamiento adecuados conocidos también están previstos. El grado de accionamiento en la dirección XYZ se basa en la realización descrita en la salida de la cámara de cultivo 40 pero en otras realizaciones se pueden proporcionar uno o más sensores en la misma y/u otras posiciones en el pórtico 24 del cosechador 1 o elemento locomotor 10, donde estos uno o más sensores proporcionan datos de sensor que se pueden utilizar para posicionar una o más herramientas de cosecha 22. En la realización descrita, la cámara de cultivo 40 identifica cultivos y detecta la posición de los cultivos. Un procesador (no mostrado) utiliza los datos de la cámara 40 para determinar la posición del cultivo y planifica una ruta para mover la unidad de corte 52 a una posición sustancialmente por encima de la posición del cultivo sin dañar otros cultivos y para acercarse al cultivo que se va a cosechar en el ángulo de agarre y corte sustancialmente óptimo (la "posición de cosecha"). Los accionadores 610 se enganchan para mover los carriles guía 44, 46 a las coordenadas XYZ correctas de tal manera que el miembro de cosecha 38 se mueva a la posición XYZ determinada como la posición de cosecha (que se debe tener en cuenta cambiará dinámicamente debido a cualquier movimiento hacia adelante de la cosechadora 1).

5 Como parte de determinar la posición de cosecha, el procesador determina si acercarse y cortar el cultivo individual desde la dirección correspondiente a la posición/orientación actual de la unidad de corte 52 dañaría cualquier otro cultivo o cultivos individuales. Si el procesador determina que se produciría daño (o determina que la probabilidad de daño excede un umbral predeterminado), el procesador ordena a los accionadores 610 que muevan los carriles guía 44, 46 y por lo tanto la unidad de corte 52 a una posición y/u orientación correspondiente a una dirección desde la cual la unidad de corte 52 se puede acercar y cortar el cultivo individual que se va a cosechar sin dañar sustancialmente ningún otro cultivo o cultivos individuales.

Con referencia ahora a la Figura 7, se describirá con más detalle la herramienta de cosecha 22 de la realización mostrada en la Figura 6.

10 La herramienta de cosecha 22 está montada en el extremo inferior del miembro de cosecha 38. Se forma la herramienta de cosecha 22 que tiene un mecanismo de rotación 26 montado en el miembro de cosecha 38, para permitir la rotación de la herramienta 22 en relación con el miembro de cosecha 38 y por lo tanto en relación con el pórtico 24. Una pinza 28 está montada en el mecanismo de rotación 26 y una superficie guía 50 y una unidad de corte 52 se montan sobre la pinza 28.

15 El miembro de cosecha 38 comprende un miembro rígido que se extiende desde el pórtico 24. Una porción del miembro de cosecha 38 está conectada al pórtico. Un extremo inferior del miembro de cosecha 38 comprende la herramienta de cosecha 22. La herramienta de cosecha 22, como se muestra en la Fig. 7, se configura para acoplarse con un cultivo. En una realización, el miembro de cosecha 38 está orientado verticalmente en relación con el suelo.

20 La herramienta de cosecha 22 comprende una pinza 28 y la unidad de corte 52 que tiene una cuchilla de corte 32. La pinza 28 se extiende radialmente desde un eje central del miembro de cosecha 38. La pinza 28 se puede configurar en una posición abierta, como se describirá en Más detalles a continuación con respecto a la Figura 8, en la que es adecuado para recibir un cultivo individual. La pinza 28 también se puede configurar en una posición cerrada, como se muestra en la Figura 7, en la que rodea y puede sujetar de forma segura un cultivo que se ha colocado dentro del alcance de la pinza 28 mientras la pinza 28 está abierta. La pinza 28 es ajustable entre las posiciones abierta y cerrada.

25 Aunque en esta realización se muestra una pinza 28, se entenderá que en otras realizaciones puede haber una pluralidad de pinzas.

La cuchilla de corte 32 se coloca en un extremo de la herramienta de cosecha 22. Como se muestra en la Figura 7, la cuchilla de corte 32 se coloca en un ángulo oblicuo con respecto a la herramienta de cosecha 22 y por lo tanto también al suelo en uso. Un ángulo oblicuo como se describe en el presente documento es un ángulo distinto de 0° o 90°, es decir no perpendicular ni paralelo. Se apreciará que, aunque la cuchilla de corte 32 mostrada se coloca en un ángulo oblicuo, en algunas realizaciones la cuchilla de corte 32 se coloca paralela o perpendicular al suelo o a un plano horizontal, es decir perpendicular o paralela a la herramienta de cosecha 22, respectivamente. Tener la cuchilla de corte 32 en un ángulo oblicuo puede ser ventajoso para algunos cultivos, por ejemplo espárragos, donde se desea cortar la mayor parte posible del cultivo ya que el ángulo de la cuchilla permite que el corte se realice cerca o por debajo del nivel del suelo, o cerca de las raíces del cultivo. Otros cultivos, por ejemplo brócoli, coliflor y lechuga, se pueden cortar con la cuchilla de corte 32 paralela al suelo.

30

35

La herramienta de cosecha 22 comprende además un accionador de corte 36 configurado para accionar la cuchilla de corte 32 entre dos posiciones. En una primera posición, se retrae la cuchilla de corte 32 y se aloja dentro de la unidad de corte 52. En una segunda posición, la cuchilla de corte 32 está completamente extendida y expuesta. La ruta de corte de la cuchilla de corte 32 es la ruta de la cuchilla de corte 32 entre sus posiciones retraída y extendida. Como se muestra en la Figura 9, que se describe con más detalle a continuación, en uso, un cultivo (por ejemplo, espárragos) se asegura mediante la pinza 28 de tal manera que el tallo/caña se coloca en la ruta de corte de la cuchilla de corte 32. Cuando el accionador de corte 36 acciona la cuchilla de corte 32 entre las posiciones primera y segunda y corta el cultivo 12 en el proceso. En algunas realizaciones, una superficie guía 50 de la unidad de corte 52 guía además el tallo/caña del cultivo hacia la ruta de la cuchilla cortadora 32.

40

45

El miembro de cosecha 38 tiene un eje central. La herramienta de cosecha 22 puede girar en relación con el eje central del miembro de cosecha 38. El miembro de cosecha 38 comprende un mecanismo de rotación 26, que permite que la herramienta de cosecha 22 gire alrededor del eje central del miembro de cosecha 28. Por lo tanto, la herramienta de cosecha 22 puede girar dependiendo de la posición de los cultivos, según se detecta por la cámara de cultivo 40. Como se muestra en la Figura 9, que se describe con más detalle a continuación, por ejemplo la unidad de corte 52 está orientada aproximadamente a 90° con respecto a la dirección de desplazamiento de la cosechadora 1, que está designada por la flecha. De esta forma, el cultivo se puede cortar desde cualquier dirección y ángulo. Esto permite que la herramienta de cosecha evite cultivos inmaduros y agarre y corte selectivamente el cultivo maduro desde el ángulo más adecuado, no solo desde la dirección de desplazamiento de la cosechadora 1.

50

La herramienta de cosecha 22 también se puede mover a lo largo de la dirección Z con respecto al carril guía del eje Z 46. Este accionamiento está integrado con un sensor de suelo 34 para detectar el nivel del suelo. La herramienta de cosecha 22 se mueve hacia abajo en dirección Z mediante un accionador y el sensor de suelo 34 detecta el nivel del suelo y activa los accionadores de corte para iniciar el corte. De este modo, el movimiento secundario del eje Z y el sensor de suelo permiten que la cosecha se realice lo más cerca posible del suelo en el tallo/caña. El sensor de suelo

55

34, mostrado en la Figura 7, se configura para determinar la altura de la herramienta de cosecha 22 en relación con el suelo a medida que la cosechadora 1 se lleva sobre los cultivos. El sensor de suelo 34 determina información de ajuste para un ajuste de la posición vertical de la herramienta de cosecha 22 con respecto al suelo en base a al menos en parte en la distancia medida en relación con el suelo.

5 Con referencia ahora a las Figuras 8 y 9, se describirá ahora con más detalle la operación de la herramienta de cosecha 22 de acuerdo con una realización.

Antes de cosechar cultivos, la pinza 28 se acciona a una posición abierta. El miembro de cosecha 38 se maniobra hasta la posición de cosecha de tal manera que la unidad de corte 52 se coloca de manera sustancialmente óptima para cortar y agarrar el cultivo 12 que se va a cosechar. Luego, el cultivo 12 que se va a cosechar se coloca contra la superficie guía 50 y se agarra mediante la pinza 28 al accionar la pinza 28 en una posición cerrada alrededor del cultivo, utilizando el sensor de suelo 34 y la cámara 40 para colocar la cuchilla de corte 32 con respecto del cultivo que se va a cosechar y del suelo. Luego, la unidad de corte 52 extiende la cuchilla de corte 32 utilizando el accionador de corte 36 para cortar la base del cultivo que se va a cosechar mientras el cultivo 12 que se va a cosechar es sostenido por la pinza 28. El miembro de cosecha 38 entonces se puede maniobrar para colocar la herramienta de cosecha 22 por encima de un contenedor de almacenamiento o cinta transportadora y, una vez en posición, la pinza 28 se puede accionar para liberar el cultivo cosechado 12 en el contenedor de almacenamiento o en la cinta transportadora.

La Figura 10 es un diagrama de bloques que muestra los elementos de hardware de control del sistema de cosecha de la realización de la Figura 2 de acuerdo con una realización.

El ordenador de control 1000 puede recibir datos de sensores de cualquier sensor a bordo del elemento locomotor 10 y/o cosechadora 1, y en esta realización recibe datos de imágenes de la cámara de cosechadora 40. La "cámara de cosechadora" es la cámara de cultivo 40. En otras realizaciones, se reciben otros datos del sensor en lugar de o además de los datos de la imagen y se utilizan para hacer determinaciones sobre los cultivos y/o el área de cultivo.

El ordenador 1000 utiliza los datos de la imagen para tomar determinaciones sobre los cultivos y el área de cultivo. En particular, el ordenador 1000 detecta cultivos en los datos de la imagen e identifica cultivos para cosechar en los datos de la imagen. El ordenador 1000 también determina qué cultivos cosechar y en qué orden.

Para cada cultivo que el ordenador 1000 determina que se pondrá en cola para ser cosechado por la cosechadora 1, el ordenador 1000 genera instrucciones y las envía al controlador de cosechadora 1010 que está en comunicación con el ordenador 1000. En otras realizaciones, puede haber ser múltiples controladores 1010. En algunas realizaciones se proporcionan múltiples ordenadores de control 1000 que pueden funcionar de forma independiente o en paralelo, o en algunas realizaciones parte del procesamiento (por ejemplo, servicios de computación en la nube y/o dispositivos informáticos distribuidos) y/o los datos del sensor se pueden realizar de forma remota (por ejemplo, plataformas de detección independientes, tal como sistemas de CCTV, drones aéreos, robots terrestres o vehículos proporcionados con sensores).

Una vez que el controlador de cosechadora 1010 ha recibido instrucciones para el siguiente cultivo que se va a cosechar, a su vez crea instrucciones para los accionadores de junta XYZ 610 y el controlador de efector final 1020. El controlador de cosechadora 1010 está en comunicación con los accionadores de junta XYZ 610, los codificadores XYZ 1030 y el controlador de efector final 1020, de tal manera que el controlador de cosechadora 1010 envía las instrucciones generadas a los accionadores de articulación XYZ 610 y al controlador de efector final 1020 y recibe información sobre la posición de los accionadores 610 en sus respectivos carriles guía 42, 44, 46 para regenerar o actualizar cualquier instrucción.

Los accionadores de la junta XYZ se mueven a lo largo de sus respectivos carriles guía 42, 44, 46 para colocar la herramienta de corte 22 en una posición que le permite cosechar el cultivo identificado para cosechar por el ordenador de control 1000.

El controlador de efector final 1020 luego ordena al accionador giratorio 1040 que gire la unidad de corte 52 a la orientación correcta para permitir que la pinza 28 agarre el cultivo 12 y la cuchilla de corte 32 corte el cultivo 12. El codificador giratorio 1050 proporciona retroalimentación sobre la posición de rotación del accionador giratorio 1040 al controlador de efector final 1020. El accionador de agarre 1060 es controlado por el controlador de efector final 1020 para hacer que la pinza 28 agarre el cultivo 12 a cortar. El accionador del cortador es entonces controlado por el controlador del efector final 1020 para cortar el cultivo 12 una vez que ha sido sostenido por la pinza 28. En paralelo, el sensor de suelo 34 proporciona información al controlador del efector final 1020 para garantizar que el cortador esté en la posición correcta y que se puede proporcionar nuevamente al controlador 1010 de la cosechadora para controlar los accionadores de la junta XYZ para colocar la herramienta 22 correctamente en el pórtico 24.

Una vez que se ha cosechado el cultivo 12, los accionadores XYZ 610 se pueden controlar por el controlador de cosecha 1010 para mover el cultivo 12 a su posición sobre, por ejemplo, un contenedor 12 en el que se va a dejar caer y el controlador de efector final 1020 utilizado para controlar el accionador de agarre 1060 para liberar el cultivo 12 de la pinza 28 para permitir que el cultivo 12 caiga dentro del contenedor 12.

## ES 2 994 692 T3

En la presente realización, el ordenador de control 1000 (o procesador descrito anteriormente) se ubica en el elemento locomotor 10, pero alternativamente se puede ubicar en la propia cosechadora 1.

De acuerdo con una realización, se proporciona un método de operación (o programa de cosecha) 1100 del sistema de cosecha como se muestra en la Figura 11 que ahora se describirá con más detalle.

5 Durante la operación de la cosechadora 1, la cámara de cultivo 40 captura una imagen de un cultivo 1110 y la proporciona al ordenador 1000 que detecta instancias de cultivo en cada imagen 1120. Si no se detecta ninguna instancia de cultivo 1121, el ordenador 1000 espera recibir los siguientes datos de imagen para su procesamiento. Si se detecta una o más instancias de cultivo 1122 entonces se ejecuta el programa para cosechar el cultivo 1130. Tras la ejecución del programa 1130, el mecanismo de accionamiento del pórtico 24 mueve el miembro de cosecha 38 a las coordenadas XY correctas para el cultivo detectado. Una vez en la posición XY correcta, la herramienta de cosecha 22 se mueve en la dirección Z mediante el pórtico 24 hasta que la herramienta de cosecha 22 esté a una distancia predeterminada sobre el nivel del suelo (según lo determinado por el sensor de suelo 34 en la herramienta 22). La distancia predeterminada sobre el nivel del suelo depende del cultivo que se esté cosechando y de la uniformidad del terreno y del terreno circundante. Por ejemplo, para los espárragos, la herramienta de cosecha 22 se mueve desde aproximadamente 300 mm sobre el suelo hasta aproximadamente 20 mm sobre el nivel del suelo. Este rango de distancias es ventajoso para cosechar cañas de espárragos ya que, cuando no se cosecha, la herramienta de cosecha 22 se puede desplazar por encima de la parte superior de los espárragos, evitando daños. Para otros cultivos, por ejemplo alcachofas o brócoli de Tallo tierno (RTM), la herramienta de cosecha 22 tendrá una posición inicial más alta de aproximadamente 600-700 mm sobre el suelo. La herramienta de cosecha 32 se mueve hacia abajo hasta 500-300 mm sobre el suelo, ya que tales cultivos crecen mucho más arriba del suelo.

Si es necesario, la herramienta de cosecha 22 se gira entonces mediante el mecanismo de rotación 26 en relación con el miembro de cosecha 38, de tal manera que la unidad de corte 52 se acerque al cultivo desde el lado óptimo. La pinza 28, en una configuración abierta, recibe el cultivo 12. La herramienta de pinza 28 se cierra entonces, agarrando el cultivo 12.

25 Para cultivos en los que se desea cortar al nivel del suelo o por debajo de él, un accionador de la herramienta de cosecha 22 inicia un movimiento adicional de la herramienta de cosecha 22 en la dirección Z, hacia el suelo. El sensor de suelo 34 detecta su posición en relación con el suelo, detecta el contacto con, o una proximidad predeterminada, al suelo. El sensor de suelo 34 detecta el contacto con/la proximidad al suelo utilizando un medio de detección adecuado, por ejemplo utilizando un interruptor o detección de presión o fuerza. Una vez que se detecta el suelo, se detiene el accionamiento Z secundario y el accionador de corte 36 activa la cuchilla de corte 32, al cortar la rama/tallo del cultivo.

Una vez que se ha recolectado el cultivo, se ejecuta el programa de recolección de cultivo 1140 para almacenar el cultivo cosechado en un receptáculo de almacenamiento 16.

35 Tras la ejecución de este programa 1140, la herramienta de cosecha 22 se mueve verticalmente, en la dirección Z hacia arriba y alejándose del suelo. La herramienta de cosecha 22 se reposiciona sobre un transportador y la pinza 28 se abre para liberar el cultivo cosechado sobre el transportador 14. El transportador 14 transporta el cultivo cosechado a un receptáculo de almacenamiento 16.

Una vez que el cultivo cosechado se ha colocado en el receptáculo de almacenamiento 16, se ejecuta un programa adicional, el programa de instancias de cultivo restantes 1150, que determina si quedan más instancias de cultivo de los datos de imagen 1110 que aún no se han cosechado. Si queda algún cultivo por cosechar, entonces los programas para cosechar el cultivo 1130 y recolectar el cultivo 1140 se ejecutan nuevamente como se describió anteriormente para cada caso de cultivo adicional en la imagen 1110 hasta que no quede ningún cultivo sin cosechar. Una vez que se han cosechado todas las instancias de cultivo, el proceso vuelve a esperar para recibir y procesar la siguiente imagen de cámara 1110.

45 En las realizaciones descritas, a medida que la cosechadora 1 compensa el movimiento hacia adelante del elemento locomotor 10, se puede comunicar con el elemento locomotor 10. Por ejemplo, cuando un área particular de un campo está densamente poblada con cultivo 12 listo para cosechar, y la cosechadora 1 no puede completar la cosecha a la velocidad de avance actual, la cosechadora 1 puede solicitar que el elemento locomotor 10 disminuya la velocidad (o se detenga) para completar la tarea de cosecha con éxito. En otras realizaciones, no se puede solicitar a la cosechadora 1 que disminuya la velocidad o se detenga y en cambio algunos cultivos permanecerán sin cosechar. En algunas realizaciones, se dará prioridad a los casos de cultivo de tal manera que los cultivos más maduros se recojan antes que los cultivos menos maduros de tal manera que, si la cosechadora no puede cosechar todos los casos de cultivo en el tiempo disponible debido al movimiento hacia adelante del elemento locomotor 10, los cultivos no cosechados serán los menos maduros.

55 Con referencia ahora a la Figura 12, se muestran un miembro de cosecha 38 y una herramienta de cosecha 22 alternativos y ahora se describirán con más detalle.

La herramienta de cosecha 22 está montada en el extremo inferior del miembro de cosecha 38 como en otras realizaciones. El mecanismo de rotación 26 se puede operar para girar la unidad de corte 52 en relación con eje del

miembro de cosecha 38 como en otras realizaciones. La pinza 28 tiene un diseño diferente y tiene cuatro brazos flexibles para agarrar el cultivo 12.

5 En la unidad de corte 52, para desacoplar la masa efectora final de la fuerza de corte y el rango de corte, se utiliza un accionador conectado a tierra (inmóvil) que se une a la cuchilla de corte 32 con un cable bowden. En esta realización, el efector final está cargado por resorte, con resortes ubicados en el efector final, de tal manera que cuando se acciona, la cuchilla de corte emplea una fuerza de corte casi constante durante toda la acción de corte. Esto también puede tener la ventaja de permitir el almacenamiento de energía y por tanto el uso de un accionador más pequeño.

En realizaciones alternativas, se utiliza un diseño de cable dual o antagonista para permitir que los resortes se ubiquen con el motor o no se utilizan resortes para permitir un perfil de fuerza programable.

10 En realizaciones alternativas adicionales, en lugar de una cuchilla de corte y un accionador, se utiliza un mecanismo de corte estilo tijera o podadora.

En realizaciones, el agarre del cultivo se puede realizar utilizando dispositivos flexibles tales como dedos de espuma o robótica blanda con globos/vejigas inflables de silicona/goma para agarrar el cultivo.

El sensor de suelo 34 está ubicado en la parte inferior de la unidad de corte 52 y se describirá más adelante.

15 Con referencia ahora a la Figura 13, se muestra con más detalle el sensor de suelo 34 de la realización mostrada en la Figura 12, y esto se describirá ahora con más detalle.

El sensor de suelo 34 comprende un chasis 1310 que tiene una cubierta 1360, en la que se proporciona un medidor de tensión 1320. Se proporciona un separador 1340 y un sello compatible 1330 entre el chasis 1310 y el medidor de tensión 1320 y la placa de detección de suelo 1350.

20 En operación, la placa de detección del suelo 1350 contactará el suelo cuando la herramienta de cosecha 22 se baja por el miembro de cosecha 38 para cosechar un cultivo 12. La placa de detección del suelo 1350 estará sujeta a presión al entrar en contacto con el suelo, lo que a su vez aumente la presión en el medidor de tensión y active la salida de una señal desde el sensor de suelo 34.

25 En una alternativa a la realización del sensor de suelo descrita, se pueden utilizar múltiples medidores de tensión (y/o uno o más interruptores y/o uno o más sensores luminosos) se pueden proporcionar para detectar no sólo el impacto contra el suelo sino opcionalmente también otras colisiones en otros grados de libertad (por ejemplo, cañas de espárragos u otros obstáculos). En otras realizaciones, se puede utilizar una sonda que sobresale del sensor conectada a un microinterruptor, que tiene una membrana de goma alrededor de la sonda para evitar el ingreso de humedad. En una realización alternativa, se puede utilizar un motor de eje z en modo de control de par, que tiene baja fricción y baja reducción de engranajes, lo que permite la medición de la retroalimentación del ángulo del motor y la rigidez de cualquier superficie en contacto para determinar el contacto con el suelo. En una realización alternativa adicional, se puede proporcionar un globo de membrana de caucho en la base del efector final que se puede utilizar para detectar un aumento en la presión del aire dentro del globo debido al contacto con el suelo, y por tanto determinar el contacto con el suelo. En algunas realizaciones, proporcionar un resorte en serie con el accionador en el eje vertical puede proporcionar un accionador compatible y permitir un movimiento rápido de las herramientas de corte incluso si se limita la frecuencia de las lecturas del sensor de suelo, mitigando de esta manera el daño al aparato debido para  
30  
35

40 En realizaciones para cosechar espárragos como el cultivo 12, se puede utilizar el ancho de la hoja y la longitud del recorrido de corte dependiendo del grosor de las cañas de espárrago que se van a cosechar. Las cañas más gruesas requerirán una hoja de corte más ancha y un recorrido de corte más largo. La longitud del recorrido de corte, en algunas realizaciones, se puede determinar dinámicamente en base al ancho estimado de la caña de espárrago que se va a cosechar a partir de las capturas de datos de imágenes de la instancia de cultivo de cada caña de espárrago. El ancho de la hoja se puede ajustar al intercambiar hojas de diferentes anchos en el aparato. En algunas realizaciones, se utiliza una hoja más ancha con una punta redondeada. En algunas realizaciones, se emplean  
45

50 En algunas realizaciones, la hoja está cargada por un resorte y, cada vez que los resortes se activan completamente y luego se sueltan, la hoja se desplaza la misma distancia fija (la profundidad de corte). En algunas realizaciones, se puede utilizar una profundidad de corte controlable para cada recorrido de la cuchilla de corte.

En otras realizaciones, una cuchilla cargada por resorte se une a un cable que se enrolla sobre un tambor, y el tambor está provisto en el mismo árbol que un mecanismo de trinquete y uña que permite que el tambor retraiga la cuchilla al enrollar el cable en el tambor. Para liberar la hoja, se desengancha la uña del trinquete.

5 La presente invención se ha descrito anteriormente únicamente a modo de ejemplo. Se pueden realizar modificaciones detalladas a la presente invención dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas al presente documento. Además, se entenderá que la invención no se debe limitar de ninguna manera a la combinación de características mostradas en los ejemplos descritos en el presente documento. Las características divulgadas en relación con un ejemplo se pueden combinar con las características divulgadas en relación con un ejemplo adicional.

Cualquier característica del sistema como se describe en el presente documento también se puede proporcionar como una característica del método, y viceversa. Como se utiliza en el presente documento, los medios más las características funcionales se pueden expresar alternativamente en términos de su estructura correspondiente.

10 También se debe apreciar que combinaciones particulares de las diversas características descritas y definidas en cualquier aspecto se pueden implementar y/o suministrar y/o utilizar de forma independiente.

## REIVINDICACIONES

1. Una cosechadora (1) para cosechar un cultivo (12), que comprende un pórtico (24) y una unidad de corte (52), el pórtico (24) se puede operar para colocarse sustancialmente sobre el cultivo (12);  
el pórtico (24) se configura para soportar de forma móvil la unidad de corte (52),
- 5 caracterizado porque el pórtico (24) comprende una pluralidad de accionadores (610) para mover la unidad de corte (52) a lo largo de tres ejes mutuamente perpendiculares relativos al pórtico (24) para permitir que la unidad de corte (52) se mueva de tal manera que la unidad de corte (52) se pueda operar para acercarse y cortar un cultivo individual (12) desde cualquier dirección en relación con el cultivo individual (12).
- 10 2. La cosechadora (1) de la reivindicación 1 en la que dicha dirección en relación con el cultivo individual (12) comprende cualquier dirección en un plano horizontal en relación con el cultivo individual (12).
3. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior en la que la unidad de corte (52) se coloca en un ángulo oblicuo en relación con el suelo y/o en la que la unidad de corte (52) puede girar en uno o más ejes en relación con el pórtico (24) y/o el cultivo (12).
- 15 4. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior en la que la unidad de corte (52) comprende un elemento de corte (32); opcionalmente en el que el elemento de corte (32) comprende cualquiera o cualquier combinación de: una cuchilla; un alambre; tijeras; un mecanismo de corte similar a tijeras.
5. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior, que comprende además una pinza (28) configurada para agarrar el cultivo (12).
- 20 6. La cosechadora (1) de la reivindicación 5 en la que la unidad de corte (52) y la pinza (28) se montan sobre una herramienta de cosecha (22) conectada al pórtico (24), y opcionalmente en la que la herramienta de cosecha (22) comprende un accionador (610) para mover la unidad de corte (52) en una dirección vertical en relación con el suelo.
7. La cosechadora (1) de la reivindicación 6, en la que la unidad de corte (52) se coloca en un ángulo oblicuo a la herramienta de cosecha (22).
- 25 8. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior en la que la cosechadora (1) comprende además un sensor de suelo (34) configurado para detectar la distancia entre la unidad de corte (52) y el suelo, y opcionalmente en la que la cosechadora (1) se configura para controlar el movimiento de la unidad de corte (52) en base a la distancia detectada entre la unidad de corte (52) y el suelo.
9. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior, en la que la cosechadora (1) comprende además un sensor de suelo (34) configurado para detectar el contacto entre la unidad de corte (52) y el suelo.
- 30 10. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior en la que la unidad de corte (52) comprende una carcasa, y opcionalmente en la que la unidad de corte (52) comprende además un accionador de corte (36) que se configura para accionar la unidad de corte (52) entre una primera y una segunda posición, en la que en la primera posición se retrae un elemento de corte (32) dentro de la carcasa y en la segunda posición se expone el elemento de corte (32).
- 35 11. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior en la que la cosechadora (1) comprende además un medio sensor (40) que se configura para detectar la posición relativa de cultivos individuales (12), y opcionalmente en la que el medio sensor (40) comprende uno o más sensores de imagen, y preferiblemente en la que el medio sensor (40) se proporciona en el pórtico (24).
- 40 12. La cosechadora (1) de la reivindicación 11 en la que, en base a la posición relativa detectada de cultivos individuales (12), la cosechadora (1) se configura para controlar los accionadores (610) de tal manera que la unidad de corte (52) corte los cultivos individuales (12) desde una dirección que no dañe otros cultivos individuales.
13. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior, en la que, durante el corte, la cosechadora (1) se configura para mover la unidad de corte (52) hacia atrás con respecto al movimiento hacia adelante de la cosechadora (1) para compensar el movimiento hacia adelante de la cosechadora (1).
- 45 14. La cosechadora (1) de cualquier reivindicación anterior, que comprende además una superficie guía (50) para guiar un tallo/caña del cultivo individual (12) hacia la ruta de corte de la unidad de corte (52).
15. Un sistema de cosecha que comprende una o más de dichas cosechadoras (1) de cualquier reivindicación anterior y un elemento locomotor (10), en el que el elemento locomotor (10) se configura para mover la una o más cosechadoras (1) a lo largo del suelo, y opcionalmente comprende además un sistema de detección y evitación de objetos configurado para guiar el elemento locomotor (10) a lo largo de una hilera de cultivos (5).

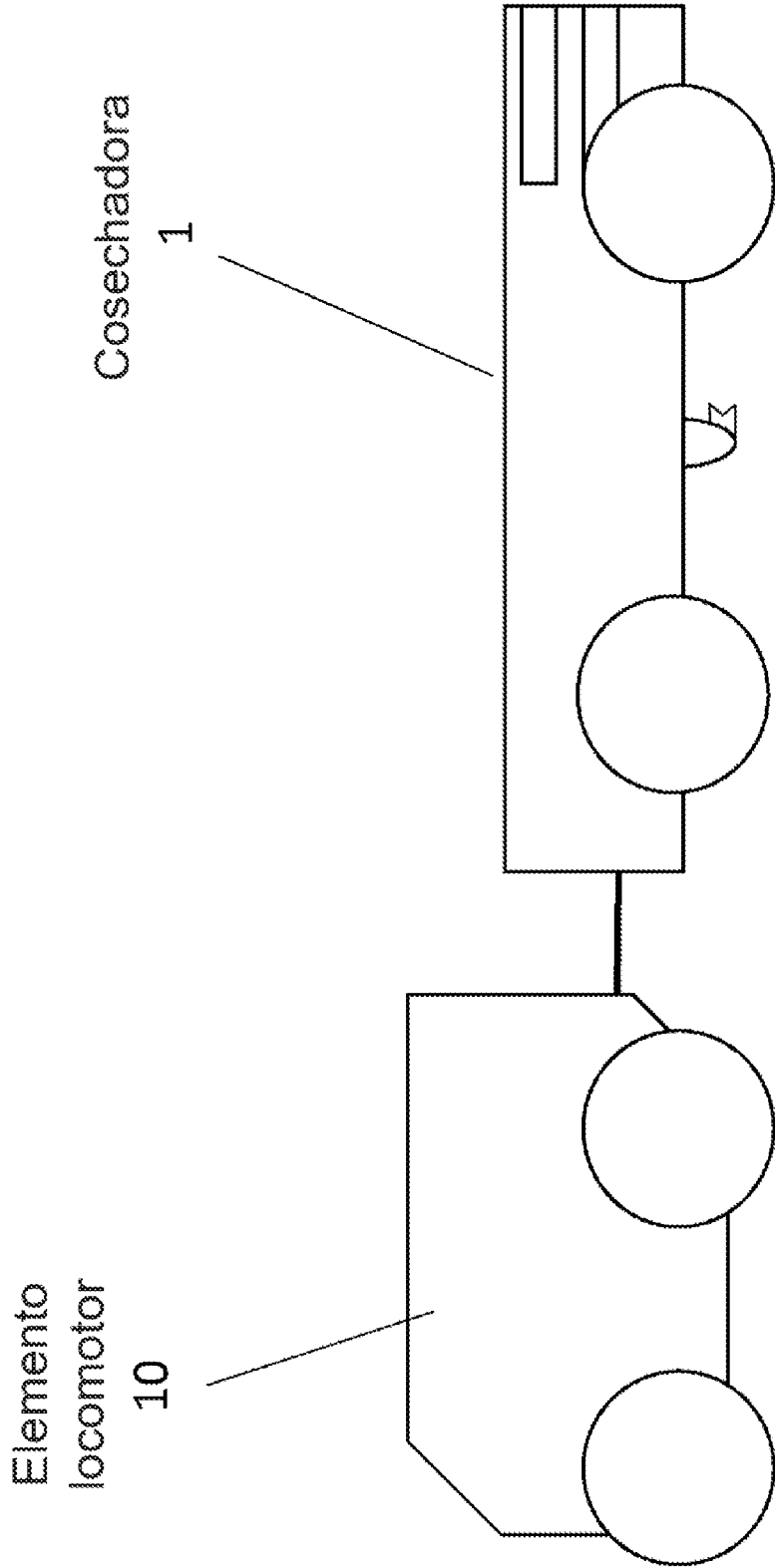


Fig. 1

Sistema de cosecha  
Vista en elevación

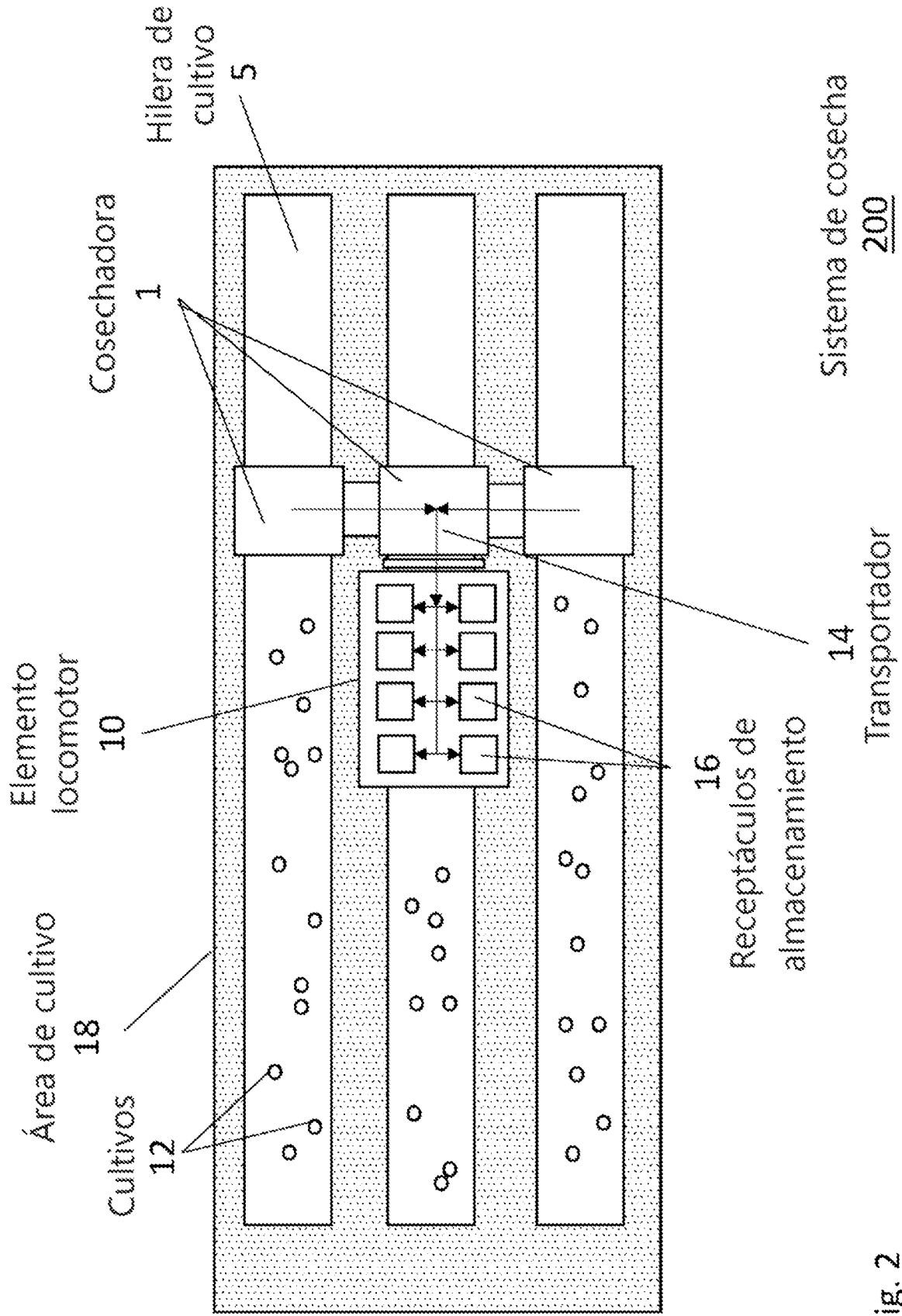


Fig. 2

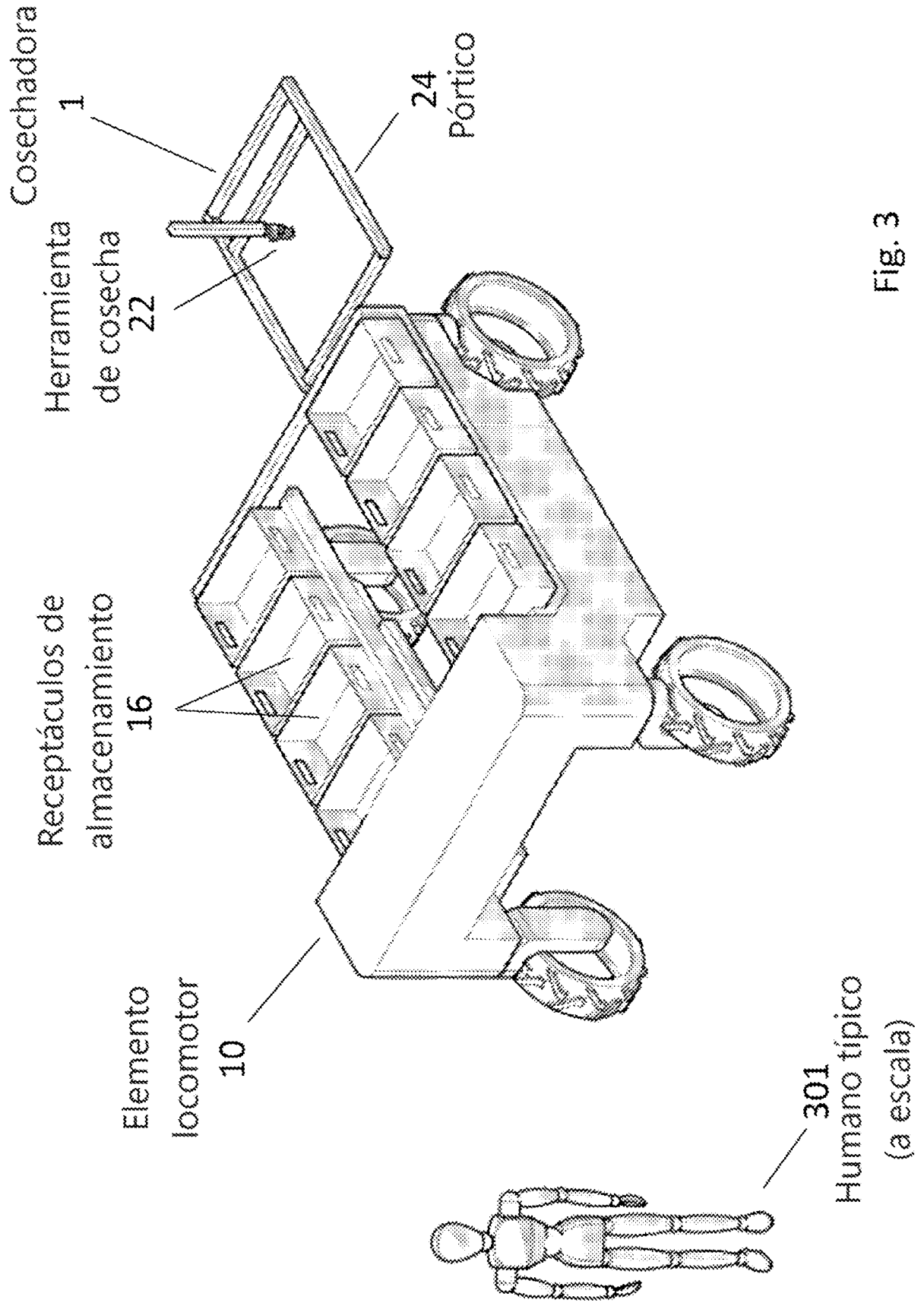


Fig. 3

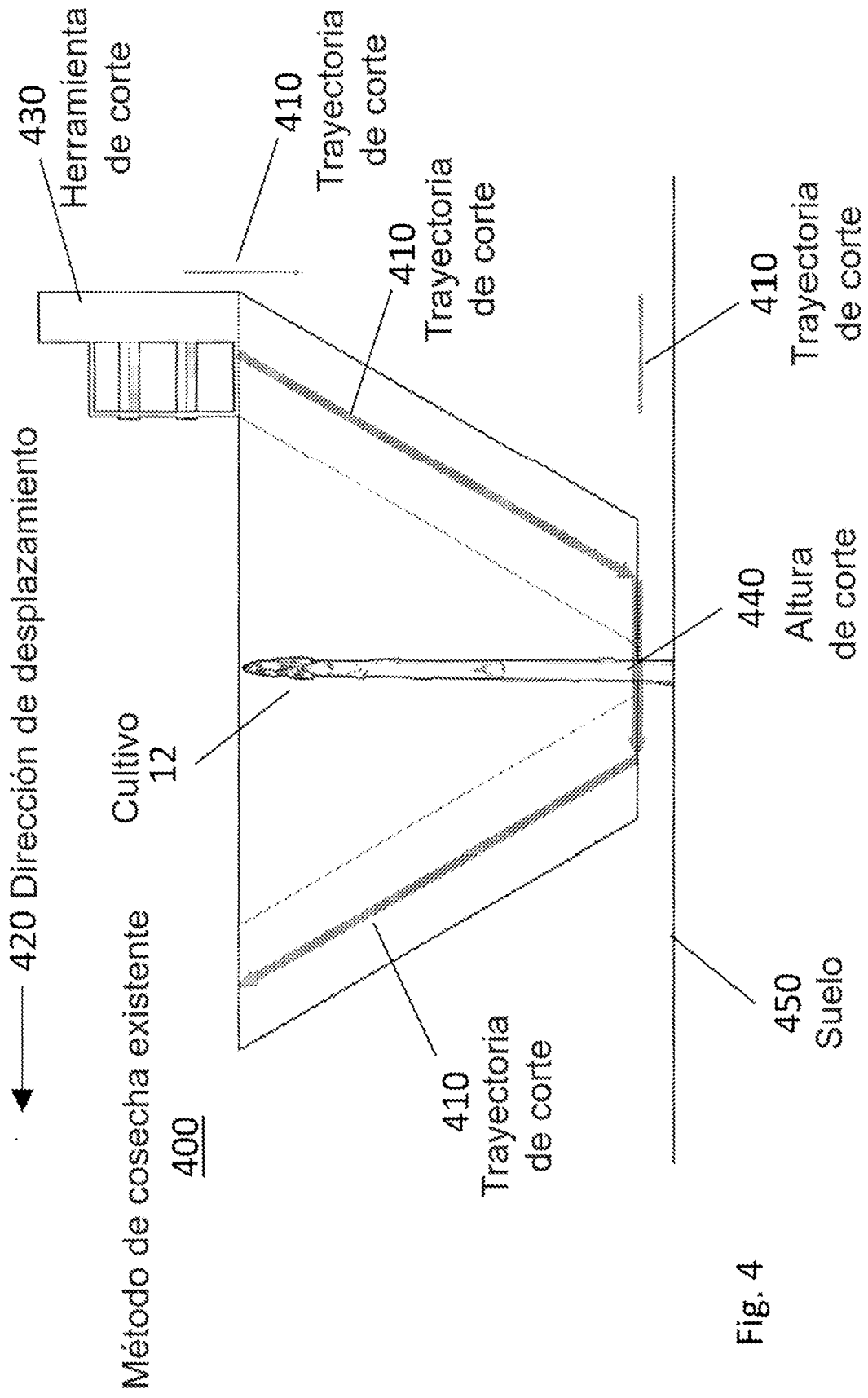


Fig. 4

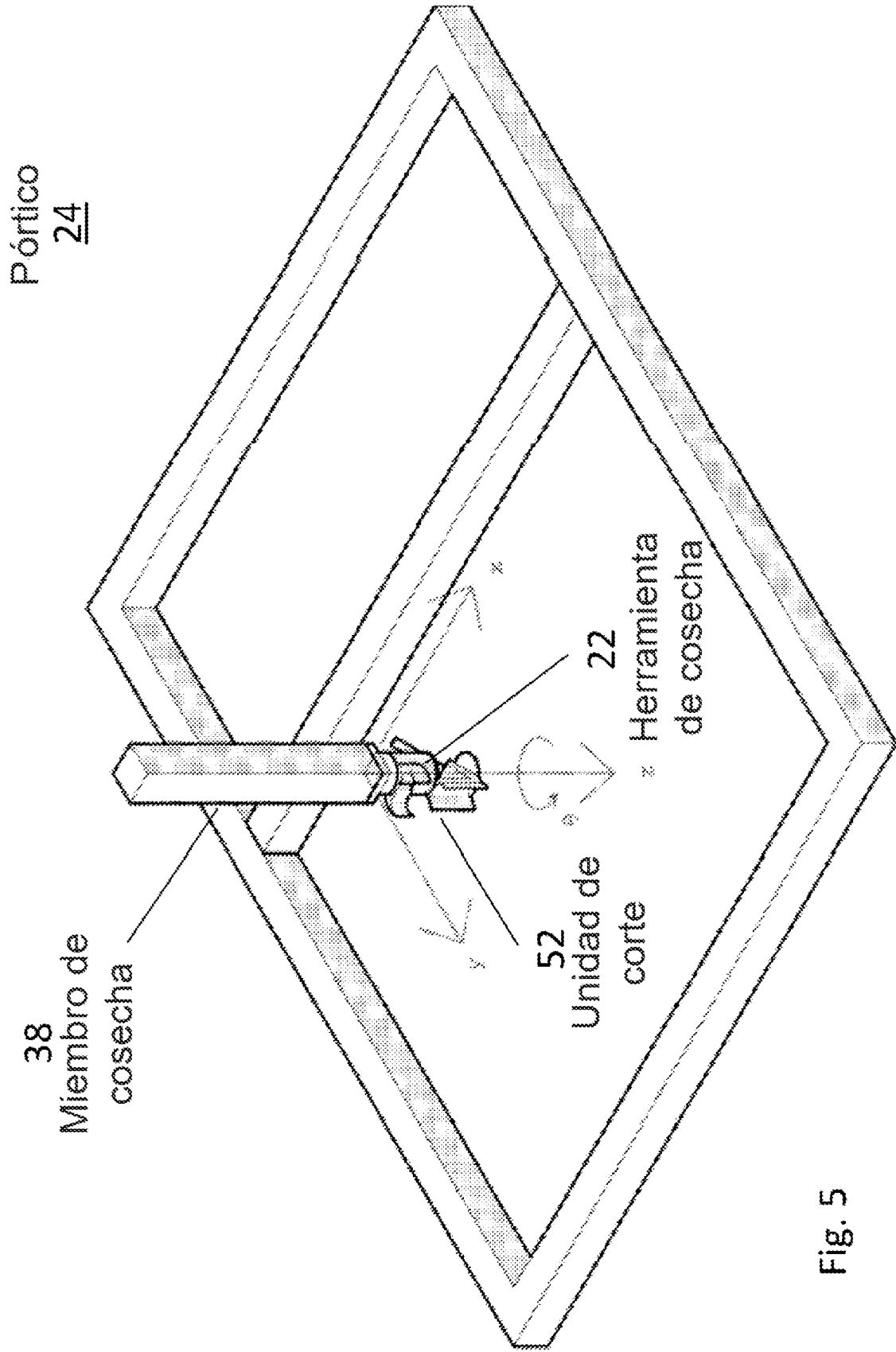


Fig. 5

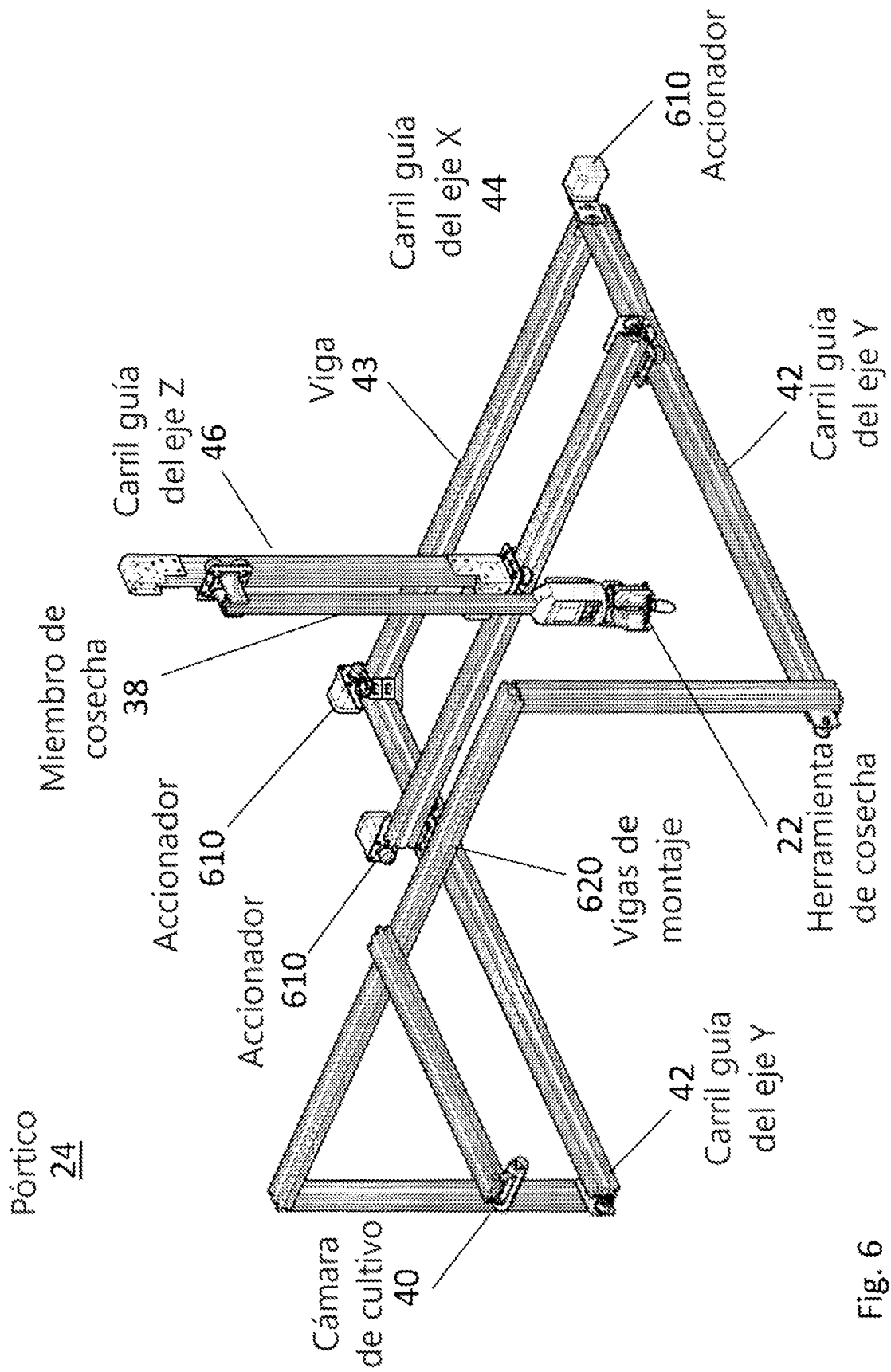


Fig. 6

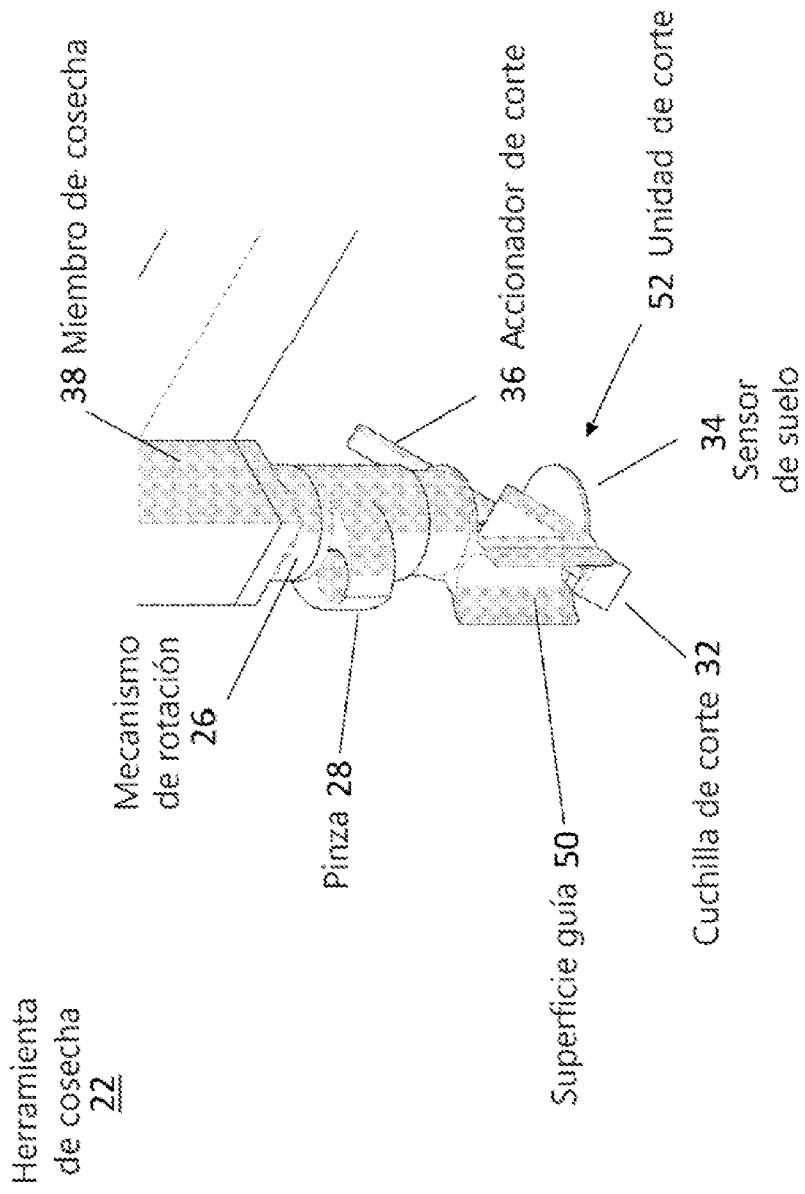


Fig. 7

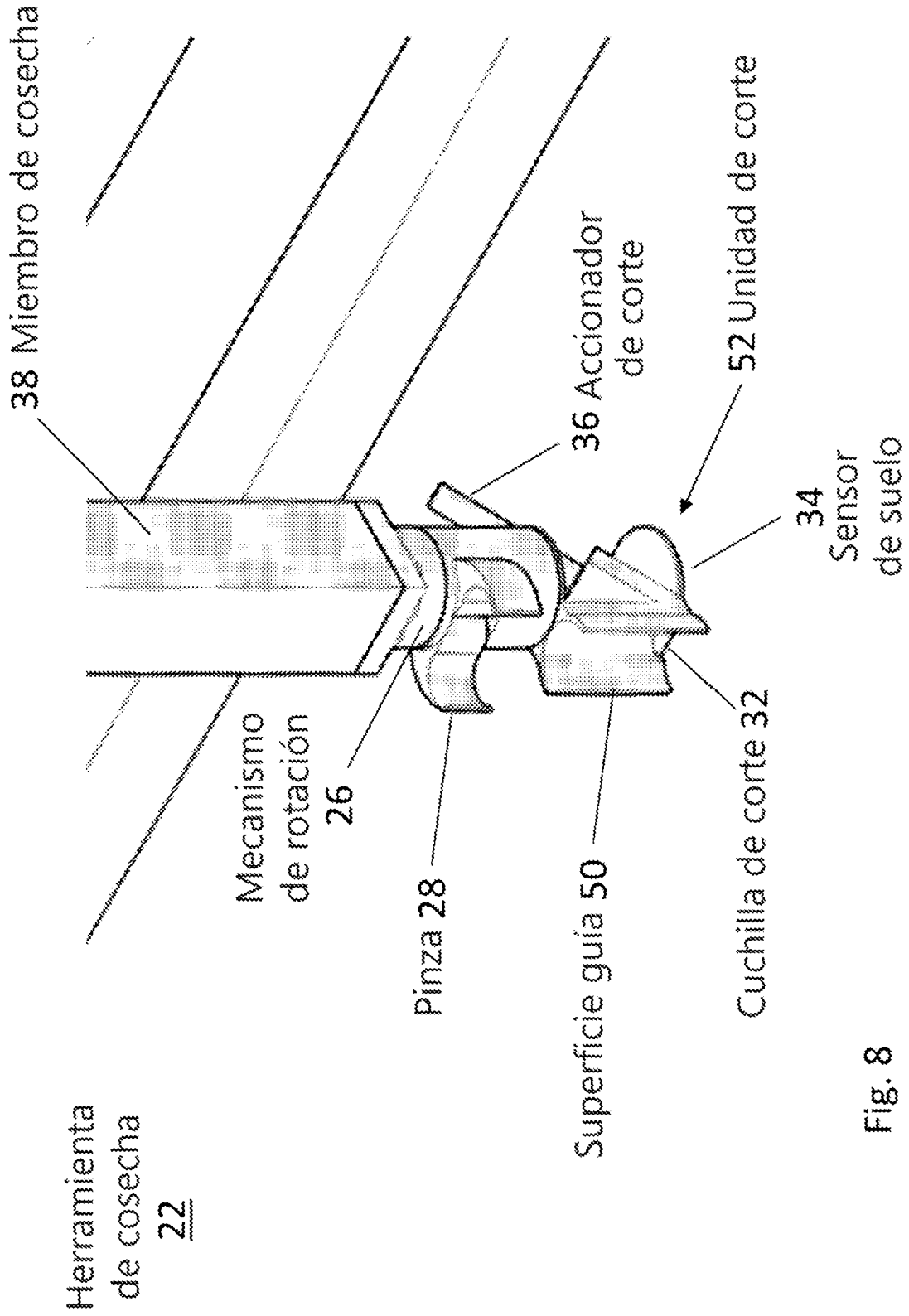


Fig. 8

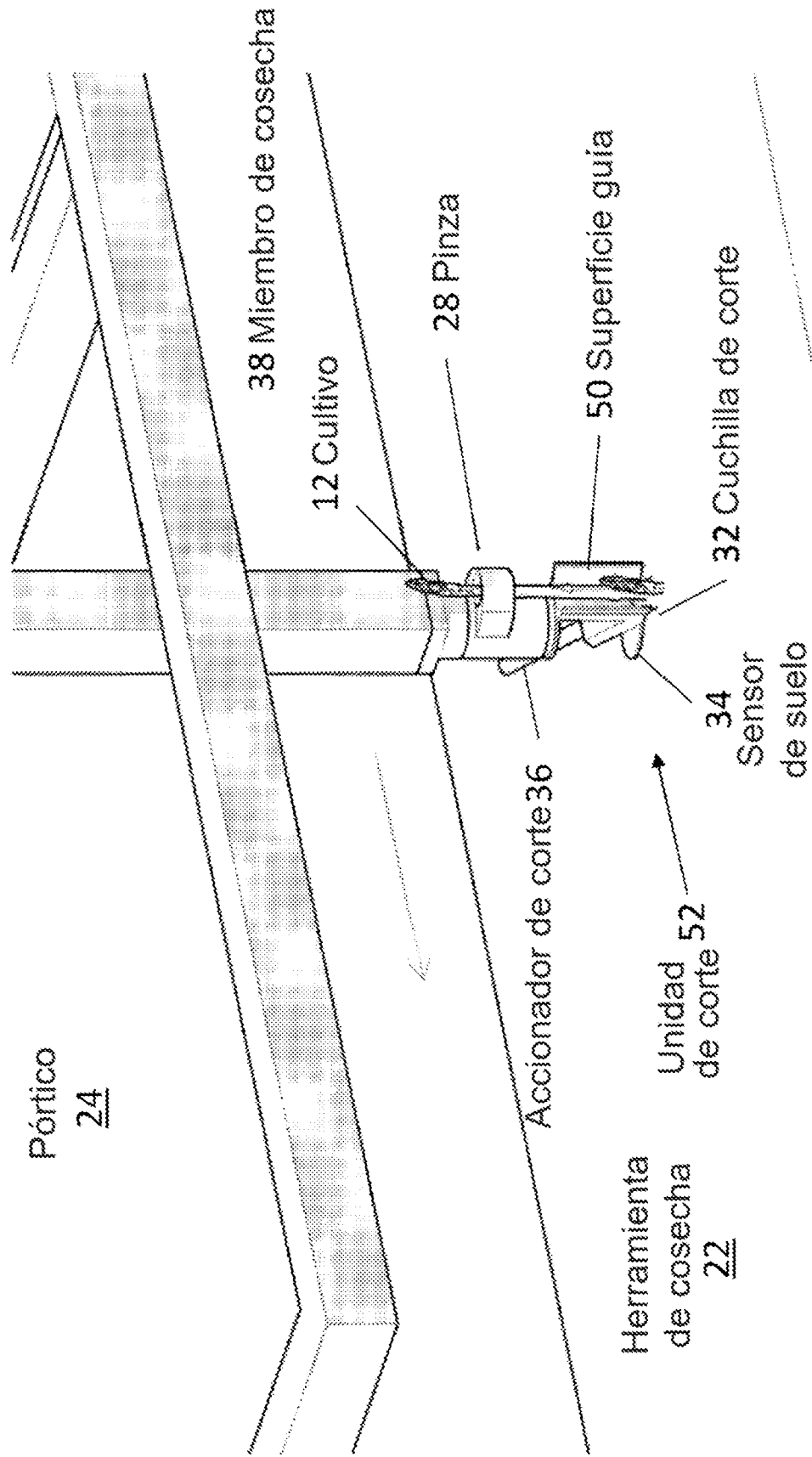


Fig. 9

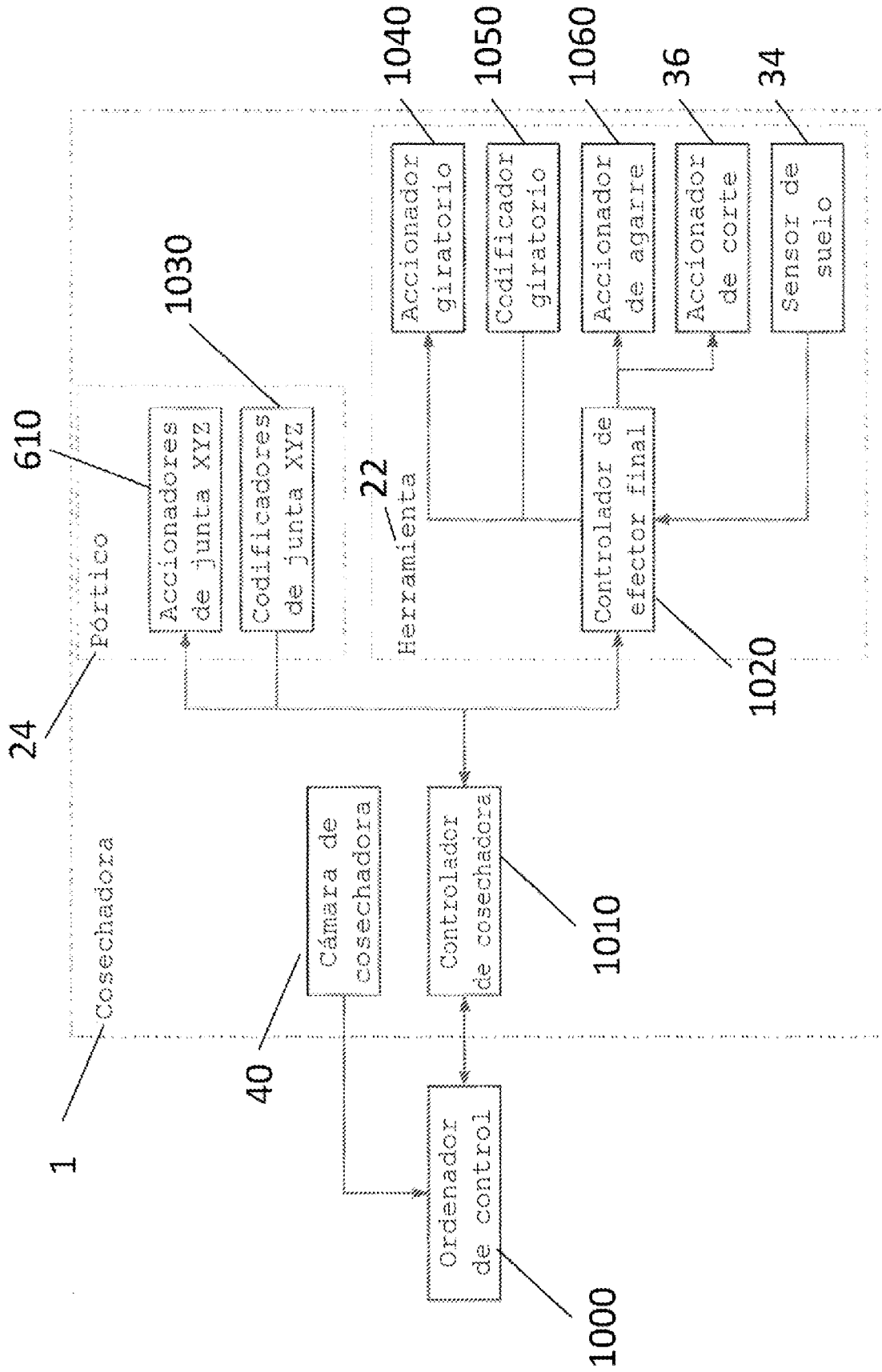


Fig. 10

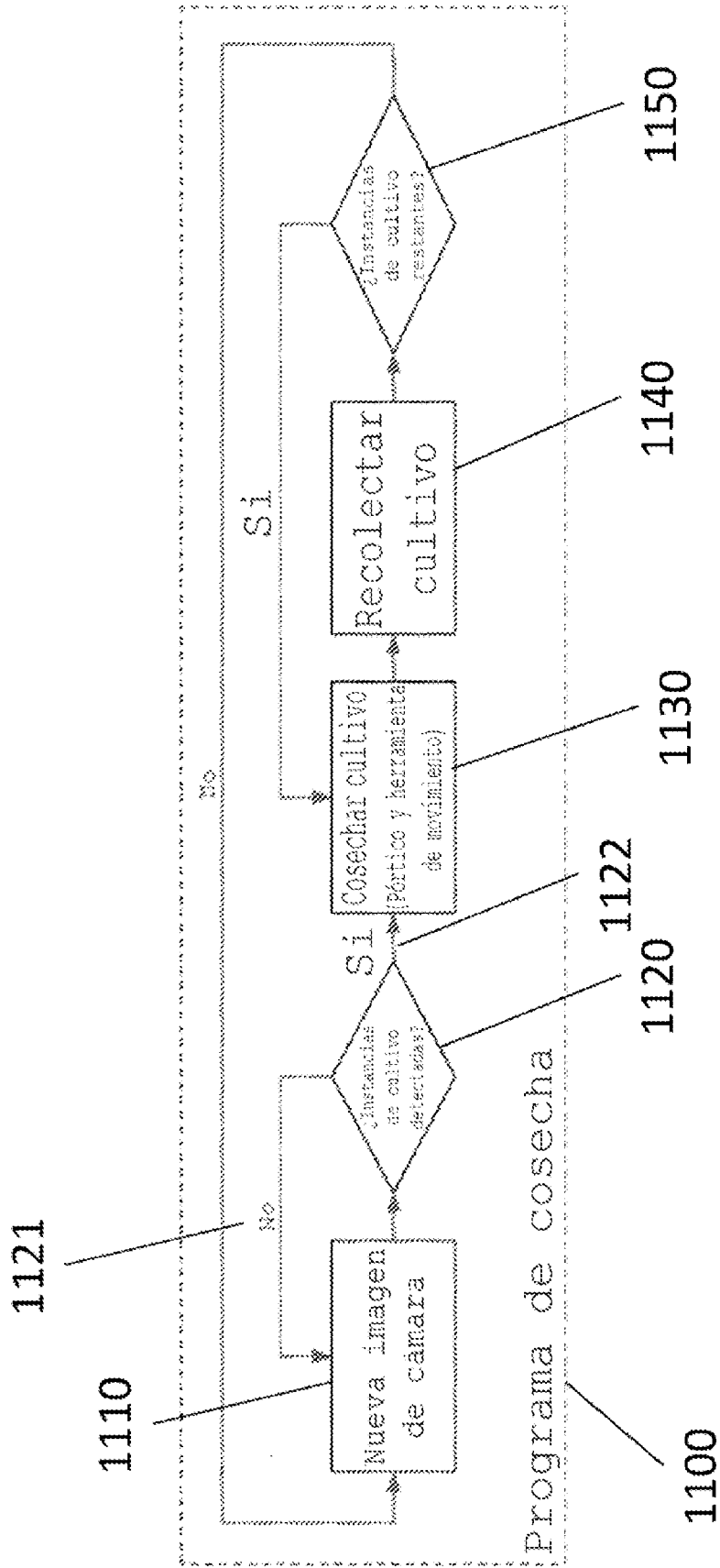
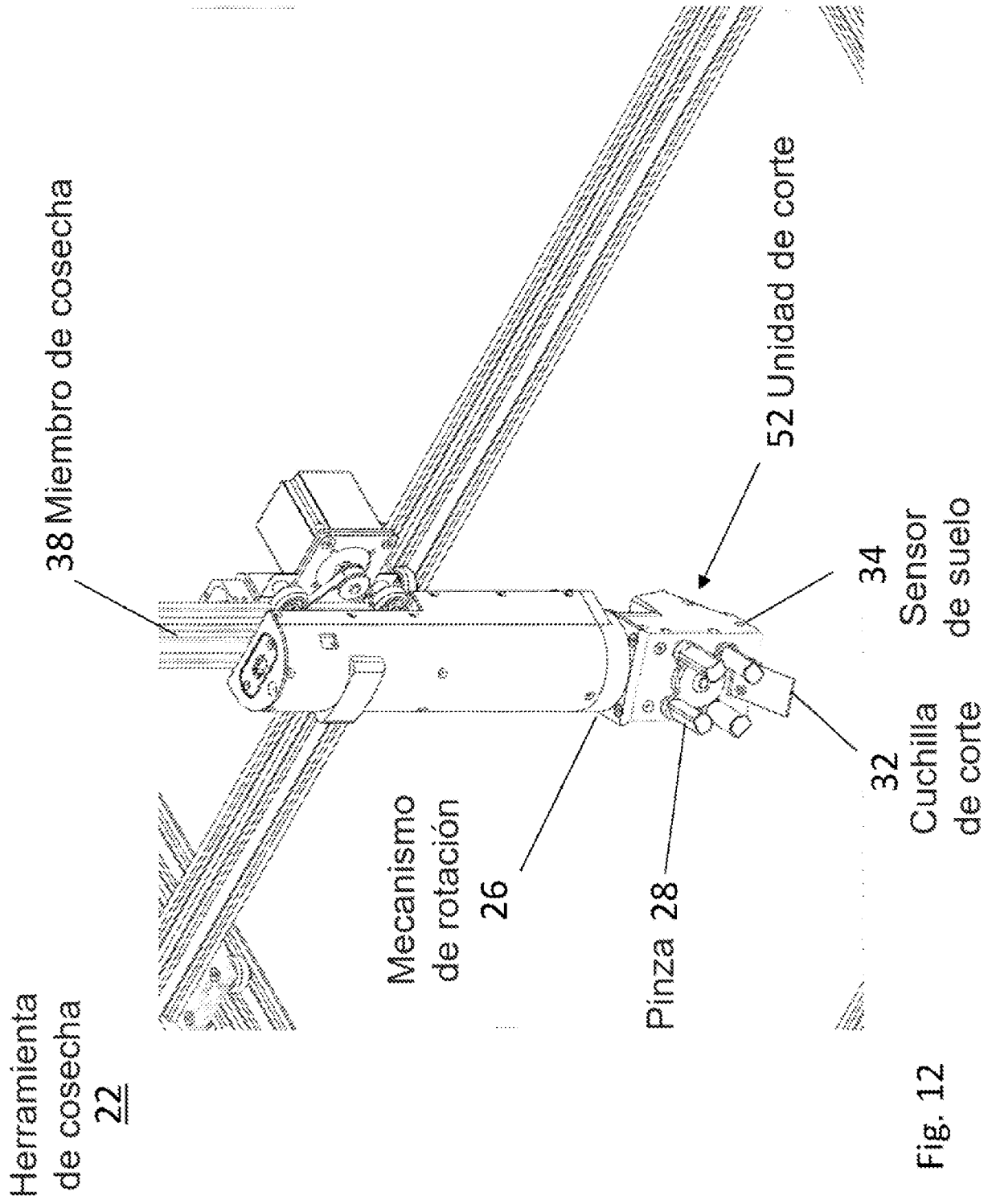


Fig. 11



Sensor de suelo  
34

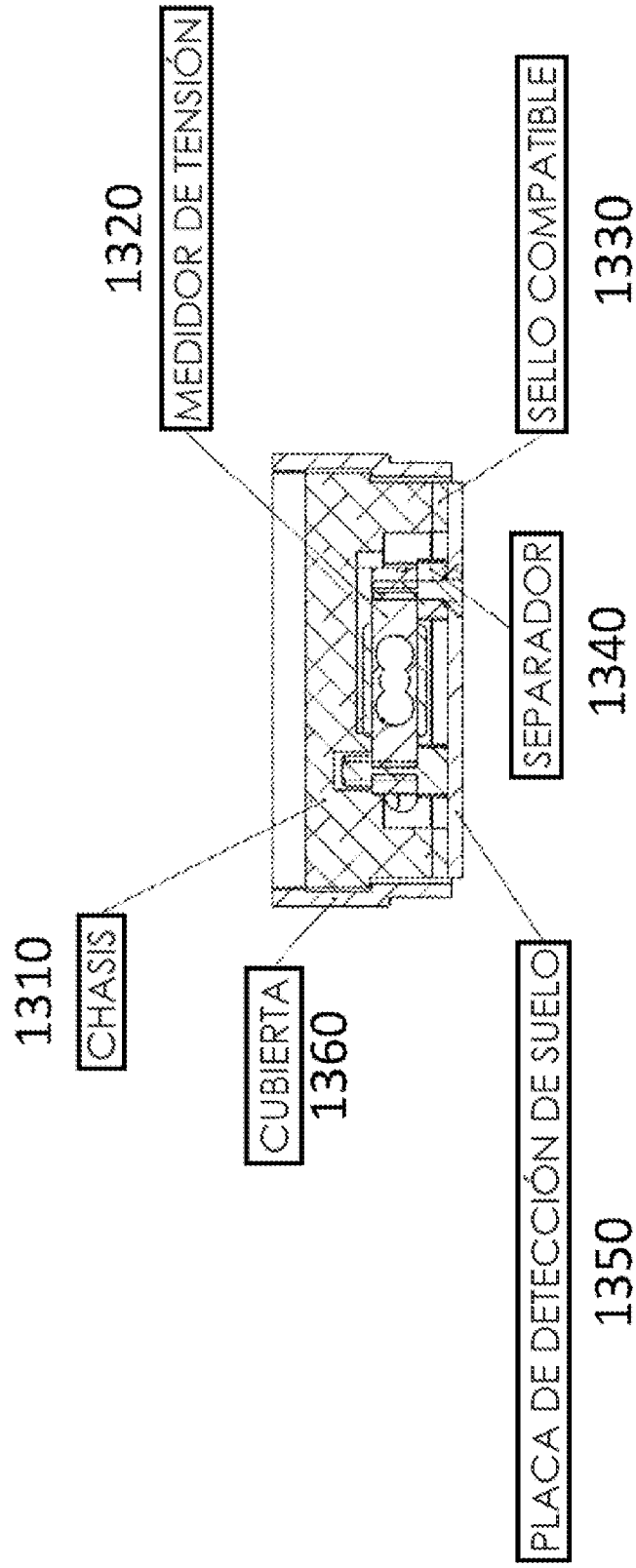


Fig. 13