

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 164**

51 Int. Cl.:

B06B 1/16 (2006.01)

B07B 1/42 (2006.01)

B07B 1/00 (2006.01)

B65G 27/20 (2006.01)

B65G 27/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2019 E 19171699 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2023 EP 3566784**

54 Título: **Sistema de impulsión vibratoria ajustable**

30 Prioridad:

08.05.2018 GB 201807509

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

28.06.2023

73 Titular/es:

**TEREX GB LIMITED (100.0%)
200 Coalisland Road, Dungannon
County Tyrone BT71 4DR, GB**

72 Inventor/es:

MURPHY, GLENN

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 945 164 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 de impulsión vibratoria ajustable

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a sistemas de impulsión vibratoria. La invención se refiere particularmente a sistemas de impulsión vibratoria para aparatos de procesamiento de materiales.

10 Antecedentes de la invención

Los sistemas de impulsión vibratoria se pueden usar en muchas aplicaciones. En el campo del procesamiento de materiales, por ejemplo, los sistemas de impulsión vibratoria pueden usarse en aparatos de cribado y en algunos alimentadores y transportadores.

15

A modo de ejemplo, el cribado mecánico, al que normalmente se hace referencia simplemente como cribado, implica la separación de material particulado, como rocas, arena u otro material agregado, por tamaño de partícula. El cribado se utiliza en una variedad de industrias, incluidas la minería, las canteras, el procesamiento de minerales, la agricultura y el reciclaje.

20

Un aparato de cribado convencional comprende un cuerpo que lleva una o más plataformas de medios de cribado. Se proporciona un sistema de impulsión vibratoria para hacer vibrar el cuerpo y las plataformas. Un tipo conocido de sistema de impulsión vibratoria incluye múltiples árboles rotatorios, con peso excéntrico, acoplados mecánicamente entre sí e impulsados por un motor común. Cada árbol lleva una masa montada excéntricamente, y las respectivas posiciones angulares de las masas definen un ángulo de fase entre árboles. Los árboles acoplados rotan en sentidos opuestos y hacen que el aparato de cribado vibre lineal o elípticamente. Las características de las vibraciones dependen del ángulo de fase entre los árboles.

25

30

Un problema con tales sistemas de impulsión es que los árboles normalmente se bloquean mecánicamente entre sí, por ejemplo, mediante engranajes o correas dentadas. Ajustar el ángulo de fase para ajustar las características de vibración requiere un tiempo de inactividad significativo para el aparato de cribado y cualquier máquina de la que forme parte, ya que el sistema de impulsión debe detenerse para permitir que un operador realice los ajustes mecánicos necesarios. Además, los árboles de impulsión que se acoplan mecánicamente se limitan al tipo de vibración que pueden provocar.

35

El documento GB2034437A divulga un alimentador en donde cada motor impulsa, a través de una transmisión por correa montada en una carcasa protectora y mediante acoplamientos flexibles, un árbol con pesos desequilibrados acoplados de forma rotatoria por pares en las paredes de la caja de cribado.

40

Por lo tanto, sería deseable proporcionar un aparato de cribado con un sistema de impulsión mejorado.

Compendio de la invención

45

La presente invención proporciona un aparato de procesamiento de material según la reivindicación 1.

50

En realizaciones preferidas, dicho controlador se configura para ajustar la velocidad de rotación de al menos uno de dichos árboles de impulsión para hacer que al menos dos de dichos árboles de impulsión roten a diferentes velocidades hasta que se logra una posición angular relativa deseada de los respectivos centros de masa, y luego hacer que dichos al menos dos árboles de impulsión roten a la misma velocidad. Dicho controlador puede configurarse para ajustar la velocidad de rotación de dicho al menos un árbol de impulsión en respuesta a un cambio en la velocidad de rotación de otro de dichos árboles de impulsión.

55

Dicho controlador puede configurarse para recibir una entrada que indique al menos una velocidad de rotación deseada para al menos uno de dichos árboles de impulsión, y para ajustar la velocidad de rotación de dicho al menos un árbol de impulsión para que coincida con dicha al menos una velocidad de rotación deseada.

60

Dicho controlador puede configurarse para recibir una entrada que indique al menos una posición angular relativa deseada de al menos dos de dichos árboles de impulsión, y se configura para ajustar la velocidad de rotación de al menos uno de dichos árboles de impulsión para hacer que dichos al menos dos árboles de impulsión roten a diferentes velocidades hasta que se alcance dicha al menos una posición angular relativa deseada.

65

Al menos uno de dichos mecanismos de impulsión, preferentemente todos, es operable para rotar el respectivo árbol de impulsión en cualquiera de las dos sentidos de rotación, estando configurado dicho controlador para hacer que dicho respectivo árbol de impulsión rote en un sentido de rotación deseado. Dicho controlador puede

configurarse para recibir una entrada que indique al menos un sentido de rotación deseado para al menos uno de dichos árboles de impulsión, y preferiblemente todos ellos.

5 En realizaciones típicas, dicha pluralidad de árboles de impulsión comprende árboles de impulsión primero y segundo, estando configurado dicho controlador para ajustar la velocidad de rotación de uno o ambos de dichos árboles de impulsión primero y segundo para ajustar la posición angular relativa del respectivo centro de masas de dichos primeros y segundos árboles de impulsión. Dicho controlador puede configurarse para determinar una posición angular relativa real entre el primero y el segundo de dichos árboles de impulsión, y para ajustar la velocidad de rotación de uno o ambos de dichos árbol de impulsión primero y segundo para lograr una posición angular relativa deseada entre dichos árboles de impulsión primero y segundo.

15 Dicho controlador puede configurarse para determinar una posición angular relativa real entre dichos al menos dos de dichos árboles de impulsión, y para ajustar la velocidad de rotación de al menos uno de dichos árboles de impulsión para ajustar la posición angular relativa del respectivo centro de masa de al menos dos de dichos árboles de impulsión para lograr una posición angular relativa deseada entre dichos al menos dos árboles de impulsión. Típicamente, un sensor de posición angular respectivo se acopla a cada uno de dichos árboles de impulsión para detectar una posición angular del respectivo árbol de impulsión, y comunicar la información de posición angular correspondiente al controlador. Dicho controlador se configura convenientemente para determinar dicha posición angular relativa a partir de dicha información de posición angular para los árboles de impulsión respectivos. Ventajosamente, dicho sensor de posición angular proporciona información indicativa de la velocidad de rotación del respectivo árbol de impulsión.

25 Opcionalmente, un sensor de velocidad de rotación se acopla a cada uno de dichos árboles de impulsión para detectar la velocidad de rotación del árbol de impulsión respectivo y comunicar la información de velocidad correspondiente al controlador.

En algunas realizaciones, dicho al menos un componente vibratorio comprende al menos una criba.

30 Aspectos ventajosos adicionales de la invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica al revisar la siguiente descripción de una realización específica y con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

35 A continuación se describirá, a modo de ejemplo, una realización de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato de cribado que incorpora un aspecto de la invención, que incluye un sistema de impulsión que incorpora otro aspecto de la invención;

40 la Figura 2 es una vista delantera en sección del aparato de cribado y el sistema de impulsión de la Figura 1;

la Figura 3 es una vista en perspectiva de una realización del sistema de impulsión;

45 la Figura 4 es una vista de extremo esquemática de los árboles de impulsión primero y segundo;

la Figura 5 es un diagrama esquemático de una realización ejemplar del sistema de impulsión; y

50 La Figura 6 es una vista en perspectiva del aparato de cribado de la Figura 1 incorporado en un aparato de procesamiento de materiales.

Descripción detallada de los dibujos

55 Con referencia ahora en particular a las Figuras 1 a 4 y 6 de los dibujos, se muestra, generalmente indicado como 15, un sistema de impulsión vibratoria de una realización de la invención. En la realización ilustrada, el sistema de impulsión 15 es parte de un aparato de cribado de material 10. El aparato de cribado 10 es de un tipo adecuado para su uso en la separación de material en partículas, por ejemplo, arena, piedras, rocas u otro material agregado o material reciclable, según el tamaño. Se entenderá que los sistemas de impulsión que incorporan la invención no se limitan al uso con aparatos de cribado y, alternativamente, pueden usarse en otras aplicaciones, incluso con otros aparatos de procesamiento de materiales tales como transportadores vibratorios y alimentadores vibratorios.

65 El aparato de cribado 10 comprende un cuerpo 14 para llevar una o más cribas de material. Las cribas se proporcionan típicamente en una o más plataformas de cribado 12 entre las paredes laterales opuestas 16, 18 del cuerpo 14. En realizaciones típicas, el cuerpo 14 tiene forma de caja, aunque puede comprender cualquier estructura de soporte que tenga la forma y las dimensiones necesarias para llevar una o más plataformas de cribado 12. Normalmente, al menos un extremo 20 del cuerpo 14 está abierto para permitir que el material

cribado se retire del aparato de cribado 10, por ejemplo mediante un transportador (no mostrado). Las cribas pueden adoptar cualquier forma convencional, por ejemplo de barras, malla, tela o rejilla.

5 En uso, el aparato de cribado 10 se monta sobre una base 11, que puede ser, por ejemplo, parte, por ejemplo, el chasis, de un sistema de procesamiento de material 13 del que forma parte el aparato 10. El aparato de cribado 10 se monta sobre la base 11 mediante un sistema de suspensión que, en la realización ilustrada, comprende resortes 22, para permitir el movimiento relativo entre el aparato de cribado 10 y la base 11. El sistema de procesamiento de materiales 13 puede tomar diversas formas, por ejemplo incluido uno o más de:
10 uno o más transportadores para transportar material hacia o desde el aparato 10, un alimentador y/u otro aparato de procesamiento de materiales. Se entenderá que, en las realizaciones en las que el sistema de impulsión 15 se incorpora a otro tipo de aparato de procesamiento de materiales que no sea un aparato de cribado, el aparato de procesamiento de materiales puede montarse de manera similar en la base 11 mediante un sistema de suspensión.

15 En uso, el sistema de impulsión vibratoria 15 hace que el aparato de cribado 10 vibre. El sistema de impulsión 15 se acopla al cuerpo 14 para hacer vibrar el cuerpo 14. La vibración hace vibrar la(s) criba(s) (y/u otro(s) componente(s) vibratorio(s) dependiendo de la realización) que lleva el cuerpo 14. El sistema de impulsión 15 comprende al menos dos árboles de impulsión 17, que son preferiblemente pero no necesariamente paralelos entre sí. En la realización ilustrada, el aparato de cribado 10 tiene dos árboles de impulsión 17A, 17B. En
20 realizaciones alternativas (no ilustradas) puede haber tres o más árboles de impulsión. Cada árbol 17 se extiende a lo largo del cuerpo 14, entre las paredes laterales 16, 18. Los árboles 17 pueden ser perpendiculares a las paredes 16, 18 pero alternativamente pueden ser oblicuos con respecto a las paredes 16, 18. Todavía alternativamente, los árboles 17 pueden extenderse longitudinalmente del cuerpo 14 (paralelos o no paralelos a las paredes 16, 18) por ejemplo, estando montados entre los extremos del cuerpo 14, o montados en uno o
25 cada lado 16, 18 del cuerpo 14. Los árboles 17 pueden rotar alrededor de su eje longitudinal, que normalmente se dispone transversalmente al cuerpo 14. Los árboles 17 se espacian en la dirección longitudinal o transversal del cuerpo 14 según corresponda. Los árboles 17 pueden estar al mismo nivel horizontal o a diferentes niveles horizontales.

30 Típicamente, cada árbol 17 se monta en el cuerpo 14 por un cojinete respectivo 20 en cada extremo 22, 24 del árbol 17. En la realización ilustrada, los extremos 22, 24 de cada árbol 17 pasan a través de una abertura respectiva provista en la pared lateral respectiva 16, 18. El respectivo cojinete 20 se monta convenientemente en la respectiva pared lateral 16, 18 y encaja alrededor del respectivo extremo 22, 24 del árbol 17 para permitir que el árbol 17 rote axialmente. Preferiblemente, la parte de cada árbol 17 que se ubica entre las paredes 16,
35 18 se ubica dentro de un recinto 26, que en el ejemplo ilustrado comprende un tubo. El recinto 26 puede ser soportado por las mismas estructuras que proporcionan o incluyen el cojinete 20.

Cada árbol 17 tiene un peso excéntrico, es decir, la masa del árbol 17 (incluido cualquier objeto transportado por el árbol) no se distribuye uniformemente alrededor del eje de rotación del árbol. Como tal, cada árbol 17
40 puede describirse como un árbol rotatorio "desequilibrado", en el que su centro de masa (o eje de inercia) está desalineado con su centro de rotación (o eje geométrico). Convenientemente, para desequilibrar el árbol de esta manera, cada árbol 17 lleva una o más masas 28 (o pesa). La o cada masa 28 se ubica excéntricamente con respecto al eje de rotación del árbol 17 para desequilibrar la rotación del árbol 17. En este ejemplo, cada árbol 17 lleva una masa respectiva 28 en cada extremo 22, 24. Cuando un árbol 17 lleva más de una masa 28,
45 las masas 28 preferiblemente se alinean angularmente entre sí alrededor del eje de rotación del árbol 17. En realizaciones alternativas, se puede proporcionar una o más masas en un extremo del árbol solamente.

La rotación simultánea de los árboles con peso excéntrico 17 hace que el aparato de cribado 10 se mueva (vibre) con respecto a la base 11. La fase de rotación respectiva y el sentido de rotación de los árboles 17
50 determinan el tipo de movimiento vibratorio que se provoca (por ejemplo, vibraciones lineales u orbitales (por ejemplo, circulares o elípticas)). Por ejemplo, los árboles que rotan en sentido contrario provocan vibraciones lineales o elípticas, mientras que los árboles que rotan conjuntamente provocan vibraciones circulares. La rotación relativa desequilibrada en un sentido de rotación dada también influye en el movimiento vibratorio. Por ejemplo, en un sistema contrarrotante de dos árboles de igual velocidad, los árboles desequilibrados iguales
55 dan como resultado una carrera lineal, mientras que los árboles desequilibrados diferentes dan como resultado un movimiento elíptico. En el caso de un sistema de árbol árbol de igual velocidad, el desequilibrio en cada árbol puede ser el mismo, dos árboles pueden rotar en sentido horario y un árbol puede rotar en el sentido antihorario, la diferencia resultante en el desequilibrio combinado en cada sentido de rotación da como resultado un movimiento elíptico. Otras características de la vibración (por ejemplo, forma específica, amplitud y aceleración) dependen de la velocidad de rotación de los árboles 17 y de la diferencia de fase (angular) entre
60 los árboles 17, como se describe con más detalle a continuación.

Con referencia en particular a la Figura 4, los árboles de impulsión primero y segundo 17A, 17B se muestran esquemáticamente en una vista delantera con las respectivas masas 28. El centro de masa (COM) de cada
65 árbol 17A, 17B está desplazado (linealmente) del respectivo eje de rotación del respectivo árbol 17A, 17B, lo que hace que cada árbol esté rotacionalmente desequilibrado. La posición angular del respectivo COM de cada

árbol 17A, 17B con respecto a un ángulo de referencia (mostrado a modo de ejemplo como 0° en la Figura 4) puede denominarse fase del árbol 17A, 17B. En el ejemplo ilustrado, el árbol 17A se desplaza x° del ángulo de referencia, mientras que el árbol 17B se desplaza y° del ángulo de referencia. El ángulo de desplazamiento desde el ángulo de referencia puede denominarse ángulo de fase. La diferencia entre los respectivos ángulos de fase de cualquiera de los dos árboles puede denominarse diferencia de fase, o ángulo de diferencia de fase, entre los árboles. En el presente ejemplo, el ángulo de diferencia de fase (que también puede denominarse ángulo de fase relativo) entre los árboles 17A y 17B es $y^\circ - x^\circ$. El ángulo de diferencia de fase entre dos o más árboles cualesquiera se mantiene siempre que los respectivos árboles 17 roten a la misma velocidad. El ángulo de diferencia de fase cambia cuando cambia la velocidad de rotación relativa de los respectivos árboles 17. La diferencia de fase entre los árboles 17A, 17B afecta las características de la vibración causada por el sistema de impulsión 15. Por ejemplo, en los casos en que los árboles 17A, 17B rotan en el mismo sentido, el ángulo de diferencia de fase entre los árboles 17A, 17B determina el tamaño (amplitud) de la vibración circular. En los casos en que los árboles 17A, 17B rotan en sentidos opuestos, el ángulo de diferencia de fase determina el ángulo de la vibración lineal o elíptica. A este respecto, el ángulo de vibración lineal/elíptica es el ángulo del eje mayor del movimiento de la pantalla resultante en relación con el sistema de coordenadas de la criba. Aunque en la Figura 1 solo se muestran dos árboles de impulsión, se entenderá que, de forma más general, cada uno de los múltiples árboles de impulsión puede estar en fase o desfasado con uno o más de los otros árboles de impulsión dependiendo de la respectiva ángulo de fase de los árboles.

El sistema de impulsión 15 incluye un mecanismo de impulsión respectivo para cada árbol de impulsión 17, estando configurado cada mecanismo de impulsión para rotar uno de los árboles de impulsión 17. En realizaciones preferidas, cada mecanismo de impulsión comprende un respectivo motor 30A, 30B acoplado al respectivo árbol de impulsión 17A, 17B. Los motores 30A, 30B son convenientemente motores hidráulicos reversibles. Cada motor 30A, 30B se monta en el extremo 22 del árbol de impulsión respectivo 17A, 17B. Como tal, el motor 30A, 30B puede acoplarse al árbol respectivo 17A, 17B para proporcionar una impulsión directa al árboles, es decir, sin ninguna reducción como la que provocaría un sistema de engranajes.

En cualquier caso, los mecanismos de impulsión son capaces de rotar los respectivos árboles 17A, 17B en cualquiera de las dos sentidos de rotación (sentido horario y antihorario), y a una velocidad variable. Para ello, cada mecanismo de impulsión comprende un motor reversible de velocidad variable. Al menos uno, pero no necesariamente todos los mecanismos de impulsión, son capaces de hacer rotar el respectivo árbol de impulsión en ambas sentidos de rotación, y son capaces de hacer rotar el respectivo árbol de impulsión a velocidad variable. En algunas realizaciones, todo el mecanismo de impulsión puede ser capaz de rotar el árbol de impulsión respectivo en un solo sentido.

En la realización ilustrada, se proporciona una carcasa 29 respectiva para cubrir cada extremo 22, 24 de cada árbol 17A, 17B. Preferiblemente, las carcasas 29 cubren las respectivas masas 28. Opcionalmente, cada motor 30A, 30B se monta en el exterior de la carcasa respectiva 29 y se acopla al árbol respectivo 17A, 17B a través de la carcasa 29.

El sistema de impulsión 15 incluye además un controlador 32 (Figura 5) para controlar el funcionamiento de los motores 30A, 30B u otros mecanismos de impulsión, según corresponda. El controlador 32 puede adoptar cualquier forma convencional, por ejemplo comprendiendo un microprocesador, microcontrolador u otro procesador adecuadamente programado, y/o circuitos eléctricos y/o electrónicos adecuadamente configurados. En la realización ilustrada, el controlador 32 se implementa como un controlador lógico programable (PLC). A modo de ejemplo, el controlador 32 es un controlador derivado integral proporcional (PID). En cualquier caso, el controlador 32 se programa o configura de otro modo para realizar la funcionalidad descrita en esta memoria. El sistema de impulsión preferido 15 también incluye un sensor de posición angular 34 (que también puede denominarse transductor de ángulo de árbol) para cada árbol de impulsión 17. Los sensores de posiciones angulares 34 pueden ser de cualquier tipo convencional, por ejemplo, del tipo de potenciómetro, del tipo de codificador (incluidos magnéticos u ópticos, absolutos o incrementales), o del tipo de resolución. El respectivo sensor de posición angular 34 se acopla al árbol respectivo 17, o bien coopera con él, de cualquier manera convencional. El acoplamiento entre el sensor 34 y el árbol 17 puede implicar contacto mecánico con el árbol o puede ser sin contacto, y puede ser directo o indirecto según convenga. Por ejemplo, los sensores 34 pueden conectarse físicamente al árbol, o pueden no tener contacto, y pueden proporcionarse como un componente separado o incorporarse al motor según convenga. En uso, el sensor de posición angular respectivo 34 detecta la posición angular del árbol respectivo 17 y comunica la información de posición angular al controlador 32. Preferiblemente, el sensor de posición angular 34 puede, o su salida puede usarse para, determinar la velocidad de rotación del árbol respectivo 17. En los casos en que esto no sea posible, se puede proporcionar un sensor de velocidad de rotación respectivo separado, de cualquier tipo convencional conveniente, para medir la velocidad de rotación de cada árbol 17. En cualquier caso, en realizaciones preferidas, el controlador 32 recibe, en uso, información que indica la velocidad de rotación del respectivo árbol 17, o información a partir de la que puede determinar la velocidad de rotación del respectivo árbol 17.

El controlador 32 puede ubicarse en cualquier lugar conveniente en el aparato de cribado 10, o el aparato de procesamiento de materiales 13 del que el aparato de cribado 10 es parte, o puede ubicarse en otro lugar, por

ejemplo, en una estación de control separada o unidad móvil. El controlador 32 puede conectarse o ser conectable a los mecanismos de impulsión y sensores mediante cualquier enlace alámbrico o inalámbrico conveniente para enviar señales de control y recibir señales de salida, según corresponda.

5 En realizaciones preferidas, el controlador 32 es capaz de controlar el mecanismo de impulsión respectivo para controlar la rotación de cada árbol de impulsión 17 independientemente de los otros árboles de impulsión 17. En particular, el controlador 32 es capaz de controlar la velocidad, y preferiblemente también el sentido, de la rotación de cada árbol de impulsión 17 controlando el respectivo mecanismo de impulsión. En realizaciones preferidas, al menos uno y opcionalmente cada uno de los respectivos motores 30A, 30B es un motor bidireccional. Preferiblemente, cada motor 30A, 30B es un motor de velocidad variable. Los motores 30A, 30B pueden ser controlados por el controlador 32 utilizando cualquier señal de control adecuada. En realizaciones alternativas, el controlador 32 es capaz de controlar, a través del mecanismo de impulsión respectivo, la rotación (velocidad y/o sentido de rotación) de al menos uno, pero no necesariamente todos, los árboles de impulsión 17. En cualquier caso, el controlador ajusta ventajosamente la velocidad de rotación relativa de los árboles de impulsión para ajustar la posición angular relativa de su respectivo centro de masa.

En realizaciones preferidas, el controlador 32 se configura para ajustar el ángulo de diferencia de fase entre los árboles 17A, 17B (o dos o más árboles donde hay más de dos árboles) haciendo que los respectivos árboles 17A, 17B roten a diferentes velocidades hasta lograr la diferencia de ángulo de fase deseada. Esto se puede lograr ajustando la velocidad de uno o más de los respectivos árboles 17, según convenga. La determinación de que se ha logrado la diferencia de ángulo de fase deseada se puede realizar comparando el ángulo de fase respectivo de los árboles 17 respectivos utilizando la información de posición angular respectiva proporcionada por los sensores de posición angular 34 respectivos. Después de lograr la diferencia de ángulo de fase deseada, el controlador 32 puede hacer que los árboles 17A, 17B roten a la misma velocidad para mantener la diferencia de ángulo de fase deseada.

Los ajustes de entrada para la velocidad de rotación, el sentido de rotación y/o el ángulo de diferencia de fase, según corresponda, pueden proporcionarse como parte de la programación del controlador 32 y/o pueden ser proporcionados por un usuario usando cualquier interfaz de usuario. Normalmente, el controlador 32 recibe ajustes de entrada que indican uno o más del sentido de rotación, la velocidad de rotación, el ángulo de diferencia de fase deseado entre dos o más árboles y/o el ángulo de fase deseado de dos o más árboles, y puede establecer y/o ajustar la rotación de uno o más de los respectivos árboles 17 en consecuencia. En el caso de que se reciban configuraciones de entrada desde la interfaz de usuario, el controlador 32 puede responder en tiempo real a las configuraciones de entrada para establecer y/o ajustar una o más características de rotación del árbol o árboles 17 en consecuencia. En el caso de que los ajustes de entrada se reciban desde la programación del controlador 32, el controlador 32 puede establecer y/o ajustar una o más características de rotación del árbol o árboles 17 según un programa predeterminado. En cualquier caso, las características de rotación de los árboles 17, incluida la velocidad de rotación, el ángulo de diferencia de fase y/o el sentido de rotación, se pueden establecer y ajustar según se desee sin tener que detener el proceso de cribado que realiza el aparato de cribado 10. En consecuencia, las características de vibración del aparato de cribado 10 pueden configurarse y ajustarse sin tener que detener el proceso de cribado.

Con referencia ahora a la Figura 5 en particular, se describe una realización preferida del sistema de impulsión 15. El controlador 32 obtiene los ajustes de entrada deseados para los árboles de impulsión 15 desde una interfaz de usuario o programa representado en la Figura 5 como 36. Los ajustes pueden indicar uno o más de la velocidad de rotación para uno o más de los árboles 17, el sentido de rotación para uno o más de los árboles 17 y/o el ángulo de diferencia de fase para dos o más de los árboles 17, según corresponda. Los valores de parámetro relevantes se pueden proporcionar directamente como ajustes de entrada o indirectamente, en cuyo caso los ajustes pueden especificar una o más características de vibración deseadas a partir de las que se pueden determinar los valores de parámetro relevantes.

En este ejemplo, el primer árbol de impulsión 17A se opera como un árbol de impulsión maestro y el segundo árbol de impulsión 17B se opera como un árbol de impulsión esclavo correspondiente. El controlador 32 hace funcionar el mecanismo de impulsión (en este caso, el motor 30A) del árbol de impulsión maestro 17A para hacer rotar el árbol de impulsión maestro 17A a una velocidad de rotación deseada. El controlador 32 obtiene información del sensor 34A del árbol maestro 17A a partir de la que se puede determinar la velocidad de rotación y el ángulo de fase del árbol de impulsión maestro 17A. La información relevante del sensor 34A y la(s) configuración(es) de entrada relevante(s) pueden usarse para facilitar el control del árbol de impulsión maestro 17A usando cualquier técnica de control de retroalimentación conveniente, por ejemplo, control de retroalimentación PID.

El controlador 32 obtiene información del sensor 34B del árbol esclavo 17B que indica el ángulo de fase del árbol de impulsión esclavo 17B. La velocidad de rotación del árbol esclavo 17B normalmente también la determina el controlador 32 a partir del sensor 34A (u otro sensor de velocidad, según corresponda). El controlador 32 compara el ángulo de fase del árbol de impulsión esclavo 17B y el ángulo de fase del árbol de impulsión maestro 17A para determinar el ángulo de diferencia de fase real. Si el ángulo de diferencia de fase

- 5 medido es diferente al ángulo de diferencia de fase deseado (como lo indican los ajustes de entrada), entonces el controlador 32 ajusta la velocidad del árbol de impulsión esclavo 17B (de modo que sea diferente de la velocidad del árbol de impulsión maestro 17A) hasta lograr la diferencia de ángulo de fase deseada. La información relevante del sensor 34B y la(s) configuración(es) de entrada relevante(s) pueden usarse para facilitar el control del árbol de impulsión maestro 17B para lograr el ángulo de diferencia de fase deseado usando cualquier técnica de control de retroalimentación conveniente, por ejemplo, control de retroalimentación PID. Una vez que se logra el ángulo de diferencia de fase deseado, el controlador 32 ajusta la velocidad del árbol de impulsión esclavo 17B para que coincida con la velocidad del árbol de impulsión maestro 17A para mantener el ángulo de diferencia de fase deseado.
- 10 En el ejemplo anterior, el árbol de impulsión maestro 17A puede ser unidireccional (es decir, impulsado en un sentido solo por un motor unidireccional o bidireccional), mientras que el árbol de impulsión esclavo 17B puede ser impulsado en cualquier dirección. En realizaciones alternativas, los árboles 17 no necesitan operar necesariamente con una relación maestro-esclavo.
- 15 El controlador 32 puede monitorizar continua o periódicamente el ángulo de diferencia de fase real y tomar medidas correctivas (en este caso ajustando la velocidad del árbol de impulsión esclavo 17B como se describe anteriormente) para mantener el ángulo de diferencia de fase deseado.
- 20 Si la velocidad del árbol de impulsión maestro 17A cambia (p. ej., como resultado de un cambio en los ajustes de entrada), entonces el controlador 32 puede controlar la velocidad del árbol de impulsión esclavo 17B (de modo que sea diferente de la velocidad del árbol de impulsión maestro 17A) hasta que se logre la diferencia de ángulo de fase deseada, como se describe anteriormente. Una vez que se logra el ángulo de diferencia de fase deseado, el controlador 32 ajusta la velocidad del árbol de impulsión esclavo 17B para que coincida con la nueva velocidad del árbol de impulsión maestro 17A para mantener el ángulo de diferencia de fase deseado. El controlador 32 puede realizar la misma acción en respuesta a un cambio en el ángulo de diferencia de fase deseado (por ejemplo, como resultado de un cambio en los ajustes de entrada).
- 25
- 30 El controlador 32 también puede establecer o cambiar el sentido de rotación de uno o ambos árboles 17A, 17B según los ajustes de entrada. Se puede ajustar la velocidad relativa entre los árboles 17 para crear y mantener una diferencia de ángulo de fase deseada, por ejemplo como se describe anteriormente, independientemente del sentido de rotación de los árboles 17.
- 35 Debe observarse y entenderse que pueden realizarse mejoras y modificaciones de la presente invención descrita en detalle anteriormente sin apartarse del alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de procesamiento de materiales que comprende
- 5 al menos un componente vibratorio y un sistema de impulsión vibratoria (15) para hacer vibrar dicho al menos un componente vibratorio, comprendiendo dicho sistema de impulsión vibratoria
- una pluralidad de árboles de impulsión rotatorios (17A, 17B), cada uno de los cuales lleva al menos una masa (28) ubicada excéntricamente con respecto al eje de rotación del árbol para desequilibrar la rotación del árbol,
- 10 un respectivo mecanismo de impulsión acoplado a uno respectivo de dichos árboles de impulsión para rotar el respectivo árbol de impulsión, y
- un controlador (32) para operar al menos uno de dichos mecanismos de impulsión para controlar la velocidad de rotación del respectivo árbol de impulsión,
- 15 en donde dicho controlador se configura para ajustar la velocidad de rotación de al menos uno de dichos árboles de impulsión para ajustar la posición angular relativa del respectivo centro de masa de al menos dos de dichos árboles de impulsión,
- 20 en donde dicho al menos un componente vibratorio comprende un aparato de cribado (10) o un transportador o un alimentador, y tiene un cuerpo (14) con paredes laterales (16, 18), estando acoplado el sistema de impulsión al cuerpo para hacer vibrar el cuerpo y en donde cada árbol de impulsión se extiende a través del cuerpo entre las paredes laterales, o longitudinalmente al cuerpo, y en donde dicha al menos una masa se ubica en un extremo del respectivo árbol de impulsión,
- 25 caracterizado por que al menos uno de los mecanismos de impulsión comprende un motor hidráulico reversible (30A, 30B) montado en un extremo del árbol respectivo y que puede ser accionable por el controlador para hacer rotar el árbol de impulsión respectivo en cualquiera de las dos sentidos de rotación.
- 30
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde dicho controlador (32) se configura para ajustar la velocidad de rotación de al menos uno de dichos árboles de impulsión (17A, 17B) para hacer que al menos dos de dichos árboles de impulsión roten a diferentes velocidades hasta que se logra la posición angular relativa deseada de los respectivos centros de masa, y luego hacer que dichos al menos dos árboles de impulsión roten a la misma velocidad, y en donde, preferiblemente, dicho controlador se configura para ajustar la velocidad de rotación de dicho al menos un árbol de impulsión en respuesta a un cambio en la velocidad de rotación de otro de dichos árboles de impulsión.
- 35
3. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en donde dicho controlador (32) se configura para recibir una entrada que indique al menos una velocidad de rotación deseada para al menos uno de dichos árboles de impulsión (17A, 17B), y para ajustar la velocidad de rotación de dicho al menos un árbol de impulsión para que coincida con dicha al menos una velocidad de rotación deseada.
- 40
4. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en donde dicho controlador (32) se configura para recibir una entrada que indique al menos una posición angular relativa deseada de al menos dos de dichos árboles de impulsión (17A, 17B), y se configura para ajustar la velocidad de rotación de al menos uno de dichos árboles de impulsión para hacer que dichos al menos dos árboles de impulsión roten a diferentes velocidades hasta que se alcance dicha al menos una posición angular relativa deseada.
- 45
5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho al menos un mecanismo de impulsión (30A, 30B) es accionable por el controlador (32) para rotar el respectivo árbol de impulsión (17A, 17B) en cualquiera de los dos sentidos de rotación independientemente de cada u otro árbol de impulsión, y en donde, preferiblemente, dicho controlador se configura para recibir una entrada que indica al menos un sentido de rotación deseado para al menos uno de dichos árboles de impulsión y preferiblemente todos.
- 50
- 55
6. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada uno de dichos mecanismos de impulsión (30A, 30B) comprende un motor hidráulico montado en un extremo del respectivo árbol de impulsión (17A, 17B).
- 60
7. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha pluralidad de árboles de impulsión (17A, 17B) comprende árboles de impulsión primero y segundo, estando configurado dicho controlador (32) para ajustar la velocidad de rotación de uno o ambos de dichos árboles de impulsión primero y segundo para ajustar la posición angular relativa del respectivo centro de masa de dichos árboles de impulsión primero y segundo, y en donde, preferiblemente, dicho controlador se configura para determinar una posición angular relativa real entre dichos árboles de impulsión primero y segundo, y para ajustar la velocidad
- 65

de rotación de uno o ambos de dichos árboles de impulsión primero y segundo para lograr una posición angular relativa deseada entre dichos árboles de impulsión primero y segundo.

- 5 8. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho controlador (32) se configura para determinar una posición angular relativa real entre dichos al menos dos de dichos árboles de impulsión (17A, 17B), y para ajustar la velocidad de rotación de al menos uno de dichos árboles de impulsión para ajustar la posición angular relativa del respectivo centro de masa de al menos dos de dichos árboles de impulsión para lograr una posición angular relativa deseada entre dichos al menos dos árboles de impulsión.
- 10 9. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en donde un sensor de posición angular respectivo (34) se acopla a cada uno de dichos árboles de impulsión para (17A, 17B) detectar una posición angular del árbol de impulsión respectivo y comunicar la información de posición angular correspondiente al (32), y en donde, preferiblemente, dicho controlador se configura para determinar dicha posición angular relativa a partir de dicha información de posición angular para los árboles de impulsión respectivos, y en donde, preferiblemente, dicho sensor de posición angular proporciona información indicativa de la velocidad de rotación de los respectivos árbol de impulsión.
- 20 10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un sensor de velocidad de rotación se acopla a cada uno de dichos árboles de impulsión (17A, 17B) para detectar la velocidad de rotación del respectivo árbol de impulsión y comunicar la información de velocidad correspondiente al controlador (32).
11. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en donde dichos árboles de impulsión (17A, 17B) se espacian en una dirección longitudinal o transversal de dicho cuerpo (14).
- 25 12. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichos árboles de impulsión (17A, 17B) se disponen en paralelo entre sí.
13. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una parte de cada árbol de impulsión (17A, 17B) se ubica entre las paredes laterales (16, 18) en un recinto (26).
- 30 14. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se proporciona un carcasa respectiva (29) para cubrir dicha al menos una masa (28) en el extremo del árbol de impulsión (17A, 17B).
- 35 15. El aparato de la reivindicación 15, en donde el motor respectivo (30A, 30B) se monta en el exterior de la carcasa respectiva (29) y se acopla al árbol de impulsión respectivo (17A, 17B) a través de la carcasa.

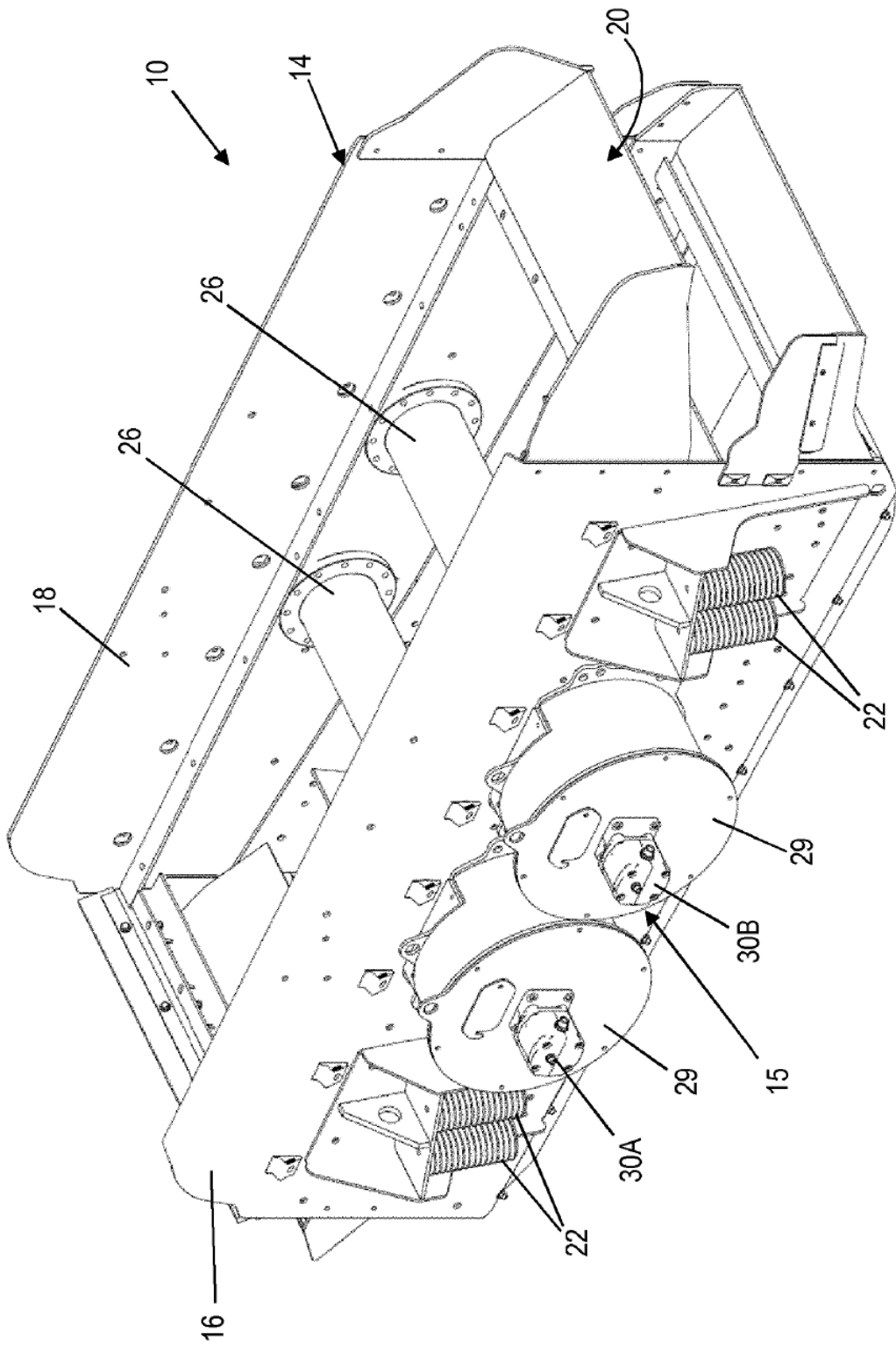


FIG. 1

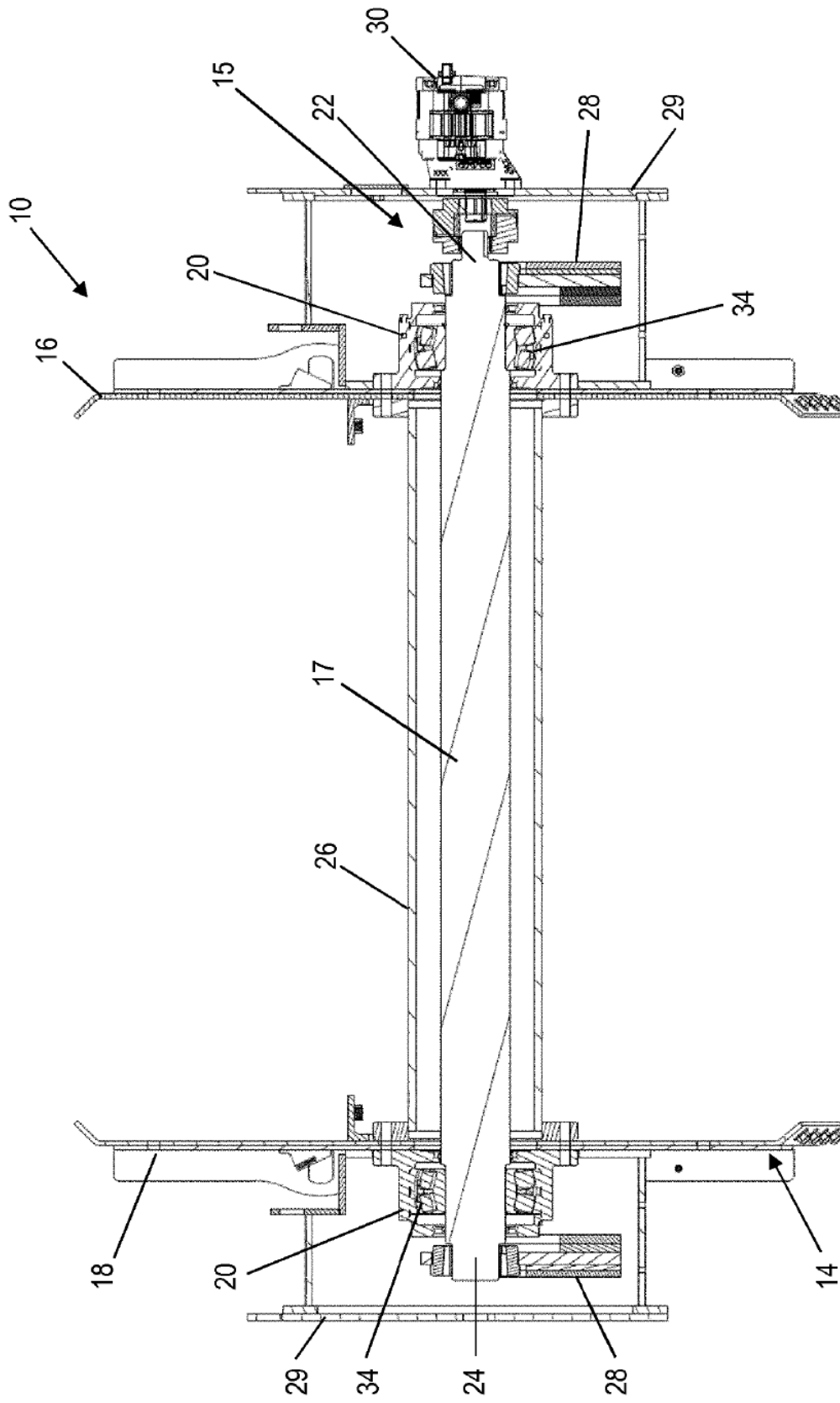


FIG. 2

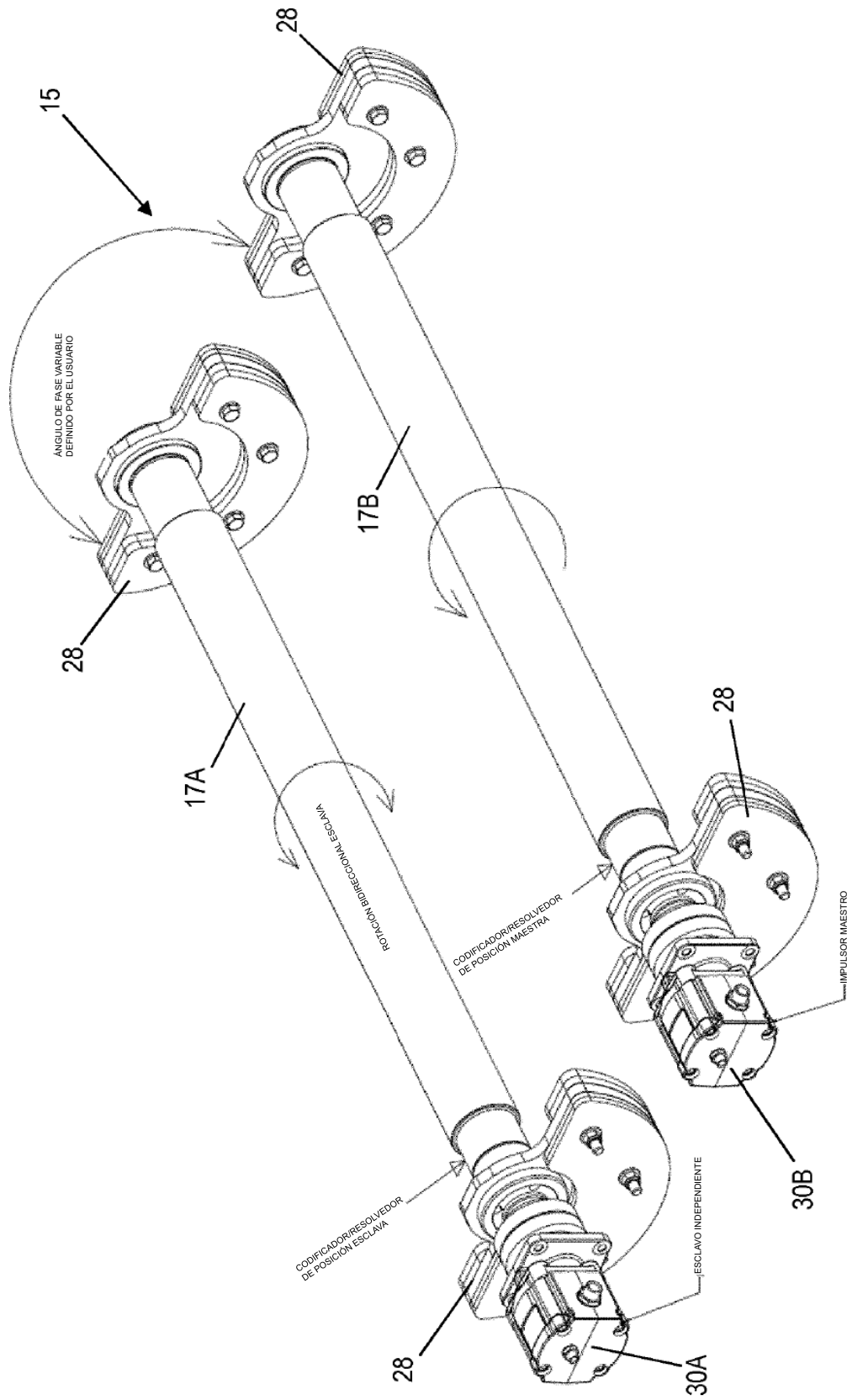


FIG. 3

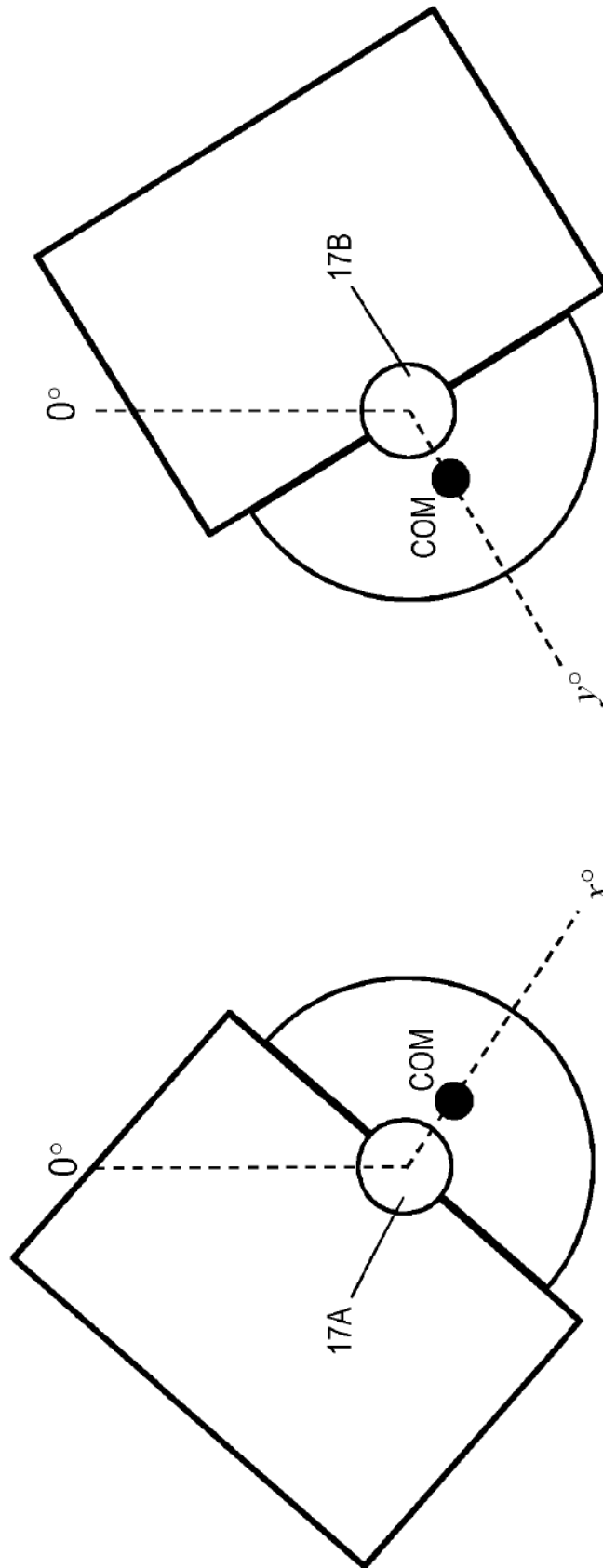


FIG. 4

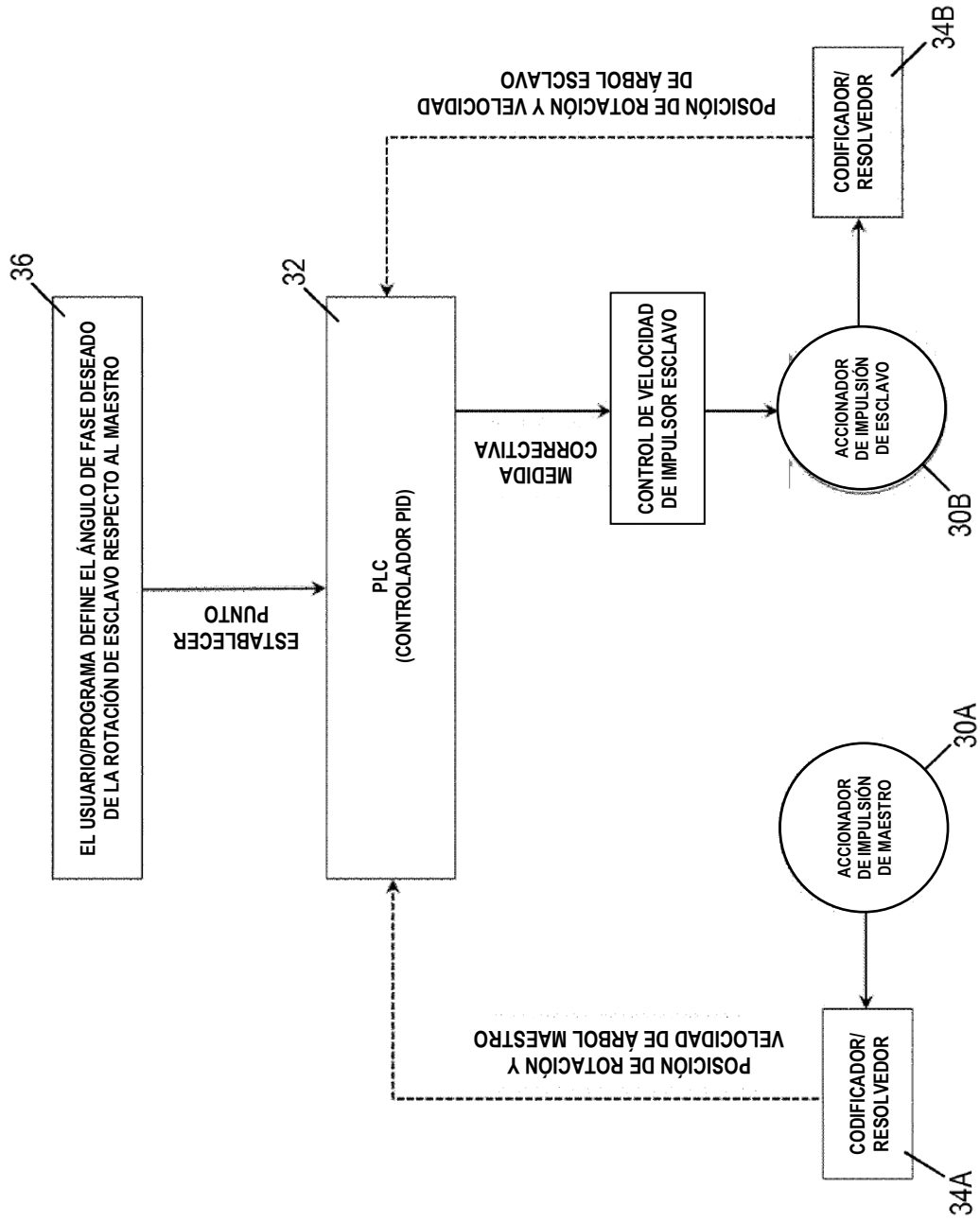


FIG. 5

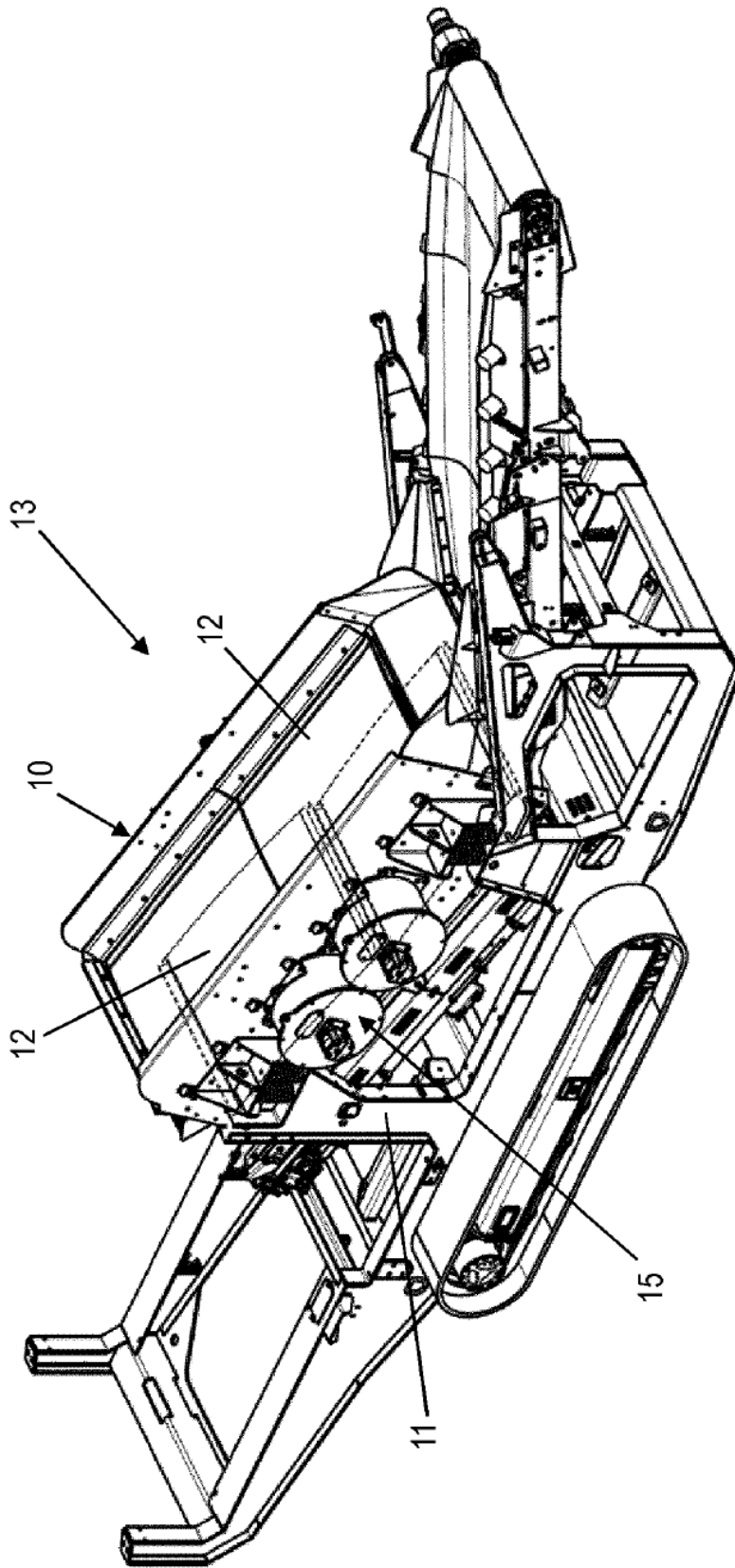


FIG. 6