

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 333**

51 Int. Cl.:

E02F 9/20 (2006.01)

E02F 9/08 (2006.01)

E02F 9/24 (2006.01)

E02F 9/22 (2006.01)

B66F 9/065 (2006.01)

B66F 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2021** **E 21165788 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024** **EP 3901383**

54 Título: **Un controlador**

30 Prioridad:

31.03.2020 GB 202004691

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

05.11.2024

73 Titular/es:

**J.C. BAMFORD EXCAVATORS LIMITED (100.0%)
Lakeside Works
Uttoxeter Staffordshire ST14 5JP, GB**

72 Inventor/es:

BAILEY, JONATHAN KENRED

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 985 333 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

Un controlador

5 CAMPO

Las presentes enseñanzas se refieren a un controlador para uso con una máquina en funcionamiento y, en particular, a un controlador para mantener la estabilidad de una máquina en funcionamiento.

10 ANTECEDENTES

Las máquinas de trabajo se utilizan a menudo en la construcción, la agricultura y otras industrias para realizar tareas que los humanos no pueden realizar o para realizar tareas más rápidamente que un humano. Ejemplos de máquinas de trabajo incluyen, entre otros, excavadoras, retroexcavadoras, manipuladores telescópicos, tractores, cargadores y volquetes.

15 Muchas máquinas de trabajo incluyen un aparato de manipulación de carga móvil tal como, por ejemplo, una pluma que comprende una estructura que interactúa con la carga (por ejemplo, horquillas, un cucharón, mordazas, etc.) para manipular, transportar y/o excavar una carga (por ejemplo, tierra, carga, productos agrícolas, etc.), en lo sucesivo denominado instrumento. Para tales máquinas de trabajo, cuando el aparato de manipulación de carga se mueve a una
20 posición tal que la ubicación del centro de gravedad de la máquina de trabajo cambia significativamente, la máquina de trabajo puede volverse significativamente menos estable lateralmente. Para máquinas de trabajo que comprenden una pluma como parte de su aparato de manejo de carga, este escenario puede ocurrir cuando la pluma está en un ángulo alto con respecto a un plano horizontal de la máquina de trabajo. Las máquinas de trabajo que funcionan en terrenos irregulares a menudo tienen un eje de rueda que está fijo con respecto al cuerpo de la máquina de trabajo y un segundo
25 eje que puede oscilar dentro de límites alrededor de un eje longitudinal de la máquina de trabajo. Esto permite que las cuatro ruedas permanezcan en contacto con el suelo en condiciones normales de funcionamiento para mejorar la tracción y la estabilidad.

30 Es conocido en la técnica que algunas máquinas de trabajo incluyen un sistema de actuación que permite que la máquina de trabajo se balancee alrededor de un eje longitudinal (adelante-atrás) de la máquina de trabajo. Esto se puede lograr proporcionando a la máquina de trabajo un primer eje de rueda que permita que el cuerpo de la máquina de trabajo pivote libremente dentro de ciertos límites con respecto a dicho eje de rueda. Un ariete hidráulico extensible montado entre un segundo eje de rueda oscilante de la máquina de trabajo y la carrocería puede configurarse para forzar que la carrocería se balancee con respecto a ambos ejes de las ruedas y, por lo tanto, con respecto al suelo debajo de la máquina de
35 trabajo.

El ariete hidráulico tiene una longitud fija en uso normal, pero la longitud del ariete se puede ajustar en ciertas situaciones para alinear un implemento (por ejemplo, horquillas para paletas) con una carga a levantar (por ejemplo, una paleta sobre una pila o un vehículo). La desalineación puede ocurrir cuando el suelo sobre el que se encuentra la máquina es desigual
40 con respecto a la posición de la carga. Sin este sistema, es posible que el operador de la máquina tenga que reposicionar la máquina por completo para permitir que las horquillas encajen en las aberturas de la paleta y levante la carga. Esto perjudica la productividad de la máquina.

45 Una máquina de trabajo oscilante puede volverse inestable lateralmente cuando el ángulo de oscilación del cuerpo de la máquina de trabajo con respecto a los ejes de sus ruedas se vuelve demasiado grande. En tales casos, la máquina en funcionamiento puede rodar hacia un lado, lo que podría causar lesiones o algo peor al operador de la máquina en funcionamiento. Este problema puede verse exacerbado cuando dicha máquina de trabajo incluye un aparato de manipulación de carga que está en una posición que reduce aún más la estabilidad lateral de la máquina de trabajo; por
50 ejemplo, una pluma en un ángulo alto con respecto a un plano horizontal de la máquina de trabajo. Por lo tanto, es común en la técnica aplicar un dispositivo de bloqueo de oscilación fijo que permita que tales máquinas de trabajo se balanceen sólo cuando el aparato de manipulación de carga está en o cerca de una posición que maximiza la estabilidad lateral de la máquina. Por ejemplo, para máquinas de trabajo oscilantes que comprenden una pluma, sólo se puede permitir que la máquina se balancee cuando la pluma está a menos de diez grados con respecto a un plano horizontal de la máquina.

55 Las máquinas oscilables que imponen un bloqueo de oscilación fijo no tienen en cuenta los efectos de la posición del aparato de manipulación de carga y el ángulo de oscilación sobre la estabilidad lateral de la máquina. Un dispositivo de bloqueo de oscilación fijo puede evitar que una máquina en funcionamiento oscilable se balancee, incluso si el estado de la máquina es tal que es seguro permitir que la máquina se balancee dentro de un rango de movimiento permitido. Por
60 ejemplo, para máquinas de trabajo oscilantes que comprenden una pluma con horquillas en un extremo libre de la misma que se utilizan para cargar y/o descargar paletas de un camión, un dispositivo de bloqueo de oscilación fijo puede evitar que la máquina se balancee para alinear las horquillas con las paletas en el camión en caso de que el ángulo de la pluma sea demasiado grande. En tal escenario, puede ser seguro para la máquina en funcionamiento realizar dicho movimiento de oscilación en función de su estado de estabilidad. Por lo tanto, un dispositivo de seguridad de oscilación fijo puede resultar demasiado restrictivo en muchas situaciones. Además, dichas máquinas miden la oscilación como la relación del
65 cuerpo de la máquina con el eje, en lugar de con la horizontal, y por lo tanto no tienen en cuenta las pendientes laterales al considerar la estabilidad. Además, dichas máquinas utilizan una válvula de apertura/cierre simple para controlar el

ajuste de la oscilación y, por lo tanto, requieren un mayor margen de seguridad para permitir los efectos dinámicos causados por el propio ajuste de la oscilación.

5 El documento US2004/131458 describe un método para controlar la función de elevación/extensión de una máquina de trabajo que comprende detectar la orientación lateral de la máquina de trabajo, comparar la orientación detectada con una orientación deseada y controlar la operación de elevación/extensión en respuesta a la situación real versus la posición deseada.

10 El documento US2002/002431 describe un dispositivo para controlar la estabilidad dinámica de un vehículo industrial, donde el chasis del vehículo mencionado está equipado con un par de ejes, desde cada uno de los cuales se extienden plumas, equipados en cuyos extremos hay pivotes de dirección articulados de las ruedas del citado vehículo industrial y donde se interponen entre el eje y el bastidor (16) del citado vehículo industrial hay cilindros hidráulicos. El dispositivo de control prevé que cada cilindro hidráulico esté asociado a transductores de presión capaces de indicar instantáneamente las cargas que pesan sobre cada cubo de rueda, permitiendo así, mediante un tratamiento de datos adecuado, detectar el estado de estabilidad del vehículo.

15 El documento US5997013 describe un sistema de suspensión estabilizadora que tiene un eje fijo y un eje oscilante. Cilindros hidráulicos capaces de extenderse y retraerse están conectados a cada extremo del eje oscilante. Un sensor de desnivel detecta el ángulo de inclinación del chasis tanto en dirección izquierda como derecha y, cuando se detecta un umbral predeterminado de inclinación, el cilindro hidráulico en el lado corriente abajo del chasis se bloquea para que no se retraiga, pero puede moverse libremente en dirección corriente abajo para permitir que la rueda de bajada permanezca en contacto con el suelo.

20 El documento US2017/291802 divulga un conjunto nivelador para un dispositivo de elevación que incluye una pluma portador, un eje, un primer actuador y un segundo actuador. La pluma portador incluye una base que define una primera interfaz configurada para acoplar de manera pivotante la pluma portador a un chasis del dispositivo de elevación para facilitar un ajuste de inclinación del conjunto nivelador, una proyección que define una segunda interfaz, y una transición que se extiende angularmente entre la base y la proyección de manera que la proyección esté elevada con respecto a la base. El eje define una tercera interfaz situada para acoplarse con la segunda interfaz para acoplar de forma pivotante el eje al pluma portador para facilitar un ajuste de oscilación del conjunto nivelador. El primer actuador está acoplado de manera pivotante a un primer extremo lateral del eje. El segundo actuador está acoplado de manera pivotante a un segundo extremo lateral opuesto del eje.

25 Las presentes enseñanzas buscan superar, o al menos mitigar los problemas de la técnica anterior.

35 RESUMEN

La presente invención proporciona un controlador, una máquina de trabajo y un método para controlar una máquina de trabajo según las reivindicaciones adjuntas.

40 Según un primer aspecto de las presentes enseñanzas, se proporciona un controlador para uso con una máquina de trabajo que comprende un cuerpo de máquina y un aparato de manipulación de carga acoplado al cuerpo de máquina y móvil mediante un actuador de elevación con respecto al cuerpo de máquina y móvil por un actuador de oscilación alrededor de un eje de oscilación con respecto a una orientación de referencia transversal. El controlador está configurado para recibir: una señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina o una orientación de referencia longitudinal; y una señal representativa de la estabilidad de la máquina en funcionamiento. El controlador está configurado además para determinar un rango de movimiento permitido del aparato de manipulación de carga alrededor del eje de oscilación y emitir una señal para su uso por un elemento de la máquina de trabajo que incluye el actuador de oscilación, que en respuesta a la señal emitida por el controlador está configurado para restringir o impedir el movimiento del aparato de manipulación de carga fuera del rango de movimiento permitido con respecto a la orientación de referencia transversal, dependiendo del rango de movimiento permitido de la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina o longitudinal orientación de referencia y sobre la señal representativa de la estabilidad de la máquina.

55 El controlador ayuda a mantener la estabilidad lateral de una máquina en funcionamiento limitando el movimiento de oscilación lateral (es decir, oscilación) del aparato de manipulación de carga de la máquina en funcionamiento basándose en las dos señales. Ventajosamente, el controlador puede usar las dos señales para permitir un rango de movimiento a través del cual el aparato de manipulación de carga puede girar alrededor del eje de oscilación que se considera seguro dependiendo del estado y la posición de la máquina. Por lo tanto, el controlador puede ayudar a aumentar el rango de oscilación permitido de una máquina en funcionamiento para permitir mejor las operaciones de oscilación; por ejemplo, para operaciones de apilado y desapilado en terrenos irregulares sin aumentar apreciablemente el coste y la complejidad de la máquina de trabajo.

60 El aparato de manipulación de carga puede comprender una pluma, y la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina puede corresponder a una medida del ángulo de la pluma con respecto a un plano predeterminado del cuerpo de la máquina. Alternativamente, la señal representativa de la posición

- 5 del aparato de manipulación de carga, una orientación de referencia longitudinal puede corresponder a una medición del ángulo de la pluma con respecto al controlador puede almacenar parámetros representativos de un primer ángulo de la pluma y un segundo ángulo de la pluma, siendo el primer ángulo de la pluma inferior al segundo ángulo de la pluma, y en el que el rango de movimiento permitido puede ser menor en el segundo ángulo de la pluma que cuando la pluma está en el primer ángulo de la pluma.
- 10 Una máquina de trabajo que comprende una pluma tiende a volverse más inestable lateralmente a medida que aumenta el ángulo de la pluma. Por lo tanto, reducir el rango de movimiento permitido a medida que aumenta el ángulo de la pluma ayuda a garantizar que la máquina de trabajo permanezca estable.
- 15 La señal representativa de la estabilidad de la máquina en funcionamiento puede corresponder a un momento longitudinal de inclinación de la máquina en funcionamiento.
- 20 El controlador puede almacenar parámetros representativos de un primer momento de inclinación y un segundo momento de inclinación de la máquina de trabajo, siendo el primer momento de inclinación inferior al segundo momento de inclinación, y en el que el rango de movimiento permitido puede ser menor cuando el momento de inclinación de la máquina de trabajo corresponde al primer momento de inclinación que cuando el momento de inclinación de la máquina de trabajo corresponde al segundo momento de inclinación.
- 25 Una máquina en funcionamiento tiende a volverse más estable lateralmente a medida que aumenta su momento de inclinación longitudinal. Esto se debe a que el centro de gravedad de la máquina en funcionamiento está más cerca de un eje de la máquina en funcionamiento cuyo oscilación está bloqueado, lo que proporciona una base más amplia a la envolvente de estabilidad de la máquina en funcionamiento. Por lo tanto, reducir el rango de movimiento permitido a medida que disminuye el momento de inclinación ayuda a garantizar que la máquina en funcionamiento permanezca estable.
- 30 El momento longitudinal de inclinación de la máquina de trabajo puede corresponder a una medición de carga de un eje de la máquina de trabajo, en donde el eje es para montar en él una estructura de contacto con el suelo, tal como un par de ruedas de contacto con el suelo.
- Esto permite una determinación sencilla del momento de inclinación de la máquina de trabajo.
- 35 El controlador puede recibir el rango de movimiento permitido a partir de una tabla o mapa de búsqueda predeterminado, la tabla o mapa de búsqueda predeterminado configurado para generar el rango de movimiento permitido que garantiza la estabilidad de la máquina de trabajo en función de las entradas de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina y la estabilidad de la máquina en funcionamiento.
- 40 Esto proporciona una forma sencilla de optimizar las características de estabilidad de la máquina de trabajo para maximizar la productividad.
- 45 El rango de movimiento permitido se puede obtener determinando una envolvente de estabilidad para la máquina en funcionamiento y una ubicación del centro de gravedad de la máquina en funcionamiento. El rango de movimiento permitido se puede elegir de manera que el centro de gravedad de la máquina de trabajo permanezca en la zona de estabilidad durante todo el rango de movimiento permitido.
- 50 Esto permite elegir un rango de movimiento permitido que garantice la estabilidad lateral de la máquina de trabajo. De esta manera, se maximiza el rango de movimiento permitido que proporciona un funcionamiento estable y seguro de la máquina de trabajo.
- 55 La orientación de referencia lateral puede corresponder a un eje horizontal definido de manera que la dirección de la aceleración debida a la gravedad sea normal al plano horizontal.
- El eje de oscilación puede ser paralelo a un plano de tierra debajo de la máquina de trabajo durante la operación.
- 60 En respuesta a la señal emitida por el controlador, el elemento de la máquina de trabajo puede configurarse para implementar un límite de velocidad superior de modo que se impida que el aparato de manipulación de carga se mueva a velocidades de rotación superiores al límite de velocidad superior alrededor del eje de oscilación.
- Esto permite elegir la velocidad máxima de oscilación de una máquina en funcionamiento que garantice la estabilidad lateral de la máquina en funcionamiento. Por lo tanto, el controlador puede permitir que una máquina en funcionamiento se balancee a velocidades de rotación más altas que en la técnica anterior cuando sea seguro hacerlo.
- 65 El controlador puede configurarse para recibir una señal representativa de una velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo, y el rango de movimiento permitido puede depender además de dicha señal.
- El controlador puede almacenar parámetros representativos de una primera velocidad de desplazamiento y una segunda

velocidad de desplazamiento, siendo la primera velocidad de desplazamiento inferior a la segunda velocidad de desplazamiento, y en el que el rango de movimiento permitido puede ser menor a la segunda velocidad de desplazamiento que a la primera velocidad de desplazamiento.

5 Se produce un mayor riesgo de que surja inestabilidad lateral a medida que aumenta la velocidad de avance de una máquina de trabajo. Por lo tanto, reducir el rango de movimiento permitido a medida que aumenta la velocidad de avance ayuda a garantizar que la máquina en funcionamiento permanezca estable.

10 El controlador puede configurarse además para emitir una señal para uso de una interfaz de operador tal como una pantalla o una alerta audible, que en respuesta a dicha señal está configurada para proporcionar una indicación del rango de movimiento permitido.

15 Esto permite que un operador de la máquina en funcionamiento sepa cuándo es seguro cambiar el ángulo de oscilación de la máquina en trabajo y, potencialmente, cuánto puede cambiar el ángulo de oscilación de la máquina en trabajo.

El controlador puede configurarse además para emitir una señal para uso del elemento de la máquina de trabajo, que en respuesta a dicha señal está configurado para mover el aparato de manipulación de carga alrededor del eje de oscilación a una posición deseada dentro del rango de movimiento permitido.

20 Esto permite que el controlador cambie automáticamente el ángulo de oscilación de la máquina en funcionamiento a un ángulo determinado (por ejemplo, un ángulo especificado por el operador de la máquina en funcionamiento). Ventajosamente, el controlador puede cambiar el ángulo de oscilación de modo que el aparato de manipulación de carga esté nivelado con un vehículo o plataforma en el que está cargando o descargando la carga.

25 La máquina de trabajo puede comprender además un par de patas estabilizadoras que se pueden mover para acoplarse a una superficie del suelo subyacente. El controlador puede configurarse además para recibir una señal representativa de la posición de las patas estabilizadoras, y el rango de movimiento permitido puede depender además de dicha señal.

30 El rango de movimiento permitido puede ser mayor cuando las patas estabilizadoras se mueven para acoplarse con la superficie del suelo subyacente que cuando las patas estabilizadoras no se acoplan con la superficie del suelo subyacente.

Una máquina en funcionamiento tiende a ser más estable lateralmente si tiene patas estabilizadoras desplegadas. Por lo tanto, el rango de movimiento permitido se puede aumentar ventajosamente cuando las patas estabilizadoras de la máquina de trabajo están desplegadas, asegurando al mismo tiempo que la máquina de trabajo permanezca estable.

35 Según un segundo aspecto de las presentes enseñanzas, se proporciona un sistema de control que incorpora un controlador según el primer aspecto de las enseñanzas.

40 El sistema de control puede comprender además: un sensor de carga para medir la estabilidad de la máquina en funcionamiento, estando configurado el sensor de carga para emitir la señal representativa de la estabilidad de la máquina en funcionamiento recibida por el controlador; y/o un sensor de ángulo para medir un ángulo de una pluma comprendida en el aparato de manipulación de carga con respecto a un plano horizontal del cuerpo de la máquina, estando configurado el sensor de ángulo para emitir la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto a el cuerpo de la máquina recibido por el controlador.

45 Según un tercer aspecto de las presentes enseñanzas, se proporciona una máquina de trabajo que incorpora un controlador según el primer aspecto de las presentes enseñanzas o un sistema de control según el segundo aspecto de las presentes enseñanzas. La máquina de trabajo comprende un cuerpo de máquina y un aparato de manipulación de carga acoplado al cuerpo de máquina y móvil mediante un primer sistema de accionamiento de movimiento con respecto al cuerpo de máquina y móvil mediante un actuador de oscilación alrededor de un eje de oscilación con respecto a una orientación de referencia.

50 La máquina de trabajo puede comprender además un eje para montar en ella una estructura de contacto con el suelo, tal como un par de ruedas de contacto con el suelo, siendo el eje pivotable con respecto al cuerpo de la máquina. El actuador de oscilación puede configurarse para ajustar un ángulo de pivote entre el eje y el cuerpo de la máquina de modo que el aparato de manipulación de carga se pueda mover alrededor del eje de oscilación.

55 La máquina de trabajo puede comprender además un eje adicional para montar en ella una estructura de contacto con el suelo, tal como un par de ruedas de contacto con el suelo, siendo el eje adicional pivotable con respecto al cuerpo de la máquina.

60 La máquina de trabajo puede comprender además un actuador de oscilación adicional configurado para ajustar un ángulo de pivote entre el eje adicional y el cuerpo de la máquina de manera que el aparato de manipulación de carga se pueda mover alrededor del eje de oscilación.

65 El aparato de manipulación de carga puede comprender una pluma.

La máquina de trabajo puede ser un manipulador telescópico, una minicargadora o una cargadora telescópica de ruedas.

5 La máquina de trabajo puede comprender además un par de patas estabilizadoras móviles para acoplarse a una superficie del suelo subyacente.

10 Según un cuarto aspecto de las presentes enseñanzas, se proporciona un método para controlar una máquina de trabajo que comprende un cuerpo de máquina y un aparato de manipulación de carga acoplado al cuerpo de máquina y móvil mediante un primer sistema de actuación de movimiento con respecto al cuerpo de máquina y móvil mediante un actuador de oscilación alrededor de un eje de oscilación con respecto a una orientación de referencia lateral. El método comprende las etapas de:

15 recibir una señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina;

recibir una señal representativa de la estabilidad de la máquina en funcionamiento;

20 determinar un rango de movimiento permitido del aparato de manipulación de cargas alrededor del eje de oscilación, dependiendo el rango de movimiento permitido de la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de cargas con respecto al cuerpo de la máquina y de la señal representativa de la estabilidad de la máquina; y

emitir una señal para su uso por un elemento de la máquina de trabajo que incluye el actuador de oscilación, que en respuesta a la señal emitida está configurado para restringir o evitar el movimiento del aparato de manipulación de carga fuera del rango de movimiento permitido con respecto a la orientación de referencia lateral.

25 El aparato de manipulación de carga puede comprender una pluma, y la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina puede corresponder a una medida del ángulo de la pluma con respecto a un plano horizontal del cuerpo de la máquina.

30 El método puede comprender además los pasos de determinar un primer ángulo de pluma y un segundo ángulo de pluma, siendo el primer ángulo de pluma más bajo que el segundo ángulo de pluma, y en donde el rango de movimiento permitido puede ser menor en el segundo ángulo de pluma que cuando el la pluma está en el primer ángulo de la pluma.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Ahora se describen formas de realización a modo de ejemplo sólo con referencia a los dibujos, en los que:

40 La Figura 1 es una vista lateral de una máquina de trabajo según un aspecto de las enseñanzas;

La Figura 2 es una representación esquemática del segundo eje de la máquina de trabajo de la Figura 1.

45 La Figura 3 es una representación esquemática de la máquina de trabajo de la Figura 1 en un plano de tierra visto desde atrás;

Las Figuras 4a-4g son representaciones esquemáticas de la máquina de trabajo de la Figura 1 en diferentes configuraciones con las Figuras 4a-4c correspondientes a la sección B-B mostrada en la Figura 4g y las Figuras 4d-4f correspondientes a la sección A-A mostrada en la Figura 4g;

50 La Figura 5 es una representación esquemática de la máquina de trabajo de la Figura 1 vista desde atrás en un plano de tierra;

55 La Figura 6 es un diagrama de un controlador según un aspecto de las enseñanzas y un sistema de control según un aspecto de las enseñanzas;

La Figura 7 es un diagrama de un controlador según un aspecto de las enseñanzas y un sistema de control según un aspecto de las enseñanzas; y

60 La Figura 8 es una versión anotada de la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

65 La Figura 1 muestra una vista lateral de una máquina de trabajo 100. En particular, la máquina de trabajo 100 es un manipulador telescópico. La máquina de trabajo 100 incluye un cuerpo de máquina 102, un aparato de manipulación de carga 104 y una cabina 110 dentro de la cual pueden ubicarse uno o más controles para controlar la máquina de trabajo 100 y un operador de la máquina de trabajo 100.

5 El aparato de manipulación de carga 104 está acoplado al cuerpo de la máquina 102 a través de un pivote 106. El aparato de manipulación de carga 104 puede girar alrededor del pivote 106 de manera que el aparato de manipulación de carga se puede mover dentro del plano x-y mostrado en la Figura 1. En esta forma de realización el pivote 106 está situado hacia la parte trasera del cuerpo de la máquina 102 de la máquina de trabajo 100.

10 En la forma de realización ilustrada, el aparato de manipulación de carga 104 incluye una pluma 116 con un implemento 118 montado en un extremo libre del mismo. En particular, el implemento 118 es un par de horquillas (sólo se puede ver una horquilla en la Figura 1). Las horquillas son adecuadas para soportar una carga rígida tal como una o más paletas, y pueden pivotar alrededor de un eje transversal con respecto a la pluma 116. En esta forma de realización, el implemento 118 está ubicado delante del cuerpo de la máquina 102 cuando la pluma 116 está en una posición baja.

15 La pluma 116 está acoplada al cuerpo de la máquina 102 a través del pivote 106, y se puede mover alrededor del pivote 106 de manera que se puede formar un ángulo entre la pluma 116 y un plano predeterminado del cuerpo de la máquina 102 (denominado en lo sucesivo el ángulo de la pluma) puede ser alterado. Esto se ilustra en la Figura 1, donde el aparato de manipulación de carga 104 se muestra en líneas fantasma para un primer ángulo de pluma θ_1 y un segundo ángulo de pluma θ_2 . Como puede verse en la Figura 1, el primer ángulo de pluma θ_1 es menor que el segundo ángulo de pluma θ_2 .

20 En la forma de realización ilustrada, la pluma 116 tiene una orientación fija con respecto al cuerpo de la máquina 102 alrededor de un eje vertical del cuerpo de la máquina 102; es decir, la pluma 116 está restringido de manera que no puede pivotar alrededor de un eje vertical del cuerpo de la máquina 102.

25 Para mover el aparato de manipulación de carga 104 con respecto al cuerpo de la máquina 102, la máquina de trabajo 100 comprende un actuador de elevación 108. El actuador de elevación 108 comprende un par de arietes hidráulicos 109 (uno visible) que aumentan el ángulo de la pluma a medida que los arietes 109 se extienden y reducen el ángulo de la pluma a medida que los arietes 109 se retraen.

30 Sin embargo, en formas de realización alternativas (no mostradas), el actuador de elevación 108 puede incluir solo un único ariete hidráulico 109.

35 En la forma de realización ilustrada en la Figura 1, la pluma 116 es telescópica y comprende un actuador telescópico 117 que incluye un ariete hidráulico que permite que el implemento 118 se coloque de forma remota con respecto al cuerpo de la máquina 102. La pluma 116 se muestra en su posición completamente retraída en la Figura 1.

40 Aunque no se ilustra, la máquina de trabajo 100 incluye una disposición de sensor de ángulo de la pluma para medir o estimar el ángulo de la pluma. La disposición del sensor del ángulo de la pluma puede tener la forma de, por ejemplo, un potenciómetro o cualquier otro sensor electrónico adecuado. En esta forma de realización, el sensor de ángulo de la pluma mide el ángulo de la pluma con respecto al cuerpo de la máquina 102, por ejemplo, con respecto a un plano predeterminado tal como el definido por los centros de rotación de cada una de las ruedas (ver más abajo). En otras formas de realización, el sensor de ángulo de la pluma puede medir el ángulo de la pluma con respecto a una orientación de referencia longitudinal, por ejemplo, un eje horizontal longitudinal definido de manera que la dirección de aceleración debida a la gravedad sea normal al eje horizontal longitudinal.

45 La máquina de trabajo 100 también puede incluir una disposición de sensor de extensión de pluma (no mostrada) para medir o estimar la extensión del implemento 118 con respecto al cuerpo de la máquina 102. La máquina de trabajo 100 también puede incluir o incluir alternativamente un interruptor de retracción de pluma (no mostrado) configurado para determinar si la pluma 116 está completamente retraída o no, pero que no puede determinar el grado de extensión de la pluma más allá de una posición completamente retraída.

50 La máquina de trabajo 100 comprende un primer eje 120 y un segundo eje 122 que está alineado paralelo al primer eje 120. Ambos ejes 120, 122 no son visibles en la Figura 1 sino que están representados como círculos discontinuos que indican sus perfiles. El cuerpo de la máquina 102 está montado tanto sobre el primer eje 120 como sobre el segundo eje 122.

55 En la forma de realización mostrada en la Figura 1, el primer eje 120 es el eje trasero de la máquina de trabajo 100 y el segundo eje 122 es el eje delantero de la máquina de trabajo 100. Sin embargo, en formas de realización alternativas, el primer eje 120 puede ser el eje delantero y el segundo eje 122 puede ser el eje trasero de la máquina de trabajo 100.

60 Una estructura de contacto con el suelo 112 está montada tanto en el primer eje 120 como en el segundo eje 122. En particular, cada estructura de contacto con el suelo 112 es un par de ruedas de contacto con el suelo donde sólo una rueda de cada par es visible en la Figura 1.

65 En la forma de realización ilustrada, una disposición de detección de inclinación que comprende un sensor de carga (no mostrado) está montado en el primer eje 120. En esta disposición, el sensor de carga está configurado para detectar un parámetro que es representativo de un momento de inclinación de la máquina 100 alrededor de un eje transversal de la

máquina.

5 En esta forma de realización, el sensor de carga mide o estima la carga o el peso de la máquina de trabajo 100 que se imparte al primer eje 120 (denominado carga por eje retenida). Se apreciará que en formas de realización alternativas dicha disposición de detección de inclinación puede adoptar otras formas, por ejemplo, puede ser un medidor de tensión o un pasador interpuesto entre el primer eje 120 y el cuerpo de la máquina 102, o puede detectar otros parámetros tales como la presión hidráulica en el actuador de elevación 108, por ejemplo.

10 La carga impartida sobre el primer eje 120 medida o estimada por el sensor de carga se puede usar para determinar un momento de inclinación de la máquina de trabajo 100. El momento de inclinación es el momento resultante que actúa sobre la máquina de trabajo 100 alrededor de un eje paralelo al primer y segundo eje 120, 122 que intersecta el centro de gravedad de la máquina de trabajo 100, es decir, un momento dentro del plano x-y mostrado en la Figura 1. El momento de inclinación se define como positivo en el sentido antihorario en la Figura 1.

15 Cuando la máquina de trabajo 100 está estable, su centro de gravedad está ubicado a lo largo de la dirección x en la Figura 1. Además, cuando las patas estabilizadoras 114 están desplegadas, el centro de gravedad de la máquina de trabajo 100 está ubicado entre el primer eje 120 y las patas estabilizadoras 114, y cuando las patas estabilizadoras 114 no están desplegadas, el centro de gravedad de la máquina de trabajo 100 está situado entre el primer eje 120 y el segundo eje 122. Por lo tanto, a medida que aumenta el momento de inclinación, la carga impartida por la máquina de trabajo 100 se reduce sobre el primer eje 120 y viceversa. Si la carga retenida en el primer eje 120 se reduce a cero, esto indica que la máquina 100 está a punto de inclinarse hacia adelante alrededor del segundo eje 122, o las patas estabilizadoras 114 si están bajadas.

25 Se apreciará que, para un ángulo de pluma constante, aumentar la carga sobre el implemento 118 puede aumentar el momento de inclinación y reducir la carga sobre el implemento 118 puede reducir el momento de inclinación. También se apreciará que para una carga constante sobre el implemento 118, aumentar el ángulo de la pluma puede reducir el momento de inclinación y reducir el ángulo de la pluma puede aumentar el momento de inclinación.

30 En la forma de realización ilustrada, el primer eje 120 es un eje oscilante configurado para permitir que el primer eje 120 pueda girar con respecto al cuerpo de la máquina 102 alrededor de un eje de oscilación 124. El eje de oscilación 124 es perpendicular tanto al primer eje 120 como al segundo eje y pasa generalmente por los puntos medios de ambos ejes 120, 122; estando generalmente alineado el eje de oscilación 124 con la dirección x en la Figura 1. En la Figura 1, la sección del eje de oscilación 124 que pasa por el centro de la máquina de trabajo 100 se representa como una línea de puntos para indicar que el eje de oscilación 124 no está ubicado a un lado de la máquina de trabajo 100.

35 El eje de oscilación 124 es generalmente paralelo a un plano de tierra debajo de la máquina de trabajo 100.

40 En la forma de realización ilustrada, un par de patas estabilizadoras 114 están montadas en esta forma de realización en un subconjunto que pivota junto con el segundo eje 122 (sólo una de las patas estabilizadoras 114 es visible en la Figura 1). Cada pata estabilizadora 114 es móvil para acoplarse a una superficie del suelo debajo de la máquina de trabajo 100 durante la operación. Cada pata estabilizadora 114 comprende un ariete hidráulico extensible 115, cuya extensión permite que cada pata estabilizadora 114 se extienda desde una posición completamente retraída (no mostrada) en la que cada pata estabilizadora 114 no se acopla a la superficie del suelo subyacente, hasta una posición completamente extendida. (no mostrado) en el que cada pata estabilizadora 114 se acopla a una superficie del suelo subyacente. En la Figura 1, las patas estabilizadoras 114 se muestran en una posición parcialmente extendida.

50 Las patas estabilizadoras 114 aumentan la estabilidad hacia adelante de la máquina de trabajo 100 reduciendo la longitud de la pluma de momento de vuelco y aumentando la longitud de la pluma de momento del momento estabilizador de la masa de la máquina. Además, si las patas estabilizadoras son más anchas que la vía de las ruedas cuando están bajadas también puede aumentar la estabilidad lateral de la máquina de trabajo 100. Como tal, las patas estabilizadoras 114 aumentan los umbrales de momento requeridos para inclinar la máquina de trabajo 100 en la posición direcciones hacia adelante y lateral, es decir, en las direcciones x y z en la Figura 1.

55 Aunque no se ilustra, la máquina de trabajo 100 incluye una disposición de sensor estabilizador de pierna. La disposición de sensor de pata estabilizadora está configurada para proporcionar una señal de salida que es representativa de la posición de las patas estabilizadoras 114. Por ejemplo, la disposición de sensor de pata estabilizadora puede emitir una señal binaria que indica si las patas estabilizadoras 114 están completamente desplegadas. Adicional o alternativamente, la disposición de sensor de pata estabilizadora puede medir la presión en los actuadores hidráulicos 115 para determinar si las patas estabilizadoras 114 encuentran o no resistencia al acoplarse con el suelo sólido subyacente.

60 La Figura 2 ilustra esquemáticamente el segundo eje 122 y la ubicación del eje de oscilación 124 en el punto medio del mismo. Un actuador de oscilación 230 está interpuesto entre el segundo eje 122 y el cuerpo de la máquina 102. El actuador de oscilación 230 es en esta forma de realización un ariete hidráulico lineal. Una extensión superior del actuador de oscilación 230 está montada en el cuerpo de la máquina 102 y una extensión inferior del actuador de oscilación 230 está montada en el segundo eje 122.

El cuerpo de la máquina 102 también está montado en una junta pivotante 234, donde la junta pivotante 234 está montada en el segundo eje 122. La junta pivotante 234 permite que el cuerpo de la máquina 102 pivote con respecto al segundo eje 122 alrededor del eje de oscilación 124.

5 El actuador de oscilación 230 es extensible y retráctil de manera que la extensión del actuador de oscilación 230 hace pivotar el cuerpo de máquina 102 con respecto al segundo eje 122 alrededor del eje de oscilación 124 en una dirección antihoraria indicada por la flecha 235 en la Figura 2. Aunque no se muestra, se apreciará que retraer el actuador de oscilación 230 haría pivotar el cuerpo de máquina 102 con respecto al segundo eje 122 alrededor del eje de oscilación 124 en el sentido de las agujas del reloj en la Figura 2.

10 Dado que el primer eje 120 es un eje oscilante, el pivotamiento del cuerpo de la máquina 102 con respecto al segundo eje 122 por el actuador de oscilación 230 hará aún más hacer que el cuerpo de la máquina 102 pivote con respecto al primer eje 120. Por lo tanto, el actuador de oscilación 230 es capaz de pivotar el cuerpo de la máquina 102 con respecto tanto al primer eje 120 como al segundo eje 122 alrededor del eje de oscilación 124.

15 Al acoplar el aparato de manipulación de carga 104 al cuerpo de la máquina 102 (ver Figura 1) y está fijado con respecto al cuerpo de la máquina 102 en el plano y-z mostrado en la Figura 2, el actuador de oscilación 230 también es capaz de mover el aparato de manipulación de carga 104 con respecto a ambos ejes 120, 122 alrededor del eje de oscilación 124.

20 En formas de realización alternativas (no mostradas), el primer eje 120 no es un eje 25 que oscila libremente y en su lugar tiene una disposición similar al segundo eje 122 mostrado en la Figura 2. En algunas formas de realización, un segundo actuador de oscilación está interpuesto entre el primer eje 120 y el cuerpo de la máquina 102. El segundo actuador de oscilación incluye un ariete hidráulico lineal. Una extensión superior del actuador está montada en el cuerpo de la máquina 102 y una extensión inferior del actuador está montada en el primer eje 120. Para pivotar el cuerpo de la máquina 102 con respecto a los ejes primero y segundo 120, 122, los actuadores primero y segundo de oscilación funcionan al unísono, es decir, el actuador de oscilación 230 y el segundo actuador de oscilación se extienden o retraen en la misma cantidad.

25 Como se analizó anteriormente, las patas estabilizadoras 114 están montadas en un subconjunto que puede pivotar alrededor de un eje longitudinal con respecto al cuerpo de la máquina 102, y pivota junto con el segundo eje 122 (no mostrado en la Figura 2). Por lo tanto, el actuador de oscilación 230 también puede hacer pivotar el cuerpo de la máquina 102 con respecto al segundo eje 122 cuando las patas estabilizadoras 114 están desplegadas.

30 Sin embargo, en formas de realización alternativas (no mostradas), las patas estabilizadoras 114, cuando se despliegan, pueden ser capaces de pivotar activamente el cuerpo de la máquina 102, y por lo tanto el aparato de manipulación de carga 104, alrededor del eje de oscilación 124. En tales formas de realización, el actuador hidráulico utilizado para desplegar las patas estabilizadoras 114 puede levantar independientemente la estructura de acoplamiento al suelo 112 montada en el segundo eje 122 lejos de la superficie del suelo subyacente. Las patas estabilizadoras 114 pueden entonces hacer pivotar el cuerpo de la máquina 102 alrededor del eje de oscilación 124 extendiendo una primera de las patas estabilizadoras 114 y/o retrayendo una segunda de las patas estabilizadoras 114 para hacer pivotar el cuerpo de la máquina 102 en una primera dirección, y retrayendo la primera de las patas estabilizadoras 114 y/o extender la segunda de las patas estabilizadoras 114 para hacer pivotar el cuerpo de la máquina 102 en una segunda dirección opuesta. Como tales, estos actuadores hidráulicos actúan como actuador de oscilación.

35 En formas de realización alternativas (no mostradas), la máquina de trabajo 100 puede incluir suspensión activa independiente (por ejemplo, suspensión neumática) entre uno o ambos ejes 120, 122 y el cuerpo de la máquina 102. Por ejemplo, la máquina de trabajo 100 puede incluir amortiguadores extensibles y retráctiles de forma independiente cerca de cada rueda 112. En tales formas de realización, la suspensión activa se puede accionar para hacer pivotar el cuerpo de la máquina 102, y por lo tanto el aparato de manipulación de carga 104, alrededor del eje de oscilación 124, sin requerir el actuador de oscilación 230.

40 La Figura 3 ilustra esquemáticamente la máquina en funcionamiento 100 en un plano de tierra 348. La flecha de punto y guion 346 en la Figura 3 representa una dirección gravitacional; es decir, una dirección que apunta hacia el centro de la tierra. Por lo tanto, se puede ver en la Figura 3 que el plano de tierra 348 define una inclinación o pendiente.

45 Una orientación de referencia lateral 340 se representa como una línea discontinua en la Figura 3. La orientación de referencia lateral 340 es un plano horizontal definido de manera que la gravedad 346 es normal al plano horizontal.

50 Una orientación de eje 342 se representa como una línea de guion-punto-punto en la Figura 3. La orientación de eje 342 es paralela tanto al primer como al segundo eje 120, 122 e intersecta el eje de oscilación 124. La orientación de eje 342 es sustancialmente paralela a la plano de tierra 348 debajo de la máquina de trabajo 100.

55 Una orientación del cuerpo de la máquina 344 se representa como una línea de puntos en la Figura 3. La orientación del cuerpo de la máquina 344 es un plano que intersecta el eje de oscilación 124, y está fijado y se mueve con el cuerpo de la máquina 102. La orientación del cuerpo de la máquina 344 corresponde a un plano horizontal del cuerpo de la máquina 102.

- En la Figura 3, la orientación del eje 342 está en un ángulo α con respecto a la orientación de referencia lateral 340. Dado que el plano de tierra 348 está inclinado, el suelo. El ángulo plano α es distinto de cero. El actuador de oscilación 230 ha pivotado el cuerpo de la máquina 102 con respecto a los ejes primero y segundo 120, 122 como se muestra en la Figura 2. Por lo tanto, un ángulo de oscilación local β entre la orientación del cuerpo de la máquina 344 y la orientación del eje 342 es distinto de cero. Puede verse en la Figura 3 que un ángulo de oscilación global φ entre la orientación del cuerpo de la máquina 344 y la orientación de referencia lateral 340 se define como la suma del ángulo del plano de tierra α y el ángulo de oscilación local β , es decir, $\varphi = \alpha + \beta$.
- Aunque no se ilustra, la máquina de trabajo 100 puede incluir una disposición de sensor de ángulo de oscilación local para medir o estimar el ángulo de oscilación local β . Dicho sensor de ángulo de oscilación local puede tener la forma de un potenciómetro montado en la junta pivotante 234, por ejemplo.
- La máquina de trabajo 100 también puede incluir adicionalmente una disposición de sensor de ángulo del plano de tierra para medir o estimar el ángulo α del plano de tierra. El sensor de ángulo del plano de tierra puede tener la forma de un giroscopio montado en el primer eje 120 y/o en el segundo eje 122, por ejemplo. Adicional o alternativamente, la máquina de trabajo 100 puede incluir un sensor de ángulo de oscilación global para medir o estimar el ángulo de oscilación local β . El sensor de ángulo de oscilación global puede tener la forma de un giroscopio montado en el cuerpo de la máquina 102, la cabina 110 o el aparato de manipulación de carga 104, por ejemplo.
- Las figuras 4a-4f muestran representaciones esquemáticas de la máquina de trabajo 100 en un plano de tierra inclinado 348. Una envolvente de estabilidad 450 de la máquina de trabajo 100 se representa como un triángulo dibujado con una línea discontinua.
- Aunque se muestra como un triángulo en las Figuras 4a-4f, en tres dimensiones, la envolvente de estabilidad 450 tiene la forma de una pirámide de base triangular ya que el primer eje 120 puede oscilar libremente. Esto se ilustra en la Figura 4g que muestra, esquemáticamente, una vista en planta de la máquina de trabajo 100 en terreno nivelado y su correspondiente envolvente de estabilidad 450. Puede verse que un lado de la base triangular de la envolvente de estabilidad 450 está alineado con la segunda eje 122, y un vértice de la base triangular de la envoltura de estabilidad 450 está ubicado en un punto medio del primer eje 120.
- En formas de realización alternativas (no mostradas), en las que se evita que el primer eje 120 se balancee, la envoltura de estabilidad puede tener la forma de un prisma triangular.
- El centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 se representa como un círculo dibujado con una línea discontinua en las Figuras 4a-g. La máquina de trabajo 100 es estable cuando el centro de gravedad 452 está ubicado dentro de la envoltura de estabilidad 450. Cuando el centro de gravedad 452 está fuera de la envoltura de estabilidad 450, la máquina de trabajo 100 es inestable y puede volcar sobre uno de sus lados.
- La envolvente de estabilidad 450 para la máquina de trabajo 100 se puede determinar mediante cualquier método conocido en la técnica. Por ejemplo, la envolvente de estabilidad 450 puede determinarse mediante un proceso de prueba o mediante simulación de un modelo computacional basado en física.
- El centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 depende de la distribución de masa de la máquina de trabajo 100. El movimiento del aparato de manipulación de carga 104 con respecto al cuerpo de la máquina 102 puede cambiar la ubicación del centro de gravedad 452 con respecto a la cuerpo de máquina 102; como se demostrará a continuación.
- En las Figuras 4a-4c, el aparato de manipulación de carga 104 está en un ángulo de pluma θ_1 , que se muestra en trazos en la Figura 1. En las Figuras 4d-4e, el aparato de manipulación de carga 104 está en un ángulo de pluma θ_2 , que también se muestra en trazos en la Figura 1. Puede verse a partir de la comparación de las figuras que el centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 está más alejado del cuerpo de la máquina 102 cuando el aparato de manipulación de carga 104 está en un ángulo de pluma más alto.
- En la Figura 4g, un primer centro de gravedad 452a de la máquina de trabajo 100 corresponde a cuando el aparato de manipulación de carga 104 está en el ángulo θ_1 de la pluma y un segundo centro de gravedad 452b corresponde a cuando el aparato 104 de manipulación de carga está en el ángulo θ_2 de la pluma. Se puede ver que a medida que aumenta el ángulo de la pluma, la ubicación del centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 se mueve hacia atrás hacia el primer eje 120. También se puede ver que la base de la envolvente de estabilidad 450 se estrecha hacia el primer eje 120.
- Las Figuras 4a-4c corresponden a la sección B-B que se muestra en la Figura 4g y las Figuras 4d-4f corresponden a la sección A-A que se muestra en la Figura 4g.
- En las Figuras 4a y 4d, el ángulo de oscilación local β es cero; es decir, el plano horizontal del cuerpo de la máquina 102 es paralelo a los ejes primero y segundo 120, 122. Sin embargo, dado que la máquina de trabajo 100 está en un plano de tierra con un ángulo α del plano de tierra distinto de cero, el ángulo de oscilación local φ es igual al ángulo del plano de tierra α ; es decir, $\varphi = \alpha$.

En ambas Figuras 4a y 4d, el centro de gravedad 452 está ubicado dentro de la envolvente de estabilidad 450. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 es estable para ambas posiciones del aparato de manipulación de carga 104 para este ángulo de oscilación local φ .

En las Figuras 4b y 4e, el ángulo de oscilación local β es distinto de cero. El actuador de oscilación 230 ha hecho pivotar el cuerpo de la máquina 102 alrededor del eje de oscilación 124 en dirección contraria a las agujas del reloj con respecto a las Figuras 4a y 4d. Teniendo en cuenta el plano de tierra inclinado 348, el ángulo de oscilación local φ de la máquina de trabajo 100 mostrada en las Figuras 4b y 4e es igual a φ_1 , que es mayor que el ángulo α del plano de tierra; es decir, $\varphi_1 > \alpha$.

En ambas figuras 4b y 4e, el centro de gravedad 452 está ubicado dentro de la envolvente de estabilidad 450. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 es estable en ambas figuras. Sin embargo, se puede ver que en la Figura 4e, el centro de gravedad 452 está próximo al límite de la envolvente de estabilidad 450. Por lo tanto, en relación con la configuración de ángulo de pluma más bajo mostrada en la Figura 4b, la configuración de ángulo de pluma más alto mostrada en la Figura 4e es menos estable lateralmente.

En las Figuras 4c y 4f, el actuador de oscilación 230 ha hecho pivotar el cuerpo de la máquina 102 alrededor del eje de oscilación 124 en sentido antihorario con respecto a las Figuras 4b y 4e. Por lo tanto, el ángulo de oscilación local β es mayor en las Figuras 4c y 4f con respecto a las Figuras 4b y 4e. Teniendo en cuenta el plano de tierra inclinado 348, el ángulo de oscilación local φ de la máquina de trabajo 100 mostrada en las Figuras 4c y 4f es igual a φ_2 , que es mayor que φ_1 ; es decir, $\varphi_2 > \varphi_1$.

En la Figura 4c, el centro de gravedad 452 está situado dentro de la envolvente de estabilidad 450 y, por lo tanto, la máquina de trabajo 100 es estable. En la Figura 4f, el centro de gravedad 452 está fuera de la envolvente de estabilidad 450. Por lo tanto, en la configuración mostrada en la Figura 4f, la máquina de trabajo 100 es lateralmente inestable y puede volcarse hacia el lado izquierdo de la máquina de trabajo 100 como se muestra en la figura.

Se apreciará de la discusión anterior que la posición del aparato de manipulación de carga 104 puede alterar la estabilidad de la máquina de trabajo 100. También se apreciará que el rango de ángulos de oscilación global φ dentro del cual la máquina de trabajo 100 permanece estable (en adelante denominado rango de movimiento permitido) se reducirá a medida que el aparato de manipulación de carga 104 se coloque de manera que aumente la distancia entre el centro de gravedad 452 y el cuerpo de la máquina 102. En particular, el rango de movimiento permitido se reducirá a medida que el ángulo de la pluma de la pluma 116 aumenta.

La Figura 5 muestra la máquina de trabajo 100 como se muestra en la Figura 3, donde el cuerpo de la máquina 102 está en un ángulo de oscilación local φ alrededor del eje de oscilación 124 con respecto a la orientación de referencia lateral 340.

Un primer límite de estabilidad 560 se representa como una línea de guion-punto-punto en la Figura 5, y está en un ángulo φ_a con respecto a la orientación de referencia lateral 340. Un segundo límite de estabilidad 562 también se representa como una línea de guion-punto-punto en la Figura 5, y está en un ángulo φ_b con respecto a la orientación de referencia lateral.

El centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 está dentro de la envolvente de estabilidad 450 cuando la orientación del cuerpo de la máquina 344 está entre el primer límite de estabilidad 560 y el segundo límite de estabilidad; es decir, el ángulo de oscilación local φ de la máquina de trabajo 100 está dentro del rango de movimiento permitido $[\varphi_a, \varphi_b]$ 350. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 es estable cuando el ángulo de oscilación local φ de la máquina de trabajo 100 está dentro del rango de movimiento permitido 350.

El centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 está fuera de la envolvente de estabilidad 450 cuando el ángulo de oscilación local φ de la máquina de trabajo 100 está fuera del rango de movimiento permitido 350. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 es inestable cuando el oscilación global. El ángulo φ de la máquina de trabajo 100 está fuera del rango de movimiento permitido 350.

Puede verse que en la Figura 5 el cuerpo de la máquina 102 no está alineado con la orientación de referencia lateral 340 y, en consecuencia, el implemento 118 (horquillas para paletas) no está alineado con una plataforma P que transporta una carga L que descansa sobre una superficie elevada pero horizontal. Como tal, las horquillas para paletas no pueden acoplarse con la paleta P para levantar la carga L.

También se puede ver en la Figura 5 que la máquina de trabajo 100 está inclinada. En relación con la pendiente, el rango de movimiento permitido 350 indica que el cuerpo de la máquina 102 y el aparato de manipulación de carga 104 pueden pivotar de forma segura alrededor del eje de oscilación 124 en una medida mucho mayor hacia la parte superior de la pendiente que hacia la parte inferior de la pendiente.

La Figura 6 muestra una representación esquemática de un controlador 600 para uso con la máquina de trabajo 100. El

ES 2 985 333 T3

controlador 600 está configurado para recibir una primera señal de entrada 622 representativa de la posición del aparato de manipulación de carga 104 con respecto al cuerpo de la máquina 102 desde una primera disposición de sensor 602. El controlador 600 también está configurado para recibir una segunda señal de entrada 624 representativa de la estabilidad de la máquina de trabajo 100 desde una segunda disposición de sensor 604.

5

En la forma de realización ilustrada, la primera señal de entrada 622 corresponde a una medición del ángulo entre la pluma 116 y un plano horizontal del cuerpo de la máquina 102; es decir, el ángulo de la pluma. La primera disposición de sensor 602 incluye el sensor de ángulo de pluma.

10

En formas de realización alternativas, se apreciará que la primera señal de entrada 622 puede corresponder a la extensión telescópica de la pluma 116, o un ángulo de articulación de una retroexcavadora, por ejemplo.

15

En la forma de realización ilustrada, la segunda señal de entrada 624 corresponde al momento de inclinación de la máquina de trabajo 100. El momento de inclinación de la máquina de trabajo 100 se determina a partir de una medición de la carga impartida sobre el primer eje 120 por la máquina de trabajo 100. Por lo tanto, la segunda disposición de sensor 604 incluye el sensor de carga.

20

Adicional o alternativamente, la segunda señal de entrada 624 puede corresponder a una presión del cilindro en el actuador de oscilación 230 medida por un sensor de presión. La presión del cilindro puede indicar la carga impartida por la máquina de trabajo 100 sobre el segundo eje 122 y, por lo tanto, puede usarse para determinar el momento de inclinación de la máquina de trabajo 100.

25

El controlador 600 también puede configurarse para recibir una tercera señal de entrada 626 representativa de una velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo 100 desde una tercera disposición de sensor 606. La tercera disposición de sensor 606 puede incluir un velocímetro y/o un dispositivo GPS, por ejemplo.

30

El controlador 600 también puede configurarse para recibir una cuarta señal de entrada 628 representativa de la posición de las patas estabilizadoras 114 desde una cuarta disposición de sensor 608. La cuarta disposición de sensor 608 puede corresponder a la disposición de sensor de pata estabilizadora.

35

El controlador 600 también puede configurarse para recibir una quinta señal 629 representativa del ángulo de oscilación local β desde una quinta disposición de sensor 609. La quinta disposición de sensor 609 puede incluir el sensor de ángulo de oscilación local, que puede tener la forma de un potenciómetro montado a la junta pivotante 234.

40

Alternativamente, la quinta señal 629 puede ser representativa del ángulo de oscilación local ϕ , y la quinta disposición de sensor 609 puede incluir el sensor del ángulo de oscilación global, que puede tener la forma de un giroscopio montado en el cuerpo de la máquina 102, la cabina 110 o el aparato de manipulación de carga 104. El controlador 600 está configurado para determinar el rango de movimiento permitido 350 del cuerpo de la máquina 102, y por lo tanto el aparato de manipulación de carga 104, alrededor del eje de oscilación 124. El rango de movimiento permitido 350 es determinado por el controlador 600 de manera que depende de la primera señal de entrada 622 y la segunda señal de entrada 624.

45

El controlador 600 puede recibir el rango de movimiento permitido 350 de una tabla o mapa de búsqueda predeterminado 610. La tabla de búsqueda predeterminada o el mapa 610 está configurado para enviar el rango de movimiento permitido 350 al controlador 600 basándose al menos en entradas de la posición del aparato de manipulación de carga 104 con respecto al cuerpo de la máquina 102 (como se representa por la primera señal de entrada 622) y la estabilidad de la máquina de trabajo 100 (representada por la segunda señal de entrada 624).

50

La tabla o mapa de consulta predeterminado 610 se genera determinando la envolvente de estabilidad 450 y el centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 para todas las combinaciones de las entradas a la tabla o mapa de consulta predeterminado 610. A continuación, el rango de movimiento permitido se determina 350 para cada combinación de las entradas, donde el rango de movimiento permitido se elige de modo que el centro de gravedad 452 permanezca en la envolvente de estabilidad 450 en todo el rango de movimiento permitido 350.

55

Aunque la tabla o mapa de búsqueda predeterminado 610 se muestra separado del controlador 600 en la Figura 6, se apreciará que la tabla o mapa de búsqueda predeterminado 610 puede almacenarse en una memoria dentro del controlador 600.

60

Con referencia a las Figuras 1 y 6, el controlador 600 puede almacenar parámetros representativos del primer ángulo de pluma θ_1 y el segundo ángulo de pluma θ_2 , donde el primer ángulo de pluma θ_1 es menor que el segundo ángulo de pluma θ_2 . El rango de movimiento permitido 350 determinado por el controlador 600 puede ser menor cuando la pluma 116 está en el segundo ángulo de pluma θ_2 que cuando la pluma 116 está en el primer ángulo de pluma θ_1 ya que la máquina de trabajo 100 normalmente se vuelve menos estable lateralmente a medida que aumenta el ángulo de pluma.

65

El controlador 600 puede almacenar parámetros de un primer momento de inclinación y un segundo momento de inclinación de la máquina de trabajo 100, siendo el primer momento de inclinación menor que el segundo momento de inclinación. El rango de movimiento permitido 350 determinado por el controlador 600 puede ser menor cuando el

momento de inclinación de la máquina de trabajo 100 corresponde al primer momento de inclinación que cuando el momento de inclinación de la máquina de trabajo 100 corresponde al segundo momento de inclinación.

5 Para máquinas en las que el actuador de oscilación 230 se proporciona en el segundo eje (delantero) 122, el eje trasero 120 puede balancearse libremente y el aparato de manipulación de carga 104 se extiende hacia delante del eje delantero, se ha descubierto que la envolvente de estabilidad 450 del eje de la máquina de trabajo 100 aumenta de tamaño a medida que aumenta el momento de inclinación y, por lo tanto, a medida que se reduce la carga impartida sobre el primer eje 120 por la máquina de trabajo 100. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 se vuelve más estable lateralmente a medida que aumenta el momento de inclinación.

10 El rango de movimiento permitido 350 determinado por el controlador 600 puede depender parcialmente 20 de la tercera señal de entrada 626 representativa de la velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo 100. Por ejemplo, la tabla de consulta o mapa 610 puede recibir la velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo 100 como entrada. El rango de movimiento permitido 350 proporcionado por la tabla de consulta o mapa 610 puede basarse parcialmente en la velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo 100.

15 El controlador 600 puede almacenar parámetros representativos de una primera velocidad de desplazamiento y una segunda velocidad de desplazamiento, la primera siendo la velocidad de desplazamiento inferior a la segunda velocidad de desplazamiento. El rango de movimiento permitido 350 determinado por el controlador 600 puede ser menor cuando la máquina de trabajo 100 se desplaza a la segunda velocidad de desplazamiento que a la primera velocidad de desplazamiento.

20 El riesgo de que los cambios inseguros en la estabilidad sean causados por efectos dinámicos aumenta a velocidades más altas, por ejemplo, cuando se conduce sobre terreno irregular a velocidades más altas, se producirá una oscilación lateral a mayor velocidad y, por lo tanto, es más probable que los efectos de inercia hagan que una máquina 100 se incline hacia los lados.

25 El rango de movimiento permitido 350 determinado por el controlador 600 puede depender parcialmente de la cuarta señal de entrada 628 representativa de la posición de las patas estabilizadoras 114. Por ejemplo, la tabla de consulta o mapa 610 puede recibir la posición de las patas estabilizadoras 114 como entrada. El rango de movimiento permitido 350 proporcionado por la tabla de consulta o mapa 610 puede basarse parcialmente en la posición de las patas estabilizadoras 114.

30 El rango de movimiento permitido 350 puede ser mayor cuando la cuarta señal de entrada 628 indica que las patas estabilizadoras 114 están acoplando la superficie del suelo subyacente que cuando la cuarta señal de entrada 628 indica que las patas estabilizadoras 114 no están acopladas a la superficie del suelo subyacente.

35 El despliegue de las patas estabilizadoras 114 que son más anchas que la vía de la máquina 100 aumenta la estabilidad lateral de la máquina de trabajo 100. Por lo tanto, se reconoce que el rango de movimiento permitido 350 aumenta cuando las patas estabilizadoras 114 se despliegan para acoplarse con la superficie del terreno subyacente en relación con cuando no están así desplegadas. A medida que las patas estabilizadoras están montadas en el cuerpo de la máquina y cuando se despliegan levantan la parte delantera de la máquina del suelo, se debe ajustar la longitud de los actuadores de las patas estabilizadoras para efectuar el ajuste de oscilación en lugar de ajustar el actuador de oscilación.

40 El rango de movimiento permitido 350 determinado por el controlador 600 puede depender parcialmente de una o más señales de entrada adicionales (no mostradas en la Figura 6). Por ejemplo, el controlador 600 puede recibir una señal de entrada indicativa de si el aparato de manipulación de carga 104 está transportando o no una carga suspendida del implemento 118 mediante una cuerda, cadena o cable no rígido. Dado que dicha carga puede oscilar con respecto al aparato de manipulación de carga 104 y, por lo tanto, puede alterar dinámicamente el centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100, el controlador 600 puede reducir el rango de movimiento permitido 350 en una cantidad predeterminada como precaución de seguridad cuando se notifica que el aparato de manipulación de carga 104 está transportando una carga suspendida.

45 El controlador 600 está configurado además para emitir una primera señal de salida 630 para uso por un elemento 612 de la máquina de trabajo 100. El elemento 612 incluye el actuador de oscilación 230. En respuesta a la primera señal de salida 630, el elemento 612 está configurado para restringir o impedir el movimiento del cuerpo de la máquina 102, y por lo tanto del aparato de manipulación de carga 104, fuera del rango de movimiento permitido 350 con respecto a la orientación de referencia lateral 340.

50 Por ejemplo, la primera señal de salida 630 puede corresponder al rango de movimiento permitido 350, y el elemento 612 puede incluir un controlador separado que controla el actuador de oscilación 230 de manera que el cuerpo de la máquina 102 y el aparato de manipulación de carga 104 solo puedan balancearse dentro del rango de movimiento permitido 350.

55 Alternativamente, el controlador 600 puede controlar el actuador de oscilación 230 directamente. El controlador 600 puede recibir órdenes del operador de la máquina de trabajo 100 para cambiar el ángulo de oscilación local β , y solo permitir que la máquina de trabajo 100 se balancee dentro del rango de movimiento permitido 350.

5 En algunas formas de realización, en respuesta a la primera señal de salida 630 emitida por el controlador 600, el elemento 612 de la máquina de trabajo 100 que incluye el actuador de oscilación 230 está configurado para implementar un límite de velocidad superior de manera que se impide que el cuerpo de la máquina 102, y por lo tanto el aparato de manipulación de carga 104, se mueva a velocidades de rotación superiores al límite de velocidad superior alrededor del eje de oscilación 124.

10 Por ejemplo, cuando el rango de movimiento permitido 350 es relativamente grande, puede ser seguro permitir que la máquina de trabajo 100 cambie su ángulo de oscilación local β a una velocidad relativamente alta. Por otra parte, cuando el rango de movimiento permitido 350 es relativamente pequeño, puede que sólo sea seguro permitir que la máquina de trabajo 100 cambie su ángulo de oscilación local β a una velocidad relativamente baja. Esto se puede lograr usando un amortiguador conmutable de dos etapas en el flujo hidráulico al actuador de oscilación 230, o haciendo el servicio completamente proporcional, por ejemplo, usando una válvula de solenoide proporcional.

15 El controlador 600 puede configurarse para emitir una segunda señal de salida 632 para uso del elemento 612. En respuesta a la segunda señal de salida 632, el elemento 612, que incluye el actuador de oscilación 230, está configurado para mover el cuerpo de la máquina 102, y, por lo tanto, el aparato de manipulación de carga 104, alrededor del eje de oscilación 124 hasta una posición deseada dentro del rango de movimiento permitido 350.

20 En tales formas de realización, el controlador 600 puede recibir una entrada de un operador de la máquina de trabajo 100 para ajustar manualmente el ángulo de oscilación a una velocidad determinada. Si el controlador 600 determina que el ángulo de oscilación deseado está dentro del rango de movimiento permitido 350, pero el rango es relativamente estrecho, el controlador 600 puede entonces emitir la segunda señal de salida 632 indicando al elemento 612 que mueva el cuerpo de la máquina 102 y el aparato de manipulación de carga 104 a una velocidad menor que el ángulo de oscilación deseado.

25 El elemento 612 puede incluir un sensor de ángulo de oscilación local en una disposición de retroalimentación para asegurar que el cuerpo de la máquina 102 y el aparato de manipulación de carga 104 se muevan al ángulo de oscilación deseado.

30 En algunas formas de realización, el ajuste de oscilación puede automatizarse, por ejemplo, el operador ordena al cuerpo de la máquina 102 que adopte una orientación particular, tal como una orientación en paralelo a la orientación de referencia lateral 340 (es decir, normal a la gravedad) y el controlador emite una señal para ajustar el actuador de oscilación a un ritmo que sea apropiado para las condiciones de estabilidad predominantes.

35 Por lo tanto, el operador de la máquina en la situación descrita en relación con la Figura 5 puede proporcionar una entrada para ordenar al cuerpo de la máquina y por lo tanto al aparato de manipulación de carga 104 que adopte una orientación paralela a la orientación de referencia lateral 340. Dado que esto se encuentra dentro del rango de movimiento permitido 350, el controlador ordena al actuador de oscilación que se ajuste. Esto hace que el cuerpo de la máquina 102 adopte la orientación de referencia lateral y, como resultado, el aparato de manipulación de carga está alineado con la paleta P y, por lo tanto, puede levantar la carga L.

40 El controlador 600 puede configurarse para emitir una tercera señal de salida 634 para uso por una interfaz de operador 614. La interfaz de operador 614 puede ser una pantalla ubicada en la cabina 110 que es visible para el operador de la máquina de trabajo 100. Adicional o alternativamente, la interfaz de operador 614 puede ser una alerta audible reproducida dentro de la cabina 110 que es audible para el operador de la máquina de trabajo 100.

45 En respuesta a la tercera señal de salida 634, la interfaz de operador 614 está configurada para proporcionar una indicación del rango de movimiento permitido 350. Por ejemplo, la interfaz de operador 614 puede indicar el rango de movimiento real permitido 350. Alternativamente, la interfaz del operador 614 solo puede indicar si está permitido o no que la máquina de trabajo 100 altere su ángulo de oscilación local β .

50 El controlador 600 puede configurarse para emitir una cuarta señal de salida 636 para uso por un sistema de actuación del aparato de manipulación de carga 616. El sistema de actuación del aparato de manipulación de carga 616 incluye el actuador de elevación 108 y puede incluir el actuador telescópico 117 del aparato de manipulación de carga 104. En respuesta a la cuarta señal de salida 636, el sistema de actuación del aparato de manipulación de carga 616 es configurado para restringir o impedir el movimiento del aparato de manipulación de carga 104 (por ejemplo, un cambio del ángulo de la pluma o de la extensión de la pluma) cuando dicho movimiento daría como resultado que la máquina de trabajo 100 se volviera inestable. El controlador 600 puede recibir información de la tabla de consulta predeterminada o mapa 610 para determinar cuándo es necesario impedir o restringir el movimiento del aparato de manipulación de carga 104 para garantizar la estabilidad de la máquina de trabajo 100.

55 En formas de realización alternativas (no como se muestra), la máquina de trabajo 100 puede incluir una pluma o un auxiliar con un accesorio de cabrestante montado en la pluma 116. En tales formas de realización, el sistema de accionamiento del aparato de manejo de carga 616 puede incluir un actuador configurado para inclinar la pluma o el auxiliar con respecto a la pluma 116. En respuesta a la cuarta señal de salida 636, el sistema de accionamiento del aparato de manipulación de carga 616 puede configurarse para restringir o evitar el movimiento de la pluma o del auxiliar (por

ejemplo, un cambio del ángulo de inclinación de la pluma o del auxiliar con respecto a la pluma 116) cuando tal movimiento daría como resultado que la máquina de trabajo 100 se volviera inestable.

Un sistema de control 620 se representa como un cuadro dibujado con una línea discontinua en la Figura 6. El sistema de control 620 incorpora el controlador 600. El sistema de control 620 también puede incluir una o más de la primera disposición de sensor 602, la segunda disposición de sensor 604, la tercera disposición de sensor 606, la cuarta disposición de sensor 608 y la quinta disposición de sensor 609.

La siguiente tabla establece un ejemplo de los ángulos de oscilación y las velocidades que puede permitir el controlador 600 dependiendo del ángulo de la pluma como una indicación de la posición de el aparato de manipulación de carga y la carga del eje trasero (primer) como indicación de estabilidad.

Ángulo de la pluma	Carga retenida del eje trasero	Ángulo de oscilación permitido	Velocidad de ajuste de oscilación
Bajo	Bajo	+/- 7°	Rápido
Medio	Bajo	+/- 5°	Rápido
Alto	Bajo	+/- 1°	Lento
Bajo	Medio	+/- 7°	Rápido
Medio	Medio	+/- 3°	Lento
Alto	Medio	0	n/a
Bajo	Alto	+/- 7°	Lento
Medio	Alto	+/- 2°	Lento
Alto	Alto	0	n/a

Incluso con el número limitado de permutaciones establecidas en la tabla, se apreciará que la productividad de la máquina 100 mejora significativamente en comparación con la técnica anterior. En otras formas de realización, se debe apreciar que se puede usar un número mayor de permutaciones de los parámetros anteriores, y/o se pueden seleccionar valores interpolando entre los parámetros.

Además, se debe apreciar que la mayor productividad se logra sin la adición de un coste apreciable, ya que los sensores y actuadores necesarios normalmente están presentes en manipuladores telescópicos y máquinas similares para cumplir con la legislación de seguridad para la estabilidad longitudinal.

Se apreciará de la discusión anterior que la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina 102 puede afectar la estabilidad lateral de la máquina de trabajo 100.

Por ejemplo, cuando la máquina de trabajo 100 está ubicada en una pendiente inclinada, de modo que el ángulo de inclinación lateral de la máquina de trabajo 100 sea distinto de cero, el movimiento del aparato de manipulación de carga 104 alejándolo del cuerpo de la máquina (por ejemplo, aumentando el ángulo de la pluma) puede dar como resultado que la máquina de trabajo 100 se vuelva lateralmente inestable. Por ángulo de inclinación lateral de la máquina de trabajo 100, se entiende un ángulo entre un eje horizontal transversal del cuerpo de la máquina 102 y la orientación de referencia lateral 340.

La Figura 8 muestra la máquina de trabajo 100 como se muestra en la Figura 1 con varios de los números de referencia eliminados para mayor claridad.

La Figura 8 muestra el aparato de manipulación de carga 104 en tres configuraciones: i) completamente bajado; ii) en el ángulo θ_1 de la pluma; y iii) en el ángulo de pluma θ_2 . Aunque no está claro en la Figura 8, la máquina de trabajo 100 está ubicada en una pendiente inclinada de manera que el cuerpo de la máquina 102 está orientado en un ángulo de inclinación lateral significativo distinto de cero.

También se muestra en la Figura 8 un plano horizontal 760 del cuerpo de la máquina 102, un límite de estabilidad 762 y un límite de estabilidad 764.

El límite de estabilidad 762 representa el ángulo máximo de pluma con respecto al plano horizontal 760 en el que la máquina de trabajo 100 permanece lateralmente estable. Si el ángulo de la pluma aumenta más allá del límite de estabilidad 762, el centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 se mueve fuera de la envolvente de estabilidad 450, y la máquina de trabajo 100 se vuelve lateralmente inestable; una comparación de las Figuras 4c y 4f muestra un ejemplo de este fenómeno.

El límite de la máquina 764 representa la posición del aparato de manipulación de carga 104 cuando ya no se puede bajar debido al apoyo con el cuerpo de la máquina 102 o con topes ubicados en la máquina de trabajo 100.

5 Un rango de movimiento permitido 750 representa el rango de movimiento del aparato de manipulación de carga dentro del cual la máquina de trabajo 100 permanece estable.

En la forma de realización ilustrada, el rango de movimiento permitido corresponde a un conjunto de posiciones angulares de la pluma 116 con respecto al plano horizontal 760 dentro del cual la máquina de trabajo 100 permanece estable.

10 El rango de movimiento permitido 750 está definido por el límite de estabilidad 762 y el límite de la máquina 764. Cuando el aparato de manipulación de carga 104 está ubicado fuera del rango de movimiento permitido 750, es decir, en un ángulo de pluma mayor que el límite de estabilidad 762, la máquina de trabajo 100 puede volverse inestable lateralmente.

15 Por ejemplo, como se muestra en la Figura 8, cuando el aparato de manipulación de carga 104 está orientado en el ángulo θ_2 de la pluma, el aparato de manipulación de carga 104 está fuera del rango de movimiento permitido 750. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 puede volverse lateralmente inestable en esta configuración.

20 Cuando el aparato de manipulación de carga 104 está orientado en el ángulo θ_1 de la pluma, el aparato de manipulación de carga 104 está dentro del rango de movimiento permitido 750. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 es estable en esta configuración.

Se apreciará que una máquina de trabajo que incluye un aparato de manipulación de carga pero que no incluye ningún tipo de actuador de oscilación (no mostrado) seguirá teniendo un rango de movimiento permitido 750 como se describe.

25 La Figura 7 muestra una representación esquemática de un controlador 700 para uso con la máquina de trabajo 100. El controlador 700 también es adecuado para uso con una máquina de trabajo que comprende un cuerpo de máquina 102 y un aparato de manipulación de carga 104 que no es oscilable, es decir, que no comprende un actuador de oscilación 230 (no mostrado).

30 El controlador 700 comparte una serie de características que son comunes con el controlador 600. Por lo tanto, números de referencia idénticos indican características comunes entre los dos controladores 600, 700. No se repetirá una discusión de características comunes por brevedad.

35 El controlador 700 puede configurarse para recibir la primera señal de entrada 622 representativa de la posición del aparato de manipulación de carga 104 con respecto al cuerpo de la máquina 102 desde la primera disposición de sensor 602.

40 El controlador 700 está configurado para recibir la segunda señal de entrada 624 representativa de la estabilidad de la máquina de trabajo 100 desde la segunda disposición de sensor 604.

45 El controlador 700 también puede configurarse para recibir la tercera señal de entrada 626 representativa de la velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo 100 desde la tercera disposición de sensor 606. El tercer sensor la disposición 606 puede incluir un sensor que monitorea el movimiento de un componente en la línea motriz de la máquina, por ejemplo, la rotación de un eje de transmisión o engranaje y/o un dispositivo GPS o un dispositivo de radar terrestre, por ejemplo.

50 El controlador 700 también puede configurarse para recibir la cuarta señal de entrada 628 representativa de la posición de las patas estabilizadoras 114 desde la cuarta disposición de sensor 608. La cuarta disposición de sensor 608 puede corresponder a la disposición de sensor de pata estabilizadora.

El controlador 700 está configurado para recibir una quinta señal de entrada 730 representativa del ángulo de inclinación lateral del cuerpo de la máquina 102 con respecto a la orientación de referencia lateral 340 desde una quinta disposición de sensor 709.

55 En la forma de realización ilustrada, la quinta señal de entrada 730 corresponde a el ángulo de oscilación local ϕ entre la orientación del cuerpo de la máquina 344 y la orientación de referencia lateral 340 (ver Figura 3). Para máquinas de trabajo no oscilantes, la quinta señal de entrada 730 puede ser sustancialmente igual al ángulo del plano de tierra a entre la orientación del eje 342 y la orientación de referencia lateral 340.

60 La quinta disposición de sensor 709 incluye un sensor de inclinación lateral tal como un giroscopio montado para el cuerpo de la máquina 102.

65 El controlador 700 puede recibir un rango de movimiento permitido 750 de una tabla o mapa de búsqueda predeterminado 710. La tabla o mapa de búsqueda predeterminado 710 está configurado para enviar el rango de movimiento permitido 750 al controlador 700 en base al menos en las entradas del ángulo de inclinación lateral del cuerpo de la máquina 102 con respecto a la orientación de referencia lateral 340 (como se representa por la quinta señal de entrada 730) y la

estabilidad de la máquina de trabajo 100 (como se representa por la segunda señal de entrada 624).

5 La tabla o mapa de consulta predeterminado 710 se genera determinando la envolvente de estabilidad 450 y el centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100 para todas las combinaciones de las entradas a la tabla o mapa de consulta predeterminado 710. El rango de movimiento permitido 750 luego se determina para cada combinación de las entradas, donde el rango de movimiento permitido 750 se elige de modo que el centro de gravedad 452 permanezca en la envolvente de estabilidad 450 en todo el rango de movimiento permitido 750.

10 Aunque la tabla o mapa de búsqueda predeterminado 710 se muestra separado del controlador 700 en la Figura 7, se apreciará que la tabla o mapa de búsqueda predeterminado 710 puede almacenarse en una memoria dentro del controlador 700.

15 El controlador 700 puede almacenar parámetros de un primer ángulo de inclinación lateral y un segundo ángulo de inclinación lateral de la máquina de trabajo 100, siendo el primer ángulo de inclinación lateral menor que el segundo ángulo de inclinación lateral. El rango de movimiento permitido 750 determinado por el controlador 700 puede ser menor cuando el ángulo de inclinación lateral de la máquina de trabajo 100 corresponde al segundo ángulo de inclinación lateral que cuando el ángulo de inclinación lateral de la máquina de trabajo 100 corresponde al primer ángulo de inclinación lateral.

20 Se apreciará que a medida que aumenta el ángulo de inclinación lateral de la máquina de trabajo 100, el centro de gravedad de la máquina de trabajo 452 se moverá hacia la envolvente de estabilidad 450 de la máquina de trabajo 100, como se muestra en las Figuras 4a-4c. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 se volverá más inestable lateralmente a medida que aumenta el ángulo de inclinación lateral de la máquina de trabajo 100.

25 El controlador 700 puede almacenar parámetros de un primer momento de inclinación y un segundo momento de inclinación de la máquina de trabajo 100, siendo el primer momento de inclinación menor que el segundo momento de inclinación. El rango de movimiento permitido 750 determinado por el controlador 700 puede ser menor cuando el momento de inclinación de la máquina de trabajo 100 corresponde al primer momento de inclinación que cuando el momento de inclinación de la máquina de trabajo 100 corresponde al segundo momento de inclinación.

30 Para máquinas en las que el actuador de oscilación 230 se proporciona en el segundo eje (delantero) 122, el eje trasero 120 puede balancearse libremente y el aparato de manipulación de carga 104 se extiende hacia delante del eje delantero, se ha descubierto que la envolvente de estabilidad 450 del eje de la máquina de trabajo 100 aumenta de tamaño a medida que aumenta el momento de inclinación y, por lo tanto, a medida que se reduce la carga impartida sobre el primer eje 120 por la máquina de trabajo 100. Por lo tanto, la máquina de trabajo 100 se vuelve más estable lateralmente a medida que aumenta el momento de inclinación. Esto también se aplica a máquinas en funcionamiento sin actuador de oscilación y que comprenden un eje trasero oscilante (no mostrado). Sin embargo, la situación sería la inversa en el caso de máquinas con un eje delantero que oscila libremente y un eje trasero fijo o un eje cuya posición se puede controlar mediante un actuador de oscilación.

35 El rango de movimiento permitido 750 determinado por el controlador 700 puede depender parcialmente de la tercera señal de entrada 626 representativa de la velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo 100. Por ejemplo, la tabla de consulta o mapa 710 puede recibir la velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo 100 como entrada. El rango de movimiento permitido 750 proporcionado por la tabla de consulta o mapa 710 puede basarse parcialmente en la velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo 100.

40 El controlador 700 puede almacenar parámetros representativos de una primera velocidad de desplazamiento y una segunda velocidad de desplazamiento, siendo la primera velocidad de desplazamiento inferior a la segunda velocidad de desplazamiento. El rango de movimiento permitido 750 determinado por el controlador 700 puede ser menor cuando la máquina de trabajo 100 se desplaza a la segunda velocidad de desplazamiento que a la primera velocidad de desplazamiento.

45 El riesgo de que los cambios inseguros en la estabilidad sean causados por efectos dinámicos aumenta a velocidades más altas, por ejemplo, cuando se conduce sobre terreno irregular a velocidades más altas, se producirá una oscilación lateral a mayor velocidad y, por lo tanto, es más probable que los efectos de inercia hagan que una máquina 100 se incline hacia los lados.

50 El rango de movimiento permitido 750 determinado por el controlador 700 puede depender parcialmente de la cuarta señal de entrada 628 representativa de la posición de las patas estabilizadoras 114. Por ejemplo, la tabla de consulta o mapa 710 puede recibir la posición de las patas estabilizadoras 114 como entrada. El rango de movimiento permitido 750 proporcionado por la tabla de consulta o mapa 710 puede basarse parcialmente en la posición de las patas estabilizadoras 114.

55 El rango de movimiento permitido 750 puede ser mayor cuando la cuarta señal de entrada 628 indica que las patas estabilizadoras 114 están acoplado la superficie del suelo subyacente que cuando la cuarta señal de entrada 628 indica que las patas estabilizadoras 114 no están acopladas a la superficie del suelo subyacente.

- 5 El despliegue de las patas estabilizadoras 114 que son más anchas que la vía de la máquina 100 aumenta la estabilidad lateral de la máquina de trabajo 100. Por lo tanto, se reconoce que el rango de movimiento permitido 750 aumenta cuando las patas estabilizadoras 114 se despliegan para acoplarse con la superficie del terreno subyacente 114 en relación con cuando no están así desplegadas.
- 10 El rango de movimiento permitido 750 determinado por el controlador 700 puede depender parcialmente de una o más señales de entrada adicionales (no mostradas en la Figura 7). Por ejemplo, el controlador 700 puede recibir una señal de entrada indicativa de si el aparato de manipulación de carga 104 está transportando o no una carga suspendida del implemento 118 mediante una cuerda, cadena o cable no rígido. Dado que dicha carga puede oscilar con respecto al aparato de manipulación de carga 104 y, por lo tanto, puede alterar dinámicamente el centro de gravedad 452 de la máquina de trabajo 100, el controlador 600 puede reducir el rango de movimiento permitido 750 en una cantidad predeterminada como precaución de seguridad cuando se notifica que el aparato de manipulación de carga 104 está transportando una carga suspendida.
- 15 El controlador 700 está configurado para emitir una primera señal de salida 732 para uso por el sistema de actuación del aparato de manipulación de carga 616. El sistema de actuación del aparato de manipulación de carga 616 incluye el actuador de elevación 108 y puede incluir el actuador telescópico 117 del aparato de manipulación de carga 104.
- 20 En respuesta a la primera señal de salida 732, el sistema de actuación del aparato de manipulación de carga 616 está configurado para restringir o evitar el movimiento del aparato de manipulación de carga 104 fuera del rango de movimiento permitido 750 con respecto al cuerpo de la máquina 102.
- 25 En formas de realización alternativas (no mostradas), la máquina de trabajo 100 puede incluir implementos tales como un accesorio de cabrestante o una pluma con o sin un cabrestante montado en la pluma 116. La pluma puede ser fija o extensible mediante un actuador accionado por un servicio hidráulico o eléctrico auxiliar de la máquina. En tales formas de realización, el sistema de accionamiento del aparato de manipulación de carga 616 puede incluir un actuador configurado para inclinar la pluma con respecto a la pluma 116 y/o una válvula/interruptor para controlar el funcionamiento del servicio auxiliar. En respuesta a la primera señal de salida 732, el sistema de accionamiento del aparato de manipulación de carga 616 puede configurarse para restringir o evitar el movimiento de la pluma o del servicio auxiliar (por ejemplo, un cambio del ángulo de inclinación o extensión de la pluma con respecto a la pluma 116) cuando tal movimiento daría como resultado que la máquina de trabajo 100 se volviera inestable.
- 30 El controlador 700 puede configurarse para emitir una segunda señal de salida 734 para uso de la interfaz de operador 614.
- 35 En respuesta a la segunda señal de salida 734, la interfaz de operador 614 está configurada para proporcionar una indicación del rango de movimiento permitido 750. Por ejemplo, la interfaz del operador 614 puede indicar el rango de movimiento real permitido 750. Alternativamente, la interfaz del operador 614 solo puede indicar si está permitido o no que el aparato de manipulación de carga 104 cambie el ángulo de su pluma.
- 40 Un sistema de control 720 se representa como un cuadro dibujado con una línea discontinua en la Figura 7. El sistema de control 720 incorpora el controlador 700. El sistema de control 720 también puede incluir uno o más del primer dispositivo de sensor 602, el segundo dispositivo de sensor 604, la tercera disposición de sensor 606, la cuarta disposición de sensor 608 y la quinta disposición de sensor 709.
- 45

REIVINDICACIONES

1. Un controlador (600) para usar con una máquina de trabajo (100) que comprende un cuerpo de máquina (102) y un aparato de manipulación de carga (104) acoplado al cuerpo de la máquina y movable mediante un actuador de elevación (108) con respecto al cuerpo de la máquina y movable mediante un actuador de oscilación (230) alrededor de un eje de oscilación (124) con respecto a una orientación de referencia lateral (340), en donde el controlador está configurado para recibir:
- 5 una señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina o una orientación de referencia longitudinal; y
- 10 una señal representativa de la estabilidad de la máquina de trabajo,
- y en donde el controlador está configurado además para determinar un rango de movimiento permitido del aparato de manipulación de carga alrededor del eje de oscilación y emitir una señal para su uso por un elemento (612) de la máquina de trabajo que incluye el actuador de oscilación, que en respuesta a la señal emitida por el controlador está configurado para restringir o evitar el movimiento del aparato de manipulación de carga fuera del rango de movimiento permitido con respecto a la orientación de referencia lateral, siendo el rango de movimiento permitido dependiente de la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina o de la orientación de referencia longitudinal y en la señal representativa de la estabilidad de la máquina.
- 15
2. El controlador de la reivindicación 1, en el que el aparato de manipulación de carga comprende una pluma (116), y en el que la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina corresponde a una medida del ángulo de la pluma con respecto a un plano horizontal del cuerpo de la máquina u orientación de referencia longitudinal, y opcionalmente, en donde el controlador almacena parámetros representativos de un primer ángulo de pluma (θ_1) y un segundo ángulo de pluma (θ_2), siendo el primer ángulo de pluma más bajo que el segundo ángulo de pluma, y en el que el rango de movimiento permitido es menor en el segundo ángulo de la pluma que cuando la pluma está en el primer ángulo de la pluma.
- 20
3. El controlador de cualquier reivindicación anterior, en el que el controlador recibe el rango de movimiento permitido de una tabla o mapa de búsqueda predeterminado, la tabla o mapa de búsqueda predeterminado (610) configurado para generar el rango de movimiento permitido que garantiza la estabilidad de la máquina de trabajo basándose en entradas de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina y la estabilidad de la máquina de trabajo, y/o en donde el rango de movimiento permitido se obtiene determinando una envolvente de estabilidad (450) para la máquina de trabajo y una ubicación del centro de gravedad de la máquina de trabajo, y en donde el rango de movimiento permitido se elige de manera que el centro de gravedad de la máquina de trabajo permanezca en la envolvente de estabilidad a lo largo de todo el rango de movimiento permitido.
- 30
4. El controlador de cualquier reivindicación anterior, en el que la orientación de referencia lateral y/o la orientación de referencia longitudinal corresponde a un eje horizontal definido de manera que la dirección de aceleración debida a la gravedad sea normal al eje horizontal, y/o en el que el eje de oscilación es paralelo a un plano de tierra debajo de la máquina de trabajo durante la operación.
- 35
5. El controlador de cualquier reivindicación anterior, en el que en respuesta a la señal emitida por el controlador, el elemento de la máquina de trabajo está configurado para implementar un límite de velocidad superior de manera que se evita que el aparato de manipulación de carga se mueva a velocidades de rotación superiores al límite de velocidad superior alrededor del eje de oscilación, y/o en el que el controlador está configurado para recibir una señal representativa de una velocidad de desplazamiento de la máquina de trabajo, y en el que el rango de movimiento permitido depende además de dicha señal, y opcionalmente, en el que el controlador almacena parámetros representativos de una primera velocidad de desplazamiento y una segunda velocidad de desplazamiento, siendo la primera velocidad de desplazamiento inferior a la segunda velocidad de desplazamiento, y en los que el rango de movimiento permitido es menor a la segunda velocidad de desplazamiento que a la primera velocidad de desplazamiento.
- 40
6. El controlador de cualquier reivindicación anterior, en el que el controlador está configurado además para emitir una señal para uso de una interfaz de operador tal como una pantalla o una alerta audible, que en respuesta a dicha señal está configurada para proporcionar una indicación del rango de movimiento permitido, y/o en el que el controlador está configurado además para emitir una señal para su uso por el elemento de la máquina de trabajo, que en respuesta a dicha señal está configurado para mover el aparato de manipulación de carga alrededor del eje de oscilación a una posición deseada dentro del rango de movimiento permitido.
- 45
7. El controlador de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la señal representativa de la estabilidad de la máquina de trabajo corresponde a un momento longitudinal de inclinación de la máquina de trabajo, y opcionalmente, en el que el controlador almacena parámetros representativos de un primer momento de inclinación y un segundo momento de inclinación de la máquina de trabajo, siendo el primer momento de inclinación más bajo que el segundo momento de inclinación, y en el que el rango de movimiento permitido es menor cuando el momento de inclinación de la máquina de trabajo corresponde al primer momento de inclinación que cuando el momento de inclinación de la máquina de trabajo corresponde al segundo momento de inclinación, y opcionalmente en donde el momento longitudinal de inclinación de la máquina de trabajo corresponde a una medición de carga de un eje (122) de la máquina de trabajo, en donde el eje es para montar una estructura de contacto con el suelo (112) en el mismo, tal como un par de ruedas de contacto con el
- 50
- 55
- 60
- 65

suelo.

- 5 8. El controlador de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la máquina de trabajo comprende además un par de patas estabilizadoras (114) móviles para acoplarse a una superficie del suelo subyacente, y en el que el controlador está configurado además para recibir una señal representativa de la posición de las patas estabilizadoras, siendo el rango de movimiento permitido dependiente además de dicha señal, y opcionalmente, en donde el rango de movimiento permitido es mayor cuando las patas estabilizadoras se mueven para acoplarse a la superficie del suelo subyacente que cuando las patas estabilizadoras no se acoplan a la superficie del suelo subyacente.
- 10 9. Una máquina de trabajo (100) que incorpora un controlador (600) según cualquier reivindicación anterior, comprendiendo la máquina de trabajo un cuerpo de máquina (102) y un aparato de manipulación de carga (104) acoplado al cuerpo de la máquina y movable mediante un primer sistema de accionamiento de movimiento con respecto al cuerpo de la máquina y móvil mediante un actuador de oscilación (230) alrededor de un eje de oscilación (124) con respecto a una orientación de referencia lateral, y opcionalmente, en donde la máquina de trabajo comprende además un eje (122) para montar una estructura de contacto con el suelo (112) al mismo, tal como un par de ruedas de contacto con el suelo, siendo el eje pivotable con respecto al cuerpo de la máquina, en donde el actuador de oscilación está configurado para ajustar un ángulo de pivote entre el eje y el cuerpo de la máquina de modo que el aparato de manipulación de carga se puede mover alrededor del eje de oscilación, y opcionalmente, en el que la máquina de trabajo comprende además un eje adicional (120) para montar una estructura de contacto con el suelo en la misma, tal como un par de ruedas de contacto con el suelo, siendo el eje adicional pivotable con respecto al cuerpo de la máquina, y opcionalmente, en el que la máquina de trabajo comprende además un actuador de oscilación adicional configurado para ajustar un ángulo de pivote entre el eje adicional y el cuerpo de la máquina de manera que el aparato de manipulación de carga se pueda mover alrededor del eje de oscilación.
- 25 10. Un método para controlar una máquina de trabajo (100) que comprende un cuerpo de máquina (102) y un aparato de manipulación de carga (104) acoplado al cuerpo de la máquina y movable mediante un primer sistema de actuación de movimiento con respecto al cuerpo de la máquina y movable mediante un actuador de oscilación (230) alrededor de un eje de oscilación (124) con respecto a una orientación de referencia lateral, comprendiendo el método los pasos de:
- 30 recibir una señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina o una orientación de referencia longitudinal;
 recibir una señal representativa de la estabilidad de la máquina en funcionamiento;
 determinar un rango de movimiento permitido del aparato de manipulación de carga alrededor del eje de oscilación, dependiendo el rango de movimiento permitido de la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina o a la orientación de referencia longitudinal (340) y en la señal representativa de la estabilidad de la máquina; y
- 35 emitir una señal para su uso por un elemento de la máquina de trabajo que incluye el actuador de oscilación, que en respuesta a la señal emitida está configurado para restringir o evitar el movimiento del aparato de manipulación de carga fuera del rango de movimiento permitido con respecto a la orientación de referencia lateral, opcionalmente,
- 40 en el que el aparato de manipulación de carga comprende una pluma (116), y en el que la señal representativa de la posición del aparato de manipulación de carga con respecto al cuerpo de la máquina corresponde a una medición del ángulo de la pluma con respecto a un plano predeterminado del cuerpo de la máquina u orientación de referencia longitudinal, y opcionalmente, en donde el método comprende además los pasos de determinar un primer ángulo de pluma (θ_1) y un segundo ángulo de pluma (θ_2), siendo el primer ángulo de pluma más bajo que el segundo ángulo de pluma, y en donde el rango de movimiento permitido es menor en el segundo ángulo de la pluma que cuando la pluma está en el
- 45 primer ángulo de la pluma.

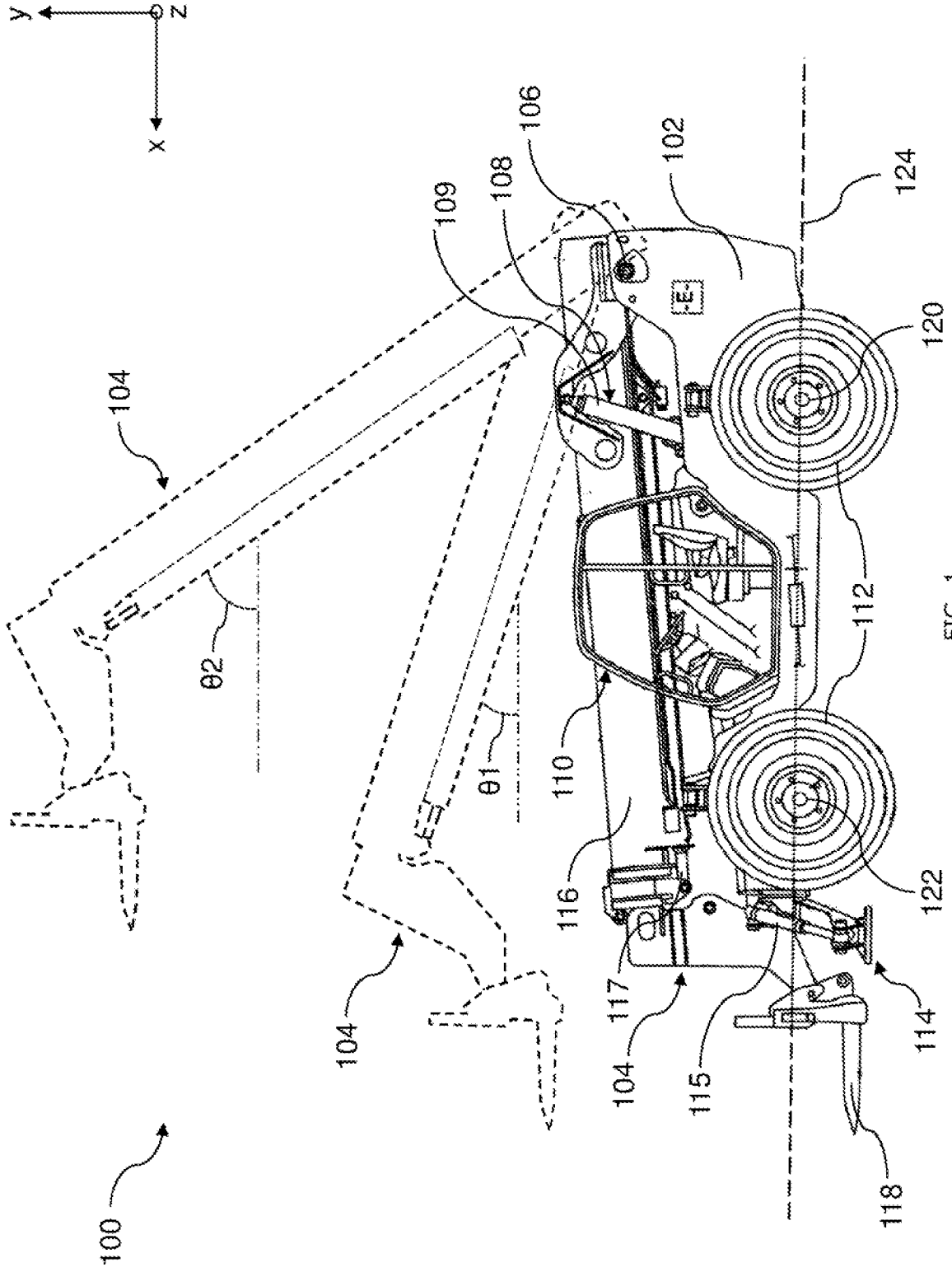


FIG. 1

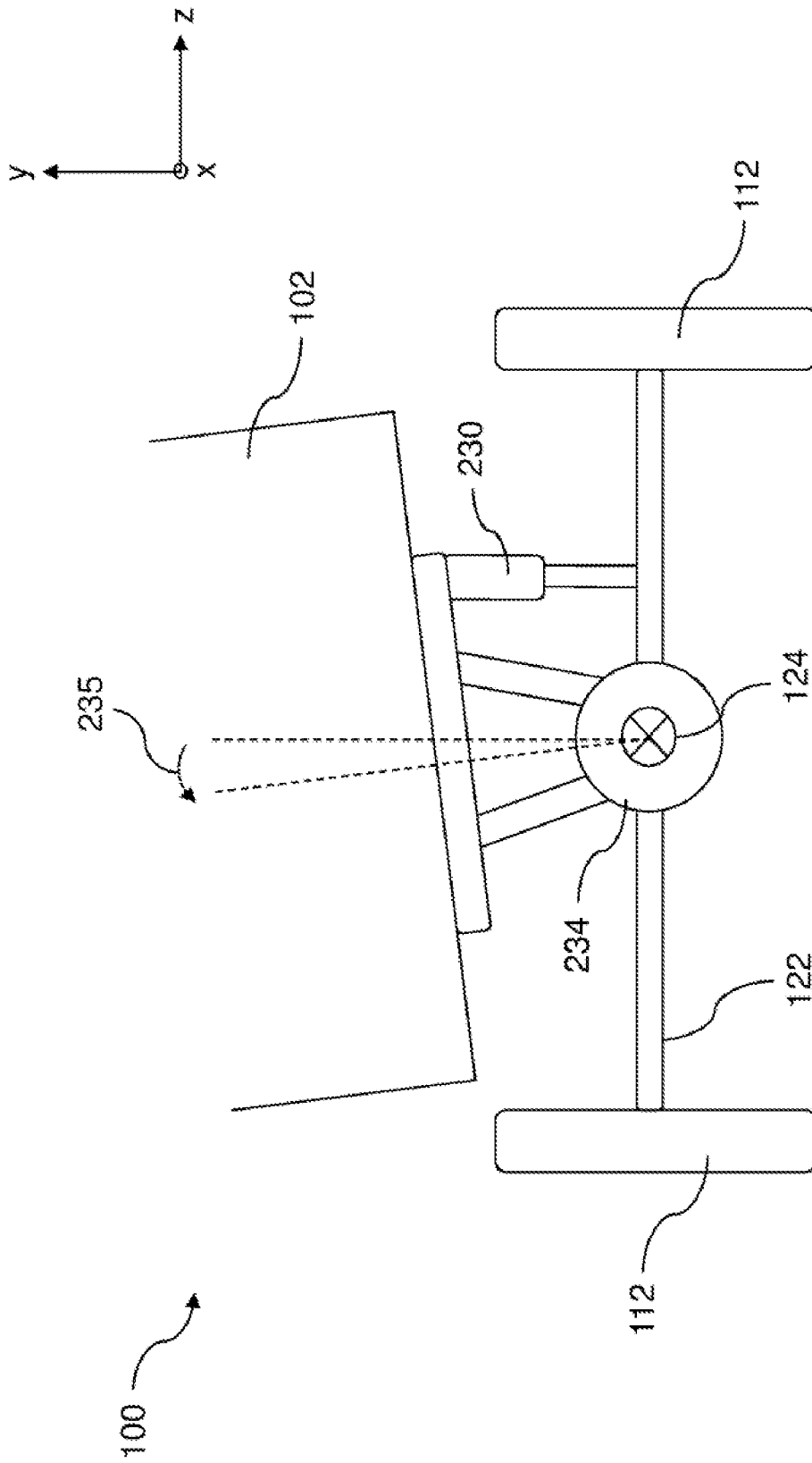


FIG. 2

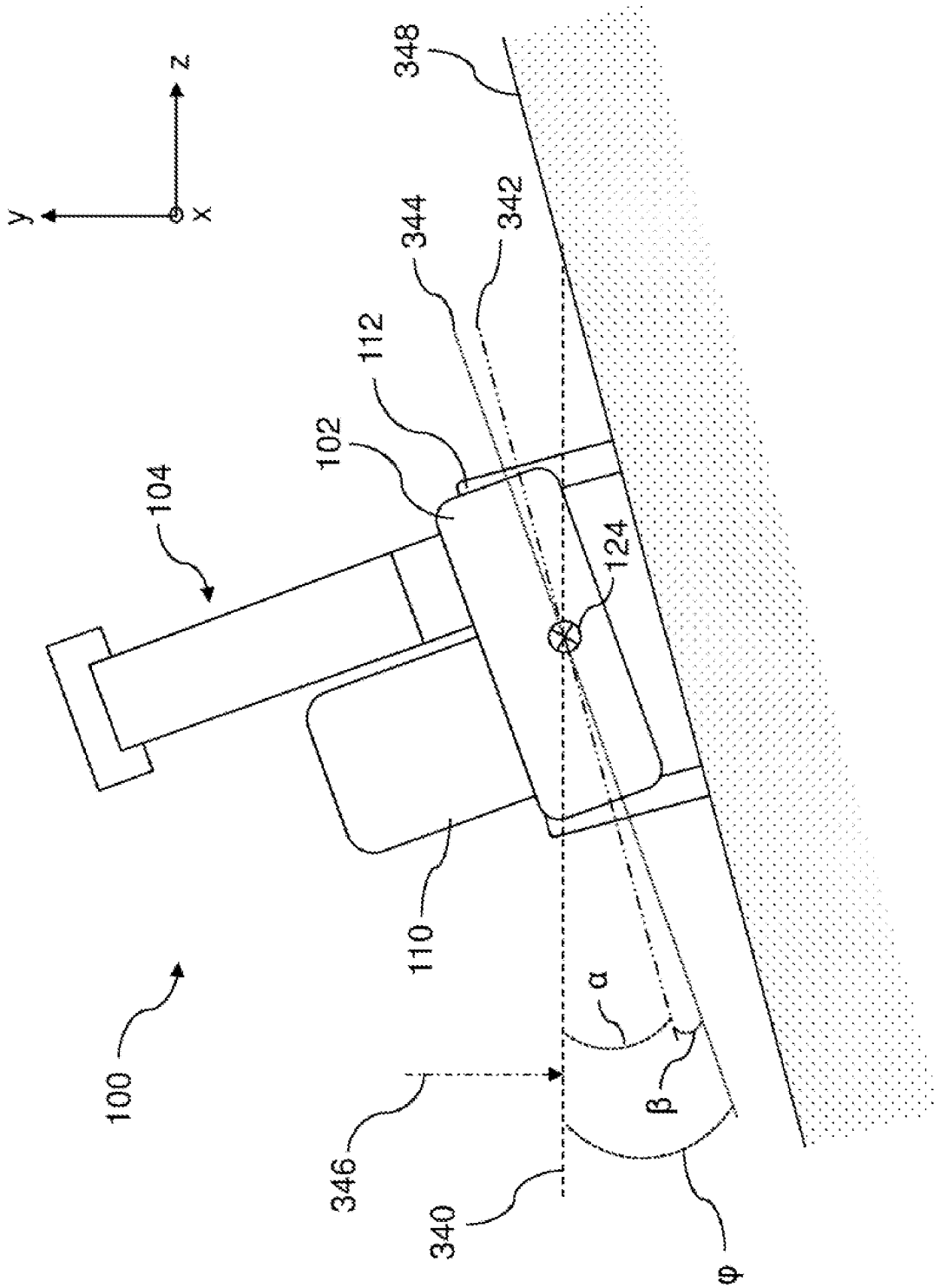


FIG. 3

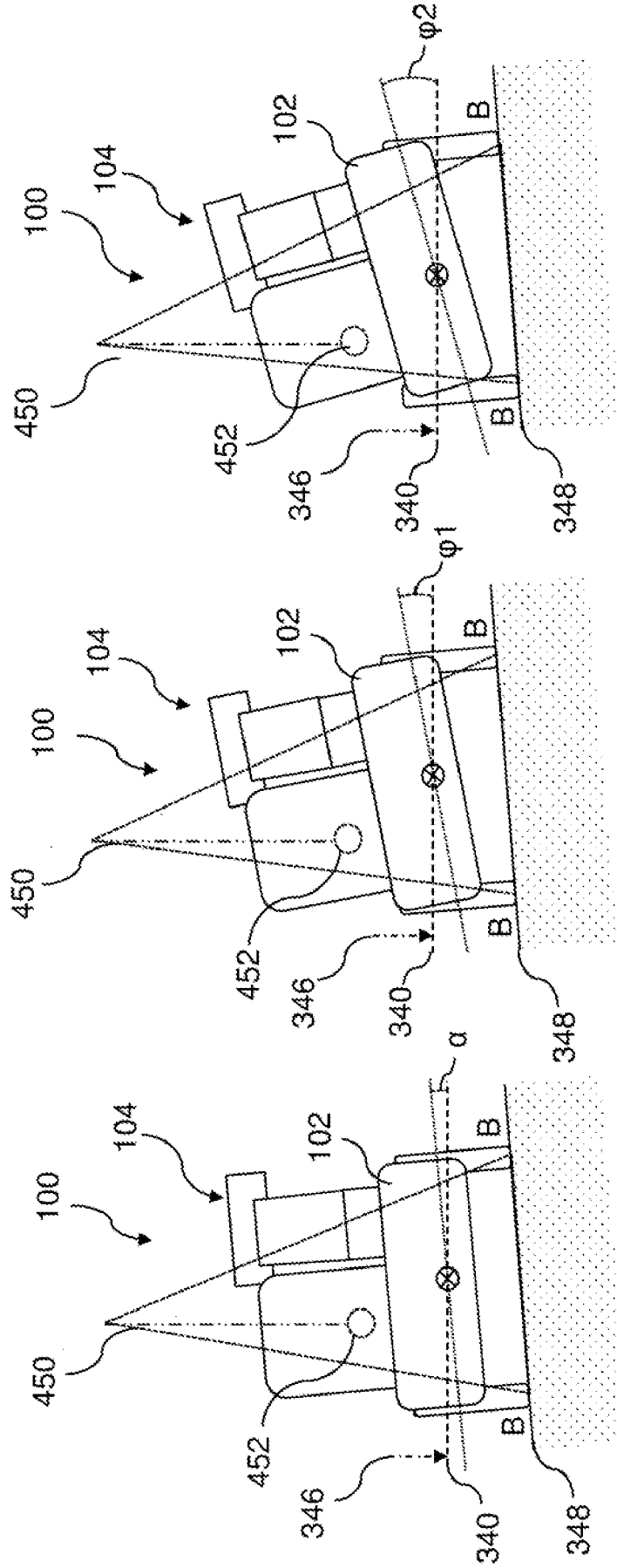
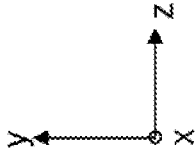


FIG. 4a

FIG. 4b

FIG. 4c

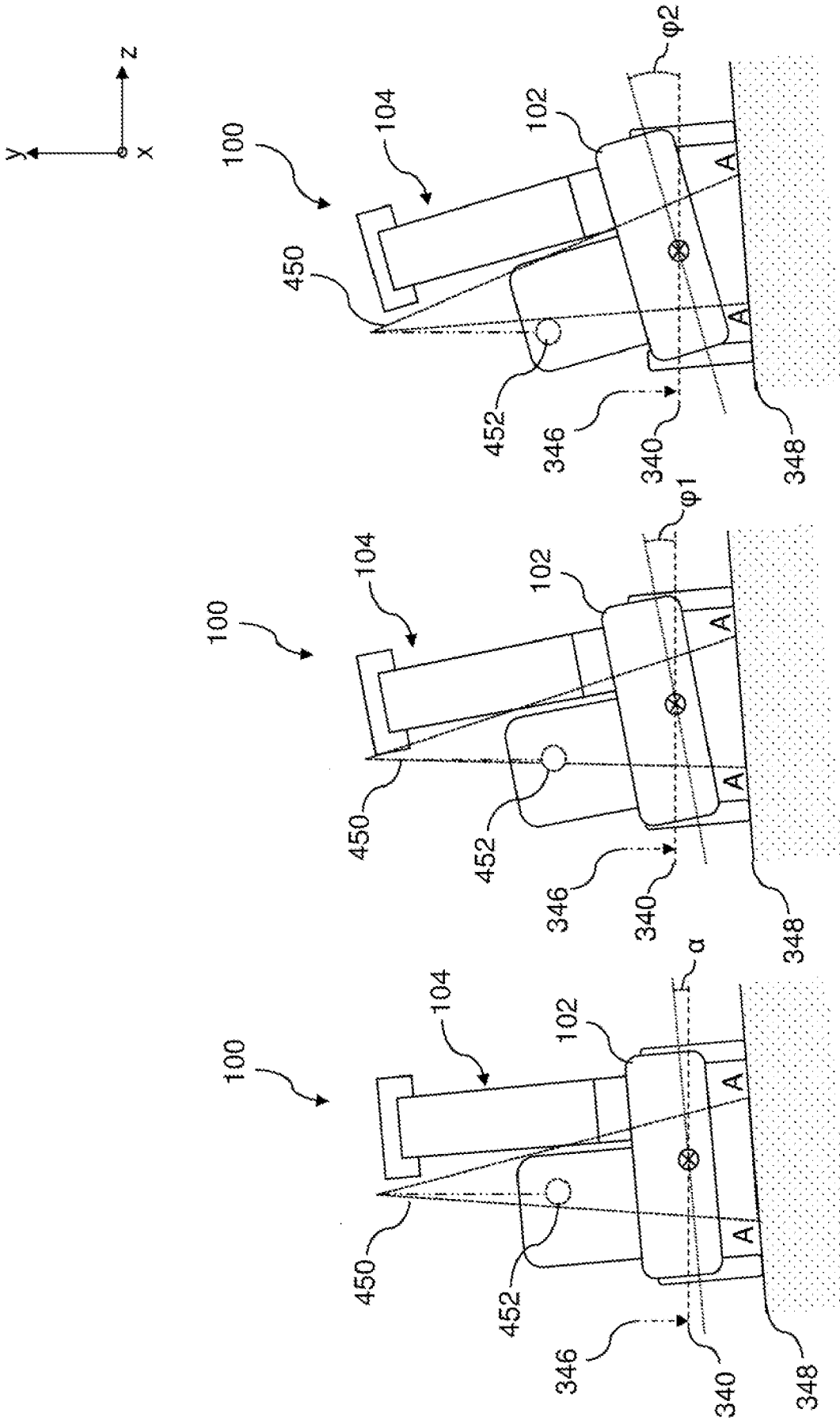


FIG. 4f

FIG. 4e

FIG. 4d

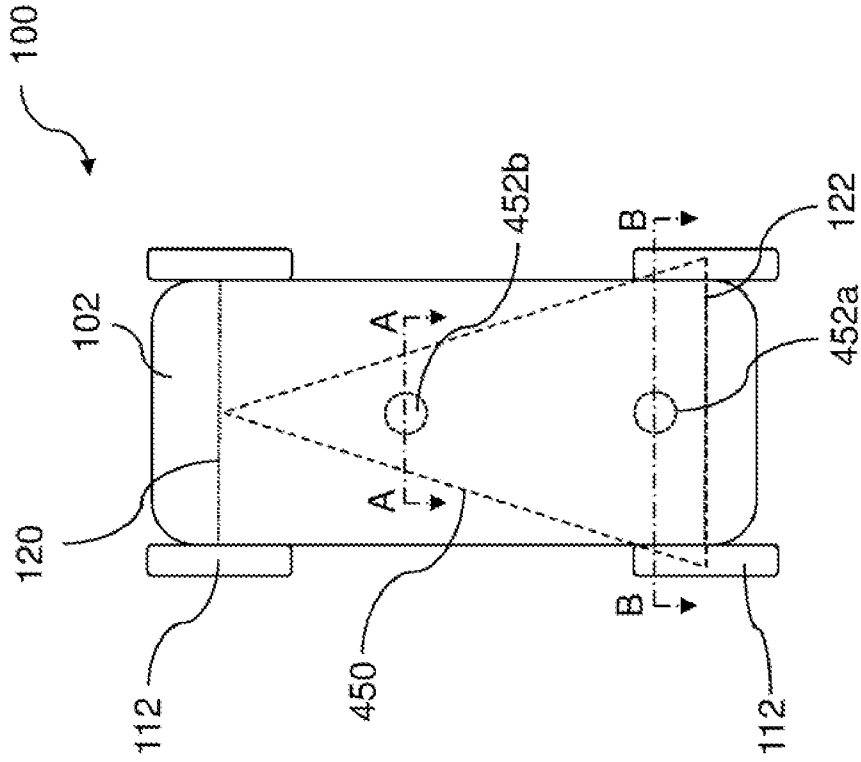
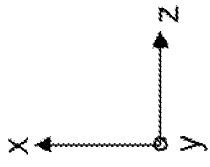


FIG. 4g

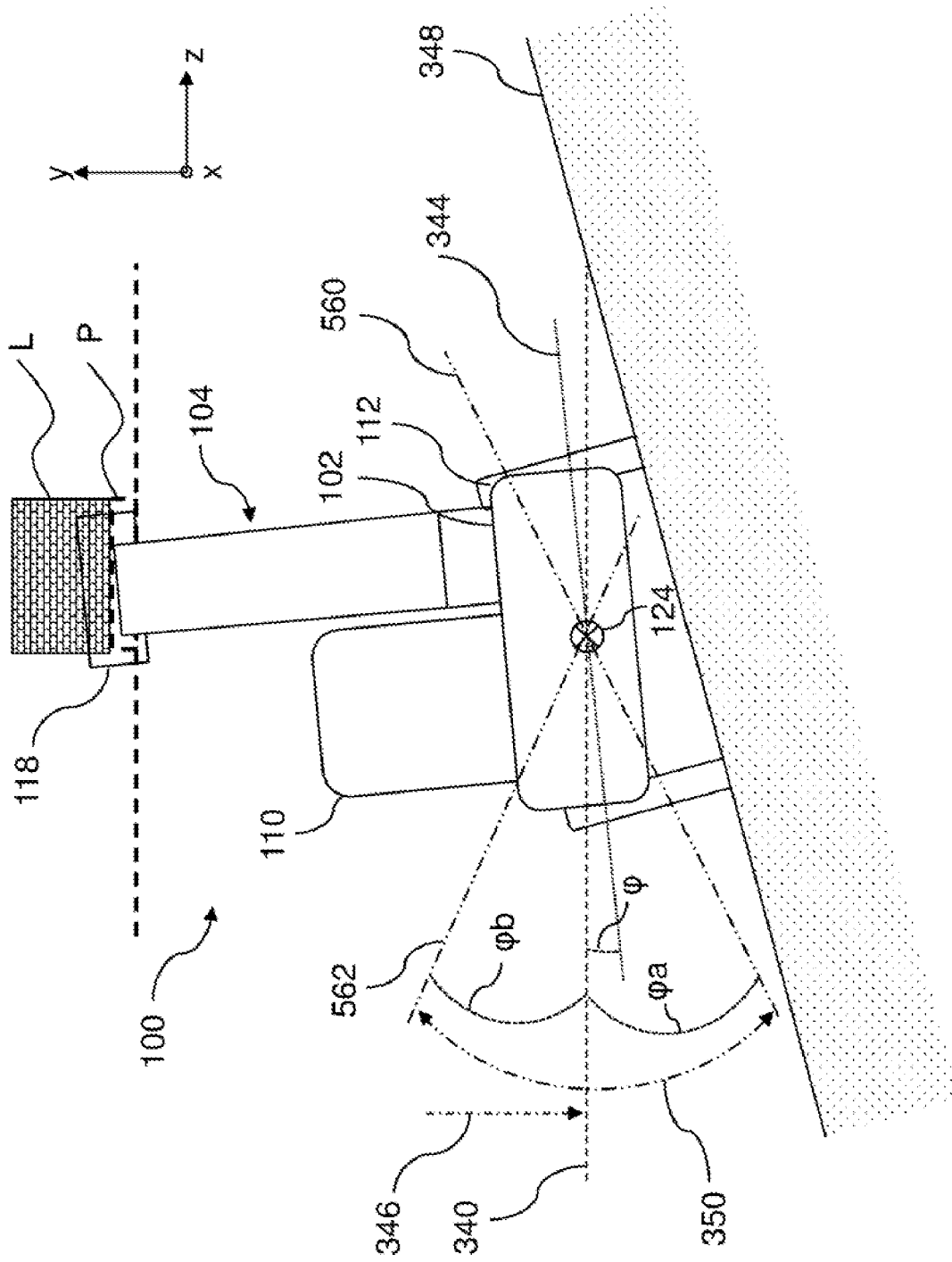


FIG. 5

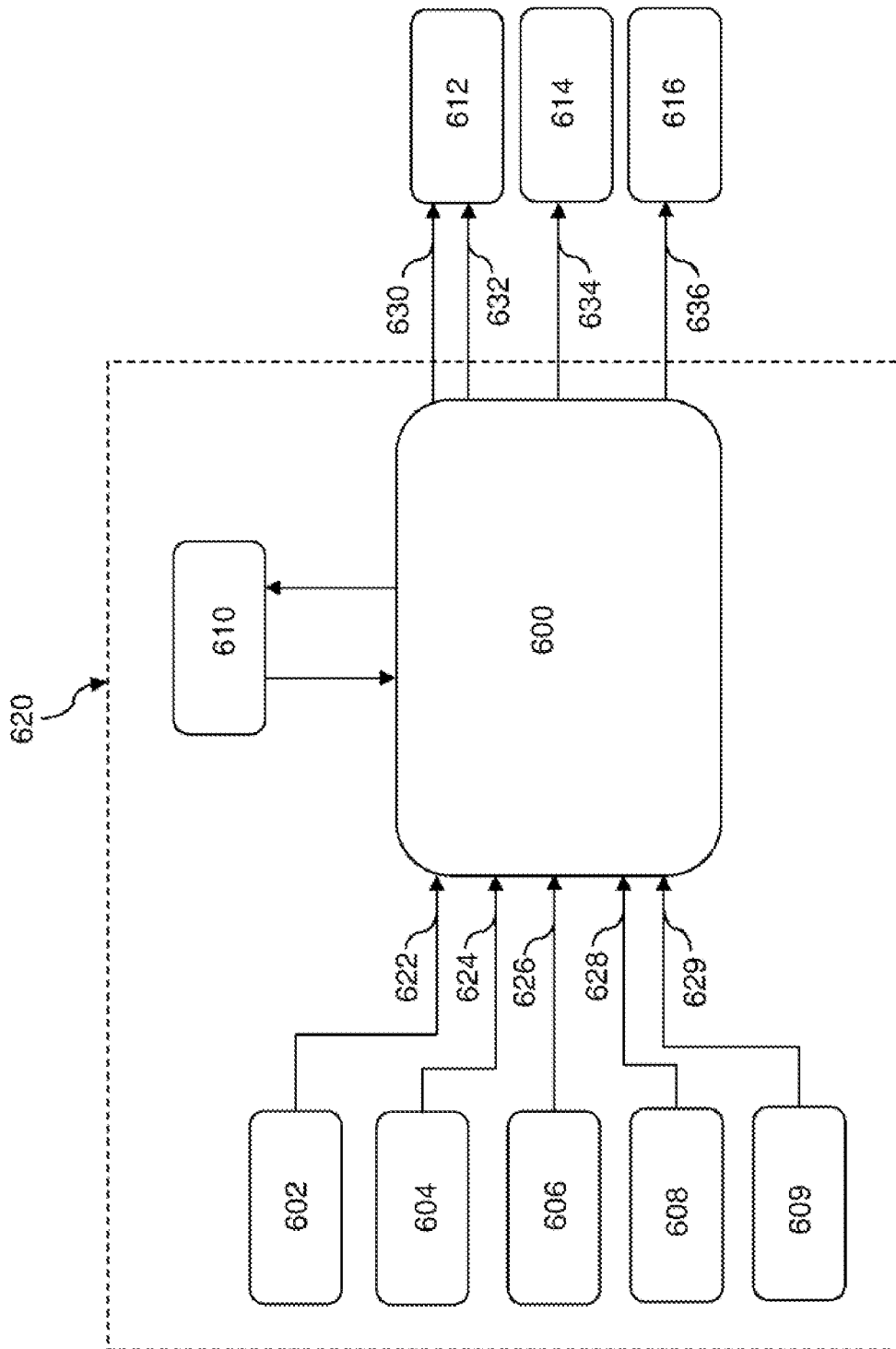


FIG. 6

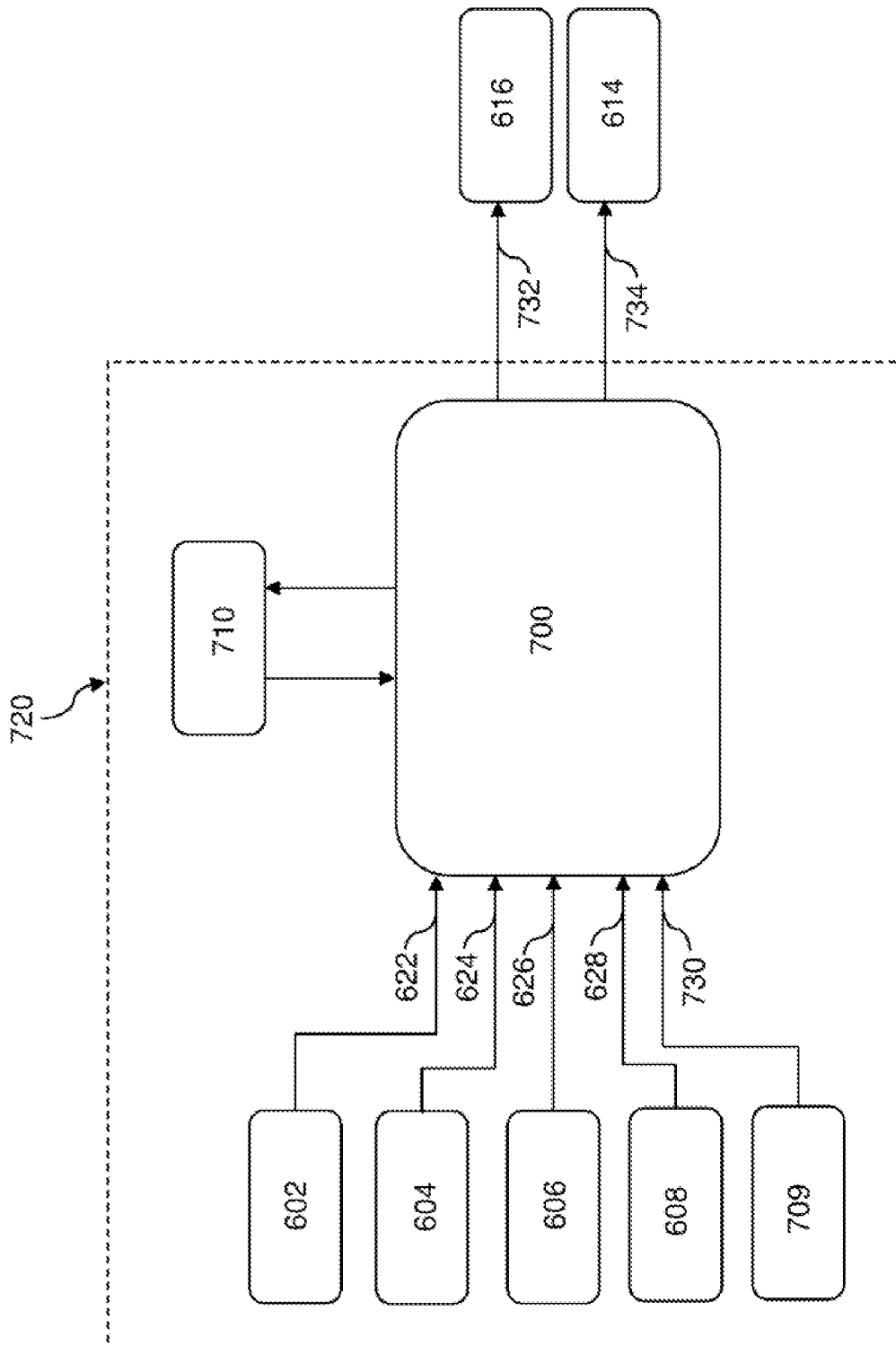


FIG. 7

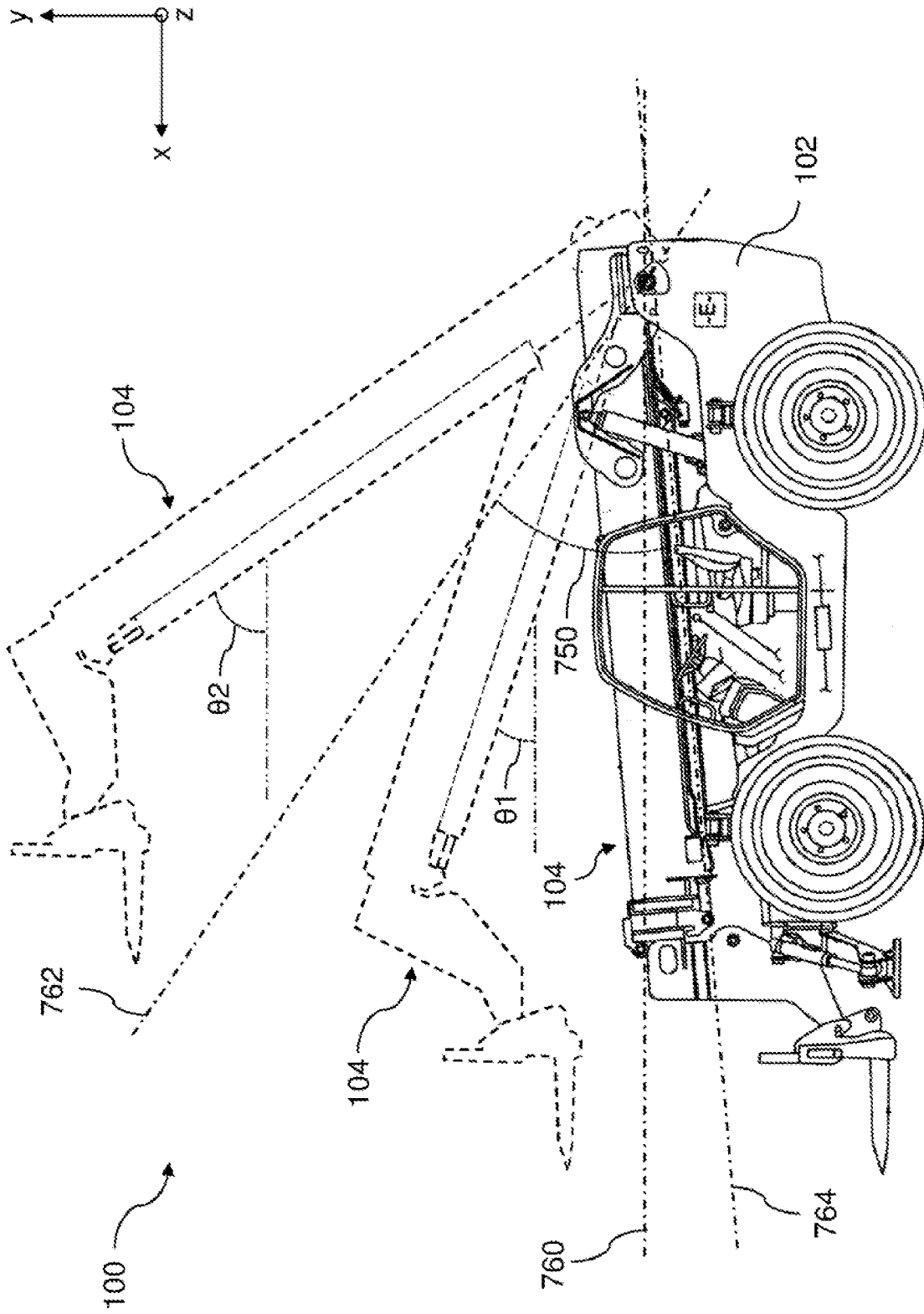


FIG. 8