

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 967 296**

51 Int. Cl.:

E02F 9/00	(2006.01)	G01C 15/06	(2006.01)
B60P 3/06	(2006.01)	G01C 21/28	(2006.01)
G01C 21/00	(2006.01)	G01S 19/14	(2010.01)
G01S 19/43	(2010.01)	G05D 1/02	(2010.01)
G01C 21/20	(2006.01)		
E02F 9/20	(2006.01)		
E02F 9/26	(2006.01)		
E02F 3/34	(2006.01)		
E02F 3/43	(2006.01)		
E02F 9/24	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.08.2019** **E 21213818 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023** **EP 3995630**

54 Título: **Controles aumentados de pala cargadora**

30 Prioridad:

06.08.2018 US 201862715011 P
26.09.2018 US 201862736852 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.04.2024

73 Titular/es:

DOOSAN BOBCAT NORTH AMERICA, INC.
(100.0%)
250 East Beaton Drive
West Fargo, ND 58078, US

72 Inventor/es:

PFAFF, JOHN y
HOABY, JOHN

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 967 296 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

Controles aumentados de pala cargadora

ANTECEDENTES

5 Esta divulgación está dirigida a máquinas de potencia. Más en particular, esta divulgación está dirigida a máquinas de potencia incluyendo palas cargadoras compactas con sistemas de control aumentados que pueden realizar tareas automatizadas o semiautomatizadas. El documento EP 2 806 066 A1 desvela un procedimiento de control automático o semiautomático de una máquina de trabajo.

10 Las máquinas de potencia, para efectos de esta divulgación, incluyen cualquier tipo de máquina que genere potencia con el fin de llevar a cabo una tarea particular o una variedad de tareas. Un tipo de máquina de potencia es el vehículo de trabajo. Los vehículos de trabajo son generalmente vehículos autopropulsados que tienen un dispositivo de trabajo, tal como un brazo elevador (aunque algunos vehículos de trabajo pueden tener otros dispositivos de trabajo) que pueden ser manipulados para llevar a cabo una función de trabajo. Los vehículos de trabajo incluyen palas cargadoras, excavadoras, vehículos utilitarios, tractores y zanjadoras, por nombrar algunos ejemplos.

15 Las palas cargadoras, incluidas las compactas y las minicargadoras, se pueden usar para llevar a cabo diversas tareas por medio de funciones de desplazamiento, elevación, inclinación y auxiliares. Normalmente, las palas cargadoras se usan para transportar material y/o llevar a cabo diversas tareas con implementos acoplados, que incluyen excavar y otras tareas. A menudo, el trabajo llevado a cabo por una pala cargadora es de naturaleza repetitiva. Por ejemplo, el uso de un implemento cortacésped para segar un área suele requerir el control repetitivo de la pala cargadora para controlar el desplazamiento de la máquina, la subida o bajada de un implemento cortacésped, la alimentación del
20 implemento cortacésped, etc.

La discusión anterior se provee meramente para información general sobre antecedentes y no se pretende usar como una ayuda para determinar el alcance del objeto reivindicado.

SUMARIO

25 Las realizaciones desveladas incluyen palas cargadoras y sistemas usados en máquinas de potencia en forma de palas cargadoras compactas que están configuradas para aumentar el control de la máquina de potencia para llevar a cabo tareas repetitivas. Al proporcionar control aumentado, se inicia un modo de aprendizaje y se establece una posición inicial. A continuación, se aprende una serie o colección de operaciones de máquina necesarias para llevar a cabo una iteración o ciclo de una tarea de trabajo. Posteriormente, se puede ordenar a la pala cargadora que lleve a cabo automáticamente la serie de operaciones registradas para llevar a cabo la tarea tantas veces como se especifique para completar un proyecto de trabajo.
30

Los ejemplos desvelados incluyen máquinas de potencia, tal como cargadores, y procedimientos para proporcionar control aumentado o autónomo de máquinas de potencia. Un sistema de uno o más controladores u ordenadores puede configurarse para realizar operaciones o acciones particulares en virtud de tener software, firmware, hardware, o una de sus combinaciones instalados en el sistema que en la operación causa o hace que el sistema realice las acciones. Uno o más programas informáticos pueden configurarse para realizar operaciones o acciones particulares en virtud de la inclusión de instrucciones que, cuando son ejecutadas por el aparato de procesamiento de datos, hacen que el aparato realice las acciones.
35

La invención incluye un procedimiento (700) de carga de una máquina de potencia (100; 200; 300; 900; 1000; 1200; 1300; 1400) en un remolque (710). El procedimiento incluye localizar (710) una posición del remolque utilizando un dispositivo de posicionamiento (980; 1080) para identificar la información de posición del remolque, localizar (720) la máquina de potencia utilizando el dispositivo de posicionamiento para generar la información de posición de la máquina de potencia, e identificar (730) un trayecto para que la máquina de potencia se desplace sobre el remolque, incluyendo el trayecto un punto final (932) sobre el remolque que representa una posición final sobre el trayecto en la que debe situarse la máquina de potencia. El procedimiento incluye además controlar la máquina de potencia con un controlador (370; 970; 1070; 1270; 1470) para conducir la máquina de potencia a un primer punto (934) en la trayectoria para alinear la máquina de potencia con el remolque y luego conducir la máquina de potencia a lo largo de la trayectoria hacia el remolque hasta el punto final (932). Otras realizaciones de este aspecto incluyen los correspondientes sistemas informáticos, aparatos y programas informáticos registrados en uno o más dispositivos de almacenamiento informático, cada uno configurado para realizar las acciones de los procedimientos.
40 45

50 Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. Por ejemplo, algunas implementaciones pueden incluir localizar (710) una posición del remolque que además incluye identificar cuatro esquinas (912; 914; 916; 918) de una porción de plataforma (940) del remolque en el que ha de posicionarse la máquina de potencia. En algunas implementaciones, la localización (710) de la posición del remolque incluye además la identificación de las cuatro esquinas en un orden predeterminado. En algunas implementaciones, localizar (710) la posición del remolque incluye además verificar que las cuatro esquinas identifican un rectángulo calculando una primera longitud diagonal entre una esquina delantera izquierda (912) y una esquina trasera derecha (916), calculando una segunda longitud diagonal entre una esquina delantera derecha (918) y una esquina trasera izquierda (914), y
55

determinando si la primera longitud diagonal y la segunda longitud diagonal están dentro de una tolerancia predeterminada entre sí. En algunas implementaciones, la identificación de las cuatro esquinas incluye el uso del dispositivo de posicionamiento para reconocer marcas identificables situadas en las cuatro esquinas.

5 En algunas realizaciones, la localización (710) de la posición del remolque incluye además el cálculo de una línea central del remolque. En algunas implementaciones, la localización (710) de la posición del remolque incluye además el cálculo de la longitud y la anchura del remolque.

10 En algunas realizaciones, la localización (720) de la máquina de energía utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil incluye además la obtención de información de posición cinemática en tiempo real (RTK) a partir de sensores RTK (356; 1056; 1256) en la máquina de energía, y la generación de un factor de corrección de error basado en la información de posición de la máquina de energía generada por el dispositivo de posicionamiento portátil y la información de posición RTK. En algunas implementaciones, el procedimiento incluye además el uso del factor de corrección de errores para corregir la información de posición del remolque y la información de posición de la máquina de potencia.

15 En algunas implementaciones, el punto final (932) está centrado entre un lado izquierdo (944) y un lado derecho (946) del remolque y está posicionado entre un extremo delantero (948) y un extremo trasero (950) del remolque.

En algunas implementaciones, la trayectoria incluye un punto medio (930) de una línea que se extiende entre una esquina trasera izquierda (914) y una esquina trasera derecha (916) del remolque, la trayectoria incluye además el primer punto (934) y al menos un punto adicional (936, 938) fuera y detrás del remolque y en una línea que se extiende a través del punto final (932) y el punto medio (930).

20 En algunas implementaciones, el procedimiento incluye el controlador en la máquina de potencia para controlar autónomamente la máquina de potencia para conducir la máquina de potencia al primer punto (934) en el trayectoria para alinear la máquina de potencia con el remolque y luego conducir la máquina de potencia a lo largo de los puntos de la trayectoria en el remolque hasta el punto final (932) incluye además usar el controlador para retroceder la máquina de potencia desde el primer punto (934), a lo largo de los puntos de la trayectoria y subir una rampa (942) hasta el punto final (932).

La invención incluye un procedimiento (1100) de mapear zonas de obstrucción de un área de trabajo en un mapa del lugar de trabajo y proporcionar control aumentado de una máquina eléctrica (100; 200; 300; 900; 1000; 1200; 1300; 1400). En algunas implementaciones, el procedimiento incluye identificar (1102) una zona de obstrucción para una obstrucción (1002) en el área de trabajo utilizando un dispositivo de posicionamiento portátil (980; 1080) para etiquetar una posición de la obstrucción; identificar (1104) una posición de una máquina de potencia en una primera ubicación (1060) en el área de trabajo utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil; identificar (1106) una posición de la máquina eléctrica en la primera ubicación (1060) en el área de trabajo utilizando un segundo dispositivo de posicionamiento (1056; 1256); identificar (1108) una información de posición de la máquina eléctrica en una segunda ubicación (1062) en el área de trabajo utilizando el primer dispositivo de posicionamiento portátil; identificar (1110) una posición de la máquina eléctrica en la segunda ubicación (1062) en el área de trabajo utilizando el segundo dispositivo de posicionamiento; generar (1112) un factor de corrección de errores con base en las posiciones de la máquina de potencia en la primera ubicación (1060) en el área de trabajo identificada utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil y el segundo dispositivo de posicionamiento, y con base en las posiciones de la máquina de potencia en la segunda ubicación (1062) en el área de trabajo identificada utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil y el segundo dispositivo de posicionamiento; recalcular (1114) la zona de obstrucción identificada (1002) en el área de trabajo utilizando el factor de corrección de errores para obtener una zona de obstrucción recalculada; utilizar (1116) un controlador de control aumentado (370; 970; 1070; 1270; 1470) configurado con la zona de obstrucción recalculada para controlar el desplazamiento de la máquina de potencia en el área de trabajo para evitar el contacto con la obstrucción. Otras realizaciones de este aspecto incluyen los correspondientes sistemas informáticos, aparatos y programas informáticos registrados en uno o más dispositivos de almacenamiento informático, cada uno configurado para realizar las acciones de los procedimientos.

50 Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. El procedimiento en el que se utiliza (1116) el controlador de control aumentado configurado con la zona de obstrucción recalculada para controlar el desplazamiento de la máquina de potencia en el área de trabajo incluye utilizar el controlador de control aumentado para controlar el desplazamiento de la máquina de potencia de forma autónoma. El procedimiento en el que se utiliza (1116) el controlador de control aumentado configurado con la zona de obstrucción recalculada para controlar el desplazamiento de la máquina de potencia en el área de trabajo incluye el uso del controlador de control aumentado para aumentar el control del desplazamiento de la máquina de potencia por parte de un operador situado en la máquina de potencia o que controla la máquina de potencia de forma remota.

55 El procedimiento en el que se identifica (1102) la zona de obstrucción para la obstrucción (1002) en el área de trabajo utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil para etiquetar la posición de la obstrucción incluye además identificar un punto en la obstrucción. El procedimiento en el que se identifica (1102) la zona de obstrucción para la obstrucción (1002) en el área de trabajo utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil para etiquetar la posición de la obstrucción incluye además identificar al menos un segmento de línea (1044; 1052) y definir una posición de la

obstrucción a partir del al menos un segmento de línea. El procedimiento en el que se identifica (1102) la zona de obstrucción para la obstrucción (1002) en el área de trabajo utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil para etiquetar la posición de la obstrucción incluye además identificar un perímetro (1010; 1020; 1040; 1050) alrededor de la obstrucción.

- 5 La invención incluye un procedimiento (600; 650) de realizar una tarea usando una máquina eléctrica (100; 200; 300; 900; 1000; 1200; 1300; 1400), el procedimiento incluye: iniciar (602) un modo de aprendizaje de un controlador (370; 970; 1070; 1270; 1470) utilizando una entrada de modo de aprendizaje (354); establecer (604) una posición de inicio para la máquina de potencia utilizando una entrada de parámetro (358) para proporcionar la posición de inicio al controlador; mientras un operador controla la máquina eléctrica para realizar una iteración de una tarea, grabar (610) en la memoria asociada con el controlador posiciones, movimientos y/o funciones de la máquina eléctrica al realizar la iteración de la tarea; terminar (612) el modo de aprendizaje; y controlar (650) la máquina eléctrica, utilizando el controlador, para repetir autónomamente al menos una iteración adicional de la tarea. Otras realizaciones de este aspecto incluyen los correspondientes sistemas informáticos, aparatos y programas informáticos registrados en uno o más dispositivos de almacenamiento informático, cada uno configurado para realizar las acciones de los procedimientos.

Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. El procedimiento en el que la posición de inicio de la máquina de potencia es una posición actual de la máquina de potencia, determinada mediante sensores cinemáticos en tiempo real (RTK) (356; 1056; 1256) en la máquina de potencia, cuando se inició el modo de aprendizaje.

- 20 El procedimiento incluye además el ajuste (606) de un desplazamiento de la posición inicial. El procedimiento en el que se registran (610) en la memoria asociada con el controlador las posiciones, movimientos y/o funciones de la máquina de potencia en la realización de la tarea incluye el registro de entradas del operador necesarias para controlar un sistema de conversión de potencia (224) de la máquina de potencia, motores de accionamiento (226) de la máquina de potencia, y/o un circuito de accionamiento de trabajo (238c) de la máquina de potencia.

- 25 El procedimiento en el que se registran (610) en la memoria asociada con el controlador las posiciones, movimientos y/o funciones de la máquina de potencia al realizar la tarea incluye el registro de posiciones y movimientos de la máquina de potencia, un brazo de elevación o cilindro de elevación de la máquina de potencia, y un portaimplementos o cilindro de inclinación de la máquina de potencia.

- 30 La invención incluye un procedimiento (600; 650) para realizar una tarea usando control aumentado de una máquina de potencia (100; 200; 300; 900; 1000; 1200; 1300; 1400), el procedimiento incluyendo: introducir (652) a un controlador (370; 970; 1070; 1270; 1470) de la máquina de potencia un parámetro de repetición de tarea para indicar cuándo se debe terminar la repetición de un ciclo de tarea registrado; iniciar (654) un modo de control aumentado del controlador; determinar (656) si la máquina de potencia está dentro de una distancia predeterminada de una posición de inicio; terminar (668) el modo de control aumentado del controlador si se determina que la máquina de potencia está más lejos que la distancia predeterminada de la posición de inicio; retornar automáticamente (658) la máquina a la posición inicial si se determina que la máquina está dentro de la distancia predeterminada de la posición inicial; controlar automáticamente (660) la máquina para realizar funciones de desplazamiento, elevación, inclinación y/o auxiliares de acuerdo con el ciclo de tarea registrado; determinar (662) si el parámetro de repetición de tarea indica que el modo de control aumentado debe ser terminado; terminar (668) el modo de control aumentado del controlador si se determina que el parámetro de repetición de tarea indica que el modo de control aumentado debe ser terminado; desplazar (664) la posición inicial, si se determina que el parámetro de repetición de tarea no indica que el modo de control aumentado debe ser terminado, para producir una posición inicial desplazada; y repitiendo con la posición inicial desplazada cada una de las acciones siguientes: retorno automático (658) de la máquina a la posición inicial, control automático (660) de la máquina para realizar funciones de desplazamiento, elevación, inclinación y/o auxiliares de acuerdo con el ciclo de tarea registrado, determinación (662) de si el parámetro de repetición de tarea indica que el modo de control aumentado debe terminarse, y terminación (668) del modo de control aumentado del controlador si se determina que el parámetro de repetición de tarea indica que el modo de control aumentado debe terminarse; Otras realizaciones de este aspecto incluyen sistemas informáticos, aparatos y programas informáticos correspondientes registrados en uno o más dispositivos de almacenamiento informático, cada uno configurado para realizar las acciones de los procedimientos.

- 55 Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características. El procedimiento en el que la introducción (652) del parámetro de repetición de tarea incluye además la introducción en el controlador de un número de veces que debe repetirse el ciclo de tarea registrado. El procedimiento en el que la introducción (652) del parámetro de repetición de tarea incluye además la introducción en el controlador de una posición de la máquina de potencia en la que la repetición del ciclo de tarea registrado debe finalizar automáticamente. El procedimiento en el que la introducción (652) del parámetro de repetición de tarea incluye además la introducción en el controlador de una posición límite dentro de un área de trabajo en la que la repetición del ciclo de tarea registrado debe finalizar automáticamente.

El procedimiento en el que se determina (662) si el parámetro de repetición de tarea indica que el modo de control aumentado debe terminarse incluye determinar si el ciclo de tarea registrado se ha realizado un número predeterminado de veces.

5 Este Sumario y el Resumen se proporcionan para introducir una selección de conceptos de forma simplificada que se describen más adelante en la Descripción Detallada. Este Sumario no pretende identificar las características clave o esenciales del tópico reivindicado, ni se pretende usar como ayuda para determinar el alcance del tópico reivindicado.

Figuras

10 La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra sistemas funcionales de una máquina de potencia representativa en la que las realizaciones de la presente divulgación se pueden llevar a la práctica ventajosamente.

Las FIGS. 2 y 3 ilustran vistas en perspectiva de una máquina de potencia representativa en la forma de una pala cargadora de dirección deslizante del tipo en el que las realizaciones desveladas pueden ser practicadas.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes de un sistema de potencia de una máquina de potencia tal como la pala cargadora ilustrada en las FIGS. 2 y 3.

15 La FIG. 5 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes del sistema de potencia de la FIG. 4 en mayor detalle de acuerdo con un ejemplo de realización.

La FIG. 6 es un diagrama de bloques de un kit para configurar una pala cargadora para control aumentado.

Las FIGS. 7 y 8 son diagramas de bloques de sistemas configurados para proporcionar control aumentado de una pala cargadora de acuerdo con realizaciones de ejemplo.

20 La FIG. 9 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de aprendizaje de una tarea para el control aumentado de una pala cargadora.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de control de una pala cargadora para llevar a cabo una tarea aprendida para proporcionar un control aumentado de una pala cargadora.

La FIG. 11 es un diagrama que ilustra una pala cargadora en posición para ser conducida a una rampa.

25 La FIG. 12 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de fijar un sistema de accionamiento al bastidor de una pala cargadora de acuerdo con una realización ilustrativa.

La FIG. 13 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración entre un controlador portátil y un dispositivo de entrada de usuario que está en comunicación con el controlador portátil.

30 La FIG. 14 es un diagrama que ilustra un sistema que incluye una pala cargadora con características de control aumentadas para controlar la pala cargadora para evitar el contacto con un obstáculo.

Las FIGS. 15A a 15D ilustran ejemplos de varias zonas de obstrucción mapeadas para un obstáculo.

La FIG. 16 ilustra una característica de identificación de una posición de la pala cargadora que permite determinar un factor de corrección de errores.

35 La FIG. 17 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para mapear una zona de obstrucción y operar una pala cargadora para evitar el contacto con el obstáculo.

La FIG. 18 es un diagrama que ilustra una característica de esgrima dinámica de algunas realizaciones desveladas.

La FIG. 19 es un diagrama que ilustra un mapeado de un lugar de trabajo que tiene una característica de carreteras virtuales predefinidas de algunas realizaciones desveladas.

40 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Los conceptos desvelados en esta discusión se describen e ilustran con referencia a realizaciones ejemplares. Estos conceptos, sin embargo, no están limitados en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de los componentes en las realizaciones ilustrativas y pueden ser llevados a la práctica o llevados a cabo de diversas otras maneras. La terminología de la presente memoria se usa con fines descriptivos y no se debe considerar limitativa. 45 Palabras tales como "que incluyen", "que comprenden" y "que tienen" y variaciones de las mismas, como se usan en la presente memoria, abarcan los elementos enumerados a continuación, sus equivalentes, así como otros elementos adicionales. Además, se debe entender que los componentes descritos como "capaces de" llevar a cabo una tarea o función incluyen estar "configurados para" llevar a cabo la tarea o función.

Las realizaciones desveladas incluyen palas cargadoras, y sistemas usados en palas cargadoras que se configuran para aumentar el control de la pala cargadora para lograr tareas repetitivas. Al proporcionar control aumentado, se inicia un modo de aprendizaje y se establece una posición inicial. En el modo de aprendizaje, se aprende una serie o colección de operaciones de la máquina necesarias para llevar a cabo una iteración de una tarea de trabajo. Posteriormente, se puede ordenar a la pala cargadora que lleve a cabo automáticamente la serie de operaciones registradas con el fin de llevar a cabo repetidamente la tarea tantas veces como se especifique para completar un proyecto de trabajo. Algunos ejemplos de tareas que se pueden aprender son, entre otros, la carga de remolques, las operaciones de carga y descarga, el transporte de material (conducción de la pala cargadora de una posición a otra), la vuelta a casa, la vuelta a la posición del grupo de trabajo para las funciones de elevación, inclinación y auxiliares, los trabajos con implementos o accesorios llevados a cabo en hileras, tales como la siega, la nivelación y el embalaje, etc.

Estos conceptos pueden practicarse en diversas máquinas de potencia, como se describirá a continuación. Una máquina de potencia representativa en la que se pueden practicar las realizaciones se ilustra en forma de diagrama en la FIG. 1 y un ejemplo de dicha máquina de potencia se ilustra en las FIGS. 2 y 3 y se describen a continuación antes de desvelar cualquier realización. Por propósitos de brevedad, sólo se ilustra y discute una máquina de potencia representativa. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las realizaciones a continuación se pueden practicar en cualquiera de un número de máquinas motrices, que incluyen máquinas motrices de diferentes tipos de la máquina motriz representativa mostrada en las FIGS. 2 y 3. Las máquinas de potencia, a efectos de esta discusión, incluyen un marco, al menos un elemento de trabajo, y una fuente de potencia que es capaz de proporcionar potencia al elemento de trabajo para llevar a cabo una tarea de trabajo. Un tipo de máquina de potencia es un vehículo de trabajo autopropulsado. Los vehículos de trabajo autopropulsados son una clase de máquinas de potencia que incluyen un marco, un elemento de trabajo y una fuente de potencia capaz de proporcionar potencia al elemento de trabajo. Al menos uno de los elementos de trabajo es un sistema de tracción para mover la máquina de potencia bajo potencia.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra los sistemas básicos de una máquina de potencia 100, que puede ser cualquiera de un número de diferentes tipos diferentes de máquinas de potencia, a las que se pueden incorporar ventajosamente las realizaciones que se discuten a continuación. El diagrama de bloques de la FIG. 1 identifica varios sistemas en la máquina de potencia 100 y la relación entre diversos componentes y sistemas. Como se mencionó anteriormente, en el nivel más básico, las máquinas de potencia para los fines de esta discusión incluyen un marco, una fuente de potencia y un elemento de trabajo. La máquina de potencia 100 tiene un marco 110, una fuente de potencia 120 y un elemento de trabajo 130. Debido a que la máquina motriz 100 mostrada en la FIG. 1 es un vehículo de trabajo autopropulsado, también tiene elementos de tracción 140, que son a su vez elementos de trabajo provistos para mover la máquina motriz sobre una superficie de apoyo y una estación de operador 150 que proporciona una posición de operación para controlar los elementos de trabajo de la máquina motriz. Un sistema de control 160 se proporciona para interactuar con los otros sistemas para llevar a cabo diversas tareas de trabajo al menos en parte en respuesta a las señales de control proporcionadas por un operador.

Algunos vehículos de trabajo tienen elementos de trabajo capaces de realizar una tarea específica. Por ejemplo, algunos vehículos de trabajo tienen un brazo de elevación al que se sujeta un implemento tal como un cubo, por ejemplo, por medio de una disposición de pasadores. El elemento de trabajo, es decir, el brazo de elevación, puede ser manipulado para posicionar el implemento con el fin de llevar a cabo la tarea. El implemento, en algunos casos, se puede posicionar en relación con el elemento de trabajo, tal como, por medio de la rotación de un cubo en relación con un brazo de elevación, para posicionar aún más el implemento. En el funcionamiento normal de un vehículo de trabajo de este tipo, el cubo está destinado a estar acoplado y en uso. Estos vehículos de trabajo pueden aceptar otros implementos por medio del desmontaje de la combinación de implementos/elemento de trabajo y el nuevo montaje de otro implemento en lugar del cubo original. Otros vehículos de trabajo, sin embargo, están destinados a ser usados con una amplia variedad de implementos y tienen una interfaz de implementación tal como la interfaz de implementos 170 mostrada en la FIG. 1. En su forma más básica, la interfaz de implementos 170 es un mecanismo de conexión entre el marco 110 o un elemento de trabajo 130 y un implemento, que puede ser tan simple como un punto de conexión para fijar un implemento directamente al marco 110 o a un elemento de trabajo 130 o más complejo, como se discute a continuación.

En algunas máquinas de potencia, la interfaz 170 de implemento puede incluir un portador de implemento, que es una estructura física unida de forma móvil a un elemento de trabajo. El portador de implemento tiene características de enganche acoplamiento y bloqueo para aceptar y asegurar cualquiera de los implementos al elemento de trabajo. Una de las características de dicho portador de implemento es que, una vez que se le acopla un implemento, queda fijado al implemento (es decir, no es móvil con respecto al implemento) y cuando el portador de implemento se mueve con respecto al elemento de trabajo, el implemento se mueve con el portador de implemento. El término portador de implementos, como se usa en la presente memoria, no es simplemente un punto de conexión pivotante, sino más bien un dispositivo dedicado específicamente para aceptar y ser asegurado a diversos implementos diferentes. El portador de implementos propiamente dicho se puede montar en un elemento de trabajo 130, tal como un brazo de elevación o el bastidor 110. La interfaz de implementos 170 también puede incluir una o más fuentes de potencia para proporcionar potencia a uno o más elementos de trabajo en un implemento. Algunas máquinas de potencia pueden tener una pluralidad de elementos de trabajo con interfaces de implementos, cada uno de los cuales puede, pero no es necesario, tener un portador de implementos para recibirlos. Algunas otras máquinas motrices pueden tener un elemento de trabajo con una pluralidad de interfaces de implemento, de forma que un solo elemento de trabajo puede

aceptar una pluralidad de implementos simultáneamente. Cada una de estas interfaces de implementos puede, pero no es necesario, tener un portador de implementos.

El marco 110 incluye una estructura física que puede soportar diversos otros componentes que están unidos a este o posicionados sobre el mismo. El marco 110 puede incluir cualquier número de componentes individuales. Algunas máquinas de potencia tienen marcos que son rígidos. Es decir, ninguna parte del marco es móvil con respecto a otra parte del marco. Otras máquinas de potencia tienen al menos una porción que es capaz de moverse con respecto a otra porción del marco. Por ejemplo, las excavadoras pueden tener una porción de marco superior que gira con respecto a una porción de marco inferior. Otros vehículos de trabajo tienen marcos articulados, de manera que una porción del bastidor pivota con respecto a otra para realizar funciones de dirección.

El marco 110 soporta la fuente de potencia 120, que está configurada para proporcionar potencia a uno o más elementos de trabajo 130, que incluyen uno o más elementos de tracción 140, así como, en algunos casos, proporcionar potencia para su uso por un implemento conectado a través de la interfaz de implementos 170. La potencia de la fuente de potencia 120 se puede suministrar directamente a cualquiera de los elementos de trabajo 130, los elementos de tracción 140 y las interfaces de implementos 170. Alternativamente, la potencia de la fuente de potencia 120 puede ser proporcionada a un sistema de control 160, que a su vez proporciona selectivamente potencia a los elementos que pueden usarla para llevar a cabo una función de trabajo. Las fuentes de potencia para las máquinas de potencia suelen incluir un motor, tal como un motor de combustión interna, y un sistema de conversión de potencia, tal como una transmisión mecánica o un sistema hidráulico que es capaz de convertir la salida de un motor en una forma de potencia que puede ser usada por un elemento de trabajo. Se pueden incorporar otros tipos de fuentes de potencia a las máquinas de potencia, que incluyen las fuentes eléctricas o una combinación de fuentes de potencia, conocidas generalmente como fuentes de potencia híbridas.

La FIG. 1 muestra un solo elemento de trabajo designado como elemento de trabajo 130, pero diversas máquinas de potencia pueden tener cualquier número de elementos de trabajo. Los elementos de trabajo suelen estar fijados al marco de la máquina de potencia y son móviles con respecto al marco cuando se lleva a cabo una tarea de trabajo. Además, los elementos de tracción 140 son un caso especial de elemento de trabajo en el sentido de que su función de trabajo consiste generalmente en desplazar la máquina de potencia 100 sobre una superficie de apoyo. Los elementos de tracción 140 se muestran separados del elemento de trabajo 130 debido a que muchas máquinas de potencia tienen elementos de trabajo adicionales además de los elementos de tracción, aunque no siempre es así. Las máquinas de potencia pueden tener cualquier número de elementos de tracción, algunos o todos los cuales pueden recibir potencia de la fuente de potencia 120 para propulsar la máquina de potencia 100. Los elementos de tracción pueden ser, por ejemplo, conjuntos de orugas, ruedas unidas a un eje, y similares. Los elementos de tracción se pueden montar en el bastidor de forma que el movimiento del elemento de tracción se limite a la rotación alrededor de un eje (de forma que la dirección se lleve a cabo por medio de una acción de deslizamiento) o, alternativamente, se puede montar de forma pivotante en el bastidor para llevar a cabo la dirección por medio del pivote del elemento de tracción con respecto al bastidor.

La máquina de potencia 100 incluye una estación de operador 150 que incluye una posición de operación desde la cual un operador puede controlar la operación de la máquina de potencia. En algunas máquinas de potencia, la estación de operador 150 está definida por una cabina cerrada o parcialmente cerrada. Algunas máquinas motrices en las que se pueden llevar a la práctica las realizaciones desveladas pueden no tener una cabina o un compartimento para el operador del tipo descrito anteriormente. Por ejemplo, un cargador con conductor a pie puede no tener una cabina o un compartimento para el operador, sino un puesto de operación que sirve como estación del operador desde la que se maneja adecuadamente la máquina motriz. En términos más generales, las máquinas motrices que no son vehículos de trabajo pueden tener estaciones de operador que no son necesariamente similares a las estaciones de operación y compartimentos de operador mencionados anteriormente. Además, algunas máquinas de potencia tal como la máquina de potencia 100 y otras, tengan o no compartimentos o puestos de operador, pueden ser capaces de ser operadas remotamente (es decir, desde una estación de operador ubicada remotamente) en lugar de o además de una estación de operador adyacente o en la máquina de potencia. Esto puede incluir aplicaciones en las que al menos algunas de las funciones controladas por el operador de la máquina motriz pueden ser operadas desde una posición de operación asociada con un implemento que está acoplado a la máquina motriz. Alternativamente, con algunas máquinas motrices, se puede proporcionar un dispositivo de control remoto (es decir, remoto tanto de la máquina motriz como de cualquier implemento al que esté acoplada) que sea capaz de controlar al menos algunas de las funciones controladas por el operador en la máquina motriz.

Las FIGS. 2 y 3 ilustran una pala cargadora 200, que es un ejemplo particular de una máquina de potencia del tipo ilustrado en la FIG. 1 en el que se pueden emplear ventajosamente las realizaciones que se comentan a continuación. La pala cargadora 200 es una pala cargadora de dirección deslizante, que es una pala cargadora que tiene elementos de tracción (en este caso, cuatro ruedas) que están montados en el marco de la pala cargadora a través de ejes rígidos. En este caso la frase "ejes rígidos" se refiere al hecho de que la pala cargadora compacto 200 no tiene ningún elemento de tracción que se pueda girar o dirigir para ayudar a la pala cargadora a llevar a cabo un giro. En cambio, una pala cargadora de dirección deslizante tiene un sistema de accionamiento que impulsa de forma independiente uno o más elementos de tracción en cada lado de la pala cargadora, de forma que al proporcionar diferentes señales de tracción a cada lado, la máquina tenderá a patinar sobre una superficie de apoyo. Estas señales variables pueden incluso incluir el suministro de potencia a los elementos de tracción de un lado de la pala cargadora para moverla en

dirección de avance y el suministro de potencia a los elementos de tracción de otro lado de la pala cargadora para moverla en dirección inversa, de forma que la pala cargadora gire alrededor de un radio centrado dentro de la huella de la propia pala cargadora. El término "dirección deslizante" se ha referido tradicionalmente a las palas cargadoras que tienen dirección de deslizamiento como se ha descrito anteriormente con ruedas como elementos de tracción. Sin embargo, se debe tener en cuenta que muchas palas cargadoras de orugas también llevan a cabo los giros por medio del deslizamiento y son técnicamente palas cargadoras de orugas, aunque no tengan ruedas. A los efectos de esta discusión, a menos que se indique lo contrario, el término dirección deslizante no se debe considerar como una limitación del alcance de la discusión a las palas cargadoras con ruedas como elementos de tracción.

La pala cargadora 200 es un ejemplo particular de la máquina de potencia 100 ilustrada ampliamente en la FIG. 1 y comentado anteriormente. Para ello, las características de la pala cargadora 200 que se describen a continuación incluyen números de referencia que son generalmente similares a los usados en la FIG. 1. Por ejemplo, se describe que la pala cargadora 200 tiene un marco 210, al igual que la máquina de potencia 100 tiene un marco 110. La pala cargadora de dirección deslizante 200 se describe en la presente memoria descriptiva para proporcionar una referencia para comprender un entorno en el que se pueden llevar a la práctica las realizaciones que se describen a continuación relacionadas con los conjuntos de pista y los elementos de montaje para montar los conjuntos de pista en una máquina de potencia. La pala cargadora 200 no se debe considerar limitante especialmente en cuanto a la descripción de las características que la pala cargadora 200 puede tener que se describen en la presente memoria descriptiva que no son esenciales para las realizaciones desveladas y, por lo tanto, pueden o no estar incluidas en máquinas de potencia diferentes de la pala cargadora 200 en las que las realizaciones desveladas a continuación pueden ser practicadas ventajosamente. A menos que se indique específicamente lo contrario, las realizaciones desveladas a continuación se pueden llevar a la práctica en una variedad de máquinas de potencia, la pala cargadora 200 es sólo una de esas máquinas de potencia. Por ejemplo, algunos o todos los conceptos que se exponen a continuación se pueden llevar a la práctica en muchos otros tipos de vehículos de trabajo, tales como otras palas cargadoras, excavadoras, zanjadoras y topadoras, por citar sólo algunos ejemplos.

La pala cargadora 200 incluye el marco 210 que soporta un sistema de potencia 220, el sistema de potencia es capaz de generar o proporcionar de otra manera potencia para operar varias funciones en la máquina de potencia. El sistema de potencia 220 se muestra en forma de diagrama de bloques, pero se encuentra dentro del bastidor 210. El bastidor 210 también soporta un elemento de trabajo en forma de estructura de brazo de elevación 230 que es alimentado por el sistema de potencia 220 y es capaz de llevar a cabo diversas tareas de trabajo. Como la pala cargadora 200 es un vehículo de trabajo, el marco 210 también soporta un sistema de tracción 240, que también es alimentado por el sistema de potencia 220 y es capaz de propulsar la máquina de potencia sobre una superficie de apoyo. El conjunto de brazo de elevación 230 soporta a su vez una interfaz de portador de implementos 270, que incluye un portador de implementos 272 que es capaz de recibir y asegurar varios implementos a la pala cargadora 200 para llevar a cabo diversas tareas de trabajo y acopladores de potencia 274, que se proporcionan para proporcionar selectivamente potencia a un implemento que podría estar conectado a la pala cargadora. Los acopladores de potencia 274 pueden proporcionar fuentes de energía hidráulica, eléctrica o ambas. El cargador 200 incluye una cabina 250 que define una estación de operador 255 desde la cual un operador puede manipular diversos dispositivos de control 260 para provocar que la máquina motriz lleve a cabo diversas funciones de trabajo. La cabina 250 puede pivotar hacia atrás en torno a un eje que se extiende a través de los montajes 254 para proporcionar acceso a los componentes del sistema de potencia de acuerdo con lo necesario para el mantenimiento y la reparación.

La estación de operador 255 incluye un asiento del operador 258 y una pluralidad de dispositivos de entrada de operación, que incluyen palancas de control 260 que un operador puede manipular para controlar diversas funciones de la máquina. Los dispositivos de entrada del operador pueden incluir botones, interruptores, palancas, deslizadores, pedales y similares que pueden ser dispositivos independientes, tales como palancas manuales o pedales, o estar incorporados en empuñaduras o paneles de visualización, incluidos los dispositivos de entrada programables. El accionamiento de los dispositivos de entrada del operador puede generar señales en forma de señales eléctricas, señales hidráulicas y/o señales mecánicas. Las señales generadas en respuesta a los dispositivos de entrada del operador se proporcionan a diversos componentes de la máquina de potencia para controlar diversas funciones de la misma. Entre las funciones que se controlan a través de los dispositivos de entrada del operador en la máquina motriz 100 se incluyen el control de los elementos de tracción 219, el conjunto de brazo de elevación 230, el portador de implementos 272 y el suministro de señales a cualquier implemento que pueda estar acoplado de forma operativa al implemento.

Las palas cargadoras pueden incluir interfaces hombre-máquina que incluyen dispositivos de visualización que se proporcionan en la cabina 250 para dar indicaciones de información relacionada con la operación de las máquinas de potencia en una forma que pueda ser percibida por un operador, tal como, por ejemplo, indicaciones audibles y/o visuales. Las indicaciones audibles se pueden hacer en forma de timbres, campanas y similares o por medio de comunicación verbal. Las indicaciones visuales se pueden hacer en forma de gráficos, luces, iconos, indicadores, caracteres alfanuméricos y similares. Las pantallas pueden ser dedicadas para proporcionar indicaciones dedicadas, tales como luces de advertencia o indicadores, o dinámicas para proporcionar información programable, que incluyen dispositivos de visualización programables tales como monitores de diversos tamaños y capacidades. Los dispositivos de visualización pueden proporcionar información de diagnóstico, información para la resolución de problemas, información instructiva y otros tipos de información que ayudan a un operador a operar la máquina de potencia o un implemento acoplado a la máquina de potencia. También se puede proporcionar otra información que pueda ser útil

para un operador. Otras máquinas de potencia, tal como las palas cargadoras con conductor a pie, pueden no tener cabina ni compartimento para el operador, ni asiento. La posición del operador en dichas palas cargadoras se define generalmente en relación con una posición en la que el operador está mejor preparado para manipular los dispositivos de entrada del operador.

- 5 Varias máquinas de potencia que son capaces de incluir y/o interactuar con las realizaciones que se explican a continuación pueden tener varios componentes de marco diferentes que soportan varios elementos de trabajo. Los elementos del marco 210 discutidos en la presente memoria se proporcionan con fines ilustrativos y el marco 210 no es necesariamente el único tipo de marco que puede emplear una máquina de potencia en la que se pueden llevar a la práctica las realizaciones. El bastidor 210 de la pala cargadora 200 incluye un tren de rodaje o porción inferior 211 del bastidor y un bastidor principal o porción superior 212 del bastidor que se apoya en el tren de rodaje. El bastidor principal 212 de la pala cargadora 200, en algunas realizaciones, está unido al tren de rodaje 211, tal como por ejemplo con sujetadores o por medio de la soldadura del tren de rodaje al bastidor principal. Alternativamente, el bastidor principal y el tren de rodaje pueden estar formados integralmente. El marco principal 212 incluye un par de porciones verticales 214A y 214B situadas a ambos lados y hacia la parte posterior del marco principal que soportan el conjunto de brazo de elevación 230 y al que el conjunto de brazo de elevación 230 está unido de forma pivotante. El conjunto de brazo de elevación 230 está, de forma ilustrativa, fijado a cada una de las porciones verticales 214A y 214B. La combinación de características de montaje en las porciones verticales 214A y 214B y el conjunto de brazo de elevación 230 y el hardware de montaje (que incluyen los pasadores usados para fijar el conjunto de brazo de elevación al bastidor principal 212) se denominan colectivamente como articulaciones 216A y 216B (una está situada en cada una de las porciones verticales 214) para los propósitos de esta discusión. Las articulaciones 216A y 216B están alineadas a lo largo de un eje 218 de forma que el conjunto de brazo de elevación es capaz de pivotar, como se discute más adelante, con respecto al bastidor 210 alrededor del eje 218. Otras máquinas de potencia pueden no incluir porciones verticales a ambos lados del marco, o pueden no tener un conjunto de brazo de elevación que se pueda montar en las porciones verticales a ambos lados y hacia la porción posterior del marco. Por ejemplo, algunas máquinas de potencia pueden tener un solo brazo, montado en un solo lado de la máquina de potencia o en un extremo frontal o posterior de la máquina de potencia. Otras máquinas pueden tener una pluralidad de elementos de trabajo, que incluyen una pluralidad de brazos de elevación, cada uno de los cuales está montado en la máquina en su propia configuración. El marco 210 también soporta un par de elementos de tracción en forma de ruedas 219A a D a cada lado de la pala cargadora 200.
- 30 El conjunto de brazo de elevación 230 mostrado en las FIGS. 2 y 3 es un ejemplo de muchos tipos diferentes de conjuntos de brazos de elevación que se pueden acoplar a una máquina de potencia tal como la pala cargadora 200 u otras máquinas de potencia en las que se pueden llevar a la práctica las realizaciones de la presente discusión. El conjunto de brazo de elevación 230 es lo que se conoce como un brazo de elevación vertical, lo que significa que el conjunto de brazo de elevación 230 es móvil (es decir, el conjunto de brazo de elevación se puede elevar y bajar) bajo el control de la pala cargadora 200 con respecto al bastidor 210 a lo largo de una trayectoria de elevación 237 que forma una trayectoria generalmente vertical. Otros conjuntos de brazo de elevación pueden tener diferentes geometrías y pueden ser acoplados al bastidor de una pala cargadora de diversas maneras para proporcionar trayectorias de elevación que difieren de la trayectoria radial del conjunto de brazo de elevación 230. Por ejemplo, algunas trayectorias de elevación de otras palas cargadoras proporcionan una trayectoria de elevación radial. Otros conjuntos de brazos de elevación pueden tener una porción extensible o telescópica. Otras máquinas de potencia pueden tener una pluralidad de conjuntos del brazo de elevación unidos a sus marcos, y ser cada conjunto de brazo de elevación independiente de los demás. A menos que se indique específicamente lo contrario, ninguno de los conceptos inventivos expuestos en esta discusión está limitado por el tipo o el número de conjuntos de brazos de elevación que se acoplan a una máquina de potencia en particular.
- 45 El conjunto de brazo de elevación 230 tiene un par de brazos de elevación 234 que están dispuestos en lados opuestos del marco 210. Un primer extremo de cada uno de los brazos de elevación 234 está acoplado de forma pivotante a la máquina de potencia en las articulaciones 216 y un segundo extremo 232B de cada uno de los brazos de elevación está posicionado hacia delante del marco 210 cuando está en una posición bajada como se muestra en la FIG. 2. Las articulaciones 216 están ubicadas orientadas hacia una parte posterior de la pala cargadora 200, de forma que los brazos de elevación se extienden a lo largo de los lados del marco 210. La trayectoria de elevación 237 está definida por la trayectoria del segundo extremo 232B de los brazos de elevación 234 cuando el conjunto de brazo de elevación 230 se mueve entre una altura mínima y una máxima.

55 Cada uno de los brazos de elevación 234 tiene una primera porción 234A de cada brazo de elevación 234 está acoplado de forma pivotante al marco 210 en una de las articulaciones 216 y la segunda porción 234B se extiende desde su conexión a la primera porción 234A hasta el segundo extremo 232B del conjunto de brazo de elevación 230. Los brazos de elevación 234 están acoplados cada uno a un miembro transversal 236 que está unido a las primeras porciones 234A. El miembro transversal 236 proporciona una mayor estabilidad estructural al conjunto de brazo de elevación 230. Un par de actuadores 238, que en la pala cargadora 200 son cilindros hidráulicos configurados para recibir fluido presurizado del sistema de potencia 220, están acoplados de forma pivotante tanto al bastidor 210 como a los brazos de elevación 234 en las articulaciones pivotantes 238A y 238B, respectivamente, a cada lado de la pala cargadora 200. Los actuadores 238 algunas veces se denominan individualmente y colectivamente como cilindros de elevación. El accionamiento (es decir, la extensión y la retracción) de los actuadores 238 provoca que el conjunto de brazo de elevación 230 pivote sobre las articulaciones 216 y, por lo tanto, se eleve y descienda a lo largo de una

trayectoria fija ilustrada por la flecha 237. Cada uno de un par de enlaces de control 217 están montados de forma pivotante en el bastidor 210 y en uno de los brazos de elevación 232 a cada lado del bastidor 210. Los eslabones de control 217 ayudan a definir la trayectoria de elevación fija del conjunto de brazo de elevación 230.

5 Algunos brazos de elevación, sobre todo los brazos de elevación de las excavadoras, pero también es posible en las palas cargadoras, pueden tener porciones que son controlables para pivotar con respecto a otro segmento en lugar de moverse en concierto (es decir, a lo largo de una trayectoria predeterminada) como es el caso en el conjunto de brazo de elevación 230 mostrado en la FIG. 2. Algunas máquinas de potencia tienen conjuntos de brazos de elevación con un solo brazo de elevación, tal como se conoce en las excavadoras o incluso en algunas palas cargadoras y otras máquinas de potencia. Otras máquinas de potencia pueden tener una pluralidad de conjuntos de brazos de elevación, cada uno de ellos es independiente de los otros.

10 La interfaz de implementos 270 se encuentra próxima a un segundo extremo 232B del conjunto de brazo de elevación 234. La interfaz de implementos 270 incluye un portador de implementos 272 que es capaz de aceptar y asegurar una variedad de implementos diferentes al brazo de elevación 230. Dichos implementos tienen una interfaz de máquina complementaria que está configurada para acoplarse con el portador de implementos 272. El portador de implementos 15 272 está montado pivotantemente en el segundo extremo 232B del brazo 234. Los actuadores del portador de implementos 235 están acoplados de forma operable al conjunto de brazo de elevación 230 y al portador de implementos 272 y son operables para girar el portador de implementos con respecto al conjunto de brazo de elevación. Los actuadores del portador de implementos 235 son, a título ilustrativo, cilindros hidráulicos y a menudo se conocen como cilindros de inclinación.

20 Al tener un portador de implementos capaz de ser acoplado a una pluralidad de implementos diferentes, el cambio de un implemento a otro puede ser llevado a cabo con relativa facilidad. Por ejemplo, las máquinas con portadores de implementos pueden proporcionar un actuador entre el portador de implementos y el conjunto de brazo de elevación, de forma que la retirada o fijación de un implemento no implique la retirada o fijación de un actuador del implemento o la retirada o fijación del implemento del conjunto de brazo de elevación. El portador de implementos 272 proporciona 25 una estructura de montaje para sujetar fácilmente un implemento al brazo de elevación (u otra porción de una máquina de potencia) que no tiene un conjunto de brazo de elevación sin un portador de implementos.

30 Algunas máquinas de potencia pueden tener implementos o dispositivos similares a los implementos acoplados a ella, tal como por ejemplo, al estar fijados a un brazo de elevación con un actuador de inclinación también acoplado directamente al implemento o a la estructura del tipo de implemento. Un ejemplo común de este tipo de implementos que se fija de forma rotativa a un brazo de elevación es un cubo, con uno o más cilindros de inclinación que se fijan a un soporte que se fija directamente en el cubo tal como, por ejemplo, por medio de soldadura o con sujetadores. Este tipo de máquina de potencia no tiene un portador de implementos, sino que tiene una conexión directa entre un brazo de elevación y un implemento.

35 La interfaz de implementos 270 también incluye una fuente de potencia de implementos 274 disponible para la conexión a un implemento en el conjunto de brazo de elevación 230. La fuente de potencia del implemento 274 incluye un puerto de fluido hidráulico presurizado al que se puede acoplar un implemento de forma desmontable. El puerto de fluido hidráulico presurizado proporciona selectivamente fluido hidráulico presurizado para alimentar una o más funciones o actuadores en un implemento. La fuente de potencia del implemento también puede incluir una fuente de potencia eléctrica para alimentar los actuadores eléctricos y/o un controlador electrónico en un implemento. La fuente de potencia del implemento 274 también incluye ejemplarmente conductos eléctricos que están en comunicación con un bus de datos en la excavadora 200 para permitir la comunicación entre un controlador en un implemento y los dispositivos electrónicos en la pala cargadora 200.

45 El marco 210 soporta y generalmente encierra el sistema de potencia 220 de forma que los varios componentes del sistema de potencia 220 no son visibles en las FIGS. 2 y 3. La FIG. 4 incluye, entre otras cosas, un diagrama de varios componentes del sistema de alimentación 220. El sistema de potencia 220 incluye una o más fuentes de potencia 222 que son capaces de generar y/o almacenar energía para operar varias funciones de la máquina. En la pala cargadora 200, el sistema de potencia 220 incluye un motor de combustión interna. Otras máquinas de potencia pueden incluir generadores eléctricos, baterías recargables, otras fuentes de potencia o cualquier combinación de fuentes de potencia que puedan proporcionar energía para determinados componentes de la máquina de potencia. El sistema de potencia 220 incluye también un sistema de conversión de potencia 224, que está acoplado operativamente a la fuente de potencia 222. El sistema de conversión de potencia 224 está, a su vez, acoplado a uno o más actuadores 226, que pueden llevar a cabo una función en la máquina de potencia. Los sistemas de conversión de potencia en diversas máquinas de potencia pueden incluir diversos componentes, que incluyen transmisiones mecánicas, sistemas hidráulicos y similares. El sistema de conversión de potencia 224 de la máquina motriz 200 incluye un par de bombas de accionamiento hidrostático 224A y 224B, que son selectivamente controlables para proporcionar una señal de potencia a los motores de accionamiento 226A y 226B. Los motores de accionamiento 226A y 226B a su vez están cada uno acoplado operablemente a ejes, el motor de accionamiento 226A está acoplado a los ejes 228A y 228B y el motor de accionamiento 226B está acoplado a los ejes 228C y 228D. Los ejes 228A a D están a su vez acoplados a elementos tractores tales como ruedas 219A a D, respectivamente. Las bombas de accionamiento 224A y 224B 55 pueden estar acopladas mecánica, hidráulica y/o eléctricamente a dispositivos de entrada del operador para recibir señales de accionamiento para controlar las bombas de accionamiento.

La disposición de las bombas de accionamiento, motores y ejes en la máquina de potencia 200 no es más que un ejemplo de disposición de estos componentes. Como se ha comentado anteriormente, la máquina de potencia 200 es una pala cargadora compacta y, por lo tanto, los elementos de tracción de cada lado de la máquina de potencia se controlan conjuntamente a través de la salida de una única bomba hidráulica, ya sea por medio de un único motor de accionamiento como en la máquina de potencia 200 o con motores de accionamiento individuales. Se pueden emplear otras configuraciones y combinaciones de bombas y motores de accionamiento hidráulico que resulten ventajosas.

El sistema de conversión de potencia 224 de la máquina de potencia 200 también incluye una bomba hidráulica de implementos 224C, que también está acoplada de forma operable a la fuente de potencia 222. La bomba hidráulica de implementos 224C está acoplada operablemente al circuito del actuador de trabajo 238C. El circuito del actuador de trabajo 238C incluye cilindros de elevación 238 y cilindros de inclinación 235, así como lógica de control (tales como una o más válvulas) para controlar el accionamiento de los mismos. La lógica de control permite selectivamente, en respuesta a las entradas del operador, el accionamiento de los cilindros de elevación y/o los cilindros de inclinación. En algunas máquinas, el circuito del actuador de trabajo también incluye lógica de control para proporcionar selectivamente un fluido hidráulico presurizado a un implemento acoplado.

La descripción de la máquina de potencia 100 y de la pala cargadora 200 anterior se proporciona con fines ilustrativos, para ofrecer entornos ilustrativos en los que se pueden llevar a la práctica las realizaciones que se tratan a continuación. Mientras que las realizaciones discutidas se pueden llevar a la práctica en una máquina de potencia tal como la descrita generalmente por la máquina de potencia 100 mostrada en el diagrama de bloques de la FIG. 1 y más particularmente en una pala cargadora tal como la pala cargadora de oruga 200, a menos que se indique o recite lo contrario, los conceptos discutidos a continuación no pretenden estar limitados en su aplicación a los entornos específicamente descritos anteriormente.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de potencia 320 que muestra de un sistema de potencia representativo para una máquina de potencia generalmente del tipo de sistema de potencia 220 discutido con referencia a la FIG. 4. El sistema de potencia 320 incluye una fuente de potencia 322, que proporciona potencia para el sistema de potencia 320, un sistema de conversión de potencia 324, acoplado al sistema de potencia para convertir la potencia proporcionada por la fuente de potencia 322 y proporcionar selectivamente potencia convertida a elementos de trabajo en la máquina de potencia. Un controlador del sistema de potencia 302 está en comunicación con el sistema de conversión de potencia 324. El controlador del sistema de potencia 302 proporciona señales de control a los componentes del sistema de conversión de potencia para dirigir el suministro de potencia convertida a los elementos de trabajo. El controlador del sistema de potencia 302 proporciona estas señales de control en respuesta a entradas de diversas fuentes, tales como los dispositivos de entrada de usuario 350 u otros controladores de la máquina de potencia.

La fuente de potencia 322, correspondiente a la fuente de potencia 222 de la FIG. 4, es un motor de combustión interna, tal como un motor diésel, aunque se pueden emplear otros tipos de motores de combustión interna y fuentes de energía. Los ejemplos de otras fuentes de energía incluyen almacenes de energía eléctrica, combinaciones de fuentes de energía u otros tipos de motores. El tipo de fuente de alimentación usado no afecta al alcance de esta discusión, a menos que se indique lo contrario o se haga claramente obvio en la discusión de una realización específica. El sistema de conversión de potencia 324 incluye un par de bombas de accionamiento, la bomba de accionamiento izquierda 326A y la bomba de accionamiento derecha 326B en un paquete de bombas, y una bomba de implementos 326C. La fuente de potencia 322 puede accionar directamente las bombas, puede accionar indirectamente las bombas por medio de un mecanismo de acoplamiento accionado por correa, o puede accionar las bombas mediante el uso de cualquier acoplamiento adecuado. El sistema de conversión de potencia 324 también puede incluir una bomba de carga 304 que bombea fluido hidráulico desde el tanque 306 para proporcionar fluido hidráulico presurizado a las bombas de accionamiento 326A y 326B para compensar cualquier fluido que se pueda filtrar fuera de la bomba de accionamiento a través de un drenaje de la caja y de vuelta al tanque 306. Las bombas de carga que llevan a cabo este tipo de función son muy conocidas en la técnica.

El sistema de accionamiento del sistema de potencia 320 es un sistema hidrostático. En diversas realizaciones, cada bomba de accionamiento 326A y 326B se puede acoplar a uno o más motores. En el ejemplo mostrado en la FIG. 5, cada bomba de accionamiento es una bomba de desplazamiento variable acoplada a un motor con la bomba de accionamiento izquierda 326A proporcionando fluido hidráulico al motor de accionamiento izquierdo 328A y la bomba de accionamiento derecha 326B proporcionando fluido hidráulico al motor de accionamiento derecho 328B. El desplazamiento de cada una de las bombas 326A y 326B se controla por medio de señales de control del controlador del sistema de potencia 302, y el desplazamiento se puede controlar en cualquier dirección para controlar el movimiento hacia delante y hacia atrás de la máquina de potencia. Los motores de accionamiento 328A y 328B son motores de dos velocidades, lo que significa que pueden funcionar a dos desplazamientos diferentes, cada desplazamiento es ventajoso en determinadas situaciones operativas. Otros motores de accionamiento adecuados para su uso en diversas máquinas de este tipo pueden ser motores de cilindrada constante o infinitamente variable. La FIG. 5 ilustra una relación de línea de puntos entre el controlador del sistema de potencia 302 y los motores de accionamiento izquierdo y derecho 328A y 328B. En aquellas máquinas en las que los motores de accionamiento izquierdo y derecho tienen múltiples desplazamientos seleccionables (o en algunas realizaciones, desplazamientos infinitamente variables), el controlador del sistema de potencia 302 está en comunicación con los motores de accionamiento izquierdo y derecho 328A y 328B para controlar su desplazamiento. El sistema de potencia 320 es el

tipo de sistema de potencia que se puede encontrar en las palas cargadoras compactas tales como la pala cargadora 200. Otros tipos de palas cargadoras y máquinas de potencia pueden tener diferentes características en los sistemas de tracción, incluidos ejes direccionables, juntas articuladas, diferentes configuraciones de motores de tracción, transmisiones mecánicas, etc.

5 La bomba de implementación 326C provee un desplazamiento constante de fluido hidráulico presurizado a una válvula de control 340 de un circuito del actuador de trabajo 338C, correspondiente al circuito del actuador de trabajo 238C
10 mostrado en la FIG. 4. En otras realizaciones, la bomba de implementos 326C puede ser una bomba de desplazamiento variable, que puede ser controlada mediante el uso de diversas técnicas para proporcionar sólo el desplazamiento necesario para operar las cargas que están en comunicación hidráulica con la bomba de implementos 326C. La válvula de control 340 mostrada en la FIG. 5 es una válvula en serie de centro abierto que tiene tres carretes:
15 un carrete de elevación 340A que es operable para proporcionar selectivamente fluido hidráulico a uno o más actuadores de elevación 238; un carrete de inclinación 340B que es operable para proporcionar selectivamente fluido hidráulico a uno o más actuadores de inclinación 235; y un carrete hidráulico auxiliar 340C que es operable para proporcionar selectivamente fluido hidráulico a través de un puerto auxiliar 342 a funciones auxiliares tales como las
20 de los actuadores de trabajo ubicados en un implemento acoplado. Los carretes hidráulicos tienen prioridad en la recepción del suministro constante de fluido hidráulico en el orden mostrado (por ejemplo, el carrete de elevación tiene prioridad sobre los carretes de inclinación y auxiliar, y el carrete de inclinación tiene prioridad sobre el carrete auxiliar). Un controlador del sistema de potencia 302 proporciona señales para controlar las posiciones de los carretes de la válvula de control 340, por ejemplo, proporcionando señales eléctricas para controlar la válvula solenoide que puede
25 facilitar el movimiento de los carretes (las válvulas solenoides no se muestran). El controlador del sistema de potencia 302, en algunas realizaciones, es un controlador autónomo que está configurado para controlar únicamente funciones relacionadas con el sistema de potencia. En otras realizaciones, el controlador del sistema de potencia 302 se puede incorporar a un controlador de la máquina de potencia que lleve a cabo otras funciones. El fluido hidráulico que pasa a través de los diversos carretes, y los actuadores correspondientes (por ejemplo, actuador(es) de elevación 238, actuador(es) de inclinación 235, etc.) cuando los carretes son energizados por el controlador 302 del sistema de potencia, sale de la válvula de control 340 y es devuelto al tanque 306. La válvula de control 340 es una realización de un sistema para proporcionar selectivamente fluido hidráulico desde la bomba de implementación 324C a varios actuadores. Otras realizaciones dentro del ámbito de esta discusión pueden emplear sistemas diferentes.

30 Los circuitos hidráulicos entre la bomba de accionamiento 326A y el motor de accionamiento 328A, y entre la bomba de accionamiento 326B y el motor de accionamiento 328B pueden ser circuitos de bucle cerrado. Como se mencionó anteriormente, típicamente habrá alguna fuga de fluido hidráulico en las bombas, y las líneas de drenaje de la caja (mostradas colectivamente como línea 308) proporcionan el fluido hidráulico que se fuga de cada una de las bombas de regreso al tanque 306. En algunas realizaciones, esta fuga de fluido hidráulico también puede ser proporcionada a
35 través de un enfriador (no mostrado) antes de regresar al tanque 306 con el propósito de enfriar el fluido hidráulico en el sistema. La bomba de carga 304 suministra fluido de reposición para contrarrestar las fugas de fluido hidráulico en las bombas de accionamiento. Al controlar las funciones de accionamiento de la máquina de potencia, el controlador 302 del sistema de potencia proporciona señales electrónicas para accionar las dos bombas de accionamiento 326A y 326B independientemente una de la otra para hacer que se suministre fluido hidráulico a los motores de accionamiento hidráulico 328A y 328B para hacer que la máquina se desplace a una velocidad y en una dirección
40 deseadas.

Como se ha señalado anteriormente, el trabajo llevado a cabo por una pala cargadora puede ser repetitivo por naturaleza, lo cual requiere que un operador manipule repetitivamente joysticks u otras entradas de usuario para llevar a cabo la tarea cada vez que se repite. Las tareas repetitivas requieren que un operario lleve a cabo la misma tarea o conjunto de tareas una y otra vez. Dependiendo de la complejidad de las tareas o del conjunto de tareas, la mayoría de los operarios no podrán llevar a cabo la tarea de forma muy eficiente, lo que alargará el período de tiempo necesario para llevar a cabo una tarea. En algunos casos, puede ser deseable que la pala cargadora lleve a cabo tareas repetitivas de forma autónoma, es decir, sin que un operario controle la pala cargadora en tiempo real. Algunas realizaciones desveladas incluyen palas cargadoras, y sistemas usados en palas cargadoras, configurados para
45 aumentar el control de la pala cargadora por medio del control semiautónomo de la pala cargadora para reducir en gran medida la participación necesaria de un operador para llevar a cabo las tareas repetitivas. Otras realizaciones desveladas incluyen palas cargadoras capaces de llevar a cabo tareas autónomas. En este debate, el término controles aumentados se puede referir a controles que pueden llevar a cabo tareas autónomas o semiautónomas, o ambas. Las realizaciones desveladas también incluyen kits que se pueden usar para configurar o reconfigurar palas cargadoras existentes para implementar los procedimientos y conceptos de control autónomo y/o semiautónomo
50 aumentados desvelados. Las realizaciones desveladas también incluyen un sistema de control que es capaz de aprender tareas autónomas y/o semiautónomas y recordar dichas tareas para poder llevarlas a cabo posteriormente. En algunas realizaciones, el modo de aprendizaje incluye el aprendizaje de una posición inicial desde la que se inicia una tarea autónoma.

La FIG. 6 es un diagrama de bloques que ilustra la máquina de potencia 300 que tiene un sistema de potencia 320 y un sistema de control aumentado 420 que está en comunicación con el sistema de potencia 320 de acuerdo con una realización ilustrativa. Un sistema de control aumentado tal como el sistema de control aumentado 420, como se discutirá más adelante, está, en algunas realizaciones, integrado en la máquina de potencia 300, mientras que en otras realizaciones, un sistema de control aumentado puede ser proporcionado como un kit para máquinas para añadir
60

funcionalidad de control aumentado a las máquinas y puede ser transportado de una máquina a otra. Como se discutirá más adelante, el sistema de control aumentado 420 está en comunicación con el controlador del sistema de potencia 302 y el sistema de control aumentado 420 está configurado para proporcionar señales al controlador del sistema de potencia para controlar los actuadores que forman parte del sistema de conversión de potencia 324. Como se discutió anteriormente, el controlador del sistema de potencia 302 está configurado para recibir señales de varias fuentes para controlar el sistema de conversión de potencia 324. Cuando un sistema de control aumentado 420 está instalado en una máquina de potencia y en comunicación con el controlador del sistema de potencia 302, el sistema de control aumentado puede ser una fuente o, en algunas condiciones, la única fuente de entradas que el controlador del sistema de potencia usa para controlar el sistema de conversión de potencia. En este caso, la expresión "única fuente de entrada" significa que el sistema de conversión de energía está controlado únicamente por el sistema de control aumentado y que no se tienen en cuenta las entradas de otras fuentes.

La FIG. 7 muestra sistema de control aumentado 420 con mayor detalle. El sistema de control aumentado 420 incluye un controlador de control aumentado 370, que incluye un módulo de control aumentado 360 incluido en el mismo. El controlador 370, con un módulo de control aumentado 360 puede ser referido en esta discusión como un controlador aumentado. La frase "controlador aumentado" se refiere a un controlador como el controlador 370 con un módulo de control aumentado que puede proporcionar funciones de control como las descritas en la presente memoria. El propio controlador 370 puede ser cualquier módulo de control adecuado capaz de ejecutar el software del módulo de control aumentado 360. En la FIG. 6, el sistema de control aumentado 420 mostrado es un kit 400 con componentes que pueden ser añadidos a una pala cargadora existente para crear el sistema 400. El kit 500 incluye los componentes mostrados en ambas FIGS. 6 y 7, y se debe entender que estos componentes, como se describen, corresponden a cualquiera de los sistemas 300, 400 o 500. Como se muestra, el kit 500 incluye el controlador de control aumentado 370, que se puede añadir a una pala cargadora existente para implementar las funciones de aumento del módulo 360 y comunicar los comandos de control al controlador del sistema de potencia existente 302. En una realización de ejemplo, el controlador de control aumentado 370 se proporciona por medio de una unidad de controlador lógico programable (PLC) con una pantalla de visualización y capacidad de entrada de usuario para permitir que el operador introduzca los ajustes de usuario, coloque la pala cargadora en modo de aprendizaje (descrito más adelante) e inicie el ciclo de tareas (descrito más adelante) de acuerdo con lo definido por el usuario. En otras realizaciones, se pueden emplear otros tipos de controladores, incluidos controladores integrados, como el controlador de control aumentado 370.

Las FIGS. 6 y 7 ilustran el sistema 300 y el kit 400, respectivamente, que incluyen el sistema de alimentación 320 y componentes configurados para proporcionar un control aumentado en el que se establece una posición inicial y se aprende una serie o colección de operaciones de máquina necesarias para llevar a cabo una iteración de una tarea de trabajo. Posteriormente, la pala cargadora que incluye el sistema 300 o el kit 400 puede ser comandado para llevar a cabo automáticamente la serie de operaciones grabadas para llevar a cabo repetidamente la tarea tantas veces como se especifique para completar un proyecto de trabajo. En el sistema 300 mostrado en la FIG. 6, el controlador del sistema de potencia 302 está configurado con un módulo 360 que programa el controlador para implementar las funciones de aprendizaje de control aumentado y ejecución de tareas descritas en la presente memoria. El módulo 360 puede incluir hardware (tal como un microcontrolador y componentes relacionados) dedicado a llevar a cabo las tareas aumentadas y/o instrucciones a ser llevada a cabo por hardware dedicado en el módulo 360 o por hardware en el controlador del sistema de potencia 302 que no está dedicado a llevar a cabo las tareas aumentadas. Si bien la FIG. 6 muestra el módulo contenido dentro del controlador del sistema de potencia 302, en varias realizaciones, el módulo 360 puede estar físicamente situado lejos del controlador del sistema de potencia 302, incluso estando integrado en la pala cargadora en la que está instalado. En otras palabras, el sistema 300 está integrado en la pala cargadora y normalmente no es desmontable ni transportable de una pala cargadora a otra. Por el contrario, la FIG. 7 ilustra un kit 400 mostrado en la FIG. 7, que incluye un controlador de control aumentado separado 370 que es capaz de ser añadido a una pala cargadora previamente fabricada, y configurado con el módulo 360, para convertir palas cargadoras existentes en palas cargadoras capaces de implementar los conceptos de control aumentado desvelados en la presente memoria. En el sistema 400, el controlador de control aumentado 370 se comunica con el controlador del sistema de potencia 302 para implementar las funciones de control aumentado.

Aunque se pueden usar entradas de usuario 350 (por ejemplo, controles de joystick, pantallas táctiles, etc.) de la pala cargadora, se puede incluir opcionalmente un dispositivo de control remoto 352 para permitir el control de la pala cargadora por un operador no sentado en el compartimento del operador de la máquina. En algunas realizaciones ejemplares, además de controlar las funciones normales de la pala cargadora que duplican las opciones disponibles para un operador sentado en el compartimento del operador, que incluye el arranque o la parada de la pala cargadora, el dispositivo de control remoto 352 se puede usar para iniciar el modo de aprendizaje, establecer una posición inicial, iniciar el control aumentado de la pala cargadora para llevar a cabo repetidamente un ciclo de tarea aprendido, introducir otros parámetros de control aumentado, tal como puntos de paso y límites de geocerca, o controlar otras funciones de control aumentado.

Además, se proporcionan opcionalmente una entrada de modo de aprendizaje 354 y una entrada de parámetros 358. La entrada de modo de aprendizaje 354 puede ser un interruptor, pulsador u otro dispositivo de entrada que, al ser accionado por el operador, inicia un modo de aprendizaje en el que se registran las diversas operaciones de la pala cargadora, por ejemplo, que incluye el registro de la dirección de desplazamiento, la velocidad de desplazamiento, la posición de la pala cargadora, el movimiento del brazo de elevación, el movimiento del portador de implementos y/o

funciones auxiliares. La entrada de modo de aprendizaje 354 se puede incluir con el control remoto 352, se puede incluir con el controlador aumentado 370, por ejemplo como entrada en una pantalla táctil, o se puede implementar de otro modo con los dispositivos de entrada existentes. Como tal, la entrada de modo de aprendizaje 354 no necesita ser un dispositivo de entrada separado en algunas realizaciones. Del mismo modo, se puede incluir y configurar una entrada de parámetros 358 para permitir al operador introducir parámetros de control aumentados, tal como la posición inicial, un número de veces que se debe repetir una tarea aprendida, puntos de paso, límites, etc. Del mismo modo, la entrada de parámetros 358 se puede implementar como una porción del control remoto 352, se puede incluir con el controlador aumentado 370, o se puede implementar de otro modo con los dispositivos de entrada existentes.

También están incluidos con el kit 500 los sensores cinemáticos en tiempo real (RTK) 356 que proporcionan información de posición y movimiento durante el modo de aprendizaje. Los sensores RTK pueden incluir sensor(es) de posición de la máquina 378 que indican una posición de la pala cargadora, sensor(es) de posición del brazo de elevación 372 que indican una posición u orientación del brazo de elevación con respecto a una referencia tal como el bastidor de la pala cargadora o el suelo, y sensor(es) de posición del portador de implementos 374 que indican una posición u orientación del portador de implementos y cualquier implemento acoplado con respecto a una referencia tal como el brazo de elevación o el suelo. Algunos ejemplos de sensores de posición RTK que se pueden usar para determinar la posición y el movimiento cuando el operador pone el sistema en modo de aprendizaje son los sensores RTK del sistema de posicionamiento global (GPS), los inclinómetros de la unidad de medición inercial (IMU), los sensores ultrasónicos, el radar de baja potencia y los dispositivos de medición de distancia por radiofrecuencia (RF).

En realizaciones ejemplares, los sensores de posición RTK están configurados para ser colocados en posiciones específicas en una pala cargadora, con las posiciones indexadas a características preexistentes en el marco, brazo de elevación, portador de implementos, etc. Esto controla el posicionamiento de los sensores pero no requiere alteraciones en la pala cargadora que podrían afectar al rendimiento estructural o a la integridad de la pala cargadora.

Mientras que las realizaciones de ejemplo se describen con referencia a las FIGS. 6 a 8, otras realizaciones incluyen funcionalidades y características adicionales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los sistemas desvelados tienen la capacidad de cargar puntos de paso, límites, y/o funcionalidad de conducción, elevación e inclinación desde una fuente externa en lugar de tener un usuario que introduzca estos parámetros o tener la funcionalidad grabada durante un modo de aprendizaje. Además, en algunas realizaciones, los sistemas desvelados incluyen la capacidad de apagado geocerca, en la que los controladores están configurados para desactivar la pala cargadora si sale de un área de trabajo designada. Además, en algunas realizaciones, los sistemas desvelados apagarán la pala cargadora si la máquina sale de una ventana o zona de operación definida por el usuario a partir de la tarea aprendida. Por ejemplo, si la pala cargadora está llevando a cabo una tarea de transporte de material y el usuario define una zona de operación de +/- X pies y la pala cargadora se desplaza más allá de esta tolerancia, la pala cargadora puede ser apagada automáticamente por el controlador.

Con referencia a continuación a la FIG. 9, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 600 de aprendizaje de una tarea para el control aumentado de una pala cargadora mediante el uso de los sistemas 300 o 400. Como se muestra en el bloque 602, el operador inicia el modo de aprendizaje mediante el uso de la entrada de modo de aprendizaje 354, y como se muestra en el bloque 604, se establece una posición inicial para la pala cargadora mediante el uso de la entrada de parámetros 358. Con frecuencia, la posición inicial será la posición actual de la pala cargadora determinada por medio de los sensores de posición RTK al inicio del modo de aprendizaje, pero esto no tiene por qué ser así en todas las realizaciones. En el bloque 606, se puede establecer un desplazamiento de la posición inicial. El desplazamiento de la posición inicial puede ser, por ejemplo, la distancia (o la distancia y la dirección) desde la posición inicial en la que debe finalizar automáticamente el control aumentado. En el bloque 608, la pala cargadora es controlada por el operador para llevar a cabo una iteración de la tarea a aprender, y en el bloque 610, las posiciones, movimientos y/o funciones de la pala cargadora en la realización de la tarea se registran o almacenan en la memoria asociada al controlador. Como ya se ha comentado, la pala cargadora se puede controlar mediante el uso de los controles/entradas del operador en el compartimento del operador, o mediante el uso de un control remoto. El registro puede incluir las entradas del operador necesarias para controlar la pala cargadora y/o las posiciones y movimientos de la pala cargadora, el brazo de elevación (o los cilindros de elevación) y el portador de implementos (o los cilindros de inclinación) indicados por los sensores RTK 356. Cuando se han registrado las entradas del operador, o las posiciones y movimientos de la pala cargadora, el brazo elevador y el portador de implementos necesarios para completar un ciclo de tareas, el modo de aprendizaje puede finalizar como se muestra en el bloque 612.

Con referencia a continuación a la FIG. 10, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 650 de control de una pala cargadora para llevar a cabo un ciclo de tarea aprendido para proporcionar control aumentado de una posición inicial. En el procedimiento, en el bloque 652, el operador introduce un parámetro de repetición de tarea (por ejemplo, mediante el uso de la entrada 358) para indicar un número de veces que el ciclo de tarea registrado se debe repetir durante las operaciones de control aumentadas de la pala cargadora. El ciclo de la tarea aprendida se puede repetir una, dos o tantas veces como elija el usuario. En otras realizaciones, el parámetro de repetición de la tarea puede ser algo diferente de un número de iteraciones para que se repita el ciclo de la tarea. Por ejemplo, con un desplazamiento de la posición inicial, el parámetro de repetición de la tarea puede ser una posición de la pala cargadora en la que la operación de control aumentada debe finalizar automáticamente. En otras realizaciones, el parámetro de repetición de la tarea puede ser una posición límite en la que el control aumentado debe terminar automáticamente.

Como se muestra en el bloque 654, el modo de control aumentado es iniciado por el operador. Después de iniciar el modo de control aumentado, se determina en la decisión 656 si la pala cargadora está dentro de una distancia predeterminada de la posición inicial especificada. La distancia especificada puede ser un valor permanente para la pala cargadora o puede ser un parámetro previamente introducido por el operador en algunas realizaciones. En una realización ejemplar, la distancia predeterminada es definible por el usuario pero no debe exceder los 50 pies, con un valor predeterminado de 10 pies. Si se determina que la pala cargadora se encuentra a una distancia mayor que la predeterminada de la posición inicial, el modo de control aumentado finaliza en el bloque 668. Sin embargo, si se determina que la pala cargadora está dentro de la distancia predeterminada desde la posición inicial, en el bloque 658 la pala cargadora vuelve automáticamente a la posición inicial para iniciar el ciclo de tarea de control aumentado.

5
10
15

Tras volver a la posición inicial, en el bloque 660 la pala cargadora se controla de forma automática o semiautomática para llevar a cabo las funciones de desplazamiento, elevación, inclinación y/o auxiliares registradas durante el modo de aprendizaje para completar un ciclo de tareas. En algunas realizaciones, un operador puede manejar la pala cargadora y pasar de un modo de funcionamiento normal con manos a un modo de funcionamiento de ciclo de tareas sin manos y volver de nuevo al modo con manos para permitir al operador usar el control aumentado para llevar a cabo movimientos repetitivos o deseados de la pala cargadora bajo demanda.

20

Una vez que se ha completado un ciclo de tareas, en la decisión 662 se determina si la tarea se ha llevado a cabo un número predeterminado de veces establecido al introducir los parámetros de repetición de la tarea como se muestra en el bloque 652. Si la tarea se ha llevado a cabo el número predeterminado de veces, el modo de control aumentado finaliza en el bloque 668. De lo contrario, cualquier desplazamiento especificado de la posición inicial se usa para ajustar la posición inicial como se muestra en el bloque 664, y el proceso continúa con la pala cargadora volviendo a la nueva posición inicial como se muestra en el bloque 658.

25
30

El modo de aprendizaje se puede usar para enseñar un ciclo de trabajo completo a una pala cargadora de forma que la pala cargadora pueda repetir el ciclo de trabajo una o más veces. Alternativa o adicionalmente, el modo de aprendizaje se puede usar para aprender una tarea concreta que vaya a ser llevada a cabo repetidamente por un operario. Por ejemplo, un operario puede estar llevando a cabo una tarea tal como perforar orificios de poste para una cerca. Un operador puede poner la pala cargadora en modo de aprendizaje para aprender a manejar un implemento (es decir, una barrena de perforación de postes) para excavar un orificio a una profundidad adecuada. Una vez aprendida la operación, el operador puede posicionar la pala cargadora e iniciar la operación aprendida para excavar un orificio, mover la pala cargadora a otra posición y volver a iniciar la operación. Este tipo de funcionamiento aumentado y semiautónomo es otro ejemplo del modo de aprendizaje.

35
40
45
50

La FIG. 11 es un diagrama que ilustra una pala cargadora en posición para ser conducida a una rampa. La FIG. 12 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 700 de conducción de una pala cargadora sobre un remolque de acuerdo con una realización ilustrativa y la Pala cargadora 900 es una pala cargadora del tipo discutido anteriormente con un controlador de control aumentado 970 configurado para proporcionar control aumentado que incluye algunas o todas las características discutidas anteriormente. Un controlador portátil 980 es capaz de comunicarse con el controlador de control aumentado 970 para proporcionar información de posicionamiento (es decir, el controlador portátil 980 puede actuar como un dispositivo de posicionamiento). El controlador portátil 980, en algunas realizaciones ilustrativas, es un teléfono inteligente configurado con una o más aplicaciones de software para acoplar el controlador aumentado 970 para facilitar el procedimiento 700 de conducir la pala cargadora a un remolque. En algunas realizaciones, el dispositivo de posicionamiento no necesita ser portátil y puede fijarse al remolque o a la máquina de potencia, o a ambos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un dispositivo de posicionamiento puede fijarse al remolque y puede proporcionar información a la máquina de potencia sobre la posición del remolque sin necesidad de que un operador explore las esquinas del remolque. En tales realizaciones, un dispositivo portátil puede ser utilizado para proporcionar información de posición de la máquina de energía, o un dispositivo de posicionamiento fijo en la máquina de energía puede igualmente proporcionar información de posicionamiento de la máquina de energía. En otras realizaciones, un dispositivo de posicionamiento fijo en la máquina de potencia puede identificar una posición del remolque cuando la máquina de potencia está situada en el remolque. La ilustración de la pala cargadora 900 y el remolque 910 se proporcionan como referencia durante la discusión del procedimiento 700. A menudo, las palas cargadoras se trasladan de un lugar de trabajo a otro tirando de ellas mientras están situadas en un remolque. Cargar una pala cargadora en un remolque puede ser una tarea difícil para un operador inexperto.

55
60

El procedimiento 700 detalla cómo se puede cargar una pala cargadora en un remolque sin necesidad de que un operario esté controlando la pala cargadora. Con referencia al diagrama de flujo de la FIG. 12, en el bloque 710, el procedimiento incluye la localización del remolque 710. En una realización, el remolque se localiza por medio de la identificación de cuatro esquinas de una porción de plataforma 940 del remolque. La porción de plataforma 940 del remolque es en la que se pretende posicionar la pala cargadora 900. A efectos de esta discusión, el remolque 910 tiene un lado izquierdo 944, un lado derecho 946, un extremo frontal 948 y un extremo posterior 950. Además de la porción de plataforma 940, un remolque de este tipo suele tener un enganche (no mostrado) para acoplar el remolque a un vehículo (tampoco mostrado) que pueda tirar del remolque. El remolque 910 también incluye una rampa 942, la cual se muestra en posición baja en la FIG. 13, pero es movable a una posición elevada cuando el remolque se está moviendo. La pala cargadora 900 usará la rampa para subir o bajar de la plataforma 940.

Volviendo nuevamente al bloque 710, en una realización, el remolque se localiza por medio de la identificación de las cuatro esquinas de la porción de plataforma 940. Esto se puede lograr mediante el uso del dispositivo portátil 980 para fijar las esquinas. Por ejemplo, el dispositivo portátil 980 se puede posicionar sobre una esquina del remolque y accionarse para identificar una esquina de la porción de plataforma 940 del remolque. En una realización, las cuatro esquinas se identifican en un orden específico, primero se identifica una esquina frontal izquierda 912, seguida por una esquina posterior izquierda 914, una esquina posterior derecha 916 y una esquina frontal derecha 918. El dispositivo portátil 980 recolecta estos puntos y les asigna una ubicación GPS (es decir, los "fija"). Por lo general, se entiende que la función GPS de dichos dispositivos portátiles no son necesariamente lo suficientemente exactos como para identificar la posición exacta del remolque, pero por medio de la interfaz con el controlador de control aumentado 970, se puede hacer una corrección. A continuación esto se describe con más detalle. Una vez recolectados estos cuatro puntos, son comprobados por el controlador portátil 980 para determinar que han sido medidos para describir un rectángulo. Esto se determina calculando las longitudes diagonales desde la esquina frontal izquierda 912 hasta la esquina posterior derecha 916 y desde la esquina frontal derecha 918 y la esquina posterior izquierda 914. Si estas dos longitudes diagonales están suficientemente próximas en longitud (es decir, dentro de una tolerancia aceptable), se considera que el remolque está correctamente identificado y localizado. Si las dos longitudes diagonales no se consideran suficientemente próximas en longitud, no se ha determinado que el remolque esté correctamente medido y habrá que volver a medirlo por medio de la identificación de nuevo de las cuatro esquinas. Esta comprobación de la forma de los puntos recolectados se puede llevar a cabo antes de llevar a cabo una corrección en los puntos recolectados o después, dependiendo de la realización.

Mientras que en algunas realizaciones, el procedimiento de fijación se lleva a cabo apuntando el teléfono a las esquinas en general, en otras realizaciones, cada esquina puede tener una marca identificable que el dispositivo de fijación (por ejemplo, el teléfono inteligente) puede reconocer. Como el dispositivo de fijación reconoce cada marca identificable, cada esquina se mide con mayor exactitud. Una vez que se determina que el remolque se ha inmovilizado con exactitud, el controlador portátil 980 puede determinar el rumbo del remolque por medio de la dirección de una línea que atraviesa la esquina frontal izquierda 912 y una esquina posterior izquierda 914. El controlador portátil 980 puede entonces también calcular una línea central del remolque encontrando un punto medio 930 de una línea que se extiende entre la esquina posterior izquierda 914 y la esquina posterior derecha 916. El punto medio 930 también está situado en la parte posterior de la plataforma 940. Además, se calculan la longitud y la anchura de la plataforma 940 y, una vez calculadas estas dimensiones y determinado el tipo de máquina que se va a colocar en el remolque, el controlador portátil 980 puede determinar si el remolque tiene el tamaño adecuado para aceptar la pala cargadora 900. Esta información puede entonces ser comunicada al controlador de control aumentado 970.

En el bloque 720, el procedimiento localiza la pala cargadora. La pala cargadora 900 se localiza por medio de la fijación de la pala cargadora por medio del controlador portátil 980 para fijar la pala cargadora en un punto específico de la pala cargadora. Esto podría ser cualquier ubicación, y en algunas realizaciones, es una marca identificable en una posición conocida en la pala cargadora. El controlador de control aumentado 970, en algunas realizaciones, está configurado para tener información relacionada con las dimensiones totales de la pala cargadora 900 y la ubicación de la marca identificable en la pala cargadora. Mientras que el bloque 720 se muestra secuencialmente después del bloque 710 en el diagrama de flujo de la FIG. 12, en otras realizaciones, la pala cargadora se puede localizar simultáneamente o antes de localizar el remolque. Una vez localizado el remolque y establecida una ubicación GPS, la pala cargadora 900 (es decir, el controlador de control aumentado 970) proporcionará una posición RTK al controlador portátil 980 para la pala cargadora 900, que proporcionará un factor de corrección de error para la ubicación GPS. Más concretamente, la posición RTK se compara con la posición GPS de la máquina y se calcula un factor de corrección de errores basado en la diferencia entre ambas mediciones. Este factor de corrección de errores se puede aplicar también a las ubicaciones de los pivotes en el remolque. Esto permitirá identificar con mayor exactitud la ubicación del remolque.

Una vez localizados la pala cargadora 900 y el remolque 910, en el bloque 730 se identifica una trayectoria para que la pala cargadora se desplace hasta el remolque. En una realización, el procedimiento de identificación de la trayectoria incluye la identificación de un punto 932 en el remolque 910 que representa el lugar final de la trayectoria, es decir, en la que la pala cargadora 900 estará cuando el procedimiento 700 se haya completado. El punto 932 está centrado entre el lado izquierdo 944 y el lado derecho 946 del remolque 910 y situado en una posición entre el extremo frontal 948 y el extremo posterior 950 para posicionar correctamente la pala cargadora 900 en el remolque. Por ejemplo, el punto 932 se puede seleccionar para centrar la pala cargadora 900 sobre los ejes o suficientemente hacia delante desde el extremo posterior 950 del remolque 910. Los puntos adicionales 934, 936 y 938 fuera y detrás del remolque 910 y en una línea que se extiende a través de los puntos 930 y 932 proporcionan una trayectoria a seguir para mover la pala cargadora hacia el remolque.

Una vez identificada la trayectoria, en el bloque 740, el procedimiento incluye conducir la pala cargadora hacia el remolque. El proceso incluye mover la pala cargadora al primer punto 934 para que la pala cargadora esté alineada con el remolque. A continuación, la pala cargadora 900 retrocede hasta el remolque por medio del movimiento de la pala cargadora hasta el punto 936, y después hasta el punto 938, y después hasta el punto 930. Moviéndose desde el punto 938 al punto 930, la pala cargadora retrocederá por la rampa 942. Por último, la pala cargadora se desplaza hasta el punto 932 y la pala cargadora se posiciona sobre el remolque. La conducción de la pala cargadora sobre el remolque, en algunas realizaciones, se inicia por medio de una orden del controlador portátil 980. Después de que se inicie la orden (es decir, en respuesta a una entrada del usuario), el controlador portátil 980 puede proporcionar al

usuario una entrada de usuario, que, cuando se pulsa o se activa de otro modo (por ejemplo, por medio de una orden de voz), ordenará al controlador de control aumentado 970 que detenga la conducción de la pala cargadora hacia el remolque.

5 El controlador portátil 980 también es capaz de interactuar con el controlador de control aumentado 970 u otros controladores en la pala cargadora 900 para operar como un dispositivo de control remoto para controlar la pala cargadora directamente en respuesta a comandos proporcionados por un usuario. El controlador portátil 980 se puede configurar para proporcionar botones, controles deslizantes y similares en una pantalla que un operador puede interactuar para controlar las funciones de la pala cargadora 900 para controlar funciones tales como conducir la pala cargadora, subir y bajar el brazo de elevación, y similares. Alternativamente, el controlador portátil 980 puede interactuar con un dispositivo de entrada 982 mostrado en la FIG. 13 que tiene dispositivos de entrada de usuario tales como botones, conmutadores y joysticks que se pueden usar para proporcionar señales de entrada de usuario para controlar dichas funciones de la pala cargadora. La interfaz puede ser a través de una conexión por cable o una conexión inalámbrica tal como Bluetooth u otro protocolo de comunicación inalámbrica. Esta configuración se puede usar para conducir la pala cargadora fuera del remolque.

15 La FIG. 14 es un diagrama que ilustra un sistema 1004 que incluye una pala cargadora 1000 que tiene un controlador de control aumentado 1070 configurado para controlar la pala cargadora para evitar el contacto con un obstáculo 1002. El sistema 1004 también incluye un controlador portátil 1080, con cada uno de los controladores portátiles 1080 y la pala cargadora 1000 con receptores GPS separados o circuitos receptores y software. Las FIGS. 15A a 15D ilustran ejemplos de diversas zonas de obstrucción mapeadas para el obstáculo 1002 que se pueden crear mediante el uso del controlador portátil 1080 que tiene un receptor GPS. La FIG. 16 ilustra una característica de la identificación de una posición de la pala cargadora de una manera que permite que un factor de corrección de error sea determinado y usado en el ajuste de la localización trazó zonas de obstrucción. La FIG. 17 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 1100 de mapear las zonas de obstrucción y operar la pala cargadora 1000 para evitar el contacto con el obstáculo 1002.

25 La pala cargadora 1000 es una pala cargadora de los tipos discutidos anteriormente con un controlador de control aumentado 1070 configurado para proporcionar control aumentado que incluye algunas o todas las características discutidas anteriormente. La pala cargadora 1000 incluye un receptor GPS 1056 que está configurado para identificar posiciones de la pala cargadora dentro de un espacio de trabajo. Aunque se muestran como elementos separados en la FIG. 14, en algunas realizaciones, el receptor GPS 1056 puede estar contenido dentro del controlador aumentado 1070. El receptor GPS del controlador portátil 1080 puede ser un receptor GPS menos preciso que proporcione una exactitud de posición menor que el receptor GPS 1056 de la pala cargadora 1000. El controlador portátil 1080 también está configurado para comunicarse con el controlador de control aumentado 1070. El controlador portátil 1080, en algunas realizaciones ilustrativas, es un teléfono inteligente que tiene un procesador y memoria configurados con una o más aplicaciones de software para activar el controlador aumentado 1070 para facilitar el procedimiento 1100 de operar la pala cargadora para evitar el contacto con el obstáculo 1002. Como tal, mientras que las características de configuración del controlador de control aumentado y las características relacionadas de las FIGS. 14 a 16 son similares a las características anteriormente discutidas que definen por dónde se debe desplazar una pala cargadora, las realizaciones actualmente discutidas se refieren además a la definición de obstáculos u obstrucciones en un lugar de trabajo, y por lo tanto a la definición de por dónde no se debe desplazar la pala cargadora. La ilustración de la pala cargadora 1000, el controlador portátil 1080 y el obstáculo 1002 se proporcionan como referencia durante la discusión del procedimiento 1100.

45 El procedimiento 1100 mostrado en la FIG. 17 detalla cómo un objeto u obstrucción 1002 en un espacio de trabajo puede ser identificado y posteriormente cómo una pala cargadora, u otros tipos de equipo, pueden ser prevenidos de operar en la posición de la obstrucción. Como se discutirá, las zonas de obstrucción que rodean o definen la ubicación de la obstrucción se pueden asignar en un mapa del espacio de trabajo que es usado por el controlador de control aumentado 1070 para evitar la operación de la pala cargadora en las zonas de obstrucción para evitar el contacto con la obstrucción 1002. Las zonas de obstrucción se pueden definir en el mapa del espacio de trabajo, de forma temporal o más permanente, de forma que se pueda llevar a cabo el mismo trabajo repetidamente sin identificar la misma obstrucción una y otra vez.

50 En el bloque 1102, el procedimiento 1100 incluye identificar una zona de obstrucción para la obstrucción 1002. Para identificar una zona de obstrucción, el usuario puede usar el receptor GPS del controlador portátil 1080 para etiquetar la obstrucción 1002. Este proceso de localización se puede llevar a cabo, en varios ejemplos, por medio de la identificación de un punto, una línea o un número de segmentos de línea o definiendo un perímetro del objeto mediante el uso del controlador portátil. Como se ha comentado anteriormente, la ubicación de la obstrucción se puede definir por medio del posicionamiento del controlador portátil 1080 para identificar uno o más puntos GPS con la aplicación de software en dicho dispositivo. El controlador portátil se puede configurar además para definir una zona de obstrucción por medio de la adición de un área alrededor del punto, segmento(s) de línea o perímetro definidos. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 15A, el área definida de la zona de obstrucción puede ser un rectángulo (que incluye un cuadrado) centrado alrededor de un punto definido 1008 o con el punto definido en cualquier ubicación dentro del rectángulo. Alternativamente, la zona de obstrucción se puede definir por un perímetro 1010 establecido por los puntos GPS 1012, 1014, 1016 y 1018 alrededor de la obstrucción 1002. Como se muestra en la FIG. 15B, no es necesario que el perímetro tenga forma rectangular en todas las realizaciones. En la FIG. 15B, el perímetro 1020 de una zona

de obstrucción en forma de polígono alrededor de la obstrucción 1002 se establece mediante el uso de una serie de segmentos de línea entre los puntos GPS 1022, 1024, 1026, 1028 y 1030. Alternativamente, el área definida de la zona de obstrucción puede ser un círculo definido alrededor de un punto como se muestra en la FIG. 15C en la que el perímetro 1040 de la zona de obstrucción está definido por un punto GPS central 1042 y un radio 1044. El radio puede ser introducido por un usuario, o determinado por el controlador portátil 1080 a partir de un segundo punto GPS medido 1046. Además, en algunas realizaciones, se puede definir una forma de zona de obstrucción, tal como un rectángulo o un óvalo, alrededor de un segmento de línea. Por ejemplo, como se muestra en las FIG. 15D, se puede definir un segmento de línea 1052 entre dos puntos GPS medidos 1054 y 1058 cerca de la obstrucción 1002, y el perímetro de la zona de obstrucción se puede definir automáticamente a partir de una forma (en este caso un óvalo) alrededor del segmento de línea.

En el bloque 1104, el procedimiento 1100 incluye la identificación de una posición de la pala cargadora en una primera ubicación mediante el uso de un primer receptor GPS. El primer receptor GPS puede ser el receptor GPS del controlador portátil 1080 colocado en una posición concreta de la pala cargadora 1000. La FIG. 16 ilustra la pala cargadora 1000 en una primera ubicación 1060 con el controlador portátil 1080 posicionado para identificar la ubicación de la pala cargadora. Al obtener la posición GPS de la pala cargadora con el primer receptor GPS (es decir, con el controlador portátil 1080), es importante medir la posición de la pala cargadora de un punto conocido de la pala cargadora. Por ejemplo, dicho punto puede ser donde se encuentra la antena del receptor GPS 1056 de la pala cargadora. Alternativamente, puede haber una posición predefinida en la pala cargadora que el software de aplicación en el controlador portátil 1080 puede identificar y la distancia entre esa marca y la antena del GPS 1056 de la pala cargadora será un parámetro almacenado conocido. Además, es ventajoso conocer el tipo particular de cargadora 1000, y también qué tipo de accesorio está montado en la pala cargadora, porque esta información se puede usar para identificar la huella total de la pala cargadora/accesorio en relación con la posición GPS que se toma. Esta información es útil cuando se intenta evitar una obstrucción, lo cual permite al mismo tiempo que la pala cargadora funcione lo más cerca posible de la obstrucción. Con referencia a continuación a la FIG. 17, en el bloque 1106 el procedimiento incluye la identificación de la posición de la pala cargadora en la primera ubicación 1060 mediante el uso de un segundo receptor GPS. En este caso, el segundo receptor GPS puede ser el GPS 1056 de la pala cargadora.

En el bloque 1108, el procedimiento incluye la identificación de la posición de la pala cargadora en una segunda ubicación mediante el uso del primer receptor GPS. Tal como se muestra en la FIG. 16, esto puede incluir mover la pala cargadora a la segunda ubicación 1062 en el área de trabajo y medir la posición GPS de la pala cargadora mediante el uso del controlador portátil 1080. Una vez más, el controlador portátil se debe posicionar en el mismo punto conocido de la pala cargadora que se ha comentado anteriormente. Es importante que la posición del controlador portátil en la pala cargadora sea lo más parecida posible a la posición usada anteriormente. El uso de una posición indexada o marcada en la pala cargadora ayuda a garantizarlo. En el bloque 1110, el procedimiento incluye identificar la posición de la pala cargadora en la segunda ubicación 1062 mediante el uso del segundo receptor GPS, en este ejemplo mediante el uso del GPS de la pala cargadora 1056.

La comparación de los resultados de los receptores GPS primero y segundo en cada una de las dos posiciones de la pala cargadora permite calcular o generar un factor de corrección de error u desplazamiento, como se muestra en el bloque 1112. El factor de corrección de errores se puede calcular a partir de la diferencia entre las dos mediciones en cada lugar. Por ejemplo, el factor de corrección de errores puede ser un promedio de la diferencia entre las dos mediciones en las dos ubicaciones de la pala cargadora. El factor de corrección de error o desplazamiento se usa entonces para recalcularse o corregir la posición previamente identificada de la obstrucción 1002 o zona de obstrucción, como se muestra en el bloque 1114, proporcionando una identificación de posición mucho más exacta que la que proporciona el primer receptor GPS por sí solo. Como se muestra en el bloque 1116, la pala cargadora se conduce mediante el uso de la posición recalculada del obstáculo o de la zona de obstáculo para evitar el contacto con el obstáculo. Esto puede incluir el control autónomo o aumentado de la pala cargadora 1000, por medio del controlador de control aumentado 1070, para dirigir la pala cargadora lejos del contacto con el obstáculo 1002, para detener el desplazamiento de la pala cargadora si la trayectoria de desplazamiento se aproxima a la zona de obstrucción, para proporcionar advertencias a un operador si la pala cargadora se aproxima al obstáculo, y/o por medio de otras acciones de control aumentadas como se ha comentado anteriormente. Generalmente, una vez definida la zona o área de obstrucción, no se permitirá que la pala cargadora entre en la zona de obstrucción, tanto si la pala cargadora está siendo manejada por un operador a bordo, por un operador remoto o por una rutina preprogramada (por ejemplo, de forma autónoma).

Con referencia a continuación a la FIG. 18, se muestra una pala cargadora 1200 que tiene un receptor GPS u otros sensores de posición RTK 1256 y un controlador de control aumentado 1270 (como se discutió anteriormente, el receptor GPS u otros sensores de posición RTK 1256 pueden ser integrales al controlador 1270). La pala cargadora 1200 es una pala cargadora de los tipos discutidos anteriormente con el controlador de control aumentado 1270 configurado para proporcionar control aumentado que incluye algunas o todas las características discutidas anteriormente. Además, el controlador de control aumentado 1270 está configurado para controlar la pala cargadora 1200 mediante el uso de una característica de cercado dinámico desvelada cuando la pala cargadora se desplaza a lo largo de una trayectoria predefinida o preprogramada 1202. Mediante el uso de esta característica de cercado dinámico, el control de la pala cargadora hace que ésta se desplace directamente a lo largo de la trayectoria 1202 con una desviación mínima. En lugar de crear una gran ventana de áreas de operación permitidas, como generalmente se entiende que es el concepto de geocercado, las características de cercado dinámico desveladas crean una ventana

alrededor de la trayectoria. En la FIG. 18, esta ventana 1204 de funcionamiento permitido de la pala cargadora está definida por los límites de desplazamiento de trayectoria 1206 y 1208. En este ejemplo, los límites de desplazamiento de trayectoria 1206 y 1208 corren paralelos a la trayectoria definida 1202. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así en todas las realizaciones y se pueden usar otras técnicas para definir los límites de la ventana 1204 de operación permitida alrededor de la trayectoria definida. Si la pala cargadora se desviara de la trayectoria definida 1202 y se desplazara fuera de la ventana 1204, se identificaría un evento de desviación y la pala cargadora 1000 podría ser desconectada.

Las técnicas y características desveladas se pueden usar para mapear un lugar de trabajo. Una representación visual de un lugar de trabajo mapeado 1320 se representa en la FIG. 19. También se ilustra una pala cargadora 1300 con algunas o todas las características mencionadas anteriormente, aunque en algunas realizaciones no es necesario incluir una representación de la pala cargadora en ningún mapa. Un lugar de trabajo 1320 como se muestra en la FIG. 19 se puede describir por medio de la inspección manual del sitio, que incluye un límite 1302 y cualquier obstrucción 1304 y 1306. Una vez inspeccionado el lugar de trabajo, con los límites y obstáculos convertidos en información de longitud y latitud, la información se almacena en un archivo legible por ordenador que se descarga por medio de la aplicación de software en el controlador portátil. Un controlador portátil no se ilustra en la FIG. 19, pero puede ser cualquiera de los controladores portátiles/móviles comentados anteriormente (por ejemplo, 980, 1080). El archivo legible por ordenador entonces se puede comunicar al controlador de control aumentado de la pala cargadora y almacenarse allí permanentemente para su uso en cualquier momento en el futuro. Dado que la pala cargadora dispone de un receptor GPS de alta precisión, el controlador de control aumentado de la pala cargadora será capaz de navegar por el lugar de trabajo sin necesidad de ninguna otra entrada del controlador móvil. Sin embargo, si hay obstrucciones adicionales que marcar, pueden ser marcadas por el controlador portátil, comunicadas al receptor GPS y al controlador de control aumentado de la pala cargadora, y calibradas por medio del proceso descrito anteriormente. Si el controlador portátil también dispone de un receptor GPS de alta precisión (por ejemplo, también podría estar mediante el uso de RTK), la información recopilada por la aplicación de software en el controlador portátil se puede proporcionar directamente al controlador de la pala cargadora sin necesidad de calibrar la información.

Mientras que el procedimiento de mapeo puede generar un límite exterior 1302 del lugar de trabajo 1320, también puede ser usado para generar áreas dentro del lugar de trabajo en el que una máquina puede operar libremente. En otras palabras, el procedimiento de mapeo puede generar carreteras virtuales 1310 en las que la pala cargadora puede navegar libremente mientras lleva a cabo una tarea. Esto permite al operador enviar una orden a través del controlador portátil para desplazarse a un punto concreto (por ejemplo, el punto 1312) y la pala cargadora seguirá entonces las carreteras virtuales predefinidos 1310 para desplazarse hasta ese punto sin necesidad de redefinir completamente la trayectoria. Esto se puede extender aún más para permitir que la pala cargadora tenga una pluralidad de ubicaciones predefinidas (por ejemplo, puntos 1312 y 1314) a las que se supone que se debe mover y la pala cargadora se puede mover a la primera ubicación 1312 siguiendo carreteras virtuales 1310, y posteriormente a la orden del operador o, después de un período de tiempo, la máquina se puede mover entonces a la segunda ubicación 1314, y así sucesivamente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (1100) para mapear zonas de obstrucción de un área de trabajo en un mapa del lugar de trabajo y proporcionar control aumentado de una máquina de potencia (100; 200; 300; 900; 1000; 1200; 1300; 1400), comprendiendo el procedimiento:
- 5 identificar (1102) una zona de obstrucción para una obstrucción (1002) en el área de trabajo utilizando un primer dispositivo de posicionamiento portátil (980; 1080) para etiquetar una posición de la obstrucción;
- identificar (1104) una posición de una máquina de potencia en una primera ubicación (1060) en el área de trabajo utilizando el primer dispositivo de posicionamiento portátil;
- 10 identificar (1106) una posición de la máquina de potencia en la primera ubicación (1060) en el área de trabajo utilizando un segundo dispositivo de posicionamiento (1056; 1256);
- identificar (1108) la información de posición de la máquina de potencia en una segunda ubicación (1062) en el área de trabajo utilizando el primer dispositivo de posicionamiento portátil;
- identificar (1110) una posición de la máquina de potencia en la segunda ubicación (1062) en el área de trabajo utilizando el segundo dispositivo de posicionamiento;
- 15 **caracterizado por que** el procedimiento genera (1112) un factor de corrección de error basado en las posiciones de la máquina de potencia en la primera ubicación (1060) en el área de trabajo identificada utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil y el segundo dispositivo de posicionamiento, y basado en las posiciones de la máquina de potencia en la segunda ubicación (1062) en el área de trabajo identificada utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil y el segundo dispositivo de posicionamiento;
- 20 recalcula (1114) la zona de obstrucción identificada (1002) en el área de trabajo utilizando el factor de corrección de errores para obtener una zona de obstrucción recalculada; y
- utiliza (1116) un controlador (370; 970; 1070; 1270; 1470) configurado con la zona de obstrucción recalculada para controlar el desplazamiento de la máquina de potencia en el área de trabajo para evitar el contacto con la obstrucción.
- 25 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que utilizar (1116) el controlador configurado con la zona de obstrucción recalculada para controlar el desplazamiento de la máquina de potencia en el área de trabajo comprende utilizar el controlador de control aumentado para controlar el desplazamiento de la máquina de potencia de forma autónoma.
- 30 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que utilizar (1116) el controlador configurado con la zona de obstrucción recalculada para controlar el desplazamiento de la máquina de potencia en el área de trabajo comprende utilizar el controlador de control aumentado para aumentar el control de desplazamiento de la máquina de potencia por un operador ubicado en la máquina de potencia o controlar la máquina de potencia de forma remota.
- 35 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la identificar (1102) la zona de obstrucción para la obstrucción (1002) en el área de trabajo utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil para etiquetar la posición de la obstrucción comprende además identificar un punto en la obstrucción.
- 40 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que identificar (1102) la zona de obstrucción para la obstrucción (1002) en el área de trabajo utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil para etiquetar la posición de la obstrucción comprende además identificar al menos un segmento de línea (1044; 1052) y definir una posición de la obstrucción a partir del al menos un segmento de línea.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que identificar (1102) la zona de obstrucción para la obstrucción (1002) en el área de trabajo utilizando el dispositivo de posicionamiento portátil para etiquetar la posición de la obstrucción comprende además identificar un perímetro (1010; 1020; 1040; 1050) alrededor de la obstrucción.

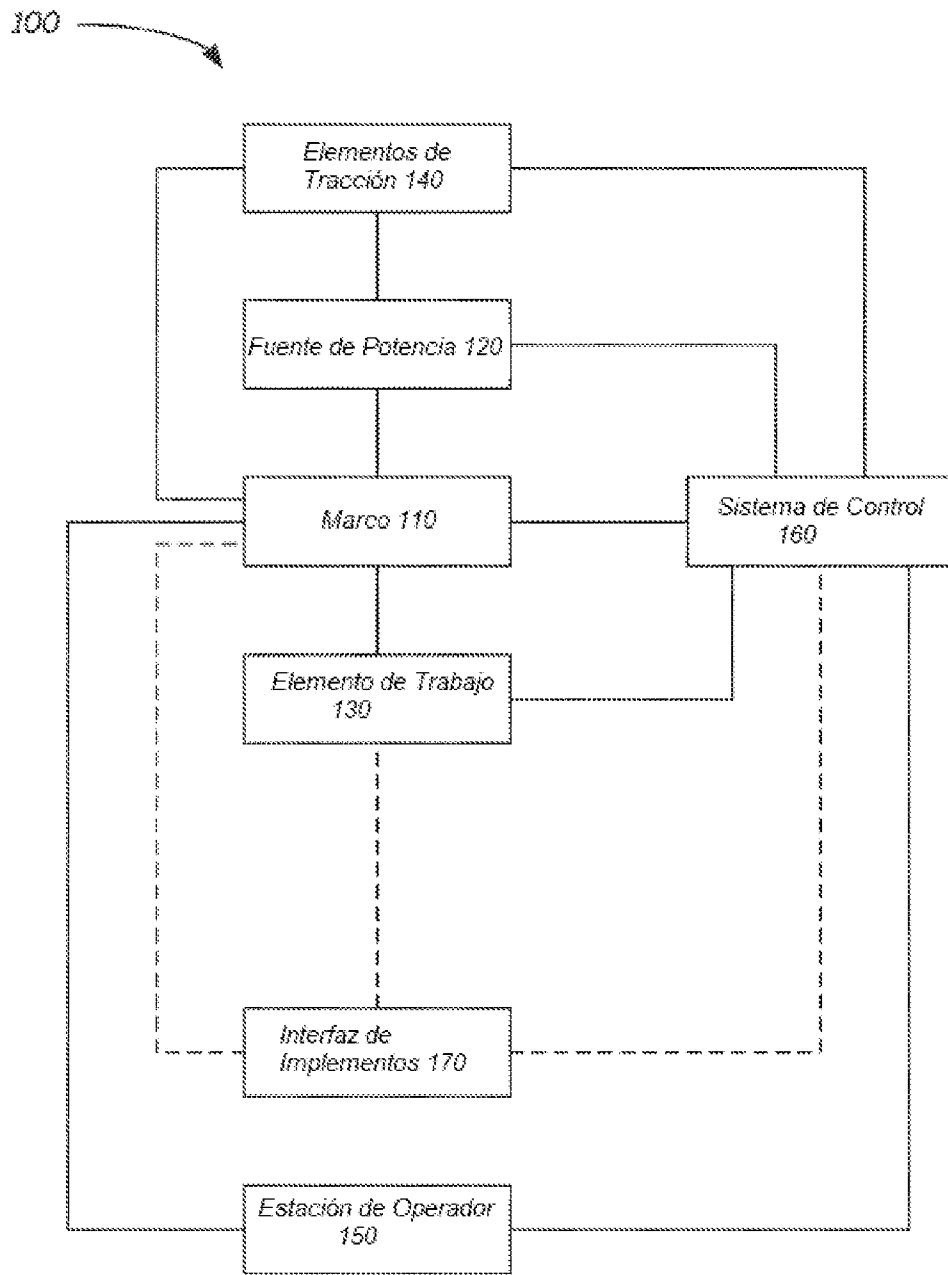
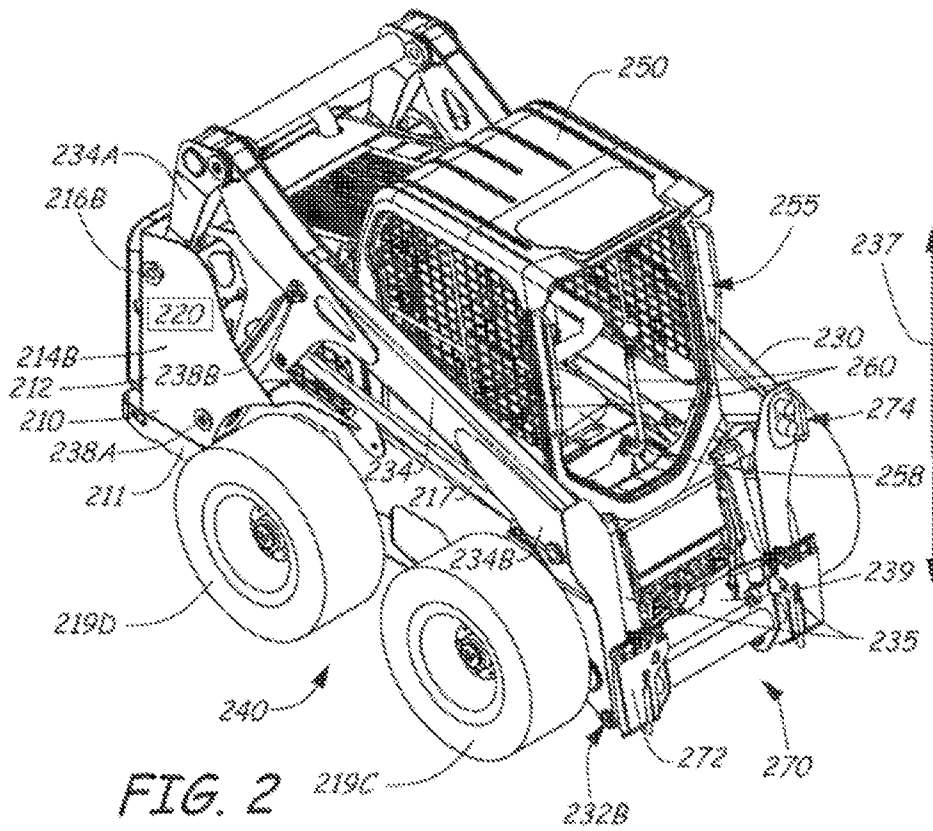


FIG. 1



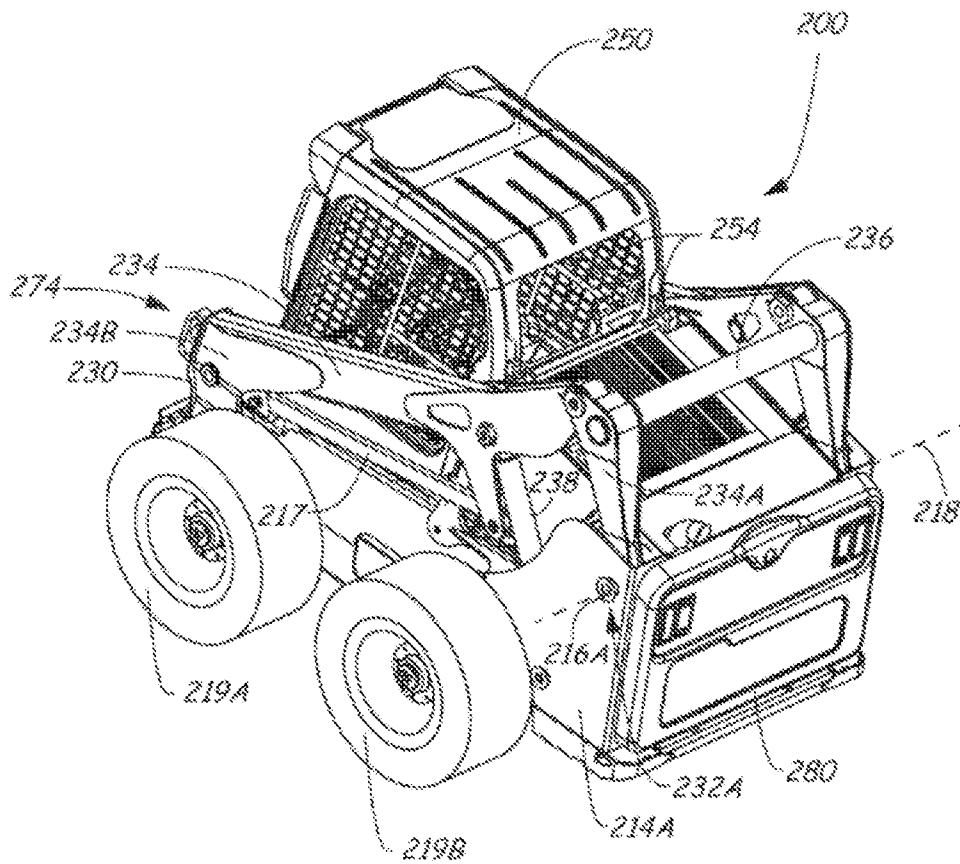


FIG. 3

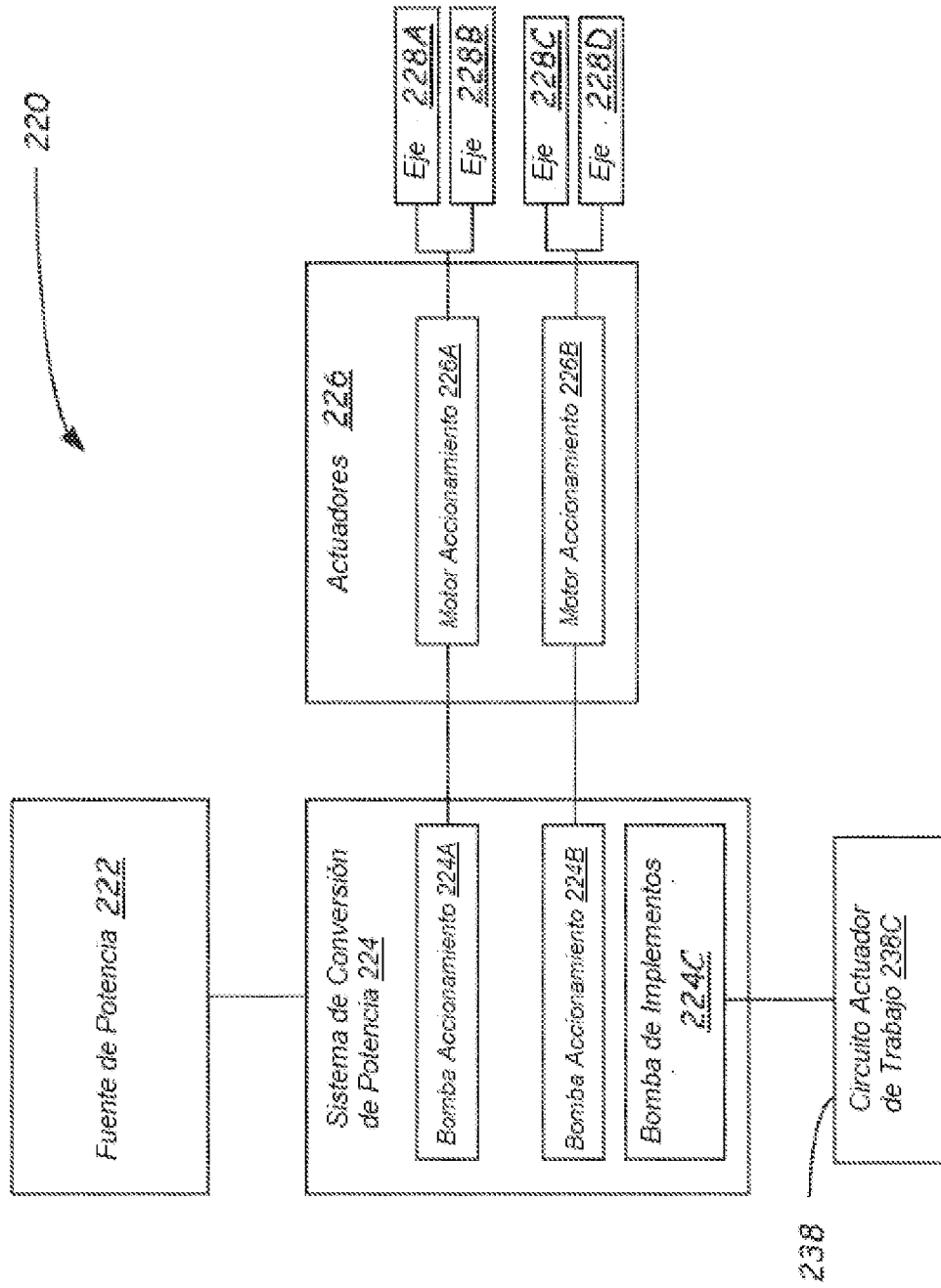


FIG. 4

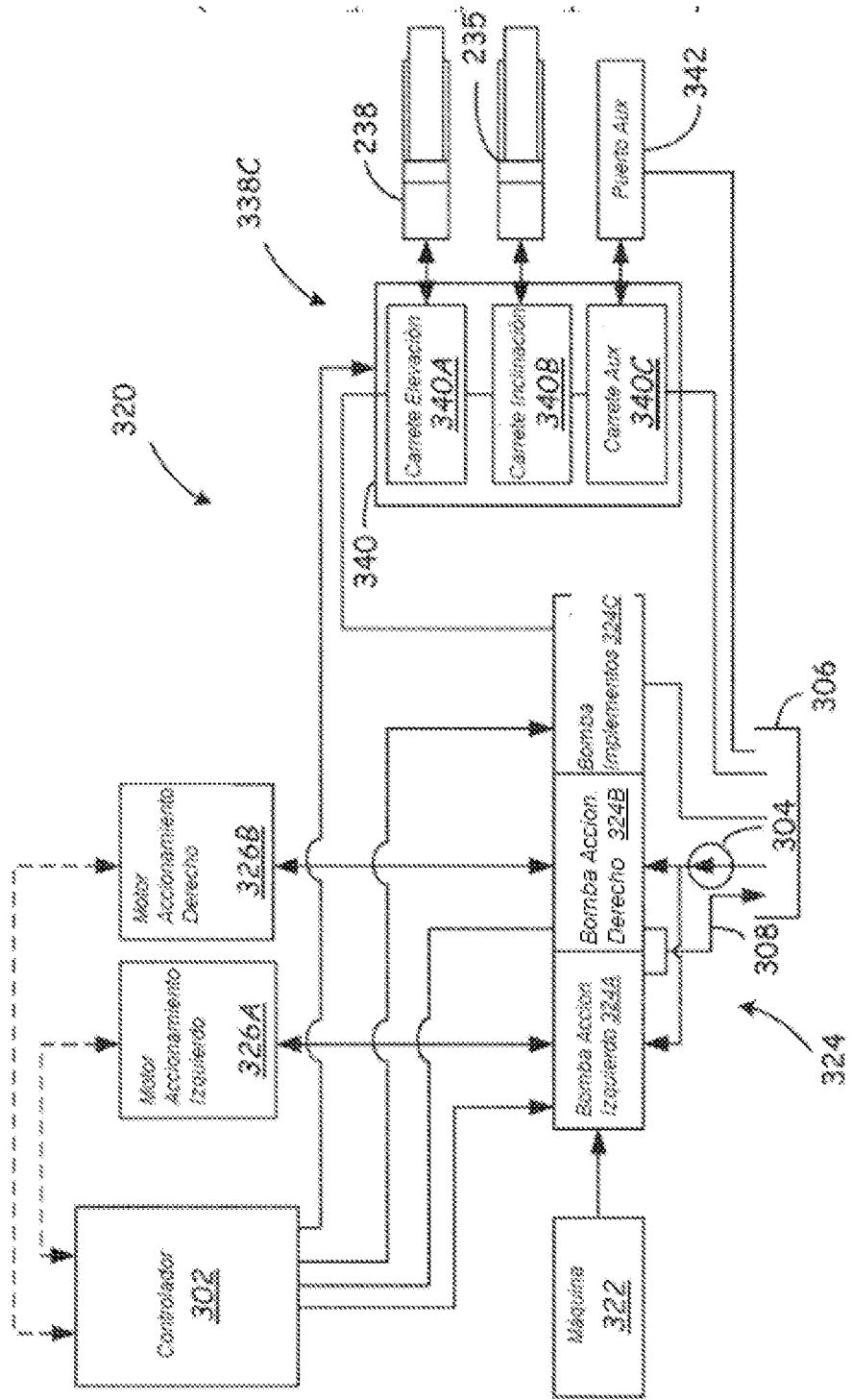


Fig. 5

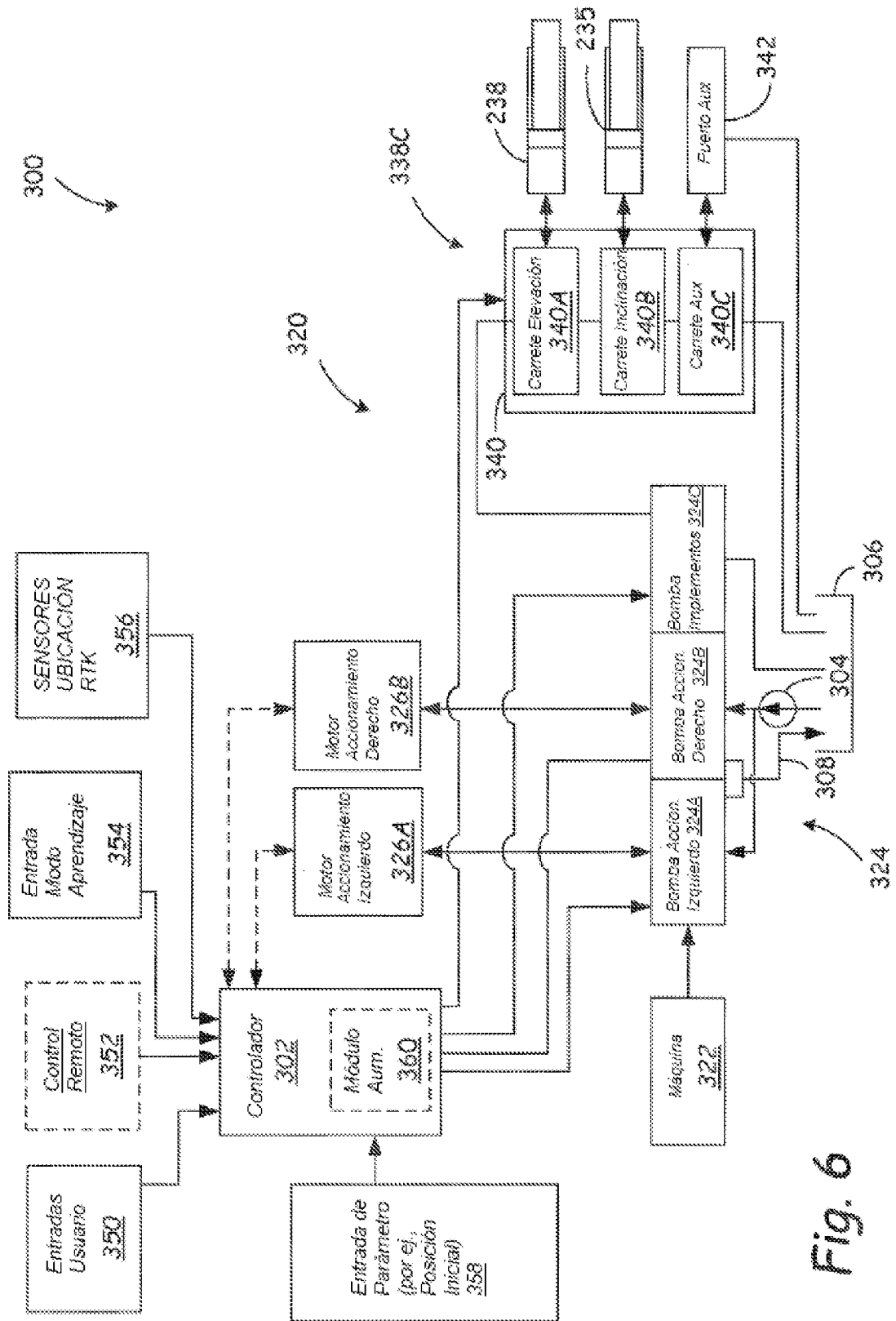


Fig. 6

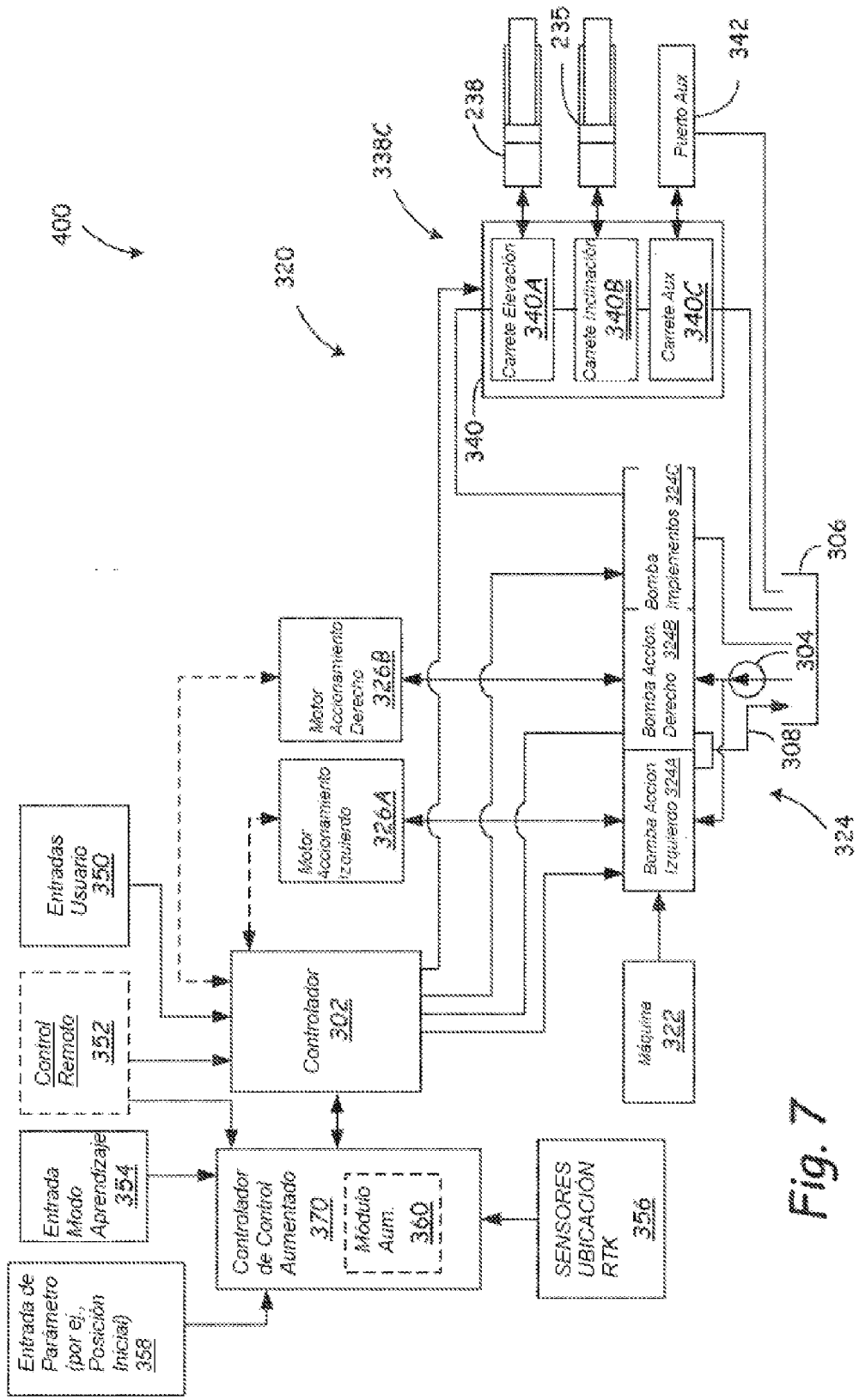


Fig. 7

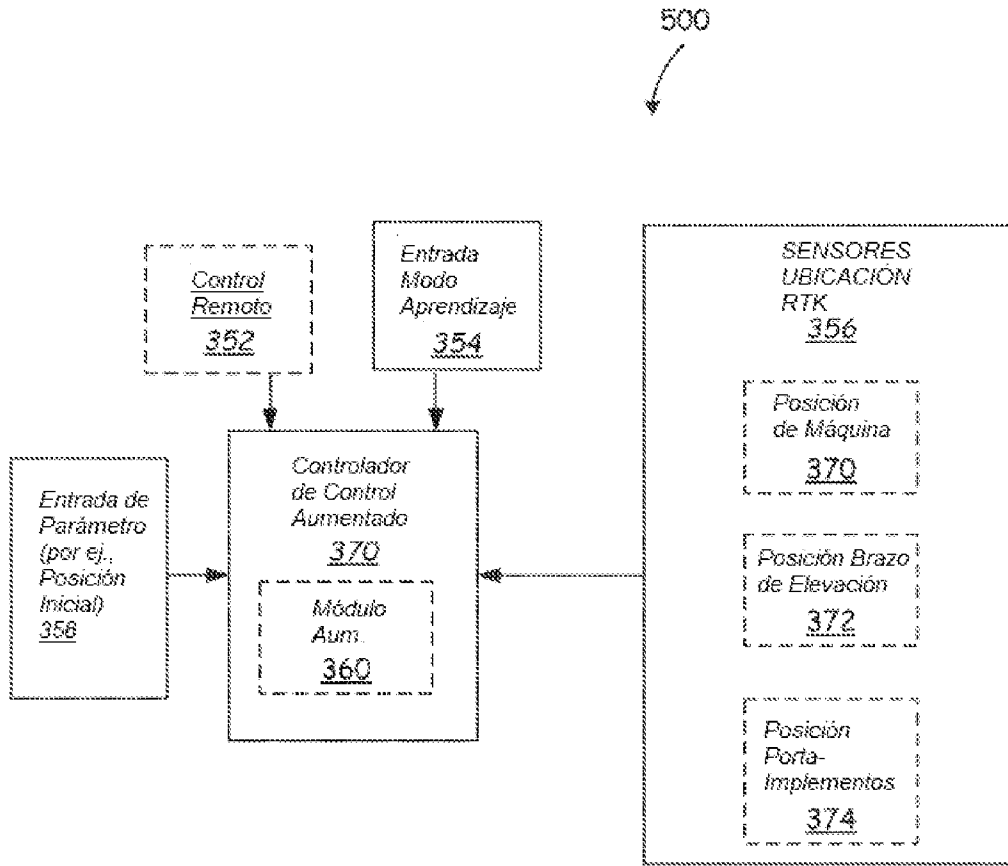


Fig. 8

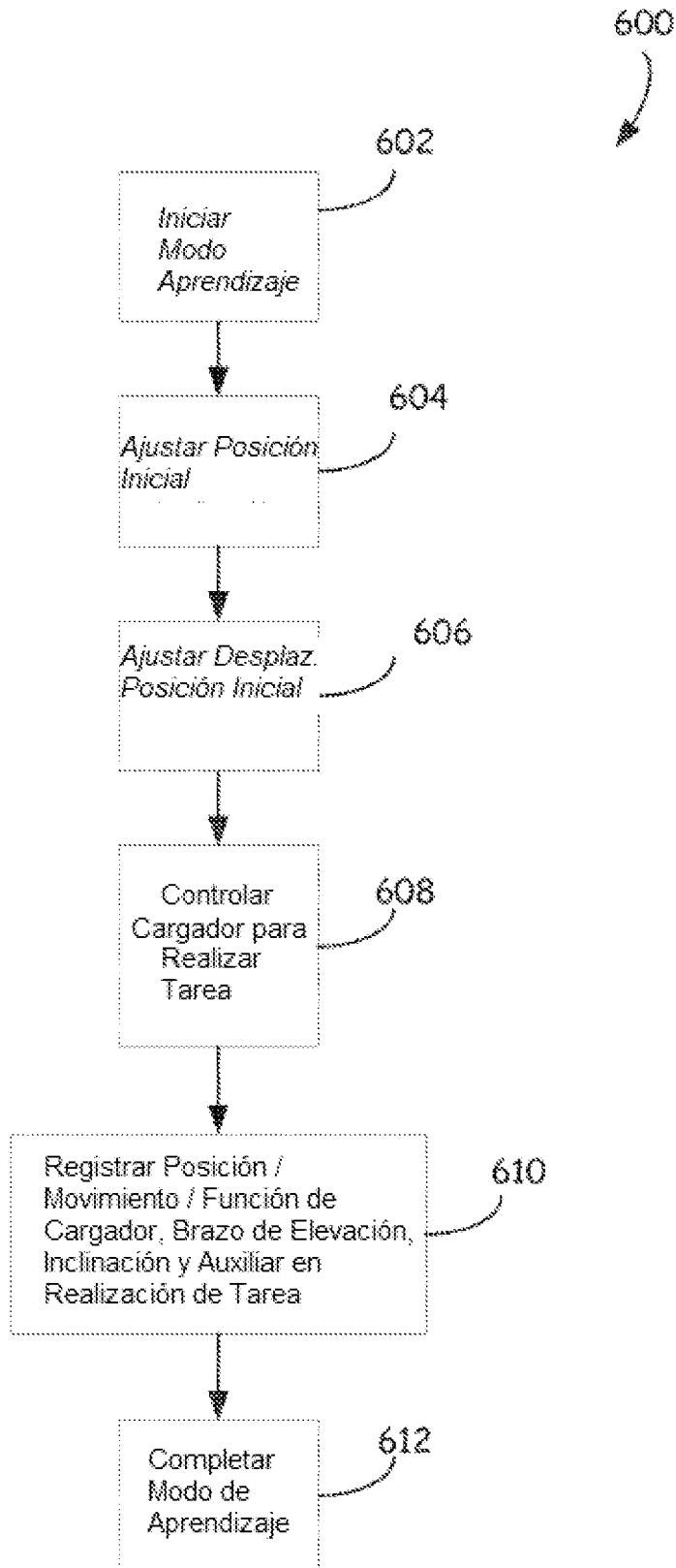


Fig. 9

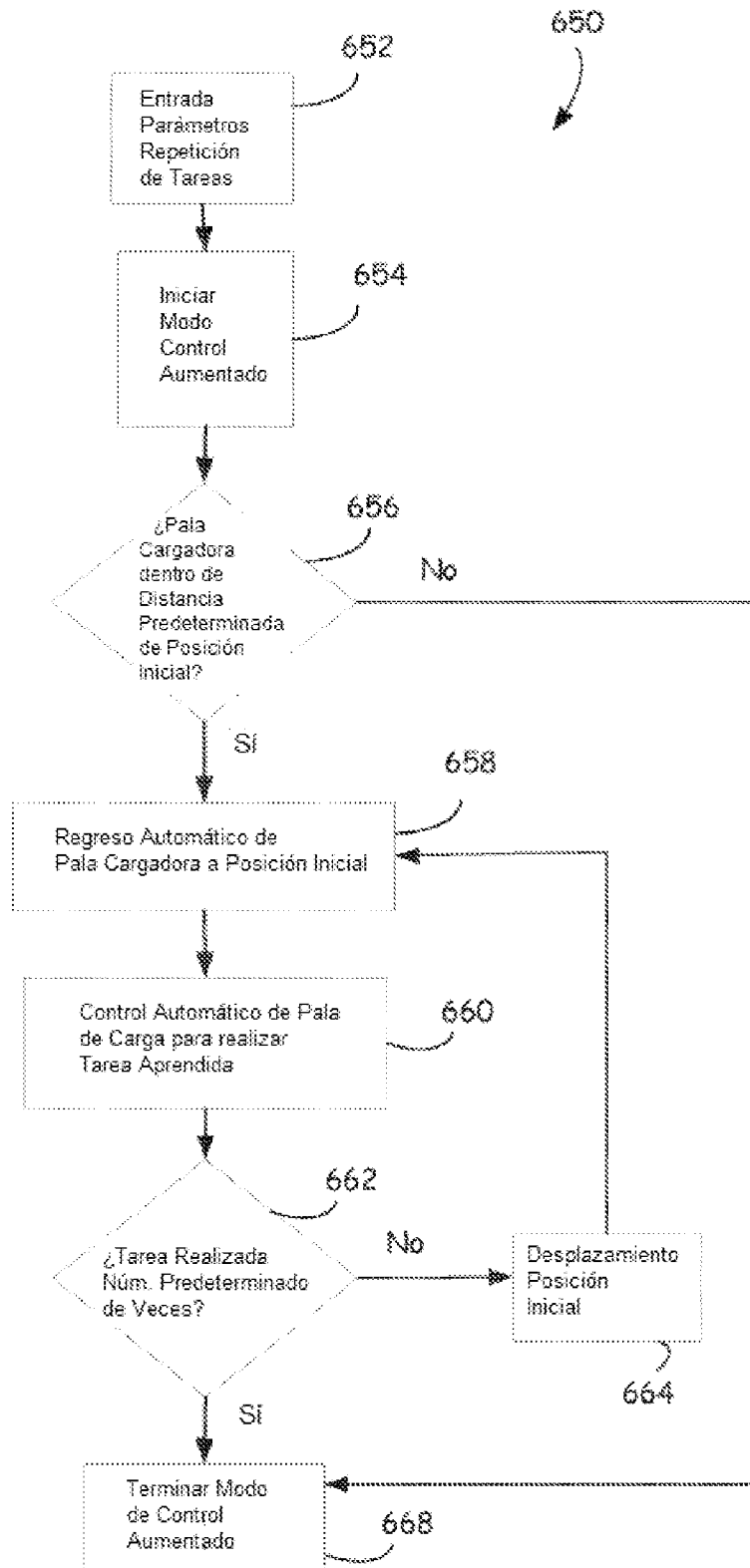


Fig. 10

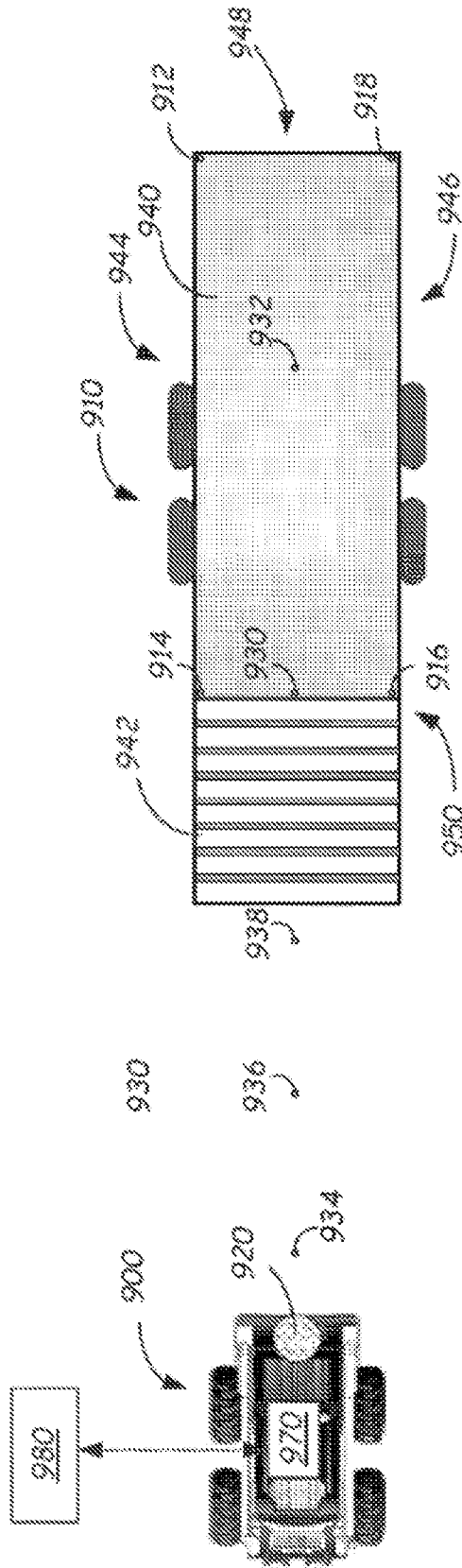


FIG. 11

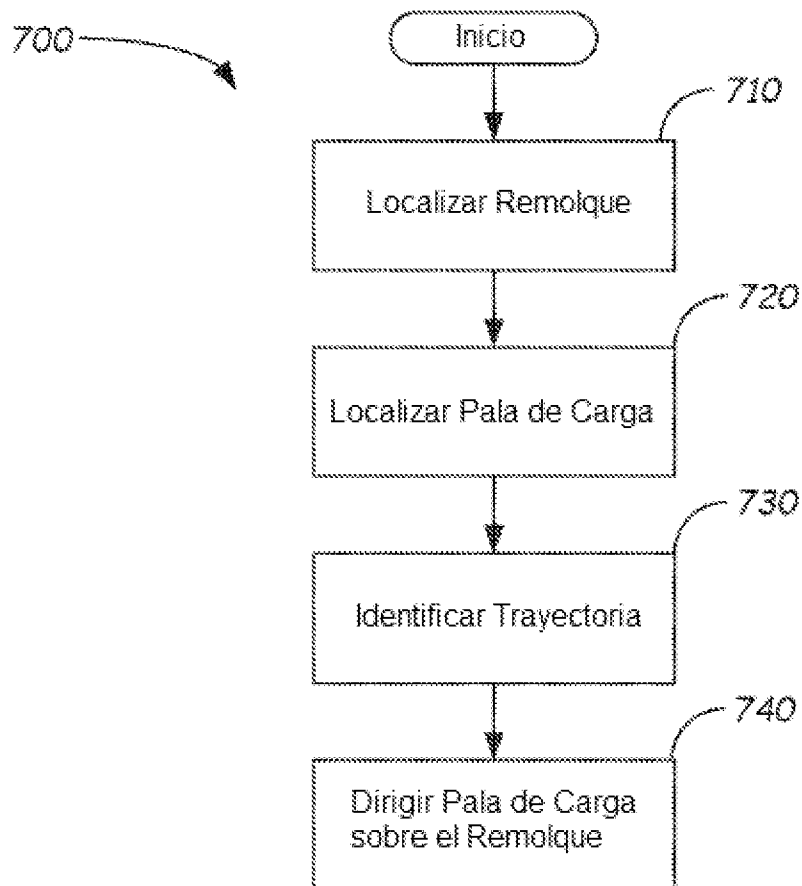


FIG. 12

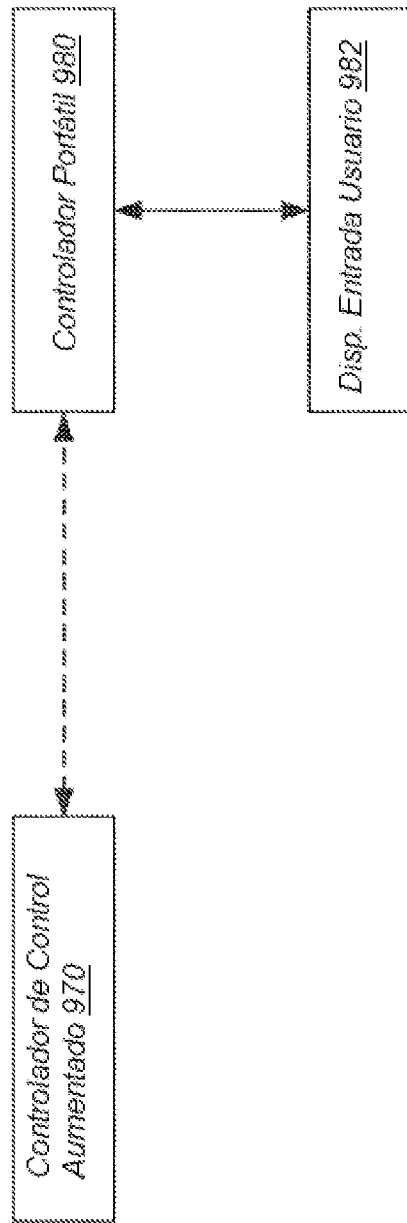


FIG. 13

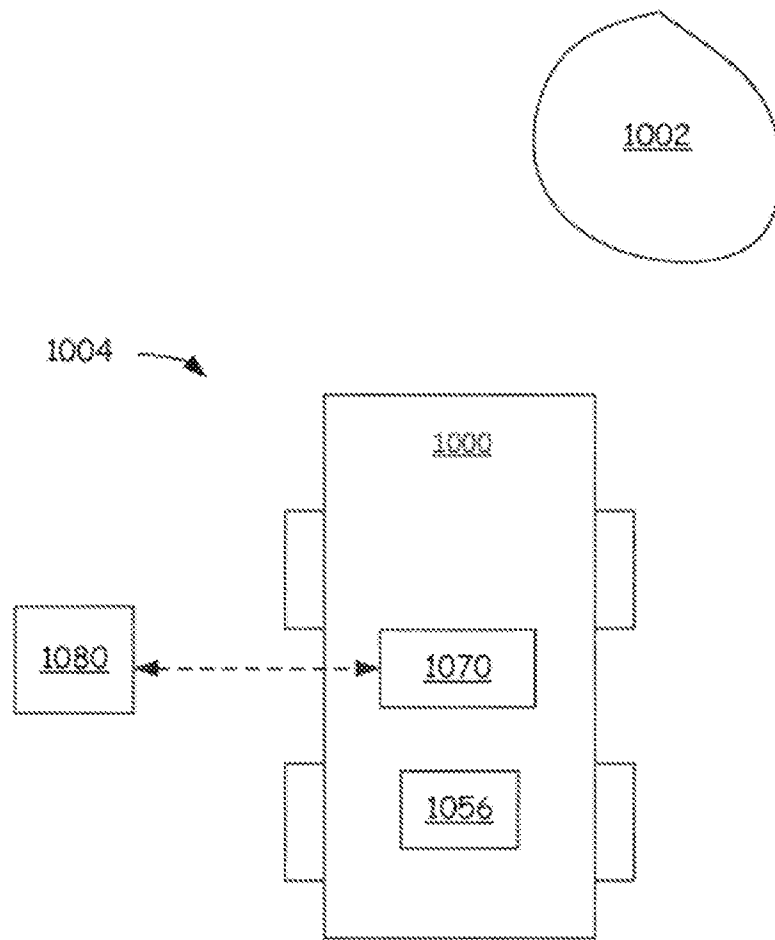


FIG. 14

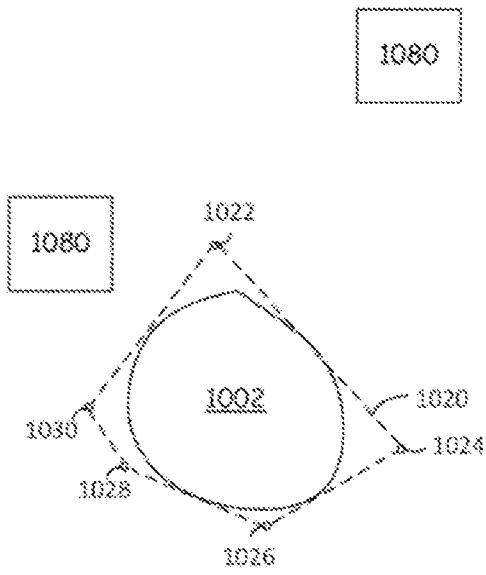


FIG. 15B

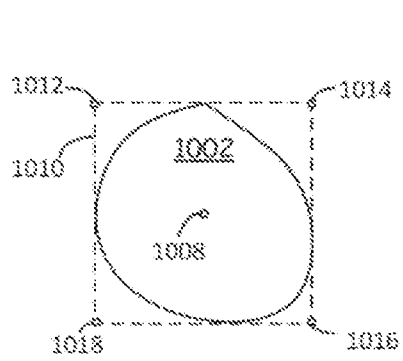


FIG. 15A

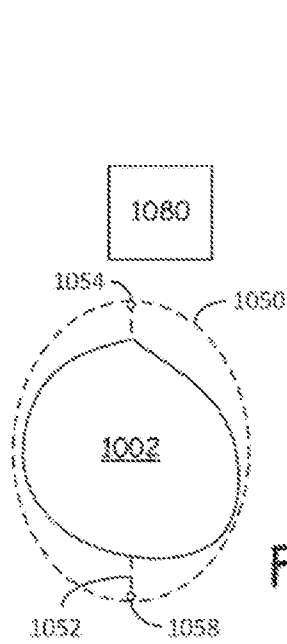


FIG. 15D

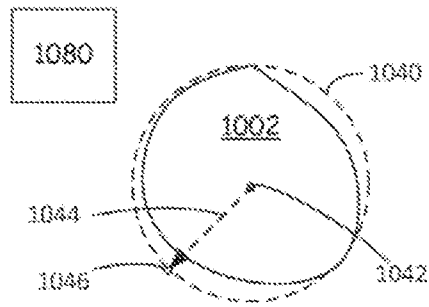


FIG. 15C

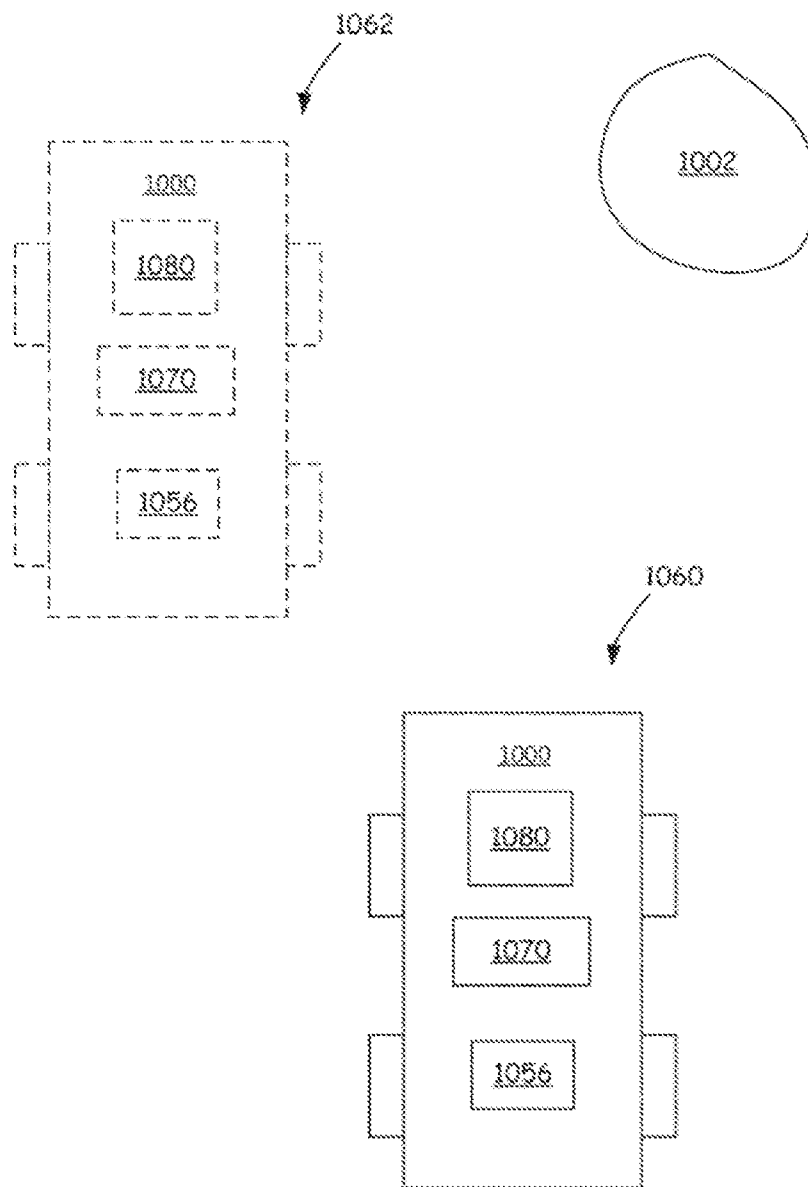


FIG. 16

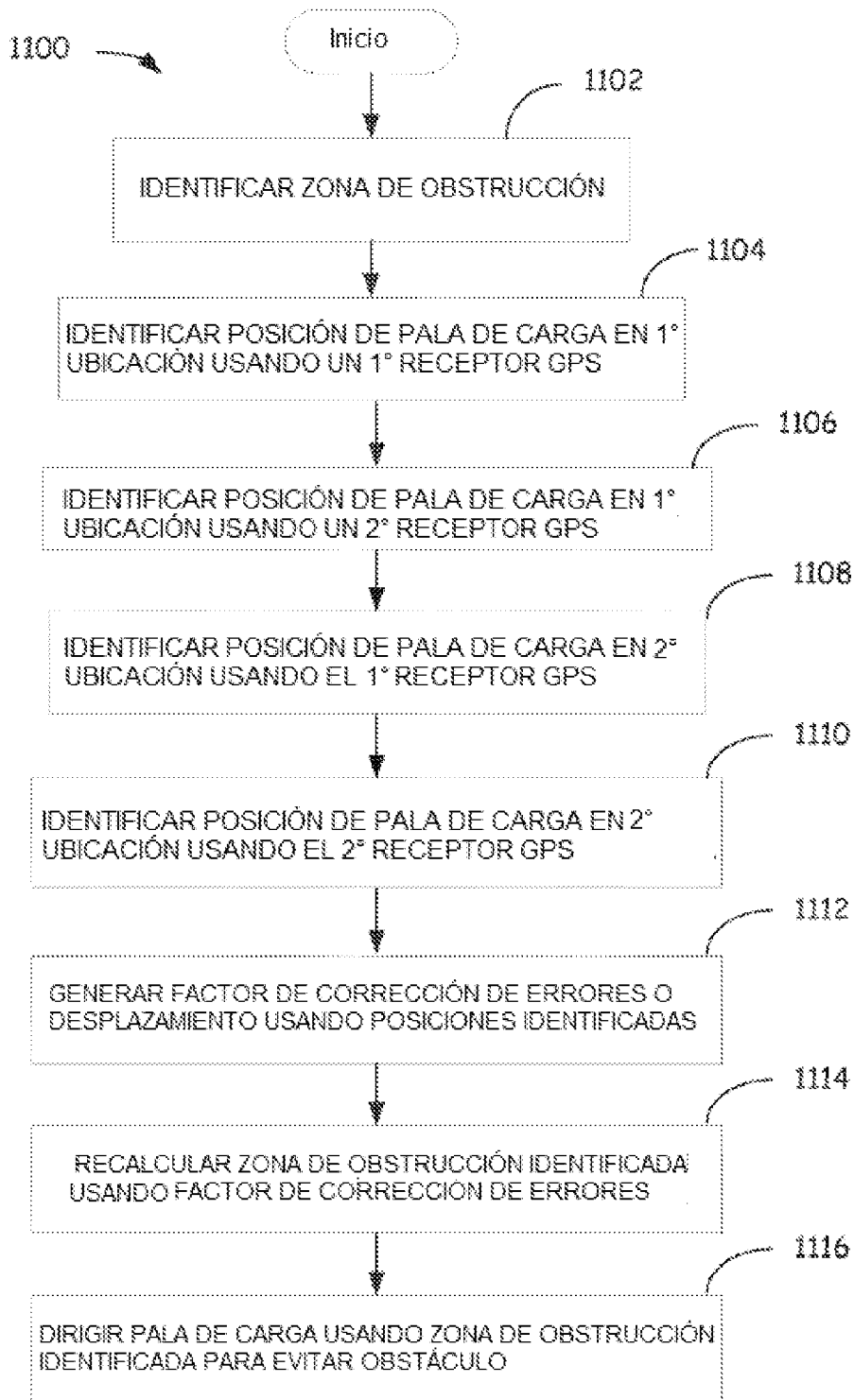


FIG. 17

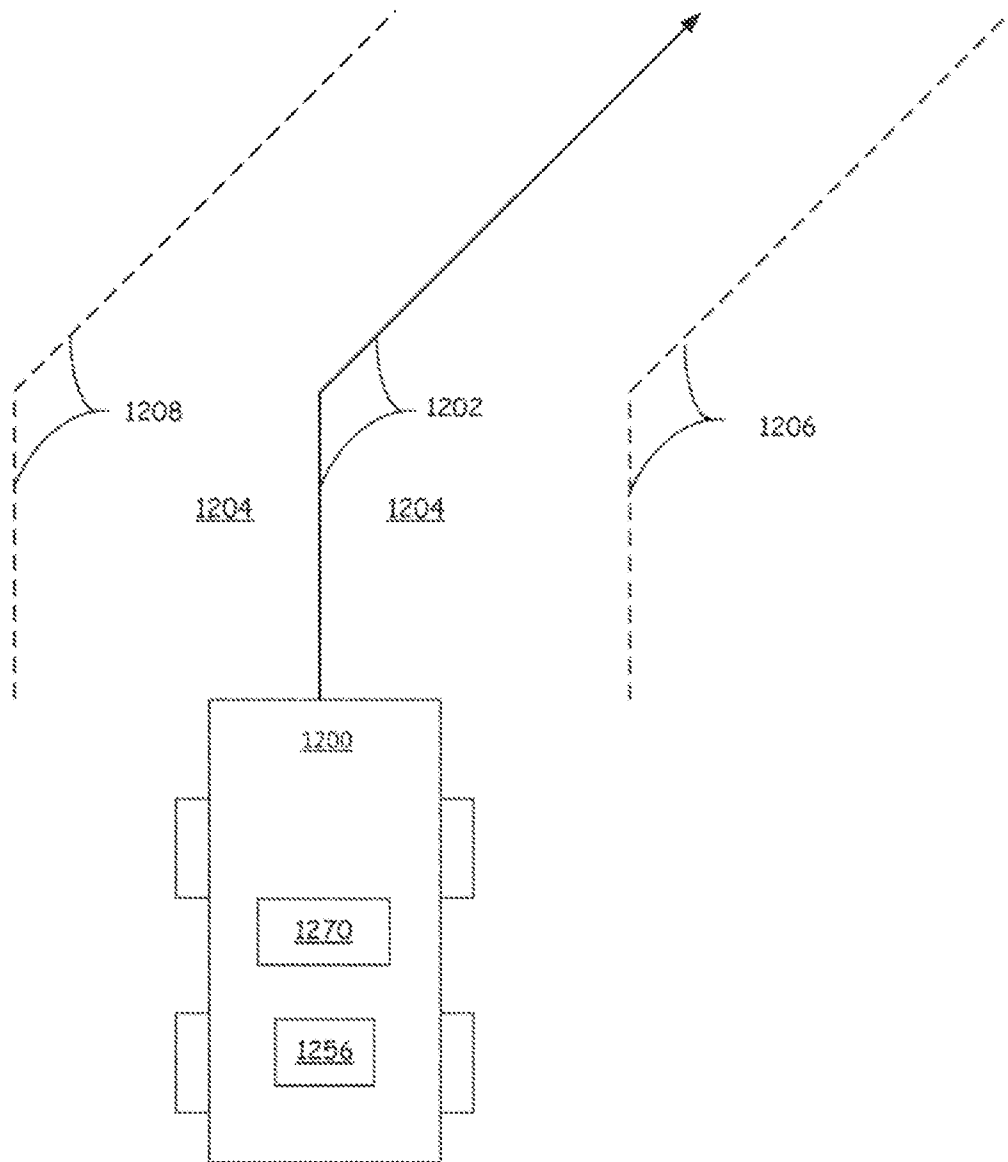


FIG. 18

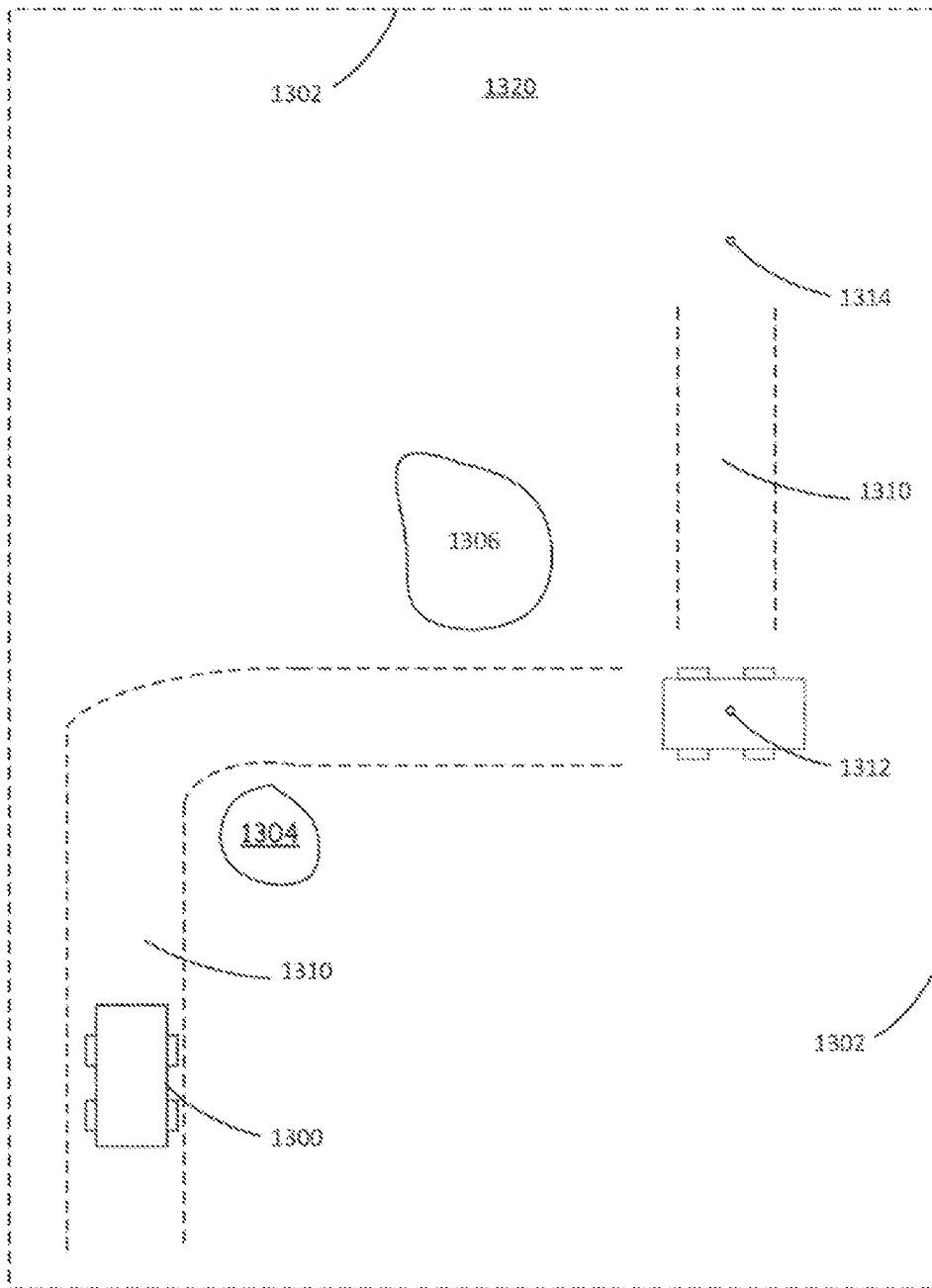


FIG. 19