

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 954 913**

51 Int. Cl.:

E02F 9/22

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2016 PCT/US2016/030016**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16176547**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2016 E 16724174 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2023 EP 3289143**

54 Título: **Sistema de control de la suspensión para máquinas de potencia**

30 Prioridad:

29.04.2015 US 201562154598 P

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

27.11.2023

73 Titular/es:

**CLARK EQUIPMENT COMPANY (100.0%)
250 East Beaton Drive
West Fargo, ND 58078-6000, US**

72 Inventor/es:

**DUPPONG, GERALD, J. y
KRAUSE, TREVOR, W.**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 954 913 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de control de la suspensión para máquinas de potencia

Antecedentes

5 La presente divulgación se refiere a un sistema de control de la suspensión para una máquina de potencia. Las máquinas de potencia, a los fines de la presente divulgación, incluyen cualquier tipo de máquina que pueda generar energía a fin de llevar a cabo una tarea particular o una variedad de tareas. Un tipo de máquina de potencia es un vehículo de trabajo. Los vehículos de trabajo son generalmente vehículos autopropulsados que tienen un dispositivo de trabajo, tal como un brazo de elevación (aunque algunos vehículos de trabajo pueden tener otros dispositivos de trabajo) que pueden ser manipulados para llevar a cabo una función de trabajo. Algunos ejemplos de máquinas motorizadas que son vehículos de trabajo incluyen cargadoras, excavadoras, vehículos utilitarios, tractores y zanjadoras, por nombrar algunas.

10 El control de la suspensión, como se utiliza este término en el presente documento, se refiere a permitir que un dispositivo de trabajo (por ejemplo, un brazo de elevación) de una máquina de potencia se eleve y descienda para cancelar las vibraciones y los impactos derivados de los baches del terreno a medida que la máquina de potencia se desplaza. El control de la suspensión puede mejorar la comodidad del operador, especialmente en una máquina de potencia con ejes fijos sin suspensión. Normalmente, el control de la suspensión se consigue exponiendo el extremo de la base del cilindro o cilindros de elevación a un acumulador. El fluido a presión se desplaza entre el extremo de la base del cilindro y el acumulador y se desplaza entre un depósito y el extremo del vástago para permitir que el conjunto del brazo elevador oscile hacia arriba y hacia abajo.

15 Las máquinas de potencia que emplean el control de desplazamiento suelen incluir un interruptor de encendido/apagado para colocar manualmente el extremo de la base dentro/fuera de comunicación con el acumulador. El operador está capacitado para colocar el interruptor en la posición de encendido cuando se desplaza y en la posición de apagado cuando realiza un trabajo estacionario (por ejemplo, una operación de excavación). Las máquinas de potencia que emplean sistemas de control de la suspensión son conocidas, por ejemplo, por los documentos WO 2005/035883 A1 y US 2007/056277 A1.

20 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 En una realización, un sistema de control de la suspensión de acuerdo con la reivindicación 1 para una máquina de potencia que tiene un marco, un brazo de la elevación acoplado moviblemente al marco, una fuente de potencia hidráulica se desvela. El sistema de control de la suspensión incluye un cilindro hidráulico que tiene un primer extremo y un segundo extremo, el cilindro hidráulico configurado para controlar selectivamente el movimiento del brazo de elevación con respecto al bastidor, un acumulador en comunicación selectiva con el primer extremo del cilindro hidráulico, un sensor de presión capaz de comunicar una señal indicativa de una presión hidráulica en el primer extremo del cilindro hidráulico y un circuito de control de la suspensión configurado para permitir la comunicación selectiva entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico. Además, un controlador está configurado para recibir la señal del sensor de presión. El controlador está configurado para impedir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico hasta que la señal del sensor de presión indique una presión inferior a un valor umbral de presión inicial. De acuerdo con la invención, el controlador está configurado además para permitir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando el sensor de presión ha indicado previamente una presión por debajo del valor umbral de presión inicial y posteriormente indica una presión por encima de un umbral de presión mínima operativa y entre el umbral de presión mínima operativa y un umbral de presión alta en el que el umbral de presión mínima operativa es una presión inferior al valor umbral de presión inicial.

30 En otra realización, se desvela una máquina de potencia de acuerdo con la reivindicación 7.

35 En otra realización, se desvela un procedimiento de proporcionar una característica del control de la suspensión para amortiguar cargas introducidas en una máquina de potencia al andar sobre una superficie de soporte. La función de control de la suspensión suministra de forma selectiva fluido hidráulico presurizado desde un dispositivo de almacenamiento a un primer lado de un accionador hidráulico acoplado entre un brazo de elevación y un bastidor de la máquina de potencia para permitir que el brazo de elevación se mueva con respecto al bastidor. El procedimiento incluye detectar la presión en el primer lado del accionador hidráulico y bloquear el flujo entre el dispositivo de almacenamiento y el primer lado del accionador hasta que la presión detectada esté por debajo de un valor umbral inicial. Después de detectar la presión por debajo del umbral inicial, el procedimiento permite el flujo entre el dispositivo de almacenamiento y el primer lado del accionador cuando la presión detectada se encuentra entre un umbral de presión mínima y un umbral de presión alta, en el que el umbral de presión mínima es una presión inferior al valor del umbral inicial.

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. El Sumario y el Resumen no pretenden identificar las características clave o las características esenciales del asunto objeto reivindicado, ni se pretenden utilizar como ayuda para determinar el alcance del asunto objeto reivindicado.

5 Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista en alzado lateral de una máquina de potencia representativa del tipo que puede emplear un sistema de control de suspensión de acuerdo con una realización ilustrativa.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un sistema de control de suspensión de acuerdo con una realización ilustrativa.

10 La FIG. 3 es un diagrama de flujo que describe la lógica de control del sistema de control de la suspensión de acuerdo con una realización ilustrativa.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que describe la lógica de control del sistema de control de la suspensión de acuerdo con otra realización ilustrativa.

Descripción detallada

15 Los conceptos divulgados en la presente memoria no se limitan en su aplicación a los detalles de construcción y disposición de los componentes establecidos en la siguiente descripción o ilustrados en los siguientes dibujos. Es decir, las realizaciones expuestas en la presente memoria tienen carácter ilustrativo. Los conceptos ilustrados en estas realizaciones se pueden llevar a la práctica o llevar a cabo de diversas maneras. La terminología usada en la presente tiene una finalidad descriptiva y no se debería considerar como limitante. 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.

25 La FIG. 1 es una vista lateral de una máquina de potencia 100 representativa en la que se pueden emplear las realizaciones expuestas. La máquina de potencia 100 ilustrada en la FIG. 1 es un vehículo de trabajo en forma de una cargadora de dirección deslizante, pero otros tipos de vehículos de trabajo, tales como cargadoras de orugas, cargadoras de ruedas orientables, incluyendo cargadoras de dirección en las cuatro ruedas, excavadoras, manipuladoras telescópicas, cargadoras de conductor acompañante, zanjadoras y vehículos utilitarios, así como otras máquinas de potencia, pueden emplear las realizaciones divulgadas. La máquina de potencia 100 incluye un bastidor de soporte o bastidor principal 102, que soporta una fuente de potencia 104, que en algunas realizaciones es un motor de combustión interna. Un sistema de conversión de potencia 106 se acopla de manera operativa a la fuente de potencia 104. El sistema de conversión de potencia 106 recibe de manera ilustrativa energía de la fuente de potencia 104 y entradas del operador para convertir la potencia recibida en señales de potencia en una forma que es proporcionada y utilizada por los componentes funcionales de la máquina de potencia. En algunas realizaciones, tales como con la máquina de potencia 100 en la FIG. 1, el sistema de conversión de potencia 106 incluye componentes hidráulicos tales como una o más bombas hidráulicas y varios accionadores y componentes de válvula que se emplean ilustrativamente para recibir y proporcionar selectivamente señales de potencia en forma de fluido hidráulico presurizado a algunos o todos los accionadores utilizados para controlar los componentes funcionales de la máquina eléctrica 100. Alternativamente, el sistema de conversión de potencia 106 puede incluir generadores eléctricos o similares para generar señales de control eléctrico para alimentar accionadores eléctricos. En aras de la simplicidad, los accionadores discutidos en las realizaciones divulgadas en la presente memoria se denominan accionadores hidráulicos o electrohidráulicos y se encarnan en forma de cilindros hidráulicos.

Entre los componentes funcionales que pueden recibir señales de potencia desde el sistema de conversión de potencia 106 están los elementos tractores 108, mostrados de manera ilustrativa como ruedas, que se configuran de modo que entren en contacto, con la rotación permitida, con una superficie de soporte para hacer que se desplace la máquina motorizada. Otros ejemplos de máquinas motorizadas pueden tener orugas u otros elementos tractores en lugar de ruedas. En una realización de ejemplo, un par de motores hidráulicos (no mostrados en la FIG. 1), se proporcionan para convertir una señal de potencia hidráulica en una salida de rotación. En máquinas de potencia tales como cargadoras de dirección deslizante se acopla un único motor hidráulico a ambas ruedas en un lado de la máquina de potencia. Alternativamente, puede proporcionarse un motor hidráulico para cada elemento de tracción a fin de permitir un control de accionamiento independiente para cada elemento de tracción de una máquina. En una cargadora de dirección deslizante, la dirección se logra proporcionando salidas rotativas diferentes al o a los elementos tractores en un lado de la máquina frente al otro lado. En algunas máquinas de potencia, la dirección se logra por otros medios, tales como, por ejemplo, ejes direccionables.

La máquina motorizada 100 también incluye una estructura de brazos elevadores 114 que puede subirse y bajarse con respecto al bastidor 102. De manera ilustrativa, el conjunto de brazo elevador 114 incluye un brazo elevador 116 que se fija, con el pivotamiento permitido, al bastidor 102 en el punto de fijación 118. Se fija, con el pivotamiento permitido, un accionador 120, que en algunas realizaciones es un cilindro hidráulico configurado de forma que reciba el fluido presurizado desde el sistema de control 106, tanto al bastidor 102 como al brazo elevador 116 en los puntos de fijación 122 y 124, respectivamente. El accionador 120 se denomina a veces cilindro elevador, y es un ejemplo representativo de un tipo de accionador que puede utilizarse en una máquina de potencia 100. La extensión y retracción del accionador 120 hace que el brazo de elevación 116 pivote alrededor del punto de fijación 118 de forma

que un extremo del brazo de elevación 116 representado generalmente por una articulación 132 (discutida en más detalle a continuación) se eleva y desciende a lo largo de una trayectoria generalmente vertical indicada aproximadamente por la flecha 138. El brazo elevador 116 es representativo del tipo de brazo elevador que se puede fijar a la máquina de potencia 100. La estructura del brazo de elevación 114 mostrada en la FIG. 1 incluye un segundo brazo de elevación y un accionador dispuestos en un lado opuesto de la máquina de potencia 100, aunque ninguno de los dos se muestra en la FIG. 1. A la máquina motorizada 100 se pueden acoplar otras estructuras de brazos elevadores, con geometrías, componentes y disposiciones diferentes o a otras máquinas motorizadas en las que se pueden llevar a la práctica las realizaciones analizadas en la presente sin alejarse del alcance del presente análisis. Por ejemplo, las máquinas de potencia pueden tener un brazo de elevación tal que el punto de fijación 132 se eleva en una trayectoria generalmente radial. Otras máquinas de potencia tales como excavadoras y manipuladoras telescópicas tienen geometrías de brazos de elevación y articulaciones sustancialmente diferentes de las de la máquina de potencia 100 ilustrada en la FIG. 1.

Un soporte de accesorios 130 está montado de forma pivotante en el brazo elevador 116 en el punto de fijación 132. Uno o más accionadores tales como los cilindros hidráulicos 136 están acoplados, con el pivotamiento permitido, al soporte de accesorios 130 y a la estructura de brazos elevadores 114, para provocar que el soporte de accesorios 130 rote en condiciones de suministro de potencia en torno a un eje que se extiende a través del punto de fijación 132 en un arco aproximado por medio de la flecha 128, en respuesta a una entrada del operador. En algunas realizaciones, el o los accionadores acoplados, con el pivotamiento permitido, al soporte de accesorios 130 y al conjunto de brazos elevadores 114 son cilindros hidráulicos capaces de recibir fluido hidráulico presurizado desde el sistema de conversión de potencia 106. En estas realizaciones, el uno o más cilindros hidráulicos 136, que a veces se denominan cilindros de inclinación, son otros ejemplos representativos de accionadores que pueden utilizarse en una máquina de potencia 100. Un implemento en la forma de un cubo 152 se muestra asegurado al soporte de accesorios 130 en la FIG. 1. Sin embargo, el soporte de accesorios 130 está configurado para aceptar y asegurar cualquiera de varios accesorios diferentes a la máquina de potencia 100 de acuerdo con lo que se desee para llevar a cabo una tarea de trabajo particular. Otras máquinas de potencia pueden tener diferentes tipos de soporte de accesorios que el mostrado en la FIG. 1. Otras máquinas no disponen de soportes de accesorios, sino que los accesorios se acoplan directamente a un brazo elevador.

Otros accesorios además del cubo 152 ilustrado que incluyen varios accionadores tales como cilindros y motores, por nombrar dos ejemplos, también pueden ser asegurados al soporte de accesorios 130 para llevar a cabo una variedad de tareas. Una lista parcial de los tipos de accesorios que pueden fijarse al soporte de accesorios 130 incluye sinfines, cepilladoras, niveladoras, cucharas combinadas, sierras de ruedas y similares. La máquina de potencia 100 proporciona un terminal 134 de señales de potencia y control que se puede acoplar a un accesorio para controlar diversas funciones del accesorio, en respuesta a las entradas del operador. En una realización, el terminal 134 incluye acopladores hidráulicos que se pueden conectar a un accesorio para proporcionar señales de potencia en forma de fluido presurizado proporcionado por el sistema de conversión de potencia 106 para uso de un accesorio que está acoplado operativamente a la máquina de potencia 100. Como alternativa o de manera adicional, el terminal 134 incluye unos conectores eléctricos que pueden proporcionar señales de potencia y señales de control al accesorio para controlar y hacer posible que los accionadores del tipo descrito anteriormente controlen el funcionamiento de los componentes funcionales en el accesorio.

De manera ilustrativa, la máquina de potencia 100 también incluye una cabina 140 que se soporta en el bastidor 102 y que define, al menos en parte, un compartimento del operador 142. El compartimento del operador 142 incluye típicamente un asiento para el operador, dispositivos de entrada para el operador y dispositivos de visualización que son accesibles y visibles desde una posición sentada en el asiento (ninguno de los cuales se muestra en la FIG. 1). Cuando un operador está sentado de manera adecuada dentro del compartimento del operador 142, el operador puede manipular los dispositivos de entrada del operador para controlar unas funciones tales como conducir la máquina motorizada 100, subir y bajar la estructura de brazos elevadores 114, rotar el soporte de accesorios 130 en torno a la estructura de brazos elevadores 114 y suministrar señales de potencia y control a un accesorio a través de las fuentes disponibles en el terminal 134.

La máquina de potencia 100 también incluye un controlador electrónico 150 que está configurado para recibir señales de entrada de al menos algunos de los dispositivos de entrada del operador y proporcionar señales de control al sistema de conversión de potencia 106 y a los accesorios a través del puerto 134. Se debería apreciar que el controlador electrónico 150 puede ser un único dispositivo de control electrónico con instrucciones almacenadas en un dispositivo de memoria y un procesador que lee y ejecuta las instrucciones para recibir las señales de entrada y enviar todas las señales de salida contenidas dentro de un único contenedor. Como alternativa, el controlador electrónico 150 se puede implementar como una pluralidad de dispositivos electrónicos acoplados entre sí en una red. Las realizaciones expuestas no están limitadas a una única implementación individual de un dispositivo o unos dispositivos electrónicos de control. El dispositivo o dispositivos electrónicos tales como el controlador electrónico 150 están programados y configurados por las instrucciones almacenadas para funcionar y operar como se describe.

Muchas máquinas de potencia tales como la máquina de potencia 100 incluyen un sistema de conversión de potencia que proporciona fluido hidráulico presurizado como salida a varios accionadores para llevar a cabo diversas tareas de trabajo. Un ejemplo de dicho accionador es un motor y un ejemplo más particular es un motor de

accionamiento. Los motores de accionamiento reciben fluido hidráulico a presión y accionan elementos de tracción, tales como los elementos de tracción 108.

La Fig. 2 ilustra un sistema de control de brazo de elevación 300, que incluye el accionador 120, un depósito 160, una bomba 165, y una válvula de control de elevación 170 de acuerdo con una realización ilustrativa. Las realizaciones discutidas en la presente memoria están dirigidas hacia máquinas de potencias con un accionador de brazo de elevación que se extiende para elevar un brazo de elevación y se retrae para bajar un brazo de elevación. En otras realizaciones, la geometría del brazo elevador es tal que la extensión del accionador de elevación produce el descenso del brazo elevador. El accionador 120 es un cilindro hidráulico que incluye un cuerpo de cilindro 230 que tiene un extremo de base 230a y un extremo de vástago 230b. El cuerpo del cilindro 230 aloja un pistón 210 que es móvil con el cuerpo del cilindro. Un vástago 220 está unido al pistón 210 y se extiende desde el extremo del vástago 230b del cuerpo del cilindro 230. El pistón 210 se mueve dentro del cuerpo del cilindro 230 para desplazar linealmente el vástago 220 a lo largo de su eje, de forma que pueda extenderse desde el cuerpo del cilindro y retraerse en el mismo.

El depósito 160, la bomba 165 y la válvula de control de elevación 170 mostrados en la FIG. 2 puede formar parte del sistema de conversión de potencia 106 comentado anteriormente. El depósito 160 contiene fluido hidráulico que se utiliza para accionar el accionador 120. La bomba 165 extrae fluido hidráulico del depósito 160 y presuriza el fluido hidráulico para proporcionar el fluido a la válvula de control de elevación 170, que a su vez proporciona selectivamente fluido hidráulico presurizado al accionador 120. La bomba 165 puede ser, por ejemplo, la bomba hidráulica que suministra fluido hidráulico al implemento de la máquina de potencia 100 comentada anteriormente.

La válvula de control de elevación 170 mostrada en la FIG. 2 es una simplificación de una válvula de control mostrada para ilustrar cómo se permite que fluya el fluido hidráulico entre la bomba 165 y el accionador 120, y si el fluido presurizado fluye hacia el extremo de la base 230a o hacia el extremo de la varilla 230b, devolviéndose el fluido del lado opuesto al depósito. La válvula de control de elevación 170 puede ser implementada de varias maneras, que incluyen como parte de una válvula en serie de centro abierto y múltiples carretes. Para los propósitos de esta discusión, la válvula de control de elevación 170 tiene una posición central 171, una posición izquierda 172, y una posición derecha 173. Cuando la válvula de control de elevación 170 está en la posición central 171 (como se muestra en la FIG. 3), la válvula de control de elevación 170 bloquea el flujo de fluido hidráulico a través de la válvula de control de elevación. En esta posición, el accionador 120 normalmente no puede moverse (normalmente significa cuando el sistema de control de la suspensión, como se describe a continuación, no permite el movimiento del accionador 120) porque el fluido hidráulico no puede fluir fuera de ninguno de los extremos 230a, 230b del cuerpo del cilindro 230. Cuando se desplaza a la posición derecha 173, la válvula de control de elevación 170 dirige el fluido hidráulico desde la bomba 165 al extremo de la base 230a del accionador 230, y proporciona una vía para permitir que el fluido hidráulico fluya desde el extremo de la varilla 230b de vuelta al depósito 160. Para los propósitos de esta divulgación, mover la válvula de control de elevación 170 a la posición derecha 171 "encenderá" el brazo de elevación. En la posición derecha 173, el accionador 120 extiende la varilla 220 y eleva el brazo de elevación 116. Cuando se desplaza a la posición izquierda 172, la válvula de control de elevación 170 dirige el fluido hidráulico de la bomba 165 al extremo del vástago 230b y devuelve el fluido hidráulico del extremo de la base 230a al depósito 160, de forma que el vástago 220 se retrae en el cuerpo del cilindro 230. Para los propósitos de esta divulgación, mover la válvula de control de elevación 170 a la posición izquierda 172 "bajará" el brazo de elevación el brazo de elevación 116 se baja.

La Fig. 2 también ilustra una implementación o configuración de un sistema de control de la suspensión 300 para su uso con el accionador 120. A medida que la máquina de potencia 100 se desplaza sobre el terreno bajo la influencia de los elementos de tracción 108, los baches del terreno dan lugar a vibraciones y choques (colectivamente, "cargas de impacto") en el bastidor 102. El bastidor 102 puede recibir otras cargas de impacto a través del movimiento de los accesorios de trabajo acoplados o de los propios brazos de elevación, incluso cuando la máquina está parada (es decir, no se desplaza). Las cargas de impacto pueden propagarse a través de la máquina de potencia 100 y en el compartimento del operador 142, causando incomodidad al operador en el compartimento del operador 142. El sistema de control de la suspensión 300 permite que el pistón 210 y el vástago 220 se muevan dentro del cuerpo del cilindro 230 para que el brazo elevador 116 pueda moverse hacia arriba y hacia abajo en reacción a las cargas de impacto. El movimiento del brazo elevador da lugar a cargas reactivas que se oponen a las cargas de impacto para anularlas o amortiguarlas y mejorar la comodidad del operador.

El sistema de control de la suspensión 300 incluye un interruptor de habilitación 310, un controlador 320, un sensor de presión 325, un circuito hidráulico de control de la suspensión 330, un acumulador 340 u otro dispositivo de almacenamiento adecuado capaz de almacenar fluido hidráulico presurizado, y un depósito 350. El interruptor de habilitación 310 es un interruptor de operador manual preferentemente situado en el compartimento del operador 142. Cuando el operador desea activar o desactivar la funcionalidad de control de conducción, el operador ajusta manualmente el interruptor de activación 310 a las posiciones "activar" y "desactivar", respectivamente. El controlador 320 puede ser un controlador dedicado para el sistema de control de la suspensión 300 o puede formar parte del controlador electrónico general 150 de la máquina de potencia 100 descrito anteriormente. El sensor de presión 325 detecta la presión del fluido hidráulico que se comunica con un extremo, en esta realización en la que la extensión del accionador hace que se eleve el brazo de elevación, el extremo de la base 230a del cuerpo del cilindro 230.

El controlador 320 toma como entradas la señal de "habilitar" o "deshabilitar" del interruptor de habilitación 310 y una señal de presión del sensor de presión 325. Las señales de entrada pueden ser señales electrónicas o de otro tipo (por ejemplo, señales de presión o señales mecánicas) adecuadas para una aplicación concreta. Una señal de activación procedente del interruptor de activación enciende el sistema de control de la suspensión 300. Cuando se enciende el sistema de control de la suspensión 300, las señales del controlador 320 activan selectivamente la función de control de la suspensión activando y desactivando el circuito hidráulico 330 de control de la suspensión. Cuando se activa el circuito hidráulico 330 de control de la suspensión, el accionador 120 se pone en comunicación con el acumulador 340 y el depósito 350. Cuando el circuito hidráulico 330 de control de la suspensión está desactivado, el accionador 120 no está en comunicación con el acumulador 340 y el depósito 350. De este modo, tener el sistema de control de la suspensión 300 encendido no significa necesariamente que el accionador 120 esté en comunicación con el acumulador 340 y el depósito 350. Más bien, cuando el sistema de control de la suspensión está activado, el controlador 320 activará selectivamente la función de control de la suspensión, en base a las condiciones detectadas en la máquina de potencia, que se tratarán con más detalle a continuación. A la inversa, cuando el controlador 320 recibe la señal de "desactivación" del interruptor de activación 310, el sistema de control de la suspensión 300 se apaga y el acumulador 340 y el depósito 350 no se ponen en comunicación con el accionador 120.

El circuito hidráulico de control de la suspensión 330 como se muestra en la FIG. 2 incluye un primer circuito hidráulico 330a, que actúa como un interruptor entre el acumulador 340 y el accionador 120 y un segundo circuito hidráulico 330b, que actúa como un interruptor entre el depósito 350 y el accionador 120. Los circuitos hidráulicos 330a, 330b pueden tener cualquier configuración que permita selectivamente el flujo a través de ellos, incluida una válvula de dos posiciones y dos vías que permita el flujo en una posición y lo bloquee en la otra. Se puede emplear cualquier número de circuitos hidráulicos diferentes. El circuito hidráulico del lado de la base 330a abre y cierra la comunicación entre el extremo de la base 230a del cilindro 230 y el acumulador 340, y el circuito hidráulico del lado del vástago 330b abre y cierra la comunicación entre el extremo del vástago 230b y el depósito 350. Para que el control de la suspensión esté activado, tanto el primer circuito hidráulico 330a como el segundo circuito hidráulico 330b deben estar activados. Por consiguiente, el circuito hidráulico de control de la suspensión 330 puede recibir una sola entrada del controlador 320 para activar simultáneamente los circuitos 330a, 330b. El depósito 350 puede ser un depósito dedicado o puede comunicarse con el depósito 160 o formar parte de él.

Cuando la función de control de la suspensión está activa, las cargas de impacto que se introducen en la máquina de potencia 100 harán que el brazo elevador 116 se mueva hacia arriba y hacia abajo. Cuando la función de control de la suspensión está activada, el fluido hidráulico se desplaza entre el extremo de la base 230a y el acumulador 340 a través del circuito hidráulico del lado de la base 330a. Simultáneamente, el fluido hidráulico se desplaza entre el depósito 350 y el lado del vástago 230b a través del circuito hidráulico del lado del vástago 330b. Cuando el fluido hidráulico es forzado a entrar en el acumulador 340 a medida que el vástago 220 se retrae dentro del cuerpo del cilindro 230, la presión aumenta en el acumulador 340. A medida que cambian las fuerzas sobre el vástago 220 y la presión en el acumulador 340, el acumulador 340 es capaz de forzar el fluido hidráulico de vuelta al extremo de la base 230a.

El sensor de presión 325 mide la presión en el extremo de la base 230a del cuerpo del cilindro 230. La lectura de la presión es una indicación de la carga en el brazo elevador 116, que puede indicar si el brazo elevador 116 está elevado por encima de una posición más baja (es decir, fuera de los topes mecánicos), o si el brazo elevador 116 se ha bajado. También puede indicar si un implemento (por ejemplo, el cubo 152) transporta una gran carga. El controlador 320 está programado con lógica para activar y desactivar la función de control de la suspensión cuando el sistema de control de la suspensión está activado y se cumplen ciertas condiciones, según lo indicado por las señales que el controlador 320 recibe del sensor de presión 325.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento 400 en el que el controlador 320 puede implementar el sistema de control de la suspensión de acuerdo con una realización ilustrativa. El procedimiento 400 asume que se ha proporcionado una señal de habilitación al controlador 320 desde el interruptor de habilitación 310, dado que las funciones de control de la suspensión no pueden activarse de otro modo. El diagrama de flujo de la FIG. 3 ilustra varios puntos de ajuste de presión programados en la memoria del controlador: S_0 (umbral de presión inicial), S_1 (umbral de presión mínima), S_2 (umbral de presión alta) y S_3 (umbral de presión extremadamente alta). El controlador 320 monitoriza la presión en el sensor de presión 325 y controla el circuito hidráulico 330 en respuesta a la presión medida en el sensor de presión 325. En una configuración ejemplar, S_0 puede ser 700 psi, S_1 puede ser 500 psi, S_2 puede ser 2400 psi, y S_3 puede ser 2800 psi. Estos valores se facilitan a título de ejemplo y pueden variar ampliamente en función del sistema hidráulico de una determinada máquina de potencia. Mientras que la realización mostrada en la FIG. 3 ilustra cuatro puntos de ajuste de presión distintos y se ilustran presiones de ejemplo de cuatro niveles diferentes, en algunas realizaciones, puede haber un número diferente de puntos de ajuste de presión o uno o más puntos de ajuste de presión pueden tener el mismo valor. Por ejemplo, S_0 y S_1 pueden tener el mismo valor.

El controlador 320 activa y desactiva el control de la suspensión en función de cómo se compara la presión medida en el sensor de presión 325 con estos puntos de ajuste y otras condiciones. En lo sucesivo, el término "presión" se referirá a la presión en el sensor de presión 325 (es decir, en el extremo de la base 230a del accionador de elevación 120) a menos que se especifique lo contrario.

El procedimiento 400 comienza en el bloque 410 con la función de control de la suspensión desactivada y la rutina para controlar la función de control de la suspensión recién inicializada. El procedimiento comienza con una comprobación inicial de la presión, mostrada en el punto de decisión 420. En el bloque 420, el controlador 320 compara la presión con S_0 . El controlador 320 no entrará en la parte principal del diagrama de flujo lógico hasta que la presión sea inferior a S_0 . La lógica continúa haciendo bucles y consultando la presión hasta que está por debajo de S_0 ; este bucle inicial de comprobación de la presión se identifica en la Fig. 3 como L1.

El objetivo del bucle lógico L1 es conseguir la misma o casi la misma presión en el extremo de base 230a que en el acumulador 340. Por lo tanto, S_0 debe ajustarse a una presión igual o cercana al nivel al que se espera que se cargue el acumulador 340. Cuando el controlador 320 activa la función de control de la suspensión, el acumulador 340 y el extremo de la base 230a se ponen en comunicación entre sí a través del circuito hidráulico 330. Si existe una diferencia suficientemente grande entre la presión en el acumulador 340 y la presión en el extremo de la base 230a, puede producirse un breve movimiento involuntario del brazo de elevación 116 cuando el acumulador 340 y el extremo de la base 230a se ponen en comunicación entre sí.

La caída de presión por debajo de S_0 indica que el brazo de elevación 116 está siendo accionado o que hay una carga mínima en los brazos de elevación 116. Tales períodos de presión relativamente baja son un momento deseable para activar la función de control de la suspensión por primera vez después de que el sistema de control de la suspensión se haya inicializado en el bloque 410 del procedimiento 400. Efectivamente, S_0 requiere que el operador baje la potencia de los brazos de elevación 116 o que tenga una carga mínima sobre ellos antes de que se pueda activar la función de control de la suspensión. Esto puede ocurrir cuando no hay ningún implemento acoplado al brazo de elevación 116, cuando se acopla un implemento relativamente ligero al brazo de elevación (por ejemplo, un cubo sin material en su interior), o cuando el brazo de elevación está completamente bajado sobre topes mecánicos. Si el brazo de elevación 116 está siendo bajado, la presión puede ser igualada (entre el acumulador 340 y el extremo de la base 230a) durante un apagado previsto del brazo de elevación 116.

Una vez que el controlador 320 ha detectado que se ha cumplido la condición de presión inicial en el bloque 420, el controlador 320 compara la presión con el punto de ajuste S_1 , que es la presión mínima a la que se puede activar la función de control de la suspensión. Esto está ilustrado en el bloque 430. Una presión no superior a S_1 puede indicar que el brazo de elevación 116 está totalmente bajado o casi totalmente bajado, dado que puede haber una reducción de la carga en algún punto justo por encima de la posición totalmente bajada. Por ejemplo, cuando el brazo de elevación 116 está casi completamente bajado, aplicaciones como el arrastre hacia atrás (es decir, utilizar el borde de un cazo para arrastrar material mientras se conduce la máquina de potencia hacia atrás) pueden aplicar una carga de tensión al brazo de elevación que reduce la presión en la base del cilindro. En tal situación, resulta ventajoso desactivar temporalmente la función de control de la suspensión. Cuando esto ocurre, la función de control de la suspensión se desactiva como se muestra en el bloque 440 hasta que la presión sube por encima de S_1 . El bucle en el que el controlador 320 desactiva el control de conducción y espera a que la presión aumente por encima de S_1 se denomina bucle L2. El procedimiento 400 descrito en la presente memoria es ventajoso porque el sistema de control de la suspensión se activa y desactiva automáticamente cuando la lógica determina que se están realizando diferentes operaciones (es decir, cuando la lógica reacciona a la caída de la presión por debajo de S_1); no es necesario que el operador desactive manualmente la función de control de la suspensión durante diferentes operaciones, siempre que el sistema de control de la suspensión 300 esté activado.

Si el controlador 320 determina que la presión es mayor que S_1 , el controlador 320 compara a continuación la presión con el punto de consigna S_2 en el bloque 450. Si la presión no es superior a S_2 , el controlador 320 activa la función de control de conducción como se muestra en el bloque 460 y vuelve a comprobar la presión con los puntos de ajuste S_1 y S_2 . Mientras la presión sea mayor que S_1 y no mayor que S_2 , la función de control de la conducción permanece activada. Cabe señalar que cuando se activa la función de control de la suspensión, permanece activada independientemente de la posición de la válvula de control de elevación 170. En otras palabras, la función de control de la suspensión puede estar activa cuando el cilindro 120 del brazo elevador está siendo accionado hacia arriba o hacia abajo por el fluido presurizado de la bomba 160. Este bucle se etiqueta en la Fig. 3 como L3 y es el bucle en el que funciona el control de la suspensión durante el funcionamiento típico de una máquina de potencia.

Si, mientras el procedimiento 400 está en el bucle L3, la presión cae por debajo de S_1 , el procedimiento vuelve al bucle L2. En el bucle L2, la función de control de la suspensión se desactiva como se ha indicado anteriormente y el controlador 320 continúa supervisando la presión hasta que vuelve a superar S_1 . Si, mientras se está en el bucle L3, la presión aumenta por encima de S_2 , el controlador 320 inicia un temporizador y el procedimiento 400 pasa al bloque 470. El temporizador sigue funcionando hasta que la presión cae por debajo de S_2 .

En el bloque 470, el controlador 320 compara la presión con S_3 . Si la presión no supera S_3 , el controlador 320 pregunta en el bloque 480 si la función de control de la suspensión está activada. Si se desactiva la función de control de la suspensión, el procedimiento 400 entra en el bucle L4. El procedimiento 400 permanecerá en el bucle L4 mientras la presión sea mayor que S_1 (en 430), mayor que S_2 (en 450), pero no mayor que S_3 (en 470) con el control de conducción desactivado (en 480).

Si, en el bloque 480, se activa la función de control de conducción, el controlador 320 consultará el temporizador que se inició cuando la presión superó por primera vez S_2 . Si la presión no ha superado S_2 durante más de un periodo T_1 ,

el procedimiento 400 entra en el bucle L5. Mientras la presión sea mayor que S_2 pero no mayor que S_3 , el procedimiento 400 permanecerá en el bucle L5 con el controlador 320 vigilando el temporizador.

Si el procedimiento 400 permanece en el bucle L5 durante más tiempo que el periodo T_1 , el controlador 320 desactivará la función de control de la suspensión en la casilla 500 y entrará en el bucle L6. Si en el bloque 470 la presión supera S_3 , el procedimiento 400 desconectará el control de desplazamiento en la casilla 500 y entrará o permanecerá dentro del bucle L6 sin comprobar el temporizador. El procedimiento 400 permanecerá en el bucle L6 hasta que la presión deje de ser superior a S_2 (momento en el que pasará al bucle L3 con el control de conducción activado en 460). Si la presión sigue cayendo hasta el punto de que no es mayor que S_1 , el procedimiento desactiva el control de la conducción y pasa al bucle L2.

En resumen, el procedimiento 400 ilustrado en la FIG. 3 y detallado anteriormente para el sistema de control de la suspensión 300 no se pondrá en marcha a menos que el interruptor de habilitación se coloque en "habilitar" y la presión supere la comprobación de presión inicial (es decir, la presión se mide a un nivel inferior a S_0) de forma que el acumulador 340 y el extremo de la base 230a estén aproximadamente a la misma presión. Una vez superada la comprobación inicial de la presión, el controlador 320 determinará si activar o desactivar la función de control de la suspensión basándose en las entradas del sensor de presión 325, que mide la presión en el lado de la base 230a del accionador de elevación 120. Tras la comprobación inicial de la presión, la función de control de la conducción se activará mientras la presión sea superior a la presión mínima (S_1) y no superior a la presión alta (S_2). El procedimiento 400 mantendrá activado el control de la suspensión (bucle L3) hasta que se cumplan determinadas condiciones. Si la presión cae por debajo de la presión mínima (S_1), se desconecta el control de conducción. Si la presión supera la presión alta (S_2) durante más de un periodo preestablecido (T_1) o si la presión supera la presión extremadamente alta (S_3), se desactiva el control de la suspensión.

Los valores S_0 , S_1 , S_2 , S_3 y T_1 pueden ser preprogramados en la memoria del controlador o alternativamente calculados por el controlador o programados manualmente por el operador de la máquina de potencia. Los valores pueden ser diferentes para distintos tamaños y tipos de máquinas de potencia, aplicaciones o preferencias del operador. Por ejemplo, cuando se utiliza un implemento en particular, puede ser ventajoso tener al menos uno de los valores alterados para acomodar el implemento y su peso.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo lógico de un procedimiento 500 en el que el controlador 320 puede implementar el sistema de control de la suspensión de acuerdo con otra realización ilustrativa. El procedimiento 500 asume que se ha proporcionado una señal de habilitación al controlador 320 desde el interruptor de habilitación 310, dado que las funciones de control de la suspensión no pueden activarse de otro modo. El diagrama de flujo de la FIG. 4 ilustra varios puntos de ajuste de presión programados en la memoria del controlador: S_0 (control de presión inicial), S_1 (presión mínima), S_2 (presión alta) y S_3 (presión extremadamente alta). El controlador 320 supervisa la presión en el sensor de presión 325 y controla el circuito hidráulico 330 en función de la presión medida en el sensor de presión 325. En una configuración ejemplar, S_0 puede ser 700 psi, S_1 puede ser 400 psi, S_2 puede ser 3600 psi, y S_3 puede ser 4300 psi. Estos valores se facilitan a título de ejemplo y pueden variar ampliamente en función del sistema hidráulico y de los componentes hidráulicos de una determinada máquina de potencia. Mientras que la realización mostrada en la FIG. 4 ilustra cuatro puntos de ajuste de presión distintos y se ilustran presiones de ejemplo de cuatro niveles diferentes, en algunas realizaciones, puede haber un número diferente de puntos de ajuste de presión o uno o más puntos de ajuste de presión pueden tener el mismo valor.

El procedimiento 500 incluye una porción 510 de inicialización y una porción 520 de operación. En la porción de inicialización del procedimiento, la característica de control de paseo ha pasado de una condición desactivada a una condición activada en respuesta, por ejemplo, a una entrada del operador indicando un deseo de activar la característica de control de paseo activando el interruptor de habilitación 310. En algunas realizaciones, una máquina puede ser iniciada con el interruptor de habilitación activado 310 y como tal; la porción de inicialización 510 del procedimiento es iniciada en el arranque de la máquina. La porción de inicialización 510 comienza en el bloque 512 con la función de control de la suspensión desactivada y la rutina para controlar la función de control de la suspensión recién inicializada. El procedimiento comienza con una comprobación inicial de la presión, mostrada en el punto de decisión 514. En el bloque 514, el controlador 320 compara la presión con S_0 . El controlador 320 no entrará en la parte operativa 520 del procedimiento 500 hasta que la presión sea inferior a S_0 .

El propósito de la porción de inicialización 510 del procedimiento 500 es lograr la misma o casi la misma presión en el extremo de base 230a que en el acumulador 340. Por lo tanto, S_0 debe ajustarse a una presión igual o cercana al nivel al que se espera que se cargue el acumulador 340. Cuando el controlador 320 activa la función de control de la suspensión, el acumulador 340 y el extremo de la base 230a se ponen en comunicación entre sí a través del circuito hidráulico 330. Si existe una diferencia suficientemente grande entre la presión en el acumulador 340 y la presión en el extremo de la base 230a, puede producirse un breve movimiento involuntario del brazo de elevación 116 cuando el acumulador 340 y el extremo de la base 230a se ponen en comunicación entre sí.

La caída de presión por debajo de S_0 indica que el brazo de elevación 116 está siendo accionado o que hay una carga mínima en los brazos de elevación 116. Tales períodos de presión relativamente baja son un momento deseable para activar la función de control de la suspensión por primera vez después de que el sistema de control de la suspensión se haya inicializado en el bloque 410 del procedimiento 400. Efectivamente, S_0 requiere que el

operador baje la potencia de los brazos de elevación 116 o que tenga una carga mínima sobre ellos antes de que se pueda activar la función de control de la suspensión. Esto puede ocurrir cuando no hay ningún implemento acoplado al brazo de elevación 116, cuando se acopla un implemento relativamente ligero al brazo de elevación (por ejemplo, un cubo sin material en su interior), o cuando el brazo de elevación está completamente bajado sobre topes mecánicos. Si el brazo de elevación 116 está siendo bajado, la presión puede ser igualada (entre el acumulador 340 y el extremo de la base 230a) durante un apagado previsto del brazo de elevación 116.

Una vez que el controlador 320 ha detectado que se ha satisfecho la condición de presión inicial en el bloque 514, el procedimiento pasa al comienzo de la porción operativa 520 del procedimiento, representada por el nodo 522. Desde el nodo 522, el procedimiento pasa al bloque 530, donde el controlador del bucle de control 320 compara la presión con el punto de ajuste S_1 , que es el umbral de presión mínimo en el que se puede activar la función de control de la suspensión, y el punto de ajuste S_2 , que es el umbral de presión alta. Si la presión se encuentra entre los puntos de ajuste S_1 y S_2 , el procedimiento pasa al bloque 540, en el que se activa la función de control de conducción, y el procedimiento vuelve al nodo 522, para otra ejecución a través de la parte operativa 520 del procedimiento.

No es ventajoso accionar la función de control de la suspensión por debajo del punto de ajuste S_1 , porque a una presión tan baja, el brazo de elevación 116 puede estar totalmente bajado o casi totalmente bajado, dado que puede haber una reducción de la carga en algún punto justo por encima de la posición totalmente bajada. Por ejemplo, cuando el brazo de elevación 116 está casi completamente bajado, aplicaciones como el arrastre hacia atrás (es decir, utilizar el borde de un cazo para arrastrar material mientras se conduce la máquina de potencia hacia atrás) pueden aplicar una carga de tensión al brazo de elevación que reduce la presión en la base del cilindro. En tal situación, resulta ventajoso desactivar temporalmente la función de control de la suspensión. De este modo, en el bloque 532, si se determina que la presión es inferior al punto de consigna S_1 , el procedimiento pasa al bloque 550, en el que la función de control de la suspensión se desactiva, si no lo estaba ya. A partir de ahí, el procedimiento pasa al bloque 522 para otra ejecución a través de la parte operativa 520 del procedimiento.

Si en el bloque 532, se determina que la presión es mayor que el punto de ajuste S_1 , el procedimiento pasa al bloque 534, en el que el procedimiento comprueba si la presión es mayor que el punto de ajuste S_2 . Si la presión no es mayor que el punto de ajuste S_2 , el procedimiento pasa al bloque 522 para otra ejecución a través de la porción operativa 520 del procedimiento. Si, por el contrario, la presión es mayor que el punto de consigna S_2 , el procedimiento pasa al bloque 536 para ver si la presión es mayor que el punto de consigna S_3 . También en el bloque 534, se inicia un temporizador si primero se ha detectado que la presión ha subido por encima del punto de consigna S_2 . Si la presión no es mayor que el punto de consigna S_3 , el procedimiento pasa al bloque 538 para determinar si el temporizador ha estado activo durante un periodo de tiempo D_1 . Si la presión es mayor que el punto de consigna S_3 , el procedimiento pasa al bloque 539 para determinar si el temporizador ha estado activo durante un periodo de tiempo D_2 . Los periodos de retardo D_1 y D_2 permiten que el sistema de control de la suspensión admita pequeños picos de presión sin desconectarse. En algunas realizaciones, D_1 y D_2 son tiempos diferentes, por ejemplo 200 milisegundos y 100 milisegundos, respectivamente. Pueden seleccionarse otros valores para D_1 y D_2 según convenga. Si el temporizador alcanza D_1 en el bloque 538 o D_2 en el bloque 539, el procedimiento pasa al bloque 550, en el que la función de control de la suspensión está inactiva. A partir de ahí, el procedimiento pasa al bloque 522 para otra ejecución a través de la parte operativa 520 del procedimiento. En algunas realizaciones, sin embargo, una vez que el temporizador ha alcanzado D_1 o D_2 , el procedimiento puede requerir que la presión caiga a un valor inferior a S_2 , antes de que la función de control de conducción se vuelva a activar. En otras palabras, en lugar de volver inmediatamente al bloque 522, el procedimiento en algunas realizaciones requerirá que la presión caiga a algún nivel inferior a S_2 antes de volver al bloque 522. Alternativamente o además, el procedimiento en algunas realizaciones requerirá que la presión caiga por debajo de S_2 o algún otro nivel de umbral durante un tiempo determinado antes de que la función de control de la suspensión se vuelva a activar. Esta histéresis puede evitar ventajosamente los ciclos excesivos en componentes como el acumulador 340, que pueden provocar un fallo prematuro. Los bloques 534, 536, 538 y 539 representan colectivamente un bucle de sobrepresión 560. En el bucle 560, el procedimiento permite al sistema diferenciar entre condiciones de alta presión, que pueden dañar los componentes, y picos temporales, que pueden absorberse sin interrumpir la función de control de la suspensión.

Con el concepto básico expuesto anteriormente, se pueden añadir variaciones y características adicionales a las realizaciones discutidas anteriormente. Por ejemplo, el sistema de control de la suspensión puede tener incorporado un bucle de posición del cilindro y activar o desactivar la función de control de la suspensión en función de la posición del cilindro de elevación. Esto podría mejorar aún más la estabilidad de la máquina y el rendimiento de excavación. Por ejemplo, si se conoce la posición del cilindro de elevación, podría ser conveniente desactivar la función de control de la suspensión cuando el brazo de elevación se eleva por encima de una altura de elevación determinada. El sistema de control de la suspensión puede programarse para no volver a activar la función de control de la suspensión hasta que el brazo de elevación descienda por debajo de un punto establecido. El sistema de control de la suspensión también podría desactivar la función de control de la suspensión si los brazos de elevación se encuentran a una distancia mínima aceptable de su posición más baja posible, para evitar que el brazo de elevación golpee los topes mecánicos del brazo de elevación. Hay una serie de sensores conocidos que pueden utilizarse para detectar la altura del brazo de elevación y podría utilizarse cualquiera adecuado.

- 5 En otras realizaciones, el sistema de control de la suspensión también puede tener en cuenta determinadas entradas del operador (palancas de mando electrónicas, comandos de elevación, inclinación o auxiliares) y/o la posición del carrete de la válvula en la decisión de activar o desactivar el control de la suspensión. Esto puede sustituir (al menos en parte) el uso de un sensor de presión, dado que sería una forma de saber dónde está la pluma y si se ha apagado. Puede seguir siendo necesario un sensor de presión para detectar situaciones de alta presión y de presión extremadamente alta.
- 10 En otras realizaciones, el sistema de control de la suspensión puede tener en cuenta el tipo de accesorio al decidir activar o desactivar el control de la suspensión. Algunos accesorios acoplables tienen módulos electrónicos configurados para proporcionar una señal de identificación electrónica a un controlador de la máquina de potencia a la que está acoplado. El sistema de control de la suspensión puede utilizar esta información de identificación para determinar si activar o desactivar las funciones de control de la suspensión para maximizar el rendimiento del accesorio. Por ejemplo, ciertos accesorios pueden o no funcionar bien cuando se activa la función de control de conducción. Alternativamente, el sistema de control de la suspensión podría cambiar los parámetros de control de la suspensión en función del tipo de accesorio para mejorar el rendimiento.
- 15 En otras realizaciones, el sistema de control de la suspensión utiliza el porcentaje de carrera de la bomba como factor para activar y desactivar el control de la suspensión. Al conocer la carrera de la bomba, el controlador puede determinar si la cargadora está "leyendo" (desplazándose sobre el terreno) o excavando y puede desactivar el control de la suspensión durante la excavación cuando no proporcionaría ningún beneficio de tipo suspensivo y, en cambio, sólo reduciría la eficacia del esfuerzo de excavación. Durante una condición de lectura, la carrera de la bomba no será tan grande como al excavar. Al supervisar las entradas del operador para controlar el desplazamiento y otras funciones de la máquina y compararlas con las condiciones de la carrera de la bomba, el sistema de control de la suspensión determina si el vehículo se encuentra en una condición de lectura o de excavación. Es decir, en una condición de lectura, es probable que el operador no esté operando las funciones de elevación e inclinación o de enganche, mientras que en una operación de excavación el operador puede estar haciéndolo.
- 20
- 25 En otras realizaciones, el sensor de presión 325 se utiliza en un registro de peso integrado/indicador de carga para el operador en combinación con la pantalla de la máquina para medir la carga en, por ejemplo, un cubo. Esta información se utiliza, en algunas realizaciones, como un indicador de punta para mejorar la estabilidad de la máquina al no permitir que el operador exceda la carga.
- 30 En otras realizaciones, tener un sensor de presión en la entrada de la válvula de control y en los cilindros permitirá al controlador saber cuándo el cilindro de elevación está siendo accionado hacia arriba o hacia abajo. Disponer de esta información permite al controlador decidir cuándo activar y desactivar la función de control de la suspensión. Más concretamente, la función de control de la suspensión puede desactivarse siempre que el brazo elevador esté siendo accionado a través de la válvula de control de la elevación o, al menos, en algunas situaciones en las que el brazo elevador esté siendo accionado. En algunas máquinas de potencia, el controlador controla activamente la
- 35 válvula de control de elevación y sabrá cuándo se está accionando el cilindro de elevación sin dicho sensor de presión adicional. En este tipo de máquinas, el controlador puede tomar decisiones similares para desactivar la función de control de la suspensión cuando se acciona el brazo elevador.
- 40 Si bien el contenido se ha descrito con un lenguaje específico para las características estructurales y/o actos de procedimiento, se debe sobreentender que el contenido definido en las reivindicaciones adjuntas no está limitado necesariamente a las características o actos específicos descritos anteriormente. Sino más bien, las características y actos específicos descritos anteriormente se exponen como formas ejemplares de implementar las reivindicaciones. Por ejemplo, en diversas realizaciones, se pueden configurar diferentes tipos de máquinas de potencia para implementar el conjunto de válvula de control y los sistemas y procedimientos de conversión de energía. Además, aunque se ilustran configuraciones particulares del conjunto de válvulas de control y funciones de
- 45 trabajo, también pueden utilizarse otras configuraciones de válvulas y tipos de funciones de trabajo.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de control de la suspensión (300) para una máquina de potencia (100) que tiene un bastidor (102), un brazo elevador (116) acoplado de forma móvil al bastidor y un sistema de conversión de potencia hidráulica (106):
 - 5 un cilindro hidráulico (120) que tiene un primer extremo y un segundo extremo, el cilindro hidráulico configurado para controlar selectivamente el movimiento del brazo de elevación con respecto al bastidor; un acumulador (340) en comunicación selectiva con el primer extremo del cilindro hidráulico; un sensor de presión (325) capaz de comunicar una señal indicativa de una presión hidráulica en el primer extremo del cilindro hidráulico;
 - 10 un circuito de control de la suspensión (330) configurado para permitir la comunicación selectiva entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico; y un controlador (320) configurado para recibir la señal del sensor de presión, en el que el controlador está configurado para impedir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico hasta que la señal del sensor de presión indique que la presión hidráulica en el primer extremo del cilindro hidráulico está por debajo de un valor umbral de presión inicial,
 - 15 **caracterizado porque** el controlador está configurado para permitir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando el sensor de presión ha indicado previamente una presión por debajo del valor umbral de presión inicial y posteriormente indica una presión por encima de un umbral de presión mínima operativa y entre el umbral de presión mínima operativa y un umbral de presión alta, en el que el umbral de presión mínima operativa es una presión inferior al valor umbral de presión inicial.
2. El sistema de control de la suspensión de la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado para permitir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando la presión está por encima del umbral de alta presión durante un período limitado de tiempo.
- 25 3. El sistema de control de la suspensión de la reivindicación 2, en el que el período de tiempo limitado es un primer período de tiempo limitado y en el que el controlador está configurado para permitir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando la presión está por encima de una presión extremadamente alta, umbral durante un segundo período de tiempo limitado, en el que el segundo período de tiempo limitado es más corto que el primer período de tiempo limitado.
- 30 4. El sistema de control de la suspensión de la reivindicación 2, en el que el controlador está configurado para bloquear la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando la presión ha estado por encima del umbral de alta presión durante el período de tiempo limitado y en el que el controlador está configurado para volver a permitir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando la presión está por debajo de una cantidad umbral.
- 35 5. El sistema de control de la suspensión de la reivindicación 4, en el que la cantidad umbral está por debajo del umbral de alta presión.
6. El sistema de control de la suspensión de la reivindicación 4, en el que el controlador está configurado para volver a permitir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando la presión está por debajo de la cantidad umbral para una determinada cantidad de tiempo.
- 40 7. Una máquina de potencia (100) que incluye el sistema de control de la suspensión (300) de la reivindicación 1 para amortiguar las cargas introducidas en la máquina de potencia cuando se desplaza sobre una superficie de apoyo, la máquina de potencia comprende además:
 - un bastidor (102);
 - 45 el brazo elevador (116) acoplado de forma operativa al bastidor, el brazo elevador capaz de moverse con respecto al bastidor, el cilindro hidráulico (120) acoplado entre el bastidor y el brazo elevador de forma que el movimiento del cilindro hidráulico haga que el brazo elevador se mueva con respecto al bastidor; y el sistema de conversión de potencia hidráulica (106) capaz de suministrar selectivamente fluido presurizado para controlar el movimiento del cilindro hidráulico;
 - 50 en el que el circuito de control de la suspensión (330) es un circuito de conmutación para permitir selectivamente la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico, de forma que cuando se permite la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico, el brazo de elevación es capaz de moverse con respecto al bastidor;
 - 55 en el que el controlador (320) está en comunicación con el sensor de presión y el circuito de conmutación, el controlador configurado para inicializar el sistema de control de la suspensión y controlar el circuito de conmutación para bloquear la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico hasta que el sensor de presión haya indicado una presión inferior al valor umbral de presión inicial y, a continuación, para controlar el circuito de conmutación para permitir la comunicación entre el acumulador

y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando la señal del sensor de presión indique una presión superior al umbral de presión mínima operativa.

- 5 8. La máquina de potencia de la reivindicación 7, en la que el controlador está configurado para controlar el circuito de conmutación para permitir la comunicación entre el dispositivo de almacenamiento y el primer extremo del cilindro hidráulico, independientemente de si el sistema de conversión de potencia está proporcionando fluido presurizado para controlar el movimiento del cilindro hidráulico.
9. La máquina de potencia de la reivindicación 7, en la que el controlador está configurado para controlar el circuito de conmutación para bloquear la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando el sensor de presión indica una presión por encima del umbral de alta presión.
- 10 10. La máquina de potencia de la reivindicación 9, en la que el controlador está configurado para controlar el circuito de conmutación para volver a permitir la comunicación entre el acumulador y el primer extremo del cilindro hidráulico cuando el sensor de presión indica una presión por debajo del umbral de alta presión.
- 15 11. Un procedimiento para proporcionar una función de control de la suspensión para amortiguar las cargas introducidas en una máquina de potencia cuando se desplaza sobre una superficie de apoyo por medio del suministro selectivo de fluido hidráulico presurizado desde un acumulador a un primer lado de un accionador hidráulico acoplado entre un brazo de elevación y un bastidor de la máquina de potencia para permitir que el brazo de elevación se mueva en relación con el bastidor, que comprende:
- 20 detectar la presión en el primer lado del accionador hidráulico;
 bloquear el flujo entre el acumulador y el primer lado del accionador hasta que la presión detectada esté por debajo de un valor umbral inicial; y
 tras detectar una presión inferior al valor umbral inicial, permitir el flujo entre el acumulador y el primer lado del accionador cuando la presión detectada se encuentre entre un umbral de presión mínima y un umbral de presión alta, en el que el umbral de presión mínima sea una presión inferior al valor umbral inicial.
- 25 12. El procedimiento de la reivindicación 11, y además comprende bloquear el flujo entre el acumulador y el primer lado del accionador cuando la presión detectada está por encima de un umbral de alta presión.
13. El procedimiento de la reivindicación 11, y además comprende bloquear el flujo entre el acumulador y el primer lado del accionador cuando la presión detectada está por encima del umbral de alta presión durante un período de tiempo.
- 30 14. El procedimiento de la reivindicación 12 y además comprende permitir el flujo entre el acumulador y el primer lado del accionador cuando la presión detectada vuelve a un nivel entre el umbral de presión mínima y el umbral de presión alta.
15. El procedimiento de la reivindicación 12 comprende además permitir el flujo entre el acumulador y el primer lado del accionador cuando la presión detectada vuelve a un nivel entre el umbral de presión mínima y un umbral que es una presión más baja que el umbral de presión alta.
- 35 16. El procedimiento de la reivindicación 15 y además comprende permitir el flujo entre el acumulador y el primer lado del accionador cuando la presión detectada vuelve a un nivel entre el umbral de presión mínima y un umbral que es una presión más baja que el umbral de presión alta durante un período de tiempo.

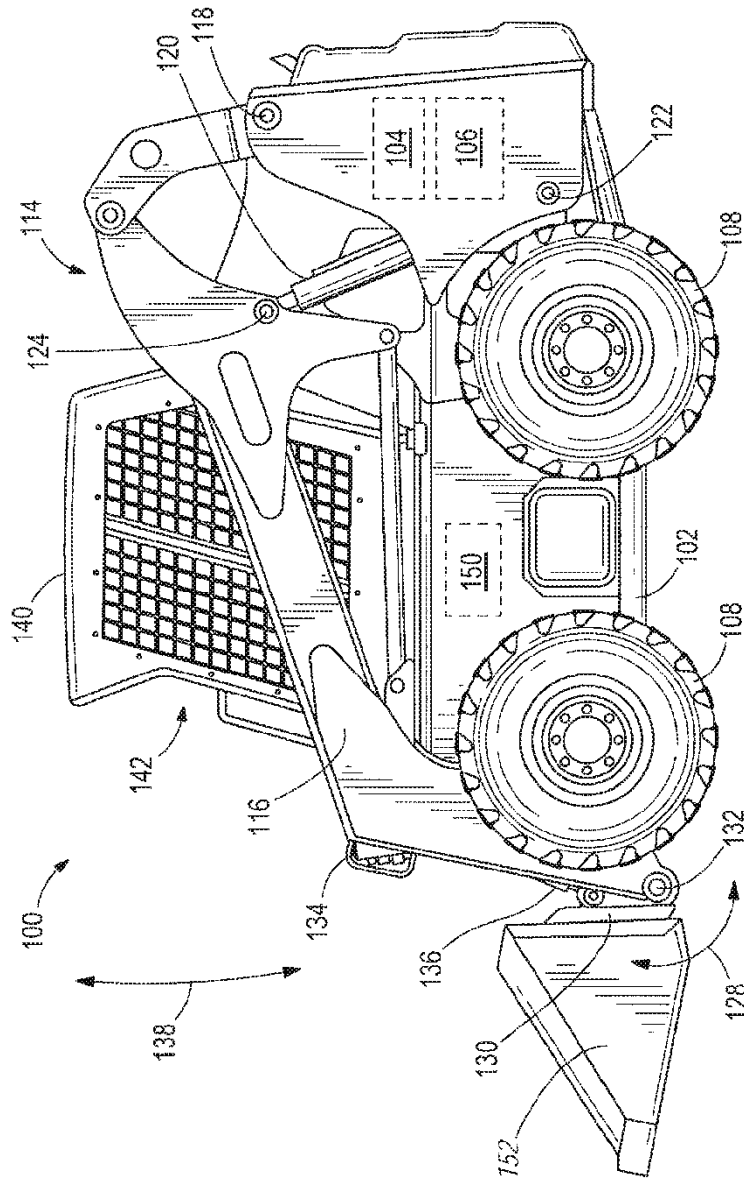


FIG. 1

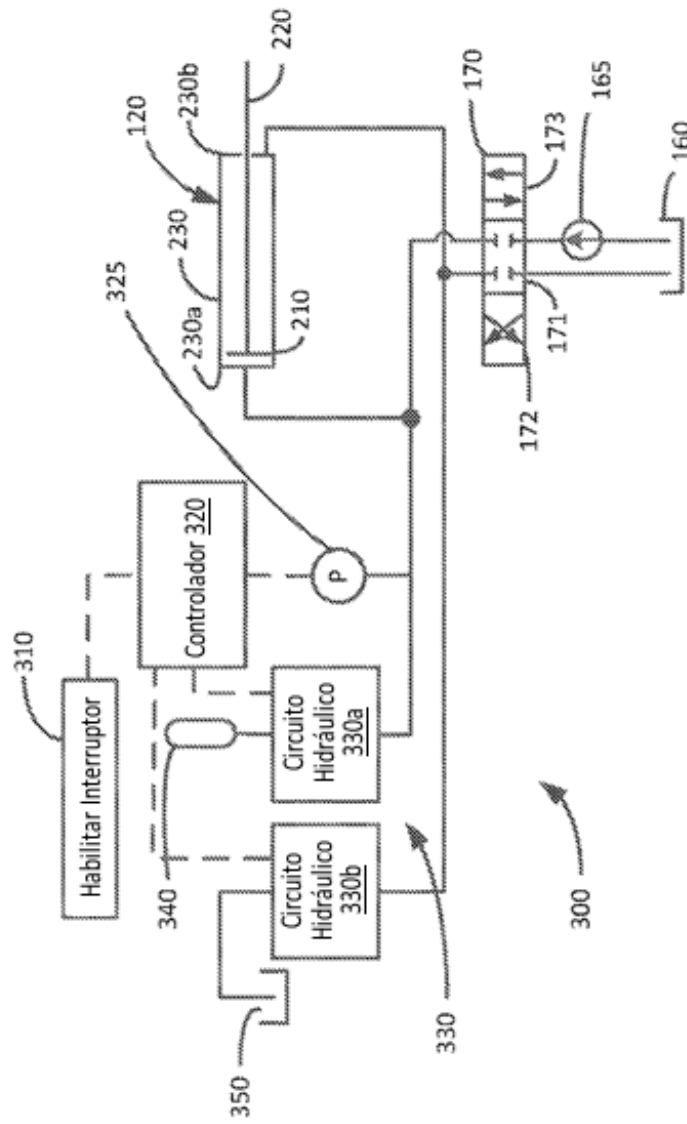


FIG. 2

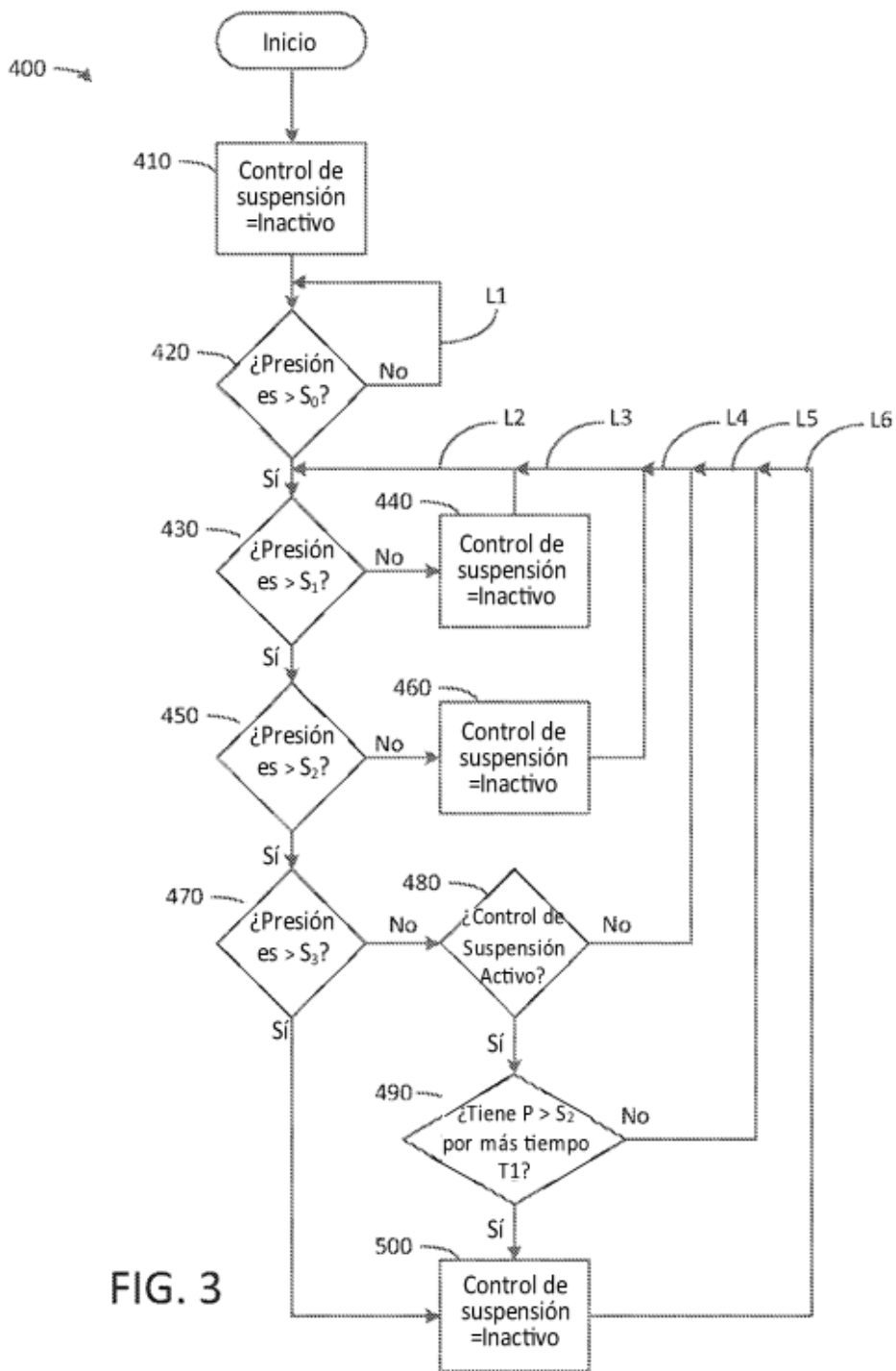


FIG. 3

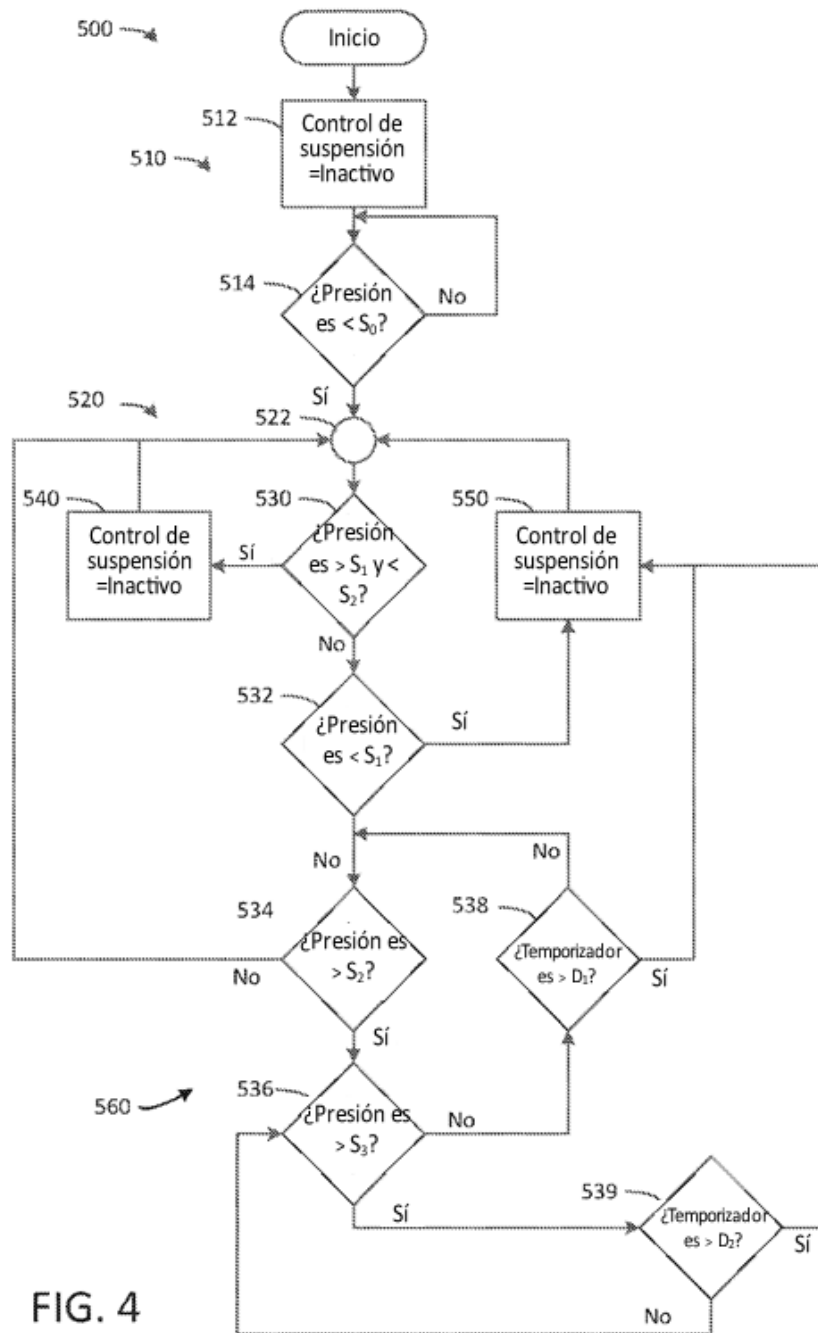


FIG. 4