

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 336**

51 Int. Cl.:

**E02F 3/43** (2006.01)

**E02F 9/20** (2006.01)

**B66F 7/22** (2006.01)

**B66F 9/04** (2006.01)

**E21B 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2017 PCT/US2017/049090**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018 WO18044871**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2017 E 17778002 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.05.2021 EP 3507422**

54 Título: **Elevador de potencia**

30 Prioridad:

**30.08.2016 US 201662381253 P**

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

**07.12.2021**

73 Titular/es:

**CLARK EQUIPMENT COMPANY (100.0%)**

**250 East Beaton Drive**

**West Fargo, ND 58078-6000, US**

72 Inventor/es:

**GALES, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 883 336 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**

Elevador de potencia

**Antecedentes**

5 La presente divulgación está dirigida a máquinas de potencia. Más particularmente, la presente divulgación está relacionada con máquinas de potencia que tienen un cilindro de elevación y un cilindro de inclinación autonivelante.

10 Las máquinas de potencia, a efectos de esta divulgación, incluyen cualquier tipo de máquina que genere energía con el fin de realizar una tarea particular o una variedad de tareas. Un tipo de máquina de potencia es el vehículo de trabajo. Los vehículos de trabajo, como los manipuladores telescópicos, son generalmente vehículos autopropulsados que tienen un dispositivo de trabajo, como un brazo de elevación o una pluma (aunque algunos vehículos de trabajo pueden tener otros dispositivos de trabajo) que pueden ser manipulados para realizar una función de trabajo. Además de las manipuladoras telescópicas, los vehículos de trabajo incluyen cargadoras, excavadoras, vehículos utilitarios, tractores y zanjadoras, por nombrar algunos ejemplos.

15 Las manipuladoras telescópicas suelen estar equipadas con sistemas hidráulicos autonivelantes para ayudar a mantener constante la inclinación de la horquilla durante el movimiento de elevación de la pluma. En algunos diseños, se utiliza una válvula de retención de carga de inclinación para mantener la presión dentro del cilindro de inclinación durante el funcionamiento. La capacidad de elevación de una cargadora telescópica se controla mediante las dimensiones del cilindro de elevación o la presión del sistema. El aumento de la capacidad de elevación suele requerir una mayor presión del sistema, que se consigue, por ejemplo, utilizando bombas hidráulicas más grandes. Como alternativa, se puede aumentar la capacidad de elevación incrementando las dimensiones del cilindro de elevación. Ambas opciones pueden ser costosas y pueden no ser preferidas por diversas razones.

20 El documento US 4,037,671 que divulga el preámbulo de la reivindicación de producto 1 y el preámbulo de la reivindicación de procedimiento 6, se refiere a un brazo de perforación que soporta de forma pivotante un aparato de perforación de rocas, en el que se proporciona un medio de movimiento paralelo hidráulico que incluye un cilindro piloto hidráulico para detectar el ajuste del ángulo de elevación del brazo de perforación.

25 El documento GB 821 746 se refiere a vehículos de manipulación de cargas del tipo que comprende un tractor u otro vehículo adecuado y una pluma que tiene un extremo conectado de forma pivotante al vehículo.

La discusión anterior se proporciona simplemente como información general y no pretende ser utilizada como una ayuda para determinar el alcance de la materia reivindicada

**Sumario**

30 El objeto de la presente invención se define por las características de las reivindicaciones independientes. Otras realizaciones preferentes de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes. En particular, 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 esenciales de la materia reivindicada, ni pretenden ser utilizados como ayuda para determinar el alcance de la materia reivindicada.

35 Las realizaciones divulgadas incluyen máquinas de potencia, sistemas de control y circuitos hidráulicos que incluyen un cilindro de elevación, un cilindro de inclinación y un cilindro esclavo conectados mecánicamente para ayudar al cilindro de elevación a elevar una pluma. Con una válvula de control de elevación controlada para causar la extensión del cilindro de elevación para elevar la pluma, la presión de una fuente hidráulica se proporciona al lado de la base de un cilindro esclavo para ayudar a elevar la pluma. El aumento de presión resultante en el lado del vástago del cilindro esclavo abre las válvulas de retención de carga para proporcionar una vía de fluido hidráulico entre el lado de la base del cilindro de inclinación y el lado de la base del cilindro esclavo, permitiendo que la presión hidráulica del lado de la base del cilindro de inclinación se comunique al lado de la base del cilindro esclavo, de manera que la presión del cilindro de inclinación debida a una carga pesada en un implemento de horquilla ayude a elevar la pluma.

40 Un primer aspecto de la invención implica, una máquina de potencia (300) que tiene un bastidor (310), una pluma (330) acoplada de forma pivotante al bastidor, un cilindro de elevación (333) acoplado entre el bastidor y la pluma para subir y bajar la pluma, un cilindro esclavo (337) acoplado entre el bastidor y la pluma para ayudar al cilindro de elevación a subir la pluma, una interfaz de implemento (352) en la que se puede montar un implemento (350), un cilindro de inclinación (335) acoplado entre la pluma y la interfaz de implemento para controlar la rotación de la interfaz de implemento y del implemento con respecto a la pluma, una fuente de energía (362) configurada para proporcionar fluido hidráulico presurizado, y un sistema de control (360; 400) configurado para controlar el suministro de fluido hidráulico presurizado desde la fuente de energía al cilindro de elevación, al cilindro esclavo y al cilindro de inclinación. El sistema de control incluye una válvula de control de elevación (405) que acopla la fuente de energía al cilindro de elevación. La válvula de control de elevación tiene una posición no accionada (410) y una primera y segunda posiciones accionadas (407, 408) para extender y retraer el cilindro de elevación. El sistema de control

- también incluye una válvula de control de inclinación (365) que tiene una posición no accionada (428) y una primera y segunda posiciones accionadas (425, 426) para extender y retraer el cilindro de inclinación. En algunas realizaciones ejemplares, el sistema de control está configurado además de tal manera que cuando la válvula de control de inclinación está en la posición neutral y la válvula de control de elevación está en la primera posición accionada para extender el cilindro de elevación, se proporciona fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación al cilindro esclavo para extender el cilindro esclavo y ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma, y de tal manera que la extensión del cilindro esclavo provoca aumentos de presión en el cilindro de inclinación, resultantes de una carga transportada por el implemento, para ser comunicados al cilindro esclavo para ayudar aún más al cilindro de elevación a elevar la pluma.
- 5
- 10 En el primer aspecto de la invención, el sistema de control (360; 400) incluye además una válvula de retención de carga de elevación (415) acoplada entre la válvula de control de elevación (405) y el cilindro de elevación (333), y una válvula reductora de presión (450) acoplada entre la válvula de retención de carga de elevación (415) y el cilindro esclavo (337). El sistema de control (360; 400) está configurado además de tal manera que cuando la válvula de control de inclinación (365) está en la posición neutra (428) y la válvula de control de elevación (405) está
- 15 en la primera posición accionada (407) para extender el cilindro de elevación (333), se proporciona fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación y a través de la válvula reductora de presión (450) al cilindro esclavo (337) para extender el cilindro esclavo y ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma.
- 20 En el primer aspecto de la invención, el sistema de control (360; 400) incluye además una válvula de retención de carga de inclinación (370) acoplada entre la válvula de control de inclinación (365) y el cilindro de inclinación (335), y una válvula de retención de carga del esclavo (460) acoplada entre el cilindro esclavo (337) y el cilindro de inclinación (335). El sistema de control (360; 400) está configurado de tal manera que cuando la válvula de control de inclinación (365) está en la posición neutra (428) y la válvula de control de elevación (405) está en la primera posición accionada (407) para extender el cilindro de elevación, y el fluido hidráulico presurizado se proporciona a través de la válvula de control de elevación y a través de la válvula reductora de presión (450) al cilindro esclavo
- 25 (337) para extender el cilindro esclavo, la extensión del cilindro esclavo hace que la válvula de retención de carga de inclinación (370) y la válvula de retención de carga del esclavo (460) se abran y comuniquen los aumentos de presión en el cilindro de inclinación (335), resultantes de la carga transportada por el implemento (350), al cilindro esclavo para ayudar aún más al cilindro de elevación (333) a elevar la pluma.
- 30 En algunas realizaciones ejemplares, la válvula de retención de carga de inclinación (370) está acoplada entre la válvula de control de inclinación (365) y uno de los lados de la base (430) del cilindro de inclinación (335) y un lado del vástago (432) del cilindro de inclinación. La apertura y el cierre de la válvula de retención de la carga de inclinación se controla mediante un diferencial de presión entre el lado de la base del cilindro de inclinación y el lado del vástago del cilindro de inclinación, de manera que la válvula de retención de la carga de inclinación ayuda a la autonivelación del cilindro de inclinación a medida que el cilindro de elevación (333) se extiende o se retrae.
- 35 En algunas realizaciones ejemplares, la válvula de retención de carga del esclavo (460) está acoplada entre uno de los lados de la base (430) del cilindro de inclinación (335) y el lado del vástago (432) del cilindro de inclinación y uno de los lados de la base (465) del cilindro esclavo (337) y un lado del vástago (467) del cilindro esclavo. La apertura y el cierre de la válvula de retención de carga del esclavo se controla mediante un diferencial de presión entre el lado de la base del cilindro esclavo y el lado del vástago del cilindro esclavo.
- 40 En algunas realizaciones ejemplares, el sistema de control (360; 400) está configurado de tal manera que la extensión del cilindro esclavo (337) provoca aumentos en los diferenciales de presión entre el lado de la base (430) del cilindro de inclinación (335) y el lado del vástago (432) del cilindro de inclinación, y entre el lado de la base (465) del cilindro esclavo y el lado del vástago (467) del cilindro esclavo, abriendo así la válvula de retención de carga de inclinación (370) y la válvula de retención de carga del esclavo (460).
- 45 En algunas realizaciones ejemplares, el sistema de control (360; 400) incluye además una válvula de retención (455) colocada entre la válvula reductora de presión (450) y el cilindro esclavo (337). El sistema de control está configurado para permitir que se suministre fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación (405) y a través de la válvula reductora de presión al cilindro esclavo, pero para evitar que el fluido hidráulico presurizado del cilindro esclavo se suministre al cilindro de elevación (333).
- 50 Según la invención, se proporciona un procedimiento (500) para controlar una máquina de potencia que tiene un bastidor (310), una pluma (330) acoplada de forma pivotante al bastidor, un cilindro de elevación (333) acoplado entre el bastidor y la pluma para elevar y bajar la pluma, un cilindro esclavo (337) acoplado entre el bastidor y la pluma para ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma, una interfaz de implemento (352) a la que se puede montar un implemento (350), un cilindro de inclinación (335) acoplado entre la pluma y la interfaz del implemento
- 55 para controlar la rotación de la interfaz del implemento y del implemento con respecto a la pluma, una fuente de energía (362) configurada para proporcionar fluido hidráulico presurizado, y un sistema de control (360, 400) configurado para controlar el suministro de fluido hidráulico presurizado desde la fuente de energía al cilindro de elevación, el cilindro esclavo y el cilindro de inclinación. El sistema de control incluye una válvula de control de elevación (405) que acopla la fuente de energía al cilindro de elevación y tiene una posición no accionada (410) y una primera y segunda posiciones accionadas (407, 408) para extender y retraer el cilindro de elevación. El sistema
- 60

de control también incluye una válvula de control de inclinación (365) que tiene una posición no accionada (428) y una primera y segunda posiciones accionadas (425, 426) para extender y retraer el cilindro de inclinación. El procedimiento incluye el accionamiento (505) de la válvula de control de elevación (405) a la primera posición accionada (407) para proporcionar fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación al cilindro de elevación (333) para extender el cilindro de elevación y elevar la pluma (330). El procedimiento también incluye identificar (510) una condición de la válvula de control de inclinación (365) que se encuentra en la posición no accionada (428) mientras el fluido hidráulico presurizado se suministra al cilindro de elevación (333) y responder proporcionando (515) fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación (405) al cilindro esclavo (337) para extender el cilindro esclavo para ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma (330). El procedimiento incluye además identificar (520) un aumento de presión en el cilindro esclavo (337) y provocar (525) un aumento de presión en el cilindro de inclinación (335), resultante de una carga transportada por el implemento (350), para comunicarlo al cilindro esclavo para ayudar al cilindro de elevación (333) a elevar la pluma (330).

En algunas realizaciones ejemplares, la etapa de proporcionar (515) fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación (405) al cilindro esclavo (337) para extender el cilindro esclavo para ayudar al cilindro de elevación (333) a elevar la pluma (330) incluye además proporcionar el fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación y a través de una válvula reductora de presión (450) al cilindro esclavo para extender el cilindro esclavo y ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma.

En algunas realizaciones ejemplares, la etapa de provocar (525) responsablemente aumentos de presión en el cilindro de inclinación (335), resultantes de una carga transportada por el implemento (350), para ser comunicados al cilindro esclavo (337) para ayudar aún más al cilindro de elevación (333) a elevar la pluma incluye además la apertura de una válvula de retención de carga de inclinación (370) y una válvula de retención de carga del esclavo (460) para permitir que los aumentos de presión en el cilindro de inclinación sean comunicados al cilindro esclavo.

#### Breve descripción de los dibujos

FIG. 1 es una ilustración esquemática de una máquina de potencia que tiene una configuración de cilindro de inclinación autonivelante e incluye un sistema de control configurado para controlar un cilindro esclavo para ayudar a elevar una pluma.

FIG. 2 es un diagrama de circuito hidráulico que ilustra las características del sistema de control de la máquina de potencia mostrada en la FIG. 1.

FIG. 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de control de una máquina de potencia de acuerdo con una realización ejemplar.

#### Descripción detallada de realizaciones ilustrativas

Los conceptos divulgados 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 son capaces de ser practicados o llevados a cabo de varias otras maneras. La terminología de este documento se utiliza con fines descriptivos y no debe considerarse limitativa. Expresiones como "que incluye", "que comprende" y "que tiene" y sus variaciones, tal y como se utilizan en este documento, abarcan los elementos enumerados a continuación, sus equivalentes, así como otros elementos adicionales.

Las realizaciones divulgadas están dirigidas a máquinas de potencia, y sistemas de control o circuitos hidráulicos utilizados en ellas, que incluyen un cilindro de elevación, un cilindro de inclinación y un cilindro esclavo conectado mecánicamente en paralelo con el cilindro de elevación para elevar una pluma. Con una válvula de control de elevación controlada para causar la extensión del cilindro de elevación para elevar la pluma, la presión de una fuente hidráulica se proporciona al lado de la base de un cilindro esclavo para ayudar a elevar la pluma. El aumento de presión resultante en el lado del vástago del cilindro esclavo abre las válvulas de retención de carga de los cilindros de inclinación y esclavo, permitiendo que la presión hidráulica del lado de la base del cilindro de inclinación se comunique al lado de la base del cilindro esclavo, de manera que la presión del cilindro de inclinación debida a una carga pesada en un implemento de horquilla ayuda a elevar la pluma.

Estos conceptos pueden ser practicados en varias máquinas de potencia. Una máquina de potencia representativa en la que se pueden practicar las realizaciones se ilustra en forma de diagrama en la FIG. 1. En aras de la brevedad, sólo se habla de una máquina de potencia. Sin embargo, las realizaciones que se presentan a continuación pueden practicarse en cualquiera de un número de máquinas de potencia, incluyendo máquinas de potencia de diferentes tipos de la máquina de potencia representativa mostrada en la FIG. 1.

La FIG. 1 es una ilustración esquemática de una máquina de potencia 300, que en la realización ilustrada es un manipulador telescópico. La máquina de potencia 300 incluye un bastidor 310 que se apoya en los elementos de tracción 340 acoplados. Los elementos de tracción son típicamente ruedas en las máquinas motrices de tipo telescópico, pero pueden ser elementos de tracción de tipo oruga sin fin en otras máquinas motrices. Una pluma o brazo 330 está fijada de forma pivotante en un primer extremo al bastidor 310, y la pluma 330 se eleva y desciende

bajo el control de un cilindro de elevación 333 conectado entre el bastidor 310 y la pluma 330. Un implemento de horquilla 350 está unido de forma pivotante a una interfaz de implemento 352 en un segundo extremo de la pluma 330, y el implemento de horquilla gira con respecto a la pluma 330 bajo el control de un cilindro de inclinación 335 conectado entre el implemento de horquilla y la pluma. Un cilindro esclavo 337 está acoplado mecánicamente entre el bastidor 310 y la pluma 330, ya sea en paralelo con el cilindro de elevación 333 o de otra manera. El cilindro esclavo 337 ayuda a elevar la pluma 330 en determinadas condiciones, como se describe a continuación.

Un sistema de control 360 incluye una válvula direccional 365 que conecta selectivamente una fuente hidráulica 362 a uno de los lados de la base y a un lado del vástago del cilindro de inclinación 335 para controlar la rotación del implemento de horquilla 350 con respecto a la pluma 330. La válvula direccional 365 conecta entonces el otro lado de la base y el lado del vástago del cilindro basculante 335 a una línea de retorno o depósito 364. Una válvula de retención de carga 370 está conectada en línea entre la válvula direccional 365 y el lado de la base del cilindro de inclinación 335. El cilindro esclavo 337 puede ser acoplado, junto con otros componentes que no se ilustran en la FIG. 1, hidráulicamente en paralelo a una parte del circuito hidráulico que incluye el cilindro de inclinación 335 y la válvula de retención de carga 370, de manera que, en determinadas condiciones, el fluido hidráulico del lado de la base del cilindro de inclinación 335 se suministra al lado de la base del cilindro esclavo 337 para ayudar a levantar la pluma 330. En otras condiciones, la válvula de retención de carga 370 bloquea el flujo de fluido hidráulico desde el cilindro de inclinación 335 al cilindro esclavo 337. Los componentes adicionales que ayudan a controlar las condiciones bajo las cuales el cilindro esclavo 337 recibe el fluido hidráulico del cilindro de inclinación 335 se muestran y discuten más adelante con referencia a la FIG. 2.

Refiriéndose ahora a la FIG. 2, se muestra un circuito hidráulico 400 que forma una parte del sistema de control 360 mostrado en la FIG. 1, y que incluye componentes adicionales para controlar el flujo de fluido hidráulico desde el cilindro de inclinación 335 al cilindro esclavo 337 en realizaciones ejemplares. Como se muestra en la FIG. 2, la válvula de control de elevación direccional 405 acopla el cilindro de elevación 333 a la fuente de energía 362, que se ilustra como una bomba hidráulica, y al tanque 364 para controlar la extensión y retracción del cilindro de elevación 333 para subir y bajar la pluma 330. La válvula de control de elevación 405 incluye una primera y una segunda posición accionada 407 y 408, así como una posición no accionada 410. Un par de válvulas de alivio de presión 420 y 422 están acopladas entre las salidas de la válvula de control de elevación 405 y el tanque 364 para aliviar o reducir las presiones por encima de algún umbral de presión con el fin de proteger los componentes del circuito 400. En la posición accionada 407 de la válvula 405, el lado de la base 417 del cilindro de elevación 333 está conectado al fluido hidráulico de la fuente 362 a través de una válvula de retención de carga 415 para extender el cilindro de elevación 333 y elevar la pluma, mientras que el lado del vástago 419 del cilindro de elevación 333 está conectado a la línea de retorno del tanque. En la posición accionada 408 de la válvula 405, el lado del vástago 419 del cilindro de elevación 333 está conectado al fluido hidráulico de la fuente 362 y la válvula de retención de carga 415 acopla el lado de la base 417 a la línea de retorno del tanque. Así, cuando el cilindro 333 se retrae para bajar la pluma, la presión dentro del lado de la base 417 aumenta, abriendo la válvula de retención de carga 415 y permitiendo que el fluido hidráulico fluya hacia el tanque. En la posición no accionada 410 de la válvula 405, tanto el lado de la base 417 como el lado del vástago 419 del cilindro de elevación 333 están desconectados de la fuente 362 y del depósito 364.

Como se discute con referencia a la FIG. 1, la válvula de control de elevación direccional 365 acopla el cilindro de inclinación 335 a la fuente de energía 362 y al tanque 364 para controlar la extensión y retracción del cilindro de inclinación para controlar la inclinación del implemento de horquilla 350. Como se muestra en la FIG. 2, la válvula de control de inclinación 365 incluye una primera y una segunda posición accionada 425 y 426, así como una posición no accionada 428. Un par de válvulas de alivio de presión 434 y 436 están acopladas entre las salidas de la válvula de control de inclinación 365 y el tanque 364 para aliviar o reducir las presiones por encima de algún umbral de presión con el fin de proteger los componentes del circuito 400.

En la posición accionada 425 de la válvula de control de inclinación 465, el lado de la base 430 del cilindro de inclinación 335 está conectado al fluido hidráulico de la fuente 362 a través de la válvula de retención de carga 370 para extender el cilindro de inclinación 335, mientras que el lado del vástago 432 del cilindro de inclinación 335 está conectado a la línea de retorno del tanque. En la posición accionada 426 de la válvula 365, el lado del vástago 432 del cilindro de inclinación 335 está conectado al fluido hidráulico de la fuente 362 y la válvula de retención de carga 370 acopla el lado de la base 430 a la línea de retorno del tanque. Así, a medida que aumenta la presión en el lado del vástago 432, la presión dentro del lado de la base 430 también aumenta, abriendo la válvula de retención de carga 370 y permitiendo que el fluido hidráulico fluya hacia el tanque. En la posición no accionada 428 de la válvula 365, tanto el lado de la base 430 como el lado del vástago 432 del cilindro de inclinación 335 están desconectados de la fuente 362 y del depósito 364. También se muestra en la FIG. 2, una válvula de alivio de presión 438 está conectada entre la fuente 362 y el tanque 364 para proteger la fuente 362 de un aumento excesivo de la presión, por ejemplo en caso de que ambas válvulas 365 y 405 estén en sus respectivas posiciones no accionadas 428 y 410.

A fin de facilitar el uso del cilindro esclavo 337 para recibir fluido hidráulico del cilindro de inclinación 335, al tiempo que se utiliza la válvula de retención de carga 370 para las funciones del cilindro de inclinación autonivelante, las realizaciones ejemplares del circuito hidráulico 400 incluyen una válvula reductora de presión 450, una válvula de retención 455 y una válvula de retención de carga del cilindro esclavo 460. El lado de la base 465 del cilindro

5 esclavo 337 está conectado, a través de la válvula de retención de carga del esclavo 460 y la válvula de retención de carga de inclinación 370, al lado de la base 430 del cilindro de inclinación 335. La válvula reductora de presión 450 está conectada a la válvula de retención de carga 415 y a la salida de la válvula direccional de elevación 405, de manera que la válvula reductora de presión 450 recibe presión hidráulica de la fuente 362 cuando la válvula 405 está en la primera posición accionada 407 y el cilindro de elevación 333 se está extendiendo para elevar la pluma 330. Con la válvula de control de inclinación 365 en la posición no accionada 428 y la válvula de control de elevación 405 en la posición accionada 407, se suministra fluido hidráulico presurizado desde la fuente 362 a través de la válvula de retención de carga 415 al lado de la base 417 del cilindro de elevación 333 para elevar la pluma 350. También se suministra fluido hidráulico presurizado, a una presión reducida por la válvula 450, a través de la válvula de retención 10 455 al lado de la base 465 del cilindro esclavo 337. Con la presión reducida aplicada al lado de la base 465, el cilindro esclavo 337 se extiende para ayudar al cilindro de la pluma 333 a levantar cargas pesadas. A medida que el cilindro esclavo comienza a extenderse, la presión aumenta en el lado del vástago 467, haciendo que la válvula de retención de carga del cilindro de inclinación 370 y la válvula de retención de carga del cilindro esclavo 460 se abran. Una vez que se abren las válvulas de retención 370 y 460, las fuerzas ejercidas sobre el implemento de horquilla 15 350 por una carga pesada que provoca un aumento de la presión en el lado de la base 430 del cilindro de inclinación 335 hacen que el aumento de la presión se comunique a través de las válvulas de retención de carga 370 y 460 al lado de la base 465 del cilindro esclavo 337. Así, el aumento de presión causado por la carga levantada se utiliza para ayudar a extender el cilindro esclavo 337 y así ayudar al cilindro de elevación 333 a levantar la pluma 350. Las formas de realización descritas aumentan la capacidad de elevación de la pluma 330 sin aumentar el tamaño del cilindro de elevación 333, ni el tamaño de la bomba hidráulica, etc. Durante el descenso de la pluma, la válvula de retención 20 455 evita las pérdidas de fluido hidráulico autonivelante en la válvula reductora de presión 450.

El procedimiento descrito anteriormente para controlar una máquina de potencia, o el sistema de control hidráulico de una máquina de potencia, se ilustra en la FIG. 3 en una realización ejemplar. En el procedimiento 500 mostrado en la FIG. 3, en el punto 505 la válvula de control de elevación 405 se acciona a la primera posición de accionamiento 407. En la etapa 510, se realiza la identificación de una condición en la que la válvula de control de inclinación también está en la posición no accionada. Si se da la condición de que la válvula de control de elevación esté accionada en la primera posición accionada y la válvula de control de inclinación esté en la posición no accionada, se suministra fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación, en la etapa 515, al cilindro esclavo para ayudar a elevar la pluma. A continuación, en la etapa 520, se identifican los aumentos de presión dentro del cilindro esclavo y, en la etapa 525, las válvulas 370 y 460 se abren en respuesta para comunicar los aumentos de presión en el cilindro de inclinación, resultantes de una carga transportada, al cilindro esclavo para 25 30 ayudar a elevar la pluma.

Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a realizaciones preferentes, los expertos en la materia reconocerán que se pueden realizar cambios en la forma y en los detalles sin apartarse del alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, mientras que una configuración particular del circuito hidráulico se muestra en la FIG. 2, los expertos en la materia reconocerán que los conceptos divulgados pueden practicarse en circuitos hidráulicos utilizando componentes adicionales, componentes alternativos y configuraciones alternativas de componentes. 35

## REIVINDICACIONES

1. Una máquina de potencia (300) que tiene un bastidor (310), una pluma (330) acoplada de forma pivotante al bastidor, un cilindro de elevación (333) acoplado entre el bastidor (310) y la pluma (330) para subir y bajar la pluma, un cilindro esclavo (337) acoplado entre el bastidor (310) y la pluma (330) para ayudar al cilindro de elevación (333) a subir la pluma, una interfaz de bastidor (352) en la que se puede montar un implemento (350), un cilindro de inclinación (335) acoplado entre la pluma (330) y la interfaz de implemento (352) para controlar la rotación de la interfaz de implemento (352) y el implemento (350) con respecto a la pluma, una fuente de energía (362) configurada para proporcionar fluido hidráulico presurizado, y un sistema de control (360; 400) configurado para controlar el suministro de fluido hidráulico presurizado desde la fuente de alimentación (362) al cilindro de elevación (333), al cilindro esclavo (337) y al cilindro de inclinación (335), incluyendo el sistema de control
- una válvula de control de elevación (405) que acopla la fuente de energía (362) al cilindro de elevación (333) y que tiene una posición no accionada (410) y una primera y segunda posiciones accionadas (407, 408) para extender y retraer el cilindro de elevación (333),
- una válvula de control de la inclinación (365) que tiene una posición no accionada (428) y una primera y segunda posiciones accionadas (425, 426) para extender y retraer el cilindro de inclinación (335);
- una válvula de retención de carga de elevación (415) acoplada entre la válvula de control de elevación (405) y el cilindro de elevación (333);
- caracterizada porque** comprende además una válvula reductora de presión (450) acoplada entre la válvula de retención de carga de elevación (415) y el cilindro esclavo (337); en el que el sistema de control (360; 400) está configurado de manera que cuando la válvula de control de inclinación (365) está en la posición no accionada (428) y la válvula de control de elevación (405) está en la primera posición accionada (407) para extender el cilindro de elevación (333), se suministra fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación y a través de la válvula reductora de presión (450) al cilindro esclavo (337) para extender el cilindro esclavo y ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma; y el sistema de control (360; 400) comprende además
- una válvula de retención de carga de inclinación (370) acoplada entre la válvula de control de inclinación (365) y el cilindro de inclinación (335),
- una válvula de retención de carga del esclavo (460) acoplada entre el cilindro esclavo (337) y el cilindro de inclinación (335),
- en la que el sistema de control (400) está configurado además de tal manera que cuando la válvula de control de inclinación (365) está en la posición no accionada (428) y la válvula de control de elevación (405) está en la primera posición accionada (407) para extender el cilindro de elevación (333), se proporciona fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación (405) y a través de la válvula reductora de presión (450) al cilindro esclavo (337) para extender el cilindro esclavo (333) y ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma (330), y de tal manera que la extensión del cilindro esclavo hace que la válvula de retención de carga de inclinación (370) y la válvula de retención de carga del esclavo (460) se abran y comuniquen los aumentos de presión en el cilindro de inclinación (335), resultantes de una carga transportada por el implemento (350), para ser comunicados al cilindro esclavo (337) para ayudar aún más al cilindro de elevación (333) a elevar la pluma.
2. La máquina de potencia de la reivindicación 1, en la que la válvula de retención de la carga de inclinación (370) está acoplada entre la válvula de control de la inclinación (365) y uno de un lado de la base (430) del cilindro de inclinación (335) y un lado del vástago (432) del cilindro de inclinación, y en la que la apertura y el cierre de la válvula de retención de la carga de inclinación está controlada por un diferencial de presión entre el lado de la base del cilindro de inclinación y el lado del vástago del cilindro de inclinación, de manera que la válvula de retención de la carga de inclinación ayuda a la autonivelación del cilindro de inclinación a medida que el cilindro de elevación (333) se extiende o se retrae.
3. La máquina de potencia de la reivindicación 2, en la que la válvula de retención de carga del esclavo (460) está acoplada entre uno de los lados de la base (430) del cilindro de inclinación (335) y el lado del vástago (432) del cilindro de inclinación y uno de un lado de la base (465) del cilindro esclavo (337) y un lado del vástago (467) del cilindro esclavo, y en la que la apertura y el cierre de la válvula de retención de carga del esclavo está controlada por la diferencia de presión entre el lado de la base del cilindro esclavo y el lado del vástago del cilindro esclavo.
4. La máquina de potencia de la reivindicación 3, en la que el sistema de control (360; 400) está configurado de tal manera que la extensión del cilindro esclavo (337) provoca aumentos en los diferenciales de presión entre el lado de la base (430) del cilindro de inclinación (335) y el lado del vástago (432) del cilindro de inclinación, y entre el lado de la base (465) del cilindro esclavo y el lado del vástago (467) del cilindro esclavo, abriendo así la válvula de retención de carga de inclinación (370) y la válvula de retención de carga del esclavo (460).

5. La máquina de potencia de la reivindicación 1, y que comprende además una válvula de retención (455) colocada entre la válvula reductora de presión (450) y el cilindro esclavo (337) y configurada para permitir que se suministre fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación (405) y a través de la válvula reductora de presión al cilindro esclavo, pero para impedir que se suministre fluido hidráulico presurizado desde el cilindro esclavo al cilindro de elevación (333).
6. Un procedimiento (500) de control de una máquina de potencia que tiene un bastidor (310), una pluma (330) acoplada de forma pivotante al bastidor, un cilindro de elevación (333) acoplado entre el bastidor y la pluma para subir y bajar la pluma, un cilindro esclavo (337) acoplado entre el bastidor y la pluma para ayudar al cilindro de elevación a subir la pluma, una interfaz de implemento (352) en la que se puede montar un implemento (350), un cilindro de inclinación (335) acoplado entre la pluma y la interfaz de implemento para controlar la rotación de la interfaz de implemento y del implemento con respecto a la pluma, una fuente de energía (362) configurada para proporcionar fluido hidráulico presurizado y un sistema de control (360, 400) configurado para controlar el suministro de fluido hidráulico presurizado desde la fuente de energía al cilindro de elevación, al cilindro esclavo y al cilindro de inclinación, incluyendo el sistema de control una válvula de control de elevación (405) que acopla la fuente de energía al cilindro de elevación y que tiene una posición no accionada (410) y una primera y segunda posiciones accionadas (407, 408) para extender y retraer el cilindro de elevación, una válvula de control de inclinación (365) que tiene una posición no accionada (428) y una primera y segunda posiciones accionadas (425, 426) para extender y retraer el cilindro de inclinación, estando el procedimiento **caracterizado porque** comprende las etapas:
- accionar (505) la válvula de control de elevación (405) a la primera posición accionada (407) para proporcionar fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación al cilindro de elevación (333) para extender el cilindro de elevación y elevar la pluma (330);
- identificar (510) una condición de la válvula de control de inclinación (365) que está en la posición no accionada (428) mientras el fluido hidráulico presurizado se proporciona al cilindro de elevación (333) y que proporciona en respuesta (515) fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación (405) al cilindro esclavo (337) para extender el cilindro esclavo para ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma (330); y
7. **caracterizado porque** comprende además la etapa de identificar (520) un aumento de presión en el cilindro esclavo (337) y provocar en respuesta (525) el aumento de presión en el cilindro de inclinación (335), resultante de una carga transportada por el implemento (350), para comunicarlo al cilindro esclavo para ayudar al cilindro de elevación (333) a elevar la pluma (330). El procedimiento de la reivindicación 6, en el que proporcionar en respuesta (515) fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación (405) al cilindro esclavo (337) para extender el cilindro esclavo y ayudar al cilindro de elevación (333) a elevar la pluma (330) comprende además el suministro de fluido hidráulico presurizado a través de la válvula de control de elevación y a través de una válvula reductora de presión (450) al cilindro esclavo para extender el cilindro esclavo y ayudar al cilindro de elevación a elevar la pluma.
8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que causar en respuesta (525) aumentos de presión en el cilindro de inclinación (335), resultantes de una carga transportada por el implemento (350), se comunica al cilindro esclavo (337) para ayudar aún más al cilindro de elevación (333) a elevar la pluma, comprende además la apertura de una válvula de retención de carga de inclinación (370) y una válvula de retención de carga del esclavo (460) para permitir que los aumentos de presión en el cilindro de inclinación se comuniquen al cilindro esclavo.

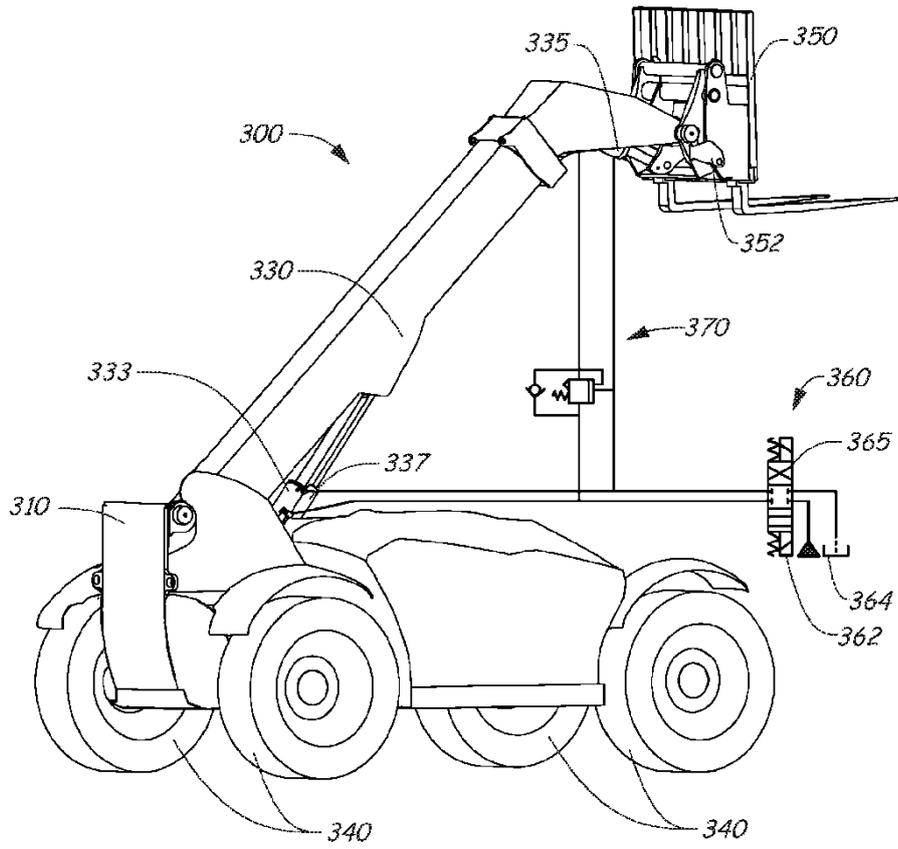


FIG. 1

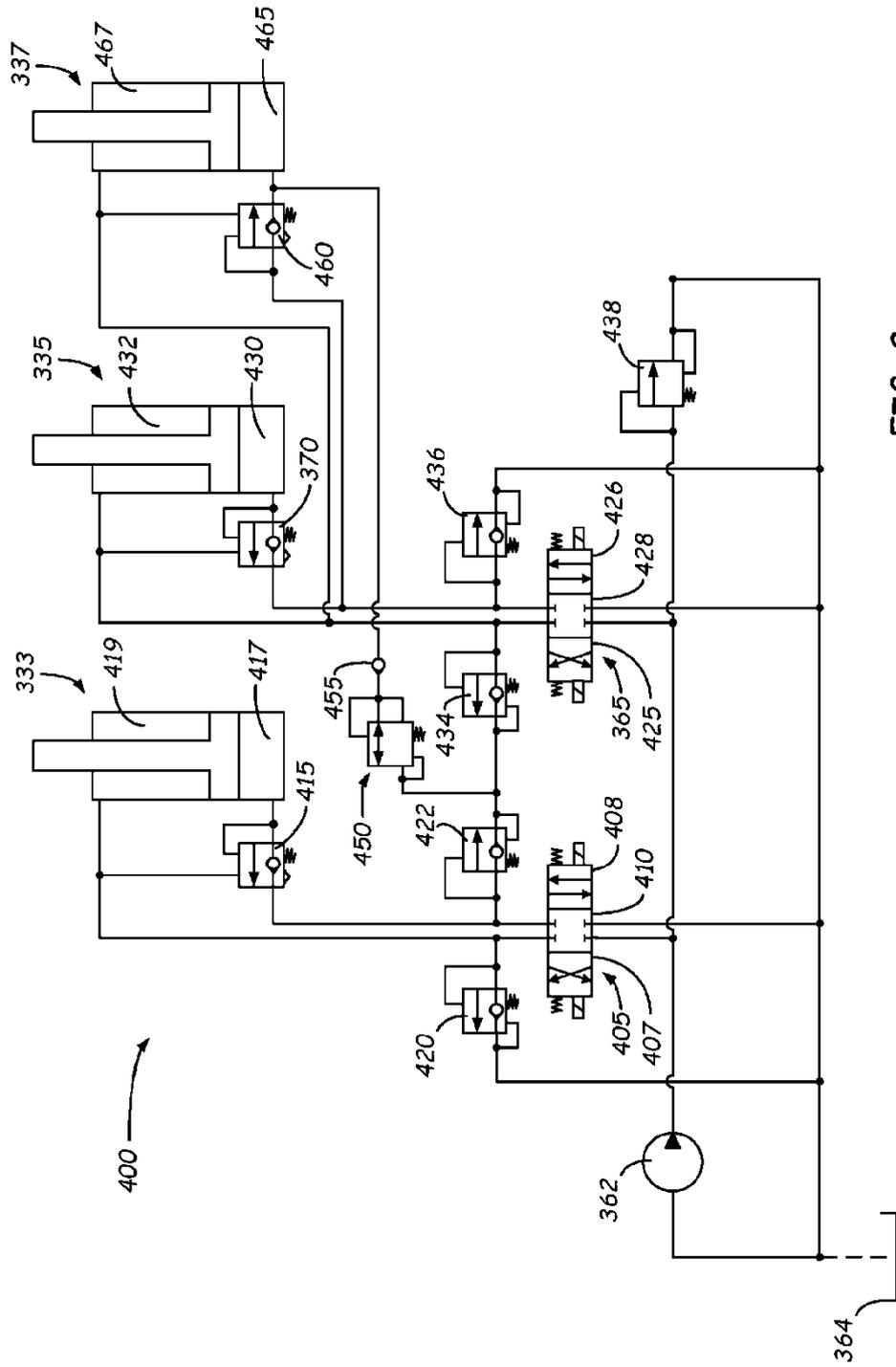


FIG. 2

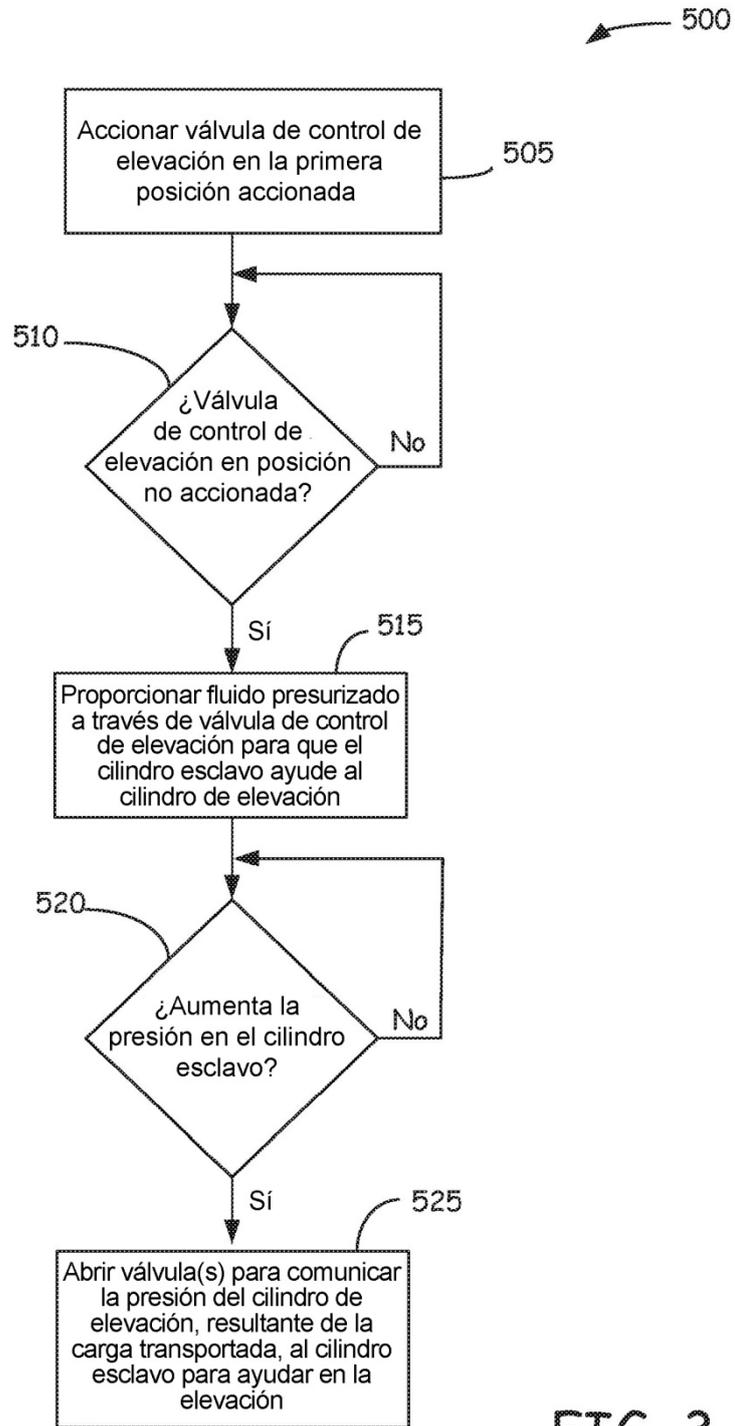


FIG. 3