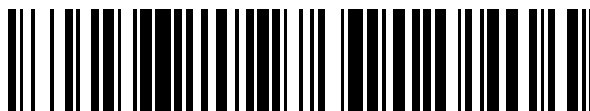


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 651**

51 Int. Cl.:

F16H 61/472 (2010.01)

F16H 59/16 (2006.01)

B66D 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2014 PCT/EP2014/000240**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14117936**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2014 E 14702191 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2951470**

54 Título: **Sistema hidráulico**

30 Prioridad:
04.02.2013 DE 202013001173 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2018

73 Titular/es:
**LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH
(100.0%)
Hans-Liebherr-Strasse 45
88400 Biberach/Riß, DE**

72 Inventor/es:
**HAUSLADEN, NORBERT;
SCHINDLER, VIKTOR y
CHRIST, CLEMENS**

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 657 651 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 hidráulico

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de convertidor, en particular de accionamiento, hidráulico, con al menos un hidrostato, que comprende un árbol de accionamiento, al menos un dispositivo de registro para registrar un parámetro de funcionamiento del hidrostato, así como un dispositivo de control y/o regulación para controlar y/o regular al menos un parámetro de sistema en función del parámetro de funcionamiento registrado del hidrostato.
- 10 Un sistema de convertidor hidráulico según el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce por ejemplo por el documento US 2005/0132817 A1 que propone disponer un sensor de momento de giro magnetoelástico sin contacto en el árbol salida de un hidrostato. Otros hidrostatos con sensores de momento de giro muestran los documentos CH 679384 A5, US 2007/119161 A1, WO 2006/100528 A1 o EP 12 77 991 A2.
- 15 En los hidrostatos que convierten la presión hidráulica en un momento de giro o a la inversa, no es tan sencillo determinar con exactitud el momento de giro que se presenta en el árbol de accionamiento del hidrostato. Si se emplean hidrostatos como motores de accionamiento, habitualmente se miden la presión hidráulica, el volumen absorbido y las revoluciones por minuto en la unidad hidráulica. Mediante estas magnitudes puede determinarse el rendimiento mecánico a partir de un campo característico, con lo cual entonces puede calcularse el momento de giro en el árbol de accionamiento. No obstante, es desventajoso que el campo característico de rendimiento dependa de tolerancias de fabricación, el aceite hidráulico, la temperatura y la viscosidad, y dado el caso, otras magnitudes de influencia. El campo característico de rendimiento no concuerda siempre en sí solo con el motor en el que se realiza en ese momento la medición. Adicionalmente el campo característico varía también con el aumento de la vida útil del motor, por ejemplo a consecuencia del desgaste, las pérdidas de presión originadas etc.
- 20 Para determinar el campo característico de rendimiento mencionado hasta ahora habitualmente en la puesta en marcha de una instalación, adicionalmente a las magnitudes de medición mencionadas, se determina con exactitud el momento de giro que aparece en cada caso en el árbol de accionamiento del hidrostato, adosándose para ello un árbol de medición de momento de giro a la unidad hidráulica. Para ello, por regla general, se necesita una caja adicional para alojar el árbol de medición de momento de giro de referencia, lo que lleva a que la unidad hidráulica no pueda permanecer en su posición prevista de acuerdo con el uso previsto.
- 25 Si la unidad hidráulica se emplea por ejemplo como accionamiento de un cabrestante de una grúa, habitualmente para la puesta en marcha o reducción del sistema el cabrestante se separa del motor hidráulico o la transmisión de accionamiento unida al mismo con el fin de adosar de nuevo al cabrestante, para la medición de referencia, el hidromotor al intercalar el mencionado árbol de medición de momento de giro. Naturalmente tal procedimiento es difícil y costoso, y además no resuelve la problemática mencionada anteriormente de los parámetros de influencia variables.
- 30 También ya se propuso aplicar el árbol de entrada en la transmisión hidrostática con bandas extensiométricas y llevar a cabo con estas la medición de momento de giro. Para ello, sin embargo, igualmente la transmisión debe prepararse especialmente. El desmontaje de la transmisión tras realizar la medición resulta entonces en determinadas aplicaciones muy costoso y complicado, por ejemplo cuando un engranaje de tomo debe desmontarse de nuevo de la sala de máquinas de una grúa.
- 35 La presente invención se basa en el objetivo de crear un sistema hidráulico mejorado en particular sistema de accionamiento del tipo mencionado que evite las desventajas del estado de la técnica y perfeccione a este último de manera ventajosa. Preferiblemente debe hacerse posible un control preciso del sistema hidráulico y reducirse el gasto de montaje necesario para la medición del sistema.
- 40 Según la invención el objetivo mencionado se resuelve mediante un sistema hidráulico según reivindicación 1. Las configuraciones preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.
- 45 Se propone averiguar el momento de giro del hidrostato ya no directamente de magnitudes de medición hidráulicas como presión hidráulica, volumen absorbido o número de revoluciones y adosar dispositivos de medición especiales, separados que van a adosarse provisionalmente para mediciones de referencia, sino medir el momento de giro directamente en el árbol de accionamiento del hidrostato. Según la invención están previstos un sensor de momento de giro integrado en el hidrostato, asociado a su árbol de accionamiento, para el registro del momento de giro de árbol de accionamiento del hidrostato y medios de control para controlar al menos un parámetro de sistema en función de del momento de giro de árbol de accionamiento registrado del hidrostato. El sensor de momento de giro integrado puede medir cíclicamente o continuamente el momento de giro de árbol de accionamiento del hidrostato también durante el funcionamiento según lo previsto del hidrostato, de modo que la señal de ajuste de los medios de control en cada caso puede adaptarse actualmente también durante el funcionamiento a variaciones del momento de giro medido. Mediante la integración duradera del sistema sensor de momento de giro también para el funcionamiento continuo según lo previsto puede renunciarse a grupos constructivos de medición de referencia que van a adosarse por separado.
- 50
- 55
- 60
- 65

- En un perfeccionamiento de la invención los medios de control mencionados pueden comprender un regulador de momento de giro para regular el momento de giro de hidrostato, que modifica una magnitud de ajuste que influye en el momento de giro de hidrostato en función de una diferencia entre un par teórico predeterminable y el momento real verdadero, es decir el momento de giro de árbol de accionamiento registrado en ese momento por el sensor de momento de giro en cada caso. Mediante tal regulación de momento de giro, con ayuda del sensor de momento de giro integrado en el hidrostato pueden eliminarse, o al menos disminuirse notablemente, imprecisiones que aparecen con respecto a las regulaciones hasta el momento a consecuencia de magnitudes de influencia variables como viscosidad, temperatura, fenómenos de envejecimiento.
- En un perfeccionamiento de la invención, el hidrostato puede estar configurado ajustable y el regulador mencionado puede ajustar como magnitud de ajuste el ángulo de pivotado del hidrostato para regular el momento de giro real medido por el sensor de momento de giro al par teórico predeterminable.
- La idea sobre la que se basa la invención de integrar un sistema sensor de medición de momento de giro en la unidad hidráulica y acoplar con la señal de medición facilitada por el sistema sensor de medición de momento de giro integrado en el control o regulación conlleva ventajas considerables, concretamente entre otros, las siguientes:
- independientemente de pérdidas de todo tipo que se originan en el hidrostato, el hidrostato puede controlarse o regularse de manera más exacta, porque ya se consideran pérdidas volumétricas y mecánicas de la medición directamente en el árbol de accionamiento.
 - En sistemas con varios hidrostatos puede ajustarse una compensación de par más exacta de todos los hidrostatos que participan en el funcionamiento.
 - Pueden reestablecerse inmediatamente pérdidas por salpicaduras y por fricción en la unidad hidráulica.
 - En la realización de las unidades hidráulicas en el modo de construcción denominado de caja seca (*dry case*), es decir uso de una caja de hidrostato vacía, para reducir las pérdidas por arrastre y salpicadura puede salir aceite hidráulico directamente a través de una unión por bridas entre hidrostato y transmisión porque no está previsto ningún montaje de árbol de medición de momento de giro adicional.
 - La comodidad de conmutación de una cadena cinemática que incluye la unidad hidráulica puede mejorarse considerablemente dado que el momento de giro de las unidades hidráulicas puede determinarse más exactamente y por tanto también el volumen absorbido o volumen de transporte de las unidades hidráulicas puede ajustarse de manera más exacta.
 - Independientemente de la viscosidad del aceite hidráulico pueden facilitarse valores más exactos para la regulación, pudiendo eliminarse la influencia de los tipos de aceite, de la calidad de aceite y de la temperatura en la viscosidad, o al menos puede reducirse considerablemente.
 - Las masas inertes que rotan conjuntamente pueden reducirse porque el sistema de medición está asociado directamente al árbol de motor y no se requieren árboles de medición de momento de giro individuales o similares
 - Pueden evitarse pérdidas por fricción adicionales, en particular mediante una estructura sin contacto del sistema de medición de momento de giro.
 - Pueden registrarse inmediatamente pares de carga que reaccionan en la unidad hidráulica - por ejemplo en el funcionamiento de un cabrestante, en el freno en el hidrostato o un elemento constructivo conectado por detrás - y con ello puede mejorarse el arranque desde la parada. Por ello vuelven a estar disponibles inmediatamente también en el caso de una caída del sistema y un nuevo arranque, por ejemplo tras la desconexión de la batería, los pares de carga actuales en el árbol de accionamiento, dado que el árbol de accionamiento mediante el par de carga experimenta una carga por torsión, que puede comunicarse mediante el sensor de momento de giro directamente como señal eléctrica al dispositivo de control. Por consiguiente, puede alimentarse una presión hidráulica necesaria antes de la apertura del freno al sistema y puede reducirse a un mínimo un reajuste dado que la presión que va a ajustarse solamente depende también del rendimiento de la unidad hidráulica.
- El sensor de momento de giro integrado en el hidrostato puede colocarse a este respecto en diferentes lugares o asociarse al árbol de accionamiento del hidrostato. En este caso detrás del convertidor hidráulico está conectado o asociado una transmisión, estando alojado el sensor de momento de giro en el interior de una caja de engranajes, que está conectada a la caja de hidrostato.
- Según la invención el sensor de momento de giro está dispuesto en un extremo de árbol del hidrostato que sale de la caja de hidrostato o caja de convertidor y está adosada de manera resistente al giro a un elemento de entrada de la transmisión hidrostática. Por ejemplo el extremo de árbol, que sobresale de la caja de convertidor, del hidrostato-árbol de accionamiento puede acoplarse de manera resistente al giro con un elemento de entrada de transmisión, estando asociado el sensor de momento de giro al árbol de accionamiento todavía antes de la conexión del elemento de entrada de transmisión, en particular directamente en la salida del árbol de accionamiento desde el lado frontal de la caja de convertidor.
- El sensor de momento de giro puede funcionar a este respecto según diferentes principios de acción. En el perfeccionamiento de la invención el sensor de momento de giro puede presentar un torsiómetro que mide la torsión que aparece en el árbol de accionamiento. La torsión es un indicador directo para el momento de giro que actúa en el árbol de accionamiento dado que la torsión depende directamente del momento de giro.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención el sensor de momento de giro está configurado con un funcionamiento sin contacto. Por ello pueden evitarse pérdidas por fricción adicionales que resultan del sistema de medición.

5 Ventajosamente el sensor de momento de giro puede estar fijado sobre el árbol de motor o puede rodear el árbol de motor en el lado del perímetro al menos por secciones. Como alternativa o adicionalmente a tal elemento de medición dispuesto sobre el árbol de accionamiento del hidrostato el sensor de momento de giro puede estar
10 dispuesto también en el interior el árbol de accionamiento, cuando el árbol de accionamiento está configurado hueco o posee una cavidad correspondiente.

El hidrostato en un perfeccionamiento de la invención puede ser un hidromotor que sea parte de un dispositivo de accionamiento y/o de una cadena cinemática. En particular el hidrostato puede formar el motor de la unidad de accionamiento de un cabrestante de un dispositivo elevador, en particular de una grúa.

15 En principio, sin embargo la medición de momento de giro integrada puede ser también ventajosa, cuando el hidrostato forma una bomba, que por ejemplo puede ser parte de una transmisión con divisor de potencia. A este respecto la medición de momento de giro integrada puede ser útil por ejemplo para adaptar la potencia transmitida por la cadena hidráulica al porcentaje de potencia transmitida a través de otra cadena, en particular en el caso de
20 procesos de conmutación que tienen lugar rápidamente.

El árbol de accionamiento, que está asociado al sensor de momento de giro, puede formar en particular un árbol salida o un árbol de entrada de bomba.

25 Según un aspecto de la invención el hidrostato con sensor de momento de giro integrado puede formar el motor de una unidad de accionamiento de un sistema de accionamiento hidráulico de un cabrestante.

La invención se explica a continuación con más detalle mediante un ejemplo de realización preferido y dibujos correspondientes. En los dibujos muestran:

30 la figura 1: una vista frontal esquemática, parcialmente seccionada de un cabrestante con un sistema de accionamiento hidráulico según una realización ventajosa de la invención, estando asociado al árbol de accionamiento del hidrostato del sistema de accionamientos en la salida desde la caja de hidrostato un sensor de momento de giro cuya señal de momento de giro se emplea para la regulación del hidrostato,
35

la figura 2: una vista esquemática, parcialmente seccionada de la unidad hidráulica del sistema de accionamiento de la figura 1 con una representación ampliada por segmentos del sensor de momento de giro asociado al árbol de accionamiento, y

40 la figura 3: una representación esquemática, parcialmente seccionada de una unidad hidráulica similar a la figura 2, estando configurada la unidad hidráulica en la realización de caja seca (*dry case*) y una salida de aceite de la unidad hidráulica en la caja de engranajes conectada a la misma

45 Tal como muestra la figura 1, el sistema de convertidor 2 hidráulico puede formar el sistema de accionamiento de un cabrestante 1 que puede emplearse por ejemplo en una grúa como una grúa marítima u otras grúas. El cabrestante 1 puede comprender en este caso un tambor 13 esencialmente cilíndrico cuyo cuerpo de tambor está circundado por el lado frontal por discos de cierre 14 que se extienden esencialmente en perpendicular al eje longitudinal y de giro
50 15 del cabrestante 1. El tambor 13 está alojado en este caso de manera conocida *per se* in de modo que puede girar alrededor del eje de giro 15 mencionado, por ejemplo mediante un soporte de cojinete de giro en placas de cojinete laterales.

Un cable de elevación 16 puede bobinarse y desbobinarse del cabrestante 1 para levantar y hacer descender una carga que es arrastrada con la fuerza F_G en el cable de elevación 16, véase la figura 1.

55 Para poder accionar el cabrestante 1 al tambor 13 está conectado el sistema de accionamiento 2 hidráulico, pudiendo realizarse la conexión del sistema de accionamiento 2 de manera diferente, por ejemplo mediante conexión directa del cuerpo de tambor, o dado el caso también a través de una corona dentada prevista en el disco de cierre 14 o de otra manera.

60 El sistema de accionamiento 2 comprende un hidrostato 3 que actúa como hidromotor que está conectado a través de una transmisión 4 por ejemplo en forma de un engranaje planetario con el tambor de cable 13 para accionar por rotación el tambor de cable 13.

65 Para poder frenar o bloquear el sistema de accionamiento 2, puede estar previsto un freno 17 que, tal como muestra la figura 1, puede estar conectado en el lado frontal apartado de la transmisión 4 al hidrostato 3. En un

perfeccionamiento alternativo de la invención el freno 17, sin embargo, podría también estar dispuesto en el lado de la transmisión y/o estar asociado a la transmisión 4.

5 Ventajosamente el freno 17 está asociado a un elemento de accionamiento del sistema de accionamiento 2 en el que aparece un momento de giro de la cadena cinemática relativamente reducido, preferiblemente el mínimo, por ejemplo el freno 17 puede actuar sobre el árbol de accionamiento 5 del hidrostato 3. Tal como muestra la figura 1, el freno 17 puede estar configurado por ejemplo como freno de discos, que está pretensado por resorte hacia su posición de freno y puede ventilarse hidráulica o eléctricamente.

10 El hidrostato 3 puede estar configurado ajustable ventajosamente para poder ajustar el momento de giro facilitado por el hidrostato y su número de revoluciones. Por ejemplo el hidrostato 3 puede comprender de manera conocida *per se* una palanca de ajuste, mediante la cual puede ajustarse el volumen absorbido, por ejemplo mediante ajuste del disco oscilante.

15 Para determinar el momento de giro presente en el hidrostato en cada caso, en la unidad hidráulica que comprende el hidrostato 3 y la transmisión 4 está integrado un dispositivo de registro 6 con un sensor de momento de giro 7, estando alojado el sensor de momento de giro 7 mencionado en el interior de la caja de hidrostato y de engranaje 11 y 12. En este caso el sensor de momento de giro 7 mencionado está asociado directamente al árbol de accionamiento 5 del hidrostato 3 que está unido de manera resistente al giro a un elemento de entrada de la
20 transmisión 4. En la realización dibujada en la figura 1 está prevista una unión resistente a la torsión con la rueda principal de la etapa planetaria de la transmisión 4, pudiendo estar conectado el árbol de accionamiento 4 alternativamente según configuración de transmisión y relación de multiplicación o de reducción a otro elemento de transmisión.

25 El sensor de momento de giro 7 está asociado al árbol de accionamiento 5 antes de su unión con la transmisión 7, es decir el sensor de momento de giro 7 está situado entre la unión de árbol de accionamiento 5 y transmisión 4 y el hidrostato 3 o la región de extremos del hidrostato 3 apartada de la transmisión 4. Tal como muestra la figura 1 el sensor de momento de giro 7 está asociado al extremo de árbol del árbol de accionamiento 5 que sale de la caja de hidrostato 11 y se adentra en la caja de engranajes 12 conectada a la misma, en particular en la región del punto de
30 intersección entre caja de hidrostato 11 y caja de engranajes 12, estando instalado el sensor de momento de giro 7 en el lado del hidrostato.

La instalación dibujada en la figura 1 es ventajosa en cuanto a la accesibilidad y montaje y precisión de la medición del momento de giro facilitado por el hidrostato 3, dado que se consideran todas las pérdidas que aparecen en el
35 propio hidrostato o se mide directamente el momento de giro facilitado en el lado de la salida.

Tal como muestra la figura 2, el sensor de momento de giro 7 puede comprender un torsiómetro 18 que se fija sobre el árbol de accionamiento 5 que interactúa con un captador 19 que se fija el lado del perímetro sobre el árbol de accionamiento 5 o dispuesto para ello en el lado del perímetro, por ejemplo en forma de una antena de estator.
40

El sensor de momento de giro 7 integrado en la unidad hidráulica facilita continuamente durante el funcionamiento una señal de momento de giro que indica el momento de giro M_{real} que actúa en este momento realmente en el hidrostato 3, compárese figuras 1 y 2. La señal de momento de giro M_{real} mencionada puede emplearse en particular para regular el momento de giro del hidrostato 3 a un valor teórico $M_{teór.}$ deseado. Para ello la señal de momento de giro del sensor de momento de giro 7 junto con un par teórico $M_{teór.}$ predeterminable - predeterminable por ejemplo
45 por el maquinista a través de una palanca selectora – se alimenta al regulador de momento de giro 10 de un dispositivo de control 8 que varía y adapta en función de la diferencia respectiva entre par teórico deseado $M_{teór.}$ y el par real M_{real} verdadero, medido en ese momento, una magnitud de ajuste para el hidrostato 3 para regular de manera correspondiente el momento de giro del hidrostato 3. La señal de ajuste mencionada V_G puede variar o influir por ejemplo en el ángulo de ajuste del hidrostato y con ello su volumen absorbido, o también otros parámetros de funcionamiento del hidrostato 3.
50

La figura 3 muestra una realización del sistema de accionamiento hidráulico 2 fundamentalmente similar a la figura 2, midiéndose también en este caso mediante un sensor de momento de giro 7 integrado directamente en el árbol de accionamiento 5 del hidrostato 3 cuyo momento de giro se mide. A diferencia de la figura 2 el hidrostato 3 está realizado en el modo de construcción de caja seca, pudiendo estar prevista para evitar pérdidas por arrastre y por salpicaduras una caja de hidrostato 11 vacía, pudiendo salir directamente el aceite hidráulico a través de la por
55 bridas entre hidrostato 3 y transmisión 4, porque no es necesario un montaje de árbol de medición de momento de giro adicional
60

REIVINDICACIONES

1. Sistema de convertidor, en particular de accionamiento, hidráulico, con al menos un hidrostato (3), que comprende un árbol de accionamiento (5), al menos un dispositivo de registro (6) para el registro de un parámetro de funcionamiento del hidrostato (3), así como un dispositivo de control y/o regulación (8) para controlar y/o regular al menos un parámetro de sistema en función del parámetro de funcionamiento registrado del hidrostato, presentando el dispositivo de registro (6) un sensor de momento de giro (7) integrado en el hidrostato (3), asociado a su árbol de accionamiento (5), para registrar el momento de giro de árbol de accionamiento del hidrostato (3) y presentando el dispositivo de control y/o regulación (8) medios de control y/o de regulación (9) para controlar y/o regular el al menos un parámetro de sistema en función del momento de giro de árbol de accionamiento (M_{real}) registrado, **caracterizado por que** el sensor de momento de giro (7) está previsto en el interior de una caja de engranajes (12) de una transmisión hidrostática (4) conectada al hidrostato (3), estando fijado el sensor de momento de giro (7) en un extremo de árbol del hidrostato (3), que sale de una caja de hidrostato (11) y está conectado de manera resistente al giro a un elemento de entrada de la transmisión hidrostática (4).
2. Sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con la reivindicación anterior, comprendiendo los medios de control y/o de regulación (9) un regulador de momento de giro (10) para regular el momento de giro de hidrostato, que modifica una magnitud de ajuste (V_g) que influye en el momento de giro de hidrostato en función de una diferencia entre un par teórico ($M_{teór.}$) predeterminable y el momento de giro de árbol de accionamiento (M_{real}) registrado por el sensor de momento de giro (7).
3. Sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con la reivindicación anterior, estando configurado el hidrostato (3) de manera ajustable y ajustando el regulador de momento de giro (10) como magnitud de ajuste el ángulo de pivotado del hidrostato.
4. Sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, presentando el sensor de momento de giro (7) un torsiómetro para medir la torsión que aparece en el árbol de accionamiento (5).
5. Sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando fijado el sensor de momento de giro (7) sobre el árbol de accionamiento (5) o estando alojado en el interior de una cavidad del árbol de accionamiento (5).
6. Sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando configurado el sensor de momento de giro (7) con un funcionamiento sin contacto.
7. Sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, formando el árbol de accionamiento (5), que está asociado al sensor de momento de giro (7), un árbol salida de motor o un árbol de entrada de bomba.
8. Sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, formando el hidrostato (3) un hidromotor de un dispositivo de accionamiento y/o de una transmisión con divisor de potencia.
9. Cabrestante con un sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1-8.
10. Transmisión con divisor de potencia con un sistema de convertidor hidráulico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-8.

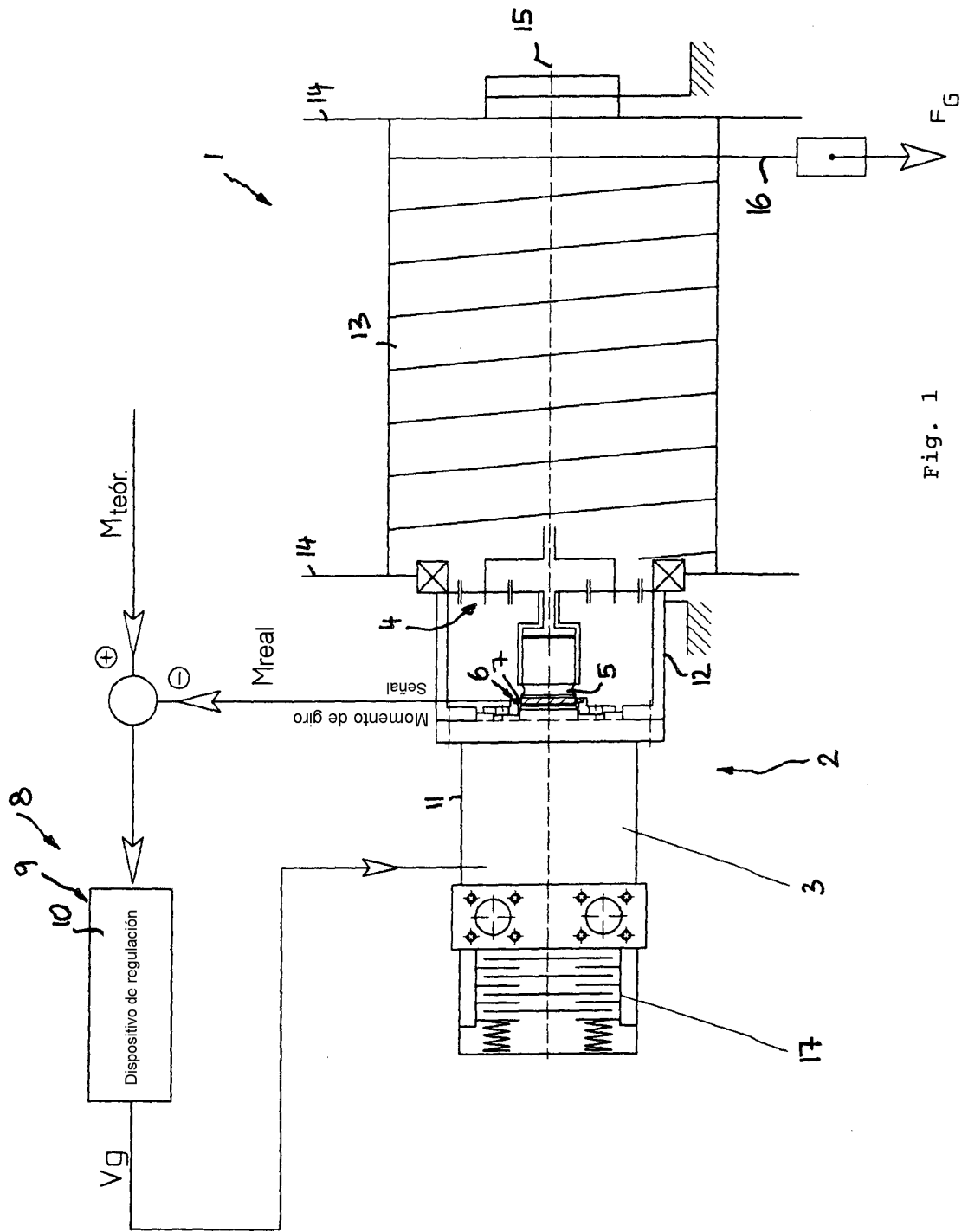


Fig. 1

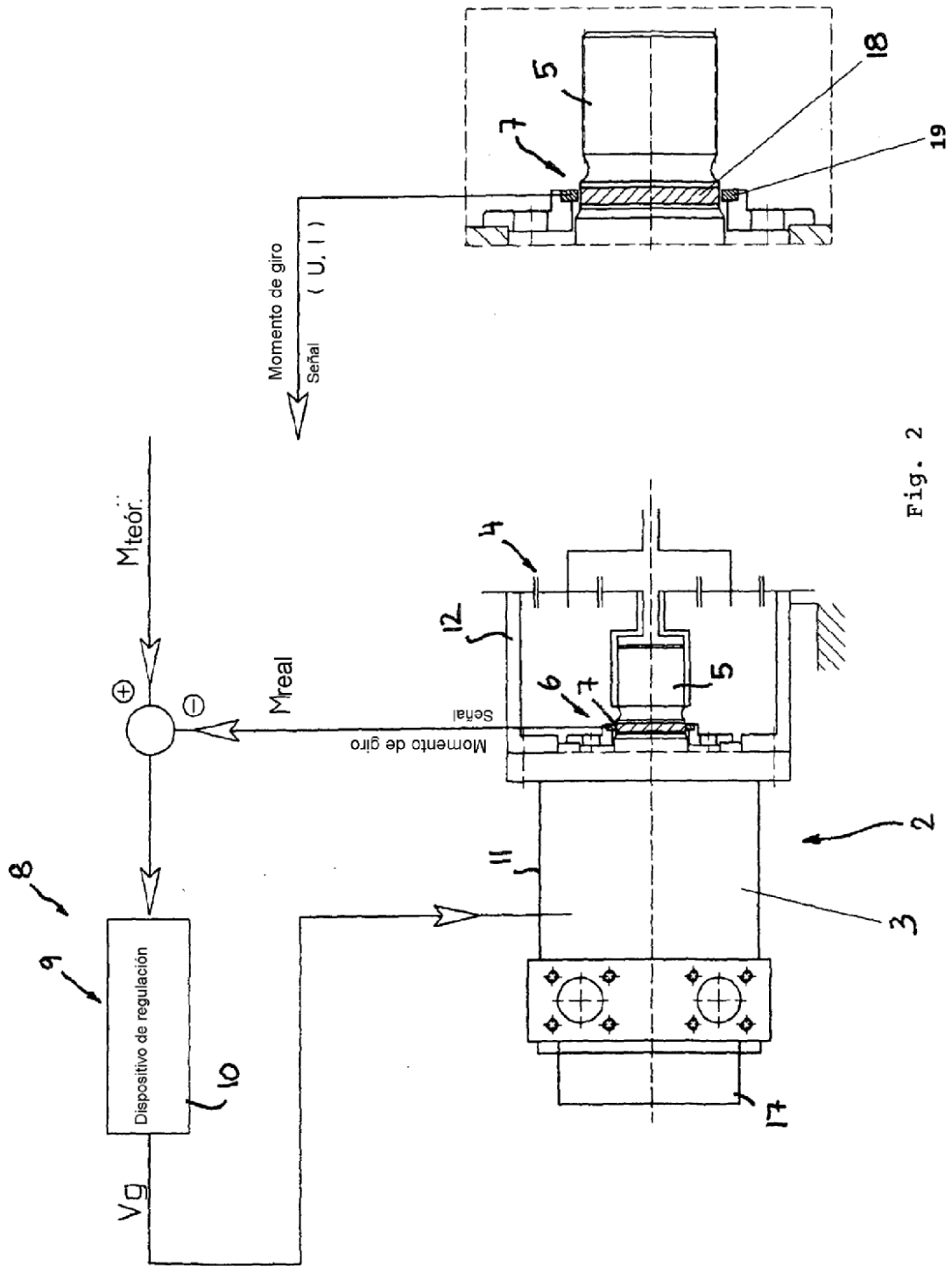


Fig. 2

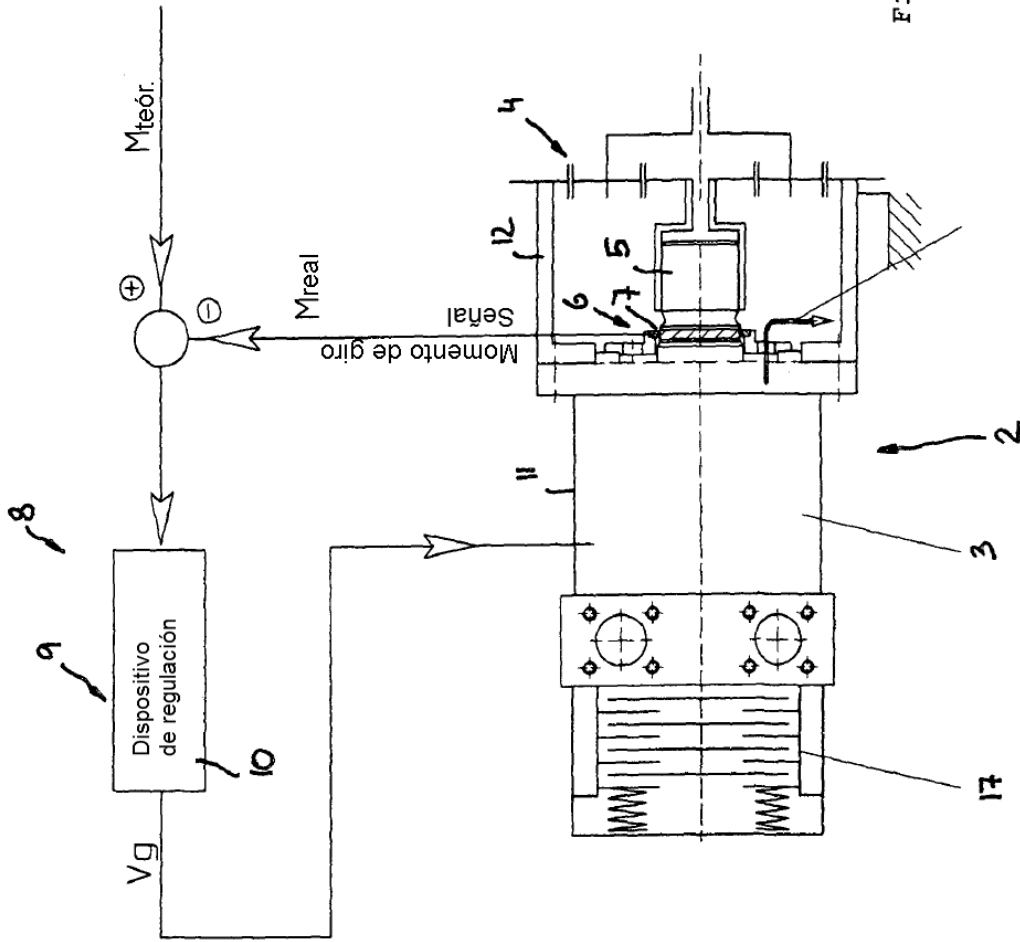


Fig. 3