

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 363**

51 Int. Cl.:
B63B 39/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09171591 .2**
- 96 Fecha de presentación: **29.09.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2172394**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.04.2010**

54 Título: **Sistema de estabilización automático antibalaneo para una embarcación**

30 Prioridad:
02.10.2008 IT TO20080725

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.07.2012

73 Titular/es:
**CMC MARINE S.R.L.
VIA S. MICHELE DEL CARSO, 10
22100 COMO, IT**

72 Inventor/es:
Cappiello, Alessandro

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 384 363 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 estabilización automático antibalanceo para una embarcación

5 La presente invención se refiere a un sistema automático antibalanceo para la estabilización del balanceo de una embarcación, comprendiendo una aleta estabilizadora que puede girar alrededor de un eje, un medio de sensor para detectar el movimiento de balanceo de la embarcación, y un dispositivo de control para gobernar la rotación de dicha aleta alrededor de dicho eje como una función de señales suministradas por dicho medio de sensor.

10 Las aletas estabilizadoras tienen perfiles básicamente hidrodinámicos (similares a los perfiles rododinámicos) que se montan en una dirección transversal con respecto al casco con el fin de reducir el movimiento transversal de balanceo (rotaciones alrededor del eje longitudinal del casco) producido por la acción de las olas. El perfil hidrodinámico afectado por el flujo de agua en movimiento relativo con respecto al casco genera una fuerza de elevación hidrodinámica que varía, entre otras cosas, como una función del ángulo de incidencia del perfil. La aleta estabilizadora está asociada a un dispositivo de control que varía el ángulo de incidencia del perfil hidrodinámico como una función de señales que indican el balanceo de la embarcación.

15 En soluciones tradicionales, la aleta estabilizadora está asociada a un actuador mecánico que tiene un eje de rotación cuyo extremo inferior sobresale del casco y está conectado a la aleta estabilizadora. La parte superior del eje del actuador mecánico está fijada a un balancín al que están conectados mecánicamente dos cilindros hidráulicos. El movimiento lineal de los cilindros hidráulicos se convierte en un movimiento de rotación del eje del actuador mecánico mediante el balancín, que también tiene la función de amplificador del par de torsión.

20 Un sistema típico de estabilización antibalanceo de un tipo conocido se caracteriza por los siguientes parámetros operativos:

- 25 - movimiento angular de la aleta estabilizadora con respecto a su posición central: +/- 30°;
- velocidad de conducción: entre 22°/s hasta un máximo de 60°/s;
- conducción con un par de torsión elevado y baja potencia;
- velocidad de rotación máxima: 6-8g/1'.

30 El movimiento de los cilindros hidráulicos se garantiza mediante un sistema hidráulico a bordo controlado por una válvula direccional proporcional. La válvula proporcional recibe una señal de tensión de +/-10 V procesada por un sistema de control electrónico.

35 En las soluciones conocidas, el sistema de control electrónico comprende un panel de control que contiene un regulador de tipo PLC. El sistema de control electrónico está asociado a un sistema de sensores para detectar movimientos de balanceo, que comprende un clinómetro que mide el ángulo de balanceo y un giroscopio que mide la velocidad del balanceo.

40 El regulador electrónico procesa la señal suministrada por los sensores y genera una señal de tensión que determina la abertura de la válvula proporcional. El flujo de aceite que atraviesa la válvula proporcional dirige el avance lineal de los cilindros y, por lo tanto, la rotación del balancín. Le sigue una rotación del eje del actuador mecánico y, por lo tanto, de la aleta estabilizadora. En correspondencia con el supuesto nuevo ángulo de incidencia hay un nuevo valor de la fuerza de elevación hidrodinámica y, por lo tanto, del momento de rectificación generado sobre la embarcación. Dicho momento de rectificación tiende a compensar el momento de desestabilización generado por el impacto de las olas sobre la embarcación.

45 El rendimiento de todo el sistema de estabilización se ve notablemente afectado por la respuesta dinámica de los tres siguientes subconjuntos:

- 50 - actuador mecánico y aleta estabilizadora;
- sistema de control hidráulico;
- sistema de regulación electrónico.

55 La respuesta dinámica del sistema de regulación electrónico es definitivamente mejor que el rendimiento requerido. Asimismo, el actuador mecánico utilizado puede arrojar buenos resultados en términos de respuesta dinámica. El aspecto crítico del sistema es representado por el comportamiento dinámico del sistema hidráulico.

El diseño y la construcción del sistema de control hidráulico están sujetos a numerosas limitaciones, entre ellas:

- 60 - la necesidad de utilizar elementos oleodinámicos estándares disponibles en el mercado;
- pérdidas de carga generadas por el sistema de tubos y dentro de la válvula de regulación proporcional;

- el ruido del sistema, que limita la presión de trabajo a valores no superiores a 120-135 bares;
- baja eficiencia del sistema oleodinámico (la eficiencia entre la potencia instalada del motor y el eje del actuador mecánico es inferior al 50%);
- la necesidad de proporcionar un sistema de refrigeración para disipar el calor generado por las pérdidas de eficiencia; y
- el peso y la complejidad del sistema oleodinámico, y la dificultad de instalación y de gestión.

Las limitaciones anteriores afectan y perjudican la respuesta dinámica del sistema de control hidráulico y, por consiguiente, todo el sistema de estabilización.

La mayoría de los sistemas de estabilización utilizados actualmente conciben la opción de estabilización en anclaje, esto es, con la embarcación parada. En estas condiciones, dado que la velocidad del flujo que afecta al perfil hidrodinámico es prácticamente cero, cesa el efecto amplificador de la fuerza de elevación hidrodinámica, y el modo de control tiene meramente una naturaleza impulsora. A menudo, los movimientos de estabilización en anclaje se producen a una frecuencia elevada, por lo que es necesario tener un sistema de actuación disponible con un rango dinámico alto. Esto requiere una potencia disponible superior a la utilizada en navegación.

Para lograr una buena estabilización en anclaje, es indispensable poder girar la aleta estabilizadora a una alta velocidad, en el orden de 45-60º/s. Para obtener estos niveles de rendimiento, el sistema de control hidráulico debe funcionar a alta potencia y, en estas condiciones, existen altos niveles de disipación. Se estima que la eficiencia de la transmisión hidráulica en estas condiciones operativas es del 30-35%. En dichas condiciones, también las cargas dinámicas a las que está sometido el actuador mecánico son altas y esto conlleva un sobredimensionamiento de la mecánica y, por lo tanto, un aumento de la inercia del sistema actuador mecánico. Esto perjudica notablemente la respuesta dinámica de todo el sistema, imposibilitando en ocasiones el uso de dicho sistema para la función de estabilización en anclaje.

El documento US-A-4926778 divulga una embarcación de deslizamiento de alta velocidad que incluye un sistema de estabilización de la cabezada que cuenta con planos aerodinámicos de la cabezada variables controlados por un sistema de control.

El documento US-A-3371642 divulga un dispositivo de control de compensación para embarcaciones que incluye un par de placas de extensión hacia atrás sobre la popa de la nave, que forma extensiones en la superficie inferior del mismo.

El dispositivo US-A-3020869 divulga un sistema de estabilización antibalaceo para buques marinos que incluye una aleta estabilizadora antibalaceo propulsada por un motor hidráulico conectado a una bomba hidráulica mediante líneas hidráulicas.

El dispositivo GB 999 306 divulga un sistema de estabilización antibalaceo para buques marinos que incluye una aleta estabilizadora antibalaceo propulsada por un motor eléctrico.

Más concretamente, la presente invención se refiere a un sistema antibalaceo automático para la estabilización del balanceo de una embarcación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, que se conoce, por ejemplo, del documento EP 1 577 210 A1.

El objeto de la presente invención es proporcionar un sistema antibalaceo automático para la estabilización del balanceo de una embarcación que permitirá resolver los problemas anteriores.

De acuerdo con la presente invención, este objeto se obtiene mediante el sistema antibalaceo automático de acuerdo con la reivindicación 1.

El sistema de regulación electrónico del sistema de acuerdo con la presente invención es más sencillo y, al mismo tiempo, más flexible y potente que los sistemas electrónicos utilizados para el control de los sistemas oleodinámicos.

El sistema de control electrónico asociado a un motor eléctrico permite la creación de nuevos algoritmos de regulación muy sofisticados y sumamente adaptables. Este aspecto es de fundamental importancia para proporcionar un sistema de estabilización en anclaje sin perjudicar el sistema en su totalidad, como ocurre con las soluciones tradicionales.

Surgirán claramente más características y ventajas de la presente invención en el transcurso de la descripción detallada subsiguiente que se proporciona meramente a modo de ejemplo no limitante con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un sistema para la estabilización antibalaneo de la embarcación de acuerdo con la presente invención;
- la figura 2 es una vista transversal esquemática de acuerdo con la línea II-II de la figura 1; y
- la figura 3 es una vista en perspectiva de despiece del conjunto de actuador designado por la flecha III en la figura 1.

Con referencia a la figura 1, designada en conjunto con 10, existe un sistema automático de estabilización antibalaneo de embarcación. El sistema de estabilización 10 comprende una aleta estabilizadora¹², un conjunto de actuador 14 y un sistema de regulación electrónico 16.

La aleta estabilizadora¹² puede girar alrededor de un eje 18 y tiene la forma ajustada a un perfil hidrodinámico. El conjunto de actuador 14 está designado para dirigir la rotación de la aleta estabilizadora¹² alrededor del eje 18.

Como se ilustra más detalladamente en las figuras 2 y 3, el conjunto de actuador 14 comprende un soporte fijo 20, dentro del cual está apoyado de forma rotatoria un eje 22, al que está fijada la aleta estabilizadora 12. Preferentemente, se suministran dos cojinetes cónicos 24 para soportar el eje 22.

El conjunto de actuador 14, de acuerdo con la presente invención, comprende un motor eléctrico 26 y un motor reductor 28. El motor eléctrico 26 está constituido preferentemente por un motor eléctrico de corriente continua de imán permanente (motor sin escobillas). El motor reductor 28 es preferentemente un motor reductor epicíclico con entrada y salida separadas en 90°. El eje de entrada del reductor del motor 28 está colocado en el eje de salida del motor eléctrico 26. El eje de salida del motor reductor 28 está fijado con respecto al eje 22 que soporta la aleta estabilizadora¹².

El sistema de regulación electrónico 16 comprende un medio de sensor 30 para detectar los movimientos de balanceo de la embarcación, una unidad 32 de regulación del microprocesador y una unidad de accionamiento 34.

El medio de sensor 30 comprende preferentemente al menos un sensor para detectar el ángulo de balanceo y al menos un sensor para detectar la velocidad de balanceo. El sensor del ángulo de balanceo puede ser un clinómetro y el sensor de velocidad de balanceo puede ser un giroscopio. La unidad de regulación del microprocesador 32 recibe los datos sobre los movimientos de balanceo de la embarcación y procesa las señales de referencia que se enviarán a la unidad de accionamiento 34. Preferentemente, la unidad de accionamiento 34 lleva a cabo un control de la posición angular de la aleta estabilizadora 12 mediante un codificador absoluto 36 montado sobre el eje del motor eléctrico 26.

El sistema de regulación electrónico 16 de acuerdo con la presente invención permite el ajuste de la aleta estabilizadora¹² de forma que resulta mucho más sofisticado de lo que es posible con los sistemas electrohidráulicos de acuerdo con la técnica conocida. Los reguladores PLC tradicionales solo suministran una señal de tensión correspondiente a un ángulo de rotación de la aleta, desde el que se presume una fuerza de elevación hidrodinámica generada por el perfil y, por lo tanto, un par de torsión que contrarresta el par de torsión de balanceo.

Con el sistema de regulación 16 de acuerdo con la presente invención, es posible llevar a cabo el control de diferentes valores de referencia del motor eléctrico 26, entre los que se encuentran: potencia, par de torsión, velocidad, posición, absorción de potencia/carga.

La lectura y control de los parámetros anteriormente mencionados permiten la creación de algoritmos de regulación muy sofisticados y sumamente adaptables.

Gracias al hecho de que el conjunto de actuador 14 presenta una dinámica elevada y proporciona respuestas satisfactorias en un amplio rango de frecuencias operativas, el sistema de regulación electrónico 16 puede crear algoritmos y leyes de control no solo como una función de la alteración generada por las olas sino, especialmente, como una función de las respuestas reales de la embarcación. Este aspecto es de fundamental importancia para proporcionar un sistema de estabilización en anclaje sin perjudicar el sistema en su totalidad, como ocurre con la técnica conocida.

En las soluciones tradicionales con control oleodinámico, el ajuste de la aleta estabilizadora¹² se basa en las leyes hidrodinámicas, asumiendo que la operación real se aproxima a la calculada. Sin embargo, este enfoque desatiende una serie de fenómenos, entre los que se encuentra la interferencia entre el caso y la aleta estabilizadora, que son difíciles de evaluar con simulaciones numéricas o pruebas de tanque.

5 Con el sistema de acuerdo con la presente invención, es posible supervisar los parámetros operativos del conjunto de actuador 14 fácilmente (potencia, par de torsión, velocidad, posición, absorción de potencia/carga). Esto permite la evaluación del comportamiento dinámico real de la aleta estabilizadora¹² y la identificación de su dinámica. Los datos operativos reales permiten la identificación de los perfiles hidrodinámicos utilizados y permiten las modificaciones debidas que deben realizarse.

En comparación con la técnica conocida, las ventajas que se derivan del uso del sistema de estabilización de acuerdo con la presente invención son las siguientes:

- 10 - el conjunto de actuador 14 presenta una mejor dinámica en comparación con los actuadores de tipo mecánico;
- el coeficiente de eficiencia del dispositivo de control es mayor, y por lo tanto, se consigue una reducción de la potencia instalada;
- 15 - se consigue una reducción de las cargas dinámicas del actuador 14: de hecho, las cargas actúan exclusivamente en la dirección axial, y no hay conexiones mecánicas sometidas a grandes cargas dinámicas;
- se obtiene una reducción de las cargas estructurales en el casco;
- se obtiene una reducción drástica del ruido y, por lo tanto, un mayor confort a bordo;
- se logra una mejor dinámica del sistema de modo que sea posible obtener un regulador con mayor rendimiento tanto en navegación como en estabilización en anclaje;
- 20 - la instalación a bordo se simplifica en comparación con las soluciones conocidas ya que no se requiere la intervención de mano de obra especializada;
- se logra una mejor fiabilidad del sistema gracias al menor número de componentes instalados (en el sistema oleodinámico de acuerdo con la técnica conocida, una fuga en un conector hidráulico es suficiente para poner en peligro el funcionamiento del sistema de estabilización).

25 Las pruebas realizadas por el actual solicitante muestran que el conjunto de actuador 14 con motor eléctrico y el motor reductor permiten un rendimiento mayor que un actuador oleodinámico de acuerdo con la técnica conocida. Las pérdidas de potencia inferior del motor eléctrico, además, permiten la variación de las ganancias del controlador con el fin de mejorar aún más la eficiencia del sistema. Esto permite la obtención de un controlador adaptable que pueda pasar de una configuración de ganancias a otra diferente, según se requiera.

30 Naturalmente, sin perjuicio del principio de la invención, los detalles de construcción y las realizaciones pueden variar ampliamente con respecto a lo que se ha descrito e ilustrado en la presente memoria, sin salir del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones subsiguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema automático de antibalaneo para la estabilización del balanceo de una embarcación anclada, que comprende:

- 5 - una aleta estabilizadora (12) que puede girar alrededor de un eje (18), estando configurada la aleta estabilizadora(12) para estar montada en una dirección transversal con respecto al casco de la embarcación y teniendo un perfil hidrodinámico que, en uso, se ve afectado por el flujo de agua en movimiento relativo con respecto al casco para generar una fuerza de elevación hidrodinámica;
- 10 - un conjunto de actuador (14), diseñado para gobernar la rotación de dicha aleta estabilizadora (12) alrededor de dicho eje (18); y
- un sistema de regulación (16) diseñado para gobernar dicho conjunto de actuador (14) como una función de señales que indica el balanceo de la embarcación, comprendiendo dicho sistema de regulación (16) un medio de sensor (30), diseñado para suministrar una señal que indica el balanceo de la embarcación;

15 **caracterizado porque** dicho conjunto de actuador (14) comprende un motor eléctrico (26) conectado a dicha aleta estabilizadora (12) a través de un engranaje de reducción (28) y porque dicho sistema de regulación está dispuesto para controlar la posición angular de la aleta estabilizadora (12) mediante un codificador (36) asociado a dicho motor eléctrico (26) y comprende:

- 20 - una unidad (32) de regulación del microprocesador, diseñada para procesar los datos sobre el balanceo de la embarcación suministrados por dicho medio de sensor (30); y
- una unidad de accionamiento (34) para gobernar dicho motor eléctrico (16).

25 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el sistema de regulación (16) está dispuesto para controlar uno o más de los siguientes parámetros operativos del motor eléctrico (26): potencia, par de torsión, velocidad, posición, entrada de alimentación eléctrica, carga.

3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho motor eléctrico (26) es un motor de corriente continua de imán permanente.

FIG. 1

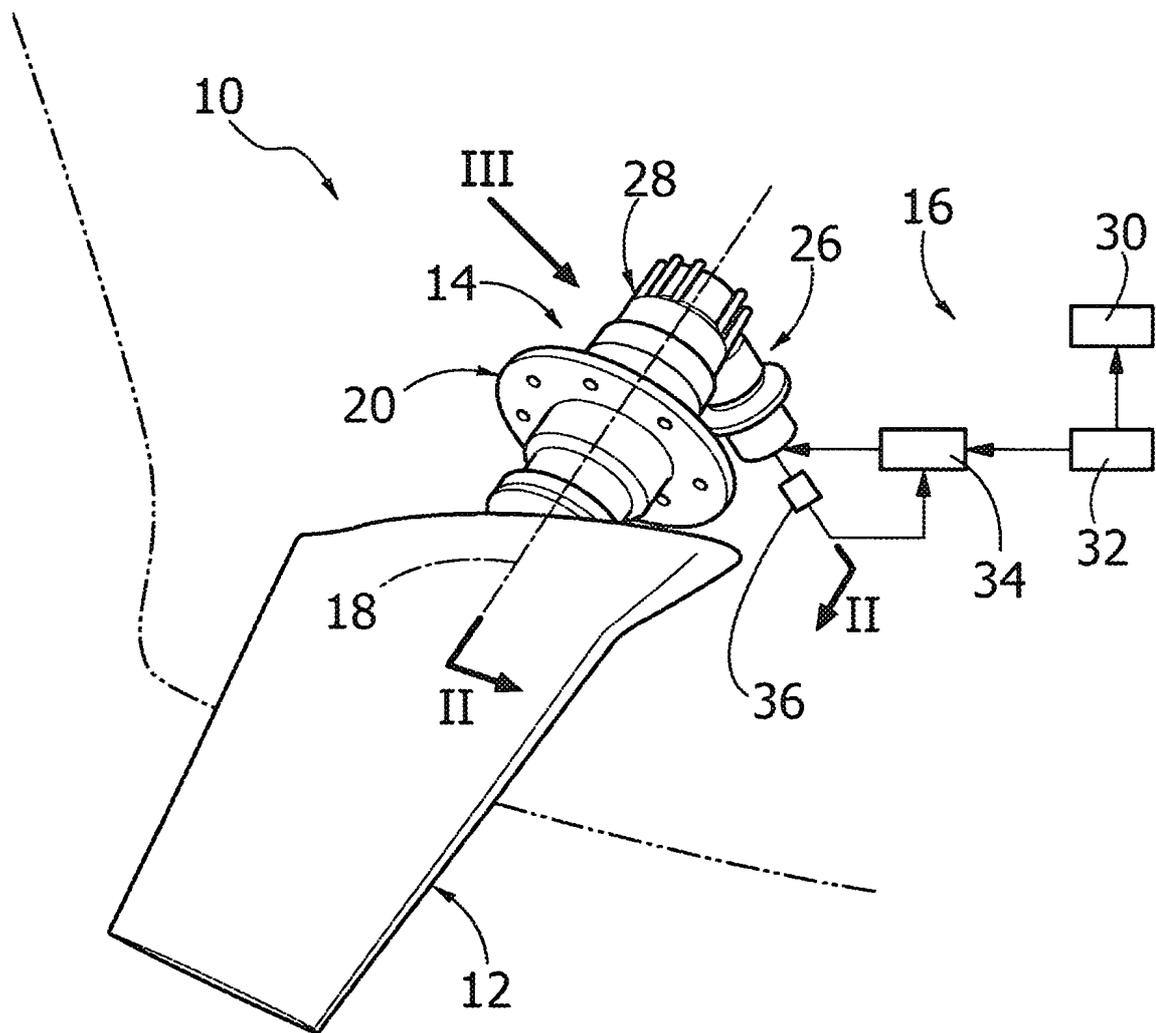


FIG. 2

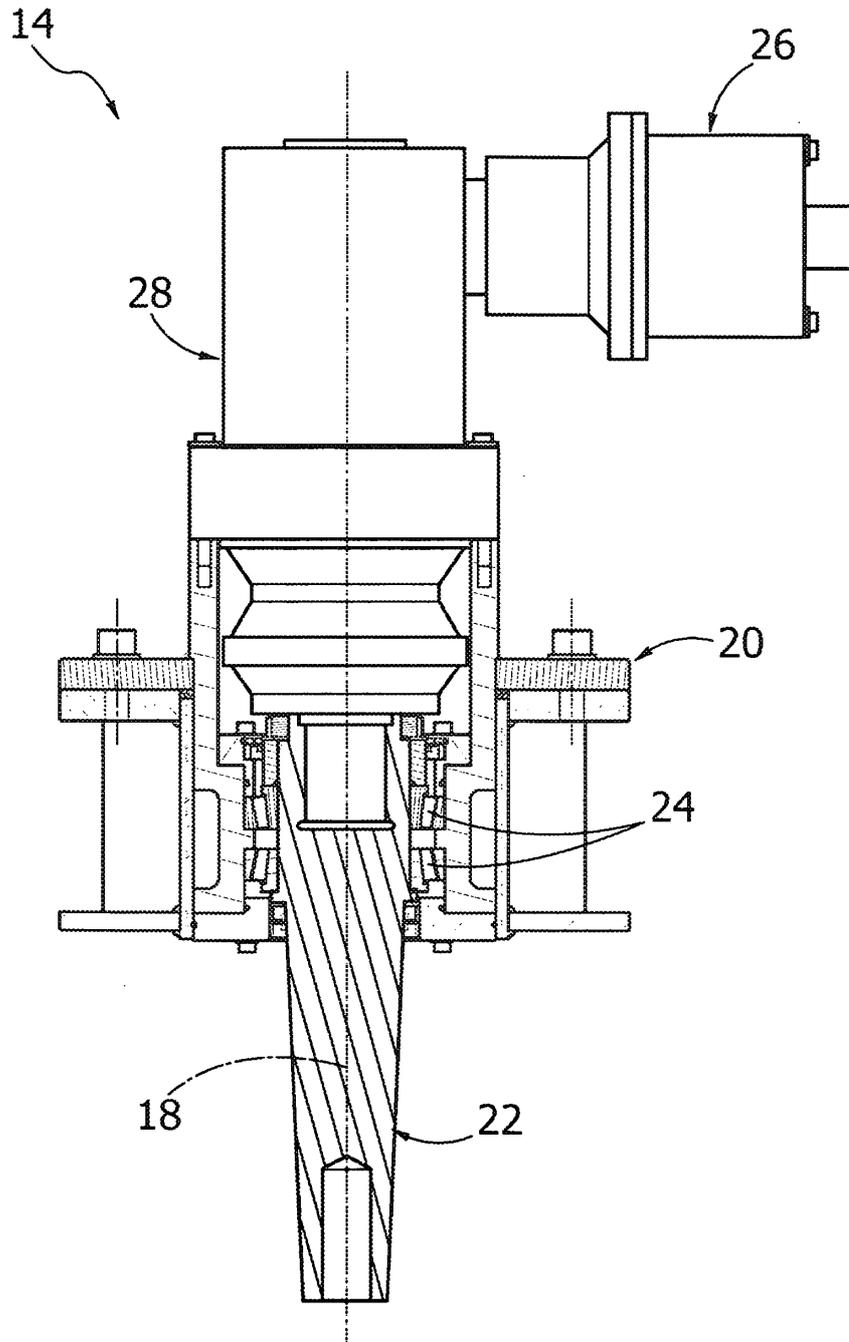


FIG. 3

