

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 637**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02** (2006.01)

**F03D 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10000294 .8**

96 Fecha de presentación: **14.01.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2354539**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.08.2011**

54 Título: **Instalación de energía eólica con un sistema azimutal, así como procedimiento para el ajuste azimutal de una instalación de energía eólica**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.07.2012**

73 Titular/es:  
**Nordex Energy GmbH  
Bornbarch 2  
22848 Norderstedt, DE**

72 Inventor/es:  
**Behnke, Merten y  
Sievers, André**

74 Agente/Representante:  
**Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 385 637 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**

Instalación de energía eólica con un sistema azimutal, así como procedimiento para el ajuste azimutal de una instalación de energía eólica

5 La presente invención se refiere a una instalación de energía eólica con un sistema azimutal, así como a un procedimiento para el ajuste de la orientación azimutal de la instalación de energía eólica.

10 Para maximizar el rendimiento de una instalación de energía eólica y reducir las cargas sobre la instalación de energía eólica, un rotor unido a una góndola de la instalación de energía eólica se orienta continuamente según la dirección del viento. La instalación de energía eólica está formada habitualmente por una torre y una góndola alojada de forma giratoria en la cabeza de la torre. La góndola porta el rotor con al menos una pala de rotor así como un generador que convierte el par de giro obtenido por el viento en potencia eléctrica.

15 Para el seguimiento de la dirección del viento de la góndola es conocido usar en instalaciones de energía eólica un sistema azimutal accionado por motor. El sistema azimutal está dispuesto por general entre una cabeza de torre y la góndola, pudiendo encontrarse los componentes del sistema azimutal tanto en la góndola como en la torre. El sistema azimutal dispone de al menos un accionamiento de regulador que puede estar equipado con un engranaje y un rodamiento azimutal, cuyo anillo interior o anillo exterior presenta un dentado o está unido a una corona dentada. Además, el sistema azimutal está provisto de al menos una unidad de freno, que presenta habitualmente una o varias pinzas de freno que cooperan con los discos de freno. Las pinzas de freno portan respectivamente forros de freno, que asientan contra el disco de freno cuando la pinza de freno está aplicada. Un piñón unido al accionamiento de regulador engrana en el dentado para el ajuste azimutal de la góndola y permite así el giro de la góndola en la cabeza de la torre. Habitualmente, el accionamiento del regulador está fijado en la góndola, mientras que el dentado está realizado de forma fija en la torre. Después de haberse realizado el ajuste azimutal de la góndola, la góndola se inmoviliza mediante las unidades de freno. Estas generan el momento de parada necesario para la góndola. El momento de parada se elige tan grande que las fuerzas de viento que arremeten el rotor no pueden cambiar la orientación azimutal de la góndola.

30 Para evitar durante el ajuste azimutal de la góndola una oscilación de la góndola inducida por el rotor y eventuales turbulencias del viento, el movimiento de la góndola se amortigua durante la orientación azimutal. Es conocido ejercer para ello mediante las unidades de freno también durante la orientación azimutal un momento de parada residual sobre los discos de freno.

35 Por el documento DE 100 23 440 C1 es conocido dejar durante la orientación azimutal de la góndola sólo una o dos unidades de freno del sistema azimutal en engrane, para garantizar la amortiguación necesaria del proceso de ajuste. El accionamiento del regulador está concebido de tal modo que la góndola puede hacer el seguimiento en contra del momento de parada residual aplicado. Gracias al momento de parada residual de los frenos y la velocidad circunferencial reducida durante el ajuste azimutal se produce un llamado efecto stick-slip (movimiento irregular por adherencia y deslizamiento a sacudidas) entre las pinzas de freno y el disco de freno. El efecto stick-slip se produce al pasar del rozamiento de adherencia al rozamiento de deslizamiento y viceversa. Las oscilaciones que se producen en la torre y la góndola por el efecto stick-slip conducen a una carga mecánica de éstas. Además, la aparición del efecto stick-slip va unida a la generación de ruido. A veces, el ruido emitido por el efecto stick-slip puede estar por encima de los valores legalmente admisibles, de modo que debe desconectarse la instalación de energía eólica.

45 La invención tiene el objetivo de poner a disposición una instalación de energía eólica con un sistema azimutal y un procedimiento para la orientación azimutal de la góndola que eviten con medios técnicamente sencillos la aparición del efecto stick-slip y las oscilaciones y emisiones de ruido que van unidas a éste.

50 Según la invención, el objetivo se consigue mediante una instalación de energía eólica con las características de la reivindicación 1.

La instalación de energía eólica según la invención tiene una torre y una góndola alojada de forma giratoria en la torre, cuya orientación puede ajustarse mediante un sistema azimutal. El sistema azimutal tiene al menos un accionamiento, un rodamiento azimutal giratorio, un disco de freno azimutal, así como al menos dos unidades de freno, que pueden ejercer un momento de parada y/o un momento de frenado sobre el disco de freno. Al menos una de las unidades de freno tiene un primer forro de freno con un primer coeficiente de rozamiento. Según la invención, además, al menos una de las otras unidades de freno está provista de un segundo forro de freno, que tiene un segundo coeficiente de rozamiento. Según la invención, el primero y el segundo forro de freno tienen respectivamente distintos coeficientes de rozamiento. Gracias a unidades de freno que tienen distintos coeficientes de rozamiento, es posible generar el momento de frenado necesario durante el ajuste de la góndola mediante una o varias unidades de freno, cuyo forro de freno tiene un coeficiente de rozamiento en el que no se produzca el efecto stick-slip. De este modo puede evitarse la generación de ruido durante el ajuste de la orientación azimutal de la góndola. También pueden evitarse las sacudidas que se producen con el efecto

stick-slip gracias al uso de dos forros de freno distintos en el sistema azimutal.

5 En una configuración preferente, el coeficiente de rozamiento del primer forro de freno es inferior al coeficiente de rozamiento del segundo forro de freno. El segundo forro de freno permite gracias a su rozamiento de adherencia entre el forro de freno y el disco de freno la parada de la góndola en una posición predeterminada. El primer forro de freno se concibe de tal modo que se produce un rozamiento de deslizamiento entre el forro de freno y el disco de freno. No obstante, el coeficiente de rozamiento del primer forro de freno es suficientemente grande para garantizar una amortiguación del movimiento de ajuste.

10 En una configuración preferente, las unidades de freno con el primer forro de freno pueden mandarse de forma independiente de las unidades de freno con el segundo forro de freno. El mando independiente de las unidades de freno en el sistema azimutal permite solicitar las unidades de freno con el primer forro de freno de tal modo con una presión de freno que durante el ajuste de la orientación azimutal se amortigua el movimiento de la góndola pudiendo evitarse, no obstante, el efecto stick-slip. La presión de freno para evitar el efecto stick-slip depende aquí del primer coeficiente de rozamiento. Las unidades de freno con el segundo forro de freno pueden solicitarse a elección con presión o pueden dejarse sin presión.

20 En una configuración preferente, las unidades de freno están dispuestas de forma anular alrededor de un disco de freno fijado en un anillo de rodamiento interior o exterior del rodamiento azimutal. Preferentemente se usan unidades de freno que se accionan de forma hidráulica. Como alternativa, el disco de freno también puede estar fijado en la torre o en el soporte de máquina.

25 En una configuración preferente, las unidades de freno con el primer forro de freno pueden solicitarse con al menos dos presiones de freno distintas. De este modo, las unidades de freno con el primer forro de freno pueden usarse para reforzar el momento de parada durante la inmovilización de la góndola o para generar el momento de frenado durante el proceso de ajuste de la góndola.

30 El objetivo según la invención se consigue también mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 7.

35 El procedimiento según la invención sirve para el ajuste azimutal en una instalación de energía eólica que presenta un sistema azimutal con al menos un accionamiento de regulador, un rodamiento azimutal giratorio, al menos un disco de freno y al menos dos unidades de freno. De las al menos dos unidades de freno, al menos una de las unidades de freno está provista de un primer forro de freno con un primer coeficiente de rozamiento y al menos una de las unidades de freno de un segundo forro de freno con un segundo coeficiente de rozamiento. Según la invención, el primer coeficiente de rozamiento es inferior al segundo coeficiente de rozamiento. En el procedimiento según la invención, se produce el establecimiento de una primera presión de freno en la al menos una unidad de freno con el primer forro de freno. Además, se produce un proceso de soltar la al menos una unidad de freno, que está provista del segundo forro de freno. El procedimiento según la invención prevé, además, accionar el accionamiento azimutal para el ajuste de la orientación azimutal en contra de la presión de freno establecida por la al menos una unidad de freno con el primer forro de freno. Para mantener la góndola después de haberse realizado la orientación azimutal en su posición predeterminada, al final tiene lugar el establecimiento de una segunda presión de freno con la al menos una unidad de freno con el segundo forro de freno. En el procedimiento según la invención, las unidades de freno que tienen un forro de freno con un coeficiente de rozamiento inferior, establecen un momento de frenado adaptado al forro de freno, de modo que durante el proceso de ajuste se evita la aparición del efecto stick-slip.

50 En una configuración preferente del procedimiento según la invención se establece finalmente la presión de freno de las unidades de freno con el segundo forro de freno también en las unidades de freno que están provistas del primer forro de freno. De este modo, también estas unidades de freno contribuyen a mantener la orientación azimutal ajustada de la góndola.

55 En una realización preferente del procedimiento según la invención, la primera presión de freno que se aplica a las unidades de freno con el primer forro de freno para la amortiguación del movimiento de ajuste es distinta a la presión de freno que se aplica tras terminar el proceso de ajuste para la inmovilización de la góndola, siendo la primera presión de freno preferentemente inferior a la segunda presión de freno.

60 En una configuración preferente, la primera presión de freno que se aplica a las unidades de freno con el primer forro de freno para la amortiguación del movimiento de ajuste es igual que la presión de freno que se aplica a las unidades de freno con el segundo forro de freno para la inmovilización de la góndola. En este caso, el primer forro de freno tiene que tener un coeficiente de rozamiento que, al estar aplicada la presión de freno para generar el momento de parada, permita una amortiguación del movimiento de ajuste sin efecto stick-slip. En el caso de que sólo esté presente un valor para la presión de freno, las unidades de freno con el primer forro de freno se solicitan constantemente con esta presión de

freno, mientras que la presión de freno de las unidades de freno con el segundo forro de freno se pasan a elección a este valor o a cero.

5 Un ejemplo de realización de la invención se explicará a continuación más detalladamente con ayuda de los dibujos. Muestran:

la figura 1 una vista en corte de un sistema azimutal de una instalación de energía eólica;

10 la figura. 2 una representación esquemática de un sistema azimutal en una instalación de energía eólica; y

la figura 3 una representación esquemática de un sistema hidráulico para el mando de las unidades de freno del sistema azimutal.

15 La figura 1 muestra una representación en corte de un sistema azimutal 2 según la invención de una instalación de energía eólica. El sistema azimutal está montado en un soporte de máquina 4 del que se muestran partes de una góndola no representada. Sirve para hacer girar la góndola respecto a la torre 6 representada por partes de la instalación de energía eólica. El giro se realiza aquí sustancialmente alrededor del eje longitudinal de la torre. El anillo interior 10 de la unión giratoria azimutal 8 está unido fijamente al soporte de máquina 4. El anillo exterior 12 correspondiente está provisto de un dentado 14 y está unido fijamente a la torre 6. Entre el anillo exterior 12 y la torre 6 está dispuesto un disco de freno 16.

20 Un accionamiento de ajuste 18 acciona mediante un engranaje 20 un piñón 22, que engrana en el dentado 14. Mediante el accionamiento del accionamiento de ajuste 18, el soporte de máquina 4 con la góndola se hace girar alrededor del eje longitudinal de la torre.

25 El soporte de máquina 4 está provisto, además, de una unidad de freno representada esquemáticamente con pinzas de freno 24, que envuelven el disco de freno 16.

30 En el ejemplo de realización representado, las pinzas de freno 24 están accionadas de forma hidráulica mediante una unidad hidráulica central, que está dispuesta en el lado de la góndola en el soporte de máquina 4. Después de haber realizado el seguimiento de la dirección del viento, la góndola se inmoviliza en la orientación predeterminada, engranando las pinzas de freno 24 unidas al soporte de máquina 4 en el disco de freno 16 fijado en la torre. Durante este proceso se aplica una presión sobre las pinzas de freno, que genera un momento de parada. Los forros de freno 17 están fijados respectivamente en las pinzas de freno 24.

35 La representación esquemática en la Figura 2 muestra el sistema azimutal montado en el soporte de máquina 4 de la instalación de energía eólica en una vista en perspectiva. En el ejemplo representado, están previstas catorce unidades de freno B1 a B14, que cooperan con el disco de freno 16 anular.

40 Las unidades de freno B1 a B14 representadas en la Figura 2 tienen forros de freno distintos. Las unidades de freno B1 y B14 están provistas de forros deslizantes. Al aplicarse un momento de frenado adaptado al forro, el forro deslizante permite un rozamiento de deslizamiento entre el forro de freno y el disco de freno durante el proceso de ajuste. Por ejemplo, gracias a la adición de grafito, un forro deslizante tiene un coeficiente de rozamiento inferior al que tiene un forro de freno que se usa para la parada del sistema azimutal. El coeficiente de rozamiento más reducido del forro deslizante se ha elegido de tal modo que esté garantizada una amortiguación del ajuste azimutal, evitándose gracias al momento debido al rozamiento de arranque más bajo del forro deslizante un efecto stick-slip durante el proceso de ajuste.

50 Las otras unidades de freno B2 a B13 están provistas de un forro de parada como forro de freno. En comparación con el forro deslizante, este forro tiene un coeficiente de rozamiento más elevado y genera el momento de parada necesario para la inmovilización de la góndola.

55 Para la inmovilización de la góndola, las unidades de freno B1 a B14 se solicitan con una presión de parada  $p_H$ , que genera el momento de parada necesario. En caso de pretenderse que la góndola siga el viento, las unidades de freno B2 a B13 pueden dejarse sin presión. Al mismo tiempo, las pinzas de freno B1 y B14 se solicitan con una presión de freno  $p_B$ , que en el ejemplo de realización representado es inferior a la presión de parada  $p_H$ , y genera el momento de parada adaptado al forro deslizante. Este momento de parada permite un deslizamiento definido de las pinzas de freno provistas de forros deslizantes en el disco de freno. La presión de freno  $p_B$  está ajustada de tal modo que el momento de frenado basta para garantizar una amortiguación para el movimiento de la góndola. Por otro lado, el forro deslizante evita gracias a su momento debido al rozamiento de arranque más bajo la generación de ruido por el efecto stick-slip, llamado en ocasiones también efecto de movimiento irregular por adherencia y deslizamiento a sacudidas.

60

La Figura 3 muestra una representación esquemática de un sistema hidráulico para el mando de las unidades de freno del sistema azimutal. Mediante las tuberías de presión 31 y 33, una unidad hidráulica 30 central pone a disposición un medio hidráulico para las pinzas de freno de las unidades de freno B1 a B14. Para la inmovilización de la góndola, todas las pinzas de freno de las unidades de freno B1 a B14 se solicitan con una presión de parada  $p_H$ . El establecimiento de la presión se realiza mediante las tuberías de presión 31 y 33, alimentándose las pinzas de freno de las unidades de freno B2 a B13 exclusivamente mediante la tubería de presión 31.

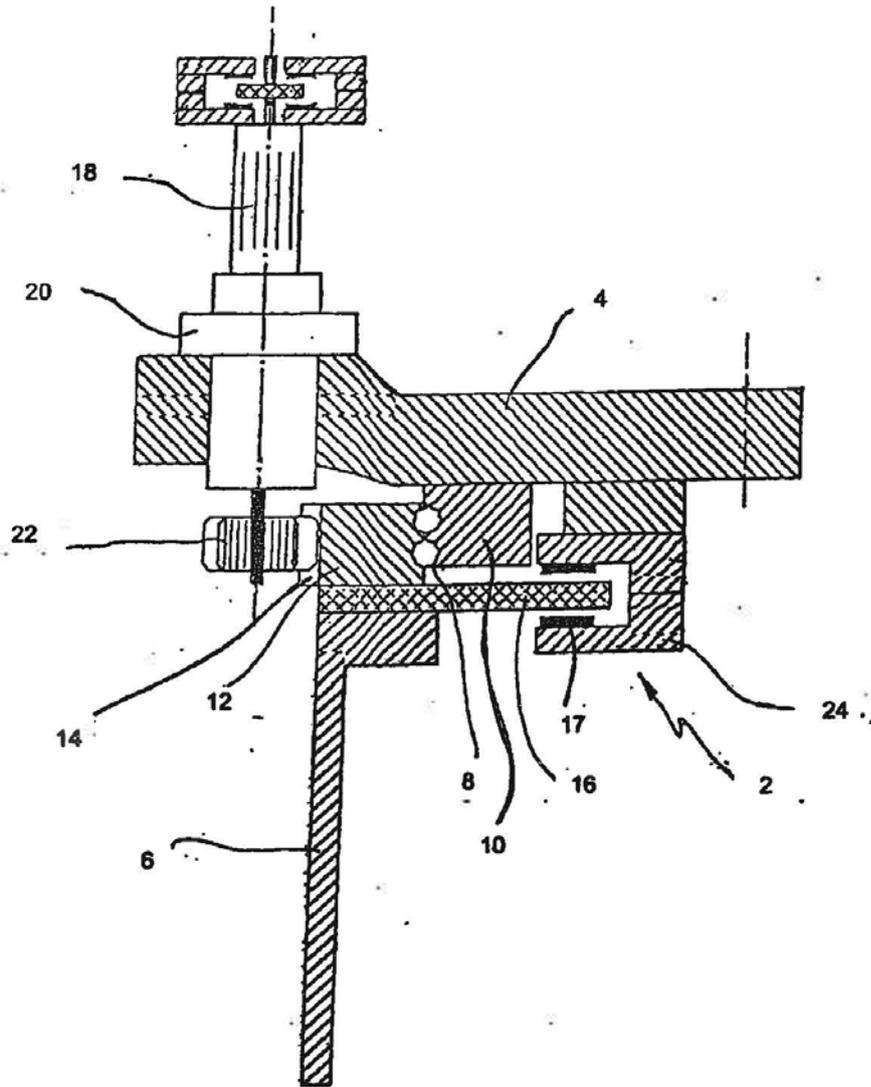
Durante la orientación azimutal de la góndola, las pinzas de freno B2 a B13 se dejan sin presión mediante una válvula distribuidora 3/2 34. La válvula distribuidora 3/2 34 se bloquea para ello, de modo que el medio hidráulico sale a través de la tubería 31, una válvula de estrangulación de retención 36 y la tubería 35. Para las pinzas de freno B1 y B14, la presión hidráulica se reduce a la presión de freno  $p_B$ . Para ello, se interrumpe la alimentación desde la unidad hidráulica 30 central y se abre la válvula distribuidora 2/2 38. El medio hidráulico sale de las unidades de freno B1 y B14 a través de las tuberías 39 y 33, limitando una válvula reguladora de caudal 40 la presión a la presión de freno  $p_B$ .

Lista de signos de referencia

2	Sistema azimutal
4	Soporte de máquina
6	Torre
8	Unión giratoria azimutal
10	Anillo interior
12	Anillo exterior
14	Dentado
16	Disco de freno
18	Accionamiento de regulador
20	Engranaje
22	Piñón
24	Pinzas de freno
30	Unidad hidráulica central
31	Tubería de presión
33	Tubería de presión
34	Válvula distribuidora 3/2
35	Tubería
36	Válvula de estrangulación de retención
38	Válvula distribuidora 2/2
39	Tubería
40	Válvula reguladora de caudal
B1-B14	Pinzas de freno B1 – B14

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Instalación de energía eólica con una torre y una góndola alojada de forma giratoria en la torre, cuya orientación puede ajustarse mediante un sistema azimutal (2), presentando el sistema azimutal al menos un accionamiento de regulador (18), un rodamiento azimutal (10, 12) giratorio, al menos un disco de freno (16), así como al menos dos unidades de freno (B1 a B14), que pueden ejercer un momento de frenado sobre el disco de freno, caracterizada porque al menos una de las unidades de freno (B1, B14) tiene un primer forro de freno (17) con un primer coeficiente de rozamiento y al menos una de las unidades de freno (B2 a B13) tiene un segundo forro de freno (17) con un segundo coeficiente de rozamiento, siendo distintos entre sí el primero y el segundo coeficiente de rozamiento.
- 10 2. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1, caracterizada porque el primer coeficiente de rozamiento es inferior al segundo coeficiente de rozamiento.
- 15 3. Instalación de energía eólica según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque la al menos una unidad de freno (B1, B14) con el primer forro de freno puede mandarse independientemente de la al menos una unidad de freno (B2 – B13) con el segundo forro de freno.
- 20 4. Instalación de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque las unidades de freno (B1 – B14) están dispuestas de forma anular alrededor de un disco de freno fijado en el anillo de rodamiento (10, 12) interior o exterior del rodamiento azimutal.
- 25 5. Instalación de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque las unidades de freno (B1 – B14) se accionan de forma hidráulica.
- 30 6. Instalación de energía eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la al menos una unidad de freno (B1 – B14) con un primer forro de freno puede solicitarse con al menos dos presiones de freno distintas.
- 35 7. Procedimiento para el ajuste azimutal en una instalación de energía eólica que presenta un sistema azimutal con al menos un accionamiento de regulador (18), un rodamiento azimutal (10, 12) giratorio, al menos un disco de freno (16) y al menos dos unidades de freno (B1 – B14), de las que al menos una unidad de freno presenta un primer forro de freno con un primer coeficiente de rozamiento y al menos una de las unidades de freno presenta un segundo forro de freno con un segundo coeficiente de rozamiento, siendo el primer coeficiente de rozamiento inferior al segundo coeficiente de rozamiento, con las siguientes etapas del procedimiento:
- establecer una primera presión de freno en la al menos una unidad de freno (B1, B14) con el primer forro de freno
  - soltar la al menos una unidad de freno (B2 – B13) con el segundo forro de freno
  - accionar el accionamiento de regulador para el ajuste de la orientación azimutal en contra de la presión de freno establecida por la al menos una unidad de freno con el primer forro de freno y
  - establecer una segunda presión de freno en la al menos una unidad de freno con el segundo forro de freno para mantener la orientación azimutal ajustada.
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque la segunda presión de freno se establece también en la al menos una unidad de freno con un primer forro de freno para mantener la orientación azimutal ajustada.
- 50 9. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque la primera presión de freno es distinta a la segunda presión de freno.
- 55 10. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque la primera presión de freno es igual a la segunda presión de freno.



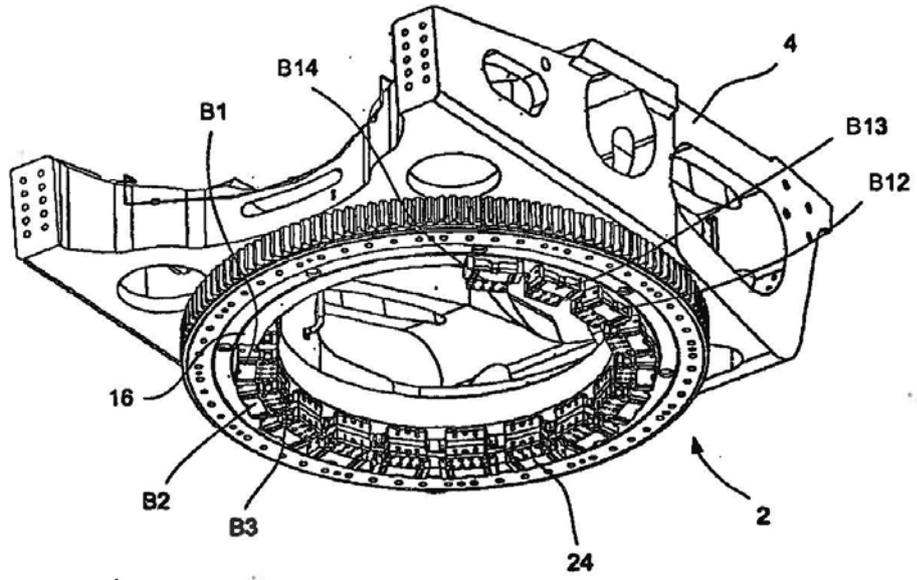


Fig. 2

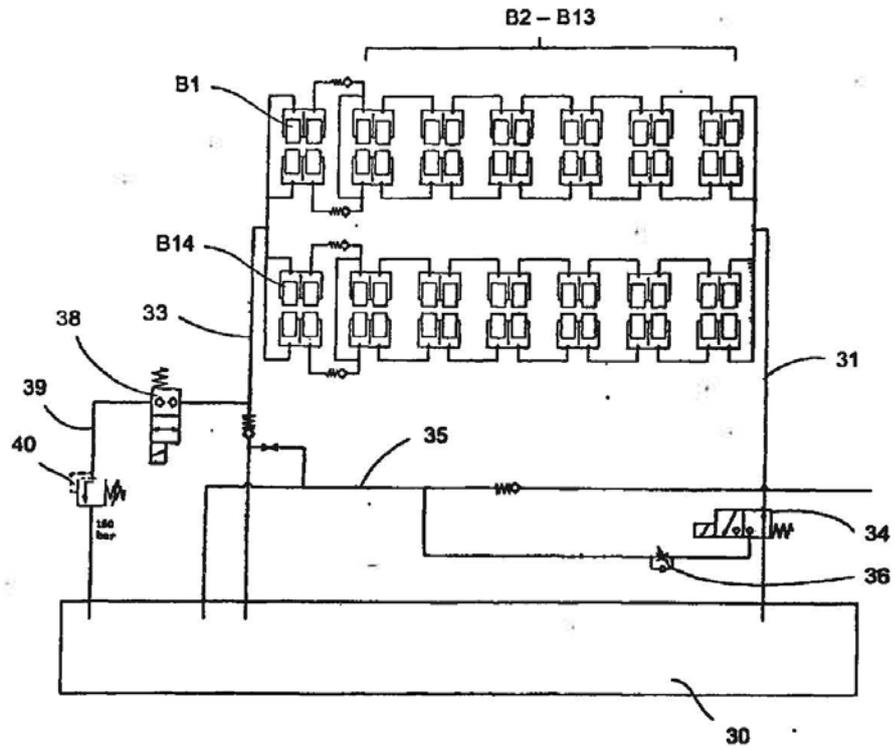


Fig. 3