

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 291**

51 Int. Cl.:

F16D 47/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2013 PCT/US2013/030754**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13162734**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013 E 13780988 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 2841788**

54 Título: **Sistema de embrague limitador de par para uso en turbinas eólicas**

30 Prioridad:

24.04.2012 US 201213454378

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

10.07.2018

73 Titular/es:

**EBO GROUP, INC. (100.0%)
1441 Wolf Creek Trail
Sharon Center, Ohio 44274, US**

72 Inventor/es:

**HEIDENREICH, DAVID y
COLE, RICHARD**

74 Agente/Representante:

DÍAZ NUÑEZ, Joaquín

ES 2 675 291 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 embrague limitador de par para el uso en turbinas eólicas5 **Campo de la técnica**

10 [0001] La invención descrita en el presente documento reside en la técnica de dispositivos de transmisión de potencia y, más particularmente, en embragues limitadores de par para el uso en turbinas eólicas. Expresamente, la invención está relacionada con un embrague limitador de par para proteger las turbinas eólicas de daños en el engranaje y en los cojinetes causados por inversiones de par. La invención proporciona un sistema de acoplamiento limitador de par asimétrico para el uso en turbinas eólicas, en el que un embrague limitador de par de avance y un embrague limitador de par inverso se proporcionan en relación apareada, con el embrague limitador de par inverso teniendo un par de deslizamiento característico que es una fracción de aquel del embrague limitador de par de avance. La invención contempla la provisión de tal disposición de embragues limitadores de par como una readaptación de sistemas existentes, o como equipo original.

Técnica previa

20 [0002] Se han instalado decenas de miles de turbinas eólicas en la última década, casi todas utilizando un sistema de accionamiento similar que incorpora una caja de cambios como vía de aumento de la velocidad, colocada entre las palas de la turbina y un generador. Las cajas de cambios normalmente se diseñan con la intención y deseo de asegurar que los cojinetes y engranajes estén alineados adecuadamente para soportar sus cargas de diseño previstas. Esas cargas de diseño se centran normalmente en la dirección rotatoria operativa de avance. Sin embargo, se ha encontrado que los pares inversos altos pueden afectar la vida de los cojinetes y engranajes de la caja de cambios. Durante las inversiones de par, los cojinetes y los engranajes se desalinean, causando una carga altamente concentrada en las superficies de contacto. Incluso un punto de par inverso moderado puede dañar los engranajes y cojinetes mal alineados. Hay varias condiciones de funcionamiento que inducen altas vibraciones de par en el sistema de transmisión y la caja de cambios, algunas de las cuales pueden causar un par severo en la dirección de accionamiento inversa. Estas condiciones se pueden presentar (a) al arrancar cuando el contactor eléctrico conecta el generador de la turbina eólica a la red; (b) durante un frenado de emergencia; (c) durante el frenado normal cuando se activa el freno de pinza; (d) durante las desconexiones de la red; y (e) durante cualquiera de varios fallos eléctricos y fallos de control.

35 [0003] Mientras que las cajas de cambios para turbinas eólicas normalmente se diseñan para tener una vida de 20 años con respecto a los cojinetes y engranajes, se ha encontrado que la vida media de cajas de cambios en diseños de turbinas eólicas es del orden de 7-11 años. El coste del reemplazo de la caja de cambios es muy alto, no sólo en gastos directos, sino también debido al tiempo de inactividad. En efecto, se cree que la avería prematura de la caja de cambios en muchos diseños de turbinas eólicas ha sido en gran parte una consecuencia de la carga de par inversa, para la cual no se ha proporcionado ninguna protección efectiva. Muchas turbinas eólicas tienen acoplamientos limitadores de par de fricción tradicionales, normalmente ajustados al 150 – 200% del par nominal de la turbina eólica. Éstos no proporcionan la protección adecuada a cojinetes mal alineados y engranajes cargados al revés. La presente invención contempla que un sistema de acoplamiento limitador de par asimétrico, con un ajuste de par alto en la dirección de avance estándar y un ajuste de par bajo en la dirección inversa podría mejorar considerablemente la vida útil de la caja de cambios.

45 [0004] La US 2012/045335 A1 describe un limitador de par asimétrico que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Descripción de la invención

50 [0005] A la luz de lo anterior, es un primer aspecto proporcionar un sistema de embrague limitador de par para el uso en turbinas eólicas en el que la protección de la caja de cambios se provee tanto en direcciones operativas de avance como inversas.

55 [0006] Otro aspecto es la provisión de un sistema de embrague limitador de par para el uso en turbinas eólicas en el cual se proporciona la protección bidireccional de naturaleza asimétrica.

60 [0007] Aún otro aspecto es la provisión de un sistema de embrague limitador de par para el uso en turbinas eólicas en el cual se proporciona un limitador de par inverso teniendo un par de deslizamiento característico que es una fracción del par en la dirección de avance.

[0008] Todavía otro aspecto adicional es la provisión de un sistema de embrague limitador de par para el uso en

turbinas eólicas en el cual los mecanismos de embrague están encerrados, sellados y secos, y operativos en una atmósfera de gas inerte.

5 [0009] Todavía otro aspecto más es la provisión de un sistema de embrague limitador de par para el uso en turbinas eólicas que incluye un sistema para controlar el ángulo de fase y el deslizamiento entre el eje de pala y el eje del generador para evaluar los pares incidentes en la caja de cambios.

10 [0010] Aún otro aspecto más es la provisión de un sistema de embrague limitador de par para el uso en turbinas eólicas que es fácilmente adaptable a las turbinas eólicas existentes para un funcionamiento mejorado y durabilidad.

15 [0011] Los aspectos anteriores y otros que se harán evidentes a medida que avance la descripción detallada se logran en un sistema generador de energía de una turbina eólica que comprende una turbina eólica conectada a una caja de cambios que aumenta la velocidad que tiene un eje de salida de alta velocidad y un generador eléctrico que tiene un eje de entrada, comprendiendo la mejora: un sistema de acoplamiento que interconecta dichos ejes de salida y de entrada, dicho sistema de acoplamiento siendo asimétrico, teniendo un primer par de deslizamiento característico en una primera dirección de accionamiento rotatoria de avance y un segundo par de deslizamiento característico en una segunda dirección de accionamiento rotatoria inversa, ajustándose dicho segundo par de deslizamiento característico sustancialmente en cero.

20 [0012] La presente invención proporciona un limitador de par asimétrico para interconectar una turbina eólica con un eje de generador, comprendiendo: una carcasa de entrada y un buje de salida; un mecanismo de sobrerrevolucionado interpuesto entre dicho carcasa de entrada y el buje de salida; un primer mecanismo limitador de par en interconexión en serie con dicho mecanismo de sobrerrevolucionado entre dicha carcasa de entrada y el buje de salida; y un segundo mecanismo limitador de par en interconexión paralela con dicho mecanismo de sobrerrevolucionado entre dicha carcasa de entrada y el buje de salida; y caracterizado por que ese dicho primer mecanismo limitador de par comprende un montaje de placa de fricción, y en la cual dicho mecanismo de sobrerrevolucionado se mantiene sobre una circunferencia interior de dicho montaje de placa de fricción e interconecta con dicho buje de salida, y comprendiendo además una placa terminal sellada entre dicha carcasa de entrada y el buje de salida, una placa de presión y un montaje de resorte interpuesto entre la dicha placa del extremo y la placa de presión, dicho montaje de resorte interpuesto entre dicha placa terminal y placa de presión forzando a dicha placa de presión a unirse mediante el contacto con el montaje de resorte de dicha placa de fricción.

Descripción de los dibujos

35 [0013] Para una comprensión completa de los diversos aspectos y estructuras de la invención, se debe hacer referencia a la siguiente descripción detallada y a los dibujos de acompañamiento donde:

La Fig. 1 es un esquema funcional de un generador de turbina eólica según la técnica previa;

40 La Fig. 2 es un esquema funcional de un primer modo de realización, particularmente adaptado como una readaptación de sistemas de acoplamiento existentes que tienen un limitador de par tradicional;

45 La Fig. 3 es un esquema funcional de una readaptación para generadores de turbina eólica que previamente no incluyeron ningún limitador de par;

La Fig. 4 es un esquema funcional de un generador de turbina eólica que tiene un acoplamiento limitador de par asimétrica, e implementado como equipo original;

50 La Fig. 5 es una vista en sección transversal de un acoplamiento limitador de par asimétrica adaptado para la implementación del sistema de la Fig. 4;

La Fig. 6 es una vista en sección parcial del mecanismo de embrague unidireccional de rampa y rodillo del modo de realización de la Fig. 5; y

55 La Fig. 7 es una vista en sección parcial del mecanismo de resorte ajustable que engrana con fuerza la placa de presión en un mecanismo limitador de par conectado en serie de la invención de la Fig. 5.

Descripción detallada y modos de realización preferidos

60 [0014] Refiriéndose ahora a los dibujos y más en particular a Fig. 1, se puede ver que un sistema generador para turbinas eólicas fabricado de acuerdo con la técnica previa está designado generalmente por el número 10. El sistema 10 incluye una serie de palas de turbina 12 unidas a un eje de turbina de baja velocidad 14. El eje de turbina 14 pasa a una caja de cambios 16, que sirve para aumentar en gran medida la velocidad rotatoria del eje de salida

de la caja de cambios 18, de manera estándar. Un freno de pinza 20 está operativo conjuntamente con un rotor de freno 22, fijado al eje de la caja de cambios 18, para detener selectivamente la rotación del eje 18, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica. Un acoplamiento está interpuesto entre el eje de salida de la caja de cambios 18 y un eje del generador 26, como se muestra. Los expertos en la técnica apreciarán que el acoplamiento comprende un espaciador de acoplamiento 24 con elementos de flexión 25 adaptados para acomodar la desalineación entre los ejes 18, 26.

[0015] Se proporciona un limitador de par o embrague limitador de par 28 conjuntamente con el eje del generador 26 para aislar el eje de salida de la caja de cambios 18 y la caja de cambios conectada 16 del par intermitente excesivo. Los expertos en la técnica apreciarán que el embrague limitador de par 28 tendrá normalmente un par de deslizamiento característico ajustado a 1,2 a 2 veces el par nominal contemplado para la aplicación a la caja de cambios 16. En general, el embrague limitador de par 28 se ajusta a 1.5 veces dicho par nominal. Los expertos en la técnica apreciarán que el embrague limitador de par 28 es típicamente bidireccional, funcionando con un par de deslizamiento igual en un modo de rotación tanto en sentido horario como antihorario. Sin embargo, el característico limitador de par de deslizamiento 28 se encuentra típicamente muy por encima de lo requerido para la protección contra los eventos de par inversos.

[0016] Como se ha presentado anteriormente, el diseño del sistema generador de turbina eólica 10 de la técnica previa, y el asociado embrague limitador de par 28, prestó poca atención a la presencia de cargas de par en los cojinetes y engranajes desalineados en la dirección de accionamiento inversa, dicho par causa daños en la caja de cambios y la necesidad de un mantenimiento y reparación temprana. El presente modo de realización, mostrado en las Figs. 2-4 y descrito abajo, sirve para remediar este problema proporcionando una mayor protección limitadora de par contra cargas inversas.

[0017] En referencia ahora a la Fig. 2, se puede ver que un primer modo de realización de un sistema generador para turbinas eólicas se designa generalmente con el número 32. Este primer modo de realización se presenta como una readaptación para un sistema que actualmente emplea un embrague limitador de par. Como se muestra, una caja de cambios 16 tiene un eje de transmisión de salida 18 en comunicación operativa con un freno de pinza 20 y el rotor de freno 22. El eje de la caja de cambios 18 se interconecta con el eje del generador 26 por medio de un espaciador de acoplamiento 34 y elementos de flexión 25. El espaciador de acoplamiento 34 incluye un par de bujes superpuestos concéntricos 36, 38, respectivamente interconectados con los ejes 18, 26. Un primer embrague limitador de par 28, típicamente teniendo un par de deslizamiento de 1,2 a 2 veces el par nominal para el sistema 32, se interpone entre el espaciador de acoplamiento 34 y el eje del generador 26. El embrague limitador de par 28 es, en el modo de realización de la Fig. 2, una parte del equipo original del sistema generador para turbinas eólicas. Para proporcionar la protección para incidentes de par inverso, el acoplamiento original entre los ejes 18, 26 se reemplaza con el espaciador de acoplamiento 34 que comprende bujes 36, 38 con un embrague limitador de par 40 en paralelo con un mecanismo de sobrerrevolucionado 42. El mecanismo de de sobrerrevolucionado 42 comprende normalmente un embrague unidireccional, asegurando la interconexión directa entre los bujes 36, 38 en una primera dirección rotatoria, y desplazándose libremente en dirección contraria. En consecuencia, el embrague limitador de par 40 sirve como un embrague limitador de par inverso, proporcionando la interconexión entre los bujes 36, 38 con un par de deslizamiento característico en la dirección rotatoria inversa. En un modo de realización preferido, el embrague limitador de par 40 tiene un par de deslizamiento característico que es una fracción del par nominal experimentado por el embrague limitador de par 28.

[0018] Como se muestra adicionalmente en la Fig. 2, el sello 44 puede emplearse para proporcionar un recinto sellado y proteger el espaciador de acoplamiento 34, y en particular el embrague limitador de par 40 y el mecanismo de sobrerrevolucionado 42 del ambiente. Es preferible un ambiente seco. Para proteger además estos elementos del ambiente, se contempla que el recinto se presurice ligeramente con un gas inerte como el nitrógeno. Puede ser indicada la presencia de un interior presurizado mediante un indicador de presión 45 apropiado, como una cámara de aire o varilla con resorte.

[0019] En la dirección normal de avance, el sistema generador para turbinas eólicas 32 de la Fig. 2 funciona de modo que el eje de la caja de cambios 18 arrastra el eje del generador 26 a través del espaciador de acoplamiento 34 en una primera dirección rotatoria. Se proporciona la protección por medio del embrague limitador de par 28, interpuesto entre el espaciador de acoplamiento 34 y el eje de generador 26. En esta dirección de rotación, el mecanismo de de sobrerrevolucionado o embrague unidireccional 42 proporciona la interconexión directa entre los bujes 36, 38.

[0020] En caso de una situación de par inverso, el embrague unidireccional 42 se desplaza libremente y se proporciona la interconexión entre los bujes 36, 38 a través del embrague limitador de par inverso 40. El par de deslizamiento característico del embrague limitador de par 40 es menor que el del embrague limitador de par 28 y, por consiguiente, la protección de la caja de cambios 16 para pares de carga inversos es proporcionada mediante el embrague limitador de par inverso 40.

5 **[0021]** Con referencia ahora a la Fig. 3, se puede ver que un segundo modo de realización de un sistema generador para turbinas eólicas se designa generalmente con el número 46. El sistema 46 proporciona otra vez un readaptación de un sistema existente reemplazando el espaciador de acoplamiento original con el espaciador de acoplamiento 48. Esta modificación está particularmente adaptada para sistemas que no contaban con la provisión de un embrague limitador de par. En consecuencia, el espaciador de acoplamiento 48, proporcionado entre el eje de la caja de cambios 18 y eje del generador 26 incluye a un par de bujes 50, 52 con interconexiones limitadores de par interpuestas entre sí. De nuevo, se proporciona un mecanismo de sobrerrevolucionado o embrague unidireccional 54 en conexión en serie con el embrague limitador de par 56, haciendo que el limitador de par 56 sea un embrague limitador de par de avance, con el embrague unidireccional 54 desplazándose libremente en dirección contraria. Se interpone un embrague limitador de par inverso 58 entre los bujes 50, 52 en paralelo con la interconexión entre el embrague unidireccional 54 y el embrague limitador de par de avance 56. De nuevo, el par de deslizamiento característico del embrague limitador de par 58 es sólo una fracción del mismo del embrague limitador de par 56. En consecuencia, el embrague unidireccional 54 asegura que el embrague limitador de par 56 controla las aplicaciones de par de avance, mientras el embrague limitador de par 58 controla incidentes de par inverso.

20 **[0022]** La presente solicitud contempla además la utilización de un aparato de monitorización y registro para evaluar el deslizamiento y el par entre varios elementos del sistema de generación para turbinas eólicas. En el modo de realización de la Fig. 3, transductores o sensores magnéticos de reluctancia variable 60, 62, 64 se colocan conjuntamente con el eje de la caja de cambios 18 (transductor 60), buje 50 (transductor 62), y eje del generador 26 (transductor 64). Cada uno de los transductores 60, 62, 64 proporciona una salida correspondiente al movimiento rotatorio del elemento asociado 18, 50, 26. En consecuencia, el deslizamiento y el par experimentado a lo largo de la transmisión de potencia 18, 48, 26 se puede monitorizar continuamente por medio del monitor/registrador 66. Como se muestra, la salida del generador 30 también se puede registrar así.

25 **[0023]** Los expertos en la técnica apreciarán que no sólo se puede medir la velocidad rotatoria de varios elementos, sino también el ángulo de fase entre tales elementos. Por ejemplo, los expertos en la técnica apreciarán que la diferencia de ángulo de fase entre el transductor 60 y el transductor 62 es una indicación de la deformación por torsión característica entre los transductores, traducible así al par en el sistema de acoplamiento. Cuando los transductores 60, 62 proporcionan señales que están en sincronización de fase entre sí, no se imparte ningún par al eje 18. Del mismo modo, las diferencias en la velocidad rotatoria monitorizadas entre los transductores 60 y 64 o 62 y 64 son indicativas de cualquier deslizamiento instantáneo entre los elementos con los cuales están asociados los transductores. El monitor/registrador 66 puede obtener así datos en cuanto al par y características del deslizamiento de los ejes de transmisión y su acoplamiento en el sistema de generación para turbinas eólicas 46.

35 **[0024]** En referencia ahora a la Fig. 4, se puede ver que un sistema generador para turbinas eólicas de equipo original es designado generalmente con el número 70. Aquí también, una caja de cambios 16 tiene un eje de salida 18 interconectado a través del espaciador de acoplamiento 24 y elementos de flexión 25 a un buje 72 que está comunicado mediante transmisión operativa con el eje de generador 26 del generador 30. En un modo de realización de equipo original, un limitador de par 74, que sirve de limitador de par de avance, se interconecta en serie con un embrague unidireccional o mecanismo de sobrerrevolucionado 76 para interconectar el buje 72 con el eje de generador 26. En paralelo a esta disposición, y además interconectando el buje 72 con el eje de generador 26, hay un embrague limitador de par 78 que, como en el modo de realización de la Fig. 3, funciona para proporcionar capacidades limitadoras de par para la rotación opuesta a la del embrague limitador de par 74. Este limitador de par inverso 78 tiene un par de deslizamiento característico que es una fracción del par del embrague limitador de par de avance 74. Nuevamente, la operación es la misma, como se ha dicho anteriormente.

40 **[0025]** Se contempla que los varios modos de realización tendrán normalmente un embrague limitador de par de avance que tiene una par de deslizamiento característico de 1,2 a 2 veces el par nominal experimentado por el sistema, y más preferentemente del orden de 1.5 veces dicho par. El embrague limitador de par inverso tendrá normalmente un par de deslizamiento característico menor que el par del embrague limitador de par de avance. Se contempla además que el embrague limitador de par puede incluir embragues de disco múltiple, como es bien conocido y entendido por los expertos en la técnica. Por supuesto, el tamaño y el número de tales discos serán determinados normalmente por las necesidades de la fuerza reaccionaria, prestando la debida consideración a las limitaciones de la envoltura. Como se ha presentado anteriormente, se contempla además que los embragues limitadores de par, así como el mecanismo de sobrerrevolucionado normalmente se alojarán en un ambiente de gas inerte, estando el gas inerte bajo mayor presión que el de la atmósfera, asegurando la protección del ambiente. En efecto, según un modo de realización preferido, se contempla una carcasa llena de nitrógeno.

50 **[0026]** El monitor/registrador 66 se contempla para el uso en la grabación y el registro del par excesivo y/o incidentes de deslizamiento de par. Los transductores 60, 62, 64 pueden ser de cualquier naturaleza adecuado, pero se contemplan actualmente como transductores de anillo metálico de reluctancia variable con dientes espaciados que inducen señales correspondientes a la posición y velocidad de rotación. Las diferencias de señal son una

indicación de par y/o deslizamiento, como será apreciado por el experto en la técnica.

5 **[0027]** La presente solicitud, a diferencia de la técnica previa, procura proteger la caja de cambios de sistemas de generación para turbinas eólicas de los efectos dañinos de los pares inversos que periódicamente afectan a la caja de cambios de tales sistemas. Al proporcionar los acoplamientos asimétricos limitadores de par presentados y descritos anteriormente, con los limitadores de par avanzado e inverso que son independientemente operativos y de ajustes diferentes, se asegura la protección de las cajas de cambios.

10 **[0028]** En referencia ahora a la Fig. 5, puede obtenerse una apreciación con respecto a un modo de realización particular de un acoplamiento limitador de par asimétrico para la generación de energía de la turbina eólica hecho de acuerdo con la invención, estando el mismo designado generalmente con el número 80. El acoplamiento asimétrico limitador de par 80 incluye una carcasa de entrada 82 que, consecuente con el modo de realización de la Fig. 4, está conectado con un eje de alta velocidad de una caja de cambios de turbina eólica como mediante una placa adaptadora 84. La placa adaptadora 84 se puede atornillar o fijarse de otro modo al alojamiento de entrada 82. Un buje de salida 86 se adapta para recibir y asegurar un eje del generador o similar por medio de una llave adecuada o acoplamiento dentado o, preferentemente, un conector de disco de contracción 88. Los mecanismos limitadores de par del acoplamiento limitador de par asimétrico 80 se mantienen dentro de y se interponen entre la carcasa de entrada 82 y el buje de salida 86, como se presenta más particularmente abajo.

20 **[0029]** Un montaje de placa de fricción 90, con material de fricción en caras opuestas del mismo, funciona como un embrague unidireccional o de sobrerrevolucionado en virtud de una pluralidad de rodillos cilíndricos 92 interpuestos entre y espaciados circunferencialmente alrededor del buje de salida 86 y el montaje de placa de fricción 90. Como mejor se muestra en la Fig. 6, el embrague unidireccional del montaje de placa de fricción 90 es un embrague de rampa y rodillo en el cual cada uno de los rodillos cilíndricos 92 tiene un resorte asociado 94 que impulsa al rodillo a
25 acoplarse entre el surco arqueado 96 de la superficie interior del montaje de placa de fricción 90 y una rampa 98 que define una superficie interior del buje de salida 86. Los expertos en la técnica apreciarán que, en una dirección de rotación, los rodillos cilíndricos 92 bloquean el montaje de placa de fricción 90 y el buje de salida 86, mientras que en un sentido opuesto de rotación, el montaje de placa de fricción 90 se desplaza libremente. Se apreciará que el mecanismo de sobrerrevolucionado 90-98, aquí descrito, tiene preferentemente el diseño de un elemento de bloqueo o rampa y rodillo de retroceso nulo para acomodar un funcionamiento fiable y un desgaste reducido en el
30 diseño asimétrico descrito. En particular, la placa de fricción 90 está sujeta por resortes 108, 110 al alojamiento de entrada 82.

35 **[0030]** En referencia de nuevo a la Fig. 5, se verá que una placa terminal 100 está asegurada en su lugar por un anillo de bloqueo o tuerca de retención 102 en acoplamiento roscado con la carcasa de entrada 82. Un sello 104 se interpone entre la carcasa de entrada 82 y la placa terminal 100.

40 **[0031]** Una placa de presión 106 se fija como en 107 al alojamiento de entrada 82. Como se muestra mejor en la Fig. 7, resortes de disco 108 y resortes ondulados apilados 110 se interponen entre la placa terminal 100 y la placa de presión 106, impulsando la placa de presión 106 en acoplamiento con la placa de fricción 90. Los resortes de disco 108 y los resortes ondulados apilados 110 pueden incluir múltiples pilas de resortes o arandelas Belleville para acomodar una importante fuerza de resorte y el ajuste del par - - éste último se consigue variando la composición de la pila de resortes. Además, el resorte Belleville de cada pila está centrado por un resorte ondulado interior. Además, el anillo de bloqueo o la tuerca de retención 102 está en acoplamiento roscado ajustable con la carcasa de entrada
45 82 para ajustar con precisión una compresión de resorte deseada y un par característico empujando la placa de extremo 100 hacia la placa de presión 106.

50 **[0032]** Como mejor se muestra en la Fig. 5, el montaje de placa de fricción 112 se fija de forma giratoria al buje de salida 86 por medio de un tornillo con tuerca 114. Un montaje de placa flexible 115 se fija de manera similar y se interpone entre los montajes de placa de fricción 90 y 112, con un resorte Belleville 116 interpuesto entre el montaje de placa de fricción 112 y el montaje de placa flexible 115 y empujando las superficies de fricción al contacto con la carcasa de entrada 82. Esta disposición hace que la carcasa de entrada 82 permanezca estable y a escuadra con el buje de salida 86.

55 **[0033]** Se apreciará que los elementos 90-98 funcionan como un embrague unidireccional o mecanismo de sobrerrevolucionado, los elementos 90, 106-110 comprenden un primer mecanismo limitador de par de fricción, mientras los elementos 112-116 comprenden un segundo mecanismo limitador de par de fricción. Este segundo mecanismo limitador de par de fricción demuestra la misma cantidad de par en una dirección de rotación tanto de avance como inversa, siendo ese ajuste de par considerablemente menor que el par característico del primer mecanismo limitador de par de fricción de los elementos 90, 106-110. En efecto, el segundo mecanismo limitador de par de fricción puede tener un par característico ajustado en o cerca del cero. Además, la fuerza del resorte del segundo mecanismo limitador de par es deseablemente menor que el primer mecanismo limitador de par para asegurar que el montaje de placa de fricción 90 se mantiene estable respecto al buje de salida 86 ya que la fuerza
60

del resorte Belleville 116 actúa sobre el montaje de placa 115 con la misma fuerza que contra el montaje de placa de fricción 90 en dirección contraria.

5 **[0034]** En el contexto de la operación del acoplamiento limitador de par asimétrico 80, consecuente con los conceptos presentados en las Figs. 2-4, se apreciará que el montaje de placa de fricción 90 y el buje de salida 86 está en interconexión en serie a través del embrague unidireccional o embrague de rodillo y rampa. El montaje de placa de fricción 90 y el montaje de placa de fricción 112 están en paralelo el uno con el otro, con el montaje de placa de fricción 90 controlando la operación de avance. En la operación inversa, el montaje de placa de fricción 112 y el montaje de placa flexible de fricción 115 controlan las operaciones dado que la estructura del embrague unidireccional de la Fig. 6 hace que el montaje de placa de fricción 90 sea considerablemente inconsecuente en la dirección inversa.

15 **[0035]** Se ha encontrado que es muy importante para los limitadores de par asimétricos que no añadan un efecto de retroceso adicional al sistema de accionamiento, ya que un retroceso en el engranaje se añadiría a los problemas experimentados en sistemas de accionamiento de turbinas eólicas. El diseño de los mecanismos limitadores de par, tanto en paralelo como en serie, descritos arriba, y el mecanismo de sobrerrevolucionado del embrague de rampa y rodillo consiguen todos un retroceso nulo.

20 **[0036]** Una característica adicional de un modo de realización de la invención es el mantenimiento de los mecanismos limitadores de par dentro de una atmósfera de gas inerte positiva. Para este fin, además del sello 104, se interpone un sello 118 entre la placa final 100 y el buje de salida 86, y se interpone un sello 120 entre la carcasa de entrada 82 y el buje de salida 86. Con dichos sellos provistos entre la carcasa de entrada 82 y el buje de salida 86, una válvula Schrader 122 proporciona la introducción de gas inerte, a una presión apropiada, dentro de la cavidad definida entre los mismos. En un modo de realización preferido, el gas inerte es el argón. Se proporciona un diafragma 124 dentro de una carcasa de diafragma 126 para permitir el control de la presión interna.

30

35

40

45

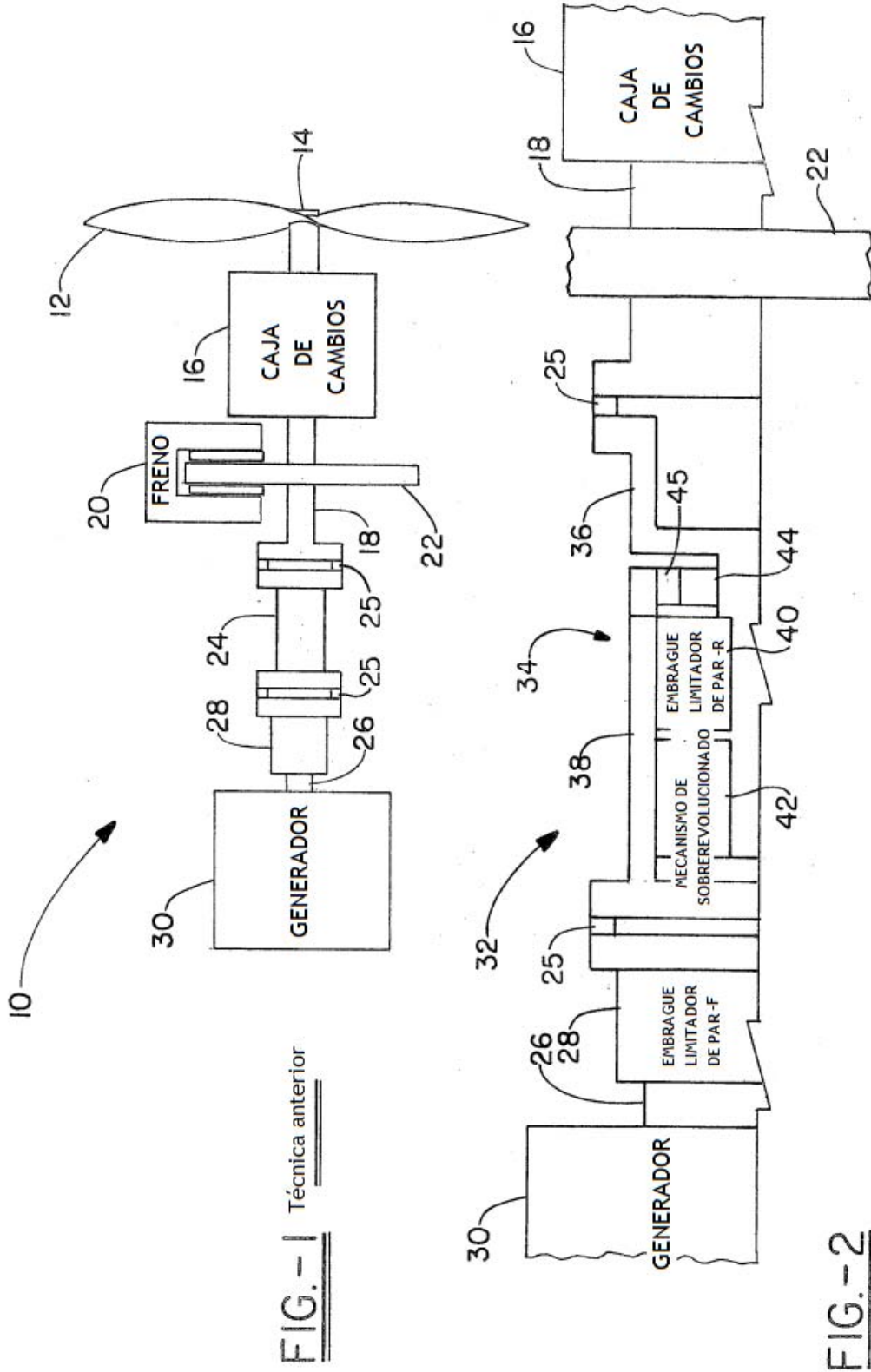
50

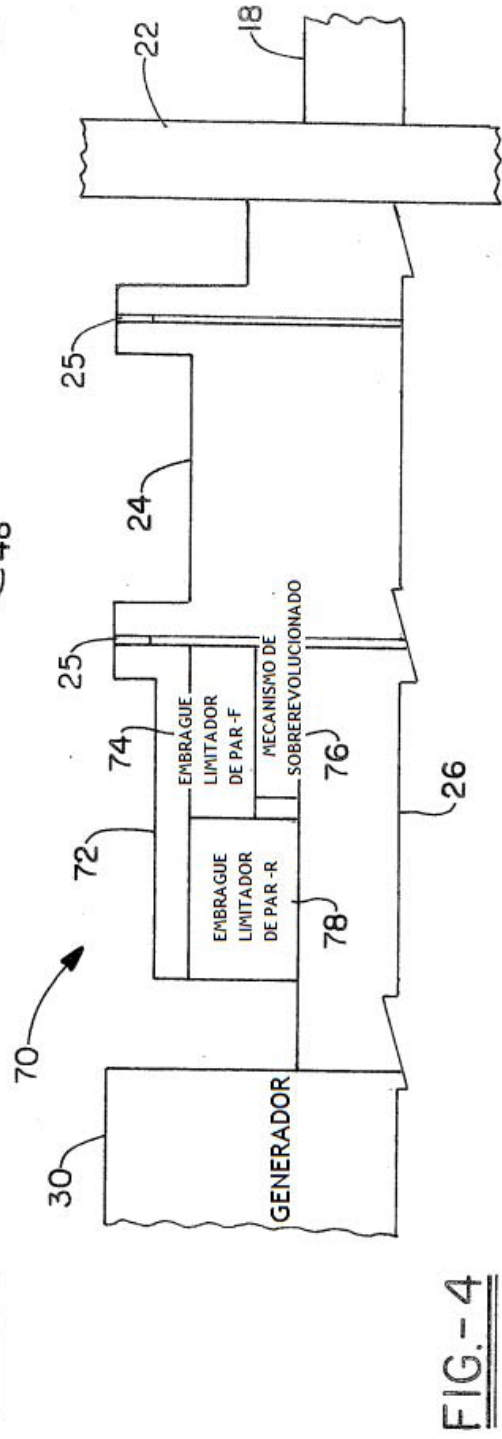
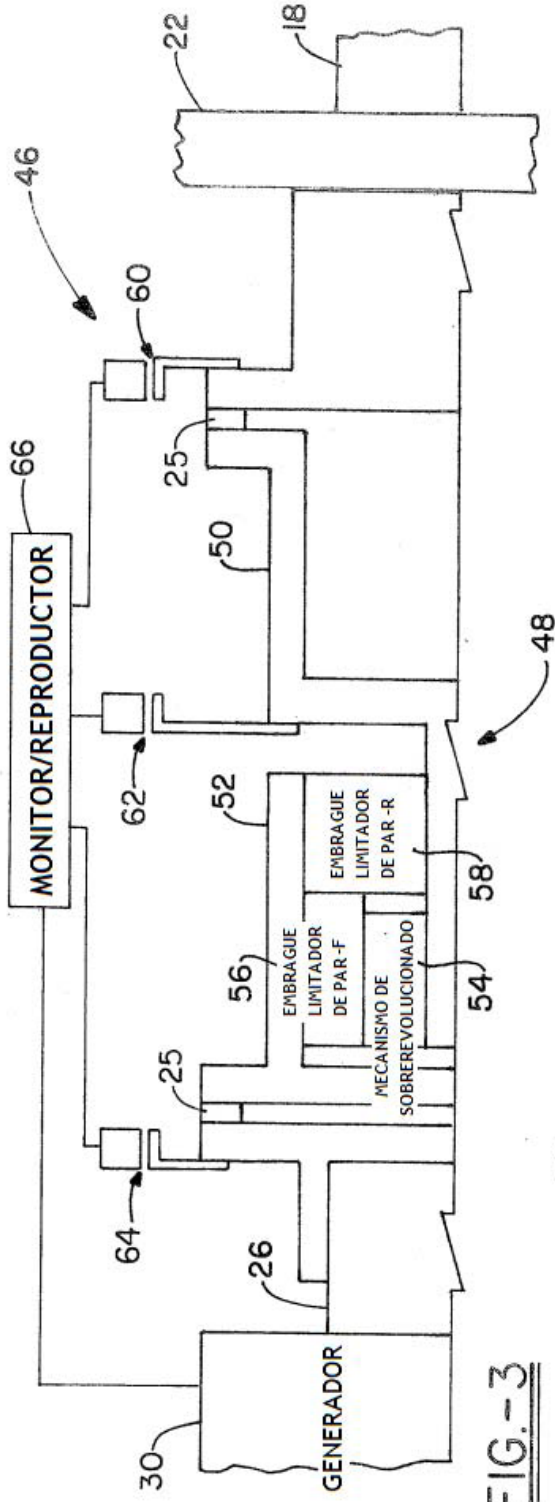
55

60

REIVINDICACIONES

1. Limitador de par asimétrico (80) para interconectar una turbina eólica a un eje de generador que comprende:
- 5 una carcasa de entrada (82) y un buje de salida (86);
un mecanismo de sobrerrevolucionado (90-98) interpuesto entre dicha carcasa de entrada (82) y dicho buje de salida (86);
un primer mecanismo limitador de par (90, 106-110) situado en interconexión en serie con dicho mecanismo de sobrerrevolucionado entre dicha carcasa de entrada (82) y dicho buje de salida (86);
10 y un segundo mecanismo limitador de par (112-116) situado en interconexión en paralelo con dicho mecanismo de sobrerrevolucionado entre dicha carcasa de entrada (82) y dicho buje de salida (86),
caracterizado por que dicho primer mecanismo limitador de par(90, 106-110) comprende un montaje de placa de fricción (90), y dicho mecanismo de sobrerrevolucionado (90-98) se mantiene alrededor de una circunferencia interna (96) de dicho montaje de placa de fricción y se interconecta con dicho buje de salida, y comprende además una placa terminal (100) sellada entre dicha carcasa de entrada (82) y dicho buje de salida (86), una placa de presión (106), y un montaje de resorte (108, 110) interpuesto entre dicha placa terminal y dicha placa de presión, dicho montaje de resorte fuerza dicha placa de presión a acoplarse mediante el contacto con dicho montaje de placa de fricción.
- 15
- 20 **2.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 1, en la cual dicha carcasa de entrada (82) está además sellada (118, 120) sobre dicho buje de salida (86).
- 3.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 2, en la cual dicha carcasa de entrada (82) y dicho buje de salida (86) definen una cavidad, dicha cavidad está llena de un gas inerte.
- 25 **4.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 3, en la cual dicho gas inerte está presurizado dentro de dicha cavidad, y comprende además indicador de presión sellado (124) en comunicación con dicha cavidad, y visible desde el exterior de dicha carcasa de entrada (82).
- 5.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 4, en la cual dicho indicador comprende un diafragma (124).
- 30 **6.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 3, en la cual dicho gas inerte es el argón.
- 7.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 1, en la cual dicho mecanismo de sobrerrevolucionado (90-98) comprende una interfaz de rodillo y rampa de resorte de retroceso nulo (92, 94, 96, 98) con dicho buje de salida (86).
- 35 **8.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 1, en la cual dicho mecanismo de sobrerrevolucionado (90-98) comprende un elemento de bloqueo de retroceso nulo.
- 9.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 1, en la cual una entrada a dicho mecanismo de sobrerrevolucionado (90-98) comprende dicho primer mecanismo limitador de par (90, 106-110) sujetado por medio de resortes a dicha carcasa de entrada (82).
- 40 **10.** Limitador de par asimétrico (80) según la reivindicación 1, en la cual el ajuste de par de avance total del limitador de par asimétrico (80) es un ajuste de par de dicho primer mecanismo limitador de par (90, 106-110) y por lo menos una porción de un ajuste de par de dicho segundo mecanismo limitador de par (112-116), y un ajuste de par inverso del limitador de par asimétrico (80) es únicamente dicho ajuste de par de dicho segundo mecanismo limitador de par (112-116).
- 45
- 50





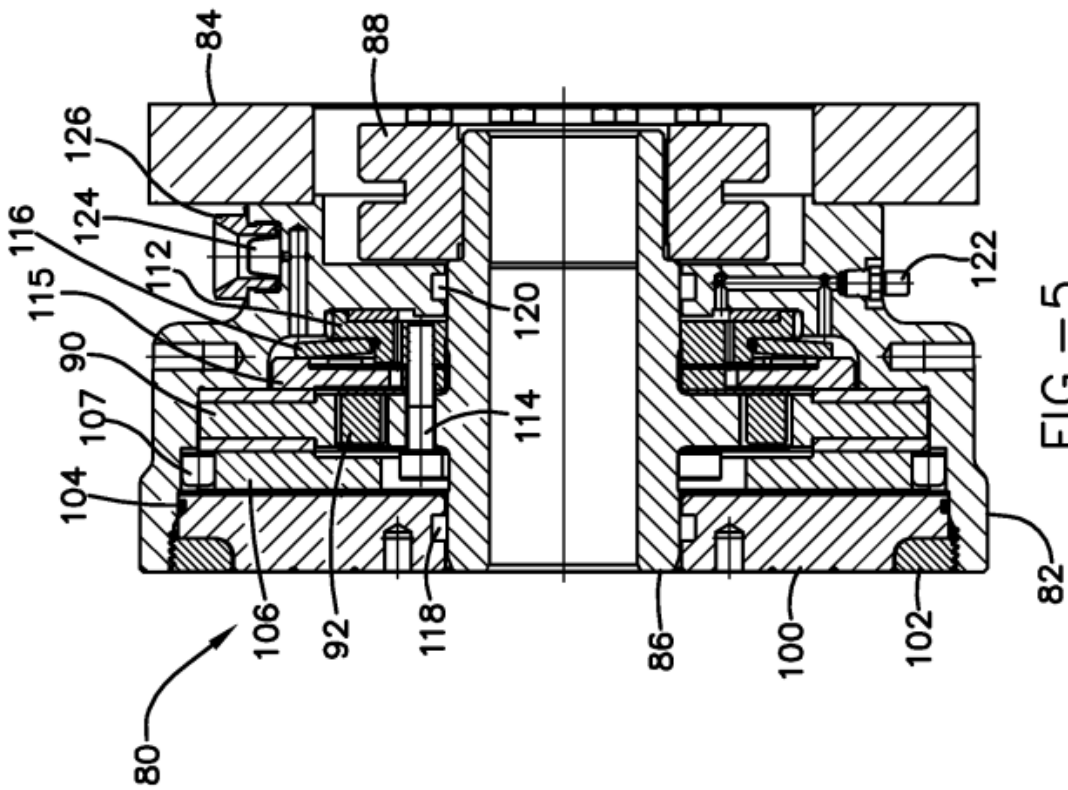


FIG.-5

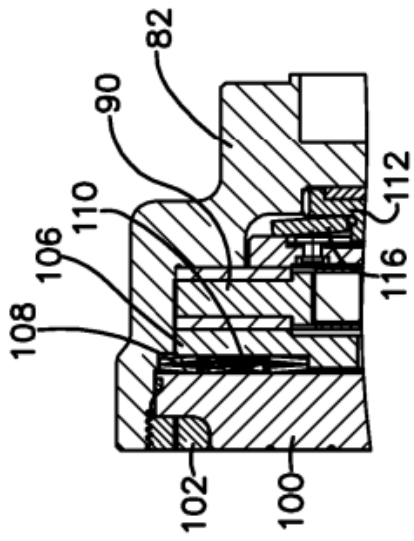


FIG.-7



FIG.-6