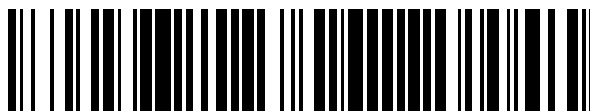


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 477**

51 Int. Cl.:  
**F16H 1/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04799029 .6**  
96 Fecha de presentación: **19.11.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1685336**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.08.2006**

54 Título: **UNIDAD DE TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES CON PORTA SATÉLITES.**

30 Prioridad:  
**19.11.2003 GB 0326933**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.03.2012**

73 Titular/es:  
**Hansen Transmissions International N.V.**  
**De Villermontstraat 9**  
**2550 Kontich, BE**

72 Inventor/es:  
**SMOOK, Warren y**  
**BOGAERT, Roger**

74 Agente: **Gallego Jiménez, José Fernando**

**ES 2 375 477 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**

Unidad de transmisión por engranajes con porta satélites

5 La presente invención se refiere a un porta satélites para una unidad de transmisión por engranajes y, de forma específica, aunque no exclusiva, a una unidad de transmisión por engranajes de tipo planetario que puede ser aplicada en una unidad de transmisión por engranajes para una turbina eólica.

Tal unidad de transmisión por engranajes de tipo planetario para una turbina eólica es conocida, por ejemplo, por WO 02/073649.

10 Existe una necesidad constante de turbinas eólicas más grandes, especialmente en ubicaciones marinas, debido a la escasez de ubicaciones adecuadas y al coste de las obras. Al mismo tiempo, las necesidades de reducción de tamaño y peso de las máquinas y sus componentes son cada vez más importantes. De forma típica, un rotor de turbina eólica acciona el eje de baja velocidad de una unidad de transmisión por engranajes, que transforma el par y la velocidad del rotor en el par y la velocidad necesarios de un generador eléctrico.

15 La integración de los componentes de una turbina eólica es una manera de reducir el peso y hacer que la unidad de transmisión sea más compacta, aunque es importante que el diseño y la ejecución de la unidad de transmisión eviten la interferencia mutua de las cargas externas e internas en los distintos componentes. También es importante que la estructura de una unidad de transmisión integrada permita conseguir una lubricación eficaz de forma económica y fiable.

20 La presente invención se refiere especialmente, aunque no de forma exclusiva, al problema de obtener un soporte para satélites preciso y de larga duración de manera económica y que pueda ser utilizado en una unidad de turbina eólica.

Según un aspecto de la presente invención, una unidad de transmisión por engranajes de tipo planetario comprende unos engranajes de planeta, satélite y corona y un porta satélites, comprendiendo dicho porta satélites una placa de bogie de satélite que soporta y ubica unos cojinetes de satélite separados circunferencialmente en los que están montados los satélites, y siendo al menos algunos de dichos cojinetes cojinetes del tipo de rodillos cónicos.

25 La unidad de engranajes puede comprender satélites dispuestos en pares alineados axialmente. Es decir, los satélites de un par pueden estar dispuestos de forma coaxial.

Los cojinetes pueden soportar pares respectivos de satélites alineados, estando dispuestos de forma típica los dos engranajes de cada par en caras opuestas de la placa.

30 El cojinete o cojinetes en la posición de cada satélite separado circunferencialmente pueden estar soportados en un eje que, durante su uso, es capaz de ajustarse automáticamente en dicha posición angular con respecto a la placa de bogie.

35 De forma alternativa, dicho eje puede estar fijado de forma sustancialmente rígida a la placa de bogie. La placa de bogie puede ser del tipo que, como resultado de la deformación elástica, es suficientemente elástica para permitir el ajuste automático de la posición angular del eje con respecto al eje de giro de la corona, por ejemplo, en el caso de un eje que está fijado de forma sustancialmente rígida a la placa de bogie.

En dirección axial paralela al eje de giro del porta satélites, un cojinete principal para soportar de forma giratoria una corona con respecto a un porta satélites puede estar dispuesto en una posición sustancialmente alineada de forma axial con la posición axial al menos de la corona de la unidad de transmisión por engranajes.

40 En algunas realizaciones de la invención, puede ser preferido que los engranajes de planeta, satélite y corona estén dispuestos en un plano transversal (perpendicular al eje de giro de dichas fuerzas giratorias) que también contiene dicho cojinete principal.

45 La corona puede formar una ubicación axial y radial para el cojinete principal. La corona puede tener una superficie radialmente exterior con un perfil escalonado para definir un borde para la ubicación de un anillo de cojinete interior del cojinete principal. El anillo de cojinete interior puede estar fijado axialmente y de forma no giratoria entre dicho borde y una estructura de soporte.

La corona puede estar dotada de un anillo de refuerzo, pudiendo extenderse dicho anillo de refuerzo axialmente y/o radialmente más allá de la superficie dentada de la corona. Dicho anillo de refuerzo puede formar una ubicación axial del cojinete principal.

50 El cojinete principal puede comprender un cojinete cónico doble, y dicho cojinete cónico doble puede comprender un único anillo de cojinete exterior. El cojinete cónico doble puede comprender unos rodillos dispuestos en una configuración en forma de O, en la que los rodillos de una serie aumentan su diámetro en una dirección en alejamiento de los rodillos de la otra serie del par de series.

En otro de sus aspectos, la presente invención da a conocer una turbina eólica que comprende rotores, un generador y una unidad de transmisión que comprende una unidad de transmisión por engranajes del tipo según la presente invención. De forma típica, en dicha unidad de transmisión, la corona puede estar soportada de forma no giratoria con respecto a una estructura de soporte.

5 Una parte de la unidad de transmisión por engranajes, p. ej., un cuerpo envolvente de la misma, puede estar dispuesta para soportar un generador eléctrico.

A continuación, se describirá la invención, solamente a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los que:

10 la Figura 1 es una vista en alzado de una turbina eólica que tiene una unidad de transmisión por engranajes de la presente invención;

la Figura 2 es una vista en sección de parte de una unidad de transmisión por engranajes conocida;

la Figura 3 muestra una parte de la Figura 2 de forma más detallada, y

la Figura 4 muestra una característica específica de la presente invención.

15 Una turbina eólica 10 (ver Figura 1) comprende una unidad 11 de transmisión por engranajes que actúa para transmitir el par procedente de unas aspas 12 de rotor y de un cubo 14 de rotor a un generador eléctrico 13, comprendiendo la unidad de transmisión por engranajes una unidad de engranajes de tipo planetario. La unidad de transmisión por engranajes y el generador están alojados en una góndola 15 y soportados por la misma.

20 La unidad 11 de transmisión por engranajes se describe en este caso de forma más detallada haciendo referencia a las Figuras 2 y 3. La unidad 11 de transmisión por engranajes comprende una unidad de engranajes de tipo planetario que tiene cuatro satélites 25 separados circunferencialmente, un planeta 27, un porta satélites 28 y una corona 24 que está montada de forma no giratoria con respecto a la estructura de la góndola 15.

El planeta está conectado a un eje de salida (no mostrado) conectado a una unidad de engranajes adicional o directamente al rotor del generador 13.

25 La superficie 29 radialmente exterior de la corona 24 forma una ubicación y un soporte para el anillo interior 30 de un cojinete 23 principal.

El anillo exterior 31 del cojinete principal tiene fijado al mismo el cubo 14 de rotor, y la zona exterior 22 del porta satélites 28 está interpuesta entre el cubo de rotor y el anillo 31.

30 En una estructura anterior propuesta, el porta satélites 28 de la Figura 3 comprende cuatro puntales 26 de soporte de cojinete separados circunferencialmente de forma uniforme para ubicar los cojinetes 32 que soportan de forma giratoria los cuatro satélites 25. El porta satélites 28 tiene una zona anular 33 que se extiende radialmente entre la posición radial de los puntales 26 de cojinete y la zona exterior 22 y está diseñada para ser relativamente rígida en una dirección circunferencial alrededor del eje Y para transmitir el par entre la zona 22 y los puntales 26 de soporte, pero para ser relativamente flexible alrededor de los ejes X y Z.

35 Según la presente invención, el porta satélites 28 es sustituido por un porta satélites 41 (ver Figura 4) dotado, en esta realización, de tres puntales 42 integrales y separados circunferencialmente de forma uniforme que soportan una placa 43 de bogie de satélite. La placa de bogie de satélite soporta tres ejes 44 separados de forma uniforme circunferencialmente y dispuestos cada uno (vistos en el plano de la Figura 4) para ajustar automáticamente su posición angular en la placa 43. Cada eje 44 soporta, en caras opuestas de la placa 43, un par de cojinetes 45, 46 de rodillos cónicos alrededor de los cuales están montados cada par de satélites 47, 48 de forma giratoria para engranar con la corona 49.

40 En la estructura mencionada anteriormente, el par que actúa sobre el cubo 14 de rotor bajo la acción de las aspas 12 de rotor es transmitido a los satélites 47, 48 a través del porta satélites 41, montado de forma giratoria en su zona exterior en el anillo exterior 31 del cojinete 23. En esta estructura, los momentos de flexión y las fuerzas axiales en la dirección Y ejercidos por el cubo de rotor son transmitidos directamente al cojinete 23. La flexibilidad de la parte anular 33 del porta satélites 28 ayuda a aislar sustancialmente estas fuerzas con respecto a los satélites.

Por lo tanto, la presente invención describe en su aspecto más amplio un bogie de un porta satélites que está dotado de cojinetes de rodillos que son de tipo cónico para soportar los satélites.

50 En otro de sus aspectos, la presente invención describe que los satélites pueden estar soportados, a través de sus cojinetes, en un eje del tipo denominado eje flexible, tal como el descrito en GB 1.101.131, en el contexto de un engranaje de tipo planetario de tipo simple. En este aspecto, la presente invención permite conseguir una ventaja especial al utilizar un eje del tipo eje flexible en el contexto de una unidad de engranajes de tipo planetario con un bogie de satélite. Esta ventaja puede ser obtenida independientemente de si, tal como se ha descrito anteriormente,

los cojinetes de satélite son cojinetes de rodillos cónicos o son cojinetes de rodillos cilíndricos (no reivindicados). No se excluye su uso en estructuras que tienen otras disposiciones de cojinetes (no reivindicadas), tales como cojinetes esféricos.

5 A continuación se describe de forma más detallada una variación de la estructura de la Figura 4 para usar un eje flexible como eje 44 de la misma.

10 La Figura 5 muestra una representación básica. La placa 5 de soporte, es decir, la placa de bogie, acciona la parte interior del eje 1 de satélite, que soporta a su vez la parte exterior o casquillo (4), el cojinete 2 de satélite y el satélite 3. A continuación se describe brevemente la función del eje flexible en el contexto de su aplicación en un bogie, haciendo referencia a la Figura 6. Una fuerza externa (por ejemplo, las fuerzas de satélite tangenciales) provocará que el eje interior 1 se doble como resultado del momento de flexión  $F \cdot y$ . El punto "A" está desplazado una distancia "x" del punto de aplicación de la fuerza, que provoca un momento  $F \cdot x$ . Este momento de flexión en "A" actúa en dirección opuesta al primero y, por lo tanto, hace que el casquillo exterior gire en sentido opuesto en la dirección del segundo momento.

15 La cantidad de compensación dependerá de las distancias x e y, así como del diseño del eje interior y el casquillo. El uso del eje flexible es ventajoso para la distribución de cargas en los flancos de los dientes (KHB), así como el reparto de cargas entre los satélites en la unidad de tipo planetario ( $K_{\gamma}$ ). La igualdad de cargas entre los satélites ( $K_{\gamma}$ ) será inversamente proporcional a la rigidez de los ejes de satélite y, por lo tanto, es preferido fabricar los ejes de satélite lo más flexibles posible.

20 La cantidad de compensación podría ser igual en ambas caras de la placa de bogie central, aunque no es necesario que lo sea. Especialmente si la unidad de engranajes comprende un planeta helicoidal, puede resultar ventajoso seleccionar diferentes cantidades de compensación para que los satélites izquierdo y derecho sigan mejor la deformación helicoidal del eje de planeta bajo carga (debida a la torsión). Esto no sería posible en diseños clásicos de eje flexible, ya que solamente hay una fila de satélites, aunque es posible en la aplicación en un bogie de satélite.

25 Al usar dientes helicoidales en una unidad de tipo planetario, se crea un momento por parte de los componentes axiales de las fuerzas de engrane normales de los dientes de la corona y el planeta, respectivamente (ver Figura 7). Este efecto no deseado hace que el satélite se incline, siendo la inclinación inversamente proporcional a la rigidez del eje de satélite. En un diseño de eje flexible, la unidad de eje de satélite (eje interior y casquillo) es menos rígida que en diseños convencionales y, por lo tanto, provocará una mayor inclinación del satélite. Esta es la razón por la que el eje flexible solamente se usa de forma habitual en engranajes rectos. Una posible solución a este problema  
30 podría obtenerse fabricando el eje de satélite (interior o en combinación) de forma anisótropa en lo que respecta a su rigidez. Las Figuras 8 a 10 muestran un sistema de tipo planetario que utiliza un diseño de este tipo. El eje interior está fabricado de tal manera que sigue permitiendo la flexibilidad necesaria en la dirección tangencial (ver Figura 9), pero es lo más rígido posible en un plano normal a la dirección tangencial (Figura 10). De esta manera, podría ser posible usar el eje flexible en combinación con dientes helicoidales.

35

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Unidad (11) de transmisión por engranajes de tipo planetario que comprende unos engranajes de planeta (27), satélite (25) y corona (24) y un porta satélites (28), comprendiendo dicho porta satélites (26) una placa (43) de bogie de satélite que soporta y ubica unos cojinetes (45, 46) de satélite separados circunferencialmente en los que están montados los satélites (47, 48), **caracterizada por el hecho de que** al menos algunos de dichos cojinetes son cojinetes (45, 46) de rodillos cónicos.
2. Unidad de transmisión por engranajes según la reivindicación 1, **caracterizada por el hecho de que** comprende satélites (47, 48) dispuestos en pares alineados axialmente.
- 10 3. Unidad de transmisión por engranajes según la reivindicación 2, **caracterizada por el hecho de que** los cojinetes (45, 46) soportan pares respectivos de satélites (47, 48) alineados.
4. Unidad de transmisión por engranajes según la reivindicación 3, **caracterizada por el hecho de que** dos engranajes (47, 48) de cada par están dispuestos en caras opuestas de la placa (43).
5. Unidad de transmisión por engranajes según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** cada satélite (47, 48) de un par está montado en un par de cojinetes (45, 46) de rodillos cónicos.
- 15 6. Unidad de transmisión por engranajes según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** comprende un par de cojinetes (45, 46) de rodillos cónicos dispuestos en una configuración en forma de O.
- 20 7. Unidad de transmisión por engranajes según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** los cojinetes (45, 46) en la posición de cada satélite (47, 48) separado circunferencialmente están soportados en un eje (44) que, durante su uso, se ajusta automáticamente en dicha posición angular con respecto a la placa (43) de bogie.
- 25 8. Unidad de transmisión por engranajes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por el hecho de que** los cojinetes (45, 46) en las posiciones de al menos algún satélite (47, 48) separado circunferencialmente están soportados en un eje (44) que está fijado de forma sustancialmente rígida a la placa (43) de bogie.
9. Unidad de transmisión por engranajes según la reivindicación 8, **caracterizada por el hecho de que** cada uno de dichos ejes (44) está fijado de forma sustancialmente rígida a la placa (43) de bogie.
- 30 10. Unidad de transmisión por engranajes según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizada por el hecho de que** la placa (43) de bogie puede deformarse elásticamente para permitir el ajuste automático de la posición angular del eje o de cada eje (44) con respecto al eje de giro de la corona (24).
11. Unidad de transmisión por engranajes según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** el cojinete principal (27) comprende una superficie (30) de cojinete de anillo interior con un diámetro superior al de la superficie dentada de la corona (24).
- 35 12. Unidad de transmisión por engranajes según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** el porta satélites forma una vía de transmisión de par que se extiende radialmente que es rígida en torsión pero relativamente elástica en una dirección axial paralela al eje alrededor del que actúan las fuerzas giratorias.
- 40 13. Unidad de transmisión por engranajes según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por el hecho de que** los satélites (47, 48) están soportados con respecto a la placa (43) de bogie por un eje (44) del tipo de eje flexible.

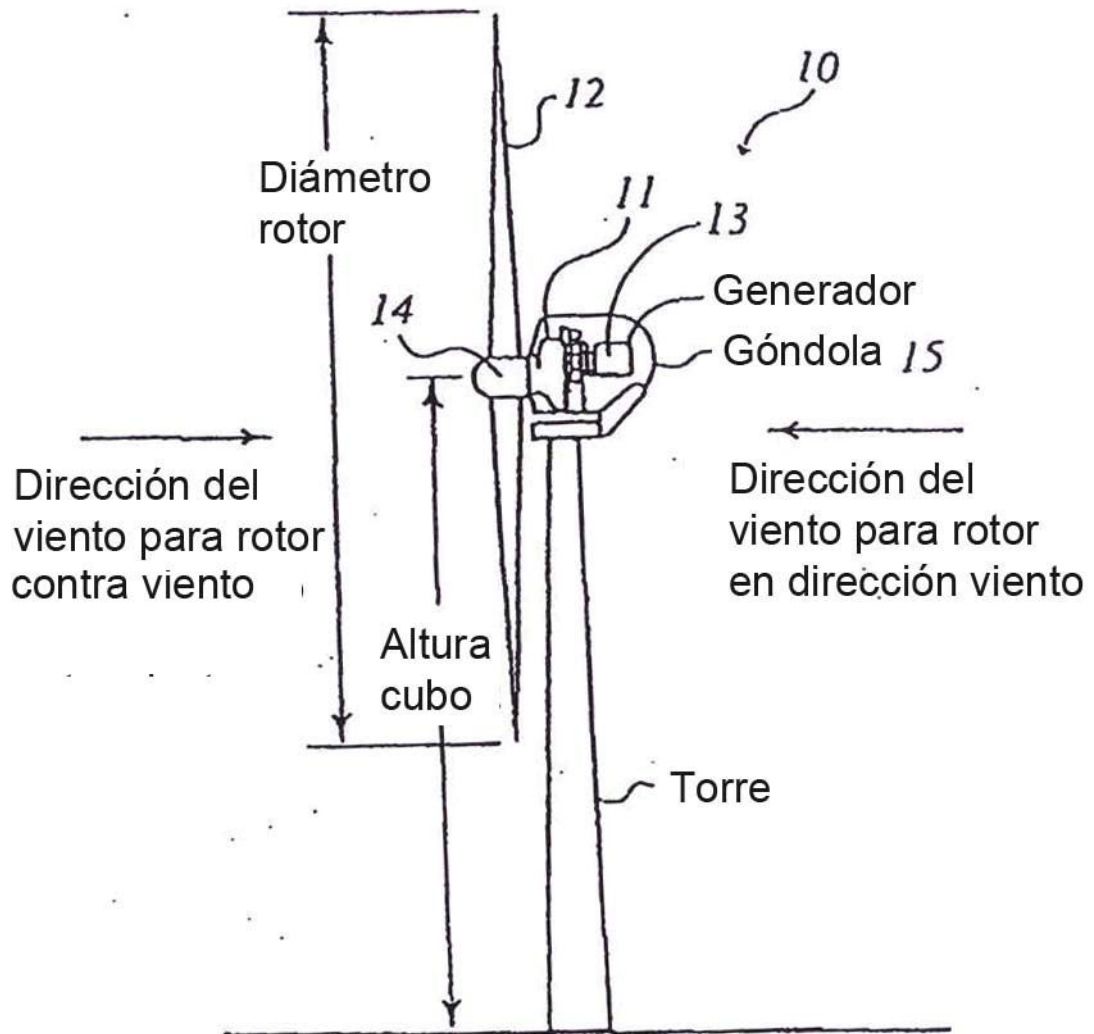


FIG. 1

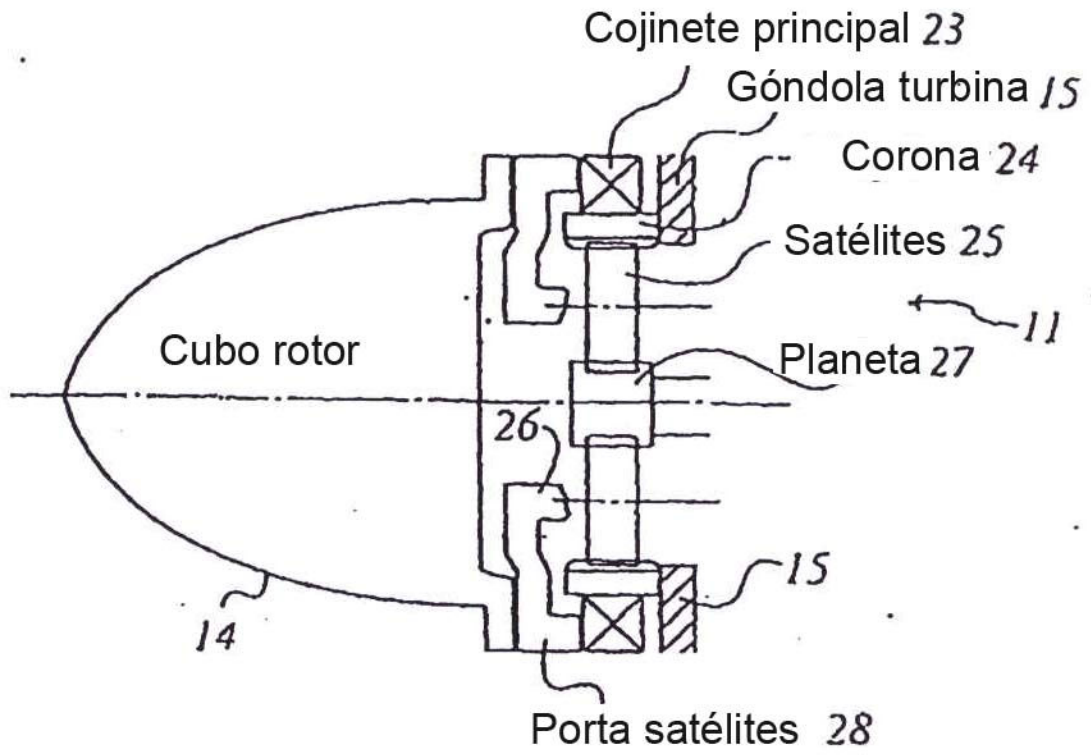


FIG. 2

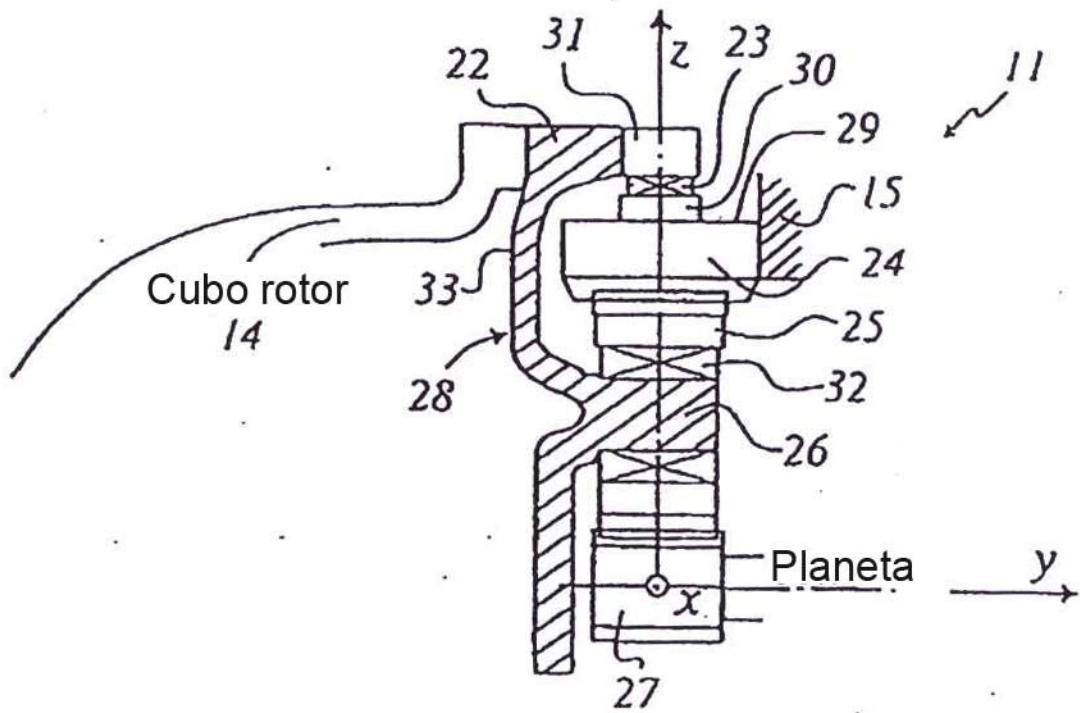


FIG. 3



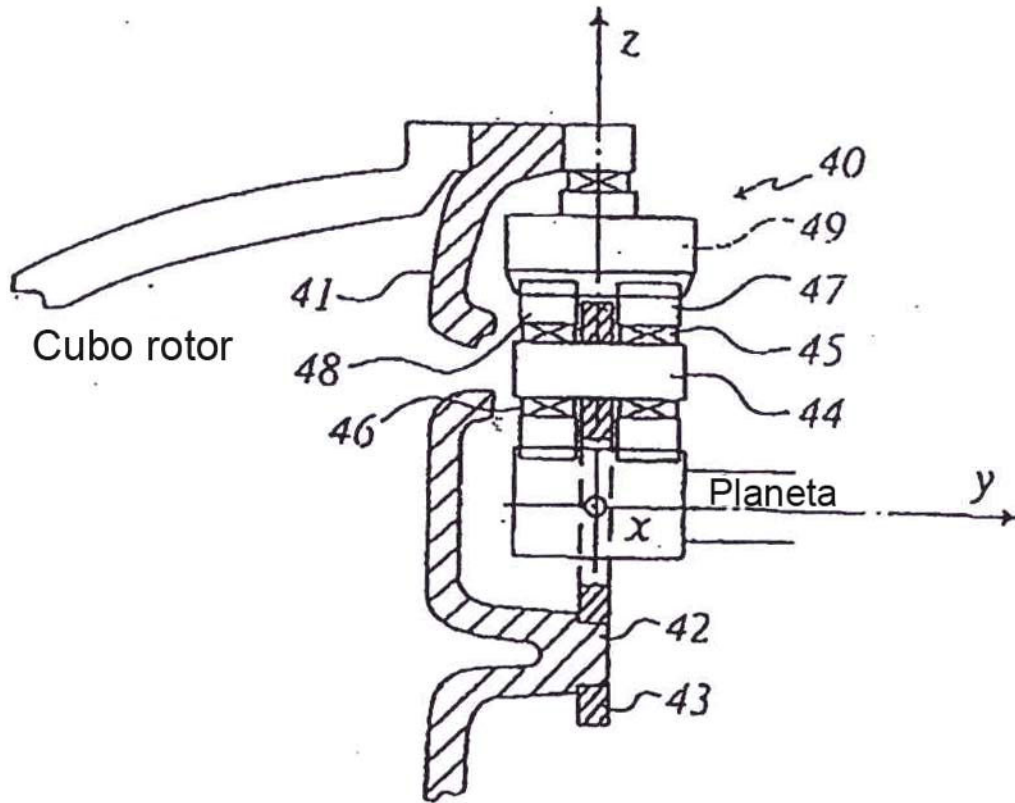
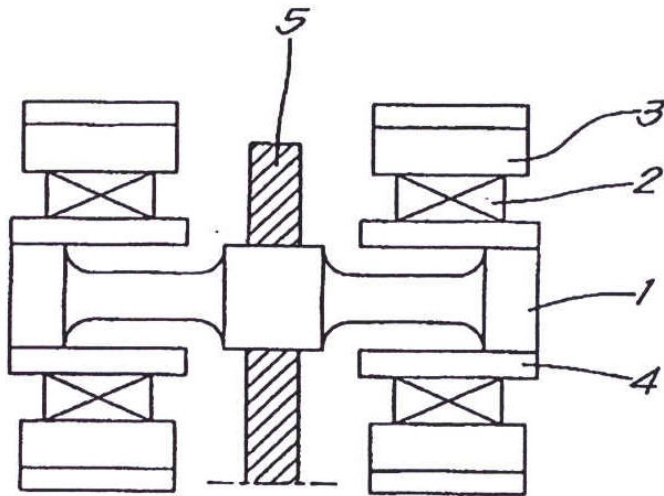
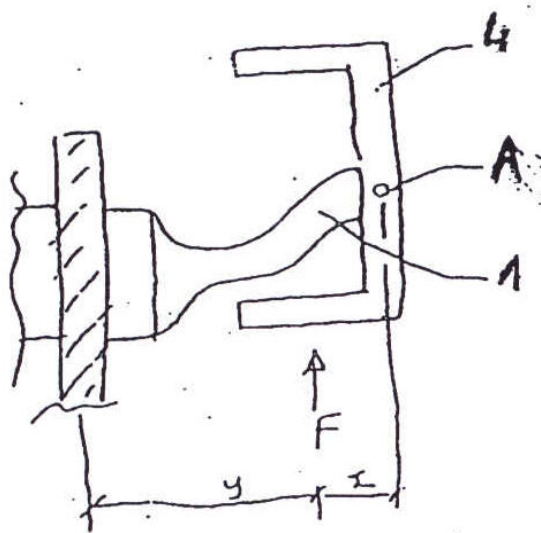


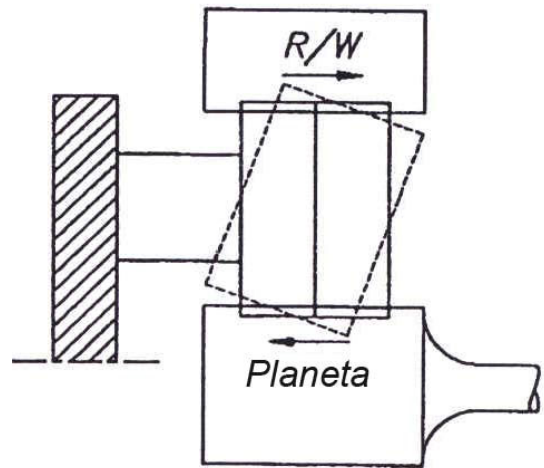
FIG. 4



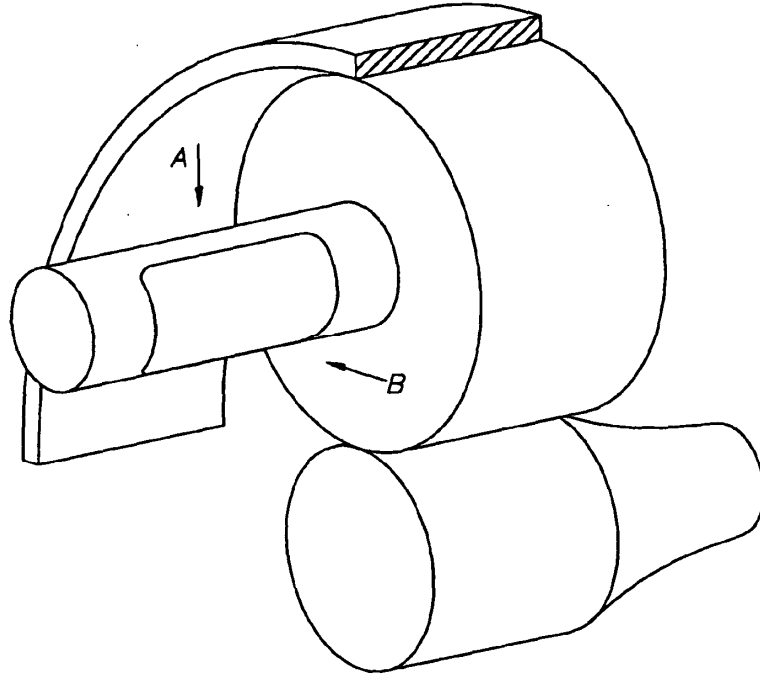
*Fig. 5*



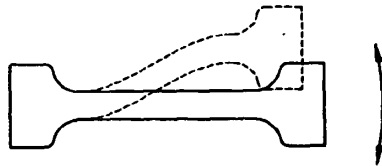
*Fig. 6*



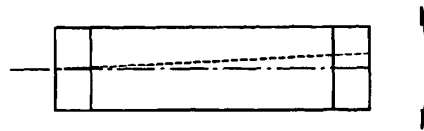
*Fig. 7*



*Fig. 8*



*Fig. 9*



*Fig. 10*