

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 365**

51 Int. Cl.:

F16H 7/02 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06787019 .6**

96 Fecha de presentación: **12.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1902234**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.03.2008**

54 Título: **Turbina eólica**

30 Prioridad:
12.07.2005 US 698719 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.05.2012

73 Titular/es:
**HAMILTON SUNDSTRAND CORPORATION
ONE HAMILTON ROAD
WINDSOR LOCKS, CT 06096, US**

72 Inventor/es:
**BERTOLOTTI, Fabio P. y
WESSON, John, P.**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 381 365 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

Turbina eólica.

5 ANTECEDENTES DEL INVENTO

El invento se refiere, en general, a grupos de trenes de engranajes de accionamiento y, más concretamente, a un grupo de trenes de accionamiento accionados por correa para realizar una conversión de potencia.

10 Muchas industrias requieren la realización de una conversión de potencia, es decir, la conversión de potencia mecánica en potencia eléctrica. Por ejemplo, la industria de turbinas eólicas es un segmento en rápido crecimiento de la industria de generación de potencia eléctrica. Las turbinas eólicas proporcionan un método para extraer energía del viento y convertir la energía en electricidad para suministrarla bien sea para uso individual o bien a las redes de energía eléctrica públicas. La conversión de energía eólica en energía eléctrica se lleva a cabo acoplando una pala de rotor de turbina por medio de un grupo de engranajes de accionamiento a una unidad de conversión de potencia, tal como un generador de energía eléctrica, de modo que el paso del viento por las palas del rotor de la turbina dé como resultado la rotación de un rotor de la unidad de conversión de potencia. Se considera el documento DE 3222007 como la técnica anterior más cercana.

20 Un conocido grupo de engranajes de accionamiento para una turbina eólica incluye un árbol principal, que conecta un cubo del rotor de una pala de una pala del rotor de una turbina a una entrada de baja velocidad de una caja de cambio de velocidades. Se conecta un generador a la salida de alta velocidad de la caja de cambio. La pala del rotor de la turbina impulsa el árbol de baja velocidad de la caja de cambio, que transforma el par motor y la velocidad de la pala del rotor de la turbina en el par motor y la velocidad del generador requeridos. Con frecuencia, la caja de cambio incluye un juego complejo de engranajes planetarios, que puede incluir un piñón central (sol), engranajes planetarios y coronas dentadas, que proporcionan los medios de transmisión del par motor de las palas del rotor de la turbina al generador. Con el tiempo, se acumulan pequeñas partículas metálicas dentro de la caja de cambio al rozarse mutuamente las superficies de los engranajes. La acumulación de las partículas metálicas acelera considerablemente la degradación de toda la caja de engranajes. Se conocen sensores de aceite, filtros en los circuitos de aceite de la caja de engranajes, y sensores ultrasónicos para detectar frecuencias en la caja de engranajes indicativas de componentes, que sufran un rápido desgaste, para aliviar estos problemas de seguridad de las cajas de cambio. No obstante, estas soluciones son sofisticadas y caras.

35 Además, los grupos de trenes de accionamiento, que utilizan diseños basados en cajas de cambio, tropiezan con limitaciones de costes y de tamaños según se va incrementando el diámetro de las palas del rotor de la turbina más allá de las longitudes estándar de aproximadamente 60 a 70 metros. En particular, el peso y el coste de la caja de cambio se definen por la capacidad para soportar el par motor de la entrada de baja velocidad de la caja de engranajes. Esta capacidad de soportar el par motor debe incrementarse con aproximadamente el cubo del diámetro de las palas del rotor de la turbina, así como la velocidad de rotación disminuye con el diámetro de las palas del rotor para mantener una velocidad de la punta de las palas del rotor de la turbina, que esté dentro de los límites admisibles de generación de ruidos. Desventajosamente, el coste y el peso de la caja de engranajes se convierten rápidamente en prohibitivamente elevados según se incrementa la longitud de las pala del rotor de la turbina.

45 Otro conocido grupo de tren de accionamiento para turbinas eólicas incluye un árbol principal, que conecta directamente la pala del rotor de la turbina a un gran generador. El rotor eléctrico interior del generador gira al unísono con la pala del rotor de la turbina. Estos grupos de trenes de accionamiento crean también problemas de coste y de peso. De hecho, los conocidos grupos de trenes de accionamiento de generador accionado directamente son casi dos veces tan pesados como los grupos de trenes de accionamiento de diseño con caja de cambio, a causa de un rápido incremento en coste y peso asociado al diámetro de la pala del rotor de la turbina. Este rápido incremento resulta del crecimiento cúbico en peso requerido en respuesta a la revolución más lenta de la pala del rotor de la turbina. Adicionalmente, los generadores de accionamiento directo necesitan pesados bastidores de generador contruidos con tolerancias estrechas. Desventajosamente, este requerimiento puede ser caro y difícil de manufacturar.

55 En consecuencia, es deseable proporcionar un grupo de tren de accionamiento mejorado para llevar a cabo una conversión de potencia que no sea cara, que sea fiable y que proporcione posibilidades de modulación en el diseño.

SUMARIO DEL INVENTO

60 Según el invento, un conjunto de turbina eólica incluye una torre, que soporta una estructura de góndola, un árbol hueco unido rotativamente con la estructura de góndola y que aloja un tren de accionamiento impulsado por correa que tiene por lo menos una correa, y una pala de rotor de turbina conectada al árbol hueco y rotativa alrededor de un eje de rotación del árbol hueco. El eje de rotación queda fuera de un área definida por la correa. La rotación de la pala del rotor de la turbina es transmitida a una unidad de conversión de potencia, conectada rotativamente con el tren de accionamiento accionado por correa, para llevar a cabo una conversión de potencia. En un ejemplo, el tren

de accionamiento accionado por correa comprende una primera correa y una segunda correa. La primera correa está situada adyacente a la segunda correa, y cada correa forma un arco alrededor de por lo menos dos ruedas catalinas secundarias.

5 En una realización, un ejemplo de grupo de tren de accionamiento para un sistema de conversión de potencia incluye una primera rueda catalina que define un eje de rotación, por lo menos dos ruedas catalinas secundarias adyacentes a la primera rueda catalina, y por lo menos una correa. El eje de rotación queda fuera de un área definida por la correa. La correa se puede operar para transferir potencia mecánica entre la primera rueda catalina y las ruedas catalinas secundarias en respuesta a una rotación de la primera rueda catalina alrededor de un eje de rotación. La correa define una primera cara que tiene una dotación de una primera pluralidad de ranuras y de una primera pluralidad de dientes, y una segunda cara opuesta que tiene una dotación de de una segunda pluralidad de ranuras y de una segunda pluralidad de dientes. La primera rueda catalina define la otra dotación de la primera pluralidad de ranuras y de la primera pluralidad de dientes, y la ruedas catalinas secundarias definen la otra dotación de la segunda pluralidad de ranuras y de la segunda pluralidad de dientes.

15 En un ejemplo, la primera pluralidad de dientes engrana en la primera pluralidad de ranuras, y la segunda pluralidad de dientes engrana en la segunda pluralidad de ranuras, por lo cual la rotación de la primera rueda catalina alrededor del eje de rotación hace engranar la primera pluralidad de dientes con la primera pluralidad de ranuras, y la segunda pluralidad de dientes con la segunda con la segunda pluralidad de ranuras. En un ejemplo, cada una de las ruedas catalinas secundarias está conectada rotativamente con una unidad de conversión de potencia para convertir la energía mecánica en energía eléctrica. En un ejemplo, las ruedas catalinas secundarias están montadas por un sistema de montaje exteriormente a la estructura de góndola del sistema de conversión de potencia.

20 Las diversas características y ventajas de este invento se harán patentes a los peritos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada. Los dibujos que acompañan a la descripción detallada se pueden describir brevemente tal como sigue.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 Figura 1 ilustra un sistema de conversión de potencia, que tiene un conjunto de tren de accionamiento según el presente invento;
 Figura 2 ilustra un ejemplo de tren de accionamiento según el presente invento;
 Figura 3 ilustra un ejemplo de configuración de correa para usar dentro del conjunto de tren de accionamiento según el presenta invento;
 35 Figura 4 ilustra características de un ejemplo de correa para usar dentro del conjunto de tren de accionamiento según el presente invento;
 Figura 4B ilustra una vista esquemática de los componentes del conjunto de tren de accionamiento del presente invento;
 Figura 4C es una vista esquemática de un ángulo de envoltura, definido entre la correa y las ruedas catalinas secundarias, según el presente invento;
 40 Figura 4D es una vista esquemática de un engranaje de diente con ranura del conjunto de tren de accionamiento según el presente invento;
 Figura 5 ilustra una vista esquemática de un conjunto de tren de accionamiento del presente invento,
 Figura 6 ilustra un segundo ejemplo de un conjunto de tren de accionamiento según el presente invento: y
 45 Figura 7 ilustra un sistema de montaje para montar el conjunto de tren de accionamiento según el presente invento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

50 En relación con la figura 1, se ilustra un sistema 10 de conversión de potencia para llevar a cabo una conversión de potencia, tal como transformar potencia mecánica en potencia eléctrica o viceversa. El presente invento se describe en términos de un grupo 12 de turbina eólica que convierte potencia mecánica, generada por el paso del viento, en potencia eléctrica.

55 El grupo 12 de turbina eólica incluye una torre 14, una estructura 16 de góndola apoyada cerca de un extremo 15 de la torre 14, un árbol 18 hueco unido rotativamente con la estructura 16 de góndola, y una pala 20 del rotor de la turbina. El árbol 18 define un eje A de rotación. En un ejemplo, el árbol 18 hueco está conectado rotativamente con la estructura 16 de góndola por medio de un cojinete 22 rotativo. No obstante, puede utilizarse según el presente invento cualquier otro medio de conexión conocido, que permita la rotación del árbol 18 hueco alrededor del eje A de rotación.
 60

La pala 20 del rotor de la turbina está conectada rotativamente con el árbol 18 hueco. En un ejemplo, el árbol 18 hueco está conectado con un cubo 24 de pala de rotor de la pala 20 del rotor de la turbina por medio de articulaciones oscilantes o de cualquier otro método conocido. Por ello, la pala 20 del rotor de la turbina y el árbol 18

hueco rotan al unísono alrededor del eje A de rotación, al pasar el viento, por ejemplo, por la pala 20 del rotor de la turbina.

5 El árbol 18 hueco proporciona el soporte estructural a la hoja 20 del rotor de la turbina y recibe y transmite un par motor generado por la pala 20 del rotor de la turbina. El árbol 18 hueco se ha representado parcialmente descubierto para ilustrar que aloja también un tren 26 de accionamiento. En un ejemplo, el tren 26 de accionamiento es un tren de accionamiento impulsado por correa, tal como se discute detenidamente más abajo.

10 El tren 26 de accionamiento incluye por lo menos una unidad 28 de conversión de potencia, que está acoplada rotativamente al tren 26 de accionamiento para llevar a cabo una conversión de potencia. Por ejemplo, la rotación de la pala 20 del rotor de la turbina se transmite a través del tren 26 de accionamiento a la unidad 28 de conversión de potencia para convertir energía mecánica en energía eléctrica. El árbol 18 hueco encierra además el tren 26 de accionamiento y la unidad 28 de conversión de potencia y protege estos componentes de las inclemencias del tiempo y otras circunstancias penosas.

15 En relación con la figura 2 y continuando con la referencia a la figura 1, se ilustra un ejemplo de tren 26 de accionamiento para utilizar con el sistema 10 de conversión de potencia, tal como un grupo de turbina eólica. El tren 26 de accionamiento incluye una rueda 30 catalina primaria, por lo menos dos ruedas 32 catalinas secundarias y por lo menos una correa 34. El tamaño de la rueda 30 catalina primaria varía según el tamaño de la pala 20 del rotor de la turbina del conjunto 12 de turbina eólica. En un ejemplo, la rueda 30 catalina primaria está dimensionada en proporción directa con el diámetro de la pala 20 del rotor de la turbina. La rueda 30 catalina primaria está conectada con el árbol 18 hueco en la ubicación de la conexión estructural entre el árbol 18 hueco y el cojinete 22 rotativo. Por ello, la rueda 30 catalina primaria, el árbol 18 hueco y la pala 20 del rotor de la turbina giran al unísono alrededor del eje A de rotación.

25 Las ruedas 32 catalinas secundarias se montan de modo adyacente a la rueda 30 catalina primaria. En un ejemplo, las dos ruedas 32 catalinas secundarias se montan exteriormente a la estructura 16 de góndola de la rueda 30 catalina primaria. Las ruedas 32 catalinas secundarias son de un diámetro diferente que la rueda 30 catalina primaria. En un ejemplo, las ruedas 32 catalinas secundarias constan de un diámetro menor que el diámetro de la rueda 30 catalina primaria.

30 La correa 34 contacta por lo menos parcialmente con la rueda 30 catalina primaria y con las ruedas 32 catalinas secundarias. Preferiblemente, la correa 34 no envuelve enteramente la rueda 30 catalina primaria. Es decir, el eje A de rotación queda fuera de un área BA circundada por la correa 34. En un ejemplo, la correa 34 es una correa sincrónica, que tiene elementos tensores de material de alta resistencia rodeados por un material elastómero, que proporciona elevada eficacia transmisora y una capacidad incrementada para transmitir cargas. En otro ejemplo, la correa 34 es una cadena autolubricada. La correa 34 está envuelta alrededor de por lo menos las dos ruedas 32 catalinas, haciendo solo contacto con una sección parcial del perímetro de la rueda 30 catalina primaria. Por ello, la correa 34 puede operar para transferir potencia mecánica entre la rueda 30 catalina primaria y las ruedas 32 catalinas secundarias en respuesta a la rotación de la pala 20 del rotor de la turbina y, por tanto, de la rueda 30 catalina primaria, alrededor del eje A de rotación.

45 En relación con la figura 3, la correa 34 puede incluir dos correas 34A y 34B de anchura estrecha utilizadas en paralelo, en comparación con una simple correa ancha. Las correas de anchura estrecha ofrecen más tolerancia a los defectos de alineación. Por tanto, el uso de múltiples correas en paralelo de anchura estrecha dentro del tren 26 de accionamiento cuenta con menos requerimientos rigurosos de alineación de la correa con la rueda 30 catalina primaria y con las ruedas 32 catalinas secundarias.

50 Como se muestra en la figura 4A, la correa 34 incluye una primera cara 36 y una segunda cara 38 opuesta. La primera cara 36 de la correa 34 incluye un primer juego de ranuras 40 y la segunda cara 38 opuesta de la correa 34 incluye un segundo juego de ranuras 42. El primer juego de ranuras 40 y el segundo juego de ranuras 42 definen, respectivamente, un tamaño de anchura de ranura. En un ejemplo, el tamaño de la anchura de la ranura del primer juego de ranuras es diferente del tamaño de la anchura de las ranuras del segundo juego de ranuras 42. Uno del primer juego de muescas 40 y del segundo juego de muescas 42 incluye una anchura de la ranura, que se ha optimizado para el diámetro de la rueda 30 catalina primaria, y el otro del primer juego de muescas 40 y del segundo juego de muescas 42 incluye una anchura de ranura optimizada para el diámetro de las ruedas 32 catalinas secundarias.

60 En relación con la figura 4B, la rueda 30 catalina primaria incluye un primer juego de dientes 44 y las ruedas 32 catalinas secundarias incluyen un segundo juego 46 de dientes. Cada juego de dientes 44, 46 engrana en juego de ranuras 40, 42, que incluye el tamaño de ranura que se ha optimizado para el respectivo juego de dientes 44, 46. El engranaje ranuras-dientes del ejemplo rebaja la fricción entre la correa 34 y las dos ruedas 30, 32 catalinas primaria y secundarias y, en consecuencia, rebaja las tensiones del material y prolonga la vida de la correa. Además, el engranaje dientes-ranuras proporciona una tracción de posición entre la correa 34 y las ruedas 30, 32 catalinas, que evita el resbalamiento. Cuanto mayor sea el número de dientes 44, 46 definido por las ruedas 30, 32 catalinas, más uniformemente se transmitirá la carga entre la correa 34 y las ruedas 30, 32 catalinas.

Aunque los juegos de dientes 44, 46 se definen aquí como componentes de las ruedas 30, 32 catalinas y las ranuras 40, 42 se definen como componentes de la correa 34, también se contempla la configuración opuesta (es decir, dientes definidos por la correa y ranuras definidas por las ruedas catalinas).

En un ejemplo, el primer juego 40 de ranuras y el segundo juego 42 de ranuras se relacionan por una razón de anchuras no entera. Por ejemplo, se acepta que el primer juego 40 de ranuras incluye un tamaño de anchura de 20 mm y el segundo juego 42 de ranuras incluye un tamaño de ranura de 14 mm. La razón de anchuras entre estos dos tamaños de anchura es 1,4285 (es decir, no entera). El uso de una razón de anchuras, relacionada por un no entero, de las ranuras 40, 42 en la primera cara 36 y en la opuesta segunda cara 38 de la correa reduce el acoplamiento entre la correa y ambas ruedas 30, 32 catalinas primera y segundas y, por ello, reduce las vibraciones indeseadas. Es decir, el uso de ranuras que tienen diferentes tamaños de anchura, que estén relacionadas por una razón de anchuras no entera, elimina resonancias indeseadas causadas por la tensión cíclica en la correa, que pueden presentarse donde el tamaño de paso del primer juego de ranuras 40 y del segundo juego de ranuras 42 estén relacionados por un entero pequeño.

En relación con la figura 4C, la correa 34 envuelve el contorno de por lo menos dos de las ruedas 32 catalinas secundarias para definir un ángulo W envolvente (es decir, un arco de contacto). El ángulo W envolvente determina la capacidad de la correa 34 para transmitir fuerza a las ruedas 32 catalinas secundarias. En un ejemplo, el ángulo W envolvente es de por lo menos 90°. En otro ejemplo, el ángulo W envolvente entre la correa 34 y las ruedas 32 catalinas secundarias es de 180°. Cuanto mayor sea el ángulo W envolvente, más dientes se engranan en las ranuras 40, 42 de la correa. Un gran ángulo W envolvente prolonga la vida de la correa y reduce las tensiones del material de la correa. Debería entenderse que el ángulo envolvente real utilizado variará en función de los requerimientos del sistema 10 de conversión de potencia.

En relación con la figura 4D, se ilustra el engranaje entre los dientes 44, 46 y las ranuras 40, 42, respectivamente. La rotación de la rueda 30 catalina primaria en un sentido R1 da por resultado el engranaje del primer juego de dientes 44 con uno del primer juego de ranuras 40 y del segundo juego de ranuras 42 de la correa 34. Esto da por resultado el funcionamiento cíclico de la correa 34 alrededor de las dos ruedas 32 catalinas secundarias. Las ruedas 32 catalinas secundarias rotan en un sentido R2 opuesto con respecto a la primera rueda 30 catalina en respuesta al engranaje del segundo juego de dientes 46 con el otro del primer juego de ranuras 40 y del segundo juego de ranuras 42. La rotación de las ruedas 32 catalinas secundarias acciona una unidad 28 de conversión de potencia, tal como se explicara adicionalmente más abajo.

El contacto estático definido entre la correa 34 y la rueda 30 catalina primaria permite que el calor sea conducido afuera de la correa 34. El calor se transmite por convección a través de la rueda 30 catalina primaria y además a través del árbol 18 hueco hacia la atmósfera desde la superficie exterior del árbol 18 hueco. Por ello, la correa 34 se refrigera pasivamente sin necesidad de equipo adicional, tal como los refrigeradores de aceite de las cajas de cambio.

En relación con la figura 5, cada rueda 32 catalina secundaria está conectada rotativamente con una unidad 28 de conversión de potencia para accionar dicha unidad 28 de conversión de potencia cuando las ruedas 32 catalinas secundarias experimentan una rotación. En un ejemplo, la unidad 28 de conversión de potencia es un generador. En otro ejemplo, la unidad 28 de conversión de potencia es un compresor de aire. Debería entenderse que puede utilizarse cualquier unidad de conversión de potencia conocida con un tren de accionamiento según el presente invento. La unidad 28 de conversión de potencia convierte la potencia mecánica, que resulta de la rotación de la pala 20 del rotor de la turbina, en potencia eléctrica, por ejemplo.

Tal como se ha establecido, la correa 34 está enrollada alrededor de por lo menos dos de las ruedas 32 catalinas secundarias y cada rueda 32 catalina secundaria está conectada rotativamente con una unidad 28 de conversión de potencia. En un ejemplo, se utiliza un número de dientes 44, 46 diferente en cada rueda 32 catalina secundaria emparejada con un única correa 34. Esto provoca que las unidades 28 de conversión de potencia funcionen cíclicamente a diferente número de revoluciones por minuto (rpm) y da por resultado una relación de fases variable entre cada unidad 28 de conversión de potencia. La relación de fases variable entre las unidades 28 de conversión de potencia reduce ventajosamente las vibraciones por resonancia experimentadas por el tren 26 de accionamiento y reduce la carga mecánica sobre la cinta 34.

En un ejemplo, las ruedas 32 catalinas secundarias están acopladas a la unidad 28 de conversión de potencia con un árbol 48 de accionamiento. En otro ejemplo, las ruedas 32 catalinas secundarias están directamente conectadas a la unidad 28 de conversión de potencia. Debería entenderse que el acoplamiento entre las ruedas 32 catalinas secundarias y la unidad 28 de conversión de potencia puede llevarse a cabo de cualquier modo conocido.

El par motor producido por cada rueda 32 catalina secundaria es proporcional a la potencia instantánea producida por la unidad 28 de conversión de potencia asociada a la primera. Controlando el voltaje y la corriente en cada unidad 28 de conversión de potencia, se consigue una gestión de carga activa para cada correa 34. Específicamente, la unidad 28 de conversión de potencia se controla para amortiguar e igualar la carga de la correa

34 y para amortiguar las vibraciones del sistema dinámico con el fin de reducir el ruido, ampliar la estabilidad mecánica y aumentar la vida de la correa.

5 El ejemplo de tren 26 de accionamiento puede incluir también una caja 50 de cambio situada entre cada rueda 32 catalina secundaria y cada unidad 28 de conversión de potencia. La inclusión de cajas 50 de cambio es especialmente ventajosa para turbinas eólicas de varios megavatios, que se caracterizan por una pala 20 del rotor de la turbina de rotación lenta. La inclusión de cajas 50 de cambio en estos tipos de turbinas eólicas reduce los requerimientos de tamaño y peso de la unidad 28 de conversión de potencia, incrementándose la velocidad de rotación de la unidad de conversión de potencia por medio de la caja de cambio. A causa de la reducción del par motor en el árbol de baja velocidad de la caja de cambio producida por el uso de múltiples generadores y por el aumento de la velocidad de rotación producida por el tren 26 de accionamiento accionado por correa, la caja 50 de cambio solo recibe una pequeña fracción del par motor total de la pala 20 del rotor de la turbina. Por ello, se puede incluir a bajo coste la caja 50 de cambio dentro del tren 26 de accionamiento.

15 No obstante, en turbinas eólicas menores (es decir, por debajo de 250 kilovatios a máxima potencia), la velocidad de rotación de la pala 20 del rotor de la turbina es suficientemente elevada como para que el aumento de velocidad producido por la relación entre la rueda 30 catalina primaria y las ruedas 32 catalinas secundarias sea suficiente para permitir un acoplamiento rotativo directo (es decir, sin engranajes intermedios) entre cada rueda 32 catalina secundaria y cada unidad 28 de conversión de potencia. Por lo tanto, no se necesitan cajas 50 de cambio en todas las aplicaciones.

25 El tren 26 de accionamiento incluye además por lo menos un tensor 52. El tensor 52 se monta en la estructura 16 de góndola y comunica una fuerza a la correa 34 en una dirección generalmente radial para mantener la tensión en la correa 34 tal como está envuelta alrededor de las ruedas 32 catalinas secundarias. El tensor 52 se monta en la estructura 16 de góndola cerca de por lo menos las dos ruedas 32 catalinas secundarias. En un ejemplo, el tensor 52 se monta entre las ruedas 32 catalinas secundarias. El tensor 52 incluye un material elástico, tal como un muelle o un pistón controlado por un circuito hidráulico, que compensa el alargamiento de la correa manteniendo sensiblemente la misma tensión en la correa 34. Adicionalmente, el tensor 52 puede incluir un elemento disipador de energía mecánica, tal como un moderador, para proporcionar amortiguación a la correa 34. En otro ejemplo, se proporciona un tensor integralmente con un sistema de montaje, que se trata abajo más ampliamente.

35 En relación con la figura 6, se ilustra un segundo ejemplo de tren 126 de accionamiento. El tren 126 de accionamiento incluye una rueda 130 catalina primaria, una pluralidad de ruedas 132 catalinas secundarias y una pluralidad de correas 134. La pluralidad de ruedas 132 catalinas secundarias se instala radialmente alrededor de la estructura 116 de góndola. En un ejemplo, se incluyen ocho ruedas 132 catalinas secundarias en el tren 126 de accionamiento. Se asocia por lo menos una cinta de la pluralidad de cintas 134 con por lo menos dos ruedas catalinas de la pluralidad de ruedas 132 catalinas secundarias. En otro ejemplo, dos correas de anchura estrecha situadas de modo mutuamente adyacente se pasan alrededor de por lo menos dos ruedas 132 catalinas secundarias.

40 Se conecta rotativamente por lo menos una unidad 128 de conversión de potencia se conecta rotativamente con cada una de las ruedas catalinas de la pluralidad de ruedas 132 catalinas secundarias. La unidad 126 de accionamiento funciona para llevar a cabo una conversión de potencia, tal como la conversión de energía mecánica en energía eléctrica, de un modo similar al del tren 26 de accionamiento como se ha mostrado en las figuras 1 a 4.

45 Una ventaja proporcionada por el presente invento es la capacidad de poder modular para la construcción del tren de accionamiento. El número real de ruedas catalinas secundarias y de correas utilizado en el sistema varía según el tamaño de la turbina eólica. Por ello, solo se necesitan uno o dos diseños de generadores para toda la gama de diámetros de las turbinas eólicas de potencia creciente; y la potencia total del tren de accionamiento se establece por el número de generadores empleado y el diámetro de la rueda catalina primaria (que aumenta en función del diámetro de la pala del rotor de la turbina). Puesto que el árbol hueco de un sistema de conversión de potencia puede hacerse fácilmente para que esté geoméricamente en proporción con el diámetro de la pala del rotor de la turbina, el diámetro de la rueda catalina primaria puede hacerse para que esté en proporción de un modo similar. En consecuencia, la mayor longitud del perímetro de la rueda catalina primaria permite agregar al sistema ruedas catalinas secundarias, generadores, correas y otros componentes adicionales. Este procedimiento permite al fabricante de la turbina tener un tamaño de generador común, único, proporcionando, de ese modo, ahorros en costes tanto por medio de la producción en masa, como por la normalización de las piezas del inventario.

60 Además, el ejemplo de tren 126 de accionamiento propulsado por correa proporciona una redundancia funcional. Es decir, la pérdida de una correa 134 de anchura única, o el equivalente de dos cintas adyacentes de anchura estrecha tiene como resultado la pérdida de dos unidades 128 de conversión de potencia. El sistema de conversión de potencia puede continuar generando energía, aunque en una proporción reducida, con las restantes unidades de conversión de potencia. Por otra parte, donde se utilicen dos o más cintas de anchura estrecha proporcionadas de modo mutuamente adyacente, puede suministrarse un dispositivo detector de cintas rotas dentro del tren de accionamiento para continuar la operación a potencia reducida a la vez que proporciona una alarma de que una correa necesita ser reemplazada. En aplicaciones "off-shore" (de mar adentro), en las que el acceso al sistema de

5 conversión de potencia está limitado a los meses de verano simplemente debido a mar gruesa y a tiempo inclemente, la capacidad de continuar produciendo energía da como resultado un incremento significativo de la producción de energía en comparación con los sistemas de conversión de potencia, que tienen trenes de accionamiento convencionales. Además, la reposición de correas y de unidades de conversión de potencia se simplifica como consecuencia del tamaño y peso reducidos de dichos componentes.

10 En relación con la figura 7, se ilustra un sistema 60 de montaje para instalar el tren 126 de accionamiento del ejemplo. El sistema 60 de montaje puede usarse también para instalar el tren 26 de accionamiento, o cualquier otro tren de accionamiento propulsado por correa similar. El ejemplo ilustrado incluye ocho ruedas 132 catalinas secundarias espaciadas radialmente alrededor de la estructura 16 de góndola. Debería entenderse que el sistema 60 de montaje según el presente invento puede utilizarse independientemente del número de ruedas catalinas secundarias utilizado dentro de los trenes 26, 126 de accionamiento, respectivamente.

15 El sistema 60 de montaje incluye soportes 62 pivotantes y soportes 64 estacionarios. Los soportes 62 pivotantes y los soportes 64 estacionarios están unidos a la estructura 16 de góndola de cualquier modo conocido. En un ejemplo, los soportes 62 pivotantes pueden pivotar con respecto a la estructura 16 de góndola alrededor de un acceso P de pivote. En un ejemplo, los soportes 62 pivotantes pivotan alrededor de un pasador de centrado.

20 El soporte 62 pivotante y el soporte 64 estacionario están situados radialmente de modo alternante alrededor de la estructura 16 de góndola. Es decir, por lo menos una de las correas 134 pasa alrededor de por lo menos dos ruedas 132 catalinas secundarias, donde una de las ruedas 132 catalinas secundarias está conectada a un soporte 62 pivotante por medio del árbol 48 de accionamiento y la otra de las ruedas 132 catalinas secundarias está conectada al soporte 64 estacionario por medio del árbol 48 de accionamiento. La situación alternante de los soportes 62 pivotantes con respecto a los soportes 64 estacionarios evita la posibilidad de oscilaciones en el sistema. En un ejemplo, la caja 50 de cambios está conectada a una placa 51 del árbol 48 de accionamiento para proporcionar la conexión rotativa a las ruedas 132 catalinas secundarias.

25 El tensor 68 está situado entre cada pareja de soporte 62 pivotante y soporte 64 estacionario. El tensor 68 puede utilizarse además o en vez del tensor 52 como se muestra en la figura 5. La tensión de las correas se facilita por el sistema 60 de soporte mediante un movimiento pivotante de los soportes 62 pivotantes con respecto a la estructura 16 de góndola. El movimiento de los soportes 62 pivotantes permite a los tensores 68 aplicar una fuerza perpendicular a la dirección de la correa y, de ese modo, poner en tensión la correa. En otro ejemplo, la tensión es proporcionada por una polea loca. En otro ejemplo más, la tensión es proporcionada por al menos una unidad de conversión de potencia.

30 La descripción precedente ha de interpretarse como ilustrativa y no en un sentido limitativo. Un operario de destreza normal en la técnica reconocería que ciertas modificaciones entrarían dentro del objeto de este invento. Por esa razón, las reivindicaciones siguientes deberían estudiarse para determinar el marco y el contenido verdaderos de este invento.

REIVINDICACIONES

1. Grupo de turbina eólica, que comprende:

5 una torre (14) que soporta una estructura (16) de góndola; **caracterizado por:**

10 un árbol (18) hueco unido rotativamente a dicha estructura de góndola y que aloja un tren (26) de accionamiento impulsado por una correa, que tiene por lo menos una correa (34); y una pala (20) de rotor de turbina conectada a dicho árbol hueco y rotativa alrededor de un eje de rotación, estando dicho eje fuera de un área definida por dicha al menos una correa, donde la rotación de dicha pala de rotor de turbina se transmite a una unidad (28) de conversión de potencia, unida rotativamente a dicho tren de accionamiento propulsado por correa para realizar la conversión de potencia.

15 2. Grupo según la reivindicación 1, donde dicho tren (26) de accionamiento accionado por correa comprende una primera rueda (30) catalina y por lo menos dos ruedas (32) catalinas secundarias, y donde dicha por lo menos una correa (34) hace contacto, al menos parcialmente con dicha primera rueda catalina y dichas por lo menos dos ruedas catalinas secundarias, para transferir potencia mecánica entre dicha primera rueda catalina y dichas por lo menos dos ruedas catalinas secundarias.

20 3. Grupo según la reivindicación 2, donde dicha por lo menos una correa comprende una primera correa (34A) y una segunda correa (34B), donde dicha primera correa está situada de modo adyacente a dicha segunda correa, pasando dicha primera correa y dicha segunda correa alrededor de por lo menos dichas dos ruedas (32) catalinas secundarias.

25 4. Grupo según la reivindicación 2, que comprende además un sistema (60) de montaje, que instala dicho tren (26; 126) de accionamiento accionado por correa exteriormente a dicha primera rueda (30) catalina, donde dicho sistema de montaje incluye un primer soporte para montar una rueda catalina de dichas por lo menos dos ruedas (32) catalinas secundarias y un segundo soporte para montar la otra rueda catalina de dichas por lo menos dos ruedas catalinas secundarias, donde uno de dicho primer soporte (62) y dicho segundo soporte está montado de modo pivotante y el otro (64) de dicho primer soporte y de dicho segundo soporte está montado fijamente.

35 5. Grupo según la reivindicación 1, donde dicho tren (26; 126) de accionamiento accionado por correa comprende una primera rueda catalina, una pluralidad de ruedas (132) catalinas secundarias, espaciadas exteriormente alrededor de dicha estructura (16) de góndola, y una pluralidad de correas (134), donde cada una de dicha pluralidad de correas está conectada rotativamente a por lo menos dos de dicha pluralidad de ruedas catalinas secundarias.

40 6. Grupo según la reivindicación 1, donde dicha unidad (28) de conversión de potencia incluye por lo menos uno de entre un generador y un compresor de aire.

7. Grupo según la reivindicación 1, que comprende además una caja (50) de cambio situada entre dicho tren (26) de accionamiento accionado por correa y dicha unidad (28) de conversión de potencia.

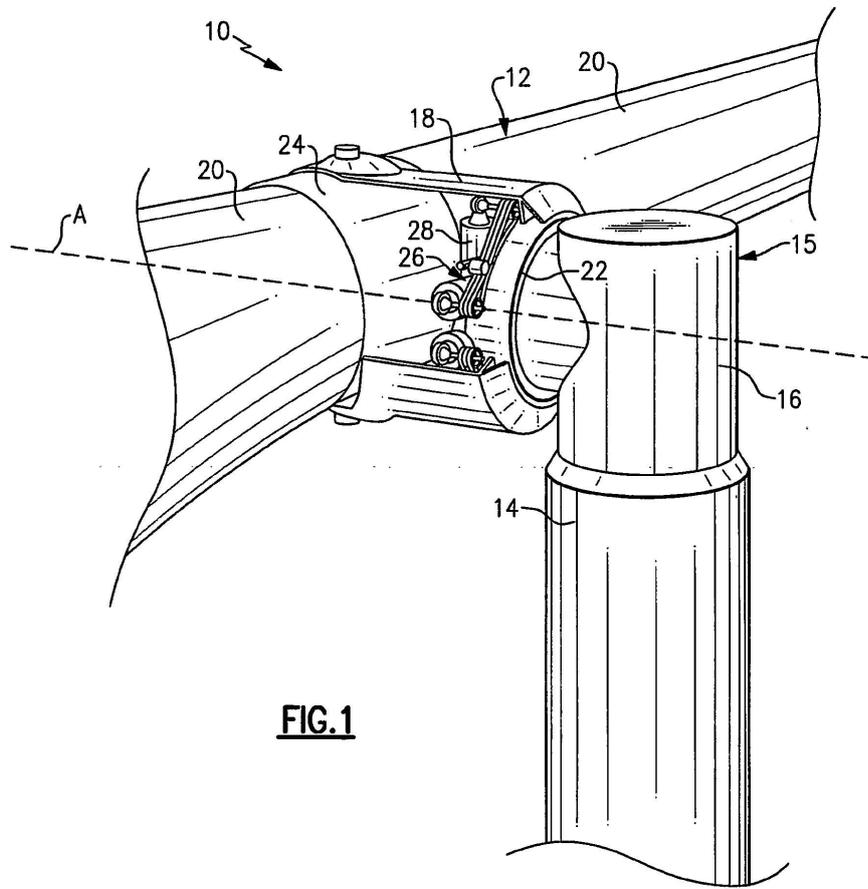


FIG.1

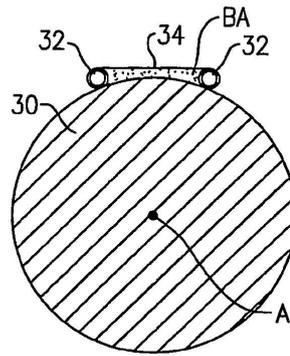


FIG. 2

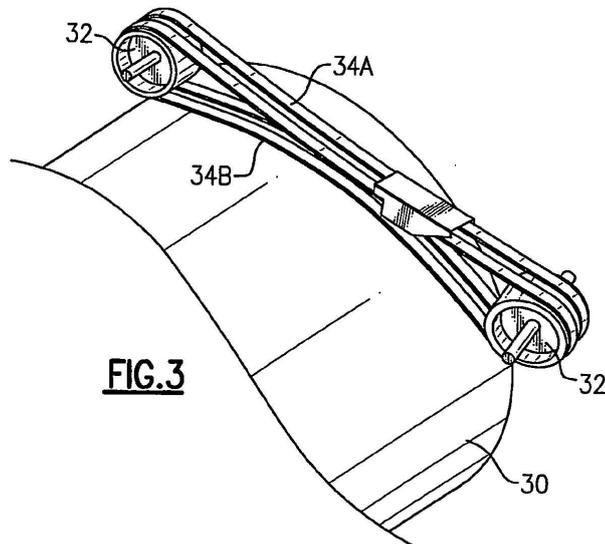
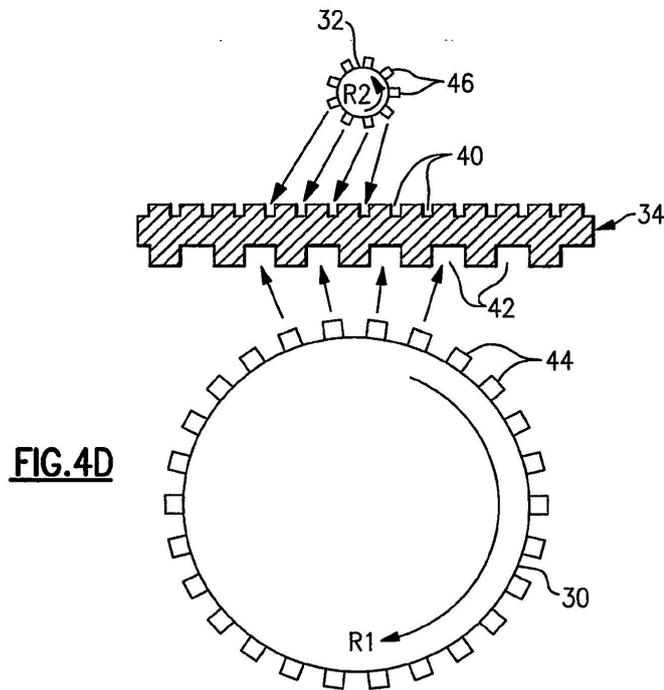
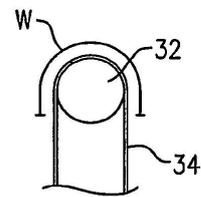
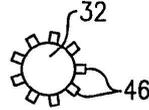
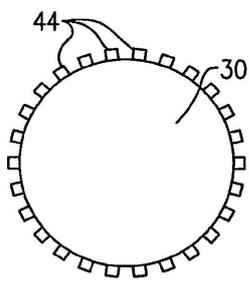
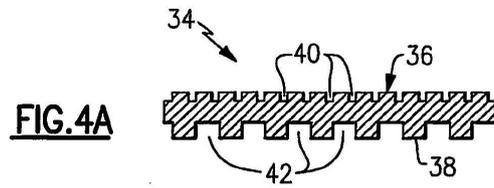


FIG. 3



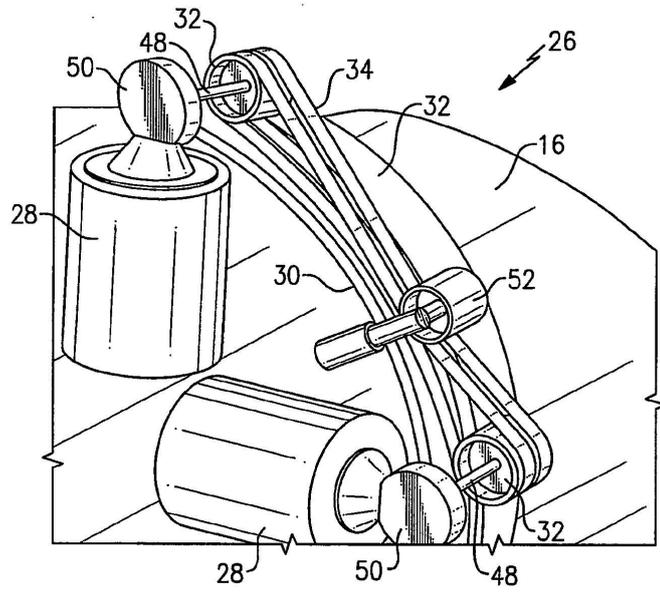


FIG. 5

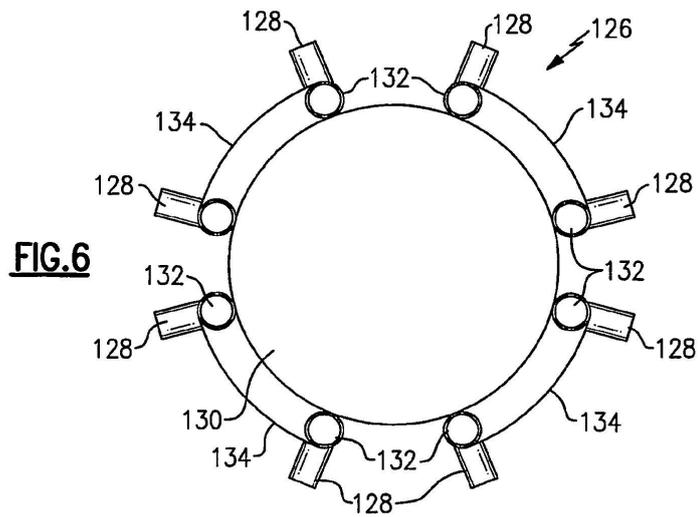


FIG. 6

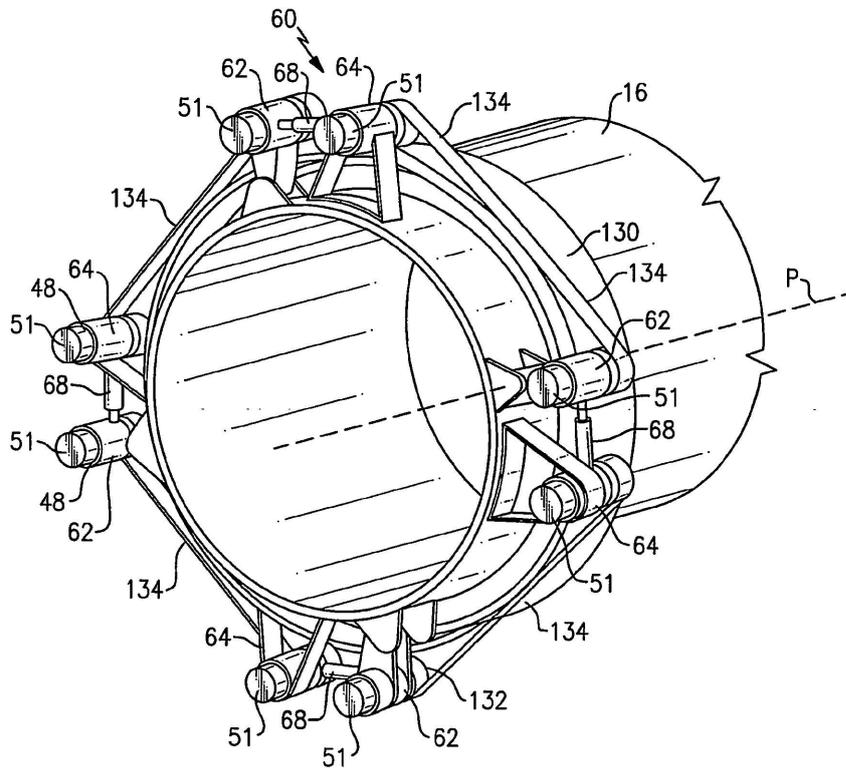


FIG. 7