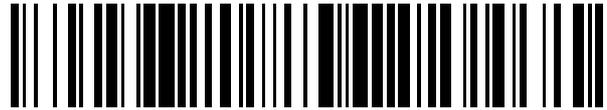


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 503 795**

51 Int. Cl.:

**F03D 3/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96

Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2010 E 10801686 (6)**

97

Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014 EP 2513474**

54

Título: **Un mecanismo de enrollamiento para una turbina de eje vertical**

30

Prioridad:

**17.12.2009 GB 0922067**

**01.04.2010 GB 201005557**

45

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

**07.10.2014**

73

Titular/es:

**TRADEWIND TURBINES LIMITED (100.0%)**

**1 Westwood Units, Grace Road South, Marsh**

**Barton**

**Exeter, Devon EX2 8QE, GB**

72

Inventor/es:

**CROCKER, TIMOTHY RICHARD y**

**NARRAMORE, JONATHAN**

74

Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 503 795 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**

Un mecanismo de enrollamiento para una turbina de eje vertical

Esta invención se refiere a un mecanismo de enrollamiento para una turbina de eje vertical, y en particular, aunque no exclusivamente, para una turbina eólica de eje vertical.

5 Antecedentes

10 Convencionalmente, las turbinas eólicas comprenden un rotor que tiene un número de aspas de sección transversal de perfil aerodinámico. El rotor está montado de forma giratoria en una torre alrededor de un eje horizontal. Las aspas de perfil aerodinámico reaccionan al paso del viento con un componente de fuerza resultante que actúa para producir la rotación del rotor. La rotación del rotor, se puede utilizar por lo tanto para producir energía útil a partir de la energía cinética del viento.

Este tipo de turbina eólica, conocida como una turbina eólica de eje horizontal (HAWT por sus siglas en inglés) puede generar una potencia significativa, pero presenta una serie de problemas asociados con ella, por ejemplo:

1. Son una solución compleja y por lo tanto de costo relativamente alto
2. Estas turbinas son grandes y las normas de planificación restringen los sitios donde se las puede colocar
- 15 3. Las aspas de la turbina son sólidas y sólo pueden adaptarse al viento de velocidad variable mediante la alteración del ángulo de ataque del aspa. Generalmente no pueden operar con altas velocidades de viento y tienen que utilizar el ángulo de ataque para 'poner en forma horizontal' las aspas para equilibrar las fuerzas de rotación, y reducir al mínimo la carga del viento sobre la estructura.
- 20 4. Pueden necesitar además un mecanismo para hacer girar la turbina de manera que su eje longitudinal esté aproximadamente en ángulo recto con respecto a la dirección del viento con las aspas que se extienden en forma paralela al viento, para minimizar aún más la carga estructural en vientos fuertes.
5. Tienen un enorme impacto visual, lo que puede ser controversial y afectar las decisiones de planificación del lugar.
- 25 6. Las aspas y las estructuras de soporte se elaboran con materiales densos de alta resistencia, y se puede generar una tensión y energía cinética considerables en estas partes. Existen por lo tanto, consideraciones importantes sobre la seguridad de funcionamiento.
7. Más críticamente, debido a que las aspas giran de manera que la velocidad de la cuchilla a través del aire es un múltiplo de la velocidad del viento, generan un considerable ruido acústico y el ruido de las instalaciones eólicas a gran escala ha sido reconocida como una molestia significativa para las comunidades locales.

30 También se conocen turbinas eólicas que giran alrededor de un eje vertical (VAWT por sus siglas en inglés). Una clase de VAWT se diferencia de una HAWT en que utilizan velas en lugar de las aspas de perfil aerodinámico de HAWT y superar muchos de los problemas asociados con la HAWT. Las velas están alineadas preferiblemente con respecto a la dirección del viento mediante un mecanismo de control, de tal manera que las fuerzas de reacción creadas por el cambio en la cantidad de movimiento del aire en contacto con la superficie de la vela causan un momento de torsión y por lo tanto crean rotación de las velas alrededor del eje vertical.

35 La publicación internacional WO 02/29248 describe una VAWT que tiene una cantidad de velas montadas en ejes que giran alrededor de un eje vertical central. Cada vela puede girar también por sí misma alrededor del eje y, mediante el uso de un mecanismo de engranaje, se la hace girar a la mitad de la velocidad a la que las velas giran alrededor del eje vertical central.

40 Para permitir que la turbina se adapte a diferentes condiciones del viento, se proporciona un mecanismo de plegado o enrollamiento que varía la superficie de las velas. El material de la vela se enrolla alrededor del eje y el mecanismo de enrollamiento opera para enrollar o desenrollar (plegar o desplegar) el material de la vela guardada para aumentar o disminuir el área del material de la vela que forma la vela. Tales mecanismos de enrollamiento son vitales ya que permiten que la vela reduzca su superficie cuando la velocidad del viento es alta y así evitar daños a la vela.

45 Sin embargo, el mecanismo de plegado del estado del arte es perjudicial para la eficiencia de las velas. En particular, el mecanismo de plegado del estado del arte enrolla las velas alrededor de un eje central lo que aumenta

la resistencia pasiva del aire de la vela y por lo tanto reduce su eficiencia. Por otra parte, si el mecanismo de enrollamiento falla, se pueden dejar las velas en una posición desplegada, es decir, la superficie total de la vela queda expuesta al viento. Esto puede dañar la vela y la turbina.

- 5 Además, el mecanismo de enrollamiento del estado del arte utiliza un sistema de peso que relaciona directamente la superficie efectiva de la vela con la velocidad de rotación, a través de la variación de las cargas centrífugas aplicadas por los pesos. Aunque proporciona un sistema de autorregulación, este mecanismo puede ser indeseable cuando sea necesario reducir la superficie efectiva de la vela efectiva, incluso cuando la velocidad de rotación sea baja, por ejemplo si se tiene que realizar un mantenimiento.

La presente invención proporciona un mecanismo de enrollamiento mejorado.

10 Exposición de la invención

- 15 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un mecanismo de enrollamiento para una vela de una turbina de eje vertical, comprendiendo el mecanismo de enrollamiento: un primer y un segundo largueros alargados para enrollamiento que pueden acoplarse a los bordes primero y segundo de la vela; donde cada uno de los primero y segundo largueros para enrollamiento pueden girar cada uno alrededor de su respectivo eje longitudinal de tal manera que, en uso, la rotación del primero y / o segundo largueros de enrollamiento hacen que la vela se pliegue o se despliegue.

Cualquiera de los primero y segundo largueros de enrollamiento pueden enrollar totalmente la vela.

- 20 El primero y segundo largueros de enrollamiento pueden ser girados por un motor eléctrico. Además, el primero y segundo largueros de enrollamiento pueden ser girados por el motor eléctrico a través de un mecanismo adecuado de engranajes.

El primero y segundo largueros de enrollamiento pueden ser orientados de forma sustancialmente vertical.

El primero y segundo largueros de enrollamiento pueden ser trasladados hacia o apartándose uno del otro en respuesta a la vela que está siendo plegada o desplegada.

- 25 El primero y segundo largueros de enrollamiento se pueden acoplar a un brazo extensible de la turbina, a lo largo del cual pueden trasladarse el primero y / o segundo largueros de enrollamiento.

El primero y segundo largueros de enrollamiento pueden ser acoplados cada uno a un elemento viajero que puede trasladarse a lo largo del brazo extensible.

El primero y segundo largueros de enrollamiento pueden ser separados uno del otro.

- 30 Los primero y segundo largueros de enrollamiento pueden separarse uno del otro mediante un elemento de tensado alargado, que se coloca bajo tensión y se puede variar la tensión en funcionamiento.

El o cada elemento de tensado puede estar conectado al o a cada elemento viajero.

El o cada elemento de tensado puede comprender una parte elástica.

La parte elástica puede ser una cuerda elástica.

- 35 El o cada elemento de tensado puede extenderse desde uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento en dirección opuesta a uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento, sobre un elemento de guía y regresar al centro del brazo extensible en donde se une el elemento de tensado. Con esta disposición, los largueros de enrollamiento se ven forzados a moverse en forma concertada pero en direcciones opuestas.

El elemento guía puede ser una polea.

- 40 El mecanismo de enrollamiento puede comprender además un elemento de regulación de la tensión asociado con el o cada elemento de tensado para cambiar y / o mantener la tensión en el elemento de tensado asociado.

El o cada elemento de regulación de la tensión puede cambiar la distancia entre el primero y segundo extremos del elemento tensor asociado para cambiar la tensión y / o mantener la distancia entre el primero y segundo extremos del elemento de tensado durante el enrollamiento o el despliegue. El o cada elemento de regulación de tensión

puede operar para mantener aproximadamente la misma tensión en el elemento de tensado durante el enrollamiento.

El o cada elemento de regulación de la tensión puede comprender un tornillo de guía que tiene una tuerca y un tornillo.

- 5 El elemento de regulación de la tensión del mecanismo de enrollamiento puede comprender además un motor eléctrico para hacer girar el tornillo del tornillo de guía.

El elemento de tensión puede estar unido a la tuerca del tornillo de guía.

- 10 El o cada elemento de tensión puede estar conectado al primero y / o segundo largueros de enrollamiento a través de un elemento de engranaje alargado; el o cada elemento de engranaje que se extiende desde uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento en una dirección opuesta a la otra de los primero y segundo largueros de enrollamiento, sobre un elemento móvil de guía acoplado al elemento de tensado y de nuevo hacia un extremo opuesto del brazo extensible donde el elemento de engranaje está unido, de tal manera que el movimiento del larguero de plegado provoca un movimiento reducido del elemento móvil de guía.

- 15 La relación del movimiento del larguero de enrollamiento con el movimiento del elemento móvil de guía puede ser de 2:1.

El o cada elemento de engranaje puede comprender un cable eléctrico que conecta eléctricamente el larguero de enrollamiento al brazo extensible.

El elemento móvil de guía puede ser una polea.

- 20 El primero y segundo largueros de enrollamiento pueden ser trasladados y el primero y segundo largueros de enrollamiento puede estar acoplados de tal manera que el movimiento de uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento provoca el movimiento del otro de los primero y segundo largueros de enrollamiento en una dirección opuesta.

El primero y segundo largueros de enrollamiento pueden ser acoplados mediante un elemento de conexión alargado.

- 25 El elemento de conexión puede estar conectado en un extremo a uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento y en el otro extremo al otro de los primero y segundo largueros de enrollamiento, y en donde los elementos de conexión pueden extenderse desde un de los primero y segundo largueros de enrollamiento en una dirección opuesta a la otra de los primero y segundo largueros de enrollamiento, sobre un elemento guía y de nuevo al otro de los primero y segundo largueros de enrollamiento.

- 30 El mecanismo de enrollamiento puede comprender además un segundo elemento de conexión, en donde el segundo elemento de conexión puede extenderse desde el otro de los primero y segundo largueros de enrollamiento en una dirección opuesta a los uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento, sobre un elemento guía y de nuevo a los uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento.

- 35 Los elementos de tensado, elementos de engranaje y / o los elementos de conexión pueden estar conectados a los primero y / o segundo largueros de enrollamiento a través de los elementos viajeros.

El elemento guía puede ser una polea.

El enrollamiento y despliegue de la vela pueden ser controlados por un controlador central, y la vela pueden ser completamente plegada si se pierde la comunicación con el controlador central.

- 40 Los primeros y / o segundos largueros de enrollamiento pueden comprender una fuente de alimentación independiente, que pliegan automáticamente la vela completamente si se pierde la comunicación con el controlador central o de potencia. La fuente de alimentación independiente puede comprender una batería.

La fuente de alimentación independiente puede suministrar los motores de enrollamiento de una o más velas.

El mecanismo de enrollamiento puede comprender además un sensor para detectar la posición de los primero y segundos largueros de enrollamiento.

El sensor puede comprender un sensor de rotación que cuenta el número de rotaciones del motor eléctrico.

El sensor puede comprender un sensor de posición que detecta el movimiento entre el o cada elemento viajero y el brazo extensible.

- 5 El sensor de posición puede comprender uno o más imanes dispuestos a lo largo del brazo de extensión y una pluralidad de magnetómetros situados en el elemento viajero.

El magnetómetro puede ser un sensor de efecto Hall.

El sensor puede detectar la posición del elemento de regulación de la tensión.

El sensor puede comprender un sensor de rotación que cuenta el número de rotaciones del motor eléctrico o del tornillo de guía.

- 10 El sensor puede comprender un imán en uno de los elementos de regulación de la tensión y el brazo extensible y un magnetómetro en el otro elemento regulador de la tensión y el brazo de extensión.

- 15 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un mecanismo de enrollamiento para una vela de una turbina de eje vertical, comprendiendo el mecanismo de enrollamiento: un larguero de enrollamiento acoplable a un borde de la vela; en donde el larguero de enrollamiento puede girar alrededor de su eje y trasladarse hacia o lejos de un borde opuesto de la vela, de tal manera que la vela se pliega o se desplegada.

- 20 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un mecanismo de enrollamiento para una vela de una turbina de eje vertical, comprendiendo el mecanismo de enrollamiento: medios de enrollamiento para plegar y desplegar la vela; en donde el enrollamiento y despliegue de la vela es controlado por un controlador central y en donde el medio de enrollamiento comprende una fuente de alimentación independiente, que pliega automáticamente la vela completamente si se pierde la comunicación con el controlador central o de potencia. El controlador central puede controlar el plegado y el despliegue de la vela a través de un controlador local, que en funcionamiento normal puede actuar como un satélite para el controlador central. El controlador local puede plegar automáticamente la vela si se pierde la comunicación con el controlador central o de potencia.

Breve descripción de los dibujos

- 25 Para una mejor comprensión de la presente invención, y para mostrar más claramente cómo puede llevarse a efecto, se hará referencia ahora a modo de ejemplo, a los siguientes dibujos, en los que:

La Figura 1 es una vista frontal de un montaje de la vela de la turbina;

La Figura 2 es una vista superior de una porción del montaje de la vela de la Figura 1, que muestra el acoplamiento de la vela al larguero de enrollamiento;

- 30 La Figura 3 es una vista frontal del montaje de vela de la Figura 1 unida a la turbina;

La Figura 4 es una vista en sección transversal superior del mecanismo de enrollamiento de la turbina;

La Figura 5 es una vista lateral del mecanismo de enrollamiento de la Figura 4;

La Figura 6 es una vista en sección transversal superior de una forma de realización alternativa del mecanismo de enrollamiento de la turbina;

- 35 La Figura 7 es una vista en perspectiva de una forma de realización alternativa de una disposición de brazo extensible;

La Figura 8 es una vista en planta que muestra la orientación de la vela de una turbina eólica de eje vertical a medida que gira alrededor de un eje central;

Figura 9 (a) es una vista en planta de la turbina, en la que se muestran las velas en un posición no desplegada;

- 40 Figura 9 (b) es una vista en planta de la turbina de la Figura 9(a), en la que se muestran las velas plegadas a una primera posición; y

La Figura 9(c) es una vista en planta de la turbina de la Figura 9(b), en la que se muestran las velas plegadas además a una segunda posición.

Descripción detallada

5 La Figura 1 muestra un montaje de vela para una turbina eólica de eje vertical. El montaje de la vela comprende una vela 2 construida de un material de alta resistencia a pesar de ser delgado y flexible, que es resistente al estiramiento, tal como una fibra sintética. La vela 2 es una lámina sustancialmente rectangular con un primer y un segundo bordes verticales 4, 6. El primer borde 4 está unido a un primer larguero de enrollamiento 8 y el segundo borde 6 está unido a un segundo larguero de enrollamiento 10. El primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 están cada uno construidos a partir de un tubo cilíndrico de múltiples secciones, normalmente elaborado de una aleación de aluminio. Las múltiples secciones permiten un pequeño grado de articulación de manera que el primero y segundo largueros de enrollamiento 8 y 10 pueden doblarse ligeramente bajo la presión del viento.

15 La Figura 2 muestra el acoplamiento de la vela 2 a los largueros de enrollamiento (sólo se muestra el primer larguero de enrollamiento 8). El primer borde 4 de la vela 2 está provisto de una cinta 12 que se extiende a lo largo del primer borde 4. La cinta 12 es una tira de material que se pliega en sentido longitudinal y se fija a ambos lados del primer borde 4. Se deja una abertura entre el pliegue en la cinta 12 y el primer borde 4 a fin de formar un canal entre la cinta 12 y el primer borde 4, que se extiende a lo largo de la longitud del primer borde 4. Se enhebra un cordel 14 a través de este canal, como se muestra en la Figura 2 (a). Estas cintas se encuentran comúnmente disponibles preelaboradas con cordel en la industria de elaboración de velas.

20 Se forma una ranura de ojo de cerradura 16 en una superficie del primer larguero de enrollamiento 8 y corre a lo largo de la longitud del primer larguero de enrollamiento 8, como se muestra en la Figura 2(b). La ranura de ojo de cerradura 16 tiene una sección transversal sustancialmente circular con un diámetro mayor que el del cordel 14 alojado dentro de la cinta 12. La sección transversal circular de la ranura de ojo de cerradura 16 está interrumpida por una abertura radial 18 delimitada por hombros 20. La abertura radial 18 tiene un ancho que es menor que el diámetro del cordel 14 alojado dentro de la cinta 12, pero que es suficiente para recibir el primer borde 4 y la cinta 12. Por consiguiente, el cable 14 alojado dentro de la cinta 12 debe ser introducido en la ranura de ojo de cerradura 16 enhebrándolo a lo largo del eje (axialmente) de la ranura de ojo de cerradura 16, ya sea desde arriba o desde abajo. Una vez se enhebra el cordel 14 en la ranura de ojo de cerradura 16, como se muestra en la Figura 2 (c), se evita que se retire en una dirección radial por medio de los hombros 20.

30 El primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 comprenden además un paso interior 26 que se extiende a través de la longitud del larguero de enrollamiento y tiene una sección transversal sustancialmente en forma de 'D', como se muestra en la Figura 2(b). Se enhebra una cuerda de alambre u otro elemento de alta resistencia a la tracción 21 se enhebra a través del paso 26 en una posición esencialmente central. Como se muestra en la Figura 2 (c), se pueden ubicar una o más guías 23 a intervalos a lo largo de la longitud de los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 para posicionar el cable 21 en esta posición central.

35 La Figura 3 muestra el montaje de vela de la Figura 1 unido a la turbina. El primer larguero de enrollamiento 8 está acoplado en cualquier extremo con un primer par de elementos viajeros 22. Del mismo modo, el segundo larguero de enrollamiento 10 está acoplado en cualquier extremo a un segundo par de elementos viajeros 24. Cada par de elementos viajeros de 22, 24 comprende un elemento viajero en la parte superior y un elemento viajero en la parte inferior. Los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 están acoplados de forma giratoria al primer y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 de tal manera que el primero y segundo largueros de enrollamiento puede girar cada uno alrededor de su eje longitudinal.

Como se describió anteriormente, se enhebra el cable 21 a través del pasaje 26 en cada uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento y se fija en cada extremo a los primeros y segundos pares de elementos viajeros 22, 24.

45 Para girar el primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10, el primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 están provistos de un motor eléctrico y una caja de cambios (no mostrados) que se acoplan con los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10.

50 Los primero y segundo largueros de compresión vertical 28, 30 están conectados entre el primer y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 adyacentes al primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10. El primero y segundo largueros de compresión 28, 30 están situados fuera de los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 (es decir, más lejos del centro del montaje de la vela).

Cada par de elementos viajeros 22, 24 cuentan con dos cables del aparejo 32. Los cables del aparejo 32 se extienden diagonalmente desde los extremos opuestos de la parte inferior del elemento viajero, uno adyacente al larguero de compresión y uno separado del larguero de compresión, a los extremos opuestos del elemento viajero

de la parte superior. Los cables del aparejo 32 y / o el cable 21 se tensan utilizando torniquetes o tensores (no mostrados). El primero y segundo largueros de compresión 28, 30 están conectados al primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 de una manera que permite a cada elemento viajero pivotar alrededor del extremo del larguero de compresión en un plano del montaje de vela. Los cables del aparejo 32 y el cable 21 se tensan uno  
 5 contra el otro de tal manera que el cable 21 está bajo tensión y por lo tanto soporta los primero y segundo largueros de enrollamiento articulados 8, 10 en una línea esencialmente recta o un arco suave en respuesta a las fuerzas del viento. La provisión de un par de cables diagonales 32 también permite un ajuste de tal manera que los largueros de compresión 28, 30 y los largueros de enrollamiento 8, 10 se mantienen paralelos entre sí y ortogonales a un par de brazos extensibles horizontales 34. Por consiguiente, el primero y segundo largueros de compresión 28, 30 debe  
 10 resistir la compresión que esto crea.

El mecanismo de pivote entre los largueros de compresión 28, 30 y los elementos viajeros 22,24 están dispuestos además para tener resistencia a la flexión de tal manera que sean capaces de absorber el momento de flexión relativamente pequeño en el plano vertical que resulta de la acción del viento en la vela 2 que es transferido a los brazos extensibles 34.

15 El primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 pueden trasladarse a lo largo del par de brazos extensibles horizontales 34. El par de brazos extensibles horizontales 34 comprende un brazo extensible horizontal superior y un brazo extensible horizontal inferior, ambos de construcción similar. El par de brazos extensibles 34 están conectados a un eje vertical 36 de la turbina alrededor del cual giran. Como se describió previamente, el montaje de vela está engranado de modo que tal que gira preferiblemente alrededor del eje vertical 36 a la mitad de la velocidad a la que  
 20 gira el eje vertical 36 alrededor del centro de la turbina y con el sentido de rotación que se describe a continuación.

Los brazos extensibles 34 pueden estar conectados entre sí por una cuerda u otro medio similar. Dos trozos de cuerda se unen verticalmente entre los extremos correspondientes de los brazos extensibles 34. Se cuenta con un medio de ajuste para tensar las cuerdas y de este modo transferir algo del peso desde el brazo extensible inferior hasta el brazo extensible superior y a una porción superior del eje vertical 36. La cuerda también puede comprender  
 25 un núcleo conductor y por lo tanto proporcionar un enrutamiento eléctrico limpio y directo al brazo extensible superior.

El par de brazos extensibles 34 están cada uno preferiblemente contruidos a partir de dos tubos huecos 38 que tienen una sección transversal cuadrada (véase la Figura 5). Los tubos huecos 38 están separados una distancia ligeramente mayor que el ancho de los elementos viajeros 22, 24 y unidos a una placa de la base 40. Como se muestra, los tubos huecos 38 están unidos a la placa de la base 40 a lo largo de una esquina de la sección transversal cuadrada del tubo. Con el fin de ahorrar peso, la placa de la base 40 no necesita extender toda la longitud del brazo extensor 34. En vez de eso, la placa de la base 40 se puede extender sólo una corta distancia hacia cualquier lado del centro de los brazos extensores, como se muestra en la Figura 7, y ser usada para montar  
 30 los brazos extensores 34 al eje vertical 36. La placa de la base 40 puede cubrir aproximadamente 20% de la longitud de los brazos extensores. Una pluralidad de traviesas de refuerzo 41 pueden estar separadas a lo largo de los brazos expansores 34. Las traviesas de refuerzo 41 son sustancialmente en forma de C y comprenden una porción recta 43 y un par de porciones curvadas 45 conectadas por la porción recta 43. Las superficies interiores de las porciones curvadas 45 están conformadas para recibir los brazos extensores 34. En consecuencia, las traviesas de refuerzo 41 evitan que la distancia entre los brazos extensores 34 aumente. Las traviesas de refuerzo 41 se pueden  
 35 unir a los brazos extensores 34 por medios de construcción compuestos tales como encolado y laminación, por ejemplo, aunque esto puede no ser necesario.

Cada uno de los pares de los elementos viajeros 22, 24 pueden moverse a lo largo de los brazos extensores 34. Los elementos viajeros 22, 24 están provistos cada uno con un conjunto de ruedas, es decir, dos pares, (no mostrados) que hacen contacto con los costados diagonales de los tubos 38 y permiten que los elementos viajeros 22, 24 se  
 40 muevan suavemente a lo largo de los brazos extensores 34.

El primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 se separan uno del otro para tensionar la vela 2. Cada par de elementos viajeros 22, 24 se asocia con una disposición de tensado que consiste en un elemento tensor alargado 42 y un elemento de engranaje alargado 44, como se muestra en la Figura 4, que proporciona tensión para separar los largueros de enrollamiento 8, 10 entre sí.

50 La disposición de tensado del primer par de elementos viajeros 22 está alojado dentro de uno de los tubos huecos 38 y la disposición de tensado del segundo par de elementos viajeros 24 está alojado dentro del otro de los tubos huecos 38.

Dentro de cada uno de los tubos huecos 38 de los brazos extensores 34 hay un elemento de regulación de la tensión que consiste en una disposición de tornillo guía. La disposición de tornillo guía consiste de un tornillo 46  
 55 situado paralelamente al eje del tubo 38 sobre el que está montado una tuerca 48. La disposición de tornillo guía está dispuesta en un extremo opuesto del tubo 38 al elemento viajero asociado. La tuerca 48 está conectada a una

5  
10  
corredera del brazo extensible 50 que está dimensionada para evitar la rotación de la corredera 50 dentro del tubo 38 y por lo tanto impedir la rotación de la tuerca 48 a la cual está conectada. Sin embargo, la corredera 36 ventajosamente puede estar provista de rodillos 52 (véase la Figura 5) que permiten que la corredera 36 se traslade libremente a lo largo del tubo 38. Un motor eléctrico 54 está provisto para girar el tornillo 46 y trasladar la tuerca 48 a lo largo del tubo 38. El motor eléctrico tiene un engranaje reductor 56 que disminuye la velocidad de rotación, pero aumenta el momento de torsión del motor eléctrico 54. El motor 54 puede estar localizado por fuera del tubo 38 (es decir, en línea con el tubo 38 o desplazado del eje longitudinal del tubo 38). Donde el motor 54 está desplazado del tubo 38, el motor 54 puede girar el tornillo a través de los engranajes apropiados. Por lo tanto, el motor 54 y el engranaje de reducción 56 no están constreñidos por el tamaño del tubo 38. El motor eléctrico 54 está asociado con un sensor de rotación (no mostrado) que cuenta el número de rotaciones del motor y / o del tornillo 46. El número de rotaciones se almacena en un registro (tal como en un microcontrolador), y el valor almacenado se incrementa hacia arriba o hacia abajo a medida que se cuenta otro giro o parte de giro.

15  
El elemento tensor 42 comprende un tramo de cuerda elástica 57, tal como una cuerda de choque u otro material similar. El tramo de la cuerda elástica 57 puede ser un haz de tramos más pequeños de cuerdas de choque. Un extremo de la cuerda elástica 57 está unido a la corredera 50 y se extiende a lo largo del tubo 38 hacia el extremo opuesto. El otro extremo de la cuerda elástica 57 está unida a un tramo de cuerda 58 mediante un conector 60. La cuerda 58 pasa por el extremo del tubo y sobre una polea 62 y retorna hacia el elemento viajero asociado 22, 24. La polea 62 está orientada con su eje en un plano sustancialmente vertical.

20  
Una segunda polea 64 está unida al otro extremo de la cuerda 58. El eje de la segunda polea 64 está orientado en un plano horizontal. La segunda polea 64 y la cuerda 58 están acoplados con el elemento viajero asociado 22, 24 a través del elemento de engranaje 44.

25  
El elemento de engranaje 44 es un tramo de correas, cuerda u otro material de baja elasticidad, que está conectado en un extremo al elemento viajero asociado 22, 24, forma un bucle sobre la segunda polea 64 y vuelve a bajar por debajo del brazo extensor 34 por debajo del elemento viajero asociado y se fija a la placa de la base 40 cerca del centro del brazo extensor 34. Las ruedas de los elementos viajeros 22, 24 que viajan en los bordes diagonales interiores del brazo extensor 38 permiten que el elemento de engranaje 44 pase por debajo de ellas sin impedir el movimiento de los elementos viajeros 22, 24.

30  
Ya que la segunda polea 64 es móvil, el elemento de engranaje 44 transmite el movimiento del elemento viajero asociado 22, 24 para el movimiento del elemento tensor 42, pero con una reducción en la distancia recorrida. El elemento de engranaje 44, actúa por lo tanto como un engranaje y la distancia recorrida por el elemento viajero es el doble de aquella recorrida por el elemento tensor 42 y la segunda polea 64 - una proporción de 2:1.

35  
Convenientemente, el elemento de engranaje 44 también se puede utilizar para localizar o portar un cable de cinta eléctrico (no mostrado) que se extiende entre el elemento de engranaje 44 y la placa de la base 40 (o de cables de aparejo 41), sobre la segunda polea 64 y de vuelta por encima de elemento de engranaje 44 para llevar la conexión eléctrica entre el primero y el segundo pares de elementos viajeros 22, 24 y el brazo extensor 34. Alternativamente, se puede utilizar una cuerda que tiene uno o más elementos conductores que corren a través de él como el elemento de 44 engranaje.

40  
45  
Cada uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 está acoplado al otro mediante un elemento de enlazamiento alargado 66. El elemento de enlazamiento alargado 66 acopla el primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 a través del primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24. El primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 están acoplados de tal manera que el movimiento de uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 provoca el movimiento del otro de los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 en una dirección opuesta, pero una distancia sustancialmente igual. Para lograr esto, cada uno de los elementos de unión 66 se acopla con el primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 a través de una tercera polea 68.

50  
Al igual que el elemento de engranaje 44, el elemento de enlace 66 es un tramo de cuerda o de correa de bajo estiramiento. Uno de los elementos de unión 66 está conectado en un extremo en el costado posterior (lado exterior) del primer par de elementos viajeros 22 (un elemento de enlace 66 para el elemento viajero de la parte superior y / o de la parte inferior) y en el otro extremo a un lado frontal (lado interior) del segundo par de elementos viajeros 24. El elemento de enlace pasa desde el primer par de elementos viajeros 22 en dirección hacia el exterior, sobre la tercera polea 68 y de vuelta al segundo par de elementos viajeros 24. Del mismo modo, el otro de los elementos de unión 66 está conectado en un extremo al costado posterior del segundo par de elementos viajeros 24 pasa sobre la tercera polea 68 y de nuevo al lado delantero del primer par de elementos viajeros 22 donde se conecta.

55  
La Figura 6 muestra una realización alternativa del mecanismo de enrollado. Las características correspondientes se numeran como en la Figura 5. En contraste con la cuerda 58 de la realización anterior, que pasa fuera del extremo del tubo 38, la cuerda 58 de esta realización está contenida dentro del tubo 38 y el elemento de engranaje 44 pasa

5 sobre la primera polea 62 (mostrada en la Figura 6 siendo dividida en dos poleas separadas para facilidad de enrutamiento, pero también podría ser una sola polea) en lugar de la cuerda 58. Además, la segunda polea 64 está contenida dentro del tubo 38. El elemento de engranaje 44 está conectado en un extremo al elemento viajero asociado 22, 24, hace un bucle sobre la primera polea 62 y se pasa hacia abajo en el tubo interior 38. Dentro del tubo 38, el elemento de engranaje pasa alrededor de la segunda polea 64 y es fijada en el extremo del tubo 38. La operación del mecanismo de enrollamiento no se ve afectada por estos cambios, con la distancia movida por el elemento viajero siendo aún dos veces la movida por el elemento tensor 42 y la segunda polea 64.

10 Se proporciona un medio para detectar la posición de los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 con respecto a los brazos extensores 34. Cada uno de los motores de enrollamiento están equipados con sensores de rotación (no mostrados) que cuentan el número de rotaciones del motor. El número de rotaciones se almacena en un registrador (tal como en un microcontrolador), y el valor almacenado se incrementa hacia arriba o abajo a medida que cuenta otra vuelta o parte de vuelta.

Además, se proporciona un sensor de posición que detecta el movimiento de los primero y / o segundo pares de elementos viajeros 22, 24 con relación a los brazos extensores 34.

15 Cada sensor de posición comprende una pluralidad de imanes permanentes y un sensor de efecto Hall (no mostrado). Los imanes permanentes están espaciados a lo largo de la longitud de la placa de la base 40 (o se localizan en los cables de aparejo) y el sensor de efecto Hall está posicionado en o cerca de la parte inferior de uno o más de los primero o segundo pares de elementos viajeros 22, 24.

20 Los primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 sólo viajan una distancia un poco menor de la mitad del ancho de la vela. Una sección de la placa de la base 40 adyacente a los elementos viajeros de la parte superior y/o de la parte inferior del primero y / o segundo pares de elementos viajeros 22, 24 pueden estar equipados con imanes en un patrón que puede ser reconocido por los sensores magnéticos. La distancia de desplazamiento puede ser dividida en ocho posiciones. En la placa de la base 40 en cada una de las ocho posiciones existe o bien un imán en orientación norte o sur, o no hay imán. Esto permite proporcionar una combinación única en cada una de las ocho posiciones, como se muestra en la siguiente tabla.

Número de posición	Polaridad del tubo 38 <sub>1</sub>	Polaridad del tubo 38 <sub>2</sub>
0	N	S
1	S	X
2	N	N
3	X	S
4	x	N
5	S	S
6	N	X
7	S	N

Alternativamente, se puede utilizar un patrón más simple con una resolución más baja, omitiendo todas las posiciones pares o impares.

30 El sensor de efecto Hall produce una salida única para cada posición. Por consiguiente, el sensor de posición proporciona una medición absoluta de la posición de los elementos viajeros 22, 24 contra los cuales un microcontrolador puede efectuar una calibración cruzada con los datos procedentes del sensor de rotación del motor de enrollamiento.

35 Se proporciona un segundo sensor de posición para detectar la posición de la corredera 50 en cada uno de los tubos 38, como se muestra en la Figura 5. El segundo sensor de posición comprende un imán permanente 70 situado en la corredera 50 y una pluralidad de sensores gauss 72, tales como sensores de efecto Hall, que se encuentra en una superficie interior del tubo 38. Alternativamente, los sensores gauss 72 se pueden localizar en una superficie exterior

del tubo 38. La salida de los sensores gauss 72 detectarán el imán a medida que la corredera 50 pasa sobre el y así se divide la distancia de movimiento de la corredera de acuerdo con el número de sensores gauss empleados, proporcionando cada uno una referencia fija contra la cual un microcontrolador puede hacer una calibración cruzada de datos del motor eléctrico o el sensor de rotación del tornillo de guía.

5 Los motores de enrollamiento para hacer girar el primer y el segundo largueros de enrollamiento 8, 10 son accionados por energía eléctrica, tal como una alimentación de corriente continua de 24 voltios. La operación de cada motor de enrollamiento está controlada por un controlador de enrollamiento (no mostrado) que se comunica con un controlador central para toda la turbina. El controlador de enrollamiento utiliza la salida de los sensores de rotación y sensores de posición para colocar los largueros de enrollamiento en la posición requerida con la cantidad  
10 requerida de la vela expuesta al viento. El controlador de enrollamiento también controla el motor 52 del elemento de regulación de la tensión.

Cada controlador de enrollamiento está conectado al controlador central a través de enlaces de comunicación de datos convencionales. Se puede utilizar un medio de comunicación en serie por cable tal como un RS485 o el bucle de corriente EIA de 20 mA, o un medio de comunicación inalámbrica, tal como Zigbee. Este enlace de comunicaciones puede incluir también dispositivos para medir la velocidad y dirección del viento, para controlar el ajuste de fase de la rotación de las velas, y para controlar un circuito de alimentación eléctrica a las baterías o una carga externa.  
15

Se puede utilizar una disposición de anillo deslizante u otro dispositivo equivalente, tal como un acoplador inductivo para transferir potencia de los elementos no giratorios de la turbina a los elementos giratorios de la turbina. Además, donde se utiliza un medio de comunicación por cable, la disposición de anillo deslizante u otro dispositivo puede transportar señales de comunicación desde el controlador central a cada controlador de enrollamiento.  
20

El protocolo de comunicación utilizado para la comunicación entre el controlador central y los motores de enrollamiento puede ser direccionado a fin de permitir que el controlador central envíe mensajes de control a todos los motores de enrollamiento en un modo de transmisión, o para controlarlos de forma individual, por ejemplo para verificación automática.  
25

Los controladores de enrollamiento se configuran para enrollar completamente automáticamente la vela girando el primero y / o segundo largueros de enrollamiento 8, 10 si se pierde la comunicación con el controlador central.

Cuando se utiliza un bucle de corriente, se puede implementar fácilmente esta operación a prueba de fallos, ya que cada controlador de enrollado y el controlador central pueden detectar inmediatamente un fallo del bucle de corriente si la corriente se interrumpe por período de trama de más de un byte de datos. Adicionalmente, o alternativamente con otros medios de comunicación, el protocolo puede implementar un modo de "latido" en el que el controlador central emite solicitudes regulares del estado de todos los dispositivos conectados, y cualquiera de: la ausencia de esa solicitud de estado a una hora prevista, la ausencia de una o más respuestas, o la recepción de una respuesta que indica un estado de error que requiere de enrollamiento, se pueden utilizar como disparadores para cada controlador de enrollamiento para comenzar el enrollamiento. Los otros montajes de vela de la turbina están configurados de manera que también se enrollan totalmente a fin de equilibrar la turbina.  
30  
35

La red de comunicaciones de datos, puede tener además una estructura jerárquica o un bus de comunicaciones secundario en cada brazo extensor 34, de modo que en caso de un fallo del bus principal de comunicación, los controladores de los sistemas de enrollamiento y tensores sobre cada brazo extensor 34 puedan comunicarse para controlar la tensión en forma coordinada al enrollar en respuesta a un fallo detectado.  
40

Además, los controladores de enrollamiento están configurados para enrollar automáticamente completamente la vela cuando se pierde potencia. Para permitir esto, se conecta una fuente de alimentación independiente, tal como un paquete de baterías recargable, a los controladores de enrollamiento y se programan los controladores de enrollamiento para enrollar las velas si se pierde potencia utilizando el poder de la fuente de alimentación independiente.  
45

Las velas también pueden ventajosamente incluir intencionalmente una o más costuras débiles que corren verticalmente de manera que si fallan todos los otros mecanismos a prueba de fallos, la vela rasgará una o más de las costuras débiles, dejando las porciones separadas de la vela unidas a los largueros de enrollamiento con los bordes rasgados soplando en el viento. Esto tiene el efecto de eliminar la mayor parte de la carga del viento de la estructura en condiciones extremas. Las costuras débiles pueden elaborarse como parte de la estructura de la vela, o se pueden añadir cosiendo una cinta que actúa como "eslabón débil" en la vela. Ambos métodos requerirán una reparación por los medios normales de elaboración de velas. Alternativamente, se puede utilizar un material textil que puede ser acoplado de nuevo tal como Velcro de modo que la vela pueda ser reparada fácilmente sobre la turbina cuando hayan disminuido las condiciones extremas.  
50

5 La Figura 8 muestra la vela 2 que gira alrededor de un eje central 74 de la turbina. Como se describió anteriormente, la vela 2 está conectada a la turbina a través de un mecanismo de engranajes y está hecha para girar a la mitad de la velocidad a la que giran las velas alrededor del eje central 74. En la Figura 8, se muestra la dirección del viento mediante la flecha 76. El círculo 78 marca uno de los primero y segundo bordes verticales 4, 6 de la vela 2. Se puede observar que después de una rotación de la vela 2 alrededor del eje central 74, el círculo 78 está en el lado opuesto de la vela 2, demostrando la mitad de la rotación de la vela 2 alrededor de su eje.

A medida que la vela 2 gira alrededor de su eje, el lado de la vela 2 que da frente al viento se alterna. El elemento tensor 42 coloca la vela 2 bajo tensión constante y evita así que la vela haga un ruido como de bofetadas mientras es henchida por el viento.

10 A medida que la vela 2 es henchida por el viento, la tensión en los elementos tensores 42 aumenta. En consecuencia, el primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 se desplazan ligeramente hacia el interior. Esto permite que la vela ruja ligeramente lo que a su vez aumenta el ángulo que forma la vela en el primer y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 con los brazos extensores 34. En un viento constante existe por lo tanto un aumento y disminución cíclicos de la tensión del elemento de tensado, y en la forma de la vela, a medida que la  
15 vela rota alrededor del mástil.

La Figura 9 muestra una turbina completa que tiene tres velas 2, que giran en la dirección mostrada por la flecha 77. En la figura 9(a) la velocidad del viento es baja. Para extraer la máxima energía del viento, se despliegan completamente las velas 2 y se dispone la superficie máxima de la vela al viento. Con baja velocidad del viento, también es preferible que la vela esté con baja tensión, de manera que la forma de la vela 2 se aproxima a las líneas de corriente del aire que es desviado por la vela 2. Se fija por lo tanto el elemento regulador de la tensión, hasta una posición donde la corredera 50 está en o cerca del extremo del tornillo 46 de manera que la distancia entre la corredera 50 y el elemento viajero asociado 22, 24 sea la más corta posible. En consecuencia, el elemento tensor 42 se encuentra a baja tensión.

20 A medida que se incrementa la velocidad del viento, los elementos reguladores de la tensión aumentan la tensión sobre los elementos tensores 42 mediante la rotación de los tornillos 46 para aumentar la distancia entre las correderas 50 y los primero y segundo pares de los elementos viajeros 22, 24. Esta acción es en respuesta al aumento de la velocidad del viento, a fin de mantener el ángulo óptimo de la vela y extraer la potencia máxima del viento.

30 Por encima de una velocidad del viento predeterminado (identificado para evitar daños en la turbina o dictado por la capacidad del generador), el controlador central instruye a los controladores de enrollamiento para hacer girar el primero y segundo larguero de enrollamiento 8, 10 que hace que la vela 2 se enrolle alrededor de los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10, como se muestra en la Figura 9 (b). A medida que se reduce el área de la vela expuesta, se retiran los primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 provocando que se incremente la tensión en los elementos tensores 42. Para compensar el cambio en la posición de los primero y segundo elementos viajeros 22, 24, los elementos reguladores de la tensión giran los tornillos 46 para contrarrestar este aumento en la  
35 tensión.

A medida que aumenta adicionalmente la velocidad del viento, los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 se giran para reducir el área expuesta de la vela aún más, como se muestra en la Figura 9(c) y los elementos que regulan la tensión se puede mover de nuevo para contrarrestar la aumento de la tensión que de otro modo resultaría de la acción de enrollado y el movimiento de los elementos viajeros.

40 En cualquier velocidad del viento, si se necesita la máxima potencia, entonces el controlador central puede fijar que la cantidad de vela sea la máxima dentro de los límites de seguridad para la vela y la estructura, y se puede dar instrucción a los elementos que regulan la tensión para tensionar las velas para extraer la máxima potencia. Si en cualquier momento se requiere una potencia menor, entonces se puede reducir el área de la vela para minimizar las tensiones sobre la estructura, con los elementos que regulan la tensión ajustados apropiadamente.

50 El control general se hará entonces con base en un "mapa" (similar en todos los aspectos a la "cartografía del motor" en los motores de combustión interna modernos) que determina el grado apropiado de enrollamiento teniendo en cuenta la velocidad del viento, el grado en que el viento es una ráfaga, y el poder que se requiere. El rendimiento puede optimizarse aún más por medio del controlador central haciendo pequeños ajustes a los valores del mapa que tratan de extraer más potencia con base en "ensayo y error". Por este medio, se pueden generar nuevos mapas para turbinas particulares, o en determinados lugares.

El mecanismo de enrollamiento cuenta con una serie de mecanismos a prueba de fallos que aseguran que la vela no queda desplegada cuando la velocidad del viento es alta, lo que podría resultar en daños a la turbina.

Como se ha descrito anteriormente, los controladores de enrollamiento están configurados para enrollar

automáticamente totalmente la vela 2 si la comunicación se pierde con el controlador central o se pierde la fuente de alimentación.

Además, la vela 2 puede ser completamente enrollada por cualquiera de los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10. Por lo tanto, si uno de los motores de enrollamiento o controladores falla, la vela 2 todavía puede ser enrollada hasta una posición segura.

Se garantiza una operación simétrica por parte del elemento de conexión 66 que acopla el primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24. Con esta disposición, cuando uno de los primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 se mueve hacia adentro o hacia afuera, el otro de los primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 debe moverse una distancia correspondiente hacia dentro o hacia fuera. En el caso de un enrollamiento unilateral, el elemento de enlace 66 asegura el enrollamiento centralizado de la vela 2.

El elemento de conexión 66 tiene un doble propósito y también equilibra la aceleración centrípeta experimentada durante la rotación doble compleja de la turbina.

Como se ha descrito anteriormente, el elemento de engranaje 44 actúa como un engranaje y la distancia recorrida por el elemento viajero es dos veces el movido por el elemento tensor 42 y la segunda polea de 64. Esto permite que el mecanismo de enrollamiento enrolle completamente la vela 2, incluso si el elemento regulador de tensión falla y se deja la corredera 50 en una posición adyacente al motor eléctrico 52 y el engranaje de reducción 54. Dado que la distancia recorrida por la segunda polea 64 es la mitad que la del elemento viajero, la cuerda elástica 57 es capaz de extenderse lo suficiente para enrollar completamente la vela 2 sin que la cuerda elástica 57 exceda su resistencia a la rotura. El momento de torsión de salida del motor eléctrico 52 es suficiente para enrollar completamente la vela 2 bajo esta tensión.

El mecanismo de enrollamiento de la presente invención se usa preferiblemente con una turbina de eje vertical que tiene tres o más velas. La turbina puede tener más de un conjunto de velas dispuestas una encima de la otra.

En las figuras 7(b) y 7(c), se muestran el primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 como habiendo girado en la misma dirección enrollamiento de este modo la vela 2 en forma de una S. Sin embargo, el primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 pueden girar en dirección opuesta para enrollar la vela 2 en forma de U.

Aunque se ha descrito la presente invención con referencia a una turbina accionada por el viento, se puede usar con otros fluidos, tales como agua que fluye en un río o en el mar.

El primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 puede ser acoplados de forma móvil a los brazos extensores 34 sin necesidad del primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24.

Se han descrito varias características de la invención con referencia a los primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24. Sin embargo, será evidente que estas características podrían aplicarse a sólo uno de los primero y segundo pares de elementos viajeros 22, 24 y / o sólo uno de los elementos viajeros de la parte superior e inferior de cada par. Por ejemplo, sólo los elementos viajeros superior o inferior de cada par puede contar con un motor de enrollado. Asimismo, la disposición de tensado puede ser requerida sólo para los elementos viajeros de la parte superior o inferior, o de hecho solamente para uno de los primero y segundo elementos viajeros.

Sólo un elemento de conexión 66 se puede utilizar para proporcionar un movimiento simétrico de los elementos viajeros. Cuando uno de los primero y segundo pares de los elementos viajeros 22, 24 se mueve hacia dentro, el otro par de elementos viajeros también se moverá hacia el interior bajo la acción del elemento de enlace 66. Cuando los elementos viajeros se mueven hacia fuera del elemento de conexión 66 se aflojarán y por lo tanto no provocarán el movimiento hacia fuera del otro elemento viajero. Sin embargo, en lugar de eso, la disposición de tensado provocará el movimiento hacia fuera del otro elemento viajero.

En una realización alternativa, el elemento de tensión 42 puede estar conectado directamente a los primero y segundo pares de los elementos viajeros 22, 24, omitiendo el elemento de engranaje 44.

El primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 han sido descritos como tubos cilíndricos de múltiples secciones, sin embargo esto no tiene por qué ser necesariamente el caso. En vez de eso, el primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 podrían ser construidos a partir de un tubo sólido que sea compatible para permitir la articulación. Además, el primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10 podrían ser alternativamente elementos estructurales. Cuando este es el caso, el primero y segundo largueros de enrollamiento se pueden montar de forma pivotante directamente al primero y segundo pares de los elementos viajeros 22, 24 y se pueden omitir el primero y segundo largueros de compresión 28, 30, 21, los cables 21 y los cables de aparejo 32.

La Figura 2 muestra un método de fijación de la vela 2 a los primero y segundo largueros de enrollamiento 8, 10, sin embargo, serán evidentes métodos alternativos para una persona capacitada en la técnica.

Aunque se han descrito la primera, segunda y tercera poleas 62, 64, 66 como tales, podrían de hecho ser cualquier elemento de guía adecuado. Por ejemplo, el elemento de guía podría comprender una porción de material curvo que tiene un bajo coeficiente de fricción.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Un mecanismo de enrollamiento para una vela (2) de una turbina de eje vertical, **caracterizado porque el mecanismo de enrollado comprende:**
- 5 un primero y segundo largueros de enrollamiento alargados (8, 10) que pueden ser conectados a los primero y segundo bordes (4, 6) de la vela (2);
- en donde cada uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) pueden girar alrededor de su respectivo eje longitudinal de tal manera que, en uso, la rotación del primero y / o segundo larguero de enrollamiento (8, 10) hace que la vela (2) se enrolle o se despliegue.
- 10 2. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en la reivindicación 1, en el que cualquiera de los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) puede enrollar completamente la vela (2).
3. Un mecanismo de enrollamiento como se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en el que los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) son girados por un motor eléctrico.
4. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) están orientados de forma sustancialmente vertical.
- 15 5. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primero y / o segundo largueros de enrollamiento (8, 10) pueden trasladarse hacia o lejos el uno del otro en respuesta a la vela (2) que está siendo enrollada o desplegada.
6. Un mecanismo de enrollamiento como la reivindicada en la reivindicación 5, en el que los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) están acoplados a un brazo extensor (34) de la turbina, a lo largo del cual pueden trasladarse los primero y / o segundo largueros de enrollamiento (8, 10).
- 20 7. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en las reivindicaciones 5 o 6, en donde el primer y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) están distanciados uno del otro.
8. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en la reivindicación 7, en el que el primer y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) están separados uno del otro por un elemento tensor alargado (42), que se coloca bajo tensión cuando se enrolla la vela (2).
- 25 9. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en la reivindicación 8, en donde el o cada elemento de tensado (42) se extiende desde uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) en una dirección opuesta a la otra de los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10), sobre un elemento de guía (62), tal como una polea, y de vuelta hacia el centro del brazo extensor (34) cuando el elemento de tensión (42) está unido.
- 30 10. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en la reivindicación 8 o 9, que comprende además un elemento de regulación de la tensión asociado con el o con cada elemento de tensión para cambiar y / o mantener la tensión en el elemento tensor asociado (42), en el que el o cada elemento de regulación de la tensión puede cambiar la distancia entre el primero y segundo extremos del elemento tensor asociado (42) para cambiar la tensión y / o mantener la distancia entre el primer y segundo extremos del elemento tensor (42) durante el enrollamiento o despliegue para mantener aproximadamente la misma tensión en el elemento tensor (42).
- 35 11. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en donde el o cada elemento de tensado (42) se conecta a los primero y / o segundo largueros de enrollamiento (8, 10) a través de un elemento de engranaje alargado (44);
- 40 el o cada elemento de engranaje 44 se extiende desde uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) en una dirección opuesta a la otra del primer y segundo largueros de enrollamiento (8, 10), sobre un elemento de guía móvil (64), tal como una polea, acoplada al elemento tensor (42) y de nuevo hacia un extremo opuesto del brazo extensor (34) cuando el elemento de engranaje (44) está unido, de manera que el movimiento del larguero de enrollamiento (8, 10) provoca un movimiento reducido del elemento móvil de guía (64).
- 45 12. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, en donde el primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) pueden ser transferidos y en donde el primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) están acoplados, por ejemplo mediante un elemento de conexión alargado (66), de tal manera que el movimiento de uno de los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) provoca el movimiento del otro de los primero y segundo largueros de enrollamiento (8, 10) en una dirección opuesta.

13. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el enrollado y desenrollado de la vela (2) es controlado por un controlador central, y la vela (2) es completamente enrollada si se pierde la comunicación con el controlador central.
- 5 14. Un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sensor para detectar la posición del primer y segundo largueros de enrollamiento (8, 10).
15. Una turbina de eje vertical, tal como una turbina eólica, que comprende un mecanismo de enrollamiento como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

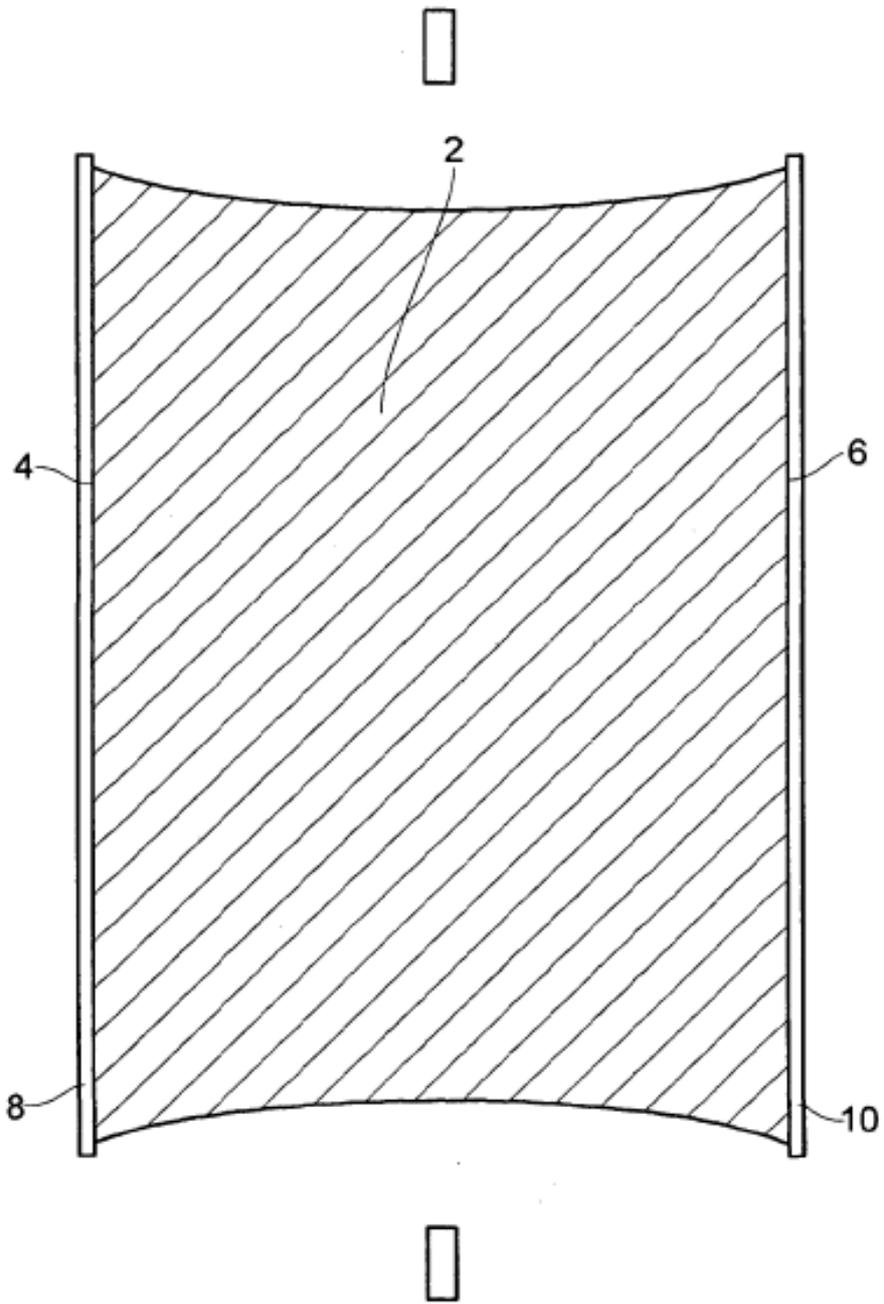


FIG. 1

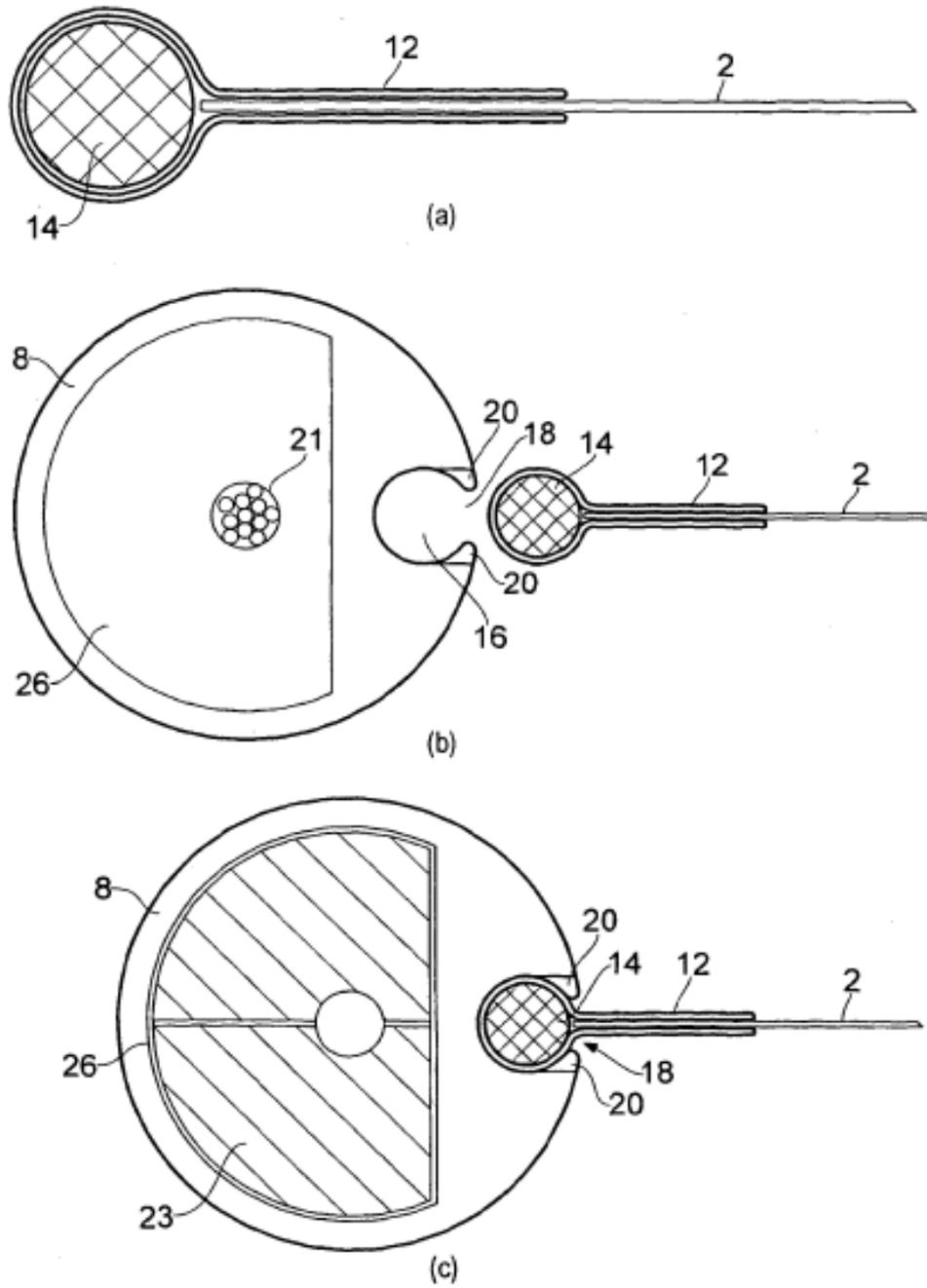


FIG. 2

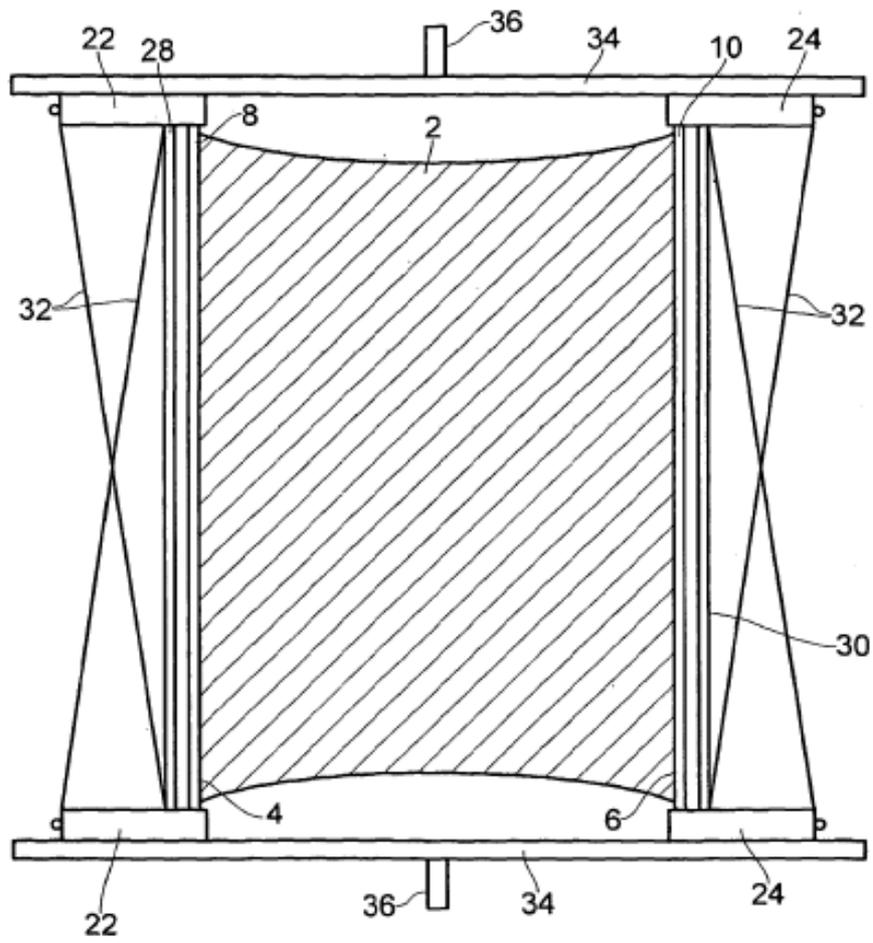


FIG. 3

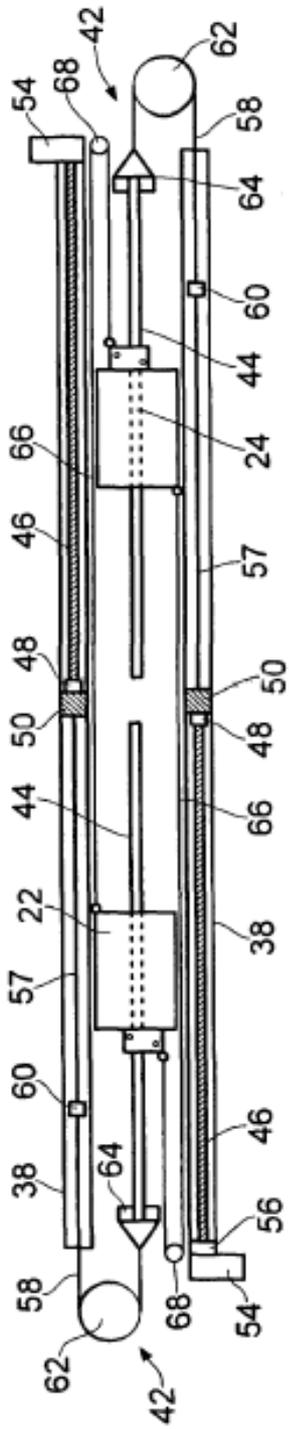


FIG. 4

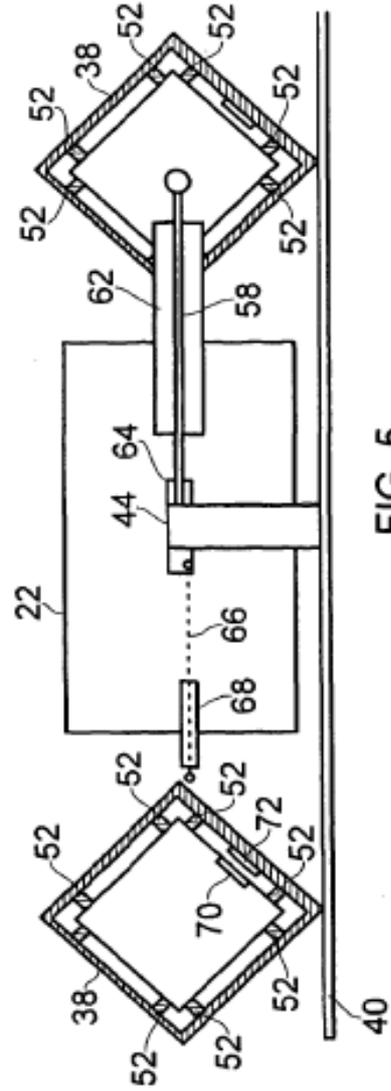


FIG. 5

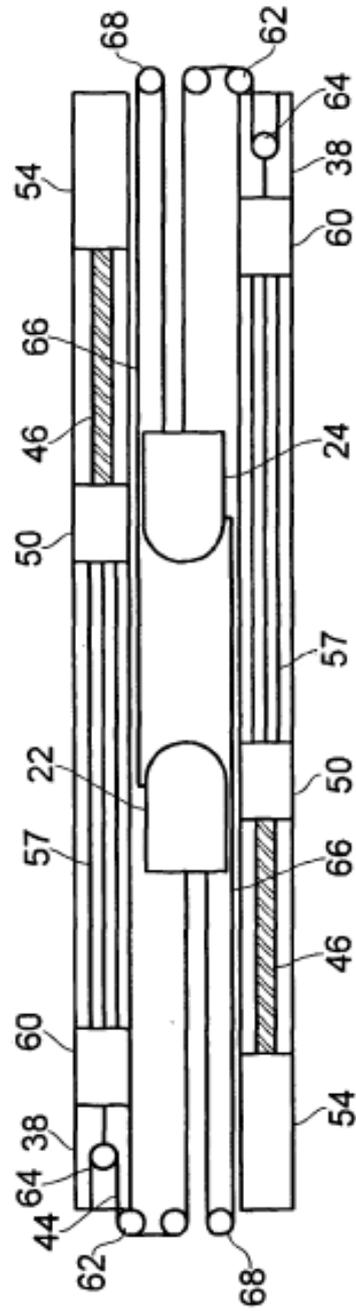
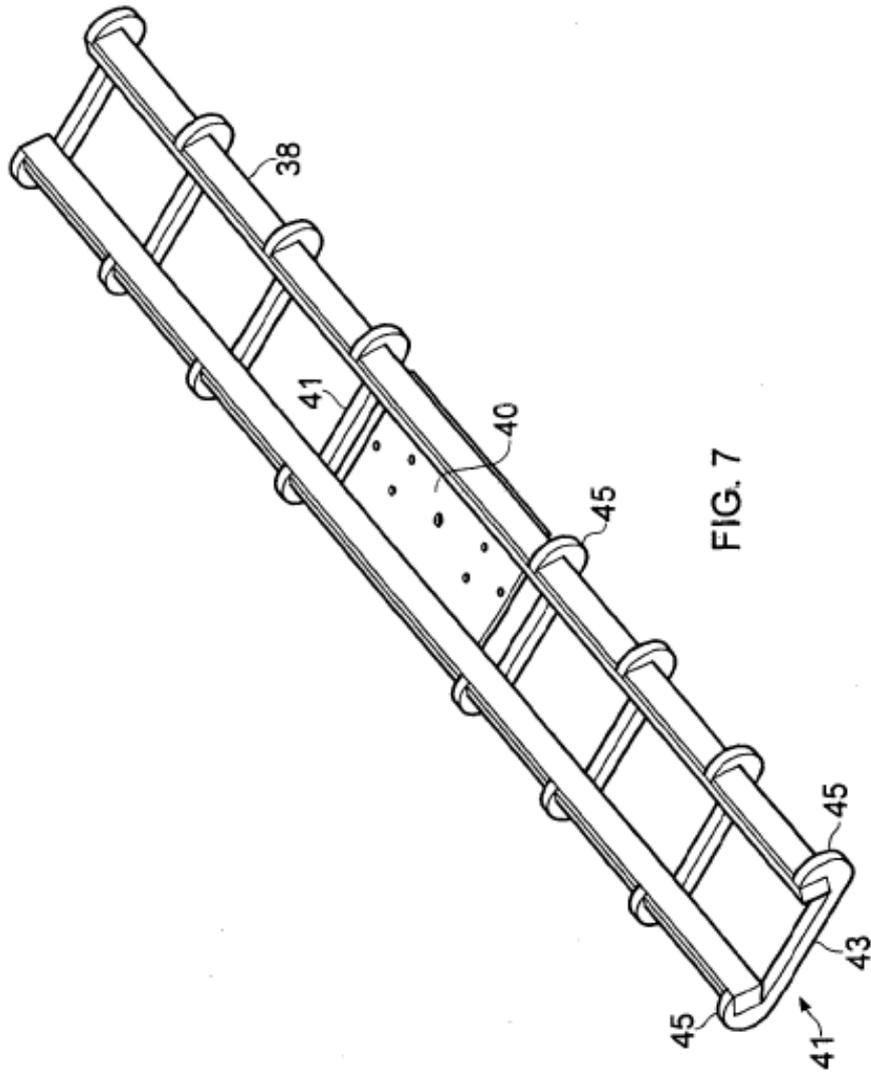


FIG. 6



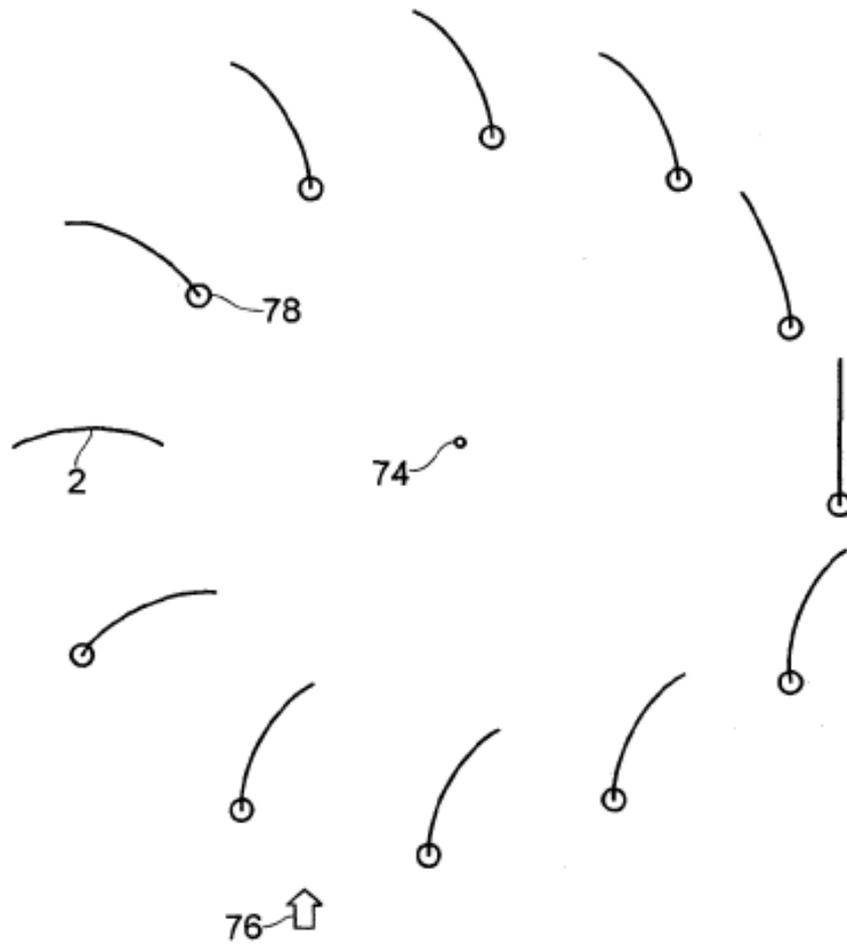


FIG. 8

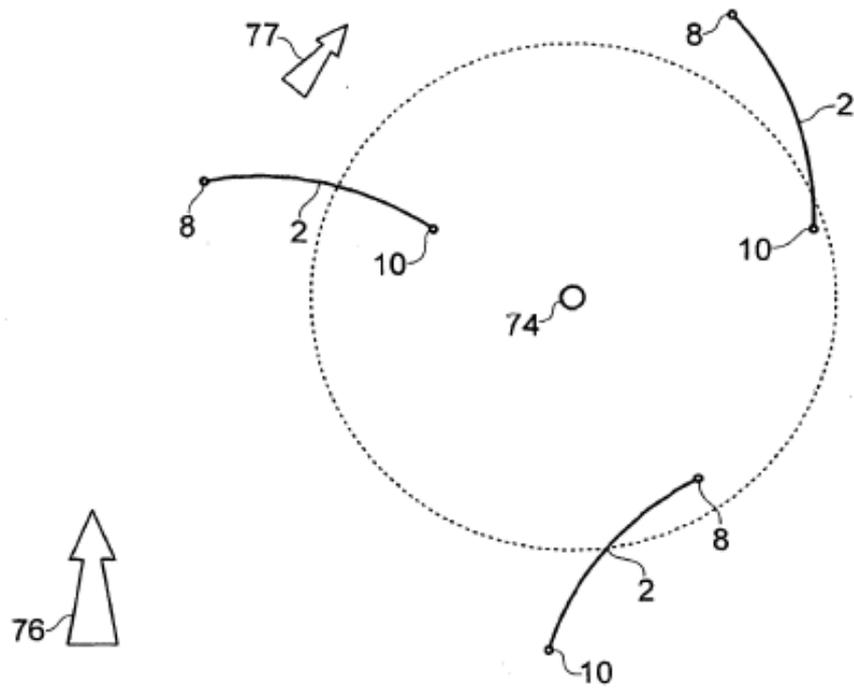


FIG. 9(a)

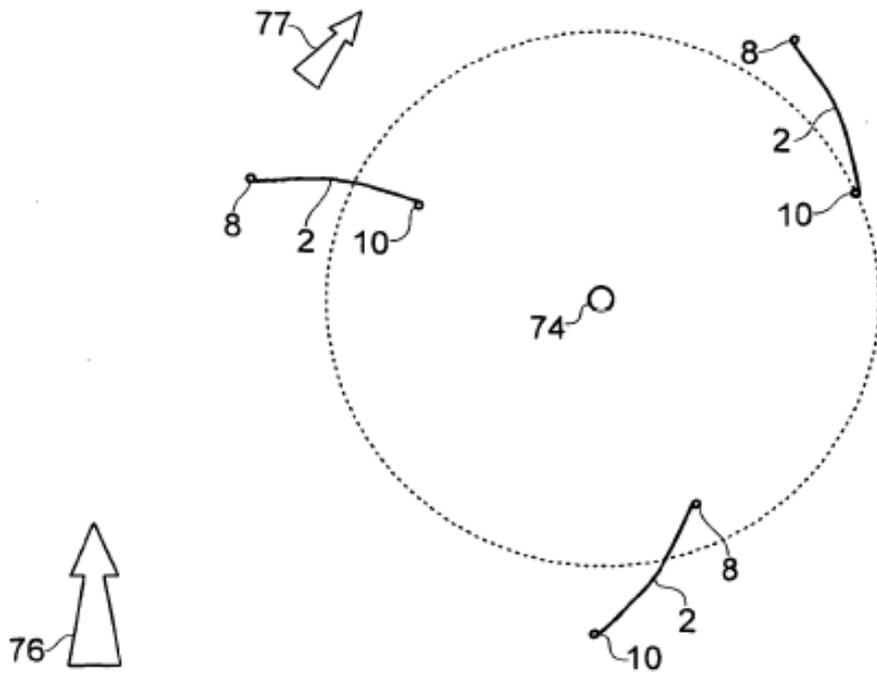


FIG. 9(b)

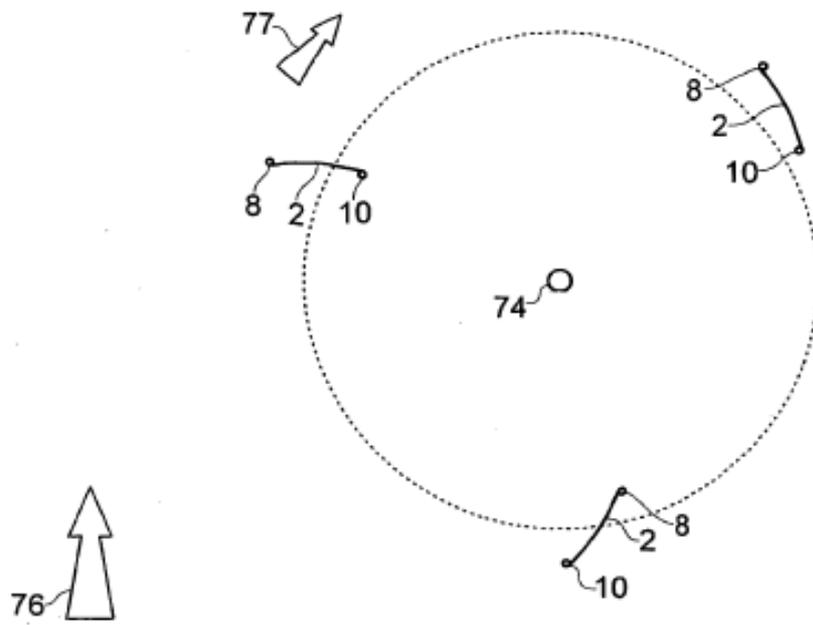


FIG. 9(c)