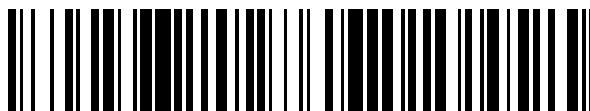


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 649**

51 Int. Cl.:

F03D 1/02 (2006.01)

F03D 3/02 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2012 PCT/NL2012/050104**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.08.2012 WO12115512**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2012 E 12707943 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 2678555**

54 Título: **Turbina eólica con dos rotores**

30 Prioridad:
22.02.2011 NL 2006276

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.10.2017

73 Titular/es:
**ITOMFORCE INNOVATIONS B.V. (100.0%)
Lekdreef 10
2931 AH Krimpen a/d Lek, NL**

72 Inventor/es:
DORELEIJERS, THOMAS HUBERTUS MARIA

74 Agente/Representante:
PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 639 649 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 con dos rotores

5 La presente invención se refiere a construcciones con turbinas eólicas. El término turbina eólica se utiliza aquí para distinguir estas turbinas eólicas de los molinos de viento clásicos.

10 La invención se refiere más particularmente a una turbina eólica que comprende una construcción de soporte, una primera góndola que se coloca sobre la construcción de soporte y en la que se coloca un primer generador, y un primer rotor de turbina eólica adaptado para el flujo de aproximación en dirección axial y que tiene un primer árbol que se extiende sustancialmente horizontal que está montado en el cojinete en la primera góndola y acoplado al primer generador.

15 Tales turbinas eólicas son generalmente conocidas. Están adaptados para generar energía eléctrica. Para el acoplamiento de esta energía eléctrica a la red eléctrica son necesarios convertidores que convierten la energía eléctrica generada con tensión y frecuencia específicas por el generador a energía con la frecuencia y la tensión de la red eléctrica. Esto proporciona la opción de optimizar el generador sin tener que tener en cuenta la frecuencia y la tensión de la red.

20 Particularmente en países densamente poblados el número de localizaciones para las turbinas eólicas es limitado; por lo tanto, es importante utilizar lo más posible los lugares disponibles, lo que significa que debe generarse la mayor cantidad posible de energía eléctrica en los lugares disponibles. El objeto de la presente invención es proporcionar una turbina eólica con la que se puede generar la mayor cantidad posible de energía eléctrica.

25 El objeto se consigue con una turbina eólica del tipo anteriormente indicado, en la que al menos un segundo rotor de turbina eólica con un segundo árbol está colocado sobre la construcción de soporte. Los ejemplos de la técnica anterior de una configuración de la turbina eólica que tiene una pluralidad de rotores se describen en el documento DE 26 20 862 A1 o en el documento WO 2010/098813 A1. Esta medida ofrece la opción de aumentar el número de
30 una turbina eólica ofrece la opción de convertir más energía cinética del viento a energía cinética del rotor de turbina eólica, y por lo tanto a energía eléctrica.

35 De acuerdo con lo anterior, esta realización también proporciona un método para colocar una turbina eólica, que comprende la etapa de colocar una construcción de soporte adaptada para soportar más de un rotor de turbina eólica y al menos un generador con una potencia dimensionada para al menos un rotor de turbina eólica y, posteriormente, colocar en la construcción de soporte al menos dos rotores de la turbina eólica y el generador a ser accionado por esta turbina eólica.

40 Se observa que el uso de más de una turbina eólica en una única ubicación tiene limitaciones, por ejemplo, como resultado del hecho de que la energía cinética de una cantidad de aire que pasa por la turbina eólica disminuye; parte de esta energía cinética se transfiere a la turbina eólica de modo que solo queda una parte de la energía cinética. Por lo tanto, solo una parte de la energía cinética del aire está disponible para una segunda turbina eólica colocada inmediatamente detrás de la primera turbina eólica, de manera que esta segunda turbina eólica puede generar en general menos energía. Por lo tanto, es generalmente más atractivo modificar el diseño de la primera
45 turbina eólica para aumentar la potencia disponible. Esto es en muchos casos no es posible o vale la pena como resultado de la falta de espacio u otras limitaciones. Las ventajas de la presente invención son particularmente manifiestas en tales situaciones.

50 Debido a su carácter libre de mantenimiento, se utiliza preferentemente de generadores sin escobillas, tales como generadores síncronos o asíncronos, para generar energía eléctrica. Para el rotor de la turbina, el uso se puede hacer de dos palas, tres palas o palas múltiples.

55 La colocación de las turbinas eólicas implica una gran cantidad de papeleo, particularmente como resultado de los permisos requeridos por la legislación y otras restricciones. Con el fin de reducir esta cantidad de papeleo a veces es atractivo para proporcionar una turbina eólica preexistente con un rotor de turbina eólica adicional. Suponiendo que la turbina eólica existente cumpla con todos los reglamentos, normalmente es posible, sin demasiados permisos, añadir un segundo rotor de la turbina, posiblemente con un segundo generador, a la construcción de soporte de la turbina eólica existente.

60 Una realización específica proporciona a este fin un método para aumentar la potencia de una turbina eólica existente, que comprende la etapa de disponer al menos un segundo rotor de turbina eólica y posiblemente un segundo generador sobre la construcción de soporte de la turbina eólica existente, El primer árbol y el segundo árbol coinciden en un árbol continuo. De este modo, se puede aumentar la potencia de una turbina eólica existente, esto por supuesto dentro de las limitaciones descritas anteriormente, sin demasiados problemas con las regulaciones.
65

Aunque es posible acoplar el segundo rotor de turbina eólica al primer generador ya presente, debido al

dimensionamiento del generador, se recomienda que también se coloque un segundo generador y que la segunda turbina eólica esté conectada al segundo generador.

- 5 De acuerdo con una primera realización, el al menos segundo rotor de turbina eólica está adaptado para el flujo de aproximación axial y el segundo árbol se extiende sustancialmente de manera horizontal. Se añade un segundo rotor de turbina eólica o un rotor de turbina eólica subsiguiente para que la potencia total de la turbina eólica aumente. Se observa que en tales casos los ejes de ambos rotores de la turbina coincidirán en un árbol continuo paralelo a la dirección del viento.
- 10 Se observa que el tamaño del segundo rotor puede ser el mismo que el del primer rotor, aunque es igualmente posible que el diámetro del primer rotor de turbina eólica sea mayor que el del segundo rotor de turbina eólica. Otras propiedades de los rotores, tales como el paso de las palas de rotor y la forma de las palas de rotor, también pueden diferir o ser iguales.
- 15 También se recomienda que el segundo rotor de turbina eólica esté adaptado para el flujo de aproximación directa. Esto reduce la inversión, simplifica el montaje y tiene el menor efecto visual posible. Esta realización también proporciona un método en el que el segundo rotor de turbina eólica está adaptado para el flujo de aproximación directa y la segunda turbina eólica se coloca sin medios de guía de aire.
- 20 Una realización más específica proporciona la medida de que el primer árbol y el segundo árbol están acoplados al primer generador. Esta medida requiere una pequeña inversión porque se hace uso de un solo generador. Este único generador se dimensiona preferiblemente a la potencia de ambos rotores de la turbina. Cuando un segundo rotor de la turbina está dispuesto en un momento posterior, esto es menos atractivo en términos de inversión, ya que entonces habría que instalar un nuevo generador. Para evitar esto, es posible basta con el generador existente dimensionado a la potencia del rotor de turbina eólica ya colocada. Debido a que una turbina eólica funciona durante la mayor parte del tiempo a menos de la potencia máxima, entonces la energía suficiente está disponible en el generador. El uso óptimo ya no es posible solo cuando la fuerza del viento es tan grande que la suma de la potencia de ambos rotores de la turbina eólica es mayor que la potencia del generador.
- 25
- 30 Esta última realización se puede definir adicionalmente porque el primer rotor de turbina eólica y el segundo rotor de turbina eólica están situados en el mismo árbol. Esto simplifica en gran medida la construcción de toda la turbina eólica y, en particular, el montaje de cojinetes del árbol único. Una simplificación adicional resulta cuando el generador se coloca también en el mismo árbol.
- 35 En una serie de realizaciones elucidadas aquí, el generador o generadores y el árbol se colocan en la misma góndola. Un ejemplo alternativo que no forma parte de la invención proporciona la medida de que el segundo árbol está montado en un cojinete en una segunda góndola y que el segundo árbol está acoplado a un segundo generador recibido en la segunda góndola. Hay aquí por lo tanto dos o más góndolas. Esto proporciona la opción de colocar las góndolas independientemente una de la otra de modo que no haya o casi ningún solapamiento de los rotores de las turbinas eólicas, y un rotor no priva al otro del viento.
- 40
- De acuerdo con otro ejemplo que no forma parte de la invención, la primera y segunda góndola están conectadas a la construcción de soporte para una rotación independiente alrededor de un árbol sustancialmente vertical. Esta medida proporciona la posibilidad de determinar independientemente el ángulo en el que se extiende el árbol central de las góndolas. La dirección del árbol central de las góndolas se determina en primer lugar por la dirección del viento, ya que la mayor parte del beneficio se obtiene de la energía eólica cuando el árbol central de la góndola se extiende paralelamente a la dirección del viento. Dado que la dirección del viento difiere poco a la distancia relativamente corta a la que están situadas las góndolas, la dirección de los ejes centrales de las góndolas tampoco variará en la práctica.
- 45
- 50 En muchos casos, la construcción de soporte está formada por una torre que se extiende sustancialmente verticalmente. Con el fin de disponer una góndola subsiguiente que tenga colocado en ella un generador con el árbol asociado y el rotor de la turbina.
- 55 La góndola colocada en la parte superior de una torre está normalmente dispuesta para rotación alrededor de un árbol vertical con el fin de poder seguir la dirección del viento.
- Aunque el viento generalmente se mueve en dirección horizontal a lo largo de la tierra, hay situaciones en las que la dirección del viento tiene una componente en dirección vertical, por ejemplo, en la costa. A fin de poder también aprovechar óptimamente el viento en tales situaciones, es atractivo que la góndola pueda inclinarse alrededor de un árbol horizontal que se extiende sustancialmente transversalmente al eje de rotación. Esta construcción proporciona la opción de permitir que el árbol de la góndola se extienda paralelo a la dirección del viento. Durante la rotación de una góndola alrededor de un eje vertical, la energía potencial de la góndola no cambiará; aparte de las pérdidas de fricción, por lo tanto, no requiere fuerza para hacer girar la góndola alrededor de su árbol vertical. Por lo tanto, la conducción puede tener lugar por una paleta de viento o una parte que funciona como una paleta de viento. De lo contrario, no se opone en modo alguno al accionamiento activo del movimiento de rotación. Sin embargo, durante la
- 60
- 65

- rotación de la góndola alrededor de un eje horizontal, su energía potencial cambiará generalmente a menos que el eje de rotación pase a través del centro de gravedad de la góndola, incluyendo el generador, el árbol y el rotor. En la mayoría de los casos es necesaria una conducción para la rotación. Una realización adicional proporciona a este fin la medida de que la góndola basculante está colocada sobre un bastidor secundario, tal que el bastidor secundario
- 5 está conectado por un árbol a la construcción de soporte y de que un elemento de accionamiento lineal controlable se coloca entre el bastidor secundario y la construcción de soporte a una distancia del árbol. El elemento de accionamiento lineal puede estar formado, por ejemplo, por un cilindro hidráulico o neumático o por un husillo de tornillo preferiblemente accionado eléctricamente o por una combinación de una cremallera con una rueda dentada.
- 10 Preferiblemente, un pasador que se extiende hacia abajo está dispuesto sobre el bastidor secundario y el pasador puede acoplarse a un soporte que normalmente se extiende sustancialmente de forma horizontal y está conectado a la construcción de soporte. Esto simplifica enormemente el montaje ya que solo el soporte, que normalmente no es demasiado pesado, necesita conectarse primero a la construcción de soporte, esta conexión normalmente requiere trabajo de soldadura y tales actividades que consumen tiempo, y la posterior colocación de la góndola,
- 15 opcionalmente colocada sobre un bastidor secundario, puede tener lugar rápidamente. Por lo tanto, esta medida también proporciona un método en el que la góndola con el segundo generador está conectada a la construcción de soporte conectando inicialmente un soporte sustancialmente horizontal a la construcción de soporte y colocando posteriormente la góndola con el segundo generador.
- 20 Esta realización proporciona además la opción de que el pasador y el soporte estén formados por un acoplamiento usual en una combinación de tractor y remolque y que tenga un disco y un pivote central. Estos son después de todos componentes que se pueden obtener fácilmente comercialmente y, por tanto, de bajo coste.
- Las realizaciones anteriormente expuestas se refieren en cada caso a rotores de la turbina con flujo de aproximación axial, designando esto que la dirección del viento se extiende paralela a la dirección del eje de rotación y que el plano principal del rotor se extiende perpendicularmente al eje. Este es el caso de la mayoría de las turbinas eólicas actualmente aplicadas. Sin embargo, también hay turbinas eólicas en los que la dirección de flujo de aproximación se extiende radialmente respecto al eje de rotación del rotor de la turbina. Un ejemplo de tal rotor es el denominado rotor de Darrieus. Sin embargo, también es posible aplicar rotores de la turbina de este tipo, en los que las paletas
- 25 están dispuestas de acuerdo con un cilindro. De acuerdo con una realización preferida, el al menos segundo rotor de turbina eólica está adaptado para el flujo de aproximación radial y el segundo árbol se extiende sustancialmente verticalmente.
- 30 Se obtiene una realización estructuralmente atractiva cuando el segundo rotor de turbina eólica se coloca debajo del primer rotor de turbina eólica. Esto, después de todo, evita que los rotores "tomen el viento de las velas del otro", mientras que el segundo rotor cilíndrico forma un conjunto más cerrado y conlleva menos problemas en términos de seguridad; Después de todo, dicho rotor no tiene palas sobresalientes.
- 35 El viento es un fenómeno altamente susceptible a la variación. Cuando se genera energía eléctrica es deseable que la potencia generada momentáneamente sea lo más constante posible para evitar la sobrecarga de los componentes de la turbina eólica. Con el fin de evitar variaciones en la potencia haciendo que la velocidad de rotación del generador sea lo más constante posible, se conoce la aplicación de un volante en el árbol. Para ser eficaz, un volante de este tipo tiene una gran masa, y esto resulta en problemas estructurales. Con el fin de obviar estos problemas, otra realización preferida de la invención propone que al menos uno de los generadores esté provisto de un estator interior y un rotor exterior. El rotor exterior es la parte giratoria, por lo que la inercia de masa o el efecto del volante se mejora sin disponer de masa adicional.
- 40 La velocidad de rotación de los rotores de las turbinas eólicas es relativamente baja. Esto es particularmente el caso de rotores de la turbina con una longitud de hoja de varias decenas de metros. Los generadores eléctricos se vuelven más pequeños y más baratos - con la misma potencia - a altas velocidades de rotación. Como resultado, a menudo se aplican cajas de engranajes con el fin de aumentar la velocidad de rotación del rotor de la turbina, de manera que el generador puede tener dimensiones menores. Las cajas de cambios, incluso cuando tienen una configuración planetaria, son susceptibles al desgaste, requieren mucho mantenimiento y son susceptibles a la sobrecarga. Con el fin de evitar estos inconvenientes, otra realización propone que al menos uno de los rotores de la
- 45 turbina eólica esté acoplado directamente al rotor del generador asociado. Se prescinde de la caja de cambios, aunque el generador - con una potencia constante - debe tener dimensiones mayores. Este inconveniente se tolera porque se puede obtener una construcción sustancialmente libre de mantenimiento.
- 50 De acuerdo con una realización final, el árbol del primer rotor de turbina eólica está acoplado a al menos dos generadores. A primera vista, esta realización no parece muy atractiva; Es después de todo más barato, en el caso en que la potencia es determinada por el rotor de la turbina, aplicar un generador único con una potencia elevada que dos generadores que tienen cada uno una potencia baja. Sin embargo, existen situaciones en las que resulta atractivo aplicar dos generadores. Se trata de situaciones en las que el rotor de la turbina se modifica en una turbina eólica existente, por ejemplo, ampliada o provista de otras palas, con lo que aumenta la potencia del rotor de la
- 55 turbina. Con el fin de permitir también la conversión de esta potencia aumentada a energía eléctrica a fuerza de viento fuerte, también se puede colocar un generador adicional. Este generador adicional puede ser igual o menor o
- 60
- 65

mayor que el generador ya presente. Esta colocación es particularmente fácil cuando el generador ya presente está provisto de un árbol continuo, de manera que el generador añadido puede colocarse coaxialmente con respecto al generador ya presente. Sin embargo, también puede resultar atractivo aplicar dos generadores en una turbina eólica totalmente nueva, por ejemplo, cuando se prevé que la fuerza del viento solo alcanzará valores elevados durante periodos cortos de tiempo. Un primer generador está entonces siempre en funcionamiento y el segundo generador solo cuando la fuerza del viento es tan grande que se sobrepasa la potencia del primer generador. Debido a que este segundo generador tiene solo un corto tiempo de funcionamiento, se puede utilizar un generador más barato con una eficiencia más baja para este propósito. El segundo generador también puede utilizarse en situaciones en las que el primer generador está fuera de funcionamiento, por ejemplo, para fines de mantenimiento o reparación.

La presente invención se ilustrará con ejemplos a continuación basados en los dibujos adjuntos, figuras 6, 8 y 9. Las figuras 1-5 y 7 son solo ejemplos que no forman parte de la invención.

La figura 1 es una perspectiva esquemática de un ejemplo de la técnica anterior que no forma parte de la invención, siendo los dibujos, figuras 3, 6, 8 - 9; las figuras 1, 2, 4, 5, 7 ejemplos de realización.

La figura 2 es una vista lateral esquemática de un ejemplo de la técnica anterior que no forma parte de la invención.

La figura 3 es una vista lateral esquemática de un ejemplo de la técnica anterior que no forma parte de la invención.

La figura 4 es una vista frontal esquemática de un ejemplo de la técnica anterior que no forma parte de la invención.

La figura 5 es una vista lateral esquemática de un ejemplo de la técnica anterior que no forma parte de la invención.

La figura 6 es una vista lateral esquemática de una realización de la invención;

La figura 7 es una vista lateral esquemática en sección transversal parcial de un ejemplo de la técnica anterior que no forma parte de la invención.

La figura 8 es una vista en sección transversal de una realización de la invención; y

La figura 9 es una vista en sección transversal de una realización de la invención.

La figura 1 con una realización que no forma parte de la invención muestra una turbina eólica designada en su conjunto con 1. La turbina eólica 1 comprende una torre 2 que funciona como construcción de soporte y que adopta una forma sustancialmente lisa, cilíndrica, tal vez ligeramente cónica. Será evidente que se pueden aplicar otros tipos de torre, tales como torres de celosía. Una viga 3 se coloca en la parte superior de la torre 2 para rotación alrededor de un árbol vertical. La viga 3 está configurada como viga de caja, pero también se puede incorporar de otra manera, por ejemplo, como viga de celosía. Una primera góndola designada en su conjunto con 4 se coloca en el primer extremo de la viga 3. Un primer generador 5 se coloca en la primera góndola 4 y un primer árbol de rotor 6 está montado sobre cojinete en la primera góndola 4. Un primer rotor de la turbina 7 con palas de rotor 7a, 7b y 7c está montado sobre el árbol de rotor 6. Una segunda góndola designada en su conjunto con 8 se coloca en el segundo extremo de la viga 3. Un segundo generador 9 se coloca en la segunda góndola 8 y un segundo árbol de rotor 10 está montado en cojinete en la segunda góndola 8. Un segundo rotor de la turbina 11 con paletas de rotor 11a, 11b y 11c está montado sobre el árbol de rotor 10. En la realización mostrada, la viga 3 está colocada simétricamente con relación a la torre 2, pero el rotor 11 está situado en el otro lado de la góndola. De este modo, se obtiene la carga mecánica más baja en esta viga 3 y en la torre 2. Sin embargo, no se excluye una colocación asimétrica que sea necesaria como resultado de la falta de espacio o que sea útil.

Será evidente que el viento acciona ambos rotores de la turbina 7, 11 en rotación, con lo que los árboles de rotor 6, 10 son accionados en rotación. Estos ejes de rotor accionan los generadores 5, 9 situados en las góndolas 4, 8, posiblemente a través de una transmisión alojada en góndolas 4, 8. Estos generadores generan energía eléctrica que se suministra al cliente a través de un convertidor que no se muestra en el dibujo. El convertidor convierte la tensión y la frecuencia que generan los generadores, y que ambos varían con la velocidad de rotación, para ajustar estos valores a los del cliente, por ejemplo, la red eléctrica. El convertidor se puede colocar en las góndolas 4, 8, pero también se puede colocar en la torre o en otra parte. Esta realización es particularmente, aunque no exclusivamente, adecuada para un aumento posterior en la potencia de la turbina eólica. Se utiliza aquí una turbina eólica que comprende solamente una torre 2 y, colocada directamente sobre la misma, una góndola 4 con generador 5, árbol 6 y rotor 7. Con el fin de aumentar la potencia generada por esta turbina eólica, se retira la góndola 4 y las partes 5, 6 y 7 montadas en la misma y en ella, después de lo cual se coloca la viga 3, al igual que un cojinete que permite una rotación alrededor de un árbol vertical. La góndola 4 y una nueva góndola 8 se colocan entonces junto con las partes 5, 6, 7, 9, 10 y 11 montadas sobre la misma y en ella, después de lo cual se obtiene la configuración mostrada en la figura 1.

Se observa que en esta realización los dos rotores no se solapan entre sí, de modo que no tienen poca o ninguna influencia entre sí y no hay o pocas pérdidas asociadas. Los ejes también se extienden en paralelo, lo que da lugar a una posición óptima respecto a la dirección del viento. Los rotores también se encuentran, aunque no necesariamente, a la misma distancia de la viga 3.

La figura 2 con una realización que no forma parte de la invención muestra una turbina eólica designada en su

conjunto con 21. Esta turbina eólica comprende una torre 22 sobre la cual se coloca una construcción de soporte 23. Esta construcción de soporte 23 está conectada a la torre 22 para girar en su conjunto alrededor de un árbol vertical. Colocada en esta construcción de soporte 23 hay una primera góndola 24 en la que se coloca un generador 25 no mostrado en el dibujo. También está montado en la góndola 24 un árbol 26, en cuyo extremo se coloca un rotor 27.
 5 Colocada encima de la primera góndola 24 en la construcción de soporte 23 hay una segunda góndola 28 en la que se aloja nuevamente un generador 29, no mostrado en el dibujo, mientras que un árbol 30 está montado en cojinete en la góndola 28. El árbol 30 sobresale aquí de la góndola 28 en el lado opuesto. Un rotor 31 se coloca en el extremo del árbol. Por lo tanto, los rotores están situados a ambos lados de la torre 22. Será evidente que los ejes respectivos 26, 30 están acoplados a los generadores 25, 29.

10 Esta figura muestra que las dos cápsulas 24, 28 están colocadas una encima de la otra. Esto ahorra una viga 3 tal como está presente en la figura 1, pero conlleva el inconveniente de que los dos rotores 27, 31 se encuentran uno detrás del otro. En otras palabras, las proyecciones de los círculos descritos por los rotores 27, 31 coinciden en gran medida. Los árboles 26, 30 de los dos rotores 27, 31 serán girados durante el funcionamiento lo más paralelo posible a la dirección del viento con el fin de obtener un óptimo beneficio del viento. El rotor que se encuentra contra el viento será capaz de extraer la energía óptimamente del viento, pero el rotor siguiente solo podrá hacerlo parcialmente porque una parte de la energía cinética del viento ya ha sido absorbida por el rotor que se encuentra contra el viento. La energía cinética inferior se refleja en una velocidad de viento inferior. También es necesario tener en cuenta la estela y la reducción de la velocidad del viento que es causada por ella y que es causada por la torre 22
 15 porque el segundo rotor se encuentra a favor de la torre.

20 En esta realización, los rotores 27, 31 tienen el mismo diámetro y también tienen la misma forma y paso de pala. Es posible prever mejores resultados posiblemente obtenidos por un diámetro, un tono o una forma de pala mutuamente diferentes. El rotor que se encuentra a sotavento tendrá que ser dimensionado aquí para una velocidad de viento inferior que el rotor que se encuentra contra el viento. A este respecto, puede ser interesante modificar el generador 25, 29 conectado al rotor asociado 27, 31 a esta diferencia en términos de potencia o velocidad de rotación óptima. De otra manera es posible tener en cuenta otra velocidad de rotación aplicando una transmisión de diferente relación entre el árbol y el generador.

30 La figura 3 muestra un ejemplo de la técnica anterior en gran parte similar a la realización mostrada en la figura 2. Los mismos números de referencia se utilizan en esta figura para las partes correspondientes. Esta turbina eólica 21 comprende una torre 22 en la que se coloca una construcción de soporte 33 que puede girar alrededor de un árbol vertical y que difiere de la construcción de soporte 23 de la segunda realización. En esta construcción de soporte se colocan dos góndolas 24, 28. En contraste con la segunda realización, las góndolas 24, 28 se colocan a la misma altura y mutuamente en línea. Esta forma de realización no difiere, o difícilmente, de la segunda realización con respecto a los generadores 25, 29, los ejes 26, 30 o los rotores 27, 31. También pueden existir diferencias en esta realización entre los rotores, generadores o transmisiones con el fin de tener en cuenta las posiciones de viento o viento en popa de los rotores. Esta realización es también adecuada para el propósito de reemplazar una sola turbina eólica por una turbina eólica doble sin demasiada intervención. Si bien la producción de energía no puede
 35 duplicarse, puede aumentarse considerablemente.

40 La figura 4 con una realización que no forma parte de la invención muestra una turbina eólica 41, en la que se colocan tres rotores de la turbina sobre un único portador, dos de ellos con un diámetro menor. El portador adopta la forma de una torre 42 sobre la cual se coloca una góndola 44 por medio de una construcción de soporte giratoria 43. Esta góndola 44 está provista de la manera habitual con un generador 45, un árbol 46 montado en un cojinete y un rotor 47 montado en el extremo del árbol 46. Hasta este punto tal turbina eólica 41 corresponde a turbinas eólicas de la técnica anterior.

50 Con el fin de aumentar la potencia generada por la turbina eólica 41, se coloca una segunda góndola, no mostrada en el dibujo, sobre la torre 42. Esta segunda góndola tiene dimensiones considerablemente más pequeñas que la góndola 44. La segunda góndola no se extiende, por tanto, en la torre 42, pero la segunda góndola 48 está montada sobre un portador 49 montado giratoriamente sobre la torre 42. Un generador se aloja en la segunda góndola y un árbol 50 (no mostrado) está montado en cojinete en la góndola, mientras que un rotor de la turbina 51 está montado en el extremo del árbol. El diámetro de este rotor de la turbina 51 es considerablemente menor que el del rotor de la turbina 47. El segundo rotor de la turbina puede extraer menos energía del viento, de modo que la potencia del generador colocado en la góndola 49 es correspondientemente menor que la del generador 45 en la góndola 44 en la parte superior de la torre 42. Será evidente que la segunda góndola puede colocarse en un momento posterior contra la torre existente 42 de modo que la turbina eólica original 41 pueda ser provista más tarde de un rotor de la turbina adicional 51 y generador asociado de manera que la potencia de la turbina eólica 41 como un todo puede ser
 55 aumentada. En la realización dibujada, los rotores 51, 55 añadidos están situados en el lado posterior de la torre 42 de manera que las paletas de los rotores pueden solaparse entre sí. El requisito para la situación en la que todos los rotores están colocados en el lado frontal, de modo que los círculos descritos por los rotores 47, 51 no se solapan, ya no es aplicable.

60 Esta figura también muestra que una torre auxiliar 52 está colocada encima de la góndola 44. La torre auxiliar 52 está preferiblemente montada aquí en la góndola de modo que la torre auxiliar rota conjuntamente con la góndola 44

y la dirección del viento. Colocada en la parte superior de la torre auxiliar hay una tercera góndola 53 que está provista de un generador, un árbol 54 montado en cojinete en la góndola 53 y un rotor de la turbina 55 montado en el árbol 54. Este rotor de la turbina 55 es también más pequeño que el rotor de la turbina 47, y su tamaño puede corresponder al del rotor de la turbina 51 montado más abajo en la torre. Los círculos descritos por los rotores 47, 55 no se solapan. La tercera góndola 53 con los componentes 54, 55 montados en la misma y sobre la misma para generar energía eléctrica también se puede colocar en un momento posterior en la turbina eólica existente.

Esta realización proporciona así dos posibilidades para aumentar la potencia de una turbina eólica existente. De otro modo es posible añadir solamente uno de los dos rotores de la turbina. A continuación, se recomienda añadir el rotor superior ya que su potencia, con el mismo diámetro, será mayor que la del rotor inferior porque la velocidad del viento alta en el aire es mayor que la cercana al suelo. También es posible - dependiendo de la altura de la torre - montar más de un rotor de la turbina en la torre existente.

La realización que no forma parte de la invención de la turbina eólica mostrada en la figura 5 y designada en su conjunto con 61 comprende una torre 62 con una góndola 64 dispuesta sobre la misma por medio de un cojinete giratorio 63. Esta góndola 64 está provista también de un generador 65, un árbol 66 montado en un cojinete y un rotor de la turbina 67 montado en el extremo del árbol. Hasta este punto, esta turbina eólica 61 corresponde a una turbina eólica de la técnica anterior.

La turbina eólica de acuerdo con la invención está provista también de un primer anillo 70 dispuesto de forma fija alrededor de la torre 62. Apoyado sobre el primer anillo 70 dispuesto de forma fija es un primer anillo giratorio 71, al cual está unida una plataforma 72. La plataforma 72 está conectada para rotación al anillo giratorio 71. Un segundo anillo 73 está dispuesto de forma fija bajo el primer anillo 70 dispuesto de forma fija. Un segundo anillo giratorio 74 descansa sobre este segundo anillo fijo 73. La plataforma 72 está provista de dos varillas de soporte 75 que se extienden oblicuamente hacia abajo desde el extremo de la plataforma 72 alejadas de la torre 62 y conectadas al segundo anillo giratorio 74. De esta forma se forma una construcción de soporte conectada rotativamente a la torre por estas partes 70-75.

Sobre la plataforma 72 está dispuesta una segunda góndola 74 que está provista de la manera usual con un generador 75, un árbol 76 montado en cojinete en la góndola y un rotor 77 de la turbina montado en el extremo del árbol. De este modo se obtiene de nuevo una turbina eólica provista de dos rotores de la turbina eólica. La potencia generada puede aumentarse considerablemente, también sujeta a la fuerza del viento. Como resultado de la construcción aplicada, ambos rotores de la turbina pueden girar independientemente entre sí alrededor de un árbol vertical. Ambas turbinas se situarán, en la práctica, sustancialmente en el mismo ángulo, ya que la dirección del viento difícilmente variará a lo largo de la corta distancia entre ellas. Debido a que los rotores de la turbina se solapan parcialmente, la potencia generada por el rotor situado más a favor del viento será menor que la del rotor situado más arriba del viento. Como en las otras realizaciones, esta construcción también es adecuada para la posterior colocación del segundo rotor de la turbina con los componentes asociados en una turbina eólica existente.

La turbina eólica mostrada en la figura 6 y designada en conjunto con 81 comprende una torre 82 sobre la cual se coloca un collarín 83. Este collarín 83 está conectado a la torre 82 para rotación alrededor de un árbol vertical. Un bastidor 84 está conectado fijamente al collarín 83. Un árbol 85 que se extiende horizontalmente se coloca en un extremo del bastidor 84 y un bastidor secundario 86 está conectado al bastidor 84 para girar alrededor del árbol 85. Como resultado de estas medidas, el bastidor secundario 86 puede bascular alrededor del árbol 85 y así tomar una posición de inclinación. Para la conducción del movimiento basculante se utiliza un elemento de accionamiento lineal 87, tal como un cilindro accionado hidráulicamente o neumáticamente o un motor eléctrico lineal. En el bastidor secundario 86 está dispuesta una góndola 88 en la que un árbol 89 está montado sobre un cojinete.

También está dispuesto en la góndola 88 un generador eléctrico 90 que está acoplado al árbol mediante una transmisión de engranajes. Sin embargo, también es posible que el árbol 89 forme el árbol del generador 90 y que el rotor del generador 90 se coloque sobre el árbol 89. Un rotor de la turbina 91, 92 está dispuesto en los dos lados respectivos del árbol 89.

Estas medidas proporcionan una turbina eólica en la que dos rotores de la turbina están conectados al mismo generador. Por supuesto, el generador tendrá que dimensionarse con el fin de convertir la potencia generada por dos turbinas eólicas. Sin embargo, una combinación de este tipo puede dar lugar a ahorros, ya que los generadores para duplicar una potencia determinada no son dos veces mayores que un generador para la potencia determinada. La presente configuración también hace posible una construcción atractiva en la que el rotor del generador es accionado por uno de los rotores de la turbina 91 y el estator del generador por el otro rotor de la turbina 92. Esto requiere, por supuesto, una construcción diferente para el estator porque debe estar montado giratoriamente y también debe estar conectado para rotación al rotor de la turbina 92. Por supuesto, también es importante para esta realización particular que la rotación del rotor y del estator esté en direcciones opuestas. Se crea una diferencia de velocidad entre el rotor y el estator en el generador 90 que es el doble de cada una de las velocidades individuales. Usando un generador diseñado para un solo rotor de la turbina, pero sin darle una forma más grande, se puede generar así una potencia que corresponde sustancialmente al doble de la potencia. Naturalmente, el estator debe hacerse giratorio, lo que implica una modificación considerable de la construcción. La medida de los dos rotores de

la turbina juntos, que accionan un solo generador, también puede ser aplicada sin la inclinación, como se discute a continuación.

5 Esta forma de realización difiere también porque el conjunto entero del bastidor secundario 87, la góndola 88, el árbol 89, el generador 90 y los rotores de la turbina 91 y 92 puede bascular alrededor de un árbol horizontal. Se cambia el ángulo de flujo de aproximación de los rotores de la turbina, de manera que es posible tener en cuenta un componente vertical de la dirección del viento. Se observa que esta medida puede ser igualmente aplicada en turbinas eólicas individuales de acuerdo con la técnica anterior y también en turbinas eólicas de acuerdo con las realizaciones expuestas anteriormente en este documento. Las realizaciones ejemplares descritas hasta este punto
10 tienen todos rotores de la turbina en los que la dirección del viento se extiende sustancialmente paralela al árbol del rotor. Este es el tipo más común de rotor de la turbina. La figura 7, sin embargo, muestra una séptima realización en la que, además del rotor "normal", también se coloca un rotor con flujo radial de aproximación. Tales rotores de la turbina son conocidos per se.

15 La realización que no forma parte de la invención de la turbina eólica 101 mostrada en la figura 7 comprende una torre 102 sobre la cual se coloca una góndola 103 con un generador colocado en ella y un árbol 104 montado en cojinete en la góndola. Un rotor de la turbina 105 está montado en el extremo libre del árbol 104. Las partes de la turbina eólica 101 descritas hasta este punto forman parte de la técnica anterior.

20 Se montan dos cojinetes 106, 107 que se extienden alrededor de la torre 102. Un cilindro 108 que encierra la torre 102 está dispuesto en ambos cojinetes 106, 107. El rotor 109 de un generador está dispuesto en el lado interior de este cilindro 108 y el estator 110 del generador está situado en el lado exterior de la torre. Los rayos 111 se extienden radialmente desde el cilindro hasta un rotor de la turbina 112 del tipo adaptado para el flujo de aproximación radial. Tales rotores de la turbina tienen una estructura sustancialmente cilíndrica. Como resultado de
25 esta construcción, el rotor de la turbina 112 puede girar alrededor de la torre 102. El rotor de la turbina 112 está provisto de palas 113 que se extienden verticalmente que están formadas de tal manera que un viento que golpea al rotor de la turbina 112 con un componente direccional radial ejerce un par en el rotor de la turbina y hará que el rotor 112 de la turbina gire.

30 Con el fin de convertir la energía cinética del rotor de la turbina en energía eléctrica, se hace uso de un generador 109, 110 dispuesto de forma concentrada alrededor de la torre 102. La estructura de dicho generador es tal que la parte giratoria, el rotor, está situada en el lado exterior mientras que la parte estacionaria, el estator, está situada en el lado interior del generador. Esta estructura es inusual, pero es conocida per se. En una turbina eólica del presente tipo, una ventaja de tal estructura radica en el hecho de que la turbina eólica giratoria encierra al generador, por lo
35 que puede conectarse fácilmente a la parte giratoria externa del generador. En aplicaciones con turbinas eólicas que tienen flujo de aproximación axial, la ventaja de generadores con tales estructuras puede encontrarse en la mayor inercia de masa de dicho generador, por lo que se obtiene el efecto de un volante.

40 El rotor de la turbina con un flujo de aproximación radial es más adecuado para colocar en posición baja alrededor de una torre preexistente de una turbina eólica ya que casi no hay peligro de mover palas, como en el caso de un rotor de la turbina con flujo de aproximación radial. El tamaño de la turbina puede ser muy variado, también sujeto a las condiciones locales. Sin embargo, se señala que generalmente hay menos fuerza de viento cerca del suelo.

45 La octava realización de una turbina eólica 121 mostrada en la figura 8 comprende una torre 122, en la parte superior de la cual se coloca un cojinete de empuje 123. Colocado apoyado sobre el cojinete de empuje 123 hay un casquillo sustancialmente cilíndrico 124 que está cerrado por su lado superior y abierto por su lado inferior. Colocado entre el lado interior del casquillo 124 y la torre 122 hay un cojinete anular 125 que transfiere las fuerzas transversales sobre el casquillo 124 a la torre 122. Dos vigas 126 que se extienden horizontalmente están fijadas paralelas entre sí a la superficie superior del casquillo 123. Con el fin de soportar las vigas 126, los dos brazos 127a,
50 127b se extienden entre la carcasa del casquillo 124, preferiblemente en la posición del cojinete anular 125 y los extremos de las vigas 126. Preferentemente, la configuración adopta una forma simétrica. Cuatro generadores 128a, 128b, 128c y 128d están colocados coaxialmente en ambas vigas 126. Un árbol 129 se extiende a través de los generadores 128. Un rotor de la turbina grande 130a, 130b y un rotor de la turbina pequeño 131a, 131b están dispuestos cada uno en ambos extremos del árbol 129. Las palas del rotor grande y pequeño de la turbina 130, 131
55 están desplazadas una respecto a la otra de manera que las palas están siempre distribuidas de la manera más uniforme posible sobre el ángulo circunferencial. Esta realización también puede estar provista de un dispositivo de inclinación con el fin de inclinar el árbol de los rotores y generadores de la turbina, como ya se ha aclarado en la figura 6. También se puede hacer uso en esta realización de construcciones de pasadores y discos aplicadas en tractores y remolques.

60 Finalmente, la figura 9 muestra una realización que difiere solo en un número limitado de medidas de la realización mostrada en la figura 8. En primer lugar, los rotores de la turbina doble de la figura 8 son reemplazados por rotores de la turbina única 130a y 130b que están conectados ambos a los rotores de los generadores 128. Colocado en el espacio entre los generadores 128 hay un motor eléctrico 132 que puede servir para iniciar la rotación de los rotores
65 de la turbina 130.

Las mayores diferencias entre las realizaciones de las figuras 8 y 9 se encuentran en el montaje de los generadores 128 y los haces 126 conectados a los mismos en la construcción de soporte. Para el montaje de este conjunto que forma la góndola, un pasador 133 que se extiende hacia abajo está dispuesto en la parte inferior de las vigas 126. Colocada en el lado superior de la torre 122 como en la realización de la figura 8 hay un cojinete de empuje 123 que
 5 tiene sobre él un casquillo 124 y un cojinete anular 125. En contraste con la realización de la figura 8, una horquilla 134 sobre la cual se coloca un disco 136 para rotación alrededor de un árbol horizontal 135 se coloca sobre el casquillo 124. En el disco 136 está dispuesta una abertura 137 en la que puede fijarse el pasador 133. Preferentemente, se hace uso para esta finalidad de una combinación del disco 136 y el pasador 133 como se conoce en el mundo del transporte para la conexión mutua de un tractor a un remolque. El pasador se refiere aquí
 10 como un pivote. Dicha combinación está provista de un pasador de bloqueo 138 que está conectado elásticamente al disco 136 y que es empujado hacia dentro por un resorte para acoplarse en una ranura dispuesta en el pasador 133 y, de este modo, bloquear el pasador 133. Esta realización está también provista de brazos 127 de una longitud variable. Esta longitud variable es necesaria para el propósito de controlar el grado de inclinación del conjunto de haces 126 y los generadores 128 colocados sobre el mismo. La longitud de los brazos se hace variable colocando
 15 una cremallera 139 que puede ser accionada por medio de una rueda dentada accionada por un motor eléctrico. Así, inclinando los generadores 128 y los rotores de la turbina 131 montados sobre los mismos hace posible adaptar el árbol de los rotores de la turbina eólica 130 a la dirección del viento cuando la dirección del viento no es paralela a la superficie de la tierra. Se observa aquí que tal construcción no necesariamente debe situarse per se en la parte superior de una torre; también es posible proporcionar una torre existente con un espaciador y colocar sobre ella la construcción descrita anteriormente.
 20

El uso de más de uno, es decir, cuatro generadores hacen posible aplicar generadores estándar, disminuyendo así el precio de coste. En la realización dibujada se deja un espacio libre entre los dos generadores centrales, facilitando el acceso a la góndola, no mostrada en el dibujo, en la que están situados los generadores. Se observa que el árbol
 25 continuo con el que están acoplados los generadores de la turbina no es esencial per se; es igualmente posible que cada uno de los rotores de la turbina accione dos generadores. En otra construcción de cojinete también puede colocarse una parte del cojinete entre los generadores. Tampoco se excluye que una parte del espacio esté ocupada por un generador más pequeño que pueda, por ejemplo, estar adaptado para generar corriente de excitación. En esta realización es importante que los rotores de la turbina tomen cada uno una forma múltiple y que los rotores de
 30 la turbina impulsen cada uno más de un solo generador.

Finalmente, será evidente que las medidas elucidadas sobre la base de las realizaciones anteriores pueden ser combinadas entre sí y que estas realizaciones no pueden considerarse limitativas para el alcance de la protección de la invención, que está definida por las reivindicaciones.
 35

REIVINDICACIONES

1. Turbina eólica (21, 81, 121) que comprende una construcción de soporte (33), una góndola (24, 88) que está colocada sobre la construcción de soporte y en la que está colocado un primer generador (25, 90, 128a), un primer rotor de turbina eólica (27, 91, 130a) adaptado para el flujo de aproximación en dirección axial y que tiene un primer árbol (26) que se extiende sustancialmente horizontal y que está montado sobre cojinetes en la góndola y acoplado al primer generador;
- 5 en el que se coloca un segundo rotor de turbina eólica (31, 92, 130b) con un segundo árbol (30) sobre la construcción de soporte (33), el segundo rotor de turbina eólica está adaptado para un flujo de aproximación axial y el segundo árbol se extiende sustancialmente horizontal, en el que el primer árbol y el segundo árbol coinciden en un árbol continuo (89, 129);
- 10 la góndola es inclinable alrededor de un árbol horizontal (85) que se extiende sustancialmente transversal al árbol continuo, la góndola inclinable está colocada sobre un bastidor secundario (86), estando el bastidor secundario conectado por el eje horizontal a la construcción de soporte y en la que se coloca un elemento de accionamiento lineal controlable (87) entre el bastidor secundario y la construcción de soporte a una distancia del árbol horizontal, **caracterizada por que** un pasador (133) que se extiende hacia abajo está dispuesto sobre el bastidor secundario y que el pasador está acoplado a un soporte que normalmente se extiende sustancialmente horizontal y está conectado a la construcción de soporte.
- 15
2. Turbina eólica según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el pasador y el soporte están formados por un acoplamiento usual en una combinación de tractor y remolque y que tiene un disco (136) y un pivote (133).
- 20
3. Turbina eólica según la reivindicación 2, **caracterizada por que** una abertura (137) está dispuesta en el disco (136) en el que está fijado el pasador (133).
- 25
4. Turbina eólica según la reivindicación 3, **caracterizada por que** el disco (136) está provisto de un pasador de bloqueo (138) que está conectado elásticamente al disco y que es empujado hacia dentro por un resorte para acoplarse en una ranura dispuesta en pasador y, de este modo, bloquear el pasador.
- 30
5. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la construcción de soporte comprende una torre (22, 82, 122), un cojinete de empuje (123) y un casquillo cilíndrico (124), que está cerrado por su lado superior y abierto por su lado inferior; estando colocado el cojinete de empuje en la parte superior de la torre.
- 35
6. Turbina eólica según la reivindicación 5, **caracterizada por que** entre el lado interior del casquillo (124) y la torre (122) está provisto un cojinete anular (125) que transfiere las fuerzas transversales sobre el casquillo a la torre.
- 40
7. Turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** al menos dos y preferiblemente cuatro generadores (128a, 128b, 128c, 128d) se colocan coaxialmente sobre el bastidor secundario, y **por que** el árbol continuo (129) se extiende a través de los generadores.
- 45
8. Turbina eólica según la reivindicación 7, **caracterizada por que** se deja un espacio libre entre los dos generadores centrales (128b, 128c).
- 50
9. Turbina eólica según la reivindicación 8, **caracterizada por que** en el espacio entre los dos generadores centrales se coloca un motor eléctrico (132) que sirve para iniciar la rotación de los rotores de la turbina (130).
- 55
10. Procedimiento para colocar una turbina eólica (21, 81, 121) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de colocar una construcción de soporte (33) adaptada para soportar más de un rotor de turbina eólica y al menos un generador (25, 90, 128a) con una potencia dimensionada para el al menos un rotor de turbina eólica (27, 91, 130a), y colocando posteriormente sobre la construcción de soporte los al menos dos rotores de turbina eólica y el generador a ser accionado por esta turbina eólica;
- 60 comprendiendo además el método la etapa de disponer al menos un segundo rotor de turbina eólica (31, 92, 130b) sobre la construcción de soporte de la turbina eólica existente, estando adaptado el segundo rotor de turbina eólica para un flujo de aproximación directa;
- se coloca también un segundo generador (128d) y la segunda turbina eólica se conectada al segundo generador; **caracterizado por que** la góndola (24, 88) con el segundo generador está conectada a la construcción de soporte conectando inicialmente un soporte sustancialmente horizontal a la construcción de soporte y colocando posteriormente sobre ella la góndola con el segundo generador.
- 65
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por que** por medio del pasador (133) que se extiende hacia abajo y que está dispuesto sobre el bastidor secundario, el segundo generador (128d) está acoplado al soporte, es decir el disco (136), que se extiende sustancialmente horizontal y está conectado a la construcción de soporte.
- 65
12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado por** bloquear el pasador (133) en una abertura (137)

dispuesta en el disco (136) acoplado un pasador de bloqueo (138), que está conectado elásticamente al disco mediante un resorte, dentro de una ranura dispuesta en pasador.

- 5 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10-12, **caracterizado por** colocar al menos dos y preferiblemente cuatro generadores (128a, 128b, 128c, 128d) coaxialmente sobre el bastidor secundario, por extender el árbol continuo (129) a través de los generadores, y por colocar un motor eléctrico (132) en el espacio, que se ha dejado libre entre los dos generadores centrales (128b, 128c), que sirve para iniciar la rotación de los rotores de la turbina (130).

10

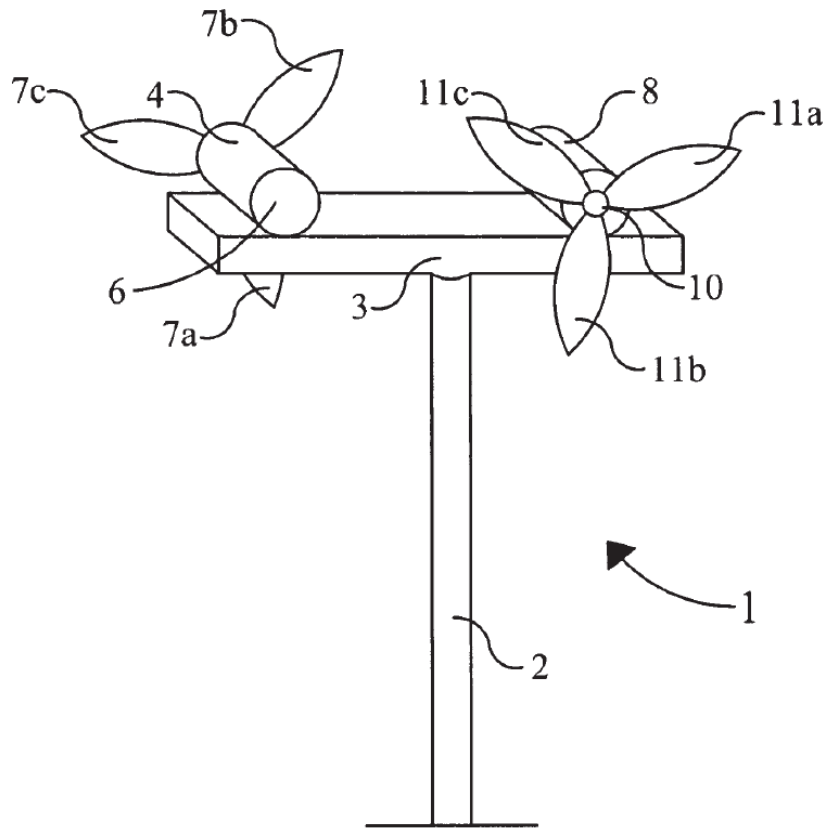


FIG. 1

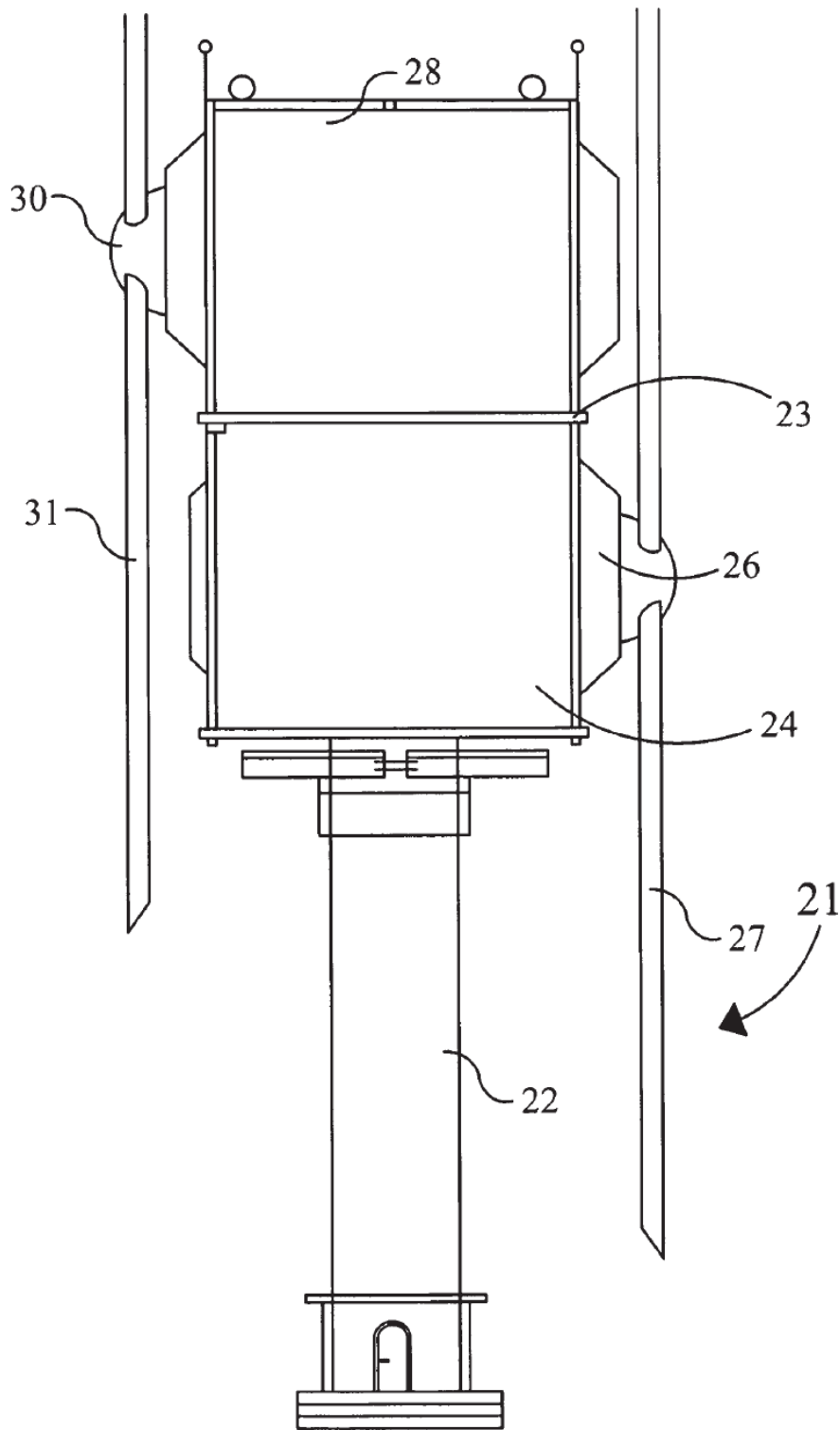


FIG. 2

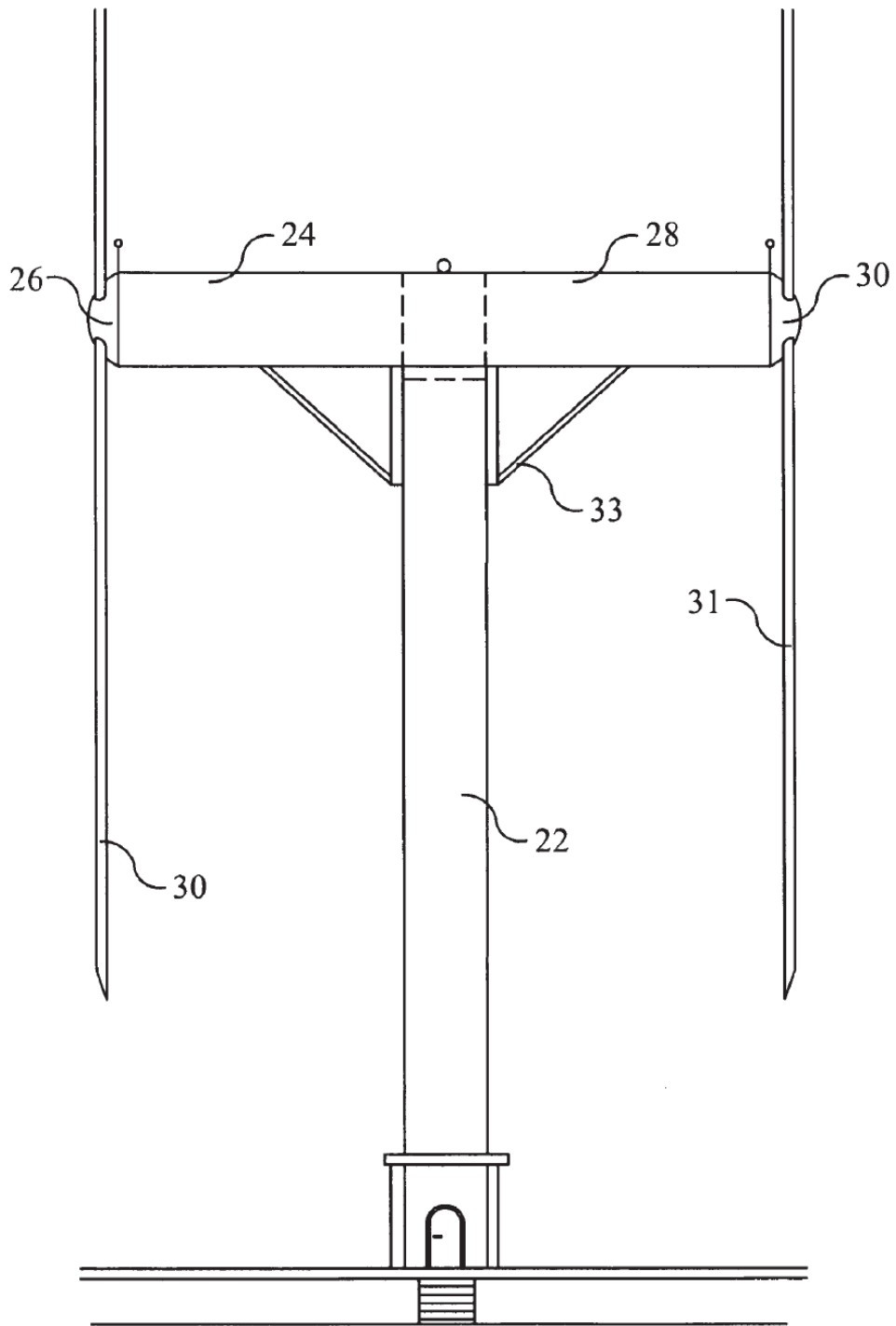


FIG. 3

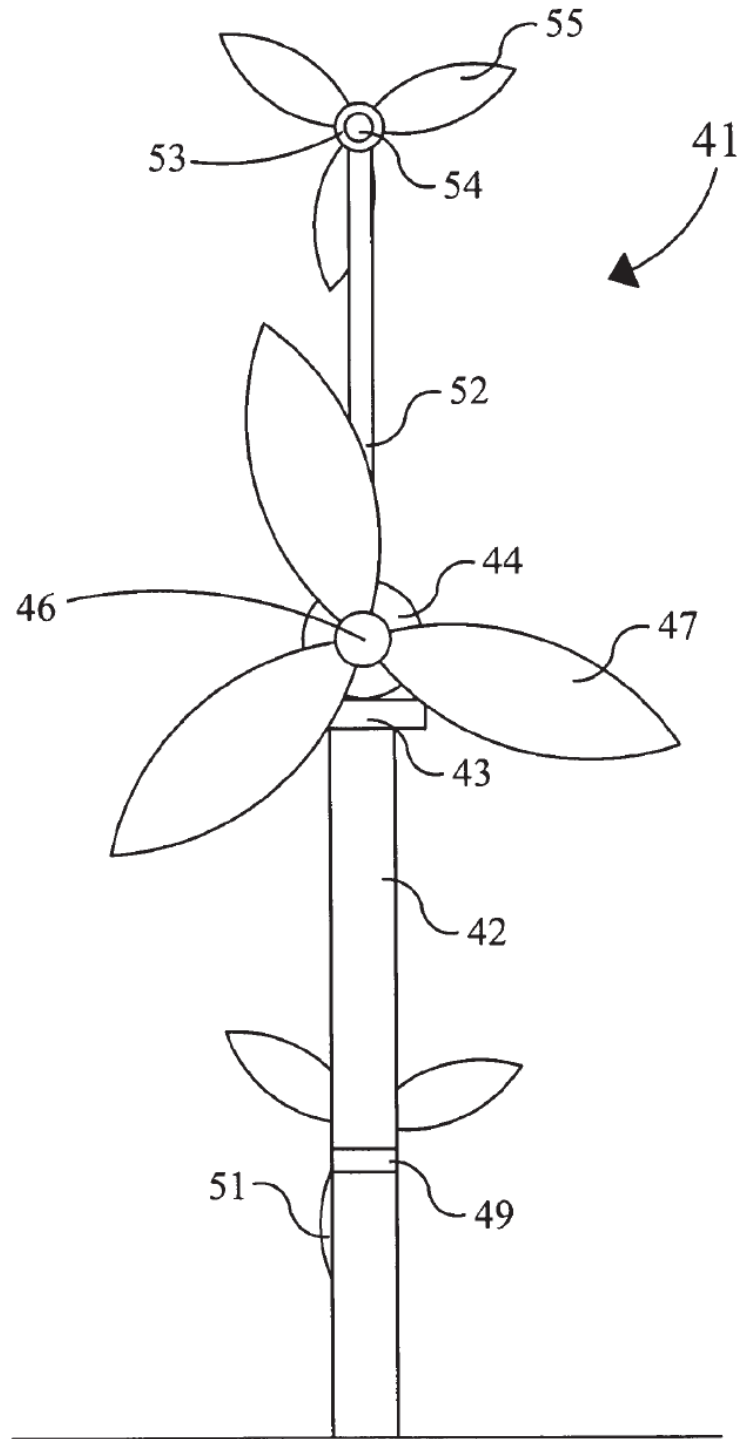


FIG. 4

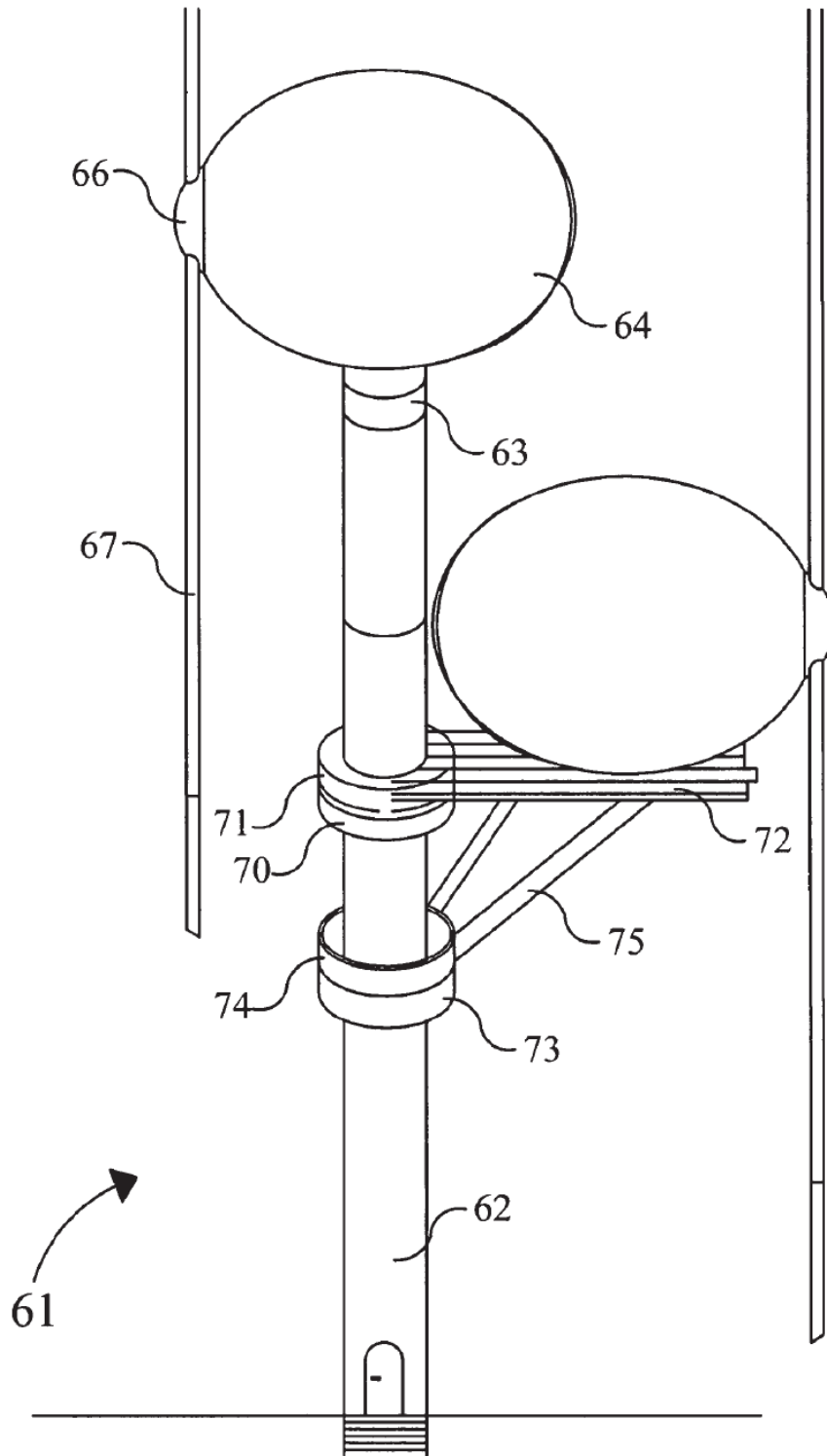


FIG. 5

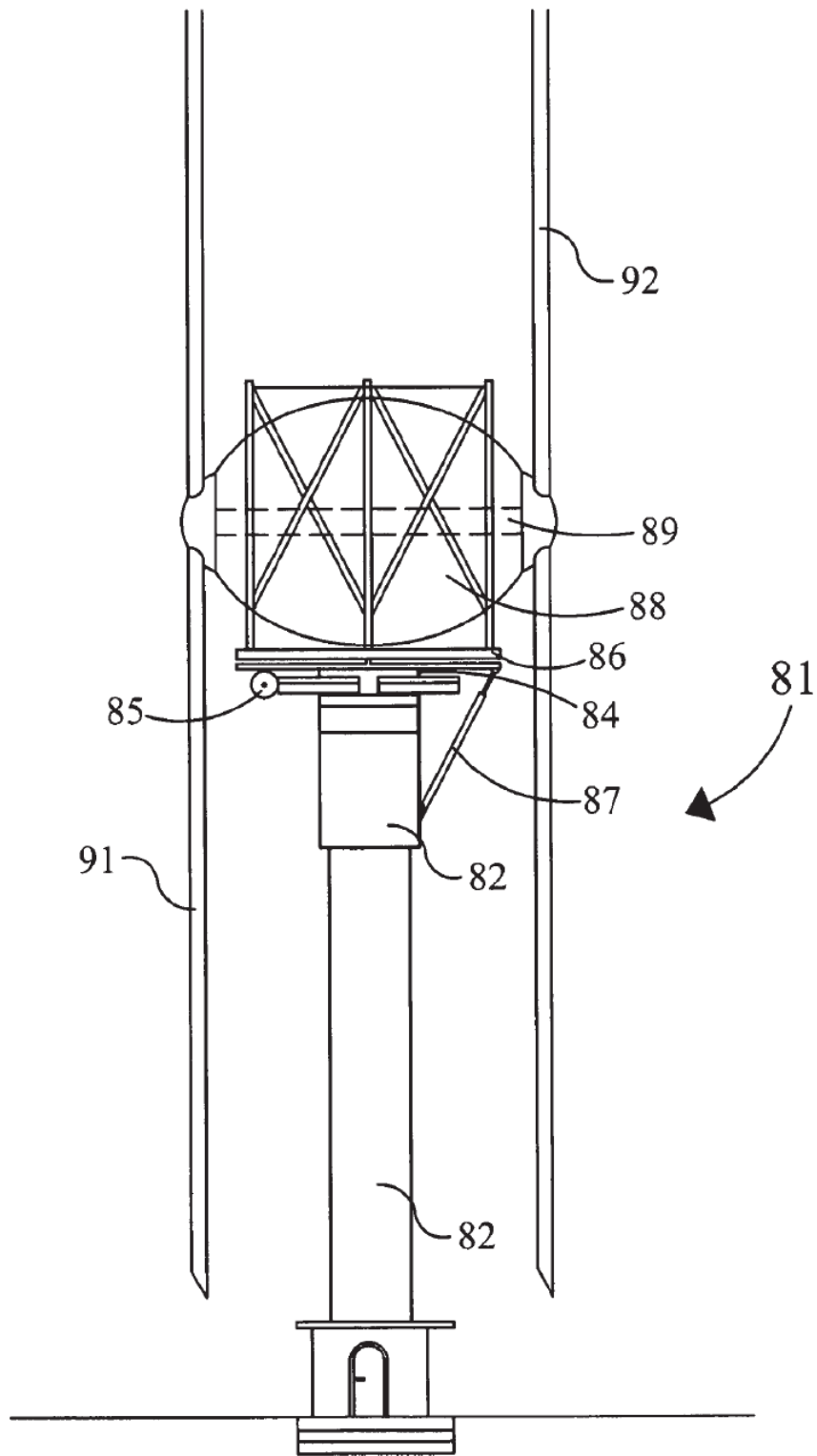


FIG. 6

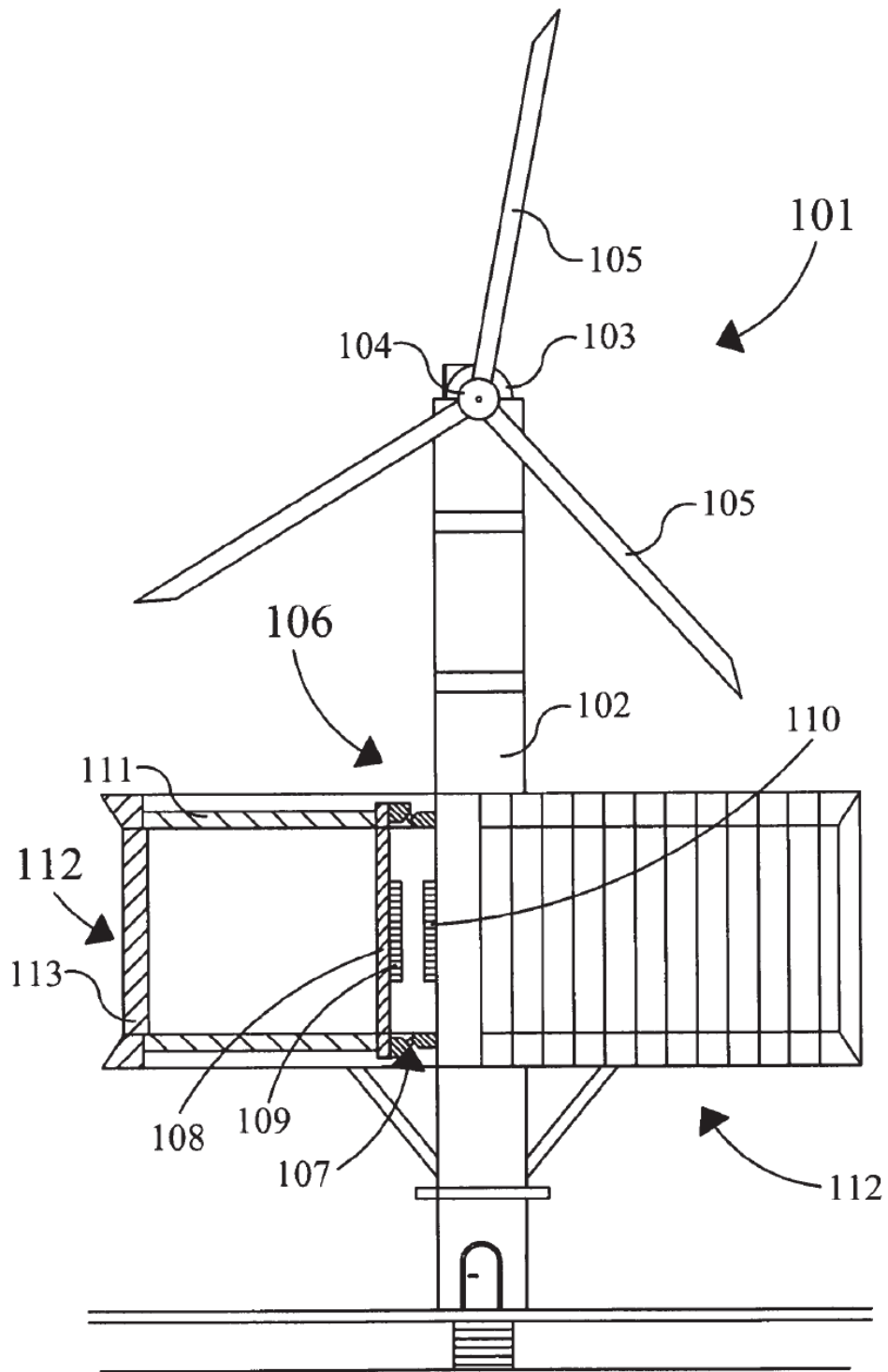


FIG. 7

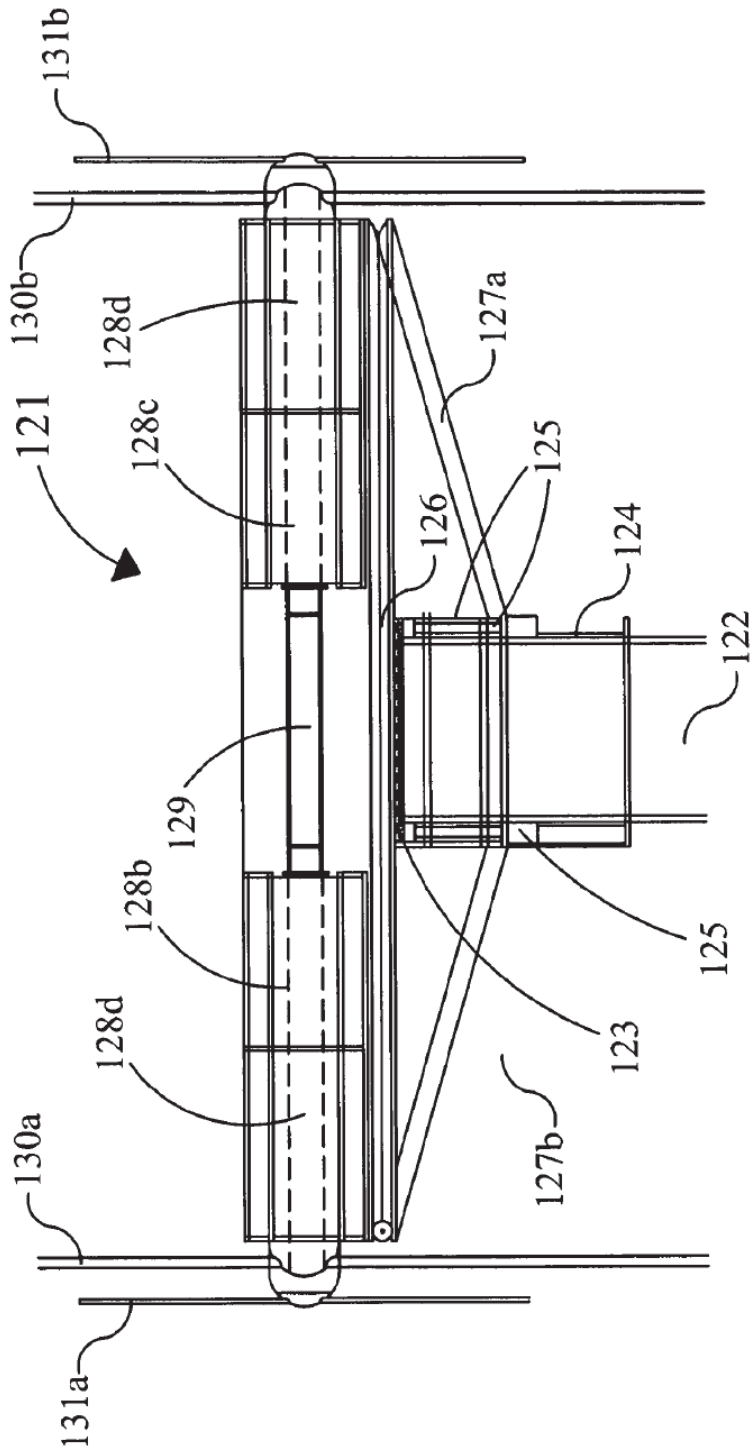


FIG. 8

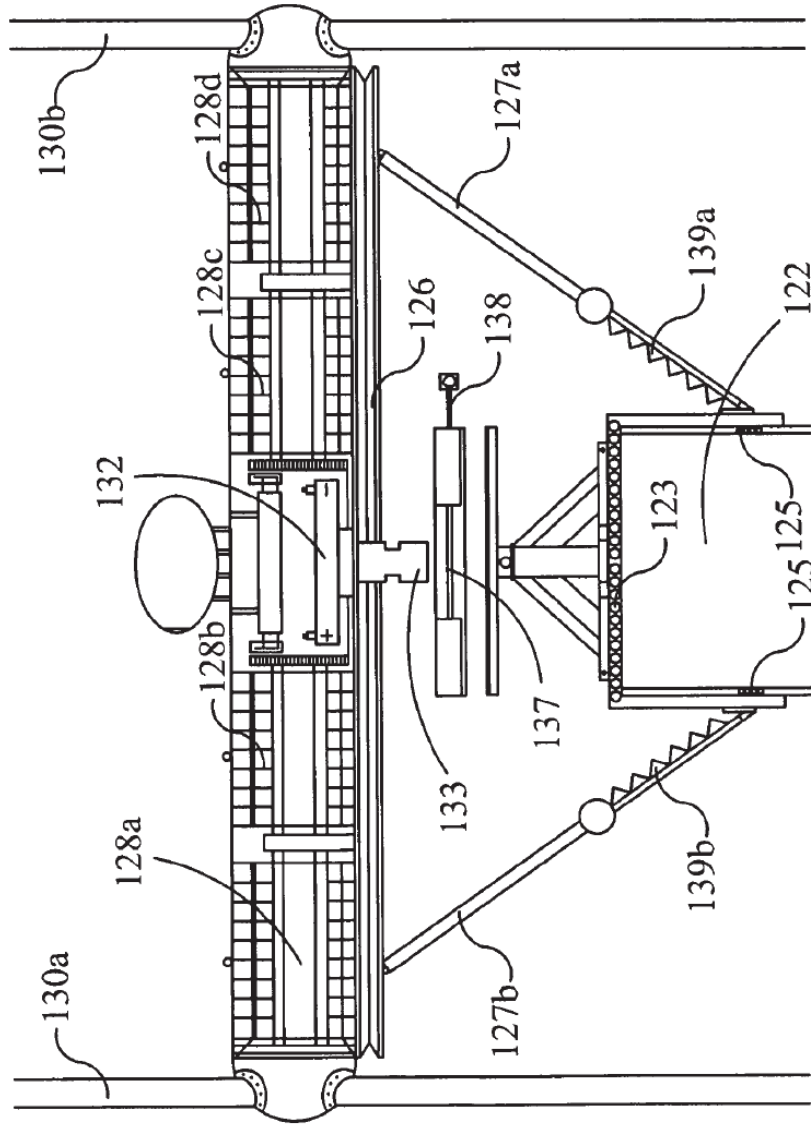


FIG. 9