

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 202**

51 Int. Cl.:

F03D 3/06 (2006.01)

F03D 7/06 (2006.01)

F03D 5/02 (2006.01)

F03D 3/00 (2006.01)

F03D 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2015 PCT/US2015/059082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.05.2016 WO16073636**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2015 E 15857919 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3215734**

54 Título: **Turbina con palas Savonius dinámicamente adaptables**

30 Prioridad:

05.11.2014 US 201414533868

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

13.02.2020

73 Titular/es:

MOHAJER, HASSAN (100.0%)

1607 Center Rd.

Novato, CA 94947, US

72 Inventor/es:

MOHAJER, HASSAN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 742 202 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 con palas Savonius dinámicamente adaptables

5 **Campo**

La presente divulgación se refiere, en general, a una máquina y, más particularmente, a una turbina con palas Savonius dinámicamente adaptables.

10 **Antecedentes**

Una turbina puede usar el viento para hacer girar un árbol. El árbol giratorio tiene energía cinética. La energía cinética del árbol giratorio puede convertirse en energía eléctrica. Las turbinas existentes pueden incluir palas. Sin embargo, dichas palas normalmente tienen formas fijas. La forma de las palas de una turbina puede afectar sustancialmente a la eficacia de la turbina. Las condiciones del viento (p. ej., velocidad escalar, velocidad vectorial, aceleración, etc.) pueden variar cada cierto tiempo. Las palas que tienen una forma fija pueden inhibir el rendimiento eficaz de la turbina en condiciones de viento variables. En consecuencia, los diseños de turbinas existentes pueden beneficiarse de mejoras que superan tales limitaciones.

20 En la patente de Estados Unidos 2008/296905 A1 puede encontrarse un ejemplo de un dispositivo de la técnica anterior.

Sumario

25 Diversas características descritas en el presente documento pueden realizarse en diversos aparatos. Ejemplos no limitativos de tales aparatos pueden incluir diversas máquinas (p. ej., una máquina Savonius), diversas turbinas y cualquier aparato configurado para usar el viento para generar energía cinética. Aunque el término “aparato” o “aparatos” puede usarse en el presente documento, dicho término no limitará el alcance de la presente divulgación.

30 La invención reivindica un aparato que comprende las características de la reivindicación 1. Los desarrollos se reivindican en las subreivindicaciones. Un aparato puede incluir al menos una jaula configurada para rotar alrededor de un eje de jaula, y una turbina Savonius ubicada en un extremo de la jaula. La turbina puede configurarse para rotar alrededor de un eje de turbina. El eje de turbina puede ser diferente del eje de jaula. La turbina puede incluir una pala de turbina que tiene una forma adaptable. La pala de turbina puede incluir un bastidor. El bastidor puede incluir una primera porción de bastidor y una segunda porción de bastidor acoplada a la primera porción de bastidor. La primera porción de bastidor puede configurarse para pivotar con respecto a la segunda porción de bastidor.

40 El aparato puede incluir una primera conexión entre un primer lado de un extremo del bastidor y una región central del bastidor. El aparato también puede incluir una segunda conexión entre un segundo lado del primer extremo del bastidor y la región central del bastidor. El aparato también puede incluir un controlador de turbina. El controlador de turbina puede configurarse para al menos mantener, acortar o alargar al menos la primera conexión o la segunda conexión.

45 La primera porción de bastidor puede configurarse para pivotar con respecto a la segunda porción de bastidor cuando al menos la primera conexión o la segunda conexión se acorta o alarga al menos. La forma adaptable de la pala de turbina puede incluir una forma plana cuando una longitud de la primera conexión es similar a una longitud de la segunda conexión. La forma adaptable de la pala de turbina puede incluir una curvatura cuando una longitud de la primera conexión es diferente de una longitud de la segunda conexión. El controlador de turbina puede configurarse para controlar la curvatura de la pala de turbina acortando la primera conexión mientras alarga simultáneamente la segunda conexión o acortando la segunda conexión mientras alarga simultáneamente la primera conexión.

50 El aparato puede incluir un controlador de jaula configurado para controlar la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula. El controlador de jaula puede configurarse para controlar la rotación de la jaula en función de al menos una velocidad escalar, una dirección, una velocidad vectorial o una aceleración del viento. El controlador de turbina puede configurarse para controlar la rotación de la turbina en función de la ubicación de la turbina en una trayectoria de rotación de la jaula. El controlador de turbina puede configurarse para controlar la rotación de la turbina en función de al menos la velocidad escalar, la dirección, la velocidad vectorial, la aceleración del viento, una velocidad de rotación de la jaula, una ubicación de la pala de turbina con respecto al eje de turbina, o una ubicación de la turbina en una trayectoria circular alrededor del eje de jaula.

55 El controlador de jaula puede configurarse para controlar la rotación de la jaula en función de un modo del aparato. El controlador de turbina puede configurarse para controlar la rotación de la turbina en función del modo del aparato. Cuando el aparato está en un modo, el controlador de jaula puede configurarse para inhibir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula, y el controlador de turbina puede configurarse para permitir la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina. Cuando el aparato está en un modo, el controlador de jaula puede configurarse para

5 permitir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula, y el controlador de turbina puede configurarse para permitir la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina. El aparato puede ser una turbina Savonius. Las palas de la turbina Savonius pueden extenderse más horizontalmente que verticalmente con respecto al suelo. La rotación de la jaula alrededor del eje de jaula y/o la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina puede(n) inducir un efecto Magnus. El efecto Magnus puede elevar el aparato por encima del suelo. El aparato puede incluir una pluralidad de jaulas en diversas direcciones que pueden diferir entre sí y/o con diversos ángulos que pueden diferir entre sí. Una cantidad de la pluralidad de jaulas puede basarse en la elevación necesaria para elevar el aparato y/o una carga por encima del suelo. El aparato puede incluir una pluralidad de turbinas. Una cantidad de la pluralidad de turbinas puede basarse en la elevación necesaria para elevar el aparato y/o el aparato y una carga por encima del suelo. Una cantidad de la pluralidad de turbinas puede basarse en diversas dimensiones (p. ej., el tamaño, como la longitud, la anchura, la altura, etc.) de una o más de las jaulas.

15 El aparato puede incluir un asiento y controles de usuario cerca del asiento. Los controles de usuario pueden configurarse para que los use un usuario sentado en el asiento. Los controles de usuario pueden configurarse para controlar al menos el controlador de jaula o el controlador de turbina. El aparato puede estar configurado para conectarse a un motor. El motor puede estar configurado para convertir la energía cinética de la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula en energía eléctrica. El motor puede configurarse para convertir la energía cinética de la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina en energía eléctrica.

20 El aparato puede configurarse para sostener una carga. Se puede transportar o colgar una carga de los portacorreas, del eje de jaula o tanto de los portacorreas como del eje de jaula.

25 Además de los controles de usuario, el aparato puede tener dirección manual. Dicha dirección manual puede estar relacionada con ciertos mecanismos implementados en parapentes. Dichos mecanismos de dirección manual pueden permitir que el usuario aterrice el aparato de manera segura en caso de que el sistema de control y/o de potencia falle durante el vuelo.

30 Cada brazo que se conecta a un motor de las palas Savonius puede estar soportado por dos de las porciones de correa de la jaula, dos cables que conectan un brazo a los otros dos brazos y/o los cables/tiras de tensión.

35 Lo anterior es simplemente un resumen de diversas características descritas en mayor detalle en el presente documento. Las características adicionales también se describen en el presente documento. Las realizaciones descritas en el presente documento pueden implementarse en cualquier combinación o subcombinación, incluso si no se describen explícitamente en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1A es un diagrama que ilustra una vista lateral en perspectiva de un aparato de jaula única.

La figura 1B es un diagrama que ilustra una vista lateral en perspectiva de un ejemplo de un aparato de doble jaula de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

La figura 2 es un diagrama que ilustra una vista lateral en perspectiva de otro ejemplo de un aparato de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

Las figuras 3A-3B son diagramas que ilustran vistas laterales de diversas porciones de un aparato de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

La figura 4 es un diagrama que ilustra una vista lateral en perspectiva de un ejemplo de diversos componentes de motor de un aparato de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

La figura 5 es un diagrama que ilustra una vista lateral en sección transversal de una porción de una turbina de ejemplo de un aparato de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

Las figuras 6A-6C son diagramas que ilustran diversas vistas en sección transversal de diversas porciones de una turbina de ejemplo de un aparato de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

Las figuras 7A-7B son diagramas que ilustran diversas vistas en sección transversal de diversas porciones de un ejemplo de controladores de pala de un aparato de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

La figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un soporte de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

La figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un resorte distribuidor de pivotes de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

Descripción detallada

60 En el presente documento se proporciona una descripción de diversas realizaciones de diversas características. Sin embargo, la descripción proporcionada en el presente documento no pretende limitar el alcance de la presente divulgación. Un experto en la materia apreciará que las características descritas en el presente documento pueden realizarse en realizaciones adicionales y/o alternativas sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

65 La figura 1A es un diagrama que ilustra un ejemplo de un aparato 10 de acuerdo con diversas realizaciones de la

presente divulgación. La jaula en sí es una especie de turbina cuando la dirección de sus palas se controla y se armoniza. Las palas de esta turbina tienen una forma adaptable de manera que la forma de la pala puede variar de una pala Savonius a una pala plana y posiblemente a una pala Savonius de dirección, forma, configuración y/u orientación opuestas.

5 El aparato 10 ilustrado en la figura 1A es una jaula que rota alrededor del eje de jaula 10. La jaula puede incluir al menos una turbina/pala Savonius. Por ejemplo, la jaula que gira alrededor del eje de jaula 102 incluye las turbinas 162, 164, 166. Aunque se ilustran tres turbinas para la jaula en el aparato 10 de ejemplo mostrado en la figura 1, un experto en la materia entenderá que el alcance de la presente divulgación no está limitado por el número de turbinas ilustradas en la figura 1. Por ejemplo, el aparato 10 puede incluir un número mayor o menor de turbinas/palas Savonius para la jaula sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

15 Las turbinas/palas pueden ubicarse en un extremo de la jaula. Por ejemplo, las turbinas 162, 164, 166 están soportadas por los brazos 114, 118, 116, en un lado y por los brazos 142, 140, 138, en el otro lado, respectivamente, que se extienden desde el eje de jaula 102. De por sí, las turbinas 162, 164, 166 están ubicadas en el extremo de la jaula que gira alrededor del eje de jaula 102.

20 El eje de jaula 102 puede incluir un punto de conexión al que está conectado el brazo que soporta las turbinas. Por ejemplo, el punto de conexión 106 está conectado a los brazos 114, 116, 118, que soportan las turbinas 162, 166, 164, respectivamente. Como otro ejemplo, el punto de conexión 108 está conectado a los brazos 138, 140, 142, que soportan las turbinas 166, 164, 162, respectivamente.

25 Una turbina/pala puede rotar alrededor de su propio eje de turbina. El eje de turbina puede ser diferente del eje de jaula. Por ejemplo, el eje de turbina alrededor del que rota la turbina 162 es diferente del eje de jaula 102 alrededor del que rota la jaula correspondiente. La turbina puede incluir una pala de turbina, y la pala de turbina puede tener una forma adaptable. A continuación se proporcionan detalles adicionales con respecto a la forma adaptable de la pala de turbina, entre otras, con referencia a la figura 5.

30 Una turbina puede estar conectada a otra turbina mediante una correa. La correa puede estar involucrada con la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula respectivo. Como tal, la correa también puede denominarse correa de jaula. Por ejemplo, la porción de correa 124, 126, 128 y 144, 146, 148 puede estar involucrada con la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula 102. Los portacorreas 190 pueden incluir un material elástico que puede estar conectado a una porción de la correa y/o a una pata 191, 192 del aparato 10.

35 La correa puede contactar con una región de extremo de la turbina. Por ejemplo, las turbinas 162, 164, 166 pueden tener regiones de extremo 174, 176, 178, en un lado, y 173, 175, 177 en el otro lado, respectivamente. Cada porción de correa 124, 126, 128, 144, 146, 148 puede hacer contacto con dos de las regiones de extremo 174, 176, 178, 173, 175, 177 de las turbinas 162, 164, 166. Las regiones de extremo 174, 176, 178, 173, 175, 177, pueden incluir motores eléctricos y/o generadores eléctricos, que se describirán con mayor detalle a continuación, entre otras, con referencia a la figura 4.

45 El aparato 10 puede incluir un controlador de jaula. El controlador de jaula puede incluir componentes de software (p. ej., un medio legible por ordenador no transitorio), componentes de hardware (p. ej., circuitos, memoria, alimentación, etc.), componentes mecánicos (p. ej., palancas, motores, bisagras, etc.) y cualquier combinación de uno o más de los componentes anteriores. El controlador de jaula puede configurarse para controlar la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula. El controlador de jaula puede configurarse para controlar la rotación de la jaula en función de al menos una velocidad escalar, una dirección, una velocidad vectorial o una aceleración del viento y una carga (p. ej., un peso, una persona, un objeto, etc. que de otro modo no es parte del aparato). El aparato puede incluir uno o más controladores de turbina/pala. El controlador de turbina puede incluir componentes de software (p. ej., un medio legible por ordenador no transitorio), componentes de hardware (p. ej., circuitos, memoria, alimentación, etc.), componentes mecánicos (p. ej., palancas, motores, bisagras, etc.) y cualquier combinación de uno o más de los componentes anteriores. El(los) controlador(es) de turbina puede(n) controlar una o más turbinas. El controlador de turbina puede configurarse para controlar la rotación de la turbina/pala en función de al menos la velocidad escalar, la dirección, la velocidad vectorial o la aceleración del viento y la ubicación de la turbina/pala en la trayectoria de rotación 180 de la jaula.

60 El controlador de jaula y/o el(los) controlador(es) de turbina pueden ubicarse en diversas ubicaciones del aparato 10 sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, el controlador de jaula y/o el(los) controlador(es) de turbina pueden ubicarse en o cerca de los controles de usuario del usuario. Un experto en la materia entenderá que el controlador de jaula y/o el(los) controlador(es) de turbina pueden ubicarse adicional y/o alternativamente en cualquier otra ubicación del aparato 10.

65 El controlador de jaula puede configurarse para controlar la rotación de la jaula en función de un modo del aparato 10. El controlador de turbina puede configurarse para controlar la rotación de la turbina en función del modo del aparato 10. El aparato 10 puede funcionar en varios modos sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Un ejemplo de un modo es un "primer modo de turbina". Un experto en la materia entiende que "primer modo de

turbina” es una frase descriptiva, y dicho modo puede denominarse con cualquier otro término y/o nombre sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Cuando el aparato 10 está en dicho modo, el controlador de jaula puede estar configurado para inhibir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula, y el controlador de turbina puede estar configurado para permitir la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina. Por ejemplo, el controlador de jaula puede estar configurado para inhibir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula 102, y el controlador de turbina puede estar configurado para permitir la rotación de una o más de las turbinas 162, 164, 166 alrededor de su eje de turbina respectivo. Un experto en la materia entiende que un modo puede requerir más de una jaula (p. ej., dos o más jaulas). En tal modo, el bloqueo 414 puede estar activo e inhibir la rotación de la jaula alrededor de su eje 102, el embrague 412 puede desconectar la caja de cambios 416 del motor 410, el embrague 408 puede conectar la caja de cambios 406 al motor 410, y el motor 410 puede rotar utilizando la potencia del viento 206, que puede ser recogida mediante la pala Savonius respectiva y transferida al árbol de turbina 404 y a la caja de cambios 406.

Otro ejemplo de un modo es un “segundo modo de turbina”. Un experto en la materia entiende que “segundo modo de turbina” es una frase descriptiva, y dicho modo puede denominarse con cualquier otro término y/o nombre sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Cuando el aparato 10 está en dicho modo, el controlador de jaula puede estar configurado para permitir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula, y el controlador de turbina puede estar configurado para permitir la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina de manera controlada. Por ejemplo, el controlador de jaula puede estar configurado para permitir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula 102, y el controlador de turbina puede estar configurado para controlar el movimiento de una o más de las turbinas 162, 164, 166 alrededor del eje de turbina respectivo para proporcionar la fuerza de elevación óptima en todo momento. En dicho modo, el bloqueo 414 puede estar inactivo, permitiendo que la jaula rote alrededor de su eje 102, el embrague 412 puede conectar su árbol de jaula 420 al motor 410 a través de su respectiva caja de cambios 416, y el embrague 408 puede desconectar la caja de cambios 406 del motor 410. Además, el motor 410 puede rotar utilizando la potencia del viento 206, que puede ser recogida mediante la jaula.

Otro ejemplo de un modo es un “modo híbrido”. Un experto en la materia entiende que “modo híbrido” es una frase descriptiva, y dicho modo puede denominarse con cualquier otro término y/o nombre sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Cuando el aparato 10 está en dicho modo, el controlador de jaula puede estar configurado para permitir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula, y el controlador de turbina puede estar configurado para permitir la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina. Por ejemplo, el controlador de jaula puede estar configurado para permitir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula 102, y el controlador de turbina puede estar configurado para permitir la rotación de una o más de las turbinas 162, 164, 166 alrededor del eje de turbina respectivo. Un experto en la materia entiende que pueden existir muchas configuraciones y/o realizaciones alternativas de acuerdo con diversos métodos para absorber y/o recoger energía eólica y/o transportar una carga en función de al menos las condiciones del viento y/o el tamaño de la carga. En dicho modo, el bloqueo 414 puede estar inactivo, permitiendo que la jaula rote alrededor de su eje 102, el embrague 412 puede conectar su árbol de jaula 420 al motor 410 a través de su respectiva caja de cambios 416, y el embrague 408 puede desconectar la caja de cambios 406 del motor 410. Además, el motor 410 puede rotar por la potencia del generador/almacén de potencia 196.

Otro ejemplo más de un modo es un “modo de planeo”. Un experto en la materia entiende que el “modo de planeo” es una frase descriptiva, y dicho modo puede denominarse con cualquier otro término y/o nombre sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Cuando el aparato 10 está en dicho modo, el controlador de jaula puede estar configurado para inhibir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula, y el controlador de turbina puede estar configurado para inhibir la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina. Por ejemplo, el controlador de jaula puede estar configurado para inhibir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula 102, y el controlador de turbina puede estar configurado para inhibir la rotación de una o más de las turbinas 162, 164, 166 alrededor del eje de turbina respectivo, y la dirección de la pala Savonius puede controlarse mediante el árbol de turbina 404. En tal modo, el bloqueo 414 está activo, inhibiendo así que la jaula gire alrededor de su eje 102, el embrague 412 desconecta su árbol de jaula 420 del motor 410, y el embrague 408 puede conectar la caja de cambios 406 al motor 410. Además, el motor 410 puede rotar por la potencia del generador/almacén de potencia 196. La dirección de movimiento del árbol de turbina 404 en este modo puede estar libre de la dirección de la rotación del motor 410 y puede controlarse mediante el controlador de turbina.

La rotación de una jaula alrededor de su eje de jaula puede inducir un efecto Magnus, y el efecto Magnus puede inducir una elevación del aparato por encima del suelo. Por ejemplo, la rotación de una o más de las jaulas alrededor del eje de jaula 102 puede inducir un efecto Magnus, que eleva el aparato 10 por encima del suelo y hacia el aire. Además o alternativamente, la rotación de una turbina/pala alrededor de su eje de turbina puede inducir un efecto Magnus, y el efecto Magnus puede inducir una elevación del aparato por encima del suelo. Por ejemplo, la rotación de una o más de las turbinas 162, 164, 166, puede inducir un efecto Magnus, que eleva el aparato 10 por encima del suelo.

El aparato 10 puede incluir un generador/almacén de potencia eléctrica 196. Aunque el aparato 10 de ejemplo ilustrado en la figura 1A muestra el generador/almacén de potencia 196 ubicado en la pata 192, un experto en la materia comprenderá que el generador/almacén de potencia 196 puede estar ubicado en otras partes del aparato

10, o incluso separarse del aparato 10, sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

Un motor en el aparato 10 puede configurarse para convertir la energía cinética de la rotación de una jaula alrededor del eje de jaula (p. ej., el eje de jaula 102) en energía eléctrica. El motor también puede configurarse para convertir la energía cinética de la rotación de una turbina/pala (p. ej., una o más de las turbinas 162, 164, 166, 168, 170, 172) alrededor del eje de turbina respectivo en energía eléctrica.

Los tres parámetros principales que pueden controlarse de acuerdo con la presente divulgación incluyen el movimiento relativo a un eje de jaula respectivo, el movimiento relativo a un eje de turbina/pala respectivo y el control de la forma de cada pala. Existen al menos dos modos de transporte, como un modo de vuelo y un modo de planeo. En algunas configuraciones del modo de vuelo, cada jaula puede moverse libremente alrededor de su propio eje, el movimiento alrededor de cada eje de turbina/pala puede controlarse de acuerdo con su posición con respecto a una trayectoria de rotación 180 de la jaula, a las condiciones del viento y/o a la forma de cada turbina/pala, que puede adaptarse dinámicamente para proporcionar una elevación óptima controlada en todo momento. En algunas configuraciones del modo de planeo, el movimiento con respecto al eje de jaula respectivo, el movimiento con respecto al eje de turbina/pala pueden estar restringidos, y la forma de cada pala puede mantenerse fija. También pueden existir dos modos para la generación eléctrica, como un primer modo de turbina y un segundo modo de turbina. En algunas configuraciones del primer modo de turbina, el movimiento con respecto al eje de jaula respectivo puede estar restringido, la turbina/pala puede moverse libremente con respecto a su eje respectivo, y la forma de la pala puede mantenerse fija. En algunas configuraciones del segundo modo de turbina, puede permitirse el movimiento de la jaula, el movimiento de la turbina/pala puede controlarse de acuerdo con su posición con la trayectoria de rotación 180 de la jaula, y la forma de la turbina/pala puede adaptarse dinámicamente para proporcionar una elevación óptima controlada en todo momento.

La figura 1B es un diagrama que ilustra un ejemplo de un aparato de doble jaula 100 de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación. El aparato 100 ilustrado en la figura 1B incluye dos jaulas. Una primera jaula rota alrededor del eje de jaula 102 a lo largo de la trayectoria circular 180. Una segunda jaula rota alrededor del eje de jaula 104 a lo largo de la trayectoria circular 188. Los ejes de jaula 102, 104 pueden conectarse entre sí en la conexión 136 con un ángulo amplio. La conexión 136 puede enrutar señales de control (p. ej., controles de usuario) y energía eléctrica a un eje de jaula apropiado. Aunque en el aparato de ejemplo 100 mostrado en la figura 1B se ilustran dos jaulas, un experto en la materia entenderá que el alcance de la presente divulgación no está limitado por el número de jaulas ilustradas en la figura 1B. Por ejemplo, el aparato 100 puede incluir un vehículo eléctrico (p. ej., una bicicleta, un barco, etc.), una hélice, un mayor número de jaulas y/o un menor número de jaulas sin desviarse del alcance de la presente divulgación. De forma similar a la primera jaula, como se muestra, la segunda jaula también incluye la porción de correa 158, 160, 156 y 130, 132, 134 que pueden estar involucradas con la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula 104 y un brazo 193. Cada porción de correa puede hacer contacto con dos de las regiones de extremo 182, 184, 186 de las turbinas de la segunda jaula. Como se muestra, las turbinas de la segunda jaula están soportadas por los brazos 150, 152, 154, en un lado y por los brazos 120, 122, 123 en el otro lado conectados por los puntos de conexión 110 y 112, respectivamente, que se extienden desde el eje de jaula 104.

En algunas realizaciones, el aparato 100 puede denominarse, en parte o en su totalidad, turbina Savonius. Las palas de las turbinas se extienden más horizontalmente que verticalmente con respecto al suelo. Por ejemplo, el eje de jaula 102, 104 y el eje de turbina de una o más de las turbinas 162, 164, 166, 168, 170, 172 se extienden más en una dirección horizontal (es decir, una dirección sustancialmente paralela al suelo) que en una dirección vertical (es decir, una dirección sustancialmente perpendicular al suelo) para proporcionar mayor estabilidad al aparato 100 durante, por ejemplo, el segundo modo de turbina.

El aparato 100 puede incluir cualquier número de jaulas y/o cualquier número de turbinas sin desviarse del alcance de la presente divulgación, como se ha descrito anteriormente. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el aparato 100 puede incluir una pluralidad de jaulas. El número exacto de jaulas puede basarse en la elevación necesaria para elevar el aparato 100 y una carga por encima del suelo. Además, el número exacto de turbinas puede basarse en el tamaño de la jaula.

En algunas realizaciones, el aparato 100 puede denominarse, en parte o en su totalidad, turbina Savonius. Las palas de la turbina se extienden más horizontalmente que verticalmente con respecto al suelo. Por ejemplo, el eje de jaula 102, 104 y el eje de turbina de una o más de las turbinas 162, 164, 166, 168, 170, 172 se extienden más en una dirección horizontal (es decir, una dirección sustancialmente paralela al suelo) que en una dirección vertical (es decir, una dirección sustancialmente perpendicular al suelo).

El aparato 100 puede incluir un asiento 194 y controles de usuario cerca del asiento 194. Los controles de usuario pueden configurarse para que los use un usuario sentado en el asiento 194. Los controles de usuario pueden configurarse para controlar el controlador de jaula y/o el controlador de turbina. Por ejemplo, un usuario puede usar los controles de usuario mientras está sentado en el asiento 194, y los controles de usuario pueden enviar señales de control a través de la pata 192. Las señales de control destinadas a las jaulas y/o turbinas llegan a sus respectivos destinos. El aparato 100 puede incluir un generador de potencia 196. Aunque el aparato 100 de ejemplo ilustrado en la figura 1B muestra el generador de potencia 196 ubicado debajo del asiento 194, un experto en la

materia entenderá que el generador de potencia 196 y/o los controles de usuario pueden estar ubicados en otras partes del aparato 100, o incluso separados del aparato 100, sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

5 El aparato 100 puede incluir motores. Un motor 400 del aparato 100 puede configurarse para convertir la energía cinética de la rotación de una jaula alrededor del eje de jaula (p. ej., el eje de jaula 102, 104) en energía eléctrica. El motor 400 puede configurarse para convertir la energía cinética de la rotación de una turbina (p. ej., una o más de las turbinas 162, 164, 166, 168, 170, 172) alrededor del eje de turbina respectivo en energía eléctrica. El motor 400 puede estar configurarse para hacer girar una jaula y/o la turbina/pala Savonius.

10 La figura 2 es un diagrama que ilustra otro ejemplo del aparato 100. En el ejemplo ilustrado en la figura 2, el aparato 100 está conectado mediante un elemento de conexión 202 al suelo 204. El elemento de conexión 202 puede ser una cuerda, un cable conductor, un plástico, un metal, cualquier combinación de los mismos, y/o cualquier otro elemento adecuado. Por ejemplo, el elemento de conexión 202 puede conectar la pata 192 del aparato 100 al generador/almacén de potencia 196 y/o al asiento 194, que pueden conectarse al suelo 204.

15 Como se ilustra en la figura 2, el viento 206 que se desplaza en el aire puede hacer que las palas de turbina del aparato 100 giren (p. ej., que roten con respecto al eje de turbina respectivo). Como también se ilustra en la figura 2, el viento 206 que se desplaza en el aire puede hacer que la(s) jaula(s) del aparato gire(n) (p. ej., que rote(n) con respecto al eje de jaula respectivo). El giro (p. ej., la rotación) de las jaulas y/o de las turbinas/palas puede inducir el efecto Magnus y, por lo tanto, hacer que el aparato 100 se eleve por encima del suelo 204, como se ha descrito en mayor detalle anteriormente.

20 Un experto en la materia apreciará que el giro de cada jaula y el giro de cada turbina pueden controlarse individualmente en función de diversos factores. Por ejemplo, dicho control puede usarse para fines de dirección y navegación (p. ej., girar a la izquierda y/o girar a la derecha). Como otro ejemplo, dicho control puede usarse para fines de ascenso y/o descenso (p. ej., subir en elevación y/o bajar en elevación). Dicho control también puede usarse para mantenerse sustancialmente quieto en el aire, ir hacia delante o ir hacia atrás (p. ej., ajustando la jaula y/o las turbinas de manera que el aparato 100 permanezca sustancialmente quieto, vaya hacia delante o hacia atrás, durante las condiciones cambiantes del viento) .

25 La figura 3A es un diagrama que ilustra una vista lateral del aparato 10, 100. Específicamente, la vista lateral está hacia abajo del eje de rotación de la(s) jaula(s) del aparato 10, 100. En la figura 3A, se muestran un eje vertical 310 y un eje horizontal 312 con fines ilustrativos. La(s) jaula(s) del aparato 10, 100 puede(n) rotar a lo largo de la trayectoria de rotación 180. La correa puede incluir las porciones de correa 124, 126, 128, como se ha descrito con mayor detalle anteriormente. Las turbinas 162, 164, 166 pueden rotar en las áreas 302, 304, 306 ilustradas en la figura 3A.

30 La figura 3B es un diagrama que ilustra otra vista lateral del aparato 10, 100. Específicamente, la vista lateral está hacia abajo del eje de rotación de una de las turbinas del aparato 10, 100 (p. ej., hacia abajo del eje de rotación de la turbina 162 ilustrado en las figuras 1A y 3A). La turbina (p. ej., la turbina 162 ilustrada en la figura 3B) puede rotar a lo largo de la trayectoria de rotación 302. Las porciones de extremo de la(s) turbina(s) (p. ej., la trayectoria de extremo 174) pueden relacionarse con una línea 314, en donde la línea 314 rota a lo largo del área 302.

35 La figura 4 es un diagrama que ilustra una vista en perspectiva lateral de un ejemplo de varios componentes de motor 400 del aparato 10, 100. Un experto en la materia entenderá que el ejemplo ilustrado en la figura 4 se proporciona solo con fines ilustrativos y pueden incluirse (o excluirse) componentes alternativos y/o adicionales sin desviarse del alcance de la presente divulgación. El aparato 10, 100 puede tener menos modos si se excluyen uno o más componentes 400 del motor. En el ejemplo no limitativo ilustrado en la figura 4, los componentes de motor 400 pueden incluir un árbol de suministro 402 de potencia de control, un árbol de turbina 404, una primera caja de cambios 406, un primer embrague 408, un motor/generador eléctrico 410, un segundo embrague 412, un bloqueo 414, una segunda caja de cambios 416, una polea de jaula 418 y/o un árbol de polea de jaula 420. En algunas realizaciones, dichos componentes de motor 400 pueden estar ubicados en las regiones de extremo (p. ej., en las regiones de extremo 174, 176, 178, 173, 175, 177) de las turbinas (p. ej., las turbinas 162, 164, 166). Sin embargo, un experto en la materia entenderá que dichos componentes de motor 400 pueden ubicarse en cualquier otra parte del aparato 100 sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

40 La figura 5 es un diagrama que ilustra una vista lateral en sección transversal de una porción de una turbina 500 de ejemplo del aparato 10, 100. Como se ha descrito anteriormente, la turbina 500 puede tener una pala de turbina 502 que tiene una forma adaptable. La forma de la pala de turbina 502 puede adaptarse en función de diversos factores, como se describe con mayor detalle a continuación. La pala de turbina 502 puede incluir un material flexible, puede conectarse, adherirse, acoplarse, unirse, engancharse y/o asociarse de otra manera con el bastidor de la pala de turbina 502 en diversas ubicaciones. El bastidor de la turbina 500 puede incluir una o más porciones. Por ejemplo, el bastidor de la turbina 500 puede incluir una primera porción de bastidor 506 y una segunda porción de bastidor 504. La primera porción de bastidor 506 puede estar acoplada a la segunda porción de bastidor 504. Por ejemplo, la primera porción de bastidor 506 puede estar conectada a la segunda porción de bastidor 504 en el punto de pivote 508. La primera porción de bastidor 506 puede configurarse para pivotar con respecto a la segunda porción

de bastidor 504. Tal pivotación permite que el bastidor afecte a la forma de la pala de turbina 502 y, por lo tanto, de toda la turbina 500. Un experto en la materia entenderá que el ejemplo ilustrado en la figura 5 se proporciona solo con fines ilustrativos y pueden incluirse (o excluirse) componentes alternativos y/o adicionales sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

5 La turbina 500 también puede tener otros componentes sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, la primera porción de bastidor 506 puede conectarse a otra porción de bastidor 540 en otro punto de pivote 536. La porción de bastidor 540 puede unirse de forma fija al núcleo 534. Como otro ejemplo, la segunda porción de bastidor 504 puede conectarse a otra porción de bastidor 542 en otro punto de pivote 538. El bastidor de la pala de la turbina 500 puede incluir componentes adicionales, alternativos o menos componentes sin desviarse del alcance de la presente divulgación. El tamaño de cada porción de bastidor puede ser diferente de las otras porciones de bastidor y puede disponerse de tal manera que pueda configurar un lado de la pala como un ala/pala delantera en un modo de planeo y el otro lado puede configurarse como una cola del(de la) ala/pala. El número de porciones de bastidor de un lado puede ser diferente del número de porciones de bastidor del otro lado de la pala de turbina.

10 La turbina 500 también puede incluir diversas conexiones entre un extremo del bastidor de la turbina y una región central del bastidor de la turbina. Por ejemplo, la turbina 500 puede incluir una primera conexión (p. ej., una conexión que incluye el cable 526 y el brazo 522) entre un primer lado (p. ej., A) de un primer extremo (p. ej., el extremo 510) que está fijado a la porción de bastidor 542 y una región central (p. ej., ubicación U cerca del núcleo 534). La turbina 500 también puede incluir una segunda conexión (p. ej., una conexión que incluye el cable 528 y el brazo 524) entre un segundo lado (p. ej., B) del primer extremo (p. ej., el extremo 510) de la porción de bastidor 542 y la región central (p. ej., la ubicación V cerca del núcleo 534). Como se ha descrito anteriormente, el aparato 100 puede incluir un controlador de turbina. El controlador de turbina puede configurarse para controlar la primera conexión y/o la segunda conexión. Por ejemplo, el controlador de turbina puede configurarse para al menos mantener, acortar o alargar al menos la primera conexión o la segunda conexión. El controlador de turbina puede configurarse para realizar funciones adicionales (p. ej., controlar otras conexiones) sin desviarse del alcance de la presente divulgación. El extremo 510 está fijado a la porción de bastidor 542, sin embargo, puede estar fijado a cualquier otra porción(es) del bastidor. El movimiento de cada porción de bastidor también puede controlarse por separado.

15 En algunas realizaciones, el aparato 100 también puede incluir brazos ubicados en los lados del bastidor de la turbina 500. Por ejemplo, los brazos 512, 514 pueden ubicarse en los lados de las porciones de bastidor 504, 506. Dichos brazos pueden proporcionar soporte mecánico y facilitar el movimiento de los cables descrito anteriormente. En algunas realizaciones, cada brazo también puede tener un rodillo en el extremo del brazo. Por ejemplo, los brazos 512, 514 pueden tener rodillos 516, 518, respectivamente. Los cables 526, 528 pueden enrollarse sobre el rodillo 516, 518. Los brazos 512, 514 también pueden tener resortes 520, 521, respectivamente. Los resortes pueden proporcionar una fuerza sobre los brazos de manera que los brazos 512, 514 se empujan en una dirección que se aleja del bastidor y/o de la pala de turbina 502. Lo anterior son simplemente algunos ejemplos de soporte de los cables 526, 528. Un experto en la materia entenderá que existen otros ejemplos de soporte de los cables 526, 528 y que pueden implementarse sin desviarse del alcance de la presente divulgación.

20 Los cables 526, 528 pueden, cada uno, alargarse y/o acortarse. Por ejemplo, el cable 526 puede acortarse de modo que A esté más cerca de U. Como otro ejemplo, el cable 528 puede alargarse de modo que B esté más alejado de V. Tales acortamientos y/o alargamientos permiten que las porciones de bastidor 504, 506, 542, 540 pivoten una con respecto a la otra (p. ej., un punto de pivote 508, 538, 536), permitiendo así que la pala de turbina 502 tenga una forma curva. La curvatura de la pala de turbina 502 puede controlarse por la extensión en que la primera conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 526) se acorta y se alarga y por la extensión en que la segunda conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 528) se alarga o se acorta, respectivamente.

25 Como se ha descrito anteriormente, la primera porción de bastidor 506 está configurada para pivotar (p. ej., en el punto de pivote 508) con respecto a la segunda porción de bastidor 504 cuando la primera conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 526) y/o la segunda conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 528), se acorta y/o se alarga. Por consiguiente, la forma adaptable de la pala de turbina 502 incluye una curvatura cuando la longitud de la primera conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 526) es diferente de la longitud de la segunda conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 528). En comparación, la forma adaptable de la pala de turbina 502 tiene una forma plana cuando la longitud de la primera conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 526) es similar a la longitud de la segunda conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 528). El controlador de turbina puede configurarse para controlar la curvatura de la pala de turbina 502 acortando la primera conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 526) mientras alarga simultáneamente la segunda conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 528). El controlador de turbina también puede configurarse para controlar la curvatura de la pala de turbina 502 acortando la segunda conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 528) mientras alarga simultáneamente la primera conexión (p. ej., la conexión que incluye el cable 526).

30 Las figuras 6A-6C son diagramas que ilustran diversas vistas en sección transversal de diversas porciones de una turbina 680 de ejemplo del aparato 100. Como se ha descrito con mayor detalle anteriormente, el aparato 100 puede

incluir componentes de motor 400. Como también se ha descrito con mayor detalle anteriormente, el aparato puede incluir brazos 114, 142. El brazo 114 tiene dos puntos de conexión 613 y 615. La turbina 680 también puede incluir un soporte 652. El soporte 652 puede incluir regiones 654, en las que los pasadores 511, 513 pueden deslizarse y el cuerpo 653. Por ejemplo, a medida que la pala de turbina cambia la curvatura de su forma, los pasadores 511, 513 pueden deslizarse hacia y/o alejarse del núcleo 534. Algunas otras porciones de la turbina ilustradas en la figura 6 se han descrito anteriormente con referencia a la figura 5. Por ejemplo, las porciones de bastidor 640, 606, 604, 642 y los puntos de pivote 636, 608, 638 son similares a las porciones de bastidor 540, 506, 504, 542 y a los puntos de pivote 536, 508, 538, respectivamente. El engranaje planetario 671 puede ubicarse cerca del núcleo 534. El orificio 804 es para insertar el pasador 511 en el soporte. El engranaje planetario 671 puede transmitir la energía cinética generada por el movimiento de las palas a un motogenerador que puede estar ubicado en las regiones de extremo, como se ha descrito con mayor detalle anteriormente. Una porción de la turbina 680 puede incluir cables/correas de tensión que proporcionan soporte mecánico y/o rigidez al material/lámina flexible 682 de la turbina 680. Un experto en la materia entenderá que la lámina flexible 682 puede incluir o formarse de una amplia variedad de materiales, que pueden incluir diversos materiales que van desde tela hasta láminas metálicas, así como varios otros materiales adecuados. La tuerca 607 puede usarse para apretar o aflojar la tensión de los cables 611 y/o de la(s) pala(s) 162 y también de las correas de la jaula. Por ejemplo, cuando la distancia entre los conectores 106 y 108 aumenta, los cables/correas de tensión y las correas de la jaula se tensarán. Cuando esta distancia disminuye, las correas de la jaula y/o la(s) pala(s) 162, incluidos los cables/correas de tensión, se aflojarán. La tensión de los cables/correas de tensión puede ajustarse por separado. La porción 690 de la turbina 680 puede ser similar a otra porción 600 de la turbina 680. La turbina 680 también puede incluir una caja de cambios de control 650. Un experto en la materia entenderá que lo anterior es simplemente un ejemplo para lograr las características descritas en el presente documento. Pueden implementarse configuraciones y sistemas alternativos sin desviarse del alcance de la presente divulgación. A continuación se proporciona información adicional sobre la caja de cambios de control 650, entre otras, con referencia a las figuras 7A-7B.

Porciones similares de la turbina pueden tener aspectos complementarios. Por ejemplo, una mitad del bastidor de turbina 670 (y, por lo tanto, la pala de turbina 682) puede formar una forma convexa, mientras que la otra mitad del bastidor de turbina 670 (y, por lo tanto, la pala de turbina 682) puede formar una forma cóncava. Por ejemplo, una mitad del bastidor de turbina puede formar una primera forma (p. ej., una forma convexa) cuando (i) una conexión (p. ej., un cable) entre A y U se acorta y/o (ii) una conexión (p. ej., un cable) entre B y V se alarga; simultáneamente, la otra mitad del bastidor de turbina puede formar una segunda forma (complementaria) (p. ej., una forma cóncava) cuando (i) una conexión (p. ej., un cable) entre C y V se acorta y/o (ii) una conexión (p. ej., un cable) entre D y U se alarga. Como tal, una configuración de las porciones de bastidor 540, 506, 504, 542 y de los puntos de pivote 536, 508, 538 que forman una forma convexa para una mitad de la pala de turbina 682 puede existir simultáneamente con una configuración de las porciones de bastidor 640, 606, 604, 642 y de los puntos de pivote, 636, 608, 638 que forman una forma cóncava para la otra mitad de la pala de turbina 682.

Las figuras 7A-7B son diagramas que ilustran diversas vistas en sección transversal de diversas porciones de controladores de pala de ejemplo del aparato 100. Como se ha descrito anteriormente, el aparato 100 puede incluir una caja de cambios de control 650. La caja de cambios de control 650 puede incluir una polea cuadrada 702. La polea cuadrada 702 puede funcionar de acuerdo con una o más poleas o tuberías de cable 525, 527, 727, 729. Sin embargo, un experto en la materia entenderá que las poleas y/o las tuberías de cable no son el único mecanismo para acortar y/o alargar diversas conexiones del aparato. Existen mecanismos alternativos para acortar y/o alargar las conexiones y están dentro del alcance de la presente divulgación. La polea cuadrada 702 puede configurarse para acortar una (o más) conexión(es) mientras alarga simultáneamente una (o más) conexión(es). Por ejemplo, la polea cuadrada 702 puede configurarse para acortar una o más de las conexiones que incluyen el cable 528 y/o el cable 728 mientras alarga simultáneamente una o más de las conexiones que incluyen el cable 526 y/o el cable 726. Como tal, la conexión que incluye el cable 528 hacia B puede acortarse y/o la conexión que incluye el cable 728 hacia D puede acortarse. Además, la conexión que incluye el cable 526 hacia A puede alargarse y/o la conexión que incluye el cable 726 hacia C puede alargarse. La tuerca 705 y la bola 707 pueden evitar que el núcleo central se separe del árbol de turbina. El árbol 402 puede tener un rodamiento que se considera en la tapa que cubre la polea.

La figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un soporte de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación. El soporte 652 puede recibir la energía cinética de la pala (p. ej., a través de los pasadores 511, 513) y transferir la energía cinética al árbol de turbina respectivo a través del(de los) árbol(es) 802 del(de los) engranaje(s) planetario(s) de un conjunto de engranaje planetario 671. El soporte puede tener resorte(s) 651, que pueden empujar los pasadores 511, 513 lejos uno del otro siempre que los cables de conexión 526, 528, 726, 728 permitan que los pasadores 511, 513 se deslicen en las regiones 654 y 653 separándose uno del otro.

La figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un resorte de distribución de pivotes de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación. Cuando la lámina 682 no es flexible y está hecha de materiales no flexibles (p. ej., tela), entonces cada turbina puede necesitar uno o más resortes de distribución 900 de pivotes a cada lado. La forma del resorte de distribución 900 de pivotes puede cambiar cuando uno o más de los cables de conexión 526, 528, 726, 728 se están acortando o alargando. La forma del resorte puede tener la forma de la letra "S" cuando los cables de conexión indicados no son iguales. La forma del resorte puede tener una forma sustancialmente recta

cuando los cables de conexión indicados tienen longitudes similares. El resorte de distribución 900 de pivotes puede tener un anillo 920 alrededor del núcleo central 534 y los anillos de pivote 904, 906, 908 pueden moverse junto con los pivotes 536, 508, 538, respectivamente, lo que puede restringir el movimiento del(de los) pivote(s) a la forma del resorte de distribución 900 de pivotes. Dicha configuración puede instalarse inmediatamente después del soporte y/o al lado de las porciones de bastidor de la pala, o en cualquier otra ubicación cerca de los extremos de la pala. El pasador 511 puede moverse dentro de un anillo 910.

La descripción previa se proporciona para permitir que cualquier persona experta en la materia practique los diversos aspectos descritos en el presente documento. Varias modificaciones a estos aspectos serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros aspectos. Por lo tanto, no se pretende que las reivindicaciones se limiten a los aspectos que se muestran en el presente documento, sino que se le debe otorgar el alcance completo consistente con las reivindicaciones del lenguaje, en el que la referencia a un elemento en singular no pretende significar "uno y solo uno" a menos que se indique así específicamente, sino más bien "uno o más". La expresión "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para significar "que sirve como un ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" no necesariamente debe interpretarse como preferido o ventajoso sobre otros aspectos. A menos que se indique específicamente lo contrario, el término "algunos" se refiere a uno o más. Combinaciones como "al menos uno de A, B o C," "al menos uno de A, B y C" y "A, B, C o cualquier combinación de los mismos" incluyen cualquier combinación de A, B y/o C, y pueden incluir múltiples de A, múltiples de B o múltiples de C. Específicamente, combinaciones como "al menos uno de A, B o C", "al menos uno de A, B y C" y "A, B, C o cualquier combinación de los mismos" puede ser A solamente, B solamente, C solamente, A y B, A y C, B y C, o A y B y C, donde cualquiera de tales combinaciones puede contener uno o más miembro de A, B, o C. Ningún elemento de reivindicación debe interpretarse como un medio más una función a menos que el elemento se recite expresamente usando la frase "medios para".

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:
 5 una jaula configurada para rotar alrededor de un eje de jaula (102), en el que la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula (102) induce una elevación del aparato por encima del suelo, **caracterizado porque** la jaula incluye una pluralidad de turbinas (162, 164, 166), en donde cada turbina (162, 164, 166) está configurada para rotar alrededor de un eje de turbina diferente del eje de jaula (102), y en donde cada turbina (162, 164, 166) comprende una pala de turbina (502) que tiene una forma adaptable y que comprende:
- 10 un bastidor;
 una primera conexión (526, 522) entre un primer lado (A) de un extremo (510) del bastidor y una región central (U) del bastidor;
 una segunda conexión (528, 524) entre un segundo lado (B) del primer extremo (510) del bastidor y la región central (V) del bastidor;
- 15 un controlador de turbina, en donde el controlador de turbina está configurado para al menos mantener, acortar o alargar al menos la primera conexión (526, 522) o la segunda conexión (528, 524).
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el bastidor comprende una primera porción de bastidor (506) y una segunda porción de bastidor (504) acoplada a la primera porción de bastidor (506), y en donde la primera porción de bastidor (506) está configurada para pivotar con respecto a la segunda porción de bastidor (504) cuando la al menos primera conexión (526, 522) o la segunda conexión (528, 524) se acortan o se alargan.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que la forma adaptable de la pala de turbina (502) comprende una forma plana cuando una longitud de la primera conexión (526, 522) es similar a una longitud de la segunda conexión (528, 524).
- 25 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que la forma adaptable de la pala de turbina (502) comprende una curvatura cuando una longitud de la primera conexión (526, 522) es diferente de una longitud de la segunda conexión (528, 524).
- 30 5. El aparato de la reivindicación 1, en el que el controlador de turbina está configurado además para controlar la curvatura de la pala de la turbina (502) acortando la primera conexión (526, 522) mientras alarga simultáneamente la segunda conexión (528, 524) o acortando la segunda conexión (528, 524) mientras se alarga simultáneamente la primera conexión (526, 522).
- 35 6. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además un controlador de jaula configurado para controlar la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula (102).
7. El aparato de la reivindicación 6, en el que
 40 el controlador de jaula está configurado además para controlar la rotación de la jaula en función de al menos una velocidad escalar, una dirección, una velocidad vectorial, una aceleración del viento o un peso de una carga; o el controlador de turbina está configurado además para controlar la rotación de la turbina en función de al menos la velocidad escalar, la dirección, la velocidad vectorial, la aceleración del viento, una velocidad de rotación de la jaula, una ubicación de la pala de turbina con respecto al eje de turbina, o una ubicación de la turbina en una trayectoria circular alrededor del eje de jaula.
- 45 8. El aparato de la reivindicación 6, en el que el controlador de jaula está configurado además para inhibir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula (102) cuando el aparato está en un primer modo de turbina, y en el que el controlador de turbina está configurado además para permitir la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina cuando el aparato está en el primer modo de turbina.
- 50 9. El aparato de la reivindicación 6, en el que el controlador de jaula está configurado además para permitir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula (102) cuando el aparato está en un segundo modo de turbina, y en el que el controlador de turbina está configurado además para controlar la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina cuando el aparato está en el segundo modo de turbina.
- 55 10. El aparato de la reivindicación 6, en el que el controlador de jaula está configurado además para inhibir la rotación de la jaula alrededor del eje de jaula (102) cuando el aparato está en un modo, y en el que el controlador de turbina está configurado para controlar que la pala de turbina permanezca en una posición horizontal con respecto al suelo y para inhibir la rotación de la turbina alrededor del eje de turbina cuando el aparato está en el modo.
- 60 11. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de jaulas, en el que el aparato es una turbina Savonius, y en donde las palas de la turbina Savonius se extienden más horizontalmente que verticalmente con respecto al suelo.
- 65 12. El aparato de la reivindicación 1, en donde el aparato comprende un asiento (194) y controles de usuario cerca

del asiento (194), en donde los controles de usuario están configurados para que los use un usuario sentado en el asiento (194), y en donde los controles de usuario están configurados además para controlar al menos el controlador de jaula o el controlador de turbina.

5

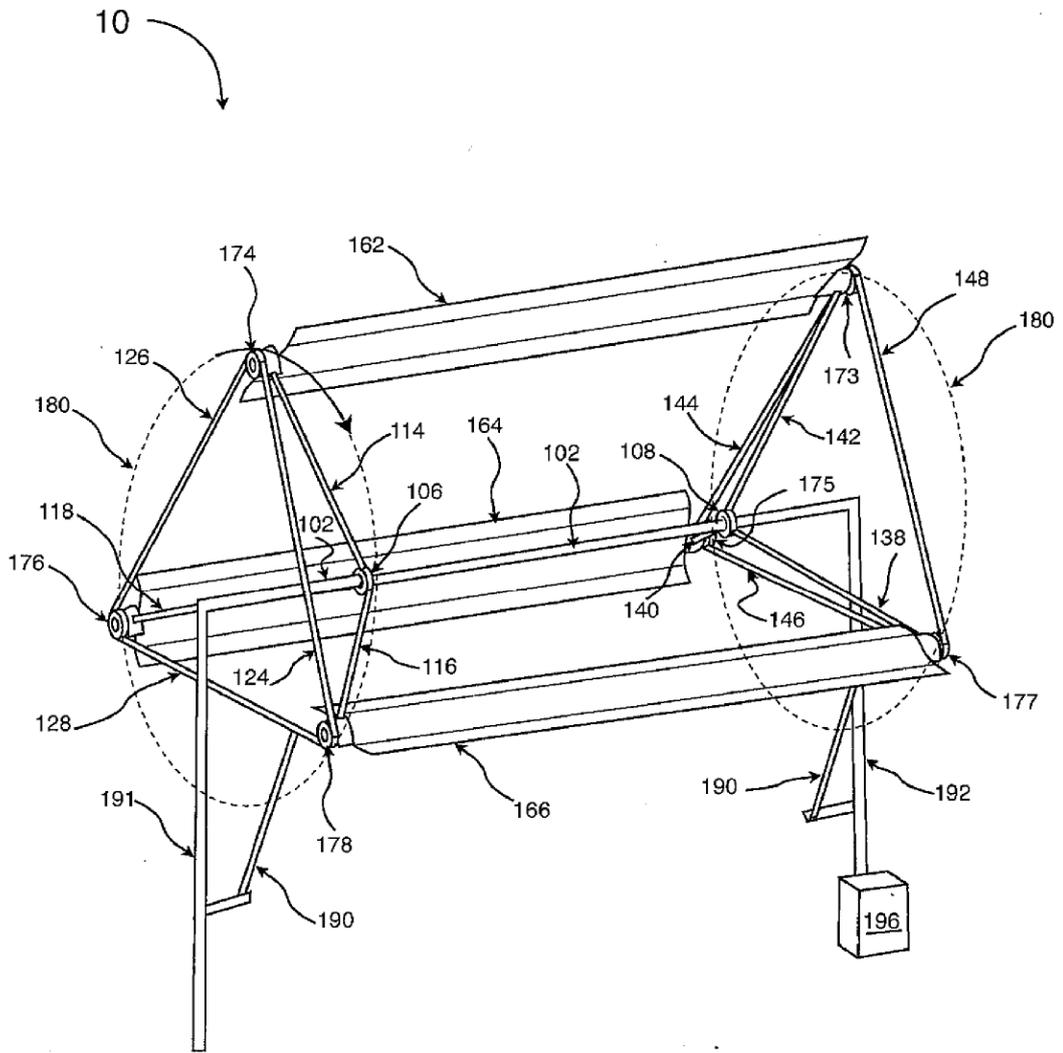


FIG. 1A

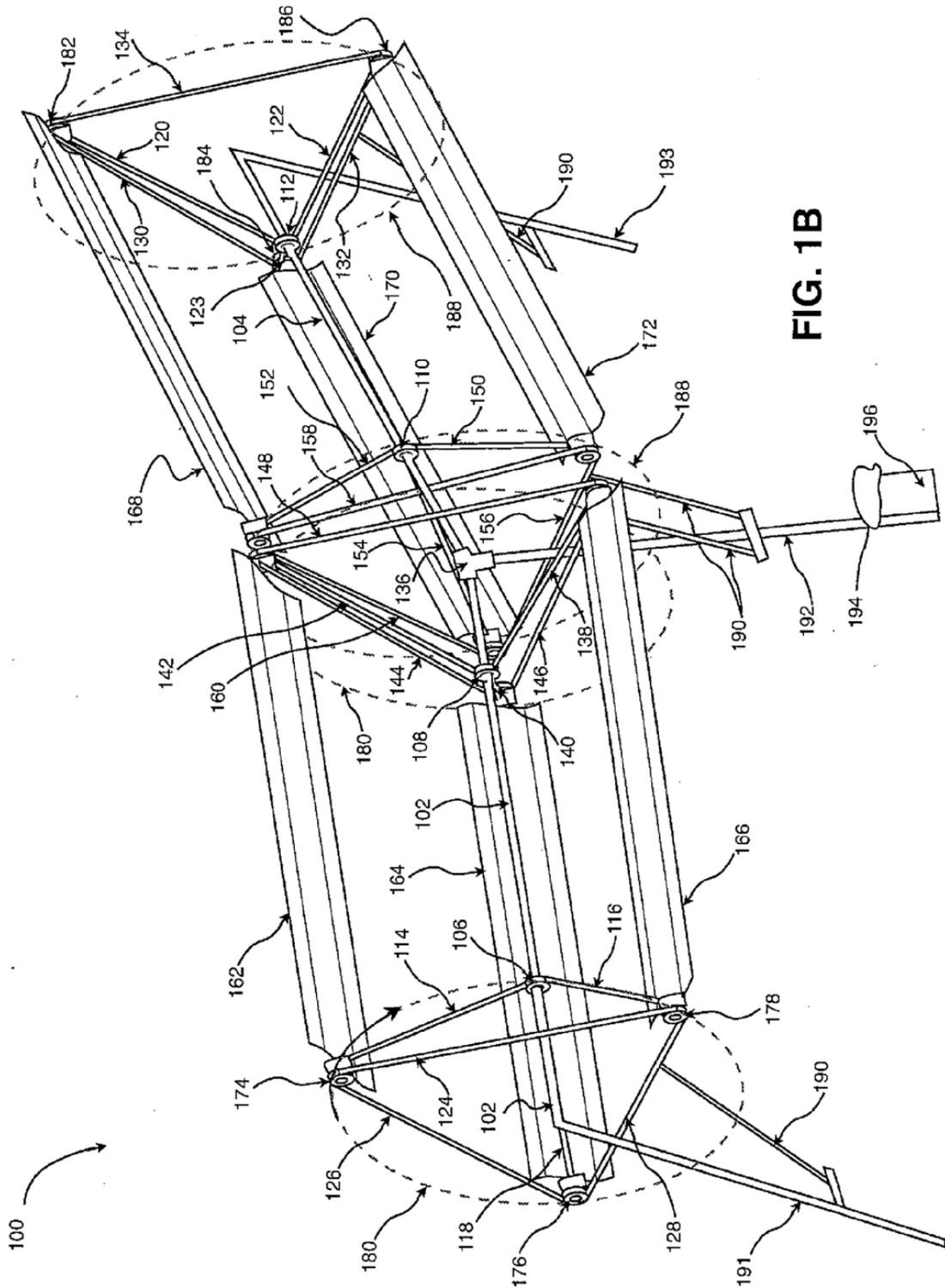


FIG. 1B

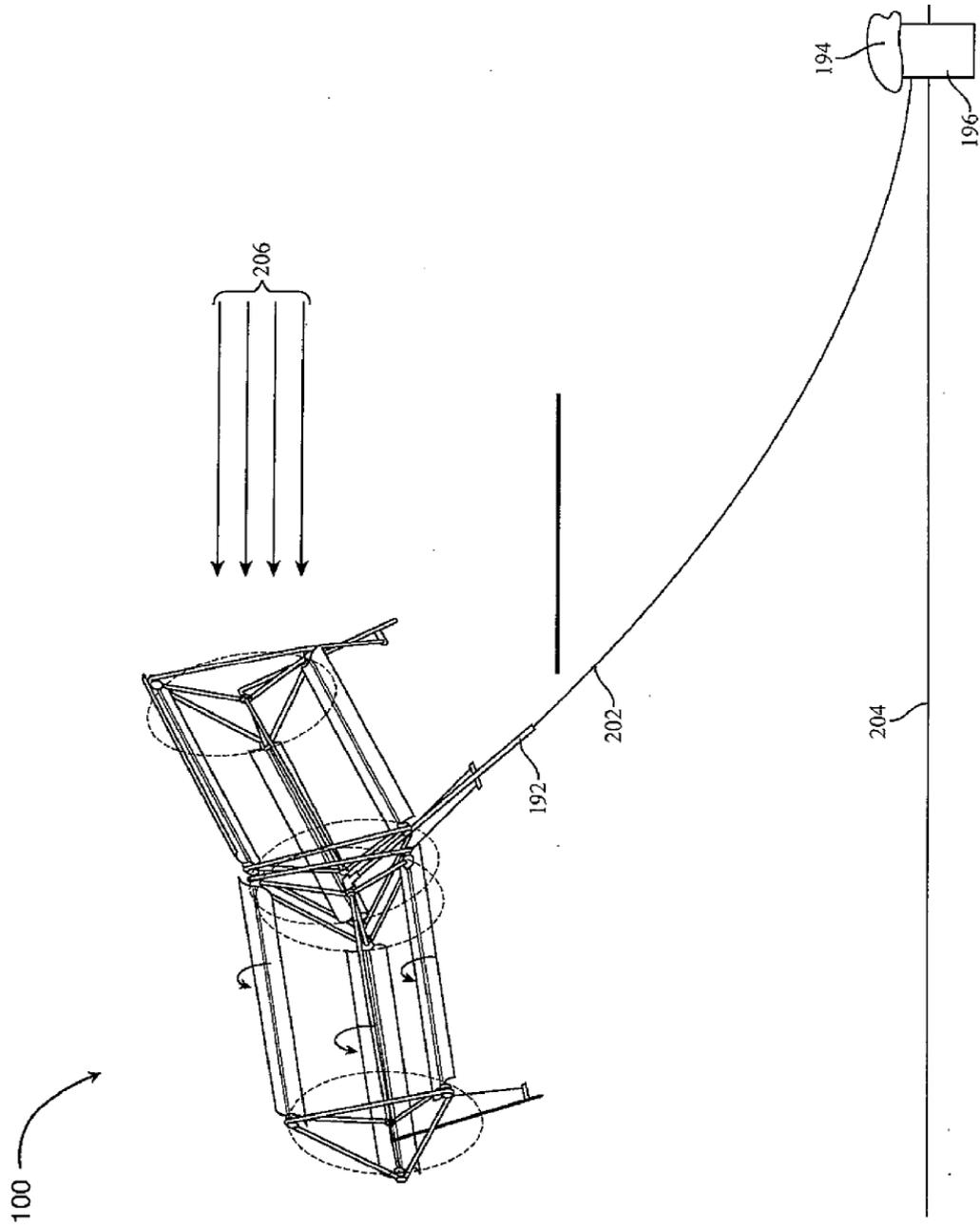


FIG. 2

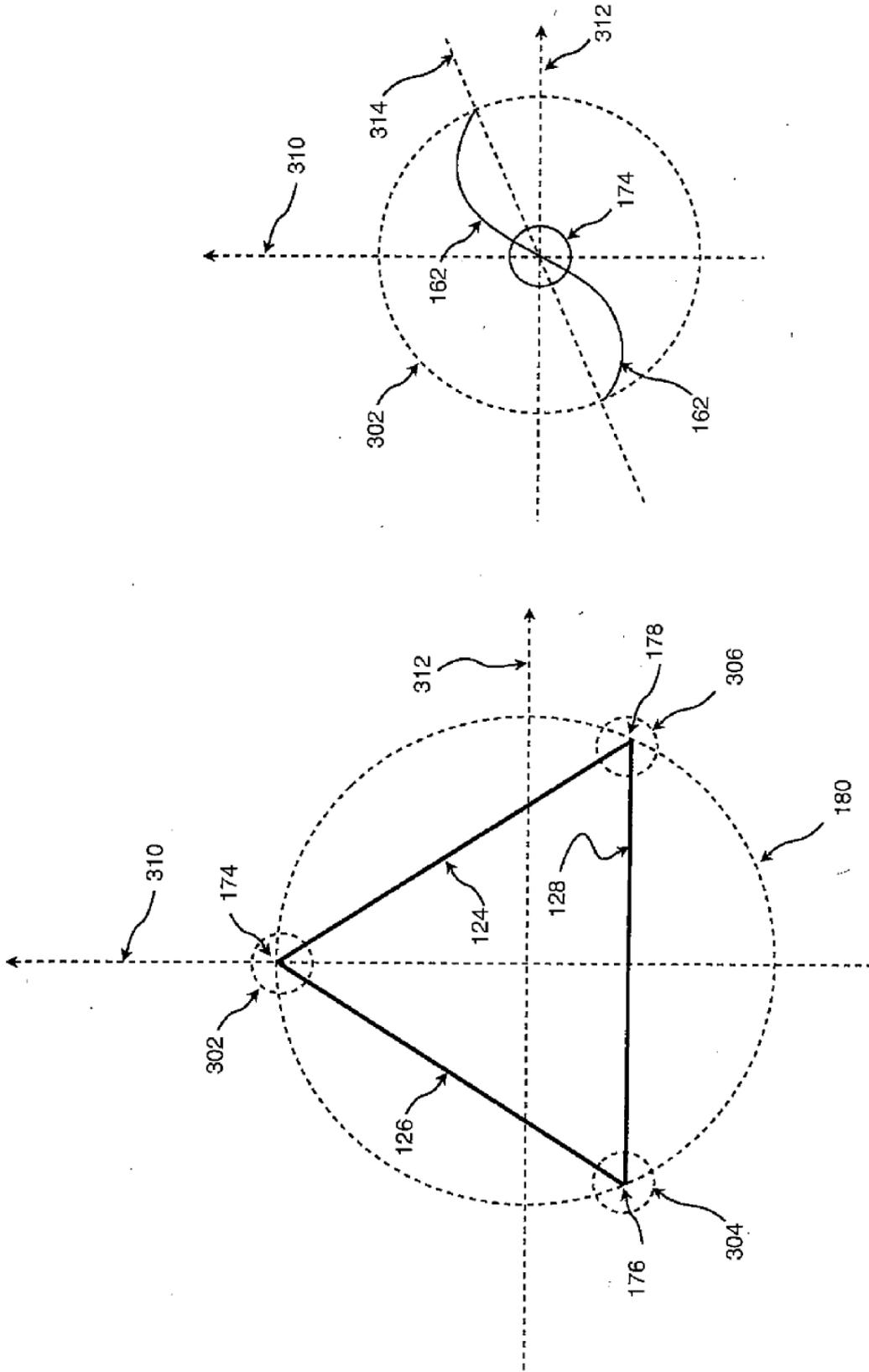


FIG. 3B

FIG. 3A

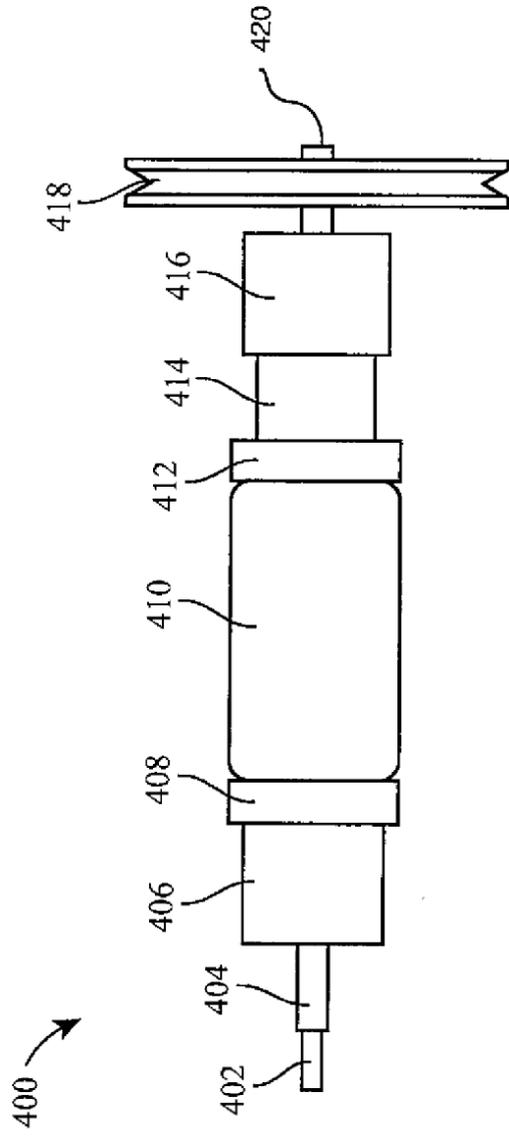


FIG. 4

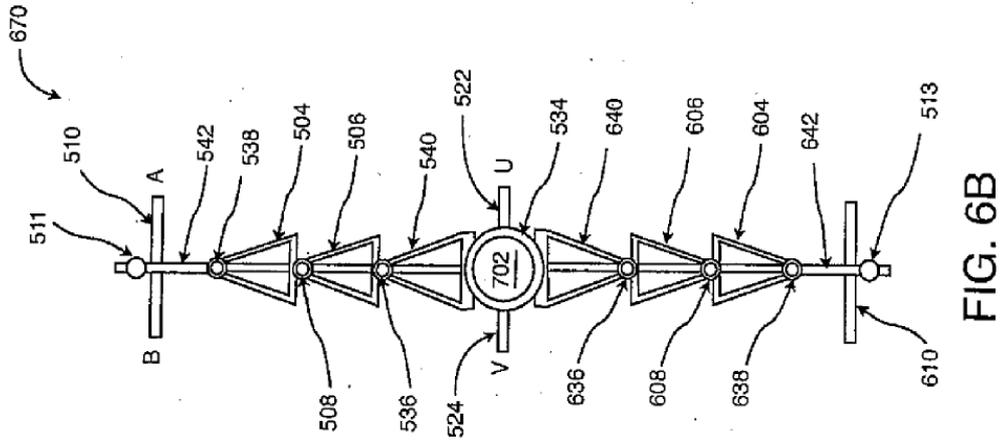


FIG. 6B

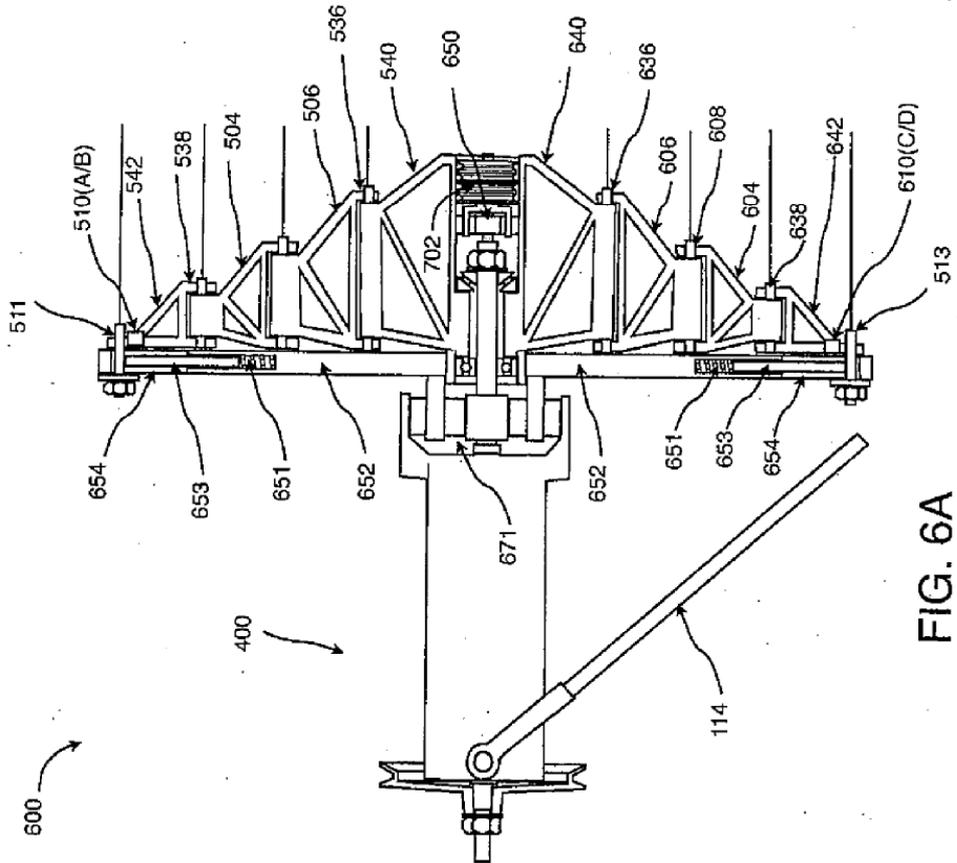


FIG. 6A

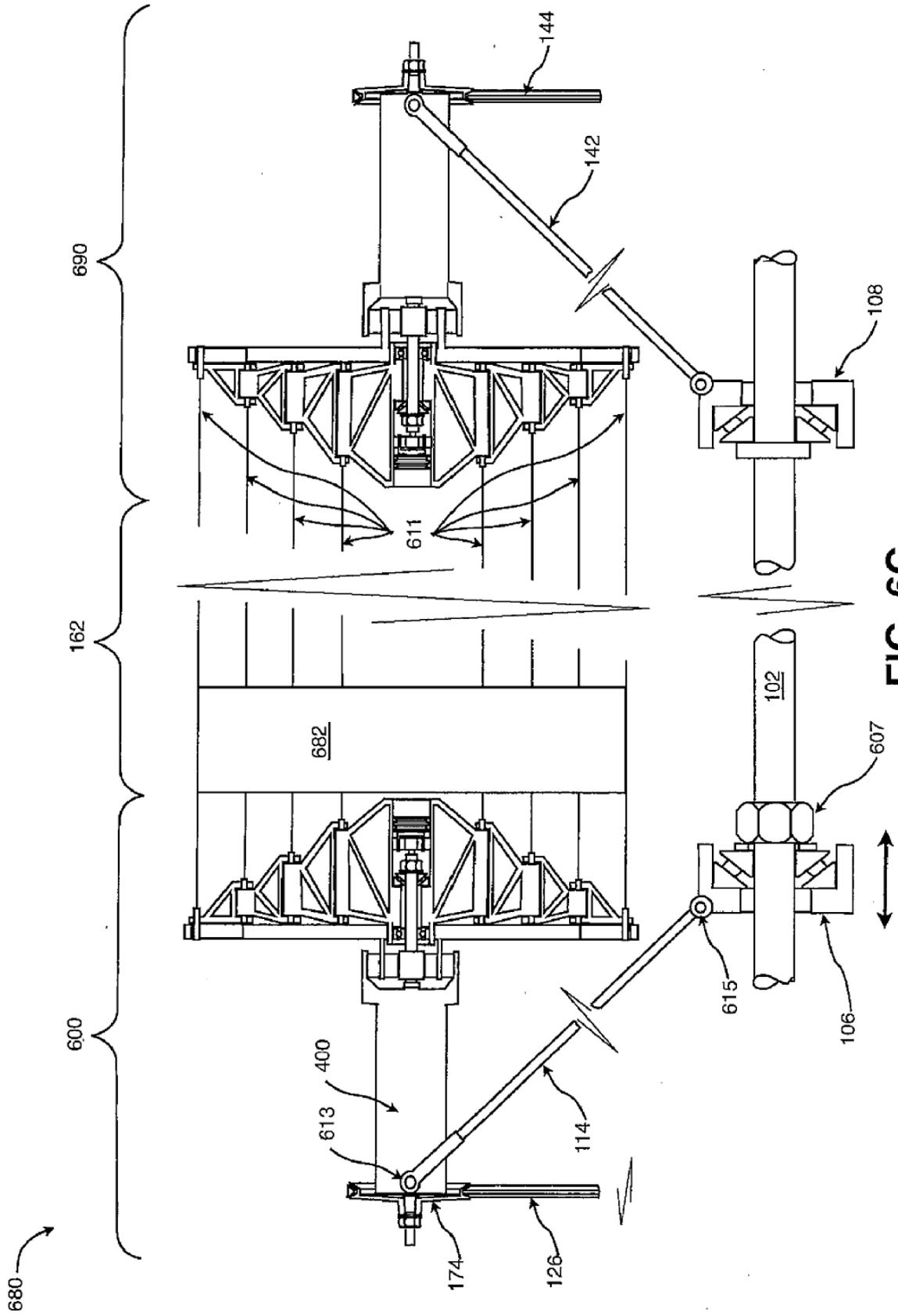


FIG. 6C

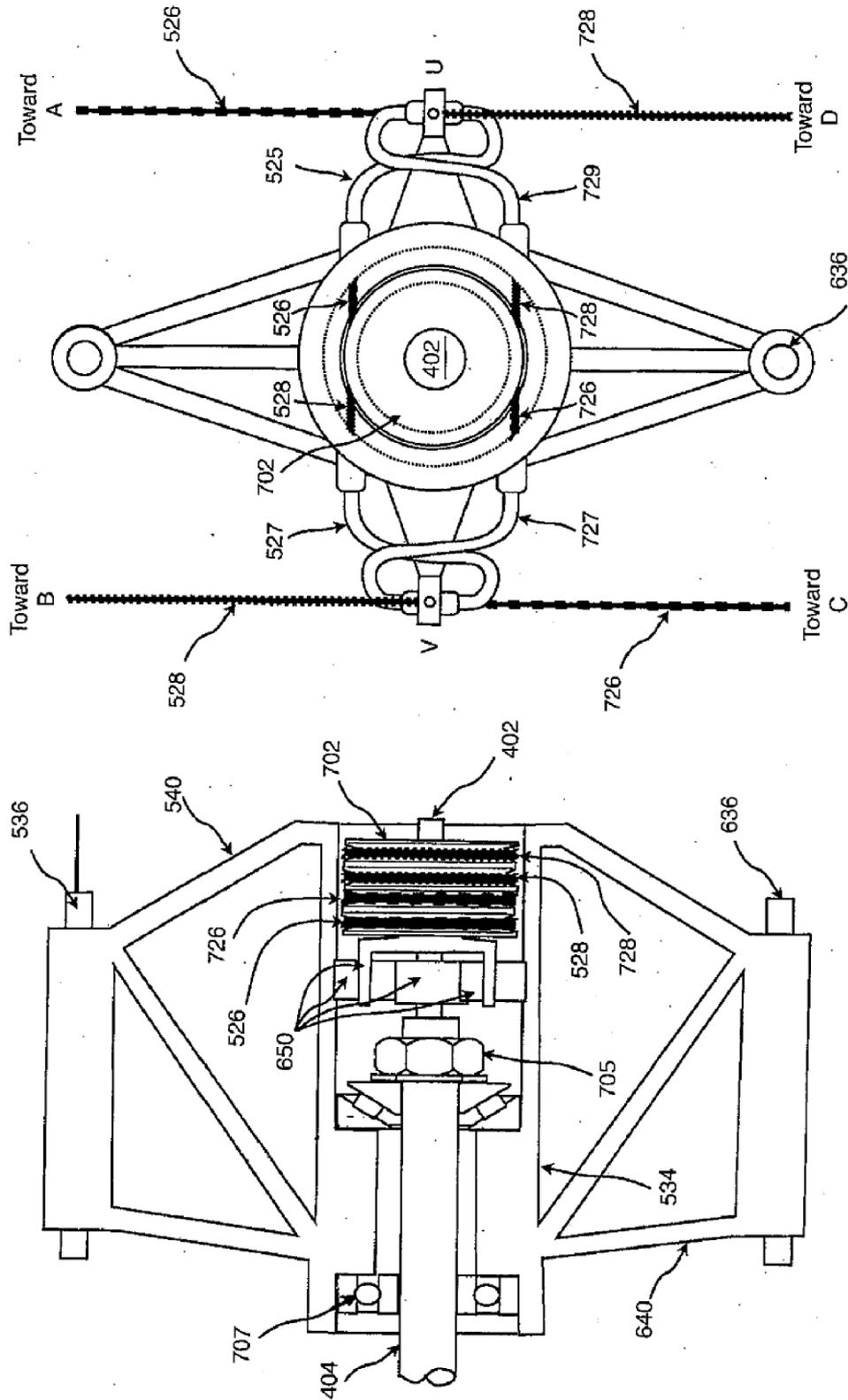


FIG. 7B

FIG. 7A

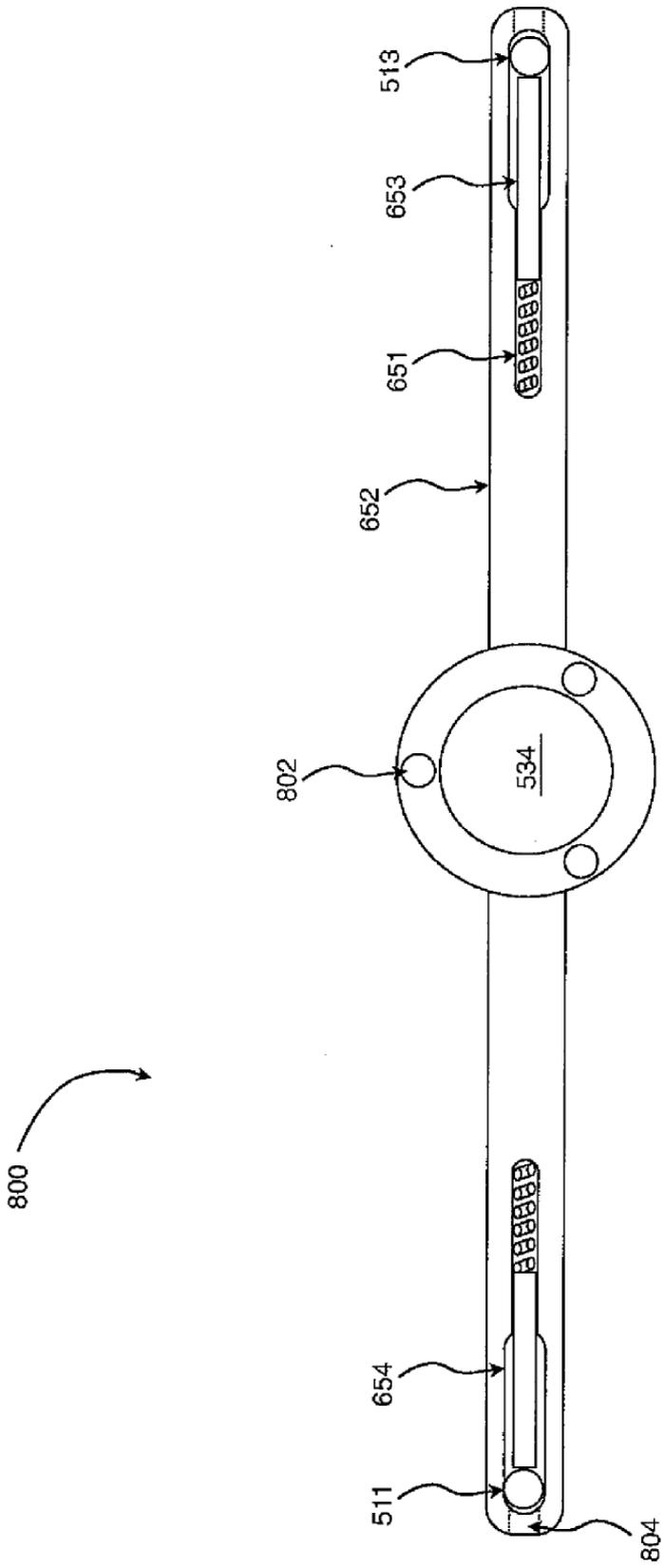


FIG. 8

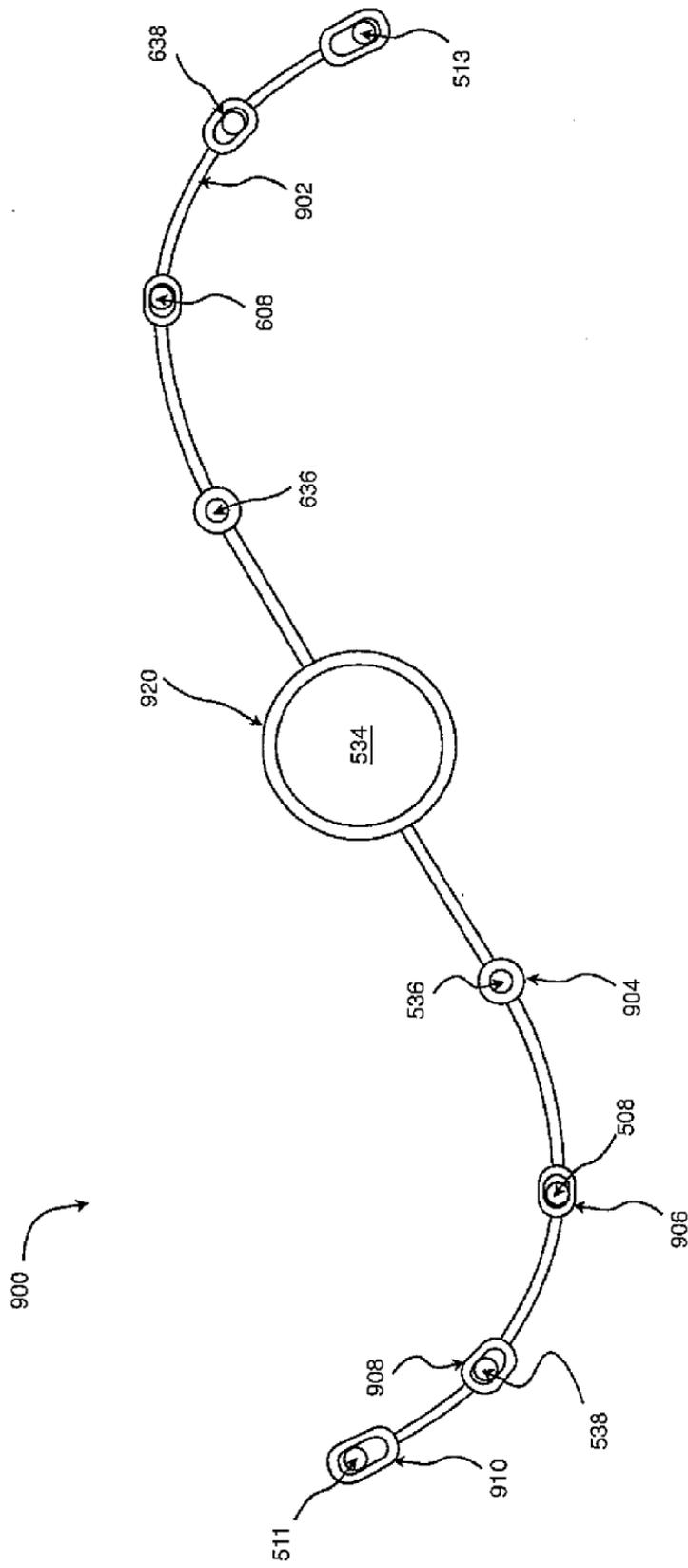


FIG. 9