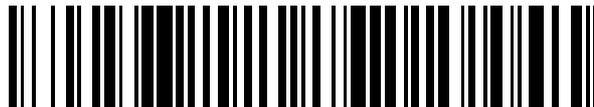


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 432 079**

51 Int. Cl.:

F03D 3/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2009 E 09790601 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2326831**

54 Título: **Sistema de generación de potencia que incluye múltiples motores/generadores**

30 Prioridad:

17.07.2008 US 175416

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

29.11.2013

73 Titular/es:

**JST LLC (100.0%)
818 SW 3rd Avenue No. 217
Portland OR 97204, US**

72 Inventor/es:

GRENIER, ALBERT

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 432 079 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

Sistema de generación de potencia que incluye múltiples motores/generadores

5 Antecedentes

Los combustibles fósiles son la principal fuente de energía del planeta. El ritmo de consumo de combustibles fósiles sobrepasará el ritmo de producción de combustibles fósiles a medida que continúa creciendo la población del planeta y a medida que se industrialicen los países económicamente menos desarrollados. Este aumento esperado de demanda de combustibles fósiles puede agotar las reservas globales de combustibles fósiles dentro de las próximas varias décadas si el consumo continúa al ritmo presente.

Es deseable aprovechar energía de fuentes renovables tales como energía solar, energía del viento, energía del agua y/o energía geotérmica para minimizar la dependencia de los combustibles fósiles.

15 El documento US 5.419.683 detalla una turbina de viento para montar en una chimenea industrial, torre o similar existente, que incluye palas alineadas verticalmente, montadas en brazos de rotor para rotación alrededor del eje longitudinal de la chimenea, torre o similar. Los brazos de rotor están soportados por una estructura anular asegurada a la circunferencia exterior de la chimenea, torre o similar e incluyen en sus extremos radialmente más internos un anillo de brazos de rotor que coopera con la estructura de soporte anular para permitir que los brazos del rotor y las palas giren alrededor de la chimenea, torre o similar bajo la influencia de la presión del viento. Un anillo de accionamiento soportado por uno o cada brazo del rotor se pueden conectar al engranaje de uno o más generadores de potencia situados dentro de, o extendidos hacia, la chimenea, torre o similar.

25 Sumario

Una realización proporciona un sistema de generación de potencia eléctrica configurado para convertir una fuente de energía en electricidad haciendo girar un árbol de rotor con la fuente de energía. El sistema incluye una placa de montaje acoplada al árbol de rotor, un mecanismo de accionamiento acoplado al árbol de rotor y configurado para moverse cuando se mueve el árbol de rotor, y una pluralidad de dispositivos de motor/generador montados en la placa de montaje. Cada dispositivo de motor/generador incluye un árbol de salida configurado para acoplarse rotativamente con el mecanismo de accionamiento. Cada dispositivo de motor/generador se acopla independientemente al mecanismo de accionamiento para proporcionar una pluralidad de dispositivos de motor/generador de potencia redundantes.

35 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan se incluyen para proporcionar un mejor entendimiento de las realizaciones y se incorporan a esta memoria y constituyen una parte de ella.

Los dibujos ilustran realizaciones y, juntamente con la descripción, sirven para explicar los principios de las realizaciones. Otras realizaciones y muchas ventajas previstas de las realizaciones se apreciarán fácilmente al resultar mejor comprendidas mediante referencia a la siguiente descripción detallada.

Los elementos de los dibujos no están necesariamente a escala unos con respecto a otros. Los mismos números de referencia designan correspondientes partes similares.

45 La figura 1A es una vista en perspectiva de un módulo de motor/generador eléctrico de acuerdo con una realización.

La figura 1B es una vista lateral de un dispositivo de motor/generador del módulo mostrado en la figura 1A de acuerdo con una realización.

50 La figura 2 es una vista en perspectiva del módulo de motor/generador eléctrico mostrado en la figura 1A que ilustra una envuelta o carcasa de un alojamiento para el módulo.

La figura 3 es otra vista en perspectiva de módulo de motor/generador que muestra una porción de un fuselaje que se extiende desde la envuelta del alojamiento.

La figura 4 es una vista en sección transversal del módulo de motor/generador eléctrico tomada a lo largo de la línea 4-4 de la figura 2.

55 La figura 5 es una vista superior en perspectiva de un aguilón del fuselaje que se extiende desde la envuelta del alojamiento y desde el módulo de motor/generador.

La figura 6 es una vista inferior en perspectiva de un módulo de motor/generador eléctrico de acuerdo con una realización.

60 La figura 7 es una vista en perspectiva de un mecanismo de accionamiento del módulo de motor/generador eléctrico ilustrado en la figura 6, en la que el mecanismo de accionamiento incluye paletas/radios configurados para proporcionar una característica de enfriamiento integral para el módulo de motor/generador.

La figura 8 es una vista en perspectiva de un sistema de motor/generador eléctrico volante que emplea múltiples módulos de motor/generador eléctrico de acuerdo con una realización.

65 La figura 9A es una vista superior y la figura 9B es una vista en sección transversal de un sistema de

generación de potencia eléctrica de acuerdo con una realización.

La figura 10A es una vista superior y la figura 10B es una vista en sección transversal de un sistema de generación de potencia eléctrica de acuerdo con una realización.

5 La figura 11 es un esquema que ilustra una serie de motores agrupados en paralelo para proporcionar una salida de voltaje total deseada para un módulo de motor/generador de acuerdo con una realización.

Descripción detallada

10 En la siguiente Descripción Detallada se hará referencia a los dibujos que se acompañan, que forman una parte de esta memoria, y en los que se ilustran realizaciones concretas en las que se puede poner en práctica la invención. A este respecto, la terminología direccional, tal como "superior", "inferior", "delantero", "trasero", "anterior", "posterior", etc., se utilizan con referencia a la orientación de la figura o las figuras que se están describiendo. Debido a que los componentes de las realizaciones pueden estar situados en numerosas orientaciones diferentes, la terminología direccional se utiliza sólo para fines de ilustración y de ningún modo de limitación. Se ha de entender que se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden efectuar cambios estructurales o lógicos sin apartarse del alcance de la descripción. La siguiente Descripción Detallada enseña realizaciones ejemplares que no se han de considerar en un sentido limitativo.

20 Se ha de entender que las características de las diversas realizaciones de ejemplo descritas en esta memoria se pueden combinar entre sí, a menos que se indique concretamente otra cosa.

25 En una realización, un sistema de motores/generadores se convierte de manera reversible en y desde dispositivos de bajas RPM (por ejemplo, par grande) y elevada potencia y dispositivos de elevadas RPM (por ejemplo, pequeño par) y elevada potencia. El sistema de motores/generadores eléctricos está configurado para crear potencia aprovechando la energía cinética de la corriente de viento y/o agua, y que tiene aplicación cuando se utiliza como sistema volante, con ruedas hidráulicas incluso con carga hidrostática relativamente pequeña, y/o accionando vehículos híbridos y otros sistemas motorizados.

30 Una realización de un sistema de motores/generadores eléctricos está configurada para volar en las corrientes de chorro del frente polar o sub-tropical y crean potencia aprovechando la energía cinética del viento. Otro aspecto proporciona un sistema terrestre de motores/generadores eléctricos configurado para crear potencia aprovechando la energía cinética del viento, de corriente de agua o de gradientes de temperatura geotérmica.

35 Una realización de un sistema de generación de potencia eléctrica está configurada para convertir una fuente de energía en electricidad haciendo girar un árbol de rotor con la fuente de energía. El sistema incluye una placa de montaje acoplada al árbol de rotor, un mecanismo de accionamiento acoplado al árbol de rotor y configurado para moverse cuando se mueve el árbol de rotor, y una pluralidad de dispositivos de motor/generador montados en la placa de montaje, incluyendo cada dispositivo de motor/generador un árbol de salida configurado para acoplarse de manera rotativa con el mecanismo de accionamiento. Cada dispositivo de motor/generador está acoplado independientemente al mecanismo de accionamiento y no está acoplado a otro de los dispositivos de motor/generador, de tal manera que la pluralidad de motores/generadores proporciona una pluralidad de dispositivos redundante de motor/generador de generación de potencia.

45 En una realización, se proporcionan múltiples motores/generadores eléctricos redundantes en un sistema, estando los motores/generadores eléctricos configurados para incluir características de reserva auto-redundantes como se describe en lo que sigue.

50 Una posible solución para minimizar la dependencia de combustibles fósiles es una concepción de molino de viento como se describe en la Patente U.S. No. 6.781.254, que utiliza un sistema de generación de potencia eléctrica y/o uno o más de los dispositivos de motor/generador descritos en lo que sigue.

55 En un sistema que aprovecha el viento, el sistema de generación de potencia eléctrica descrito a continuación proporciona una turbina de viento que es apropiada para acoplamiento a un cordón para usar en altura para aprovechar la energía del viento. Los vientos causan la rotación del mecanismo de accionamiento, que acciona un árbol de cada motor/generador para girar y producir energía que puede ser convertida en electricidad.

60 En una realización, el sistema es reversible, de tal manera que los motores/generadores funcionan como un motor para proporcionar potencia al mecanismo de accionamiento. La potencia es suministrada a la pluralidad de motores y estos accionan a su vez el mecanismo mayor que está unido al rotor de la turbina de viento. En este modo invertido, la potencia es consumida en lugar de ser generada.

65 La figura 1A es una vista en perspectiva de un sistema 10 de generación de potencia eléctrica de acuerdo con una realización. El sistema 10 de generación de potencia, también conocido como un módulo10 de motor/generador eléctrico, incluye una placa de montaje 12 acoplada a un árbol 16 de rotor, un mecanismo de accionamiento 14 acoplado coaxialmente al árbol 16 de rotor adyacente a la placa de montaje 12, y una pluralidad de dispositivos 20 de motor/generador montados en la placa de montaje 12, incluyendo cada dispositivo 20 de motor/generador un

árbol de salida 24 configurado para acoplarse rotativamente con el mecanismo de accionamiento 14.

- 5 En una realización, el mecanismo de accionamiento 14 es rotativo y está configurado para moverse con el árbol 16 de rotor, y la placa de montaje 12 es estacionaria y está fijada alrededor del árbol 16 de rotor por medio de cojinetes.
- 5 En una realización, el mecanismo de accionamiento 14 está acoplado al árbol 16 de rotor por medio de una cadena u otro mecanismo de accionamiento y está configurado para moverse cuando se mueve el árbol 16 de rotor. También son aceptables otras formas de acoplar el mecanismo de accionamiento 14 al árbol 16 de rotor y a la pluralidad de dispositivos 20 de motor/generador.
- 10 En general, el sistema 10 de generación de potencia incluye una pala 17 del rotor u otro dispositivo que esté configurado para interactuar con una fuente de energía, tal como el viento, cuando se aprovecha la fuente de energía. En una realización, la pala 17 del rotor configura un sistema 10 de generación de potencia para ser un sistema 10 de generación de potencia sostenido en el aire. Otros dispositivos apropiados para aprovechar fuentes de energía incluyen ruedas hidráulicas, paletas, molinos y similares. En una realización, se proporciona
- 15 opcionalmente un alojamiento 19 (una parte del cual está ilustrada en la figura 1A) para encerrar de manera protectora la placa de montaje 12, el mecanismo de accionamiento 14 y los dispositivos 20 de motor/generador acoplados a la placa de montaje 12. Cuando el sistema 10 de generación de potencia está configurado para aprovechar viento de altura elevada, se proporciona un fuselaje 21, una parte del cual se muestra en la figura 1A.
- 20 Generalmente, el módulo 10 de motor/generador eléctrico incluye un bastidor, tal como la placa de montaje 12 (o plato 12) y el mecanismo de accionamiento 14, que están unidos ambos al árbol 16 de rotor (o árbol principal 16 o árbol 16). En una realización, el árbol 16 está formado de material no conductor y está configurado para aislar eléctricamente los dispositivos 20 de motor/generador del plato 12. En una realización, el plato 12 es circular o en
- 25 forma de disco y está fabricado de metal tal como aluminio, acero inoxidable, titanio, materiales compuestos u otros materiales apropiados para usos aeronáuticos y/o terrestres. Los expertos en la técnica reconocerán que el plato 12 puede ser fabricado de cualquier material apropiado basado en la finalidad prevista del módulo 10. Para aprovechar la energía a elevadas alturas, en una realización, el plato 12 tiene un diámetro de aproximadamente 9 m (30 pies).
- 30 En una realización, el mecanismo de accionamiento 14 se acopla por fricción con el árbol de salida 24 y ni el mecanismo de accionamiento 14 ni el árbol de salida 24 incluyen dientes.
- 35 En una realización, el mecanismo de accionamiento 14 incluye dientes 18 que están configurados para engranar con dientes 22 dispuestos en el árbol de salida 24. Los dientes 18 y los dientes 22 incluyen dientes rectos, helicoidales, Herringbone, planetarios, cónicos rectos, espirales o hipoides, y dientes de tornillo sinfín. En una realización, los dientes 18 y los dientes 22 del árbol de salida 24 incluyen aluminio, acero inoxidable, titanio, materiales compuestos u otros materiales apropiados.
- 40 En una realización, el diámetro del mecanismo de accionamiento 14 es ligeramente menor que el diámetro del plato 12. En otras realizaciones, el diámetro del mecanismo de accionamiento 14 es mayor que el diámetro del plato 12.
- 45 El módulo 10 de motor/generador eléctrico incluye una pluralidad de dispositivos 20 de motor/generador dispuestos alrededor de la circunferencia del mecanismo de accionamiento 14. Dispositivos apropiados 20 de motor/generador incluyen cualquier forma de motor eléctrico o cualquier forma de generador eléctrico que tenga un primer modo que transforme energía eléctrica en movimiento de rotación o movimiento de traslación, o movimiento de rotación transformado, o tenga un segundo modo que transforme tal movimiento en energía eléctrica, o funcione de ambos modos, o sea reversible entre el primer modo y el segundo modo. Un dispositivo de motor/generador incluye un dispositivo de motor por sí solo o un dispositivo de generador por sí solo, o un dispositivo que incluya tanto un motor como un generador.
- 50 En una realización, la pluralidad de dispositivos 20 de motor/generador están configurados para disipar calor del módulo 10 más eficazmente de lo que lo disipa el calor un único generador de electricidad grande. Por ejemplo, cada uno de los dispositivos 20 de motor/generador proporciona un motor/generador 20 de poca masa, relativamente pequeño, que disipa rápidamente calor asociado con la generación de electricidad. En una realización, el módulo 10 de motor/generador eléctrico es hecho funcionar a alturas superiores a 3.000 metros (10.000 pies), en
- 55 las que la temperatura local del aire es inferior a -8,75°C (25 grados Fahrenheit), y el entorno local relativamente frío contribuye a la rápida disipación de calor del motor/generador 20 de poca masa, relativamente pequeño.
- 60 En una realización, cada dispositivo 20 de motor/generador está separado del dispositivo 20 de motor/generador próximo a lo largo de un primer lado de la placa de montaje 12. En una realización, la separación de los dispositivos 20 de motor/generador se selecciona de manera que tenga una densidad de tres dispositivos 20 de motor/generador por cada 0,3 m lineales (un pie) a lo largo de la periferia de la placa de montaje 12. Son también aceptables otras densidades de separación para los dispositivos 20 de motor/generador. En una realización, la placa de montaje 12 define un lado que está adyacente al mecanismo de accionamiento 14 y un lado que está opuesto al mecanismo de
- 65 accionamiento 14, y los dispositivos 20 de motor/generador sobresalen desde el lado de la placa de montaje 12 que está opuesto al mecanismo de accionamiento 14 de tal manera que los árboles de salida 24 sobresalen del lado de

- la placa de montaje 12 que está adyacente al mecanismo de accionamiento 14. De esta manera, cada dispositivo 20 de motor/generador funciona independientemente y está acoplado independientemente del mecanismo de accionamiento 14 y no está acoplado a otro de la pluralidad de dispositivos 20 de motor/generador, de tal manera que los dispositivos 20 de motor/generador proporcionan una pluralidad de motores/generadores que generan potencia redundante. Son también aceptables otras formas de acoplar dispositivos 20 de motor/generador a la placa de montaje 12, incluyendo el montaje de dispositivos 20 de motor/generador y mecanismo de accionamiento 14 en el mismo lado de la placa de montaje 12.
- Generalmente, el mecanismo de accionamiento 14 está configurado para tener un diámetro mayor que el diámetro de los árboles de salida 24 de los dispositivos 20 de motor/generador. Cuando gira el mecanismo de accionamiento 14, los árboles de salida 24 de menor diámetro de los dispositivos 20 de motor/generador giran mucho más rápido que el mecanismo de accionamiento 14. En una realización, el aumento de la velocidad de rotación (por ejemplo, rotaciones por minuto, RPM) del árbol de salida 24 aumenta la salida de voltaje del dispositivo 20 de motor/generador. En una realización, el mecanismo de accionamiento 14 tiene un diámetro de unos 9 metros (unos 30 pies) y los árboles de salida 24 tienen un diámetro de aproximadamente 2,54 cm (una pulgada), de tal manera que cuando el mecanismo de accionamiento 14 gira a unas 70 rotaciones por minuto (RPM), los árboles de salida 24 giran aproximadamente a 25.200 RPM. La elevada velocidad de rotación de los árboles de salida 24 da lugar a una velocidad relativamente elevada entre los imanes y bobinas dentro del dispositivo 20, lo que proporciona un voltaje de salida que es utilizado para generar energía. Por ejemplo, en una realización, el diámetro del mecanismo de accionamiento 14 es de aproximadamente 9 metros (30 pies), mientras que el diámetro del árbol de salida 24 de los dispositivos 20 de motor/generador es de aproximadamente 15,24 cm, de tal manera que para cada revolución completa del mecanismo de accionamiento 14 alrededor de su eje, el árbol de salida 24 gira 60 veces alrededor de su eje (por tanto, la relación de transmisión es de 9 metros a 15,24 cm o 60 a 1). Son también aceptables otras relaciones de transmisión. En una realización, la relación de transmisión se selecciona para hacer óptimo el rendimiento y la salida cambiando el tamaño del mecanismo de accionamiento 14, los piñones 22 de los dispositivos 20 de motor/generador o ambos.
- En una realización de ejemplo, 282 dispositivos 20 de motor/generador de 5 caballos de potencia (3728 vatios) están distribuidos alrededor de un mecanismo de accionamiento 14 que tiene un diámetro de aproximadamente 9 metros. Cada uno de los 282 dispositivos 20 de motor/generador incluye un árbol de salida 24 que tiene un diámetro de 2,54 cm y el mecanismo de accionamiento 14 es hecho girar por una fuente de energía (tal como el viento) aproximadamente a 70 rpm, de tal manera que cada árbol 24 de cada dispositivo 20 de motor/generador gira a unas 25.000 RPM para producir aproximadamente 1 MW de potencia, que puede ser convertido en electricidad.
- La figura 1B es una vista lateral del dispositivo 20 de motor/generador de acuerdo con una realización. El dispositivo 20 de motor/generador incluye una caja 23 de devanados que aloja devanados de cable eléctrico de un motor o/y generador y componentes (no mostrados) apropiados del motor, y el árbol de salida 24 se extiende desde la caja 23 de devanados.
- En una realización, el árbol 24 incluye un eje 25 acoplado de manera rotativa a la caja 23 de devanados. Durante el uso, se espera que los dispositivos 20 de motor/generador puedan experimentar rotura de cojinetes que podría impedir la rotación del eje 25. En una realización, el eje 25 incluye una ranura 27 que está configurada para fracturar selectivamente el eje 25 cuando los cojinetes dentro de la caja 23 de devanados se congelan o resultan inmovilizados de otro modo. En el caso en que uno o más dispositivos 20 de motor/generador resulten desgastados con el tiempo, el eje 25 está configurado para fracturarse a lo largo de la ranura 27, haciendo con ello inoperante el dispositivo 20 de motor/generador. En una realización, está dispuesto un embrague en comunicación con cada motor/generador, estando el embrague configurado para desacoplar un motor/generador agarrotado del acoplamiento con el mecanismo de accionamiento 14. En una realización, un mecanismo de solenoide está dispuesto en comunicación con cada motor/generador, estando el mecanismo de solenoide configurado para desacoplarse de un motor/generador agarrotado del acoplamiento con el mecanismo de accionamiento 14. De este modo, los dispositivos 20 de motor/generador que resulten inoperantes se separarán por sí mismos del sistema 10 de generación de potencia (figura 1A) para proporcionar un sistema auto-redundante de refuerzo de generación de potencia, en el que uno o más dispositivos 20 averiados no impiden el funcionamiento continuado del sistema 10.
- En una realización, el sistema 10 incluye un número en exceso de dispositivos 20 de motor/generador más allá de un número que se calcula para proporcionar la salida de potencia deseada. Cada uno de los dispositivos 20 de motor/generador es hecho funcionar a menos del 100% de rendimiento (por ejemplo, un rendimiento del 96%), de tal manera que el número combinado total de dispositivos de motor/generador (incluyendo el número de dispositivos en exceso) contribuye a proporcionar el 100% del rendimiento deseado. Cuando se desgastan los dispositivos 20 de motor/generador, los dispositivos inoperantes 20 se separan automáticamente del sistema 10 según se ha descrito anteriormente y los dispositivos restantes funcionan a un rendimiento ligeramente incrementado (por ejemplo al 96,5%) para permitir al sistema 10 mantener el 100% del rendimiento deseado. En una realización, se disponen múltiples dispositivos 20 de motor/generador para incluir un número N en exceso, permaneciendo el número N de dispositivos 20 adicionales inactivos o de otro modo en una situación de desconexión hasta que se agota un dispositivo 20 de motor/generador operativo. Cuando el dispositivo 20 de motor/generador se desgasta, se pone en

funcionamiento uno de los N dispositivos adicionales 20, por ejemplo bajo la acción de un controlador acoplado al sistema 10 (figura 1A). En una realización, un controlador electrónico está acoplado al módulo 10 para añadir selectivamente dispositivos 20 de motor/generador operables al módulo 10 y suprimir selectivamente dispositivos 20 de motor/generador inoperantes del módulo 10.

5 En una realización, están dispuestos un árbol de salida adicional 24n o piñones adicionales 22n para cada uno de los dispositivos 20 de motor/generador individuales para permitir la adición de un tren de engranajes simple en cada motor/generador individual. Por ejemplo, incluyen una relación de 2 a 1 en los dispositivos 20 de motor/generador individuales para permitir hacer la mitad el diámetro del mecanismo de accionamiento 14.

10 Tradicionalmente, la potencia se transmite a alto voltaje para hacer mínima la pérdida en las líneas de potencia. Las líneas de aislamiento que llevan potencia de alto voltaje necesitan cantidades notables de aislamiento eléctrico. Los elevados niveles de aislamiento eléctrico añaden peso, de tal manera que los generadores de alto voltaje muy aislados no son apropiados para generadores de electricidad volantes.

15 En una realización, el módulo 10 de motor/generador eléctrico incluye múltiples dispositivos 20 de motor/generador, cada uno de los cuales está configurado para funcionar a un voltaje relativamente bajo (por ejemplo, entre 100-1.000 voltios) y está apropiadamente aislado para permitir que el módulo 10 sea hecho volar en la corriente en chorro. El dispositivo 20 de motor/generador de bajo voltaje necesita menos aislamiento, y por lo tanto pesa menos. Además, los dispositivos 20 de motor/generador están configurados para estar acoplados eléctricamente en serie, por ejemplo, de tal manera que unos 100 dispositivos 20 de motor/generador, produciendo cada uno aproximadamente 300 voltios, están acoplados en serie para proporcionar un módulo 10 que proporciona unos 30.000 voltios. De esta manera, múltiples dispositivos 20 de motor/generador de bajo voltaje, poco peso, se combinan para proporcionar un sistema 10 de elevado voltaje de salida.

20 En una realización, el sistema 10 incluye múltiples dispositivos de bajo voltaje agrupados en un sistema de alto voltaje que está configurado para generar electricidad a altura elevada. La ley de Pashen establece que el voltaje de ruptura en el aire entre un espacio de separación es una función no lineal del producto de presión de gas y de la distancia del espacio de separación. De ese modo, mayores altitudes (que tienen menor presión de aire) están asociadas con un voltaje de ruptura inferior en un sistema eléctrico. Como una consecuencia, es necesario aislamiento eléctrico adicional para superar el voltaje de ruptura en el aire cuando el sistema eléctrico es hecho funcionar a elevadas alturas. El fenómeno del voltaje de ruptura descrito por la ley de Pashen es incluso más acentuado para cables de pequeño diámetro, como son empleados en generadores eléctricos de devanados de cable. Por todas estas razones, se seleccionan múltiples dispositivos 20 de motor/generador de poco peso (aislados al mínimo) y bajo voltaje, acoplados eléctricamente al sistema 10, para proporcionar la generación de electricidad a gran altura. Estas características contribuyen a un intervalo muy amplio del rendimiento de voltaje de entrada/salida por el sistema 10.

30 La figura 2 es una vista en perspectiva de una realización del módulo 10, que ilustra una parte interior del alojamiento 19. En una realización, el alojamiento 19 incluye un suelo de carga 30, un retenedor superior 32 acoplado al árbol 16 de rotor, un retenedor inferior 34, una pluralidad de riostras de soporte 36 que se extienden entre el retenedor superior 32 y el retenedor inferior 34 y placas de soporte 38 acopladas entre el suelo de carga 30 y el retenedor superior 32. En general, una envuelta u otra estructura exterior (tampoco mostrada) está montada sobre el alojamiento 19. La envuelta o estructura exterior puede incluir envueltas de tejido o cajas de elevada resistencia con respecto al peso, tales como paneles de aluminio.

40 En una realización, el suelo de carga 30 es la placa de montaje 12 (figura 1A). Alternativamente, el suelo de carga 30 está acoplado a la placa de montaje 12. En una realización, el suelo de carga 30 incluye Hexcel™ dispuesto entre placas de aluminio superior e inferior, por ejemplo. En una realización, el retenedor superior 32 es un retenedor de cojinete superior acoplado al árbol 16 de rotor para permitir que el árbol de rotor gire dentro del retenedor 32 de cojinete superior. En una realización, el retenedor inferior 34 proporciona un refuerzo de poco peso que tiene una elevada relación de resistencia a peso. En una realización, la riostra de soporte 36 incluye riostras acanaladas de aluminio 7075C acopladas entre el retenedor superior 32 y el retenedor inferior 34, y las placas 38 incluyen placas de aluminio u otras placas apropiadas que tengan un material de elevada relación de resistencia a peso.

55 El módulo 10 está, en al menos una configuración, conformado para volar a elevadas alturas, de tal manera que materiales apropiados para el alojamiento 19 incluyen materiales compuestos de poco peso, materiales metálicos ligeros, materiales compuestos y estratificados de materiales polímeros, y estratificados de materiales polímeros y metálicos.

60 La figura 3 es otra vista en perspectiva de una realización del módulo 10, que ilustra una parte del fuselaje 21. En una realización, el fuselaje 21 incluye un aguilón 40 acoplado al alojamiento 19, incluyendo el aguilón 40 un alma delgada superior 42a, un alma delgada inferior 42b separada del alma superior 42a, estando las almas 42a, 42b acopladas a un mamparo 43. En una realización, el aguilón 40 incluye múltiples soportes de sección 44 distribuidos a lo largo del la longitud del aguilón 40.

65

- 5 La figura 4 es una vista en sección transversal de una realización del módulo 10, tomada a lo largo de la línea 4-4 de la figura 2. No están ilustrados los motores/generadores 20 (figura 2). En una realización, el rotor 16 se extiende entre un cubo 45 de rotor acoplado a la paleta 17 del rotor (figura 2) y un anillo deslizante 46. En una realización, el anillo deslizante 46 proporciona un control de servo motor, de paso de rotor, y está acoplado a un extremo inferior del mecanismo de accionamiento 14 según está orientado en la figura 4.
- 10 La figura 5 es una vista superior en perspectiva de una realización del módulo 10. El alma delgada superior 42a está acoplada al mamparo 43 y el aguilón 40 está acoplado al suelo de carga 30 (figura 2) por medio de uno o más tirantes 47. En una realización, el aguilón 40 se extiende desde el alojamiento 19 y está configurado para contrarrestar la precesión giroscópica de la paleta 17 del rotor, lo que hace posible que el módulo 10 se incline con respecto al rotor móvil 16 (figura 4).
- 15 La figura 6 es una vista en perspectiva de un sistema 50 de generación de potencia de acuerdo con una realización. El sistema 50 incluye una placa de montaje 52 acoplada a un árbol 56 de rotor, un mecanismo de accionamiento 54 acoplado coaxialmente al árbol 56 de rotor en posición adyacente a la placa de montaje 52, y una pluralidad de dispositivos 60 de motor/generador montados en la placa de montaje 52, incluyendo cada dispositivo 60 de motor/generador un árbol de salida 64 configurado para acoplarse rotativamente con el mecanismo de accionamiento 54.
- 20 En una realización, el mecanismo de accionamiento 54 proporciona enfriamiento al sistema 50 y es giratorio y está configurado para moverse con el árbol 56 de rotor, y la placa de montaje 52 está estacionaria y fijada al árbol 56 de rotor. En una realización, árboles de salida 64 se acoplan a fricción con el mecanismo de accionamiento 54 de tal manera que el movimiento del mecanismo de accionamiento 54 da lugar a la rotación de los árboles de salida 64.
- 25 De una manera similar a la descrita anteriormente, el mecanismo de accionamiento 54 es seleccionado para que tenga un diámetro que sea mucho mayor que el diámetro del árbol de salida 64, de tal manera que la rotación del mecanismo de accionamiento 54 dé lugar a una rotación de elevadas RPM del árbol de salida 64.
- 30 La figura 7 es una vista en perspectiva de una realización del mecanismo de accionamiento 54. En una realización, el mecanismo de accionamiento 54 es un mecanismo de accionamiento 54 de ventilador de enfriamiento integral e incluye un anillo periférico interior 70, un anillo periférico exterior 72, y paletas 74 que se extienden entre el anillo interior 70 y el anillo exterior 72. En una realización, el anillo periférico exterior 72 incluye múltiples secciones 76 de elementos en arco acoplados a una sección adyacente 76 por medio de un sujetador 78. Están dispuestas aproximadamente ocho secciones 76 para definir un anillo exterior circular 72. Realizaciones de ejemplo de paletas 35 74 incluyen, pero sin limitación, paletas de ventilador (según se muestran), radios, paletas de formas aerodinámicas, radios redondos (no necesariamente de forma aerodinámica) configurados para soportar el anillo interior 70 y el anillo exterior 72, o un disco macizo. Son también aceptables otras formas apropiadas para las paletas 74.
- 40 En una realización, el anillo interior 70 es un anillo de aluminio colado, cada sección 76 incluye un relleno de nylon con de carga de vidrio al 50%, dispuesto entre las chapas de aluminio, y las paletas 74 están formadas de envueltas epoxídicas de vidrio de 3,175 mm, formadas sobre un núcleo de Hexcel™. En una realización, una superficie periférica exterior 80 del anillo exterior 72 está configurada para acoplarse por fricción con árboles de salida 64. En una realización, la superficie periférica exterior 80 es una superficie de fricción que no incluye dientes. En otra realización, la superficie periférica exterior 80 proporciona una pluralidad de dientes (no mostrados) configurados para engranar con dientes dispuestos en el árbol de salida 64 (figura 6). Dientes apropiado incluyen dientes rectos, helicoidales, angulares, planetarios, cónicos, espirales, hipoides y de tornillo sinfín.
- 45 Generalmente, la expresión dispositivos 20 de motor/generador se refiere a cualquier forma de motor eléctrico o a cualquier forma de generador eléctrico que tenga medios para interactuar con el mecanismo de accionamiento 14. Además, dispositivos 20 de motor/generador incluyen cualquier dispositivo que sea capaz de transformar movimiento de rotación o movimiento de rotación transformado en energía eléctrica. La conversión o transformación de movimiento rotativo o movimiento giratorio puede incluir convertidores o generadores adicionales. La energía eléctrica o electricidad generada por el módulo 10 de motor/generador puede ser enviada a la tierra a través de una línea eléctrica apropiada 26 o cordón 26, y la electricidad generada puede ser utilizada para dispositivos eléctricos de potencia o almacenada electroquímicamente (por ejemplo, en una reacción electroquímica que crea hidrógeno por electrolisis) u otros tipos de dispositivos de almacenamiento para uso posterior.
- 50 La figura 8 es una vista en perspectiva de una realización de un sistema volante 100 generador de electricidad que utiliza múltiples módulos 10 de motor/generador eléctricos como se ha descrito anteriormente. El sistema 100 incluye cuatro módulos 10 de motor/generador eléctricos interconectados por un bastidor 102, y un cordón 104 unido al bastidor 102 que está configurado para suministrar electricidad mediante módulos 10 a la subestación 106 o a un bus 106. En otras realizaciones, están acoplados al bastidor 102 un número apropiado (más que cuatro o menos que cuatro) de módulos 10 de motor/generador eléctrico.
- 60 En una realización, el cordón 104 es alimentado desde un torno 108 y está configurado para permitir que los
- 65

- 5 módulos 10 y el bastidor 102 sean hechos volar de una manera similar a un cometa en la corriente de chorro, por ejemplo entre unos 3.000 metros (10.000 pies) y unos 9.600 metros (32.000 pies, cerca de 10 kilómetros) por encima de la superficie de la tierra. En una realización, el cordón 104 es una línea Kevlar eléctricamente conductora de 7,62 cm (3 pulgadas) de grosor. En otras realizaciones, el cordón 104 es un cable de acero trenzado configurado para conducir electricidad y para estabilizar los módulos 10 y el bastidor 102. Son también aceptables otras formas adecuadas del cordón 104. Aunque está mostrado un cordón similar a un cable, se ha de entender que el sistema generador eléctrico 100 puede incluir una torre u otro soporte en tierra configurado para crear un sistema de energía del viento con base en tierra.
- 10 En una realización, el sistema generador eléctrico 100 incluye un sistema de posicionamiento global (GPS) (no mostrado) capaz de transmitir información de posición tridimensional en tiempo real a un usuario en tierra.
- 15 Algunas realizaciones proporcionan un sistema de generación de potencia eléctrica que incluye una pluralidad de dispositivos redundantes de motor/generador de generación de potencia. El número de dispositivos de motor/generador es seleccionado para proporcionar un voltaje de salida deseado para el sistema con motores/generadores de bajo voltaje relativamente individuales. En una realización están cableados o conectados múltiples motores/generadores en una de muchas combinaciones posibles en serie y en paralelo para producir una diversidad de voltajes de salida para el sistema. Por ejemplo, cuando el número de motores/generadores es = N, y cada motor/generador produce un voltaje = V, los voltajes de salida para al sistema varían selectivamente desde V (todos los motores/generadores conectados en paralelo) a N·V (todos los motores/generadores conectados en serie). En un ejemplo de realización, están acoplados conjuntamente un número apropiado de dispositivos de motor/generador redundantes de generación de potencia, cada uno de los cuales proporciona unos 380 voltios, para proporcionar aproximadamente 25.000 voltios de salida para el módulo. En otro ejemplo, el voltaje de salida para cada módulo puede ser variado selectivamente en un intervalo aproximado de entre 25.000 y 50.000 voltios mediante el uso de un número apropiado de motores/generadores redundantes de generación de potencia que tienen un voltaje menor que aproximadamente 2.000 voltios.
- 20 Hay una diversidad de posibles disposiciones para montar los dispositivos de motor/generador con respecto a un mecanismo de accionamiento del sistema, varios de los cuales se describen en lo que sigue.
- 30 La figura 9A es una vista superior y la figura 9B es una vista en sección transversal de un sistema 200 de generación de potencia eléctrica de acuerdo con una realización. El sistema 200 incluye una placa de montaje 202 acoplada a un bastidor 203, un mecanismo de accionamiento 204 acoplado a un árbol 206 de rotor que comunica a través del bastidor 203, y múltiples dispositivos 210 de motor/generador independientemente operables y redundantes, que están montados en la placa de montaje 202. La rotación del árbol 206 de rotor hace girar el mecanismo de accionamiento 204, y la rotación del mecanismo de accionamiento 204 hace girar el árbol de salida 222 de cada dispositivo 210 de motor/generador para generar un voltaje de salida y proporcionar electricidad. En una realización, el árbol 206 de rotor es hecho girar por el viento, el cual hace girar los árboles de salida 222 para convertir el viento en electricidad dentro del dispositivo 210 de motor/generador para uso subsiguiente en domicilios y empresas.
- 35 En una realización, la placa de montaje 202 incluye un primer lado 212 opuesto a un segundo lado 214 que está adyacente a una superficie principal 216 del mecanismo de accionamiento 204. E árbol de salida 222 se extiende desde cada dispositivo 210 de motor/generador para acoplarse con un borde periférico 224 del mecanismo de accionamiento 204.
- 40 En una realización, el borde periférico 224 incluye un polímero de lubricación. Por ejemplo, en una realización, el borde periférico 224 está formado como un anillo anular alrededor del mecanismo de accionamiento 204, provisto de dientes que engranan con árboles de salida 222, y está formado de un polímero de lubricación. Polímeros de lubricación apropiados incluyen polietereceton (PEEK) o una poliimida disponible bajo la marca comercial VESPER®, aunque son también aceptables otros polímeros de lubricación. Los sistemas descritos en esta memoria están configurados para vuelo de elevada altura (por encima de 7.500 metros o 25.000 pies), y a estas alturas la temperatura del aire es generalmente inferior a -17,78°C (cero grados Fahrenheit). Otras formas de lubricación, tales como aceite o grafito, no lograrían posiblemente lubricar apropiadamente a temperaturas de unos -40°C (-40 grados Fahrenheit). En una realización, al menos el borde periférico 224 está formado de un polímero de lubricación tal como PEEK o poliimida para asegurar la lubricación en la interfaz de engrane entre los árboles de salida 222 y el mecanismo de accionamiento 204.
- 45 La densidad lineal, por ejemplo la colocación de dispositivos 210 de motor/generador a lo largo de la placa de montaje 202, es variada selectivamente con dependencia del voltaje de salida deseado. En una realización, el mecanismo de accionamiento 204 tiene un diámetro de unos 9 metros (30 pies), cada árbol de salida 222 tiene un diámetro de aproximadamente 2,49 cm (0,083 pies) y los dispositivos 210 de motor/generador están montados alrededor de una periferia de la placa de montaje 202 en una densidad lineal de aproximadamente 3 dispositivos 210 de motor/generador por cada 30 cm (1 pie). Dimensionando cada dispositivo 210 de motor/generador para una salida de aproximadamente 380 voltios se configura un sistema 200 para proporcionar un voltaje total de salida de
- 50 como PEEK o poliimida para asegurar la lubricación en la interfaz de engrane entre los árboles de salida 222 y el mecanismo de accionamiento 204.
- 55 La densidad lineal, por ejemplo la colocación de dispositivos 210 de motor/generador a lo largo de la placa de montaje 202, es variada selectivamente con dependencia del voltaje de salida deseado. En una realización, el mecanismo de accionamiento 204 tiene un diámetro de unos 9 metros (30 pies), cada árbol de salida 222 tiene un diámetro de aproximadamente 2,49 cm (0,083 pies) y los dispositivos 210 de motor/generador están montados alrededor de una periferia de la placa de montaje 202 en una densidad lineal de aproximadamente 3 dispositivos 210 de motor/generador por cada 30 cm (1 pie). Dimensionando cada dispositivo 210 de motor/generador para una salida de aproximadamente 380 voltios se configura un sistema 200 para proporcionar un voltaje total de salida de
- 60 como PEEK o poliimida para asegurar la lubricación en la interfaz de engrane entre los árboles de salida 222 y el mecanismo de accionamiento 204.
- 65 La densidad lineal, por ejemplo la colocación de dispositivos 210 de motor/generador a lo largo de la placa de montaje 202, es variada selectivamente con dependencia del voltaje de salida deseado. En una realización, el mecanismo de accionamiento 204 tiene un diámetro de unos 9 metros (30 pies), cada árbol de salida 222 tiene un diámetro de aproximadamente 2,49 cm (0,083 pies) y los dispositivos 210 de motor/generador están montados alrededor de una periferia de la placa de montaje 202 en una densidad lineal de aproximadamente 3 dispositivos 210 de motor/generador por cada 30 cm (1 pie). Dimensionando cada dispositivo 210 de motor/generador para una salida de aproximadamente 380 voltios se configura un sistema 200 para proporcionar un voltaje total de salida de

motor/generador de otros voltajes de salida.

Dispositivos de motor/generador adecuados incluyen dispositivos de corriente alterna de dos fases, dispositivos de CA de tres fases o dispositivos de CC. En una realización, el dispositivo 210 motor/generador incluye un motor de imanes permanentes sin escobillas, que tiene un diámetro de motor en el intervalo entre aproximadamente 1,27 y 25,4 cm (0,5 y 10 pulgadas), un nivel de potencia en el intervalo de aproximadamente 0,5 W y 150 W, y una velocidad de rotación del árbol de salida 222 en un intervalo entre aproximadamente 20.000 y 30.000 RPM. Un tal dispositivo de motor/generador apropiado es identificado como el motor sin escobillas AVX50BL10, disponible de AVEOX, Simi Valley, CA. Estos motores/generadores del tipo de bote tienen una altura que es mayor que el diámetro del bote. El diámetro del bote es generalmente menor que 25,4 cm (10 pulgadas, con un radio de menos de 12,7 cm o 5 pulgadas), de tal manera que la velocidad lineal del imán que pasa por la bobina es menor que 12,7 cm por segundo por RPM.

Otros motores/generadores apropiados incluyen motores radiales. Un motor radial apropiado es el número M32N1-XXX de modelo de motor de serie 30, disponible de Light Engineering Inc. Indianápolis, IN. Un generador radial apropiado incluye el generador modelo G32N1-XXX de serie 30, que tiene una velocidad nominal de 2.500 RPM, y una salida de potencia de 12 kW. El motor/generador del estilo radial tiene generalmente un diámetro mayor que el tipo de bote, de tal manera que la velocidad lineal del imán con respecto a la bobina es mayor que 12,7 cm por segundo por RPM.

La figura 10A es una vista superior y la figura 10B es una vista en sección transversal de un sistema 300 de generación de potencia eléctrica de acuerdo con una realización. El sistema 300 incluye una placa de montaje 302 acoplada a un bastidor 303, un mecanismo de accionamiento 304 acoplado a un árbol 306 de rotor que comunica través del bastidor 303, y múltiples dispositivos 310 de motor/generador operables independientemente y redundantes, acoplados a la placa de montaje 302 y que se extienden hasta el mecanismo de accionamiento 304.

En una realización, la placa de montaje 302 y el mecanismo de accionamiento 304 están dispuestos en el plano A de tal manera que la placa de montaje 302 es esencialmente en el mismo plano que el mecanismo de accionamiento 304. Los dispositivos 310 de motor/generador están espaciados alrededor de la placa de montaje 302 para proporcionar una densidad lineal deseada de dispositivos 310 que se combinan para proporcionar una salida de voltaje seleccionada para el sistema 300. En una realización, pares de dispositivos 310 de motor/generador están montados sensiblemente paralelos al plano A. Por ejemplo, en una realización, el mecanismo de accionamiento 304 incluye una primera superficie principal 312 opuesta a una segunda superficie principal 314, y un par de dispositivos 310 de motor/generador están montados en la placa de montaje 302 de tal manera que uno primero de los dispositivos 310 comunica con la primera superficie principal 312 y uno segundo de los dispositivos 310 comunica con la segunda superficie principal 314. En una realización, los pares de dispositivos 310 motor/generador están montados prácticamente paralelos al plano A, y cada dispositivo 310 de motor/generador del par está escalonado (es decir, que tiene un lateral desplazado) con respecto a su compañero.

En una realización, el mecanismo de accionamiento 304 tiene un diámetro de varios pies, de tal manera que cuando gira el mecanismo de accionamiento 304 existe la posibilidad de que un borde periférico exterior del mecanismo de accionamiento 304 se tambalee o posiblemente se salga ligeramente de alineación. En una realización, se dispone un sistema 330 de absorción o amortiguación de choques que está montado entre la placa de montaje 302 y los dispositivos 310 de motor/generador para hacer posible que los dispositivos 310 se muevan fuera del plano A y amortigüen/ajusten el bamboleo que está presente en el mecanismo de accionamiento 304. En una realización, el sistema 330 de absorción de choques incluye un muelle 332 unido entre la placa de montaje 302 y el dispositivo 310, aunque también son aceptables otros absorbedores de choques.

En una realización, cada dispositivo 310 motor/generador incluye un árbol de salida 322 que se extiende hasta acoplarse con una de las superficies principales 312, 314 del mecanismo de accionamiento 304. En una realización, las superficies principales 312, 314 incluyen dientes de accionamiento en la periferia exterior que están configurados para engranar con dientes de accionamiento dispuestos en los árboles de salida 322, y la interfaz entre el mecanismo de accionamiento 304 y el árbol de salida 322 incluye un polímero de lubricación 324, tal como la PEEK o poliimida, según se ha descrito anteriormente.

La figura 11 es un diagrama de bloques de una serie de motores/generadores 400 agrupados en paralelo para proporcionar una salida de voltaje deseada para el módulo 10 de motor/generador eléctrico, de acuerdo con una realización. En un ejemplo de realización, a de motores/generadores (motores/generadores a hasta motores generadores n) están agrupados juntos en serie para proporcionar una salida de voltaje para cada módulo 10 (figura 1), y a de tales módulos están acoplados en serie de tal manera que cada sistema 100 de generación de electricidad (figura 8) de módulos produce aproximadamente 1 MW de potencia. En una realización, la flexibilidad del voltaje de salida deseado para el sistema es proporcionado conectando o cableando selectivamente múltiples motores/generadores (a...n) o pares de motores/generadores de un voltaje de salida dado en varias combinaciones. De ese modo, el voltaje de salida del sistema se varía selectivamente a través de combinaciones de conexión seleccionadas sin cambiar el voltaje de salida de cada motor/generador. En un ejemplo de realización, se agrupan

un gran número de motores/generadores de bajo voltaje (por ejemplo menor que unos 500 voltios) en paralelo y se conectan en una serie para proporcionar unos 5.000 voltios de cada módulo 10, o se conectan en serie un número menor de motores/generadores de alto voltaje (por ejemplo, más de 500 voltios) para proporcionar aproximadamente 5.000 voltios por cada módulo 10, como se detalla en los ejemplos que siguen.

5 Ejemplo 1
 En un ejemplo de realización, se proveyó a un módulo 10 de 1 MW de diez motores/generadores 20, cada uno de los cuales producía aproximadamente 0,1 MW. En un ejemplo de realización, se desea proporcionar aproximadamente 20.000 voltios por el conjunto de cordones 104 a Tierra, y el sistema 100 (figura 8) incluye cuatro
 10 módulos como se ilustra, de tal manera que cada módulo 10 está configurado para producir unos 5.000 voltios. Los aproximadamente 20.000 voltios por el conjunto de cordones 104 a Tierra se consigue disponiendo diez motores a unos 500 voltios cada uno, estando los motores conectados en serie.

15 Ejemplo 2
 En un ejemplo de realización, los motores/generadores 20 se seleccionan para producir aproximadamente 1.000 voltios en lugar de 500 voltios. Pares de estos motores/generadores de 1.000 voltios están conectados en paralelo y cinco de dichos pares son conectados conjuntamente en serie para producir los aproximadamente 5.000 voltios
 20 deseados por cada módulo 10. Esta solución disminuye la corriente, ya que los motores/generadores de 1.000 voltios se utilizan para producir la misma potencia de aproximadamente 10 MW por cada módulo 10. La disminución de la corriente permite el uso de cables más pequeños y menores devanados, lo que da lugar a una máquina más ligera. De ese modo, cada módulo 10 impulsa la mitad más de amperaje incluso aunque produce todavía aproximadamente los mismos 2 MW de potencia total. Dividiendo a la mitad la corriente permite el uso de menores devanados de alambres más delgados, lo que da lugar a un módulo que tiene menor peso.

25 Ejemplo 3
 En un ejemplo de realización, se utilizaron trescientos motores/generadores "menores" para proporcionar aproximadamente 30.000 voltios por el conjunto de cordones 104 a Tierra desde cuatro módulos 10. 0.000 voltios bajados a Tierra desde cuatro módulos 10 se transfieren a cada módulo 10 que tiene una salida de
 30 aproximadamente 7.500 voltios. 7.500 voltios desde cada módulo divididos por igual en los trescientos motores/generadores da lugar a que cada motor/generador produzca aproximadamente 25 voltios. Conectando estos trescientos motores/generadores de 25 voltios en serie se producirán aproximadamente 7.500 voltios por cada módulo y unos 30.000 voltios por el cordón a Tierra. En una realización, algunos de los motores/generadores son motores/generadores redundantes, de tal manera que si varios motores/generadores fallan durante el vuelo, un número suficiente de motores/generadores permanecerán en funcionamiento para producir el voltaje de salida
 35 deseado y calculado para el sistema.

Aunque se han ilustrado y descrito en esta memoria realizaciones concretas, los expertos ordinarios en la técnica apreciarán que una variedad de ejecuciones alternativas y/o equivalentes pueden ser sustituidas por las realizaciones concretas mostradas y descritas sin apartarse del alcance de la presente invención. Esta solicitud está
 40 destinada a cubrir cualesquiera adaptaciones o variaciones de las realizaciones concretas explicadas en esta memoria. Por lo tanto, se pretende que esta invención esté limitada sólo por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de generación de electricidad accionado por fluido, que comprende:

5 un bastidor (203) configurado para acoplarse a un sistema de cordones;
al menos un módulo (10) de generación de potencia montado en el bastidor y configurado para proporcionar sustentación por un fluido en circulación para mantener el sistema de generación de electricidad dentro del fluido en circulación, comprendiendo el al menos un módulo de generación de potencia:

10 una placa de montaje (202) unida a los bastidores;
una estructura rotativa, que incluye un árbol (16) de rotor, dispuesta dentro de, y configurada para, girar con respecto a la placa de montaje;
un rotor que tiene una pluralidad de palas (74) unidas al árbol de rotor y configuradas para ser hechas girar por el fluido en circulación para crear un par en el árbol de rotor que hace girar el árbol de rotor y
15 la estructura rotativa con respecto a la placa de montaje; y
una pluralidad de generadores unidos a la placa de montaje, teniendo cada generador un árbol de accionamiento acoplado con la estructura rotativa de manera que el par del rotor es transmitido al generador para la producción de una potencia eléctrica, y teniendo cada generador un mecanismo de desacoplamiento configurado para desacoplar el árbol de accionamiento de la estructura rotativa.

20 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el mecanismo de desacoplamiento comprende uno de un embrague y un solenoide.

25 3. El sistema de la reivindicación 1, en el que cada uno de la pluralidad de generadores está configurado para operar selectivamente en uno de un modo inactivo, un modo operativo y un modo inoperante desacoplado.

4. El sistema de la reivindicación 3, el cual está configurado para proporcionar una salida de potencia deseada con una parte de la pluralidad de generadores en el modo operativo, una parte de la pluralidad de generadores en el modo inactivo y una parte de la pluralidad de generadores en el modo inoperante desacoplado.

30 5. El sistema de la reivindicación 1, en el que la estructura rotativa comprende un mecanismo de accionamiento acoplado al árbol de rotor y configurado para girar con el mismo, y en el que la pluralidad de generadores están situados en la placa de montaje radialmente alrededor de la circunferencia del mecanismo de accionamiento, teniendo el árbol de accionamiento de cada generador un piñón que engrana con el mecanismo de accionamiento.

35 6. El sistema de la reivindicación 5, en el que el mecanismo de accionamiento está dispuesto alrededor de la circunferencia y a lo largo del borde periférico de la estructura rotativa, y en el que los generadores están unidos a la placa de montaje de tal manera que el árbol de accionamiento de cada generador es sensiblemente paralelo al árbol de rotor, acoplándose el piñón de cada árbol de accionamiento al mecanismo de accionamiento.

40 7. El sistema de la reivindicación 4, en el que el mecanismo de accionamiento está situado en un plano normal al árbol de rotor y tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta alrededor de la circunferencia de la estructura rotativa, y en el que la pluralidad de generadores comprende generadores emparejados montados radialmente alrededor de la circunferencia de la estructura rotativa, en el que un primer generador de cada par de generadores está montado con su árbol de accionamiento perpendicular al árbol de rotor y con su piñón del árbol de accionamiento acoplándose a la primera superficie del mecanismo de accionamiento, en el que el segundo generador de cada par está montado con su árbol de accionamiento perpendicular al árbol de rotor y con su piñón de árbol de accionamiento acoplándose a la segunda superficie del mecanismo de accionamiento directamente opuesto a donde el piñón del árbol de accionamiento del primer generador del par de generadores se acopla a la primera superficie del mecanismo de accionamiento, y en el que cada par de generadores están configurados para moverse normalmente al plano del mecanismo de accionamiento de tal manera que los mecanismos de accionamiento de los árboles de accionamiento del generador permanecen acoplados con el mecanismo de accionamiento intercalado entre ellos si bambolea el mecanismo de accionamiento.

55 8. Un método de hacer funcionar un sistema de generación de electricidad, que comprende proporcionar energía eléctrica desde una estación en tierra a través de un cordón a una pluralidad de motores/generadores montados en una placa de montaje para accionar árboles de accionamiento de los motores/generadores para crear un par en un árbol de rotor para hacer girar con ello el árbol de rotor con respecto a la placa de montaje y para hacer girar un rotor acoplado al árbol de rotor para crear con ello sustentación para que
60 vuele el sistema de generación de electricidad hasta una posición de funcionamiento dentro de una corriente de aire, deteniéndose la provisión de energía eléctrica a los motores/generadores después de que el sistema de generación de electricidad alcanza la posición de funcionamiento;
hacer girar el rotor con la corriente de aire para proporcionar sustentación para mantener el sistema de generación de electricidad dentro de la corriente de aire y para crear un par en el árbol de rotor para hacer girar con ello el árbol
65 de rotor de manera que el par del rotor es transmitido a los motores/generadores a través de los árboles de

accionamiento para generar energía eléctrica que es transmitida a la estación en tierra a través del cordón; y desacoplar los árboles de accionamiento, de generadores seleccionados de la pluralidad de generadores, del árbol de rotor utilizando un mecanismo de desacoplamiento asociado con cada generador.

- 5 9. El método de la reivindicación 8, que incluye:
- 10 detener la generación de energía eléctrica por medio de los motores/generadores; y proporcionar energía eléctrica a los motores/generadores para accionar los árboles de accionamiento de los motores/generadores para crear un par en el árbol de rotor para hacer girar con ello el árbol de rotor con respecto a la placa de montaje y hacer girar el rotor acoplado al árbol de rotor para crear así sustentación para que vuele el sistema de generación de electricidad hasta Tierra desde la posición de funcionamiento dentro de la corriente de aire.
- 15 10. El método de la reivindicación 8, que incluye desacoplar automáticamente el árbol de accionamiento de cada motor/generador del árbol de rotor con el mecanismo de desacoplamiento tras resultar inoperante el motor/generador.
- 20 11. El método de la reivindicación 8, que incluye generar energía eléctrica con cada uno de los motores generadores en un intervalo de voltajes de 100 a 1.000 voltios.
- 25 12. El método de la reivindicación 11, que incluye interconectar los motores/generadores cuando generan energía eléctrica de manera que los motores/generadores generan conjuntamente energía eléctrica que tiene un voltaje de al menos 15.000 voltios.
- 30 13. El método de la reivindicación 8, que incluye convertir los motores/generadores en/de dispositivos de elevada potencia, bajas revoluciones por minuto (RPM), elevado par y dispositivos de elevada potencia, elevadas RPM y bajo par basándose en si los motores/generadores están recibiendo o proporcionando energía eléctrica.
14. El método de la reivindicación 8, en el que los motores/generadores de la pluralidad de motores/generadores están en un intervalo de 1 caballo a 100 caballos de potencia.
15. El método de la reivindicación 8, en el que la pluralidad de motores/generadores comprende uno de al menos 20 motores/generadores del tipo de bote y al menos 10 motores/generadores del tipo radial.

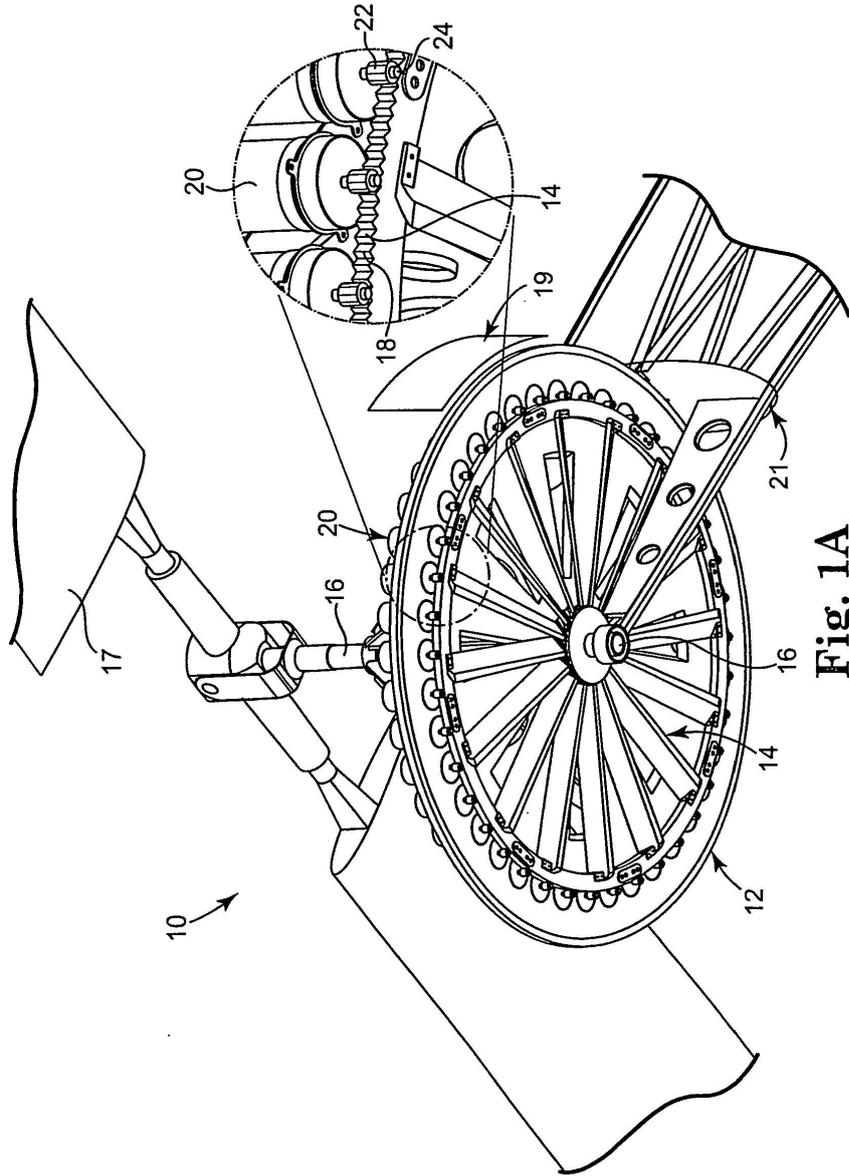


Fig. 1A

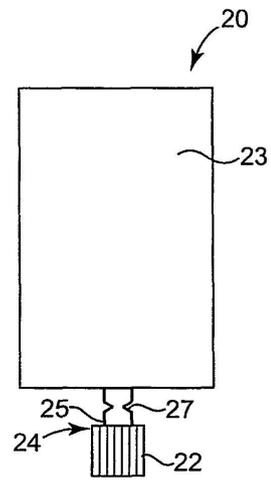


Fig. 1B

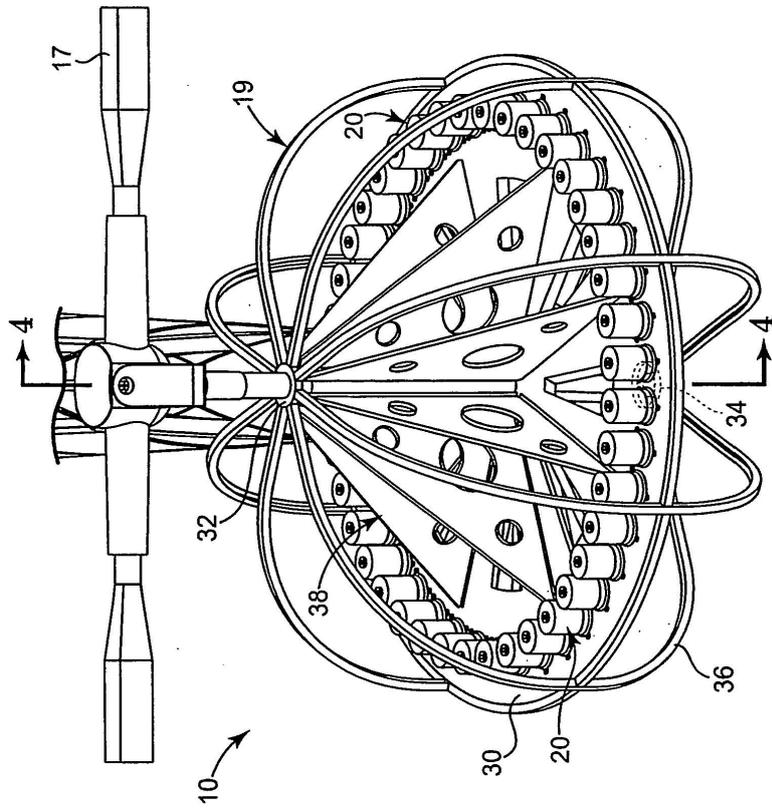


Fig. 2

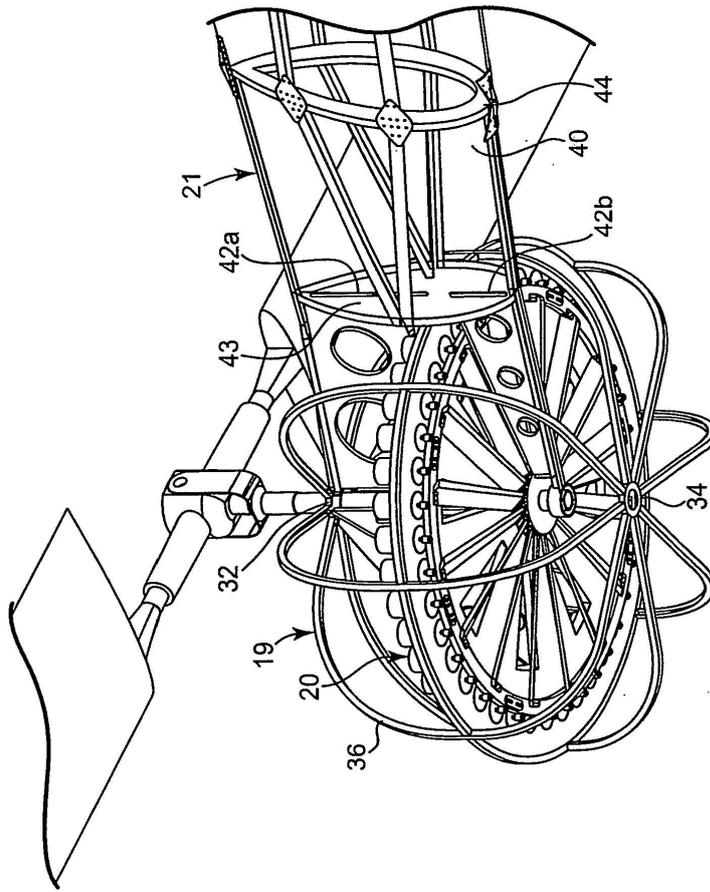


Fig. 3

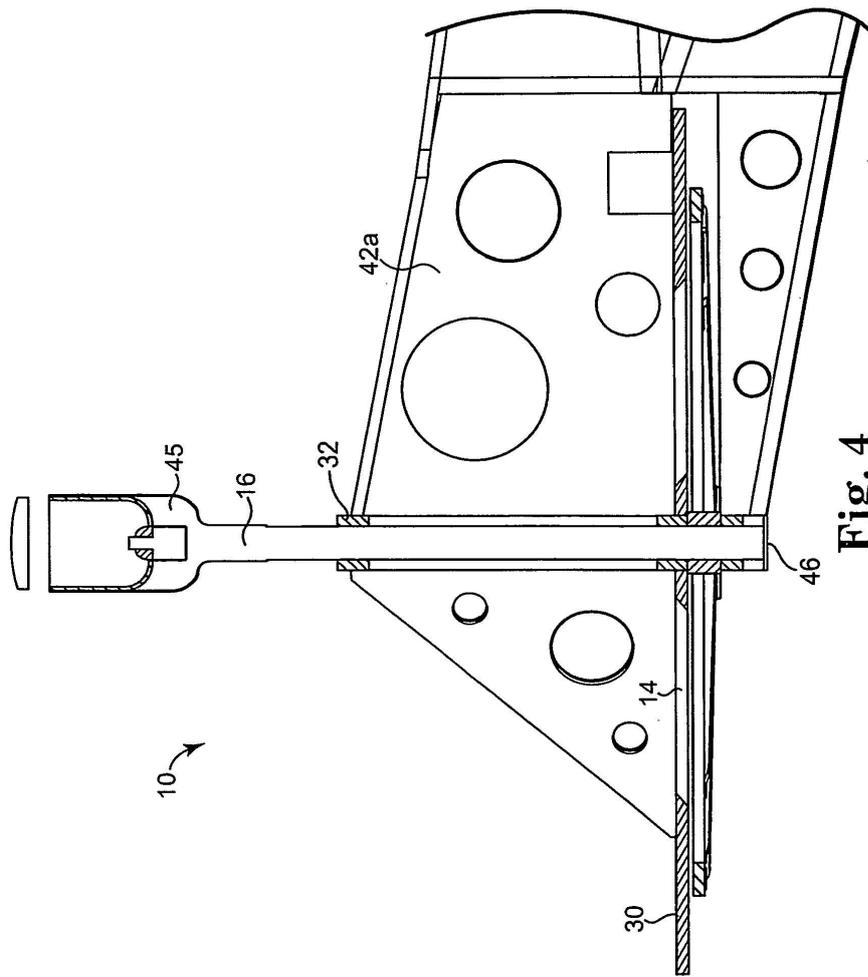


Fig. 4

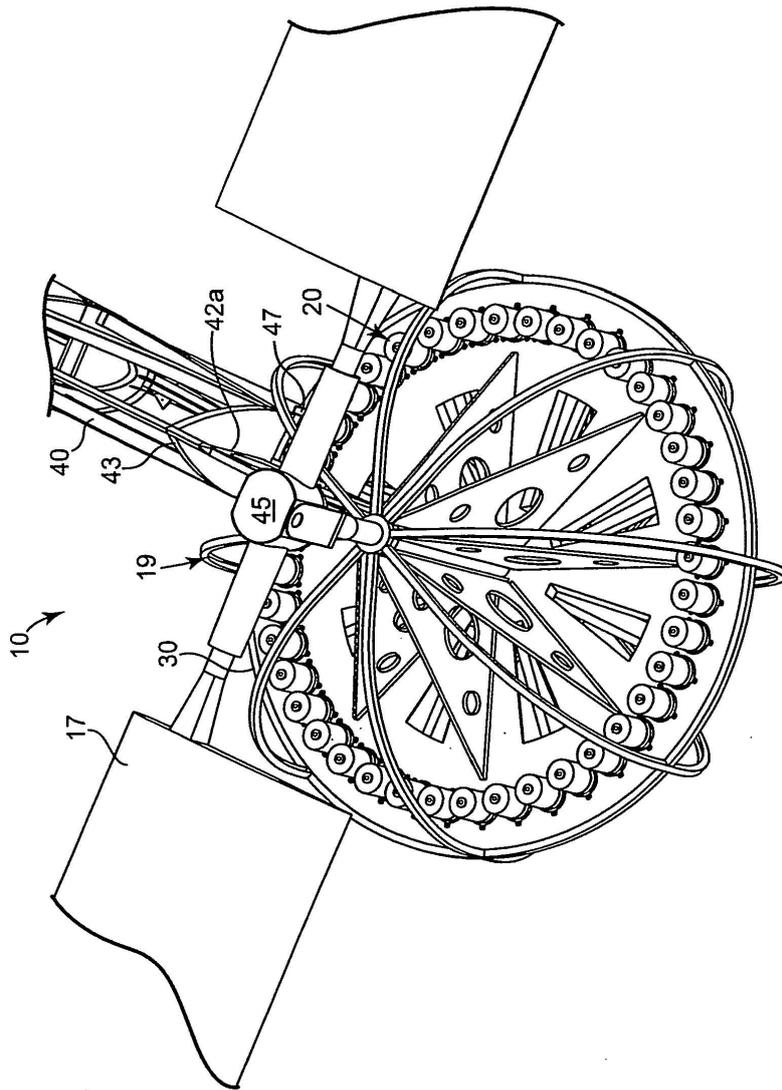


Fig. 5

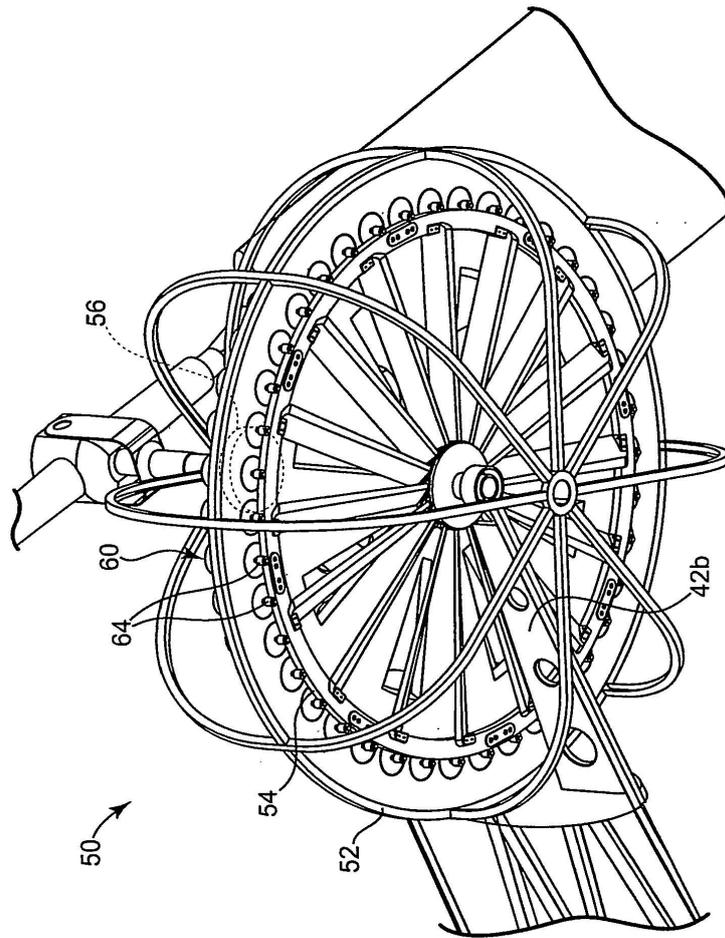


Fig. 6

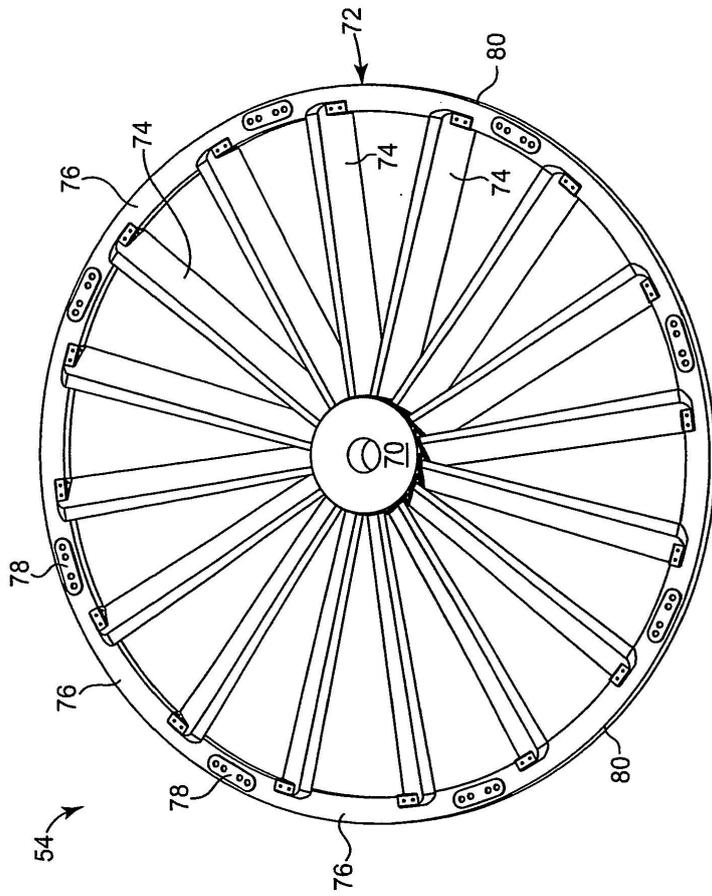


Fig. 7

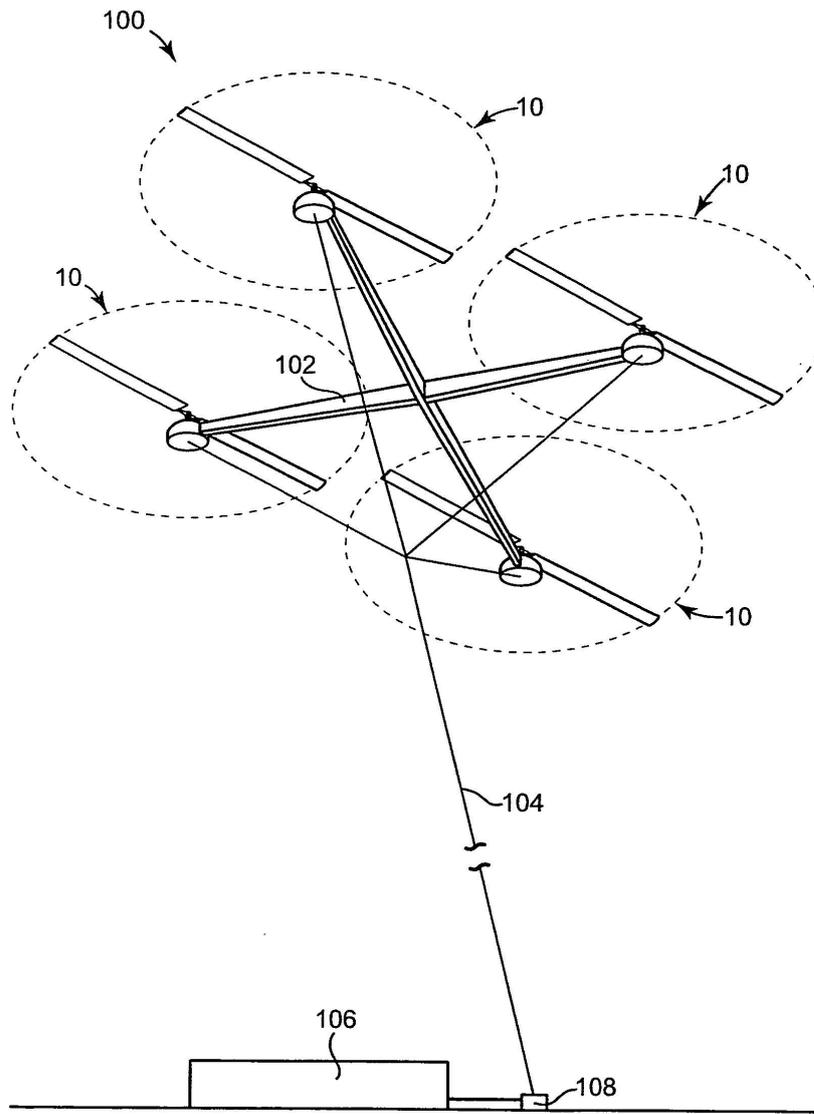


Fig. 8

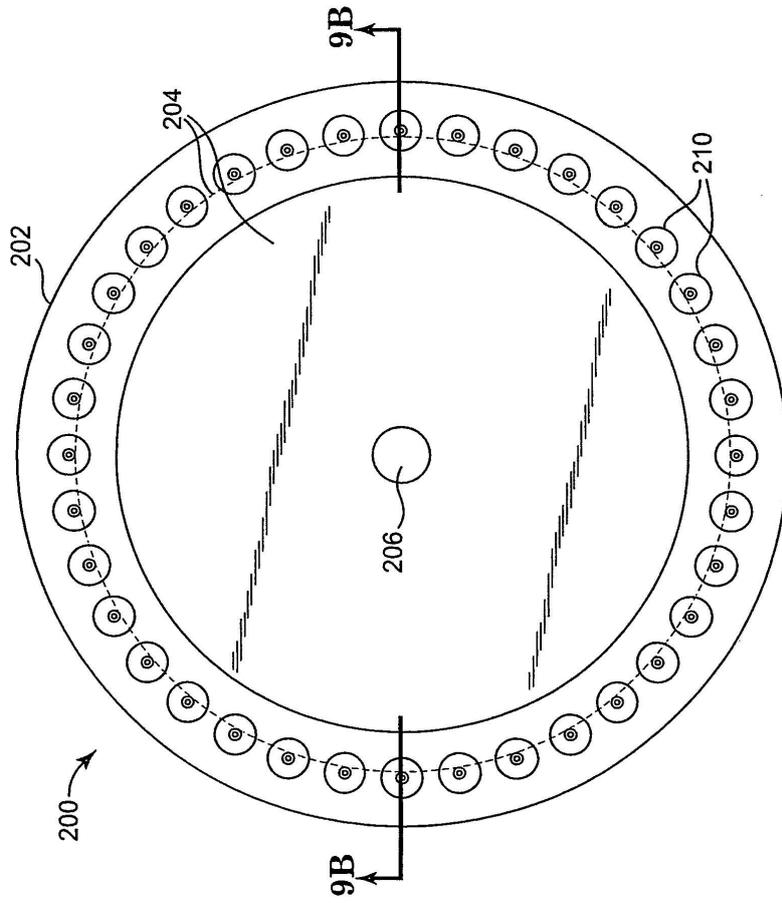


Fig. 9A

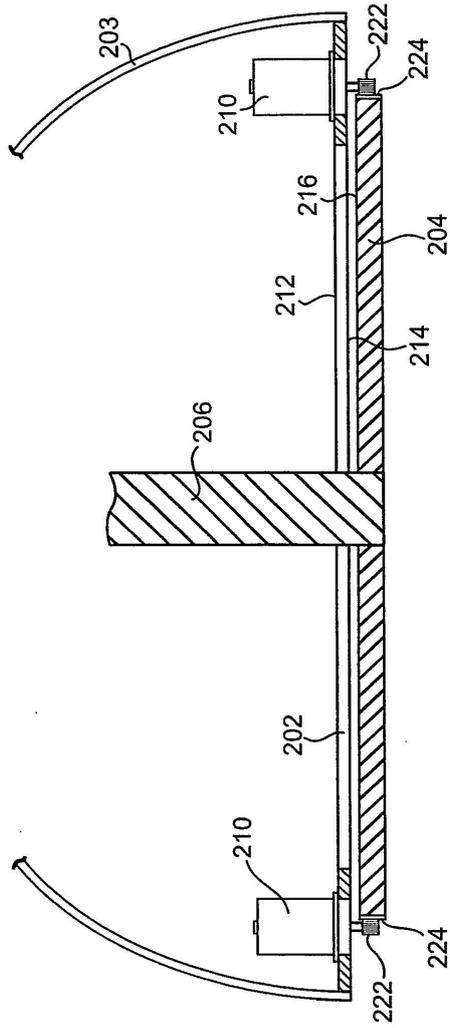


Fig. 9B

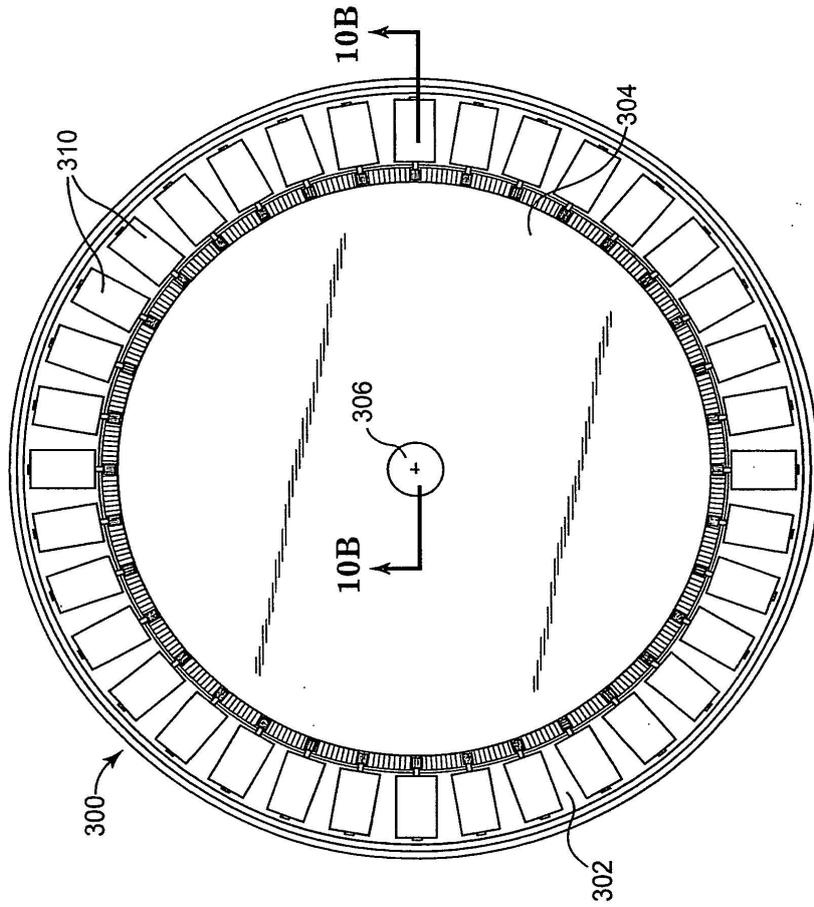


Fig. 10A

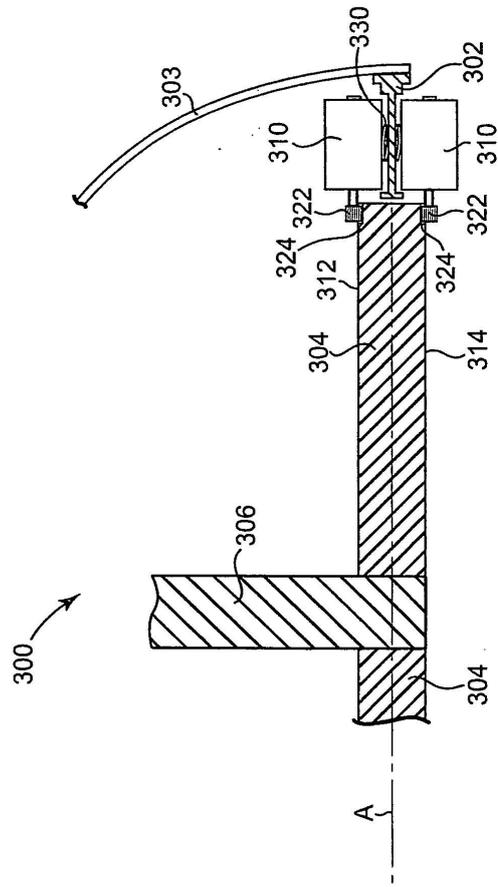


Fig. 10B

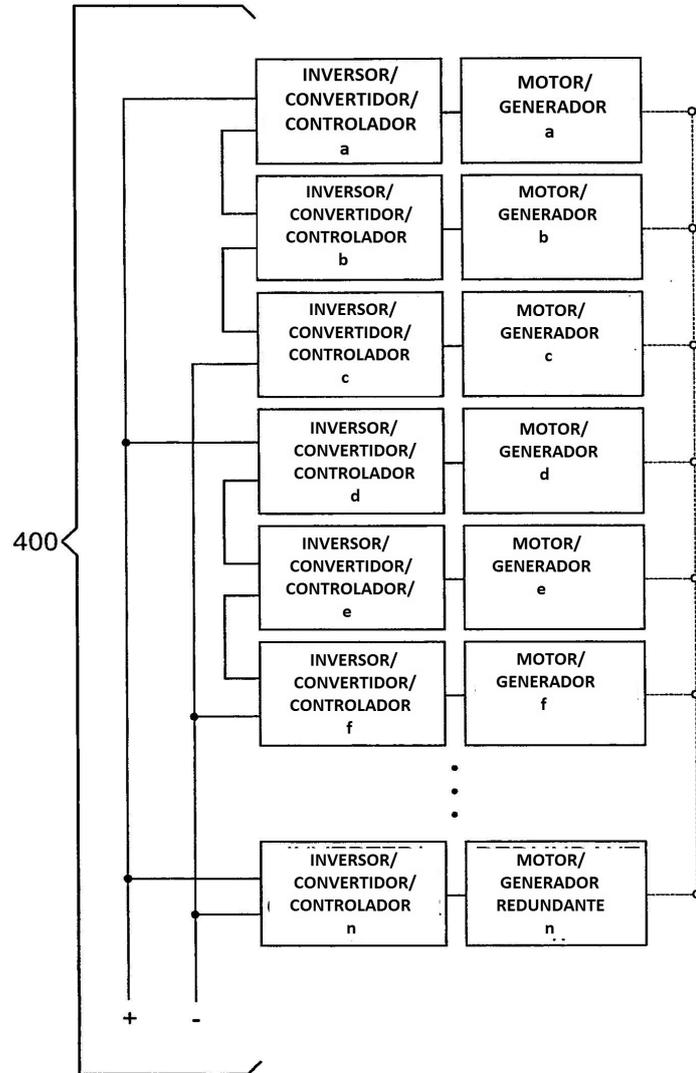


Fig. 11