

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 452**

51 Int. Cl.:

H02K 1/12 (2006.01)

H02K 16/02 (2006.01)

H02K 1/06 (2006.01)

H02K 21/12 (2006.01)

F03D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2005 E 05255847 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 1641102**

54 Título: **Máquina eléctrica con apilamiento de laminaciones de doble cara**

30 Prioridad:

27.09.2004 US 951329

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

23.09.2015

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**JANSEN, PARTICK LEE;
CARL, RALPH JAMES, JR.;
FOGARTY, JAMES MICHAEL;
LYONS, JAMES PATRICK;
QU, RONGHAI;
BAGEPALLI, BHARAT SAMPATHKUMARAN;
GADRE, ANIRUDDHA DATTATRAYA;
LOPEZ, FULTON JOSE y
GARG, JIVTESH**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 546 452 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

Máquina eléctrica con apilamiento de laminaciones de doble cara

La presente invención se refiere en general a generadores de turbinas eólicas y a motores de propulsión de buques.

5 El viento es generalmente considerado como una forma de energía solar causada por un calentamiento desigual de la atmósfera por el sol, las irregularidades de la superficie de la tierra, y la rotación de la tierra. Los patrones de flujo del viento son modificados por el terreno de la tierra, cuerpos de agua y la vegetación. Los términos energía eólica o la potencia eólica, describen el proceso por el cual el viento se utiliza para generar energía mecánica o electricidad.

10 Típicamente, las turbinas eólicas se utilizan para convertir la energía cinética del viento en energía mecánica. Esta energía mecánica se puede utilizar para tareas específicas (tales como la molienda del grano o el bombeo de agua) o un generador puede convertir esta energía mecánica en electricidad. Una turbina eólica por lo general incluye un mecanismo aerodinámico para convertir el movimiento de aire en un movimiento mecánico, que se convierte luego con un generador en energía eléctrica. La potencia de salida del generador es proporcional al buje de la velocidad del viento. Cuando se duplica la velocidad del viento, la capacidad de los generadores eólicos aumenta casi ocho veces.

15 La mayoría de las turbinas eólicas disponibles en el mercado utilizan los trenes de engranajes orientados a conectar las paletas de la turbina a los generadores eólicos. El viento hace girar las paletas de la turbina, que giran un eje, que se alimenta en una caja de cambios y luego se conecta a un generador de viento y produce electricidad. La unidad orientada tiene como objetivo aumentar la velocidad del movimiento mecánico. El inconveniente de una unidad orientada es que reduce la fiabilidad de la turbina eólica y aumenta el ruido y el coste de la turbina eólica.

20 Unas pocas turbinas eólicas que utilizan generadores de accionamiento directo están también disponibles comercialmente. Los grandes diámetros de los generadores de accionamiento directo presentan formidables desafíos de transporte y montaje, tanto en las fábricas y en los sitios de instalación de turbinas eólicas. A medida que la industria de turbinas eólicas madura y la tecnología mejora, potencias más grandes serán necesarias para continuar con el impulso a la baja en el coste de la energía. Se espera que los valores de potencia estándar para las 25 turbinas en tierra sean de 3 MW o más en los próximos años, y se espera que las turbinas en alta mar sean de 5 MW o superior.

El documento DE 197 04 652 divulga el uso de una arandela enrollada en máquinas de inducción eléctrica.

El documento US 2002/047418 describe una estructura compacta y fiable de una máquina síncrona con múltiples rotores.

30 Para que las turbinas eólicas evolucionen a potencias superiores, los enfoques convencionales normalmente incluyen un aumento en el diámetro del generador de accionamiento directo o longitud (apilamiento) axial. Aumentar el diámetro se prefiere desde una perspectiva puramente del generador electromagnético, pero no es atractivo desde las perspectivas de transporte, marco, y de montaje, especialmente para las turbinas en tierra. El aumento de la longitud axial de los generadores, manteniendo al mismo tiempo el diámetro inferior a aproximadamente 4 metros, 35 alivia el problema de transporte con base en tierra, pero resulta en estructuras de marco complejas y costosas con longitudes axiales largas.

Por lo tanto, es deseable proporcionar turbinas eólicas rentables de potencia aumentada y de diámetros reducidos.

Brevemente, de acuerdo con la presente invención, se proporciona una máquina eléctrica síncrona según la reivindicación 1 adjunta.

40 Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando la siguiente descripción detallada se lee con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los mismos caracteres representan partes similares en todos los dibujos, en donde:

La figura 1 ilustra una vista en sección de una turbina eólica que incluye un generador de imán permanente de doble cara de accionamiento directo ejemplar (PM) de acuerdo con aspectos de la presente técnica;

45 La figura 2 ilustra una vista en sección de un generador de imanes permanentes de intercambio de flujo de accionamiento directo de doble cara de la figura 1;

La figura 3 ilustra una vista en primer plano del generador de imanes permanentes de transmisión directa de la figura 2 con los pasajes de refrigeración de aire;

50 La figura 4 ilustra una vista en sección de un estator de doble cara de un generador de imanes permanentes útil para las realizaciones de las figuras 1-3;

La figura 5 ilustra una vista de primer plano del estator de doble cara de la figura 4;

La figura 6 ilustra una vista en sección transversal del estator de doble cara y los rotores interior y exterior;

La figura 7 ilustra las trayectorias de flujo de imán en el estator de doble cara y los rotores interior y exterior en un instante de tiempo;

La figura 8 ilustra una realización ejemplar con canales de refrigeración de líquido en la disposición de la figura 2; y

- 5 La figura 9 ilustra una parte de un motor de propulsión de buques ejemplar con una apilamiento de laminaciones de doble cara para el estator de doble cara de acuerdo con aspectos de la presente técnica.

La presente invención incluye diferentes realizaciones para los generadores de doble cara que son particularmente útiles para turbinas eólicas de accionamiento directo y motores de propulsión de naves. Las diferentes configuraciones de accionamiento directo para turbinas eólicas que aquí se describen a continuación se basan en máquinas eléctricas síncronas, de flujo radial, de doble cara. Aunque las máquinas de imán permanente (PM) se describen y se muestran con el propósito de ilustración, alternativamente, se pueden utilizar otras máquinas eléctricas, tales como máquinas síncronas de campo enrollado. Estas configuraciones contribuyen a la consecución de turbinas eólicas de aumentos de potencia rentables (> 2,0 MW) y son especialmente ventajosas para las aplicaciones terrestres, donde el diámetro exterior puede verse limitado por las limitaciones de transporte.

- 10 Volviendo ahora a las figuras, la figura 1 es una representación esquemática de una vista en sección de una turbina eólica 10 con una realización ejemplar de un generador 12 de imanes permanentes de doble cara de accionamiento directo. El generador 12 de imanes permanentes de la turbina eólica 10 incluye al menos dos espacios concéntricos de aire (que no se muestran en la figura 1 y se examinan más adelante en referencia a la figura 2), con lo que convierte de manera efectiva al generador 12 de imanes permanentes en dos generadores concéntricos. Por lo tanto, se apreciará por parte de los expertos en la técnica que para la misma cobertura total definida por el diámetro y la longitud axial exterior, el generador 12 de imanes permanentes puede producir considerablemente más potencia de salida que como un generador de una sola cara. En la práctica, por tanto, un generador de una sola cara 2 MW podría ser sustituido por un generador de doble cara capaz de producir 3-3,6 MW para el mismo diámetro y longitud total axial. De manera equivalente, un generador de imanes permanentes de una sola cara 3 MW que tiene un diámetro de 6 metros podría ser reemplazado con un generador de doble cara de la misma longitud axial solo con un diámetro 4,3 metros, permitiendo de ese modo el transporte terrestre de todo el generador como una unidad.

- Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, el generador 12 de imanes permanentes está montado sobre un bastidor principal 36 de la góndola a través de un eje principal y el conjunto de cojinete 56. El bastidor principal de la góndola 36 está montado además en una torre 38 a través de un sistema de cojinete de guiñada y un engranaje de accionamiento convencional (no mostrado). Características más detalladas del generador 12 de imanes permanentes se describen en el presente documento a continuación con referencia a la figura 2. Un buje 44 de las paletas del rotor conecta las paletas del rotor de la turbina eólica 42 al generador 12 de imanes permanentes. Una cubierta 49 del buje del rotor contiene las paletas del rotor de la turbina eólica 42 y otros componentes del rotor de la turbina. Una cubierta 50 de la góndola también se proporciona y normalmente protege los componentes dentro de la góndola del medio ambiente.

- La figura 2 ilustra una vista en sección de un generador de imanes permanentes de intercambio de flujo de doble cara de accionamiento directo de la figura 1. El generador 12 de imanes permanentes incluye un rotor 14 (rotor del generador) con un núcleo 16 de rotor exterior con imanes 18 permanentes exteriores y un núcleo 20 de rotor interior con imanes 22 permanentes interiores. El núcleo del rotor exterior 16 se invierte con respecto al núcleo 20 del rotor interior. El generador 12 de imanes permanentes también incluye un estator 24 de doble cara con una cara de estator 26 exterior con una bobina 28 de estator exterior (bobinas) y una cara de estator interior 30 con una bobina 32 de estator interior (bobinas). Será bien entendido por un experto en la técnica que el estator 24 está dispuesto concéntricamente entre el núcleo de rotor 16 exterior y el núcleo 20 del rotor interior. La cara del estator 26 exterior y la cara de estator 30 interior, por lo tanto contribuyen a los por lo menos dos espacios 62, 64 de aire concéntrico (la cara de estator 30 interior y el núcleo 20 del rotor interior definen un espacio 64 de aire interior y la cara del estator 26 exterior y el núcleo 16 de rotor exterior define un espacio 62 de aire exterior). En una realización específica, como se ilustra en la figura 2, las caras del estator exterior 26 e interior 30 están típicamente contruidos de un solo apilamiento 66 de laminaciones de doble cara que está atornillada axialmente por medio de pernos 68 axiales al bastidor 34 estacionario. Las placas 82 de núcleo de acero entre ambas caras del apilamiento 66 de laminaciones y las cabezas de los pernos 68 axiales proporcionan una compresión uniforme del apilamiento desde los pernos 68 axiales. El estator 24 de doble cara está así configurado para habilitar al menos una parte (y en algunas realizaciones la totalidad) del flujo magnético para ser compartido entre la cara del estator interior 26 y la cara del estator exterior 30.

- Un sello 84 giratorio exterior opcional situado entre el bastidor 34 estacionario y el rotor 14 proporciona una mayor protección del medio ambiente de los componentes del estator de doble cara 24 y el rotor 14. Un sello interno opcional 86 proporciona el sellado entre los componentes de estator y del rotor y las estructuras de bastidor 34 y 52 correspondientes. Los sellos son preferiblemente de un tipo de sello de laberinto o de cepillo.

En funcionamiento, la salida de potencia del estator 24 de doble cara está controlada por una unidad de convertidor

de potencia (no mostrado) capaz de una conversión de potencia completa. El estator 24 está conectado a un bastidor 34 estacionario, que puede incluir elementos de refuerzo estructurales o nervios 35. Un árbol de rotor 46 se conecta al rotor 14 a través de un bastidor 52 giratorio en un extremo y a la brida del buje 54 de las paletas del rotor en el otro extremo, lo que conecta a un buje de las paletas de rotor de turbina (44 en la figura 1). El bastidor 52 giratorio también puede incluir elementos de refuerzo estructural o nervios 53. El árbol del rotor del generador 46 está montado en un conjunto de cojinete, que consta de dos cojinetes principales, cojinetes 58 principales delanteros y cojinetes 60 principales traseros. Aunque se ilustran dos cojinetes principales, configuraciones alternativas de cojinetes, incluyendo un solo cojinete principal, son posibles. Los cojinetes están montados sobre un árbol 33 interior estacionario, que se monta en el bastidor principal de la góndola 36 a través del reborde del bastidor 80 principal. Se apreciará por los expertos en la técnica, que los diámetros principales del cojinete y del árbol pueden estar dimensionados en consecuencia con los medios para el acceso al buje; por ejemplo, los cojinetes principales de mayor diámetro (alrededor de 1,5 metros o más, por ejemplo) facilitaría el acceso al buje. El uso de cojinetes de pequeño diámetro de menor coste de menos o igual a aproximadamente 1,0 metros, por ejemplo, probablemente requeriría el acceso al buje a través del puerto(s) de acceso.

La figura 3 es una vista lateral en sección detallada de una disposición refrigerada por aire en el generador de imanes permanentes de intercambiador 12 de flujo de doble cara de la figura 2. Como se ilustra, una cámara impelente 88 está unida al bastidor 34 estacionario del generador 12 de imanes permanentes. A través de las cámara 88 impelente se proporcionan unos conductos de refrigeración 90 en el estator y el rotor. Los pasajes de aire como se describen a continuación describen el flujo de aire en el conducto de refrigeración. El aire de refrigeración se hace pasar axialmente a través del conducto de refrigeración al estator de doble cara. El conducto de refrigeración puede estar situado entre al menos dos bobinas de estator adyacentes de una ranura de estator respectiva para el paso del aire de refrigeración (como se muestra mediante los pasajes 112 y 114 en la figura 6). Un paso 92 de aire de refrigeración representa la salida de aire de refrigeración desde el estator y el rotor en una entrada de pasaje 94 de aire de refrigeración a través del bastidor de rotor y una entrada de paso de aire de refrigeración a través del bastidor 34 estacionario. Adicionalmente, un pasaje 98 sellado puede estar provisto para el pasaje de aire de refrigeración a través del bastidor de rotor. Una entrada 100 y un escape 102 se proporcionan para el aire de refrigeración en la disposición anterior. Tenga en cuenta que los pasajes de flujo de aire alternativos son posibles, incluyendo el flujo de aire en la dirección inversa de la ilustrada.

La figura 4 es una vista en sección del estator 24 de doble cara con la cara exterior del estator 26 y la cara interior 30 del estator dispuestos alrededor del bastidor 34 estacionario. La figura 4 ilustra también los cojinetes 58 principales delanteros y los cojinetes 60 principales traseros y el eje 33 estacionario.

La figura 5 es una vista de primer plano del estator de doble cara de la figura 4 dispuesto sobre el bastidor estacionario 34 y mostrando las bobinas 28 del estator exteriores (bobinas), las bobinas del estator interiores (bobinas) 32, pernos 68 axiales y el diente del estator 104 exterior (dientes). También se muestra el pasaje 90 de aire de refrigeración que habilita que el aire de refrigeración fluya hacia el estator de doble cara y el rotor.

La figura 6 es una vista en sección transversal del estator de doble cara y los rotores interior y exterior. La ilustración muestra el núcleo 16 del rotor exterior con imanes 18 permanentes exteriores y un núcleo 20 de rotor interior con imanes 22 permanentes interiores. Los dientes del estator exterior e interior (diente) se denotan generalmente por los números de referencia 104 y 106, respectivamente, y el bobinado de estator exterior (bobinas) 28 y el bobinado de estator interior (bobinas) 32 se retienen respectivamente por la cuña de retención de la bobina de estator exterior 108 y la cuña de retención de la bobina de estator interior 110. El estator de doble cara como se ha descrito anteriormente en este documento contribuye al espacio 62 y de aire exterior al espacio 64 de aire interior. La integridad estructural del estator se consigue a través de la compresión del apilamiento 66 de laminaciones, a través de numerosos pernos axiales 68 situados en el yugo del estator 116. Los cuerpos de los pernos (árboles) (no mostrado) y al menos en un extremo están aislados de las laminaciones y estructuras de bastidor para evitar corrientes eléctricas inducidas y que resultan en pérdidas y calentamiento. En un ejemplo, se utiliza al menos un perno por ranura; por ejemplo, con orificios de perno 69 como se ilustra en la figura 6. Se apreciará por los expertos en la técnica que las posiciones de los orificios de perno pueden variar. En un ejemplo específico las posiciones de los orificios de los pernos pueden estar alineadas con los dientes del estator. También se ilustran los pasajes de aire de refrigeración como se describe aquí anteriormente, el pasaje 112 de aire de refrigeración entre bobinados del estator exteriores y el pasaje 114 de aire de refrigeración entre los bobinados del estator interior.

La figura 7 ilustra los pasajes de flujo de imán compartidos o líneas de flujo 130 que desembocan radialmente en el estator y los imanes permanentes de doble cara, y fluye predominantemente circunferencialmente en el núcleo del rotor interior y exterior del generador 12 de imanes permanentes en cualquier instante de tiempo. Como se describió anteriormente, el apilamiento de laminaciones del estator único habilita el intercambio de flujo como se ilustra en la figura 7.

La figura 8 ilustra una sección transversal del estator y del rotor con una disposición ejemplar para la refrigeración del líquido en el estator de doble cara. En un ejemplo un canal 140 de líquido de refrigeración (o conducto de refrigeración) puede ser colocado adyacente a los dientes del estator externo 104. El canal de líquido de refrigeración 140, en un ejemplo se coloca en la parte inferior de las ranuras formadas entre los dientes de estator externo 104. El líquido utilizado es típicamente al menos uno de agua-glicol y agua desionizada, pero cualquier otro

líquido comúnmente utilizado para la refrigeración de máquinas eléctricas puede ser utilizado. El canal 140 de refrigeración puede ser de cualquier material utilizado comúnmente para la fabricación de tubos de refrigeración, por ejemplo, pero no limitado a, aluminio, cobre, acero inoxidable o cualquier combinación de los mismos. El canal 140 de refrigeración puede estar conectado en una gama de conexiones en serie y en paralelo con uno o varios circuitos.

Un intercambiador de calor (no mostrado) puede ser utilizado para transferir el calor absorbido en el líquido de refrigeración al aire ambiente. La refrigeración líquida es ventajosa ya que proporciona una máquina más compacta que puede ser totalmente cerrada para la protección del medio ambiente. En particular, en los ejemplos de refrigeración por líquido descritos anteriormente, el espesor del núcleo del estator neto se reduce en comparación con un diseño de refrigeración por aire o viento. Por lo tanto, permite que el diámetro del espacio de aire interior 64 (figura 2) aumente, permitiendo así una mayor capacidad de potencia del generador 12 de imanes permanentes para el mismo diámetro exterior total y longitud axial.

También se ilustra en la figura 8 unas tapas de polo 118 que están conectadas a cada una de las superficies enfrentadas al espacio de aire de los imanes permanentes interior y exterior, 22 y 18, respectivamente. Las tapas de polo son preferiblemente de un material de alta resistividad, ferromagnético, tal como un apilamiento de laminaciones compuesto magnética blanda o unido. La tapa de polo proporciona protección mecánica a los imanes permanentes, la reducción de las pérdidas del rotor (imán), así como la protección contra la desmagnetización durante condiciones de fallo. El uso de las tapas de polo 118 no se limita a refrigeración por líquido, sino que también puede ser usada en las realizaciones anteriores de generador de imanes permanentes ilustradas en las figuras 1-7.

Se apreciará por parte de los expertos en la técnica que también son igualmente aplicables otras técnicas de refrigeración similares, tales como, pero no limitadas a, refrigeración de aire forzado.

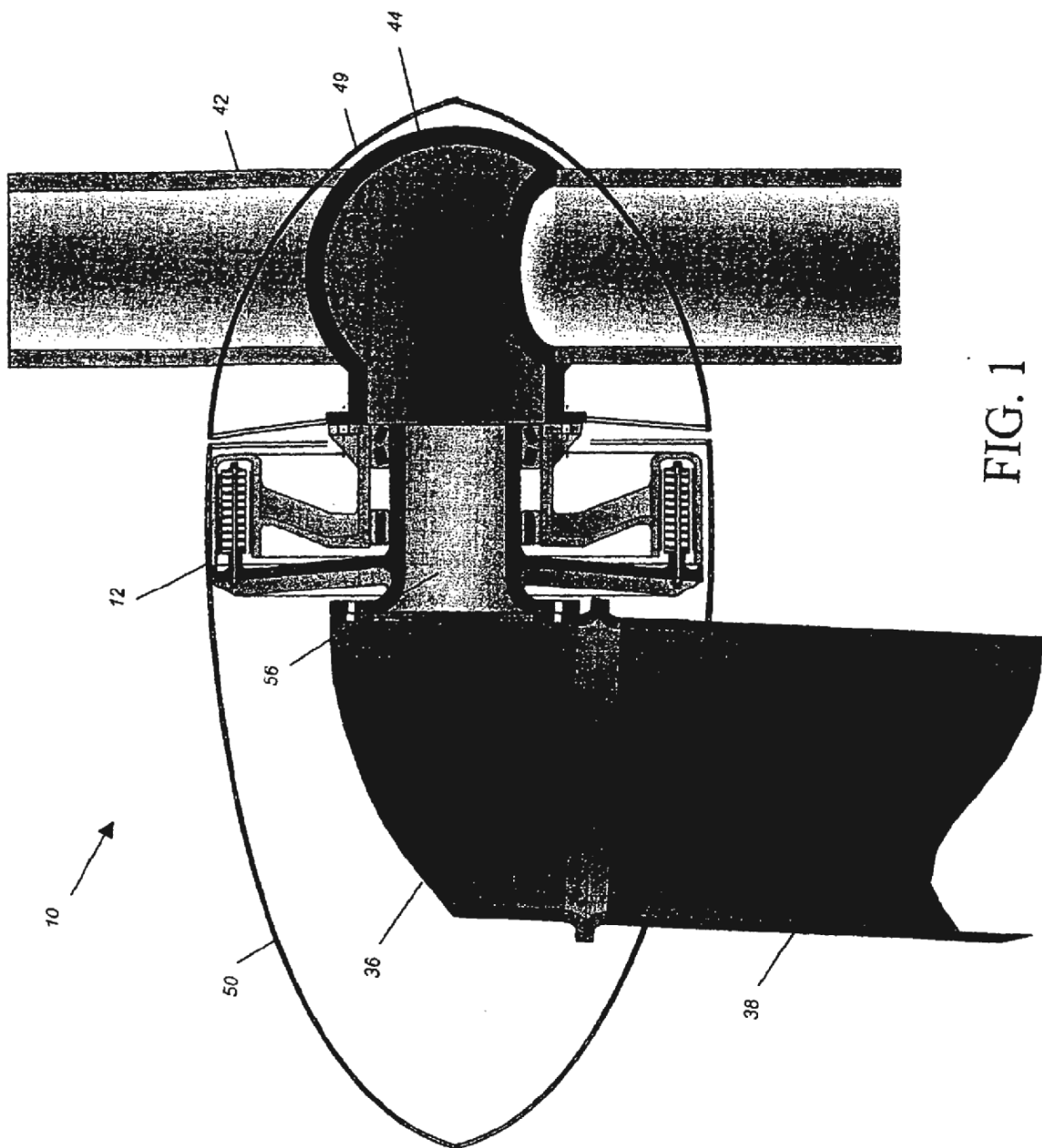
El generador 12 de doble cara como se describe en diferentes realizaciones anteriormente, ofrece varias ventajas sobre los generadores de una sola cara para turbinas eólicas. Las ventajas más importantes incluyen la reducción de costes de fabricación y montaje, la reducción de la masa del estator, la reducción del diámetro exterior de la máquina (lo que permite el transporte terrestre), y un mejor equilibrio de fuerzas magnéticas radiales.

Aunque las realizaciones de la presente invención se han descrito principalmente en términos de las turbinas eólicas, los conceptos son adicionalmente útiles en otras aplicaciones con un ejemplo es motores de propulsión de buques. La figura 9 ilustra una vista en sección de una parte de una unidad de propulsión de buques 910 comprende un motor 912 de propulsión de buques de doble cara ejemplar, una hélice 934, un conjunto de montaje y cojinete 936, y un conjunto de bastidor 938. El motor de propulsión de buques 912 incluye un rotor 914, incluyendo un núcleo de rotor exterior 916 con imanes permanentes exteriores 918 y un núcleo de rotor interior 920 con imanes permanentes interiores 922. El motor 912 también incluye un estator de doble cara 924 con una cara exterior del estator 926 con un bobinado de estator exterior 928 y una cara de estator interior 930 con bobinados de estator interiores 932. El estator de doble cara incluye un apilamiento de laminaciones de doble cara 966 y está dispuesto concéntricamente entre el núcleo del rotor interno y el núcleo del rotor exterior del motor de propulsión del buque. El apilamiento de laminaciones de doble cara está configurado para habilitar que el flujo magnético fluya radialmente entre la cara del estator interior y la cara del estator exterior. Como en la configuración de la turbina eólica, la cara del estator interior y el núcleo del rotor interior definen un espacio de aire interior y la cara del estator exterior y el núcleo rotor exterior definen un espacio de aire exterior.

Muchos de los detalles específicos de construcción del rotor son similares a las realizaciones de turbinas eólicas y no se repiten aquí. El motor de propulsión de los buques también puede incluir un conducto de refrigeración para la refrigeración del motor a través de pasar un medio líquido de refrigeración como se muestra en la figura 8 con respecto a la turbina eólica. El conducto de refrigeración puede ser un conducto de refrigeración axial en el estator de doble cara o alternativamente, el conducto de refrigeración puede estar situado entre al menos dos bobinas de estator adyacentes de una ranura de estator respectiva. En un ejemplo específico el conducto de refrigeración puede estar situado en una pluralidad de ranuras del estator de doble cara.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina eléctrica síncrona que comprende:
un generador de imanes permanentes de accionamiento directo;
al menos un rotor (14) con un núcleo (20) de rotor interno que comprende imanes (22) permanentes interiores y un
5 núcleo (16) de rotor exterior que comprende imanes permanentes exteriores (18), en el que el núcleo (16) de rotor exterior se invierte con respecto al núcleo del rotor interior (20); y
al menos un estator (24) de doble cara con una cara (30) del estator interior y una cara (26) del estator exterior que comprende un apilamiento (66) de laminaciones de doble cara configurado para habilitar al flujo magnético para que fluya radialmente entre la cara (30) del estator interior y la cara (26) del estator exterior, habilitando de este modo
10 que al menos una parte del flujo magnético sea compartida entre la cara (30) del estator interior y la cara (26) del estator exterior;
en el que el al menos un estator (24) de doble cara está dispuesto concéntricamente entre el núcleo (20) del rotor interior y el núcleo (16) del rotor exterior de la máquina eléctrica síncrona.
- 15 2. La máquina eléctrica síncrona según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de pernos axiales (68) para proporcionar la compresión del apilamiento (66) de laminaciones de doble cara.
3. La máquina eléctrica síncrona según la reivindicación 1, que comprende además un conducto de refrigeración (70) para enfriar la máquina eléctrica síncrona a través del paso de al menos uno de entre aire de refrigeración o un medio líquido de refrigeración.
- 20 4. La máquina eléctrica síncrona según la reivindicación 1, en el que la cara (30) del estator interior y el núcleo (20) del rotor interior definen un espacio (64) interior de aire y la cara (26) del estator exterior y el núcleo (16) del rotor exterior definen un espacio (62) exterior de aire, y en el que una porción de aire de refrigeración fluye axialmente a través del espacio de aire interior y exterior.
5. Un generador (12) para una turbina eólica (10) que comprende la máquina eléctrica síncrona según la reivindicación 1.
- 25 6. Un motor (712) de propulsión del barco que comprende la máquina eléctrica síncrona según la reivindicación 1.



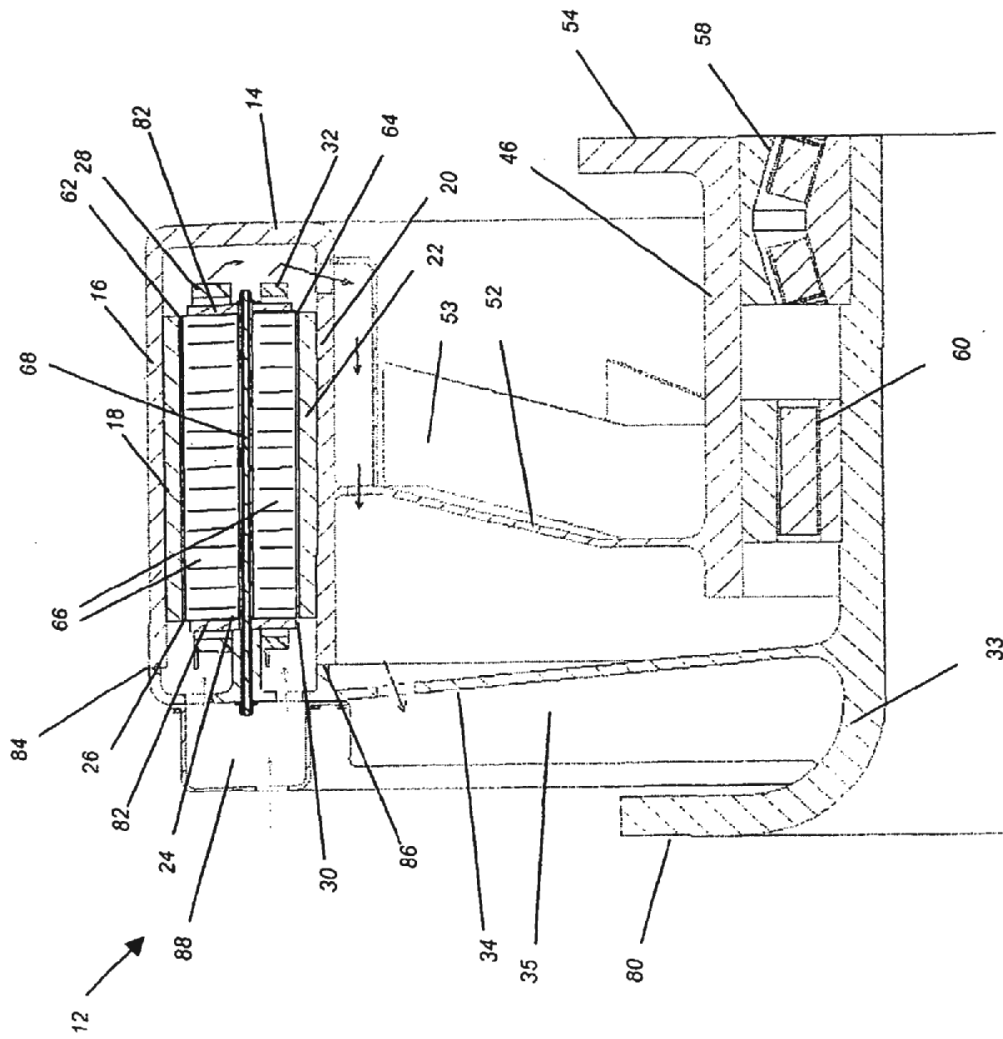


FIG. 2

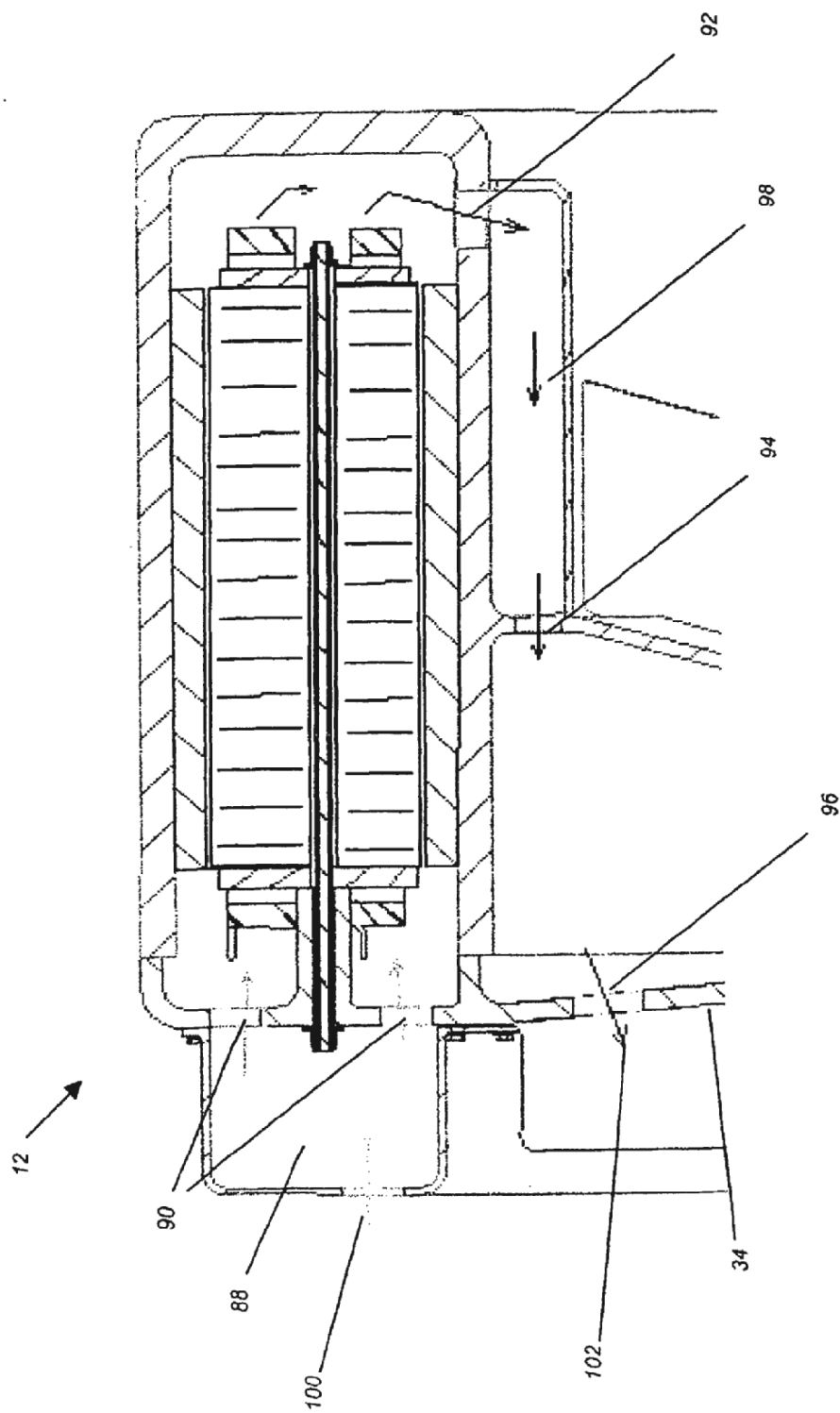


FIG. 3

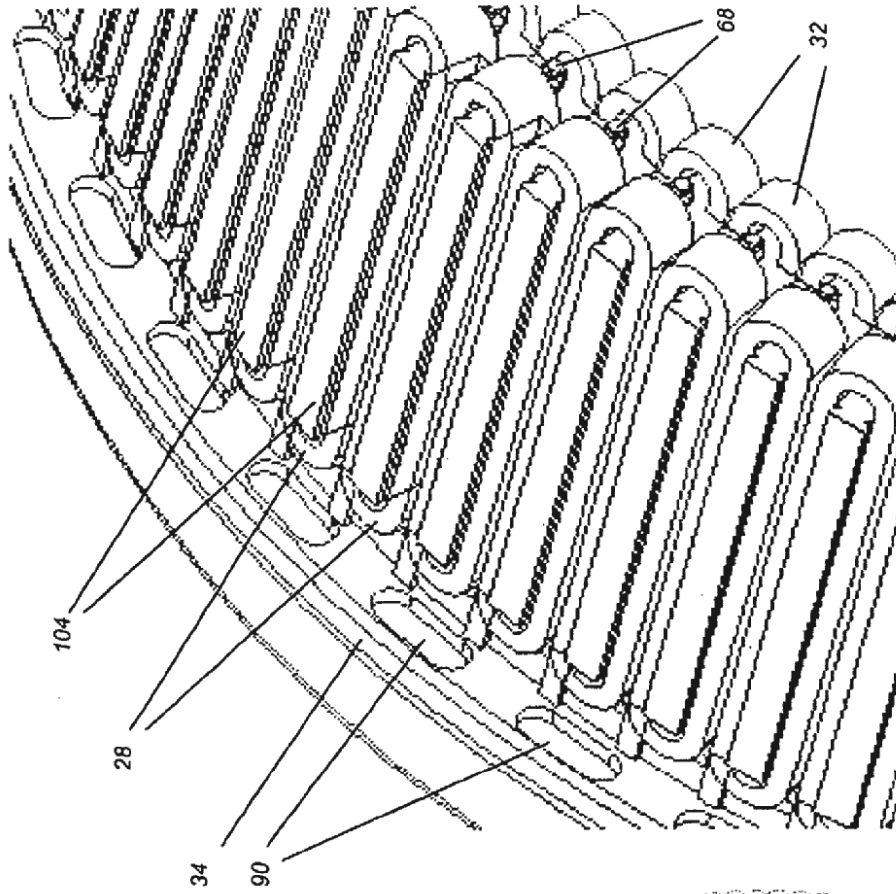


FIG. 5

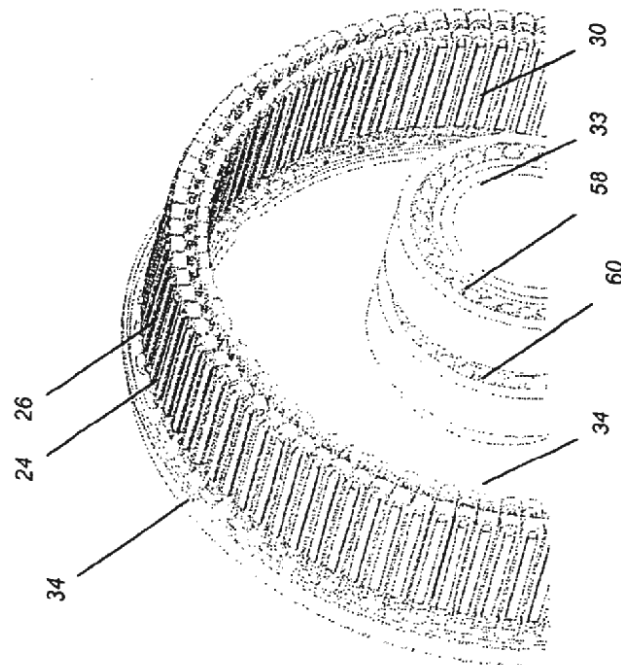


FIG. 4

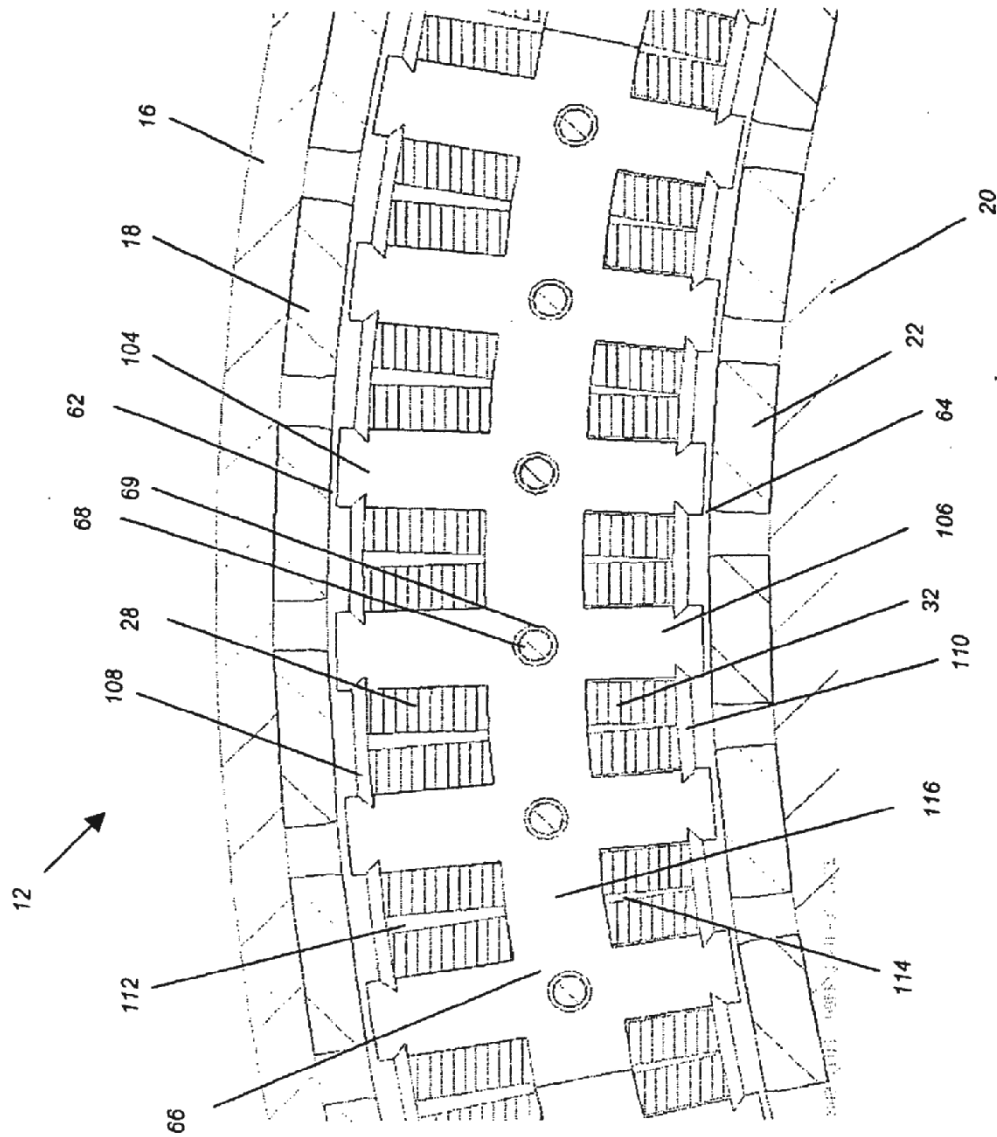


FIG. 6

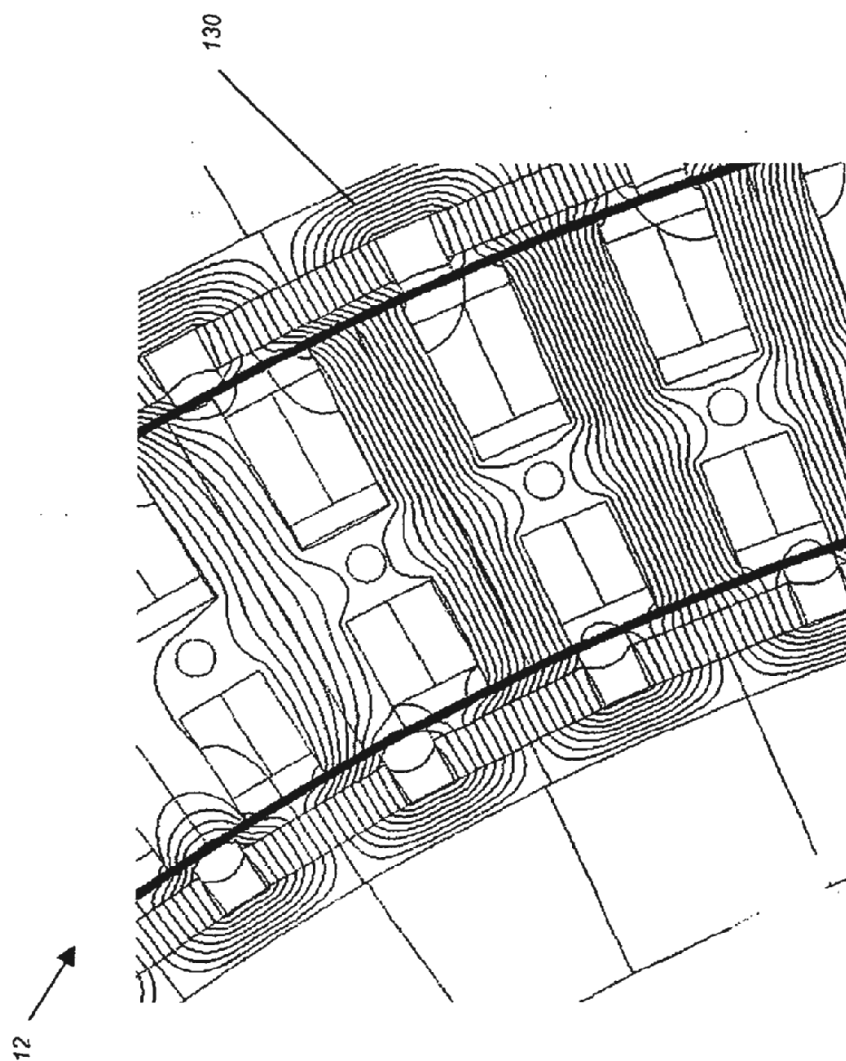


FIG. 7

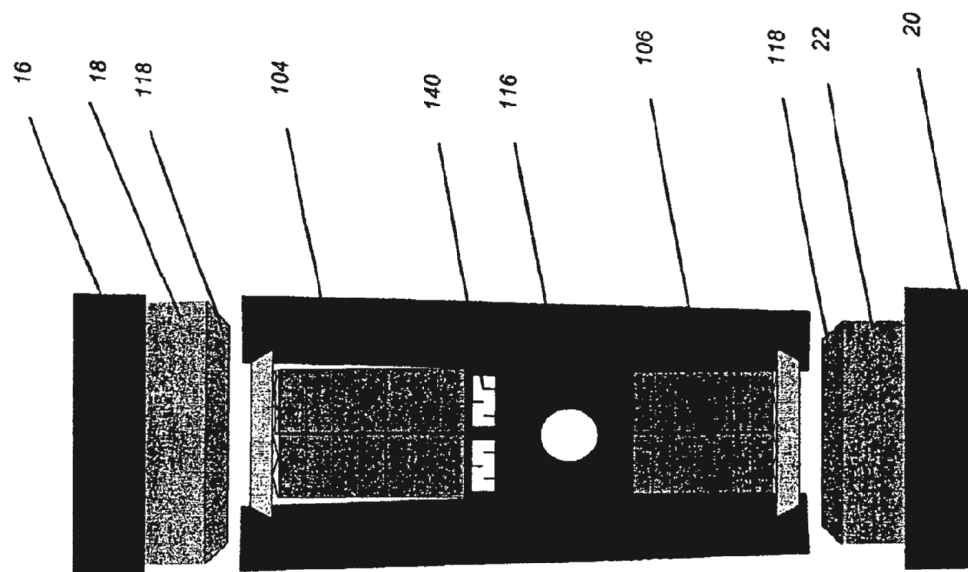


FIG. 8

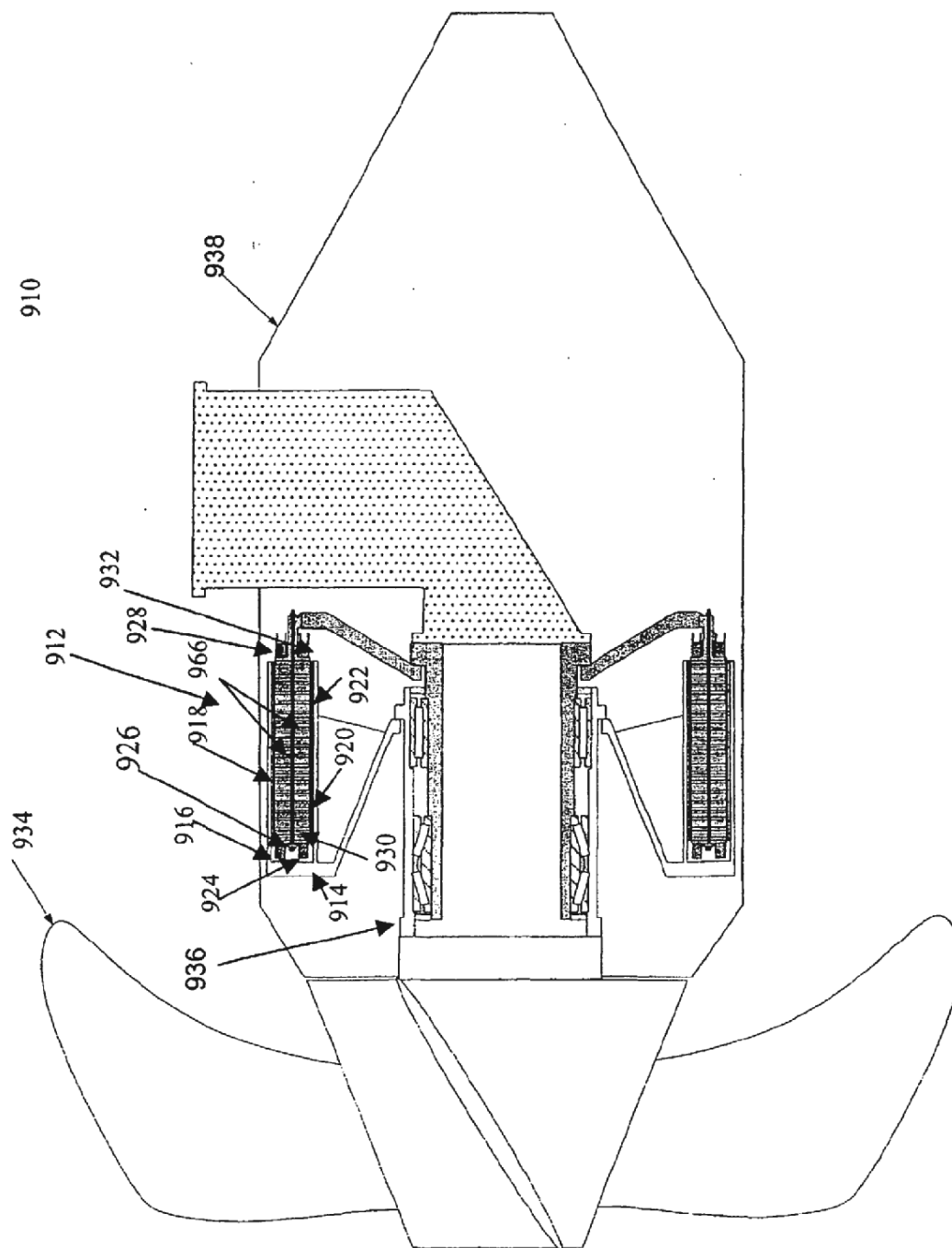


FIG. 9