

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 415 834**

51 Int. Cl.:

**B63H 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2007 E 07725701 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2029426**

54 Título: **Rotor Magnus y procedimiento para su operación**

30 Prioridad:

**31.05.2006 DE 102006025732**

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

**29.07.2013**

73 Titular/es:

**WOBEN PROPERTIES GMBH (100.0%)  
Dreekamp 5  
26605 Aurich, DE**

72 Inventor/es:

**WOBEN, ALOYS y  
ROHDEN, ROLF**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 415 834 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

Rotor Magnus y procedimiento para su operación.

5 La presente invención se refiere a un rotor Magnus, con un accionamiento y un control, que controla el accionamiento de tal manera que el rotor Magnus alcanza una velocidad de contorno que es mayor en un factor  $\lambda$  (relación velocidad periférica / velocidad del viento) que la velocidad media del viento. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para la operación de un rotor Magnus con un accionamiento que pone a rotar el rotor Magnus, y un control, así como un barco.

10 Los rotores Magnus se conocen en el estado de la técnica. En particular, como accionamientos de barco también se han dado a conocer bajo el concepto de rotor Flettner, y en el libro "Die Segelmaschine" de Klaus D. Wagner, Ernst Kabel Verlag GmbH, Hamburgo, 1991 se describe el equipamiento de barcos con un rotor Flettner de este tipo o rotor Magnus. Ya en este libro se describe una relación velocidad periférica / velocidad del viento ( $= \lambda$ ) como la relación de la velocidad de contorno respecto a la velocidad del viento que sopla, con cuatro indicaciones (véase "Die Segelmaschine", en el lugar indicado, página 65, línea 3). En esta relación velocidad periférica / velocidad del viento se consigue un coeficiente de sustentación en el orden de magnitud de diez (en el libro indicado se habla de un valor de nueve).

15 En el estado de la técnica comúnmente aceptado se hace referencia a los siguientes documentos: documento DE 10 2005 028 447 A1, Libro DE: "Windschiffe" de Helmut Risch, Jochen Bertholdt, VEB Verlag Technik, Berlin 1988, pág. 62/63, documento DE 24 30 630 A1, documento US 4,398,895, documento DE 692 18 428 T2, documento DE 103 34 481 A1, documento DE 29 08 159 A1 y documento DE 47 861 A1.

20 El documento GB 2 187 154 se considera el más próximo al estado de la técnica, y muestra un rotor Magnus con un accionamiento y un control según el preámbulo de la reivindicación subordinada 1.

El documento AT 110 303 muestra un rotor Magnus con un accionamiento y un control, así como tres rodillos de guiado que están en contacto con el contorno exterior inferior del rotor Magnus.

30 El objetivo de la invención es aprovechar mejor el rotor Magnus en su efecto de lo que sucede en el estado de la técnica.

35 Esto se consigue con un rotor Magnus del tipo mencionado al comienzo gracias al hecho de que el control esté configurado para controlar el accionamiento de tal manera que se consiga una relación velocidad periférica / velocidad del viento en el intervalo de 5 a 20, estando configurado el control para derivar la relación velocidad periférica / velocidad del viento a partir de una velocidad del viento media determinada a lo largo de un intervalo de tiempo prefijado.

40 En este caso, la invención se basa en el reconocimiento de que la suposición de que por encima de una relación velocidad periférica / velocidad del viento de cuatro no habría ningún incremento significativo del coeficiente de sustentación, y sobre todo, relacionada con la potencia motriz que se ha de aplicar, se basa en un prejuicio técnico. Se ha podido constatar de modo empírico que un incremento de la relación velocidad periférica / velocidad del viento lleva a un coeficiente de sustentación significativamente más elevado. De modo correspondiente resulta también una mayor potencia del rotor Magnus.

45 Según la invención, se realiza  $5 \leq \lambda$  relación velocidad periférica / velocidad del viento,  $\lambda \leq 20$ , y de modo especialmente preferido, no reivindicado aquí,  $5 \leq \lambda$  relación velocidad periférica / velocidad del viento,  $\lambda \leq 10$ . En un funcionamiento del rotor Magnus en este intervalo, los coeficientes de sustentación conseguidos, por un lado, así como las energías motrices requeridas, y los esfuerzos del rotor Magnus, por otro lado, están en una relación especialmente adecuada entre ellos.

50 En una forma de realización preferida, en el interior del rotor Magnus está dispuesto un soporte, que porta el rotor Magnus transmitiendo un apoyo. Con ello, el rotor Magnus permanece limpio en el exterior desde el punto de vista aerodinámico, y al mismo tiempo se protege el soporte y también el apoyo de influencias meteorológicas.

55 Según la invención, están previstos al menos tres rodillos de guiado dispuestos en el contorno exterior inferior, que están en contacto sin holgura con el rotor Magnus. De modo especialmente preferido, se trata de rodillos de guiado distanciados de modo uniforme. Por medio de estos rodillos de guiado se garantiza que independientemente de la altura del soporte en el interior del rotor Magnus y de la altura unida a ello del apoyo, el rotor Magnus no puede realizar ningún movimiento que golpee la rotación de modo sobrepuesto. De este modo, por un lado se guía el rotor Magnus de modo uniforme, y por otro lado, el apoyo no se carga con momentos que resulten de una desviación eventual del motor. Esto, a su vez, favorece la vida útil del apoyo.

65 Para reducir la conformación de ruido a partir de los rodillos de guiado que giran en el rotor Magnus, o incluso para eliminarla, cada rodillo de guiado presenta en su superficie de contorno exterior un revestimiento elástico. Este

revestimiento puede ser, por ejemplo, una mezcla de goma dura, un plástico, u otro material adecuado, que por su lado reduce o suprime el ruido de rodadura entre el rodillo de guiado y el rotor Magnus, y por otro lado presenta un desgaste lo menor posible.

5 De modo alternativo o complementario, cada rodillo de guiado está alojado de modo amortiguado respecto a oscilaciones. En este caso, la amortiguación frente a oscilaciones se puede conseguir por medio de atenuadores de goma. Como alternativa al rodillo de guiado revestido de modo elástico, el apoyo amortiguado frente a oscilaciones puede eliminar la parte de ruido principal, mientras que la eliminación de ruido óptima se consigue por medio de una combinación de un rodillo de guiado revestido elásticamente y un apoyo amortiguado frente a oscilaciones del rodillo de guiado.

10 Puesto que los rodillos de guiado ruedan de modo permanente sobre el contorno exterior del rotor Magnus, aparecerá en ese punto un desgaste correspondiente. Un rodillo de guiado desgastado puede ser reemplazado. Para no tener que reemplazar en algún momento un rotor Magnus desgastado por medio de los rodillos de guiado, en el contorno exterior inferior del rotor Magnus está prevista una banda de guiado sobre la que ruedan los rodillos de guiado. Esta banda de guiado se conforma preferentemente por medio de chapas de acero segmentadas, que en caso de que sea necesario pueden ser intercambiadas por segmentos. De este modo se puede mantener el guiado del rotor Magnus de un modo sencillo, y el propio rotor Magnus no está sometido a ningún desgaste por medio de los rodillos de guiado o a ningún daño por medio de cuerpos extraños entre la banda de guiado y los rodillos de guiado.

15 En una variante especialmente ventajosa, el rotor Magnus se acciona a través de una correa de accionamiento, que ajusta una medida prefijada en el contorno exterior inferior del rotor Magnus. La medida prefijada puede ser, de modo correspondiente a los requerimientos, por ejemplo  $\pi/2$  o también  $2\pi/3$ . En este accionamiento se realiza la introducción de fuerza no sólo a través de flancos de dientes individuales de un piñón, sino a través de toda la superficie de contacto entre el rotor Magnus y la correa de accionamiento. Esto es considerablemente menos propenso a los fallos que los accionamientos convencionales, y los componentes de accionamiento individuales pueden ser reemplazados sin problemas en caso de que sea necesario. Además, el propio rotor Magnus, por ejemplo, no presenta ninguna corona dentada que pueda ser dañada y que haya de ser reparada a continuación.

20 Para hacer que el rotor Magnus en este caso no sea susceptible al desgaste, al menos la región del contorno exterior inferior del rotor Magnus, en la que la correa de accionamiento está en contacto con el rotor Magnus, está hecha de acero.

25 El propio accionamiento se realiza preferentemente por medio de un guiado de la correa de accionamiento a través de tres rodillos, de los cuales está accionado al menos uno. De estos rodillos accionados se transmite entonces la fuerza a través de la correa, que se adapta al contorno exterior del rotor Magnus, al propio rotor Magnus.

30 Para contrarrestar variaciones en longitud de la correa de accionamiento, por ejemplo como consecuencia de influjos térmicos, y las variaciones que van con ello de la tensión de la correa de accionamiento, y para poder compensar también un alargamiento de la correa de accionamiento por medio de las fuerzas de accionamiento que actúan, está previsto de un modo especialmente preferido un rodillo tensor que se puede desplazar en la dirección radial del rotor Magnus. Por medio del desplazamiento del rodillo tensor se puede influenciar de esta manera la tensión de la correa, y con ello también la tensión con la que se adapta la correa de accionamiento al rotor Magnus. Está totalmente claro para el especialista que este desplazamiento se puede realizar de modo manual, o también registrando al mismo tiempo la tensión de la correa de accionamiento de modo automático usando un desplazamiento por motor del rodillo tensor.

35 En una variante preferida de la presente invención está prevista una cubierta que rodea el contorno inferior del rotor Magnus al menos parcialmente, y cubre los rodillos para el guiado de la correa de accionamiento, así como la propia correa y los rodillos de guiado. De este modo se puede evitar, por un lado, que los cuerpos extraños vayan a parar al accionamiento y a los rodillos de guiado. Por otro lado, con ello se elimina una fuente de peligros para el personal de manejo, ya que por medio de una cubierta de este tipo también se puede evitar un contacto no intencionado con el dispositivo de accionamiento de un modo seguro.

40 De modo especialmente preferido, la cubierta está segmentada de modo correspondiente a los componentes dispuestos por debajo de ella. Para conseguir acceso a un rodillo de guiado, se ha de retirar a continuación sólo el segmento correspondiente de la cubierta, pero no toda la cubierta. Esto ahorra, por un lado, tiempo y esfuerzo, y mantiene, por otro lado, la seguridad, ya que el resto de piezas, como por ejemplo el accionamiento y los rodillos para la correa de accionamiento siguen permaneciendo cubiertas.

45 Para conseguir un funcionamiento seguro del rotor Magnus, la primera frecuencia propia del rotor Magnus es mayor que el mayor número de revoluciones por unidad de tiempo del rotor Magnus. Gracias a ello se garantiza que el número de revoluciones por unidad de tiempo del rotor Magnus en ningún caso pueda alcanzar su primera frecuencia propia, y pueda poner al rotor Magnus, de esta manera, en oscilaciones de resonancia. En este caso está claro para el especialista que la primera frecuencia propia aumenta a medida que aumenta la resistencia a la flexión y se reduce a medida que aumenta la masa. De este modo, el especialista es capaz de dimensionar y diseñar el

rotor Magnus de tal manera que su primera frecuencia propia reciba el valor deseado.

De modo correspondiente, el rotor Magnus se controla según un procedimiento, según el cual éste se opera con un número de revoluciones por unidad de tiempo que es menor que su primera frecuencia propia. También por medio de este procedimiento se garantiza el funcionamiento del rotor Magnus con un número de revoluciones por unidad de tiempo por debajo de su primera frecuencia propia.

El procedimiento conforme a la invención para la operación del rotor Magnus está conformado de tal manera que el accionamiento se opera de tal manera que se ajusta una relación velocidad periférica / velocidad del viento en el intervalo de 5 a 20, y en particular de modo preferente en el intervalo de 5 a 10, derivándose la relación velocidad periférica / velocidad del viento a partir de una velocidad del viento media que se determina a lo largo de un intervalo de tiempo prefijado. Con ello, el procedimiento conforme a la invención también tiene en cuenta el conocimiento adquirido empíricamente de que a mayores relaciones de velocidad periférica / velocidad del viento, frente al prejuicio técnico dominante, también se consiguen mayores coeficientes de sustentación, y con ello mayores fuerzas resultantes.

En una configuración preferida especial de la invención está previsto un barco que está equipado con al menos un rotor Magnus conforme a la invención para la generación de fuerza de accionamiento.

A continuación se describe la invención con más detalle a partir de una forma de realización. En este caso se muestra:

- Fig. 1 una representación simplificada del sistema en su conjunto;
- Fig. 2 una representación en perspectiva del rotor Magnus;
- Fig. 3 una vista lateral simplificada del rotor Magnus;
- Fig. 4 una representación detallada del accionamiento y del guiado del rotor Magnus;
- Fig. 5 una vista detallada de la región inferior del rotor Magnus;
- Fig. 6 una representación en perspectiva de un rodillo de guiado y de su apoyo;
- Fig. 7 una representación en sección del rodillo de guiado y el apoyo; y
- Fig. 8 una representación simplificada de la cubierta del accionamiento y de los rodillos de guiado.

La Figura 1 muestra un rotor Magnus 8 con una placa terminal 10. Esta placa terminal mejora el rendimiento del motor Magnus 8, si bien se conoce suficientemente en el estado de la técnica.

El rotor Magnus 8 se acciona por medio de un accionamiento 26, que se controla por un control 24 de tal manera que la velocidad de contorno del rotor Magnus 8 es un múltiplo de la velocidad del viento.

Para ello se mide, por ejemplo por medio de un anemómetro 22, la velocidad del viento, y se suministra al control 24, que a continuación, a su vez, controla el accionamiento 26 de modo correspondiente. El número de revoluciones por unidad de tiempo que se ajusta depende del diámetro del rotor Magnus 8, y puede alcanzar sin más valores en un orden de magnitud de 400 ó 500 revoluciones por minuto.

En la operación práctica conforme a la invención, el número de revoluciones por unidad de tiempo se ajusta en este caso partiendo de una velocidad del viento media. Ésta se puede determinar, de modo conocido, como valor medio de 10 minutos, si bien naturalmente también se puede determinar a lo largo de otro espacio temporal. El control a partir de los valores medios tiene, por un lado, la ventaja de que frecuencia de las intervenciones de regulación se mantiene dentro de unos límites. Por otro lado a esto se le añade un efecto estabilizador. En concreto, si con un número de revoluciones por unidad de tiempo del rotor Magnus 8 que se mantiene constante aumenta de la velocidad del viento, por ejemplo, como consecuencia de una ráfaga positiva, durante un corto periodo de tiempo, entonces se reduce automáticamente la relación velocidad periférica / velocidad del viento, y con ello el coeficiente de sustentación del rotor Magnus; la fuerza que se origina en el rotor Magnus 8, así pues, no aumenta con la velocidad del viento. De modo correspondiente, la relación velocidad periférica / velocidad del viento aumenta con una ráfaga negativa, es decir, con una velocidad del viento que se reduce temporalmente; la fuerza que se origina, así pues, no se reducirá de modo digno de mención como consecuencia del coeficiente de sustentación que aumenta. En caso de velocidades del viento que varíen constantemente, así pues, un número de revoluciones por unidad de tiempo uniforme del rotor Magnus lleva a una creación de sostenibilidad de la fuerza resultante.

La representación en perspectiva en la Figura 2 muestra el rotor Magnus 8 conforme a la invención con una placa terminal 10 colocada en su extremo superior, no reivindicada aquí. En tanto que el rotor Magnus 8 esté colocado sobre una placa base (no representada), como por ejemplo la cubierta de un barco o similar, no se requiere una placa terminal correspondiente en su extremo inferior, ya que ésta se conforma por la propia placa o bien por la propia cubierta. El rotor Magnus 8 es llevado por un soporte 4, que está dispuesto en el interior del rotor Magnus 8, y sobre el que gira el rotor Magnus 8 pasando a través de un apoyo 6. Este apoyo puede ser un rodamiento conocido, o cualquier otra realización de un apoyo.

En el borde de contorno inferior del rotor Magnus 8 está representado el dispositivo de accionamiento.

5 La fuerza de accionamiento es aplicada por un accionamiento 26 que acciona un rodillo 16. Alrededor de un rodillo 16 circula una correa de accionamiento 14 y se guía adicionalmente a través de una polea de inversión 18 y un rodillo tensor 20. Puesto que estos tres rodillos 16, 18, 20 están dispuestos alrededor del punto central del rotor Magnus 8, esta correa de accionamiento 14 se adapta a lo largo de una sección prefijada en el contorno exterior del rotor Magnus, y arrastra a ésta por medio de fricción. El movimiento de la correa de accionamiento 14 a través del accionamiento 26 se transmite, con ello, sobre el rotor Magnus 8, y de este modo se pone este último en rotación. Este accionamiento se representa de modo todavía más detallado a partir de la Figura 4.

10 La Figura 3 muestra una representación simplificada del rotor Magnus 8 conforme a la invención con el soporte 4 dispuesto en el interior, el apoyo 6, la placa terminal 10 no reivindicada aquí, así como el rodillo tensor 20. Además en esta Figura están representados rodillos de guiado 12 así como cubiertas 28a, 28d.

15 Las cubiertas 28a y 28d cubren el borde de contorno inferior del rotor Magnus, los rodillos de guiado 12, y también el accionamiento, representado aquí de modo simplificado por medio del rodillo tensor 20, y evitan de esta manera que los cuerpos extraños vayan a parar al accionamiento o bien a los rodillos de guiado 12, y que, por otro lado, el personal de manejo se pueda dañar con las piezas rotativas descubiertas.

20 En la Figura 4 se pueden reconocer particularidades del accionamiento y guiado del rotor Magnus 8. En el borde de contorno inferior del rotor Magnus 8 se encuentran rodillos de guiado 12. Estos rodillos de guiado 12 están distribuidos a lo largo de todo el contorno del rotor Magnus 8, y están en contacto con éste sin holgura. Así pues, incluso cuando, por ejemplo, por medio de una ráfaga de viento, y el apoyo dispuesto de modo relativamente elevado (véase, por ejemplo, la Figura 3), se diera un momento de vuelco, ésta no podría llevar a un batimiento del rotor Magnus 8, ya que los rodillos de guiado 12 evitan esto de un modo seguro. Gracias a ello está garantizado que el rotor Magnus 8 realiza en todo momento una rotación precisa.

25 Además, en esta figura se puede reconocer bien la correa de accionamiento 14, que se adapta igualmente en la región inferior del rotor Magnus 8 a su contorno exterior. Dependiendo de la posición de los rodillos 16, 18, 20, a través de los cuales discurre la correa de accionamiento 14, esta correa de accionamiento 14 se adapta a lo largo de una medida de arco de, por ejemplo,  $\pi/2$ ,  $\pi/3$  o incluso  $\pi$  a la superficie del rotor Magnus, y transmite de este modo por medio de fricción la fuerza de accionamiento al motor Magnus 8.

30 La correa de accionamiento 14, por su lado, se pone en movimiento por medio de un rodillo de accionamiento 16, que se carga por parte de un accionamiento 26, por ejemplo un motor eléctrico, con la fuerza correspondiente. Desde el rodillo de accionamiento 16 se guía la correa de accionamiento 14 a lo largo del rotor Magnus 8 a una polea de inversión 18, desde allí a un rodillo tensor 20, y de nuevo de vuelta a un rodillo de accionamiento 16. Así pues, en el ejemplo presente se trata de una correa de accionamiento sin fin.

35 El rodillo tensor 20 se puede reconocer bien en esta figura como desplazable en su posición en la dirección radial del rotor Magnus 8. Gracias a ello se puede ajustar la correa de accionamiento 14 en su tensión, de manera que, por ejemplo, se pueden compensar variaciones longitudinales por medio de influjos térmicos, si bien también por medio de carga mecánica y desgaste.

40 En el estado de la técnica se conocen también sistemas automáticos, en los que un sensor de presión (no representado en la figura) registra de modo automático la tensión de la correa de accionamiento 14, y a través de un control adecuado controla un accionamiento de desplazamiento (que tampoco está representado), que desplaza el rodillo tensor 20 de modo adecuado.

45 Una ventaja fundamental de este sistema de accionamiento reside en su buena accesibilidad y en su construcción sencilla. Gracias a ello se pueden evitar perturbaciones con poco esfuerzo. De este modo, en el rotor Magnus 8 no se encuentra ninguna pieza que se pueda desgastar o dañar.

50 También el intercambio de rodillos de guiado 12, que se puede reconocer bien, igualmente, desde el exterior, es posible con ello sin problemas. El mantenimiento se facilita igualmente, ya que se puede realizar un control visual incluso durante la operación en marcha, ya que no se ha de acceder al interior del rotor Magnus 8.

55 La Figura 5 muestra de modo detallado la disposición de la correa de accionamiento 14 y de los rodillos de guiado 12 en el contorno exterior inferior del rotor Magnus 8. Mientras que el rotor Magnus 8 está hecho de aluminio, para mantener su masa en valores reducidos, en su región inferior está prevista una región de accionamiento 9 hecha de acero. En esta región de accionamiento 9 se encuentra la correa de accionamiento 14 en el rotor Magnus 8, y transmite las fuerzas de accionamiento al rotor Magnus 8. Sin embargo, mientras que el aluminio es un material relativamente blando, y con ello está sometido a un desgaste elevado, esto no es el caso con el acero. Por medio de esta construcción se crea una región de accionamiento con poco desgaste, que hace posible un accionamiento fiable del rotor Magnus.

60 En esta región de accionamiento 9 se encuentran también los rodillos de guiado 12 en el rotor Magnus 8. Puesto

que estos rodillos de guiado 12 ruedan durante todo el tiempo de funcionamiento del rotor Magnus 8 en el contorno exterior inferior del rotor Magnus 8, también en este caso se ha de esperar un cierto desgaste. Mientras que los propios rodillos de guiado 12 pueden ser accedidos desde el exterior, y con ello pueden ser reemplazados fácilmente, en el propio rotor Magnus 8 no se ha de originar ningún desgaste que haga necesario su reemplazo, ya que esto está unido con un coste extraordinariamente elevado.

Debido a ello, en la región de accionamiento 9 está prevista una banda de guiado 13, que está conformada a partir de chapas de acero segmentadas, que a su vez están fijadas sobre la región de accionamiento 9. Los rodillos de guiado 12 ruedan sobre esta banda de guiado 13. En caso de que se haya alcanzado ahora el límite de desgaste de la banda de guiado 13, se pueden reemplazar, dependiendo del tipo y de la magnitud del desgaste, segmentos individuales de la banda de guiado 13. De este modo, el rotor Magnus 8 también se puede mantener en estado listo para la operación de un modo sencillo incluso en el caso de desgaste de la banda de guiado 13.

Incluso en el caso de que un cuerpo extraño vaya a parar desde el exterior entre la banda de guiado 13 y el rodillo de guiado 12, y debido a ello se produzca un daño, el segmento afectado de la banda de guiado 13 y el rodillo de guiado 12 afectado se pueden reemplazar de un modo sencillo.

La Figura 6 muestra en una representación en perspectiva una forma de realización del rodillo de guiado 12 con su sujeción correspondiente. El rodillo de guiado 12 presenta en este ejemplo en su superficie de contorno exterior un revestimiento elástico 32. Este revestimiento 32 elástico discurre sobre la superficie del rotor Magnus, y allí sobre la banda de guiado (ver símbolos de referencia 13 en la Figura 5). Por medio del revestimiento elástico 32 se reduce de un modo considerable tanto el desarrollo de ruido durante el funcionamiento del rotor Magnus por medio del rodaje de los rodillos 12 sobre su contorno exterior, como el desgaste en el rotor Magnus.

El rodillo 12 está alojado de modo giratorio entre una placa de sujeción 34 superior y una placa de sujeción 35 inferior. El grupo constructivo que comprende el rodillo 12 y las placas de sujeción 34, 35 está alojado de modo que se puede hacer bascular por medio de amortiguadores de goma 42 en una sujeción 40. Esta sujeción 40, a su vez, está unida por medio de placas de fijación 46 con la subestructura del rotor Magnus.

El grupo constructivo con el rodillo de guiado 12 y la placa de sujeción superior e inferior 34, 35 está dispuesto en esta figura en su lado derecho de este modo en la sujeción 40. En el lado izquierdo del grupo constructivo se encuentra un vástago roscado de pretensión 44, que está unido con otros amortiguadores de goma 42. Estos otros amortiguadores de goma 42 se introducen en el apoyo de amortiguación 41 correspondiente de la sujeción 40 contigua, de manera que resulta una cadena continua hecha de sujeciones 40 con rodillos de guiado 12 colocados en ella, que rodea completamente el contorno exterior inferior del rotor Magnus 8.

Por medio del vástago roscado de pretensión 44 se puede ajustar la presión de apriete, con la cual el rodillo de guiado 12 está en contacto con el rotor Magnus 8, y allí con la banda de guiado 13. Los amortiguadores de goma 42 ocasionan en esta construcción, por un lado, dentro de ciertos límites, un apoyo elástico del rodillo de guiado 12 y un desacoplamiento acústico del rodillo de guiado 12 y la sujeción 40, de manera que de este modo se reduce al menos una propagación del ruido.

La sujeción 40 se une a través de placas de fijación 46 con la subestructura. Esto se puede reconocer bien en la Figura 5. Allí (en la Figura 5) está representada la brida inferior 11 de la subestructura del rotor Magnus, en la que están colocadas las placas de fijación 46 con su lado inferior, mientras que los lados inferiores perpendiculares que apuntan hacia delante desde la posición del observador de las placas de fijación 46 se fijan en el borde de contorno inferior de la subestructura del rotor Magnus. Esta fijación se puede realizar, por ejemplo, por medio de una unión soldada.

En esta Figura 5 también se puede reconocer la disposición de los rodillos de guiado 12 entre las sujeciones 40 contiguas, en las que los amortiguadores de goma representados en la Figura 6 en la parte izquierda están insertados en los apoyos de amortiguación 41 (ver Figura 6) de la sujeción 40 contigua.

La Figura 7 muestra una representación en sección a través de la disposición mostrada en la Figura 6. A diferencia de la representación de la Figura 6, el rodillo de guiado 12 está conformado aquí, sin embargo, completamente a partir de un material, preferentemente acero. Este rodillo de guiado 12 está alojado de modo giratorio a través de un apoyo superior 36 y un apoyo inferior 37 entre la placa de sujeción superior 34 y la placa de sujeción inferior 35, y este grupo constructivo formado por un rodillo de guiado 12, placas de sujeción 34, 35 y apoyos 36, 37 está provisto, a su vez, de amortiguadores de goma 42, que hacen posible un montaje del grupo constructivo en dispositivos de sujeción 40, tal y como se ha explicado ya en la descripción de la Figura 6. En este caso, en esta Figura 7 los apoyos de amortiguación 41 se pueden reconocer bien en la parte derecha de la sujeción 40, en los cuales el grupo constructivo contiguo en la parte derecha del dispositivo de sujeción (no representado) con rodillo de guiado 12, placas de sujeción 34, 35 y apoyos 36, 37 está insertado en esta sujeción 40 representada en la figura poniendo entre medias los amortiguadores de goma 42.

La Figura 8 muestra una representación simplificada de la cubierta del accionamiento y del rodillo de guiado del rotor

5 Magnus 8, si bien en una vista en planta desde arriba sin la placa terminal y sin la representación del soporte ni la del apoyo. Alrededor del contorno exterior del rotor Magnus 8 están dispuestas cubiertas 28a a 28h. En este caso, las cubiertas 28a, 28b y 28c son cubiertas por debajo de las cuales están dispuestos tanto los rodillos como la correa de accionamiento, mientras que las cubiertas 28d a 28h cubren los rodillos de guiado 12. Por medio de la segmentación no se ha de retirar cada vez toda la cubierta, para acceder a piezas individuales del sistema de accionamiento y guiado.

**REIVINDICACIONES**

1. Rotor Magnus (8) con un accionamiento (26) para el accionamiento del rotor Magnus (8) y un control (24) para el control del accionamiento (26) de tal manera que el rotor Magnus (8) alcanza una velocidad de contorno a la que se ajusta una relación velocidad periférica / velocidad del viento en el intervalo de 5 a 20, caracterizado porque en el contorno exterior inferior del rotor Magnus (8) están dispuestos al menos tres rodillos de guiado (12), que están en contacto sin holgura con el rotor Magnus (8), y porque el control (24) está equipado para derivar la relación velocidad periférica / velocidad del viento a partir de una velocidad del viento media determinada a lo largo de un intervalo de tiempo prefijado.
2. Rotor Magnus según la reivindicación 1, caracterizado por un soporte (4) que está dispuesto en el interior del rotor Magnus (8), y soporta el rotor Magnus (8) poniendo entre medio un apoyo (6).
3. Rotor Magnus según la reivindicación 1 ó 2, en el que al menos los tres rodillos de guiado (12) están distanciados de modo uniforme en el contorno exterior inferior del rotor Magnus (8).
4. Rotor Magnus según la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado por un revestimiento elástico en la superficie de contorno exterior de cada rodillo de guiado (12).
5. Rotor Magnus según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por un apoyo amortiguado frente a oscilaciones de cada rodillo de guiado (12).
6. Rotor Magnus según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por unos amortiguadores de goma (42) para el apoyo amortiguado frente a oscilaciones de cada rodillo de guiado (12).
7. Rotor Magnus según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por una banda de guiado (13) hecha de chapas de acero segmentadas en el contorno exterior inferior del rotor Magnus (8), en el que los rodillos de guiado (12) ruedan sobre la banda de guiado (13).
8. Rotor Magnus según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por una correa de accionamiento (14) que está en contacto en una medida prefijada con el contorno exterior inferior del rotor Magnus (8).
9. Rotor Magnus según la reivindicación 8, caracterizado por un guiado de la correa de accionamiento (14) por medio de tres rodillos (16, 18, 20), de los cuales al menos uno está accionado.
10. Rotor Magnus según la reivindicación 9, caracterizado por un rodillo tensor (20) que se puede desplazar en una dirección radial del rotor Magnus (8).
11. Rotor Magnus según la reivindicación 10, caracterizado por un desplazamiento por motor del rodillo tensor (20).
12. Rotor Magnus según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por una cubierta (28<sup>a</sup>-28h) que rodea el contorno inferior del rotor Magnus (8) al menos parcialmente, y cubre los rodillos (16, 18, 20) para el guiado de la correa de accionamiento (14), así como la propia correa de accionamiento (14) y los rodillos de guiado (12).
13. Rotor Magnus según la reivindicación 12, caracterizado por una segmentación de la cubierta (28a-28h) correspondiente a los componentes dispuestos por debajo de ella.
14. Rotor Magnus según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por una primera frecuencia propia por encima del mayor número de revoluciones por unidad de tiempo del rotor Magnus (8).
15. Procedimiento para la operación de un rotor Magnus (8) con un accionamiento (26), que pone el rotor Magnus en rotación, y un control (24) en el que el accionamiento (26) se controla de tal manera que se ajusta una relación velocidad periférica / velocidad del viento en el intervalo de 5 a 20, en el que la relación velocidad periférica / velocidad del viento se deriva a partir de una velocidad del viento media que se determina a lo largo de un intervalo temporal prefijado.
16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque el rotor Magnus (8) se opera con un número de revoluciones por unidad de tiempo que es menor que la primera frecuencia propia del rotor Magnus (8).
17. Barco, con al menos un rotor Magnus según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.



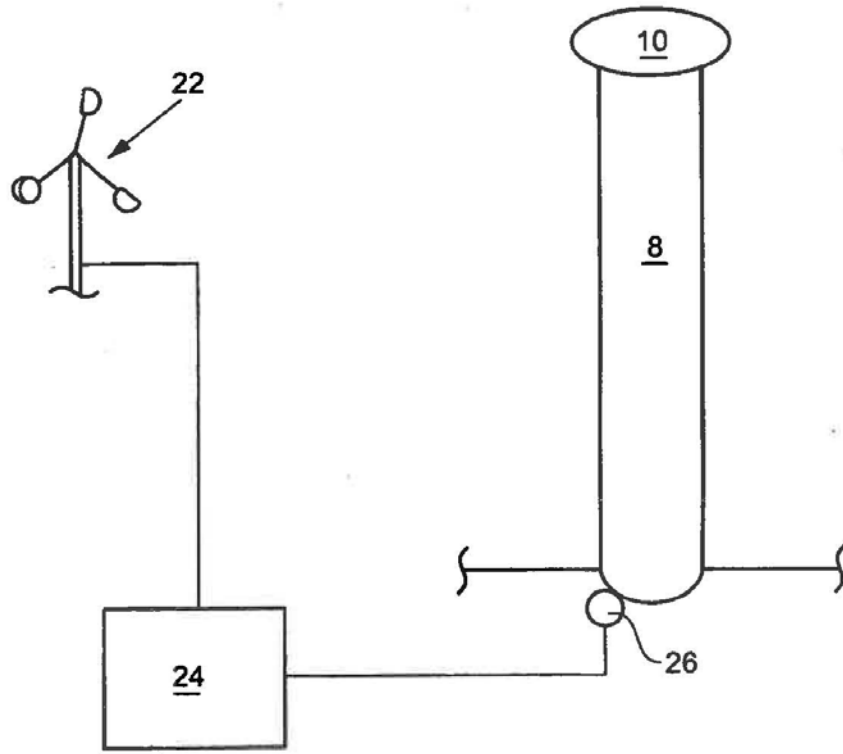


Fig.1

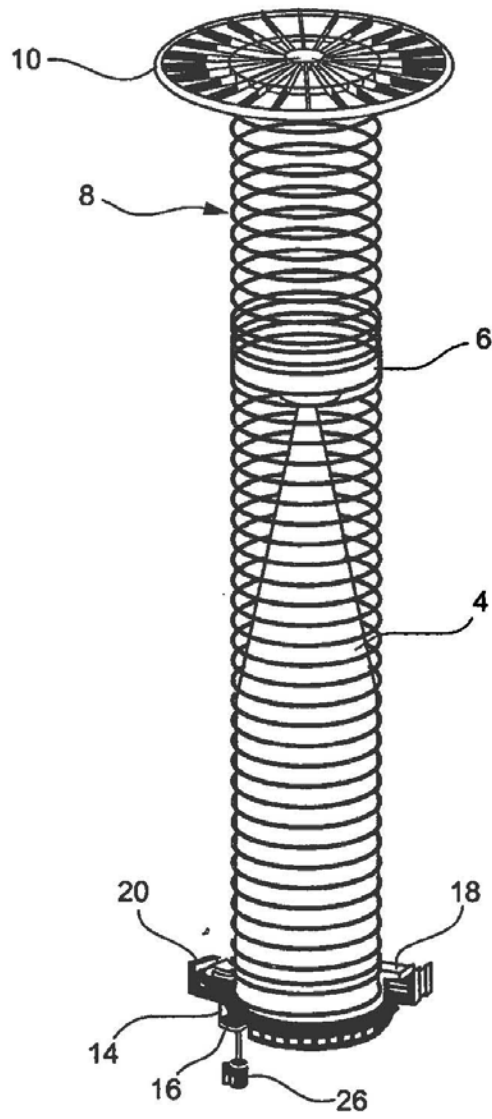


Fig.2

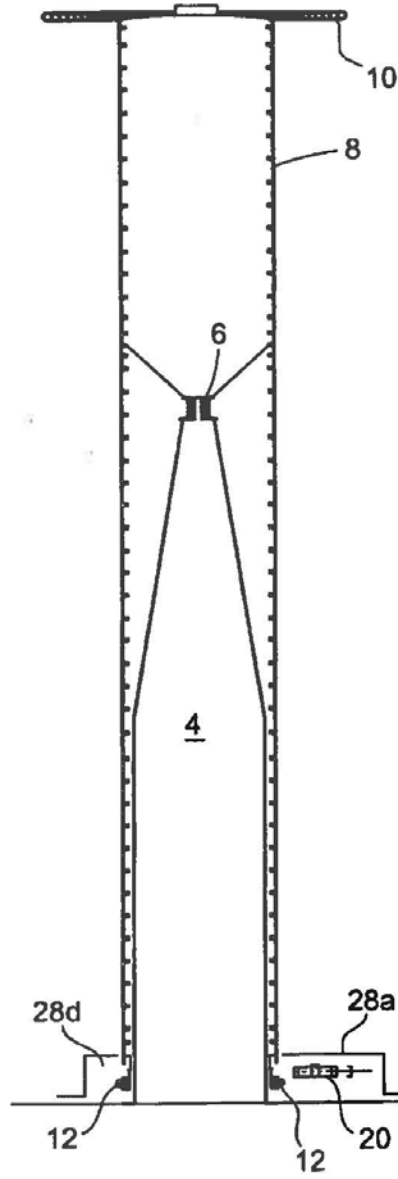


Fig.3

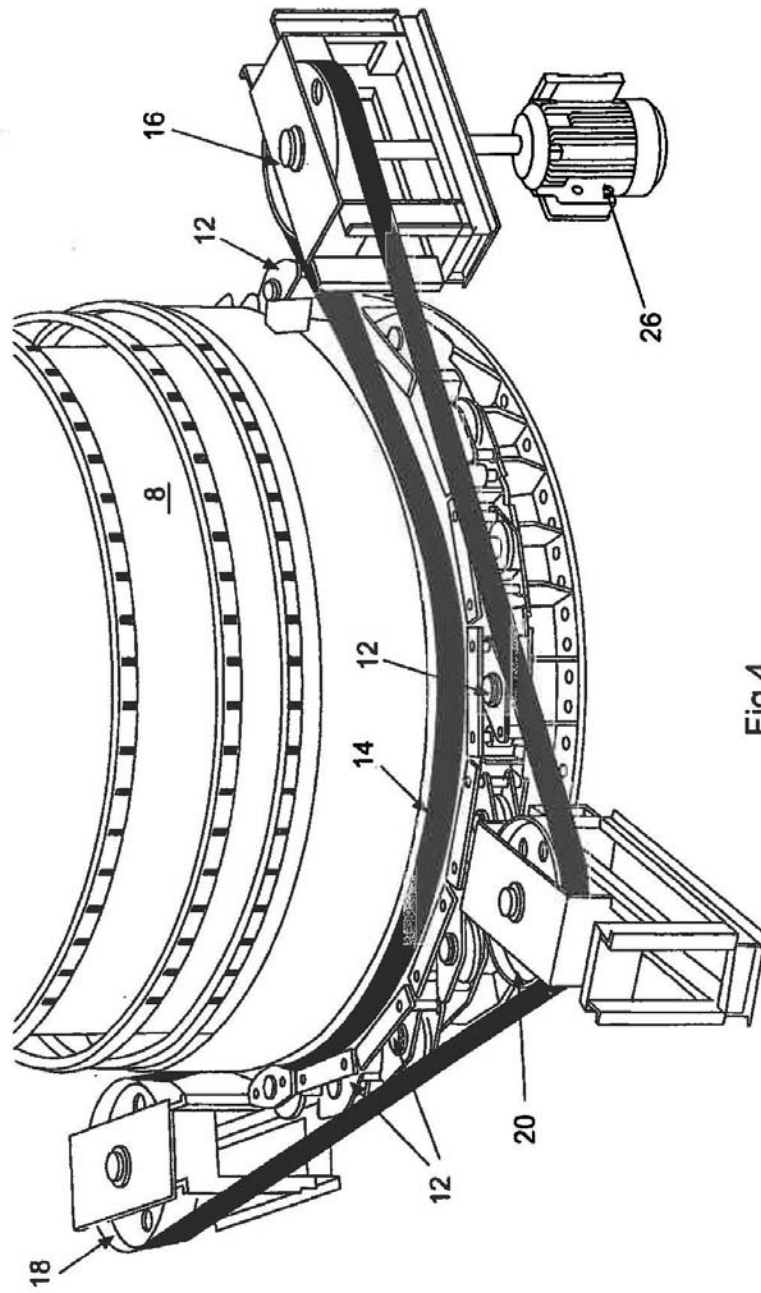


Fig.4

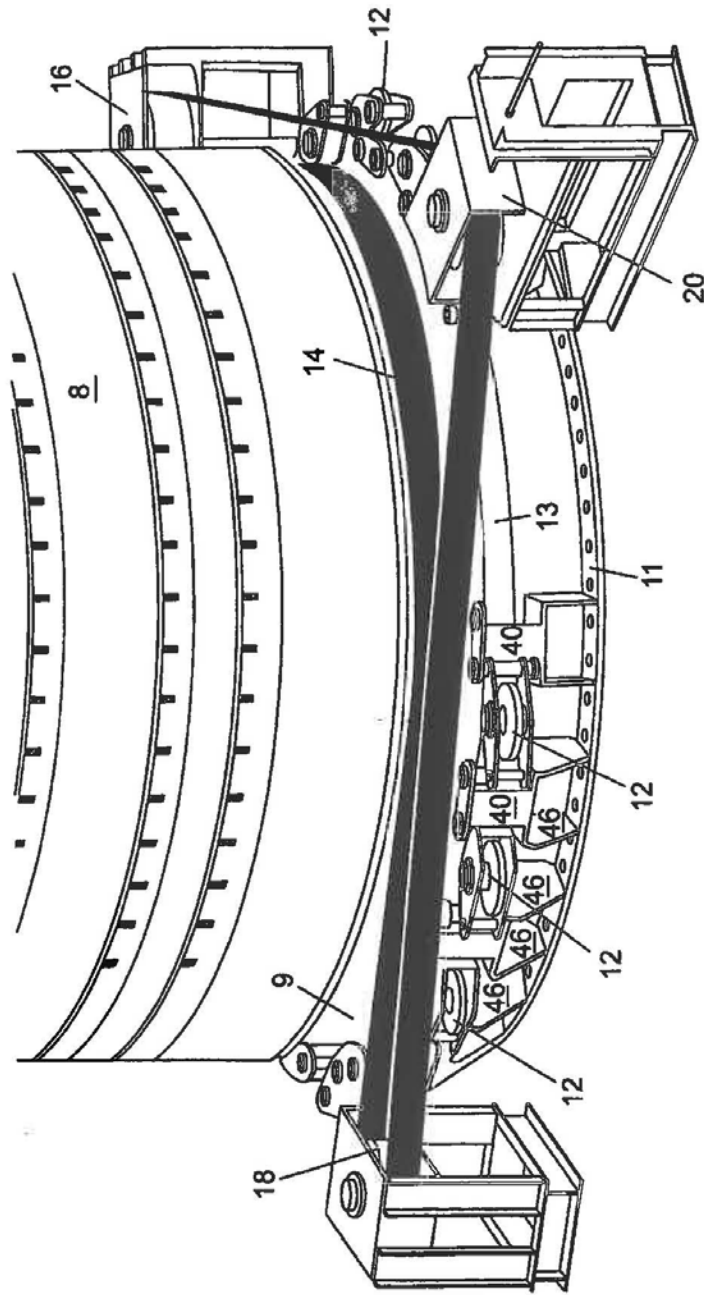


Fig.5

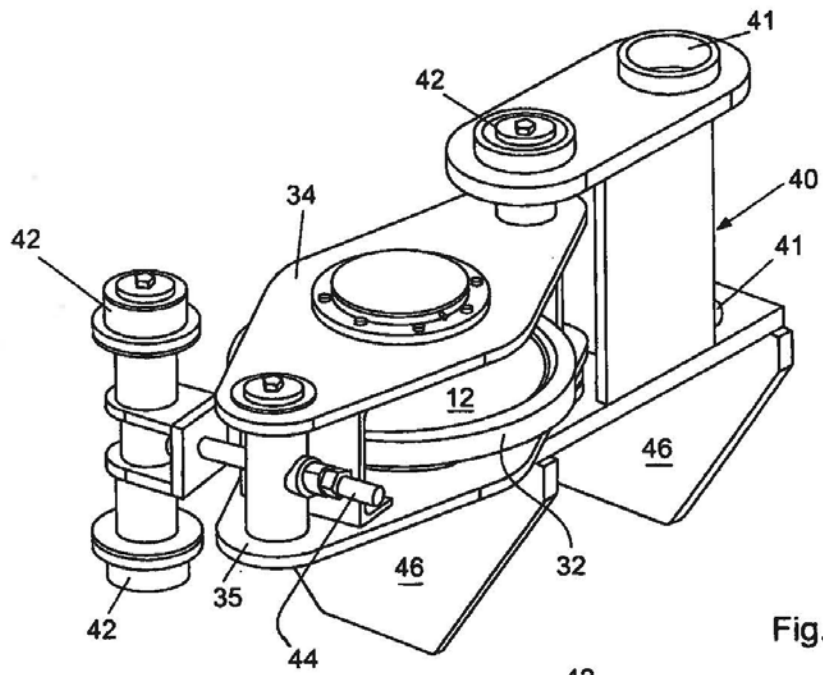


Fig.6

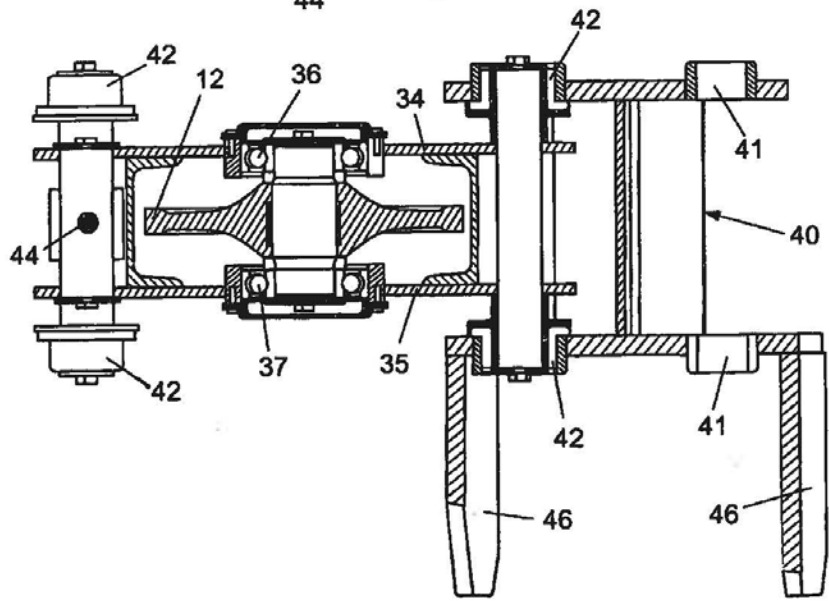


Fig.7

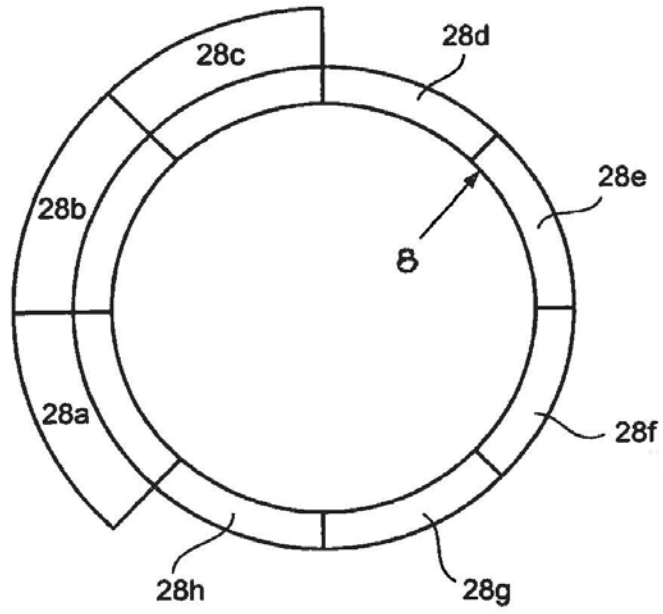


Fig.8